

Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern

Fachkräftesicherung in Neuen Technologien

Nicolas Hübener | Andreas Schütze (Hrsg.)



Dokumentation zum Kongress | 29. - 30.11.2007 | Berlin

in Kooperation mit

Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern

Fachkräftesicherung in Neuen Technologien

Dokumentation zum Kongress | 29. - 30.11.2007 | Berlin

Nicolas Hübener | Andreas Schütze (Hrsg.)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Strategische Bedeutung der Kompetenzentwicklung für die Innovationsfähigkeit Deutschlands	6
<i>Alfons Botthof</i>	
Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern.....	11
<i>Dr. Uwe Thomas</i>	
Workshop Nachwuchsförderung	17
Wie decken Nanounternehmen ihren Nachwuchs-Bedarf?	18
Nachwuchsrekrutierung: Mikro- und Nanotechnologie sind anders	19
Lehrerausbildung im Schülerlabor – geht das?	22
Methoden der Ansprache von Schülerinnen und Schülern, deren Effektivität und Nachhaltigkeit	25
Wie bekommen wir „Nano“ in die Schule und wie Laboranten in den Reinraum?	28
Maßnahmen zur Nachwuchsförderung in den Werkstofftechnologien durch das BMBF	30
Workshop Gewerblich-technische Ausbildung und Aufstiegsqualifizierung	33
Ausbildungsbestimmende Faktoren in den Hochtechnologien	35
Mikrotechnologe/in: Ein „kleiner“ Beruf mit einigen Besonderheiten.....	36
Ausbildung im Verbund von Unternehmen, Berufsschule und Bildungsdienstleister – ein erfolgreiches Konzept zur Ausbildung in Hochtechnologien in Thüringen	39
Berufsbildung für neue Technologien im Handwerk.....	43
Erfahrungen und Perspektiven der Berufsbegleitenden Aufstiegsfortbildung zum Staatlich geprüften Techniker/-in Mikrotechnologien	45
Geprüfter Prozessmanager-Mikrotechnologie: Die Mikrotechnologie-Weiterbildung für die mittlere Führungsebene	48
Der Techniker Feinoptik – ein neues Ausbildungsprofil an der Glasfachschule Zwiesel	50
Flankierende Qualifikationsstrategie des BIBB für Hochtechnologienetze.....	52
Workshop Hochschulbildung	57
Fakultätsübergreifendes Konzept zur Master-Ausbildung in der Mikro- und Nanotechnologie	58
Bachelor- und Masterstudiengänge Mikrosystemtechnik und optische Technologien an der FH Brandenburg	61
Gemeinsamer Bachelor-/Master-Studiengang „Engineering Physics“ der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven und der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Schwerpunkt „Laser & Optics“	64
Neuer Treibstoff für die Ingenieurausbildung: Innovative Didaktik	67
Die Aus- und Weiterbildungsfoundry pro-mst.....	70

Workshop Weiterbildung	75
Weiterbildungsangebote des AUNET-Verbundes	76
Weiterbildungs- und Qualifizierungskonzept für KMU im Bereich Sensorik	79
AdlershofTALENTS® – UnternehmerInnen-Entwicklung /Nachwuchsentwicklung mit übergreifendem Innovationsprojekt am Wissenschaftsstandort Berlin-Adlershof.....	81
Standardisierte Zusatzqualifikationen für Mikrosystemtechnik und Optoelektronik.....	83
Ist die gegenwärtige Bereitstellung von Fachkräften für die Nanotechnologie ausreichend?	86
Workshop Neue Lehr-/Lernformen und -materialien	91
Web 2.0 in formellen Lernprozessen	92
Das Virtuelle Technologi Labor (VTL).....	95
Fernstudium Nanobiotechnologie: Online-Studium für Ingenieure und Naturwissenschaftler	98
Web 2.0 in Aktion – oder wie verändern WIKIS Lern- und Arbeitskontexte	100
Kompetenzentwicklung in der Berufsausbildung von Mikrotechnologen.....	103
Workshop Internationalisierung	109
Internationale Kooperationsprojekte für Studierende und Nachwuchswissenschaftler am Beispiel: TU Braunschweig – UT Compiègne	109
Deutsch-Israelische Zusammenarbeit in der Mikrosystemtechnik.....	112
Impulse für die Hochtechnologie-Bildung durch internationale Kooperationen.....	114
Internationaler Master Mess- und Sensortechnik: Analytical Instruments, Measurement and Sensor Technology	116
iMOVE: Kompetenz für internationale Bildungsmärkte	119
Workshop Teach-Micro	120
Workshop Bachelor- und Master-Studiengänge in den Optischen Technologien	123
Workshop Frauen in technische(n) Berufe(n)	127
Gesprächsrunde Bildung in Hochtechnologienetzen	129

(Foto FBH Wiedl)



Vorwort

Deutschland hat sich gemeinsam mit Europa zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2010 zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraum der Welt zu werden. Mit der High-tech-Strategie werden Zukunftsfelder und Technologien gefördert, durch die neue Arbeitsplätze entstehen sollen. Drei dieser Hochtechnologiefelder sind die Mikrosystemtechnik, die Nanotechnologie und die Optischen Technologien.

Rahmenprogramme zur Förderung von Forschung und Entwicklung in diesen Feldern führen zu ständig neuen Erkenntnissen in der Grundlagenforschung und geben Impulse zur zeitnahen Umsetzung in innovative Anwendungen und Produkte. Hinter jeder guten Idee, die von der Entstehung bis zur Umsetzung verfolgt wird, stecken zahlreiche Fachleute mit unterschiedlichsten Qualifikationen und Spezialisierungen. Dabei macht der sich ständig beschleunigende Technologiefortschritt auch für gut ausgebildete Fachkräfte ständiges Weiterbilden und somit lebenslanges Lernen unabdingbar.

In den Technologiefeldern Mikrosystemtechnik, Nanotechnologie und Optische Technologien wurden deshalb parallel zur Technologieförderung auch so genannte „innovationsunterstützende Maßnahmen“ initiiert, aus denen u. a. Maßnahmen zur Entwicklung von Berufsbildern und Studiengängen, Initiativen zur Nachwuchsförderung und zum öffentlichen Verständnis der Technologien hervorgegangen sind. Mit den Ausstellungen „Faszination Licht“, „Mikrowelten-Zukunftswelten“, dem „Nano-Truck“ oder dem Internetportal „Nanoreisen“, um nur einzelne Beispiele zu nennen, aber vor allem durch regionale Initiativen zur Zusammenarbeit von Partnern aus Bildung, Forschung und Industrie wurden in allen drei Technologiefeldern begleitend zur

Forschungsförderung auch „Produkte“ für Verständnis, Kommunikation und Kooperation in Aus- und Weiterbildung entwickelt.

Mit dem Kongress „Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern – Fachkräftesicherung in Neuen Technologien“ wurden erstmals technologieübergreifend aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen der Hochtechnologie-Bildungsszene aufgegriffen und anhand der Anforderungen aus den drei genannten Technologiefeldern diskutiert. Dabei konnten die Ergebnisse und Erfahrungen der fünfjährigen Förderung von Aus- und Weiterbildungsnetzwerken in der Mikrosystemtechnik aufgezeigt und mit Initiativen und Entwicklungen der benachbarten Technologiefelder abgeglichen werden. In insgesamt zehn thematischen Workshops und Gesprächsrunden setzten sich die knapp 150 Teilnehmenden aus Industrie, Bildung und Forschung aber auch aus Arbeitsagenturen, Verbänden und Ministerien mit Fragen und Herausforderungen der Bildung in Neuen Technologien angesichts des drohenden Fachkräftemangels auseinander. Mit über 40 Vorträgen wurden alle Ebenen der Aus- und Weiterbildung mit Good-Practice-Beispielen aus den Technologiefeldern behandelt. Es zeigte sich an verschiedensten Stellen, dass trotz unterschiedlicher Ansätze die Herausforderungen und oftmals auch die Zielsetzungen der Initiativen sehr ähnlich sind.

Mit der vorliegenden Dokumentation werden die Inhalte der Vorträge wiedergegeben. Diese Dokumentation ist nach den thematischen Workshops untergliedert, was allerdings nicht dem vielfach geäußerten Wunsch der Teilnehmenden nach einer Bildungslevel-übergreifenden Betrachtung des Hochtechnologie-Bildungssystems verschleiern darf. Eine

solche weitergehende Betrachtung hat in den Diskussionsrunden zum Abschluss der einzelnen Workshops bereits vielfach stattgefunden. Eine Zusammenfassung dieser Diskussionen, oftmals mit den von den Anwesenden gemeinsam entwickelten Handlungsempfehlungen, steht daher den Beiträgen der Referenten/Referentinnen vor. Aus diesen Handlungsempfehlungen und weiteren im Rahmen der Arbeit der Technologienetzwerke gemachten Erfahrungen wird als Ergebnis des Kongresses sowie der fünfjährigen AWNET-Arbeit ein Positionspapier zur Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern erstellt und an die zuständigen Stellen verteilt. Hiermit sollen die Erfahrungen und die gemeinsam aufgedeckten „Baustellen“ für die zukünftige Ordnungs- und Bildungspolitik nutzbar gemacht werden.

Wir bedanken uns im Namen des Steuerungskomitees und des gesamten Organisationsteams des Kongresses an dieser Stelle bei allen Referentinnen und Referenten sowie beim Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem zuständigen Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH sowohl für die Unterstützung dieser Veranstaltung als auch für die vertrauensvolle Zusammenarbeit im Rahmen der fünfjährigen Förderung der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik.

.....

Prof. Dr. Andreas Schütze
Chairman | Universität des Saarlandes

Nicolas Hübener
Sprecher von AWNET | Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin

Strategische Bedeutung der Kompetenzentwicklung für die Innovationsfähigkeit Deutschlands

Alfons Botthof | Institut für Innovation + Technik

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

das Thema Bildung am Standort Deutschland hat seit einiger Zeit Hochkonjunktur. Wir alle diskutieren den Barcelona-Prozess, wir kennen OECD-Studien wie „Education at a Glance“, wie TIMMS, IGLU und PISA, in denen die Dramatik von Versäumnissen im bildungspolitischen Bereich mahnend hervorgehoben wird.

Unsere heutige Konferenz geht hier einen Schritt weiter. Wir werden uns im Laufe der nächsten beiden Tage sehr konkret mit spezifischen Bildungsaspekten im Bereich von Hochtechnologien befassen. Uns geht es um Fragen wie:

- *Was macht Kompetenzentwicklung im Hochtechnologiebereich aus?*
- *Wie ist diese motiviert?*
- *Und welche Handlungserfordernisse resultieren daraus?*

„Gute Bildungspolitik ist Innovationspolitik“, so sagte der über Berlin hinaus bekannte Senator Zöllner vor zwei Wochen beim Landesparteitag der SPD.

Ich möchte dies aus meiner Sicht umformulieren und verstärken. Ich sage: „Gute Innovationspolitik braucht begleitende Bildung“. Von diesem Zusammenhang zutiefst überzeugt förderte das Fachreferat Mikrosystemtechnik im Bundesministerium für Bildung und Forschung beispielgebende Initiativen – und dies nicht nur mit kurzen, einmaligen Impulsen sondern mit einem langen Atem. Das hat sich aus heutiger Sicht ausgezahlt:

- *Deutschland hat ausreichend grundlegende und Schwerpunktstudiengänge zur Mikrosystemtechnik.*
- *Im gewerblichen Bereich ist der Mikro-technologie dabei sich zu etablieren.*

→ Mit den Aus- und Weiterbildungsnetzwerken ist seitens des BMBF eine hervorragende Infrastruktur zur Kompetenzentwicklung aufgebaut worden.

Damit sind die Grundpfeiler für ein Aus- und Weiterbildungssystem gelegt, das über die Grenzen Deutschlands hinaus hohe Aufmerksamkeit findet und weltweit bislang einzigartig ist. Hier liegt ein Erfahrungsschatz darüber vor, was geht, was nicht geht, wie es besser, wie es weniger gut geht.

Die zahlreichen Beiträge heute und morgen werden Ihnen Einblicke in diesen Erfahrungsschatz geben, aber auch aufzeigen, was noch wie weiterentwickelt werden muss. Die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke haben hierfür wertvolle Vorarbeit geleistet. Ohne ihre Arbeiten und die dabei gewonnenen Erkenntnisse im Hochtechnologiebereich könnte diese wichtige Debatte heute und hier auf diesem fundierten Niveau nicht geführt werden.

Daher empfinde ich die heutige Veranstaltung als einen Höhepunkt im Engagement der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke – und hoffentlich nicht als einen Schlusspunkt. Den Veranstaltern gebührt hierfür Dank und Respekt.

Das zentrale Thema des heutigen Kongresses hat inzwischen auch auf anderen Kanälen und Wegen hohe Aufmerksamkeit erzielt. So hat sich der von Frau Ministerin Schavan berufene „Innovationskreis Weiterbildung“ dieses Themas in diesem Jahr sehr ernsthaft angenommen. Ich gehe davon aus, dass die Empfehlungen zur Kompetenzentwicklung im Bereich der Hightech-Themen, die im Januar 2008 verabschiedet werden, auch in geeigneter Weise eine Umsetzung erfahren. Auch die Hochschulrektorenkonferenz wird im nächsten Jahr zu diesem Thema konkrete Empfehlungen aussprechen.

Aber lassen Sie mich nun darüber sprechen, worum es eigentlich geht und was uns hier zusammenführt! Warum ist Kompetenzentwicklung, wie in den Arbeiten der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke zentral betrieben, so essentiell für den Erfolg von Innovationspolitik?

Die zentrale Frage – und diese ist weiß Gott nicht neu – muss doch lauten: Wie werden aus Forschungsergebnissen, ob gefördert oder ungefordert, innovative Produkte? Wie entstehen Produkte, die Beiträge zum gesellschaftlichen bzw. wirtschaftlichen Wohlstand und die Beiträge für Arbeitsplätze schaffen? Lassen Sie mich hierzu 3 Aspekte herausstellen:

1. Aspekt

Der wirtschaftliche Erfolg von auf Hochtechnologie basierten Lösungen oder Produkten benötigt eine aufgeklärte, kompetente Gesellschaft. Ohne einen inhaltlichen und durchaus auch emotionalen, aber immer intellektuell redlichen gesellschaftlichen Diskurs auf allen Ebenen tun sich Innovationen in Deutschland schwer. Einschlägige Beispiele hierzu sind Ihnen allen bekannt. Eine sachlich fundierte Diskussion aber erfordert Kompetenzen auch in der Gesellschaft, bei Betroffenen, Nutznießern, Kunden.

Die Engländer haben für diese Form der Kompetenzentwicklung den Ansatz des „public understanding of science and technology“ entwickelt. Mit dieser Thematik werden durchaus auch kulturelle Fragen berührt, nämlich nach dem Stellenwert von Naturwissenschaft und Technik in unserer Gesellschaft: Wie erreichen wir Aufgeschlossenheit? Wie erreichen wir einen konstruktiv kritischen Umgang mit und Akzeptanz ohne blinde Technologiehörigkeit gegenüber Hochtechnologie basierten Innovationen?

2. Aspekt

Zentrale Voraussetzung, ohne die alle Überlegungen sofort obsolet werden, ist die Sicherstellung des ingenieurwissenschaftlichen, des technischen Nachwuchses. Hierzu müssen Technik und Naturwissenschaft frühzeitig, d.h. bereits im Primarbereich, gleichwertig oder zumindest mit höheren Anteilen als bislang Gegenstand von Bildungsprozessen werden.

Ich bin kein Experte für die Einflussnahmemöglichkeiten in frühkindlichen Phasen der Erziehung und für primarschulische Curricula. Ich weiß aber, dass in dieser Phase die Affinität zu naturwissenschaftlicher und technischer Neugierde herausgebildet wird. In dieser Sozialisationsphase werden wichtige Voraussetzungen geschaffen, die dann später einmal mit der Berufswahl Techniker, Ingenieur oder Naturwissenschaftler enden können. Erzieher und Lehrer – im Kindergarten und in der Grundschule sind dies meist Lehrerinnen – sind hier die Adressaten, denen sich auch die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke gewidmet haben. Es folgt mein dritter Punkt, zu dem ich mich etwas intensiver auslassen will:

3. Aspekt

Um von Entwicklungen im Bereich Hochtechnologie erfolgreich profitieren zu können, sprich marktfähige Dienstleistungen und Produkte zu entwickeln, benötigen Unternehmen zunächst einmal eine Befähigung. Die Befähigung nämlich, die Potenziale einer Technologie überhaupt zu erkennen. Erst in einem zweiten Schritt geht es dann darum, die mit der Technologie verbundenen neuen Möglichkeiten für das eigene Geschäft nutzbar zu machen. Entscheider besonders in KMU – und dies sind häufig nicht Entwicklungsingenieure – brauchen die Fähigkeit, aktuelle Forschungsergebnisse aus

der Hochtechnologie möglichst kompetent bewerten zu können. Sodann aber auch die Fähigkeit, diese Potenziale ggf. umgehend für die Entwicklung neuer Produkte oder Produktionsverfahren nutzen zu können. Hier sind neue, innovationsunterstützende Ansätze erforderlich!

In einer fast abgeschlossenen Studie, die ich zusammen mit dem Institut für angewandte Innovationsforschung an der Uni Bochum durchführe, gehen wir u. a. folgenden Fragen nach:

- *Wie machen sich Unternehmen neu entstehendes Wissen verfügbar bzw. wie nehmen sie dieses auf?*
- *Welche Übersetzungsschritte erfolgen dazu?*
- *Wie verläuft der Kompetenzerwerb?*
- *Welche Barrieren sind in diesem Prozess wirksam?*

Hier einige Erkenntnisse aus unseren Befragungen:

- *Kompetenzerwerb im Bereich der Hochtechnologien erfolgt in KMU selten systematisch, d. h. formalisiert und organisiert, sondern in informellen, dialogorientierten Prozessen.*
- *Dieser Austausch findet in aller Regel mit und in der vertrauten Community statt und nur äußerst selten und wenn dann nur zufällig mit fremden Wissenscommunities.*
- *Transformation von nicht auf den ersten Blick für die Branche einschlägigen Wissensbeständen erfolgt nicht. Daher existieren dafür auch keine systematischen, damit gekoppelten Prozessschritte.*
- *Technologiepotenziale werden jenseits von laufenden Projekten nur selten – und schon gar nicht absichtsvoll, systematisch auf Nutzen für die Produkt- oder Prozessinnovation im Unternehmen bewertet.*

Im Soziologendeutsch wird dies mit dem Begriff der „Pfadabhängigkeit“ bezeichnet: Was sich nicht sofort als brauchbar aufdrängt oder erkannt wird, wird verdrängt. Die eigenen Suchalgorithmen werden von bekannten Themen und Erfahrungshintergründen definiert.

Was folgt daraus?

Es müssen Prozesse gefunden werden, die die Entscheider veranlassen, ihren persönlichen Suchraum für neues Wissen zu erweitern; es müssen also Methoden oder Organisationsformen entwickelt werden, die es ermöglichen, in einem erweiterten Suchraum neue Wissensquellen aufzuspüren. Dafür wiederum brauchen wir meines Erachtens neue Formen der Wissenstransformation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, zwischen Forschern und Entwicklern. Nur so kann es gelingen, das implizite Wissen beider Seiten für den Innovationsprozess nutzbar zu machen. Das betrifft, wie gesagt, neue Organisationsmodelle und auch methodische Innovationen.

Übrigens spielen dabei regionale und sektorale Netzwerkstrukturen als Kommunikations- und Informationsplattform eine zunehmend wichtige Rolle. Die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke zu Technologien der Hightech-Strategie sind hier vorbildlich. Die Ausrichtung der übrigen Netzwerke oder Cluster erscheint mir derzeit aber kaum geeignet für Kompetenzentwicklung in meinem Verständnis.

Was verspreche ich mir nun von Fortschritten in den drei skizzierten Bereichen? Ich will sie Ihnen noch einmal stichwortartig nennen:

- *Kompetenzentwicklung bezogen auf die Gesellschaft*
- *Förderung des Fachkräftenachwuchses und*
- *Kompetenzentwicklung in Unternehmen*

Ich verspreche mir hiervon einerseits ein Überwinden des Anwendungsstaus neuen naturwissenschaftlich-technischen Wissens. Es muss uns – und damit meine ich deutsche Unternehmen – einfach öfter und schneller als in der Vergangenheit gelingen, aus durchaus vorhandenen guten Forschungsergebnissen auch wirtschaftlich erfolgreiche Produkte zu machen. Ich verspreche mir davon eine signifikante Verbesserung der Innovationskompetenz deutscher Unternehmen und eine wichtige Flankierung der HighTech-Strategie der Bundesregierung.

Mit ihrer Reichweite und mit ihren Ressourcen haben die hier versammelten Netzwerkakteure einen wertvollen, gar nicht hoch genug zu wertenden Beitrag im eben formulierten Verständnis von Kompetenzentwicklung geleistet.

Sie standen und stehen dabei vor schwerwiegenden, teilweise heute immer noch nicht befriedigend gelösten Herausforderungen. Lassen Sie mich nur drei Beispiele nennen:

1. Beispiel

Wie geht man mit dem Trend zur zunehmenden Inter- oder Transdisziplinarität in den Ingenieurwissenschaften um? Was bedeutet dies für die Curricula, welche Folgen hat das für den Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung?

Gegenwärtige Entwicklungen, die sich in so genannten „Bindestrichdisziplinen“ widerspiegeln wie der Bio-Informatik oder der Nano-Elektronik, zeigen, dass radikale Innovationen künftig weniger in den „Kernwissenschaften“ wie Biologie, Physik oder Chemie stattfinden werden, sondern in den Grenzbereichen. In den Bereichen, in denen sich Disziplinen mit anderen verschmelzen, weiter verästeln und ausdifferenzieren. Nehmen Sie die Nanotechnologie, die Bionik oder gerade auch

die Mikrosystemtechnik – um einige typische Felder zu nennen – sie alle stehen für ein solches Paradigma transdisziplinärer oder auch Querschnittstechnologien.

2. Beispiel

Wie geht man damit um, dass Wissensentstehung und -verwertung zeitlich möglichst schnell und unmittelbar aufeinander, im Idealfall parallel, erfolgen sollen? Die Konsequenzen für den Vermittlungsprozess sind augenscheinlich, wenn das neue Wissen noch nicht zu einem Wissenskanon etabliert und ausreichend – wenn auch nicht vollständig – in Aus- und Weiterbildungssysteme implementiert ist.

3. Beispiel

Wie stellt man sich im Bereich der Hochtechnologien den Notwendigkeiten einer zunehmenden Ökonomisierung oder gar Industrialisierung von Bildungsprozessen? Lassen Sie mich diesen letzten Punkt ein wenig erläutern, da sich die Akteure in den Aus- und Weiterbildungsnetzwerken gerade mit dieser Problematik sehr ernsthaft konfrontiert sehen. Die in den Netzwerken von Hochschulen, außeruniversitären wissenschaftlichen Einrichtungen oder Weiterbildungsanbietern entwickelten Angebote müssen marktwirtschaftlich betrachtet werden. Sie können nur professionell betrieben und unter bestimmten Voraussetzungen nachhaltig angeboten werden. An folgenden Aspekten kann die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Angeboten ermesst werden:

→ *Existieren wirtschaftlich tragfähige Geschäftsmodelle?*

Bislang nur in Ausnahmefällen. Das Problem der kritischen Größe, der Aufwand für die Vorbereitung und Erbringung von Bildungsdienstleistung und die Nachfrage und Zahlungsbereitschaft stehen im

gegenwärtigen Stadium der Entwicklung dieses Bildungsmarktes in ungutem Verhältnis.

→ *Wie steht es um die Effizienz bei Entwicklungs- und Produktionsprozessen zur Erstellung von Lehr- und Lernmaterialien?*

Erfahrungen mit E-Learning-Projekten stimmen eher pessimistisch. Kosten für die Aufbereitung einzelner Lehrgegenstände oder für die Entwicklung von Lehrmodulen sind gegenwärtig viel zu hoch. „Economy of scale“ - Effekte gibt es hier kaum. Der Return on Investment ist eher mangelhaft. Auch organisatorische Modelle der Kooperation bzw. Arbeitsteilung zwischen Contentlieferanten, Bildungsdienstleistern und Lehrmaterialienherstellern sind unterentwickelt. Ähnliches gilt für die Verständigung über Standards der Wissensaufbereitung und -distribution sowie über das Qualitätsmanagement.

Die verstärkte und aus andragogischen Überlegungen absolut sinnvolle Diskussion zu „blended learning“ könnte möglicherweise als Indiz für die Unzulänglichkeit von eLearning-Produkten wahrgenommen werden. Auch „Avatare“ als „human machine interface“ taugen bislang nur begrenzt zur Initiierung und Steuerung von Kompetenzerwerbsprozessen in technischen Lernumgebungen.

Nutzbare Ansätze gibt es indes einige:

Eine interessante Möglichkeit, Praxisnähe und -relevanz zu erzielen, ist die Anknüpfung von Lernumgebungen an reale Simulationssysteme, wie sie in Forschung und Entwicklung von Hochtechnologien schon länger genutzt werden. Auf künftige Didaktiken Einfluss nehmen werden sicherlich auch das Kommunikationsverhalten der neuen Internetgeneration und die hier

zunehmend genutzten peer-to-peer Interaktionsmöglichkeiten.

In meinen Augen besonders spannend ist der Ansatz einer Ausbildungsfoundry oder -factory. Dieser Vorschlag stellt sich der Frage der Finanzierbarkeit von Aus- und Weiterbildung in realen Umgebungen der Hochtechnologie.

Lassen Sie mich darauf ein wenig näher eingehen: Die Ausbildung in den investitionslastigen und betriebsaufwändigen Hochtechnologien, wie wir sie beispielsweise in Reinräumen oder in Kraftwerken kennen, kann nur durch „Bündelung von Ressourcen und durch Kostenteilung“ verbessert werden. Eine Möglichkeit kann der Aufbau oder besser die Nutzung bestehender Einrichtungen mit entsprechendem Hochtechnologieequipment sein. Ich meine damit solche Einrichtungen, die in der Lage sind, als „Ausbildungsfoundry“ hochaktuelle Forschungsinhalte praxisnah – und damit hochrelevant für die Weiterbildung wichtiger betrieblicher Fachkräfte in forschungsintensiven Industrieunternehmen – zu vermitteln.

Solche Foundrys ermöglichen die Vermittlung von Inhalten, die im normalen industriellen oder Forschungsbetrieb nur schwer weitergegeben werden können. Denn industriell bzw. für sensible Forschung genutzte Räume und Equipments lassen einen Ausbildungsbetrieb verständlicherweise nicht im erwünschten Ausmaß zu.

Somit kann mit einer Ausbildungsfoundry eine inhaltliche Fokussierung der Ausbildungsgegenstände erreicht werden. Die notwendige Infrastruktur wäre nur an diesen zentralen Ausbildungsstellen bereitzustellen. Diese Ausbildungsstellen können bundesweit von „Kunden“ in Anspruch genommen werden.

Dieses ist eine Möglichkeit, ein weiterer Mosaikstein zur Effizienzsteigerung

und Ökonomisierung der Aus- und Weiterbildung. Eine Möglichkeit zur „Industrialisierung“ von Bildung.

Wenn man in diesem Sinne Bildung als Dienstleistung bzw. auch als „Produkt“ versteht, mit dem man Umsätze machen kann, dann stellt sich sofort die Frage nach neuen, tragfähigen Geschäfts- und Organisationsmodellen. Zu entwickeln wäre die „Wertschöpfungskette einer Bildungsindustrie“, die eine Vernetzung von Contenterzeugern, Fachdidaktikern, Content- und Mediendesignern bis hin zu den Contentverwertern organisiert. In diese Wertschöpfung wäre auch der „Lehrer“ mit neuer Rolle als „Manager und Moderator“ von Bildungsprozessen einzubinden. Der eine oder andere von Ihnen wird vielleicht erschrecken, wenn ich Bildungsprozesse mit Produktionsprozessen vergleiche. Ich bin aber zutiefst davon überzeugt, dass insbesondere Weiterbildung als Dienstleistung nur durch eine Industrialisierung des tertiären Sektors in der benötigten Breite und Vielfalt realisiert werden kann. Begriffe wie Ausbildungsfactory bzw. Ausbildungsfoundry oder wie Losgröße 1-Bildung, worunter der Trend zu Modularisierung und Individualisierung von Lernen verstanden werden soll, deuten diese Industrialisierung bereits an.

Wesentliche Voraussetzungen für marktgerechte Angebote sind derzeit aber nur unzureichend vorhanden: Wir wissen gegenwärtig wenig darüber, wie Kompetenzbedarfe entstehen bzw. wie diese angesteuert werden.

Wir wissen auch zu wenig darüber, wie neu entstehendes Wissen verfügbar gemacht, transferiert und aufgenommen wird. Fragen dazu, wie der Kompetenzerwerb verläuft, welche Übersetzungsschritte dabei erfolgen, welche Rolle regionale oder sektorale Akteure spielen und welche Barrieren in diesem Prozess wirksam

werden, können nur schwer allgemeingültig beantwortet werden. Auch ein regelmäßiges, systematisches Monitoring von Weiterbildungsbedarfen, das dem dynamischen Charakter der Entwicklungen im Hochtechnologiebereich gerecht wird, existiert praktisch nicht.

Die regionale und sektorale Nähe der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke hat hier sicherlich geholfen. Sie haben, um bei dem ökonomischen Vokabular zu bleiben, Wertschöpfungspartnerschaften und -gemeinschaften in der Region oder in Sektoren organisiert, moderiert und gemanagt. Meines Erachtens kann man sich aber einer genaueren Beschäftigung mit Antworten auf die eben gestellten Fragen nicht entziehen, wenn man im oben angesprochenen Sinne professionalisieren will.

Ich will den meiner Ansicht nach zentralen Gedanken noch einmal herausstellen: Der Umgang mit sich ständig weiter entwickelnden Wissensbeständen – und dies gilt insbesondere für die Themen der Hightech-Strategie – erfordern neue Vermittlungsformen und Lernarrangements.

Es handelt sich hier meist um implizites Wissen, das an Personen bzw. Institutionen gebunden ist. Und dies bedeutet, dass die Wissensverwertung vorwiegend durch Interaktion zu befördern ist. Und gerade bei solchen dialog- und handlungsorientierten Formen des Wissenserwerbs entwickeln sich Nachfrage und Angebot im Prozess ständig weiter.

Es ist daher naheliegend, die Wissenstransformation aus Arbeitskontexten heraus, zum Beispiel im Rahmen gemeinsamer Projekte zu gestalten. Solche Interaktionsformate können helfen, Entdeckungsprozesse zu organisieren, um Anwendungspotenziale von HighTech zu erkennen. Ziel ist es, den Menschen und auch den Unternehmen neue Suchräume zu eröffnen. In diesem Zusammenhang



Bild 1 // Kongressteilnehmerinnen und -teilnehmer beim Begrüßungsplenum

stehen dann weniger Akkreditierung, Zertifizierung oder formalisierte Qualitätssicherung im Vordergrund, sondern eher direktere Mechanismen des Feedbacks und der Bewertung.

Ich bin ganz zuversichtlich, dass der Innovationskreis Weiterbildung zur Thematik „wissenschaftliche Weiterbildung im Bereich Hochtechnologie“ in seinen Empfehlungen diese Aspekte berücksichtigen wird – und dass diese dann auch in die Umsetzung eingehen.

Ich möchte schließen mit folgender Feststellung: Die Gesellschaft muss sich klar machen, welche Bedeutung eine breite Verankerung von Kompetenzen und Wissen in Naturwissenschaft und Technik für die Innovationsfähigkeit und damit letztlich für die Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland hat. Ich hoffe, dass die Politik sich der daraus abzuleitenden Verantwortung bewusst ist und folgendes erkennt:

Innovationspolitik geht nicht ohne flankierende Kompetenzentwicklung.

Die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke leisten durch ihre gute regionale Einbettung und ihre ganzheitliche Interpretation des Kompetenzentwicklungsbegriffs einen wichtigen Beitrag; sie unterstützen, ja sie machen damit Innovationspolitik. Ich wünsche mir, dass von dieser Seite auch in Zukunft viele wertvolle Impulse kommen. Die Konferenz wird in den nächsten beiden Tagen dafür den Boden bereiten.

::

Alfons Botthof

*Institut für Innovation + Technik in der VDI/VDE
Innovation + Technik GmbH*

Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern

Dr. Uwe Thomas | Staatssekretär a. D.

Bundespräsident Köhler hat in seiner Berliner Rede „Bildung für alle“ am 21. September 2006 aufrütteln wollen. Und das zu Recht. Ich zitiere:

„In Deutschland erwerben vergleichsweise wenig junge Menschen die Hochschulreife, und zu wenige schließen ein Studium ab. Andere Nationen wandeln sich mit Begeisterung zu Wissensgesellschaften, in denen Lernen und Können als Auszeichnung gelten – Deutschland tut sich schwer damit.“

Wir tun uns schwer mit der Wissensgesellschaft? Das war starker Tobak für den Exportweltmeister. Gab es einen Aufschrei? Macht die Politik sich Sorgen, weil womöglich unsere Zukunft auf Sand gebaut sein könnte, wenn sich nicht grundlegend und bald in unserem Bildungssystem etwas ändert?

Was ist der Gegenstand meines Beitrags? Zunächst Fakten. Dann Benchmarks, an denen wir uns messen müssen. Notwendige Verbesserungen, nicht zuletzt im dualen Bildungssystem, welches immer noch eine unserer Stärken ist. Nutzung neuer Technologien im Bildungswesen und schließlich einige Thesen als Schlussfolgerungen aus dem Gesagten.

Beginnen möchte ich aber mit einem Blick auf eine andere föderal strukturierte Bundesrepublik, nämlich die Vereinigten Staaten von Amerika. Das ist ein merkwürdiges Land, innovativ und rückständig zugleich, mit einer extrem niedrigen Quote von Studierenden in den Natur- und Ingenieurwissenschaften aus dem eigenen Land und den besten Universitäten auf diesem Gebiet, welche die Weltelite anziehen, mit einer ausgeprägten Fähigkeit, sich immer wieder wie Münchhausen am eigenen Schopf aus dem Sumpf zu ziehen und dabei sehr clever ausländische Stärken zum eigenen Nutzen zu verwerten. Dort hat ein Komitee, berufen von den National Academies (Science, Engineering, Medicine) auf Bitten einiger Abgeordneter des Kongresses und mit starker Industriebeteiligung einen Bericht verfasst, der aus drei Gründen hier von Interesse ist:

→ *Erstens wegen seines Titels: Rising above the Gathering Storm. Gemeint ist damit nicht etwa der heraufgezogene Sturm des Euro aus Europa, sondern*

die Erwartungen an heraufziehende Stürme aus Asien, für die sich Amerika wappnen müsse.

- *Zweitens hinsichtlich der Empfehlungen: An erster Stelle stehen Stipendien für die Ausbildung von Lehrern der Mathematik und Naturwissenschaften an Schulen und Maßnahmen für ihre Weiterbildung.*
- *Drittens wegen der Forderung, dass die Bundesregierung (obwohl unzuständig auch in Amerika) mit viel Geld und zielgenau in das Schulsystem investieren müsse.*

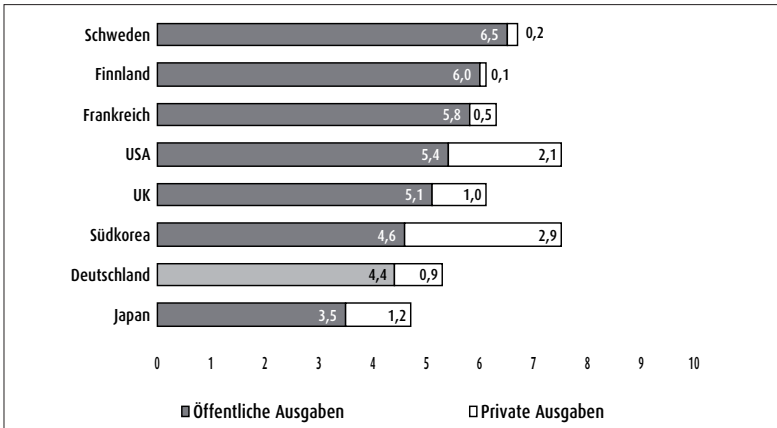
Man kann viel gegen Präsident Bush sagen, aber diesen Punkt hat er doch tatsächlich aufgegriffen. In seiner Botschaft an die Nation Anfang 2007. Und wir? Wir reden zuviel und tun zuwenig.

Offenkundig nimmt Deutschland im internationalen Vergleich, freundlich formuliert, keinen Spitzenplatz ein, wenn es um Investitionen in Bildung gehen. Die meisten hoch entwickelten Länder sind uns etwa seit dem Jahr 1990 immer schneller davongelaufen. Aus Gründen die man diskutieren kann, aber was nützt das?

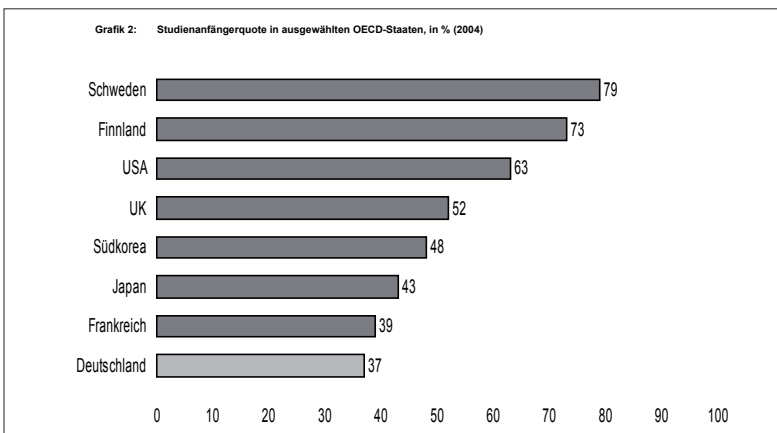
Die Vereinigten Staaten geben, und ich vergleiche nur die öffentlichen Mittel, nicht die zusätzlichen privaten Investitionen, einen ganzen Prozentpunkt mehr von ihrem Bruttoinlandsprodukt für Bildung aus, als wir in Deutschland. Ich will das in Zahlen übersetzen. Würden wir soviel öffentliche Mittel wie Amerika in die Bildung stecken wollen, müssten wir etwa 20 Milliarden Euro mehr pro Jahr aufwenden. Würden wir gar Schweden Konkurrenz machen wollen, so hieße das über 40 Milliarden Euro mehr. Die Hochschulen kosten uns (ohne Forschung) im Jahr etwa 12 Milliarden Euro, nur zum Vergleich. Teuer sind die Schulen.

Geld ist nicht alles, selbstverständlich. Darauf komme ich später noch zu sprechen. Aber zunächst einmal können wir an der Tatsache nicht vorbei, dass wir, jedenfalls im internationalen Vergleich, zu wenig in Bildung investieren. Nun dauert es länger als ein Jahrzehnt, bis sich das voll bemerkbar macht. Noch sind wir Exportweltmeister und darauf können wir stolz sein. Aber diese Stärke wird langfristig in sich zusammenfallen, wenn wir weiterhin deutlich weniger als unsere Konkurrenten in Bildung investieren.

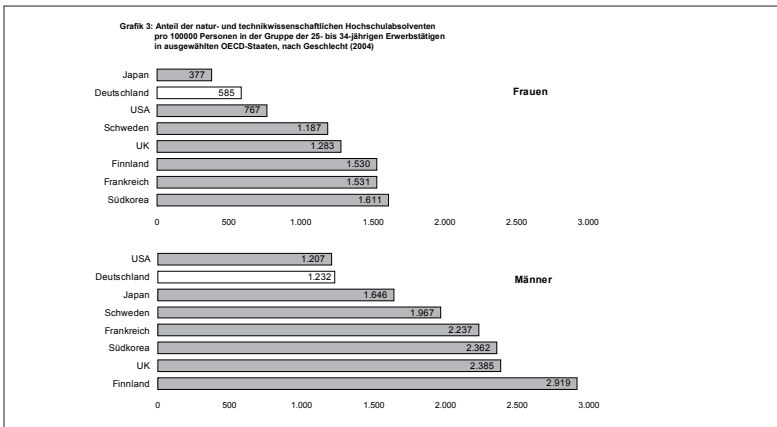
Der Bundespräsident hat das offensichtlich erkannt. Die Parteiprogramme auch, aber wer interessiert



Grafik 1 // Öffentliche und private Bildungsausgaben in ausgewählten OECD-Staaten, in % des Bruttoinlandsprodukts (2003)



Grafik 2 // Studienanfängerquote in ausgewählten OECD-Staaten, in % (2004)



Grafik 3 // Anteil der natur- und technikkissenschaftlichen Hochschulabsolventen pro 100.000 Personen in der Gruppe der 25- bis 34-jährigen Erwerbstätigen in ausgewählten OECD-Staaten, nach Geschlecht (2004)

sich schon für Parteiprogramme. Wir haben hier ein massives Föderalismusproblem. Bildung kann nur gemeinsam gestemmt werden. Von Bund und Ländern. Die Eitelkeit von Landesfürsten darf unsere Zukunft nicht verbauen.

Ist es nicht einsichtig, dass der Exportweltmeister in einem künftig noch härter werdenden Wettbewerb einen solchen Rückstand nicht dauerhaft verkraften

kann, trotz unseres hervorragenden dualen Berufsbildungssystems? Auf welches ich noch zu sprechen komme. Und zwar unter der Überschrift: „Berufsbildung im Umbruch, Signale eines überfälligen Aufbruchs.“ Das ist die Überschrift einer lesenswerten Studie von Professor Baethge für die Friedrich-Ebert-Stiftung.

Ich will nicht lange bei den Studienanfängerquoten verweilen, zumal ein bayrischer Bildungsminister das Problem mit der Bemerkung relativiert hat, man solle doch bitte das Friseurhandwerk nicht zu einem Universitätsstudiengang umwidmen. Wohin das führe, könne man doch schon an den in Großbritannien üblichen Haarschnitten erkennen. Bayrischer Galgenhumor. Ich war, wie viele vor mir, vor ein paar Wochen in Finnland und habe dort Schulen besucht und mit Fachleuten und Politikern gesprochen. Zeitgleich war die gesamte bayrische CSU-Landtagsfraktion dort, um das finnische Bildungssystem kennen zu lernen. Bayern hat, nebenbei bemerkt, rekordverdächtig niedrige Studienanfängerquoten. Das macht ihnen nichts, denn sie können ja Hochschulabsolventen ins wunderschöne Bayernland importieren, zum Beispiel aus Preußen.

Auf den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs möchte ich jedoch etwas ausführlicher eingehen. Denn der interessiert uns hier besonders. Betrachten wir einmal den Anteil der natur- und technikkissenschaftlichen Hochschulabsolventen und vor allem der Hochschulabsolventinnen im internationalen Vergleich. Dabei reden wir über den Nachwuchs, auf den die deutsche Wirtschaft dringend angewiesen ist, wenn sie weiter in Deutschland investieren soll.

Bei den Männern müssten wir, um in die Spitzengruppe vorzustoßen mindestens doppelt so viele Hochschulabsolventen in diesen Fächern ausbilden, wie zur Zeit. Was zunächst einmal nur geht, wenn an den Schulen die Lehrer vorhanden sind, die kompetent auf ein solches Studium vorbereiten.

Bei den Frauen sind so unterschiedliche Länder, wie Frankreich, Südkorea und Finnland so weit voraus, dass es geradezu ein Kulturschock wäre, wenn dieser Vorsprung bis 2020 aufgeholt werden sollte. Ich füge hier ein, dass in vielen islamischen Ländern, aus welchen Gründen auch immer, mehr Frauen als Männer diese Fächer studieren und übrigens mit besseren Ergebnissen. Eine Kulturrevolution, deren Folgen spannend sind.

Wie wäre es mit einer Kulturrevolution in Deutschland? Tatsächlich gibt es eine Fülle von guten Initiativen, die ich hier nicht aufzählen kann. Wir könnten es schaffen, wenn die Politik dem Bundespräsidenten zuhören würde. Und wir uns entschließen, einen Masterplan Bildung mit klaren Zielsetzungen und entsprechenden Änderungen in Qualität und Quantität zu formulieren und auch umzusetzen. Denn vor allem an der Umsetzung hapert es. Sie beginnt übrigens bereits im Kindergarten. So ist das nun mal. Dort werden Begabungen verschenkt oder gefördert.

Wäre Finnland tatsächlich ein Benchmark?

Was ist der Kern dessen, was wir dort lernen können? Zunächst einmal, dass es keinen Widerspruch gibt zwischen sozialer Fürsorge und Effizienz. Ich muss sagen, ich habe das Wort Gleichheit mit einem ganz positiven Akzent in Finnland an einem Tag häufiger gehört, als in Deutschland in einem Jahr. Gemeint waren gleiche Chancen, an denen alle arbeiten müssen. Wir waren in einer Schule mitten in einem sozialen Problemgebiet von Helsinki. Eine Förderklasse von 11 Kindern, die Hälfte Ausländer mit Sprachschwierigkeiten, aber eben nicht in einer Sonderschule, sondern in einer Schule, in der es zur Pflicht gehört, diese Kinder an den Standard der Schule heranzuführen, weil niemand sitzen bleiben darf und jeder den Abschluss schaffen soll. Das ist das erste Benchmark.

Das zweite ist, alle Jugendlichen gehen gemeinsam bis zur 10. Klasse in eine Schule. Und in der Hauptstadt Helsinki erwerben 80% die Hochschulreife. Das klingt in Deutschland wie ein Märchen aus Tausendundeiner Nacht, denn in Hamburg sind es beispielsweise 34%.

Benchmark Finnland

- *Erzieher(innen) mit Hochschulabschluss*
- *Keine Sitzenbleiber(innen)*
- *80% Hochschulreife in Helsinki (Hamburg 34%)*

Dazu passt:

- *Mehr Fördermittel für FuE in der Krise*
 - *4%-Ziel für 2001*
-

Aber vielleicht auch diese Tatsache als drittes Benchmark: Als die Sowjetunion, der wichtigste Handelspartner Finnlands als Markt zusammenbrach und Finnland in einem Jahr einen Rückgang des Bruttoinlandsprodukts von fast 20% verkraften musste, wurden die öffentlichen Forschungsausgaben im gleichen Jahr um 6% pro Jahr erhöht. Bei uns dagegen brach in der ersten Hälfte der Neunziger Jahre die Projektförderung des Forschungsministeriums zusammen. Inzwischen steuert Finnland, zugegebenermaßen mit tatkräftiger Hilfe der Firma, welche den Kern von Siemens übernommen hat, aber auch mit klarer öffentlicher Beteiligung, das so genannte 4%-Ziel an. 4% des BIP für FuE, wir liegen bei 2,5% und haben ein fabelhaftes 3%-Ziel. Fabelhaft, weil großartig und unerreichbar, trotz entsprechender Aussage in der Regierungserklärung der Bundeskanzlerin.

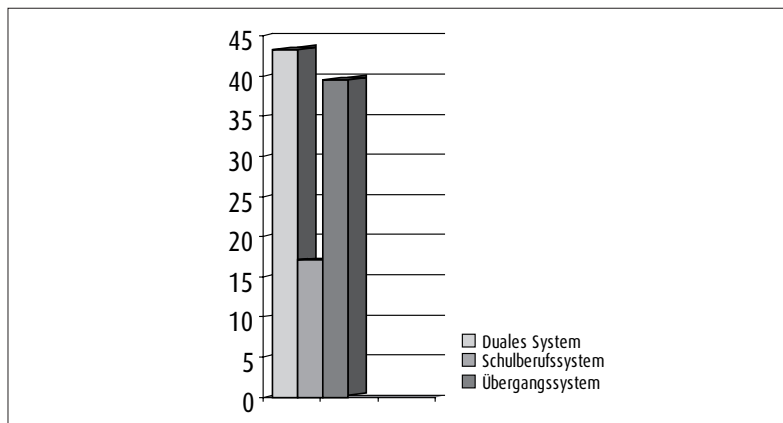
Was muss sich ändern? Der Bundespräsident hat von der Begeisterung für Wissensgesellschaften gesprochen, in denen Lernen und Können als Auszeichnung betrachtet werden. Das ist der Kern dessen, worum es geht. Die Freude am Lernen. Und die Schwächeren mitzunehmen.

Mängel im deutschen Bildungssystem

- *Zwang zum Büffeln, statt Verführung zum Lernen*
 - *Der Blick über die Grenze*
 - *Ausschöpfung der Begabungen*
 - *Durchlässigkeit des Bildungssystems statt Aussortierung*
-

Ein Blick über die Grenze zeigt, dass die Ausschöpfung der Begabungen in vielen Ländern besser funktioniert, als bei uns. Er zeigt, dass wir uns die Aussortierung im frühen Bildungsstadium nicht mehr leisten können.

Ich hatte im BMBF vor einigen Jahren die Aufgabe, mit den Ländern das Programm des Bundes zur Schaffung von Ganztagschulen zu verhandeln. Wir wollten in den Vertrag mit den Bundesländern einen Passus einfügen, dass Ganztagschulen vor allem in Problemgebieten Vorrang erhalten. Das wurde als unzulässiger und verfassungswidriger Eingriff in die Bildungshoheit der Länder betrachtet. Dabei ist doch



Grafik 4 // Verteilung der Neuzugänge in das berufliche Bildungssystem

gerade der Ganztagsunterricht das beste Mittel, um Kindern aus bildungsfernen Schichten eine Chance zu geben.

Immerhin. Wir sind zu Recht stolz auf unser duales Bildungssystem. Aber funktioniert es wirklich noch reibungslos? In dem genannten Papier von Baethge kann nachgelesen werden, wie weit es bereits gekommen ist. Die so genannte Warteschleife hat ein Ausmaß erreicht, welches zu denken gibt. 40% der Jugendlichen, die einen Ausbildungsplatz suchen, landen zunächst einmal im Übergangssystem. In vier Ländern ist die Quote derjenigen, die in der Warteschleife landen, höher als die Quote derjenigen, die das duale Bildungssystem erreichen, nämlich in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Schleswig-Holstein.

Die Warteschleife ist besser als Jugendarbeitslosigkeit, zugegeben. Aber können wir uns damit wirklich zufrieden geben? Ziehen wir ein erstes Fazit.

Erstens der Regelabschluss für alle Jugendlichen nach Klasse 10. Zweitens Ganztagschulen in sozial schwierigen Vierteln und das heißt offenbar Vorbereitung darauf bereits im Kindergarten und frühzeitige Überwindung von Sprachschwierigkeiten. Drittens und ganz wichtig eine neue Einstellung zu den Sitzenbleibern und Minimierung der Schulabbrecherquote nach finnischem Vorbild. Viertens eine bundesweit einheitliche Regelung zur Durchlässigkeit des Berufsbildungssystems zur Hochschulreife. Fünftens, und das gibt es bereits in Ansätzen, aber noch viel zu wenig, duale Studiengänge an Fachhochschulen. Und sechstens die Erhöhung der Abiturientenquote auf mindestens 50% bis 2020. Von diesen Zielsetzungen ist die Kultusministerkonferenz leider noch weit entfernt. Ohne eine Mitwirkung des Bundes sind diese Zielsetzungen nach meiner Auffassung auch nicht zu erreichen.

Die Grundlagen für die Weiterbildung werden bereits in der Schule gelegt. Das ist eine Binsenweisheit

und macht zugleich die Brisanz der Aussage des Bundespräsidenten erst richtig deutlich, wonach Deutschland sich schwer tue beim Wandel zur Wissensgesellschaft. Wird es denn besser bei uns. Folgt man den verfügbaren Statistiken, so nimmt nach einem Anstieg seit 1997 die Teilnahmequote an beruflicher Weiterbildung wieder ab. Wobei die Quote nicht viel sagt. Das Weiterbildungsvolumen wäre interessanter als Maßstab. Aber ich will hier die große Vielfalt der Aspekte von beruflicher Weiterbildung nicht auszubreiten versuchen.

Zukunftsfähigkeit des deutschen Bildungssystems sichern

- Regelabschluss für alle Jugendlichen nach Klasse 10
- Ganztagschulen in sozial schwierigen Vierteln
- Minimierung der Schulabbrecherquote durch Förderung nach finnischem Vorbild
- Durchlässigkeit des Berufsbildungssystems zur Hochschulreife einheitlich regeln
- Duale Studiengänge an Fachhochschulen
- Erhöhung der Abiturientenquote auf mindestens 50% bis 2020

Wichtig scheinen mir vor allem drei Punkte zu sein, nämlich erstens, dass bei jedem Einzelnen Lernen und Können als Auszeichnung gelten sollte, wie es der Bundespräsident formuliert hat. Und das betrifft auch ein entsprechendes zeitliches und finanzielles Engagement, sei es in Tarifverträgen oder Abendkursen im zweiten Bildungsweg. Weiterbildung muss sich dann aber auch lohnen. Zweitens sind klare Abschlussqualifikationen in der Weiterbildung genau so wichtig wie in der Erstausbildung. Beispiel informationstechnische Berufe. Und drittens sollte die vor Kurzem eingeleitete Wende hin zu einem besseren Angebot für Arbeitslose oder davon Bedrohte, Weiterbildung in Anspruch zu nehmen unumkehrbar sein. Fanden Sie es nicht auch erstaunlich, dass der sehr vernünftige Vorschlag von Müntefering, Arbeitslosengeld 1 nur dann zu verlängern, wenn der Arbeitnehmer bereit zur Weiterbildung ist, so wenig Resonanz gefunden hat?

Zum Schluss möchte ich aber noch sehr kurz auf einen vierten Punkt hinweisen, der Aus- und

Weiterbildung wie auch die schulische Bildung betrifft. Das sind die Neuen Medien in der Bildung.

Lebenslanges Lernen in einer alternden Gesellschaft

- *Fähigkeit zum Lernen hängt vom Bildungsgrad ab*
 - *Die Teilnahme an beruflicher Weiterbildung hat seit 1997 wieder abgenommen (von 42% der Erwerbstätigen in 1997 auf 34% in 2003). Das muss sich ändern.*
 - *Investitionen in Weiterbildung sind nicht nur eine Aufgabe von Staat und Unternehmen, sondern auch von jedem Einzelnen.*
 - *Die Weiterbildung von Arbeitslosen muss wieder eine höhere Priorität erhalten.*
-

Neue Lernformen

- *Der Wandel des Internets und die Schulen, neue Nutzungsformen und die Vernetzung der privaten und schulischen Infrastruktur.*
 - *Serious Games oder Virtual Reality als wichtiges Instrument zur Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern.*
 - *Lernprozesse besser verstehen.*
-

Das Internet hat sich längst zu einer gigantischen Lernmaschine entwickelt. Die große Suchmaschinenfirma hat dazu beigetragen und ist noch nicht einmal zehn Jahre alt. Welche Chancen werden wir in den nächsten zehn Jahren erhalten? Ich bin überzeugt, dass die Neuen Medien in den nächsten zehn Jahren unsere Bildungssysteme grundlegend verändern werden. Dabei werden China und Indien möglicherweise eine Schrittmacherrolle spielen. Wir sollten in Deutschland aktiv daran mitwirken. Dazu möchte ich hier nur zwei Beispiele nennen: Die Schüler und Schülerinnen machen längst intensiv vom Internet auch als Lernmedium Gebrauch, ob immer genügend unkritisch sei hier dahingestellt. Was wir dringend brauchen ist eine Vernetzung der privaten und schulischen Infrastruktur und der Nutzungsformen im Unterricht und bei Hausaufgaben. Das gilt auch und gerade für die Berufsschulen.

Wer aus sozialen Gründen zu Hause keinen Zugang zum Internet hat, sollte ihn als Teil der Förderung sozial schwacher Familien bekommen und dabei auch in die Pflicht zum sorgsamem Umgang genommen werden. Es zeigt sich bereits heute, dass dabei auch neue Lernsoftware eine immer wichtigere Rolle spielen wird, sozusagen als Weiterentwicklung der klassischen Lehrbücher. Schlagwort: leichtes Notebook statt schwerem Schulranzen.

Ein zweites Beispiel, welches eine weitere Verbreitung hat, als allgemein angenommen, sind Serious Games. Der Begriff ist hübsch und wurde vom Zentrum für Graphische Datenverarbeitung der Fraunhofer-Gesellschaft für eine Konferenz im Sommer benutzt. Früher lernte man beim Militär den Umgang mit komplexen Systemen mit Hilfe virtueller Systeme. Inzwischen ist das längst nicht mehr auf militärische Applikationen beschränkt. Auch das BMBF hat hier ein erfolgreiches Förderprogramm im Bereich der beruflichen Aus- und Weiterbildung aufgelegt. Trotzdem sind wir noch am Anfang eines riesigen Weltmarkts, an dem Deutschland aktiv Anteil nehmen sollte. Dazu brauchen wir nicht zuletzt mehr Forschung, wie Lernprozesse funktionieren. Der letzte Punkt auf meiner Agenda heute waren die Schlussfolgerungen.

Ich habe eigentlich nur eine. Dass AUNET mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, oder sagen wir es ruhig genauer, mit Unterstützung durch Dr. Finking und seinem Projektträger, das Thema Aus- und Weiterbildung zum Mittelpunkt einer Konferenz gemacht hat, mit zahlreichen hochkompetenten Referenten, freut mich unheimlich. Wir haben gerade auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik, der Optischen Technologien oder der Nanotechnik seit Jahren eine ganz hervorragende Zusammenarbeit von Wirtschaft, Wissenschaft, Projektträgern und Ministerien. Sie bewegen etwas und deshalb: Danke für diese Konferenz.

::

Dr. Uwe Thomas

Staatssekretär a. D., Bundesministerium für Bildung und Forschung



(Foto FBH)

Workshop

Nachwuchsförderung

Zusammenfassung

Der Workshop stand unter dem speziellen Aspekt der Motivation von Schülerinnen und Schülern für technische Fragestellungen, wobei die Motivation für Hochtechnologien als erstrebenswertes Ziel angesehen wurde. Seitens der Industrieteilnehmer wurde die Meinung vertreten, dass die Anzahl der ausgebildeten Ingenieure noch eher dem Bedarf aus der Industrie entsprechen als qualifizierte Operatoren. Daraus wurde die folgende Fragestellung abgeleitet:

1. Welche Erwartungen haben Unternehmen an die Politik, um einen qualifizierten Nachwuchs in den Hochtechnologien sicherzustellen?
2. Inwiefern fühlen sich Unternehmen verantwortlich, die Motivation von Jugendlichen für Hochtechnologien zu fördern?

Bei der Motivation Jugendlicher für die spätere Berufswahl nehmen neben den Eltern Lehrerinnen und Lehrern als Multiplikatoren eine besonders bedeutende Position ein. Diese Berufsgruppe sollte daher unterstützt, informiert und weitergebildet werden.

3. Welche Rolle spielen Lehrerinnen und Lehrer als Schlüsselpersonen bei der Motivation Jugendlicher für Hochtechnologien?
4. Wodurch können Lehrerinnen und Lehrer gezielt angesprochen werden, um deren Motivation zu fördern?
5. Welche Haltung nehmen die Schulen ein?
6. Wie sind die Lehrpläne zu gestalten, um den technisch qualifizierten Nachwuchs zu sichern?

Wie sind die Angebote von Hochschulen einzuschätzen? In Hochtechnologiefeldern werben institutionelle Anbieter mit eigenen Motivations-Programmen und konkurrieren dabei oft gegeneinander. Die

Programme sind in der Regel staatlich gefördert.

7. Welche Bedeutung hat die Politik bei derartig geförderten Programmen?
8. Sind Motivationsprogramme für Hochtechnologien, die sich an Jugendliche und Lehrerinnen bzw. Lehrer richten, auch ökonomisierbar?
9. Ist die Industrie bereit finanzielle Unterstützung für Motivationsprogramme zu leisten?
10. Wie kann die Motivation Jugendlicher für Hochtechnologien perspektivisch erfolgen?

Durch intensive Diskussion zu den o.g. Schwerpunktfragen wurden von den Teilnehmern des Workshops folgende Antworten erarbeitet:

Zu 1) Unternehmen erwarten eine deutlich höhere Verantwortung der Politik. Lehrpläne müssten sich den aktuellen Fragestellungen in stärkerem Maße öffnen. Ein Festhalten an traditionellen Lehrplaninhalten führt zu immer größer werdenden Widersprüchen zwischen Realität und Wissensvermittlung. In der derzeitigen Wahrnehmung ist das Image naturwissenschaftlicher Fächer generell negativ. Das Kokettieren mit naturwissenschaftlichen Wissenslücken durch Persönlichkeiten mit hoher Öffentlichkeitswirkung (Politik, Medien, Sport) führt zu einer emotionalen Abwertung der Bedeutung der Naturwissenschaften und der Technik.

Zu 2) Unternehmen der Hochtechnologie fühlen sich verantwortlich für die Motivation von Jugendlichen. Sie zeigen dies generell durch eigene Programme, die allerdings nur lokal begrenzt sein können und auf Grund der geringen Ressourcen nur einen Bruchteil der Jugendlichen erreichen. Dadurch wissen die „Besten“ oft nichts von solchen Programmen.

Zu 3) Lehrerinnen und Lehrer könnten eine entscheidende Rolle bei der Motivation von Jugendlichen spielen, wenn Sie selbst motiviert wären. Durch Zwänge des Lehrplanes und leider auch bisweilen fehlendem Interesse sind Lehrer kaum motiviert ihre Schüler für Hochtechnologien zu begeistern.

Zu 4) Die gezielte Ansprache von Lehrerinnen und Lehrern kann nur durch direkte Adressierung erfolgen. Allgemeine und nicht persönlich adressierte Anschreiben an die Schulen werden mit sehr großer Wahrscheinlichkeit nicht an kompetente Lehrerinnen und Lehrer weitergeleitet. Lehrern fehlt genereller Praxisbezug, insbesondere bestehen keine Kontakte zu Unternehmen. Gern werden Exkursionen zu Unternehmen wahrgenommen. Weiterbildungsangebote werden nur dann wahrgenommen, wenn sie staatlich sanktioniert sind oder ganztägig angeboten werden. Etwa 10% der Lehrerschaft (meist gleiche Personen) nehmen die Angebote wahr.

Zu 5) Schulen werden von Angeboten aus unterschiedlichsten Disziplinen überflutet. Informationsmaterialien landen häufig im Papierkorb.

Zu 6) Ein höherer Stellenwert technischer Disziplinen ist zwingend erforderlich.

Zu 7) Die Politik muss Richt- und Leitlinien entwickeln, die beschreiben durch welche Weiterbildungsprojekte in welchem zeitlichen Ablauf und Rahmen Hochtechnologien zugänglich gemacht werden sollen.

Zu 8) Die Ökonomisierbarkeit von Motivationsprojekten wird von institutionellen und industriellen Teilnehmern als nicht realisierbar eingeschätzt.

Zu 9) Nur in sehr engem und lokal begrenztem Rahmen kann Industrie Motivation Jugendlicher für Hochtechnologien fördern.

Zu 10) Weiterführung von bestehenden Programmen nach deren positiver Evaluierung.

Handlungsempfehlungen

Stellenwert neuer Technologien für die Perspektive deutlich hervorheben. Vermeidung von laxen Umgangsformen bei naturwissenschaftlichen Lücken. Einführung eines bundesweiten Faches „Technik“ das technische Entwicklungen und speziell Hochtechnologien für Jugendliche begreifbar macht. Breit angelegte Motivationsprojekte durch institutionelle

Bildungsträger tragen dazu bei, dass Informationen über Hochtechnologien eine Vielzahl von Jugendlichen erreichen. Auch Lehrerinnen und Lehrer können über diesen Weg einen Einstieg in die Hochtechnologien finden.

Lehrerinnen und Lehrer sollten die Möglichkeit erhalten, sich in Unternehmen weiterzubilden. Sinnvoll sind dabei Exkursionen in Unternehmen oder Weiterbildungen, die durch Bildungsträger und Unternehmen gemeinsam organisiert und durchgeführt werden. Qualitativ hochwertige Motivationsprojekte sind zwingend

erforderlich und müssen durch staatliche Subventionen finanziert werden. Die Projekte müssen evaluiert sein und sollten gezielt koordiniert entsprechend der Leitlinien angeboten werden.

::

Prof. Dr.-Ing. Norbert Schwesinger
Technische Universität München

Matthias Mallmann
NanoBioNet e. V.

Wie decken Nanounternehmen ihren Nachwuchs-Bedarf?

Das Beispiel ItN Nanovation AG

Als Unternehmen der Nanotechnologie erfolgreich zu sein heißt, sich intensiv mit den Logiken der Wertschöpfung auseinanderzusetzen. Ein im Labor entwickeltes Verfahren muss zu einem Produkt werden, das auch unter „Realbedingungen“ außerhalb des Labors funktioniert. Der Kunde muss das Produkt haben wollen – dieses also einen wirklichen Mehrwert mitbringen. Die Eigenschaften und Vorteile des Produkts müssen „verkauft“ werden und jeder Kunde erwartet umfassende Betreuung. Sind diese Voraussetzungen gegeben, stehen die Chancen sehr gut, dass Einnahmen verbucht werden können und das Unternehmen Gewinne erwirtschaftet.

Dieses (stark vereinfachte) Wertschöpfungsmuster macht deutlich, in welchen Kernbereichen die wichtigsten Mitarbeiterbedarfe eines Nanotechnologie-

unternehmens liegen: neben Forschung & Entwicklung und unterstützendem Laborpersonal sind es „vertriebsseitig“ vor allem Key Account-, Produkt- und Marketing-Manager sowie Mitarbeiter in den „klassischen“ Zentralressorts wie Einkauf, Buchhaltung oder Personalabteilung.

Unternehmensspezifisch kommen bei ItN Nanovation zwei weitere Mitarbeitergruppen hinzu: als Zulieferer der Großindustrie verfügt ItN über eine industrielle Fertigung und damit über eigene Produktionsmitarbeiter. Und die das Wachstum finanzierende Börsennotierung des Unternehmens führt einem weiteren als „erfolgskritisch“ zu klassifizierenden Personalbedarf, nämlich jenem Mitarbeiterstab, der sich den Anforderungen und Reglements des Kapitalmarktes widmet. Im Folgenden ist dargestellt, auf welchen Wegen

ein Nanotechnologieunternehmen seine Mitarbeiter – womit natürlich auch Mitarbeiterinnen gemeint sind – gewinnen kann. „Nachwuchsbedarfe“ im Sinne der Überschrift wird in zweifacher Weise verstanden als bestmögliche Besetzung von Vakanzen unabhängig vom Alter der Kandidaten“ und zugleich als „gezielte Ausbildung und perspektivische Förderung junger Mitarbeiter.“

Wissenschaftler für den Bereich Forschung & Entwicklung

Bei diesen handelt es sich zumeist um promovierte Chemiker oder auch Werkstoffwissenschaftler mit entsprechender Spezialisierung. Meist können aufgrund persönlicher Bekanntschaft oder Empfehlungen aus der „Scientific Community“ passende

Kandidaten identifiziert und angesprochen werden. Denn ein Nanotechnologieunternehmen hat seine Wurzeln typischerweise im universitären Umfeld und ist zudem an Forschungsprojekten oder Fachsymposien beteiligt. Sollte dieses Netzwerk einmal nicht tragen, kommen Annoncen in Fachmagazinen und überregional rezipierten Medien (bspw. in Tages- und Wochenzeitungen und vor allem Online-Stellenbörsen) oder die Beauftragung eines Personalberaters/Headhunters in Frage.

Laboranten & Chemisch-Technische Assistenten

Auch das Laborpersonal kann aufgrund bestehender Kontakte oder durch Empfehlungen für das Unternehmen gewonnen werden. In der langfristigen Perspektive ist jedoch auch die eigene Ausbildung in Betracht zu ziehen. Bei rasch zu besetzenden Stellen kann auch eine, zunächst regional orientierte, Stellenannonce hilfreich sein.

Produktionsmitarbeiter

Langfristig ist auch hier die eigene Ausbildung (Chemiefacharbeiter, Maschinen- und

Anlagenführer) der Königsweg. Bei kurzfristigen Bedarfen kommen neben persönlichen Kontakten auch regionale Annoncen, die Bundesagentur für Arbeit oder private Arbeitsvermittler in Frage.

Produkt-, Marketing- und Key Account-Manager

Auch die „Vertriebsseite“ kann prinzipiell der Scientific Community entstammen. Wichtig ist aber vor allem die Kenntnis der Anwender- und Kundenperspektive. Geeignete Mitarbeiter findet ein Nanotech-Unternehmen am einfachsten durch überregionale Stellenannoncen.

Klassische Verwaltungsressorts

Neben der eigenen Ausbildung (z. B. Industriekaufleute) empfehlen sich Stellenannoncen (von regional nach überregional) und zuletzt wieder die Beauftragung eines Personalberaters/Headhunter. Ein Medium sollte bei jeder Vakanz genutzt werden: die eigene Website. Hier kann jedes Nanotechnologieunternehmen einfach, schnell und nahezu kostenlos offene Stellen inserieren und weiterführende

Informationen zur Arbeit im Unternehmen hinterlegen. Natürlich suchen geeignete Kandidaten tendenziell eher auf den Websites größerer Unternehmen nach Vakanz. Dennoch sollte ein möglicher Bewerber, der durch eine Stellenannonce in einer Tageszeitung von einer offenen Stelle erfährt und sich auf der Website über das Unternehmen informiert, dort auch die entsprechende Stellenannonce vorfinden. Dies bietet sich besonders dann an, wenn Online-Bewerbungen möglich sind. Sind Vakanz oder neugeschaffene Stellen erst einmal besetzt, beginnt die wichtigste Aufgabe in einem wachsenden Team: Integration und möglichst langfristige Bindung der Neuen. Ein ganz wichtiges Stichwort heißt hier: Arbeitgeberattraktivität. Unternehmen der Nanotechnologie haben auf dem Gebiet einer attraktiven Zukunftstechnologie alle Chancen, sich hier gut aufzustellen.

::

Andreas Kuntz

*Investor & Public Relations Manager,
ItN Nanovation AG*

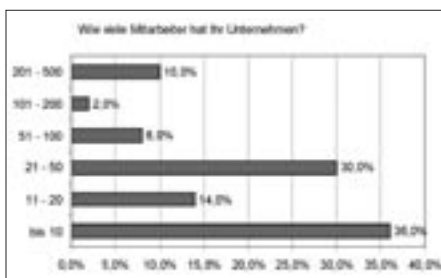
Nachwuchsrekrutierung: Mikro- und Nanotechnologie sind anders

Fachkräftemangel beherrscht als Schlagwort seit geraumer Zeit die Presse. Ingenieure werden händeringend gesucht. Für die Hochtechnologiefelder Mikrotechnik und Nanotechnologie verschärft sich diese Situation vor allem dadurch, dass es

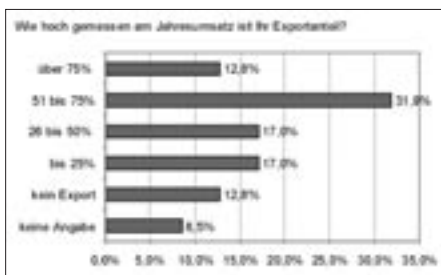
sich hier überwiegend um sehr kleine Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern handelt. Der IVAM Fachverband für Mikrotechnik hat sich daher dieses Themas angenommen und unterstützt seine Mitgliedsunternehmen durch innovative

Konzepte bei der Weiterqualifikation und Nachwuchsrekrutierung.

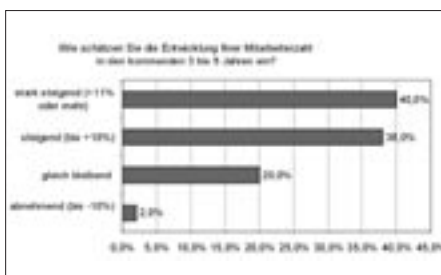
Welche Besonderheiten weisen Unternehmen der Mikro- und Nanotechnologien auf? Die Unternehmen der Mikrotechnik und Nanotechnologie weisen



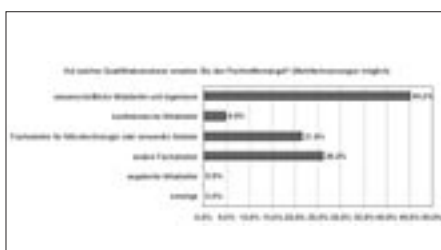
Grafik 1* // Die Hälfte der Mitglieder hat bis zu 20 Mitarbeiter



Grafik 2* // Nur 12,8% der Mitglieder exportieren nicht



Grafik 3* // 40% der Mitglieder wachsen mit 11% oder mehr



Grafik 4* // Vor allem Fachleute aus den technischen Bereichen werden dringend gesucht

einige Besonderheiten gegenüber anderen Industriebereichen auf. Die Unternehmen sehen sich durch extrem kurze Innovationszyklen stark gefordert. Eine hohe Orientierung an den Kundenbedarfen erfordert hohe Flexibilität – und das technologieübergreifend. Enge Zusammenarbeit zwischen mehreren Unternehmen ist häufig notwendig, um die Wertschöpfungskette zu schließen. Hohe Komplexität und hohe Dynamik bei der Technologieentwicklung in Verbindung mit internationalen Märkten bringen hohe Anforderungen an die Mitarbeiter mit sich.

