

Fördervorhaben 16SV2218

„Ausbildungsnetzwerk zur Förderung der Mikrosystemtechnik in
Niedersachsen **mst**bildung“

Abschlussbericht

Leibniz Universität Hannover
Institut für Mikrotechnologie
Prof. Dr.-Ing. Hans-Heinrich Gatzert
An der Universität 2
30823 Garbsen

Garbsen, Dezember 2008

gefördert vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Inhalt

1 Einleitung und Problemstellung des Verbundes	3
2 Ergebnisse des Verbundprojektes	4
2.1 Internetbasierte Lehr- und Lerneinheiten	4
2.1.1 Lehr-/Lernarrangement „Fotolithografischer Prozess“	5
2.1.2 Grundlagen der geometrischen Optik	5
2.2 Expertenpool.....	6
2.3 Schülerlabore.....	8
2.4 Firmenakquise	11
2.5 Workshops.....	13
2.6 Überregionale Themenfeldkoordination - Angebotsdatenbank.....	14
2.7 Gender Mainstreaming	15
3 Anwendungspotentiale und Nutzbarkeit der Ergebnisse für KMU	18
4 Angebot von Dienstleistungen mit Adressliste	19
5 Abbildungsverzeichnis	20
6 Veröffentlichen/Literatur.....	21

1 Einleitung und Problemstellung des Verbundes

Der Fokus der Aktivitäten des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerks zur Förderung der Mikrosystemtechnik (MST) *mst*bildung lag während der Förderzeit auf den Schwerpunkten, die Akteure im Bereich der MST niedersachsenweit zu vernetzen, Nachwuchsanwerbung und -qualifizierung zu betreiben sowie durch die Einführung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen die Kompetenz auf dem Gebiet der MST regional zu stärken. Begleitend dazu wurden Konzepte für den Wissenstransfer sowie die Evaluation der Netzwerkarbeit entwickelt und die Kooperation mit den anderen Aus- und Weiterbildungsnetzwerken (AWNET) bundesweit verfolgt.

Zu Projektbeginn erfolgte die Qualifizierung der für die Beschulung der Mikrotechnologen und Mikrotechnologinnen vorgesehenen Lehrkräfte der Berufsbildenden Schulen Neustadt a. Rbge. und der betrieblichen Ausbilder durch den Besuch universitärer Vorlesungen und Praktika in drei Ausbildungsbetrieben. Nach Abschluss dieser Qualifizierungsmaßnahme konnte die gewerbliche Ausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin zum August 2003 aufgenommen werden. Die Auszubildenden besuchten die Berufsbildenden Schulen Neustadt a. Rbge., die trotz der geringen Anzahl von sechs Auszubildenden für diesen neuen Ausbildungsberuf eine eigene Klasse einrichtete. Zu den einzelnen Lernfeldern des Rahmenlehrplans wurden regelmäßig lehrstättenübergreifende Lehrgänge im Verbund aller beteiligten Ausbildungsstätten durchgeführt. Zu diesen Lehrgängen wurde nicht nur Begleitmaterial vom jeweiligen Ausrichter des Lehrgangs bereit gestellt sondern auch vom Forschungszentrum L3S und dem Zentrum für Didaktik der Technik der Leibniz Universität Hannover Lehr- und Lernmaterialien in Form von modularen Unterrichtseinheiten ausgearbeitet und über das Internet verfügbar gemacht. Diese Materialien vernetzten den Berufsschulunterricht und die praktischen Lehrgänge. Zur Unterstützung des Wissenstransfers wurde von uni transfer, der Forschungs- und Technologiekontaktstelle der Leibniz Universität Hannover, ein internetbasierter Expertenpool konzipiert und realisiert.

Auf der Grundlage des im Hochschulbereich vorhandenen Fachwissens wurden innerhalb des Ausbildungsnetzwerks Maßnahmen zur Förderung von Nachwuchskräften in der MST in Niedersachsen ergriffen. Werbeveranstaltungen an Schulen sowie das Angebot und die Durchführung praxisnaher Projekte in Form von Schülerlaboren dienten dazu, bei Jugendlichen das Interesse an einer Ausbildung und der Tätigkeit im Berufsfeld der MST zu wecken. Im Zusammenhang der Nachwuchsanwerbung und -förderung wurde besonders auf die Ansprache weiblichen Nachwuchses Wert gelegt.

Ein wichtiger Teil der Netzwerkarbeit bestand in der Akquise potenzieller Ausbildungsbetriebe. Die Akquise erfolgte zunächst in der Regel auf telefonischem Weg, um zunächst das Interesse der Firmen bewerten zu können, anschließend erfolgte dann die individuelle Beratung im jeweiligen Betrieb oder im Institut für Mikrotechnologie. Ein Workshop zum Thema „Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen“ sowie eine Informationsveranstaltung in den Berufsbildenden Schulen Neustadt a. Rbge. rundeten die Akquise ab.

2 Ergebnisse des Verbundprojektes

2.1 Internetbasierte Lehr- und Lerneinheiten

Zu Beginn der ersten Förderperiode des Projektes wurde zum Herbst 2003 für die gewerbliche Ausbildung von Mikrotechnologen und Mikrotechnologinnen eine eigene Berufsschulklasse in den Berufsbildenden Schulen (BBS) Neustadt a. Rbge. eingerichtet. Dies in Verbindung mit der Gründung des Ausbildungsverbundes erleichtert an der Ausbildung interessierten Betrieben der Region erheblich den Einstieg in die Ausbildung von Mikrotechnologen und Mikrotechnologinnen. Für die an der Berufsschule eingesetzten Lehrkräfte, die aus Bereichen wie Metalltechnik und Elektrotechnik stammten, ergab sich ein Projekt begleitender Ausbildungs- und Fortbildungsbedarf. Ferner orientiert sich die Ausbildung in neueren Ausbildungsberufen an Geschäftsprozessen. Diese methodische Innovation galt es in beiden Lernorten, sowohl in den Ausbildungsbetrieben als auch in der berufsbildenden Schule, zu etablieren. Daher bestand ein Fortbildungsbedarf seitens der Lehrkräfte nicht nur im technologischen Bereich sondern auch im Hinblick auf die Kompetenzen zur Gestaltung und Erprobung von geschäftsprozessorientierten Lehr-/Lernprozessen.