Die kleinen und mittleren Unternehmen weisen hohe Exportanteile auf, so die IVAM-Mitgliederbefragung 2007. Besonders kleine und mittlere Unternehmen achten sehr auf den Nutzen von Weiterqualifikation und Nachwuchsrekrutierung für ihr Tagesgeschäft. Investitionen in die Mitarbeiter sind Investitionen in die eigene zukünftige Arbeitsfähigkeit durch eine Effizienzsteigerung der Mitarbeiter. Gleichzeitig ermöglichen qualifizierte Mitarbeiter, die Dynamik und Komplexität zielgerecht zu managen. Erträge können so gesteigert, Kosten reduziert werden. Alles in allem gelingt es mit gezielter Weiterqualifikation, die Innovationsfähigkeit der Unternehmen zu steigern und zu sichern, und damit den entscheidenden Wettbewerbsvorteil am Markt aufzuweisen. Die Befragung legte auch ganz deutlich den Mangel an Fachkräften offen.

Veränderungsprozesse in der Arbeitswelt zeichnen sich aus durch eine zunehmende Mobilität, durch wachsende Konkurrenz auf den Weltmärkten sowie durch eine dynamische technologische Entwicklung. Daraus resultiert, dass die Fähigkeit zur Innovation zum entscheidenden Faktor wird und in diesem Zusammenhang gerade auch weiche Faktoren an Bedeutung gewinnen. Aus den

Rahmenbedingungen leiten sich hohe Anforderungen an die Mitarbeiter ab:

- Kleine Firmen bedeuten ein hohes Maß an Verantwortung für jeden einzelnen Mitarbeiter.
- Hohe Exportquoten machen interkulturelle und sprachliche Fähigkeiten bei den Mitarbeitern notwendig.
- Ein hoher Innovationsdruck erfordert eine hohe Entscheidungskompetenz trotz der hohen Dynamik aller Prozesse.

Aufgrund dieser Anforderungen wird deutlich, dass die enorme Komplexität und Dynamik nur durch motivierte und qualifizierte Mitarbeiter beherrscht werden können.

Die Suche nach motivierten Mitarbeitern startet bereits an den Hochschulen. Im Rahmen der Summer School Mikrotechnik wurde dieser Weg zur Rekrutierung von Mitarbeitern eingeschlagen. Zum Thema Soft Skills wurde ein Leitfaden für kleine und mittlere Unternehmen erarbeitet, der aufzeigt, warum und wie Unternehmen sich diesem Thema nähern sollten.

Unternehmer trifft Studierende: Die Summer School Mikrotechnik

Für den akademischen Nachwuchs rief IVAM 2006 die Summer School Mikrotechnik gemeinsam mit den Fachhochschulen Dortmund und Gelsenkirchen, der Universität Dortmund und dem dortmund-project ins Leben.

Die Summer School richtet sich an Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften nach dem Vordiplom und Doktorandinnen und Doktoranden aus denselben Fachbereichen. Sie bietet eine gemeinsame Plattform für zukünftige Ingenieurinnen/Ingenieure und Unternehmen der Mikrotechnik. Hier können die

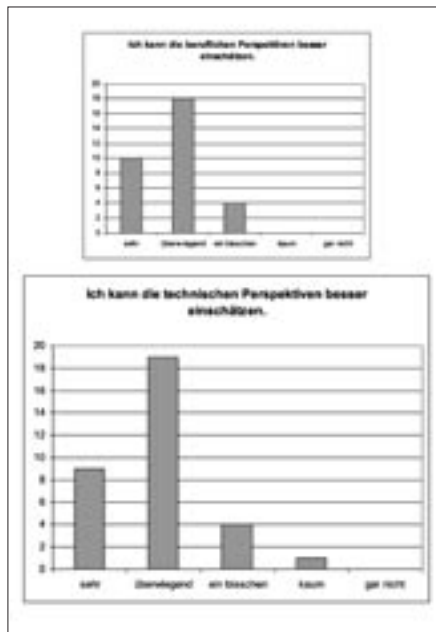
Mitarbeiter/innen von morgen mehr über ihre potentiellen Arbeitgeber erfahren.

Die Vorteile der Summer School für Unternehmen liegen ebenfalls klar auf der Hand: Sie haben die Möglichkeit, sowohl Firmen- als auch Produktinformationen zielgerichtet in Vorträgen und während einer Hausmesse zu präsentieren. Dabei erreichen sie motivierte und hochqualifizierte Nachwuchskräfte direkter und wesentlich preiswerter als über Stellenausschreibungen.

In Vorträgen erfahren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Summer School Wichtiges über ihre beruflichen Zukunftsperspektiven. Dabei werden sowohl Informationen über Trends in der Mikrotechnik und Produktionstechnologien vermittelt als auch Produktbeispiele und Anwendungen vorgestellt. Auch das Thema Unternehmensgründung kommt nicht zu kurz. In diesem Zusammenhang wird die MST.factory dortmund besucht. Das Begleitprogramm bietet Gelegenheit, in entspannter Atmosphäre persönlich ins Gespräch zu kommen und Kontakte zu knüpfen.

Diversity als Innovationskultur: Soft Skills beim Management von Hightech-Unternehmen (BMBF-Projekt DIVINKU)

Neben der technologischen Basis in Verbindung mit ökonomischen Betrachtungen spielen die Menschen in den Unternehmen zukünftig eine wachsende Bedeutung. Weniger als 20 Mitarbeiter, Exportquoten um die 50% und ein hoher Innovationsdruck bestimmen den Unternehmensalltag von Hightech-Unternehmen: Ohne qualifizierte, motivierte Mitarbeiter wäre dieses komplexe Spiel niemals zu beherrschen. Interdisziplinäre Aufgaben im internationalen Kontext zu meistern, dafür bedarf es speziell ausgebildeter, weltoffener



Grafik 5 // Teilnehmerbefragung nach der Summer School 2007 (Quelle: IVAM)

Mitarbeiter. Daher gewinnt auch das Thema Soft Skills an Relevanz. Die Motivation für IVAM, sich am Projekt „DIVINKU – Diversity als Innovationskultur“ als Transferpartner zu beteiligen, lag darin, mehr als nur die teilnehmenden Unternehmen für diesen „weichen“ Bereich zu sensibilisieren. Im Rahmen des Projektes wurde ein Leitfaden „Soft Skills als Wettbewerbsfaktor“ erstellt, der zeigt, wie eine Wertschätzungskultur etabliert, Kompetenzen entwickelt und Mitarbeiter motiviert werden können. Eine wichtige Rolle spielen dabei die Themen Führung und Kommunikation.

Getreu dem Motto „Nichts ist so beständig wie der Wandel“ kamen bei DIVINKU keine Patentrezepte heraus, sondern vielmehr ein Konzept zur „Selbstbefähigung (Capability)“:



Grafik 6 // Leitfaden „Soft Skills als Wettbewerbsfaktor“. BMBF-Projekt DIVINKU

- Zukünftig sollen die Unternehmen den Kulturwandel in Eigenregie bewerkstelligen (Selbstbefähigung).
- Sie benötigen Führungskräfte, die fähig sind zur Reflexion und Selbstkritik.
- Kommunikation und Kooperation gewinnen an Bedeutung: In den Unternehmen halten mehr Wertschätzung, mehr Beteiligung und mehr Transparenz Einzug.
- Mitarbeiter bringen neue Fach- und Sozialkompetenzen ein.

Dieses alles führt dazu, dass ein nachhaltiges Wirken gewährleistet wird.

.....

Dr. Christine Neuy
IVAM e. V. Fachverband für Mikrotechnik

Lehrerausbildung im Schülerlabor – geht das?

Das Schülerlabor SinnTec

Das Schülerlabor SinnTec der Fachrichtung Mechatronik der Universität des Saarlandes besteht seit Anfang 2005¹. Die thematische Zielsetzung von SinnTec unter dem Motto „Sinn für Technik – technische Sinnesorgane“ ist die Vermittlung und das im wahrsten Sinne begreifbar machen von moderner Technik am Beispiel der heute überall vorhandenen Sensoren. Da Sensoren in vielen Produkten in Form von Mikrosensoren integriert sind, ergibt sich ein Dilemma: einerseits verschwinden die Sensoren durch die Miniaturisierung aus der Wahrnehmung, andererseits ist ihre Funktion nicht verständlich, da sie nicht betrachtbar sind. Im Endeffekt funktionieren moderne Systeme dann fast wie Magie, weil dem normalen Benutzer die Technik völlig verborgen bleibt.

Hier setzt das Schülerlabor an, indem die Funktion moderner Mikrosensoren, z. B. von Beschleunigungs- oder Drehratensensoren, anhand von Makromodellen illustriert und dann der Einsatz der Sensoren mittels typischer Praxisbeispiele erläutert wird. Hierzu bietet sich einerseits die Automobiltechnik an, da in einem modernen Auto als alltäglichem Gebrauchsgegenstand eine Vielzahl von Sensoren eingesetzt wird. Den meisten Menschen und auch Jugendlichen ist der Nutzen dieser Sensoren bewusst durch die von ihnen gesteuerten Systeme wie den Airbag oder das ESP-System. Aber auch andere Beispiele aus dem Alltag, z. B. Neigungssensoren in Digitalkameras zur Bildlagererkennung oder Strahlungssensoren in Innenohrthermometern zur schnellen Fiebermessung, lassen sich Schülern bereits frühzeitig vermitteln.

Im Schülerlabor wird dieses grundlegende, aus der eigenen Lebenserfahrung rührende Verständnis genutzt, um Schülerinnen und Schüler für die Technik hinter der Funktion zu interessieren und zu

begeistern. Dies dient als Ergänzung zum häufig trockenen naturwissenschaftlichen Unterricht in der Schule. Die Teilnehmer werden aus ihrer Alltagswelt abgeholt und mit der häufig verborgenen Technik konfrontiert, siehe Bilder 1-2. Das eigenständige Experimentieren mit den Mikrosensoren vertieft dann zum einen das Verständnis für die Technik und führt die Teilnehmer gleichzeitig in die wissenschaftliche



Bild 1 // Bestückung einer Platine für ein elektronisches Thermometer inklusive Löten; anschließend wird der Sensor kalibriert.

Arbeitsweise ein. Abgeschlossen wird das Miniprojekt jeder Kleingruppe durch eine Kurzdokumentation der Ergebnisse, die z. B. in den Unterricht integriert werden kann.

Langfristiges Ziel des Schülerlabors ist es insbesondere, Lehrer und Schüler zum selbstständigen Experimentieren mit moderner Technik zu animieren. Das Labor soll in dieser Hinsicht erste Erfahrungen und Erfolgserlebnisse vermitteln, damit Schülerinnen und Schüler eigene Projektideen entwickeln und gemeinsam umsetzen.

Ergänzend zu den Schülerexperimenten werden auch verschiedene Lehrerfortbildungen in Kooperation mit dem

Landesinstitut für Pädagogik und Medien, LPM, des Saarlandes angeboten. Die Themen umfassen eine Einführung in die Mikrosystemtechnik, die Experimentierplattform VenDASys, das Experimentieren im Schülerlabor SinnTec sowie einen LabVIEW-Kurs für LehrerInnen und SchülerInnen. Hintergrund ist hier die Erfahrung, dass Lehrerinnen und Lehrer häufig sehr zurückhaltend sind, externe



Bild 2 // Experiment zum Luftdruck im Grundschülerlabor; der Mohrenkopf platzt im Vakuum durch seinen Innendruck.

Angebote für Schüler wahrzunehmen, wenn sie selbst sich nicht genügend informiert fühlen.

SinnTec ist Mitglied von SaarLab², einem Verbund der sieben in der Region Saarland/Westpfalz tätigen Schülerexperimentierlabore, der sich gemeinsam folgende Ziele gesetzt hat:

- Langfristige Sicherstellung der Arbeitsfähigkeit der Schülerlabore und damit der naturwissenschaftlich/technischen Breitenförderung von Schülerinnen und Schülern,
- Transfer von relevanten Aspekten der Gentechnik, der Nano- und Biotechnologie sowie der Mikrosystemtechnik als

Zukunftstechnologien des 21. Jahrhunderts in die Schulen,

- *Entwicklung geeigneter Schülerexperimente, Fortbildung praktizierender Lehrer auf diesen neuen Gebieten,*
- *Einbindung der Schülerlabore als Fachdidaktik-Veranstaltungen in die Lehramtsstudiengänge Chemie, Physik, Elektrotechnik, Mechatronik und Metalltechnik.*

SaarLab wurde gefördert durch das BMBF im Rahmen des Programms „L³ – Lehrerbildung am Lernort Labor“, koordiniert vom Leibniz-Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften, IPN, in Kiel³. SaarLab bietet neben Einzelterminen der jeweiligen Schülerlabore auch eine Sieben-Labore-Tour an, bei der Schülergruppen innerhalb einer Woche das gesamte Spektrum der sieben Labore kennen lernen und erfahren können.

Realisierung, Erfahrungen und Kosten

Das Spektrum des SinnTec ist umfangreich und reicht von Grundschülerexperimenten zum Themengebiet Wetter bis zu komplexen Versuchsaufbauten für Oberstufenschüler, die mit modernsten Drehratensensoren experimentieren⁴. Besonders hilfreich in der Aufbauphase war die Einbindung von angehenden Lehrerinnen und Lehrern, die Experimente entwickelt, erprobt und Schülergruppen beim Experimentieren begleitet haben. Viele Experimente wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Abschlussarbeiten zweier angehender Berufsschullehrkräfte der Fachrichtungen Metall- und Elektrotechnik entwickelt^{5,6}. Für die Studierenden war es eine besondere Motivation, im Rahmen ihres Studienabschlusses bereits aktiv an Themen zu arbeiten, die ihre spätere berufliche Praxis betreffen. Sie sind damit

wesentlich motivierter für diese Fragestellungen als z. B. Studierende der klassischen Diplomstudiengänge. Auch bei der Betreuung von Schülergruppen beim Experimentieren im Schülerlabor sowie in Schulprojekten hat sich die Einbindung von Lehramtsstudierenden sehr positiv bewährt, da diese durch ihr Studium fundierte didaktische Fähigkeiten einbringen und eine besonders hohe Motivation für die Arbeit mit Schülerinnen und Schülern mitbringen.

Die bisherigen Erfahrungen zum Angebot des Schülerlabors, insbesondere die Resonanz der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler, sind sehr positiv. Dies motiviert dazu, die Arbeit des Schülerlabors fortzuführen und dauerhaft mit diesem Angebot eine Möglichkeit zu schaffen, damit Schüler bereits frühzeitig mit moderner Technologie in Berührung kommen und eigenständig weitere Erfahrungen sammeln.

Allerdings stehen diesem Wunsch relativ hohe Kosten für den laufenden Betrieb eines solchen Labors entgegen. Während die erheblichen Mittel für den ersten Aufbau und die Erprobung relativ leicht durch Projektmittel eingeworben werden können (im Fall des SinnTec etwa € 166.000 über einen Zeitraum von 2 Jahren aus den BMBF-Projekten promst und SaarLab), ist der laufende Betrieb häufig nur mit großen Anstrengungen und Eigeninitiative der Beteiligten zu gewährleisten, da Geldgeber für die Fortführung bestehender Aktivitäten verständlicherweise weniger gern Geld ausgeben als für neue, spektakuläre Ansätze – dies betrifft öffentliche wie private Quellen (Stiftungen, Verbände etc.) gleichermaßen.

Nachhaltigkeit

Im Fall des SinnTec fallen laufende Kosten in Höhe von ca. € 35.000 p.a. an, ein

Großteil entfällt dabei auf das Betreuungspersonal, ca. € 6.000 entfallen auf Sachkosten wie Komponenten, Kleinteile und Reparaturen (die Räumlichkeiten sind hier generell nicht betrachtet, diese werden kostenfrei durch die Universität bzw. die Fachrichtung Mechatronik gestellt). Als Laborleiter fungiert der Laboringenieur des Lehrstuhls für Messtechnik im Rahmen seiner Dienstaufgaben, seine Aufgaben umfassen die Einweisung der Betreuer, die Beschaffung der Verbrauchsmaterialien, Terminabsprachen ebenso wie Weiterentwicklung der Versuche und Reparaturen. Dies wird durch den Lehrstuhl bzw. die Fachrichtung unterstützt im Zuge der Nachwuchssicherung und -förderung im Bereich der Ingenieurwissenschaften. Die laufenden Sachkosten lassen sich bisher recht gut aus Mitteln der Fachrichtung sowie Spenden aus der Industrie und von Verbänden decken.

Engpass für den nachhaltigen Betrieb des Labors sind damit die Betreuungskräfte: da eine intensive Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern in Dreier- bis maximal Vierergruppen erfolgt, um angesichts meist knapper Zeitbudgets ausreichend tief in die Materie einsteigen zu können, sind für einen üblichen Labortermin vier studentische Betreuer anwesend. Pro Labortermin summieren sich die Kosten hierfür bei Einsatz studentischer Hilfskräfte auf etwa € 400, bei nur einem Termin pro Woche und 40 Wochen Nutzung im Jahr also etwa € 16.000 p.a. Diese Größenordnung übersteigt zum einen das Budget der Fachrichtung für derartige Aktivitäten, zum anderen ist dies nur mit größter Mühe dauerhaft über Projekte finanzierbar – eine Erfahrung, die leider typisch für die vielen Schülerexperimentierlabore bundesweit ist.

Im Rahmen des SaarLab-Verbundes wurde daher eine neue Variante konzipiert

Modul Fachdidaktik II (Elektro- und Metalltechnik)					Abk. LET 340
Studiensem.	Regelstudiensem.	Turnus	Dauer	SWS	ECTS-Punkte
9	9	Jedes Sem.	1 Semester		3
Modulverantwortlicher Dozent(inn)en		N. N. Dozent(inn)en der FR 7.4 (Mechatronik) und der FR 7.2 (Experimentalphysik)			
Zuordnung zum Curriculum (Pflicht, Wahlpflicht, Wahlbereich) Lehrveranstaltungen / SWS (ggf. max. Gruppengröße)		Pflichtmodul für den Lehramtsstudiengang LAB <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Experimentieren im Schülerlabor 1 ECTS-LP unbenotet (Blockveranstaltung) • Betreuung von Experimenten im Schülerlabor 2 ECTS-LP unbenotet 			
Zugangsvoraussetzungen		Formal keine; inhaltlich wird die Absolvierung des Moduls LET 330 „Fachdidaktik I“ vorausgesetzt			
Leistungskontrollen / Prüfungen		Abschlussbericht oder -diskussion			
Arbeitsaufwand		90 Stunden Pflicht			
Modulnote		Unbenotet			
Lernziele / Kompetenzen					
<ul style="list-style-type: none"> • Die Student(inn)en sind in der Lage, kleine Schülergruppen beim Experimentieren im Labor gezielt anzuleiten, zu motivieren und zu begleiten. 					
Inhalt					
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Experimentieren im Schülerlabor: Allgemeine Einführung in das Experimentieren mit Schüler(inne)n (Prof. Peister, Didaktik der Physik); Vorstellung der Experimente im Schülerlabor SinnTec der FR Mechatronik (Prof. Schütze); Eigene Durchführung der Experimente unter Anleitung • Betreuung von Experimenten im Schülerlabor: Betreuung von Schülergruppen beim Experimentieren im Schülerlabor (Umfang ca. 12 halbtägige Betreuungen bzw. 6 ganztägige Betreuungen zzgl. Vor- und Nachbereitung); Auswertung der Feedbackbögen der Schülerinnen und Schüler; Abschlussdiskussion zu den Erfahrungen inkl. Vorschlägen für die weitere Ausgestaltung des Labors 					

Bild 3 // Modulbeschreibung des Moduls Fachdidaktik II: Experimentieren im Schülerlabor. Dieses Modul ist Pflicht in den Lehramtsstudiengängen Elektrotechnik, Mechatronik und Metalltechnik sowie Wahlpflicht im Lehramtsstudiengang Physik.

und im Laufe des Jahres 2007 umgesetzt: die Betreuung von Schülergruppen in den Experimentierlaboren gehört seitdem zum Spektrum der didaktischen Ausbildung von Studierenden der naturwissenschaftlich-technischen Lehramtsstudiengänge der Universität des Saarlandes. Im Zuge der Reform der gesamten Lehramtsausbildung mit den Zielen Modularisierung sowie Verbesserung von Studierbarkeit und Ausbildungsqualität wurden zusätzliche fachdidaktische Module entwickelt, damit angehende Lehrerinnen und Lehrer sich frühzeitig nicht nur fachlich, sondern auch didaktisch qualifizieren. Neben seminaristisch begleiteten Schulpraktika wurde daher auch ein Modul entwickelt, in dessen Rahmen die Lehramtsstudierenden mit Schülerinnen und Schülern in den Laboren des SaarLab-Verbunds experimentieren, siehe Bild 2.

Die Vorteile liegen für alle Seiten auf der Hand:

- Die Lehramtsstudierenden lernen nicht nur trocken und theoretisch den Umgang mit Schülern kennen, sondern ganz praktisch. Ein großer Vorteil sind hierbei die Kleingruppen, da die angehenden Lehrkräfte sich individuell auf die Schülerinnen und Schüler einstellen können.
- Das Schülerlabor profitiert von kostenlosen und besonders motivierten Betreuern, da die Betreuungstätigkeit eben nicht nur als Nebenjob ausgeübt wird, sondern den Kern der eigenen Ausbildung bildet.
- Die Schulen profitieren davon, das neue Lehrkräfte neben Fachwissen auch praktische Erfahrungen beim Experimentieren mit Schülern mitbringen und damit in den Schulen relativ leicht weitere Aktivitäten, wie z. B. AGs anbieten

können, um Schülerinnen und Schüler gezielt zu motivieren und zu fördern.

- Wirtschaft und Wissenschaft profitieren langfristig von einer besseren Vorbildung der Schülerinnen und Schüler, für die moderne Technik keine bloße Black Box mehr ist.

Fazit

Ausgehend vom Schülerlabor SinnTec und dem Saarlab-Verbund stellt sich die Titelfrage dieses Beitrags in der Praxis nicht (mehr). Im Gegenteil, nach unseren Erfahrungen muss man festhalten, dass sowohl für den Aufbau als auch den nachhaltigen Betrieb eines Schülerexperimentierlabors gilt: Lehrerausbildung im Schülerlabor – besser geht es nicht!

Lit 1: siehe auch: <http://www.mechatronik.uni-saarland.de/sinntec/>

Lit 2: siehe auch: <http://www.saarlab.de/>

Lit 3: siehe auch: <http://www.lernort-labor.de>

Lit 4: P. Schütz, B. Krämer, A. Schütze: „Moderne Sensorik begreifbar machen am Beispiel eines mikromechanischen Drehratensensors“, AUNET/AMA Sondersession „Interesse wecken – Motivation steigern – praxisorientiert ausbilden“, SENSOR & TEST 2007 Nürnberg, Germany, May 22 to 24, 2007, Tagungsband, AUNET, Berlin, ISBN 978-3-89750-148-5, S. 82-91.

Lit 5: P. Kopacz: „Entwicklung und Erprobung eines didaktischen Konzeptes für die Vermittlung messtechnischer Prinzipien an Schülerinnen und Schüler am Beispiel moderner Mikrosensoren“, wiss. Abschlussarbeit im Studiengang Elektrotechnik Lehramt, Lehrstuhl für Messtechnik, Universität des Saarlandes, 2006.

Lit 6: P. Schütze: „Konzeption, Realisierung und Erprobung eines Makromodells und eines Modellversuchs zum mikromechanischen Drehratensensor zur Veranschaulichung des ESP-Konzeptes im Kraftfahrzeug für Schülerinnen und Schüler“, wiss. Abschlussarbeit im Studiengang Metalltechnik Lehramt, Lehrstuhl für Messtechnik, Universität des Saarlandes, 2007.

.....

Prof. Dr. Andreas Schütze
Lehrstuhl für Messtechnik,
Universität des Saarlandes | Saarbrücken

Methoden der Ansprache von Schülerinnen und Schülern, deren Effektivität und Nachhaltigkeit

Trotz der Fortschritte deutscher Schülerinnen und Schüler bei der aktuellen PISA-Studie warnt die Lehrgewerkschaft GEW die Kultusminister vor „falscher Euphorie“. Ein erheblicher Anteil der hochkompetenten Schülerinnen und Schüler interessieren sich wenig bis gar nicht für die Naturwissenschaften. „Wenn der Nachwuchs für naturwissenschaftliche und technische Berufsfelder gesichert werden soll, wird es darauf ankommen, größere Anteile der hochkompetenten Jugendlichen für die Naturwissenschaften zu gewinnen“¹.

Das MunichMicronet – ein Ausbildungsnetzwerk für die MST

Wie können junge Menschen an Hochtechnologien herangeführt werden? Als Antwort auf diese Frage wurden bereits vor 5 Jahren bundesweit sechs Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik ins Leben gerufen. Das MunichMicronet als ein im süddeutschen Raum verankertes Netzwerk setzt seinen inhaltlichen Fokus sowohl auf die Ansprache von Schülerinnen und Schülern als auch auf die Weiterbildung von Lehrkräften. Zusammen mit industriellen und institutionellen Partnern im Großraum München sollte im Förderzeitraum 2002 bis 2007 ein konzentriertes Bildungs-Netzwerk für den Bereich der Mikrosystemtechnik aufgebaut werden.

Aufgabenstellung und Schwierigkeiten

Ziel des Netzwerkes war es, Motivationsprojekte ins Leben zu rufen, die geeignet sind, Schülerinnen und Schüler mit technischen und insbesondere Fragestellungen aus der MST in direkten Kontakt zu bringen. Besonderes Augenmerk sollte dabei der Ansprache von Mädchen und jungen Frauen gelten. Ein weiterer Schwerpunkt

lag auf der Qualifizierung von Lehrkräften im Bereich der MST. Schülerinnen und Schüler wurden sowohl mit direkten Angeboten angesprochen, als auch über Kooperationen mit Schulen und anderen Bildungsprojekten; Lehrkräfte sollten als PartnerInnen und MultiplikatorInnen gewonnen werden. Schwieriger als erwartet erwies sich dabei der Erstkontakt zu Jugendlichen und Lehrkräften. Bereits bestehenden Kontakte dagegen konnten erfolgreich genutzt und ausgebaut werden. Es zeigte sich, dass der personelle und zeitliche Spielraum selbst für innovative Aktivitäten außerhalb des Schulablaufs gering ist und entsprechende Angebote nur von einer kleinen Anzahl von Lehrkräften angenommen und unterstützt werden. Innerhalb der ersten beiden Jahre konnte jedoch eine kontinuierliche Steigerung der Nachfrage durch Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte und auch Eltern erreicht werden.

„Ich glaube viele interessieren sich einfach nicht für MINT*, weil sie Mainstream sein wollen.“

– Nathalie, 14 Jahre –

* Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik

Die verschiedenen Nachwuchsangebote wurden in erster Linie durch die institutionalisierten Netzwerkpartner entwickelt und durchgeführt, wobei eine stärkere Beteiligung der Industriepartner durchaus wünschenswert gewesen wäre.

Aktivitäten und Angebote

Insgesamt ca. 1.600 Kinder und Jugendliche nahmen an der jährlich stattfindenden Veranstaltung Microworlds teil. In einem unterhaltsamen Rahmen wurden dabei die aktuellen Kursangebote vorgestellt und die

Möglichkeit zur Kontaktaufnahme mit den jeweiligen Projektleitungen geschaffen.



Bild 1 // Schülerinnen präsentieren das Projekt „MST und Elektrolumineszenz“ auf der Microworlds 2006

Unter anderem wurden folgende Motivationsprojekte (Bild 1 und Bild 2) vorgestellt:

- Wir bauen einen Laserscanner
- Wir bauen einen Laserpointer
- Wir entdecken die Mikrowelt
- Wir programmieren einen Roboter
- Entwicklung und Bau einer Mikroturbine
- Erstellung eines Hologramms
- Die intelligente Milchtüte
- Der Nitinol-Insekten-Roboter
- MST und Elektrolumineszenz



Bild 2 // Piekst du noch oder funkst du schon? 2. Platz beim Multiline Medienwettbewerb für das ProjektTeam „Implantierbarer Glukose-Sensor“

Diese Angebote wurden sowohl als feste Kurse als auch auf Absprache mit Jugend-

lichen oder Lehrkräften konzipiert. Dabei wurde besonders auf altersgerechte Inhalte und auf deren spielerische Vermittlung geachtet. Ein Konzept zur Einbindung von Schülerinnen in laufende Forschungsaktivitäten wurde erstellt und verschiedene Wettbewerbsprojekten initiiert und unterstützt. Dabei kam dem Aufbau von Kooperationen mit Bildungseinrichtungen und Mentoring-Programmen eine wichtige Rolle zu. Schulkooperationen führten zur regelmäßigen Unterstützung von schulischen Veranstaltungen, wie z. B. Projekttagen, Tag der offenen Tür, Eltern- und Berufsinformationsabenden, Girls' Day oder Berufsorientierungswochen.

Besondere Ansprache von Mädchen

Trotzdem die Ergebnisse der PISA Studie Mädchen und Jungen ähnliche Kompetenz im naturwissenschaftlichen Bereich attestieren, ist es immer noch schwierig, Schülerinnen für naturwissenschaftlich-technische Berufe und Studiengänge zu gewinnen. Die motivationale Orientierung der deutschen Schülerinnen liegt hier deutlich unter den OECD-Mittelwerten.



Bild 3 // Reinraumbesuch beim Mädchenferienpraktikum „Die intelligente Milchtüte“

Eine große Anzahl von Angeboten des MunichMicronet richten sich daher ausschließlich an Mädchen und junge Frauen.

Am Fraunhofer IZM-M wurden Konzepte entwickelt, die sowohl den Alltagsbezug der Themen berücksichtigen als auch deren Vermittlung durch weibliche Rollenbilder. Neben der vorwiegenden Betreuung durch Studentinnen und Ingenieurinnen erwies sich auch als erfolgreich, Schülerinnen als Multiplikatorinnen einzuarbeiten.

Mehrere Netzwerkpartner beteiligten sich mehrfach am bundesweiten Girls' Day. Darüber hinaus entstand eine Kooperation mit der Bayerischen Landesgehörlosenschule, für die regelmäßig Mädchentage für Gehörlose am IZM-M durchgeführt werden.



Bild 4 // Mechanische Zuverlässigkeitsuntersuchungen an Silizium

Im Bereich der Mädchenförderung besonders hervorzuheben ist die Kooperation mit dem virtuellen Mentoringprogramm cybermentor. Auf der Internet-Plattform für Mentorinnen aus MINT-Berufen und Mentees ab einem Alter von 11 Jahren konnten drei Schülerinnen-Teams gebildet und für Angebote aus dem MunichMicronet gewonnen werden.

Motivationsmotor Wettbewerb –

26 Preisträgerinnen in vier Projekt-Teams

Die drei „cyberteams“ verbrachten jeweils einen Labortag am IZM-M, um dort ihre „Forschungsthemen“ zu definieren. Die

Ergebnisse ihrer Recherchen stellten sie nicht nur auf den Projekt Internetseiten vor, sondern präsentierten sie auch „live“ vor einer Expertenjury. Honoriert wurden ihre qualifizierten und engagierten Arbeiten mit Auszeichnungen bei verschiedenen Wettbewerben (Bild 6).

Zwei Teilnehmerinnen des Gehörlosen Girls' Day 2003 gewannen mit ihrer Idee eines Gebärdensprachen-Roboters den Hauptpreis beim Wettbewerb „Vision 2027“ (Bild 7). Zusätzlich freuen konnten sie sich über den Sonderpreis „Europäisches Jahr der Chancengleichheit“, verbunden mit einer Einladung nach Straßburg und einem Empfang beim Präsidenten des Europa-Parlaments.

Evaluation und Ausblick

Innerhalb der fünfjährigen Projektlaufzeit wurden insgesamt über 2.500 Schülerinnen und Schüler durch Motivationsprojekte erreicht; 165 Lehrkräfte nahmen an Qualifizierungsmaßnahmen teil.

Alle evaluierten Aktivitäten wurden von den TeilnehmerInnen als interessant und als wertvolle Bereicherung zur beruflichen Orientierung eingestuft. Vor allem Workshop-TeilnehmerInnen der Jahrgangsstufen 11 bis 13 wünschen sich weitere und intensivere Einblicke in Forschungsgebiete, sowie mehr Theorievermittlung. Dies bestätigt die These, dass der experimentelle und spielerische Umgang mit aktuellen wissenschaftlich-technischen Fragestellungen das Interesse an theoretischen Hintergrundinformationen verstärken kann. Auch die Lehrkräfte bezeichneten die angebotenen Nachwuchsaktivitäten als wertvolle Ergänzung zur schulischen Ausbildung und zur Berufsorientierung. Nahezu alle TeilnehmerInnen würden ihren MitschülerInnen eine Teilnahme an ähnlichen Veranstaltungen empfehlen.

Manche Schülerinnen und Schüler waren weit angereizt, um an den Aktivitäten des MunichMicronet teilnehmen zu können. Auch die Tatsache, dass mehrere Kontakte zu Schulen und Lehrkräften in langfristige Kooperationen übergeführt wurden, lässt weiterhin ansteigendes Interesse an den angebotenen Aktivitäten erwarten. Dieser Bedarf an einer sowohl quantitativen als auch regionalen Ausweitung der Angebote kollidiert jedoch mit einer fehlenden Perspektive des Netzwerkes mangels weiterer öffentlicher Fördermittel. Diese finanziellen Defizite betreffen bedauerlicherweise nicht nur die Weiterführung der Aktivitäten des MunichMicronet, sondern auch strategische Partner außerhalb des Netzwerkes, mit denen wertvolle Kooperationspartner verloren gehen. Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwieweit industrielle Unternehmen im Bereich der Hochtechnologien besser in die Nachwuchsförderung integriert werden können. Stellen doch derartige Aktivitäten einen wichtigen Beitrag in deren zukünftige Innovationsfähigkeit dar.

Studien zum Berufswahlverhalten deuten darauf hin, dass nachhaltige Erfolge bei der Einbeziehung von Mädchen und jungen Frauen in Bereiche der Hochtechnologien davon abhängen, ob deren Ansprache bereits in frühem Alter gelingt. Darüber hinaus sollte besonders auf Verknüpfungen zu technischen Anwendungen im Alltag verbunden mit entsprechenden didaktischen und gendgerechten Vermittlungsmethoden geachtet werden³. Diese Bemühungen zur Gewinnung von Mädchen für Berufe im Bereich der Hochtechnologien müssen einhergehen mit Maßnahmen, Lehrkräfte und Erzieherinnen für die Problematik von geschlechtsspezifischen Berufsorientierungsprozessen zu sensibilisieren und mit entsprechenden Aktivitäten dagegen zu wirken.

Die bisherige Evaluation der Maßnahmen des MunichMicronet lässt Fragen nach der nachhaltigen Wirksamkeit unbeantwortet: In welchem Umfang haben die durchgeführten Aktivitäten dazu geführt, dass Jugendliche sich allgemein verstärkt einer beruflichen Laufbahn im Bereich der Naturwissenschaft und Technik und im speziellen den Hochtechnologien wie der Mikrosystemtechnik oder der Nanotechnik zuwenden? Können vor allem Mädchen nicht nur für naturwissenschaftlich-technische Fragestellungen interessiert, sondern auch für eine entsprechende berufliche Laufbahn gewonnen werden? Aktuell stellen sich lediglich 18,4% der Jugendlichen vor, später einmal in einem naturwissenschaftsbezogenen Beruf zu arbeiten (OECD-Durchschnitt: 25,2%). Dass die PISA-Studie den 15-Jährigen dabei eine eher geringe Festlegung bescheinigt, lässt Potential für erfolgreiche Motivationsaktivitäten vermuten. Diejenigen hochkompetenten Schülerinnen und Schüler, die über häufiges Experimentieren und ausgeprägte Anwendungsbezüge berichten, zeichnen sich tendenziell auch durch ein stärkeres Interesse an Naturwissenschaften aus. Dies ist ein Ansatz, zu dem das MunichMicronet einen wichtigen Beitrag leisten kann.

Lit 1: PISA 2006, Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie, PISA-Konsortium Deutschland

Lit 2: „Zeit, dass sich was dreht“ – Technik ist auch weiblich! Studie des Kompetenzzentrums Technik-Diversity-Chancengleichheit e. V. 2007

Lit 3: Ursula Nissen, Barbara Keddi, Patricia Pfeil: Berufsfindungsprozesse von Mädchen und jungen Frauen, 2003

.....

Sabine Scherbaum

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration



Bild 5 // „Wir bauen einen Laserpointer“



Bild 6 // Mit „RFID- Chancen und Risiken“ erlangte ein Cyberteam einen Hauptpreis beim Focus Schülerwettbewerb 2006



Bild 7 // Cora Friebl (2. von rechts) war Teilnehmerin am Girl's Day 2003 und 2007 Preisträgerin beim Wettbewerb Vision 2007

Wie bekommen wir „Nano“ in die Schule und wie Laboranten in den Reinraum?

NanoBioNet e. V. fördert die Weiterbildung im Bereich Live Science – in Schulen und in Weiterbildungsseminaren

Der gemeinnützige NanoBioNet e. V. engagiert sich seit mehreren Jahren auf dem Weiterbildungssektor im Bereich Nanotechnologie. Während akademische Aus- und Fortbildungen im Bereich Nanotechnologie bereits etabliert sind, sind Qualifizierungsmaßnahmen für Nichtakademiker eher selten. Da die Nano- und Biotechnologie als Wissenschaften mit hohem Wachstums- und Arbeitsplatzpotenzial gelten, organisiert NanoBioNet Fortbildungen und fachspezifische Seminare. Mittlerweile bietet der Verein 16 verschiedene Seminare an. Die praxisnahen Weiterbildungen richten sich an Lehrer, Technische Angestellte, Techniker und wissenschaftliche Mitarbeiter. Dozenten sind Experten aus Unternehmen des Netzwerkes und Professoren verschiedener Universitäten. Im Mittelpunkt stehen naturwissenschaftliche Themen, etwa die chemische Nanotechnologie oder Oberflächenmodifikation mit Plasmatechnologie. Darüber hinaus thematisieren die Kurse auch Aspekte außerhalb der Laborwelt, nämlich juristisches Fitnesstraining oder eine Schreibwerkstatt für Naturwissenschaftler.

Die Resonanz auf die Seminare fällt unterschiedlich aus. Häufig ist es schwierig, eine kritische Masse an Teilnehmern zu erreichen. Gründe dafür liegen u. a. in folgenden Bereichen:

- *Viele Unternehmen bilden ihre Mitarbeiter nach wie vor per „training on the job“ weiter, da gerade Laboranten und Techniker speziell für den Unternehmensbedarf geschult werden.*
- *Obwohl es thematische Überschneidungen zu Bereichen Biotechnologie, Werkstoffwissenschaften und Mikrosystem-*

technologie gibt, können Interessierte aus diesen Branchen nicht immer zielgenau angesprochen werden.

- *Inhaltlich ähnliche Seminare (zum Beispiel Oberflächenstrukturierung oder Analytik) werden von ganz unterschiedlichen Fachverbänden/Anbietern beworben und konkurrieren um mögliche Teilnehmer.*

NanoBioNet setzt daher immer mehr auf Synergieeffekte und konzipiert Seminare in Kooperation mit anderen Bildungsanbietern wie der IHK oder universitären Einrichtungen. Fächerübergreifende Themen sollen zukünftig auch mit anderen Fachverbänden abgesprochen werden, um ein größeres Zielpublikum zu erreichen. Das AGeNT-D Netzwerk der deutschen Nanotechnologie Kompetenzzentren, in dem NanoBioNet im Bereich Weiterbildung aktiv ist, plant gemeinsame Seminare und wird diese bundesweit vermarkten. Verschiedene einzelne Initiativen werden so gebündelt, um zukünftig noch zielgerichteter agieren zu können.

Schülerexperimentierkasten „NanoToolBox“

Jugendliche können gar nicht früh genug mit einer der spannendsten Technologien in Berührung gebracht werden. Deshalb entwickelte der Verein NanoBioNet im Rahmen eines BMBF-Projektes bereits 2004 die NanoToolBox – als europaweit erstes Projekt in dieser Richtung. Der Schülerexperimentierkasten enthält Materialien für 10 Versuche, die Nanotechnologie veranschaulichen. Aufgrund der breiten Interdisziplinarität dieser Hochtechnologie können die Versuche Einzug in den Biologie-, Chemie- oder Physikunterricht halten. Mit diesen Experimenten können Lehrer ihre Schüler auf spannende Art und



Bild 1 // Schülerlabor; Lehrstuhl für physikalische Chemie der Universität des Saarlandes



Bild 2 // Der Schülerexperimentierkasten von NanoBioNet

Weise in die „Kunst“ der Nanotechnologie einweihen.

Bundesweit sind mittlerweile über 300 NanoToolBoxen im Einsatz. Eine von NanoBioNet durchgeführte Untersuchung zeigte, dass die Resonanz sowohl durch die Lehrer als auch durch die Schüler durchweg positiv ist. Die Versuche bilden eine attraktive Ergänzung zum obligatorischen Unterrichtsstoff. Ob Darstellung des Lotus-Effekts oder Beschichtung eines Papiers, wodurch das Papier gegen Feuer resistent wird – die NanoToolBox bildet in ihrem Aufbau und ihrer Nähe zur Praxis ein gelungenes Konzept, Jugendliche für Nanotechnologie zu begeistern.

Ab März 2008 gibt es mit der „NanoSchoolBox“ eine Weiterentwicklung, die mit einigen neuen Experimenten den europäischen Markt anvisiert und neben deutscher auch in englischer und französischer Sprache erhältlich sein wird.

NanoBioNet – Kompetenznetz der Nano- und Biotechnologie

In der Region Saarland/Rheinland-Pfalz leisten viele Forscher Pionierarbeit in Sachen Nano- und Biotechnologie. Ihre Errungenschaften bilden den Kern von NanoBioNet, denn sie liefern das Know-how, das sich Forschung, Industrie und Handel zu Nutzen machen. NanoBioNet ist ein leistungsfähiges Netzwerk aus derzeit

rund 100 Mitgliedern: Hochschulen, Forschungsinstitute, Kliniken und Unternehmen verschiedener Bereiche, etwa der Biotechnologie, der chemischen Nanotechnologie oder der Medizintechnik. Dabei trägt jedes einzelne Mitglied zu einem breiten Spektrum bei, was den Verbund für alle Teilnehmer attraktiv macht. Ihr gemeinsames Interesse gilt der Forschung und Entwicklung sowie den praktischen Anwendungen der Nano- und Biotechnologie zur Schaffung marktreifer Produkte und neuer Arbeitsplätze – und zwar auf dem Wege einer ethisch vertretbaren Technologie.

Die Geschäftsstelle des gemeinnützigen Vereins NanoBioNet e.V. begleitet dabei den Weg der Forschung von den ersten Schritten bis hin zum fertigen Produkt. Zu ihren Aufgaben gehören die Suche nach Fördergeldern, nach gewinnbringenden Kooperationen oder Möglichkeiten der Öffentlichkeitsarbeit. Ob durch Präsenz auf einem gemeinsamen Messestand oder in einer Broschüre – NanoBioNet bietet seinen Mitgliedern auf unterschiedlichen Plattformen die Möglichkeit, Kontakte zu knüpfen und Kompetenzen zu kommunizieren.

.....

Matthias Mallmann
NanoBioNet e.V.



Bild 3 // NanoBioNet Weiterbildung im Reinraum am Nano+Bio Center Kaiserslautern

Maßnahmen zur Nachwuchsförderung in den Werkstofftechnologien durch das BMBF

Etwa zwei Drittel aller forschenden Unternehmen in Deutschland befassen sich mit Fragen der Materialwissenschaften und Werkstofftechnik. Werkstoffbasierte Branchen, wie Automobilindustrie, Maschinen- und Anlagenbau, Energietechnik, Metall- und Elektroindustrie, Chemische Industrie und Medizintechnik erzielen gemeinsam in Deutschland einen jährlichen Umsatz von über 1.000 Mrd. € und beschäftigen rund 5 Mio. Menschen. Die werkstoffwissenschaftliche Forschung und ihre industrielle Verwertung sind auf Spitzenfachkräfte angewiesen. Dem steht ein absehbarer Fachkräftemangel in dieser Querschnittstechnologie entgegen. Dieser Herausforderung gilt es vorausschauend und frühzeitig auf den unterschiedlichen Bildungsebenen zu begegnen.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) verfolgt daher unter anderem das Ziel, junge Menschen für die Welt der Werkstoffe zu begeistern, Abiturienten und Studenten im Grundstudium umfassend über die Möglichkeiten und Chancen eines werkstoffwissenschaftlichen Studiums zu informieren, Talente zu fördern sowie den gesellschaftlichen Nutzen und die Bedeutung der Werkstoffforschung in der Öffentlichkeit stärker hervorzuheben.

Jahresmagazin

Mit Werkstofftechnik im Fokus wurde im Oktober 2007 ein Jahresmagazin Ingenieurwissenschaften des Institutes für Wissenschaftliche Veröffentlichungen und der Alpha-Infogesellschaft veröffentlicht. Das Magazin richtet sich vor allem an Abiturienten und Studierende im Grundstudium. Die aktuelle Ausgabe widmet sich exklusiv dem Thema Werkstofftechnologien. Ein Geleitwort des BMBF sowie zahlreiche

Beiträge aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verbänden geben Orientierung für ein Studium in Richtung Werkstofftechnologien und einen erfolgreichen Berufseinstieg. Es wird gezeigt, wie Werkstofftechnologien gute Aussichten auf neue, attraktive Arbeits- und Beschäftigungsfelder in zahlreichen Branchen eröffnen.

Neue Erkenntnisse der Wissenschaft im Bereich der Werkstoffforschung führen zu Veränderungen im Wirtschafts- und Alltagsleben. Diese Innovationen sind auf einen transparenten Dialog zwischen Industrie, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft angewiesen, um Synergieeffekte zu erreichen. Das Jahresmagazin trägt hierzu mit Einschätzungen und Berichten bei. Es ist als Verlagspublikation kostenfrei erhältlich.



Bild 1 // Werkstofftechnologien im Fokus, Jahresmagazin Ingenieurwissenschaften des Institutes für Wissenschaftliche Veröffentlichungen und der Alpha-Infogesellschaft

Werkstoffportal

Das Anliegen des Internetportals www.werkstoffportal.de ist es, eine sachliche, allgemein verständliche und öffentlich zugängliche Informationsbasis zu schaffen. Die Querschnittstechnologie Werkstofftechnik wurde mit einer eigenen Themenplattform in das bereits etablierte Technologieportal www.techportal.de integriert. Techportal hat monatlich zwischen 30.000 und 50.000 Internetbesucher. Es verbindet derzeit Themenplattformen zu den Förderbereichen Nanotechnologie, Oberflächentechnik, Optische Technologien, Plasmatechnik und Supraleitung, welche im Kontext der Werkstoffe stehen. Durch das zusätzliche Angebot für die Querschnittstechnologie Werkstofftechnik werden Synergien für die Besucher des Werkstofftechnik-Themenportals geschaffen, die unmittelbar mit neuen Anwenderbranchen und Technologieansätzen verknüpft werden und den Informationsaustausch fördern. Gleichzeitig bietet der gemeinsame Internetauftritt mit weiteren Neuen Technologien die Chance, den Interessentenkreis für Werkstoffe zu erweitern und neue Netzwerke zu aktivieren.

Das Werkstoffportal ist seit Juni 2007 online und mit umfangreichen Informationen gefüllt. Die Informationen auf dem Werkstoffportal beinhalten dynamische Elemente wie tagesaktuelle News, Veranstaltungshinweise oder Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, aber auch statische Informationsseiten zu Teilgebieten und Branchen der Werkstofftechnik.

Als zentrales Instrument, das einen stärkeren Austausch der Bildungsnachfrage mit dem bestehenden Angebot unterstützen soll, dient die Einrichtung, Pflege und Kommunikation eines Online-Angebotes „Bildung & Beruf“ in der neu eingerichteten Werkstoff-Plattform. Dazu

wurden zunächst Angebote der Hochschulen sowie von Weiterbildungsträgern systematisch recherchiert. Ausgewertet wurden einschlägige Studienführer, Berufs- und Karriere-Planer der Bund-Länder-Kommission, der Bundesagentur für Arbeit, der auf dem Gebiet engagierten Verlage, Verbände und werkstoffwissenschaftlichen Vereinigungen. Die Ergebnisse sind unter <http://bildung-beruf.werkstoffportal.de> mit benutzerfreundlicher Suchfunktion abrufbar.

Wanderausstellung

Die Bedeutung und der Nutzen der Werkstoffforschung und -technik sind nicht hinreichend im Bewusstsein der Öffentlichkeit. Hier setzen die Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit an. Ein zentrales Element stellt dabei die modular aufgebaute Wanderausstellung „expedition materia“ dar. Etwa 40 größtenteils interaktive Exponate sind gemeinsam mit Erklärungen in 10 Themenmodule gegliedert, welche sich an den werkstofflichen Anwendungsfeldern orientieren. Das Anliegen der „expedition materia“ ist es, vor Ort in den Dialog zu treten und ein Verständnis für die vielfältigen Möglichkeiten und versteckten Anwendungen von Werkstofftechnologien zu erzeugen. Um bei jungen, technisch interessierten Menschen Faszination für Werkstoffe zu wecken und Nachwuchskräfte heranzuführen, wurden zielgruppenspezifische Darstellungsweisen gewählt. Zudem werden Bildungs- und Berufschancen in der Werkstofftechnik vermittelt.

Erster öffentlicher Standort war vom 26.10.-09.11.2007 das Shopping- und Erlebniscenter ALEXA in Berlin. Die nächsten Standorte sind Dresden (10.03.-Ende Mai 2008), Göttingen (Juni-Mitte Juli 2008), Darmstadt (28.07.-15.08.2008), Pirmasens (17.08.-26.09.2008), Cottbus

(Oktober 2008), Mainz (November 2008). Zur Ausstellung wurde die Internetseite www.expedition-materia.de erstellt und mit allen relevanten Informationen gefüllt. Ein 80-seitiges Betreuerhandbuch begleitet die Wanderausstellung, in dem Informationen zur Inbetriebnahme und Bedienung der Exponate, sowie Hintergrundinformationen zu den Werkstoffen und den Anwendungsbereichen zusammengestellt sind.

Zusammenfassung und Ausblick

Die entwickelten Maßnahmen zielen darauf ab, Beiträge zur Fachkräftesicherung zu leisten, die einschlägigen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten bekannter und attraktiver zu machen sowie die Bedeutung der Werkstoffforschung in der Öffentlichkeit stärker hervorzuheben. Ein mögliches weiteres Element der Nachwuchsförderung

stellt beispielsweise ein Wettbewerb dar, der sich an Schüler und den angehenden akademischen Nachwuchs richtet. Darüber sollen gezielt Impulse gesetzt werden, um Interesse und Begeisterung für eine Beschäftigung mit neuen Werkstoffwelten zu stimulieren und Aktivitäten in Selbstorganisation anzuregen.

.....

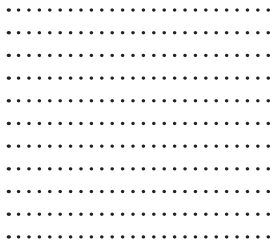
Dirk Pohle, Prof. Dr. Georg Reiners

BAM | Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

**Dr. Waldemar Baron,
Dr. Christian Busch,
Dr. Marcus Heyer-Wevers,
Dr. Holger Hoffschulz**
VDI Technologiezentrum GmbH



Bild 2 // Blick in die Wanderausstellung „expedition materia“



(Foto FBH Wiedl)



Workshop

Gewerblich-technische Ausbildung und Aufstiegsqualifizierung

Zusammenfassung

Wie kann die Innovationsfähigkeit der Hochtechnologieunternehmen durch geeignete Berufsstrukturen unterstützt werden?

Intention des Workshops (Leitfragen)

Diesem Workshop wurde als Ausgangsbasis die ROADMAP von AUNET zugrunde gelegt: eine Zusammenschau aller für MST relevanten Berufsabschlüsse im Sinne eines Gesamtsystems beruflicher Entwicklungsmöglichkeiten, die durch aufeinander aufbauende Qualifikationsstufen entstehen. Es ist eines der zentralen Ergebnisse der 5-jährig geförderten Arbeit von AUNET, dass für eine nachhaltige Personalgewinnung und Personalentwicklung in den neuen Technologiefeldern stärker als bisher dieser Gesamtzusammenhang gesehen und behandelt werden muss. Er ist maßgeblich für deren Attraktivität und Innovationsfähigkeit in Zeiten knapper Personalressourcen. Wichtig ist dabei, dass die in der Praxis vernetzten Hochtechnologien (dieser Workshop konzentrierte sich auf MST und OT) auch im Berufsbildungssystem nicht getrennt voneinander behandelt werden. Dies ist eine der Prämissen des gesamten Fachkongresses. In diesem Rahmen wurden anhand einzelner Initiativen aus AUNET und Optecnet die Teilaspekte:

- *gewerblich-technische Ausbildung,*
- *Fortbildung für Lehrer und Ausbilder,*
- *Aufstiegsqualifizierung und flankierende Berufsbildung für Technologieförderprogramme*

unter den folgenden Leitfragen dargestellt und diskutiert:

- *Welche Problemlage zeichnet sich bei den HT-relevanten Ausbildungsberufen ab?*

- *Worin liegen erfolgsträchtige Lösungsansätze?*
- *Welche Handlungsempfehlungen werden den Akteuren der gewerblich-technischen Ausbildung und Aufstiegsqualifizierung gegeben?*
- *Welche Rahmenbedingungen sind zu schaffen?*
- *Welche Unterstützung durch Politik wird als erforderlich angesehen?*

Fazit

Durch die Vorträge wurde deutlich, dass die 5-jährige Netzwerkarbeit – insbesondere im Feld MST – im Zusammenwirken mit weiteren Akteuren beruflicher Bildung in der Bundesrepublik eine erhebliche Strukturleistung für die Berufsbildung erbracht hat, die die Ziele der Technologieförderung wesentlich unterstützt. Dies betrifft u. a. die Schaffung einer Reihe neuer Fortbildungsberufe, neuer Qualifizierungskonzepte sowie Analysen zum Qualifikationsbedarf und zur Situation der Anbieter von Berufsbildungsdienstleistungen.

Gleichzeitig wurde durch die Vorträge und Diskussionen eine Reihe zentraler Fragen herausgearbeitet, die von AUNET im Förderzeitraum nicht abschließend bearbeitet werden konnten und für nachhaltigen Erfolg durch eine systematische Pflege des Gesamtsystems weiterverfolgt werden müssen. Dies betrifft insbesondere:

- *die effizientere Nutzung der Flexibilitätsspielräume, die die Ausbildungsordnungen für die Implementation neuer Technologien bieten,*
- *den Untersuchungsbedarf zur Weiterentwicklung des Berufs Mikrotechnologie/ Mikrotechnologin,*
- *eine bessere (weniger formale, sondern kommunikativere) Informationsarbeit*

- und Unterstützung des Matchingprozesses zwischen Unternehmen und Jugendlichen,*
- *einen systematischen Ausbau der beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten für Absolventen/innen der Ausbildungsberufe durch Aufstiegsfortbildung/ Fortbildungsberufe,*
- *die Ausgestaltung und öffentliche Anerkennung des Eigengewichts dieser Berufe als Innovationspromotoren,*
- *Übergangsmöglichkeiten von diesen Berufen in die Hochschulen,*
- *die Flexibilisierung der Übergänge zwischen den HT-relevanten Berufen durch ein breit gefächertes Angebot an Mischqualifikationen, ohne die Berufe selbst in Frage zu stellen,*
- *die Entwicklung eines Angebots an Teilqualifikationen für Seiteneinsteiger/innen und Beschäftigte mit modernisierungsbedürftigen Qualifikationen,*
- *den Ausbau der Berufsbildungsinfrastruktur/wirtschaftlicher Existenzbedingungen für Bildungsdienstleister,*
- *die Weiterbildung von Ausbildern und Berufsschullehrern,*
- *die gezielte Finanzierung strategischer Initiativen aus diesem Katalog.*

Derartige Fragen sind in der Alltagsarbeit von Netzwerkstrukturen besonders gut zu erkennen und zu bearbeiten und auf Zweckmäßigkeit zu erproben.

Handlungsempfehlungen

Aus den Verhandlungen des Workshops ergeben sich folgende Empfehlungen an die Akteure des Berufsbildungssystems und die Politik (sie sind nicht neu, aber nach wie vor hochaktuell): Die für Technologieentwicklung relevanten Aus- und Fortbildungsberufe müssen im Zusammenhang – als ROADMAP – behandelt und geordnet werden; die bisherige ROADMAP von

AWNENT, die sich vorrangig am Beruf des Mikrotechnologen orientierte, muss auf alle relevanten Aus- und Fortbildungsberufe erweitert werden, also auf Feinoptiker, Feinwerkmechaniker, Mechatroniker, Industriemechaniker etc. und deren Aufstiegsberufe. Ordnungspolitik sollte sich an den Entwicklungslinien von Technologiefeldern orientieren und dabei Durchlässigkeit und Flexibilität zwischen den Berufen sichern; insbesondere sollten:

- *Cluster relevanter Berufe für typische Produktgruppen des HT-Bereichs im Blick auf ihre Substitutionspotentiale und ihre Kooperationsfähigkeit untereinander integriert geordnet werden,*
- *für diese Cluster bei Beibehaltung der Beruflichkeit (basistechnologische) Gemeinsamkeiten herausgearbeitet und Spezialisierungsmöglichkeiten für alle durch geeignete Mischqualifikationen als Zusatzqualifikationen zur Verfügung gestellt werden; es bedarf einer kontextuellen Modernisierung der relevanten Ausbildungsberufe i. S. eines arbeitsteiligen kooperativen Innovationsprozesses, insbesondere im Blick auf Soft Skills und gemeinsame technologische Grundlagen,*
- *Fortbildungsberufe wie Techniker-, Meister- und vergleichbare Fortbildungsregelungen (wie z. B. der neue Prozessmanager-Mikrotechnologie) als Innovationspromotoren und als Stufen beruflicher Entwicklungsprozesse – auch in Kooperation mit den Hochschulen – ausgestaltet und anerkannt werden; dieser strategischen Arbeit für die Diffusion*

von HT wird z.Z. nicht die gebührende Beachtung geschenkt,
 → *die Fortbildungsberufe in Länderkompetenz (Techniker) und in Bundeskompetenz in Abstimmung/Ergänzung miteinander geordnet werden; die Qualifizierung von Technikern benötigt gezieltere bildungspolitische Unterstützung.*

Das öffentliche Interesse – auch die Ordnungspolitik – müsste sich darüber hinaus mehr der Qualifizierung der Beschäftigten und der Seiteneinsteiger über das gesamte Berufsleben, nicht nur für die Einstiegsphase, widmen. Der gezielten Gewinnung und Bindung von Nachwuchskräften/Arbeitskräften für die Hochtechnologiebereiche muss mehr Bedeutung beigemessen werden; die oben skizzierte Systembildung spielt dafür eine zentrale Rolle; die formale Verteilung von Informationsmaterial reicht nicht aus; es ist ein gezielteres Matching zwischen Unternehmen und Jugendlichen erforderlich. Technologieprogramme sollten grundsätzlich flankierende Qualifikationsprogramme enthalten. Derartige staatlich geförderte Netzstrukturen sollten untereinander grundsätzlich i.S. integrierter (hier: MST und OT verbindender) Technologiefelder kooperieren. Es bedarf Programme zur Entwicklung angemessener Angebote beruflicher Aufstiegsfortbildung und Weiterbildung in HT mit folgenden Zielrichtungen:

- *Langfristige Sicherung der Bildungsinfrastruktur, auch für*

privatwirtschaftlich tätige Anbieter, durch geeignete Marktrahmenbedingungen (Ordnungs- und Förderungspolitik, s.u.)
 → *Berufspädagogische Fortbildung bzw. Erwerb berufspädagogischer Zusatzqualifikationen durch betriebliche Aus- und Weiterbilder sowie in Aus- und Weiterbildung nebenberuflich Tätige.*

Eine systematische strategische Förderung der Aus- und Weiterbildung an den strategischen Punkten von HT-Netzen ist erforderlich: Zurzeit ist z. B. die Förderung von Technikern als Technologiepromotoren in den Feldern MST und OT offensichtlich die Sache von einzelnen engagierten Regionen! Die Förderung gemeinsamer Qualifizierung von Ausbildern und Lehrern und die systematische Sicherung eines Netzes von Bildungsdienstleistern für die mittelständische Wirtschaft (wie sie im Handwerk erfolgt) wären derartige strategische Förderungsaufgaben.

Die öffentliche Berufsbildungsförderung sollte besser mit dem Bedarf an Qualifizierung und an qualitätsorientierter Bildungsinfrastruktur abgestimmt werden.

.....

Heinrich Tillmann
 Innovationsberatung Tillmann

Dietmar Naue
 BWAW Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH

Ausbildungsbestimmende Faktoren in den Hochtechnologien

Die Diskrepanz zwischen Fachkräftebedarf und niedrigen Ausbildungszahlen in den Hochtechnologiefeldern zeigt sich besonders deutlich im Raum Berlin. Einerseits wird der Ruf nach Maßnahmen gegen den Mangel an Facharbeiter/-innen, Techniker/-innen und Ingenieuren/-innen immer lauter, andererseits liegt die Ausbildungsquote in den Hochtechnologiefeldern deutlich unter der durchschnittlichen von 6,4%. So hatte beispielsweise der Technologiepark Berlin-Adlershof mit seiner hohen Dichte an High-Tech-Betrieben im Jahr 2005 lediglich eine betriebliche Ausbildungsquote von 2,7%. Für diese schnell wachsende Branche besteht daher die Gefahr, vor allem auch vor dem Hintergrund des demografischen Wandels, dass in wenigen Jahren Hochtechnologie-Arbeitsplätze nicht mehr mit angemessen ausgebildetem Personal besetzt werden können.

Neben der Ausschöpfung des Fachkräftepotenzials (z. B. ältere Arbeitnehmer/-innen, Frauen) müssen daher auch die Ausbildungsaktivitäten verstärkt werden. Um sinnvolle und nachhaltige Maßnahmen zu ergreifen, ist eine Analyse der Faktoren notwendig, die ein Ausbildungsengagement der Betriebe fördern oder hemmen.

In einer im Raum Berlin angelegten Studie untersuchte das Ausbildungsnetzwerk Hochtechnologie Berlin (ANH Berlin) hierzu die Ausbildungspotenziale in Betrieben der Mikrosystemtechnik, der Optik und der Nanotechnologie mit dem Ziel, ausbildungsbestimmende Faktoren zu benennen. Das ANH Berlin wird durch das BMBF-Programm JOBSTARTER und durch den Europäischen Sozialfonds gefördert.

Die Ergebnisse der Untersuchung dienen als Grundlage, um Dienstleistungen zu entwickeln und auszubauen, die

beim Abbau von Hemmnissen helfen und Betriebe bei der Ausbildung unterstützen sollen. Basis der Untersuchung war ein Fragebogen, welcher an 325 Betriebe verschickt wurde. Die Rücklaufquote betrug 18,8% (61 Fragebögen). Von den antwortenden Betrieben waren 36 ausbildende (59%) und 25 (41%) nicht ausbildende Betriebe. Zusätzlich wurden neun Experteninterviews mit ausbildenden und nicht ausbildenden Betrieben sowie mit Akteuren der beruflichen Bildung geführt. Dies diente dazu, die aus dem Fragebogen gewonnenen Ergebnisse tiefer zu explorieren.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Faktoren, die ein Ausbildungsengagement fördern, vor allem die Sicherung des eigenen Fachkräftebedarfs, die Verjüngung der Belegschaft sowie die gesellschaftliche Verantwortung sind. Dies erfordert von den Unternehmen jedoch eine langfristige Planungssicherheit, die es ihnen ermöglicht in diesen Dimensionen zu handeln. Bei den ausbildungshemmenden Faktoren zeigen sich vor allem drei Schwerpunkte:

Wirtschaftliche Situation

Die wirtschaftliche Situation vieler Unternehmen im Raum Berlin ist anscheinend so unsicher, dass es ihnen nicht möglich ist, den Ausbildungszeitraum von zweieinhalb bis dreieinhalb Jahren zu überblicken oder die Kosten, die durch eine Ausbildung entstehen, vollständig tragen zu können. 61% der nicht ausbildenden Betriebe gaben bei der Frage nach den finanziellen Bedingungen der Ausbildung an, dass die „allgemeine betriebliche Situation“ dies nicht zulässt. 29% führten die „Höhe der Aufwendungen für die Ausbildung“ als Hinderungsgrund an. Auch wenn sich die wirtschaftliche Situation von außen nicht ändern lässt, könnte ein besserer Zugang

zu Informationen über die Fördermöglichkeiten und die steuerlichen Erleichterungen für Ausbildungsbetriebe zum Abbau dieses Problems beitragen. In diesem Fall sind also Beratung und Information die entscheidenden Hilfen.

Fehlende Ausbildungsinhalte im Betrieb

Viele Technologie-Betriebe sind hoch spezialisiert und nicht in der Lage, alle Inhalte eines Ausbildungsberufes abzudecken. Diesem Ausbildungshemmnis kann man durch die Modelle der Ausbildungskoope-ration und Ausbildungsverbünde begegnen. Bei diesen schließen sich zwei oder mehrere Betriebe zusammen, von denen jeder entsprechend seines Produktions- oder Forschungsschwerpunktes Teile der Ausbildung übernimmt. Gemeinsam werden so alle Ausbildungsinhalte abgedeckt. Der/die Auszubildende durchläuft somit in verschiedenen Betrieben alle notwendigen Bereiche und Abteilungen, der Ausbildungsvertrag liegt jedoch bei einem Unternehmen. Neben dem Nutzen für die Auszubildenden, mehrere Betriebe kennen gelernt zu haben, verringern sich für die Betriebe auch die Ausbildungskosten, da die fehlenden Inhalte nicht durch kostenpflichtige Lehrgänge abgedeckt werden müssen.

Betreuungsaufwand

51% der befragten nicht ausbildenden Betriebe gaben an, dass der Betreuungsaufwand für die Ausbildung zu hoch sei. Weitere 30% gaben die Höhe des Verwaltungsaufwandes als Grund an, nicht auszubilden. Die Ursache hierfür könnte die meist kleine Unternehmensgröße der nicht ausbildenden Unternehmen sein. So haben 80% der nicht ausbildenden

Betriebe der befragten Gruppe nur bis zu 10 Mitarbeiter/-innen. Ihre Beschäftigten sind oftmals mit mehreren Aufgabenbereichen belastet. Unter diesen Bedingungen noch einen jungen Menschen auszubilden, scheint nicht machbar. Hier nutzen den kleinen Betrieben Ausbildungskooperationen sowie ein externes Ausbildungsmanagement, welches Teile der administrativen Tätigkeiten übernimmt.

Das ANH Berlin hat aus den gewonnenen Erkenntnissen Dienstleistungen und Beratungsangebote entwickelt, um die Ausbildungsaktivität in den Hochtechnologieunternehmen im Raum Berlin zu erhöhen. Das Netzwerk bietet Dienstleistungen in den Bereichen Ausbildungsplatzentwicklung, externes Ausbildungsmanagement und Ausbildungskooperation an.

Betriebe, die das erste Mal oder in einem neuen Berufsfeld ausbilden wollen, werden von den Ausbildungsplatzentwicklern in Bezug auf die Wahl des geeigneten Ausbildungsberufes und dessen Inhalte beraten. Durch das Ausbildungsmanagement erhalten die Unternehmen Unterstützung bei der Suche, Auswahl und Betreuung der Auszubildenden. Zudem werden Ausbildungskooperationen vermittelt, damit auch kleine und/oder hoch spezialisierte Unternehmen in die Lage versetzt werden, in der Ausbildung aktiv zu werden.

Durch diese Kombination verspricht sich ANH Berlin ein erhöhtes Ausbildungsengagement bei Betrieben der Mikrosystemtechnik, der Optik und der Nanotechnologie im Raum Berlin. Erste Erfolge bei der Schaffung zusätzlicher

Ausbildungsplätze sowie Ausbildungskooperationen geben diesem Ansatz recht. Durch weitere unterstützende Maßnahmen der öffentlichen Hand könnten zusätzliche Ausbildungsplätze geschaffen werden und somit dem Fachkräftemangel effektiv begegnet werden.

.....

Nicola Tauscher

Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin / ANH Berlin

Die Studie „Berufsausbildung in Hochtechnologien – Analyse betrieblicher Ausbildungspotenziale und ausbildungsbestimmender Faktoren im Raum Berlin“ kann bezogen werden über: ANH Berlin | Max-Planck-Straße 5 | 12489 Berlin | nicola.tauscher@zemi-berlin.de

Mikrotechnologe/ in: Ein „kleiner“ Beruf mit einigen Besonderheiten

Ergebnisse einer Befragung zur Gestaltung der Ausbildung von Mikrotechnolog(innen)

Die Frage nach geeigneten Berufsstrukturen für die Hochtechnologie steht bereits im Titel dieses Forums zur Erstausbildung. Für die Mikrosystemtechnik liegen aus den vergangenen Jahren hierzu fundierte Erfahrungen – u. a. zur Einführung und Etablierung eines Facharbeiterberufes in einem Hochtechnologiebereich – vor¹. Diese verdienen der Beachtung in der Diskussion um die weitere Ausgestaltung des Systems beruflicher Bildung in den so genannten Hochtechnologiefeldern, zu denen neben der Mikrosystemtechnik u. a. die Nanotechnologie sowie die Optischen Technologien zählen. Nachfolgend werden einige Erkenntnisse aus der Arbeit der

regionalen Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik sowie aus einer Befragung zur Ausbildungsorganisation von Mikrotechnolog(inn)en² aufgegriffen. Vor diesem Hintergrund werden im Anschluss Herausforderungen für die zukünftige Weiterentwicklung des Ausbildungssystems benannt.

Mikrotechnologe/ Mikrotechnologin – ein „kleiner“ Beruf

Der Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin wurde 1998 neu geordnet und damit ins Leben gerufen. Beteiligt an der Genierung des Berufsbildes waren

zum einen Vertreter von Großunternehmen der Mikroelektronik und Halbleiterherstellung, die ausgebildetes Fachpersonal als Unterstützung des Prozessingenieurs benötigten. Zum anderen erkannten Mitarbeiter des Ausbildungsservices der TU-Berlin in Kooperation mit dem VDI/VDE-IT den Bedarf an naturwissenschaftlich-technisch ausgebildeten Facharbeitern für Forschungs- und Entwicklungsbereiche in klein- und mittelständischen Unternehmen sowie in Forschungseinrichtungen. Entstanden ist eine anspruchsvolle Berufsausbildung, die Facharbeiter(innen) hervorbringt, die in verschiedenen Bereichen einsetzbar sind.

Bei der Betrachtung der Ausbildungszahlen für diesen Beruf wird deutlich, warum dieser Beruf auch als Splitterberuf bezeichnet wird: Über die drei Ausbildungsjahre hinweg gibt es in etwa 550 Auszubildende bundesweit. Zum Vergleich: Bei dem ebenfalls im Jahr 1998 neu geordneten Beruf des Mechatroniker/der Mechatronikerin gab es im Jahr 2006 ca. 22.800 Auszubildende. Woran liegt es, dass die Ausbildungszahlen so niedrig sind? Zunächst einmal kann vorweg genommen werden, dass der Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin in Bezug auf niedrige Ausbildungszahlen keine Seltenheit darstellt. Von den derzeit ca. 340 dualen Ausbildungsberufen gibt es eine Vielzahl derartig ‚kleiner‘ Ausbildungsberufe. Unabhängig davon wurden von Akteuren der Ausbildung in den vergangenen Jahren folgende Punkte als mögliche Ursachen für die zurückhaltende Ausbildung identifiziert:

- die Ausbildung in diesen anspruchsvollen Beruf ist sehr material-, personal- und kostenintensiv,
- das berufliche Einsatzgebiet der Facharbeiter(inn)en ist relativ spezifisch, es werden nur wenige dieser Fachkräfte in den Unternehmen/Forschungseinrichtungen benötigt (Ausnahme: Halbleiterindustrie),
- das Berufsbild ist nicht nur bei Unternehmen und Forschungseinrichtungen, sondern auch bei (Berufs-)Beratern, Lehrerinnen und Lehrern, Jugendlichen und deren Eltern weitgehend unbekannt und anders als der Mechatroniker auch nicht ‚selbsterklärend‘,
- die Flexibilitäts- und Gestaltungsspielräume von Ausbildungsordnungen und Lehrplänen werden von Unternehmens- und Ausbildungsverantwortlichen unterschätzt, so dass sie ihre Prozesse nicht wieder finden und daher einer Ausbildung ablehnend gegenüberstehen.

Hervorzuheben ist, dass es bislang keine arbeitslosen Mikrotechnolog(inn)en gibt, sie im Gegenteil gesuchte Fachkräfte sind. Ausgebildet wird in der Regel nur für den eigenen Bedarf.

Kleine Branche – große Vielfalt

Die Prozesse, Produkte und Anforderungen größerer und mittelständischer Unternehmen der Halbleiterbranche unterscheiden sich stark von denen kleiner Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die in der Mikrosystemtechnik bzw. der Aufbau- und Verbindungstechnik tätig sind. In den Halbleiterwerken werden die Fachkräfte überwiegend für die Bedienung der Anlagen und Überwachung standardisierter Prozesse benötigt. Als abwechslungsreicher und vielfältiger werden die Tätigkeiten von Mikrotechnologen und Mikrotechnologinnen beschrieben, die in kleineren Unternehmen tätig sind, welche in der Regel produktischen besetzen, Prototypen herstellen und flexibel auf Kundenwünsche reagieren müssen. Ähnliches gilt für Fachkräfte, die in Forschungseinrichtungen Forschungsarbeiten der Institutsmitarbeiter(innen) unterstützen.

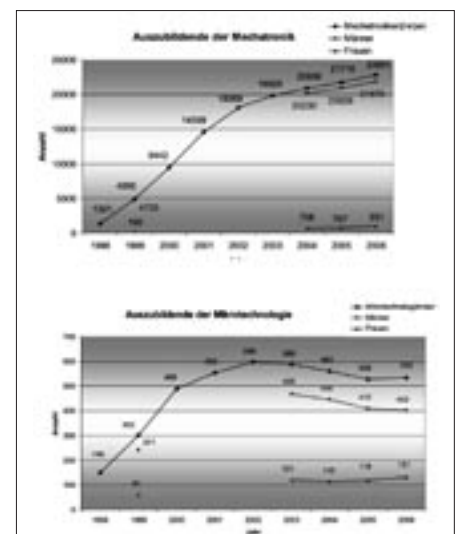
Die Vielfalt in den Produkten, Technologien und Werkstoffen stellt letztlich auch Lehrende an beruflichen Schulen sowie das Ausbildungspersonal an überbetrieblichen Einrichtungen vor hohe Herausforderungen. Verstärkt wird dies dadurch, dass die Heterogenität der Auszubildenden innerhalb einer Klasse nicht nur auf deren betriebliche Einsatzgebiete basiert, sondern auch auf unterschiedliche Lernvoraussetzungen zurückzuführen ist. Das Spektrum reicht hier von Realschüler(innen), Abiturient(inn)en, bereits ausgebildeten Facharbeiter(inn)en bis hin zu Studienabbrecher(innen).

Besonderheiten und Herausforderungen

Derzeit werden Mikrotechnolog(inn)en in Unternehmen und Forschungseinrichtungen in 14 Bundesländern ausgebildet³. Die berufstheoretische Ausbildung erfolgt zurzeit an acht Berufsschulstandorten. An nahezu all diesen Standorten hat sich eine spezifische Ausbildung im Verbund herausgebildet⁴:

- *Ausbildungsverbund mit Auftragsausbildung durch Bildungsdienstleister in Regensburg, Erfurt und Dresden*
- *Ausbildungsverbund mit der Berufsschule als Leit- und Koordinierungsstelle in Itzehoe und Berlin*
- *Ausbildungsverbund mit Leitbetrieb in Heilbronn*
- *kein Ausbildungsverbund: Dortmund und Reutlingen*

Es sind jeweils ca. 6 bis 24 Ausbildungsbetriebe/-einrichtungen, die in den jeweiligen Verbänden beteiligt sind. Neben



Grafik 1 // Entwicklung der Auszubildendenzahlen bei den Mikrotechnolog(inn)en und Mechatroniker(inn)en, Datenquelle: BIBB-Datenblatt 31621 und 316145



Bild 1 // Mikrotechnolog(inn)en im Unterricht

Großunternehmen wie Infineon, Qimonda, AMD, Bosch sowie einigen mittelständischen Unternehmen sind es vor allem Klein- und Kleinstunternehmen oder Forschungsinstitute. Nur die größeren Unternehmen stellen mehrere (2-12) Azubis pro Jahr ein, die kleineren Institutionen bilden in der Regel nur einen, maximal zwei Azubis aus, teilweise auch nur im 2- oder 3-Jahresrhythmus. Generell schwankt die Auszubildendenzahl der Unternehmen sehr stark. Dies wirkt sich auch auf die Berufsschulen aus. An den meisten Standorten wird eine Klasse beschult, wobei die Klassenstärken meist zwischen 12 und 30 Schüler/-innen liegen⁵. Standorte, an denen die vom jeweiligen Kultusministerium vorgegebene Klassenstärke nicht erreicht wird, drohen geschlossen zu werden bzw. wurden bereits geschlossen.

Aufgrund der Zuständigkeit der Länder für die berufsschulische Ausbildung wurden von den sieben Bundesländern, in denen Mikrotechnolog(inn)en beschult werden, auf der Grundlage des KMK-Rahmenlehrplans eigene Lehrpläne erstellt. Hierbei übernimmt nur ein Bundesland (Baden-Württemberg) die vorgeschlagenen 13 Lernfelder für die fachtheoretische Unterweisung. Die anderen sechs Länder gruppieren die Lernfelder in Lernfeldgruppen oder berufliche Handlungsbereiche bzw. ordnen sie einzelnen Fächern zu. Unterschiede zeigen sich sowohl im fachtheoretischen bzw. berufsbezogenen als auch im allgemein bildenden Bereich. Dies erschwert die Transparenz und Vergleichbarkeit der Unterrichtsinhalte und führt u. a. dazu, dass die Berufsschulzeugnisse sehr unterschiedlich aussehen: allein für den berufsbezogenen Bereich werden zwei bis sechs unterschiedliche Noten vergeben. Darüber hinaus werden von einigen Lehrkräften werden sowohl die Inhalte der Lehrpläne bzw. des Rahmenlehrplan

aufgrund ihrer Halbleiterlastigkeit als auch die Lernfeldmethodik als „nicht umsetzbar“ kritisiert.

Für die Prüfungsangelegenheiten sind die örtlichen Industrie- und Handelskammern zuständig; auch diese werden unterschiedlich gehandhabt. Die von der Leitkammer (IHK-Dresden) erstellten Prüfungsaufgaben für die Fachtheorie werden in Sachsen, Thüringen, Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und in Bayern eingesetzt. Als problematisch wird hier angesehen, dass sich diese Prüfungen stark an den Prozessen und Technologien der Halbleiterunternehmen des Dresdener Standortes orientieren, dass Auszubildende anderer Unternehmen in anderen Regionen andere Prozessschritte, Qualitätsmanagementaspekte oder Werkstoffe kennen gelernt haben, die hier jedoch nicht abgefragt werden⁶. In Baden-Württemberg, Berlin und Schleswig-Holstein werden eigene Prüfungen erstellt, was einerseits den Vorteil hat, dass sich auch die fachtheoretischen Prüfungen an der Ausbildungswirklichkeit der Auszubildenden orientieren. Auf der anderen Seite ist die Prüfungsaufgabenerstellung sehr aufwändig.

Perspektiven und Forderungen

Diese Ausführungen haben u. a. gezeigt, dass für die vergleichsweise wenigen Auszubildenden im Bereich der Mikrotechnologie ein recht hoher Aufwand betrieben wird. Bezug nehmend auf Überlegungen, auch für andere Hochtechnologiebereiche einen Ausbildungsberuf zu kreieren,

ist kritisch zu hinterfragen, ob dies angesichts – der vermutlich auch in diesen Bereichen – geringen Fallzahlen, sinnvoll ist. Einer weiteren Zersplitterung von Berufen sollte entgegen gewirkt werden. Dies darf jedoch nicht zu einem Verlust an geforderten, spezifischen Ausbildungsinhalten führen. Vielmehr ist die Idee eines Kerncurriculums für Berufs- und Tätigkeitsfelder in der Hochtechnologie mit darauf aufbauenden spezifischen Wahlbausteinen, wie sie bereits in einigen Veröffentlichungen der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik vorgeschlagen wurden, weiterzuverfolgen und in Kooperation mit Vertretern anderer Technologiefeldern zu konkretisieren. Aufgebaut werden kann hierbei sowohl auf den Erfahrungen der Netzwerke als auch auf den Erfahrungen der Beruflichen Schulen und der Anbieter überbetrieblicher Ergänzungsausbildungen.

Die Erkenntnisse sind auch bei der Frage nach der Anzahl und nach geeigneten Standorten für die berufsschulische Ausbildung aufschlussreich: Einerseits ist eine Beschulung – vor allem aus der Sicht der Unternehmen – ‚vor Ort‘ wünschenswert, auf der anderen Seite wurden auch sehr gute Erfahrungen mit der überregionalen Beschulung gemacht. Die für die Ausbildung in Hochtechnologiebereichen erforderliche Infrastruktur sowie die spezifischen Kompetenzen auf Seiten der Lehrkräfte und Auszubildenden müssen in der Regel langfristig aufgebaut werden. Ein kurzfristiges Einsteigen einer Bildungsinstitution in die Ausbildung ist nicht selten mit

Qualitätsverlusten verbunden. Fortgesetzt werden sollte der für die Mikrotechnologie-Ausbildung begonnene Austausch unter den Lehrenden bzw. Auszubildenden: Fragen zur engeren Verzahnung von Theorie und Praxis, Umsetzung der Lernfelder, Binnendifferenzierung, Qualitätssicherung oder Prüfungsgestaltung können in diesem Kreis für alle gewinnbringend beantwortet werden.

Darüber hinaus ist jedoch für die Weiterentwicklung des Ausbildungssystems eine Zusammenarbeit der Akteure der unterschiedlichen Hochtechnologie-Initiativen erforderlich.

Lit 1: Zu nennen sind hier u. a. folgende Veröffentlichungen der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik: AWWNET (Hrsg.): AWWNET-Zwischenbilanz 2003-2005. Berlin 2005. AWWNET (Hrsg.): POSITIONSPAPIER zur zukünftigen Ausgestaltung

des Aus- und Weiterbildungssystems in der Mikrosystemtechnik und anderer Hochtechnologien. Berlin 2005. D. Naue: Neue Anforderungen für Mikrotechnologen/-innen – Brauchen wir neue Curricula für die gewerbliche Ausbildung? Vortrag zu den Forumstagen zur Kompetenzentwicklung in der Mikrosystemtechnik am 12./13.10.2006 in Essen. Abrufbar unter: <http://www.ms-tonline.de/ausbildung/forum/forumstage2006>

Lit 2: Im Sommer 2007 wurden qualitative Interviews mit Lehrkräften und Auszubildenden an den derzeit acht Standorten der berufsschulischen Ausbildung von Mikrotechnolog(inn)en geführt. Die ausführliche Veröffentlichung dieser Ergebnisse erfolgt voraussichtlich 2009 im Rahmen einer Dissertation.

Lit 3: Die ausbildungsstärksten Länder sind Thüringen, Sachsen und Baden-Württemberg mit jeweils knapp 100 Auszubildenden. Es folgen die Länder Bayern, Nordrhein-Westfalen und Berlin mit jeweils 60-70 Auszubildenden. Die anderen Bundesländer weisen Ausbildungszahlen zwischen 1-12 auf. Vgl. BIBB-Datenblatt 316210. Abrufbar unter www.bibb.de.

Lit 4: Bereits Pahl/Schütte/Vemehr verweisen darauf, dass Ausbildungsverbünde für den Hochtechnologiebereich eine geeignete Ausbildungsform darstellen. Pahl, J.-P.; Schütte, F.; Vemehr, B.: Verbundausbildung

– Berufliche Lernorganisation im Bereich der Hochtechnologie. Bielefeld 2003

Lit 5: Hierbei handelt es sich bereits um Landesfachklassen. Eine Ausnahme stellt Baden-Württemberg mit seinen beiden Schulstandorten in Reutlingen und Heilbronn dar, eine zweite Ausnahme ist die Berufsschule in Itzehoe, die von Beginn an eine länderübergreifende Klasse installiert hat. Zu den Standorten und deren Einzugsgebiet siehe auch den Artikel „Teach Micro. Dokumentation des Workshops für Mikrotechnologie-Lehrkräfte“ in diesem Band. Ehemalige Berufsschulstandorte für den Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin waren Frankfurt/O. (Brandenburg), Neustadt am Rübenberge (Niedersachsen) sowie Bruchsal (Baden-Württemberg).

Lit 6: Der Prüfungsaufgabenerstellungsausschuss, in dem alle Berufsschulstandorte vertreten sind, an denen diese Prüfungen eingesetzt werden, bemüht sich diese Unterschiede zu berücksichtigen.

.....

Claudia Kalisch

Universität Rostock | Technische Bildung

Ausbildung im Verbund von Unternehmen, Berufsschule und Bildungsdienstleister – ein erfolgreiches Konzept zur Ausbildung in Hochtechnologien in Thüringen

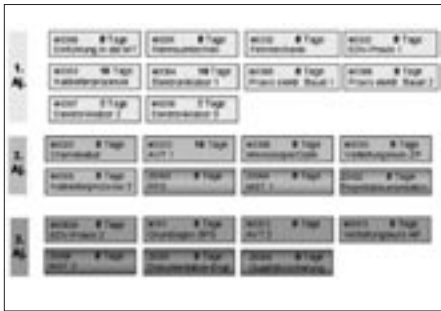
Ausgangssituation und Entwicklungswege
Thüringen hat sich zu einem Standort der Mikro- und Nanotechnologien entwickelt, der seine Wurzeln in langjährigen Traditionen der Elektronik, Mikroelektronik, Optik, Feinwerktechnik und Werkstofftechnik hat. Gegenwärtig liegen hier nach einer Untersuchung des IVAM Fachverband für Mikrotechnik e. V. 3 der 14 in Deutschland identifizierten Mikrotechnik-Cluster¹.

Mit der Schaffung des staatlich anerkannten Ausbildungsberufes „Mikrotechnologen/-in“ im Jahre 1998 begann

eine inzwischen vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Berufsschule und dem privatwirtschaftlich agierenden Bildungsdienstleister BAW Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH. Hintergrund war, dass die Unternehmenslandschaft in Thüringen von kleinen und mittleren Unternehmen geprägt ist: 92% der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes haben weniger als 50 Beschäftigte². Gleichzeitig ist ein hoher Spezialisierungsgrad vieler Betriebe zu verzeichnen.

Dies und die Tatsache, dass insbesondere in Reinräumen befindliches Equipment kaum für Ausbildungszwecke zur Verfügung stehen kann, führte im Jahr 2000 im Rahmen eines Bekenntnisses Erfurter Industrieunternehmen zur Aus- und Weiterbildung zum Auftrag an das BAW, ein Kompetenzzentrum Mikrotechnologie aufzubauen. Materiell-technisches Kernstück ist der 2002 mit Unterstützung des Freistaates Thüringen in Betrieb genommene Reinraum für Aus- und Weiterbildungszwecke. Etabliert wurde eine

überbetriebliche Ergänzungsausbildung und die Vermittlung von Zusatzqualifikationen, deren Konzept jährlich zwischen dem BWA, den Unternehmen und der Berufsschule abgestimmt wird (vgl. Abbildung 1).



Grafik 1 // Module der überbetrieblichen Ergänzungsausbildung, Vermittlung von Zusatzqualifikationen

Als Herausforderung erwiesen und erweisen sich Spezifika beruflicher Bildung in Hochtechnologien:

- Das Bildungsfeld Mikrotechnologie ist von hoher Dynamik geprägt. Eine wachsende Vielfalt von Technologien, Produkten und eingesetzten Materialien erfordert Überlegungen, wie welche Kompetenzen zu erwerben sind.
- Neue Anforderungen entstehen oft an den Schnittstellen zu anderen Hochtechnologien, z. B. Biotechnologie/Biosystemtechnik, Medizintechnik, optischen Technologien, Nanotechnologie.
- Die durch die rasante technisch-technologische Entwicklung bedingte Gefahr chronischer Verspätung von Wissensvermittlung wirft die Frage auf, wie Know-how aus Hochschulen, Forschungsinstituten und Unternehmen selbst für die Kompetenzentwicklung mobilisiert werden kann.
- Damit eng zusammen hängt die wachsende Bedeutung von im Unternehmen selbst generiertem Wissen.

Beginnend 2002 haben Unternehmen, eine Universität, der Bildungsdienstleister BWA, Forschungseinrichtungen und Vereine ein Netzwerk zur „Fachkräftesicherung in der Mikrosystemtechnik in Thüringen (FasiMiT)“ aufgebaut³. Hauptaufgabe des Netzwerks ist die Bildung einer Infrastruktur, in der Kompetenzentwicklung in der MST berufs- und disziplinenübergreifend unterstützt wird. Hauptzielgruppe sind dabei Unternehmen in Thüringen, die in der Herstellung oder beim Einsatz von Mikrosystemen und deren Komponenten bzw. im weitesten Sinne in den Mikro- und Nanotechnologien tätig sind. Eine weitere Zielgruppe bilden Schülerinnen und Schüler als künftige potenzielle Nachwuchskräfte sowie Lehrerinnen und Lehrer als deren Wegbegleiter und Multiplikatoren.

Eines der forcierten Kompetenzfelder des Netzwerks ist die Erstausbildung, insbesondere im Beruf Mikrotechnologie/-in (vgl. Abbildung 2).



Grafik 2 // Kompetenzfelder und Hauptakteure des Netzwerks FasiMiT

Gezeigt hat sich, dass häufig die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des/der Mikrotechnologen/-in in

- Produktionsbereichen für mikrotechnische Erzeugnisse, z. B. integrierte Schaltkreise, optoelektronische Anzeigekomponenten,

Solarzellen, elektronische Bauteile, Sensoren, Aktoren und Mikrosysteme,
 → produktionsunterstützenden und FuE-Bereichen von Betrieben und
 → Labors von Hochschulen und Forschungseinrichtungen

kaum bekannt sind. Deshalb wurden Gespräche mit Geschäftsführern und anderen Führungskräften in über 40 Unternehmen zur Aus- und Weiterbildung in der MST und verschiedene Veranstaltungen der MST-Community auch dazu genutzt, das Berufsbild vorzustellen und die Ausbildung unterstützende Aktivitäten aufzuzeigen.

Zunehmend rückt in das Blickfeld, dass der demografische Wandel in der Gesellschaft mit seinen extrem sinkenden Schulabgängerzahlen die Fachkräftesicherung und damit die Innovationsfähigkeit gerade in High-Tech-Bereichen treffen könnte, wenn nicht entsprechend gesteuert wird. Bei einer zurückgehenden Zahl an Bewerbern und zu verzeichnenden schlechter werdenden Eingangsausbildungsqualifikationen von Bewerbern gilt es, neue Modelle zu entwickeln. Diese sollen einerseits auf gezielte Maßnahmen zur Berufsorientierung, andererseits auf die Minimierung von Einstiegsbarrieren für eine Ausbildung gerichtet sein.

Als ein Weg in dieser Richtung wurde die Entwicklung und Erprobung eines wirtschaftsgetragenen Stufenmodells für den Ausbildungsberuf „Mikrotechnologie/-in“ gesehen. FasiMiT unterstützte hierzu das aus Mitteln des BMBF und der EU/ESF geförderte JOBSTARTER-Vorhaben „EwiS“⁴. Bei diesem Modell wird eine Phase, bestehend aus einer der Ausbildung vorgelagerten schulischen Bildung und praktischer Arbeit, mit einer anschließenden dualen Ausbildung kombiniert. In der vorgelagerten Phase absolvieren die

Jugendlichen einen im Vorhaben entwickelten Qualifikationsbaustein „Elektronikservicekraft in der Mikrotechnologie“, der aus der Ausbildungsordnung für den Beruf abgeleitet wurde und eine Verkürzung der anschließenden Ausbildung von 3 auf 2,5 Jahre ermöglicht.

Für die Realisierung des Modells übernimmt der Bildungsdienstleister (BWA) die Aufgabe,

- *Unternehmen für den Beruf Mikro-technologie/-in und das o. g. Ausbildungsmodell zu gewinnen,*
- *ein Pool an jugendlichen Bewerbern und Bewerberinnen zu schaffen,*
- *den Matchingprozess zwischen Unternehmen und Jugendlichen zu gestalten,*
- *Jugendliche und Unternehmen in der Vorbereitungs- und Überleitungsphase in ein duales Ausbildungsverhältnis zu betreuen und zu begleiten und*
- *Verfahrensweisen für die Nutzung von Möglichkeiten der Anrechenbarkeit (berufs-) schulischer Ausbildungsgänge nach § 7 BBiG zu entwickeln und zu erproben.*

Eine andere Arbeitsrichtung war die Unterstützung bei der Gewinnung weiterer Unternehmen für das duale Studium und bei seiner Umstellung auf das Bachelor-Modell. Eine Kombination von Berufsausbildung als Mikrotechnologe/-in und Studium soll dabei solide ausgebildeten und mit der Praxis vertrauten ingenieurtechnischen Nachwuchs sichern.

Aufbauend auf Ergebnissen eines BIBB-Wirtschaftsmodellversuchs bekannte sich das Netzwerk FasiMiT dazu, das „Forum der Mikrotechnologenausbildung in Thüringen“ mit Akteuren der unterschiedlichen Lernorte und weiteren Partnern als ständige Plattform des

Erfahrungsaustausches, der Abstimmung zur Lernortkooperation und für Diskussionen zur Weiterentwicklung der Ausbildung fest zu etablieren.

FasiMiT hat seine Erkenntnisse und Erfahrungen in der Mikrotechnologenausbildung in das von ihm koordinierte Themenfeld „Gewerbliche Ausbildung Mikrotechnologe/-innen, Neuordnung, Aufstiegsqualifizierung“ der 6 vom BMBF geförderten MST-Aus- und Weiterbildungsnetzwerke (AWNET) eingebracht und gleichzeitig von der Arbeit des Themenfeldes profitiert.

Ergebnisse

Begannen 1998 3 Unternehmen an den Standorten Erfurt und Hermsdorf mit der Ausbildung von Mikrotechnologe/-innen, sind es gegenwärtig 24 Unternehmen aus verschiedensten Regionen Thüringens (darunter 7 neu gewonnene Unternehmen aus dem Vorhaben EwiS). 99 Auszubildende haben einen betrieblichen Ausbildungsvertrag, weitere 22 werden überbetrieblich ausgebildet (davon insgesamt 26 % weiblich). Thüringen gehört damit zu den Bundesländern mit den höchsten Ausbildungszahlen in diesem Beruf. 22 der Auszubildenden mit betrieblichem Ausbildungsvertrag absolvieren ein duales Studium. In Thüringen werden in dieser Richtung Bachelorstudiengänge der FH Schmalkalden und der TU Ilmenau als duales Studium angeboten. Die Berufsausbildung erfolgt in Unternehmen und im BWA unter Berücksichtigung der im Grundlagenstudium vermittelten theoretischen Inhalte.

Grundsätzlich hat sich gezeigt, dass die Mikrotechnologenausbildung in KMU i.d.R. nur als Verbundausbildung in Netzwerken realisierbar ist, wobei sich in Thüringen das Modell der Verbundausbildung mit einem Bildungsdienstleister,

der inhaltlich abgestimmt mit den Partnern an den anderen Lernorten die überbetriebliche Ergänzungsausbildung und Vermittlung von Zusatzqualifikationen durchgeführt, bewährt hat.

Wichtige Impulse gingen dabei vom „Forum der Mikrotechnologenausbildung in Thüringen“ mit halbjährlichen Treffen von Akteuren der unterschiedlichen Lernorte und weiteren Partnern aus. So z. B. im Hinblick auf die Tatsache, dass sich die Schwerpunkte in den technologischen Anforderungen der Unternehmen verschoben haben. Zugenommen hat die Anzahl und Vielfalt ausbildender Unternehmen der Mikrosystemtechnik sowie Aufbau- und Verbindungstechnik.

Mit dem im JOBSTARTER-Vorhaben EwiS erprobten Vorgehen wurden die Einstiegsbarrieren in eine Ausbildung für Jugendliche und Unternehmen gesenkt. Angesichts der Tatsache, dass aufgrund der demografischen Entwicklung insbesondere Branchen mit hoher Dynamik in der technologischen Entwicklung zunehmend Schwierigkeiten haben, den Bedarf an geeigneten Auszubildenden zu decken, ist dieses Modell weiter von hoher Relevanz.

Bewerber/-innen und ausgebildete Mikrotechnologe/-innen fragen zunehmend nach beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten. Diese sind allerdings noch zu wenig bekannt (z. B. Techniker/-in) bzw. erst im Aufbau (z. B. Prozessmanager/-in-Mikrotechnologie⁵).

Die enge Verbindung von FasiMiT mit anderen Projekten sowie die Kontakte zu Clusterinitiativen in Thüringen und den darin mitwirkenden Unternehmen haben sich bewährt und bieten einen Ansatz für die Gewinnung weiterer ausbildender Unternehmen und die zukünftige Profilierung der Ausbildung unter Berücksichtigung regionaler Erfordernisse.

Schlussfolgerungen

Berufsorientierung unter Berücksichtigung der Spezifika in Hochtechnologiebereichen bedürfen einer verstärkten Unterstützung als langfristiger gesamtgesellschaftlicher Aufgabe. Zur Gewinnung geeigneter Bewerber/-innen für die Ausbildung brauchen Unternehmen Unterstützung

- bei der Erhöhung des Bekanntheitsgrades geeigneter Berufe und des Potenzials Thüringer Unternehmen in den Mikro- und Nanotechnologien,
- im Matchingprozess zwischen Unternehmen und Jugendlichen im Zusammenhang mit Bewerbung und Aufnahme einer Ausbildung und
- bei der stärkeren Differenzierung ihrer Anforderungen an Bewerber/-innen entsprechend dem tatsächlichen Qualifikationsbedarf (gezielte Werbung um die Besten, aber auch geeignete Ausbildungsplätze für andere Bewerber/-innen).

Einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung des ingenieurtechnischen Nachwuchses können der Ausbau dualer Studiengänge und die Gewinnung weiterer Unternehmen dafür leisten.

Die Lernortkooperation zwischen Unternehmen, Berufsschule und Bildungsdienstleister (darunter z. B. Bearbeitung lernortübergreifender Projekte durch Auszubildende) soll im Hinblick auf die Wissensvermittlung zum Kompetenzaufbau und für die Befähigung zu lebenslangem Lernen weiter optimiert werden.

Die fortzusetzende Entwicklung von Bildungsbausteinen und ggf. deren Anerkennung als Zusatzqualifikationen sollen genutzt werden, um größere Flexibilität in der Aus- und Weiterbildung bei Beibehaltung des Grundsatzes der

Beruflichkeit zu ermöglichen. Zu berücksichtigen ist dabei die weiter an Bedeutung gewinnende Aus- und Weiterbildung für die Solarzellen- und Solarmodulproduktion aufgrund des Investitionsbooms der Photovoltaikindustrie, verbunden mit der „Solarinitiative Thüringen“, die u. a. die Einrichtung eines „Kompetenzzentrums für Aus- und Weiterbildung in den Bereichen Hochtechnologie und Solar“ in Erfurt vorsieht⁶.

Die Qualifizierungsmöglichkeiten für den beruflichen Aufstieg von Facharbeitern, so z. B. durch eine Technikerausbildung bzw. die Qualifizierung zum Spezialisten-Mikrotechnologie und Fortbildung zum Geprüften Prozessmanager-Mikrotechnologie, sollen weiter ausgebaut werden. Zu prüfen sind Möglichkeiten der Anrechnung während der Ausbildung und in der beruflichen Tätigkeit erworbener Kompetenzen auf ein Hochschulstudium.

Für ganzheitliche Modelle der Aus- und Weiterbildung sowie die Entwicklung und Umsetzung passgenauer Lernkonzepte erweist es sich als erforderlich, die Organisationsstruktur, organisatorische Abläufe und die Personalentwicklung beim Bildungsdienstleister ständig entsprechend den Erfordernissen anzupassen. Der Bildungsdienstleister hält für die Verbundausbildung das Personal mit entsprechenden pädagogischen Erfahrungen und Kenntnissen aus der Unternehmenspraxis sowie die materiell-technischen Bedingungen vor. Ein solches Prinzip einer „Ausbildungsfoundry“ ist jedoch längerfristig nur wirtschaftlich zu realisieren, wenn es gelingt, kontinuierlich, den vorhandenen Kapazitäten entsprechend, Qualifizierungen von (neuen) Mitarbeitern von und für Unternehmen durchzuführen.

Mit der nach Auslaufen der BMBF-Förderung Ende 2007 tätig werdenden Koordinierungsstelle und der Arbeit der mit

dem Projekt etablierten Kompetenzzellen wird das Netzwerk FasiMiT die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften in den Mikro- und Nanotechnologien weiter unterstützen. Die bewährte Zusammenarbeit mit anderen Akteuren in der Bundesrepublik, insbesondere den MST-Aus- und Weiterbildungsnetzwerken (AWNENT) und der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, soll dabei fortgesetzt werden.

Lit 1: Dr. Uwe Kleinkes: *Mikrotechnik-Atlas Deutschland: Zwischen Silicon Valley und Wattenscheid*. In: inno, Nr. 27, August 2004.

Lit 2: Thüringer Landesamt für Statistik, siehe www.tls.thueringen.de/seite.asp?aktiv=dat01&startbei=datenbank/default2.asp vom 19.11.07.

Lit 3: Projekt „Aus- und Weiterbildungsnetzwerk zur Fachkräftesicherung in der Mikrosystemtechnik in Thüringen (FasiMiT)“, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Laufzeit 2002-2007, FKZ 16 SV 1847/16 SV 2219. Siehe auch die Broschüre „Aus- und Weiterbildungsnetzwerk zur Fachkräftesicherung in der Mikrosystemtechnik in Thüringen. Partner für Unternehmen in den Mikro- und Nanotechnologien“ (Hrsg.: FasiMiT, vertreten durch BWAU, November 2007).

Lit 4: „Entwicklung und Erprobung eines wirtschaftsgetragenen Stufenmodells für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin (EwiS)“, Laufzeit 2006-2007, FKZ JO_01_016.

Lit 5: Siehe Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss Geprüfter Prozessmanager-Mikrotechnologie/Geprüfte Prozessmanagerin-Mikrotechnologie (Certified Process Manager-Mikrotechnology) vom 17.07.07 (BGBl. Teil I Nr. 32 vom 23.07.07).

Lit 6: Siehe Pressemitteilung des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Technologie und Arbeit vom 30.11.07, www.thueringen.de/de/tmwta/aktuelles/pressemitteilungen/29918/uindex.html

.....

Marion Wadewitz, Dietmar Naue
BWAU Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH

Berufsbildung für neue Technologien im Handwerk

Die technologische Entwicklung im Handwerk vollzieht sich analog zur allgemeinen Entwicklung. Ausgehend von den Merkmalen der handwerklichen Tätigkeiten wie individuelle Problemlösungen, Kundennähe und Flexibilität, gepaart mit der besonderen handwerklichen Qualifikation, ist die Arbeitswelt dabei von einer kaum vorstellbaren Vielseitigkeit geprägt: von der Handarbeit bis zur Anwendung hochkomplizierter Techniken, von der individuellen Dienstleistung bis zur Fertigung für die Weltraumforschung. Handwerkliches Können und eine scheinbar unerschöpfliche Kreativität, gepaart mit moderner Technik führen immer wieder zu innovativen Lösungen.

Innovation und Innovationsfähigkeit sind die Schlüsselfaktoren für die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit von Handwerksbetrieben angesichts immer kürzer werdender Zeiträume zwischen technischen Neuerungen und Marktverhältnissen. Dabei sind Innovationen technologieübergreifend. So vielschichtig wie heute der Begriff der Innovation definiert wird, so vielseitig sind die hiermit verbundenen modernen und zukunftsorientierten Arbeitsplätze.

Die Optischen Technologien¹ besitzen eine Schlüsselfunktion bei der Lösung wichtiger Aufgaben und eröffnen damit vielfältige Tätigkeitsfelder. Eine Studie von tibt e.V.² hat ergeben, dass die Optischen Technologien auch im Handwerk stark verbreitet sind. In etwa 70 Handwerksberufen von A wie Augenoptiker bis Z wie Zahntechniker werden sie heute bereits angewendet, und zwar überall dort, wo gefertigt, analysiert, gemessen, überwacht oder beleuchtet wird, oder wo Daten beispielsweise mit Lichtwellenleitern übertragen werden. Neben Berufen mit neuen, faszinierenden Anwendungen und Tätigkeitsfeldern gibt es auch Handwerke, die

traditionell Optische Technologien anwenden, da sich ihr Berufsbild hierauf gründet, wie z.B. Fotografen, Augenoptiker und Feinoptiker.

Die verschiedenen Optischen Technologien werden im Handwerk als Werkzeuge für Dienstleistung und Produktion eingesetzt. Bei komplexeren Produkten werden Optische Technologien in unterschiedlichster Form als Funktionsbestandteil integriert. Und Handwerksbetriebe entwickeln Anwendungen Optischer Technologien weiter, betreiben Support, Service und Reparatur. Unter den Optischen

Technologien hat der Laser die größte Verbreitung, zum Schweißen, Schneiden, Gravieren, Oberflächenbearbeiten und auch beim Vermessen (Bilder 1 bis 3).

Digitale Bildverarbeitungssysteme, optische Speicher und Netzwerke, Beleuchtungstechnik wie Folien- und LED-Technik, optische Sensoren, Sicherheitstechnik, Geräte zur Aushärtung und Verschweißung von Kunststoffen oder zur Schwingungsanalyse beim Geigenbauer basieren auf Optischen Technologien (Bilder 4 bis 9).

Die Innovationen beginnen vielfach in den Köpfen junger Menschen. Um-



Bild 1 // Laser-Reparaturschweißen eines Dampfturbinenläufers mit einem Laser-Handarbeitsplatz (Feinwerkmechaniker)



Bild 2 // Laser-Reparaturschweißen einer Zahnprothese (Zahntechniker)



Bild 3 // Digitale 3D-Laservermessung eines Pferderückens zur Fertigung eines Maßsattels (Sattler)



Bild 4 // Entwicklung und Bau einer automatischen Fertigungsanlage mit Laserschweißstation und entsprechender Sensorik (Feinwerkmechaniker)



Bild 5 // Versuchsstand zur Optimierung eines optischen Fehlererkennungssystems und anschließende Integration in eine Produktionsanlage (Elektrotechniker)



Bild 6 // Entwicklung von Straßenbeleuchtungskörpern und Verkehrsampeln mit Hochleistungs-LEDs (Elektrotechniker)



Bild 7 // Diagnose und Reparatur von optischen Kommunikationssystemen im Kraftfahrzeug (Kraftfahrzeugtechniker)

Bild 8 // Installation und Kontrolle eines geklebten Lichtwellenleiter-Steckverbinders (Elektrotechniker)

Bild 9 // Reparatur und Kontrolle an einem LCD-Flachbildschirm (Informationstechniker)

so wichtiger ist es, den potenziellen Nachwuchs frühzeitig mitzunehmen und einzubinden. Dies gilt nicht nur für die akademische Ausbildung, sondern ebenso für die handlungskompetente Ausbildung der Facharbeiter und Facharbeiterinnen, um die technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen nach vorne zu bringen. Und mit der dualen Berufsbildung haben die jungen Menschen den Zugang zu einer Lernform, die ihnen eine berufliche Handlungsfähigkeit vermittelt. Problemlösendes Lernen, ganzheitliches und komplexes Herangehen, Erfahrung und Praxisbezug – alles Vorteile, die bei einer rein schulischen Ausbildung eher unzureichend vermittelt werden. Neue und komplexere berufliche Anforderungen und Tätigkeiten, die neue Technologien beinhalten, werden hierdurch zeitnah ausgebildet. Moderne Ausbildungskonzepte und die Schaffung neuer Module für die Fort- und Weiterbildung sowie die zeitnahe Integration in die Meisterausbildung und weiterer Qualifizierungsmaßnahmen leisten einen entscheidenden Beitrag zur Fachkräftesicherung.

Vorteilhaft ist, dass durch die projektorientierte betriebliche Ausbildung der Lehrlinge am realen Kundenauftrag entsprechend der Möglichkeiten der Betriebe bereits eine unmittelbare Integration der neuen Technologien in der Erstausbildung³

erfolgt. Ergänzen Module zur betrieblichen Ausbildung (sogenannte überbetriebliche Lehrgänge) werden auf der praktischen Seite durch Ausbildungsstätten des Handwerks geleistet. Ein bundesweites Netzwerk dieser Berufsbildungseinrichtungen, die gleichzeitig auch als Technologietransferstellen aufgestellt sind, sorgt für einen schnellen Austausch der Erfahrungen, Konzepte und Medien bei der Umsetzung der neuen Inhalte und leistet eine aktive Diffusionsunterstützung in allen Bereichen.

Die Erstinformation und -qualifikation innerhalb neuer Technologien erfolgt beispielsweise bei der Handwerkskammer Koblenz derart, dass den Teilnehmern in laufenden Lehrgängen, die in den Berufsbildungszentren stattfinden, nach aktuellem Stand in Theorie und Praxis die entsprechenden, gewerkespezifischen Informationen über die jeweils relevanten Optischen Technologien vermittelt werden. Inhalt und Dauer der Maßnahmen werden zielgruppenabhängig angepasst. Und das betrifft nicht nur die Lehrlinge, sondern auch Ausbildungsgänge mit Zusatzqualifikationen, Meisterschüler, Schweißaufsichtspersonen und Teilnehmer an weiteren Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen aus verschiedenen Gewerken. So z. B. wird Meisterschülern vorwiegend Entscheidungskwissen und Facharbeitern Anwenderwissen vermittelt. Hiermit erreicht man nicht

nur die direkten Nachfrager nach dieser Technologie, sondern auch die potenziellen Anwender. Damit wird in relativ kurzer Zeit eine große Durchdringung in den Betrieben erzielt. Diese Strategie wird bereits seit vielen Jahren sehr erfolgreich bei der Technologieverbreitung praktiziert.

Darüber hinaus werden in freien Maßnahmen die Grundlagen von Optischen Technologien inzwischen von vielen handwerklichen Bildungsträgern vermittelt. Einige Handwerkskammern, darunter in starkem Maße die Handwerkskammer Koblenz, bieten auch weiterführende Lehrgänge und vertiefende Qualifizierungen in speziellen Techniken bis hin zu kundenspezifischen Seminaren an. Der Zeitrahmen für die Qualifizierung bewegt sich im Bereich von einer Woche für Lehrgänge zum Herstellen von Lichtleitfaserverbindungen bis hin zu mehreren Monaten für die komplette Palette der Lasermaterialbearbeitung. Das angesprochene Netzwerk hilft hier, um auch anderen Bildungsstätten eine Hilfestellung in der Ausrichtung ihrer Angebote zu geben und damit die qualifikatorischen Möglichkeiten bundesweit auf eine breitere Basis zu stellen.

Von besonderer Bedeutung sind dabei Gruppen von Ausbildern und Beratern anderer überbetrieblicher Bildungsstätten, die bei fachlich speziell ausgerichteten Zentren Weiterbildungsmaßnahmen besuchen und somit den Transfer von Wissen und Qualifizierungsmedien unterstützen. Hilfreich ist weiterhin die gezielte Zusammenarbeit mit Fachverbänden sowie Berufsbildungs- und Prüfungsausschüssen, um eine möglichst bundesweite Akzeptanz der Aktivitäten und somit eine nachhaltige Technologiediffusion auf breiter Basis zu erreichen.

In der Handhabung von jungen und zukunftsgerichteten Technologien und zum Einsatz geeigneter Transfer- und

Bildungsmedien gibt auch der tibt e.V. (junge technologien in der beruflichen bildung) Hilfestellung. Der tibt e. V. ist ein bundesweites Netzwerk von Expertinnen und Experten, u.a. aus Bildungsträgern des Handwerks, Hersteller- und Anwenderunternehmen, Berufs- und Fachverbänden sowie Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Damit kann der Verein institutionell und persönlich auf vielfältige fachliche und infrastrukturelle Ressourcen zugreifen. Die wesentlichen Aufgaben des tibt e.V. sind in der beruflichen Bildung und Beratung angesiedelt. Durch

Aus-, Fort- und Weiterbildung mit Hilfe moderner Bildungsmedien fördert der tibt e.V. die Anwendung junger und zukunftsgerichteter Technologien in Deutschland, um nachhaltig aktive Beiträge zur Sicherung von Betrieben und Beschäftigung zu leisten. Der tibt e.V. ist aber auch eine anerkannte Organisation für die Beurteilung handwerksgerechter Technik und handwerksgerechter Bildungsprodukte.

Lit 1: Was in diesem Beitrag am Beispiel der Optischen Technologien gesagt wird, lässt sich prinzipiell auch auf andere Technologien übertragen.

Lit 2: Friedhelm Fischer et al., *Optische Technologien im Handwerk*, in: VDI TZ (Hrsg.), *Schriftenreihe „Optische Technologien – Aus- und Weiterbildung“*, Band 4, Düsseldorf, 2004

Lit 3: Das Handwerk zeichnet u. a. auch durch die hohe Ausbildungsbereitschaft (30% aller Lehrlinge in Deutschland werden im Handwerk ausgebildet) ein hohes soziales Engagement aus.

.....

Dr.-Ing. Friedhelm Fischer
Handwerkskammer Koblenz | tibt e. V. junge technologien in der beruflichen bildung

Erfahrungen und Perspektiven der Berufsbegleitenden Aufstiegsfortbildung zum Staatlich geprüften Techniker/-in Mikrotechnologien

Sinnvolle und qualitativ hochwertige Fortbildung und Höherqualifizierung ist für Facharbeiter/-innen in Hochtechnologieberufen oft nicht möglich, es fehlen die Angebote. Einer ganzen Reihe von ausgebildeten Mikrotechnologen und artverwandten Facharbeitern blieb in den letzten Jahren daher nur die Möglichkeit, dem bisherigen Arbeitgeber zu kündigen und den langen Weg über ein Studium zu nehmen um im Beruf weiter zu kommen und sich beruflich weiterentwickeln zu können. Der Fachbereich Mikrotechnologien der Beruflichen Schule und der staatlichen Technikerschule des Kreises Steinburg in Itzehoe bietet als Alternative zu dieser Vorgehensweise die Weiterbildung zum „Staatlich geprüften Techniker Mikrotechnologien“ an. Die Konzeption dieser dreijährigen, Berufsbegleitenden, arbeits- und pro-

zessorientierten Fortbildung zum „Staatlich geprüften Techniker Mikrotechnologien“ wurde in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Unternehmen, Forschungsinstituten und Netzwerken entwickelt. Im Sommer 2006 und im Sommer 2007 konnten bereits die ersten sechssemestri- gen Aufstiegsfortbildungen starten. Im Rahmen der innovativen, Berufsbegleitenden Fortbildung erhalten die angehenden Techniker die Möglichkeit, sich aufbauend auf ihrer Berufsausbildung besonders in den Prozesstechnologien der HLT, MST und AVT, der Werkstoffkunde und den Naturwissenschaftlichen Hintergründen weiterzuentwickeln. Daneben sind aber auch Themen wie technischer Service, Qualitätsmanagement, Personalmanagement, Fremdsprachen und BWL Schwerpunkte ihrer fachlichen Weiterentwicklung.

Um ihnen einen ersten Einblick in die Umsetzung der Weiterbildung zu geben, werden im Folgenden die beiden Kernbereiche des Konzepts – zum einen die Qualitätsstandard und zum anderen die arbeits- und prozessorientierte Ausrichtung der Weiterbildung – anhand zweier Fragestellungen erläutert:

Welchen Qualitätsstandard stellt der Abschluss „Staatlich geprüfter Techniker Mikrotechnologien“ dar?

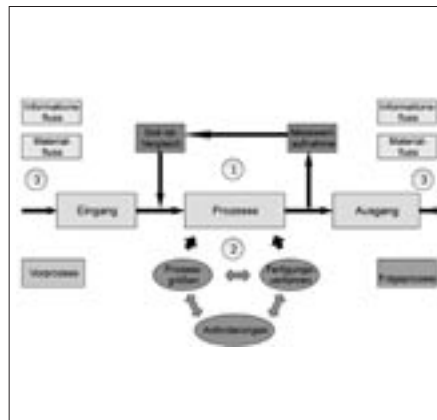
Nach der Definition der Kultusministerkonferenz ist eine Weiterbildung zum „Staatlich geprüften Techniker“ eine berufliche Weiterbildung, die auf spezifische Berufsausbildung und Berufserfahrung aufbaut. Absolventen der Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker:

„Haben fachrichtungsspezifisches Vertiefungswissen, Lösen technisch-naturwissenschaftliche Problemstellungen, können neue Technologien umsetzen, Handeln wirtschaftlich, Wenden Fremdsprachenkenntnisse an und Übernehmen Führungsaufgaben“. Damit stellt der Abschluss des staatlich geprüften Technikers einen definierten und hohen Anspruch dar. Diesem Anspruch wird im Rahmen der Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker Mikrotechnologien in vielfältiger Weise aber besonders im Bereich der Prozesstechnologien Rechnung getragen. Die Absolventen der Weiterbildung sind als vielseitige und versierte Fachleute mit langjähriger Praxiserfahrung in den Mikrotechnologien zu sehen.

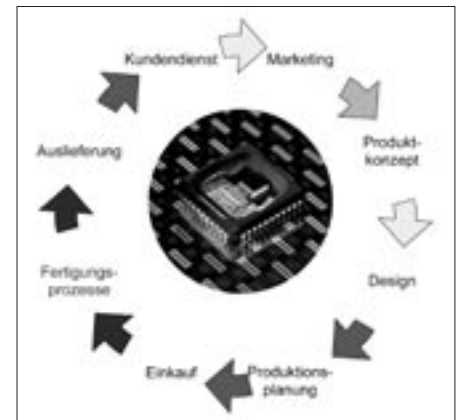
Worin liegt die die arbeits- und prozessorientierte Ausrichtung des Weiterbildungskonzepts?

1. Die Umsetzung der Weiterbildung erfolgt sowohl in betrieblichen wie auch überbetrieblichen Phasen.

Die Partnerunternehmen/-institute übernehmen für ihre angehenden Techniker wichtige Weiterbildungsfunktion, in dem sie ihnen im Rahmen des betrieblichen Teils der dreijährigen Weiterbildung einen vertiefenden Einblick in die verschiedenen Arbeitsbereiche des eigenen Hauses ermöglichen. Dazu gehören zum Beispiel die Produkt- und Prozessplanung, die Prozessentwicklung sowie das Projekt- und Qualitätsmanagement aber ebenso auch der Einblick in die kaufmännischen und personellen Planungen sowie deren Umsetzung. Die betriebsinterne Förderung der angehenden Techniker Mikrotechnologien erfolgt betriebspezifisch und wird in Abhängigkeit von den Möglichkeiten und der Größe des Unternehmens/Instituts umgesetzt. Selbstverständlich können die



Grafik 1 // Handlungsfelder, Arbeitsbereiche in der Fertigung



Grafik 2 // Qualitätskreis

Mikrotechnologen in Weiterbildung auch ihre bisherigen Aufgabenbereiche teilweise weiterbetreuen. Das heißt, sie müssen für die Weiterbildung nicht freigestellt werden.

Die Umsetzung im betriebsinternen Teil ist also bewusst offen gehalten um Großunternehmen genauso wie „kleinen- und mittelständischen Unternehmen“ eine sinnvolle hausinterne Umsetzung der Weiterbildung zu ermöglichen. Neben der betriebsinternen Förderung und Tätigkeit stellen die Unternehmen/Institute die Mikrotechnologen für die Weiterbildung viermal pro Jahr für die jeweils vierwöchigen überbetrieblichen Blockseminare der Technikerschule für Mikrotechnologien in Itzehoe frei, insgesamt also 16 Wochen/Jahr.

Die Technikerschule vermittelt die betriebsübergreifenden Teile der Weiterbildung in Blockseminaren, leistet den organisatorischen Rahmen und nimmt die gemeinsam mit den Partnern abgestimmten Prüfungen ab. Die angehenden Techniker Mikrotechnologien können damit im Rahmen der Weiterbildung sowohl weitere betriebliche Erfahrung in den Technologiefeldern sammeln als auch die betrieblichen und betriebsübergreifenden Teile der Weiterbildung praxisnah und technologie-nah absolvieren und dabei die betriebliche Bindung erhalten.

2. Es besteht eine klare inhaltliche Ausrichtung auf die Prozesse und Handlungsfelder der Mikrotechnologien.

Die Weiterbildung orientiert sich hinsichtlich der Auswahl und Bearbeitung von

Lerninhalten in erster Linie an den Produkt- und prozessspezifischen Arbeitsbereichen der Mikrotechnologien (Bild 1) und in zweiter Linie an den vorstrukturierten Handlungsfeldern des Qualitätskreises (Bild 2). Die einzelnen Arbeitsbereiche der Halbleitertechnik (HLT), der Mikrosystemtechnik (MST) und der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) liefern den fachlich-technologischen und den naturwissenschaftlichen Hintergrund für die Auswahl der Lerninhalte. Der Qualitätskreis bietet die Möglichkeit firmenspezifische Aufgabenbereiche zu systematisieren und stellt die Kundenanforderungen in den Mittelpunkt des betrieblichen Geschehens. Daraus resultieren ein qualitätsorientiertes Aufgabenverständnis und eine ganzheitliche Betrachtungsweise der Produktionsgeschehnisse. Die Weiterbildung zum Techniker vertieft mikrotechnologisches Fachwissen mit übergreifenden Planungs- und Managementaufgaben. Die Vermittlung von fachsystematischen Lerninhalten in Verbindung mit den technologischen und betrieblichen Anforderungen erfolgt in drei Lernbereichen.

Das erste technische Handlungsfeld „Überwachen und Optimieren bestehender Produktions-, Versuchs- und Analyseabläufe der HLT, MST und AVT“ verfolgt das Ziel, die bereits in der Mikrotechnologenausbildung erworbenen Kenntnisse der Mikrotechnologien zu erweitern und im Hinblick auf produktionsoptimierte Abläufe zu reflektieren. Dazu gehören Kenntnisse über die jeweiligen

Verfahrensabläufe, die Anlagen, die Prozessparameter, die Überprüfbarkeit, die Auswertung von Messergebnissen und die entsprechenden Eingriffsmöglichkeiten innerhalb von Einzelprozessen.

Das zweite technische Handlungsfeld „Einführen von neuen Fertigungsprozessen und Prozesstechnologien der HLT, MST und AVT“ vertieft die Kenntnisse über die jeweiligen Verfahren und hebt das Lernniveau auf eine abstrakte aber anwendungsorientierte Ebene. Die naturwissenschaftlichen Hintergründe werden anhand ausgewählter Techniken hervorgehoben und mathematisch zum Ausdruck gebracht. Die Veränderung oder Einführung des Fertigungsprozesses steht dabei im Vordergrund: Prozessparameter werden aufgrund neuer Spezifikationsanforderungen begründet ermittelt, eingestellt, überprüft und bewertet und schließlich eingeführt. Für jede dieser Handlungen gilt der Grundsatz der Machbarkeit also der Nachweispflicht.

Das dritte technische Handlungsfeld „Verknüpfen und Abgleichen von Einzelprozessen zu Gesamtprozessen der HLT, MST und AVT“ berücksichtigt die Anforderungen, die an die Prozessintegration gestellt werden. Bezugspunkt bleibt, bedingt durch den technischen Anspruch, die Produktfertigung, gleichwohl werden hier deutlich stärker die koordinierenden und übergreifenden Aufgabenbereiche innerhalb einer Produktion herausgestellt und bearbeitet. Prozesskoordination, Materialflussplanung, Schnittstellen- und Qualitätsmanagement sind in diesem Lernbereich die zentralen Gestaltungsgebiete. Darüber hinaus erweitert sich das Handlungsspektrum. Neben der Fertigungsentwicklung werden auch andere Bereiche innerhalb eines Herstellungsprozesses wie Einkauf, Auslieferung und Service in den Mittelpunkt des Unterrichts rücken.

Erfahrungen und Perspektiven

In einer abschließenden Betrachtung möchten wir sie über die bisherigen Erfahrungen in der Umsetzung der Weiterbildung informieren.

Die Teilnehmer der Weiterbildung aus den Startjahrgänge 2006 und 2007 haben im Vorfeld alle bereits eine einschlägige Berufsausbildung absolviert und Berufserfahrung in Unternehmen und Forschungsinstituten der Branche sammeln können. Dieser „Eingangsstandard“ gewährleistet ein hohes fachliches Niveau auf dessen Fundament die Weiterbildung wie geplant sehr gut aufgebaut werden kann.

Ganz im Gegensatz zu dieser Gemeinsamkeit spiegelt sich die kreative technologische Vielfalt der Mikrotechnologiebranche aber auch in der Heterogenität der Fachlichen Schwerpunkte der angehenden Technikern Mikrotechnologien wieder.

Ihr Produkt- und Prozesstechnologischer Hintergrund reicht von klassischer Halbleitertechnik über Mikrosystemtechnik und Aufbau- und Verbindungstechnik bis hin zu optischen Mikrosystemen und Polymerelektronik. Ihre Arbeitsgeber sind KMU's, Forschungsinstituten und größeren Unternehmen aus unterschiedlichen Regionen Deutschlands. Interessanterweise beleben aber gerade auch diese Vielfalt der fachlichen Vorerfahrungen und die heterogenen betrieblichen Hintergründe den fachlichen Exkurs und die Lösung interdisziplinärer Aufgabestellungen im Rahmen der Weiterbildung.

Sicherlich fordert diese Konstellation aber auch ein hohes Engagement und hohes fachliche Niveau sowohl der Lehrenden wie der Lernenden. Sie ist aber gleichzeitig auch ein Garant für die sehr erfreuliche Beurteilung der neuen Aufstiegsfortbildung sowohl durch die angehenden Technikern wie durch die Partnern aus Unternehmen und Forschungsinstituten.

Die Möglichkeit einer Berufsbegleitenden Weiterbildung unter Aufrechterhaltung der Unternehmensbindung und aufbauend auf einer spezifischen Berufsausbildung hat sich wie erhofft, als eine interessante Alternative zu einem langjährigen Studium entwickelt.

Zur Wahrnehmung der Berufsbegleitenden Blockseminare der Weiterbildung durch die angehenden Techniker haben sich in Absprache mit den Weiterbildungspartnern unterschiedliche Realisierungsmodelle entwickelt. Sie reichen von vollständiger Übernahme aller Kosten durch den Arbeitgeber und der Fortzahlung des Arbeitsentgelts während der Präsenzphasen bis zu Freistellungsregelungen für die Mitarbeiter im Sinne von unbezahltem Urlaub. Durch die Anerkennung der Weiterbildung im Rahmen der Unterhaltsförderung (BAFöG) sowie durch die finanzielle Förderung der Teilnehmer mit Stipendien der IHK, ist es erfreulicherweise gelungen z.B. auch den Mitarbeitern von Forschungsinstituten die Wahrnehmung des Techniker-Angebots zu ermöglichen. Besonders erfreulich ist auch der hohe Anteil weiblicher Teilnehmer, der mit 50 % in diesem Technologiebereich sicherlich als überdurchschnittlich gewertet werden kann.

Dank der überaus positiven Erfahrungen freuen wir uns, zum 01. September 2008 bereits die nächste berufsbegleitende, dreijährige Weiterbildung zum Techniker Mikrotechnologien zu starten.

::

Oliver Knebusch

*Fachbereich Mikrotechnologien |
Berufliche Schule des Kreises Steinburg,
Itzehoe*

Geprüfter Prozessmanager-Mikrotechnologie: Die Mikro-technologie-Weiterbildung für die mittlere Führungsebene

Eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts stellt die Mikrotechnologie dar, die neben der Halbleitertechnik (HLT) auch die Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) und die immer wichtiger werdende Mikrosystemtechnik (MST) beinhaltet. Die Nutzung ihrer vielfältigen Möglichkeiten durch die Erschließung neuer Anwendungen und die Entwicklung neuer Produkte ist eine Herausforderung für den Industriestandort Deutschland. Für die Herstellung mikrotechnischer Bauteile und Komponenten kommen technisch anspruchsvolle und hochkomplexe Fertigungs- und Analyseverfahren zur Anwendung. Diese machen umfassend qualifizierte und verantwortungsbereite Fachkräfte auf allen Ebenen unabdingbar.

Die Anerkennung des Ausbildungsberufes „Mikrotechnologe“ im Jahre 1998 war der erste Schritt zur Sicherung der hohen Qualitätsstandards in Entwicklung, Produktion und Analytik und stellt die Fachkräfte auf Facharbeiterebene da, die über das in diesem Technologiefeld erforderliche Know-how verfügen. Um den wachsenden Anforderungen der Branche gerecht zu werden, muss nun einen Schritt weiter gedacht und die mittlere Karriereebene zwischen Facharbeitern und Ingenieuren erschlossen werden. Es werden berufserfahrene und praxisbewährte Experten benötigt, die Projekte oder Organisationseinheiten steuern und neben der Technologie- auch Personal- und Budgetverantwortung übernehmen.

Bei der Anwendung der klassischen beruflichen Weiterbildung (Staatlich geprüfter Techniker/Industriemeister IHK) zeigen sich jedoch in der Mikrotechnologie zwei entscheidende Probleme auf:

→ Die Weiterbildungsträger, die sich auf die Mikrotechnologie-Branche spezialisiert haben, sind bundesweit sehr dünn gesie-

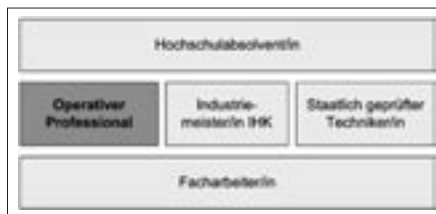
delt. Für viele potentielle Teilnehmer ist daher eine berufsbegleitende Weiterbildung vor Ort nicht möglich.

→ Die Erstellung, Umsetzung und Aktualisierung von Lehrplänen für die einzelnen Einrichtungen ist aufgrund des rasanten Technologiefortschritts in der Mikrotechnologie sehr schwierig und umfangreich.

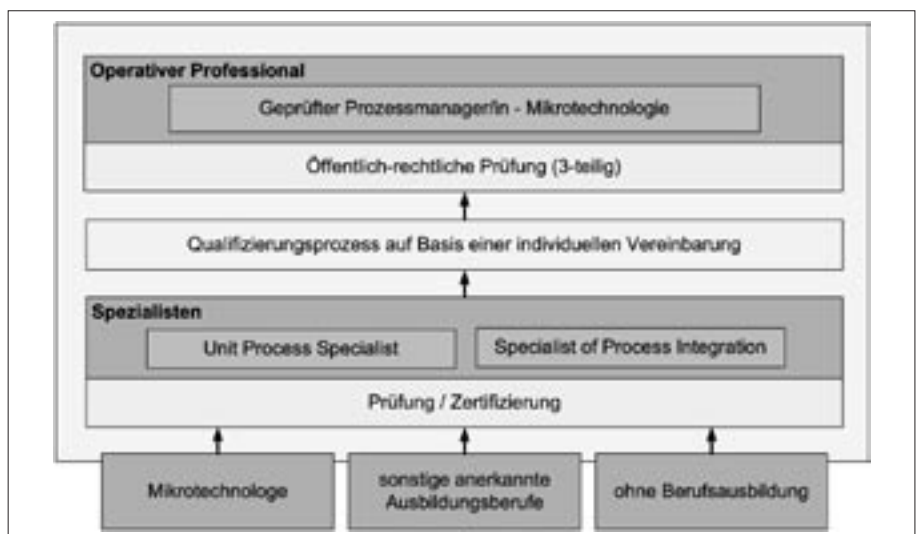
Daher wurde ein neues berufliches Weiterbildungsmodell, der „Prozessmanager/in -Mikrotechnologie“ in einer bundesweiten Kooperation erarbeitet. Neben den beteiligten Unternehmen (z. B. Siemens AG, Infineon Technologies AG, Qimonda AG, Facility Service GmbH, BWAW GmbH) wurde die

Konzeptionierung durch den ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.), die IHK, und die AUNET (Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik) tatkräftig unterstützt. Die notwendige bundeseinheitliche Fortbildungsordnung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ist bereits auf den Weg gebracht und wird zum 1. August 2007 verabschiedet.

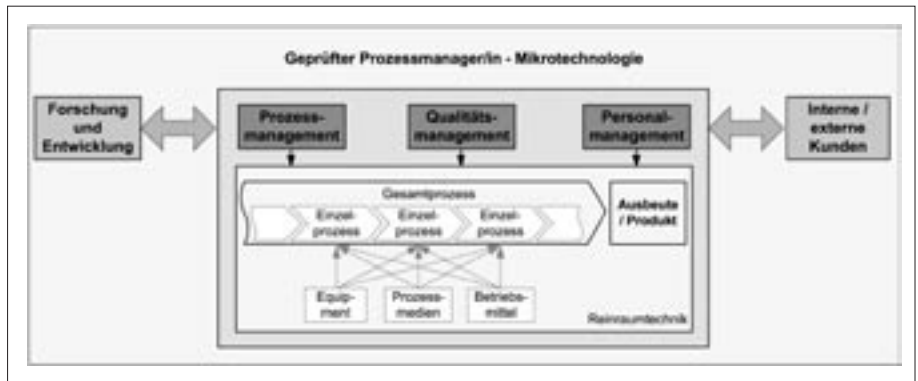
Der „Geprüfte Prozessmanager/ in Mikrotechnologie“ zählt zur Weiterbildungsebene der aus der IT bekannten „operativen Professionals“ und soll die Teilnehmer für die Aufgaben der mittleren Führungsebene qualifizieren. Auf dieser Ebene schließt die Weiterbildung zum „geprüften Prozessmanager/in Mikrotechnologie“ die Lücke zwischen Facharbeiter und Hochschulabsolventen. Die Merkmale der arbeitsprozessorientierten Weiterbildung werden für die Mikrotechnologie adaptiert, der Kompetenzerwerb erfolgt am Arbeitsprozess unter Verbindung von Arbeiten und Lernen. Der Einstieg erfolgt über eine privatwirtschaftliche Personalzertifizierung



Grafik 1 // Qualifikationsübersicht



Grafik 2 // Qualifikationsweg

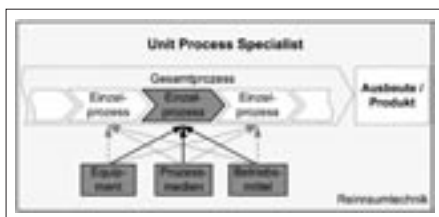


Grafik 4 // „Geprüfter Prozessmanager/in-Mikrotechnologie“

zum Spezialisten, die sowohl die berufliche Erstausbildung, die bisherige Berufserfahrung als auch die dabei erworbenen Fachqualifikationen erfasst. Grundlage der Fortbildung zum „operativen Professional“ ist eine individuelle Bildungsvereinbarung mit dem jeweiligen Teilnehmer (unter Berücksichtigung des bereits vorhandenen Spezialwissens in der HLT, der MST oder der AVT) in der die zum Bestehen der öffentlich-rechtlichen Prüfungen und zur Durchführung der Projektarbeit notwendigen Bildungsinhalte und die möglichen Bildungsträger festgelegt werden. Im gesamten Ablauf der Weiterbildung erfährt der Teilnehmer unterstützende Beratung und Coaching durch einen unternehmensinternen Fachberater und einen externen Lernprozessbegleiter.

Ebene der „Spezialisten“

Die beiden Spezialistenprofile, die durch die gemeinsame Arbeit von Verbänden, Gewerkschaften und Kammern definiert wurden, sind privatwirtschaftlich geregelt und



Grafik 3 // Unit Process Specialist

stellen keine „Fortbildungsberufe“ im Sinne des Berufsbildungsgesetzes dar. Es handelt sich hierbei um eine Personalzertifizierung: nicht das Unternehmen, in dem ein Qualifizierungs-Teilnehmer arbeitet oder der Bildungsträger, bei dem ein Teil der Qualifizierung erfolgt, wird zertifiziert, sondern die künftigen Spezialisten selbst. Mit der Zertifizierung weisen Spezialisten

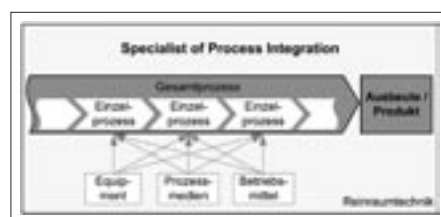
berufliche Handlungskompetenz nach, also mehr als das reine theoretische Wissen.

Funktionsbild „Unit Process Specialist“

Der „Unit Process Specialist“ wird in einzelnen Produktions- und Produktionsentwicklungsabteilungen der Mikrotechnologie eingesetzt. Er ist auf Facharbeiterebene wichtiger Partner des ingenieurtechnischen Personals und der hochqualifizierte Spezialist eines zugeordneten Einzelprozesses. Damit besitzt er tiefes Detailwissen über diesen, sowie Übersichtswissen über die vor- und nachgelagerten Prozesse und den Gesamtprozess. Er ist zuständig für die Qualitätssicherung und die verfahrenstechnische Optimierung des zugeordneten Prozesses bzw. das dafür benötigte Equipment.

Funktionsbild „Specialist of Process Integration“

Auch der „Specialist of Process Integration“ findet sich in Produktions- und Produktionsentwicklungsabteilungen der Mikrotechnologie. Er ist auf Facharbeiterebene der hochqualifizierte Spezialist eines zugeordneten Gesamtprozesses oder Produktes und dort wichtiger Partner des ingenieurtechnischen Personals. Damit besitzt der „Specialist of Process Integration“ fundiertes Wissen über die Zusammenhänge der integrierten Einzelprozesse und deren Einflüsse auf das Produkt. Er ist



Grafik 5 // Specialist Process Integration

zuständig für die Qualitätssicherung des Produktes bzw. die verfahrenstechnische Optimierung des Gesamtprozesses.

Ebene des „operativen Professionals“

Im Gegensatz zu den Spezialisten schließt der „operative Professional“ sein Fortbildung zum „geprüften Prozessmanager/in Mikrotechnologie“ mit einer öffentlich-rechtlichen Prüfung vor einer IHK ab. Diese Prüfung gliedert sich in folgende drei Prüfungsteile:

- Mitarbeiterführung und Personalmanagement (schriftliche Prüfung)
- Mikrotechnologie-Fachaufgaben (schriftliche Prüfung)
- Betriebliche Mikrotechnologie-Prozesse (Projektarbeit)

„Geprüfte Prozessmanager-Mikrotechnologie“ sind in der Lage in Betrieben der Mikrotechnologie Anforderung der Qualitätssicherung und Quantitätsabsicherung zu erfüllen sowie stabile verfahrenstechnische Prozesse und Prozessabfolgen bereitzustellen. Sie haben die Befähigung, sich auf neue verfahrenstechnische Prozesse, neues Equipment und neue Produkte flexibel einzustellen, ingenieurtechnische Aufgaben zu übernehmen, Produktions-/Produktionsentwicklungmanagement auszuüben und Aufgaben der Mitarbeiterführung wahrzunehmen.

.....

Christian Hoferer, Markus Lorenz
Siemens AG |
Siemens Professional Education

Der Techniker Feinoptik – ein neues Ausbildungsprofil an der Glasfachschule Zwiesel

Seit 1910 werden am Berufsbildungszentrum für Glas Glashüttentechniker und seit vielen Jahren auch Feinoptiker und Verfahrensmechaniker für Brillenoptik ausgebildet. Zusätzlich kann die Schule auf jahrelange Erfahrungen in der Qualifikation zum IHK Meister Optik zurückgreifen. Die Glasfachschule Zwiesel erweitert nun ihr Ausbildungsangebot und reagiert damit auf die Bedürfnisse der optischen Industrie an Technikern für Feinoptik. Seit Jahren beklagen führende Unternehmen das Fehlen eines Bindegliedes zwischen Ingenieur und Facharbeiter. Benötigt werden Führungskräfte der mittleren Ebene mit verfahrenstechnischem und zusätzlich auch glastechnischem Know-how, die mit Ingenieuren und Facharbeitern gemeinsam Prozesse optimieren und Innovationen begleiten können.

Verlauf der Ausbildung

Interessierte Fachkräfte mit abgeschlossener Berufsausbildung und mindestens 1-jähriger Berufserfahrung können in 24 Monaten die Qualifikation zum „Staatlich geprüften Techniker Feinoptik“ erwerben, die zugleich auch den Weg zum Fachhochschulstudium ebnet. Der Techniker Feinoptik kann von verschiedenen Ausbildungsstufen her belegt werden (Bild 1). Die Genehmigung des Bayerischen Kultusministeriums liegt bereits vor. Ab September 2008 beginnt der erste Kurs.

Eckdaten

- *Beginn: 16. September 2008*
- *Dauer der Ausbildung: 2 Jahre (bis Juli 2010)*
- *Kosten: keine Kursgebühren*
- *Ablauf: Vollzeitkurs (ca. 35 Wochen-Std.) mit Ferien wie an den übrigen Bayerischen Schulen*
- *Anmeldungen: bis Mai 2008 (Sekretariat der Glasfachschule)*

Nur durch grundlegende Qualifikationen kann Deutschland seine Wettbewerbsfähigkeiten aufrechterhalten bzw. weiter ausbauen. Weiterbildung muss nach

dem „win-win“-Prinzip ablaufen, sowohl der erfolgreiche Absolvent als auch das Unternehmen müssen profitieren, der „Aufwand muss sich lohnen“!

Aufwand für das Unternehmen

verzichtet zwei Jahre auf eine bewährte Fachkraft mit Potenzial für verantwortungsvolle Aufgaben, setzt hohes Vertrauen in Eigenverantwortung und Zielstrebigkeit des freigestellten Mitarbeiters, trifft individuelle Vereinbarungen für die berufliche Zukunft des erfolgreichen Absolventen und investiert in seine wichtigste Ressource – die Mitarbeiter.

Aufwand für den/die Kursteilnehmer/in

verlässt für ein oder zwei Jahre die gewohnte Umgebung-Wohnort, Arbeitsplatz, Familie; nimmt für den Erwerb neuen Wissens eventuell auch finanzielle Einschränkungen in Kauf; engagiert sich in einer hochwertigen und intensiven Weiterbildung und will sich für das Unternehmen weiter qualifizieren.

Gewinn für das Unternehmen

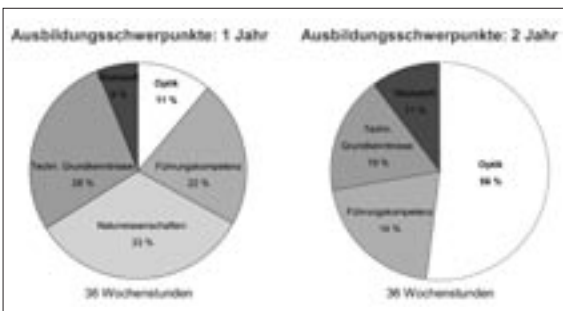
gewinnt einen hoch motivierten und engagierten Mitarbeiter aus dem eigenen Unternehmen, orientiert sich am aktuellen Stand der Optikfertigung mit hohen Qualitätsanforderungen („Präzisionsoptik“), gewinnt Personal mit Team- und Führungsqualitäten und erzielt höhere Leistungskraft und Flexibilität durch einen variabel einsetzbaren Techniker Feinoptik.

Einsatzgebiete

Optimierung von Fertigungsprozessen, Qualitätsmanagement, Sonderaufgaben: Entwicklungsprojekte und Produktivitätssteigerung sowie Steigerung des Know-hows und damit der Wettbewerbsfähigkeit.