Innerhalb des vom Forschungszentrum L3S und dem Zentrum für Didaktik der Technik (ZDT) der Leibniz Universität Hannover gemeinsam durchgeführten Projektes wurden in Kooperation mit den BBS Neustadt a. Rbge. sowie mit den an diesem Modellvorhaben beteiligten Unternehmen und Instituten netzbasierte geschäftsprozessorientierte Lehr-/Lernarrangements gestaltet und erprobt. Diese Lehr-/Lernarrangements enthalten für den Ausbildungsberuf des Mikrotechnologen/ der Mikrotechnologin typische Aufgaben- und Problemstellungen und dienen den Auszubildenden dazu, ihr deklaratives und prozedurales Wissen zu erweitern. Die Erweiterung des Wissens erfolgt mit Unterstützung der von der Universität Köln entwickelten Lehr-/Lernplattform ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-System). Diese Lehr-/Lernplattform stellt eine einheitliche Umgebung für das internetbasierte Lehren und Lernen bereit und wird vom Forschungszentrum L3S betrieben. Gemeinsam mit dem ZDT wurden Unterrichtsmaterialien erarbeitet und für Lehrkräfte, Aus-



Abbildung 1: Innovative Lernumgebung auf der internetbasierten Lehr/Lernplattform ILIAS

bilder und Auszubildende im Ausbildungsverbund zur Verfügung gestellt. Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Lernumgebung auf der Plattform ILIAS. Zwei der entwickelten Lehr-/Lernarrangements sind im Folgenden kurz beschrieben (siehe hierzu auch Abschlussbericht des Projektes 16SV1846 sowie Zwischenbericht 2006 zum Projekt 16SV2218).

2.1.1 Lehr-/Lernarrangement „Fotolithografischer Prozess“

Das berufspraktische Lehr-/Lernarrangement „Fotolithografischer Prozess“ wurde von zwei Studierenden des Studienganges Lehramt an berufsbildenden Schulen erprobt. Es beinhaltet für Auszubildende des Berufes Mikrotechnologe/Mikrotechnologin die ausbildungsspezifische Arbeitsaufgabe, im Rahmen eines fotolithografischen Prozesses einen Silizium-Wafer im Reinraum eines betrieblichen Ausbildungspartners zu reinigen, eine Schicht Fotolack aufzubringen und das Prozessergebnis zu kontrollieren. Die für die Arbeitsplanung notwendigen Kenntnisse können die Auszubildenden mit Hilfe der vom L3S entwickelten Lerneinheit erwerben, die auf der Lehr-/Lernplattform ILIAS abgelegt ist. Diese Einheit enthält sowohl allgemeine physikalische als auch anlagenspezifische Informationen multimedialer Art, die für die Durchführung des Arbeitsauftrages relevant sind.

Das berufspraktische Lehr-/Lernarrangement ist so gestaltet, dass die Auszubildenden in einer gemeinsamen Gruppensitzung in der Berufsschule eine Einweisung in die Nutzung der Lehr-/Lernplattform sowie in die Arbeitsaufgabe selbst erhalten. In ihren Ausbildungsbetrieben können die Auszubildenden dann die für die Ausführung der Aufgabe notwendigen Kenntnisse erwerben und den Arbeitsplan erstellen. Dazu benutzen sie die auf der Lehr-/Lernplattform in einem virtuellen Klassenzimmer abgelegten Lerneinheiten. Zur Kommunikation untereinander stehen den Auszubildenden die Funktionen Chat und e-Mail zur Verfügung. Mit Hilfe der Lehr-/Lernplattform gelang es bislang allen Auszubildenden, den gestellten Arbeitsauftrag erfolgreich umzusetzen.

2.1.2 Grundlagen der geometrischen Optik

Als Vorbereitung für einen Lehrgang am Laser Zentrum Hannover e.V. wurde eine Lerneinheit zu den Grundlagen der geometrischen Optik erarbeitet und erprobt. In diesem Lehr-/Lernarrangement werden alle wesentlichen Elemente der Optik behandelt, die für ihr grundlegendes Verständnis und eine weiterführende Auseinandersetzung mit der Laseroptik notwendig sind. Alle Materialien sind über ILIAS verfügbar und wurden von den Auszubildenden in Eigenarbeitsphasen selbstständig erarbeitet. Nach Absprache mit dem Laser Zentrum Hannover e.V. wurden auch hier wiederum praktische Bezüge zu konkreten Tätigkeiten gegeben, indem exemplarisch der Umgang mit und die Funktionsweise von optischen Komponenten und Aufbauten, die später auch real zum Einsatz kommen, ausführlich mit Hilfe von Videosequenzen und Animationen erläutert werden. Durch die Erarbeitung der Informationen über die Plattform sind die Auszubildenden in der Lage, ihre Kenntnisse im anschließenden Lehrgang zu erweitern und praktisch umzusetzen.

Alle Lehr- und Lernarrangements wurden vom Forschungszentrum L3S und dem ZDT gemeinsam mit Studierenden des Studiengangs Lehramt an berufsbildenden Schulen erstellt und an den Lernorten erprobt. Die Studierenden waren an der Projektierung im Rahmen ihres Studiums beteiligt, in die sowohl Ausbildungspersonal in den ausbildenden Betrieben und Instituten als auch die Lehrkräfte der BBS eingebunden waren. Auf diese Weise ergab sich für die Studierenden eine fachlich-technologische und eine methodische Qualifizierung "near-the-job". Im Rahmen einer Staatsarbeit innerhalb des Studienganges Lehramt an berufsbildenden Schulen wurde in Kooperation mit den BBS Neustadt a. Rbge. das berufspraktische Lehr-/Lernarrangement „Einführung in Mikrosysteme“ projektiert und evaluiert. Innerhalb des Lehr-/Lernarrangements hatten die Auszubildenden die Aufgabe, mit Hilfe eines von der Firma efm Systems GmbH entwickelten und dem Netzwerk vom Projektträger zur Verfügung gestellten modularen Systems einen Beschleunigungssensor zu montieren, zu kalibrieren und zu erproben. Alle Medien der Einheit wurden über das L3S in die Lehr-/Lernplattform ILIAS eingestellt. Die vom Forschungszentrum L3S gemeinsam mit dem ZDT entwickelten Lehr-/Lernarrangements werden von den Ausbildern sowie den Auszubildenden zur Mikrotechnologin/zum Mikrotechnologen kontinuierlich genutzt.

2.2 Expertenpool

Innerhalb des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerks *mst*bildung hat uni transfer, die Forschungs- und Technologiekontaktstelle der Leibniz Universität Hannover, die Aufgabe des Wissens-(Technologie-)transfers in Form der Entwicklung eines internetgestützten Expertenpools übernommen. Mit Hilfe dieses Expertenpools wird ein Fragesteller, der im Bereich MST eine bestimmte fachliche Problemlösung benötigt, direkt zu einem oder auch mehreren passenden Experten geleitet. Ein angesprochener Experte entscheidet, ob er Kontakt mit dem Fragesteller aufnehmen und in welchem Umfang und zu welchen Konditionen er sein Wissen weitergeben möchte. Auf diese Weise wird der direkte, persönliche Kontakt zwischen einer fragenden Person und einem oder mehreren Spezialisten hergestellt. Eine Nutzerverwaltung sichert den seriösen Umgang mit dem Werkzeug und die wissenschaftliche Qualität. In Abbildung 2 ist das Konzept des Expertenpools grafisch veranschaulicht.

Um die technische Lösung kostengünstig verwirklichen zu können, orientierte sich uni transfer an bereits existierenden internetbasierten Systemen. Durch die Mitwirkung als Experten in bereits bestehenden Pools - wie z.B. bei „Wer weiß was?“ zur Lösung von Software-Problemen - bestand bereits Erfahrung mit der Effektivität und Nutzung solcher Systeme. Darauf aufbauend wurden Kri-

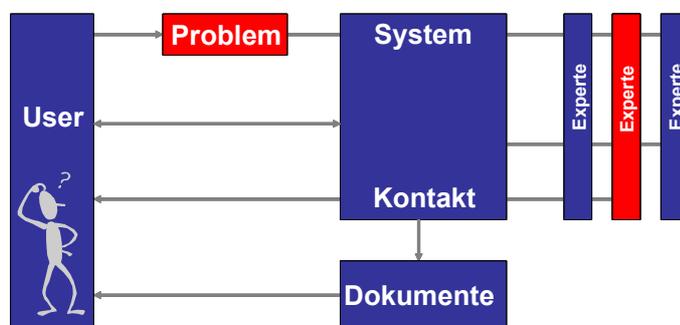


Abbildung 2: Konzept des Expertenpools

terien für den Expertenpool zum Fachgebiet MST erarbeitet, der demzufolge folgende Anforderungen erfüllen soll:

- direkte Kontaktherstellung zwischen Fragestellern und Experten
- Fragestellung in Form einer Freitextmail ohne Fixierung auf spezielle Suchbegriffe
- einfache Bedienung für Fragesteller und Experten
- Unterscheidung von registrierten und nicht registrierten Nutzern (Auswirkung: unterschiedliche Informationstiefe)
- Hinweise auf Publikationen zur angefragten Thematik und wo sie erhältlich sind
- Informationen und Hinweise zu Daten, die anderswo zur Verfügung stehen
- Struktur des Expertenpools: modular aufgebautes System, das eine flexible Anpassung an sich verändernde oder erweiternde Ansprüche ermöglicht

Eine technische Lösung, die diese speziellen Anforderungen erfüllt, stand zum Zeitpunkt des Projektbeginns kommerziell noch nicht zur Verfügung. Es konnte lediglich auf einige technische Grundmodule zurückgegriffen werden, die aber entsprechend erweitert und angepasst werden mussten. Das System sollte zukünftig erweiterbar sein, d.h. weitere Hauptthemen und Schlüsselwörter sollen ohne Probleme eingefügt werden können. Durch Recherchen in Medien wie diversen Ausbildungsinformationen, Hinweisen des MST-Newsletters oder Fachpublikationen zur Mikrotechnologie wurden weitere Inhalte und Schlüsselwörter ermittelt.

Der Expertenpool war mit Ablauf der ersten Förderphase Ende 2005 technisch realisiert und online verfügbar. Im weiteren Projektverlauf wurde der Expertenpool optimiert und die Funktionen verfeinert. Eine weitere Aktivität bestand darin, die Öffentlichkeit auf den Expertenpool aufmerksam zu machen, wozu beispielsweise die CeBit-Computermesse 2006 und Fachtagungen als Plattform genutzt wurden. Zugang besteht über die Leitseite des Projektes <http://www.mst-bildung.de> sowie direkt über die Adresse <http://www.mst-experte.de>. Eine Anpassung der Seiten des Expertenpools an das Layout der Netzwerkhomepage von *mst*bildung führt zu einem „Wiedererkennungseffekt“. Bei Aufruf des Pools wird zwischen Gästen und registrierten Nutzern unterschieden. Foren zum Erfahrungsaustausch stehen zur Verfügung (für Gäste: nur Leserecht; für registrierte Nutzer: aktive Beiträge erlaubt), und Anfragen per Stichwort und Assoziationen sind möglich. Bei der Suchanfrage erfolgen Hinweise zu vorhandenen Dokumenten mit der Option zur Einsicht in eine kurze Inhaltsangabe, die als pdf-Files heruntergeladen werden können. Parallel zum Verweis auf die im Pool katalogisierten Dokumente werden Kontaktdaten zu einem oder mehreren Experten, die zur Beantwortung der Frage vom System ausgewählt werden, einschließlich Kurzprofil gegeben. Der Experte erhält dann eine e-Mail mit der Anfrage in seiner persönlichen To-do-Liste. Das System speichert die Anfragen und Antworten zur späteren Auswertung. Auf diese Liste bereits gegebener Antworten kann später zugegriffen werden, um Redundanzen zu vermeiden. Der Expertenpool bietet somit folgende Funktionalitäten:

- Einloggen als „Gast“ (ohne Registrierung, nur Recherche nach statischen Dokumenten, kein Hinweis auf und keine Vermittlung zu Experten)
- Einloggen als registrierter Nutzer: Zugang zu Experten
- Assoziationen zu Schlüsselwörtern, die es erlauben, Fragen als Freitext zu formulieren, ohne an bestimmte Suchbegriffe gebunden zu sein
- Archiv mit verfügbaren statischen Dokumenten zur Beantwortung von häufig wiederkehrenden Fragen; Dokumente als kurze Zusammenfassungen und pdf-Files vorhanden
- Stellen einer Freitext- oder Stichwortanfrage zur Erstinformation; liefert Hinweise auf passende Archivdokumente und mögliche Experten
- Angabe der passenden Experten mit Kurzprofil und Angabe des Kompetenzgrades (laut Selbstauskunft des Experten)
- Auswahl eines oder mehrer Experten und Möglichkeit der Präzisierung durch Mailanfrage
- automatische e-Mail-Benachrichtigung des ausgewählten Experten, dass eine Anfrage in seiner To-do-Liste eingegangen ist
- Expertenantwort per e-Mail an den Fragesteller
- automatische Speicherung der Fragen und Antworten zur späteren Auswertung

Weitere Module des Expertenpools sind die Vergabe unterschiedlicher Rechte für registrierte und nicht registrierte Nutzer, Experten, Fragesteller und Administrator (Nutzerverwaltung sichert Seriosität der Inhalte), Diskussionsforen zum Erfahrungsaustausch, Hilfe und Informationen zum Expertenpool, weitere thematische Kataloge sowie Links zu Projektpartnern bzw. anderen MST-Netzwerken.

2.3 Schülerlabore

Im niedersächsischen Ausbildungsnetzwerk *mst*bildung waren im Berichtszeitraum zwei Partner mit der Ausarbeitung und dem Angebot von Schülerlaboren betraut; die Fakultät Naturwissenschaften und Technik und das Institut für Mechatronik und angewandte Photonik der Fachhochschule Hildesheim/Holzminden/Göttingen sowie das Laser Laboratorium Göttingen e.V.