Gewinn für den Kursteilnehmer

Umfangreiche optische Grundlagen-Ausbildung kombiniert mit glasspezifischen Spezialkenntnissen, Erwerb eines im deutschsprachigen Raum anerkannten Abschlusses: „Staatlich geprüfter Techniker Feinoptik“, Stärkung der Arbeitsmotivation durch vielfältige



Grafik 1 // Ausbildungsschwerpunkt

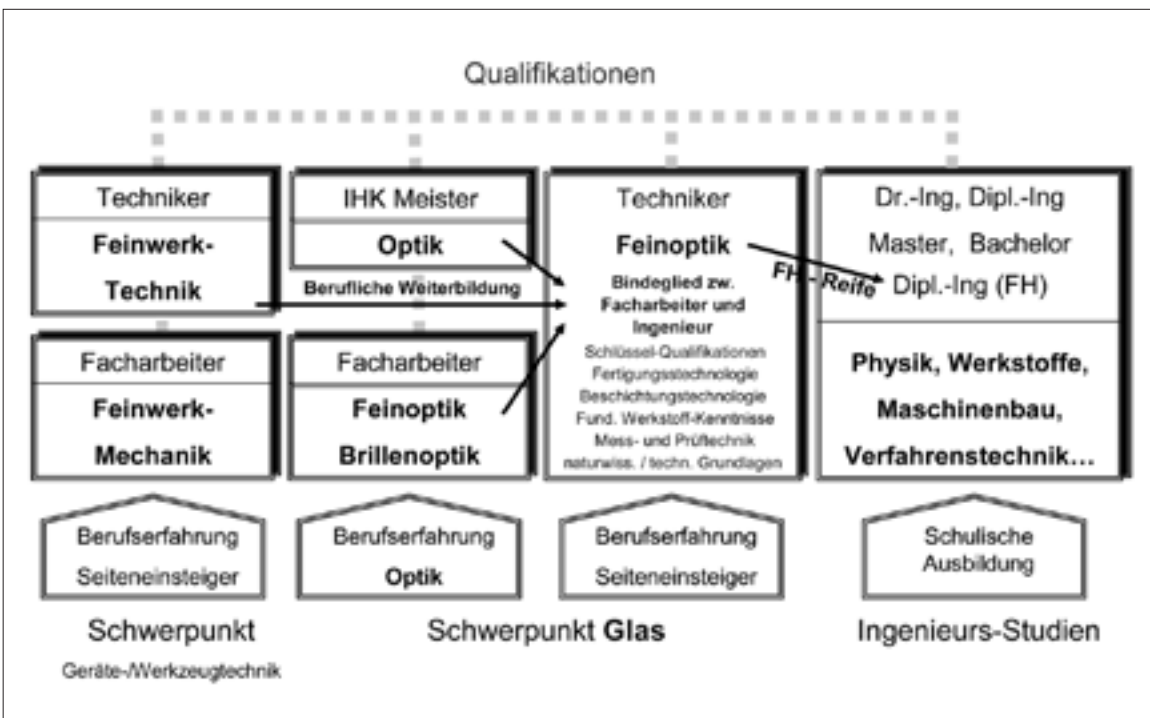
Techniker Feinoptik

- ist Bindeglied zwischen Fachkräften aus nicht glas-spezifischen Ausbildungsrichtungen und Ingenieuren
- agiert im Unternehmen als Führungskraft
- besitzt eine fundierte Ausbildung in der Fertigung von Präzisionsoptiken mit hohem Werkstoff-Know-how
- erreicht über Zusatzprüfung das Fachabitur (Motivation zur Weiterentwicklung)

Einsatz- und Aufgabengebiete, Weiterentwicklung der Persönlichkeit und Stärkung der Selbstwahrnehmung durch den erfolgreichen Abschluss und Sicherung des Arbeitsplatzes mit erhöhten Aufstiegschancen.

.....

Gernod Schubert, Michael Horina
Glasfachschule Zwiesel



Grafik 2 // Ausbildungsrichtungen und Qualifikationsmöglichkeiten in der optischen Industrie

Flankierende Qualifikationsstrategie des BIBB für Hochtechnologienetze

Zur Ausgangssituation

Um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft zu sichern, fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung die Entwicklung und Diffusion von Hochtechnologien (HT) mittels Kooperationsnetzen, in denen Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen zusammenarbeiten. Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) begleitet solche Netze mit dem Ziel, die Technologiediffusion in die Wirtschaft durch flankierende Qualifikationsstrategien zu unterstützen. Das BIBB bearbeitet diese Fragestellung von seinen eigenen Aufgabenstellungen her, mit dem Schwerpunkt bedarfsgerechtes Angebot an Aus- und Fortbildungsberufen. Die diesbezüglichen Arbeiten des BIBB betreffen vorläufig die Technologiefelder Optische Technologien (OT) und Mikrosystemtechnik (MST).

Zu den Arbeiten des BIBB

Das BIBB betreibt dazu seit längerer Zeit Arbeiten i.S. einer „Früherkennung“ von Qualifikationserfordernissen in den beiden o.g. Technologiefeldern (neben den BIBB-Arbeiten im Rahmen der BMBF-Früherkennungsinitiative FreQueNz; vgl. www.frequenz.net):

- Begleitung der Entwicklung neuer Ausbildungsberufe: hier Mikrotechnologe und Feinoptiker seit den 90er Jahren;
- BIBB-Workshops 2002-2004: Was leisten die Netze?
- Fallstudien in Unternehmen mit Optischen Technologien 2003/2004: Welche Bildungs- und Personalprobleme haben Unternehmen?
- BIBB-Workshops 2005, um Ansätze für Entwicklungsmodelle und Partner zu finden;
- Arbeiten zur Flexibilisierung der Aufstiegsfortbildung durch Modularisierung für Qualifikationsbedarfe im Feld der optischen Technologien u. a. mit dem Verband SPECTARIS, mit VDI-TZ und Bildungsträger im Technologiefeld 2005;
- BIBB-Initiative zur Entwicklung eines Kompetenzzentrums Neue Technologien im Handwerk;

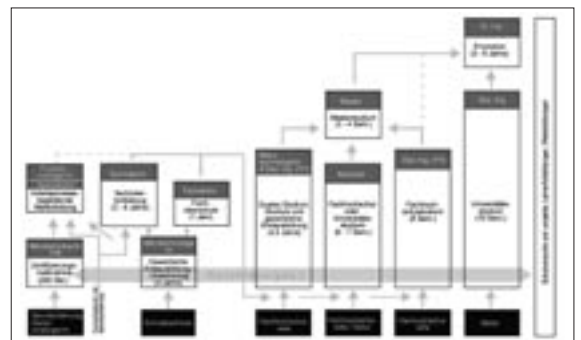
Mitwirkung des BIBB bei der Initiative Technische Bildung (ITB) 2007;

- *BIBB-Vorhaben 2007/2008: Geregelte Zusatzqualifikationen für Beschäftigte?*

Im Rahmen dieser Arbeiten wurde deutlich, dass Berufsbildung für HT in besonderem Maß durch die bekannten Dilemmata der beruflichen Bildung in Deutschland behindert wird, nämlich:

- *die zersplitterten Zuständigkeiten in der Berufsbildung, insbesondere zwischen Bund und Ländern sowie die mangelnde Harmonisierung der Maßnahmen zwischen diesen Zuständigkeitsbereichen.*
- *die Diskrepanz von kurzfristiger Personalpolitik und langfristig angelegter Berufsbildungspolitik.*

Die üblichen Annahmen, dass Unternehmen nur besser über das Berufsbildungsangebot informiert sein müssten, um ihre Qualifikationsprobleme zu lösen, und dass Bildungsträger nur hinreichend differenzierte Angebote machen müssten, um den Qualifikationsbedarf der Unternehmen aufzufangen, greifen zu kurz. Nach den Erfahrungen des BIBB sind es vor allem folgende Baustellen der Zukunft, die angegangen werden müssen, damit die Qualifizierungsstrategie eine forcierte Technologieentwicklung und -diffusion wirkungsvoll unterstützen kann.



Grafik 1 // MST-ROAD MAP von AWNET

Baustelle: Berufliche Entwicklungspfade in HT-Felder gestalten

Um die HT-Felder für Nachwuchskräfte attraktiv zu machen, und eine systematische Sicherung des erforderlichen Arbeitsmarktpotentials unter Einbeziehung aller Zielgruppen zu erreichen, bedarf es einer den einzelnen Beruf übergreifenden systemischen Behandlung der gesamten relevanten Berufsbildung, wie sie AUNET: das Aus- und Weiterbildungsnetzwerk für die Mikrosystemtechnik in seiner ROAD MAP benutzt – hier zunächst allerdings nur für Mikrotechnologien (Grafik 1).

Aus- und Fortbildungsberufe – sowohl des Bundes nach Berufsbildungsgesetz als auch der Länder nach deren Schulgesetzen (insbesondere Technikerabschlüsse) incl. deren Zugängen zum Hochschulbereich – müssen als ein durchlässiges Gesamtsystem beruflicher Entwicklungsmöglichkeiten gestaltet sein. Das ist auch die Basis für die Attraktivität eines HT-Feldes bei Berufswahlentscheidungen!

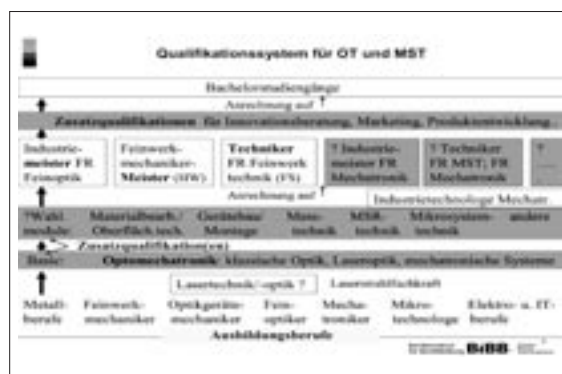
In den vergangenen Jahren ist diese ROAD MAP von AUNET mit Unterstützung des BIBB um wichtige Abschlüsse (vor allem Fortbildungsberufe, s. u.) vervollständigt worden. Darüber hinaus ist erkennbar: Diese ROAD MAP muss wegen der engen Verflechtung unterschiedlicher Technologien in den Produkten der Wirtschaft für das gesamte Bündel der HT angelegt/erweitert werden; und alle in der Unternehmenspraxis bei der Herstellung und Anwendung von HT beteiligten, auch konventionellen Aus- und Fortbildungsberufe müssen einbezogen werden (vgl. Grafik 2). Wenn AUNET nicht weiter gefördert wird, wird auch die ROAD MAP nicht weiter verfolgt!

Baustelle: Berufsprofile auf den Bedarf von Hochtechnologieunternehmen anpassen

Von AUNET und BIBB sind eine Reihe von Indizien für eine Novellierung des Ausbildungsberufs Mikrotechnologie gesammelt worden. Im Grunde aber müssten alle für HT relevanten Ausbildungs-Berufsprofile in diesem Zusammenhang überprüft werden bzgl.:

- des Verhältnisses von Technologiequalifikation und naturwissenschaftlichen Grundlagen,
- der Notwendigkeit basistechnologischer Mischqualifikationen,
- der Kompetenz zu systemischem Denken und Handeln im Geschäftsprozess,
- der Kompetenz zur Mitgestaltung von Geschäftsprozessen (auch zur Nutzung von IuK),
- der Qualifikation zum Umgang mit HT-spezifischen Anlagen (z. B. Reinsträumen)
- der Kompetenzausstattung zum Selbstlernen und für eine kompetente Kooperation mit den Technikern/Ingenieuren im Geschäftsprozess.

Betriebsinterviews in den Netzen im Auftrag des BIBB haben eine Reihe derartiger Hinweise ergeben.



Grafik 2 // Skizze für ein System von Berufen und Zusatzqualifikationen für Hochtechnologien (MST/OT)

Baustelle: Technologieorientierte Zusatzqualifikationen (ZQ) für mehr Flexibilität und Durchlässigkeit der ROAD MAP

Das Technologieentwicklungen an Geschwindigkeit zunehmen und die potentiellen Fachkrätereserven in Zukunft besser ausgeschöpft werden müssen, ist es notwendig, die ROAD MAP nicht nur an der Nach-



Grafik 3 // Kooperationsdienstleistung für Neue Technologien

wuchsgewinnung zu orientieren, sondern für alle Zielgruppen zu öffnen und die Flexibilität und Durchlässigkeit des Berufssystems durch technologieorientierte Zusatzqualifikationen (ZQ) zu erhöhen: Grafik. 2 skizziert dies für das hier diskutierte Feld der HT in einem Systementwurf aus Berufen und Zusatzqualifikationen. Die Reichweite vorhandener Berufsprofile kann durch Zusatzqualifikationen gezielt für HT erweitert werden, so für die Entwicklung technologischer Mischqualifikationen und für die Modernisierung vorhandener (tradierter) betrieblicher Berufsstrukturen. Berufe sind schon seit vielen Jahren grundsätzlich technologieoffen angelegt; diese Offenheit sollte genutzt werden. Die Studien des BIBB zeigen immer wieder den Bedarf an technologischen Mischqualifikationen, wie er mit dem längerfristigen Eindringen von Basistechnologien (enabling technologies), Elektronik, Mikrosystemtechnik, Lasertechnik/Optische Technologien in die Wirtschaft entsteht. Berufsinhalte neuer Ausbildungsberufe können hier auch als ZQ für Beschäftigte mit veralteten Qualifikationen und für Seiteneinsteiger genutzt werden. Dafür könnten wie in der IT-Branche Qualifizierungsmodelle im Prozess der Arbeit dienen. Insofern der Weiterbildungsmarkt eine Bedarfsdeckung nicht leistet, ist hier auch der Staat in seiner subsidiären Funktion gefragt, Qualifikationsangebote zu fördern, vor allem in den ersten Phasen von Technologiebildung und -diffusion.

Baustelle: Berufsprofile für Führungskräfte und Promotoren von Hochtechnologien

Aufstiegsberufe (Meister/Techniker) müssen für die Herausforderungen der HT zur Gestaltung der Geschäftsprozesse profiliert werden. Neben Führungsqualifikationen (bisher vor allem in Meisterprofilen formuliert)

betrifft dies Kompetenzen zur Produkt- und Prozessplanung und -gestaltung und zur Implementierung von Innovationen in Anwendungsfeldern: technisch, organisatorisch, pädagogisch sowie zur Unterstützung von F&E; Beispiele sind die hier neu entstandenen Fortbildungsberufe Prozessmanager MST, Techniker Feinoptik und Techniker Mikrotechnologien. Es sollten an den Hochschulen Weiterbildungsstudiengänge für Beschäftigte eingerichtet und mit der Aufstiegsfortbildung verzahnt werden unter dem Blickwinkel, die Innovationskompetenzen mittlerer Führungskräfte und Technologiepromotoren gezielt durch wissenschaftlich basierte Qualifizierung zu fördern, die Kooperation mit den Hochschulabsolventen, insbesondere den Ingenieuren, in den Unternehmen zu verbessern und neue berufliche Entwicklungspfade zu schaffen.

Anmerkung: In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass hier im Wesentlichen nur der erste Teil des Innovationsprozesses: F&E bei der Entwicklung der technologischen Bauelemente behandelt worden ist. Die Technologiepromotoren gewinnen an Bedeutung mit der Technologiediffusion in die Anwendungsfelder, z. B. in den Maschinenbau, die Automotivebranche etc. Dort sind dann viele Berufe in unterschiedlicher Art und Tiefe von den Innovationsanforderungen betroffen.

Baustelle: Infrastruktur für die Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologien

Eine Bildungsangebotspolitik wie oben braucht den Ausbau einer geeigneten Infrastruktur für Aus- und Weiterbildung innerhalb der Netze. Dringlich ist hier, wegen der in den ersten Phasen der Technologieentwicklung

besonders regional quantitativ geringen Bildungsnachfrage erstens eine nachfrageorientierte Kooperation zwischen den regional tätigen und zugleich technologiespezialisierten Bildungsdienstleistern zu fördern; zweitens ebenso die Kooperation zwischen Bildungsdienstleistern und (in erster Linie mittelständischen) Unternehmen und drittens die Aus- und Weiterbildungsfoundry, d.h. die kooperative Nutzung einer (überregionalen) Technologieinfrastruktur für Bildungszwecke. Im Handwerk geht man den Weg des Aufbaus von Kompetenzzentren für neue Technologien (Grafik 3); das BIBB ist an diesen Entwicklungen beteiligt. Die dort zu sammelnden Erfahrungen sollten auch für die mittelständische Industrie genutzt werden.

Baustelle: Professionalisierung der betrieblichen Bildungsdienstleistungen

Sowohl zum Ausbau der Bildungsinfrastruktur als auch zur unternehmensinternen Selbsthilfe ist eine Professionalisierung der Bildungs- und Beratungsdienstleistungen dringend. Hier werden derzeit vom BIBB zwei Fortbildungsansätze forciert:

- „Berufspädagoge“: ein neuer betriebspädagogischer Fortbildungsberuf (BBiG) für betriebliche Aus- und Weiterbilder sowie Personalentwickler, und
- „Lernbegleiter“: eine betriebspädagogische Zusatzqualifikation für in Aus- und Weiterbildung nebenberuflich Tätige

Diese Ansätze müssen in Zukunft fachdidaktisch mit den Anforderungen der HT verbunden werden.

Baustelle: Früherkennung/Dauerbeobachtung von Handlungserfordernissen der Berufsbildungspolitik

Für eine realistische Bedarfseinschätzung ist es nach den BIBB-Erfahrungen vor allem notwendig, die Konflikte der Bildungspraxis (wie bspw. oben benannt) zu erkennen, Lösungsansätze zu entwickeln, die diese

Konflikte konstruktiv einbeziehen, und deren Zweckmäßigkeit dann in der Praxis i.S. einer Dauerbeobachtung systematisch zu erproben. Im Kern muss es bei dieser Art von „Früherkennungsarbeit“ um das Erkennen der Handlungsmöglichkeiten der Praxisakteure gehen, der Barrieren und ihrer Ursachen und der Erprobung angemessener Lösungen, also eigentlich um eine sich wiederholende zyklische Arbeit. Hierfür sollten die verfügbaren Instrumente und Einrichtungen gezielt genutzt werden: Dauerbeobachtung des BIBB, Erprobungsordnungen, Modellversuchsförderung etc. In die künftige Früherkennungsarbeit müssen die Anwenderberufe von Hochtechnologien einbezogen werden.

Folgerungen für die staatliche Förder- und Ordnungspolitik

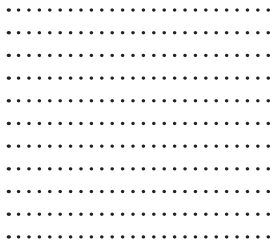
Die Erfahrungen des BIBB legen nahe, die mit Förderung des Bundes entstandenen Netzstrukturen weiterhin für eine HT-förderliche Berufsbildungspolitik zu nutzen:

- Das betrifft einerseits die Kooperation mit den HT-Netzen für die rechtzeitige (eher: laufende) Erkennung und Behandlung von Qualifikations-/Kompetenzbedarfen („Früherkennung“ wie oben skizziert); und
- betrifft die weitere Bearbeitung der o.g. „Baustellen“ in und mit den Netzen sowie die Ausrichtung der Förderpolitik des Bundes und der Länder auf diese für die technische Innovationsfähigkeit Deutschlands strategisch wichtigen Ansatzpunkte.

::

Dr. Ulrich Blötz
Bundesinstitut für Berufsbildung

Heinrich Tillmann
Innovationsberatung Tillmann



(Foto ZEMI)



– WORKSHOP HOCHSCHULAUSBILDUNG –

Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern | Fachkräftesicherung in Neuen Technologien

Workshop

Hochschulausbildung

Zusammenfassung

In den insgesamt sechs Vorträgen wurden die Problematiken und entsprechende Lösungsansätze hinsichtlich der aktuellen Situation in der Hochschulausbildung dargestellt. Die Erfahrungen mit bereits angelaufenen, neuen Lehr- und Kooperationsprogrammen wurden erläutert.

Intention des Workshops / Leitfragen

Die Leitfragen der Session beschreiben gleichzeitig die aktuelle Situation in der Hochschulausbildung:

- *Mit welchen Mitteln kann die Hochschulausbildung der technischen Weiterentwicklung entsprechen, die besonders in Hochtechnologiefeldern außerordentlich schnell voran schreitet?*
- *Welche Reaktionen sind auf die Umstellung des Ingenieurstudiums auf das Bachelor-/ Masterstudium notwendig?*
- *Wie sollte auf die verstärkte Internationalisierung, die sowohl die Herkunft als auch die spätere berufliche Orientierung der Studierenden betrifft, reagiert werden?*
- *Welche Auswirkungen haben die eingeführten Studiengebühren?*
- *Was kann gegen die derzeitige Technikfeindlichkeit und die damit verbundene Nachwuchsproblematik gemacht werden?*

Anforderungen, Ziele und Lösungswege

Vor dem Hintergrund dieser Leitfragen wurden von den Vertretern von Fachhochschulen, Universitäten sowie einem Unternehmen grundlegende Anforderungen an die Hochschulausbildung formuliert. Eine der Hauptanforderungen ist, die bestehenden hohen Qualitätsstandards unbedingt beizubehalten. Gleichzeitig sollen die vermittelten Kompetenzen möglichst weit gefächert sein und auch Methodenkompetenzen und Schlüsselqualifikationen bein-

halten. Das Studium, und zwar sowohl das Bachelor- als auch das Masterstudium, soll berufsbefähigend sein. Eine weitere Anforderung betrifft die Anzahl der Studierenden. Es sollte gewährleistet werden können, dass alle Studiengänge ausgelastet werden. Eng damit verknüpft ist die Anforderung, Studierende über die gesamte Studiendauer zu halten und auch in die Forschung zu integrieren.

Die geplanten Ziele, mit denen die Ausgangssituation den Anforderungen entsprechend verbessert werden soll, können wie folgt zusammengefasst werden:

- *Integration von Methodenkompetenzen in die Lehre von Fachkompetenzen. Auf diese Weise soll ein breiteres Spektrum an Kompetenzen sowie die ständige Aktualisierung der Lehrinhalte ohne wesentliche Verlängerung der Studiendauer realisiert werden.*
- *Die verstärkte Vermittlung von Praxiserfahrungen, um den Bezug zum späteren Beruf zu intensivieren.*
- *Gewährleistung einer kurzen Studiendauer, was sich sowohl finanziell als auch hinsichtlich besserer Chancen auf dem Arbeitsmarkt positiv für die Studierenden auswirken würde.*
- *„Abholen“ der Studierenden aus unterschiedlichen Fachrichtungen (auch international). Dies betrifft sowohl die Studienanfänger, die auf Grund ihrer Herkunft unterschiedliche Grundkenntnisse besitzen, als auch Studierende, die z. B. nach dem Bachelor-Abschluss in das Masterstudium wechseln.*
- *Ermöglichung von hoher Flexibilität. Damit ist sowohl die Wahl der Studienfächer und der fachlichen Ausrichtung des Studienabschlusses als auch die Möglichkeit den Studienort zu wechseln gemeint.*

In den Vorträgen wurden verschiedene Wege zum Erreichen dieser Ziele aufge-

zeigt, die entweder zur Zeit in Planung sind oder bereits umgesetzt wurden, so dass hier schon von konkreten Erfahrungen berichtet werden konnte.

Entsprechend der Reihenfolge der aufgezählten Ziele sei zunächst die Erarbeitung neuer Lehr- und Lernformen genannt, bei denen auch verstärkt neue Medien genutzt werden. An der TU Braunschweig gibt es beispielsweise ein Modellprojekt, in dem die Physikdidaktik aus der Fakultät für Geistes- und Erziehungswissenschaften mit der Fakultät Maschinenbau kooperiert und eine Vorlesung didaktisch betrachtet und neu strukturiert.

Das gleiche Ziel, nämlich die Vermittlung von breit gefächerten und aktuellen – theoretischen und praktischen – Kompetenzen, verfolgt die Fachhochschule Kaiserslautern mit der Einrichtung einer Ausbildungsfactory. Darin werden kostenintensive Einrichtungen für die Ausbildung von Studierenden zur Verfügung gestellt, die in der Regel an den Hochschulen nicht vorhanden sind bzw. nicht für Ausbildungszwecke genutzt werden können.

Ein anderes Ausbildungsmodell führt die X-FAB Semiconductor Foundries AG Germany in Erfurt bereits seit einigen Jahren sehr erfolgreich durch. In Kooperation mit der TU Ilmenau bzw. der FH Schmalkalden bietet das Unternehmen ein berufsintegrierendes Studium an, mit dem die Studierenden von Anfang an einen engen Bezug zur Praxis haben. Außerdem wird den zukünftigen Studierenden eine ausführliche und kompetente Berufsberatung angeboten, die neben einer intensiven Werbung die Bekanntheit dieses Ausbildungsmodells fördert.

Um Studiengänge optimal auszulasten und Studierende aus verschiedenen Fachrichtungen zu gewinnen, haben an der TU Ilmenau die Fakultäten Mathematik und Naturwissenschaften und

Elektrotechnik und Informationstechnik ein fakultätsübergreifendes Masterprogramm zusammengestellt. Den Studierenden werden umfangreiche Wahlmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Studienfächer und ihres Abschlusses angeboten, so dass ein Wechsel an einen anderen Studienort an Attraktivität verliert. Außerdem werden die Studierenden in die laufende Forschung integriert, um ihre Bindung an die Universität weiter zu verstärken.

Die FH Brandenburg nutzt die Einrichtung eines Bachelor- und Masterstudiengangs Mikrosystemtechnik und optische Technologien zur Schärfung des Ausbildungsprofils. Mit der Zusammenfassung der beiden Themenbereiche wird die aktuelle technische Entwicklung aufgegriffen.

Die FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven geht noch einen anderen Weg, um die Attraktivität des Studiums zu steigern

und um weltweit Studierende zu gewinnen: In Kooperation mit der Universität Oldenburg wird dort seit fünf Jahren ein internationaler Bachelor-/ Masterstudiengang angeboten. Neben der Internationalisierung werden bisher gute Erfolge durch intensive, persönliche Betreuung der Studierenden erreicht.

Fazit und Handlungsempfehlung

Das Fazit aus der Session Hochschulausbildung kann in einem Wort zusammengefasst werden: Kooperation. Jeder hier aufgezeigte Weg zur Erreichung der hochgesteckten Ziele baut auf mindestens einer Kooperation auf. Die Kooperationspartner sind Fachhochschulen und Universitäten, Fakultäten und Forschungseinrichtungen untereinander, Fachhochschulen und/oder Universitäten und Unternehmen, aber auch Universitäten, Fachhochschulen und

Unternehmen und die Politik. Nur durch die Zusammenarbeit innerhalb von Netzwerken und die Aufteilung der Aufgaben können die oben genannten Ziele erreicht und somit die heutigen Anforderungen an die Hochschulausbildung in Hochtechnologiefeldern erfüllt werden.

Es ist daher unbedingt notwendig, Kooperationsprojekte und Netzwerke zu fördern und zu unterstützen, und zwar zum einen finanziell und zum anderen durch die Sammlung, Bereitstellung und Veröffentlichung von Informationen sowie durch die Vermittlung von Kooperationspartnern.

.....

Dr. Monika Leester-Schädel
Technische Universität Braunschweig

Fakultätsübergreifendes Konzept zur Master-Ausbildung in der Mikro- und Nanotechnologie

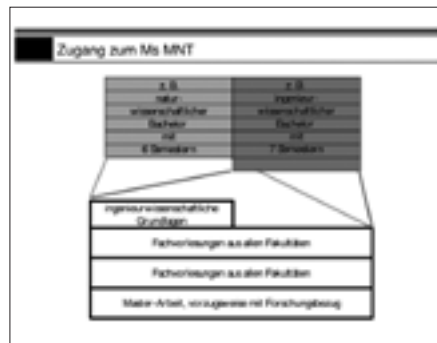
Motivation zur Einrichtung des Studiengangs und Grundkonzept

An der Technischen Universität Ilmenau wurde ein Masterstudiengang „Mikro- und Nanotechnologien“ mit dem Master-Abschluß „Ingenieur für Mikro und Nanotechnologien“ eingerichtet. Das Studienangebot wendet sich an leistungsorientierte junge Menschen, die gleichermaßen technisches und naturwissenschaftliches Interesse besitzen und sich der Herausforderung stellen wollen, das Verständnis, die Herstellung und die instrumentelle Beherrschung von Mikrobauelementen,

Mikrosystemen und unterschiedlichsten Nanoobjekten in der Forschung zu vertiefen, Mikro- und Nanostrukturen sowie funktionelle Nanosysteme einer industriellen Anwendung zuzuführen. Eine derartige Motivation kommt den gegenwärtigen und in Zukunft absehbaren Anforderungen des Arbeitsmarktes stark entgegen, der nach Fachleuten verlangt, die in Mathematik, in den Naturwissenschaften und den wichtigsten technischen Fächern über eine sehr solide Grundausbildung verfügen und darüber hinaus, die modernen anspruchsvollen interdisziplinären Denkweisen und

Arbeitsmethoden der Mikro- und Nanotechnologien kennen und beherrschen.

Das Studiengangskonzept sieht vor, daß durch ein abgestimmtes Angebot an obligatorischen Schlüsselfächern und einem dazu komplementär ausgerichteten Spektrum von einigen wahlobligatorischen Vorlesungen und Seminaren sowie kleineren Praktikumskomplexen eine interdisziplinär orientierte praxisnahe Ausbildung angeboten wird. Dieses Lehrangebot soll zum einen in moderne Theorien und Techniken der Mikro- und Nanowissenschaften einführen und zum anderen



Grafik 1 // Zugang zum Masterstudiengang Mikro- und Nanotechnologien

durch die Nähe zur aktuellen Forschung an der Technischen Universität die Fähigkeit schulen, wissenschaftliche Kenntnisse unmittelbar in Erkenntnisse und Entwicklungsleistungen umzusetzen. Die TU Ilmenau bietet mit dem bereits vorliegenden Spektrum an Lehrangeboten und Forschungskompetenzen bereits sehr gute Voraussetzungen für die Einrichtung des Studiengangs. Dazu wird auf dem TU-typischen Charakter eines universitären Lehrangebots mit stark fakultätsübergreifenden Lehrangeboten aufgebaut. Das vorliegende Konzept kann sich deswegen zu einem gewissen Teil auf bereits vorhandene Lehrangebote stützen, wobei die Fächerzusammenstellung in ein Studiengangprofil mündet, das den fachlichen Kompetenzraum zwischen den vorhandenen Studiengängen Technische Physik, Mechatronik und Werkstoffwissenschaften schließt. Im Bereich der molekularen Wissenschaften (Chemie, Molekularbiologie) wurden in den vergangenen Jahren ergänzende Lehrangebote etabliert. Damit konnte eine kostengünstige Etablierung des neuen Studiengangs erreicht werden, der passend zum vorhandenen Profil der TU Ilmenau den Zugang zu sehr modernen Wissenschafts- und Technologiefeldern eröffnet und den heutigen und zukünftigen Erfordernissen des Arbeitsmarktes entgegenkommt.

Der Studiengang ist als fakultätsübergreifendes Studium angelegt. Der Studiengang ist so organisiert, daß er im Rahmen eines konsekutiven Studienweges sowohl von den Bachelor-Absolventen der Technischen Physik als auch den Ingenieurwissenschaften (Mechatronik, Elektrotechnik) im unmittelbaren Anschluß an den Bachelor-Abschluß belegt werden kann. Da die Bachelor-Ausbildung der Technischen Physiker mit einer Regelstudienzeit von 6 Semestern, die Bachelor-Ausbildung der Mechatroniker und

Elektrotechniker jedoch mit 7 Semestern vorgesehen ist, wurde das erste Semester des Masterstudiengangs Mikro- und Nanotechnologien als Anpassungssemester konzipiert, in dem Bachelor-Absolventen naturwissenschaftlicher Fachrichtungen Gelegenheit zur Vervollständigung ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenwissens gegeben wird, das Voraussetzung für einen erfolgreichen Abschluß des Masters „Mikro- und Nanotechnologien“ ist. Bachelor-Absolventen, die ihren Abschluß in einer ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung mit einer Regelstudienzeit von 7 Semestern erworben haben, können das Master-Studium „Mikro- und Nanotechnologien“ mit dem Einstieg in das 2. Semester aufnehmen. Dadurch haben alle Studenten unabhängig davon ob sie aus einer naturwissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich orientierten Bachelorausbildung kommen, die Möglichkeit, das Studium von der Immatrikulation ins bachelor-Studium bis zum Masterabschluß in insgesamt 10 Semestern zu absolvieren.

Beschreibung des Studiengangs

Die Entwicklung von Materialien, Bauelementen und Systemen mit Schlüsselkomponenten im Abmessungsbereich unterhalb von etwa 0,1 Mikrometer hat einen erheblichen Bedarf an Fachleuten geweckt, die an der Schnittstelle zwischen der gut beherrschten lithographischen Mikrotechnik und den molekularen Techniken tätig

werden können. Dazu wird eine solide universitäre Ausbildung mit Teilen der etablierten Ingenieurwissenschaften und modernen Kenntnissen im Bereich aller Naturwissenschaften benötigt. Dieser Bedarf wird sich in den kommenden Jahren erheblich verstärken. Der hier vorgestellte Studiengang soll die vorhandene Lücke zwischen diesen Anforderungen des Arbeitsmarktes und dem Angebot an kompetenten Fachleuten schließen helfen. Das notwendige Ausbildungsprofil verlangte dabei einen inter fakultativen Ansatz.

Ziel des Studiengangs ist es, die naturwissenschaftlichen und die technologischen Grundlagen für die Erzeugung von Mikro- und Nanostrukturen zu vermitteln und die Studenten innerhalb der Studienrichtung zu befähigen, zukünftige Entwicklungen zu Mikro- und Nanotechnologien sowie nanotechnischen Systemen voranzutreiben. Besondere Aufmerksamkeit soll dabei auf die gleichberechtigte Vermittlung des relevanten methodischen Spektrums für die lithografische Nanostrukturierung (top-down-Strategie), die molekulare Strukturierung durch Selbstassemblierung (bottom-up-Konzept), die Möglichkeiten der Verbindung beider Konzepte und die erforderlichen Charakterisierungstechniken gelegt werden. Dazu werden neben den allgemeinen Grundlagen der Ingenieur- und Naturwissenschaften und dem dünn- und mikrostrukturtechnischen und festkörperphysikalischen Wissen auch nanotechnologierelevante Teilgebiete der Chemie gelehrt. Der Studiengang Mikro- und Nanotechnologien hat drei wesentliche Aufgaben zu erfüllen. Zum ersten werden die wichtigsten methodischen Zugänge zur Herstellung und Charakterisierung von Nanostrukturen vermittelt. Zum zweiten werden wichtige Anwendungsgebiete und Grundlagen der Anwendung von Nanostrukturen

vorgestellt. Und zum dritten werden die Studierenden an praktische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Charakterisierung, zur Herstellung und zum Einsatz von Nanostrukturen herangeführt.

Die Absolventen des Studienganges sollen zum einen die wichtigsten theoretischen Grundlagen der Mikro- und Nanotechnologien kennen und zum anderen in der Lage sein, diese Grundlagen anzuwenden und in praktische Entwicklungen einfließen zu lassen. Sie sollen insbesondere Anforderungen in einem industriell geprägten Umfeld erfüllen, in dem ausgezeichnete technische Kompetenz mit einer ausgeprägten Fähigkeit zur fächerintegrierenden Kommunikation und Kooperation gepaart ist. Damit trägt das Ausbildungsprofil dem Bedarf nach universitär gebildeten Nanotechnologiespezialisten Rechnung, die in hohem Maße Verantwortung für die Entwicklung und Erforschung von Nanobauelementen und Nanosystemen und deren Integration in konventionelle technische Systeme und die natürliche Umwelt tragen können.

Ausbildungsmodule

- *Konstruktion*
 - *Werkstoffe*
 - *Mess- und Regelungstechnik*
 - *Funktionsgruppen der Mikrotechnik*
 - *Mikrotechnologische Grundlagen und Schaltungstechnik*
 - *Molekulare Nanotechnologie*
 - *Nanodiagnostik*
 - *Nanofluidik/Mikroreaktionstechnik*
 - *Nanosystem-Theorie und Simulation*
 - *Mikro- und Nanonstrukturtechnik*
 - *Nanomaterialien*
 - *Molekulare Grundlagen*
 - *Vertiefungsmodul*
 - *Forschungspraktikum*
 - *Masterarbeit / Masterkolloquium*
-

Die Absolventen des Studienganges „Mikro- und Nanotechnologien“ besitzen ein sehr solides und breites naturwissenschaftliches und technisches Grundlagenwissen. Sie unterscheiden sich von klassisch ausgebildeten Ingenieuren (etwa der Elektrotechnik, der Mikrosystemtechnik, der Elektronik oder des Maschinenbaus) durch den Verzicht auf eine detaillierte Spezialausbildung in den klassischen Ausbildungsrichtungen. Dagegen verfügen sie über sehr gute Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Planartechnologien. Insbesondere sind sie in der Lage, die Grenzgebiete zwischen der physikalischen Technik und den molekularen Wissenschaften nicht nur zu verstehen, sondern durch eigene Forschungs- und Entwicklungstätigkeit kreativ mitzugestalten. Sie sind deshalb insbesondere in der Entwicklung von Mikro- und Nanosystemen und den entsprechenden Fertigungstechnologien sowie der dazu gehörenden Forschungsarbeiten sehr effektiv handlungsfähig. Dazu trägt die Vertrautheit mit den fachspezifischen Metasprachen der Physik, des Ingenieurwesens, der Chemie und die praktische Erfahrung mit den den Metasprachen unterlegten Methoden und Objekte entscheidend bei. Insbesondere in Tätigkeitsfeldern mit Bezügen zur Mikrosystemtechnik und zur Nanotechnologie, aber auch in vielen traditionellen Forschungs- und Entwicklungsbereichen findet der Absolvent durch seine interdisziplinäre Ausrichtung sehr gute Entwicklungsmöglichkeiten. Das eröffnet den Absolventen eine große Bandbreite in den Einsatzgebieten und damit eine hohe Flexibilität am Arbeitsmarkt.

Für die Absolventen bestehen sehr attraktive Einsatzmöglichkeiten in Forschungseinrichtungen, vor allem aber auch in der Elektronik- und Mikrosystemtechnikindustrie, in der Geräteindustrie und in der Materialentwicklung. Vor allem für die

Verbindung von Biomedizin, Biotechnologie, chemischer Verfahrenstechnik und Laborautomatisierungstechnik sowie moderner Instrumentation wird ein stark wachsender Bedarf gesehen, für den der Ingenieur für Mikro- und Nanotechnologien die besten Voraussetzungen mitbringt.

Einordnung in das Lehr- und Forschungsprofil der TU Ilmenau

Die TU Ilmenau ist von ihrem Profil und Charakter, aber auch von ihren experimentellen Möglichkeiten (u. a. durch das ZMN, IMN) her prädestiniert für den hier vorgestellten Studiengang. Das traditionell mit dem Schwergewicht auf Elektrotechnik, Automatisierungstechnik und Maschinenbau ausgerichtete Ausbildungsspektrum der technischen Fächer in der TU Ilmenau konnte in den vergangenen Jahren durch neue, sehr erfolgreiche Ausbildungsrichtungen erweitert werden. Diesen Erfolgen lag – wie z. B. in der Mechatronik oder in der Technischen Physik – die Verbindung einer breiten naturwissenschaftlich-technischen Grundausbildung mit einer Spezialisierung in aktuellen Bedarfsgebieten zu Grunde. Dabei wurde die Ausbildung im wesentlichen auf den vorhandenen leistungsstarken Fachrichtungen der TU aufgesetzt und wurden diese Stärken weiter gefördert. Dieser Strategie folgt auch das Konzept zum Studiengang Mikro- und Nanotechnologien.

Der Studiengang „Mikro- und Nanotechnologien“ mit dem Masterabschluß „Ingenieur für Mikro- und Nanotechnologien“ soll im Freistaat Thüringen eine Ausbildungslücke schließen, die sich durch die Entwicklung der Mikrosystemtechnik/Mikroelektronik auf der einen Seite und der zunehmend intelligenteren Instrumentierung in den molekular-basierten

Disziplinen und der Biotechnologie auf der anderen Seite herausgebildet hat. Weltweit besteht ein Bedarf an Fachleuten mit Kompetenzen im Bereich der Mikro- und Nanotechnologien, die gleichzeitig durch ingenieurmäßige Behandlung und naturwissenschaftliche Durchdringung den Spezifika des Nanokosmos gerecht werden. Dieses Problem verlangt nach einer technisch orientierten, aber naturwissenschaftlich-instrumentell sehr anspruchsvollen Ausbildung, die weder von den klassischen universitären Ausbildungsfächern noch

von den stark Industrie-orientierten neuen Ausbildungsrichtungen der Fachhochschulbildung geleistet werden kann.

Im Freistaat Thüringen bietet die Technische Universität Ilmenau für ein Studium der Mikro- und Nanotechnologien hervorragende Bedingungen. Das gilt umso mehr, als die Nanotechnologie auch als Forschungsschwerpunkt im Programm der Universität verankert worden ist. Sowohl vom aktuellen Profil der Ausbildungsangebote als auch von der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit und

der Lehr- und Forschungsinfrastruktur her bietet die TU attraktive Studienbedingungen und weckt Lust an der technischen Beherrschung des Mikro- und Nanokosmos.

.....

Prof. Dr. Michael Köhler,
Prof. Dr. Martin Hoffmann
*Technische Universität Ilmenau |
 Institut für Mikro- und Nanotechnologien*

Bachelor- und Masterstudiengänge Mikrosystemtechnik und optische Technologien an der FH Brandenburg

Die FH Brandenburg

Die im Jahre 1992 neu gegründete FH Brandenburg ist angesiedelt in der Stadt Brandenburg an der Havel ca. 60 km westlich von Berlin. Konzeptioniert als moderne Campushochschule wurden in den Anfangsjahren der Fachhochschule Gelände und Gebäude der ehemaligen Kürassierkaserne aus dem Jahr 1871 gründlich erneuert. Zur Zeit beschäftigt die FH Brandenburg 60 Professoren und weitere ca. 30 Wissenschaftler. In den drei Fachbereichen Wirtschaft, Technik und Informatik sind etwa 2.600 Studierende eingeschrieben. Der Fachbereich Technik mit ca. 700 Studenten bietet im WS 2007/8 die Studiengänge Mechatronik & Automatisierungstechnik und IT-Elektronik mit dem Abschluss als Bachelor sowie die Studiengänge Maschinenbau und Physikalische Technik mit Abschluss Diplomingenieur an. Aus politischen Gründen sieht sich

die FH Brandenburg in der Pflicht, auch diese beiden letzten Studiengänge mit dem traditionellen Abschluss im nächsten Jahr auf das System Bachelor/Master umzustellen. Im Zuge dieser Umstellung wird die bisherige Physikalische Technik

mit ihren Schwerpunkten Mikrotechnologie, angewandte Optik und Lasertechnologie zu einem neuen, konsekutiven Bachelor-Master-Studiengang Mikrosystemtechnik und optische Technologien umgestaltet.



Bild 1 // Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum



Bild 2 // Zentrum für Informatik und Medien

Kompetenzen

In der Mikrosystemtechnik verfügt die FH Brandenburg über einen 90m²-Reinraum der Reinraumklasse 10.000, an den Arbeitsstationen der Klasse 100. Hier werden alle Prozesse der Dünnschichttechnologie und -Strukturierung im µm-Bereich ausgeführt. Neben der Strukturierung wird an der Si-Mikromechanik und der Aufbau- und Verbindungstechnik gearbeitet. Umfangreiche Mess- und Analysetechniken sowie eine enge Zusammenarbeit mit der Sensormesstechnik und -applikation vervollständigen die Mikrosystemtechnik der FH Brandenburg. Im Bereich der technischen Optik werden insbesondere Fragen optischer Schichten und Schichtsysteme behandelt, hier kann auf eine umfangreiche Ausrüstung zur Spektroskopie über die gesamte Palette von UV über VIS bis zu NIR und IR zurückgegriffen werden. Im Bereich der angewandten Infrarottechnik gibt es mehrere IR-Kameras zur orts- und zeitaufgelösten Verfolgung thermischer Prozesse. Die Labore für Lasermaterialbearbeitung arbeiten u. a. mit drei modernen Nd:YAG-Lasern und erreichen in der Lasermikromaterialbearbeitung Strukturgrößen von ca. 10 µm.

Randbedingungen für den Bachelor- und Masterstudiengang

Während für den traditionellen FH-Diplomingenieur die Berufsqualifizierung und -befähigung eindeutig anerkannt ist und in der Wirtschaft ein Berufsbild über lange Jahre gewachsen und allseits bekannt ist, gilt dies für die neue Studienform mit Bachelorabschluss keineswegs. Für den Bachelor ist zwar die Berufsqualifizierung eine politische Forderung, inwieweit diese von der Wirtschaft aber auch als berufsbefähigend anerkannt wird, bleibt abzuwarten. Auch Aussagen zum Berufsbild des Bachelors seitens der Wirtschaft sind bislang noch sehr spärlich, hier wird auf die bislang fehlende Erfahrung verwiesen. Im Gegensatz dazu wird der Master allgemein als berufsbefähigend angesehen und für Masterabsolventen ist ein eindeutiges Berufsbild in den Unternehmen vorhanden.

Aus Verantwortung für die Studierenden hat sich die FH Brandenburg deshalb dazu entschieden, einerseits die Qualitätsmerkmale des bisherigen Abschlusses im Bachelorstudium weitgehend zu erhalten, andererseits wird ein Masterangebot für unbedingt erforderlich gehalten. Die Profilschärfung beim Übergang zum Bachelor- und Masterstudiengang ergibt sich insbesondere aus der Tatsache, dass von den bisherigen Diplomabsolventen der Technischen Physik etwa 80% in den Technologiefeldern Optik, Lasertechnik Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik ihre Erstanstellung finden und eine zunehmende Konvergenz dieser Felder in der Industrie zu beobachten ist.

Das Konzept

Für den neuen Studiengang Mikrosystemtechnik und optische Technologien wurde unter Beibehaltung einer stark praxisorientierten Ausbildung ein Bachelorstudiengang mit 7 Semestern zugrunde gelegt. Darin eingebunden sind eine Praxisphase und ein Semester für ein die Abschlussarbeit vorbereitendes Bachelorprojekt. Die sich im Titel spiegeln Schärfung des Ausbildungsprofils soll wie auch ein adäquates Masterangebot in diesem Hochtechnologiebereich zur Erhöhung der Attraktivität des Studienangebots beitragen. Der Bachelorstudiengang Mikrosystemtechnik und optische Technologien der FH Brandenburg wird wie folgt aussehen.

Bachelorstudiengang						
1 MOPT	2 MOPT	3 MOPT	4 MOPT	5 MOPT	6 MOPT	7 MOPT
1 Mathematik 1 (4VO)	2 Mathematik 2 (4VO)	3 Mathem. Wirt. F. Ing. (2VO)	4 Festkörp. HL-Physik 1 (2VO), 1 HS	5 Festkörp. (1 HS), 25 ZCP	6 Mikrosysteme 2 (4VO/SA)	7 Ba-Projekt m. Seminar
8 Ingenieurinformatik 1 (2VO)	9 Ingenieurinformatik 2 (2VO)	10 Techn. Optik (2VO)	11 Atomphysik 1 (2VO), 1 HS	12 Festkörp. HL-Physik 2 (2VO)	13 Mikro-Messtechnik 2 (2VO)	
14 Physik 1 (2VO)	15 Physik 2 (2VO/SA)	16 Mikrostrukt. - Technik (2VO)	17 Einfg. LaserT. (2V), 1 HS	18 WFF (z.B. LabView) (2V), 1 HS	19 PhysikMessT (2V)	20 Optische Techn. 2 (4VO/SA)
21 Elektrotech. 1 (2VO/SA)	22 Elektrotech. 2 (2VO)	23 Halbleitertechnol. (2VO)	24 TO-Lab (2V), 1 HS	25 Opt. Technologien 1 (4VO/SA)	26 Optische Techn. 1 (4VO/SA)	Bachelor Seminar
27 Physikalische Messtechnik (2VO)	28 Messtechnik (2VO)	29 Vakuumtechnik (2VO)	30 Praxisphase für MOPT (10 Wochen, 2 Halbsamster plus Teil der 10. Woche ZCP)	31 Mikrosysteme 1 (4VO/SA)	32 WFF Modul technisch (4VO/SA)	33 Ba-Arbeit
34 Einfg. Messtechnik & Opt. (2VO)	35 Messtechnik 1 (2VO)	36 Messtechnik 2 (2VO/SA)	37 Experimentalphysik 3 (2VO/SA)	38 Fortgeschrittenlehre (2V)	39 Projektarb. m. Präsent. (2VO)	
40 Konstruktionslehre (2VO)	41 Werkstoffkunde 1 (2VO)	42 WFF Modul (2VO/SA)	43 Experimentalphysik 2 (2VO)	44 WFF Modul (4VO/SA)	45 WFF1 nichttechn. (2VO)	46 WFF 2 techn. (2VO)
47 Werkstoffkunde 2 (2VO)	48 Verlebung Physik (2VO/SA)	49 WFF Modul (2VO/SA)	50 Experimentalphysik 1 (2VO)	51 WFF2 nichttechn. (2VO)	52 WFF2 techn. (2VO)	gesamt 146 SWS
53 Englisch (2VO)	54 Englisch (2VO)	→ Konsequente Konzentration auf Fachausbildung				
55 Erweit. Abgrenz. (10)						
29 SWS 30 CP	29 SWS 30 CP	24 SWS 30 CP	18 SWS 30 CP	26 SWS 30 CP	24 SWS 30 CP	4 SWS 30 CP

Grafik 1 // Studienplan Bachelor Mikrosystemtechnik und optische Technologien

	Dipl.-Ing. (FH)	Bachelor	Master
Dauer	8 Semester	6 - 8 Semester	2 - 4 Semester
berufsqualifizierend/ -befähigend	ja / ja	Forderung?	ja / ja
Berufsbild	vorhanden	?	vorhanden

Grafik 2 // berufsbefähigte Studiengänge und Berufsbild



Bild 3 // Analysesystem Rasterelektronenmikroskop



Bild 4 // moderne Beschichtungstechnik im Reinraum

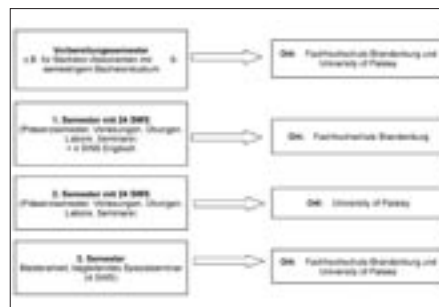
Der Masterstudiengang

Als kleinere Fachhochschule kann die FH Brandenburg ein anspruchsvolles Masterangebot nicht alleine tragen. Hier bietet sich an, einen solchen Studiengang in Kooperation mit einer ähnlich ausgerichteten Fachhochschule zu entwickeln. Die FH Brandenburg ist dazu in Kooperation mit der TFH Wildau getreten. Die Vorteile einer Kooperation im Bereich des Masters sind offenkundig: Bündelung der Kräfte, Erhöhung der Laborkapazitäten, Erweiterung und Qualifizierung der Kompetenzfelder und damit Steigerung der Attraktivität des Angebots. Nach langjähriger Kooperation mit der TFH Wildau beim postgradualen, weiterbildenden Masterstudiengang „Photonics“ ist geplant, diese gute Zusammenarbeit mit dem drei-semesterigen Master Mikrosystemtechnik und optische Technologien fortzusetzen.

Erfahrungen in Vorbereitung eines internationalen Masterstudiengangs mit „joint degree“

Die FHB hat bereits nach Partnern gesucht, z. B. für einen binationalen Master. Sie hat im Rahmen der Arbeit des Netzwerks MANO in vielen Gesprächen mit der Universität Paisley (Schottland, GB) eine Kooperation zu einem internationalen Masterstudiengang „Optical and Microsystem Tech-

nologies“ mit double-degree vorbereitet. Das Konzept dieses Masters ist wie dargestellt ausformuliert. Für die Umsetzung gilt es jedoch, noch einige systembedingte Probleme zu überwinden:



Grafik 3 // Konzept binationaler Masterstudiengang

- Im Gegensatz zu den Zielen des Bologna-Prozesses gibt es eine mangelnde Passfähigkeit der deutschen Studienreform gemäß „Bologna“ zum britischen System. Der sechssemestrige Bachelor ist dort nicht berufsqualifizierend, er wird dies erst durch zusätzliche zwei Semester mit dem Erwerb des honours degree. (Er hat damit die Wertigkeit des „alten“ FH-Diploms!)
- Ein Masterstudium wie geplant ist in Großbritannien eher ungewöhnlich, vielmehr wird nach dem Bachelor-Abschluss der Zugang zum PhD-Studium

angestrebt. Damit wird der Master „by research“ erworben. Für den entwickelten, binationalen Master „taught“ sind hohe Studiengebühren (ca. 3.500 €/Semester) die unattraktive Regel.

Ausblick

Die FH Brandenburg wird ihr Studienangebot zum WS 2008/09 auf ein System von Bachelor-/Masterstudiengängen im Bereich „Mikrosystemtechnik und optische Technologien“ umstellen. Der Bachelor mit 7 Semestern soll weitgehend die Qualitätsmerkmale des bisherigen Abschlusses erreichen:

- solides Grundstudium und intensive Profilverphase
- höhere Attraktivität des Studienangebots
- klares Absolventenprofil für die Industrie

Ein Masterstudiengang in Kooperation mit der TFH Wildau ist in Vorbereitung, bei Lösung der oben skizzierten Probleme gern auch als binationales Angebot.

.....

Prof. Dr. sc. nat. Klaus-Peter Möllmann, Nobert Lutz, Dr. Frank Pinno
FH Brandenburg

Gemeinsamer Bachelor-/Master-Studiengang „Engineering Physics“ der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven und der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Schwerpunkt „Laser & Optics“

Internationales Studienprogramm Engineering Physics

Das internationale Bachelor- und Master-Studienprogramm Engineering Physics (EP) wurde zum Wintersemester 1998/99 eingeführt, im Dezember 2002 von der ASIIN akkreditiert und befindet sich zur Zeit im Reakkreditierungsverfahren.

Das Studienprogramm EP ist ein physikalisch orientierter Studiengang und verbindet grundständiges theoretisches und methodisches Wissen mit der Nutzung dieses Wissens an der Schnittstelle von Physik und Ingenieurwissenschaften. Die elementaren Grundlagen der Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften sind interdisziplinär mit innovativen technischen Anwendungen, entsprechend der dargestellten Forschungsschwerpunkte, verbunden. Die Kompetenz zur Anwendung dieses Wissens wird in technologie- und methodenorientierten Modulen vermittelt. Das Ziel ist dabei, durch eine breite Methodenkenntnis die Fähigkeit zur theoretisch fundierten, praxisbezogenen Anwendung zu fördern. Dies wird durch das Forschungsprofil des Studiengangs und die damit verbundenen Laborprojekte noch unterstützt. Der hohe Praxisanteil am Curriculum, die obligatorische Praxisphase wie auch das integrierte projektorientierte Lernen sind eng an den beruflichen Alltag angelehnt. Das insgesamt praxisbezogene curriculare Angebot in den Studiengängen des Engineering Physics ist bewusst interdisziplinär angelegt. Tutorientätigkeit der Studierenden vertieft theoretisches Wissen, schafft aber auch Kompetenzen in der Präsentation und Weitervermittlung von Wissen.

Das Studienprogramm „Engineering Physics“ ist hinsichtlich Zielsetzung, Werbung, Unterrichtssprache, Studien- und Prüfungsorganisation international ausgerichtet. Die Veranstaltungen des

ersten Jahres werden ausschließlich auf Englisch abgehalten und die „internationale“ Zusammenarbeit im Studium sind wichtige Mittel, die Sprach- und Kommunikationsfähigkeiten zu verbessern. Später werden Teile des Programms auf Deutsch durchgeführt. Zum Studienprogramm gehören einerseits verpflichtende Deutschkurse für Ausländer und andererseits Englischkurse (oder andere Sprachkurse) für deutsche Studierende. Für ausländische Studierende werden weitere semesterbegleitende Deutschkurse angeboten und empfohlen. Deutsche und ausländische Studierende profitieren gleichermaßen vom Kennenlernen fremder Kulturen. Die enge Zusammenarbeit von Studierenden unterschiedlicher Nationalität wird weiterhin im Studiengang durch entsprechende Gruppenbildung in Praktika und Übungsgruppen gefördert.

Kooperation Universität – Fachhochschule
Engineering Physics wurde als bundesweit erstes Studienprogramm gemeinsam von einer Universität und einer Fachhochschule, der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (CvO) und der Fachhochschule Oldenburg/ Ostfriesland/ Wilhelmshaven (FH OOW), durchgeführt. Beide Hochschulen tragen in allen Phasen der Ausbildung zur Lehre bei. Der jeweilige Anteil der Lehre wird dabei gleichmäßig auf beide Hochschulen verteilt.

Die Fakultät V Mathematik und Naturwissenschaften der CvO ist eine von fünf Fakultäten, sie besteht aus fünf Instituten: Institut für Biologie und Umweltwissenschaften (IBU), Institut für Reine und Angewandte Chemie (IRAC), Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM), Institut für Mathematik (IfM) und Institut für Physik (IfP). Der Studiengang wird vom Institut für Physik getragen.

Als Forschungsschwerpunkte des Instituts für Physik haben sich die biomedizinische Physik mit der speziellen Ausrichtung auf die Hörforschung und die Material- und Energieforschung mit internationaler Sichtbarkeit fest etabliert.

Die Fachhochschule Oldenburg/ Ostfriesland/ Wilhelmshaven (FH OOW) ist nach dem Zusammenschluss der ehemaligen Fachhochschulen Oldenburg (inkl. Studienort Elsfleth), Ostfriesland (Studienorte Emden und Leer) und Wilhelmshaven im Jahre 2000 entstanden. An der größten Fachhochschule Niedersachsens sind rund 9.500 Studierende immatrikuliert. Der Fachbereich Technik in Emden ist der größte Fachbereich an der FH OOW. Er untergliedert sich in die drei Abteilungen Elektrotechnik und Informatik (E+I), Maschinenbau (M) und Naturwissenschaftliche Technik (N). Die Abteilung N besteht aus den Lehrereinheiten Life Sciences, Photonik und Industrial and Business Systems. Das Studienprogramm Engineering Physics ist der Lehrereinheit Photonik im Fachbereich Technik Emden zugeordnet.

Ziele des Studiengangs insgesamt

Der Bachelor-Studiengang in Engineering Physics (6 Semester) ist anwendungsorientiert und zielt auf die Vermittlung allgemeiner mathematisch-physikalischer Kenntnisse sowie einer fundierten Grundausbildung in den Ingenieurwissenschaften im breiten fachlichen Umfang. Aufbauend auf einer soliden Ausbildung in den relevanten Methoden der Mathematik werden der Grundkanon der Experimentalphysik und Auszüge der theoretischen Physik behandelt. Das naturwissenschaftlich-technische Grundlagenwissen wird in den höheren Semestern vertieft und mit einer nicht zu engen Spezialisierung in den Bereichen

Biomedical Physics, Laser & Optics, Sound & Vibration, Renewable Energy oder Materials Science erweitert. Die praktischen Fertigkeiten werden in Laborpraktika zunehmender Schwierigkeit entwickelt, wobei gleichzeitig mit den Laborprojekten in höheren Semestern Schlüsselkompetenzen wie Teamfähigkeit, Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten gefördert werden. Die Entwicklung von Fähigkeiten und deren effektive Nutzung in einer Praxisphase sind in die Ausbildungsinhalte integriert, ebenso wie die Aneignung zentraler Methoden zur selbständigen wissenschaftlichen Weiterbildung.

Eine weitere wichtige Zielrichtung liegt darin, ausländischen Studierenden die deutsche Sprache und Kultur zu vermitteln. Die neue Umgebung, die Anpassung an veränderte Lebensbedingungen erfordert und fördert ein hohes Maß an Teamfähigkeit, kommunikativer Kompetenz und Selbstmanagement. Sprachkurse sind wichtiger Bestandteil des Studienprogramms. Die enge Zusammenarbeit von Studierenden unterschiedlicher Nationalität wird im Studiengang durch entsprechende Gruppenbildung in Praktika und Übungsgruppen gefördert. Zur Vertiefung dieses Verständnisses hat sich das freiwillige Auslandssemester sowohl für deutsche als auch für ausländische Studierende bewährt.

Der internationale Masterstudiengang Engineering Physics (4 Semester) ist forschungsorientiert und regt die Studierenden auf der Basis vermittelter Methoden und Systemkompetenz und unterschiedlicher wissenschaftlicher Sichtweisen zu eigenständiger Forschungsarbeit an. Damit zielt der Studiengang auf die Vermittlung umfassender Kenntnisse in den Hauptdisziplinen der Physik und Schwerpunkte der Ingenieurwissenschaften, die Spezialausbildung in Teilgebieten der modernen

physikalischen Forschung und das Erlernen selbständigen wissenschaftlichen Arbeitens. In den Vertiefungsgebieten Biomedical Physics, Laser & Optics, Sound & Vibration, Renewable Energy oder Materials Science werden die Studierenden an das aktuelle internationale Niveau der Forschung geführt. In der Auseinandersetzung mit Problemstellungen aus der aktuellen Forschung sollen die Studierenden lernen, komplexe Problemstellungen aufzugreifen und sie mit wissenschaftlichen Methoden auch über die momentanen Grenzen des Wissenstandes hinaus zu lösen. Entsprechend dieser forschungsorientierten Ziele ist das Studienprogramm von Lehrenden getragen, die aus eigener aktiver Forschung schöpfen. Mit der abschließenden Masterarbeit weisen die Studierenden nach, dass sie selbständig, problemorientiert, interdisziplinär und verantwortungsbewusst wissenschaftlich arbeiten und die erhaltenen Resultate in einem wissenschaftlichen Rahmen verständlich darstellen können.

Praxisbezug und Forschungsbezug sowie Berufsbefähigung der Absolüsse

Das Bachelor-Studium beinhaltet Laboratory Projects, deren Angebote überwiegend an aktuellen Entwicklungs- und Forschungsprojekten orientiert sind. Weiterhin ist eine universitär begleitete Praxisphase über zwei Monate obligatorisch, die sowohl im In- und Ausland an einer Forschungseinrichtung, in der Industrie oder an öffentlichen Einrichtungen (z. B. Kliniken) absolviert werden kann. Um die Praxisorientierung weiter zu verbessern, wird den Studierenden empfohlen, auch die Bachelor Thesis in Unternehmen oder wirtschaftsnahen Forschungs- und Entwicklungsinstituten durchzuführen. Viele Studierende nutzen die Möglichkeit Auslandserfahrungen zu sammeln, auch oder

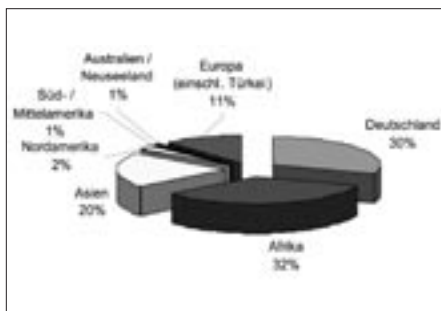
gerade weil das Auslandssemester ein hohes Maß an Selbstorganisation und praktischer Problemlösungen verlangt. Durch das gute Netz an Partnerhochschulen und bei entsprechender vorheriger Absprache kann dieses Semester ohne Verlängerung der Studienzeiten absolviert werden.

Für Studierende des Masterstudiengangs wird in ausreichendem Maße die Mitarbeit in Forschungsprojekten innerhalb der Spezialisierung angeboten. Um den Praxisbezug zu fördern, kann ein Praktikum an einer Forschungseinrichtung, einer Klinik oder in der Industrie absolviert und als Vorbereitung der Master Thesis genutzt werden. Die Möglichkeit für einen Auslandsaufenthalt ist ähnlich wie im Bachelorstudiengang, allerdings aufgrund des engen Zeitrahmens schwerer zu realisieren. Die Master-Abschlussarbeit kann in diesem Studiengang auch außerhalb der Hochschule unter entsprechender wissenschaftlicher Begleitung (auch in englischer Sprache) durchgeführt werden. Weiterhin stehen Studierende des Masterbereichs im Blickpunkt, die das von der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik (DG-MP) anerkannte Weiterbildungszertifikat „Fachanerkennung Medizinische Physik“ im Schwerpunkt Biomedizinische Physik erlangen möchten. Die Studenten erhalten von Anfang an eine zu belegende Veranstaltungskombination, die sich an der Weiter- und Fortbildungsordnung der DG-MP orientiert. Studieninteressierte, deren Schwerpunkt im Bereich Biomedizinische Technik und Medizintechnik liegen, können aus dem Fachkatalog der Biomedizinischen Physik ebenso eine Kombination aus medizinischen, technischen und naturwissenschaftlichen Veranstaltungen wählen, die für eine Tätigkeit im interdisziplinären Bereich von Medizin und Technik unabdingbar sind.

Wer kann Engineering Physics studieren?

Zielgruppe für ein Studium in Engineering Physics sind Interessenten aus aller Welt (siehe Grafik 1), die eine physikalisch-mathematisch basierte Grundausbildung mit einem direkten Anwendungsbezug zur industrienahe Forschung und Entwicklung im Spektrum in den Bereichen Laser & Optics, Biomedical Physics, Sound & Vibration, Material Science, Renewable Energy suchen.

Gesamtzahl Immatrikulationen	319
Bachelor	220
Master of Science	70
Master of Engineering	29

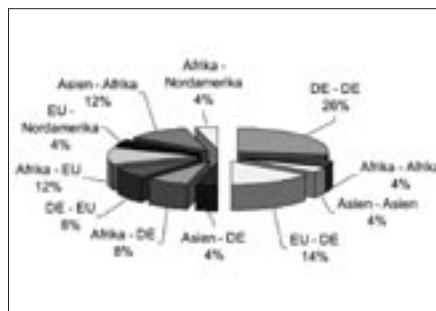


Grafik 1 // Herkunft der Engineering Physics Studierenden

(rd. 80%), einige Absolventen wechseln an andere Universitäten, z. B. an die RWTH Aachen oder die ETH Zürich und in das englischsprachige Ausland. Die bisherige Statistik zeigt, dass nur etwa 10% der Bachelor-Absolventen in den Beruf gehen.

Nach dem Master geht gut die Hälfte der Absolventen (56%, entsprechend 30 Absolventen) in den Beruf. Die anderen treten eine Promotion an (etwa 40%, entsprechend 23), davon rund die Hälfte an der Universität Oldenburg, die übrigen an einer anderen Uni, oft im Ausland.

Die Durchfallquoten der Modulprüfungen sind in den ersten Semestern höher, gehen später jedoch deutlich zurück.



Grafik 2 // Gegenüberstellung Herkunft und Berufstätigkeit der Absolventinnen und Absolventen

Science fallen nur 10% aus und bei dem (inzwischen eingestellten) Master of Engineering 28%.

Die Arbeitsfelder der EP-Absolventinnen und Absolventen lassen sich wie folgt in absoluten Zahlen zusammenfassen: 12 sind im Bereich von Kliniken als „Medizinphysiker/-physikerinnen“ beschäftigt, 13 sind in Forschungszentren oder Universitäten angestellt (evtl. mit dem Ziel einer Promotion – diese wurden jedoch nicht in der Statistik als Promovenden ausgewertet!), 6 sind in Ingenieurbüros oder vergleichbaren Einrichtungen und 4 bei Siemens tätig.

Die in EP eingeschriebenen Studierenden kommen zu jeweils 30% aus Deutschland und Afrika. Eine weitere große Gruppe ist aus dem asiatischen Raum. Eine Gegenüberstellung der Herkunftsländer und der Verbleib der berufstätigen Absolventinnen und Absolventen haben gezeigt, dass ein Viertel der Studierenden aus Deutschland kommt und nach dem Studium im Heimatland verbleibt (siehe Grafik 2). Die Hälfte aller Absolventen findet nach dem Abschluss eine Anstellung auf dem Herkunftskontinent, jedoch nicht zwangsweise in dem Herkunftsland.

Realisierung der Ziele

Daten und Messzahlen zum Studienerfolg (aus Auswertungen der Prüfungsergebnisse, Absolventenbefragungen, Studierendenbefragungen, Verbleibstudien)

Unter den Absolventen der Engineering-Physics-Studiengänge wurde eine Befragung zu ihrer Situation nach dem Studium durchgeführt. Der größte Teil der Absolventen des Bachelor-Studiengangs (rd. 90%) führte das Studium mit einem Master fort. Die meisten Studierenden wechseln in die Masterstudiengänge des EP-Programms

Die Quoten sind besser im Vergleich zu denen im Fach-Bachelor Physik. Aus der Statistik ist eine Abbrecherquote nicht herzuleiten, da Abbrecher und Fach- bzw. Uni-Wechsler bisher nicht separat erfasst wurden. Von den Bachelor-Studenten werden nach bisheriger Statistik 25% wegen Studienabbruchs oder unbekanntem Studienwechsel exmatrikuliert. Dies ist eine deutlich bessere „Erfolgsquote“ als in den bisherigen traditionellen Physik-Diplomstudiengängen (Statistik im Physik Journal September 2007). Im Studium des Masters of

.....

Prof. Dr. Walter Neu,

Sandra Koch

Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/
Wilhelmshaven | Fachbereich Technik,
Naturwissenschaftliche Technik-Photonik

Prof. Dr. Volker Mellert

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg |
Fakultät V | Institut für Physik

engineering.physics@uni-oldenburg.de

Neuer Treibstoff für die Ingenieurausbildung: Innovative Didaktik

„Überhaupt lernet niemand etwas durch bloßes Anhören, und wer sich in gewissen Dingen nicht selbsttätig bemühet, weiß die Sachen nur oberflächlich und halb.“

– Johann Wolfgang von Goethe –

... sagte schon Goethe zu seinem Freund Eckermann 1831. Das Zitat war der Anstoß und ist gleichzeitig der Impuls für die Umstrukturierung der Vorlesung „Thermische Verfahrenstechnik“ an der TU Braunschweig.

In einem Modellprojekt sollen andere Formen der Wissensvermittlung erprobt und in ihrer Wirksamkeit überprüft werden. Zum besseren Verständnis für den Aufbau der Veranstaltung werde ich im Folgenden zentrale Ergebnisse der Forschung zum Lernen Erwachsener darstellen. Daran anschließend folgt ein Perspektivwechsel, der die wesentlichen Erwartungen der Unternehmenseite an die Absolventen der Ingenieurwissenschaft aufzeigt. An diesem Vorgehen wird die Intention des Modellprojektes deutlich: Letztlich werden die beiden zentralen Personengruppen fokussiert, um hieraus Erkenntnisse zur Gestaltung des Lehr- und Lernprozesses zu gewinnen.

Zum Lernen Erwachsener – Hochschuldidaktik

Befasst man sich mit der Forschung zum Lernen Erwachsener oder zur Lehre an Hochschulen stellt man immer wieder fest, dass es kaum breite empirische Befunde gibt. Meistenteils beschränkt sich die Forschung auf Modellprojekte, die qualitativ ausgewertet werden oder deren Befunde

sich kaum auf allgemeine Lernsituationen übertragen lassen.

Zum anderen liegt dies daran, dass sich Hochschullehrer nicht gern in „die Karten schauen lassen.“ Meist herrscht die Meinung, dass die Studierenden sehr viel lernen, wenn nur der Lehrende kompetent genug ist, gleich auf welchem Wege die Vermittlung des Wissens vonstatten geht. Zum Anderen liegt der Mangel an sicheren Erkenntnissen daran, dass geeignete Instrumente zur Messung des Wissenszuwachses fehlen bzw. die vorhandenen unzureichend sind. Das hat zur Folge, dass sich Gütekriterien für gelungene Wissensvermittlung nur schwerlich ausmachen lassen¹. Sicher scheint dennoch, dass lernen in Gruppen, diskutieren des Stoffes, selbständiges Erarbeiten von Inhalten und das Erkennen der Nützlichkeit des Stoffes sowie eine positive emotionale Affinität lernförderlich sind².

Wenn wir an unsere eigene Schulzeit zurück denken, welche Inhalte sind uns am Besten im Gedächtnis geblieben? In der Regel die, zu denen wir eine Beziehung aufbauen konnten, die wir gut in unser Vorwissen integrieren konnten und die mit einem besonderen Erlebnis verbunden waren. Und wenn wir unseren Schulkameraden von damals fragen, an was er sich am besten erinnert? Vermutlich kann er sich an andere Dinge besser erinnern: Lernen ist nämlich individuell. Bedingungen für eine solche Lernatmosphäre zu schaffen muss also Aufgabe guter Lehre sein: Den Studenten mit seinem individuellen Lernprozess in den Mittelpunkt der Lehre stellen. Viele Professoren äußern in diesem Zusammenhang allerdings die Angst, sie könnten die Kontrolle über den Lernprozess verlieren³. Wichtig ist jedoch – so die Erkenntnisse der Lernpsychologie – nicht die Aktivität des Lehrenden, sondern die des Lernenden. Sinnvolle Reduktion allzu

großer Stoffmengen sollte hier das Stichwort sein. Denn entscheidend für die Qualität des Lernprozesses ist nicht das Gelehrte, sondern das Gelernte. Angesichts dieser Erkenntnisse ist der Schluss naheliegend, dass das im Studium der Ingenieurwissenschaften hauptsächlich vorherrschende reine Anhören und Mitschreiben nicht optimal ist, um ein tiefergehendes Verständnis bei den Studenten zu erreichen⁴. Dies verdeutlicht bereits das vorangestellte Zitat von Goethe: Sinnvolles und nachhaltig wirksames Lernen muss aktiv von statten gehen.