Die Fakultät Naturwissenschaften und Technik und das Institut für Mechatronik und angewandte Photonik (IMAPH) an der Fachhochschule Hildesheim/Holzminden/Göttingen (HAWK) bilden eine Schnittstelle zwischen Schule und Hochschule im Ausbildungsnetzwerk. Um bei Schülern und Schülerinnen und damit vielleicht zukünftigen Auszubildenden der MST ein technisches Verständnis zu erkennen und zu fördern, muss bereits in der Schule das Interesse für dieses Themengebiet geweckt werden. Da die Ausbildung zum Mikrotechnologen/zur Mikrotechnologin zu Projektbeginn kaum bekannt war, wurden vom IMAPH Informationsveranstaltungen in Schulen organisiert und Fachlehrkräfte auf das

Netzwerk und insbesondere auf die im Netzwerk erarbeiteten, vielfach frei zugänglichen Arbeitsmaterialien hingewiesen. Im Rahmen des Ausbildungsnetzwerkes erstellten IMAPH/HAWK einfach umzusetzende Versuche und Lehrmaterialien für Schüler und Schülerinnen, die auf die vorhandenen technischen Gerätschaften der Fakultät abgestimmt sind.

Im Mikroskopielabor der Fakultät Naturwissenschaften und Technik wurde eine Druckerpatrone des Tintenstrahl-Prinzips genauer unter die Lupe genommen. Es handelt sich dabei um eine ausgediente Hewlett Packard-Farbpatrone wie sie in einem handelsüblichen Farbdrucker eingesetzt wird. Nach dem Ablösen der Metallfolie mit den Düsen werden diese von Schülern und Schülerinnen selbstständig lichtmikroskopisch vermessen. Mit einem Betreuer zusammen können tiefere Einblicke mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) gewonnen werden. Zur Vor- und Nachbereitung dieses Angebots ist eine Ausarbeitung zum Thema Druckerpatronen verfügbar.



Abbildung 3: Druckerpatrone mit REM-Aufnahme der Düse

Die Mikromaterialbearbeitung mit einem Excimerlaser stellt ein wichtiges Werkzeug zur Erzeugung kleinster Strukturen vor, die in der MST Einsatz finden. Zu den jährlichen Informationstagen der Fakultät Naturwissenschaften und Technik ist ein menschliches Haar mit dem Schriftzug „Fakultät NT“ versehen worden. Mit dem Mikroskop wurde diese Materialbearbeitung ausgewertet. Es ergaben sich Strukturbreiten von 3 μm . Dieses Experiment weckte bei Schülern und Schülerinnen großes Interesse, da jeder die Abmessungen eines Haares „kennt“ und sich kaum vorstellen kann, ein solches zu beschriften. Bei diesem Versuch wird besonders auf das Strahlwerkzeug Laser eingegangen, sowohl in der Funktionsweise als auch in der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie.



Abbildung 4: Mittels Blende beschrifteter Kunststoff (mit Haar als Größenvergleich)

Für ein weiteres Experiment wurde eine Blende mit dem Logo der Fachhochschule (HAWK) erstellt, mit der mit einem Excimerlaser Materialien beschriftet werden können. Der Schriftzug weist in etwa die Dicke eines Haares auf (ca. 50 μm), so dass Versuche auch hiermit eindrucksvoll die Größenordnungen der Mikromaterialbearbeitung aufzeigen. Um diesen Versuch für Jugendliche besonders ansprechend zu gestalten, besteht die Möglichkeit, Blenden selbst zu gestalten und mit einem Nd:Yag-

Laser herzustellen.

Ein weiterer Themenkomplex im Göttinger Schülerlabor am IMAPH ist die Lasermaterialbearbeitung von Holz. Hier werden mit Hilfe des Excimerlasers oberflächennahe Bereiche der Holzstruktur verändert. Diese Mikrobearbeitung und Oberflächenablation verschiedener Holzsorten ermöglicht Schülern und Schülerinnen einen mikroskopischen Einblick in die heterogene Holzmatrix. Gleichzeitig lernen sie einige Mikroskopietechniken und deren Unterschiede kennen: Den Laborteilnehmerinnen und -teilnehmern wird das Laser Scanning Microscope vorgestellt, mit dem Oberflächenrauigkeit und Abtragstiefen der Proben ermittelt werden. Zur qualitativen Auswertung stehen Lichtmikroskope und das REM zur Verfügung. Die theoretischen Grundlagen zum Versuch liegen als Veröffentlichung vor und können zur Vor- oder Nachbereitung dienen.

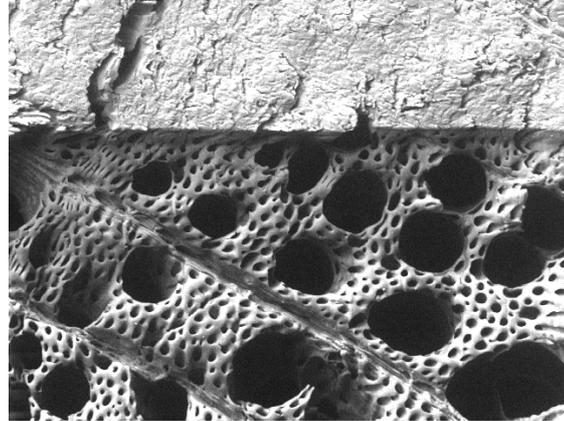


Abbildung 5: REM-Aufnahme der abgetragenen Holzoberfläche



Abbildung 6: Lotusblatt mit REM-Aufnahme der Oberflächenstruktur

Der Bezug zur Nanotechnologie wird in diesem Schülerlabor über den Lotuseffekt aufgezeigt. Dieser Effekt wird seit einigen Jahren intensiv erforscht, da sich für den Alltag interessante Anwendungen ergeben wie z.B. selbstreinigende Oberflächen. Mit Hilfe eines Rosenkäfers (Kohlblattes, Lotusblattes) wird der Lotuseffekt erläutert und demonstriert. Dazu wird die Oberflächenstruktur unter verschiedenen Mikroskopen betrachtet (Licht-, Elektronen-, Atomkraftmikroskop), wobei auch eine Vorstellung der Größenordnungen vermittelt wird.

Jährlich wird von der Stadt Göttingen die so genannte „Göttinger Woche Wissenschaft und Jugend“ organisiert, die seit 1997 jeweils im Sommer stattfindet. Insgesamt nahmen im Rahmen der Göttinger Woche und der Informationstage der Fakultät Naturwissenschaften und Technik etwa 25 Schulen aus Göttingen und dem Göttinger Umfeld an Veranstaltungen im Rahmen des Projektes teil, so dass im Verlauf des Projektes einige 100 Schüler und Schülerinnen erreicht werden konnten.

Das Laser-Laboratorium Göttingen e.V. (LLG) hatte sich zum Ziel gesetzt, im Rahmen des Netzwerkprojektes schülergerechte Experimente mit Lasern auszuarbeiten, um Jugendliche frühzeitig an tech-

nisch-naturwissenschaftliche Themen wie die MST heranzuführen und Berufsmöglichkeiten darzulegen. Ferner leistete das LLG Unterstützung von Schulen bei der Behandlung aktueller Themen der MST und der Betreuung von Facharbeiten. Am LLG waren bereits mehrere Forschungsprojekte zu Fragen der MST durchgeführt worden, aus denen Fragestellungen für Schülerexperimente abgeleitet werden konnten. Bereits zu Projektbeginn bestanden Kontakte zu verschiedenen Schulen und anderen, mit Aus- und Weiterbildung befassten Göttinger Einrichtungen wie dem Göttinger Experimentallabor für junge Leute e.V. (XLAB) und dem PhotonicNet GmbH.

Für ein zweiwöchiges Praktikum für Schüler und Schülerinnen der 12. Jahrgangsstufe mit teilweise mehrtägigen Experimenten wurde am LLG ein Konzept erarbeitet. Die Experimente behandeln Themen im Schnittpunkt von Lasertechnik und MST wie Lasertechnik, Lichtleitfasern, optischer Abstandssensor / optisches Mikrofon, miniaturisiertes Laserfluorimeter und LIDAR (Light detection and ranging). Versuchsanleitungen sollten den Schülern helfen, sich vor dem Praktikum



Abbildung 7: Schulpraktikanten beim „Feldversuch“

selbstständig in die - für sie meist neue - Thematik einzuarbeiten. Neben der Durchführung der Versuche standen auch Fragen wie Laborsicherheit, Umgang mit Geräten, Präsentationstechnik und eine Exkursion in eine feinoptische Werkstatt auf dem Programm. Im Anschluss an das Praktikum bestand die Möglichkeit, für die an der Schule anzufertigenden Facharbeiten einzelne Themen des Praktikums aufzugreifen. Hierzu wurden vertiefende Einzelgespräche durchgeführt und Hilfestellung bei den Ausarbeitungen geleistet. Im Rahmen der Göttinger Woche führte das LLG jeweils einen Tag der offenen Tür mit Vorführung von Experimenten und Diskussionsmöglichkeiten durch. Für mehrere Physik-Leistungskurse aus niedersächsischen Schulen wurden Laborführungen veranstaltet, um den Schülern aktuelle Projekte und typische Arbeitsweisen in einem Forschungsinstitut zu vermitteln.

2.4 Firmenakquise

Im Februar 2007 wurden 101 Adressaten telefonisch kontaktiert und anhand eines Interviewleitfadens nach ihrem Interesse an MST-Fachkräften, der Teilnahme an der Verbundausbildung sowie Weiterbildungskursen zu MST-spezifischen Themen befragt. 23 Betriebe zeigten keinerlei Interesse und waren davon überzeugt, gut aufgestellt zu sein. 6 Betriebe gaben an, keinen Bedarf zu haben. Bei 18 Betrieben war der Ansprechpartner nicht zu erreichen. 15 Betriebe konnten gar nicht erreicht werden, 2 Betriebe erbaten eine sofortige Kontaktaufnahme. 13 Betriebe wollten sofort Infomaterial zugesandt

bekommen, um den akuten Bedarf zu prüfen. Weitere 12 Betriebe gaben an, derzeit kein Interesse zu haben evtl. jedoch später einmal ohne Angabe eines konkreten Zeitraumes. 8 weitere Betriebe wollten stetig auf dem neuesten Stand gehalten werden, um bei Bedarf umgehend agieren zu können. Abbildung 8 stellt die Ergebnisse der Telefonaktion in einem Kreisdiagramm dar.

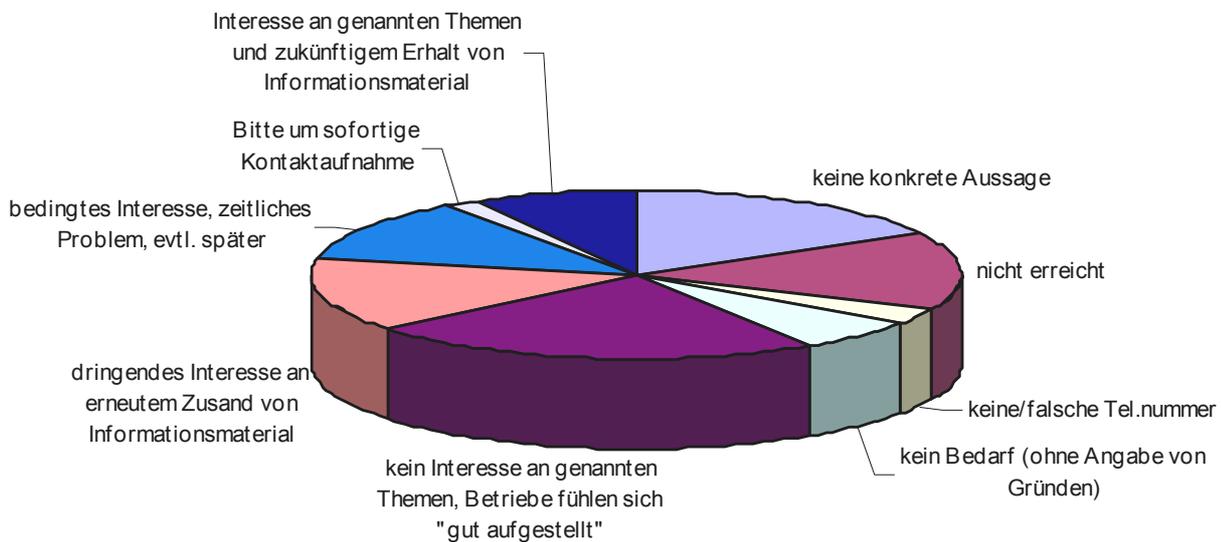


Abbildung 8: Auswertung der Telefonaktion vom Februar 2007

Im Sommer 2007 wurden in Kooperation mit den Netzwerkpartnern (vornehmlich der LZH Laser Akademie GmbH und uni transfer) nochmals mögliche Ausbildungsbetriebe in der Region Hannover identifiziert und 39 Betriebe vom Koordinator des Netzwerks telefonisch kontaktiert. In diesem Zuge wurden drei Firmenbesuche vom Projektleiter Prof. Gatzert und der Projektbearbeiterin am imt vereinbart und durchgeführt, da diese Betriebe noch Informationsbedarf hatten. Am 29. Februar 2008 fand in den Berufsbildenden Schulen Neustadt a. Rbge. eine Informationsveranstaltung zum Ausbildungsberuf Mikrotechnologe/Mikrotechnologin statt. Gemeinsam mit Lehrkräften der Schule und dem Schulleiter Herrn Marsch wurden Fragen zur Ausbildung im Bereich der Mikrotechnologie beantwortet und Perspektiven aufgeworfen. Von knapp 200 eingeladenen Firmen entsendeten sechs Betriebe Vertreter zu dieser Informationsveranstaltung.