Ziel unserer Maßnahmen sollte es sein, die Studierenden eigene Erfahrungen mit dem Lernstoff machen zu lassen, die Studierenden auffordern und ihnen die Gelegenheit zu geben, sich selbständig mit den fachlichen Inhalten ihrer Profession auseinanderzusetzen. Demnach ist eine andere Form der Unterstützung durch die Lehrenden wichtig, eher sollte sie einen beratenden denn einen dozierenden Charakter haben⁵. Nicht zu vergessen das zentrale Ergebnis der Lernforschung: Lernen in Kleingruppen ist effektiv. Es sorgt dafür, dass sich die Studenten gegenseitig Inhalte erklären müssen, gemeinsam über Lösungen nachdenken, die Arbeitszeit strukturieren und vieles mehr. Abgesehen davon, macht den Studierenden die Arbeit in Gruppen meist mehr Spaß, und dadurch lernt es sich leichter. Keinesfalls soll dies bedeuten, dass die klassische Form der Lehre ausgedient hat. Vielmehr sollte sie ergänzt werden durch neue Lehr- und vor allem Lernformen.

Anforderungen der Wirtschaft an die Absolventen

In modernen Unternehmen ist die Ingenieurarbeit immer häufiger von der Auflösung abgegrenzter Aufgabengebiete ge-

prägt. Stattdessen gewinnt die Arbeit in Projektteams an Bedeutung. Diese Teams sind von der Kundengewinnung bis zur Fertigung zuständig und verantwortlich. Das Aufgabenspektrum des Ingenieurs erweitert sich damit vor allem im Bereich der überfachlichen Qualifikationen enorm. So muss der Ingenieur/die Ingenieurin nicht nur über ein solides technisches Grundverständnis verfügen, sondern auch in der Lage sein, sich schnell in Projektteams einzuarbeiten, seine/ihre Aufgaben unter Berücksichtigung betriebswirtschaftlicher Aspekte zu bearbeiten und nicht zuletzt über interkulturelle Kompetenzen verfügen.

Unternehmensvertreter sprechen immer wieder von der ausgezeichneten fachlichen Ausbildung deutscher Ingenieure, fordern aber gleichzeitig seit Jahren, dass das spezielle Fachwissen der Ingenieure durch Methodenkompetenzen und übergreifendes Fachwissen ergänzt werden soll⁶. In diesen fachübergreifenden Qualifikationen weisen Absolventen der Ingenieurwissenschaft, so die Industrievertreter, Defizite auf. Hierzu zählen u. a. Kommunikations- und Teamfähigkeit, Sozialkompetenz, systemisches Denken und metakognitives Wissen. Mehr als früher geht es in der Ausbildung von Studenten also auch um die Förderung dieser Schlüsselqualifikationen, die entscheidenden Bausteine der Arbeitsmarktfähigkeit der angehenden Ingenieure und Ingenieurinnen darstellen⁷. Nicht vergessen werden sollte, dass dies eine der zentralen Aufgaben der Hochschule sein muss: Das „Fitmachen“ der Absolventen für den Arbeitsmarkt.

Modellprojekt am ICTV der TU BS

Am Institut für chemische und thermische Verfahrenstechnik der TU Braunschweig können angehende Ingenieure und Ingenieurinnen sowohl Grundlagenwissen als

auch den Umgang mit und die Lösung von anwendungsorientierten Fragestellungen erlernen.

Vorwiegend wird bis dato mit Vorlesungen, Übungen und Praktika gelehrt. In den Vorlesungen hören die Studierenden den zu vermittelnden Stoff, in den Übungen rechnen sie beispielhaft und in den Praktika führen sie nach genauen Angaben Versuche durch. Im Rahmen seiner Lehrtätigkeit und der Prüfungen fiel dem Leiter des Instituts, Herrn Professor Stephan Scholl, häufig auf, dass den Studierenden ein tiefergehendes Verständnis des Stoffes fehlt. Seine Begeisterung für die Thermische Verfahrenstechnik sprang nur bisweilen auf die Studierenden über. Zeit also für Veränderungen!

Unter dem Motto

„Überhaupt lernet niemand etwas durch bloßes Anhören, und wer sich in gewissen Dingen nicht selbsttätig bemühet, weiß die Sachen nur oberflächlich und halb.“ ... soll zunächst die Vorlesung „Thermische Verfahrenstechnik I“ neu strukturiert werden.

Bislang hören die Studierenden, überwiegend Verfahrens- und Bioingenieure des 5. Fachsemesters, eine Vorlesung mit 2 SWS und rechnen danach in der Übung, die ebenfalls 2 SWS umfasst, Aufgaben zu den Grundlagen der Thermischen Verfahrenstechnik. Die Vorlesung besuchen ca. 30 Studenten. Ganz klassisch hören die Studenten eine Einführung in die Grundoperationen thermischer Stofftrennung. Am Ende des Semesters müssen die Studierenden sich einer mündlichen Prüfung unterziehen.

Ab dem WiSe 2008/09 soll sich dies im Rahmen eines Modellprojektes ändern. Gemeinsam mit dem Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abt. Physik und Physikdidaktik, werden

die vorhin angeführten Erkenntnisse der Lernforschung und die Anforderungen der Unternehmensvertreter in die Grundlagenveranstaltung der Thermischen Verfahrenstechnik eingebracht. Am Beispiel der Herstellung von Biodiesel sollen die Studierenden praxisnah lernen und nebenbei ihre methodischen und sozialen Kompetenzen erweitern.

Im Rahmen der Vorarbeiten wurden zunächst die Studierenden, die derzeit die Veranstaltung besuchen, nach ihren Vorkenntnissen befragt, um ein Anknüpfen an die zu erwartenden Vorerfahrungen der Studenten im Modellvorhaben zu ermöglichen. Das Einbetten in das Vorwissen der Studenten ist für das Erreichen eines tiefergehenden Verständnisses von zentraler Bedeutung⁸.

Geplant ist, dass sich die Studierenden zunächst die Grundlagen der Thermischen Verfahrenstechnik (Rektifikation, Absorption, Extraktion und Adsorption) an einfachen und bereits bekannten Alltagsbeispielen wie dem Kaffee kochen oder einer Flasche Mineralwasser erarbeiten.

Da den Studierenden offenere Lernformen mit selbstverantwortlichen Strukturen bislang weitgehend unbekannt sind, werden sie anfangs kleinschrittig anhand von Arbeitsaufgaben gelenkt. Je sicherer sie aber im Umgang mit den Materialien und den Grundoperationen werden, desto größer soll ihre Freiheit in der Erarbeitung der Themengebiete werden. Zusätzlich zu den Aufgaben sollen die Studierenden so genannte Lernkästen zur Verfügung gestellt bekommen; in diesen finden sie Material, das ihnen bei der Erarbeitung des Themas hilfreich sein kann.

Nachdem die Studierenden die Grundoperationen der Thermischen Verfahrenstechnik kennen gelernt haben, sollen Sie ab der zweiten Hälfte des Semesters in Projektgruppen ihr Wissen auf den

Prozess der Biodieselherstellung übertragen. Innerhalb des Projektes sollen die Studenten anhand verschiedener Parameter entscheiden, welches Trennverfahren geeignet ist und eine Kosten-Nutzen-Rechnung aufstellen. Ihre Ergebnisse sollen sie in den letzten beiden Sitzungen des Semesters anhand einer Präsentation vorstellen.

Die Resultate des Modellprojektes werden mittels verschiedener Erhebungsmethoden, die zum momentanen frühen Zeitpunkt der Planungsphase noch nicht feststehen, evaluiert und mit einer Studierendengruppe, die wie bisher die klassische Vorlesung hört, verglichen. Entscheidend ist dann, welche zusätzlichen Kompetenzen den Studierenden durch ein verändertes Veranstaltungsdesign vermittelt werden können. Aufgrund der aufwändigeren Lernmethoden ist zu erwarten, dass der Umfang des vermittelten Stoffs im Bereich der Grundoperationen abnimmt.

Augenblicklich arbeiten wir an der Ausarbeitung einer Grundoperation, die dann in einem Pre-Test an einer kleinen Studierendengruppe getestet wird, um zu überprüfen, ob die theoretischen Überlegungen praktisch umsetzbar sind. D. h. eine komplette Veranstaltung aus dem Themengebiet der Rektifikation wird vorbereitet, an einer Gruppe Studierender getestet und anschließend bewertet.

Das erste halbe Jahr des Umstrukturierungsprozesses hat bereits einige Schwierigkeiten wie z. B. in welcher Form das Gelernte überprüft werden soll oder wie eine angemessene Reduktion der Stoffmengen vonstatten gehen kann, aufgeworfen; aber auch Chancen wie das tiefergehende Verständnis und der flexible Wissenszuwachs aufgezeigt. Spannend bleibt also, welche Ergebnisse erzielt werden können und wie es nach dem Modellprojekt weiter gehen kann und soll.

Schlussbemerkung

Im Rahmen der Umstrukturierung der Veranstaltung „Thermische Verfahrenstechnik I“ bietet sich die Möglichkeit, andere Formen der Wissensvermittlung zu erproben. Natürlich mit der Hoffnung verbunden, dass die Ergebnisse des Modellprojektes auf andere Veranstaltungen übertragbar sind und sich somit Anstöße für eine Veränderung in der Ingenieurausbildung der Technischen Universität Braunschweig ergeben. Die Initiierung dieses Projektes zeigt das vorhandene Problembewusstsein und den Willen Veränderungen anzustreben. Mit Sicherheit ist die Zusammenarbeit der beiden Institute für die Verbesserung der Lehre als Schritt in die „richtige“ Richtung zu werten.

Lit 1: Schrader, J/Berzbach, F. (2006): Lernen Erwachsener – (k)ein Thema für die empirische Weiterbildungsforschung? In: Nuissl, E.: Vom Lernen zum Lehren: Lehr und Lernforschung für die Weiterbildung. S. 9 – 27. Bielefeld: W. Bertelsmann.

Lit 2: Mandl, H. (3/2004): Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen. In: Journal für Lehrerinnen und Lehrerbildung. S. 47-51. Innsbruck, Wien, München: StudienVerlag Ges.m.b.h.

Lit 3, 5, 8: Waldherr, F. (2005): Das Lernen ermöglichen. In: DiNa – Didaktik Nachrichten. Online unter: http://www.diz-bayern.de/Publikationen/DiNa/dina_2005_12.pdf. Zugriff: 01. November 2007.

Lit 4: Wörner, A. (2006): Lehren an der Hochschule; Eine praxisbezogene Anleitung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Lit 6, 7: Hermann, R. (2002): Zur Qualität der Ingenieurausbildung am Beispiel der Laborarbeit – Eine Soll-Ist-Analyse und ein Ansatz zur Entwicklung von Grundbefähigungen im Ingenieurstudium. Frankfurt am Main: Peter Lang.

::

Inske Preißler

Technische Universität Braunschweig,
IFdN | Abt. Physik und Physikdidaktik

Die Aus- und Weiterbildungsfoundry pro-mst

Zusammenfassung: Der herausragenden Bedeutung der Laborpraktika als hochschuldidaktische Komponente kann im Bereich der Hochtechnologien aufgrund genereller Ressourcenbeschränkungen oft nicht ausreichend entsprochen werden. Exemplarisch für viele Hochtechnologien stellt sich die Situation in der Mikrosystemtechnik dar. Nur sehr wenige Hochschulen oder Bildungsträger sind in der Lage, die notwendigen Investitionen für modernes Equipment aufzubringen und die erheblichen Bereitstellungs- und Betriebskosten zu tragen. Einen Ausweg bietet das Konzept der Aus- und Weiterbildungsfoundry pro-mst. Es erlaubt unterschiedlichen Bildungseinrichtungen, die investitions- und unterhaltsaufwändigen praktischen Lehrmodule kostengünstig auszulagern. Der AWNET-Partner pro-mst hat ein praktisches Ausbildungsmodul zur Herstellung mikrotechnischer Komponenten entwickelt, welches als Blended-Learning System anderen Bildungseinrichtungen angeboten wird. Es kombiniert eine ortsunabhängige, web-basierte Trainingseinheit (WBT) mit zeitlich kompakten Präsenzphasen im Reinraum der Foundry. Die gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass das Konzept der Aus- und Weiterbildungsfoundry ein überaus effizientes und qualitativ hervorragendes Instrument für eine zeitgemäße praktische Ausbildung in Hochtechnologien darstellt.

Ausgangssituation und Problemstellung

Die Ausbildung in Ingenieurstudiengängen an Hochschulen ist im Allgemeinen charakterisiert durch Vorlesungen mit Übungen, die durch zahlreiche Laborkurse unterstützt werden. In beiden Veranstaltungsformen sind Theorie und Praxis eng miteinander verzahnt. Die theoretischen Hintergründe werden in den Vorlesungen anhand von Praxisbeispielen aufgezeigt. In den Praktika werden diese Grundlagen wieder aufgegriffen und vertieft. Idealtypisch sollte in den Laborpraktika das eigenständige, aktive Handeln gefordert und gefördert und somit der gewünschte Praxisbezug hergestellt werden.

In der Praxis stoßen die Organisation und Durchführung von Laborkursen jedoch aufgrund der generell begrenzten Ressourcen für die Sachausstattung der Labore, die notwendigen Betriebsmittel, die

personelle Betreuung und nicht zuletzt den verfügbaren Zeitrahmen einer Veranstaltung auf erhebliche Schwierigkeiten. Es ist offensichtlich, dass diese Begrenzungen umso stärker in den Vordergrund rücken, je aktueller die Lehrinhalte der tatsächlichen, modernen ingenieurmäßigen Praxis entsprechen sollen. Dies gilt insbesondere für Hochtechnologien, die in der Regel eine äußerst aufwändige technische Infrastruktur für praktische Arbeiten voraussetzen.

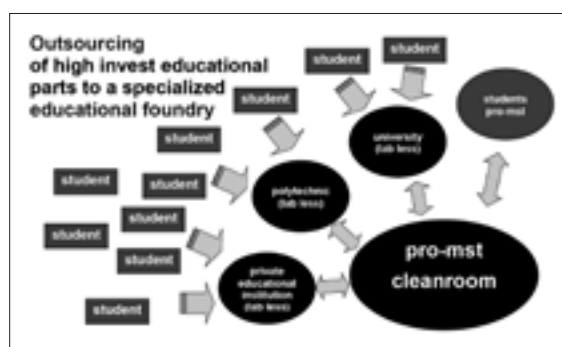
Als Beispiel kann die Mikrosystemtechnik herangezogen werden. Sie befasst sich mit dem Entwurf, der Anwendung und auch der Fertigung miniaturisierter Systeme. Aufgrund des interdisziplinären Charakters der Mikrosystemtechnik kann eine Ausbildung über ganz unterschiedliche Ansätze erfolgen. In Deutschland existieren mittlerweile mehr als 80 Studienmöglichkeiten für Mikrosystemtechnik. In vielen Fällen wird die MST-Ausbildung an den Hochschulen von traditionellen Studiengängen, wie Physik, Elektrotechnik oder Maschinenbau oder entsprechenden Kombinationen derselben, abgeleitet. Andere Hochschulen kombinieren die Mikrosystemtechnik mit spezifischen Anwendungsfeldern wie z. B. Mikrooptik, Bio- oder Medizintechnik. Nur an wenigen Stellen wird die Mikrosystemtechnik als eigenständiger Studiengang in voller Breite angeboten. Für fast alle Hochschulen gilt jedoch, dass die praktische Ausbildung in Fertigungsmethoden der Mikrosystemtechnik durch die enormen Kosten weitgehend unbefriedigend bleibt. Für die Fertigung von mikrotechnischen Komponenten sind spezielle Labore (Reinräume) mit sehr komplizierten Anlagen notwendig. Die Herstellungsverfahren sind in der Regel äußerst aufwändig und setzen sich aus vielen Einzelschritten zusammen. Hohe Kosten entstehen bei der Errichtung der Reinräume (Investitionshöhe typischerweise > 10 Mio. €) und für das Vorhalten der Prozesse (aktivitätenunabhängige Betriebskosten typischerweise > 0,5 – 1 Mio. €/Jahr).

High-Tech-Equipment reagiert darüber hinaus sehr empfindlich auf jede Fehlbedienung und kann nur nach sorgfältiger Einarbeitung bedient werden. Ein Abweichen von den sehr aufwändig eingefahrenen Standardprozessen oder gar der Ausfall einer Maschine in einer Fertigungslinie durch Fehlbedienung kann die Produktion oder den Zeitplan von FuE-Projekten

erheblich beeinträchtigen. Von unerfahrenen Studierenden geht daher eine erhebliche Gefahr sowohl für den Menschen als auch für die Maschinen aus. Kommerziell betriebene Produktionsreinräume oder anspruchsvolle FuE-Anlagen stehen daher i.d.R. nicht für eine breite Grundlagenausbildung von Studierenden zur Verfügung. Die Gefahr einer nachhaltigen Störung der Prozessabläufe oder einer Verzögerung in zeitlich eng terminierten FuE-Vorhaben wäre ansonsten zu groß. Dies gilt mit geringfügigen Einschränkungen sogar für die wenigen großen Universitäten, die eine vollständige MST-Infrastruktur besitzen. Abgesehen von gut eingewiesenen Diplomanden und Doktoranden ist eine Öffnung der Reinräume für die grundständige Ausbildung in Semesterstärke nur sehr reduziert möglich bzw. didaktisch und wirtschaftlich kaum sinnvoll durchführbar. Als Folge bleibt die allgemeine MST-Ausbildung vielfach auf theoretische Darstellungen beschränkt. Praktische Erfahrung kann oft nur in sehr reduzierter Form vermittelt werden. Selbst wenn Reinraumpraktika angeboten werden, sind diese in den meisten Fällen auf die Beobachtung der Arbeit anderer beschränkt. Praktikanten dürfen nur die einfachsten Bedienhandlungen selbst ausführen, während komplexe Geräte von Assistenten bedient werden. Idealtypisch sollte in den Laborpraktika jedoch das eigenständige, aktive Handeln gefordert und somit der gewünschte Praxisbezug hergestellt werden. Bundesweit wird nach neuen Konzepten gesucht, die dennoch eine adäquate praktische Ausbildung in Prozesstechnologien der MST ermöglichen.

Das Foundry-Konzept

Das „Foundry-Konzept“ in der Mikroelektronik bzw. Mikrosystemtechnik bezeichnet ein hocheffizientes Geschäftsmodell zur Fertigung mikrotechnischer Komponenten. Die „Foundry“ ist ein spezialisierter Fertigungsdienstleister, der im Auftrag von – teilweise oder auch vollständig – „fabless“ operierenden Unternehmen (Design-Häuser, Ingenieurbüros) mikrotechnische Bauteile herstellt. Dieses Geschäftsmodell ermöglicht auch kleinen Unternehmen, anwendungs- bzw. kundenspezifische Schaltungen oder Sensoren zu entwickeln und zu verkaufen, ohne in eigene Anlagen



Grafik 1 // Hochschulen können ihren Studierenden ein vollständiges Bildungsangebot machen, ohne sich durch teure Investitionen und Unterhaltskosten für einen Trainingsreinraum zu verausgaben.

investieren zu müssen. Die Foundry kann aufgrund der unterschiedlichen Auftraggeber eine optimale Ausnutzung der teuren Fertigungsanlagen erreichen und entsprechend wirtschaftlich arbeiten.

Die Übertragung des Foundry-Modells in die Hochschullehre lässt sich wie folgt zusammenfassen: Ein gut ausgestatteter Ausbildungsdienstleister bietet anderen Bildungsträgern an, den kurzen, jedoch sehr teuren Ausbildungsanteil „Reinraumpraktikum in einem Hochtechnologielabor“ zu übernehmen. Diese kostenpflichtige Dienstleistung ermöglicht dem Auftraggeber, d.h. der sendenden Institution, seinen Studierenden ein attraktives und vollständiges Bildungsangebot zu machen, ohne sich durch teure Investitionen und Unterhaltskosten verausgaben zu müssen. Die gesparten Finanzmittel können besser zum Aufbau eines eigenen spezifischen Profils in Wissenschaft und Lehre aufgebaut werden. Dem Dienstleister, d.h. der Foundry, ermöglicht die Spezialisierung und breite Nachfrage, sein Bildungsangebot optimal zu gestalten und weiterzuentwickeln. Der Erhalt und die Erneuerung der teuren Infrastruktur wären ansonsten kaum im Rahmen der Lehre möglich. Bild 1 illustriert die Beziehung zwischen Foundry und Partnerhochschulen.

Die Aus- und Weiterbildungsfoundry pro-mst und das Virtuelle Technologielabor

Das Konzept der Ausbildungsfoundry wird im Rahmen von pro-mst bereits seit einigen Jahren erfolgreich

erprobt. Hierzu wird die hervorragende Technologieausstattung der Fachhochschule Kaiserslautern am Campus Zweibrücken genutzt. In Zweibrücken wurde erheblich in die Technologieausstattung des Studienganges Mikrosystemtechnik investiert. Ein 300 m² großer Reinraum mit einer vollständigen Prozesslinie zur Fertigung mikromechanischer Komponenten sowie entsprechende Messgeräte stehen zur Verfügung. Im Sinne des Foundry-Gedanken bietet der Studiengang zusammen mit pro-mst auch anderen

können und nicht nur den Assistenten bei der Bedienung der teuren und empfindlichen Anlagen zuschauen dürfen, müssen sie sich optimal auf das Reinraumpraktikum vorbereiten. Dies wird durch ein Blended-Learning Konzept auf Basis eines „Virtuellen Technologiellabors Mikrofertigung“ (VTL) ermöglicht. Das VTL ist ein Satz realitätsnah simulierter, interaktiv bedienbarer Anlagen, wie sie im Reinraum der FH Kaiserslautern real zur Verfügung stehen. Studierende bereiten sich am Heimatstandort, d.h. bevor sie nach

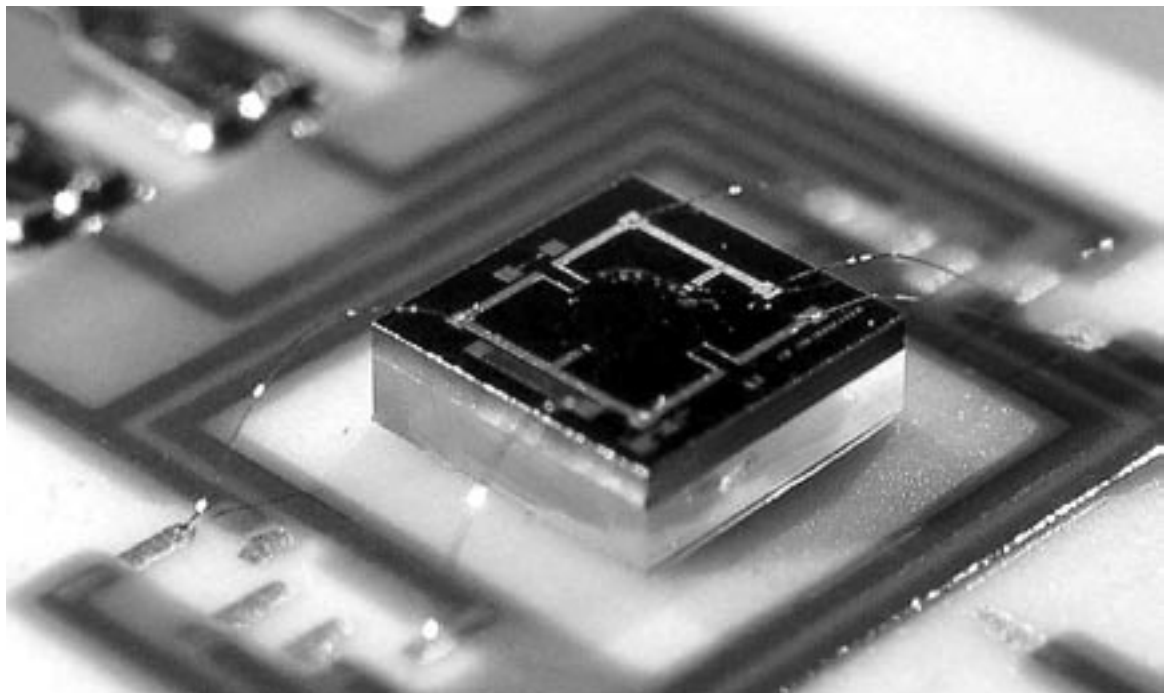


Bild 1 // Von Studierenden der FH Aachen während einer Exkursion hergestellter piezoresistiver Drucksensor

Hochschulen Zugang zu den mikrotechnologischen Anlagen. Als organisatorischer Rahmen hat sich eine maximal einwöchige Exkursion zur Foundry in Zweibrücken bewährt. In dieser Woche kann ein einfacher, aber vollständiger piezoresistiver Drucksensor realisiert werden. Abbildung 2 zeigt einen von Studierenden der FH Aachen in Zweibrücken hergestellten Drucksensor.

Damit die Studierenden während dieser kurzen Zeit echte „hands-on“ Erfahrungen gewinnen

Zweibrücken kommen, an diesen virtuellen Anlagen sehr effektiv vor. Während des realen Reinraumpraktikums kann man aufgrund der virtuellen Vorbereitung eine signifikante Verbesserung des Verständnisses für die Prozesse beobachten. Da die Studierenden die Maschinenbedienung bereits weitgehend kennen, können sie zum einen die Anlagen weitgehend selbst bedienen und zum anderen sich über die bloße Maschinenbedienung hinaus substantielle Einblicke in die Prozesse verschaffen^{1, 2}.

Bessere Ressourceneffizienz der Hochschulausbildung

Das Konzept der Aus- und Weiterbildungsfoundry kann dazu beitragen, flächendeckend eine hochwertige praktische Ausbildung in der Mikrosystemtechnik zu ermöglichen – ohne dass dafür an jeder Hochschule teure und ineffiziente Ausbildungsreineräume aufgebaut werden müssen. In diesem Sinne kann man von einem Beitrag zur Ökonomisierung der Hochschulausbildung sprechen, wobei die effizientere Nutzung der Ressourcen im Vordergrund steht.

Neben den pro-mst-Partnerhochschulen, der Universität des Saarlandes und der FH Aachen, sind es insbesondere privat finanzierte Bildungsträger, die das pro-mst-Angebot bereits nutzen. Die Entscheidungsgrundlage ist hier eine einfache Kosten-Nutzen-Rechnung. Staatlich finanzierte Hochschulen haben hingegen erhebliche Schwierigkeiten sich auf das Foundry-Konzept einzulassen – trotz des insgesamt weitaus kostengünstigeren und didaktisch meist deutlich höherwertigen Angebotes.

Ein möglicher Grund hierfür ist, dass in staatlichen Hochschulen Investitionsentscheidungen in vielen Fällen mit der Notwendigkeit der Lehre begründet werden (müssen). Es ist jedoch wichtig zu realisieren, dass der Zugriff auf das Dienstleistungsangebot der Ausbildungsfoundry nicht bedeuten sollte, dass der Auftraggeber keine eigenen Forschungslabore betreibt. Es geht vielmehr darum, dass High-Tech-Labore und Reineräume nicht gleichermaßen optimal für anspruchsvolle FuE und eine hochwertige Grundlagenausbildung ausgelegt werden können. Durch das Auslagern der allgemeinen High-Tech-Laborpraktika werden trotz notwendiger Transferzahlungen erhebliche Ressourcen eingespart, die sinnvoller zur spezifischen Ausstattung anspruchsvoller FuE-Labore, die wissenschaftliche Ausbildung von Diplomanden und für anspruchsvolle Forschungsarbeiten von Doktoranden eingesetzt werden könnten. Als positives Beispiel kann hier der erst kürzlich in Betrieb genommene FuE-Reinraum der Universität des Saarlandes, eines pro-mst-Partners, betrachtet werden³.

Ein weiterer Hinderungsgrund ist, dass Ausgleichszahlungen im Rahmen von Ressourcenteilungen zwischen Hochschulen oder gar über Bundes-

ländergrenzen hinaus noch nicht im deutschen Bildungssystem etabliert sind. Die Einführung und Nutzung studentischer Studienbeiträge für die Erzielung einer höherwertigen Lehre könnte in der Zukunft jedoch den Weg für das innovative Konzept der Aus- und Weiterbildungsfoundry ebnen.

Eine Übertragung des Foundry-Konzeptes in Verbindung mit dem Blended-Learning-Ansatz des Virtuellen Technologielabors (VTL) auf andere investitions- und unterhaltsaufwändige Hochtechnologiebereiche, wie z. B. optische Technologien, Nano- und Biotechnologien ist möglich und sinnvoll. Damit kann das Konzept eine Pilotfunktion für ähnlich gelagerte Problemstellungen im Bereich investitionsaufwändiger Hochschullehre sowie der allgemeinen akademischen und gewerblichen Aus- und Weiterbildung übernehmen.

Danksagung

Das Konzept der Aus- und Weiterbildungsfoundry pro-mst wird im Rahmen des Förderprogramms „Mikrosysteme 2004-2009“ gefördert, nähere Infos: www.pro-mst.de.

Lit 1: *Nelting et al.: „Das Virtuelle Technologielabor (VTL)“ – Beitrag zum AUNET-Kongress, Berlin 2007*

Lit 2: *S. Merten: Verbesserung der Ausbildung in der Mikrosystemtechnik – virtuelle Labore bereiten auf die Herstellung realer Drucksensoren vor, Dissertation, Universität des Saarlandes, 2006.*

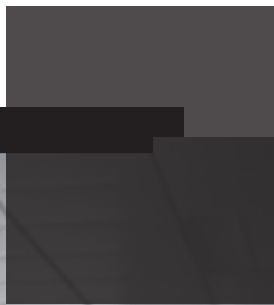
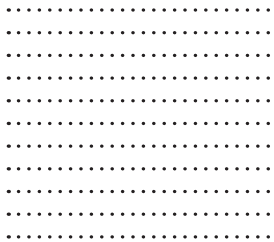
Lit 3: *Mikrotechnologie-Transferzentrum Mitranz; <http://www.mitranz.uni-saarland.de/>*

::

**Prof. Dr. Antoni Picard, Detlev Cassel,
Silke Weber**
FH Kaiserslautern

Prof. Dr. Peter Kämper
FH Aachen

Prof. Dr. Andreas Schütze
*Lehrstuhl für Messtechnik,
Universität des Saarlandes | Saarbrücken*



(Foto ZEMI)



– WORKSHOP WEITERBILDUNG –

Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern | Fachkräftesicherung in Neuen Technologien

Workshop

Weiterbildung

Zusammenfassung

Intention des Workshops: In den Hochtechnologien sind überwiegend kleine und mittlere Unternehmen (KMU) aktiv. Diese Unternehmen weisen einen hohen Spezialisierungsgrad ihrer Technologien auf, sind hoch dynamisch und bedienen globale Märkte. Diese Besonderheiten gilt es im Bereich Weiterbildung zu berücksichtigen, um angesichts der hohen Entwicklungsdynamik die Wettbewerbsfähigkeit der KMU sicherzustellen. So spielen beispielsweise überbetriebliche Maßnahmen eine größere Rolle als bei Großunternehmen, die viele Angebote intern anbieten können.

Im Workshop wurden Beispiele guter Praxis vorgestellt, um den Unternehmen Anregungen für eigene Ansätze zu geben. Ziel war es dabei außerdem, die Bedarfsseite, also die Perspektive der Unternehmen, mit der Angebotsseite von Bildungsträgern zu vergleichen. Analog der Situation auf dem Arbeitsmarkt, bei dem versucht wird die offenen Stellen mit Arbeitslosen zu besetzen, besteht derzeit der Eindruck, dass auch die Weiterbildungsangebote nicht immer genügend Interessierte finden, um eine kritische Masse von Teilnehmern zusammen zu bekommen. Gleichzeitig sind die Unternehmen auf der Suche nach geeigneten Maßnahmen, d. h. auch die Angebotsseite wird vielfach als unterkritisch empfunden.

In der Diskussion sollten Referenten und Teilnehmer diskutieren, was die Unternehmen beitragen können, was die Politik tun muss und wie die Bildungsträger agieren sollten, um die derzeitige Situation zu verbessern. Auch die Rolle der Netzwerke sollte diskutiert werden.

Fazit

Der Workshop bot einen guten Überblick über aktuelle Aktivitäten in den Technologiefeldern Mikrotechnik, Nanotechnologie und Optische Technologien. Dabei wurde festgestellt, dass die Nanotechnologien jetzt vor einer ähnlichen Situation stehen wie die Mikrotechnik vor einigen Jahren: Die Bedarfe der Unternehmen werden analysiert und in geeignete Maßnahmen überführt. Dabei sind auch die gleichen Schwierigkeiten bei der Ermittlung zukünftiger Bedarfe zu beobachten, da z. B. Befragungen von Unternehmen nur ein sehr diffuses Bild ergeben.

Die Netzwerke verstehen sich als die Stelle, die die Nachfrage sammelt, und als Initiator von Angeboten. Mittelfristig sollten Impulse von den Netzwerken ausgehen und Bildungsträger die Maßnahmen organisieren. Aus der Unternehmer-sicht wurde deutlich, dass vor allem für den „Mittelbau“ im Unternehmen zwischen den Mikrotechnologen und den Ingenieuren Angebote fehlen. Bezüglich der Kosten von Weiterbildungsmaßnahmen prallten unterschiedliche Erfahrungen aufeinander. Einerseits versuchen Unternehmen Weiterbildungsangebote im Preis so zu drücken, dass eigentlich kein wirtschaftliches Angebot mehr bestehen kann. Andererseits formulierten die Unternehmen, dass Weiterbildung, wenn sie strategische Ziele des Unternehmens betrifft, durchaus einen höheren Preis haben darf. Die Passgenauigkeit auf die Bedürfnisse des Unternehmens sind hier das Entscheidende und nicht der Preis. Grob konnten folgende zwei Bereiche klassifiziert werden:

- *Strategische Weiterbildung (primär der Bereich der akademischen Weiterbildung), typischerweise charakterisiert durch: Besuche internationaler Fachkonferenzen, Selbstorganisation der Mitarbeiter, Weiterbildung über (Kooperations-) Projekte, weniger kostensensitiv*
- *Weiterbildung zur Personalentwicklung (primär der Bereich der gewerblichen Weiterbildung), typischerweise charakterisiert durch: Strukturierte Angebote, Vermittlung spezifischer Kompetenzen, Aufstiegsqualifizierung, eher kostensensitiv*

Handlungsempfehlungen

Als besonders wichtig erschien es den Teilnehmern, den Unternehmen ein transparentes Angebot über die vorhandenen Maßnahmen zu bieten.

Auch ein Dozentenpool wird von den Teilnehmern als positiv betrachtet. Gerade für passgenaue Weiterbildung im Unternehmen könnte eine zentrale Datenbank, ggfs. mit Referenzen der einzelnen Dozenten, zu einer schnelleren Umsetzung führen sowie die Qualität der Weiterbildung erhöhen.

.....

Dr. Christine Neuy

IVAM e. V. Fachverband für Mikrotechnik

Prof. Dr. Andreas Schütze

*Lehrstuhl für Messtechnik,
Universität des Saarlandes / Saarbrücken*

Weiterbildungsangebote des AWWNET-Verbundes

Einleitung

Innerhalb des AWWNET-Verbundes¹ aus sechs regionalen Netzwerken hat man sich Anfang 2005 im Rahmen der überregionalen Zusammenarbeit auf die in Bild 1 gezeigte Struktur verständigt. In insgesamt sechs Themenfeldern, die für alle Netzwerke von Bedeutung waren, wurden Fragen und Problemstellungen diskutiert und bearbeitet, die innerhalb der einzelnen Netzwerke allein nicht lösbar gewesen wären. Zu diesen Themenfeldern gehörten einerseits die Weiterbildung und andererseits die Angebotsdatenbank, die primär im Hinblick auf die gemeinsame Vermarktung der Weiterbildungsangebote entwickelt wurde.

Natürlich gibt es zwischen den Themenfeldern gewisse Überlappungen, da z. B. eine scharfe Trennung zwischen Weiterbildung im gewerblichen und akademischen kaum möglich ist. In diesem Beitrag wird ein kurzer Überblick zu den Angeboten der AWWNET-Partner gegeben unter besonderer Berücksichtigung der Herausforderungen für ein nachhaltiges Angebot.

Überblick über vorhandene Angebote

Im Bereich der Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik (MST) und angrenzenden Hochtechnologiefeldern gibt es heute bereits ein breites Spektrum von Anbietern. Beispielhaft zu nennen sind etwa:

FSRM – Fondation Suisse pour la recherche en microtechnique, Neuchâtel, CH

FSRM ist seit Jahren aktiv als Anbieter der bekannten „Training in Microsystems“-Kurse, die mit Unterstützung durch die EU gestartet wurden. Das Spektrum im Bereich der Mikro- und Nanotechnologien, wobei auch viele Spezialthemen aus der Optik inbegriffen sind, umfasst heute ca. 35 in der Regel ein- bis zweitägige Kurse.

FSRM bietet dazu auch eine breite Palette von Kursen im nicht-technischen Bereich, mit denen sich die privatrechtliche Stiftung primär finanziert.

IVAM e. V. Fachverband für Mikrotechnik, Dortmund, D

IVAM unterstützt seine Mitglieder aktiv in der Aus- und Weiterbildung. In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Projekte zur Weiterbildung im technischen (z. B. Innoquam, gefördert durch die ESF) aber auch im nicht-technischen Bereich (z. B. DIVINKU „Diversity als Innovationskultur“, gefördert vom BMBF) bearbeitet. Im Zentrum von Innoquam standen überbetriebliche, Nutzer-spezifische Schulungen für Facharbeiter, primär aus KMU, in den Mikro- und Nanotechnologien.

Haus der Technik e. V., Essen, D

Das Haus der Technik vermarktet, als Außeninstitut der RWTH Aachen und Kooperationspartner der Universitäten Duisburg-Essen, Münster, Bonn und Braunschweig, ein breites Spektrum von ca. 1.500 Veranstaltungen der Fort- und Weiterbildung von Tagesseminaren bis zu Weiterbildungsstudiengängen. Enthalten sind darin auch Seminare aus dem Bereich Mikro-, Nano- und optische Technologien, wenn auch vergleichsweise wenige, da der Schwerpunkt in eher klassischen Disziplinen liegt.

Daneben gibt es natürlich eine nahezu unüberschaubare Zahl weiterer Anbieter, insbesondere Forschungseinrichtungen, aber auch Firmen, die Weiterbildungen anbieten. Diese weisen allerdings vielfach einen deutlichen Marketingcharakter auf und dienen eher der Partnerfindung und Projektanbahnung als einer neutralen, fachlichen Weiterbildung. Dennoch wird vielfach von potenziellen Kunden moniert, dass der gewünschte Kursinhalt nicht angeboten

wird. Hier wird bereits eine erste Herausforderung für die Weiterbildung in Hochtechnologien sichtbar: die Wünsche potenzieller Kunden sind häufig sehr speziell, so dass heute noch eine ausreichende kritische Masse auf Anbieterseite fehlt, um alle Wünsche bedienen zu können.

Im AWWNET-Verbund wurde, ebenso wie von anderen Anbietern, versucht, die Bedürfnisse der Kunden durch Befragungen zu eruieren. Leider musste festgestellt werden, dass die genannten Wünsche entweder zu speziell oder zu allgemein sind, um von einer Bedarfsanalyse ausgehend ein substanzielles Weiterbildungsangebot entwickeln zu können. Innerhalb AWWNET wurden daher zunächst existierende Angebote gesammelt, die ein weites Spektrum umfassen und hier kurz skizziert werden sollen:

Maßgeschneiderte Weiterbildungen mit und für Unternehmen, Netzwerk FasiMiT

- *Modulare Schulung für Fertigungspersonal; umfasst drei Veranstaltungen zur Herstellung von ICs, Einführung in die MST sowie zum Reinraumverhalten.*
- *Qualifizierungsprogramm für zukünftige Mitarbeiter/-innen eines Solarzellenherstellers; umfasst sechs Fortbildungsmaßnahmen sowie eine Umschulung.*

Nutzung eines Schulungsreinraums für die Weiterbildung, Netzwerk pro-mst

- *Einführung in die MST-Theorie und Praxis*
- *Mikrosystemtechnik: von den Grundlagen zu den Anwendungen*
- *FOTURAN®: Mikrostrukturen in Glas*
- *Reinraumtechnik/Reinraumverhalten*

Arbeits- und prozessorientierte Technikerfortbildung, Netzwerk MANO

- *Möglichkeit zur Höherqualifizierung von Mikrotechnologen*

→ Aufrechterhaltung der Betriebsbindung während der Fortbildung

Projekt QualiFanT: Qualifizierung von Fachkräften und Ausbildern in neuen Technologien, Netzwerk mst-bildung mit Zertifikat der IHK Hannover „Fachkraft für Mikrotechnik“ und den Modulen

- Arbeitssicherheit in der Mikrotechnik,
- Dünnschichttechnologie,
- Mikro- und Nanobearbeitung,
- Messtechnik/Qualitätssicherung,
- Engl. Refresher „Microtechnology“

Weiterbildungskatalog für die MST, Netzwerk MANO

→ Übersicht über alle modularisierten Angebote des Netzwerkes (z. B. 3tägiger Kurs zu Die- und Drahtbonden, angeboten von FhG-IZM, findet ca. alle 4 Wochen statt)

Umschulung zur/m Mikrotechnologin/en, Netzwerk learn-mst

→ angeboten für Arbeitslose (Dauer 24 Monate) und Studienabbrecher (Dauer 15 Monate)

Aus- und Weiterbildung pro-mst mit VTL, Netzwerk pro-mst

→ Reinraumpraktika als Blockkurse für Studierende anderer Hochschulen sowie von Firmenmitarbeitern in denen z. B. in einwöchigen Kursen mit vorheriger virtueller Vorbereitung ein kompletter Si-Drucksensor gefertigt wird (siehe Beiträge A. Picard, Seite 70 ff.).

Weiterbildung für Lehrerinnen und Lehrer, diverse Netzwerke

→ zugeordnet zum Themenfeld Nachwuchsförderung da nicht kommerziell betreibbar.

Weiterbildungsdatenbank

Um sowohl nach innen, zur weiteren Abstimmung der Angebote, als auch nach außen, zur gemeinsamen Vermarktung, eine Gesamtschau zu erstellen, wurde Ende 2005 ein erster einfacher Online-Katalog aller Aus- und Weiterbildungsangebote des AUNET-Verbundes erstellt, siehe Bild 2. Bei der Erstellung wurde schnell deutlich,

dass auf Grund der Abgrenzungsproblematik insbesondere der modularen Weiterbildungsangebote eine Gesamtschau aller Angebote sinnvoller wäre. In der Folge wurde dieser Katalog im Themenfeld Angebotsdatenbank erheblich erweitert und mit umfangreichen Recherchemöglichkeiten, u. a. einer Volltextsuche, versehen. Aktuell umfasst das Angebot insgesamt 126 Angebote in fünf Kategorien²:

- Weiterbildung (55 Angebote)
- Ausbildungsgänge und -module (37)
- Aufstiegsqualifizierung (1)
- Lehrerfortbildung (17)
- Nachwuchsangebote (16)

Neben dem Marketing dient die Datenbank auch der Bedarfsermittlung, da für Nutzer eine direkte Feedbackmöglichkeit geboten wird, z. B. zur Kontaktaufnahme bei spezifischen Interessen und Weiterbildungsbedarfen.

Herausforderungen und Lösungsansätze für die Weiterbildung in Hochtechnologien

Neben der oben bereits angesprochenen Problematik der fehlenden kritischen Massen auf Anbieterseite wurden weitere Herausforderungen für die Etablierung eines kommerziell tragfähigen und damit nachhaltigen Weiterbildungssystems in den Hochtechnologien identifiziert. So wurde festgestellt, dass neben einer Analyse des Weiterbildungsbedarfs auch eine Abstimmung der Angebote sinnvoll ist, da es heute sehr schwierig ist, ausreichende kritische Massen auf der Nachfrageseite zu erzielen. Werden interessante Themen, z. B. Schulungen zu Verhalten im Reinraum, von mehreren Seiten angeboten, droht eine gegenseitige Kannibalisierung, die im schlimmsten Fall dazu führt, dass kein Anbieter ausreichende Teilnehmerzahlen

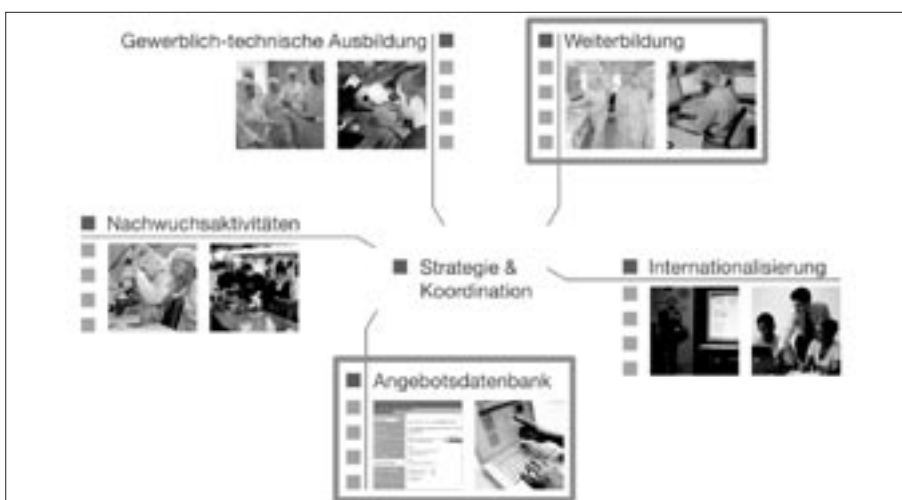


Bild 1 // Struktur der übergeordneten Zusammenarbeit im AUNET-Verbund mit den in diesem Beitrag dargestellten Themenfeldern Weiterbildung und Angebotsdatenbank.



Bild 2 // Aktuelle AWWNET-Angebotsdatenbank mit diversen Recherchemöglichkeiten

erzielt und alle Angebote nicht stattfinden bzw. wieder eingestellt werden. Gleichzeitig können durch die Abstimmung existierende Lücken identifiziert und gemeinsam geschlossen werden, um ein breites, modulares Angebot entwickeln zu können, dass über die Leistungsfähigkeit einzelner Netzwerke hinausgehen würde. Diese modularen Angebote könnten dann zu zertifizierten Weiterbildungen fortentwickelt werden, um damit eine neue Möglichkeit zur berufsbegleitenden Aufstiegsqualifizierung im gewerblichen wie im akademischen Bereich zu schaffen. Damit stellt sich auch automatisch die Frage nach einer verbesserten Durchlässigkeit gerade in der akademischen Bildung, die letztlich allen Interessenten die Möglichkeit bieten soll, ihr individuelles Potenzial bestmöglich auszuschöpfen.

Die innerhalb des AWWNET-Verbundes identifizierten Herausforderungen flossen Mitte 2005 in das Positionspapier des AWWNET-Verbundes zur zukünftigen Ausgestaltung des Aus- und Weiterbildungssystems ein³. Auch in den folgenden zwei Jahren bestätigte sich, dass die fehlenden kritischen Massen – und zwar sowohl auf Nachfrager- als auch auf Anbieterseite – nach wie vor das primäre Hindernis bei der Bereitstellung von Weiterbildungsangeboten darstellen. Zudem fehlt bisher ein anerkanntes Qualitätslabel, das es Teilnehmern ermöglichen würde, Angebote mit starkem Marketingcharakter von echten, neutralen Weiterbildungsangeboten zu unterscheiden. Eine erfolgreiche Etablierung von Weiterbildungsangeboten setzt neben der geeigneten Themenauswahl (neben den oben bereits angesprochenen Kursen zum Verhalten im Reinraum sei hier beispielhaft das Seminar „Magnetoresistive

Sensoren für die Mechatronik“ genannt, da dieses Thema auch in aktuellen Lehrbüchern nur unzureichend behandelt wird) in jedem Fall einen langen Atem voraus, damit das Angebot einen ausreichenden Bekanntheitsgrad erreicht.

Festzustellen ist, dass die Weiterbildung heute – zumindest in politischen Sonntagsreden – einen sehr hohen Stellenwert erreicht hat, der sich allerdings in der Praxis noch nicht widerspiegelt. Dennoch deuten diverse Aktivitäten unterschiedlicher Institutionen darauf hin, dass ihre Bedeutung und Würdigung zukünftig stark steigen wird, wie an Hand folgender Veranstaltungen deutlich wird:

- *Expertenanhörung der HRK-Kommission „Neue Medien und Wissenstransfer“ zum Thema „Handlungsfelder der wissenschaftlichen Weiterbildung“, 08. März 2007 in Berlin.*
- *BMBF-Konferenz „Zukunft (der) Weiterbildung“, 06.+07. November 2007 in Ahlen.*
- *IEEE-Tagung „Meeting the Growing Demand of Engineers and their Educators“, 09.-11. November in München; bei dieser Tagung wurde insbesondere die bessere Qualifizierung und laufende Fortbildung von Lehrkräften (nicht nur der Naturwissenschaften!) als vordringliches Problem zur Begegnung des Fachkräftemangels diskutiert.*

Neue Lösungsansätze zu diesen Herausforderungen wurden innerhalb von AWWNET insbesondere unter den Stichworten Ausbildungsfoundry und Internationalisierung entwickelt. In der Internationalisierung wurde konkret eine Erweiterung der AWWNET-Aktivitäten in Europa und weltweit verfolgt. Dazu trugen u. a. gegenseitige Delegationsreisen und intensive Diskussionen mit Fachleuten und Wissenschaftlern aus Israel und Südkorea bei.

Unter dem Stichwort Ausbildungsfoundry konnte AWWNET, insbesondere das Netzwerk pro-mst, das Konzept der gemeinsamen Nutzung teurer Infrastruktur, z. B. eines MST-Ausbildungsreinraums, mit mehreren Hochschulen, Firmen und Forschungseinrichtungen etablieren. Dieses Modell ist problemlos auch auf andere (Hoch-)Technologiefelder übertragbar, neben der Nanotechnologie und Optik eignen sich auch Felder wie Biotechnologie aber auch die Hoch- und Höchstfrequenztechnik, da auch hier sehr teure Apparaturen benötigt werden, die nur relativ kurz im Rahmen von Praktika in der Schulung benötigt werden. Bei gleichzeitiger Nutzung für Forschung und Lehre besteht eine erhebliche Gefahr der Beschädigung der Infrastruktur durch unerfahrene Nutzer, wodurch Forschungs- oder Fertigungsprojekte, die die Infrastruktur primär finanzieren könnten, gefährdet würden. Erfolgreich konnte das Modell bisher in Kooperation mit Industriebeteiligungen, z. B. bei kooperativen Studiengängen an Hochschulen, etabliert werden. Bei regulären Studiengängen, aber auch bei reinen Industriekooperationen fehlen heute noch erfolgreiche Finanzierungsansätze bzw. Good-Practice-Beispiele zur Erweiterung des Konzeptes.

Lit 1: siehe <http://www.mst-ausbildung.de/>

Lit 2: siehe <http://www.mst-ausbildung.de/angebotsdatenbank>

Lit 3: „Positionspapier zur zukünftigen Ausgestaltung des Aus- und Weiterbildungssystems in der Mikrosystemtechnik und anderer Hochtechnologien“, herausgegeben vom AWWNET-Verbund, Berlin, 22.08.2005, siehe <http://www.mst-ausbildung.de/Materialien/positionspapier>.

.....

Prof. Dr. Andreas Schütze
Lehrstuhl für Messtechnik |
Universität des Saarlandes, Saarbrücken

Weiterbildungs- und Qualifizierungskonzept für KMU im Bereich Sensorik

Es gibt kein modernes Messsystem, das nicht ein Mikrosystem wäre. Dabei werden vielfach unterschiedliche Mikrotechnologien miteinander verknüpft, z. B. die Mikrooptik mit der Mikroelektronik. Andererseits verstehen sich die Vertreter der Branche nicht als „Mikrosystemtechniker“ sondern – eben – als Sensoriker, d. h. die Hochtechnologien sind nicht Selbstzweck sondern der Weg zum optimal auf das Messproblem angepassten Produkt.

Seit 1992 – länger führt der AMA Fachverband diese Umfrage noch nicht durch – hat es nahezu durchgängig Umsatzzuwächse von 7-12 % pro Jahr gegeben, in keinem Jahr hat es – hochgerechnet auf die Branche – ein „Schrumpfen“ der Mitarbeiterzahl gegeben. Dabei ist die Sensorik, insbesondere die so genannte „messende Sensorik“, sehr stark klein- und mittelständisch strukturiert, die durchschnittliche Firmengröße bzw. die Größe der Sensorik-Geschäftsbereiche liegt bei etwa 100 Mitarbeitern.

Unter Fachleuten gilt die Sensorik, wiederum insbesondere die „messende Sensorik“, wegen genau dieser Dynamik als eine der wichtigsten Anwendungen und als Technologietreiber für die Hochtechnologien, neben der Mikrosystemtechnik gilt dies zunehmend auch für die mikrooptischen, optoelektronischen Technologien, aber auch für die Nanotechnologie. Gleichzeitig ist die Sensorik Schlüsseltechnologie für praktisch alle industriellen Branchen.

Allerdings hat diese Dynamik auch eine Kehrseite, denn viele Sensorikfirmen können gar nicht in dem Maße wachsen, wie ihre Märkte das zulassen würden. Ihnen fehlt schlicht das erforderliche Personal in der benötigten Qualifikation, insbesondere angesichts des heutigen intensiven Wettbewerbs um die besten Köpfe, den häufig Großunternehmen für sich

entscheiden. Hier genau setzt das Konzept des AMA Fachverbandes an, der sich im Rahmen eines Modellprojektes des BMBF die Aufgabe gestellt hat, zur Aus- und Weiterbildung in den Hochtechnologien beizutragen.

Die Besonderheiten der Branche spiegeln sich schon in den Anforderungen an die Persönlichkeit der Mitarbeiter wider. Viele unter den kleinen Sensorik-Firmen haben keine Möglichkeit, einen Spezialisten auszulasten, also z. B. einen Dipl.-Ing. „Mikrosystemtechnik“ o.ä. Sie brauchen vielmehr einen Generalisten, der sich einerseits nicht zu fein ist, auch einmal „den Blaumann anzuziehen“ und in der Produktion zu helfen. Andererseits sollten auch die Entwicklungsingenieure für Kundengespräche geeignet sein. Da gerade die Sensorik mit ihren vielen Spezialanwendungen und entsprechend vielen Nischenlösungen schwer durchschaubar ist, geht man - z. B. für das Produktmanagement - durchaus von einer dreijährigen Einarbeitungszeit für neue Mitarbeiter aus.

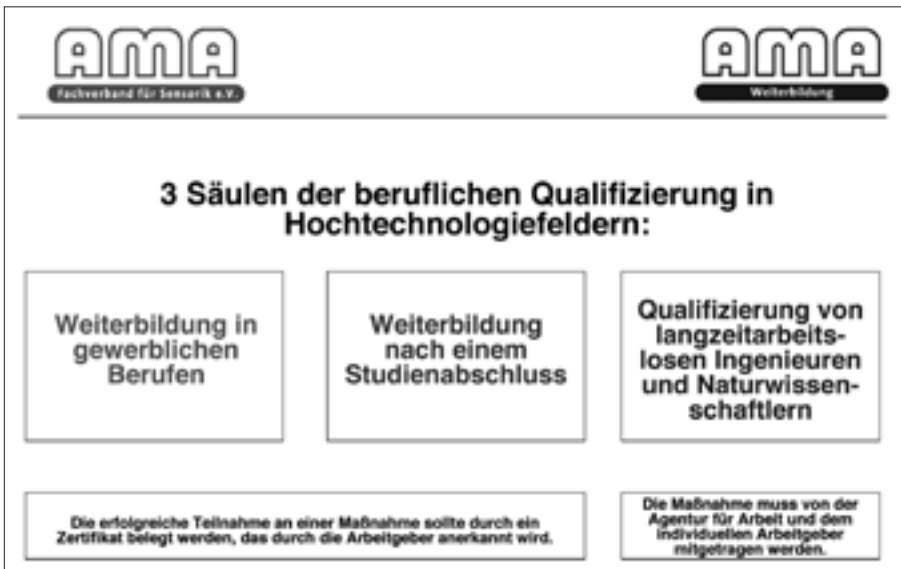
Aus diesen Vorbemerkungen zeigt sich, dass in den Sensorik spezifische Mitarbeiterprofile benötigt werden. Dabei gibt es z. Z. zwei „Baustellen“:

→ *In der Fertigung und in der Qualitätskontrolle werden vielfach angelernte Mitarbeiter eingesetzt, die zum Teil – fließend – durch Facharbeiter „Mikrosystemtechnik“ oder „Mechatronik“ bzw. durch Bachelor-Absolventen von spezifischen Berufsakademien oder Fachhochschulen ersetzt werden. Die vorhandenen Kandidaten decken auch nicht annähernd den Bedarf, zudem kann man kaum die vorhandenen Mitarbeiter komplett gegen neue, vielleicht besser qualifizierte, austauschen. Also müssen die vorhandenen Mitarbeiter in den produzierenden Unternehmensbereichen ständig geschult werden.*

→ *In der Entwicklung, im Production-Engineering, im Produktmanagement und oftmals auch im Vertrieb werden in der Sensorik überwiegend Ingenieure und Physiker eingesetzt, die es einerseits nicht in der notwendigen Anzahl gibt, und deren Ausbildungsinhalte selten den spezifischen Anforderungen an den Arbeitsplatz entsprechen.*

Neben der Qualifizierung von bereits vorhandenen, aber nur bedingt für die Aufgabenstellungen des individuellen Arbeitsplatzes geeigneten, Mitarbeitern und den Absolventen der Hochschulen und Berufsakademien gibt es mit langzeitarbeitslosen Ingenieuren und Physikern ein weiteres Potenzial, das den dringlichen Mitarbeitermangel in den Hochtechnologien decken könnte. Den aufgezeigten Bedarfsfeldern stehen durchaus Bemühungen zur Aus- und Weiterbildung gegenüber, die diese Bedürfnisse eigentlich decken sollten. Dabei muss man zunächst die Motive hinterfragen, denn viele der angebotenen „Weiterbildungsseminare“ sind eigentlich verkaufsfördernde Maßnahmen. Sie dienen nicht der wertfreien Weitergabe von Wissen, sondern sollen die Seminarteilnehmer zum Kauf eines Produktes oder einer Dienstleistung führen. Diese Angebote sollen von jeglicher weiteren Betrachtung ausgeschlossen sein.

Doch es gibt auch „wirkliche“ Qualifizierungsangebote für Mitarbeiter. So engagieren sich Fachakademien, lokale IHKs, lokale Ausbildungszentren usw. durchaus in der Qualifizierung von Mitarbeitern für die produktiven Berufszweige. Das Problem liegt aber einerseits darin, dass diese Ausbildungsinstitutionen nur im Ausnahmefall über Referenten verfügt, die über ausreichendes Wissen - oder gar Berufspraxis - in den Hochtechnologien verfügen. Andererseits haben sie selten



Grafik 1 // Das Drei-Säulen-Konzept der AMA Weiterbildung

Zugang zu Hochtechnologieelaboren, wie z. B. Reinräumen, so dass sie schon so banale Dinge wie das Verhalten im Reinraum nicht vermitteln können.

Für die Weiterbildung von jungen Ingenieuren und Physikern im Hinblick auch auf besondere Anforderungen ihres Arbeitsplatzes gibt es zahlreiche Angebote am „Markt“. Nahezu jede Hochschule hat Weiterbildungsseminare im Portfolio (leider sind das aber gelegentlich Auszüge aus den Grundvorlesungen der Studiengänge), hinzu kommen lokale Anbieter wie die vom BMBF vorübergehend geförderten AW-Netzwerke, Verbände, private Anbieter usw. Viele dieser Angebote erreichen wegen des vielfach nur regionalen „Zugriffs“ des Anbieters auf die vorhandenen Potenziale nicht die kritischen Teilnehmerzahlen und können folglich trotz gelegentlicher Anschubfinanzierung nicht kostendeckend durchgeführt werden.

Und für die Rückführung von langzeitarbeitslosen Physikern oder Ingenieuren an den ersten Arbeitsmarkt gelten ähnliche Randbedingungen wie bei den Qualifizierungsmaßnahmen für produzierende Mitarbeiter: es gibt Angebote, gerade hinsichtlich Hochtechnologien jedoch nicht im erforderlichen Umfang und nicht ausreichend spezifisch.

An diesen Voraussetzungen setzt das Konzept des AMA Fachverbandes an. AMA will nicht „das Rad neu erfinden“ und ein weiterer unter den zahlreichen Anbietern von Weiterbildungsseminaren werden. Das würde nur bedingt zu einer Verbesserung des Angebotes, vor allem aber zu einem Verdrängungswettbewerb führen

und damit nur eine weitere Verschlechterung der wirtschaftlichen Bilanz der Angebote bewirken.

AMA verfügt wie wohl kaum ein Zweiter mit seinen Mitgliedsinstituten und über seine zahlreichen Partnerschaften über einen riesigen Know-how Fundus. Diesen Fundus will AMA mit den Partnern nutzen und – wie ein Generalunternehmer – überregional vermarkten. In einem ersten Schritt werden, das gilt gleichermaßen für die Mitarbeiter aus der Produktion wie für die Ingenieure und Physiker als Zielgruppe, die bereits bei den Partnern bestehenden Weiterbildungsangebote gesichtet, qualifiziert und mit den Partnern gemeinsam zu einem Curriculum gebündelt. Dabei werden einerseits all die Veranstaltungen aussortiert, die vornehmlich der Verkaufsförderung dienen. Beim „Restangebot“ wird es sicherlich Lücken geben, die qualifiziert gefüllt werden müssen.

Parallel werden im Gespräch mit den Arbeitgebern, bzw. deren Organisationen, Inhalte und Qualitätsmerkmale abgeprochen, so dass diese den Besuch einer Veranstaltung auch als Weiterbildungsmaßnahme anerkennen.

Und im Hinblick auf die Langzeitarbeitslosen ist sicherlich auch die Agentur für Arbeit „mit ins Boot zu nehmen“, so dass es erstmals zu individuell angepassten Maßnahmen kommt.

Ziel all dieser Bemühungen ist, dass nach einer – durch Unterstützung durch das BMBF abgemilderten – Investitionsphase durch den AMA Fachverband in Zusammenarbeit mit qualifizierten Partnern ein geschlossenes, modulares System an

Weiterbildungsmaßnahmen für die Hochtechnologien in der Sensorik und darüber hinaus kostendeckend angeboten werden kann. Da der AMA Fachverband vor allem ideale Aufgaben zur Förderung der Sensorik-Branche und ihrer Technologien wahrnimmt, kann er dauerhaft kaum die kommerzielle Durchführung der Weiterbildungsmaßnahmen wirtschaftlich verantworten. Deshalb soll möglichst bald eine AMA Weiterbildung GmbH durch den AMA Fachverband gegründet werden, die – nach Klärung der ideellen Grundfragen – die Durchführung der Veranstaltungen organisatorisch verantwortet und damit auch Vertragspartner für die inhaltlich verantwortlichen „Durchführer“ der Veranstaltungen wie auch der Seminarteilnehmer sein wird. Bezüglich der Qualifizierung von langzeitarbeitslosen Ingenieuren und Naturwissenschaftlern wird die AMA Weiterbildung GmbH dann auch verantwortlicher Partner in der Vierecksbeziehung Agentur für Arbeit, Arbeitgeber, Arbeitsloser und AMA bei den Qualifizierungsmaßnahmen.

Die AMA Weiterbildung GmbH wird Broker für Weiterbildungsmaßnahmen sein. Dazu kann sie sehr „schlank“ aufgestellt sein, ihre Mitarbeiter müssen weder Fachleute in Pädagogik sein noch Spezialisten in allen Detailfragen der Hochtechnologien. Sie müssen vielmehr gute Organisatoren sein und wirtschaftlich arbeiten. Ziel ist eine gemeinnützige GmbH, die sich selbst trägt und die erwirtschafteten Erträge zur Verbesserung bestehender und Entwicklung neuer Angebote nutzt.

.....

Dr. Dirk Rein

AMA Fachverband für Sensorik e. V. |
Göttingen

AdlershofTALENTS® – UnternehmerInnen-Entwicklung / Nachwuchsentwicklung mit übergreifendem Innovations- projekt am Wissenschaftsstandort Berlin-Adlershof

Berlin-Adlershof ist mit seinen über 750 Unternehmen, wissenschaftlichen Instituten und sonstigen Einrichtungen nicht nur ein regionaler Wachstumsmagnet, sondern auch mit seinen fast 13.000 Mitarbeitern ein großer organisationsübergreifender Arbeitgeber. Personalentwicklung und Qualifizierung von Unternehm(e)r(n) und Forschungseinrichtungen stellt ein Kernelement erfolgreicher Organisationsentwicklung und damit Standortentwicklung und damit Zukunftssicherung dar. Ein jahrelang erfolgreich praktiziertes und prämiertes Personalentwicklungskonzept (Trainingspreis des BDVT 2000) wird auf die spezifischen Belange des Wissenschaftsstandortes übertragen. Ein Kernelement dieses Konzeptes ist das organisationsübergreifende Innovationsprojekt, welches Synergien hebt, den Netzwerkgedanken verstärkt und eine Standort- bzw. Unternehmenskultur in Berlin-Adlershof zu verankern hilft. Das AdlershofTALENTS®-Programm stellt einen Attraktor für jetzige bzw. zukünftige Mitarbeiter am Standort dar und kann wegweisend für weitere standortbezogene Personalentwicklungskonzepte in Hochtechnologiefeldern in Deutschland sein.

Die Idee

Das Quest-Team hat zur Jahrtausendwende in Zusammenarbeit mit der DaimlerChrysler AG ein innovatives Nachwuchsförderprogramm für alle Fachbereiche entwickelt, das sich im Laufe des letzten Jahrzehnts als nachhaltig wirksames Qualifizierungskonzept für mittlerweile hunderte von Teilnehmern aus den Schwerpunktbereichen Automobil, Banken, Medien und HighTech entwickelt hat. Da die Unternehmen und Forschungseinrichtungen alleine zu klein wären, um ein Nachwuchsförderprogramm komplett zu füllen, lautet die

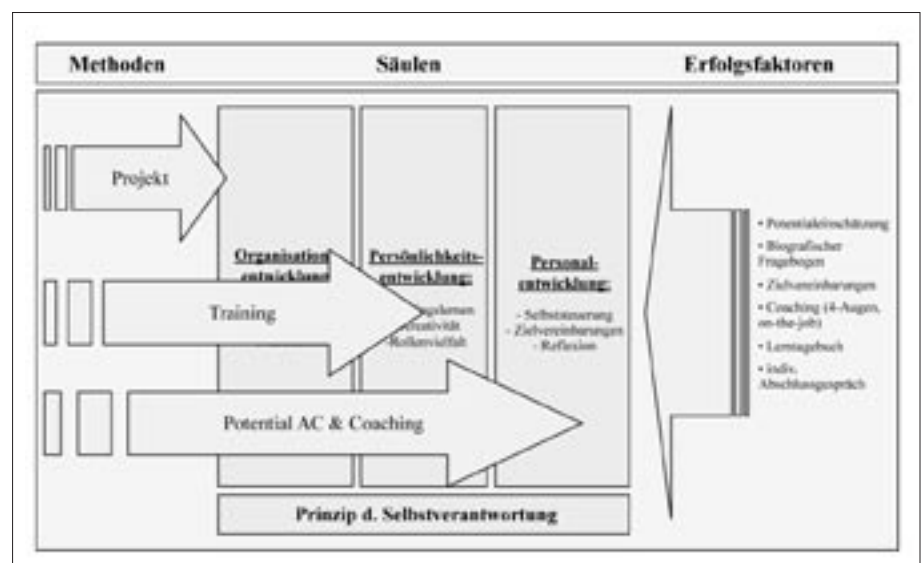
Kurzformel für das AdlershofTALENTS®-Programm: „Nicht ein Unternehmen entsendet 10-15 Talents, sondern 10-15 Unternehmen bzw. Organisationen entsenden je 1-2 Talents“. Dieses Konzept ist aufgrund seiner Struktur, des modularen Ablaufes und seiner Netzwerkfähigkeit durch ein integriertes Innovations-Projekt prädestiniert für eine organisationsübergreifende jedoch lokal verankerte praktische Anwendung; letztendlich zur nachhaltigen Standortentwicklung in Berlin-Adlershof.

Das Konzept

„*Professionelle (Personal-)Qualifizierungen von Unternehmern und/oder förderwürdigen MitarbeiterInnen sind Eckpfeiler einer zukunftsorientierten Unternehmens- und Standortpolitik.*“ Um diesen Anspruch gerecht zu werden, bedarf es eines modularen und kundenorientierten Konzeptes, welches über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr seinen vollen Nutzen entfalten kann. Dabei kann der Begriff

„Eckpfeiler“ wörtlich genommen werden für das AdlershofTALENTS®-Programm, da das gesamte Konzept auf 3 Säulen basiert, die nebeneinander gleichberechtigt und mit ihren Inhalten aufeinander aufbauend Anwendung finden.

Im Einzelnen repräsentieren die drei Säulen die Organisationsentwicklung (Schwerpunkt Innovations-Projekt), die Persönlichkeitsentwicklung (Schwerpunkt Trainingslernen) sowie die Personalentwicklung (Schwerpunkt Selbststeuerung). In einem 1 1/2 -jährigen Qualifizierungsprogramm (Februar 2008 bis Juni 2009) werden die individuellen Potentiale der Teilnehmer vorher validiert, mit ihren jeweiligen Zielvorstellungen ergänzt und beides im Prozess immer wieder reflektiert im Sinne einer Standortbestimmung. Im Grundsatz geht es dabei um die gezielte Steigerung der Kompetenzen des Unternehmensnachwuchses in Adlershof (d.i. Persönliche, Fach-, Soziale, Methoden-, Strategische, Veränderungs- und Führungskompetenz).