Insgesamt konnten durch die telefonische Akquise und die Informationsveranstaltung in den Berufsbildenden Schulen Neustadt a. Rbge. vier Firmen für die Ausbildung gewonnen werden: Cutting Edge Coatings, Ilfa Feinstleitertechnik, KAG Kählig Antriebstechnik GmbH und die LPKF Laser & Electronics AG. Drei Firmen - LaVision, der Technische Labor Service sowie die Wabco GmbH & Co. OHG - zeigten grundsätzlich Interesse an der Ausbildung. Darüber hinaus werden das imt sowie die Verbundpartner das Institut für Materialien und Bauelemente der Elektronik (MBE) der Leibniz Universität Hannover sowie das Laserzentrum Hannover e.V. im Herbst 2009 jeweils einen Auszubildenden/eine Auszubildende einstellen. Die von den Berufsbildenden Schulen in Neustadt a. Rbge. vorgegebene Mindestanzahl sechs zur Beschulung der Auszubildenden in einer eigenen Klasse wird also im Jahr 2009 erreicht. Die nächste Generation Auszubildender erhält ihre schulische Ausbildung somit wieder

in der Region Hannover, nachdem der Ausbildungsverbund wegen einer zu geringen Anzahl Auszubildender einige Jahre auf den Blockunterricht an der berufsbildenden Schule in Erfurt ausweichen musste. Für die Zukunft ist ein Turnus geplant, nach dem alle drei Jahre eine neue Generation Auszubildender eingestellt wird.

2.5 Workshops

Bereits im März 2004 wurde in Zusammenarbeit des Instituts für Mikrotechnologie, dem Forschungszentrum L3S und dem ZTD ein Workshop zum Thema „Innovative Lehr- und Lernmaterialien“ organisiert und durchgeführt worden. Dazu kamen Vertreter der bundesweit geförderten Netzwerke im deutschen Pavillon auf der Expo-Plaza zusammen, berichteten über eigene Aktivitäten im Bereich Lehr-/Lernmaterialien und diskutierten den möglichen Austausch bzw. die gemeinsame Nutzung auch unter rechtlichen Aspekten. Weitere Themen des Workshops waren der technische Support sowie die didaktische Gestaltung der Materialien. Im Februar 2005 fand in Essen ein zweiter Workshop statt, der vom Netzwerk learn-mst und *mst*bildung gemeinsam organisiert wurde und sich mit Qualitätsaspekten innovativer Lehr- und Lernmaterialien befasste. Zentrale Themen dieses Workshops waren Standards, Teletutor/-tutorin und das Referenzmodell DIN PAS 1032-1.

Um neben der MST auch regionale Projekte und Aktivitäten aus anderen Disziplinen der Hochtechnologien kennenzulernen sowie Vertreterinnen und Vertreter aus allen Bereichen der Aus- und Weiterbildung im Hochtechnologiebereich zusammenzubringen und gemeinsam über Trends und Perspektiven zu diskutieren, wurde vom Netzwerk *mst*bildung Ende Juni 2007 die Tagung „Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen“ durchgeführt. Eingeladen waren neben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auch regionale Bildungsträger, Vertreterinnen und Vertreter der Industrie- und Handelskammer, Unternehmen sowie Gewerkschaften und Ministerien. Ziel dieser Veranstaltung war es, Erfahrungen über innovative Lernmethoden und -instrumente zu präsentieren, neue Denkanstöße und Umsetzungsvorschläge zu geben und durch die entstehenden Kontakte die Möglichkeit für gemeinsame Initiativen zu eröffnen. Abbildung 9 zeigt Impressionen vom Workshop, bei dem auch acht Informationsstände aufgebaut waren.



Abbildung 9: Impressionen vom Workshop Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen

Insgesamt diskutierten über 30 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus den o.g. Bereichen über die Themen Lernorte, selbstgesteuertes Lernen, Ausbildung in Verbänden, eLearning, Sommerschulen und Good Practice-Beispiele sowie über Erfolgsfaktoren und Hemmnisse. 22 Teilnehmer gaben einen ausgefüllten Evaluationsfragebogen ab, der eine überaus positive Resonanz zur Veranstaltung widerspiegelte. Die Auswertung der Fragebögen ist im Evaluationsbericht 2007 zum Projekt 16SV2218 ausführlich beschrieben. Zum Workshop wurde ein Tagungsband herausgegeben, der an die Referenten kostenlos verteilt wurde und über den Shaker Verlag zu beziehen ist (s. Veröffentlichungen/Literatur Seite 21).



Abbildung 10: Deckblatt des zum Workshop erschienenen Tagungsbands

2.6 Überregionale Themenfeldkoordination - Angebotsdatenbank

Das überregionale Themenfeld „Angebotsdatenbank“ wurde in den Jahren 2006/2007 gemeinsam von den Netzwerken learn-mst und *mst*bildung bearbeitet und koordiniert. Die Entwicklung und Erprobung innovativer Lehr- und Lernmaterialien für die Aus- und Weiterbildung im Bereich der MST ist eines der zentralen Themen der AWNET. Innerhalb des Themenfeldes „Angebotsdatenbank“ sollten Aktivitäten und Erfahrungen der einzelnen Netzwerke bei der Entwicklung bzw. dem Einsatz von Lehr- und Lernmaterialien in der Aus- und Weiterbildung in der MST diskutiert, erfasst und koordiniert werden. Die Datenbank wurde im Rahmen eines Unterauftrags vom Regionalen Rechenzentrum für Niedersachsen (RRZN) Mitte des Jahres 2006 programmiert und ins Internet gestellt, allerdings in einer geschützten Domäne. Als Software für die Programmierung wurde TYPO3 ausgewählt. TYPO3 ist ein vom RRZN entwickeltes leistungsfähiges Content Management System (CMS) für anspruchsvolle Web-Auftritte und findet zunehmend Verbreitung im Hochschulbereich. Die Nutzung dieser Open-

Source-Software ist kostenlos und der Quellcode frei verfügbar. TYPO3 bietet alle Merkmale eines modernen CMS wie:

- Trennung von Inhalt und Layout
- detaillierte Verwaltung der Benutzerrechte
- Administration und Bearbeitung über Web-Browser
- Datenbankintegration
- automatische Erstellung von Navigationsleisten, Sitemaps und Menüs
- integrierte Suchfunktionen
- Erweiterbarkeit um Foren, Veranstaltungskalender, Newsletter, Projektdokumentationen usw.

Über den Link <http://www.mst-ausbildung.de/angebotsdatenbank> können die Aus- und Weiterbildungsangebote und Materialien der einzelnen Netzwerke eingesehen werden. Die Daten waren rechtzeitig zu den Essener MST-Forumstagen am 12./13.10.2006 in die Datenbank aufgenommen worden. Aus jedem der sechs AUNET wurde jeweils eine Person benannt, die Administratorrechte besitzt und Angebote des eigenen Netzwerks einstellen sowie überarbeiten und aktualisieren kann. In Kooperation aller AUNET wurden im weiteren Projektverlauf die Kategorien sowie die Suchfunktion angepasst und die Benutzerfreundlichkeit der Datenbank durch Hilfetexte erhöht. Außerdem wurden Texte und Beschreibungen angepasst, Testeinträge gelöscht, Angebote frei geschaltet und ein „zurück“-Button bei Einsicht in die Angebote eingefügt.

2.7 Gender Mainstreaming

Auf eine Anregung von Frau Prof. Schwarze auf der Jury-Sitzung der AUNET Ende 2005 hin entstand das Projekt „FEET – Frauen entdecken und erleben Technik“, das im Jahr 2006 am Institut für Mikrotechnologie durchgeführt wurde. Grundlegendes Ziel dieses Programms war es, durch Praxisangebote die Anzahl junger Frauen in technischen Studiengängen bzw. Ausbildungsgängen zu erhöhen. Mit der Durchführung von Praxisworkshops für Schülerinnen, genderorientierten Seminaren zum Erlernen von Kommunikations- und Kooperationsformen für Studentinnen in technischen Studiengängen sowie der Durchführung eines Mentorings sollte jungen Frauen die Chance zur optimalen Vorbereitung auf die Berufswelt in Wissenschaft und Wirtschaft eröffnet werden.

Eine Gruppe von zehn Schülerinnen der Jahrgangsstufe 11 besuchte eine Vorlesung zur Experimentalphysik, in der Bezug auf aus der Schule bekannte Themen genommen wurde, unternahm eine Exkursion zur Experimentierlandschaft phaeno in Wolfsburg und hatte Gelegenheit, sich auf zwei Kommunikationsseminaren mit dem unterschiedlichen Kommunikationsverhalten von Männern und Frauen auseinanderzusetzen. Die Seminare wurden vom Gleichstellungsbüro der Leibniz Universität Hanno-

ver veranstaltet. Die einzelnen Projektbausteine innerhalb des Projektes FEET setzten sich aus folgenden Veranstaltungen zusammen:

- Auftaktveranstaltung zum Projekt 31. März 2006
- Vorlesungsbesuch zum Thema Experimentalphysik 04. Mai 2006
- 1. Seminar Sozialkommunikatives Erlernen von Kommunikations- und Kooperationsformen 19. Mai 2006
- Exkursion zum Phaeno, Wolfsburg 15. Juni 2006
- Lab Day 05. Oktober 2006
- 2. Seminar Sozialkommunikatives Erlernen von Kommunikations- und Kooperationsformen 31. Oktober 2006
- Abschlussveranstaltung 08. Dezember 2006



Abbildung 11: Schülerinnen beim LabDay im Reinraum des Instituts für Mikrotechnologie mit ihren Wafern

Ein Highlight des FEET-Projektes war für die Schülerinnen der „LabDay“, ein Tag im Reinraum (Abbildung 11), bei dem jede Schülerin eigenständig einen Fotolithografieprozess mit nachfolgendem Ätzschritt auf einem Wafer durchführte, der ihr Konterfei in eine dünne Goldschicht übertrug. Den Wafer konnten sie nach der Veranstaltung als Andenken mit nach Hause nehmen. Auf dieses Erlebnis hin bewarb sich eine Schülerin sofort um eine Stelle für ihr Schulpraktikum am Institut für Mikrotechnologie. Bei allen Aktivitäten wurden die Schülerinnen von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen des Instituts für Mikrotechnologie

betreut. Parallel zum Projekt bestand für die Schülerinnen die Möglichkeit, am Mentoringprogramm der Leibniz Universität Hannover teilzunehmen, das regelmäßig vom Gleichstellungsbüro angeboten wird und im Herbst 2006 begann. Projekt begleitend erfolgte eine Evaluation, die vom Kompetenzzentrum Technik-Diversity-Chancengleichheit durchgeführt wurde und in einem abschließenden Evaluationsbericht dokumentiert ist. Insgesamt schien die Teilnahme am Projekt FEET den Schülerinnen eine Möglichkeit zu geben, auf unterhaltsame Weise etwas über für Mädchen untypische Berufe zu erfahren. Für diejenigen Schülerinnen, bei denen ein Berufswunsch geweckt oder gefestigt werden konnte, schien dies auf wirklich interessante Art und Weise geschehen zu sein, die für mögliche folgende Projekte durchaus als Vorbild dienen kann.

Die bei der Bearbeitung des Projekts FEET gesammelten Erfahrungen flossen bei der Beantragung eines Projekts zur BMBF-Ausschreibung „Frauen an die Spitze“ ein. Von ausschlaggebender Bedeutung, um Mädchen und junge Frauen an ingenieur- und naturwissenschaftliche Berufe heranzuführen, ist die Kenntnis der Determinanten ihrer Berufswahlentscheidung. Hier setzt dieses Vorhaben an; es will diese Determinanten und damit die Argumente erforschen, gegenüber denen junge Frauen abgeschlossen sind. Darüber hinaus soll die Wirksamkeit bisheriger spezieller Angebote zur Berufsorientierung analysiert werden. Mit diesen Kenntnissen können junge Frauen gezielt angesprochen und für die Aufnahme einer akademischen bzw. gewerblichen Ausbildung im ingenieur- oder naturwissenschaftlichen Bereich begeistert werden. Um dieses Vorhaben durchzuführen, haben sich das Institut für Mikrotechnologie, das gleichzeitig als Koordinator fungiert, das Gleichstellungsbüro der Leibniz Universität Hannover, die BWAW Thüringen gGmbH (Netzwerk FasiMiT), das Münchner Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM-M, Partner im Netzwerk Munich Micronet) sowie die VDI/VDE-IT GmbH zusammengeschlossen.

Ferner hat sich das imt bei der Beantragung eines Förderprojektes „mst|femNet meets Nano and Optics. Bundesweite Mädchen-Technik-Kongresse“ im Rahmen der BMBF-Initiative „Talentschmiede Deutschland“ engagiert. Mit dem Konzept des Mädchen-Technik-Kongresses soll erstmalig ein Vorhaben realisiert werden, das Mädchen und junge Frauen in der Rolle der „Botschafterinnen für die Hochtechnologien“ heranzuführt und gleichzeitig ein breites jugendliches Publikum für Fragestellungen aus den Technologiefeldern MST, Optische Technologien und Nanotechnologien interessieren soll. Vor dieser Ausgangslage zielt das Projekt auf die Verbindung des Mädchen- und Frauennetzwerkes mst|femNet mit weiteren Mädchen- und Frauennetzwerken in der Hochtechnologie. Es geht insbesondere darum, einen Beitrag zur Ansprache von Mädchen und Frauen außerhalb von Großstädten und Ballungsräumen zu leisten. Die Verankerung der in mst|femNet verbundenen Partner aus den bundesweit aufgestellten AWWNET mit regionalen Akteuren in der Aus- und Weiterbildung wird genutzt, um Mädchen und junge Frauen für neue Berufe in der Hochtechnologie zu sensibilisieren und deren Berufswahlorientierungsprozesse in Richtung Hochtechnologie zu beeinflussen. Das Projekt knüpft an den Regionalbezug der AWWNET an und erweitert das bestehende Technologiefeld um die Nanotechnologie und die Optischen Technologien. Im Zentrum des Vorhabens stehen regionale Mädchen-Technik-Kongresse, die mit begleitenden Maßnahmen und einer bundesweiten Koordination sowie einer wissenschaftlichen Begleitung und Evaluation verbunden sind.