Grafik 1 // Konzeptmodell

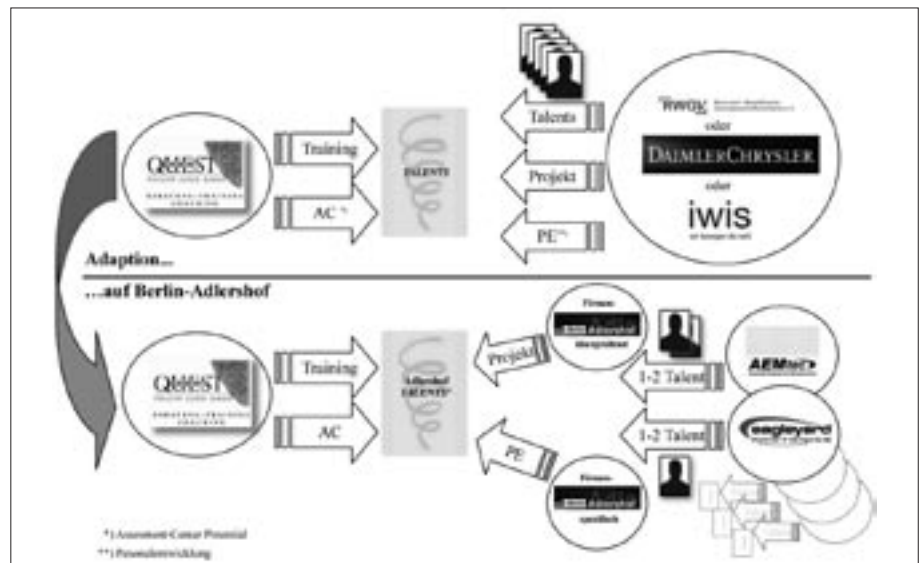
Inhaltliche Schwerpunkte der Qualifizierung bilden:

- *Selbststeuerung: Nur wer sich selbst gut steuern kann, kann andere erfolgreich führen/steuern*
- *Betriebswirtschaftliche Praxis: Die betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge erfahren und anwenden*
- *Führung & Coaching: Führen und Fördern von MitarbeiterInnen über die eigene Rollenvielfalt*
- *Veränderungsfähigkeit: Initiieren und steuern von (innovativen) Veränderungsprozessen u. a. mit kreativen Ansätzen*
- *Konfliktbearbeitung: handlungsfähig bleiben im Umgang mit Konflikten und als Konfliktmoderator agieren können*
- *Projektarbeit: die Fähigkeit vernetzt zu denken und zu handeln*

Der Nutzen

„Personalentwicklung ist auch ein Standortfaktor.“ Mit dieser Aussage zeigt Jörg Muchametow (CEO von eagleyard Photonics GmbH/Berlin-Adlershof) die Bandbreite auf, die heutige Personalentwicklungsmaßnahmen gerade im schnelllebigen HighTech-Bereich berücksichtigen müssen: Möglichkeiten/Instrumente bereit zu stellen, damit die Mitarbeitermotivation bzw. -bindung und damit Unternehmenssicherung sichergestellt ist. Dabei werden neben den Talenten aus Unternehmen auch die „2. Reihe“ aus Forschungseinrichtungen und Standortverwaltung angesprochen. Aus diesen drei „Fraktionen“ des Standortes bildet sich eine repräsentative Gruppe. Das AdlershofTALENTS®-Programm bietet dafür:

- *Motivationssteigerung durch eine Langzeit Qualifizierungs-Maßnahme*
- *Mitarbeiterbindung an das Unternehmen*



Grafik 2 // 3 Säulen Programm

- und damit Unternehmens- bzw. Zukunftssicherung
- *Entwicklung der Führungs- und Unternehmerpersönlichkeiten (von morgen): „Die 2. Reihe“*
- *Einkauf von jahrelang erfolgreich praktizierten Methoden und Prozessbegleitung aus einer Hand*
- *Netzwerkbildung durch intensive unternehmensübergreifende Präsenzphasen*
- *Übergreifende Projektarbeit als Plattform für die Konzentration von unterschiedlichem Know-How,*
- *Erfahrungsberichten („lessons learned“, „best practise“) und Kompetenzen*
- *Bereitstellung von Personalentwicklungsmethoden (Potential AC, Zielvereinbarungen, Coaching, u.w.) zur gezielten Förderung der Talente in Zusammenarbeit mit den Unternehmen*
- *Bündelung von eventuellen Fördergeldvorhaben (z. B. beim BAFA)*

Der Ablauf

Das Programm ist Mitte Februar wie geplant mit 10 Talenten erfolgreich gestartet, nachdem diese von Ihren Firmen bzw. Forschungseinrichtungen benannt worden sind. In dem nachfolgenden Potential-Assessment Center wurden die individuellen Kompetenz- und Handlungsfelder der Talente durch ein professionelles Beobachter-Team identifiziert und rückgemeldet. In einem anschließenden Potential-Assessment-Center werden die individuellen

Entwicklungsfelder identifiziert. Trainings- und Projekttag lösen sich dann über die nächsten Monate ab. Dabei finden alle Workshopstage an Freitagen und/oder Samstagen statt, um einerseits die betrieblichen „Ausfallzeiten“ gering zu halten und andererseits damit auch von Seiten der Talente einen Beitrag in Form von Freizeit einzubringen. Das Talents-Programm schließt im Juni 2009 mit der Projektpräsentation, der Potentialvalidierung sowie individuellen Abschlussgesprächen ab.

Die Investition

Das AdlershofTALENTS®-Programm kostet je TeilnehmerIn im ersten Jahr (2008/09) € 4.500, für alle weiteren Jahre € 7.500 (zzgl. MwSt. und evtl. Kosten für Reisen, Spesen, Verpflegung, Projektarbeit). Bei jedem Trainingsbaustein sind dabei der Trainer und immer ein weiterer Co-Trainer bzw. Fachreferent vom Quest-Team anwesend, um eine intensive Betreuung zu gewährleisten.

Der Trainer und seine Motivation

Mit der Gründung des Quest-Team Standortes in Berlin – nach seiner Ausbildung zum systemischen Coach und Prozessbegleiter bei der Quest-Team Philipp Jung GmbH – durch den ehemaligen Geschäftsführer der Infineon Fiber Optics GmbH, Andreas Dünow, entstand die Idee, das bewährte Nachwuchsentwicklungs-Konzept auf

ÜBERRASCHUNGEN
MANAGEN,
ZUKUNFT
GESTALTEN.

QUEST
TEAM
PHILIPP JUNG GMBH
BERATUNG-TRAINING-COACHING
www.quest-team.de

ADLERSHOF TALENTS® - AT2008
PERSONALENTWICKLUNG ·
PROJEKTARBEIT · TRAININGSLERNEN

Das Quest-Team führt mit (Nachwuchs-) Führungskräften und Potentialträgern (m/w) aus Unternehmen, Forschungseinrichtungen und der Standortverwaltung eine jährliche Langzeitqualifizierung in Berlin-Adlershof durch.

Adlershof AEMtec eagloyard
iffm
SOLOM WISTA-MANAGEMENT GMBH

Ziel: Mitarbeiterqualifizierung und -bindung,
Netzwerk- und Standortentwicklung

Berlin · Niedersteinebach · München
info@quest-team.de

Grafik 3 // AdlershofTALENTS® Banner 2008

einen Standort anzuwenden. Dabei resultiert die besondere Bindung zu Adlershof

aus der Beziehung des ehemaligen Geschäftsführers mit Start-Up's bzw. Firmenneugründungen/-beteiligungen, die aus ehemaligen Unternehmensteilen der Infineon Fiber Optics GmbH hervorgegangen sind (AEMtec GmbH, C2GO, Optricon, EzConn, u.w.). Vor seiner Selbständigkeit als Unternehmensentwickler und Prozessbegleiter mit den Schwerpunkten Nachwuchskräfteentwicklung, Moderation/Mediation, Change-Prozesse, Veränderungs-Coaching, war Andreas Dünow 17 Jahre in verschiedensten Funktionen bei Siemens und ab August 2000 bei Infineon im In- und Ausland tätig (Schwerpunkte Vertrieb, Controlling, Service, Restrukturierung, Neuausrichtung, in-house Training). Er ist seit 17 Jahren verheiratet und hat zwei Kinder (17 und 10 Jahre).

Das Quest-Team

Die Quest-Team Philipp Jung GmbH ist seit 20 Jahren auf dem Sektor Unter-

nehmens- und Personalentwicklung in Deutschland aktiv. Dabei beschränkt sich die Tätigkeit nicht nur auf namhafte Großunternehmen (Daimler, Bertelsmann, Wella, Wacker Chemie, Siltronic, u.w.), sondern schließt auch KMU's, Vereine und regionale Wirtschaftsverbände mit ein. Die Quest-Team Philipp Jung GmbH hat ein renommiertes Partnernetzwerk aufgebaut und ist Mitglied in folgenden Organisationen:



.....

Andreas Dünow

QUEST-TEAM Philipp Jung GmbH

Standardisierte Zusatzqualifikationen für Mikrosystemtechnik und Optoelektronik

Zusatzqualifikationen werden in der Berufsbildung als Bildungsbausteine verstanden, die eine Ergänzung einer Erstausbildung darstellen. Facharbeiter und Facharbeiterinnen erwerben hierdurch Qualifikationen von überbetrieblicher Relevanz, die für ihre Berufstätigkeit erforderlich sind, die jedoch noch keine Aufstiegsqualifizierung darstellen.

In der betrieblichen Praxis werden Zusatzqualifikationen im Bereich der

Hochtechnologiebranche bislang sehr unterschiedlich ausgebildet. Vom arbeitsplatzbezogenen „Training on the Job“, betrieblichen Weiterbildungsbausteinen bis hin zu formell geordneten Ausbildungsgängen mit externer Abschlussprüfung und Zertifizierung reicht das Spektrum. Ebenso vielfältig sind die Inhalte der Curricula. Fachlich spezialisiert bis in die Detailebene bzw. grundlegend und breit angelegt, je nach betrieblicher Anforderung.

Standardisierungen gibt es bislang nicht. Zusatzqualifikationen sind daher nur schwer zu systematisieren und in entsprechende „Angebotsstrukturen“ zu gießen. Hinzu kommt, dass Zusatzqualifikationen oftmals ad hoc nachgefragt werden, die entsprechende Nachfrage ist antizyklisch. Es wird der Frage nachgegangen, welche Bedarfe an standardisierten Zusatzqualifikationen sich im Hochtechnologiebereich abzeichnen.

Zusatzqualifikationen können ihrer Funktion nach systematisiert werden:

- *Berufsvertiefende/-spezifische Zusatzqualifikation ... die das originäre berufliche Handlungsfeld des Facharbeiters/der Facharbeiterin vertiefen.*
- *Schnittstellenrelevante Zusatzqualifikation ... die das originäre berufliche Handlungsfeld des Facharbeiters/der Facharbeiterin um Qualifikationen eines anderen Berufsfeldes erweitern.*
- *Fachübergreifende Zusatzqualifikation ... die die so genannten ‚soft skills‘ umfassen und die dem Facharbeiter/der Facharbeiterin das Reflektieren des eigenen Arbeitshandelns ermöglichen, ferner Eigenständige Themenbereiche darstellen, quer zu originären Bildungsgängen.*

Neben der sachlichen- und zeitlichen Gliederung der Angebote von Zusatzqualifikationen, ist für ein Curriculumdesign auch die didaktisch-, methodische Umsetzung von größter Wichtigkeit, zur Vermeidung von so genannter Blindleistung in den Bildungsangeboten (Verwertbarkeit am Arbeitsplatz). Wird das Curriculumdesign zudem horizontal und vertikal zum Bildungssystem gedacht, können Schritte in Richtung Durchlässigkeit und Anerkennung von Bildungsleistungen gegangen werden. Es wird an der Ausrichtung solcher Bildungsangebote an den Bedarfen der Unternehmen liegen, ob Zusatzqualifikationen in der Zukunft standardisiert angeboten werden können.

Vorgehensweise zur „Lokalisierung“ von Zusatzqualifikationen

Unternehmen aus Mikrosystemtechnik/ Halbleitertechnik und Optoelektronik (Branchencluster), finden die für die Herstellung ihrer Produkte benötigten Kennt-

nisse, Fähigkeiten und Kompetenzen in den einzelnen Berufsbildern wieder und stellen demzufolge verschiedene Facharbeiter, Techniker und Meister ein, bzw. bilden diese aus. Die Bündelung aller Facharbeiter- und Fortbildungsberufe, die in einem Unternehmen an der Herstellung eines Produktes bzw. einer Produktgruppe beteiligt sind, wird als Berufcluster bezeichnet. Zusatzqualifikationen können auch zur Anpassungsqualifizierung von Seiteneinsteigern interessant sein, sofern sie grundlegendes Wissen und Können aus branchenfermen Berufen und Tätigkeiten mitbringen, es im Sinne von Transferleistung auf das Branchencluster MST/OE adaptieren können.

Aus Befragungen in Unternehmen des Branchenclusters zeichnet sich der Bedarf an Zusatzqualifikationen besonders an der Schnittstelle der Technologiefelder ab. Zusatzqualifikationen zielen auf angelernte Facharbeiter oder Fachkräfte mit anderen meist älteren Berufsausbildungen ab, für die Inhalte aus neuen, branchenspezifischen Berufen relevant sind.

Nennungen von Zusatzqualifikation

- *Reinraumtechnik*
- *Chemie für MST*
- *Vakuumtechnik*
- *Mikroverfahrenstechnik (Überblick & einzelne Verfahren)*
- *Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT)*
- *Steuerungstechnik (insbesondere CNC-Programmierung, Pneumatik)*
- *Grundbildung Metall (einzelne Verfahren)*
- *Qualitätstechniken*
- *Systemisches Denken in technischen Prozessen*

Die genannten Qualifikationsbedarfe liegen meistens innerhalb des Berufclusters.

Je nach Produkt/-gruppe und den unternehmensspezifisch zugehörigen Fertigungsverfahren und Prozessen, entsprechend ausgewählt aus den Curricula der im Berufcluster genannten Bildungsgänge, in der Regel auf Berufsausbildungs niveau. Hier lassen sich noch Grundbildung und Fachbildung unterscheiden, bzw. Vertiefung oder Schwerpunktbildung. Diese Bausteine sind gleichermaßen geeignet für Seiteneinsteigen oder innerbetrieblichen Wechsel des Arbeitsplatzes, bzw. Erweiterung des beruflichen Handlungsfeldes. Je nach Einbindung und Aufgabengebiet des Mitarbeiters. Branchenfremde Mitarbeiter könnten mehr grundbildende Bausteine benötigen, Branchennahe Mitarbeiter mehr fachlich Vertiefende. Ausgehend von der „Verwertbarkeit“ der Qualifikation sind die Bausteine „hands on“ zu vermitteln, also praxisgeleitet. Auf Grundlage der Ordnungsmittel (Ausbildungsrahmenpläne) könnten sowohl Kammern, als auch Berufsschulen Anbieter dieser Bausteine sein (Zertifizierung). Wie zuvor angesprochen sind die existierenden Ordnungsmittel ein sinnvoller Ausgangspunkt. Genannte Zusatzqualifikationen können aus den Ordnungsmittel generiert werden, sind methodisch/didaktisch unter Verwendung von Industriestandardkomponenten aufzubereiten. Weder Kammern noch Berufsschulen sind hierzu im Regelfall technologisch ausgestattet Die Verortung der entsprechenden Technologien stellt im Sinne der „Verwertbarkeit der Qualifikationen“ einen neutralen Punkt dar, ebenso die praktische Erfahrung im Umgang und der Bedienung dieser Technik (Schulungspersonal). Die Unternehmen selbst können ihre „Anlagen“ in den seltensten Fällen für Schulungszwecke bereitstellen. Forschungseinrichtungen, Fachhochschulen, Universitäten und andere Trainingszentren

(auch Anlagenhersteller) könnten hier unterstützen. Qualifikationen die über die in den Ordnungsmitteln angelegte Grundbildung hinausgehen stellen die Forderung nach Schulungspersonal mit entsprechendem „Expertenwissen“ und Praxiserfahrung der originären Tätigkeitsdomäne. Fachübergreifende- und Schnittstellenrelevante Qualifikationen sind interdisziplinär zu vermitteln, also einzubetten in die Fachlichkeit und Besonderheiten der Branche. Berufsschulen, Kammern und andere Lernorte und Trainingszentren die den „Dreisprung“: Ausstattung – fachliches Wissen und Können – Methodik und Didaktik beherrschen sind gefragt. Vielerorts mangelt es an entsprechender Ausstattung, insbesondere sehr teure Industriestandards im Bereich der Hochtechnologie. Fachliches Wissen alleine ist zu wenig, erst die Praxiserfahrung des Lehrpersonals sichert die besonderen Anforderungen im Bereich dieser hier diskutierten Qualifikationen ab. Auch und gerade in der Hochtechnologie sind methodische- und didaktische Fähigkeiten des Lehrpersonals von besonderer Bedeutung. Zusatzqualifikationen in der Hochtechnologiebranche erfordern, abstraktes natur- und ingenieurwissenschaftliches Wissen, das für die Facharbeiterebene didaktisch reduziert und methodisch aufzubereiten ist.

Im Sinne des Differenzierungskonzepts könnten die Qualifikationsbedarfe aus Ausbildungsberufen entlehnt werden. Die qualitativen Daten zeigen, dass es sich nicht um „exotische“ Themen handelt, sondern vielmehr um direkt am Arbeitsplatz verwertbare Kompetenzen. Demnach liegen Zusatzqualifikationen unterhalb des tertiären/wissenschaftlichen Bildungsniveaus. Sie sollten wegen der Forderung nach Anrechenbarkeit und Verortung im

Bildungssystem einem Bildungslevel zugeordnet werden. Hierzu können die Deskriptoren des Europäischen Qualifikationsrahmens (EQR) herangezogen werden. Einzelne Zusatzqualifikationen können bis in Niveau 4 hinein reichen, da entsprechende Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen gefordert werden.

Kenntnisse – Fertigkeiten – Kompetenz

Im EQR werden Kenntnisse als Theorie- und/oder Faktenwissen beschrieben. Fertigkeiten als kognitive Fertigkeiten (Einsatzlogischen, intuitiven und kreativen Denkens) und praktische Fertigkeiten (Geschicklichkeit und Verwendung von Methoden, Materialien, Werkzeugen und Instrumenten) beschrieben. Kompetenz im Sinne der Übernahme von Verantwortung und Selbstständigkeit beschrieben.

Die im Rahmen von Zusatzqualifikationen affinen Niveaus des EQR

Niveau 1: Grundlegendes Allgemeinwissen, grundlegende Fertigkeiten, die zur Ausführung einfacher Aufgaben erforderlich sind. Arbeiten oder Lernen unter direkter Anleitung in einem vorkonstruierten Kontext.

Niveau 2: Grundlegendes Faktenwissen in einem Arbeits- oder Lernbereich. Grundlegende kognitive und praktische Fertigkeiten, die zur Nutzung relevanter Informationen erforderlich sind, um Aufgaben auszuführen und Routineprobleme unter Verwendung einfacher Regeln und Werkzeuge zu lösen. Arbeiten oder Lernen unter Anleitung mit einem gewissen Maß an Selbstständigkeit.

Niveau 3: Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Verfahren und allgemeinen Begriffen in einem Arbeits- oder Lernbereich. Eine Reihe von kognitiven und

praktischen Fertigkeiten zur Erledigung von Aufgaben und zur Lösung von Problemen, wobei grundlegende Methoden, Werkzeuge, Materialien und Informationen ausgewählt und angewandt werden. Verantwortung für die Erledigung von Arbeits- oder Lernaufgaben übernehmen. Bei der Lösung von Problemen das eigene Verhalten an die jeweiligen Umstände anpassen.

Niveau 4: Breites Spektrum an Theorie und Faktenwissen in einem Arbeits- oder Lernbereich. Eine Reihe kognitiver und praktischer Fertigkeiten, um Lösungen für spezielle Probleme in einem Arbeits- oder Lernbereich zu finden. Selbstständiges Tätigwerden innerhalb der Handlungsparameter von Arbeits- oder Lernkontexten, die in der Regel bekannt sind, sich jedoch ändern können. Beaufsichtigung der Routinearbeit anderer Personen, wobei eine gewisse Verantwortung für die Bewertung und Verbesserung der Arbeits- oder Lernaktivitäten übernommen wird.

Nächste Schritte

- *Auswahl und Entwicklung exemplarischer Bausteine für Zusatzqualifikationen: (Modulbeschreibung) mit den Aspekten Inhalt-Didaktik/Methode-Technologie: „hands on“ – Anbieter-Ort-Kosten. Ferner sind Marketing und Vertrieb zu entwickeln.*
- *Zuordnung der Bausteine zu den Niveaustufen des EQR, ggf. unter Angabe des „Workloads“ in sog. Credits.*
- *Erprobung erster Angebote*

.....

Patrick Braun

Technische Universität Berlin

Ist die gegenwärtige Bereitstellung von Fachkräften für die Nanotechnologie ausreichend?

Lösungsansätze für die Fachkräftesicherung im Hochtechnologiesektor

Die Nanotechnologie (NT) wird international als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts angesehen. Diese Querschnittstechnologie gewinnt in nahezu allen industriellen Bereichen zunehmend an Bedeutung. In Deutschland werden ca. 50.000 Beschäftigte im Bereich der Nanotechnologie geschätzt, während ca. 114.000 indirekte Arbeitsplätze durch die Nanotechnologie beeinflusst werden, siehe VDI Technologiezentrum (2004). Insgesamt werden ca. 690 Unternehmen der Nanotechnologie zugeordnet, siehe www.nano-map.de (2008). Um die wirtschaftlichen Potenziale der NT voll auszuschöpfen sind gut ausgebildete Fachkräfte erforderlich. Die rechtzeitige bedarfsgerechte Bereitstellung von Fachkräften durch die Entwicklung innovativer Aus- und Weiterbildungsinhalte sind wichtige Faktoren für die Entwicklung der Unternehmen in diesem Hochtechnologiesektor. Vor diesem Hintergrund ist die Nanotechnologie ein besonderer Untersuchungsschwerpunkt des isw Instituts, im Bereich der Bildungs-, Personal- und technologieorientierten Forschung. So werden seit 2002 zu diesem Thema verschiedene Forschungsvorhaben durchgeführt. Neben qualitativen und quantitativen Untersuchungen von innovativen Tätigkeits- und Qualifikationsanforderungen erfolgt die Durchführung konkreter Vorhaben zum Know-how-Transfer von der Wissenschaft zur Wirtschaft. Die folgenden Projektansätze des isw Instituts bieten verschiedene Lösungswege an und werden hier in Form eines Überblicks vorgestellt.

- *Trendqualifikationen-Früherkennung von innovativen Qualifikationsanforderungen der Nanotechnologie im Bereich der mittleren Qualifikation*
- *Qualifikationsanforderungen von Akademikern in Nano-Unternehmen*
- *Unternehmensbefragung zum Weiterbildungsbedarf in der Nanotechnologie*
- *Wissenschaftliche Unterstützung nanotechnologischer Innovationen in Unternehmen, als innovatives Modell der Kompetenzentwicklung*

Trendqualifikationen-Früherkennung von innovativen Qualifikationsanforderungen der Nanotechnologie im Bereich der mittleren Qualifikation

Für das Erkennen und Bewerten von innovativen Qualifikationsanforderungen, den so genannten Trendqualifikationen, entwickelte das isw Institut eine eigene holistische Methode, das so genannte Branchenscouting. Begleitend für das Forschungsthema NT wurde eine Systematisierungsmatrix erarbeitet, die es erlaubt die vielfältigen Erscheinungsformen systematisch im Hinblick auf neue Tätigkeitsanforderungen zu analysieren. Untersucht wurden Beschäftigte der mittleren Qualifikation, also z. B. Facharbeiter, Assistenten und Techniker. Im Ergebnis der wissenschaftlichen Arbeiten wurden für verschiedene Nanobereiche qualitative Daten zu neuen Tätigkeitsanforderungen ermittelt, aus denen innovative Qualifikationsbedarfe abgeleitet worden. Insgesamt wurden, in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie dem PTJ geförderten Projekt, 14 clusterspezifische und 4 clusterübergreifende Qualifikationsprofile entwickelt und als Handlungsempfehlungen für die nanotechnologisch orientierte Aus- und Weiterbildung bereitgestellt, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Die Qualifikationsprofile stellen keine neuen Berufsdar! Sie haben das Ziel, auf die aus der Entwicklung der NT abgeleiteten Anforderungen aufmerksam zu machen und Vorschläge für deren Umsetzung zu unterbreiten. Sie sollen den Sozialpartnern und den für die Ordnungsarbeit zuständigen Stellen sowie der Berufsbildung als Vorschläge dienen, bestehende Aus- und Weiterbildungsformen zu überprüfen, zu modifizieren und ggf. neu zu gestalten bzw. Ausbildungsmodule für die Weiterbildung zu entwickeln. Die primäre Datenbasis des Trendqualifikations-Projektes bildeten direkt vor Ort durchgeführte und leitfadengestützte Interviews mit 151 ausgewählten Vertretern in 132 Einrichtungen mit Bezug zur NT. Dazu gehörten Trendsetterunternehmen, Branchenführer, Netzwerke, Kompetenzzentren sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen in Deutschland.

Qualifikationsanforderungen von Akademikern in Nano-Unternehmen

Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und in Zusammenarbeit mit dem VDI Technologiezentrum wurden die Anforderungen an Akademiker im Bereich der NT von zwölf deutschen Best-practice-Unternehmen analysiert. Die empirische, qualitative Untersuchung ermöglichte einen Einblick in die spezifischen Qualifikationsanforderungen, die an Hochschulabsolventen in diesem Bereich gestellt werden sowie in die unterschiedlichen Vorgehensweisen der Unternehmen, bei der Personalauswahl und der Weiterbildungsstrategie. Die Studie liefert neben den konkreten qualitativen Ergebnissen eine ganze Reihe von Ansätzen für weiterführende repräsentative Untersuchungen und vertiefende Fragestellungen zum Fachkräftebedarf der Nano-Unternehmen, siehe Abicht et al. (2007). Es zeigt sich, dass die Anforderungen der Fallbeispiel-Unternehmen an die Aus- und Weiterbildung teilweise sehr heterogen und differenziert sind und an verschiedene Qualifikationsebenen ansetzen. Vor allem dem selbstgesteuerten Lernen im Prozess der Arbeit wird eine hohe Relevanz beigemessen. Es ist eine hohe Nachfrage nach Fachpersonal mit naturwissenschaftlicher und ingenieurtechnischer Ausbildung zu verzeichnen. Spezialisierungsrichtungen wie z. B. Halbleitertechnik, Mikrosystemtechnik oder Verfahrenstechnik werden verstärkt nachgefragt. Nano-Unternehmen binden ihre Nachwuchskräfte bereits während des Studiums an das Unternehmen, über Praktika, Projekt- und Diplomarbeiten sowie Promotionen, siehe auch Baron, Schumann (2007). Nano-Unternehmen setzen ausgezeichnete Fachkenntnisse und gutes naturwissenschaftliches Basiswissen voraus. Außerdem werden gute Sprachkompetenzen in Englisch erwartet sowie unternehmerisches Denken und Kompetenzen im Servicebereich, der Beratung, des Marketings und des Vertriebs. Akademiker sollten zunehmend stärker über ausgeprägte Sozialkompetenzen, wie Teamfähigkeit und Flexibilität verfügen.

14 CLUSTERSPEZIFISCHE QUALIFIKATIONSPROFILE	
Cluster Nanochemie/ Material / Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> · Nanochemielaborant · Nanokant · Materialwissenschaftlich-technischer Assistent MATA
Cluster Nanobiotechnologie / Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> · Fachkraft in der nanobiotechnologischen Forschung · Spezialist für biohybride Technologien · Fachkraft für Qualitätssicherung · Dokumentationsspezialist für Nanobiotechnologie · Produktberater für nanobiotechnologische Applikationen
Cluster NanoOptik/ Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> · Fachkraft für Ultrapräzisionsoptik · Fachkraft für Photonik/Lasertechnik · Produktberater für nanooptische Applikationen
Cluster Nanoelektronik Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> · Fachkraft Nanoelektronik · Fachkraft Maskenfertigung · Optoelektroniker
VIER CLUSTERÜBERGREIFENDE QUALIFIKATIONSPROFILE	
	<ul style="list-style-type: none"> · Nanoanalytiker/in · Spezialist für Nano-Oberflächenbearbeitung · Dokumentationsspezialist NT · Produktberater/in für nanotechnologische Applikationen

Tabelle 1 // Innovative Qualifikationsprofile im Bereich der Nanotechnologie (siehe Abicht et al. 2005)

Neueingestellte Fachkräfte sollten sich schnell in eine Arbeitsgruppe integrieren können.

Unternehmensbefragung zum Weiterbildungsbedarf in der Nanotechnologie

Für das Bundesministerium für Bildung und Forschung führt das isw Institut im Auftrag des VDI Technologiezentrums eine Untersuchung durch. Das Ziel ist es die Weiterbildungsbedarfe der Unternehmen im Bereich der Nanotechnologie frühzeitig zu erkennen, um entsprechende Bildungsangebote zur Verfügung stellen zu können. Die derzeitigen und künftig zu erwartenden Weiterbildungsbedarfe werden bundesweit in quantitativer Form ermittelt. Die folgenden Fragestellungen stehen dabei im Mittelpunkt:

- *Welcher Weiterbildungsbedarf besteht für welche Branchen und Technikfelder im Bereich der NT?*
- *Welchen Bedarf haben kleine und mittlere Unternehmen im Vergleich zu Großunternehmen?*
- *Welche technologischen, sozialen und methodischen Kompetenzen sollen vermittelt werden?*

- *Wie können Arbeitnehmer im Alter von über 50 Jahren für den Bereich NT gezielt weitergebildet werden?*
- *Auf welchen Bedarf der Nano-Unternehmen können sich Weiterbildungsträger künftig einstellen? Ergebnisse der Untersuchungen werden im zweiten Halbjahr 2008 vorliegen.*

Wissenschaftliche Unterstützung nanotechnologischer Innovationen in Unternehmen, als innovatives Modell der Kompetenzentwicklung

Für die Initiierung und Implementierung von Innovationen im Bereich der NT erweist sich die individuelle Kompetenzentwicklung der Beschäftigten als eine entscheidende Schlüsselqualifikation. In dem Vorhaben „Nano to Business“, welches durch die Europäischen Sozialfonds und dem Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Familie des Landes Brandenburg gefördert wird, werden konkrete nanotechnologische Innovationspotenziale in brandenburgischen Unternehmen erschlossen. Die wissenschaftliche Unterstützung, Initiierung und Durchführung von aktivem Know-how-Transfer von der Wissenschaft zur Wirtschaft durch individuelle Qualifizierungen stehen dabei im Mittelpunkt. Das isw Institut entwickelte für das Modellprojekt eine innovative Vorgehensweise, auf Basis von wissenschaftlichen Methoden, siehe auch <http://isw-institut.de/nano-brandenburg>.

Erkenntnisse und Anregungen für die Aus- und Weiterbildung im Bereich der Nanotechnologie

Auf Basis der bisherigen Untersuchungen und Vorhaben des isw Instituts lassen sich Schlussfolgerungen und Hinweise für die Fachkräftesicherung ableiten. Dabei sind die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Charakteristika der verschiedenen Qualifikationsebenen zu berücksichtigen. Gering Qualifizierte sind im Bereich der NT kaum gefragt. Nachfolgend

werden deshalb die Schlussfolgerungen für die mittlere und höhere Qualifikation differenziert betrachtet.

Fazit für die Ebene der mittleren Qualifikation:

- *In den vielfältigen industriellen Bereichen der NT sind die Tätigkeitsanforderungen an die Facharbeiter unterschiedlich stark ausgeprägt, ein einzelner Beruf für alle Bereiche wäre deshalb kaum ausreichend.*
- *Bisherige Berufsgruppen mit starkem Bezug zur NT sind vor allem Laboranten, Technische Assistenten, Elektroniker, Mikrotechnologen, Mechatroniker u.a.*
- *Durch spezielle Weiterbildungsmaßnahmen können einige der neuen Anforderungen in der NT bereits gedeckt werden. Die Inhalte und die Form der Wissensvermittlung sollten flexibel und transparent gestaltet werden, empfehlenswert sind Module.*
- *Bei einem zunehmenden Bedarf ist die Entwicklung von neuen Weiterbildungsberufen und perspektivisch auch von Ausbildungsberufen für nanotechnologische Spezialgebiete denkbar.*

Fazit für die Ebene der Hochschulqualifikation:

- *Die Nanotechnologie befindet sich momentan noch stark im Bereich der Forschung und Entwicklung. Fachkräfte mit naturwissenschaftlicher und ingenieurtechnischer Ausbildung sind besonders gefragt.*
- *Oftmals werden Diplom- bzw. Master-Hochschulabschlüsse in den traditionellen Fachbereichen wie Physik, Chemie oder Biologie sowie in den Ingenieurwissenschaften bevorzugt. Seit ca. 2000 werden in Deutschland zunehmend nanospezifische Studiengänge angeboten. Da bisher noch kaum Absolventen dieser Fachrichtungen vorhanden sind, ist das Interesse einiger Unternehmen momentan noch verhalten. Eine Spezialisierung in Richtung NT ist im Rahmen einer Dissertation oder einer Zusatzqualifikation empfehlenswert.*
- *Viele Bildungsangebote, insbesondere für*

Hochqualifizierte, können bereits bundesweit auf der Internetplattform „Nano-Bildungslandschaften“ des VDI-Technologiezentrums abgerufen werden, siehe www.techportal.de.

- Neue Kooperations- und Organisationsformen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, wie innovative Projektteams, überbetriebliche Verbundprojekte und enge Kooperationen mit Forschungseinrichtungen tragen zur erforderlichen Ausprägung von Spezialwissen in Form des Wissens- und Technologietransfers bei.
- Selbstgesteuertes und lebenslanges Lernen sind für Akademiker von besonders hoher Relevanz.

Die neue Lernkultur als geeigneter Lösungsansatz für Nano-Unternehmen

In den Nano-Unternehmen werden sehr unterschiedliche Strategien der Personal- und Organisationsentwicklung verfolgt. Nach einer internationalen Studie (Singh 2007) bevorzugen Unternehmer im Bereich der NT bei Neueinstellungen Generalisten (24 %) vor Spezialisten (12 %), am beliebtesten sind aber Personen die beides in sich vereinen (58 %). 53 % der Befragten bieten Neueingestellten keine Schulungsprogramme an, während bereits 32 % diese Möglichkeit nutzen. Bei den Lernformen wird Training-on-the-job bevorzugt (26 %), gefolgt von kontinuierlichen, beruflichen Entwicklungsprogrammen (22 %) und einwöchigen Schnellkursen (15 %). Danach folgen Internetkurse bzw. E-Learning (11 %), das Erreichen von Abschlüssen in Teilzeitarbeit (10 %) und die Nutzung von Abendschulen (9 %).

Der Qualifikationsbedarf in Nano-Unternehmen richtet sich oft flexibel nach den jeweils aktuellen Arbeitsaufgaben aus, die durch spezifische Kundenanforderungen hervorgerufen werden und mit neuen Produktions- und Dienstleistungsinhalten verbundenen sind. Eine wesentliche Triebfeder stellt dabei die rasanten Entwicklung der NT im internationalen Wettbewerb

dar. Auf diese Weise treten Qualifikationsanforderungen im Unternehmen dynamisch im Prozess der Arbeit auf. Insbesondere für Hochqualifizierte trifft dies zu, siehe auch Abicht et al. (2007). Mit der Schaffung eines differenzierten Lernarrangements und Wissensmanagements in Unternehmen, durch das verschiedene formale, nicht-formale und informelle Lernformen gezielt und nachhaltig unterstützt werden, kann sich das selbstgesteuerte Lernen von Beschäftigten am besten entfalten, wie dies in der Neuen Lernkultur postuliert wird. Auf diese Weise kann ein individuelles sowie zeitlich und inhaltlich flexibilisiertes Lernen erreicht und somit die Fachkräftesicherung gestärkt werden, gerade auch vor dem Hintergrund der sich schnell ändernden Arbeitsbedingungen der Nano-Unternehmen.

- Lit 1:** Abicht, L.; Schlicht, E.; Schumann, U. (2005): Abschlussbericht Trendqualifikationen im Bereich der Nanotechnologie. – Studie des isw-Instituts für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung gemeinnützige GmbH, Halle.
- Lit 2:** Abicht, L.; Freikamp, H.; Schumann, U. (2006): "Identification of skill needs in the Nanotechnology Sector". – analysis of the isw Institute by order of cedefop, Halle.
- Lit 3:** Abicht, L. und isw-Projektteam (2007): Qualifizierung von Akademikern/innen im Bereich der Nanotechnologie - Fallbeispiele guter Praxis der Unternehmen. – Studie des isw-Instituts gGmbH, Halle/Berlin.
- Lit 4:** Baron, W., Schumann, U. (2007): Nano-careers bright prospects for academics in tomorrow's companies. – NanoS the Nanotech Journal 02/07.
- Lit 5:** Singh, K. A. (2007): Nanotechnology Skills and Training Survey. – Institute of Nanotechnology Stirling.
- Lit 6:** VDI Technologiezentrum (Hrsg. 2004): Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt – Innovations- und Technikanalyse. ZTC-Reihe Band 53, Düsseldorf.

::

Ekkehard Schlicht, Uwe Schumann
isw Institut gGmbH



(Foto AUNET)

Workshop

Neue Lehr-/ Lernformen und -materialien

Zusammenfassung

Kompetenzen für High Tec/ Integriertes Lernen und Wissensmanagement

Die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke hatten unter anderem die Aufgabe, Lehr- und Lernmaterial für die gewerbliche Ausbildung und die Hochschulausbildung zu entwickeln. In den Netzwerken und Ausbildungsverbänden entstanden unter Berücksichtigung verschiedener Ansätze eine Reihe von Lösungen. Der Workshop „Neue Lehr-/Lernformen“ hatte die Aufgabe, Angebote auch außerhalb der Mikrosystemtechnik zu sichten, die Auszubildenden und Studierenden ermöglichen, Wissen durch die Nutzung von webbasierten Lehr-/Lernangeboten zu erwerben.

Dr. Elisabeth Berbenni (TU Kaiserslautern, Distance and International Studies Center) stellt den Fernstudiengang Nanobiotechnologie der Technischen Universität Kaiserslautern vor. Dieser Studiengang ermöglicht Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, ihre Kenntnisse in Nanostrukturtechnik und Biotechnologie zu erweitern. Das Studium dauert 13 Monate. Es besteht überwiegend aus Selbstlernphasen, Online-Tutorien und Präsenzphasen. Die Lehrunterlagen sind in englischer Sprache verfasst. Sie sind auf der Lehr-/Lernplattform CE 6 abgelegt. Die Lehr-/Lernplattform enthält Lehrbriefe, Online-Tutorien, Aufgaben zur Selbstkontrolle sowie multimediale Elemente wie Applets und Lehrvideos. Zudem sind Diskussionsforen eingerichtet. Die Lehr-/Lernplattform ermöglicht die Teilnahme von Studierenden aus vielen Staaten. Im vierten Jahrgang (2007/2008) nehmen Studierende u. a. aus China, Indien und den USA teil.

Timo Nelting (FH Kaiserslautern) präsentiert das Virtuelle Technologie Labor (VTL). Das VTL wurde von der FH Kaiserslautern in Kooperation mit der FH Aachen entwickelt. Auf einer netzbasierten Lehr-/Lernplattform können Studierende

und Auszubildende auf virtuelle Anlagen zurückgreifen, die im Campus Zweibrücken der FH Kaiserslautern im Reinraum real vorhanden sind. Das VTL ermöglicht den Nutzern des Reinraums, außerhalb der realen Anlage die Prozesssteuerung zu trainieren. Auf diese Weise verkürzen sich die Trainingszeiten vor Ort. Das VTL wird von Studierenden der FH Aachen, der Universität des Saarlandes, der FH Giessen sowie der FH Kaiserslautern/ Zweibrücken genutzt. Es steht jedoch auch weiteren Projektpartnern offen.

Frau Prof. Heike Wiesner (FH für Wirtschaft Berlin) stellt das Thema „Web 2.0 in Aktion“ vor. In ihren eigenen Lehrveranstaltungen nutzen die Studierenden das Wiki-System, um gemeinsam an Seminararbeiten und Referaten zu arbeiten. Wikis sind solche Internetseiten, die nicht nur gelesen, sondern auch von den Nutzern verändert werden können. Sie ermöglichen, online an Texten zu arbeiten. Die verschiedenen Versionen sowie die Beiträge der einzelnen Autoren können identifiziert werden.

Die Binder GmbH in Sinsheim/Waldstetten entwickelt, fertigt, testet und repariert komplexe MST-Module und Flachbaugruppen. Das Unternehmen bildet selbst 3 Mikrotechnologen aus. Für die Ausbildung von Mikrotechnologen bietet das Unternehmen ein Ausbildungskit an. Es besteht aus einer vorgefertigten Testplattform. Das Kit ermöglicht es, Module, die während der Ausbildung gefertigt werden, schnell und kostengünstig auf ihre Funktion hin zu überprüfen.

Andreas Weiner (Leibniz Universität Hannover, Zentrum für Didaktik der Technik) stellt webbasierte Module vor, die im Rahmen des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerkes mst-Bildung entstanden und in der Ausbildung von Mikrotechnologen erprobt wurden. Ausgehend von

einer praxisnahen Problemstellung erwerben die Auszubildenden neue Kenntnisse und wenden sie zur Problemlösung im Unterricht der Berufsschule oder in praxisnahen Ausbildungssituationen an. Die Auszubildenden nutzen Texte, Grafiken und Videosequenzen, die auf einer webbasierten Lehr-/Lernplattform abgelegt sind. Diese ermöglicht zudem die Kommunikation der Auszubildenden untereinander und mit dem Tutor (Online-Tutoring), das Einstellen eigener Texte ist nicht erprobt.

Alfons Botthof (VDI/VDE-IT) hat sich in seinem Referat zur Einleitung des Hochtechnologiekongress pessimistisch zur Effizienz von e-Learning-Projekten geäußert: „Kosten für die Aufbereitung einzelner Lehrgegenstände oder für die Entwicklung von Lehrmodulen sind gegenwärtig viel zu hoch.“ Als interessante Möglichkeit sieht er die Ankopplung von Lernumgebungen an reale Systeme. Dabei kommt der Ausbildungsfoundry – in Verbindung mit dem Virtuellen Technologie Labor – besondere Bedeutung zu.

Die im Workshop Anwesenden waren sich einig, dass bei der Weiterentwicklung der Bildungsangebote Veränderungen in den Arbeitsbedingungen für hochqualifizierte Wissensarbeiter zu beachten sind. Mehr und mehr arbeiten die fachlichen Teams in multidisziplinären Teams zusammen. Sie verwenden elektronische Medien zur Unterstützung ihrer Kooperation. Vielfältige Formen von (teil-)virtualisierten Teams lassen sich heute in den Unternehmen beobachten. Dahinter steht die wachsende Internationalisierung und Verflechtung der Unternehmensprozesse. Aber selbst dort, wo alle Teammitglieder am selben Ort ansässig sind, kommen work-group-Systeme zum Einsatz (vgl. auch den Beitrag von Krüger in diesem Band). Diese Entwicklung sollte in

Studienangeboten und beruflicher Ausbildung im Bereich der Mikrotechnologie berücksichtigt werden. Dies kann erfolgen durch die Bewältigung praxisnaher Aufgaben, für die die Teilnehmer in

kollaborativer, netzgestützter Arbeit Lösungen entwickeln. Erfahrungen in der Gestaltung praxisnaher Aufgaben liegen vor, sie sollten im beschriebenen Sinn erweitert werden.

.....

Andreas Weiner
 Zentrum für Didaktik der Technik |
 Leibniz Universität Hannover

Web 2.0 in formellen Lernprozessen

Was verbirgt sich hinter dem von Tim O'Reilly geprägten Begriff Web 2.0? Er steht weniger für eine technische Erneuerung des Internets als viel mehr für dessen veränderte Nutzung. Während im klassischen Internet die Inhalte (z. B. Informationen, Dateien, Dienste) vom Betreiber einer Website bereitgestellt werden, fokussiert Web 2.0 auf das kooperative Bereitstellen von Inhalten. Das heißt, der Betreiber einer Website stellt die technische Infrastruktur zur Verfügung, die Inhalte aber werden von den Nutzern des Internets eingestellt. Dies bedeutet, dass jeder Internetnutzer Redakteur der Inhalte sein kann. Die wohl bekanntesten Basistechnologien hierfür sind Wiki-Webs oder Blogs, aber auch das seit langem bekannte Forum kann dem Web 2.0 zugeordnet werden. Somit ist Web 2.0 nicht neu, doch die Vielzahl der unterschiedlichen Ansätze, die auf eine Partizipation der Internetnutzer bei der Inhaltserstellung setzen, ist in den letzten Jahren drastisch gestiegen. Derzeit sehr populäre Beispiele für Web 2.0 Lösungen sind Wikipedia (www.wikipedia.de), Xing (www.xing.de), StudiVZ (www.studivz.net) oder YouTube (www.youtube.com). Seiten wie MeinProf.de (www.meinprof.de), auf denen deutschlandweit von den Studierenden

ein Professoren- und Hochschulranking vollzogen wird, zeigen uns mitunter fast schmerzlich, wie das Web 2.0 in die tägliche Bildungsarbeit eingreifen kann. In

der Arbeitswelt kann derzeit der Trend beobachtet werden, das Web 2.0 für kooperative und vor allen Dingen institutions- und grenzübergreifende Zusammenarbeit ein-



Grafik 1 // Einsatz eines Wikis zur Reflexion eines Unterrichtsentwurfs

gesetzt wird. Technologien wie das Wiki-Web oder cMap dienen dazu, über zeitliche und räumliche Grenzen hinweg gemeinsam Wissen zu erarbeiten und/oder Produkte zu entwerfen (Johns 2007). Web 2.0 unterstützt somit soziale Interaktionen, die vorher in dieser Form nur bedingt oder gar nicht möglich gewesen sind. Es verbindet Menschen, die räumlich und/oder zeitlich voneinander getrennt arbeiten oder lernen müssen. Für das Lernen lassen sich hierbei zwei Schwerpunkte ausmachen, das Lernen in formellen (Schule, Hochschule, Weiterbildung) und informellen (Community of Practise) Lernprozessen.

Auf diese beruflichen Anforderungen müssen zukünftige Facharbeiter und Hochschulabsolventen rechtzeitig vorbereitet werden. Es gilt in der Bildungsarbeit die notwendigen technischen, aber insbesondere auch die sozialen Kompetenzen zu entwickeln, um eine den beruflichen Anforderungen entsprechende Medienkompetenz zu vermitteln. Damit der Erwerb dieser Kompetenzen sichergestellt werden kann, fordern EU-Kommission (EU-Kommission 2003) und die Hochschulrektorenkonferenz (HRK 2003) seit Jahren die Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien in die Bildungs- und Ausbildungssysteme. Diese Prämisse gilt auch für das Web 2.0.

Wie aber lassen sich Wikis, Blogs oder Podcasts in formelle und damit von einem Lehrenden initiierte Lernprozesse einbringen, um eine entsprechende Medienkompetenz zu vermitteln? Hierzu haben sich in den letzten Jahren viele Lösungen herauskristalliert, die bereits in einigen Monographien verfasst wurden (Mayer-Häfele and Häfele 2004; Richard 2006). Für Wikis lassen sich Methoden wie gemeinsam erarbeitete Online-Skripte, Glossar, FAQ, Prüfungsfragen sowie Lerntagebücher identifizieren. Blogs finden ihren



Grafik 2 // Einsatz von cMap für das Erstellen von Wissenslandkarten

Einsatz in Projektarbeiten zur Kommunikation und dessen Dokumentation (Bremer 2006), Podcasts als annotierte Vorlesungsaufzeichnung (Spörer 2005) oder für Laboranleitungen (Dieter Münch-Harrach 2007). Nicht alle Methoden sind dabei neu, teils wurden sie aus dem bisher bekannten Methodenrepertoire in die Welt des Web 2.0 überführt (z. B. das altbekannte Lerntagebuch).

Die Frage nach dem Mehrwert (Kerres 2004) ist vielschichtig zu beantworten. So ist z. B. der Vorteil beim Einsatz eines Wikis der reduzierte organisatorische Aufwand. Dokumente müssen nicht kompliziert ausgetauscht, ggf. kopiert und dann wieder verteilt werden. Jeder hat zu jeder Zeit Zugriff auf das gemeinsame Dokument. Feedback und Zuarbeit an einem Dokument können wesentlich einfacher und schneller abgewickelt werden als es auf gedrucktem Papier, aber auch durch Filesharing möglich ist. Änderungen am

Dokument können über mehrere Versionen nachvollzogen und den einzelnen Autoren zugeordnet werden. Der Mehrwert muss jedoch für jede Web 2.0 Technologie, aber auch im Bezug auf das konkrete Lernszenario, einzeln identifiziert werden.

Wir möchten in diesem Beitrag zwei Lernszenarien mit Web 2.0 Technologien vorstellen, die in unserem näheren Arbeitskreis an der Leibniz Universität Hannover entstanden sind:

- Das Wiki-gestützte Seminar (Phan Tan 2007): Phan Tan zeigt uns auf, wie ein Wiki in einem Seminar (Didaktik des Englischen) eingesetzt wurde, um Studierende zu ganzheitlichen Sichtweisen und kollaborativem Arbeiten zu motivieren. Die Lehramtstudenten bekamen eine Fülle von Methoden an die Hand, wie sie ein Wiki in den Unterricht einbinden können und welchen Mehrwert diese haben. Es wurden die Methoden

Puzzle-Aufgabe, Kurzartikel über eine Präsentation, Projektmanagement-Plan, Dokumentation einer Unterrichtsvorbereitung und Strukturiertes Feedback zur Reflexion eines Unterrichtsentwurfs (Grafik 1) eingesetzt. Die Lehramtstudenten nutzten das Wiki, um die vermittelten Wiki-Methoden zu reflektieren und praktisch einzuüben. Das Wiki amtierte somit sowohl als Lerninhalt als auch als Lernträger. Die Erfahrungen waren sehr positiv. Die Studierenden beteiligten sich mit einer hohen Motivation an der Lehrveranstaltung. Phan Tan zeigt uns aber auch, dass die Einführung dieser Methoden behutsam angegangen werden muss, um Frustrationen und Verwirrungen bei den Lernenden zu vermeiden. Alle Methoden wurden sorgfältig erklärt, die dahinter stehenden technischen Fertigkeiten systematisch eingeübt.

→ Lernmedien in der Weiterbildung:

Synchrone und asynchrone Kommunikationsformen (Johns 2007): Der Beitrag von Johns stellt sich der Frage, wie die Zusammenarbeit hochqualifizierter Fachleute mit elektronischen Medien unterstützt werden kann und die dafür erforderlichen Kompetenzen vermittelt werden können. Im Mittelpunkt stehen die Erfahrungen mit einem Werkzeug, mit dessen Hilfe verteilte Teams von unterschiedlichen Standorten aus simultan an Wissenslandkarten arbeiten können. Die Wissenslandkarten können von den Teams sukzessiv ausdifferenziert und umgestaltet werden. Mit ihnen lassen sich komplexe Sachverhalte aufschlüsseln oder neue Produkte entwerfen. Dieses Werkzeug wird in einer Lehrveranstaltung im Weiterbildungsstudium Arbeitswissenschaft eingesetzt. Seitens der Studierenden werden historische Ansätze der

Arbeitswissenschaft und moderne Managementkonzepte als Wissenslandkarte modelliert. Dies schafft einen ganzheitlichen Blick über die historischen Texte fortlaufender Epochen arbeitswissenschaftlicher Ansätze. Die Zusammenarbeit der Studierenden erfolgt dabei räumlich verteilt. Die Texte werden also zuhause gelesen und die Wissenslandkarte sowohl in synchronen Sitzungen per Audiokonferenz als auch asynchron erstellt. Die Lehrveranstaltung folgt einem Blended Learning Ansatz. Nach dem Fertigstellen der Wissenslandkarte kommen die Studierenden zu einer Präsenzveranstaltung und stellen ihr Gruppenergebnis vor. Johns zeigt uns, dass diese Methoden von den überwiegend berufstätigen Studierenden auch für ihren beruflichen Alltag aufgegriffen und die in der Lehrveranstaltung erworbenen Kompetenzen damit direkt umgesetzt werden.

Die Forschung zu Web 2.0 für formelle Lernprozesse steckt jedoch noch in den Kinderschuhen. Es lassen sich zwar viele Erfahrungs- und Projektberichte identifizieren, empirische Belege fehlen jedoch in vielen Bereichen. Seufert und Brahm formulieren spezielle Forschungsfragen im Bezug auf didaktische Potentiale des Web 2.0 (Seufert and Brahm 2007): Wie müssen die Technologien gestaltet werden, damit sie möglichst effektiv Lernprozesse unterstützen? Lassen sich mit den skizzierten Ansätzen wirklich fachübergreifende Kompetenzen fördern? Bremer bemerkt in Bezug auf das Lernen mit Wikis, dass „Untersuchungen bzgl. der unterschiedlichen Wiki-Systeme und Einsatzszenarien wichtig [sind], die z. B. bezüglich der Struktur von Wikis, Gruppengröße bei der Bearbeitung von Texten und Regeln für die gemeinsame Textproduktion neue

Erkenntnisse ermöglichen“ (Bremer 2006). Für die Bildungsarbeit in Hochtechnologieberufen haben die Web 2.0 Technologien eine hohe Relevanz. So lässt sich für eine kleine und über die Bundesrepublik verteilte Lerngruppe (Dehnbostel 2007) mit Hilfe von Web 2.0 Technologien ein aktives und kooperatives Lernen realisieren. Darüber hinaus sind gerade die Arbeitsfelder der Hochtechnologieberufe durch eine kurze Halbwertszeit des Wissens (BMBF 1998) geprägt. Das bedeutet bei einer hohen fachlichen Spezialisierung und kurzen Innovationsintervallen für die in diesem Sektor tätigen Experten einen lebenslangen sowie verteilten Lern- und Arbeitsprozess. Entsprechende Kompetenzen sind gerade für diese Berufsgruppe in formellen Bildungsabschnitten zu vermitteln, was entsprechende Lernszenarien einfordert. In Bezug auf das aufgezeigte Forschungsdefizit empfiehlt sich eine systematische Forschungs- und Entwicklungsarbeit für den Einsatz von Web 2.0 Technologien in der Bildungsarbeit für Hochtechnologieberufe.

- Lit 1:** BMBF (1998). *Delphi-Befragung 1996/97. Potentiale und Dimensionen der Wissensgesellschaft. Auswirkungen auf Bildungsprozesse und Bildungsstrukturen. Integrierter Abschlussbericht. Zusammenfassung von Delphi I „Wissensdelphi“ und Delphi II „Bildungsdelphi“*. München: BMBF.
- Lit 2:** Bremer, C. (2006). *Wikis im eLearning*. In C. Renning (Ed.), *Pre-Conference Workshops der 4. e-Learning Fachtagung Informatik DeLFI* (pp. 101..106). Darmstadt
- Lit 3:** Dehnbostel, P. (2007). *Verbünde und Netzwerke als Lernortkooperation in modernen Berufen*. In Annelies Bruhne, Inga Herbold, Andreas Weiner, Christine Wichmann (Ed.), *Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen*. Aachen: Shaker Verlag.
- Lit 4:** Dieter Münch-Harrach, n. K., Wolfgang Hampe (2007). *Studenten gestalten Podcasts zur Vorbereitung auf das Biochemiepraktikum*. In K. M. Marianne Merkt, Rolf Schulmeister, Angela Sommern, Ivo van den Berk (Ed.), *Studieren neu erfinden – Hochschulen neu denken* (pp. 415). Münster: Waxmann Verlag.
- Lit 5:** EU-Kommission (2003). *eLearning: Gedanken zur Bildung von Morgen: MID_TERM_REPORT_DE_PDF Arbeitsdokument SEK 905/2003*.

Lit 6: HRK (2003). Zum Einsatz der Neuen Medien in der Hochschullehre. Entschließung des 199. Plenums vom 17./18. 2. 2003.

Lit 7: Johns, H. (2007). Lernmedien in der Weiterbildung – Synchron und asynchrone Kommunikationsformen. In Marc Krüger, Ulrike v. Holdt (Ed.), *Neue Medien in Vorlesungen, Seminaren & Projekten an der Leibniz Universität Hannover*. Tagungsband zur eTeaching und eScience Tagung 2007 (pp. 100..108). Aachen: Shaker Verlag.

Lit 8: Kerres, M. (2004). Gestaltungsorientierte Medien-didaktik und ihr Verhältnis zur Allgemeinen Didaktik. In K. Verlag (Ed.), *Allgemeine Didaktik im Wandel*. Bad Heilbrunn: B. Dieckmann, P. Stadtfeld.

Lit 9: Maier-Häfele, K., & Häfele, H. (2004). 101 e-le@rning Seminarmethoden. Bonn: ManagerSeminare Verlags GmbH.

Lit 10: Phan Tan, T.-T. (2007). Das Wiki-gestützte Seminar. In Marc Krüger, Ulrike v. Holdt (Ed.), *Neue Medien in Vorlesungen, Seminaren & Projekten an der Leibniz Universität Hannover*. Tagungsband zur eTeaching und eScience Tagung 2007 (pp. 109..120). Aachen: Shaker Verlag.

Lit 11: Richard, W. (2006). *Blogs, Wikis, Podcast and Other Powerful Web tools for Classrooms*. Thousand Oaks (California): Corwin Press.

Lit 12: Seufert, S., & Brahm, T. (2007). *Ne(x)t Generation Learning: Wiki, blogs, Mediacasts & Co. - Social Software und Personal Broadcasting auf der Spur*. St. Gallen: Universität St. Gallen, Swiss Center for Innovations in Learning.

Lit 13: Sporer, T., Köstlbacher, A. & Erbacher, C. (2005). *Projekt Knowledgebay – Erfahrungen mit der Produktion*

und Nutzung von Online- Vorlesungen durch Studierende, *Workshop Proceedings „eLecture“ der DeLFI 2005 und GMW05*. Berlin: Logos Verlag.

.....

Marc Krüger

Forschungszentrum L3S /
Leibniz Universität Hannover

Andreas Weiner

Zentrum für Didaktik der Technik |
Leibniz Universität Hannover

Das Virtuelle Technologielabor (VTL)

Eine gemeinsame und effiziente Nutzung teurer High-Tech-Labore im Rahmen einer Aus- und Weiterbildungsfactory, hier speziell für die Mikrosystemtechnik, erfordert eine optimale Vorbereitung der Lernenden auf die Laboraufgabe. Hierzu wurde ein Blended Learning Konzept entwickelt und erfolgreich erprobt. Die Wissensvermittlung erfolgt durch didaktisch sorgfältig aufeinander abgestimmte multimediale E-Learningmodule auf Basis eines „Virtuellen Technologielabors“ (VTL) und einer zugehörigen Präsenzlehre im MST-Reinraum der FH Kaiserslautern. Die zentrale Komponente bilden realitätsnahe, interaktive Computersimulationen der real vorhandenen mikrosystemtechnische Anlagen. Mit Hilfe des VTL kann – ähnlich wie mit einem Flugsimulator für das Fliegen – die Bedienung komplexer MST-Anlagen unabhängig vom Zugriff auf das reale Labor im Rahmen eines Web Based Training (WBT) eingeübt werden.

Motivation

Die Aus- und Weiterbildung in der MST wird durch die notwendige kostenintensive Infrastruktur für eine umfassende praktische Lehre erschwert. Exploratives, die Gestaltungskompetenz stärkendes Lernen an realen Fertigungsanlagen ist aufgrund der Komplexität und Fehlerintoleranz des typischen High-Tech Equipments in der Regel kaum möglich. Selbst wenn adäquat eingerichtete Reinräume für die Fertigung oder anspruchsvolle Forschung und Entwicklung verfügbar sind, können diese nur sehr begrenzt für die Lehre eingesetzt werden. Zu groß ist die Gefahr, dass Lernende durch Fehlbedienung einen Ausfall von Geräten oder eine Destabilisierung empfindlicher Fertigungsprozesse verursachen.

An dieser Stelle greift das vom Aus- und Weiterbildungsnetzwerk promst entwickelte Konzept einer „Aus- und Weiterbildungsfactory“¹. Die Foundry

ermöglicht jedem Bildungsträger, seiner spezifischen Klientel eine hochwertige praktische Ausbildung anzubieten. Hierzu kann er auf den speziell für die Bedürfnisse der Ausbildung zugeschnittenen promst-Reinraum und die moderne professionelle Ausrüstung nutzen, ohne sich durch Investitionen in Equipment und Material

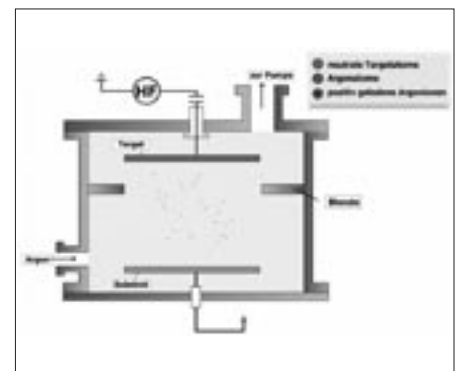


Bild 1 // Flash-Animation zum Sputtern

sowie hohe Bereitstellungskosten finanziell verausgaben zu müssen.

Damit exploratives Lernen und echte „Hands-on“-Erfahrung innerhalb zeitlich kompakter Reinraumkurse überhaupt möglich wird, wird der praktischen Laborveranstaltung eine sorgfältige Vorbereitung in Form einer multimedialen, interaktiven Trainingseinheit vorgeschaltet. Dieses „Virtuelle Technologielabor“ (VTL) besteht aus einem Satz virtueller Fertigungsanlagen und Messgeräte, die weitgehend realitätsnah den tatsächlich verfügbaren Anlagen im Ausbildungsreinraum der FH-Kaiserslautern / Campus Zweibrücken entsprechen. Ganz ähnlich wie der Einsatz von Flugsimulatoren das Erlernen des Fliegens auf konkreten Maschinentypen erleichtert, hilft das VTL, die praktische Ausbildung im real existierenden Reinraumlabor effizienter zu gestalten. Die Erfahrung der vergangenen Jahre belegen, dass die über das VTL auf die realen Anlagen und Prozessabläufe vorbereiteten Studierenden sich sehr schnell im Reinraum zurecht finden und sich über die bloße Maschinenbedienung hinaus tiefgehend mit den eigentlichen Prozessen und deren Abhängigkeiten auseinandersetzen.

Die virtuellen Maschinen

Abbildung 2 zeigt als Beispiel die Sputteranlage LEYBOLD Z 590 S im Reinraum mit Prozessrechner und sein virtuelles Pendant. Man erkennt, dass die zentrale Bedieneinheit, nämlich der Computerbildschirm des Steuerrechners, sich in der virtuellen Maschine widerspiegelt.

Bisher wurden folgende Anlagen virtuell nachgebaut: Anodischer Bonder, Ellipsometer, Entwicklerbank, Filmdicken-Prüfer (FTP), Mask Aligner (beta Version), Oxidationsofen, Spin Coater; Sputter Coater, Wafersäge. Diese 9 Anlagen sind

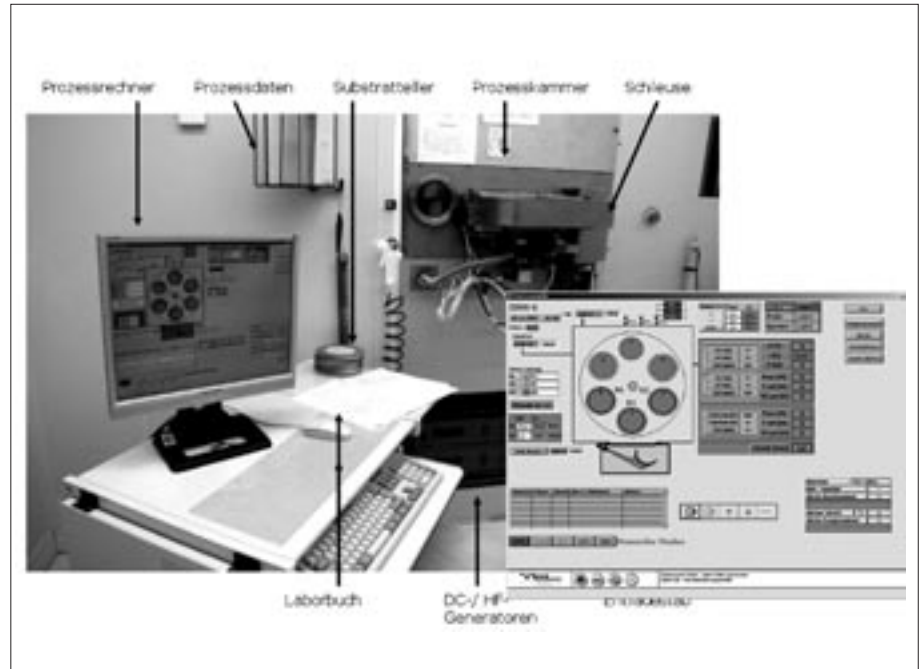


Bild 2 // Reale Sputteranlage LEYBOLD Z 590 S im Reinraum der FH Kaiserslautern und als kleines Bild überlagert, die virtuelle Maschinenoberfläche der Simulation aus dem VTL

bereits in eine Lernumgebung auf Basis von ILIAS eingebunden, so dass eine Bedienung der virtuellen Anlagen praktisch über jeden modernen internetfähigen Rechner erfolgen kann. Nach Eingabe von Benutzername und Passwort erlaubt die Lernumgebung den Zugriff auf die für den jeweiligen Nutzer frei geschalteten Maschinen. Die Maschinen sind im Prinzip wie die „echten“ Anlagen im Reinraum zunächst als Einzelanlagen konzipiert. Das Alleinstellungsmerkmal des VTL ist sicher die interaktive Simulation, jedoch beinhaltet die Lernumgebung auch für jede Maschine eine Einführung zur Anwendung und zum Funktionsprinzip sowie zum generellen Aufbau. Weiterhin gibt es z. B. eine kurze Einführung in die Theorie, eine Darstellung des typischen Prozessablaufs, Kontrollfragen zum Verständnis sowie Links zu weitergehenden Informationen. All dies wird ergänzt durch illustrierende Videos sowie in den meisten Fällen auch durch erläuternde, teilweise interaktive Flash-Animationen zu komplexen Prozessvorgängen. Die Bildschirmkopie aus

Abbildung 3 zeigt die generelle Gliederung einer Lerneinheit am Beispiel der Sputteranlage. Ein Beispiel eines eingebundenen Flash-Films zur Illustration normalerweise schlecht sichtbarer Prozessvorgänge zeigt Abbildung 1.

Prozesskette

Wie in einem realen Fertigungsreinraum stehen auch im VTL die diversen Anlagen zur Benutzung bereit. Welche Anlagen in welcher Reihenfolge zum Einsatz kommen, hängt im Wesentlichen von dem zu fertigenden Bauelement bzw. dem spezifischen Prozessablauf ab. In der Realität werden im Reinraum Silizium-Wafer prozessiert, d. h. eine Bearbeitungsmaschine verändert bzw. ein Messgerät ermittelt diese waferspezifischen Eigenschaften. Im VTL werden durch die virtuellen Maschinen „virtuelle Wafer“ bearbeitet! Jeder Nutzer bearbeitet individuell seine spezifischen Wafer und verändert mit seinen virtuellen Prozessen entsprechende Datenbank-einträge. Im Falle eines Messgerätes kann



Bild 3 // Typische Gliederung der Lerneinheit für eine Einzelmaschine wird aus dem Inhaltsverzeichnis auf der linken Seite der Bildschirmkopie deutlich.

der Nutzer durch den Messvorgang die Datenbankeinträge geeignet ermitteln. Diese Verkettung von Einzelprozessen bzw. von Prozessen mit Messaufgaben erlaubt es, im Rahmen der Aufgabenstellung über die Vermittlung von Bedienwissen einzelner Maschinen auch Zusammenhänge im Rahmen einer Prozessabfolge zu vermitteln. Das Konzept ist bereits prototypisch realisiert. Es ist z. B. möglich, eine Schicht im Oxidationsofen aufwachsen zu lassen und später mit einem Schichtdickenmessgerät zu untersuchen.

Web-Based Training

Ursprünglich war das VTL als multimediales „Computer Based Training“ (CBT) konzipiert und ist in dieser Form auch schon seit einigen Jahren erfolgreich in der Erprobung². Seit Sommer 2007 ist das VTL als Web Based Training (WBT) im Einsatz und läuft technisch bereits sehr stabil.

Das Ausführen der Simulationen innerhalb eines Browsers sowie die Umsetzung der virtuellen Wafer in Form von

SQL-Datenbankeinträgen bedurfte einiger Anpassungen z. B. in Form von sehr speziellen JavaScripts, ActiveX Zugriffen und der Verwendung undokumentierter LabVIEW Funktionen. Hierdurch wird erreicht, dass trotz der komplexen Funktionalität die Programme klein und die Reaktionszeiten auch bei hoher Auslastung des Servers kurz bleiben. Die Einführung des WBTs hat neben der angestrebten Erhöhung der Funktionalität auch den Vorteil, dass eine deutlich bessere Wartbarkeit des Systems gewährleistet wird. Alle Nutzer greifen über das Internet immer auf die aktuelle Version des Programms zu. Korrekturen an den Inhalten oder die Weiterentwicklung des Systems können somit unmittelbar allen Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Der passwort-geschützte Zugang ermöglicht es auch, Benutzergruppen zu definieren und damit individuell angepasste Lehr- und Lernarrangements einzurichten. Bei Bedarf kann das Nutzerverhalten zentral erfasst und der Lernerfolg entsprechend ausgewertet werden. Die Umsetzung des VTL als WBT eröffnet

die generelle Verwendung als asynchrones, ortsungebundenes Ausbildungsmodul für Hochschulen, Ausbildungsbetriebe oder Berufsbildungszentren. Unterschiedliche Einsatzszenarien sind in Abhängigkeit von spezifischen Nutzergruppen und einer angemessenen didaktischen Einbindung in ein curriculares Gesamtkonzept denkbar und benötigen vergleichsweise geringen Zusatzaufwand für die Anpassung. Die bisher realisierten virtuellen Maschinen sind zwar realitätsnahe und somit spezifische Abbildung der im Reinraum der FH Kaiserslautern / Campus Zweibrücken real verfügbaren Maschinen, jedoch können die Anlagen durchaus als arttypische Vertreter entsprechender Geräte betrachtet werden. Auch die Einbindung weiterer Maschinen ist durch den modularen Aufbau leicht möglich.

In Zukunft könnte das VTL über den bisherigen Einsatzbereich hinaus beispielsweise auch für exemplarische Übungen zur Bedienung typischer MST-Anlagen im Klassenverband eines Berufsbildungszentrums verwendet werden. Man kann z. B. ganz allgemein das Erstellen von Rezepten erproben oder vorgefertigte Rezepte auswählen und nutzen. Ebenso denkbar ist die Einbindung in einen ortsungebundenen Fernstudiengang, bei dem durch intensive Vorbereitung und multimediale Unterstützung die Präsenzphasen erheblich reduziert werden könnten.

Zusammenfassung

Das Virtuelle Technologielabor VTL stellt ein in dieser Form neuartiges und vielseitiges Ausbildungswerkzeug dar. Die im Bereich der Aus- und Weiterbildungsfoundry pro-mst gewonnenen Erfahrungen belegen, dass es sowohl aus didaktischer als auch aus ökonomischer Sicht eine wertvolle Ergänzung zu traditionellen Lernformen

darstellt. Die seit kurzem erfolgreich gelungene Umsetzung als WBT eröffnet die Möglichkeit, neue, sehr effiziente Lern- und Lehrarrangements für unterschiedliche Nutzergruppen zu entwickeln.

Danksagung

Das Konzept der Aus- und Weiterbildungsfactory pro-mst wird im Rahmen des Förderprogramms Mikrosystemtechnik 2000+, (2003-2005) gefördert, nähere Infos: www.pro-mst.de. Wesentliche Grundlagen für das Virtuelle Technologielabor entstanden innerhalb des Projektes INGMEDIA

im BMBF-Förderprogramm „Neue Medien in der Bildung, (2001-2003); nähere Infos: www.ingmedia.de. Die Weiterentwicklung des Virtuellen Technologielabors erfolgt im Projekt „Hochschulübergreifendes Blended-Learning-Ausbildungsmodul für Prozesstechnologien der Mikrosystemtechnik“ (HOBLA) und wird aktuell vom Land Rheinland-Pfalz im Rahmen der „Multimediainitiative RP Hochschulen“ gefördert. Das Projekt wird unterstützt durch das „Competence Center Instructional Design in Technology“ (CCIDT), ein vom Land Rheinland-Pfalz gefördertes Kompetenzzentrum an der FH-Kaiserslautern; nähere Infos: www.ccidt.de.

Lit 1: A. Picard et al.: „Die Aus- und Weiterbildungsfactory pro-mst“ – Beitrag zum AWNET-Kongress, Berlin 2007

Lit 2: A. Picard, K.-P. Kämper, A. Schütze: „Die Ausbildungsfactory pro-mst und das virtuelle Technologielabor“, Mikrosystemtechnik Kongress 2005, VDE Verlag 2005, ISBN 978-3-8007-2926-5 / ISBN 3-8007-2926-1

.....

**Timo Nelting, Rainer Lilischkis,
Prof. Dr. Antoni Picard**
FH Kaiserslautern

Prof. Dr. Peter Kämper, Dr. Sabine Merten
FH Aachen

Fernstudium Nanobiotechnologie: Online-Studium für Ingenieure und Naturwissenschaftler

Inhalte des Fernstudiums und eingesetzte Lehrmittel

Seit Oktober 2004 bietet das Distance and International Studies Center (DISC) der Technischen Universität Kaiserslautern das postgraduale, englischsprachige Fernstudium Nanobiotechnologie an. Zielgruppe sind Naturwissenschaftler und Ingenieure, die über ein abgeschlossenes Studium an einer Universität oder Fachhochschule verfügen. Das Studium dauert 13 Monate: Es beginnt jedes Jahr im Oktober und dauert bis Ende November des darauf folgenden Jahres. Die Leistungen können neben dem Beruf erbracht werden, der Zeitaufwand beträgt erfahrungsgemäß 12 Stunden pro Woche, wobei in der ersten Hälfte des Studiums diese Zahl etwas überschritten wird. In der zweiten Hälfte beträgt der Zeitaufwand eher weniger als 12 Stunden.

Das Studienentgelt beträgt für das gesamte Studium 1.500 €. Damit sind alle studienbezogenen Kosten abgegolten.