3 Anwendungspotentiale und Nutzbarkeit der Ergebnisse für KMU

Die vom Forschungszentrum L3S in Kooperation mit dem ZDT entwickelten und erprobten Lehr- und Lernmodule sind für KMU, die sich zur Ausbildung entschließen und dem vom Institut für Mikrotechnologie koordinierten Ausbildungsverbund beitreten, frei nutzbar. Darüber hinaus steht ihnen der vom Netzwerkpartner uni transfer konzipierte und realisierte Expertenpool zur Klärung fachlicher Fragen im Bereich der MST zur Verfügung. Ferner besteht bei Bedarf an ausgebildeten Mikrotechnologen/Mikrotechnologinnen über das Netzwerk *mst*bildung direkter Kontakt zu Absolventen dieses Ausbildungsgangs

4 Angebot von Dienstleistungen mit Adressliste

Im Rahmen der zur Kofinanzierung des MST-Ausbildungsnetzwerks ins Leben gerufenen, aus dem Europäischen Sozialfonds (ESF) geförderten Initiative „QualiFAnT – Qualifizierung von Fachkräften und Ausbildern in neuem Technologien“ wurde ein Kursangebot entwickelt, das über die LZH Laser Akademie GmbH auch über den Förderzeitraum vom 01.01.2006-31.03.2007 hinaus vermarktet wird (siehe www.lzh-laser-akademie.de). Die Aufgabe der LZH Laser Akademie GmbH ist der professionelle Ausbau der seit Gründung des Laser Zentrums Hannover (LZH) betriebenen Schulungen und Weiterbildungen in einem erweiterten Rahmen.

Grundlegendes Ziel von QualiFAnT war eine aktive Beeinflussung der regionalen industriellen Personalentwicklung im Bereich MST durch das Angebot bedarfsorientierter praktischer Weiterbildungskurse und die Personalgewinnung von Ausbildern sowie umgeschulten Facharbeitern. Dies sollte Firmen zum einen den Einstieg in die Ausbildung von Mikrotechnologe/Mikrotechnologinnen erleichtern, zum anderen leistete das Projekt Unterstützung bei der Qualifizierung berufsfremder Fachkräfte, die mikro-systemtechnische Produkte fertigen. In den entwickelten Kursen werden Grundlagen der Elektrotechnik und der Optik/Lasertechnik vermittelt. Technologiekurse schulen die Teilnehmer und Teilnehmerinnen in den Basistechnologien der MST wie der Erstellung und Strukturierung von Schichten und der Fotolithografie. Ein weiteres Modul befasst sich mit dem Arbeitsplatz Labor. Hier werden Einblicke in die Reinraumtechnik gegeben, die wichtigsten Messmethoden der Mikrotechnik behandelt sowie auf Sicherheitsbestimmungen eingegangen. Alle Kurse weisen einen hohen Praxisanteil auf, was QualiFAnT gegenüber anderen Weiterbildungsangeboten auszeichnet. Diese Praxiskurse werden durch ein Kursangebot technisches Englisch ergänzt. Teilnehmer und Teilnehmerinnen am Weiterbildungsprogramm erhalten bei Belegung eines Grundlagen- sowie zweier Technologiekurse und einem Kurs aus dem Modul Arbeitsplatz Labor ein Zertifikat „Fachkraft für Mikrotechnik“ von der Industrie- und Handelskammer Hannover.

Zur Bekanntmachung des Kursangebotes wurden vier verschiedene Flyer entworfen und gedruckt. Ein Flyer kündigt zwei Grundlagenkurse zu den Themen „Mikroelektronik“ sowie „Optik und Lasertechnik“ an und weist auf die Möglichkeit zum Erwerb eines IHK-Zertifikates „Fachkraft für Mikrotechnik“ hin. Ein weiterer Flyer bietet die drei Technologieseminare „Dünnschichttechnologie“, „Mikro- und Nanobearbeitung“ sowie „Lithografie und Strukturerzeugung“ an, der dritte Flyer bietet die drei Kurse „Messtechnik und Qualitätssicherung“, „Arbeitssicherheit in der Mikrotechnik“ und „Reinraumtechnik“ zum Umfeld Arbeitsplatz Labor an und der vierte Flyer technisches Englisch mit dem Schwerpunkt Mikrotechnik „English Refresher - Microtechnology“.

5 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Innovative Lernumgebung auf der internetbasierten Lehr/Lernplattform ILIAS	4
Abbildung 2: Konzept des Expertenpools	6
Abbildung 3: Druckerpatrone mit REM-Auf-	9
Abbildung 4: Mittels Blende beschrifteter	9
Abbildung 5: REM-Aufnahme der abgetra- genen Holzoberfläche.....	10
Abbildung 6: Lotusblatt mit REM-Aufnahme	10
Abbildung 7: Schulpraktikanten beim „Feldversuch“	11
Abbildung 8: Auswertung der Telefonaktion vom Februar 2007	12
Abbildung 9: Impressionen vom Workshop Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen.....	13
Abbildung 10: Deckblatt des zum Workshop erschienenen Tagungsbands.....	14

6 Veröffentlichen/Literatur

- A. Bruhne, I. Herbold, A. Weiner und C. Wichmann (Hrsg.): Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologieberufen, Tagungsband des niedersächsischen Ausbildungsnetzwerks **mstbildung** 2007, Shaker Verlag Aachen, 2007, ISBN 978-3-8322-6720-9
- C. Ruffert, C. Morsbach: Klein aber fein – Mikrotechnologie als Ausbildungsberuf. Zeitschrift phi, Ausgabe 2, S. 12-13, 2004
- C. Ruffert und H.H. Gatzert: Ausbildung von Fachkräften für die Mikrosystemtechnik. Mikrosystemtechnik, Begleitband zum Kongress 2005, Freiburg, VDE Verlag, Berlin, Deutschland, S. 877-880, 2005
- C. Ruffert und H.H. Gatzert: Concepts for the Apprenticeship and Advanced Training in Microtechnology, Special Session "Education and Training", Konferenzband Sensor & Test 2009, Nürnberg, Deutschland (eingereicht)
- R. Sandvoß und A. Weiner: Netzbasierte Lernformen in der Ausbildung von Mikrotechnologen/Mikrotechnologinnen. In: J. Pangalos, G. Spöttl, S. Knutzen, F. Howe, F. (Hrsg.): Informatisierung von Arbeit, Technik und Bildung. Eine berufswissenschaftliche Bestandsaufnahme. Münster: Lit, S. 333-344, 2005 ISBN 3-8258-8948-3
- R. Sandvoß: Innovative Strategies of Qualification in Microsystem Technology. mst news No. 6/06 Remote Training and Engineering in MST, 2006
- A. Weiner, R. Sandvoß: Netzbasiertes Lernen in der Ausbildung von Mikrotechnologen/Mikrotechnologinnen: Piezoresistiver Silizium-Membran-Drucksensor. In: Interesse wecken - Motivation steigern - praxisorientiert ausbilden. Hrsg.: AUNET Geschäftsstelle. Berlin, S. 104-110, 2007. ISBN 978-3-89750-148-5