Das Studium besteht hauptsächlich aus Selbstlernphasen. Angeboten werden aber auch asynchrone Online-Tutorien, in denen die Studierenden Fragen an eine Dozentin oder einen Dozenten stellen können. Ergänzt wird das Studium durch zwei Präsenzwochenenden, an denen Klausuren geschrieben und praktische Übungen im Labor durchgeführt werden. Inhaltlich ist das Fernstudium in vier Module aufgeteilt: Einführung und Grundlagen, chemische Nanotechnologie, Grundlagen und Anwendungen der Nanobiotechnologie. Jedes Modul besteht aus mehreren Fächern, wie die folgende Tabelle

zeigt: Die einzelnen Fächer werden entweder durch Bearbeiten von Einsendeaufgaben oder durch schriftliche Klausuren geprüft. Zu zwei Themen finden Präsenzwochenenden statt: Das erste wird vom Nano-Bio-Center und vom Fachbereich Physik der TU Kaiserslautern gestaltet. Dabei geht es hauptsächlich um Atomkraft- und Rastertunnelmikroskopie. Ein zweites Wochenende findet am Institut für Technische Chemie in Hannover statt. Hier wird ein sog. microarray workshop zum Thema „Genexpression unter Hitzeschockbedingungen“ durchgeführt. Die Lehrinhalte werden in diesem Online-Studium vorwiegend durch Texte (sog. Lehrbriefe) vermittelt, die den Studierenden im pdf-Format in der Lernumgebung zur Verfügung

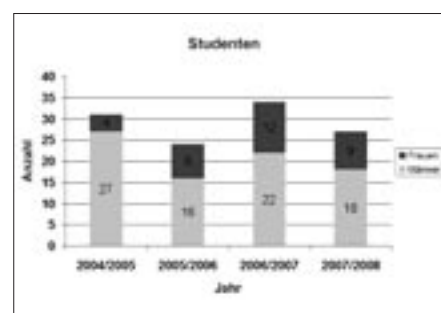
stehen. Unterstützt wird das Selbststudium der Texte durch asynchrone Online-Tutorien, in denen ein Dozent, ein Spezialist auf dem jeweiligen Gebiet, Fragen beantwortet und den Studierenden durch Selbstkontrollaufgaben hilft, ihr Wissen zu vertiefen. Dort, wo es sinnvoll erscheint, werden auch multimediale Elemente zur Vermittlung des Lehrstoffes eingesetzt, z. B. Lehrvideos und Animationen.

Das Fernstudium schließt mit einem benoteten Zertifikat der Technischen Universität Kaiserslautern ab. Im Zertifikat sind die einzelnen Prüfungen mit den erreichten Leistungen aufgeführt, sowie die

entwickelt. Es dient der Erstellung und Administration webbasierter Lernumgebungen. Dabei handelt es sich um ein Werkzeug für die Durchführung von Lernprozessen, wobei die didaktische Konzeption von den Lehrenden individuell gestaltet werden kann.

Blackboard CE6 bietet verschiedene Kommunikationswerkzeuge: E-Mail, Diskussionsforen, Chat sowie einige Werkzeuge zur Lernkontrolle. Auf der Webseite sind auch die vom Kursdesigner eingerichteten Links zu den Lehrbriefen und zu Glossar und Fachliteratur zu finden. Die Seite stellt darüber hinaus wichtige übergreifende

jeden Jahres nach Geschlechtern aufgeteilt dargestellt. Von diesen Studienanfängern erhielten im ersten Jahrgang vierzehn, im zweiten Jahrgang neun und im dritten Jahrgang 21 ein Zertifikat.



Grafik 2 // Teilnehmerzahlen seit 2004

EINFÜHRUNG UND GRUNDLAGEN	CHEMISCHE NANOTECHNOLOGIE	GRUNDLAGEN NANOBIOTECHNOLOGIE	ANWENDUNGEN NANOBIOTECHNOLOGIE
Grundlagen der Quantenmechanik	Physikalische Synthese von Nanopartikeln	Grundlagen der Molekularbiologie, Genetik	Nanotechnologisch modifizierte Biomaterialien
Charakterisierung von Nanomaterialien <i>Präsenzwochenende (AFM, STM)</i>	Chemische Synthese von Nanopartikeln	Screening Methoden in der Biologie, Chiptechnologien <i>Präsenzwochenende (Microarray)</i>	Nanopartikel als in-vivo Diagnostika und Therapeutika
	Herstellung von Schichten und deren Anwendungen	Wechselwirkung zwischen biologischen und nicht-biologischen Einheiten	Nanotechnologische Bausteine in Medizin, Pharmazie und Biologie (Nanomotoren, Nanosensoren)
	Herstellung von Keramiken und Compositen und deren Anwendungen		

Grafik 1 // Übersicht vier Module des Fernstudiums

praktischen Aktivitäten aufgelistet. Mehr Information zum Fernstudium Nanobiotechnologie findet man unter: <http://ecam-pus.zfuw.uni-kl.de/nano-engl/nbt-top.html>.

Die Lernplattform Blackboard CE 6

Die eingesetzten Lehrmittel wie auch die Online-Tutorien werden in einer ausgewählten Lernplattform angeboten: Blackboard Campus Edition 6. Dieses Lernmanagement-System wurde 1996 unter dem Namen WebCT von der University of British Columbia speziell für Hochschulen

Informationen zur Verfügung, wie bspw. ein Gesamtstudienablauf, ein Ablaufplan des jeweiligen Studienmoduls, gewisse Kommunikationsspielregeln oder Informationen zu Tutoren und Autoren der Lehrbriefe. Mehr Information zur Lernplattform Blackboard CE6 findet man unter: <http://www.blackboard.com/us/index.Bb>.

Einige Zahlen und Daten

Das Fernstudium startete im Oktober dieses Jahres zum vierten Mal. In Abbildung 2 ist die Anzahl der Studienanfänger eines

Die Altersspanne der Studierenden reichte bisher von 24 bis 64 Jahre, wobei das mittlere Alter der Teilnehmer von 38 im ersten Jahrgang bis 34 im aktuellen schwankte. Die Herkunft der Studierenden ist über das ganze Bundesgebiet verteilt. Im Laufe der vier Jahre ist eine Zunahme der im Ausland lebenden Teilnehmer zu verzeichnen: Waren im ersten Jahrgang zwei jeweils aus Österreich und England, so sind mittlerweile 10 von insgesamt 27 Teilnehmern aus Spanien, Italien, Polen, Slowenien, Saudi Arabien, Dubai, U.S.A., Indien und China. Die Studentenschaft besteht zum größten Teil aus Chemikern bzw. Chemie-Ingenieuren, gefolgt von Biologen bzw. Biotechnologen. Die Anteile dieser Berufsgruppen blieb im Laufe der vier Jahrgänge konstant, nur bei den Physikern ist eine deutliche Abnahme zu verzeichnen. Schaut man auf die berufliche Position der Teilnehmer, so sieht man, dass die zwei größten Anteile aus Doktoranden, Postdoktoranden, Dozenten einerseits und Firmenmitarbeitern aus Forschungs- und Entwicklungsabteilungen andererseits bestehen. Für die Zukunft dieser Weiterbildungsmaßnahme

stehen folgende Schritte bevor: Die Internationalisierung des Studienganges soll weiterbetrieben werden. Dazu sind schon Schritte bez. internationalem Marketing unternommen worden. Sollte die Anzahl der im Ausland wohnenden Studenten wesentlich anwachsen, dann werden mehrere parallel verlaufende Präsenzwochenenden in verschiedenen europäischen Ländern

angeboten werden. Sollte die Anzahl der Einschreibungen in den nächsten zwei Jahrgängen in Richtung 50 Teilnehmer weisen, dann wird die Frage im Raum stehen, ob aus der 13monatigen Weiterbildung nicht ein postgradualer nebenberuflicher Masterstudiengang aufgebaut werden sollte. Das Fernstudium wurde von Bundesministerium für Bildung und Forschung,

vom Saarland und vom Land Rheinland-Pfalz gefördert.

.....

Dr. Maria Elisabetta Berbenni
Technische Universität Kaiserslautern

Web 2.0 in Aktion – oder wie verändern WIKIS Lern- und Arbeitskontexte

Der vorliegende Beitrag bietet einen Einblick in die Web 2.0-Debatte, das Konzept Gender und zeigt auf, wie es gelingen kann, Erfolgskriterien für Innovationen und Chancengleichheit in bildungsrelevanten wie beruflichen Kontexten am Beispiel der WIKI-Technologie zu entwickeln und umzusetzen.

Web 2.0 – eine kurze Zusammenschau

Der Begriff Web 2.0 geistert schon seit der von Tim O'Reilly initiierten Web 2.0 Konferenz 2004 durch das Netz¹. Das Schlagwort Web 2.0 wird als Schlüsselbegriff für die zweite Wachstumsphase des Internet gehandelt und steht für eine einfache Kommunikationsidee: Informationsanbieter und -konsumenten stehen einander nicht mehr asymmetrisch gegenüber. Gemeint ist, dass Kommunikation interaktiv und vor allem symmetrisch gestaltet wird. Vernetztes Arbeiten und Kommunikation wird von allen Beteiligten praktiziert. Zudem kann es in Teilen zum (un-)intendierten Rollentausch kommen. Im Folgenden soll sich weniger auf die sog. „offenen Technologien“ bezogen werden, die

die neuen Interpretinnen und Interpreten auf die Tagesordnung gesetzt haben. Vielmehr geht es darum, die neuen Impulse und Aspekte, die von Web 2.0 ausgehen, zu pointieren. Dies lässt sich am einfachsten über einen Vorher-Nachher-Vergleich präzisieren: Worin besteht somit der Unterschied zwischen Web 1.0 und Web 2.0?

- *Inhalte werden nicht mehr zentral, sondern dezentral erstellt*
- *Seiten werden nicht mehr statisch geladen, sondern dynamisch erzeugt und konstruiert.*
- *Nicht auf eine Technologie kommt es an, sondern um das fröhliche Zusammenwirken verschiedener Technologien*
- *Statt (standardisierte) Geschlossenheit wird (offene) Partizipation und Mitgestaltung proklamiert*

Diese angeführten Aspekte sollen nun anhand einiger konkreter Web 2.0-Beispiele veranschaulicht werden

eLearning 2.0 mit Moodle

Wo in klassischen (zumeist kommerziellen) virtuellen Lernumgebungen nur Lern-

inhalte und Aufgabenstellungen abgerufen werden, findet im eLearning 2.0-Kontext das kooperative und konstruktivistische Arbeiten seine volle Entfaltung. Die Grenze zwischen Lehrenden und Lernenden wird absichtsvoll vermischt und lädt zu neuen Lehr- und Lernformen und inhaltlichen Neuorientierungen ein. Die Lernumgebung Moodle ist im engeren Sinne sicherlich keine „Konstruktivistische Lernumgebung“ aber indem sie technische Aspekte bereithält, die den Lernenden ermöglichen die Lerninhalte mitzugestalten, wird sie als eine „offene Lernumgebung“ gehandelt, die konstruktivistisches Arbeiten befördert. Hervorzuheben bleibt jedoch, dass der Moodle-Einsatz in Lehr- und Arbeitskontexten nur dann seine volle Entfaltung finden kann, wenn die klassische und zugleich eindimensionale Rolle der Lehrenden zugunsten eines kooperativen und moderierenden Lehrstils abgelöst wird.

WIKIPEDIA – die freie Web 2.0 Enzyklopädie
Die „Encyclopædia Britannica“ ist – ähnlich dem deutschen Brockhaus – eine bedeutende englischsprachige Enzyklopädie.

Sie beansprucht für sich professionelle Vollständigkeit und Objektivität. Ihr Wissen speist sich ausschließlich aus Expert/innenwissen. In Wikipedia wird die Grenze zwischen Expert/innen- und Laienwissen vollständig aufgehoben, indem die Definition und Interpretation von Begriffen und Begebenheiten „von allen für alle“ gemeinsam aufgearbeitet werden. WIKIPEDIA beansprucht für sich keine wissenschaftliche Objektivität, sondern lässt sich vielmehr mit dem „situated knowledge“-Konzept von Donna Haraway² beschreiben. Ein grenzüberschreitender Schmelztiegel aus Laien- und Expert/innenwissen, der zum fröhlichen Jekami (Jeder kann mitmachen) einlädt und kollektives Wissen partizipativ vermehrt.

Web 2.0 WIKIS – Hypertexte gemeinsam schreiben

In klassischen Wissensmanagementsystemen sog. Content Management Systemen ging es immer darum, ausgewählten Menschen bestimmtes Wissen bereitzustellen. Dabei handelte es sich zumeist um Wissensinhalte, die von den Nutzenden nur schwerlich zu verändern waren.

Anders als die zumeist kommerziellen Content Management Systeme, handelt es sich bei der sogenannten WIKI um ein frei verfügbares open source – Produkt. Wikis, die im Kern auf dieselbe Technologie wie die WIKIPEDIA beruhen, sind Internetseiten, die nicht nur gelesen, sondern auch verändert werden können. Eine Wiki ermöglicht Hypertexterstellung, die sich hervorragend für virtuelle internationale Gruppen- und Projektarbeit eignet. In den Wikis geht es um den interaktiven Aufbau und die gemeinsame Gestaltung von Daten, Wissen und Informationen, die sich durch vernetztes virtuelles Arbeiten fast grenzenlos gestalten lassen. Denn, auch in den Wikis wird kollektives Wissen vereint,

das nicht nur abgerufen, sondern zugleich auch weiterentwickelt werden kann.

Die Kategorie Gender im Web 2.0-Kontext

Entscheidend für die Akzeptanz und die kreative Nutzung von Informationstechnik in Lern- und Arbeitskontexten ist, dass sich die Nutzenden mit der Technologie komfortabel und vertraut fühlen. Im Web 2.0 gewinnen somit Grundgedanken des Web wieder an Bedeutung. Nutzerfreundlichkeit, Standardisierung, Mitwirkung, Weiterverwendbarkeit und als fast unbeabsichtigte Nebenfolge Wirtschaftlichkeit. Statt (moderne) Geschlossenheit wird postmoderne interaktive Offenheit proklamiert.

Hier lassen sich deutliche Parallelen zur Genderforschung aufspüren, denn auch dort wird schon seit den 90er Jahren auf Offenheit, Nutzer/innenfreundlichkeit und partizipative Technikgestaltung insbesondere in technischen Lern- und Arbeitskontexten gesetzt³. Während in den Gender Mainstreaming-Strategien geschlechtergerechte Teilhabe und konkrete Handlungspotenziale in Form von Maßnahmenkatalogen und sog. Guidelines in (sozio-)technischen Tätigkeitsfeldern zunehmend durchgesetzt werden, wird innerhalb der scientific community des Technik-Gender-Diskurses auf Partizipation und De/Konstruktion gesetzt⁴. Ob Strategie oder Forschung – eines scheint gewiss – das Geschlechterdifferenzmodell – welches Geschlecht nur als polarisierende Konzeption ansieht – weist deutliche Risse auf. Kein Wunder also, das Geschlechterinszenierungsansätze, die Geschlecht (sex wie gender) mehr als Aktivität denn als unveränderbares Faktum setzen, im Vormarsch sind.⁵ Während noch bis in die 90er Jahre (und darüber hinaus) Techniknähe ausschließlich mit Männlichkeit und Technikferne mit Weiblichkeit als dualistische

Konzeptionen vielen Forschungsinstitutionen als Forschungsparadigma dienten, treten nun Forschungen in den Vordergrund, die dieser absichtsvollen Setzung nicht mehr so recht gehorchen möchten. Und das ist auch gut so. Denn, Web 2.0 lässt sich – so unsere Einschätzung – zum „passage point“ des Technik-Gender-Diskurs erklären: Gerade weibliche User scheinen Web 2.0 Anwendungen für sich entdeckt zu haben. So sind inzwischen z. B. bei den unter 25jährigen die Frauen stärker vertreten als die Männer⁶. Die Demarkationslinie zwischen Techniknähe und Technikferne wird somit weniger durch die Kategorie Geschlecht markiert, denn vielmehr durch kulturelle und habituelle Einschreibungen im Umgang mit Technologien. Handys dienen beispielsweise keinesfalls nur zur Kommunikation, sie fungieren als kleine technische Akteure, die ihre neuen Besitzer/innen veranlassen (im Sinne von Handlungen hervorrufen!) sich mit technischen Details auseinanderzusetzen⁷. Für einige das erste Mal im Leben. Web 2.0 erzeugt eine ebenso große Wirkung. What you see is what you get – wird so zum Schlüsselerlebnis und Initialzündung zur Steigerung technischer Neugier. Dieser Mitmach-Effekt scheint aber nicht nur den Lern- und Lebensalltag vieler Jugendlicher zu beflügeln, sondern kann in Hochschulen und Unternehmenskontexten neue und innovative Veränderungen herbeiführen.

Die Wiesner-Wiki – ein Pilotprojekt an der FHW Berlin

Die Idee die Wiki-Technologie für den Hochschulalltag erstmalig nutzbar zu machen, entstand aus einem Mangel heraus. Viele studentische Arbeiten enthielten durchaus intellektuelles Potenzial, doch leider kam mit der Abgabe der Hausarbeiten



Bild 1 // Artikelbeispiel „Der gläserne Mensch“ im Wiesner-Wiki (siehe <http://www.heike-wiesner.de/wiki/>)

in einer Word-Version jedwede Hilfe in Beratungsform zu spät. Die als Gruppenarbeit initiierten Arbeiten bestanden häufig nur aus losen Textteilen, die von allen Beteiligten ebenso zwanghaft wie freudlos zusammengestellt worden waren. Wie schön wäre es, schon in den Entstehungsprozess bzw. im Herstellungsprozess der Texte eingreifen zu können. Die Lernprozesse der Studierenden von Beginn an nicht nur beobachten, sondern zugleich auch aktiv unterstützen und gegebenenfalls steuern zu können. Im Grunde wurde eine eigene WIKIPEDIA nur für eine klar definierte Gruppe an Studierenden benötigt. Und siehe da – mit diesem kurzen Gedankenblitz war die Idee der Wiesner-Wiki geboren.

Am Anfang herrscht großes Misstrauen seitens der Lernenden. Worauf soll das Ganze nur hinauslaufen? Können wir nicht einfach alles in Word erstellen und dann zum Schluss alles in Ihre Wiki stellen? Virtuelle Gruppenarbeit – kann das wirklich funktionieren? Viele Fragen und nur ein Wiesner-Experiment als Antwort. Eine Wiki an die Frau und an den Mann zu bringen, erwies sich am Anfang als echte Grenzarbeit. Aber schon nach einem kurzen Wiki-Training und der Auflage einen echten Hypertext gemeinsam in Gruppen zu erstellen, haben die Studierenden die Wiesner-Wiki buchstäblich erobert. In dem Diskussionsmodus wurde nicht nur die

Gruppe organisiert, sondern auch Inhalte mit und ohne Lehrende diskutiert. Die direkt eingefügten lobenden wie kritischen Kommentare und Anmerkungen wurden schon am nächsten Tag formvollendet bearbeitet oder auch wissenschaftlich begegnet. Viel Arbeit sicherlich – aber der Lerneffekt der Studierenden war immens. Als fast unbeabsichtigte Nebenfolge ließ sich durch die Möglichkeit des Versionsvergleichs (vgl. Abbildung 1: Navigationsleiste, Versionen) jede Fußnote und jeder Gedanke auf die Autorin bzw. den Autor zurückführen.

Auf diese Weise wurden auch Arbeiten sichtbar, die von Personen getätigt wurden, die sich eher unauffällig verhielten oder auf den ersten Blick „nur Zuarbeit“ geleistet haben. Insofern profitierten vor allem Frauen und eher unauffällig erscheinende Männer von dieser Technologie, da ihre Beiträge im vollen Umfang auf einmal für alle transparent sichtbar wurden. Die Autor/innenschaft war unauslöschbar in die Texte eingeschrieben. Wird dieser empirische Befund in andere Lern- und Arbeitskontexte übertragen, könnte sich dies nicht nur unerheblich auf die Gruppenarbeit auswirken, sondern auch klassische (geschlechts-)hierarchische Status- und Organisationsformen verändern.

Kurzum, die von Web 2.0 ausgehenden neuen Impulse enthalten Innovationen

für Bildungs- und Arbeitskontexte und enthalten das Potenzial (männlichdominierte) Organisationsstrukturen zu „vergendern“. Dies bedeutet eine konsequenzenreiche Demokratisierung im Bereich Chancengleichheit durch die Hintertür – ein ebenso innovativer wie wirtschaftlich effektiver Vorstoß.

- Lit 1:** Tim O'Reilly ist Gründer und Chef des O'Reilly Verlags und Softwareentwickler im Bereich freier Software.
- Lit 2:** vgl. Haraway, Donna (1995/1991): *Die Neuerfindung der Natur. Primaten, Cyborgs und Frauen, Campus Verlag, Frankfurt, New York. Dt.: Simians, Cyborgs, and Women. The Reinvention of Nature, (1991), New York.*
- Lit 3:** Schelhowe, Heidi (2001): *Virtuelle Universität als Unterstützung von Interaktionen. Erfahrungen bei der Virtuellen Internationalen Frauenuniversität ifu. In: FijK-Kommunikation 1/2001, S. 4244.*
- Lit 4:** Vgl u. a. Wiesner, Heike/ Kamphans, Marion/ Schelhowe, Heidi/ Metz-Göckel, Sigrid/ Zorn, Isabel/ Drag, Anna/ Peter, Ulrike/ Schottmüller, Helmut (2004): *Gender Mainstreaming in „Neue Medien in der Bildung“. Leitfaden mit Stand vom 04.02.2004 <http://di-meb.informatik.uni-bremen.de/documents/projekt-gender.GMLEitfaden.pdf> (02.01.2006).*
- Lit 5:** Butler, Judith (1995): *Das Unbehagen der Geschlechter, Frankfurt a. Main sowie Mauss, Bärbel (2000), „Judith Butler und die Humangenetik. Zur Materialisierung von Körpern in einem biomedizinischen Feld“, in: Kölner Forum, Frau und Hochschule, Körperkulturen (Titelausgabe), Ausgabe 1/2000, hrsg. von den Frauenbeauftragten der Universität und Fachhochschule Köln, Köln, S.28-33.*
- Lit 6:** vgl.. Jim Studie 2007 *Basisstudie zum Medienumgang 12-19-Jähriger in Deutschland, Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest Stuttgart 2007.*
- Lit 7:** Als weiteres „Technik als Akteur“-Beispiel siehe auch Andreas Wiesner-Steiner/Heike Wiesner/Heidi Schelhowe (2006): *Technik als didaktischer Akteur: Robotik zur Förderung von Technikinteresse. In: Carmen Gransee (Hg.): Hochschulinnovation. Gender-Initiativen in der Technik. Reihe: Gender Studies in den Angewandten Wissenschaften. Gender Studies & Applied Sciences, LIT-Verlag Hamburg, 89-113.*

.....

Prof. Dr. Heike Wiesner, Alexander Bruck
FH für Wirtschaft Berlin

Kompetenzentwicklung in der Berufsausbildung von Mikrotechnologen

Der Ausbildungsberuf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin

Der Beruf des Mikrotechnologen/der Mikrotechnologin ist seit dem 01.08.1998 anerkannter Ausbildungsberuf. Die Einrichtung des Berufes wird u. a. mit einer wachsenden Zahl von Studienabbrechern in der Elektrotechnik begründet. Vermutlich war beabsichtigt, einerseits den Studierenden eine Alternative anbieten zu können, andererseits die Ausfälle an Arbeitskräften in der Mikrosystemtechnik zu kompensieren (Botthof 2003: 223).

Die Anzahl der neu geschlossenen Ausbildungsverträge stieg bundesweit von 166 im Jahr 1999 auf 254 (2004), 165 (2005) und 194 (2006). Die höchste Gesamtzahl an Auszubildenden betrug im Jahr 2002: 598. Seitdem sinkt die Zahl auf nunmehr 529 Auszubildende (2005). Die Anzahl der Auszubildenden liegt zwischen 60 und 100 in den Bundesländern Baden-Württemberg, Berlin, Sachsen, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Thüringen; sie ist kleiner gleich 12 in den Bundesländern Bremen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. In Hamburg und im Saarland sind Auszubildende nicht nachgewiesen (BIBB Datenblatt 2007).

Jugendliche mit neu abgeschlossenenem Ausbildungsvertrag wiesen im Jahr 2006 zu 52,6% den Realschulabschluss und zu 35,9% das Abitur/die Fachhochschulreife nach (BIBB Datenblatt 2007).

Herausforderungen für die Ausbildung von Mikrotechnologen

Als Herausforderungen für die berufliche Bildung der Mikrotechnologen werden die Vielfalt der Lernorte und die Praxisferne der Ausbildung genannt: „Eine Ursache für die bestehenden Probleme liegt in der

vielfältigen Teilung des Bildungssystems in der strikten institutionellen, inhaltlichen, räumlichen, zeitlichen und personellen Trennung der einzelnen Bildungsbereiche (Facharbeiterausbildung, Hochschulbildung, Weiterbildung etc.) sowie innerhalb dieser selbst (Trennung von Theorie und Praxis), die sich bis in den einzelnen Unterricht/ Kurs etc. hinein verfolgen lässt. Hübener, Kalisch 2003: 228).“

Ausbildungsverbünde

Zur Verbesserung der Ausbildung in der Mikrosystemtechnik wurden sechs Aus- und Weiterbildungsnetzwerke gegründet: FasiMiT, Learn-mst, MANO, mst-Bildung, MunichMicronet, Pro-MST. Die Netzwerke sollten die Voraussetzungen schaffen, „dass gut ausgebildete Fachkräfte ... in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen (Botthof 2003: 223).“ Sie sollten eine Infrastruktur schaffen, „in der die Kompetenzentwicklung in der MST berufs- und disziplinübergreifend unterstützt wird. Die Netzwerke sollen dazu beitragen, das Aus- und Weiterbildungssystem in der MST parallel zur rasanten Technologieentwicklung auszubauen und anzupassen (Botthof 2003: 226).“

Innerhalb der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke sind eine Reihe von Ausbildungsverbänden eingerichtet und dokumentiert, die der Ausbildung von Mikrotechnologen dienen. Mit der Einrichtung sind unterschiedliche Ziele verbunden. Einerseits soll die Möglichkeit eröffnet werden, Ausbildungsplätze zu schaffen. Durch die Spezialisierung der auszubildenden Unternehmen sind vor allem kleinere Unternehmen nicht in der Lage, die in der Ausbildungsordnung beschriebenen Inhalte in vollem Umfang anzubieten. Zudem fehlt Personal, das mit der Gestaltung und den Abläufen einer Ausbildung

vertraut ist. So können Unternehmen, die sich in Ausbildungsverbänden zusammenschließen, ihre Kapazitäten nutzen und gegenseitig zur Verfügung stellen. Auf diese Weise werden Ausbildungsplätze neu eingerichtet, andererseits werden Kapazitäten bei einer geringen Anzahl von Auszubildenden besser ausgelastet. Die Partner in den Verbänden bieten unterschiedliche, meist als Kurse oder Lehrgänge bezeichnete Bildungsangebote unterschiedlicher Dauer an. Sie reichen von Tagen (Praxistage) bis zu einem Jahr.

Ausbildungsverbünde werden von unterschiedlichen Partnern geleitet. In Berlin (und in Mecklenburg-Vorpommern MANO Netzwerk) werden die Verbünde jeweils von der beteiligten Berufsschule geleitet (AWNET 2005: 74 ff.). In Dortmund (Neuy 2007) und in Braunschweig (Leester-Schädel, Büttgenbach 2007: 53) leitet jeweils ein Verein die Ausbildungsverbünde.

In Dortmund schlossen sich im Jahr 1998 vier Unternehmen zusammen, um gemeinsam zehn Auszubildende auszubilden. In das Netzwerk ist das Robert-Bosch-Berufskolleg Dortmund integriert (Neuy 2007a). „Über den Verbund wird die gesamte Anforderungspalette an die Erstausbildung gewährleistet (Neuy 2007b: 117).“

In Braunschweig entwickelte sich zunächst eine Kooperation zweier Partner, die Mikrotechnologen ausbilden. Sie tauschten Auszubildende aus, um die Ausbildung in vollem Umfang sicher zu stellen: So bot das Institut für Mikrotechnik der TU Braunschweig (IMT) einen Reinraumlehrgang an, in dem die Auszubildenden eine Einführung in die Mikrotechnik erhielten und einen Sensor herstellten. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) führte im Gegenzug einen Lehrgang zur Einführung in die Elektrotechnik durch. Im Rahmen des

Ausbildungsnetzwerkes mst-Bildung wurden weitere Partner eingebunden: die Firma Sennheiser electronic sowie das Laser Zentrum Hannover e.V. Für die Auszubildenden beider Einrichtungen wurde der Reinraumlehrgang angeboten (Leester-Schädel, Büttgenbach 2007: 48 f.).

Leester-Schädel und Büttgenbach (2007: 53 ff.) berichten an gleicher Stelle über einen neuen Zusammenschluss in der Region Braunschweig. Mehrere Forschungseinrichtungen und Firmen, die auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik tätig sind und selbst noch keine Ausbildungsplätze für Mikrotechnologen anbieten, schlossen sich in einem Verein zusammen. Unter Federführung des Institut für Mikrotechnik der TU Braunschweig (IMT) wird eine Verbundausbildung aufgebaut. Die Partner übernehmen die Auszubildenden jeweils für ein bis zwei Kurse von jeweils drei bis sechs Wochen Dauer. In dieser Zeit werden Inhalte sowohl theoretisch als auch praktisch vermittelt. Die Kurse sind über die ersten beiden Ausbildungsjahre verteilt. Die federführende Einrichtung, das IMT, konkretisiert die Ausbildungsinhalte und arbeitet die Kurse aus. In der nächsten Phase begleitet das IMT die Durchführung der Kurse, indem Inhalte und Qualität regelmäßig evaluiert und die Ergebnisse für eine Optimierung genutzt werden. Ab Mitte 2008 wird das IMT die Verbundpartner bei der Einrichtung eigener Ausbildungsplätze unterstützen und die erweiterte Verbundausbildung organisieren und durchführen.

Reinräume für die Ausbildung

Eine weitere Herausforderung für die Ausbildung von Mikrotechnologen besteht in der Bereitstellung von geeigneten Ausbildungsräumen. Mikrotechnologen arbeiten typischerweise in Reinräumen unter-

schiedlicher Reinraumklassen. Um Auszubildenden zu ermöglichen, die Fertigkeiten von Fachkräften zu erwerben, sind entsprechende Ausbildungs- oder Arbeitsplätze vorzuhalten oder einzurichten. Merten u. a. haben dieses als Problem der Praxisferne der Ausbildung bezeichnet: „Die Ausbildung auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik kann ... nicht an bestehenden Fertigungslinien durchgeführt werden, sondern nur in verkürzten, speziellen

Das Netzwerk FasiMiT des Landes Thüringen hat ein Kompetenzzentrum für die Aus- und Weiterbildung in der Mikrotechnologie errichtet und mit einem Reinraum ausgestattet. Der Betreiber des Reinraums, das Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung gGmbH (BWA), bietet eine überbetriebliche Ergänzungsausbildung an. Die Lehrangebote des BWA sind integriert in eine Verbundausbildung. Daran sind neben dem BWA auszubildende



Bild 1 // Ausbildungskooperation von Ausbildungsbetrieb und Berufsschule: Auszubildende präsentieren ihre Produkte im Reinraum

Ausbildungslinien. (...) Der größte Teil der MST-Ausbildung beschränkt sich auf theoretische Darstellungen, Erklärungen an Hand von Beispielen und Videos zu Fertigungsprozessen sowie -anlagen (Merten u. a. 2003: 239).“ Innerhalb der Netzwerke sind zwei Reinräume dokumentiert, die ausschließlich zu Unterrichts- und Lehrzwecken eingerichtet sind.

Unternehmen und die Andreas-Gordon-Schule (Berufsschule in Erfurt) beteiligt. Lehrangebote werden jährlich mit den Unternehmen und der Berufsschule abgestimmt (Wadewitz, Naue, Wetter 2007).

Merten u. a. (2003) sowie Kämper, Picard und Schütze (2007) beschreiben die Lösung der Fachhochschule Kaiserslautern. Für die Ausbildung von Studierenden

hat die FH Kaiserslautern im Campus Zweibrücken einen Lehr-Reinraum errichtet. Er ermöglicht die Fertigung von vollständigen Mikrosystemen in einer semiprofessionellen Umgebung. Dieser Reinraum wird an anderen Hochschulen oder auch Auszubildenden angeboten. Bisher besteht eine Kooperation mit der Fachhochschule Aachen, der Universität des Saarlandes und der Hochschule für Wirtschaft und Technik des Saarlandes. Im Rahmen dieser Kooperation werden Studierende und Auszubildende im Reinraum ausgebildet. Dieses Konzept wird als Ausbildungsfoundry bezeichnet. Damit ist in Anlehnung an die Auftragsfertigung in der Mikrosystemtechnik ein Konzept gemeint, den Reinraum einer Hochschule zu Ausbildungszwecken auch anderen Bildungseinrichtungen zur Verfügung zu stellen und Ausbildungsmodulare anzubieten. Aufgrund geringerer Kosten in Einrichtung und Unterhalt können Ausbildungskosten gespart werden gegenüber solchen Reinräumen, die vor allem zu Produktions- oder zu Forschungszwecken errichtet wurden.



Bild 2 // Ausbildungskooperation von Ausbildungsbetrieb und Berufsschule: Schüler und Schülerinnen arbeiten mit der Lernplattform

Ausbildungskooperation von Ausbildungsbetrieb und Berufsschule

Die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke sollten Projekte zur Entwicklung der Aus- und Weiterbildung in der MST initiieren und durchführen. Es sollten Projekte gestaltet werden, in denen industrielle Problemstellungen bearbeitet werden können (Botthof 2003: 226)

Das „Ausbildungsnetzwerk zur Förderung der Mikrosystemtechnik (MST) in Niedersachsen“ (mst-Bildung) wurde 2002 gegründet. Es sollte Ausbilder und Berufsschullehrer zusammenführen, um Ausbildungseinheiten zu entwickeln und zu erproben, die dem Ziel beruflicher Bildung, der Entwicklung von Handlungs-

kompetenz, dienen (Gatzen 2007). Innerhalb des Netzwerks kooperierten die Berufsbildenden Schulen Neustadt am Rübenberge und die ausbildenden Institutionen. Innerhalb des Netzwerks konnte ein berufspraktisches Lehr-/Lernarrangement erprobt werden, das die Auszubildenden an beiden Lernorten durchführten: in der Berufsschule und in einem ausbildenden Forschungsinstitut.

Das Ausbildungsberufsbild des Mikrotechnologen enthält den Gegenstand Herstellungs- und Montageprozesse. Im Ausbildungsschwerpunkt Mikrosystemtechnik gehört hierzu „Produktionsanlagen zur Herstellung von Komponenten

der Mikrotechnik zu bedienen und zu beschicken, Prozesse zu kontrollieren und zu überwachen.“ Mit diesem Gegenstand der betrieblichen Bildung korrespondiert das im Rahmenlehrplan für den Unterricht in der Berufsschule im Lernfeld 7 genannte Ziel: Anwendung fototechnischer Verfahren in der Mikrotechnologie. Zwischen Ausbildern und betrieblichen Experten der ausbildenden Institutionen sowie den Lehrkräften der Berufsschule wurde die Arbeitsaufgabe Reinigen und Belackern eines Wafers vereinbart. Sie ist eine für Mikrotechnologen typischen Arbeitsaufgabe. Die Lernsituation der Belackung eines Wafers umfasst die Phasen der Information,

der Arbeitsplanung, der Entscheidung, der Ausführung, der Kontrolle und der Reflexion. Die einzelnen Phasen führten die Auszubildenden an verschiedenen Lernorten durch. In der Berufsschule erhielten die Schüler eine Einweisung in die Arbeitsaufgabe sowie in die Nutzung einer Lehr-/Lernplattform. In ihren Ausbildungsbetrieben und zu Hause konnten sie die für die Planung und Ausführung der Aufgabe notwendigen Kenntnisse erwerben und den Arbeitsplan erstellen. Dazu benutzten sie die auf der Lehr-/Lernplattform in einem virtuellen Klassenzimmer abgelegten Medien. Sie enthalten Texte; zur Darstellung des Prozesses werden Videosequenzen verwendet. Die Arbeitsaufgabe wurde im Reinraum des am Ausbildungsnetzwerk beteiligten Institutes für Mikrotechnologie der Leibniz Universität Hannover ausgeführt. Hierbei handelt es sich um einen Reinraum, der in erster Linie für Forschungsaufgaben genutzt wird. Er wird jedoch auch für die Ausbildung von Studierenden und die Ausbildung von Mikrotechnologien genutzt. Hier führten die Auszubildenden die Arbeitsaufgabe aus und kontrollierten das Arbeitsergebnis (Sandvoß, Weiner 2007). Hier liegt ein Beispiel vor, in dem eine für den Ausbildungsberuf des Mikrotechnologen typische Arbeitsaufgabe in Kooperation verschiedener Ausbildungseinrichtungen, die Berufsschule eingeschlossen, erprobt wurde.

Ausbildungsfoundry und Virtuelles Technologie Labor (VTL)

Auch solche Reinaräume, die ausschließlich für Ausbildungszwecke eingerichtet wurden, weisen relativ hohe Kosten aus. Die Fachhochschule Kaiserslautern erprobt daher die Kombination der Ausbildungsfoundry mit dem virtuellem Technologie Labor (VTL). Das VTL ist eine



Bild 3 // Schüler und Schülerinnen arbeiten gemeinsam mit der Lernplattform

Sammlung von Computersimulationen und -animationen der wichtigsten Anlagen im Reinraum Campus Saarbrücken. Mit Hilfe des VTL bereiten sich die Studierenden auf die Reinraum-Kurse vor. Die virtuellen Maschinen des VTL bilden die tatsächlich im Reinraum vorhandenen Anlagen in Aussehen und Verhalten realitätsnah ab (Merten u. a. 2003), (Kämper, Picard und Schütze 2007).

Nach der Erprobung wird festgestellt, dass die Studierenden sich durch eigenständigeres Arbeiten, umsichtigeres Agieren im Labor und tiefer gehende Kenntnisse zu den einzelnen Prozessen

und der Fertigungslinie auszeichneten (Merten u. a. 2003: 41). Kämper u. a. haben das virtuelle Training und die Reinarraumkurse evaluiert. Sie stellen fest, dass die blended learning Kombinationen aus VTL und Reinarraumkursen die Erwartungen in vollem Umfang erfüllen. Die Teilnehmer sind sehr zufrieden mit den Trainingseinheiten und können umfangreiche praktische Erfahrungen in Mikrofertigungstechnologien sammeln. Die Betreuer berichten, dass die Studierenden weniger Fehler im Reinraum machen und ein besseres und tieferes Verständnis der Prozesse haben (2007: 33).

Kompetenzentwicklung in der Berufsausbildung von Mikrotechnologen

Ziel und Inhalte der betrieblichen Ausbildung sind festgelegt in der Verordnung über die Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin (6. März 1998). Die für den Unterricht in den Berufsschulen relevanten Ordnungsmittel, die von der Kultusministerkonferenz der Länder (KMK) verabschiedeten Rahmenlehrpläne, nennen als Ziel beruflicher Bildung die Entwicklung von Handlungskompetenz. Sie umfasst Fachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz. Kompetenz wird verstanden als „Lernerfolg in Bezug auf den einzelnen Lernenden und seine Befähigung zu eigenverantwortlichem Handeln in privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Situationen (Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/ Mikrotechnologin 1998)“.

In jüngerer Zeit wird der Kompetenzbegriff differenzierter gefasst. Erpenbeck und von Rosenstiel (2003) verstehen Kompetenzen als Dispositionen selbstorganisierten physischen und psychischen Handelns. Dispositionen sind innere Voraussetzungen zur Regulation einer Tätigkeit. Unterschieden werden die Kompetenzklassen personale Kompetenzen, aktivitäts- und umsetzungsorientierte Kompetenzen, fachlich-methodische Kompetenzen und sozial-kommunikative Kompetenzen. Die Bedeutung von Kompetenzen für die schulische, universitäre und berufliche Bildung nimmt schnell zu. Zur Bewältigung komplexer, dynamischer, Flexibilität und Kreativität fordernder Handlungssituationen im beruflichen wie im umfassenden lebensweltlichen Bereich ist selbstorganisiertes Handeln erforderlich. Als entscheidende Basis für die Entwicklung von Kompetenzen wird das selbstorganisierte Lernen genannt (Erpenbeck, Heyse 1999: 92).

Die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke haben sich erfolgreich engagiert, eine Verbundausbildung zu initiieren. Darin sind ausbildende Institutionen und weitgehend die Berufsschulen integriert. In diesen Verbänden werden unterschiedliche Lernsituationen erprobt. In Zukunft gilt es, die Ausbildungsorte (Lernorte) miteinander zu vernetzen im Sinne eines Ausbildungsnetzwerkes. Solche Netzwerke dienen der Förderung von Kompetenzentwicklungsprozessen. Sie intendieren die Verbesserung von Qualifizierung und Kompetenzentwicklung. Dabei kommt selbst gesteuertem und informellem Lernen ein wichtiger Stellenwert zu. Dehnbostel (2007) hält solche Netzwerke am ehesten für geeignet, den strukturellen und didaktisch-methodischen Ansprüchen von modernen Berufen und Hochtechnologieberufen gerecht zu werden.

Lit 1: AWWNET (Hg.) (2005): AWWNET-Zwischenbilanz. Berlin: AWWNET-Geschäftsstelle

Lit 2: BIBB Datenblatt 316210 Mikrotechnologe/ Mikrotechnologin. Online im Internet: <http://bibb.skygate.de/Z/B/30/31621010.pdf> [2007-11-30]

Lit 3: Botthof, A. (2003): Die Bedeutung von Aus- und Weiterbildungsnetzwerken im Kontext der Entwicklung einer Hochtechnologie. In: Luczak, H.: Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten: Tagungsband der GFA. Stuttgart, Ergonomia, S. 222-227.

Lit 4: Dehnbostel, P. (2007): Verbände und Netzwerke als Lernortkooperationen in modernen Berufen. In: A. Bruhne u. a. (Hg.): Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen. Tagungsband des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerkes mstbildung. Aachen: Shaker S. 16-30.

Lit 5: Erpenbeck, J.; Heyse, V. (1999): Die Kompetenzbiographie: Strategien der Kompetenzentwicklung durch selbstorganisiertes Lernen und multimediale Kommunikation. Münster: Waxmann.

Lit 6: Erpenbeck, J.; von Rosenstiel, L. (2003): Einführung. In: Erpenbeck, J.; von Rosenstiel, L. (Hg.): Handbuch Kompetenzmessung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, S. IX-XI.

Lit 7: Gatzert, H.-H. (2007): Einführung. In: A. Bruhne u. a. (Hg.): Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen. Tagungsband des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerkes mstbildung. Aachen: Shaker S. 13-15.

Lit 8: Hübener, N.; Kalisch, C. (2003): Das integrierte Bildungskonzept des MANO-Netzwerkes. In: Luczak, H.: Kooperation und Arbeit in vernetzten

Welten: Tagungsband der GFA. Stuttgart, Ergonomia, S. 228-231

Lit 9: Kämper, K.-P.; Picard, A.; Schütze, A. (2007): Können Studierende einen piezoresistiven Drucksensor in einer Woche selbständig fertigen? In: AWWNET (Hg.): Interesse wecken – Motivation steigern – Praxisorientiert ausbilden. Berlin, S. 26-35.

Lit 10: Leester-Schädel, M.; Büttgenbach, S. (2007): Verbundausbildung in der Mikrosystemtechnik. In: A. Bruhne u. a. (Hg.): Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen. Tagungsband des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerkes mstbildung. Aachen: Shaker, S. 46-56.

Lit 11: Merten, S.; Kämper, K.-P.; Schütze, A.; Picard, A. (2003): Vom virtuellen Wafer zum realen Drucksensor: Bildungsnetzwerke verbessern die Ausbildung in Hochtechnologien. In: Luczak, H. (Hg.): Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten: Tagungsband der GFA. Stuttgart, Ergonomia, S. 238-241.

Lit 12: Neuy, C. (2007a): Nachwuchs trifft Arbeitgeber: 2. Dortmunder Summer-School Mikrotechnik. In: AWWNET (Hg.): Interesse wecken – Motivation steigern – Praxisorientiert ausbilden. Berlin, S. 52-53.

Lit 13: Neuy, C. (2007b): Weiterbildung und Nachwuchsrekrutierung in kleinen und mittleren Unternehmen der Mikrotechnik und Nanotechnologie. In: S. 114-125.

Lit 14: Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/ Mikrotechnologin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998). Online im Internet: URL: http://berufenet.arbeitsamt.de/data/pdf/r_00102.pdf [Stand: 2007-10-15]

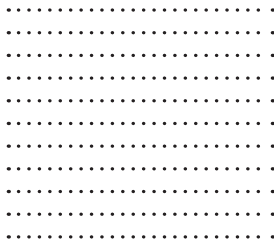
Lit 15: Verordnung über die Berufsausbildung zum Mikrotechnologen/ zur Mikrotechnologin vom 06. März 1998 (BGBl. I S. 477 vom 19. März 1998) nebst Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/ Mikrotechnologien (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998). Bielefeld: W. Bertelsmann.

Lit 16: Wadewitz, M.; Naue, D.; Wetter, W. (2007): Aus- und Weiterbildungsnetzwerk zur Fachkräftesicherung in Thüringen (FASIMIT). In: AWWNET (Hg.): Interesse wecken – Motivation steigern – Praxisorientiert ausbilden. Berlin, S. 55-59.

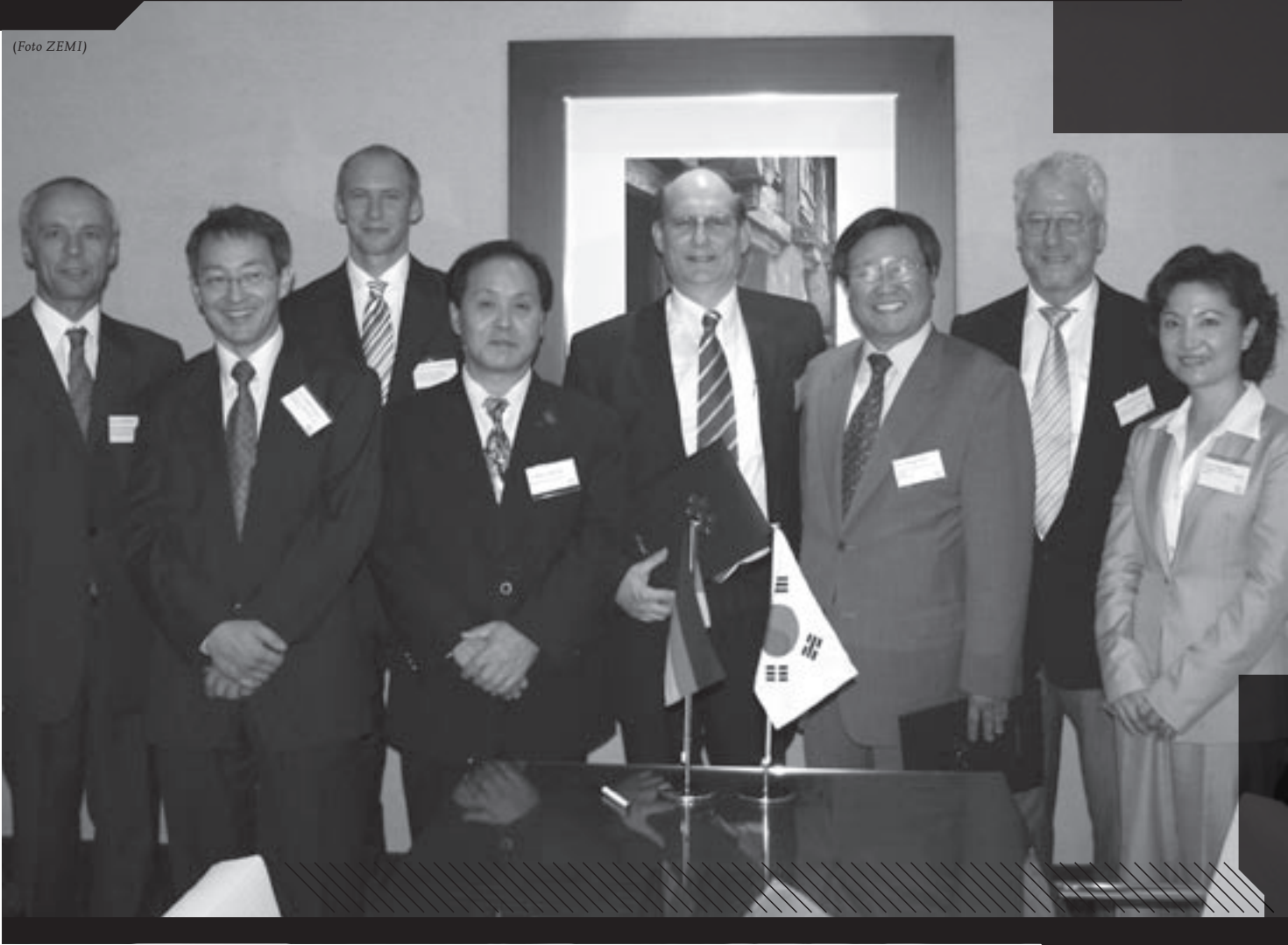
Lit 17: Weiner, A.; Sandvoß, R. (2007): Ausbildung von Mikrotechnologen in Lernortkooperation. In: A. Bruhne u. a. (Hg.): Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen. Tagungsband des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerkes mstbildung 2007. Aachen: Shaker, S. 57-69.

.....

Andreas Weiner
Zentrum für Didaktik der Technik |
Leibniz Universität Hannover



(Foto ZEMI)



– WORKSHOP INTERNATIONALISIERUNG –

Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern | Fachkräftesicherung in Neuen Technologien

Workshop

Internationalisierung

Internationale Kooperationsprojekte für Studierende und Nachwuchswissenschaftler

Internationale Hochschulbeziehungen sind allzu häufig das Ergebnis interpersoneller Beziehungen, d. h. Zufallspartnerschaften oft ohne Verankerung in einer Internationalisierungsstrategie. In diesem Beitrag wird am Beispiel der Beziehungen der Université de Technologie de Compiègne (UTC), Frankreich, und der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Braunschweig (TUBS) deutlich gemacht, dass internationale Hochschulbeziehungen aus einer Zufallsbekanntschaft gezielt zu einer festen Beziehung weiterentwickelt werden können. Neben den zuvor genannten interpersonellen Beziehungen, die mit Generationen- bzw. Funktionswechseln regelmäßig neu aufgebaut werden müssen, der Vielfältigkeit des Portfolios der Zusammenarbeit, die sich in diesem Fall sowohl auf die Lehre (z. B. Doppeldiplomprogramme) als auch auf die Forschung (z. B. Doktorandenkollegien) erstreckt, ist die Langfristigkeit der internationalen Beziehung für die Qualität der Beziehung ausschlaggebend. Es wird neben den Projekten, Ergebnissen und Rückschlägen der fast zwanzigjährigen Partnerschaft auch auf die personellen Strukturen und die Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit eingegangen, die eine erfolgreiche Zusammenarbeit ermöglicht haben. Elemente der Zusammenarbeit, die mittlerweile auch spezifische deutsch-französische Ausbildungsangebote in Hochtechnologiefeldern umfassen, werden exemplarisch vorgestellt.

Chronologischer Werdegang der internationalen Hochschulbeziehung

Seit Beginn der Kooperation zwischen der TUBS und der UTC wurde diese Zusammenarbeit zuerst in Lehre und dann in Forschung kontinuierlich ausgebaut und der Wissensaustausch zwischen beiden

Hochschulen durch weitere Projekte intensiviert. Grafik 1 illustriert den chronologischen Werdegang der internationalen Hochschulbeziehung, welcher im Folgenden detaillierter beschrieben wird.

Socrates-Erasmus

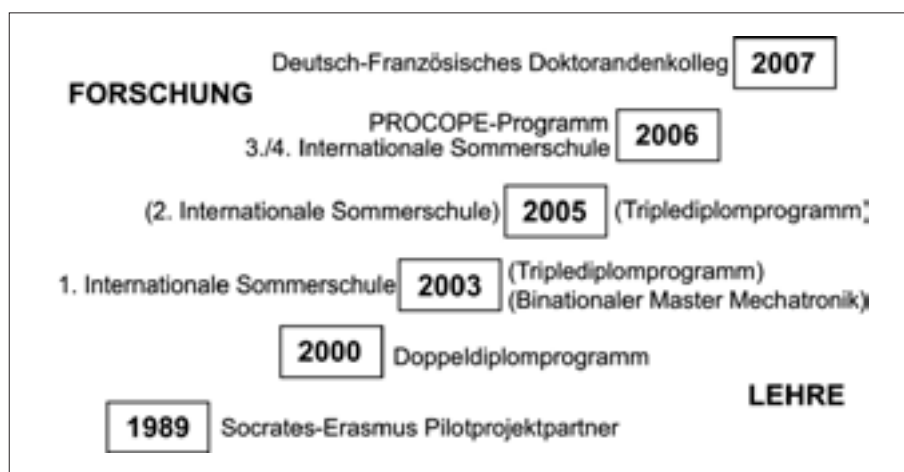
Seit 1989 sind die TUBS und die UTC als Pilotprojektspartner an dem „European Credit Transfer System“-Programm (ECTS) der Europäischen Union beteiligt. Die UTC zählt mit 2.500 Studierenden zu den zehn besten „Ecole d'ingénieur“ Frankreichs. Die Entscheidung für eine Kooperation mit dieser Hochschule entstand mehr oder weniger durch Zufall. Aufgrund der damals relativ neuen Hochschulinstitution versprach eine Kooperation gerade mit diesem Partner eine motivierte und flexible Ausgangslage für den Aufbau binationaler Studierendenprogramme. Studierende des Maschinenbaus, des Wirtschaftsingenieurwesens und des Bioingenieurwesens können innerhalb des Socrates-Erasmus-Programmes ein bis zwei Semester im Ausland verbringen. Die Anerkennung der Austauschleistungen nach ECTS garantiert den Studierenden,

ihr Studium trotz Auslandsaufenthalt ohne Zeitverlust fortführen zu können. Heutzutage besitzt die Fakultät für Maschinenbau der TUBS über 60 Partneruniversitäten im europäischen Ausland, welche innerhalb des Socrates-Erasmus-Programmes kooperieren.

Doppeldiplomprogramm

Der lebendige Austausch von Studierenden beider Universitäten bildete die Grundlage für den Ausbau des Studienprogrammes. Die mannigfaltigen positiven Erfahrungen eines Mitautors dieses Beitrages im Rahmen seiner Studienaufenthalte in Compiègne und Zaragoza überzeugten die Austauschbeauftragten beider Universitäten, diesen Ende 1999 mit dem Aufbau des Doppeldiplomprogrammes zu betrauen.

Seit 2000 sind die TUBS und die UTC gemeinsam Mitglieder der Deutsch-Französischen Hochschule (DFH) und bieten einen integrierten Studiengang mit gemeinsamem Abschluss an. Den Studierenden wird gewährleistet, zwei vollwertige Ingenieurdiplome zu erlangen und während der Studienzzeit drei Semester in



Grafik 1 // Chronologischer Werdegang der internationalen Hochschulbeziehungen zwischen der TU Braunschweig und der UT Compiègne

Frankreich zu verbringen. Die Studienzeit verlängert sich dadurch nicht, was statistisch belegt werden kann. Bedauerlicherweise ist dies im Deutsch-Französischen Studienaustausch de facto immer noch kein Standard.

Die DFH (www.dfh-ufa.org) ist eine supranationale Einrichtung und übernimmt eine Expertenfunktion in deutsch-französischen Hochschulbeziehungen. Sie fördert diverse binationale Projekte in Lehre und Forschung. Die kontinuierlichen Evaluierungen durch die DFH verleihen dem integrierten Doppeldiplomprogramm ein besonderes Qualitätslabel. Das Doppeldiplomprogramm Braunschweig-Compiegne befindet sich zurzeit in der etablierten Phase und wurde erst vor kurzem von der DFH für exzellent bewertet. Aktuell sind 35 deutsch-französische Studierende eingeschrieben; 60 Absolventen sind bereits zu verzeichnen. Die Absolventen haben sich mittlerweile in einer Absolventenvereinigung zusammengeschlossen (www.netzwerk-dd.net) und geben dem Programm wertvolle Impulse. Die Qualität der Studienbedingungen wird zusätzlich durch eine gezielte und unmittelbare Rückkopplung der Studierenerfahrungen durch gewählte Studierendenvertreter und informelle Treffen gewährleistet.

Tripeldiplomprogramm

Zwischen dem Centro Politécnico Superior der Universidad de Zaragoza, Spanien, (CPS) bestehen Doppeldiplom-Programme sowohl mit der UTC als auch mit der TUBS (seit 2003 gefördert im Rahmen des DAAD-Programms „Integrierte binationale Studiengänge mit Doppeldiplom“). Alle drei Programme weisen eine vergleichbare Struktur auf. Ziel des Tripeldiplomprogrammes ist es, Teilnehmern eines der drei Doppeldiplom-Programme (TUBS-

UTC, UTC-CPS, CPS-TUBS) durch einen weiteren Auslandsaufenthalt im Drittland eine Erweiterung ihres Doppeldiploms zum so genannten „Tripel-Diplom“ zu ermöglichen. Dieses seit Anfang 2004 von der DFH in der Vorbereitungsphase geförderte Programm soll neben den ingenieurwissenschaftlichen Schwerpunkten des Hauptstudiums innerhalb von zwei weiteren Semestern interkulturell-europäische und wirtschaftliche Inhalte vermitteln. Diverse Gründe waren ausschlaggebend für die Anlaufschwierigkeiten, die das Programm bisher nicht von der Vorbereitungsphase in die Erprobungsphase zuließ und somit noch kein trinationaler Studierendenaustausch stattfand. Zum einen lagen die Anlaufschwierigkeiten begründet in der geringen Flexibilität des spanischen Studiensystems, welche aufgrund administrativer Restriktionen nicht gegeben war. Zum anderen ergab ein Generationswechsel innerhalb der Programmkoordination eine ungezielte Antragstellung und in Folge eine Nichtbewilligung der Erprobungsphase vonseiten der DFH.

Binationaler Master Mechatronik

Das Ziel der Einführung eines binationalen Masterstudienganges Mechatronik war, den Austausch von Studierenden der Studiengänge Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik zu fördern. Innerhalb von vier Semestern Regelstudienzeit sollte der Studierende einen binationalen „Master of Science in Mechatronics“ erwerben können, wobei jeweils zwei Semester an einer der beiden Partnerhochschulen absolviert werden mussten. Die Anlaufschwierigkeit dieser Programmdurchführung war auch hier begründet im Generationswechsel der Programmkoordination sowie in den Anlaufschwierigkeiten der BSc/MSc-Studienmodelle beider Hochschulen und dem festen Willen beider Partner, erneut ein

hochwertiges binationales Programm aufzubauen.

Zur Zeit ist der Aufbau eines internationalen Masterstudienganges „Mechatronics“ im Rahmen des Erasmus-Mundus-Programmes der Europäischen Union in Planung, zu dem die binationale Partnerschaft multinational mit dem CPS der Universidad de Zaragoza und der italienischen Hochschule „Politecnico di Torino“ erweitert werden soll.

Internationale Sommerschulen

Thematische Sommerschulen mit internationalem Charakter bilden eine wichtige Schlüsselfunktion für die Intensivierung der Zusammenarbeit von multilateralen Projekten in Lehre, Studium und Forschung als weiterführende Strategie zur bestmöglichen Nutzung des gemeinsamen internationalen Bildungsraumes von bereits bestehenden institutionellen und akademischen Kontakten. Diese ermöglichen eine weitere Vernetzung von Hochschulen und Experten. Außerdem besteht die Chance zur Grundsteinlegung für neue internationale Kooperationen. Die intensive Phase der Veranstaltung kann zur Erarbeitung und Präzisierung von möglichen gemeinsamen internationalen oder interregionalen Forschungsvorhaben im Bereich der Schlüsseltechnologien genutzt werden. Ein weiteres Ziel der Realisierung internationaler Sommerschulen ist die verstärkte Positionierung einzelner deutscher Hochschulen auf dem internationalen Bildungsmarkt. Die Weiterbildungsveranstaltungen bieten die Chance für mögliche Rekrutierungen hochqualifizierter Graduierten für Master-Programme oder Forschungsprogramme an deutschen Universitäten und somit gute Möglichkeiten für die gezielte Gewinnung von Nachwuchswissenschaftlern. Auf dem internationalen Bildungsmarkt kann das Forschungsportfolio der Fakultät und im

speziellen die Forschung des organisierenden Instituts sichtbar gemacht werden. Seit 2003 konnten bereits mehrere Sommerschulen im Bereich von unterschiedlichen Schlüsseltechnologien innerhalb der Fakultät für Maschinenbau für Doktoranden angeboten werden, die unter der Schirmherrschaft der DFH standen¹.

PROCOPE-DAAD

Im Rahmen einer der Sommerschulen „European Summer School in Mechatronics and Microsystems“ (mecmico6) wurde die Möglichkeit von Nachwuchswissenschaftlern vom Institut für Mikrotechnik der TUBS und dem Labor Roberval der UTC genutzt, ein gemeinsames Forschungsprojekt mit dem Thema „Entwicklung und Herstellung von Komponenten für Mikrofabriken“ auf binationaler Ebene aufzubauen. Dieses wurde anfänglich im Rahmen des PROCOPE-Programmes vom DAAD gefördert. Dieser übernimmt die Reise- und Aufenthaltskosten für den projektbezogenen Personenaustausch.

Deutsch-Französisches Doktorandenkollegs

Aufgrund der positiven Resonanz des ersten Doktorandenaustauschs innerhalb des Procope-Programmes wurde im Jahr 2007 der Antrag auf ein Deutsch-Französisches Doktorandenkolleg im Bereich „Messtechnik für Mikro- und Nano-Engineering“ gestellt und von der DFH für positiv evaluiert. Das Ziel dieses Programms ist die Entwicklung gemeinsamer, strukturierter Doktorandenausbildungen auf binationaler Ebene, die bis zur Erlangung der „Cotutelle de thèse“ führen sollen. Die Förderung der DFH ermöglicht das Angebot von binationalen Workshops, Seminaren und Forschungsprojekten im Bereich des Hochtechnologiefeldes Mikro- und Nano-Engineering. Deutsch- und französische Doktoranden haben die Möglichkeit zwischen 3

und 18 Monaten an der Partneruniversität an einem Forschungsprojekt mitzuarbeiten. Es fanden bereits erste Treffen zur Absprache gemeinsamer Forschungsaktivitäten statt; im Jahr 2008 werden die ersten Doktoranden ausgetauscht.

Personelle Strukturen

Um ein qualitativvolles internationales Programmangebot in Lehre und Forschung gewährleisten zu können, ist eine etablierte personelle Struktur auf verschiedenen Ebenen unabdingbar. So werden die oben beschriebenen Kooperationsprojekte von diversen Personen wie Professoren, wissenschaftlichen Mitarbeitern, Angestellten und Studierenden betreut und sind optimalerweise auch auf der ausländischen Seite ähnlich strukturiert. Es ist z.B. die Aufgabe des Programmbeauftragten bzw. des betreuenden Professors, sich um die Kontaktaufnahme und Kontaktpflege zu den Partneruniversitäten zu kümmern. Zusammen mit dem Programmkoordinator – vorzugsweise einem wissenschaftlichen Mitarbeiter – werden die Anträge, Evaluierungen und Sachberichte verfasst. Auch ist die Programmkoordination verantwortlich für die Studienberatung und Öffentlichkeitsarbeit. Bezüglich der internationalen Forschungsprojekte werden besonders die wissenschaftlichen Mitarbeiter/innen in die Betreuung von ausländischen Doktoranden eingebunden. Eine zusätzliche Sekretariatsebene ist sinnvoll, um die Programmkoordination bei finanziellen und administrativen Aufgaben, die über das gesamte Jahr verteilt anliegen, zu unterstützen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Mithilfe der Teilnehmer bzw. Absolventen der internationalen Programme. So können durch authentische Erfahrungsberichte auf Messen, Stammtischen etc. Auslandsinteressierte durch aktuelle

Teilnehmer besonders motiviert werden. Seit 1999 haben sich bereits mehrere Generationswechsel auf allen Ebenen vollzogen: zurzeit sind der dritte Programmbeauftragte und der dritte Programmkoordinator in ihren Ämtern tätig. Darüber hinaus wurden bereits von vier verschiedenen Sekretärinnen die administrativen Aufgaben ausgeführt.

Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit

Neben dem Aufbau eines qualitativvollen Studien- bzw. Forschungsangebotes ist professionelles Marketing entscheidend für den Erfolg und die Marktchancen eines internationalen Projektes. So wurden verschiedene Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt, durch die Interessierte über das Profil und die Stärken der Kooperationsprogramme informiert werden konnten. Auf Internetseiten (z.B. www.ingenieuro.org) können Schüler/innen und Studierende allgemeine Informationen zum Auslandsstudienprogramm erhalten. Es werden sowohl mit inter-institutionellen zweisprachigen Informationsflyern, Postkarten und Werbepostern als auch durch Broschüren der Förderer (DAAD, DFH) die internationalen Programme der Öffentlichkeit bekannt gemacht. Außerdem ist die Fakultät für Maschinenbau der TUBS zum Teil zusammen mit der UTC jährlich auf verschiedenen Messen vertreten (wie z.B. Abi-Einstieg-Messen, Industriemesse Hannover, Deutsch-Französisches Forum und Study World), um Schüler/innen, Studierende und Absolventen über die internationalen Programme zu informieren.

Zusammenfassung

Internationale Kooperationsprojekte bieten sehr gute Chancen für eine bestmögliche

Nutzung des gemeinsamen europäischen Bildungsraums sowie für eine Steigerung der Attraktivität der Hochschulen auf internationaler Ebene. Das vielfältige Portfolio von binationaler bzw. internationaler Zusammenarbeit in Lehre und Forschung zwischen der TUBS und der UTC, welche innerhalb von 20 Jahren etabliert werden konnte, demonstriert dieses und bietet eine enorme Attraktivitätssteigerung für Studien- und Forschungsangebote. Darüber hinaus impliziert die Langfristigkeit der bestehenden Programme die Qualität der Beziehungen, die natürlicherweise auch immer mit Rückschlägen einhergehen können.

Für eine kontinuierliche Fortführung und Erweiterung der Programme ist es daher erfahrungsgemäß von Vorteil, auf der Koordinationsebene von Personen zu profitieren, die sich sehr gut mit den Aufgabenfeldern identifizieren können (z. B. aufgrund eigener Auslandsaufenthalte).

Beide Hochschulpartner sind sich einig, die bestehenden Programme sowohl in Lehre und Forschung auszubauen. So wird ein internationaler Master in Mechatronik beantragt. Für französische und deutsche Doktorandinnen und Doktoranden ist außerdem das Angebot zum Erwerb einer „Cotutelle de thèse“ in Planung.

Lit 1: S. Demming, M. Morgeneyer, S. Büttgenbach, *Internationale Sommerschulen in innovativen Schlüsseltechnologien, Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen, Tagungsband des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerks mst-bildung 2007, Berichte aus der Mikrosystemtechnik, Shaker Verlag, Aachen, 2007, S.101-113*

.....

**Stefanie Demming,
Dr. Martin Morgeneyer,
Prof. Dr. Stephanus Büttgenbach,
Prof. Dr. Jörg Schwedes**
*Technische Universität Braunschweig |
Institut für Mikrotechnik*

Deutsch-Israelische Zusammenarbeit in der Mikrosystemtechnik

Die Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Israel im Bereich der Berufsbildung hat eine lange Tradition und reicht bis in den Beginn der siebziger Jahre zurück, als die Zusammenarbeit zwischen dem israelischen Ministerium für Arbeit und Soziales und dem deutschen Bundesministerium für Arbeit beschlossen wurde. Die Aktivitäten wurden dann wenige Jahre später auf deutscher Seite vom Bundesministerium für Bildung und Forschung übernommen und bis heute weitergeführt. Mit der Durchführung dieser Zusammenarbeit (ISRAEL-Programm) waren bis Ende der neunziger Jahre auf deutscher Seite die Carl Duisberg Gesellschaft e.V. (CDG) und die Zentralstelle für Arbeitsvermittlung (ZAV) betraut. Nach der Fusion der Carl Duisberg Gesellschaft e.V. mit der Deutschen Stiftung für internationale Entwicklung (DSE) im Jahr 2002 wurde die

weitere Durchführung der neu gegründeten Gesellschaft „Internationale Weiterbildung und Entwicklung gGmbH“ (InWEnt)

übertragen. Auf israelischer Seite wird heute die Zusammenarbeit vom Manpower Training and Development Bureau (MT-



Bild 1 // Deutsch-Israelische Projektgruppe beim ersten Workshop-Treffen Oktober 2007 (v.l.: Prof.-Dr. H.J. Lilienhof, Prof. K. Wilding, M. Wadewitz, A. Livneh, F. Derriks, R. Yahel, Prof.-Dr. Picard, D. Naue, M. Amir)

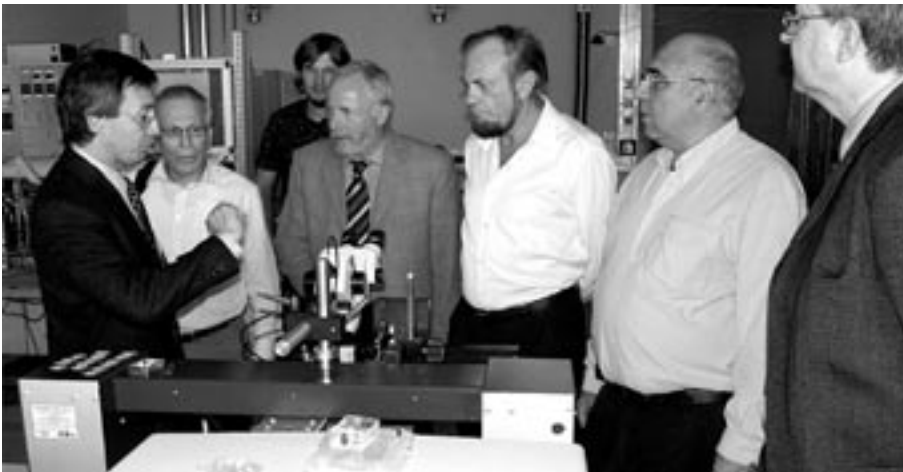


Bild 2 // Deutsch-Israelische Projektgruppe bei der Besichtigung der Reinraumeinrichtungen an der FH-Zweibrücken

DB) des Ministerium für Industrie, Handel und Arbeit gestaltet.

Bis heute haben aus Israel mehr als 1.100 und aus Deutschland mehr als 200 Fach- und Führungskräfte an diesem Austausch teilgenommen. Realisiert wurden insbesondere Praktika und Fachinformationsreisen für Gruppen zu speziellen Themen der beruflichen Bildung. Die Gruppenaustausche zu Fragen der Berufsbildung werden heute in Form von Workshops durchgeführt. Das ISRAEL Programm bildet damit einen kleinen aber dennoch wertvollen Beitrag in der konkreten Gestaltung des heutigen deutsch - israelischen Kulturaustausches.

Im Bereich aktueller Problem- oder innovativer Themenfelder werden seit Ende der neunziger Jahre zweijährige Projekte durchgeführt, die von bilateralen Teams gemeinsam bearbeitet werden und Lösungsansätze bzw. Umsetzungshilfen für beide Partner hervorbringen sollen. Erste erfolgreiche Projekte wurden in den Bereichen der Erneuerbaren Energien, der Mechatronik und der IT-Technologien bearbeitet (www.inwent.org/israel). Ein aktuell begonnenes Gemeinschaftsprojekt ist im Themenfeld Mikrosystemtechnik angesiedelt.

Es bedarf keiner Begründung mehr, dass sich die Mikrosystemtechnik (MST) weltweit zu einer der Schlüsseltechnologien entwickelt hat. Der Innovationsprozess wird u. a. begünstigt durch die fortschreitenden Entwicklung in der Mikroelektronik, der Informationstechnik, der Miniaturisierung, der Fertigungstechniken, der Materialwissenschaften, der

Integrationstechniken sowie der Technologien zur Verknüpfung technischer, chemischer und biologischer Systeme. Die Vielfalt der eingesetzten bzw. angewandten Technologien und Techniken sowie der verwendeten Materialien und Herstellungsprozesse verlangt interdisziplinäres und in der Regel hoch spezialisiertes Wissen und Kompetenzen sowie herstellungsspezifische Fertigungs- und Produktionsstätten mit Reinraumcharakter, die hohe Investitionskosten bedingen. Neben den industriellen Forschungsstätten der Großindustrie und der Hochschulen beschäftigen sich mehr und mehr Start Up- und Klein- bzw. Mittelunternehmen mit der Umsetzung der Technologien in konkreten Anwendungen und Produkten.

Diese Phase der Technologieentwicklung ist stets gekennzeichnet von

einem Mangel an spezialisierten Fachkräften bei gleichzeitig dynamischer Technologieentwicklung. In Deutschland kann man an den Fachhoch- und Hochschulen ein zunehmendes Angebot an Vertiefungsfächern oder spezialisierten Studiengängen beobachten. Mit der Entwicklung des Ausbildungsberufes Mikrotechnologe/Mikrotechnologin ist die Voraussetzung für die Qualifikation auf der Facharbeiterebene geschaffen, um den zukünftigen Fachkräftebedarf zu befriedigen. Darüber hinaus gibt es erste Ausbildungsmöglichkeiten für „Staatlich geprüfte Techniker“ und eine bundesweite Prüfungsverordnung für den „Geprüften Prozessmanager Mikrotechnologie“ in Anlehnung an das APO¹-Weiterbildungskonzept ist erlassen und ermöglicht außerhalb der akademischen Ausbildung eine anspruchsvolle berufliche Weiterentwicklung der Mikrotechnologen.

In der Aus- und Weiterbildung stellen die Spezialisierungen wie auch die Dynamik der Entwicklungen eine große Herausforderung dar. An den Einzelnen stellt sich daher die Forderung, durch ständiges Weiterlernen dem Anspruch



Bild 3 // Deutsch-Israelische Projektgruppe beim Besuch von Prof. Dr. A. Schütze und Prof. Dr. H. Seidel an der Universität des Saarlandes

der kontinuierlichen Technologieentwicklung zu entsprechen. Mehr denn je müssen deswegen die Entwicklung von Technik und Personal miteinander verknüpft werden. Die Aus- und Weiterbildung müssen daher eng an den Entwicklungsstand von Forschung und Wirtschaft herangeführt werden. Personalentwicklung muss zeit- und arbeitsnah mit der Technologieentwicklung durchgeführt sowie systematisch und proaktiv betrieben werden. Der Einsatz neuer Medien und Technologien zur Realisierung verteilter Lernprozesse bieten hier Chancen, Lerninhalte den Interessenten zeitnah und ortonabhängig bereitzustellen.

Das deutsch-israelische Projekt im Themenfeld Mikrosystemtechnik zielt darauf ab, aufbauend auf den in beiden Ländern vorliegenden Erkenntnissen einen weiteren Beitrag zur Fortentwicklung der Aus- und Weiterbildung für unterschiedliche Zielgruppen zu leisten. Die Ziele des Projektes beziehen sich u. a. auf den

Austausch und die gemeinsame Weiterentwicklung von Curricula sowie auf die Entwicklung von exemplarischen Lerninhalten einschließlich der Entwicklung ergänzender didaktischer Materialien und ihre multimediale Aufbereitung.

Es wird davon ausgegangen, dass sich beide Partner mit ihrem spezifischen Know how ergänzen. Die Voraussetzungen für die Zusammenarbeit beziehen sich bei den deutschen Partnern neben dem pädagogischen und wissenschaftlichen Erfahrungshintergrund in Ausbildung und Lehre auch auf Erfahrungen in der Entwicklung von Lernmaterialien. Darüber hinaus verfügen sie über umfassende Labor-einrichtungen (Reinraumtechnologien) für die Vermittlung von konkreten praktischen Erfahrungen der Projektbeteiligten, so dass eine spezifische Weiterbildung der Projektgruppen im Rahmen dieses Projektes erwartet werden kann.

Mit der Zusammensetzung der mitwirkenden Personen in der deutschen Pro-

jektgruppe ist sichergestellt, dass die umfangreichen Erfahrungen aus dem Aus- und Weiterbildungsnetzwerk für die Mikrosystemtechnik (AWNETH) in das internationale Projekt mit einfließen. An dem Projekt sind auf deutscher Seite neben Vertretern der Netzwerke learn-mst, pro-mst und FasiMiT noch die Fachhochschule Gelsenkirchen beteiligt.

Auf israelischer Seite wirken neben den Vertretern des Ministry of Industry Trade and Labor, die u. a. für die curricularen Inhalte an den Colleges verantwortlich sind, auch Experten des Center of Education Technology (CET) sowie der Open University of Israel in Tel Aviv mit.

¹ *Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung, APO*

.....

Franz Derriks

Koordinator für InWent im Deutsch-Israelischen Projekt MST

Impulse für die Hochtechnologie-Bildung durch internationale Kooperationen

Die Akteure der Hochtechnologiebildung – Hochschulen, Schulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen – sind in der Regel international vernetzt und arbeiten in zahlreichen internationalen Kooperationen oder Geschäftsbeziehungen. Für das Netzwerk MANO (Mikrosystemtechnik-Ausbildung in Nord-Ostdeutschland) und die anderen Netzwerke zur Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik lag es daher nahe, die bereits bei sei-

nen Netzwerkpartnern vorhandenen internationalen Kontakte auszubauen und diese um eine Zusammenarbeit im Bereich der MST-Bildung zu erweitern.

Neben dem Aufbau dauerhafter Kooperationen und der Förderung des Dialogs mit internationalen Akteuren der MST-Aus- und Weiterbildung zielte die Internationalisierung insbesondere auf die Erweiterung des eigenen Angebotsspektrums und auf neue Impulse für die Entwicklung

von Bildungskonzepten. Ein Schwerpunkt in der Zusammenarbeit sollte neben der Entwicklung gemeinsamer MST-Studiengänge der Bereich Weiterbildung darstellen. Eine Bestandsanalyse der internationalen Kooperationen zeigte, dass in AWNET geografisch die meisten Verbindungen zu Partnern in Europa existieren und hier v. a. in Frankreich, Großbritannien, Polen und Schweden. Thematisch beschäftigen sich diese Kooperationen mehrheitlich



Bild 1 // MST-Ausbildung im Reinraum
(Foto: FBH/Wiedl)

mit Forschung und Entwicklung. Ansonsten gibt es eine Reihe von Kooperationen in den Bereichen Hochschulausbildung, berufliche Bildung sowie Austausch von Studierenden und Wissenschaftlern.

Vorhandene Bildungsmodul international vermarkten

MANO und die anderen MST-Bildungsnetzwerke haben eine Reihe von Bildungsangeboten auf den Markt gebracht, die verschiedene Bildungsebenen und unterschiedliche Berufskompetenzen in der MST betreffen und sowohl in der gewerblichen Erstausbildung, der akademischen und nichtakademischen Aus- und Weiterbildung, als auch in der allgemeinen Fortbildung und Höherqualifizierung zum Einsatz kommen. Mittlerweile gibt es bundesweit über 120 solcher Angebote, auf die interessierte Betriebe und Mitarbeiter über eine Datenbank zugreifen können. Ein Großteil dieser Bildungsmodul kann international angeboten werden.

MST-Bildungskooperation mit Südkorea

An der BMBF-Ausschreibung „Forschungsmarketing Südkorea“ beteiligten sich AWWNET und das Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin (ZEMI) um gemeinsam mit südkoreanischen Partnern Bildungsdienstleistungen der Mikrosystemtechnik für einen internationalen Markt zu entwickeln. Dafür wurden vorhandene Kontakte aktiviert und strategische Partnerschaften mit

Bildungsakteuren und Bildungsdienstleistern in Korea aufgebaut. Das Vorhaben diente auch der Türöffnung für weitergehende Kooperationen z. B. in den Bereichen Forschungs- und Hochschulkooperation.

Eine Auftaktveranstaltung des BMBF in Seoul und die Präsentation der Aus- und Weiterbildungsaktivitäten in Deutschland weckte u. a. bei einem Industriecluster in der Stadt Changwon Interesse an einer Kooperation mit dem AWWNET. Nach gegenseitigen Besuchen der Technologie- und Industrieparks in Changwon und Berlin-Adlershof konnte durch Einbeziehung der Hochschule KAIST die Planung für eine Bildungsreihe sowie eine internationale Konferenz zur MST erstellt werden.

AWWNET und ZEMI beteiligten sich an der Technologiemesse NANO KOREA mit einem Stand zum Thema „MST-Aus- und Weiterbildungsangebote“. Im Rahmen der Messe organisierten sie einen deutsch-koreanischen Bildungsworkshop mit dem Thema „Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik“. Dabei wurden neue Entwicklungen im Lehren und

Lernen im Hochtechnologiebereich vorgestellt. Ziel des Workshops war es, neben einem Austausch von Erfahrungen und Best Practice, Möglichkeiten einer nachhaltigen Kooperation zu diskutieren und gemeinsame Aufgaben festzulegen. Die Teilnehmenden einigten sich darauf, sich gegenseitig bei der Entwicklung von Bildungsangeboten zu unterstützen. Beispielhaft soll in Changwon in Kooperation mit KAIST ein Workshop zum MST-Einstieg für Unternehmen organisiert werden. ZEMI unterstützt die Veranstaltung bei Bedarf durch Experten.

Eine Vermarktung von MST-Bildungsangeboten gemeinsam mit koreanischen Partnern stellte sich als schwieriger heraus als gedacht. Zu unterschiedlich sind die Strukturen der beruflichen und akademischen Bildung in Deutschland und Korea. Netzwerke, in denen sich ähnlich wie in Deutschland koreanische Einrichtungen verschiedener Bildungsebenen zum Thema Aus- und Weiterbildung zusammenschließen, scheinen in Korea nicht denkbar. Zudem besteht wie in Deutschland auch in koreanischen Unternehmen wenig Bereitschaft für Bildung zu bezahlen.



Bild 2 // Deutsch-Koreanische Kooperation (Foto: ZEMI)



Bild 3 // Laborübung für Sommerstudierende (Foto: ZEMI)

Deutsch-polnische MST Sommeruniversität

Im September 2007 führten der Studiengang Physikalische Technik der FH Brandenburg und die Fakultät für Technische Physik der Technischen Hochschule Poznan zum ersten Mal gemeinsam eine deutsch-polnische Summerschool durch. Dabei haben je acht Studenten der FHB und der Politechnika in deutsch-polnischen Arbeitsteams ein zweiwöchiges Laborpraktikum zur Mikrosystemtechnik absolviert. Die erste Woche der Summerschool fand im Reinraum der Mikrotechnologie der FHB statt. Hier wurden in deutsch-polnischen Arbeitsteams die Prozessschritte zur Herstellung mikrotechnologischer Funktionselemente und Sensoren durchgeführt. Anschließend reiste das ganze Team für die zweite Summerschool-Woche nach Poznan, um in den dortigen Laboren des Instituts für Physik weiterzuarbeiten. Die an der FHB erzeugten Strukturen und Schichten

wurden mit den Analysemethoden des Instituts für Technische Physik der TU Poznan untersucht und bewertet. Erste Kontakte zur Politechnika hatte die FH Brandenburg auf Messebesuchen in Poznan geknüpft. In darauf folgenden, gegenseitigen Besuchen der technischen Physiker von FHB und Politechnika entwickelte sich das Konzept Summerschool, das dann dank finanzieller Unterstützung durch Lottomittel des Ministerpräsidenten und die Technologiestiftung Brandenburg verwirklicht werden konnte.

Weitere internationale Projekte

Das bfz-Essen führt auf internationaler Ebene Fortbildungen für Ausbilder und Lehrer in verschiedenen Technologiebereichen durch. Aus einer Kooperation mit Saudi-Arabien zur Fortbildung in Produktionstechnik entwickelte sich die Nachfrage nach Angeboten im Bereich der Mikrosystemtechnik. Ähnliches Interesse wurde auch aus anderen arabischen Ländern geäußert. Für eine Durchführung sind noch umfangreiche Übersetzungs-, Anpassungs- und Transferarbeiten für die Kurse und Kursunterlagen notwendig. Zur zeitnahen Realisierung sucht das bfz-Essen daher

nach Fördermitteln oder Kooperationspartnern. Die Infrastruktur für praktische Lehre und Forschung in der MST und weiteren Hochtechnologien ist kostenintensiv. Ausbildungsfoundries, also von mehreren Institutionen gemeinsam genutzte Infrastrukturen, stellen einen effizienten Ansatz zur dauerhaften Sicherung hochwertiger praktischer Ausbildung für Firmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen dar. Beim Netzwerk promst wird das Modell einer solchen Ausbildungsfoundry auf nationaler Ebene bereits erfolgreich genutzt (s. Beitrag Prof. Picard, FH Kaiserslautern). Eine Internationalisierung der Ausbildungsfoundries erhöht den Auslastungsgrad der Einrichtungen und fördert die Kooperation bei der Entwicklung internationaler Bildungsmodule für die Mikrosystemtechnik. Anfragen aus Frankreich bestätigen die Erfolgsaussichten für eine internationale Ausrichtung solcher Foundries.

.....

Ralf Kerl

Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin | MANO

Internationaler Master Mess- und Sensortechnik: Analytical Instruments, Measurement and Sensor Technology

Am Anfang standen folgende Überlegungen: Die Sensorikbranche mit ihren vielen Anwendungen in allen Bereichen des Lebens hat in den letzten Jahren sehr an Bedeutung gewonnen. Man denke nur an die Einsatzmöglichkeiten im Maschi-

nen- und Anlagenbau, in der Luft- und Raumfahrt oder in der Sicherheits-, Automobil- und Unterhaltungstechnologie. In der Sensorik sind deutsche Unternehmen in führenden Positionen am Weltmarkt und ein Großteil dieser Unternehmen ist

in Bayern angesiedelt. Damit rückt auch China als Megamarkt mit seinem immensen Wachstumspotential immer stärker in den Blickpunkt. Diese Faktoren zusammengenommen bildeten die Motivationsgrundlage für die Einrichtung eines

internationalen Masterstudiengangs mit China-Schwerpunkt an der Hochschule Coburg (Coburg University of Applied Sciences – CUAS). Ein Pluspunkt sind vor allem die seit 18 Jahren bestehenden sehr guten Kontakte zwischen chinesischen Hochschulen in Shanghai und der Hochschule Coburg. Diese guten Kontakte ermöglichen es, mit der University of Shanghai for Science and Technology (USST) den gemeinsamen, englischsprachigen Studiengang zu entwickeln. Module der Spezialitäten der jeweiligen Hochschule – in Coburg Instrumental Analysis, Measurement Technology and Sensor Technology, in Shanghai Photoelectric Detection, Nanometrology und Signal Processing – wurden zu einem besonderen Curriculum zusammengestellt.

Der Studiengang umfasst demnach vier Semester Vollzeitstudium und gliedert sich in zwei Abschnitte. Im ersten Abschnitt sind im ersten Semester Lehrveranstaltungen an der Hochschule Coburg und im zweiten Semester Lehrveranstaltungen an der University of Shanghai for Science and Technology bzw. in besonderen Fällen an einer anderen ausländischen Partnerhochschule vorgesehen. Im zweiten Abschnitt findet im dritten Semester ein Praxisaufenthalt bei einem Unternehmen in China oder im Ausland für deutsche Studenten bzw. bei einem Unternehmen oder einem Forschungsinstitut in Deutschland für ausländische Studenten statt. Das vierte Semester ist der Anfertigung der Master-Arbeit vorbehalten. In beiden Abschnitten findet eine Summer School zu neuen Entwicklungen und Anwendungen von Sensoren und Messsystemen mit Vertretern aus der Industriepraxis statt.

Alle Module werden in englischer Sprache gehalten. Insgesamt werden 120 credits erworben.

Sem 1	Coburg					
Module	Teacher		Credits			
Methods of instrumental analysis	Prof. Dr. Ruthenberg, Prof. Dr. Krahl		6			
Computer based measurement technology	Prof. Dr. Schwarz		6			
Sensor technology	Prof. Dr. Springer, Prof. Dr. Lindner		6			
Elective	Separate list		3			
Chinese language	N.N.		6			
Σ	Summer School A (6 credits)		6			
Sem 2	Shanghai			Partner University abroad (in special cases)		
Module	Teacher	Credits	Module	Teacher	Credits	
Photoelectric Detection	Prof. Yang Yongcai	6	Photoelectric Detection		6	
Nanometrology	Prof. Dr. Hou Wenmei	6	Nanometrology		6	
Signal Processing	Prof. Li Yun	6	Signal Processing		6	
Elective	Separate list	3	Elective	Separate list	3	
German language	Prof. Dr. Hou Wenmei	6	German language		6	
Sem 3	Practical Internship		Practical international Internship (in special cases)			
	in China for German students, in Germany for the chinese students of USST		27	in Germany for international students, abroad for German students		
Σ	Summer School II (6 credits)		6			
Sem 4	Project work and Master thesis all combinations possible					27

Grafik 1 // Curriculum AIMS

Bedarf

In den Unternehmen der Branche ist der Bedarf an gut ausgebildeten Mitarbeitern derzeit extrem hoch. Besonders chinesische Absolventen mit deutschem Background werden bei den deutschen Unternehmen in China gesucht, weil sie leichter die deutsche Unternehmenskultur übernehmen. Aber auch deutsche Ingenieure mit den entsprechenden soft-skills werden für Einsätze in China gesucht. Diese soft-skills wie z. B. Sprachkompetenzen nehmen deshalb auch eine besondere Position in der Ausbildung ein.

Partner

Aufgrund des Bedarfs sind die Unternehmen sehr an der Einrichtung des Studiengangs interessiert. Im Sinne des praxisbezogenen Profils und des Querschnittscharakters der Studieninhalte wird dieser Studiengang deshalb in enger Kooperation mit Unternehmen verschiedener Branchen sowie Forschungs- und Entwicklungsinstituten durchgeführt. Insbesondere der Aufbau nachhaltiger Partnerschaften im Hinblick auf Praxissemester, Auslandsstudien, berufsbegleitendes Studium, Summer Schools, Master Thesis und Projektstudien

ist ein Anliegen des Studiengangs. Die Unternehmen Schaeffler, Continental, Brose u. a. haben bereits ihre Unterstützung zugesagt. Insgesamt können die Studierenden des Studiengangs bereits im Praxissemester in den Teams bei den Unternehmen eingesetzt werden und eigene Projekte der Unternehmen z. B. in einer Masterarbeit bearbeiten. Auf diese Weise werden enge Kontakte zwischen zukünftigen Absolventen und potentiellen Arbeitgebern schon während des Studiums geknüpft.

Für die Qualität des Studiengangs bürgt die Förderung durch den Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD), der ihn in seinem Programm „Studienangebote deutscher Hochschulen im Ausland“ aufgenommen hat und ihn in den ersten Jahren finanziell unterstützt.

Zielgruppe

Angesprochen werden sollen vor allem Ingenieure oder Naturwissenschaftler, die sich auf diesen Gebieten weiterbilden wollen. Das Studienangebot richtet sich einerseits an deutsche Hochschulabsolventen, die eine praxisbezogene fachliche Weiterqualifikation und eine Auslandstätigkeit

– darunter insbesondere in China – erreichen wollen, sowie an chinesische Hochschulabsolventen der USST, die neben einer fachlichen Spezialisierung eine Tätigkeit in einem deutschen Unternehmen anstreben. Darüber hinaus können in Ausnahmefällen in diesem Studiengang auch andere ausländische Studienbewerber aufgenommen werden, die sich für berufliche Perspektiven in international tätigen deutschen Unternehmen interessieren. Besonders werden jedoch diejenigen angesprochen, die schon einige Jahre berufstätig sind und sich auf dem Feld der Sensor- und Aktortechnik weiterbilden wollen. Es ist dabei in besonderen Fällen auch möglich, Berufserfahrung neben dem Studium in Coburg zu erwerben.

Zugangsvoraussetzungen

Aufgenommen in den Masterstudiengang werden Absolventen eines ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Studiums, die einen mindestens guten Abschluss und bereits Berufserfahrung vorweisen können.

Hinzu kommen nachgewiesene Englischkenntnisse (z.B. TOEFL) sowie persönliche Eignung für Auslandstätigkeiten. In Ausnahmefällen soll der Erwerb der erforderlichen Berufspraxis auch studienbegleitend ermöglicht werden; diesbezüglich werden Arrangements mit Partnerfirmen und Instituten angestrebt. So besteht für geeignete Studenten des Master-Studiengangs die Möglichkeit, studienbegleitend Berufspraxis im Institut für Sensor und Aktortechnik (ISAT) zu erwerben bzw. zu vertiefen und durch Vergütungen aus der Projektstätigkeit auch die individuellen Finanzierungsmöglichkeiten des Studiums zu verbessern, da Studiengebühren in Höhe von 2.000 Euro pro Semester erhoben werden.

Der Studienbetrieb wird zu Beginn des Sommersemesters 2008 an der USST aufgenommen. Es ist geplant, an erfolgreiche Absolventen von beiden Hochschulen den akademischen Grad „Master of Engineering (M. Eng.)“ zu verleihen. Auf der chinesischen Seite ist das Genehmigungsverfahren derzeit noch im Gange; solange

dieses Verfahren noch nicht abgeschlossen ist, wird der international gültige akademische Grad „Master of Engineering (M. Eng.)“ der Hochschule Coburg verliehen.

Kurz und knapp

Voraussetzungen

- qualifizierter erster Hochschulabschluss in einem ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Studiengang
- einschlägige Berufspraxis nach Studienabschluss von mindestens einem Jahr
- nachgewiesene Englisch-Kenntnisse (TOEFL, Unicert, IELTS)
- Auswahlverfahren

Studienbeginn und Bewerbung

- Start im März 2008 in Shanghai
- Bewerbungsschluss ist der 1. Februar 2008
- Bewerbungsunterlagen im Internet unter www.hs-coburg.de/mengaims oder beim Institut für Sensor- und Aktortechnik, Am Hofbräuhaus 1, 96450 Coburg

Kosten

- 2.000 € pro Semester, in denen die in Bayern obligatorischen 500 € Studiengebühren bereits enthalten sind
- Einschreibe- und Verwaltungsgebühr von 85 € pro Semester

Kontakt

- Prof. Dr. Gerhard Lindner (Studiengangsleitung), Inga Grebe (Koordination) oder Silja Wolf (Teamassistenz), Am Hofbräuhaus 1, 96450 Coburg, 0049/9561/317-437.
- aims@hs-coburg.de

.....

Inga Grebe
FH Coburg

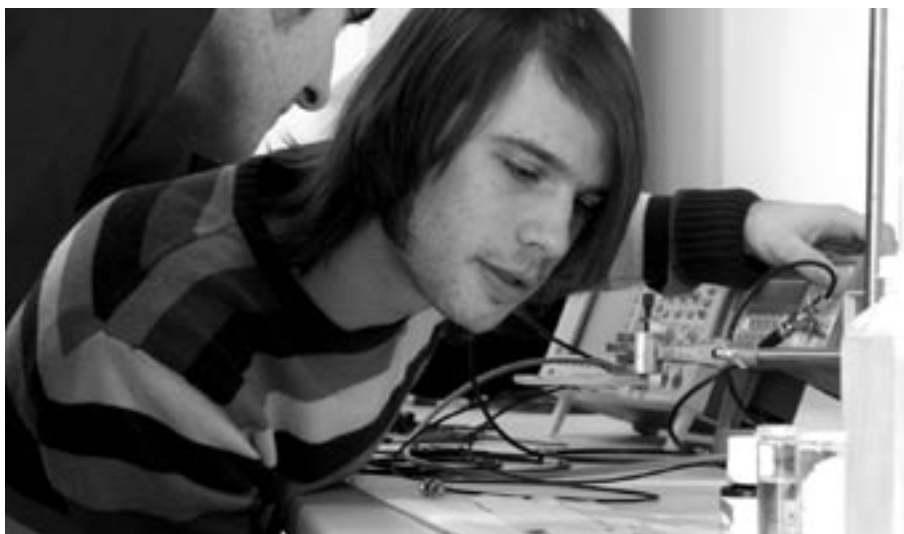


Bild 1 // Forschung am Institut für Sensor- und Aktortechnik (ISAT)

iMOVE: Kompetenz für internationale Bildungsmärkte

iMOVE (International Marketing Of Vocational Education) ist eine Initiative vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) zur Internationalisierung deutscher Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen. Deutschen Weiterbildungsanbietern hilft iMOVE mit einem umfangreichen Serviceangebot bei der Erschließung internationaler Märkte.

Mit dem Slogan „Training – Made in Germany“ wirbt iMOVE im Ausland für deutsche Kompetenz in der beruflichen Aus- und Weiterbildung.

Mit iMOVE in die Bildungsmärkte der Welt

Unternehmen agieren und produzieren weltweit. Dies gilt auch für die berufliche Weiterbildung, die längst zu einem internationalen Dienstleistungsprodukt geworden ist. Mit der Qualitätsmarke „Training – Made in Germany“ unterstützt iMOVE deutsche Bildungsdienstleister auf ihrem Weg in internationale Märkte.

Zielgruppe von iMOVE sind vor allem kleine und mittelständische Unternehmen im Aus- und Weiterbildungssektor. iMOVE hilft, deren Kompetenz und

Leistungsspektrum im Ausland zu präsentieren und zu positionieren. Das Ziel von iMOVE ist, Bildungsdienstleister optimal auf den Weg in Auslandsmärkte vorzubereiten und die Kontaktaufnahme mit potenziellen Partnern zu erleichtern.

iMOVE bietet eine Vielzahl von Serviceleistungen, die Bildungsanbieter sowohl bei der Vorbereitung als auch bei der Realisierung ihres Engagements im Ausland unterstützen.

Die Serviceleistungen von iMOVE reichen von Marktstudien zu aktuell 23 Ländern über Seminare zu spezifischen Ländern und Internationalisierungsthemen, praxisnahen Workshops und Networking-Veranstaltungen sowie Delegationsreisen in Schwerpunktländer bis hin zu einem umfangreichen Online-Angebot auf www.imove-germany.de und der iMOVE-Weiterbildungsdatenbank.

.....

Anke Köller

*iMOVE beim Bundesinstitut für
Berufsbildung (BIBB)*

Workshop

Teach-Micro

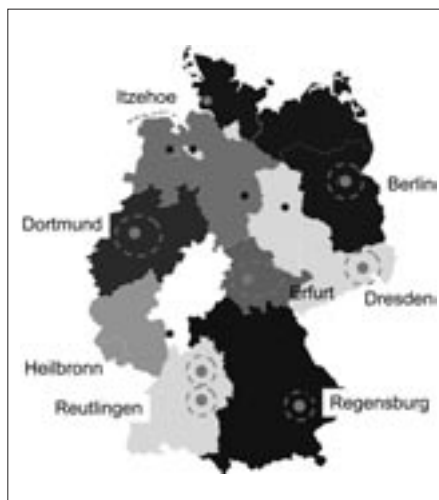
Dieser Beitrag fasst die Intentionen, Diskussionen und Ergebnisse des Teach-Micro-Workshops zusammen, zu dem Lehrerinnen und Lehrer eingeladen wurden, die in der Ausbildung von Mikrotechnologinnen und Mikrotechnologen tätig sind.

Die berufsschulische Ausbildung von Mikrotechnolog(inn)en – ein kurzer Einblick

Im Jahr 2006 wurden laut des Bundesinstitutes für Berufsbildung in der Bundesrepublik – über die drei Ausbildungsjahre – 534 junge Menschen zu Mikrotechnolog(inn)en ausgebildet. In den Jahren zwischen 2001 und 2004 lag die Ausbildungszahl etwas höher bei 550 bis knapp 600¹. Bei Betrachtung der regionalen Verteilung nach Bundesländern stellt man fest, dass Mikrotechnolog(inn)en in nahezu allen Bundesländern ausgebildet werden, die Ausbildungszahlen jedoch sehr unterschiedlich ausfallen und zwischen 1 und 98 liegen. Diesen Auszubildenden stehen bundesweit derzeit acht Berufsschulen in sieben Bundesländern zur Verfügung, an denen allgemeinbildende und berufsbezogene Bereiche der Mikrotechnologen-Ausbildung vermittelt werden. Die Abbildung 1 gibt einen Überblick über die einzelnen Standorte sowie deren Einzugsgebiet.

Jeder dieser acht Berufsschulstandorte ist durch das jeweilige regionale Umfeld geprägt. Die Ausbildung unterscheidet sich sowohl hinsichtlich struktureller und organisatorischer Aspekte (Anzahl und Größe der ausbildenden Institutionen, Anzahl der Auszubildenden, Einzugsgebiet und Infrastruktur der Schule, Ausbildungsverbundtyp, spezifische Ausbildungskooperationen, Prüfungsorganisation, der Schule usw.) als auch hinsichtlich der curricularen und inhaltlichen Umsetzung des KMK-Rahmenlehrplans (RLP). Von den sieben Bundesländern, in denen

Mikrotechnolog(inn)en ausgebildet werden, wurden auf der Grundlage des Rahmenlehrplans eigene Lehrpläne erstellt. Nur ein Bundesland (Baden-Württemberg) übernimmt die vorgeschlagenen 13 Lernfelder direkt für die fachtheoretische Unterweisung. Die anderen sechs Länder gruppieren die Lernfelder in Lernfeldgruppen oder berufliche Handlungsbereiche bzw. ordnen sie einzelnen Fächern zu. Bei vertiefender Analyse zeigt sich, dass auch die Bundesländer Berlin, Nordrhein-Westfalen und Sachsen dem KMK-Rahmenlehrplan



Grafik 1 // Berufsschulstandorte für die Mikrotechnologenausbildung

hinsichtlich der zeitlichen und inhaltlichen Gliederung weitgehend folgen (und beispielsweise nur die Zeitrictwerte etwas verschieben). Die Lehrpläne von Bayern, Schleswig-Holstein und Thüringen weichen vom Rahmenlehrplan insofern ab, als dass z. B. einzelne Lernfelder über mehrere Ausbildungsjahre gestreckt, andere Inhalte vorgezogen werden oder gänzlich neue Inhalte aufgenommen werden.

Allein der Vergleich der Gesamtwochenstundenanzahl des allgemeinen und

berufstheoretischen Unterrichts zeigt zum Teil erhebliche Differenzen auf. Während in Berlin in den drei Ausbildungsjahren 40 Berufsschulwochen veranschlagt werden, sind es beispielsweise in Thüringen und Bayern nur 36. Auch die Berufsschulzeugnisse unterschieden sich stark, hier spiegeln sich die unterschiedlichen Bezeichnungen sowie die unterschiedliche Anzahl der Lernbereiche bzw. Fächer wieder: allein für den berufsbezogenen Bereich werden zwei bis sechs unterschiedliche Noten vergeben. Der Vergleichbarkeit der Lernergebnisse oder der Möglichkeit, die Ausbildung an einem anderen Ort fortzusetzen, kommt diese Tatsache nicht entgegen.

Aufgrund der Zuständigkeit der örtlichen Industrie- und Handelskammern für die Prüfungsangelegenheiten werden auch diese unterschiedlich gehandhabt. So fungiert die IHK Dresden als Leitkammer, deren Prüfungsaufgaben in Sachsen, Thüringen, Nordrhein-Westfalen, Brandenburg und z.T. in Bayern eingesetzt werden. In Baden-Württemberg, Berlin und Schleswig-Holstein werden eigene Prüfungen erstellt. Um Informationen über die jeweilige Ausbildungsorganisation und die schulische Umsetzung der Vorgaben zusammen zu tragen und um Erfahrungen auszutauschen wurde der Teach-Micro-Workshop intiiert. Dieser wurde von den Autoren vorbereitet und begleitet².

Nachfolgend werden die Erwartungen, zentrale Diskussionspunkte und Ergebnisse des dreieinhalbstündigen Workshops wieder gegeben. Die Fotos spiegeln die Atmosphäre wieder und geben einen Einblick in die vorgestellten Anregungen.

Erfahrungsaustausch als Ziel

Geboren wurde die Idee, ein Zusammen treffen aller Berufsschullehrkräfte zu initiieren, in Gesprächen, in denen es um die

unterschiedliche Ausbildungs- und Prüfungsorganisation an den einzelnen Standorten ging. Kaum einer wusste genau, wie die Lehrpläne und Prüfungsmodalitäten an den anderen Standorten aussehen. Vor diesem Hintergrund standen das persönliche kennen lernen sowie der Informations- und Erfahrungsaustausch im Mittelpunkt des Workshop-Interesses. Insbesondere wurden:

- Berücksichtigung der Schwerpunkte MST und HLT,
- die Rolle der Elektrotechnik,
- die Umsetzung der Lernfelder,
- konkrete Unterrichtsideen sowie
- die Prüfungsorganisation und Prüfungsaufgaben

zum Diskussionsgegenstand gewählt.

Diskussionen um unterschiedliche Modelle

Einen Überblick über Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Ausbildung von Mikrotechnolog(inn)en an den einzelnen Standorten sowie über Erfahrungen der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für Mikrosystemtechnik gaben die Referenten Claudia Kalisch und Dietmar Naue³. Vorgestellt wurden durch Oliver Knebusch von der Beruflichen Schule des Kreises Steinburg, Itzehoe und Gerald Eckardt von der Andreas-Gordon-Schule, Erfurt des weiteren zwei Wege der Umsetzung des KMK-Rahmenlehrplans.

In der Beruflichen Schule des Kreises Steinburg werden die 13 Lernfelder des KMK-Rahmenlehrplans in den Bereichen „Technologie/Prozesstechnologie“, „Chemie“, „Elektrotechnik/Automatisierungstechnik“ einzeln oder übergreifend umgesetzt. Es wird dabei ein Lehrplan und Unterrichtskonzept verfolgt, welches im ersten Ausbildungsjahr einen breiten



Bild 1 // Teach-Micro Workshop

Technologieüberblick über die Gebiete Halbleitertechnik (HLT), Mikrosystemtechnik (MST) sowie Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) vorsieht. Ab dem zweiten Jahr erfolgt eine Differenzierung hinsichtlich der Ausbildungsschwerpunkte im Unterricht: die Klasse der Mikrotechnolog(inn)en wird in zwei Gruppen unterteilt: Auszubildende mit dem Schwerpunkt HLT und MST bilden eine Gruppe, Auszubildende mit dem Schwerpunkt AVT eine zweite. Im dritten Ausbildungsjahr vertiefen dann auch die HLT- und MST-Auszubildenden ihre Ausbildungsrichtung spezifisch weiter. Möglich wird dies durch binnendifferenzierten sowie geteilten Unterricht, der in drei- bis vierwöchigen Blöcken erteilt wird. Während dieser Zeit sind die Schüler(innen), die aus verschiedenen Bundesländern von Mecklenburg-Vorpommern bis Hessen und Bayern zusammenkommen, in Wohngemeinschaften in Itzehoe untergebracht. Die Zufriedenheit der Unternehmen und Institutionen sowie der Berufsschüler(innen) mit der berufsschulischen Ausbildung ist nach Aussagen von O. Knebusch sehr hoch.

Da dieses Ausbildungskonzept von den Modellen anderer Standorte abweicht,

lösten die Ausführungen ungläubige Rückfragen und rege Diskussionen aus: Sind die Rahmenbedingungen dieser Schule mit denen anderer Schulen vergleichbar? Unterscheiden sich die Vorkenntnisse der Auszubildenden sowie die Unternehmensinteressen von denen anderer Standorte? Worin liegt das Geheimnis dieser „Insel der Glückseligen“? Worin liegen Vor- und Nachteile dieses Lehrkonzeptes, das die einzelnen Ausbildungsschwerpunkte berücksichtigt? Die Diskussion zeigte u. a., dass die vorgesehenen Teilungsstunden an anderen Schulen nicht für die inhaltliche Differenzierung, sondern für die praktische Arbeit am Computer oder im Labor verwendet werden.

An der Andreas-Gordon-Schule in Erfurt wird nach einer Handreichung des Thüringer Instituts für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (ThiLLM) unterrichtet. Die 13 Lernfelder des RLP werden in sechs Lernfeldgruppen zusammengefasst, wobei zum Teil Inhalte einzelner Lernfelder über mehrere Jahre gestreckt werden oder einzelne Inhalte im Vergleich zum RLP vorgezogen werden. Seit dem Schuljahr 2006/2007 wird der Unterricht an einem Produktions- und

Geschäftsprozess zur Herstellung eines Drucksensors gespiegelt. Das bedeutet, dieser Geschäftsprozess dient als Referenzprozess und Aufhänger bei der Behandlung fachtheoretischer Inhalte.

Vorstellung spezieller Unterrichtseinheiten

Neben diesen allgemeinen Einblicken in die Lehrpläne wurden einige konkrete Unterrichtseinheiten vorgestellt, die sich an den einzelnen Standorten bewährt haben oder beliebt sind. Den Workshop-Teilnehmenden wurden diesbezüglich Informationen über die Einbindung in den Unterricht, dem Zeitaufwand für Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung sowie

Vereinbarungen und Ausblick

Von allen Teilnehmenden wurde bedauert, dass die Zeit des Workshops begrenzt und eine Fortsetzung am folgenden Tag nicht möglich war. Zum Ausdruck kommt darin der Wunsch, diesen Informations- und Erfahrungsaustausch fortzusetzen. Viele Aspekte konnten, wenn überhaupt, dann nur kurz andiskutiert werden. Wünschenswert wäre eine Vertiefung dieser Gespräche. Diskutiert wurden einige Möglichkeiten, wann, wie und wo dieser Erfahrungsaustausch in Zukunft erfolgen kann. Vorgeschlagen wurden u. a. die jährlich stattfindenden Hochschultage für Berufliche Bildung sowie die Bundesarbeitsgemeinschaften (BAG) zu nutzen. Denkbar

bestätigt, dass Lehrkräfte hierfür freigestellt werden müssen und dass die Fahrt- und Übernachtungskosten nur im seltensten Fall von der jeweiligen Schule übernommen werden können.

Vereinbart wurde, dass Prüfungsaufgaben untereinander ausgetauscht werden. Diese werden zusammen mit allen weiteren Workshop-Materialien von der Moderatorin auf eine CD gebrannt und an Teilnehmende sowie Interessierte versandt.

Wiederholt wurde Interesse an einem Lehrbuch für die berufstheoretische Ausbildung von Mikrotechnolog(inn)en (einschließlich Formelsammlung?) geäußert, da es bislang für diese Zielgruppe und mit dem berufsschulischem Anspruch kein Lehrbuch gibt. Hierzu sind weitere Gespräche notwendig, um die Autorentschaft, die Finanzierung und die Publikation zu klären.



Bild 2 // Schüler und Schülerinnen beim Bau eines Siliziumgitters an der Lise-Meitner-Schule, Berlin

bezüglich anfallender Kosten zur Verfügung gestellt. Folgende Unterrichtsbeispiele wurden präsentiert:

- Bau eines Siliziumgitters
- Kristallorientiertes Ätzen
- Prozessschritte der Bipolartechnik

wäre auch, diesen Erfahrungsaustausch im Rahmen der Forumstage zur Kompetenzentwicklung in der Mikrosystemtechnik fortzusetzen. Hierfür wäre die Unterstützung des Projektträgers VDI/VDE Innovation + Technik erforderlich. In diesem Zusammenhang wurde noch einmal

Lit 1: Vgl. BIBB-Datenblatt 16210. Abrufbar unter www.bibb.de

Lit 2: In der Vergangenheit hatte es bereits einige Zusammentreffen einzelner Lehrkräfte gegeben. Dass von den acht Berufsschulstandorten sechs vertreten waren, stellt bereits einen Erfolg dar. Dies ist auch dem Veranstalter zu verdanken, von dem die Reise- und Übernachtungskosten für die Lehrkräfte übernommen wurden.

Lit 3: Die Inhalte dieser Vorträge finden ihren Niederschlag in den Artikeln des Forums „Gewerblich-technische Ausbildung und Aufstiegsqualifizierung“ in diesem Tagungsband.

.....

Claudia Kalisch

Universität Rostock | Technische Bildung

Dr. Ulrich Sander

Lise-Meitner-Schule Berlin

Workshop

Bachelor- und Master-Studiengänge in den Optischen Technologien

Eingebettet in den Kongress „Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern – Fachkräftesicherung in Neuen Technologien“ versammelte OptecNet Deutschland e.V. am 29. November 2007 36 Vertreter von deutschen Universitäten, Fachhochschulen und Unternehmen der Branche sowie Absolventen zu einem erneuten Erfahrungsaustausch zum Thema „Bachelor- und Master-Studiengänge in den Optischen Technologien“. Moderiert wurde die Veranstaltung von H.-J. Back.

Mit dem zweiten Workshop zu diesem Thema wurde die Zielsetzung verfolgt, die Erkenntnisse bei der Durchführung von Bachelor- und Master-Studiengängen auszutauschen und die ersten praktischen Erfahrungen sowohl der Absolventen als auch der Industrie zu diskutieren. In dem vierstündigen Workshop stellten zunächst Vertreter der HAWK-FH Hildesheim/Holzwinden/Göttingen und der Technischen Universität Ilmenau ihre Studiengänge im Bereich Optischer Technologien vor. Anschließend erläuterten zwei Bachelor-Absolventen den Ablauf ihres Studiums, die Anforderungen, die an sie gestellt werden und die Anwendung ihrer Kenntnisse im Arbeitsalltag. Anschließend formulierten leitende Mitarbeiter der Berliner Glas KGaA und der Carl Zeiss AG konkrete Anforderungen an die Absolventen von Bachelor- und Master-Studiengängen.

Einführung in die Thematik

Dr. Klaus Schindler, OptecNet Deutschland e.V. / OptoNet Jena, begrüßte als Vertreter des Veranstalters OptecNet Deutschland e.V. die Teilnehmer des Workshops und gab einen kurzen Rückblick auf den ersten Workshop zum Thema „Bachelor- und Master-Studiengänge in den Optischen Technologien“ im Juli 2005.

Prof. Dr. Hans-Joachim Grallert, Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut und Vorstand von OptecBB, Berlin, führte mit seinem Vortrag über „Optische Technologien aus Berlin und Brandenburg“ in die Thematik ein. Zudem stellte er die Studiengänge im Bereich der Optischen Technologien an der TU Berlin vor. Der European Master in Science of Optics for the Information Society wird gemeinsam mit der Universität Marseille und dem Polytechnico Milano angeboten. Der Master-Studiengang Photonik wird von der TFH Wildau unter Beteiligung der TFH-Berlin, der TFH Brandenburg und der TU Berlin, Institut für Optik, organisiert.

Vorträge der Hochschulen und Universitäten

Prof. Dr. Ulrike Bartuch, HAWK-FH Hildesheim/Holzwinden/Göttingen, berichtete über den Aufbau des Studiengangs „Technische Physik“ an ihrer Hochschule. Beim Bachelor in „Technischer Physik“ (Bachelor of Science) werden die Schwerpunkte Technische Optik, Lasertechnik und Analytische Messtechnik angeboten. Der Bachelor hat eine Regelstudienzeit von sechs Semestern. Den Studenten bietet sich die Möglichkeit den regulären Bachelor zu studieren oder den Bachelor im Praxisverbund zu absolvieren. Bei der Variante im Praxisverbund werden die ersten zwei Semester auf vier Semester „gestreckt“. Für diese Option haben sich etwa 10-15 Prozent der Studierenden entschieden. Der Master-Studiengang „Master of Science in Optical Engineering/Photonics“ hat eine Regelstudienzeit von vier Semestern. Die Schwerpunkte sind Optik und Photonik, Plasmatechnologie, Laserwerkstoffbearbeitung, Optical Design sowie Faser-, Integrierte-, und Mikrooptik. Die Studenten können sich zwischen dem

„Standardstudium“ und dem Teilzeitstudium mit einer Praxisphase (gestreckt auf sechs Semester) entscheiden. Der Master-Studiengang wurde zum Wintersemester 2002 eingeführt, deshalb gibt es bereits erste Absolventen in diesem Bereich und Erfahrungen in der Umsetzung des neuen Systems. Die Studiengänge sind akkreditiert nach A7. Es gibt derzeit keine Zulassungsbeschränkungen.

Prof. Dr. Stefan Sinzinger, Technische Universität Ilmenau, ist Leiter des Fachbereichs Optik und war zur Zeit der Umstellung auf das Bachelor-/Master-System als Prodekan tätig. Die Umstellung auf Bachelor und Master erfolgt seit 2005. Er berichtete über den Studiengang „Optronik“, einen interdisziplinären Studiengang, der sich aus den Fächern Optik, Elektronik, Mechanik und Informationstechnik zusammensetzt. Die Regelstudienzeit im Studiengang „Bachelor of Science in Optronik“ beträgt sieben Semester. Das siebte Bachelor-Semester ist für das Praxissemester und die Bachelor-Arbeit vorgesehen. Die Integration dieses Praxissemesters führte zu Diskussionen mit der Akkreditierungskommission. Für den Master-Studiengang „Master of Science in Optronik“ beträgt die Regelstudienzeit drei Semester. Als Vertiefungsrichtungen werden Photonik, Optotechnik und Optische Sensor- und Informationstechnik angeboten. Sowohl der Bachelor- als auch der Master-Studiengang sind fakultätsübergreifend aufgebaut. Die Voraussetzung für die Zulassung zum Master-Studium ist ein Bachelor-Abschluss und eine Eignungsfeststellungsprüfung.

Vorträge der Absolventen

Daniel Diepold, Berliner Glas KGaA, studierte zunächst drei Semester im Diplom-Studiengang „Mikrosystemtechnik“ an der

FHTW Berlin und schloss daran drei Semester Bachelor of Engineering im Bereich „Laser- und Optotechnologien“ an der FH Jena an. Seit Februar 2006 ist er bei der Berliner Glas KGaA als Vertriebsingenieur im Bereich Photonics tätig. Er stellte zunächst die Erwartungen der Wirtschaft an einen Vertriebsmitarbeiter im Bereich Optischer Technologien vor und erläuterte seinen Wissensstand nach dem Studium für dieses Berufsfeld. Zudem zeigte er die Schnittstellen zwischen seinen derzeitigen Aufgaben und seinem Wissensstand auf.

in Bezug auf den Master-Abschluss mangelt es an Erfahrungswerten. Auch die Titel der Absolventen (bspw. B.Sc. oder M.A.) sind noch nicht hinreichend bekannt. Abschließend stellte er heraus, dass die eigenen Qualifikationen und der persönliche Einsatz die maßgeblichen Faktoren bei der Einstellung sind – unabhängig vom Studienabschluss.

Slawa Merkel, Leica Microsystems CMS GmbH, absolvierte das Studium Plus in Wetzlar als Bachelor of Engineering im Studiengang Ingenieurwesen/Micro-

Das Unternehmen bezahlt dem Studenten die Studiengebühr und eine Ausbildungsvergütung, der Student absolviert im Gegenzug alle Praxisphasen in diesem Unternehmen. Sein Kooperationspartner war die Leica Microsystems CMS GmbH, die Theorie wurde an der Fachhochschule Giessen-Friedberg gelehrt. Herr Merkel hat sich verpflichtet auch nach Abschluss seines Studiums für drei Jahre bei seinem Kooperationspartner angestellt zu bleiben. Er berichtete von den Vor- und Nachteilen des dualen Studiums, wie beispielsweise die Ausbildungsvergütung und Praxisnähe als positive Gesichtspunkte, aber auch das herausfordernde Pensum von durchschnittlich 31 Semesterwochenstunden (SWS) und den Praxisphasen während der vorlesungsfreien Zeit. Zudem erläuterte er die wachsende Bedeutung der Softskills im Arbeitsalltag. Diese waren in seinem Vorlesungsplan im Austausch für fachliche Vertiefungsfächer wie Mathematik 3 eingeführt worden.



Bild 1 // Bachelor-Absolvent Daniel Diepold berichtete über seine Erfahrungen im Studium und in der Industrie (Berliner Glas KGaA)

Er berichtete, dass die Personalverantwortlichen mittlerweile größtenteils mit dem neuen System vertraut sind und diesem sehr aufgeschlossen gegenüber stehen. In anderen Bereichen herrscht jedoch noch große Skepsis und Unsicherheit in Bezug auf die neuen Abschlüsse. Insbesondere

systemtechnik. Er erläuterte zunächst den Aufbau dieses dualen Studiengangs, bei dem nach jedem Semester Theorie eine Praxisphase im Unternehmen absolviert wird. Der Student schließt dabei einen Vertrag mit einem Kooperationspartner für den gesamten Zeitraum des Studiums.

Vorträge der Industrieunternehmen

Dr. Rainer Schuhmann, Berliner Glas KGaA, ist Leiter der Entwicklung und Fertigung für opto-mechanische Systeme und nahm bereits am ersten Workshop 2005 als Referent teil. Die von ihm formulierten grundsätzlichen Anforderungen an die Absolventen, die in den Bereichen F&E, Fertigungstechnik, Messtechnik, Vertrieb oder Management eingesetzt werden, sind Fachkompetenz (Grundlagen, Theorie, Methoden), fachübergreifende Schlüsselkompetenz (Wirtschaft, Recht, Sprachen) und soziale Kompetenz (Kooperation, Verantwortung, Kommunikation, Führung). Dr. Schuhmann konnte aufgrund der geringen Erfahrungswerte bisher keine Verschlechterung der Fachkompetenz durch die Einführung von

Bachelor und Master feststellen. Er bestätigt jedoch, dass eine internationale Vergleichsbasis der Abschlüsse nicht gegeben ist und auch ein nationaler Vergleich sich aufgrund der Vielzahl an Vertiefungsrichtungen bzw. Studiengängen als schwierig erweist. Er formulierte die Zielsetzung, dass das Niveau der Diplom-Abschlüsse bei den Master-Abschlüssen unbedingt zu halten ist.

Dr. Kristina Uhlendorf, Carl Zeiss AG Jena, verdeutlichte, dass die Vermittlung von Kenntnissen in der klassischen Optik eher vernachlässigt wird. Sie betonte, dass die Kenntnisse im Bereich Technische Optik sowohl zwischen Universitäten und Fachhochschulen als auch zwischen verschiedenen Standorten sehr stark differieren. Die Kenntnisse zur physikalischen Optik sind nach ihrer Erfahrung bei Universitäts-Absolventen deutlich besser. Zudem ist die Bachelor-Ausbildung zu kurz und geht fachlich zu wenig in die Tiefe, um die nötigen Kompetenzen für die Anforderungen z. B. aus dem Bereich Optikdesign aufzubauen. In Bezug auf die Softskills sieht sie bei Universitäts-Absolventen die wissenschaftliche Arbeitsweise, Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit mit dem entsprechenden Problemlösungsverhalten stärker ausgeprägt. Für die Zukunft sollte die Zielsetzung verfolgt werden, den Austausch zwischen Universitäten und Industrie beispielsweise durch gemeinsame Projekte, Master-Arbeiten und Doktorarbeiten deutlich zu verstärken. Ihr Fazit gleicht dem von Dr. Herbert Gross im Jahr 2005: Der Anspruch, im Bachelor-Studium eine berufliche Eignung mit entsprechendem Praxisbezug herzustellen und gleichzeitig die nötigen Grundlagen für das weiterführende Master-Studium zu legen, wird von ihr als unlösbarer Zielkonflikt des Ansatzes gesehen. Fragen/Thesen

als Ausgangspunkt für die anschließende Diskussion (zusammengetragen von H.-J. Back, Moderator):

- *Wissenschaftlicher Nachwuchs vs. Industrielle Beschäftigung angesichts des Fachkräftemangels.*
- *Ist ein ingenieurwissenschaftliches Grundstudium für die Industrie wichtig?*
- *Sind Softskills wichtiger als bestimmte Fachinhalte?*
- *Besteht die Gefahr, dass der Bachelor-Abschluss sich in Richtung Techniker entwickelt (als Vorstufe zur Berufstätigkeit)?*
- *Praktika sollten Pflicht sein laut der Industrie, der Bachelor ist für die Forschung und Entwicklung kaum brauchbar.*
- *Sollte ein Master nur in dem Bereich ermöglicht werden, in dem auch der Bachelor-Abschluss erlangt wurde?*
- *Ist der Bachelor ein eigenständiger Berufsabschluss?*

Ergebnisse der anschließenden Diskussion

Die ersten Erfahrungen zeigen, dass durch die unterschiedlichen Studienpläne der einzelnen Hochschulen bei den Studenten sehr unterschiedliche Wissenshintergründe bestehen. Dies führt insbesondere bei den Master-Studiengängen zu Schwierigkeiten. Oftmals müssen die Grundlagen wiederholt werden oder ein Professor muss die gleiche Vorlesung in zwei verschiedenen Versionen halten. Doch auch bei den Bachelor-Studenten mangelt es an Vorwissen, insbesondere im Bereich Physik, die durch Tutorien ausgeglichen werden müssen. Ein weiteres Problem ist in der hohen Abbrecherquote zu sehen. Es wurde die Vermutung angestellt, dass die Studenten zu wenig über die Anforderungen des gewählten Studiengangs wissen. Ein

Vertreter der TU Berlin erläuterte in diesem Zusammenhang den neuen Ansatz zum Auswahlverfahren der Universität. Alle Bewerber müssen einen Online-Test durchlaufen, der sie bereits mit Inhalten des gewünschten Studienganges konfrontiert. Die Studenten erhalten somit einen ersten Einblick in die Thematik des Studiengangs. Der Vertreter der TU Berlin regte zudem an, dass es zukünftig einen einheitlichen Bachelor und verschiedene Master-Studiengänge zur weiteren Qualifikationen und Spezialisierung geben sollte.

Es besteht Konsens darüber, dass Maßnahmen erforderlich sind, um dem Nachwuchskräftemangel entgegenzuwirken. Die Vertreter der Fachhochschulen berichteten, dass bereits jetzt vielerorts Schwierigkeiten bestehen, die Master-Studiengänge zu füllen. Als mögliche Gründe für diesen Mangel an Studenten wurden die Einführung der Studiengebühren und die Vielzahl der unterschiedlichen Vertiefungsrichtungen genannt. Mit der Einführung der Studiengebühren wurde auch ein deutlicher Rückgang an ausländischen Studenten beobachtet.

Von Seiten der Hochschulen kam die Anregung dem Nachwuchskräftemangel mit einer Werbekampagne zum Thema „Karriere in den Optischen Technologien“ zu begegnen. Es wurde der Vorschlag gemacht, dass bekannte Unternehmen gemeinsame Anzeigen oder Beilagen in Tageszeitungen schalten, um den Nachwuchs auf das attraktive Berufsfeld „Optische Technologien“ aufmerksam zu machen. Inhalte der Anzeige könnten Erfahrungsberichte von Angestellten und eine Beschreibung der Perspektiven in dieser Branche sein. Zudem sollte auf Wunsch der Hochschulen ein Verweis darauf gegeben werden, welche Studienabschlüsse für dieses Berufsfeld qualifizieren und an welchen Hochschulen und Universitäten die



Bild 2 // Der Workshop von OptecNet Deutschland e. V. stieß auf reges Interesse und zeichnete sich durch offene Diskussionen aus.

beschriebenen Studiengänge angeboten werden. In diesem Zusammenhang wurde darauf aufmerksam gemacht, dass die Stellenbeschreibungen der Unternehmen oftmals nicht mit den Studiengangsbezeichnungen übereinstimmen.

Ein weiterer Vorschlag zum Thema Nachwuchskrätemangel kam aus dem Bereich innerbetriebliche Weiterbildungsmaßnahmen. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass die Grundlagenausbildung des Bachelor durch berufsbezogene Weiterbildung anforderungs-/tätigkeitsspezifisch ergänzt werden könne. Dafür wären jedoch mehr Engagement seitens der Industrie und die Etablierung neuer Netzwerke zwischen Hochschulen und Beschäftigten für die Weiterbildung, insbesondere auch auf regionaler Ebene, erforderlich.

Ein weiteres zentrales Thema war die Forderung der Industrie nach mehr Praxisbezug im Studium und Projekten in der Praxis. Sehr vorteilhaft ist hierbei der persönliche Kontakt der Unternehmen zu potenziellen neuen Mitarbeitern und umgekehrt. Für die Hochschulen, besonders

für die Universitäten entsteht hier jedoch ein Interessenskonflikt, da aufgrund der verlockenden Angebote aus der Industrie die Gefahr besteht, dass der erforderliche eigene wissenschaftliche Nachwuchsbedarf nicht mehr gedeckt werden kann.

Fazit

Dieses zweite Treffen zeigte eine Reihe noch zu klärender Fragen bei der Ablösung des Diploms durch den Master- und den Bachelor-Abschluss auf. Auch nach der Umstellung auf das neue System sind die Erfahrungswerte noch sehr begrenzt. Um insbesondere die Skepsis der Unternehmensseite auszuräumen bedarf es einer längeren „Gewöhnungsphase“. In ihr sollte eine möglichst enge gegenseitige Information über die Inhalte eines von den Hochschulen verantworteten Studiums und die Inhalte hochqualifizierter Berufstätigkeiten erfolgen; auf ihrer Basis ließen sich auch relativ leicht – und einvernehmlich – kurzfristig erforderliche Weiterbildungsinhalte formulieren und Angebote

realisieren. Zusätzlich zur fachlichen Ausbildung gewinnen die sogenannten Softskills zunehmend an Bedeutung und müssen in die Lehrpläne aufgenommen werden. In der zur Verfügung stehenden Zeit ist das nur durch eine Straffung der Lehrpläne zu erreichen, was zwangsläufig zu Abstrichen im Umfang der fachspezifischen Ausbildung, jedoch nicht unbedingt zu Qualitätsverlusten führen muss. Einig waren sich Hochschullehrer und Industrievertreter darin, dass Maßnahmen ergriffen werden müssen um dem Nachwuchskrätemangel entgegenzuwirken.

Ausblick

Nach wie vor besteht ein großer Bedarf an Abstimmung zwischen Anforderungen der Industrie und Leistungsspektrum der Hochschule und zum Austausch über das Thema. Da ausreichende Erfahrungen mit Absolventen eines Universitäts-Masters noch ausstehen, sollte die Entwicklung sowohl im Bildungs- als auch im Beschäftigungsbereich im Hinblick auf die Optischen Technologien weiter beobachtet werden. Die Kompetenznetze könnten hier eine wichtige Aufgabe übernehmen – entweder durch eigene Studien oder durch Anregung und Koordinierung externer Arbeiten. Bei einem weiteren Treffen in diesem Rahmen wären die Erfahrungen zu diskutieren mit dem erneuten Ziel, einen Konsens über die Inhalte und Rahmenbedingungen der Studiengänge zum Bachelor und Master in den Optischen Technologien zur Sicherung der Leistungskraft dieses innovativen Beschäftigungsfeldes zu erreichen.

.....

Katharina Jaklin

OptecNet Deutschland e. V.

Workshop

Frauen in technische(n) Berufe(n)

Der Beitrag spiegelt die Erwartungen der Teilnehmerinnen, zentrale Diskussionspunkte sowie die Ergebnisse und Vereinbarungen des eineinhalbstündigen Workshops während des AWNET – Kongresses „Aus und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern. Fachkräftesicherung in Neuen Technologien“ wieder.

Chancengleichheit als Querschnittsthema

Die Strategie des Gender Mainstreaming (GM), formuliert durch die Europäische Union im Jahr 1999 im Amsterdamer Vertrag, dient als Instrument für das Erreichen von Chancengleichheit in allen sozialen, politischen und wirtschaftlichen Bereichen. Sie zielt auf eine gerechte Teilhabe beider Geschlechter an allen gesellschaftlichen Prozessen ab.

Um dieser Entwicklung zu entsprechen, wurde das Konzept des Gender-Mainstreaming in die sechs regionalen Projekte mst-bildung, Learn-mst, promst, MANO, FasiMiT und MunichMicronet sowie in das Gesamtnetzwerk AWNET¹ als Querschnittsaufgabe integriert. Im Mittelpunkt stand der Ansatz, geschlechtergerechte Aspekte auf allen Ebenen in die Mikrosystemtechnik (MST)-Bildungsbereiche (Erstausbildung, Studium, Weiterbildung) und -angebote einzubinden. Leitgedanke war, jede geplante Maßnahme und aufzubauende Struktur in der MST-Bildung von vornherein und regelmäßig unter der „Gender-Lupe“ zu betrachten und zu analysieren, wie sich diese jeweils auf Mädchen und Jungen, Frauen und Männer auswirkt. Darüber hinaus bestand das Bestreben, kontinuierlich zu ermitteln, ob und wie die Aktivitäten und Instrumente zur Chancengleichheit der Geschlechter beitragen können.

Die Umsetzung der GM-Strategie soll langfristig bewirken, dass geschlechter-

bewusstes Handeln zum normalen und selbstverständlichen Handlungsmuster einer Organisation gehört.

Intention des Workshops

An dem Gender-Workshop: „Frauen in technische(n) Berufe(n)“ in Berlin nahmen sieben Frauen aus unterschiedlichen Institutionen und Regionen teil.

Sabine Globisch von der VDI/VDE Technik + Innovation GmbH, Moderatorin des Arbeitskreises, erläuterte eingangs das Anliegen des Workshops und legte zudem den dringenden Handlungsbedarf in folgenden Bereichen dar: Vereinbarkeit von Beruf und Familie, Erhöhung der Zahlen der Auszubildenden in gewerblich-technischen Berufen sowie der Studienanfänger/-innen in naturwissenschaftlich-technischen Studienrichtungen und Senkung der Barrieren bei der Ergreifung eines technisch ausgerichteten Berufsweges.

Bestandsaufnahme bisheriger

Projektaktivitäten

Die Teilnehmerinnen beschrieben einige der zahlreichen Aktivitäten, die zur Umsetzung des Prinzips des Gender Mainstreaming beigetragen haben. Sie formulierten die Ziele der Aktionen und Projekte, definierten deren Zielgruppen (Nachwuchs, Berufseinsteiger/-innen, Beschäftigte) und zeigten deren Reichweite auf.

Ein Ansatzpunkt bei der Entwicklung von Projektideen war, dass bei Mädchen und Frauen nach wie vor stärkere Vorbehalte gegenüber der zunehmenden Technisierung festgestellt werden. Dies spiegelt die aktuell zu verzeichnende Schieflage bei der Verteilung der Arbeitsplätze zwischen Männern und Frauen in technischen Berufen wider. Untersuchungen zur demographischen Entwicklung

sowie zum Arbeitskräftebedarf gehen demgegenüber davon aus, dass dem Fachkräftebedarf ohne die verstärkte Einbeziehung von Mädchen und nachhaltige Integration von Frauen in technische und technologische Arbeitswelten nicht begegnet werden kann. Hier setzen speziell an Mädchen und Frauen gerichtete Projekte, wie beispielsweise die Ausbildung von Schülerinnen und Studentinnen zu Multiplikatorinnen und die Durchführung von Herbst- und Winteruniversitäten sowie Projekt- und Berufsorientierungswochen für Schülerinnen an. Sie dienen der Ansprache sowie der Förderung des Nachwuchses und wollen sowohl die Neugier an Naturwissenschaft und Technik wecken als auch „Spaß an Technik“ vermitteln.

Darüber hinaus seien noch beispielhaft Aktivitäten, wie die Beteiligung an der BMBF-Ausschreibung „Frauen an die Spitze“ im Rahmen des Förderbereichs „Strategien zur Durchsetzung von Chancengleichheit für Frauen in Bildung und Forschung“, Bildungsangebote für Gründerinnen mit technischen Berufen, die Initiierung des MST femNet (Vernetzung von Frauen in MST-Arbeitsfeldern) oder GM-Trainings für Multiplikatoren/-innen und Entscheidungsträger/-innen zu erwähnen.

Die Teilnehmerinnen formulierten im Verlauf einer aktiven Diskussionsphase folgende Fragestellungen, die in die zukünftige Arbeit einfließen sollen:

- *In welchen Bereichen besteht vordringlicher Handlungsbedarf?*
- *Was und wer blieben bislang bei der bisherigen Arbeit unberücksichtigt?*
- *Wie können für ein Projekt definierte Zielgruppen erreicht werden?*
- *Welche Projekte / Aktionen / Aktivitäten waren erfolgreich?*
- *Sind Projekte, wie der seit Jahren*



Bild 1 // Zusammentragen bereits durchgeführter Projektaktivitäten

durchgeführte bundesweit angebotene Girl's Day zielführend?

→ Wie lässt sich die Wirksamkeit von Projekten und Aktivitäten messen bzw. evaluieren?

Ideensammlung für zukünftige Betätigungsfelder und Kooperationen

Voraussetzung für eine geschlechtergerechte Bildungsarbeit ist, dass allen Beteiligten die unterschiedliche Behandlung und Bewertung von Mädchen/Frauen sowie Jungen/Männern bewusst ist oder wird. Dem gemäß besteht einerseits die Notwendigkeit, das eigene Verhalten zu reflektieren. Andererseits müssen die sich bietenden Plattformen genutzt werden, um soziale Unterschiede und strukturelle Ungleichheit zu hinterfragen, transparent zu machen und mit geeigneten Mitteln zu begegnen. Die Teilnehmerinnen bekundeten, dass sie über die AUNET-Projektlaufzeit hinaus an einer Zusammenarbeit

interessiert sind. Sie verständigten sich darauf, dass eine Fortsetzung der Initiativen an folgenden, beispielhaft aufgeführten Ideen mit Hilfe finanzieller Zuwendung notwendig sei.

- Etablierung einer Plattform für bislang erfolgreich durchgeführte Projekte mit dem Ziel, die Verbreitung von erfolgsversprechenden Projektideen durch Bereitstellung von Informationen zu gewährleisten.
- Förderung der Kooperation mit anderen Hochtechnologiefeldern, wie Bio-, Nano- und optische Technologien vor dem Hintergrund, Synergieeffekte im Aus- und Weiterbildungsbereich zu identifizieren und zu nutzen.
- Vorstellung von technisch ausgerichteten Studiengängen und Ausbildungsberufen im Zuge eines „Botschafter-Programms“ an Schulen durch Studierende und Auszubildende. Ziel ist zum einen die Nachwuchsgewinnung und zum

anderen die Stärkung der sozialen Kompetenzen der Studierenden und Auszubildenden.

- Entwicklung eines Kriterienkataloges zur Messbarkeit von „Erfolg“ in Projekten zur Nachwuchsgewinnung, Aktivitäten zur Sensibilisierung für die Gender-Thematik etc. vor dem Hintergrund der Etablierung erfolgreicher Projekte und des Verwerfens nicht wirksamer Konzepte etc..

Zukünftige Vorhaben sollen nach Ansicht aller Beteiligten in Aktionsprogramme wie beispielsweise der „Talentschmiede Deutschland“ eingebunden werden.

Lit 1: Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik, Projektlaufzeit 2003 bis 2007

.....

Astrid Böge
Universität Rostock | Technische Bildung

Gesprächsrunde

Bildung in Hochtechnologienetzen

Zu der Gesprächsrunde „Bildung in Hochtechnologienetzen“ wurden Vertreterinnen und Vertreter der nationalen Hochtechnologie-Initiativen, der Projektträger und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie weitere Interessentinnen und Interessenten eingeladen. Zu den angesprochenen Initiativen zählten folgende überregionale Zusammenschlüsse: die Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik (AWNET), die Kompetenznetze Optische Technologien (OptecNet Deutschland) sowie die Arbeitsgemeinschaft der Nanotechnologie-Kompetenzzentren der Bundesrepublik Deutschland (AGeNT-D). Ziel war es, die Akteure der einzelnen Netzwerke einander bekannt zu machen, sich über Schwerpunkte der Netzwerkarbeit auszutauschen und ggf. gemeinsame Aktivitäten abzustimmen. Von allen Beteiligten wurde diese Form des technologie- und initiativenübergreifenden Zusammentreffens, Informations- und Erfahrungsaustausches für notwendig erachtet und begrüßt. Neben einer kurzen Vorstellung der durch die Technologiereferate im BMBF initiierten Netzwerkverbände wurden insbesondere Möglichkeiten zur technologieübergreifenden Zusammenarbeit bei Aktivitäten rund um die Aus- und Weiterbildung erörtert.

Aus den Diskussionen wurden folgende Punkte festgehalten:

1. *Die Initiativen sind unterschiedlich organisiert. Während in den Optik- und in den Mikrosystemtechnik-Netzwerken bereits seit Beginn der Netzwerkarbeiten eine überregionale Koordination sowie ein überregionaler Austausch zwischen den einzelnen Projekten erfolgt, wurde ein derartiger bundesweiter Zusammenschluss für die Nanotechnologie erst 2007 mit der Arbeitsgemeinschaft der Nanotechnologie-Kompetenzzentren in der Bundesrepublik Deutschland (AGeNT-D) gegründet.*
2. *Das Thema „Aus- und Weiterbildung“ spielt bei den hier anwesenden Netzwerken eine ganz unterschiedliche Rolle. Während im Bereich der Mikrosystemtechnik durch die Partner im AWNET-Verbund sechs regionale Bildungsnetzwerke existieren, deren Arbeitsschwerpunkte auf allen Bereichen der Aus- und Weiterbildung liegen, liegt der Fokus der Netzwerke im Bereich der Nanotechnologie und der optischen Technologien nicht explizit auf der Bildungsthematik, sondern genereller auf der Förderung der Entwicklung und Anwendung der Technologien.*
3. *Von den Mitgliedern der Nano- und Optik-Netzwerke wird jedoch zunehmend ein Engagement im Bereich der Nachwuchsförderung sowie der Aus- und Weiterbildung nachgefragt. Die Netzwerkakteure und -koordinatoren sind hier gefordert, Aktivitäten und Dienstleistungen für die Mitglieder zu entwickeln.*
4. *Hierbei kann u. a. auf die umfangreichen Erfahrungen der Aus- und Weiterbildungsnetzwerke für die Mikrosystemtechnik zurück gegriffen werden. Andererseits liegen auch aus den anderen Technologie-Initiativen bereits erste Erfahrungen aus Projekten und Maßnahmen – z. B. der Nachwuchsförderung – vor.*
5. *Bislang bestehen nur punktuell Verbindungen zwischen den Netzwerken und Initiativen. Begrüßenswert wäre ein (regelmäßiger) Erfahrungsaustausch.*
6. *Festgestellt wurde darüber hinaus, dass ...*
 - ... die Aktivitäten der Fördermittelgeber sowie der Netzwerke oftmals parallel laufen und nicht miteinander abgestimmt sind, obwohl ähnliche Probleme und Hindernisse erkannt wurden (Beispiel: geringes Technikinteresse bei Kindern und Jugendlichen, insbesondere bei Mädchen; niedrige Bewerber- und Studienanfänger(innen) zahlen etc.).*
 - ... eine Wirksamkeitsanalyse bestehender Aktivitäten wünschenswert wäre.*
 - ... die Frage der Fortführung der Aktivitäten im Bildungsbereich nach dem Auslaufen von geförderten Projekten bislang ungeklärt ist und dass diese wegzubrechen drohen. Die regionale Situation, Unterstützung und Nachfrage ist hier sehr unterschiedlich.*
 - ... die bestehenden Berufsbilder (duale Ausbildung und Hochschulausbildung) stärker beworben werden müssen. Als nachteilig erweist sich hier eine Aufspaltung in einzelne Technologiefelder. Die Broschüre „Duale Ausbildung in innovativen Technologiefeldern“ wird hingegen als gutes Beispiel angesehen.*
 - ... die Agenturen für Arbeit Ressourcen haben, um bei der Berufsberatung zu unterstützen. Jedoch erweisen sich die Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit den Agenturen als sehr unterschiedlich. Neben sehr positiven Einschätzungen gibt es auch weniger erfreuliche Resultate.*

Abschließend werden einige Handlungsempfehlungen benannt

Handlungsempfehlung 1: Der Austausch zwischen den Netzwerken muss sowohl auf regionaler als auch auf überregionaler Ebene weitergehen bzw. vertieft werden. Einzelne Aktivitäten sollten technologieübergreifend gebündelt werden, da die

Zielstellungen wie bspw. das Wecken von Technikinteresse bei jungen Menschen oftmals ähnlich sind und Synergien genutzt werden können. Eine isolierte branchen- bzw. technologiefeldbezogene Betrachtung muss auch im Hinblick auf zur Verfügung stehende Ressourcen unbedingt vermieden werden. Unter den Akteuren sollten konkrete Schritte und Verantwortlichkeiten festgelegt werden.

Handlungsempfehlung 2: Thematische Veranstaltungen, wie die jährlichen Forumstage zur Mikrosystemtechnik-Aus- und

Weiterbildung, sollten auch weiterhin auf die benachbarten Technologiefelder ausgeweitet werden, ähnlich wie bei diesem Kongress. Wünschenswert wäre, dass die Technologie-Initiativen annähernd gleich stark in den einzelnen Workshops berücksichtigt werden bzw. sich in diese einbringen.

Handlungsempfehlung 3: Eine engere Zusammenarbeit der übergeordneten Akteure wie ordnungspolitischen Einrichtungen und Projektträgern bei allen Aktivitäten zur Qualifizierung in Hochtechnologien (von der Nachwuchsförderung / vorberuflichen

Bildung, über berufliche Erstausbildung, Aufstiegsqualifizierung, Hochschulausbildung bis zur Weiterbildung) sollte angestrebt werden und eine Abstimmung der Programme erfolgen.

::

Nicolas Hübener

Sprecher von AUNET | Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin

