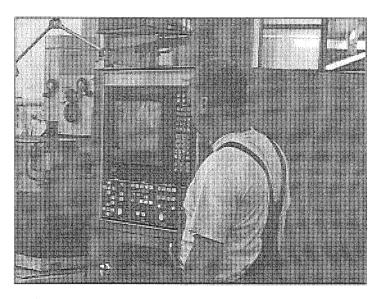
ernen enem

Elektrotechnik/Metalltechnik



Schwerpunkt: Gestaltungsdimensionen

Stuber: Geschäfts- und Arbeitsprozesse Heidegger/Laske: Evaluationskonzept Howe: Lern- und Arbeitsaufgaben Hahne: Mulitmedia

Leester-Schädel: Mikromechanik



DM 12,50 ISSN 0940-7340

"lernen & lehren" erscheint in Zusammenarbeit mit der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V. und der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V.

Herausgeber:

Gottfried Adolph (Köln), Manfred Marwede (Kiel), Jörg-Peter Pahl (Dresden), Felix Rauner (Bremen)

Ständige Mitarbeiter:

Klaus Drechsel (Dresden), Friedhelm Eicker (Rostock), Werner Gerwin (Berlin), Detlef Gronwald (Bremen), Hans-Dieter Hellige (Bremen), Wolfhard Horn (Köln), Rolf Katzenmeyer (Gießen), Ute Laur-Ernst (Berlin), Wolf Martin (Hamburg), Ernst-Günter Schilling (Hamburg), Helmut Ulmer (Homburg/Saar)

Schriftleitung:

Georg Spöttl (Flensburg), Bernd Vermehr (Hamburg)

Heftbetreuer:

Geora Spöttl

Redaktion:

lernen & lehren

c/o Bernd Vermehr

Achter Lüttmoor 28

22559 Hamburg (040) 81 86 46

c/o Georg Spöttl

biat Berufsbildungsinstitut

Arbeit und Technik

Munketoft 3 24937 Flensburg (0461) 1413510

e-mail:

spoettl@biat.uni-flensburg.de

Das Bild auf dem Titelumschlag zeigt Facharbeiter.

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an die obenstehende Adresse.

Verlag, Vertrieb und

Donat Verlag

Gesamtherstellung:

Borgfelder Heerstr. 29 • 28357 Bremen

Tel.: (0421) 274886 • Fax: (0421) 275106

Bei Vertriebsfragen (z.B. Adressenänderungen) den Schriftwechsel bitte stets an den Verlag richten.

Bremen, 1999 ISSN 0940-7340

lernen & lehren Elektrotechnik/Metalltechnik

Schwerpunkt: Gestaltungsdimensionen für Lehren und Lernen

Inhalt

Und wieder geht es um die Grundlagen oder blindes Vertrauen Gottfried Adolph	6
Editorial	
Georg Spöttl	9
Schwerpunktthema	
Gestaltungsdimensionen für Lehren und Lernen Geschäfts- und Arbeitsprozesse – vom (begrenzten) Nutzen eines neuen Leitbilds in der Berufsbildung Franz Stuber	11
Transformations-Evaluation – Ein Evaluationskonzept für die Modellversuchspraxis Gerald Heidegger/Gabriele Laske	24
Das "Kabelablänggerät" – eine gestaltungsorientierte Lern- und Arbeitsaufgabe aus dem Modellversuch GoLo Falk Howe	43
Multimedia im Handwerk – Nutzungsbeispiele im SHK-Handwerk Klaus Hahne	56

Forum

Mikromechanik - Einblick und Anwendungen

Monika Leester-Schädel	69
Praxisbeiträge	
Dezentrale Prozessautomatisierung für ein modulares Produktionssystem (MPS) mit Interbus Jörg Tuttas	81
Rezensionen, Hinweise, Berichte, Mitteilungen	
Elektrotechnik – Grundbildung – Auf dem Weg zur Fachbildung? Rolf Katzenmeyer	87
Fertigungsmesstechnik Matthias Becker	88
Kraftfahrzeugtechnik Matthias Becker	89
Lehrer-Kursbuch Internet Jens Grzonkowski	91
Neue Entwicklungen in der Gebäudetechnik – Tagungsankündigung	92
Neuorientierung an Arbeits- und Geschäftsprozessen – Tagungsankündigung	93
Autorenverzeichnis	95
Ständiger Hinweis	96

Gottfried Adolph

Kommentar

Und wieder geht es um die Grundlagen: Einsicht oder blindes Vertrauen.

Der Bremer Berufspädagoge Prof. Gronwald wurde 60. Aus Anlass dieses Ereignisses kam die Gemeinde der Berufspädagogen zu einem Kolloquium zusammen. Indem jeder der Beteiligten aus seinem persönlichen Arbeitsbereich einen Beitrag leistete, entstand nicht nur ein Hintergrund, vor dem sich die wissenschaftliche Arbeit von Gronwald deutlich abheben konnte, sondern auch eine Gesamtschau der gegenwärtigen berufspädagogischen Probleme. Viele Beiträge befassen sich mit dem Phänomen, dass in der Berufswelt die unmittelbar sinnlich wahrnehmbare "Dinglichkeit" der Arbeitsgegenstände und Prozesse dramatisch abnimmt und an ihrer Stelle etwas in Erscheinung tritt, was man versucht, mit der Bezeichnung "virtuelle Dinglichkeit" zu kennzeichnen. Dass dabei, explizit oder implizit, das Grundlagenproblem in dem Mittelpunkt rückt, ist nicht weiter erstaunlich.

Auf den ersten Blick erstaunlich ist jedoch, dass zwei Berufspädagogen, die in einem Institut eng zusammenarbeiten, im gleichen Sachverhalt zu konträr entgegengesetzten Positionen finden.

In der Heiztechnik findet die Brennwerttechnik wegen des überaus günstigen Wirkungsgrades immer mehr Verwendung. Manfred Hoppe (sein Beitrag trägt den etwas dunklen Titel: Zum konstitutiven Potential der Gegenständlichkeit für Facharbeit) demonstriert an dem Beispiel Brennwerttechnik, um was es ihm bei der Grundbildung geht.

Er geht von der Tatsache aus, dass wegen des zunehmenden Einsatzes von Mikroelektronik in dieser Technik die "black-box" Realität für den Facharbeiter, (wie ich es formulieren möchte) immer "blacker" wird. Hoppe: "Häufig fehlt die intime Kenntnis über die mit diesen Anlagen einhergehende veränderte Ausnutzung von Primärenergie und die daraus resultierenden veränderten Betriebsbedingungen und deren gegenseitige Beeinflussung." Hoppe behauptet nun, dass diese Kenntnisse sowohl für die Installation als auch Wartung und Reparatur deshalb notwendig seien, damit die ökonomischen und ökologischen Vorteile der Brennwerttechnik voll genutzt werden kön-

nen. Zum Erwerb dieser Kenntnisse sieht er keinen anderen Weg, als in der beruflichen Erstausbildung zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen von Verbrennung und Wärmeübertragung vorzustoßen. Um den Schülern diese Grundeinsichten zu vermitteln, möchte er sie im experimentellen Zugang die Brennwerttechnik nacherfinden lassen.

Ganz anders Felix Rauner: "Für die Installation, Inbetriebnahme und Reparatur einer ISDN-Telefonanlage helfen noch so tiefe Einsichten in die elektrische Feldtheorie, den Halbleitermechanismus und die Fourier-Analyse für die zu begreifenden und zu beherrschenden Arbeitszusammenhänge nicht weiter."

Sieht man einmal von der wohl überspitzt polemisch gemeinten Wortwahl: Feldtheorie und Fourier-Analyse ab, erkennt man deutlich ein anderes Verhältnis zum "black-box"-Phänomen.

Auch Hoppe kann nicht allen Ernstes annehmen, dass die Einsicht in Verbrennungsvorgänge mit physikalisch-chemischen Denkmustern bei Facharbeitern Voraussetzung für das Funktionieren der Brennwerttechnik ist. Wenn seine Behauptung stimmt, dass die "intime" Einsicht in die prinzipiellen Funktionsstrukturen bei den Facharbeitern fehlt, so beweist das weitgehende Funktionieren dieser Technik, dass es auch ohne diese Einsichten geht. Hoppe argumentiert anders. Er behauptet, dass zwischen der "intimen" Einsicht in die prinzipiellen Funktionsstrukturen und dem vernünftigen Umgang mit der Technik ein enger Zusammenhang besteht.

Solange es Nachdenken über die pädagogische Dimension der Technik gibt, gibt es das "black-box"-Problem. Je nach Zeitgeist ist es den Beteiligten mehr oder weniger bewusst. Jeder, der mit technischen Geräten und Systemen umgeht, unterwirft sich den Wenn-Dann-Zusammenhängen. Welcher Autofahrer weiß, wie Bremsen funktionieren? Dass es bei ihnen z.B. darauf ankommt, in kurzer Zeit große Bewegungsenergie mit großem Zerstörungspotential in Wärme umzuwandeln und diese Wärme abzuführen, ohne dass dabei die Bremsflächen verglühen? Um mit Rauner zu sprechen: Noch so tiefe Einsichten in diese Vorgänge helfen dem Autofahrer nicht, wenn ihm bei Tempo 100, ein Kind ins Auto zu laufen droht. Niemand kann hier Rauner ernsthaft widersprechen. Aber nun kommt die Hoppesche Argumentation zur Geltung: Könnte die "intime" Einsicht in den Wirkungsmechanismus von Bremsen Autofahrer nicht beeinflussen, die Bremsenwartung ernster zu nehmen oder gar langsamer zu fahren?

Es gibt kein Handeln in dieser Welt, das frei von "black-box"-Strukturen ist. Der Handelnde ist in der Regel daran interessiert, was er tun muss, damit er zum gewünschten Erfolg kommt. In der Regel ist er in der aktuellen Handlungssituation nicht daran interessiert zu wissen, warum das, was er tut, funktioniert.

Es wäre fern jeder Lebenspraxis, vom Handelnden zu verlangen, dass er alle Wenn-Dann-Strukturen in ihren inneren Wirkungszusammenhängen kennen

würde. Man stelle sich einen Arzt vor, der bei all den modernen technischen Geräten, die seine Diagnosepraxis bestimmen, Einsicht in die inneren Wirkungsstrukturen dieser Apparate hätte.

Und doch: Jede Anwendung einer "black-box"-Regel ist ein Gehorsamsakt, eine "Unterwerfung" unter eine "fremde Wahrheit". Wenn ich meinen Rechner einschalte und das Programm aufrufe, um diesen Text zu schreiben, muss ich mit peinlicher Genauigkeit alle die Schritte tun, die andere mir vorschreiben. Ohne diese Unterwerfung kann ich nicht schreiben. Es macht aber einen Unterschied, ob ich gezwungen bin, mich blind oder weniger blind zu unterwerfen.

In dem Maße, in dem Blindheit abnimmt, steigt die Selbstmächtigkeit. Mit zunehmender Einsicht in die "black-box"-Zusammenhänge schwindet blinde Unterwerfung und wächst Unabhängigkeit und Selbstvertrauen. Sich Einblick verschaffen als emanzipatorischer Akt, das scheint der Motor der Neugier zu sein, die Basis jeder Theorie und jeder Wissenschaft.

Der Übergang von blindem Vertrauen in "black-box"-Regeln zu einsichtigem Handeln ist kein Entweder-Oder-Prozess. Es ist ein Prozess der kleinen Übergänge, des Mehr oder Weniger.

Natürlich hat Rauner recht, dass das Wissen darum, wie Sicherungen funktionieren, warum Zuleitungen warm werden, warum abrupte Schaltvorgänge magnetische Störungen verursachen, warum Blitzwirkungen üble Folgen haben und andere feldtheoretische Einsichten bei der Installation, Wartung und Reparatur von ISDN-Anlagen nicht unmittelbar weiterhelfen. Kommt es aber auf die ISDN-Anlage an oder auf die Menschen, die damit umgehen oder auf Beides? Diese Frage muss sich auch Hoppe bei der Brennwerttechnik gefallen lassen. Auch er sieht die Funktion der Einsicht ausschließlich im technisch-utilitaristischen. Das menschliche Bedürfnis nach Emanzipation, das Bedürfnis, in einer intelligiblen Welt leben zu wollen, ist eine Realität, die in Fragen nach dem notwendigen Wissen des Facharbeiters mitgedacht werden muss. Allerdings ist dieses Bedürfnis nach Erkenntnis ein sehr sensibler Sachverhalt. Im Fragealter des Kindes bricht es auf, stößt es nicht auf Resonanz, kann es schnell verkümmern.

Georg Spöttl

Editorial

Das Thema des Heftes "Gestaltungsdimensionen für Lehren und Lernen" und die ausgewählten Artikel scheinen sich auf den ersten Blick zu widersprechen. Sicherlich ist zutreffend, dass sich die Aufsatzthemen sehr voneinander unterscheiden und sich schon gar nicht auf einen spezifischen Inhalt beziehen, der gewissermaßen strukturbildend wirkt. Deshalb war die Themenwahl in diesem Falle gar nicht so einfach. Beim Lesen der einzelnen Beiträge wurde allerdings deutlich, dass alle Autoren Gestaltungsansprüche an Schule, Unterricht und an Lehr- und Lernprozesse diskutieren. Der rote Faden war damit vorgegeben und die Themenwahl konnte geschehen. Herausgeber und Schriftleiter folgten also diesmal dem "bottom-up"-Ansatz: Anhand vorliegender Artikel wurde das Schwerpunktthema gewählt. Ganz unserem systematischen Denken entsprechend gehen wir ja normalerweise umgekehrt vor: Erst die Wahl des Schwerpunktthemas, dann die Autorensuche und Artikelfestlegung.

Die Besonderheit dieses Heftes ist, dass sehr unterschiedliche Perspektiven mit Blick auf die Gestaltungsdimensionen für Lehren und Lernen zur Diskussion stehen. Stuber hinterfragt sehr kritisch, ob die Geschäfts- und Arbeitsprozessorientierung ein erfolgreiches Leitbild für Lehr- und Lernprozesse sein kann. Er gibt klare Hinweise, dass beide Dimensionen a) erhebliche Gestaltungsspielräume für die Berufsausbildung eröffnen und b) dieses besonders im Kontext mit modernen Informationstechnologien gefördert werden sollte. Heidegger/Laske diskutieren ein Evaluierungskonzept für Modellversuche, das vor allem dazu dienen soll, die in Pilotphasen oft vorherrschende und schülerzentrierte Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen auf nicht Beteiligte zu übertragen. Besonders vertieft werden die Betrachtungen am Beispiel der Schüler-Lehrer-Interaktion. Die Annahme der Autoren ist dabei, mit dem vorgestellten Konzept der "Transformations-Evaluation" die Breitenwirkung von Modellversuchen sicherzustellen. Howe berichtet vom Modellversuch GoLo über das dort im Zentrum stehende gestaltungsorientierte Design von Lehr- und Arbeitsaufgaben. Für Planer und Lehrer wird aufgezeigt, wie Lern- und Arbeitsaufgaben entwickelt und in der Ausbildung für Lehren und Lernen erfolgreich eingesetzt werden können.

Mit einer anderen Dimension von Gestaltung beschäftigt sich Hahne. Er nimmt Stellung zu den für das SHK-Handwerk vorliegenden Multimedia-Anwendungen und zu deren Gestaltungsdefiziten und Einsatzmöglichkeiten.

Der Forumsartikel von Leester-Schädel und der Praxisbeitrag von Tuttas beschäftigen sich mit der Gestaltung von Sensoren und deren Anwendung beziehungsweise mit der Gestaltung von Unterricht zur Prozessautomatisierung. Beide Autoren setzen sich mit modernen Technologien auseinander, die für Lehrer an beruflichen Schulen immer wieder eine besondere Herausforderung darstellen.

Einerseits sind es Technik-Highlights, die aufgezeigt werden. Andererseits geht es um die Vermittlung moderner Technik im Unterricht – beides stellt hohe Anforderungen an Lehrer und Schulen.

Im Gegensatz zu manch anderem Heft werden hier tatsächlich vielfältige Perspektiven diskutiert, die insgesamt reichlich Impulse für Lehrer, Schulen und die Lehrerausbildung geben. Deutlich wird, dass die Felder, mit denen sich Personen in der Berufsbildung beschäftigen zunehmend umfassender und komplexer werden. Für die Vermittlungsprozesse sind vor allem Ideen gesucht, die einen Beitrag zur Bereicherung für Schulen leisten können. Neue Konzepte sind heutzutage erforderlich, vor allem solche, die für Schüler motivierend wirken. Dazu gehört die Multimedia-Dimension schon deshalb, weil im Alltag Schüler mit einer "bunten Welt" konfrontiert werden, der sich Schule nicht mehr verweigern kann. Alleine damit ist es allerdings noch nicht getan, wie die Beiträge belegen. Die Berücksichtigung von Geschäfts- und Arbeitsprozessen, der Umgang mit hochkomplexer Technik, Transferanstrengungen und anspruchsvolle Lehr- und Lernformen sind Elemente mit einem hohen Stellenwert. Sie fordern viel von Lehrern und Schule. Sichere Wege, wie diese Herausforderungen erfolgreich bewältigt werden können, sind noch zu erweitern. Ansätze, die in die richtige Richtung zeigen, aibt es bereits.

Franz Stuber

Geschäfts- und Arbeitsprozesse – vom (begrenzten) Nutzen eines neuen Leitbilds in der Berufsbildung

Einleitung

Geschäftsprozessorientierung ist mittlerweile zu einer neuen Leitlinie für die Gestaltung beruflicher Bildung avanciert. Sie findet ihren Niederschlag in der Gestaltung beruflicher Curricula und hat bei der Entwicklung der neuen IT-Berufe Pate gestanden. Exemplarisch etwa bei der Deutschen Telekom dienen "die betrieblichen Geschäftsprozesse als Grundlage für die Erstellung der Lernaufträge. Das führt dazu, dass sich die Auszubildenden bei jedem Ausbildungsschritt im Geschäftsprozess des Unternehmens wiederfinden" (Borch et al. 1999, S. 46).

Im Folgenden wird deshalb nach der Herkunft, der Reichweite und den Implikationen dieser Orientierung für die gewerblich-technische Bildung gefragt, um die damit einhergehenden Möglichkeiten und Grenzen auszuloten. Dazu erfolgt zunächst eine Rekonstruktion und kritische Würdigung der Geschäftsprozessorientierung als Unternehmensstrategie und darauf aufbauend wird zur Diskussion gestellt, was eine differenzierte Bezugnahme der gewerblich-technischen Bildung auf Geschäftsprozesse beachten sollte.

Geschäftsprozessorientierung als Rationalisierungsstrategie

Der Begriff "Geschäftsprozess" kann in einer ersten Näherung als betrieblicher Ablauf charakterisiert werden. Zugleich verweist die Kennzeichnung als Geschäftsprozess auf den unternehmerischen Zweck der Gewinnerzielung als Differenz zwischen verauslagten Kosten und Einnahmen. Als Name für ein Spektrum von Ansätzen zur Reorganisation von Unternehmen wurde die Geschäftsprozessorientierung Anfang der 90er Jahre unter dem Titel "Business Process Re-Engineering" entwickelt. Als gemeinsames Ziel dieser Ansätze gilt die Optimierung, d.h. zeit- und kostenmäßige Minimierung der orga-

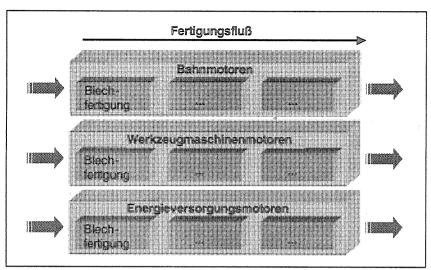


Abb. 1: Re-Engineering in einem Werk der Motorenfertigung (nach Mertens 1998)

nisatorischen Unternehmensabläufe/-prozesse. Die betriebliche Leistungserstellung soll insbesondere durch die Verkürzung von Durchlaufzeiten und damit Reduktion von Kosten in Entwicklung, Produktion und Verwaltung effektiviert werden. Die Strategie der Geschäftsprozessorientierung (und deshalb -optimierung) nimmt dafür eine Neubewertung im Spannungsfeld betrieblicher Aufbau- versus Ablauforganisation vor. Die neue Sicht auf die betrieblichen Abläufe zielt auf die Identifikation sogenannter "Kernprozesse" wie etwa Auftragsabwicklung, Beschaffung etc. Für deren Effektivierung werden abgegrenzte organisatorische Einheiten (cost- oder profit center) gebildet und sogenannte Prozessverantwortliche (process owner) berufen, die die Beschleuniaung der Prozesse sicherstellen sollen (vgl. Theuvsen 1996). Als eine wesentliche Achillesferse dieser Neuorientierung wird die informationstechnische Steuerung durch sogenannte Workflow-Systeme angesehen. Diese bilden die den verschiedenen Prozessen zugeordneten Vorgänge in abteilungsinternen wie auch -übergreifenden Vorgangsketten ab. Die elektronische Datenübermittlung und Prozesssteuerung zielt auf die Standardisierung und Beschleunigung der zu einem Prozess gehörenden Operationen (vgl. Paul/ Maucher 1998). Die Strategie der Geschäftsprozessorientierung in Unternehmen umgesetzt, führt durch die Straffung der produktionsnahen Planungsabteilungen zu einer Anreicherung von planerischen und steuernden Aufgabeninhalten für Facharbeiter (-teams) in Produktion und Instandhaltung.

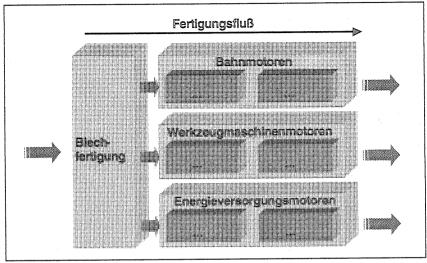


Abb 2: Lösung nach Re-Re-Engineering (nach Mertens 1998)

Die bis Mitte der 90er feststellbare Euphorie über versprochene "Quantensprünge in der Produktivität" durch Business Process Re-Engineering ist mittlerweile einer gewissen Ernüchterung gewichen. Welche Gründe sind dafür maßgeblich? Dass die Betonung der Zeit- und Kostenreduzierung für einzelne Prozesse etwa ein flexibles Störungsmanagement in Produktion und Instandhaltung erschwert und erfahrungsbasierte Lerngelegenheiten im Arbeitsprozess behindert, dürfte zwar allen in der Berufsbildung Tätigen vertraut sein. Interessanterweise waren es jedoch in erster Linie betriebsökonomische Gründe, die zu einer kritischeren Einschätzung der Geschäftsprozessorientierung führten. Beispielhaft sei dies an einem prozessorientierten Reorganisationsprojekt in einem Werk der Motorenfertigung aufgezeigt. Dort wurde zunächst die Fertigung strikt nach dem Prozess der Auftragserfüllung in die "profit center" Bahn-, Werkzeugmaschinen- und Energieversorgungsmotoren aufgeteilt (Abbildung 1).

Nach Einführung ergab sich jedoch bald eine als unzureichend erachtete Auslastung bei den Maschinen in der Blechbearbeitung, und die Versuche des Ausgleichs von Belastungsspitzen zwischen den selbständigen Prozessen führten zu einem als unangemessen hoch angesehenen Koordinationsaufwand. Um diese Nachteile zu vermeiden, fand sehr bald wiederum ein "Re-Re-Engineering" zugunsten einer zentralen Blechbearbeitung statt (Abbildung 2). Ähnliche negative Effekte wurden bekannt und in der Fachpresse wurde bereits darüber spekuliert, inwieweit die kürzlichen Probleme eines bekannten

PKW-Herstellers beim sogenannten "Eich-Test" auf eine überzogene Prozessoptimierung in der Produktentwicklung unter Vernachlässigung von Qualitätszielen zurückzuführen ist.

Allgemein kann gesagt werden, dass es auch aufgrund derartiger Erfahrungen heutzutage etwas ruhiger um die Strategien der Geschäftsprozessorientierung geworden ist. Insbesondere geraten die verschiedenen Zielkonflikte, und hier besonders der Konflikt zwischen Prozess- und Ressourcenökonomie, wieder verstärkt ins Blickfeld der betrieblichen Planer sowie der betriebswirtschaftlich angeleiteten Forschung (vgl. Controlling-Dialog 1997, Scherer 1998). Hier ist der Zielkonflikt angesprochen, dass Maßnahmen zur Verkürzung von Durchlaufzeiten - damit von einzelnen Auftragsabwicklungsprozessen – tendenziell zur einer verschlechterten Ressourcenauslastung führen: Unter der Zielstellung der Prozessverkürzung müssen Teile möglichst schnell von Bearbeitungsstation zu Bearbeitungsstation gelangen und ohne Liegezeit bearbeitet werden. Unter der Zielstellung der Ressourcenökonomie ist es demgegenüber angesagt. Aufträge zu bündeln, so dass mit gleichen oder ähnlichen Bearbeitungsoperationen Rüstzeiten minimiert werden können (vgl. Stuber 1997). Derartige Interdependenzen werden bei der Geschäftsprozessorientierung unterschätzt oder gar absichtlich ausgeblendet (Theuvsen 1996); manches Versprechen von Unternehmensberatern aus der Zeit der "Prozesswelle" erweist sich daher als billige Marketingstrategie.

Mit diesem zwiespältigen Befund nach dem Exkurs in die betriebswirtschaftlich angeleitete Forschung und Praxis drängen sich folgende Fragen auf: Handelt es sich bei der Geschäftsprozessorientierung als Leitbild gewerblicher Bildung um ein "Hinterherlaufen" einer Praxis, die in den Unternehmen in der Zukunft gar nicht mehr relevant ist? Oder gar um die Preisgabe pädagogisch-kritischer Positionen, geboren aus einer falsch verstandenen Praxisorientierung? Um diese pointierten Fragen beantworten zu können, wird im folgenden das Konzept der Geschäftsprozessorientierung an aktuellen Anforderungen in der gewerblichen Berufsbildung gespiegelt.

Geschäftsprozesse als Referenzpunkt für die Berufsbildung

Geschäftsprozesse und Arbeitsorganisation

Sehen wir zunächst ab von der Überhöhung und Vereinseitigung der Ablaufim Verhältnis zur Aufbauorganisation von Unternehmen, so ist an der Geschäftsprozessorientierung positiv hervorzuheben, dass sie den Blick für betriebliche Abläufe und organisatorische Verfahren als Gegenstand von Ausund Weiterbildung schärfen kann. Diese Blickrichtung enthält insofern ein Innovationspotential, als es die arbeitsplatzübergreifenden Momente von Ar-

beitsprozessen betont. Denn betrachtet man die traditionelle schulische Qualifizierung, so wird dort in hohem Maße vom betrieblichen Geschehen abstrahiert. Fachkunde lehrt "abstrakte Technik" ohne den "ökonomischen und beruflichen Verwertungs- sowie den arbeitsbezogenen Anwendungszusammenhang" (Petersen/Rauner 1996, S. 44). Arbeit und Arbeitsaufgaben für Facharbeiter definieren sich nicht von den in den technischen Systemen enthaltenen disparaten Zielen und Zwecken her, sondern vom notwendigen Umgang mit vorgesetzten Arbeitsmitteln und Arbeitsgegenständen, "… angepasst an einen in Elemente geteilten Lernprozess. Wer so bröckchenweise lernt, hat auch gelernt, seine Arbeit bröckchenweise zugeteilt zu bekommen" (Gronwald 1991, S. 76). Der in Einzelverrichtungen zerlegte Arbeitsprozess ist als nicht hinterfragbar vorausgesetzt. Die ökonomischen und sozialen Kriterien seiner Gestaltung werden häufig nicht vermittelt und bleiben deshalb unbegriffen.

Wenn nun die verschiedenen Technologien so zum Gegenstand des Unterrichts werden, dass nach den Zielen und Zwecken der Geschäftsprozesse, in denen sie eingesetzt werden, gefragt wird, wird eine Form der beruflichen Bildung gestützt, die mithilft, das Denken, Handeln und Lernen in Verrichtungen, Funktionen und isolierten Fächern zu überwinden. Insofern stellt es eine nicht zu unterschätzende Neuerung dar, wenn etwa in der schulischen Ausbildung in IT-Berufen die betrieblichen Geschäftsprozesse zum ausdrück-

lichen Lernfeld erklärt werden (vgl. Lehrplanentwurf 1998).

Wie im vorherigen Abschnitt deutlich wurde, handelt es sich bei der Geschäftsprozessorientierung um eine dezidierte Rationalisierungsstrategie. Deren Kenntnis gehört zu einer beruflichen Handlungskompetenz, wenn die in der Technik vergegenständlichten Zwecke und Organisationsweisen ein Gegenstand gewerblich-technischer Berufsbildung werden sollen. Damit ist nun zugleich eine erste Grenze der Geschäftsprozessorientierung als Referenzpunkt benannt. Denn im gewerblich-technischen Bereich sind die Geschäftsprozesse nicht der unmittelbare Arbeitsgegenstand, vielmehr tauchen die Geschäftsprozesse als Anforderung an die Handhabung technischer Arbeitsgegenstände und Arbeitsmittel auf. Dies markiert einen didaktisch bedeutsamen Unterschied zu den kaufmännischen Berufen. Die in Geschäftsprozessen festgehaltenen betriebswirtschaftlichen Zielsetzungen sind deshalb stets zu beziehen auf die sachlichen technologischen und sozialen Besonderheiten der Arbeitsprozesse. Dies stellt besondere Anforderungen an die didaktische Gestaltung von Lernarrangements, damit dieses Verhältnis in der Ausbildung zum Tragen kommen kann. Als eine Möglichkeit dafür haben wir im Rahmen eines Modellversuchs für die Technikerausbildung das Konzept der fachübergreifenden Verbundaufgaben entwickelt. Mit diesem Ansatz werden Geschäftsprozesse und die sachlichen Aufgabenstellungen, auf die sich Geschäftsprozesse beziehen, zusammengeführt und aus der Perspektive unterschiedlicher Fächer bearbeitet. Erprobte Verbund-

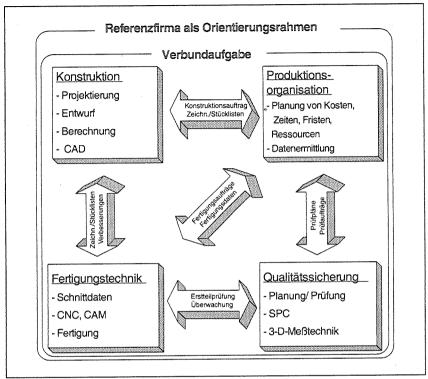


Abb. 3: Verbundaufgaben in der Technikerausbildung

vorhaben beispielsweise zur "Teilefertigung im Kundenauftrag", zur "Projektorganisation im Anlagenbau" oder zur "CNC-Umfeldorganisation" vermitteln durch die Klammer einer gemeinsamen Aufgabenstellung sowohl auf Geschäftsprozesse bezogenes Zusammenhangswissen als auch ein handlungsrelevantes Verständnis für die Bewertung von Organisationsalternativen aus verschiedenen Perspektiven (vgl. Stuber/ Fischer 1998). Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Wechselwirkungen zwischen den Fächern und Aufgabenbereichen.

Der Charakter betriebswirtschaftlich motivierter Geschäftsprozesse als Anforderung, aber nicht als unmittelbarer Gegenstand in der gewerblichen Facharbeit macht sich auch in folgenden Sachverhalten geltend:

• Geschäftsprozesse folgen betriebs- und branchenspezifischen Kriterien für die Beschleunigung betrieblicher Abläufe. Daraus nun berufliche Kompetenzprofile abzuleiten, wäre eine problematische Verkürzung. Denn Berufsprofile weisen nicht erst unter dem Bildungsaspekt, vielmehr bereits unter dem qualifikationsbezogenen Verwertungsaspekt über diese Spezifika hinaus, da sie auf eine allgemeine Befähigung in einem Arbeitsfeld zielen.

Auch macht es für eine Vielzahl gewerblicher Arbeitsaufgaben wenig Sinn, diese als Geschäftsprozess zu definieren. Dies wird spätestens dann offenkundig, wenn man Arbeitsaufgaben betrachtet, bei denen es darum geht, eine Vielzahl disparater und konkurrierender Geschäftsprozesse zu steuern und zu überwachen, etwa bei der Planung und Koordination von

Fertigungs- und Instandhaltungsaufträgen.

Das Wissen um Geschäftsprozesse ersetzt nicht die Analyse und Transformation beruflicher Arbeitsprozesse in didaktisches Handeln. Dies wird deutlich, wenn man eine Aufgabe der dualen Erstausbildung betrachtet. Betriebsindividuelle Besonderheiten von Geschäftsprozessen können einerseits die arbeitsplatzübergreifende betriebliche Ausbildung strukturieren. Eine pädagogische und didaktische Qualität erreicht dies andererseits aber erst, wenn die dabei geltend gemachten Anforderungen sowohl aus dem Blickwinkel alternativer Prozesse reflektiert, als auch mit beruflichen Kompetenz- und Bildungsansprüchen konfrontiert werden. Für die Gestaltung dieser notwendigen Kooperation und der dabei zu verteilenden Akzente zwischen Schule und Betrieb gibt die Geschäftsprozessorientierung keine Hinweise.

Geschäftsprozesse und Arbeitsprozesswissen

Mit dem letztgenannten Punkt ist bereits ein weiterer Sachverhalt angesprochen, der unter der Fragestellung der Reichweite und Grenzen der Geschäftsprozessorientierung als Leitbild gewerblicher Bildung Beachtung verdient. Verschiedene neuere Untersuchungen, die sich mit der Wissensaneignung und -verausgabung in der gewerblich-technischen Facharbeit befassen, sind zu dem Ergebnis gelangt, dass dessen handlungsrelevante Qualität in der Vermittlung zwischen den konzeptionellen Modellen der Unternehmensorganisation und den real zu bewältigenden Arbeitssituationen besteht (vgl. Fischer 1997). Diese als Arbeitsprozesswissen gekennzeichnete Form beruflicher Handlungskompetenz geht über das Verfügungswissen über Einzelverrichtungen und repetitive Einzelarbeit hinaus, indem es die verschiedenen Teilarbeiten in den Fabrikzusammenhang einordnet. Insofern enthält es - häufig informell erworbenes - Wissen über die betrieblichen Geschäftsprozesse. Dies allerdings jedoch nicht aus der betriebswirtschaftlichen Perspektive, sondern aus der Perspektive der Realisierung. Abbildung 4 verdeutlicht diesen Zusammenhang.

Im beruflichen Arbeitsprozesswissen sind die Brüche und Diskrepanzen subjektiv verwoben, die in der modernen Industriearbeit allfällig sind: zwischen dem Funktionieren-Sollen der Technologie und ihren "Marotten", zwischen

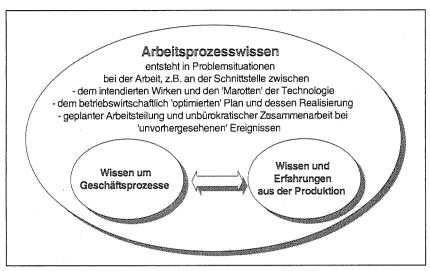


Abb. 4: Berufliches Arbeitsprozesswissen

dem betriebswirtschaftlich optimierten Geschäftsprozess und dessen Verarbeitungsweisen im Arbeitsprozess. Dieses Arbeitsprozesswissen wird nun in innovativen Unternehmenskonzepten besonders wichtig, wenn sich die Verantwortung nicht auf den individuellen Ort des Arbeitsplatzes beschränkt, sondern auf die im Team zu beherrschende Abwicklung von Geschäftsprozessen, die um Termine und Ressourcen konkurrieren.

Das Arbeitsprozesswissen markiert einen wichtigen Bezugspunkt für die Fachtheorie von Facharbeitern. Um dieses zu erlangen, benötigen sie einen Erfahrungsraum, um ökonomisches und technisches Fachwissen subjektiv zu verarbeiten. Dieser Erfahrungsraum war traditionell die Arbeit selbst: im Zeitraum der Erstausbildung die Möglichkeit des Lernens im Arbeitsprozess, später dann die Poren im Arbeitstag, vor allem aber Problemsituationen im Betrieb, die ein Lernen bei der Arbeit ermöglichten und sogar erforderten. Dieser Erfahrungsraum wird nicht zuletzt durch geschäftsprozessorientierte Rationalisierung eingeschränkt, nicht nur für die bereits Ausgebildeten. Auch während der Ausbildung selbst sind Lernmöglichkeiten im Arbeitsprozess eingeschränkt worden; besonders durch die Verschulung der Aus- und Weiterbildung in Großbetrieben, aber auch in Kleinbetrieben gibt es das Phänomen, dass die Auszubildenden mit den teuren Anlagenkomplexen keine Erfahrungen machen dürfen.

In dem bereits erwähnten Modellversuch wurde nun ein Konzept für die Erstausbildung entwickelt, das in der Form einer gewerblich-technischen Lern-

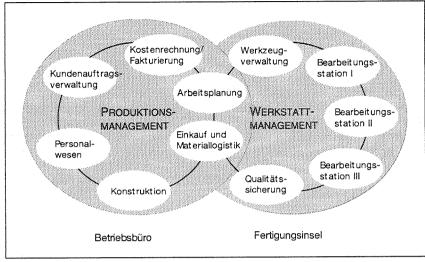


Abb. 5: Lern- und Arbeitsbereiche in einer Lernfirma

firma Erfahrungsfelder für die Aneignung auf Geschäftsprozesse bezogenen Arbeitsprozesswissens bereitstellt. Neue Aufgabenstellungen der Planung und Arbeitsorganisation werden hier mit praktischer Erfahrungsbildung in der Realisierung und Bewertung von Produktionsprozessen verknüpft (Stuber/Fischer 1998). Abbildung 5 gibt einen Überblick über die Lernfirma.

Die Integration betrieblicher Prozessketten in die gewerblich-technischen Ausbildungsinhalte und -projekte zielt auf die Aneignung von Arbeitsprozesswissen durch den experimentellen Umgang mit verschiedenen Aufgabenszenarien und Organisationsvarianten. Indem das in der Industrie viel diskutierte Konzept der Fertigungsinseln aufgegriffen wurde, konnte ein Weg beschritten werden, der weit über das traditionelle Verständnis von Schulwerkstätten hinausweist. Das Konzept erweitert damit die über technischorganisatorische Arbeitsprozesse hinausreichende Gestaltungskompetenz künftiger Facharbeiter und deckt den steigenden Bedarf nach betriebswirtschaftlichen Qualifikationen gewerblich-technischer Mitarbeiter.

Geschäftsprozesse und Informationstechnik

Ein wesentliches Rückgrat der Geschäftsprozessorientierung ist die informationstechnische Vernetzung und Verknüpfung verteilter Aufgaben und Anwendungssysteme durch sogenannte Workflow-Systeme. Insbesondere Hersteller von ERP-Systemen¹ sehen in dem Workflow-Ansatz die Chance, langjährige Investitionen in die an traditionellen Planungsabteilungen orientier-

Schwerpunkt

Schwerpunkt

ten, funktionsorientierten Module zu schützen und dennoch die Beherrschbarkeit ausufernder Funktionalitäten derselben zu verbessern, beziehungsweise zurückzugewinnen. Um etwa eine geschäftsprozessorientierte Optimierung der Auftragsbearbeitung zu erzielen, wird durch Workflow-Systeme eine zusätzliche Softwareschicht über die traditionellen Module gelegt, von der aus je nach Definition der Vorgangskette die einzelnen Planungsfunktionen aktiviert und in ihrem konkreten Verlauf gesteuert werden. Die mathematische Grundlage bilden in der Regel Petri-Netz-basierte Notationen.

Mit Workflow-Systemen werden insbesondere funktionsübergreifende Momente des ablauforganisatorischen Betriebsprozesses informatisiert. Und darin liegt zugleich ihre Beschränkung. Denn die Benutzungsweisen maschineller Planungsfunktionen können "nicht in der Art "elektrifiziert" werden, wie es etwa einfach strukturierte Nebenprozesse (z. B. die Bearbeitung eines Urlaubsantrags oder einer Reisekostenabrechnung) erlauben" (Raufer et al. 1995, S. 468). Die Schwerfälligkeit sowie Änderungsunfreundlichkeit der informatisierten Vorgangsketten wird deshalb zunehmend kritisiert (vgl. Paul/ Maucher 1998) und es werden Konzepte und Prototypen zur Individualisierung von Prozessmodellen erprobt (vgl. Rupprecht et al. 1999). Insbesondere muss bezweifelt werden, ob sich mit Workflow-Systemen die erforderliche Flexibilität und eine bessere Beherrschung der immer dynamischeren Arbeitsprozesse erreichen lässt.

Für die Geschäftsprozessorientierung als Leitbild beruflicher Bildung ergibt sich daraus ein zwiespältiger Befund. Insofern vernetzte Hard- und Software eine wichtige Voraussetzung und Mittel für die Effektivierung von Geschäftsprozessen darstellt, bietet sich hier ein hervorragender Lerngegenstand insbesondere für die Metall-, Elektro- und IT-Berufe. Die Integration der Computer-, Netz- und Steuerungstechnologien hat inzwischen in verschiedenen Arbeitsbereichen dazu geführt, dass der Gegenstand der Arbeit in der Handhabung systemischer elektro-/informationstechnischer Arbeitsgegenstände und -mittel besteht. Ob es um Kommunikationsprozesse von ISDN bis zum Internet, um die Planung, Instandhaltung und Optimierung von Produktionsprozessen oder um die Installation und Konfiguration haustechnischer Systeme geht: Sowohl die Arbeitsgegenstände und die Werkzeuge als auch die organisatorischen Methoden und Verfahren sind zunehmend durch digitale Informationstechnologien geprägt.

Geschäftsprozesse können auch hier jedoch nur einen Referenzpunkt für die Berufsbildung abgeben. Was für den Elektroinstallateur intuitiv einleuchtend erscheint, gilt auch für die "gewerblichen" IT-Berufe. Lernkonzepte, - z. B. sog. "geschäftsprozessorientierte Lernaufträge" (Borch et al. 1999) - etwa zur anforderungsgerechten Installation von Hard- und Software können als übergeordnetes Ziel die informationstechnische Unterstützung eines bestimmten Geschäftsprozesses enthalten. Das Einrichten, Warten und Optimieren von Systemtechnik als wesentliche Arbeitsaufgaben von Systemelek-

tronikern verlaufen jedoch auer zu den mit dieser Technik zu steuernden Geschäftsprozessen. Dies gilt selbst für den Fachinformatiker, dessen berufliches Kompetenzprofil eine größere Nähe zu den rechnergestützten Anwendungssystemen - wie beispielsweise den Workflow-Systemen - aufweist. Hier hat eine profunde Kenntnis der zu modellierenden und zu steuernden Geschäftsprozesse sicherlich ein höheres Gewicht. Allerdings erstreckt sich auch hier berufliche Handlungskompetenz nicht in der Programmierung und Kontrolle informatisierter Prozesse.

Geschäftsprozesse als Referenzpunkt in Lernkonzepten eignen sich unter dem Gesichtspunkt der Workflow-Systeme besonders für die Thematisierung der digitalen Informationsverarbeitung als Übertragung geistiger Arbeitsprozesse an den selbsttätigen Mechanismus des Computers.

"In Software gehen zum Teil sowohl die Werkzeuge zur Ausführung der Arbeit als auch die Gegenstände, auf die sich die Arbeit bezieht, ein. ... Eine Betrachtung von Software und Organisation, die beide nicht zusammenführt, wird aus diesem Blickwinkel schnell fragwürdig. Doch nicht nur der statische Aspekt, sondern auch das Wissen einer Organisation über ihre Dynamik und ihre normativen Abläufe ist in der Software enthalten. Indem dieses Wissen einer Organisation über ihre arbeitsteiligen Abläufe sich in der Software wiederfindet, wird Software zum Medium organisatorischer Gestaltung. Deutlich wird dies im Workflow-Management, bei dem die Abläufe aktiv gesteuert werden. Hier wird erkennbar, wie sehr das Verständnis einer Organisation mit ihren Abläufen und die einzusetzende Software einander bedingen" (Rolf 1998, S. 261). Was Rolf aus der Perspektive der angewandten Informatik formuliert, gilt für berufliche Handlungskompetenz in der rechnergestützten Facharbeit gleichermaßen. Ein Verständnis der Zwecke und der arbeitsplatzübergreifenden Organisation ist nicht erst bei der Programmierung, sondern bereits bei der funktions- und anforderungsgerechten Auswahl, Installation und Inbetriebnahme von Informationstechnik erforderlich. Das Kennenlernen der betrieblichen Geschäftsprozesse gibt hier eine nützliche Orientierung. Handlungsund Gestaltungskompetenz geht aber über das technische Verfügungswissen von Workflow-Systemen hinaus, da es diese aus der Perspektive und mit der Erfahrung aus dem Arbeitsprozess betrachtet. Die Beurteilung dessen, was jeweils eine funktions- und anforderungsgerechte Implementierung ist, enthält deshalb sowohl Wissen über die informatisierten Anteile der Arbeitsgegenstände und -mittel wie auch deren ökonomischen und sozialen Gehalt (vgl. Stuber 1999).

Ausbildungskonzepte, die das Spannungsverhältnis von Arbeitsprozess und dessen informatisierten Anteilen zum didaktischen Zentrum machen, sind bislang kaum entwickelt. Workflow-Systeme können hier eine besondere Rolle spielen, da an ihnen die derzeit weitreichendsten Versuche zur Informatisierung organisatorischer Prozesse samt der damit einhergehenden Konsequenzen und Beschränkungen aufgezeigt werden können.

Fazit

- Geschäftsprozessorientierung hilft, das tradierte Funktions- und Verrichtungsdenken in der betrieblichen und schulischen Ausbildung zu überwinden, indem es den Blick auf betriebliche Abläufe und organisatorische Verfahren lenkt. Eine einseitige Betonung der Prozesse ist aber in der Berufsbildung genauso defizitär wie in der Betriebswirtschaft.
- 2. Geschäftsprozesse und Arbeitsprozesse soll man nicht verwechseln. Die Akteure in den gewerblich-technischen Berufen beziehen ihr Wissen um die betrieblichen Geschäftsprozesse auf die praktischen Erfahrungen, sachlichen und sozialen Voraussetzungen und Mittel in ihrem Arbeitszusammenhang. Wissen um Geschäftsprozesse ist daher nur eines von vielen Momenten beruflichen Arbeitsprozesswissens.
- Geschäftsprozesse können ein Gegenstand und Orientierungspunkt ausbildungsorientierter Arbeitsanalysen sein. Ihre Kenntnis ersetzt jedoch nicht die Analyse und Transformation beruflicher Arbeitsprozesse in didaktisches Handeln.
- 4. Geschäftsprozessorientierung f\u00f6rdert ein Verst\u00e4ndnis f\u00fcr und Handlungskompetenz mit modernen Informationstechnologien, deren systemischer Charakter \u00fcbergreifende Arbeitsbeziehungen formalisiert. Diese Formalisierung als informatisiertes Wissen muss verst\u00e4rkt zum Gegenstand gewerblicher Handlungs- und Gestaltungskompetenz gemacht werden, insbesondere im Feld der Elektro- und Informationstechnik-Facharbeit.

Literatur

- BORCH, H./EHRKE, M./MÜLLER, KH./SCHWARZ, H. (Hrsg.): IT best practice. Gestaltung der betrieblichen Ausbildung in den neuen IT-Berufen. Bielefeld 1999.
- Controlling-Dialog: Perspektiven der Prozessorientierung. In: Controlling, Heft 2/1997.
- FISCHER, M.: Von der Arbeitserfahrung zum Arbeitsprozesswissen. Rechnergestützte Facharbeit im Kontext beruflichen Lernens. Habilitationsschrift. Bremen 1997.
- GRONWALD, D.: Wider den Taylorismus in der Ausbildung. In: Lernen & lehren, Heft 23, 1991.
- LEHRPLANENTWURF FÜR DEN BERUFSBEZOGENEN LERNBEREICH IN DEN IT-BERUFEN. Freie Hansestadt Bremen 1998.
- MERTENS, P.: Operiert die Wirtschaftsinformatik mit falschen Unternehmenszielen? 15 Thesen. In: Becker, J./König, W./Schütte, R./Wendt, O./Zelewski, S. (Hrsg.): Die Bedeutung der Wissenschaftstheorie und Wirtschaftswissenschaften diskutiert am Beispiel der Wirtschaftsinformatik. Wiesbaden 1998.

- PAUL, H.-J./MAUCHER, I. (Hrsg.): Integration von Mensch, Organisation und Technik: eine partielle Bilanz. IAT Gelsenkirchen 1998.
- PETERSEN, W./RAUNER, F.: Evaluation und Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne des Landes Hessen. Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik. ITB-Arbeitspapier Nr. 15. Bremen 1996.
- RAUFER, H./MORSCHHEUSER, S./ENDERS, W.: Ein Werkzeug zur Analyse und Modellierung von Geschäftsprozessen als Voraussetzung für effizientes Workflow-Management. In: WI Wirtschaftsinformatik 37, Heft 5, 1995.
- Rolf, A.: Herausforderungen für die Wirtschaftsinformatik. In: Informatik Spektrum Heft 5, 1998.
- Rupprecht, Ch./Peter, G./Rose, Th.: Ein modellgestützter Ansatz zur kontextspezifischen Individualisierung von Prozessmodellen. In: Wirtschaftsinformatik, Heft 3, 1999.
- SCHERER, E. (Hrsg.): Shop Floor Control A Systems Perspective. From Deterministic Models towards Agile Operations Management. Springer 1998.
- Stuber, F.: Rechnerunterstützung für arbeitsprozessnahes Planen. Software-Innovation im Kontext von Ökonomie, Organisation und beruflicher Bildung. Bremen 1997.
- STUBER, F./FISCHER, M. (Hrsg.): Arbeitsprozesswissen in der Produktionsplanung und Organisation. Anregungen für die Aus- und Weiterbildung. ITB-Arbeitspapier Nr. 19. Bremen 1998.
- STUBER, F.: Arbeitsprozesswissen und Informationstechnik. In: Rauner, F./ Stuber, F. (Hrsg.): Berufsbildung für die Facharbeit in der Elektro- und Informationstechnik. Bremen 1999.
- THEUVSEN, L.: Business Reengineering. Möglichkeiten und Grenzen einer prozessorientierten Organisationsgestaltung. In: zfbf, Heft 1, 1996.

Anmerkungen

1 ERP steht für "Enterprise Resource Planning" und entspricht etwa dem Funktionsumfang moderner Produktionsplanungs- und Fertigungssteuerungssysteme (PPS, FLS) mit integrierten Funktionen zur werks- und unternehmensübergreifenden Koordination und Projektsteuerung.

Gerald Heidegger, Gabriele Laske

Transformations-Evaluation – ein Evaluationskonzept für die Modellversuchspraxis

Einführung

Das skizzierte Evaluationskonzept wurde während eines Modellversuchs "Integration neuer Technologien in den Unterricht berufsbildender Schulen unter besonderer Berücksichtigung der Leitidee der sozial- und umweltverträglichen Gestaltung von Arbeit und Technik" von der wissenschaftlichen Begleitung entwickelt und angewandt. Im Berufsschulzentrum Krefeld-Uerdingen war von einem Lehrerteam im Laufe von zwei Jahren ein ganzheitliches, gestaltungs- und handlungsorientiertes Unterrichtskonzept erarbeitet worden, dem das Gutachten "Gestaltungsorientierter Unterricht" (Heidegger u.a. 1993) zugrunde lag. Gestaltungsorientierung knüpft an lern-theoretische Überlegungen der Handlungsorientierung an, entwickelt diese unter Einbeziehung der Leitideen von Gestaltung und Kritik weiter und strebt nicht allein eine methodisch neue Unterrichtsform, sondern die Innovation beruflicher Bildung als Ganzes an.

Mit diesem Artikel möchten wir unseren Evaluationsansatz der schulischen und wissenschaftlichen Öffentlichkeit vorstellen. Ausgehend von den bildungspolitischen und theoretischen Überlegungen, die ihm zu Grunde liegen, werden im ersten Teil Sinn und Notwendigkeit einer neuen Evaluationsstrategie begründet. Um nicht ausschließlich auf der theoretischen Ebene zu diskutieren, werden praktische Beispiele der Evaluation des Krefelder Modellversuchs bereits in den theoretischen Teil eingeflochten. Abschließend wird an einem ausführlicheren Beispiel vorgeführt, wie sich die Ergebnisse einer im Rahmen des Modellversuchs entwickelten Transformations-Evaluation darstellen lassen.

Skizze einer gestaltungsorientierte Innovationsstrategie

Eine zentrale Frage für Bildungsreformer ist, wie die Lernbereitschaft und -fähigkeit des Bildungswesens gesteigert werden kann und wie Lernprozesse der

Berufsschule als Institution befördert werden können. Dieses Anliegen umfasst das gesamte Bedingungsgefüge. Es reicht von der äußeren Rahmenstruktur, die durch das Duale System und die Entscheidungen der Kultusminister vorgegeben ist, bis zum Berufsverständnis der einzelnen Lehrer Beim Modellversuch ging es unter anderem darum, der Schulpraxis und Bildungspolitik neue Impulse zu geben. Daher soll kurz eine Strategie skizziert werden, welche die Lehrer als die wesentlichen Akteure der Innovationen begreift. Das Einbeziehen der unmittelbar Betroffenen ist für die demokratische Rechtfertigung, aber auch für den Erfolg in der Realität unerlässlich. Darüber hinaus wird besonders betont, dass die künftigen Facharbeiter dazu befähigt werden sollten, selbst ihre Arbeit - im Spannungsfeld von Produktionstechnik und Arbeitsorganisation - mitzugestalten. Es kommt darauf an, die Entfaltungsmöglichkeiten der Arbeitenden, ihre subjektiven Potentiale des Handelns - gemeinsam mit anderen - zu fördern, um damit ihren Objektstatus in der Arbeitswelt zu verringern. Eine "gestaltungsorientierte Innovationsstrategie" für die Berufsschule ist durch drei Momente gekennzeichnet:

- Sie ist subjektbezogen: Sie setzt auf die individuellen Lehrer als aktive Subjekte ihrer Berufstätigkeit. Das heißt, die Gestaltungskraft der Lehrer, also auch ihre Gestaltungsfähigkeit und -willigkeit ist gefordert.
- Sie ist "induktiv": Sie geht lediglich von einer allgemeinen Orientierung auf einen Zukunftshorizont aus. Aber sie deduziert keine eindeutigen "Maßnahmen", denen die Betroffenen zu folgen haben. (vgl. Bojanowski/ Dedering/Heidegger, 1982.) Statt diese aus angeblich gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen oder vorgeblich unbestreitbaren bildungspolitischen Zielen zu deduzieren, sind die Betroffenen als Akteure gefragt, die Schritt für Schritt Verbesserungen in ihrem Alltagsunterricht erzielen.
- Sie ist transfer-orientiert: Natürlich kann ein einzelner Lehrer oder eine einzelne Lehrerin nur sehr begrenzt etwas bewegen. Am günstigsten ist es, wenn schon von Anfang an mehrere Kollegen gemeinsam etwas verändern. Der nächste Schritt ist dann, weitere Kolleginnen und Kollegen einzubeziehen, zunächst in der eigenen Schule und dann auch darüber hinaus. Dafür müssen entsprechende organisatorische Vorkehrungen für den Transfer geschaffen werden. Daraus kann und soll sich ein Druck auf Innovationen der Rahmenbedingungen ergeben.

Die gestaltungsorientierte Innovation unterstützen – transfer-orientierte "Transformations-Evaluation"

Für die gestaltungsorientierte Innovationsstrategie ist ein adäquates Evaluationsdesign zu verwirklichen, wenn eine wissenschaftliche Begleitung diese Prozesse explizit unterstützen will. Sie hat dann bestimmte Aufgaben, die im

Rahmen eines Handlungsforschungsansatzes zu sehen sind. Dieser sucht sich Erfahrungen zunutze zu machen, wie sie dazu in den letzten 30 Jahren angefallen sind. Der Gesichtspunkt einer integrativen Strategie, welche die Gestaltungsorientierung für das Lernen der Schüler, die Unterrichtsplanung der Lehrer und die Veränderung des Berufsschulwesens direkt aufeinander bezieht, trat im Verlauf des Modellversuchs immer stärker in den Vordergrund.

Daraus ergab sich eine Evaluationsperspektive, die durch den Begriff "Transformations-Evaluation" gekennzeichnet wird. Sie muss sich natürlich von einer "summativen" Evaluation der Ergebnisse eines sozialtechnologisch inspirierten Versuchs deutlich absetzen (vgl. zum Diskussionsstand in den angelsächsischen Ländern Hughes 1995). Denn diese hat ja nur unter der Voraussetzung Aussagekraft, dass neben der Innovationsmaßnahme selbst die restlichen Bedingungen gleich bleiben. Eine gestaltungsorientierte Innovation zielt aber gerade darauf, das gesamte Umfeld nach und nach mit zu verändern.

Die Transformations-Evaluation bedient sich der Methoden der "formativen" Evaluation, weil sie ia zunächst einmal darauf zielen muss, dem Modellversuch selbst zu einem zumindest relativen Erfolg zu verhelfen. Dabei darf sie selbstverständlich nicht darauf verzichten, dessen letztliches Versagen festzustellen, wenn sich dieses am Ende denn herausstellen sollte. Dieser Fall ist freilich unwahrscheinlich, wenn man sich von der sozialtechnologischen Sicht freimacht und eine subjektorientierte einnimmt. Denn in einer themenzentrierten zwischenmenschlichen Kommunikation wird, solange die herkömmlichen Rahmenbedingungen aufrechterhalten werden, kaum je etwas komplett schief gehen können. Alle Beteiligten werden sich normalerweise schon im eigenen Interesse bemühen, das soziale System, das sie zusammen bilden, halbwegs funktionsfähig aufrecht zu erhalten. Dies scheint uns der Grund dafür zu sein, dass Modellversuche nur in seltenen Fällen wirklich scheitern. Doch eine konsequent nicht sozialtechnologische Sichtweise muss eigentlich gleichsam automatisch den Blick auf Transfer-Möglichkeiten lenken.

Ein Transfer kann keine lineare Übertragung exakter Ergebnisse eines Modellversuchs bedeuten, weil ja in jedem sozialen System die Bedingungen der Verwirklichung einer Innovation unterschiedlich sind. Es kommt also darauf an, einen Prozess zu unterstützen, wo neue "Verwender" der Ergebnisse eines Modellversuchs diese eigenständig für ihre eigenen Ziele unter ihren jeweils spezifischen Bedingungen selbständig nutzen. Das heißt, sie müssen die Ergebnisse für sich in eine neue Form transformieren. Daher die Bezeichnung "Transformations-Evaluation". Sie setzt sich zum Ziel, die Umstände ausfindig zu machen, die einen Transfer im Sinne einer solchen selbstgestalteten Transformation befördern oder behindern. Der Erfolg eines Modellversuchs stellt sich dann anders dar: Versprechen die Ergebnisse hin-

reichend Möglichkeiten und Anregungen, so dass zu erwarten ist, dass andere sie für sich selbst zu eigenständigen Innovationsaktivitäten transformieren wollen? Oder sind die Bedingungen für einen Erfolg der Innovation andernorts so speziell, belastend oder anspruchsvoll, dass eine Verbreitung wenig sinnvoll oder wahrscheinlich erscheint?

Damit sind differenzierte Ergebnisse einer jeweils situationsadäquaten Evaluation angedeutet. Sie können durchaus Leitlinien für das weitere Verfolgen des jeweils speziellen Innovationsansatzes liefern, ohne den Erfolg oder das Scheitern des betreffenden Modellversuchs selbst als solchen zu konstatieren

In diesem Sinne haben wir das ursprünglich schon deutlich subjektbezogen und qualitativ orientierte Evaluationsdesign im Verlauf des Modellversuchs auf die Betonung der Frage nach den Transfermöglichkeiten hin abgewandelt. Grundorientierung ist ein "distanzierender Handlungsforschungsansatz". Einerseits bringt sich damit der Forscher persönlich in den Handlungszusammenhang des Modellversuchs ein, um wirksame Innovationshilfe leisten zu können. Dadurch ist er aber der Subjektivität seiner Urteile ausgeliefert und wird möglicherweise in Vorurteilsstrukturen eingebunden, die sich im Handlungsfeld herausbilden. Deshalb ist zugleich ein gewisses Maß an Distanzierung notwendig, um dem Anspruch an Objektivität zu genügen, der auch bei hermeneutisch orientierten Untersuchungen in einer spezifischen Gestalt aufrecht erhalten werden muss (näheres dazu Bojanowski/Dedering/Heidegger 1982).

Die auf Transfer gerichtete Transformations-Evaluation ist ebenfalls gestaltungsorientiert. Dabei versteht es sich beinahe von selbst, dass hier die Leitidee Kritik fast automatisch "eingebaut" ist. Denn Evaluation ist zunächst sogar eher kritisch. In nicht-technizistischer Sichtweise stellt sie vor allem Fragen. Sie fragt nach Förderndem und Hinderndem; Ausgangspunkt dieser Fragen sind aber gewöhnlich zunächst mehr die Misserfolge, das, was noch nicht stimmt. Dies ist auch wichtig, um immer wieder neue Horizonte, neue Möglichkeiten aufzureißen.

Allgemeine Aspekte der Transformations-Evaluation

Wenn man derart darauf setzt, künftige "Nutzer" der Modellversuchsergebnisse bei ihrer eigenen Aktivität zu unterstützen, kommt es noch mehr als sonst bei qualitativer Sozialforschung darauf an, die Aktivitäten der Menschen, die als "Untersuchungsobjekte" firmieren, zu "verstehen" als sie quasi naturwissenschaftlich zu "erklären". Die Unterscheidung von "Erklären" und "Verstehen" (Dilthey 1880, vgl. Rickert 1899) ist insbesondere von Jaspers zum Zweck seiner Kritik der Psychoanalyse weiter ausgearbeitet worden (vgl. Warsitz 1987). Dabei ist zu beachten, dass diese Begriffe nicht in ihrer

umgangssprachlichen – aber damit gerade realitätsgerechten – Vagheit benutzt, sondern für die Absichten der wissenschaftlichen Analyse deutlich voneinander abgegrenzt werden. Demnach zeichnet sich die naturwissenschaftliche Erklärung dadurch aus, dass sie es mit nicht-lebendigen Objekten zu tun hat. Weil man mit diesen *nicht* in eine Kommunikation eintreten *kann*, können sie weitgehend subjekt-unabhängig beobachtet werden. Damit ist das Kriterium der Objektivität gesichert. Als Muster der *Erklärung* bietet sich die *Kausalität* an: Aus zeitlich vorher liegenden Vorgängen (zum Beispiel Stoß einer rollenden Kugel auf eine ruhende) wird auf einen definierten *Einfluss* der Vergangenheit auf Gegenwart und Zukunft geschlossen. Dieses Muster (oder Paradigma) der kausal-objektiven Erklärung hat sich für die Beobachtung der toten Materie und die Prognose ihres künftigen "Verhaltens" in unzähligen Erfahrungen bewährt.

Dem gegenüber steht das "Verstehen" menschlicher Handlungen. Das heißt, man kann sie nur "verstehen", wenn man ihr Ziel mit einkalkuliert, das erst in der Zukunft liegt. Ohne ihre Intentionalität, ja - grundsätzlicher gesagt - Finalität sind sie überhaupt nicht verständlich. Das so näher bestimmte "Verstehen" muss sich nun auf die Subjektivität verlassen. Als Subjekt, das selbst eigene Ziele verfolgt, kann man die Absichten und die daraus folgenden Aktivitäten "verstehen". Im Rahmen einer gestaltungsorientierten Evaluationsstrategie ist klar, dass dieses subjektive Verstehen im Vordergrund stehen muss. Nun aber stellt sich die Frage: Hat man richtig verstanden? Eine Lebenserfahrung ist es schließlich auch, dass man sich allzu oft missversteht. Der (wissenschaftlich gesehen) harmlosere Fall ist noch der bewusste Betrug, weil man ihm häufig mit objektivierenden Methoden auf die Schliche kommen kann. Was aber, wenn man sich trotz besten Willens missversteht? Hinzu kommt natürlich noch das Problem, dass man als Handlungsforscher(in) bei aller (mittleren) Distanz von sich aus im eigenen Interesse die Situation und die Äußerungen der Beteiligten voreingenommen wahrnimmt. Denn man möchte ja, dass der Modellversuch Erfolg hat. Darüber hinaus kann man in Versuchung sein, die Wahrnehmungen unterbewusst - oder sogar bewusst verzerrt wiederzugeben, um nach außen den Anschein des Erfolgs aufrecht zu erhalten. Dieser Gefahr kann vielleicht die Furcht ein bisschen entgegenwirken, dass sich "die Wahrheit" ja irgendwann doch "rumspricht". Außerdem ist sie dann verringert, wenn man den Schwerpunkt - wie beschrieben nicht auf den globalen Erfolg oder Misserfolg legt. Denn dann geht es darum, herauszufinden und differentiell darzustellen, welche Elemente im Handlungsfeld zu Fortschritten und Rückbildungen beigetragen haben. Dabei ist die Herausforderung zur Selbstrechtfertigung erheblich geringer. Die Tendenz. Potemkinsche Dörfer zu errichten, sollte deutlich abgeschwächt sein. Die Frage lautet also, wie man sich gegen das Missverstehen absichern kann. Im humanwissenschaftlichen Forschungskontext gibt es dazu zwei Richtungen:

Zum einen ist da die Möglichkeit der permanenten Kommunikation. Aus der Alltagserfahrung weiß man, dass sich Missverständnisse im Laufe der weiteren Kommunikation mittelfristig oft aufklären, wenn man den Kontakt aufrecht erhält. Eine Ausnahme bilden allerdings die "Kollusionen" (Willi 1975), wo sich die Missverständnisse im Laufe der Zeit wechselseitig weiter verstärken, weil sie gerade als solche emotional hoch besetzt sind. Dagegen ist auch kein Sozialforscher mit Gewissheit gefeit. Aber davon abgesehen muss er (beziehungsweise sie) versuchen, den Kontakt aufrechtzuerhalten und so Missverständnisse aus dem Weg räumen.

Ferner lässt sich – zum anderen – eine weitere Minderung von Fehlinterpretationen dadurch erreichen, dass eine *mehrperspektivische* Betrachtung erfolgt. Zu den evaluativen Gesprächen mit den Lehrern als den wesentlichen Akteuren der Innovation kommen Interviews mit den Schülern und die eigene teilnehmende Beobachtung. Schon die Gespräche mit verschiedenen Lehrern der gleichen Klasse weisen auf unterschiedliche Perspektiven hin. Diese wurden wesentlich erweitert durch Interviews mit den Schülern und durch die eigenen Wahrnehmungen bei der teilnehmenden Beobachtung. Dadurch wird ein Erfahrungsabgleich zwischen verschiedenen Akteuren und den Beobachtern möglich. Diese beiden Absicherungsmethoden – Kommunikationsorientierung der Befragungen und Mehrperspektivität – sollten eine hinreichende Barriere gegen allzu weit fehlgehende Interpretationen aufrichten

In Bezug auf die summative Bewertung des Erfolgs oder Misserfolgs des gesamten Modellversuchs sei auf die oben gemachten Ausführungen verwiesen, die eine differentielle Bewertung zu begründen versuchten. Insofern liegt der Erfolg erst einmal im innovativen Geschehen und damit in der Ausbreitung von Eigenaktivität selbst.

Im Verlauf des Modellversuchs zeigte sich, dass die Möglichkeit, Transferaktivitäten zu entwickeln, also weiterhin zielgerichtet innovativ tätig zu sein, ein wichtiges und motivierendes Moment für die Fortsetzung und Weiterentwicklung des gestaltungsorientierten Unterrichts bedeutet.

Die Idee der selbstorganisierten Lehrerfortbildung, die Teil des gestaltungsorientierten Ansatzes ist, wurde, wenn auch in unterschiedlicher Intensität,
von den Modellversuchs-Lehrern aufgegriffen, auch wenn sich nicht alle Modellversuchs-Lehrer kompetent fühlten, als Moderator nach außen hin aufzutreten. Doch wurden in der Lehrergruppe gemeinsame Transferstrategien
überlegt, mit denen versucht werden sollte, ihr Konzept eines gestaltungsorientierten Unterrichts in der ganzen Schule durchzusetzen. Wichtig für einen erfolgreichen Transfer ist, dass Lehrer mit ihrer Motivation und ihrem persönlichen Engagement für einen gestaltungsorientierten Unterricht die anderen Kollegen "anstecken". "Man muss auch ein glückliches Gesicht machen, damit die Kollegen sagen: Warum hast du so ein glückliches Gesicht?
Das möchte ich auch haben", meinte dazu einer der Lehrer.

Um die Lehrerfortbildung zu fördern, sollte nach Meinung der Modellversuchs-Lehrer eine schulübergreifende Weiterbildung ins Leben gerufen werden, durch die interessierte Lehrer anderer Schulen inspiriert werden, nach dem Beispiel des induktiven Curriculums des Krefelder Modellversuchs eine eigene Planung zu entwickeln. (sieh Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, 1995). Die Funktion der Modellversuchs-Lehrer wäre dabei diejenige eines Moderators. Durch die Einrichtung eines Modellversuchs zum Transferprozess könnte dies unterstützt werden.

Bei einer solchen Evaluation, die auf einen eher von "unten" gesteuerten Innovations-*Prozess* setzt (bottom-up-approach), steht eine *qualitative* Analyse im Vordergrund, mittels derer *Einflussfaktoren* untersucht werden, die Stärken und Schwächen dieses Prozesses bewirken. Die Ergebnisse der Evaluation sollen den Betroffenen – oder dem System als Ganzem – helfen, zu lernen und damit Verbesserungen erzielen.

Grundgedanken der Transformations-Evaluation

Die Transformations-Evaluation richtet sich an zwei Adressatengruppen:

- a) Zum einen sind dies die Akteure des Transfers in der Praxis.
- b) Zum zweiten sollen eher Außenstehende angesprochen werden, welche die Transfer- und Verbreitungsaktivitäten in verschiedenen Funktionen stützen oder organisieren können. Dies sind
- Vertreter der Kultusadministration in ihrer (potentiellen) Rolle als Innovationsmanager:
- das "mittlere Bildungsmanagement", also Mitarbeiter vor allem in den Landesinstituten, die voraussichtlich organisatorisch als "Innovationsagenturen" zu fungieren hätten;
- Wissenschaftler, die potentiell in wissenschaftlichen Begleitungen die Innovationsprozesse sowohl zu stimulieren als auch zu evaluieren hätten.

Da Entwicklungsprozesse, vor allem aber die darin aktiv Handelnden im Zentrum stehen sollen, gilt es, deren Auffassungen und Absichten auf dem Weg der Evaluation durch Aufklärung über Innovationsbedingungen mit Anstößen zur Reflexion anzureichern. Die Hoffnung ist, dass dann im Verlauf des Transfers "beim nächsten Mal" für die Betroffenen manches leichter wird.

Um diesem Anspruch gerecht zu werden, müssen bei der Transformations-Evaluation die neuralgischen Punkte – oder besser: Bereiche – gesucht werden, an oder in denen sich entscheidet, ob der Innovationsprozess vorangeht oder wieder zurückfällt.

Diese besonders *relevanten Bereiche* stehen miteinander in enger Wechselwirkung, sie können einander vorantreiben oder behindern. Deshalb muss man bei der Untersuchung zwar jeden Bereich für sich ins Auge fassen, wenn man ihn als neuralgisch ansieht. Zugleich aber ist immer der Komplex

innovativer Prozesse als gesamter zu sehen. Theoretisch kann man dies insbesondere mit der Luhmannschen Systemtheorie (Luhmann 1984/Luhmann/Schorr 1979) zu fassen versuchen. Da sie aber das Moment der willentlichen Entscheidung explizit ausklammert – um nicht zu sagen: negiert – kann sie für eine Innovationsstrategie, die gerade dieses Moment der Subjektivität ins Zentrum rückt, nur aspekthaft von Bedeutung sein

Als alternative Perspektive sei vorgeschlagen, das Innovationsfeld als Handlungs- und Vorstellungsfeld auf der Grundlage des Feld-Begriffs von Lewin (1982) zu betrachten. Wenn man die Details der mathematischen Topologie nicht zu stark gewichtet, bietet sich diese gestalt-psychologisch orientierte Sichtweise an, weil sie das Ganzheitliche der Felder und der darin ablaufenden Prozesse betont. Sie lenkt dabei insbesondere die Aufmerksamkeit auf die sozialpsychologisch zu fassenden – also Handeln und Vorstellungen (Phantasien) umgreifenden – Interaktionen von handelnden und denkenden Subjekten. Die dabei bedeutsame Auffassung der Gruppendynamik betont nun gerade neben dem Zusammenhang auch die Eigenständigkeit der Handlungs- und Vorstellungsbereiche. Ohne Zweifel muss man ein Innovationsgeschehen, wie wir es hier im Auge haben, insbesondere auch als sozialpsychologischen Vorgang begreifen. Bei den dabei sich ereignenden gruppendynamischen Prozessen ist es einerseits offenkundig, dass sich verschiedene Bereiche unterscheiden lassen.

Erneut ein Beispiel aus unserer Evaluationspraxis: Es gibt bei Berufsschullehrern die Tendenz, sich stark an die Lehrpläne zu binden, und zwar in einer Interpretation, die über den Wortlaut weit hinausgeht und die (vermuteten) Traditionen des Lehrens mit einbezieht. Diese wird in der Gruppenkommunikation immer wieder verstärkt, indem abweichende Meinungen – krass gesagt – exkommuniziert werden.

Andererseits ist klar, dass diese Tendenzen mit anderen Bereichen des Handlungs- und Vorstellungsfeldes in der Berufsschule zusammenhängen, und zwar auch über "Bewusstseins"-Verbindungen bei den Akteuren, seien diese faktisch auch "unterbewusst". Ein solcher Bereich ist etwa die Auffassung, der Lehrer sei per Profession dafür zuständig, bei den Schülern für den optimalen Wissens-"Input" zu sorgen, statt sie in entdeckendem Lernen möglichst viel selbsttätig lernen zu lassen.

Die wichtigsten Hindernisse, die es den Lehrern in der Anfangsphase erschweren zu einer freieren Interpretation der Lehrplanvorgaben zu finden waren, der

- selbstauferlegte Zwang, den Lehrplan streng einzuhalten und
- Bedenken, ob es mit der neuen Unterrichtsform überhaupt möglich ist, dem Lehrplan – wenn auch in freier Interpretation – gerecht werden zu können.

Nach einem ersten Jahr des Experimentierens stellten die Lehrer mit Erleichterung fest, dass im offenen Unterricht "die Schüler nicht nur an einem

Thema rumwursteln, sich langweilen und kein Ziel mehr sehen, sondern der Lernerfolg teilweise größer ist, als wenn man nach Lehrplan alle Themen abgearbeitet hätte." Aufgrund dieser Erfahrung standen die Lehrer im zweiten Jahr bereits unter wesentlich geringerem Legitimationsdruck.

Von diesem anfänglichen Druck und ihren Ängsten befreit, entdeckten die Lehrer neue Handlungs- und Beobachtungsfelder bei der Umsetzung des neuen Unterrichtskonzepts. Es war nicht länger wichtig, sich darauf zu konzentrieren, den Lehrplan zu erfüllen, sondern es entstand ein Raum, in dem die Lehrer sich auf die Schüler und das, was diese im Unterricht wollten, einlassen konnten. Diese Vorgehensweise wird von ihnen inzwischen als für einen erfolgreichen Unterricht essentiell angesehen: "Erst einmal muss man sich in die Denkweise der Schüler hineindenken. Was meinen die überhaupt damit, wenn die irgendwas sagen". Damit beginnt ein Lernprozess, in dem Lehrer und Lehrerinnen sich bemühen, die Gedankengänge der Schüler nachzuvollziehen. "Und dann muss ich sehen – wie setz ich da an? Das heißt, wie krieg ich das, was da vorhanden ist, mit den Schülern irgendwie strukturiert, so dass sie das, was sie im Kopf haben, sortieren, ordnen und gerichtet auf ein Ziel hinwenden? Das in der aktuellen Situation zu durchdenken ist schwierig."

Es zeigte sich im Verlauf des Modellversuchs, dass mit dem offenen Unterricht tatsächlich alle Lehrplaninhalte zusammen mit den Schülern erarbeitet werden konnten.

Die Erleichterung, die sich mit dem Einhalten des Lehrplans – trotz des neuen Unterrichtskonzepts - einstellte, half den Modellversuch-Lehrern schließlich, die Lehrplanvorgaben selbstbewusster und souveräner zu interpretieren. Es liegt auf der Hand, dass diese Lehrplanbindung ein für den gestaltungsorientierten Unterricht "neuralgischer" Bereich ist, wo sich die Auffassungen und Handlungen (das heißt: die konkreten Unterrichtsaktivitäten) wandeln müssen. Dies kann aber, so die Folgerung aus der Feldtheorie, zugleich längerfristig nur in Verbindung mit anderen Bereichen geschehen. Welche Bereiche wir für die Transformations-Evaluation in den Vordergrund gestellt haben, wird weiter unten geschildert. Man wird von "typischen Fällen" ausgehen und "induktiv" die Wahrnehmung der Virulenz von Problembereichen zu schärfen versuchen. So gehen wir davon aus, dass sich aus "tvpischen Fällen" etwas lernen lässt, wenn man die Typisierung aus einer aufmerksamen Wahrnehmung der Feld-Parameter herausdestilliert und dabei auf eine "relativ" intime Kenntnis des gesamten Innovationsfeldes zurückgreifen kann.

Wenn es nun um den Fortgang der Innovation als *Entwicklungsprozess* geht, seien Grundgedanken der Piagetschen Theorie (Piaget 1975) herangezogen, weil es nach unserer Auffassung ja wesentlich um Lernprozesse bei den Akteuren geht. Dabei spielen individuelles Lernen und solches von Gruppen eng ineinander; das beginnt mit der ursprünglichen Gruppe von Modellver-

suchs-Lehrern in verschiedenen Gruppierungen mit den Klassen und setzt sich bei den ersten Transferaktivitäten zu neuen Gruppenbildungen hin fort. Zumindest in dieser Hinsicht verträgt sich die Piagetsche Theorie ganz gut mit derjenigen von Lewin, weil ja auch Piaget - wenn auch kritisch - gestaltpsychologische Ansätze verarbeitet hat. Wichtig ist hier, dass nach Piaget (1976) beim individuellen Lernen die geistigen Strukturen die Tendenz haben, "Lücken" zu schließen, wodurch "sich selbst erhaltende Zyklen" von geistigen Operationen entstehen. Die Lücken aber sind gerade entstanden und entstehen – auf höherer Ebene – immer wieder neu durch eben denselben Prozess. Denn wenn sich ein Strukturelement durch die "Schließung" des Zyklus der Operationen stabilisiert hat, stellt es gleichsam einen "Vorsprung" gegenüber der übrigen Struktur dar. Wenn sich nun in verschiedenen Denkbereichen solche "Vorsprünge" herausbilden, tun sich zwischen ihnen Lücken auf, da in den Bereichen das Lernen zunächst relativ unabhängig voneinander fortschreitet. Dann gilt es, durch die Herstellung neuer "Zyklen" diese Lücken zu schließen. Man sieht, dass in diese Theorie ein unbeschränkter Prozess geistigen "Wachstums" eingebaut ist, was sie für die Analyse gestaltungsorientierten Lernens attraktiv macht. Man erkennt aber ferner: Auch zu den Lernprozessen in Gruppen von Menschen, beziehungsweise in Handlungs- und Denkbereichen, die sich in diesen Gruppen herausbilden, lassen sich Äquivalenzen zeigen.

Diese Sichtweise erhellt, dass im Verlaufe eines Entwicklungsprozesses Schwellen auftauchen, die es zu überwinden gilt. Betrachtet man das individuelle Lernen, so hebt Piaget folgendes hervor: Die ersten Lernfortschritte gleichgültig, von welchem Niveau aus - sind tastende Versuche der Assimilation von Neuem, die durch Akkommodations-Notwendigkeiten gleichsam in ihre Schranken gewiesen wird, wodurch neue gedankliche Operationen angestoßen werden. Diese sind aber, als vorläufige "Ausstülpungen" der bisherigen geistigen Struktur, noch äußerst fragil, so dass sie leicht wieder aufgegeben werden. Das wäre dann ein Rückschritt im Innovationsgeschehen. Derartige "Ausstülpungen" werden sich aber - zumindest durch neue Umweltanforderungen - in verschiedenen (Denk-)Bereichen mehr und mehr ergeben. Solange sie sich nicht gegenseitig stützen, ist kein durchgreifender Fortschritt zu erwarten. Im Gegenteil, weil das Neue nicht zum Alten passt, da es noch keine geschlossene Form gefunden hat, die auch dieses umfasst, besteht eine "reaktionäre" Tendenz: die neuen "Erwerbungen", wie Piaget sagt, werden nicht weiter verfolgt oder sogar wieder zurückgenommen. So kommt Piaget zu seinen "Stufen" oder "Phasen" der geistigen Entwicklung (zunächst speziell des Kindes): erst indem eine Schwelle überwunden wird, kann sich das Denken auf eine neue Stufe begeben. Diese Schwelle markiert den Sprung, der sich dadurch ergibt, dass sich die neuen "Erwerbungen" sozusagen "plötzlich" wechselseitig zu stützen beginnen, wenn sie zahlreich genug und hinreichend fortgeschritten sind.

Diese "Entwicklungslogik" (Habermas 1976) lässt sich nun auf das Lernen im "Feld" beziehungsweise in Gruppen übertragen. In Gruppen von Menschen werden immer einzelne einen "Vorsprung" gewinnen, der aber gefährdet ist. Die anderen haben gewöhnlich die Tendenz, diese "Ausstülpung" des gemeinsamen Handelns und Denkens – krass gesagt – zu sabotieren, weil es mit diesem nicht zusammenstimmt. Erst wenn eine "kritische Masse" erreicht ist, beginnt sich das Blatt zu wenden. Die Neuerer unterstützen sich gegenseitig – oft gar nicht bewusst, sondern einfach durch den Druck, den ihre Aktivitäten auf das Alte erzeugen. Und dann kann es passieren, dass das Neue sich in der ganzen Gruppe durchzusetzen beginnt, bis es schließlich als Selbstverständlichkeit gilt.

Zu Beginn des Innovationsprozesses befinden sich diese Bereiche zueinander in einer Balance, sie bilden – mit Piaget gesprochen – "Zyklen" sich wechselseitig erhaltender "operativer Schemata". So lässt sich der gegenwärtige "Ruhezustand" des Berufsschulwesens deuten. Von den "Entwicklungskernen" aus kann nun ein Fortschreiten einsetzen, wenn durch die Umwelt die alte Balance in Frage gestellt wird.

In den Bereichen, die sich später als die virulenten "Kerne" herausstellen werden, setzen einzelne Innovationen ein. Auch wenn sie im Rahmen eines Modellversuchs eigentlich aufeinander bezogen sein sollten, sind sie aber zunächst – weder im Handeln noch in der Vorstellungswelt – *innerlich* vernetzt. Es sind einzelne Versuche, aus dem Gewohnten auszubrechen. Dies wird noch mehr zutreffen im Verlauf von Transfer-Prozessen, die nicht in neue Modellversuche eingebunden sind: Man probiert, dies oder jenes zu übernehmen, was man in den Transfer-Veranstaltungen kennen gelernt hat und einleuchtend findet.

In dieser Übergangsphase kommt es darauf an, immer weiter an der Überwindung der Schwellen zu arbeiten, ohne sich durch Rückschläge entmutigen zu lassen. Diese Schwellen finden sich, wie schon erwähnt, in den Lernprozessen der einzelnen Personen. Sie lassen sich aber auch in den abstrakteren (kollektiven) Lernvorgängen in den einzelnen Feld-Bereichen beobachten. Auch innerhalb dieser Bereiche gibt es wieder Wechselwirkungen verschiedener Momente, die eine ähnliche Wirkung entfalten wie eben beschrieben. Deshalb wird zunächst relativ getrennt für jeden der Feld-Bereich eine solche Schwelle zu bestimmen gesucht. Sie wird in der Formulierung "vom bisherigen Zustand", beziehungsweise der Ausgangssituation, über einen Innovationsprozess hin "zu einem neuen Handlungs- und Denkmuster" beschrieben. Darüber hinaus aber kommt es dann zu einem "Umschlagen", zu einer neuen Qualität, wo sich die Neuerungen in den verschiedenen Bereichen gegenseitig zu verstärken beginnen. Nun werden die Aktivitäten in Bereichen, die im Innovationsprozess zurückhängen, von der "Avantgarde mitgezogen". Jetzt kann sich allmählich eine neue Balance herauskristallisieren: Die Neuerungen bilden immer mehr Zyklen von "Operationen", die sich zunehmend wechselseitig erhalten. Damit beginnt eine Umstrukturierung des gesamten Feldes. Wenn dies erreicht werden kann, ist die Innovation gelungen. Sinn der Transformations-Evaluation ist es, das Überwinden dieser Schwellen zu erleichtern. Dazu werden Aspekte der Ausgangssituation, der Übergangsphase und der neuen Balance untersucht.

Dem bisher Gesagten gemäß liegt der Schwerpunkt der Exploration der Ausgangssituation nicht bloß auf einer Beschreibung relevanter Faktoren. Es wird vielmehr versucht, sie analytisch nach

- Handlungsmöglichkeiten und
- Handlungsbeschränkungen

der Akteure zu unterscheiden, wenn diese sich an Neuerungen heranwagen. Die Untersuchung des *Entwicklungsprozesses* zielt darauf ab, die *Schwellen* herauszufinden und dabei

- fördernde und
- hindernde Faktoren

in den Vordergrund zu stellen. Wenn es darum geht, die vorläufigen "Ergebnisse" einer Innovation (die tendenziell auf weiteres Fortschreiten angelegt ist) darzustellen, sind die relevanten Aspekte der neu gewonnenen relativen Balance aufzuzeigen. Damit künftige "Verwender" etwas daraus lernen können, genügt es nicht, nur Erfolge und Misserfolge zu konstatieren. Entscheidend ist die Frage, woher es kommt, dass im einen Bereich eher Erfolge, im anderen eher Misserfolge dominieren. Wenn – wie in unserem Fall – am Ende der Modellversuchsphase sich tatsächlich eine neue Balance innovativen Charakters hergestellt hat, ist weiter zu fragen: Welches sind die entscheidenden Bereiche, die zur "Selbsterhaltung" der neuen "Zyklen" beitragen, inwiefern konnte es gelingen, Bereiche mit geringerem Innovationserfolg in ihrem Einfluss zu begrenzen?

Im Folgenden seien die Feld-Bereiche, die wir in diesem Fall als die typischen und relevanten wahrgenommen haben, aufgelistet. Dass es sich dabei um neuralgische Bereiche handelt, ergab sich für dieses Innovationsvorhaben zunächst aus der Leitidee der Gestaltungsorientierung und ihrem Einfluss auf den gegenwärtigen Berufsschulunterricht. Dabei haben sich bestimmte Bereiche als weniger bedeutsam herausgestellt, als man es zuvor vielleicht hätte erwarten können. Dazu zählen etwa auf Seiten der Schüler mögliche Probleme mit den eher geringen schulischen Eingangsvoraussetzungen oder dem kulturellen Abstand der mehrheitlich ausländischen Schüler zu "modernen" Partizipationsformen. Auf Seiten der Lehrer scheinen die individuell sicherlich deutlich differierenden Lehrstille keine so große Rolle für den Fortgang der Innovation zu spielen, wie man es vermuten sollte. Die Bereiche der folgenden Liste zeigten sich bei der Evaluation des genannten Modellversuchs als bedeutsam und werden deshalb untersucht:

1. Haltung zu Innovation: Vom Verharren in traditionellen Sicherheiten bis hin zur Wagnisorientierung.

- 2. Selbstverständnis der Akteure: von passiver Anpassung an Neuerungen zu aktivem Vertreten der Innovation.
- 3. Rolle der Lehrer im Innovationsprozess: vom Veränderungsobjekt zum Transfersubjekt.
- 4. Kooperation der Lehrer: vom Einzelkämpfer zum Kommunikator.
- 5. Unterrichtsform: von der Themen- zur Gestaltungsorientierung.
- 6. Didaktisch-methodische Leitlinie: von der Lernziel- zur "Produktorientierung".
- 7. Beurteilung des Unterrichtserfolgs: von pseudo-objektivierender Lernzielkontrolle zu erfahrungsbezogener, interpretierender Beurteilung der "Produkt"-Erarbeitung.
- 8. Lehrplanbindung: von der Fixierung an den Lehrplan zu souveräner Interpretation.
- 9. Vorstellung (von Lehrern und Schülern) über das Lehren und Lernen: vom Wissens-Input zu entdeckendem Lernen anhand von Problemlösungsaufgaben.
- 10. Bild der Lehrer vom Schüler (aber auch spiegelbildlich): vom Schüler als immer wenig Wissenden tendenziell zum fachlichen Partner bei der selbstgewählten Aufgabe.
- 11. Interaktion Lehrer-Schüler im Unterricht: vom Frontalunterricht zur "Schülerzentrierung".

Im Rahmen eines neuen Modellversuchs müsste jeweils geprüft werden, ob die oben aufgelisteten "neuralgischen" Feld-Bereiche auch die des aktuellen Modellversuchs abdecken, oder ob sie einer Ergänzung und Veränderung bedürfen.

Abschließend sollen die oben dargelegten Grundgedanken der gestaltungsorientierten Transformations-Evaluation auch in ihrer konkreten empirischen
Umsetzung vorgestellt werden. Als Beispiel für die Transformations-Evaluation eines der "neuralgischen" Feld-Bereiche des Krefelder Modellversuchs
soll der Bereich 11 dienen. Dabei kann allerdings nicht deutlich gemacht werden, wie die Transformationsprozesse der einzelnen Bereiche in ihrer Wechselwirkung einander stützen oder abschwächen. Hierzu wäre es notwendig,
den gesamten Feld-Bereich des Modelversuchs aufzuspannen und im Sinne
der Transformations-Evaluation auszuwerten (siehe dazu Heidegger/Adolph/
Laske 1997).

Interaktion Lehrer – Schüler im Unterricht: "Vom Frontalunterricht zur Schülerzentrierung"

Wird Unterricht als kommunikativer Prozess zwischen Lehrern und Schülern verstanden, dann ist die Lehrer-Schüler-Beziehung Dreh- und Angelpunkt aller Unterrichtsformen, einschließlich aller Erfolge und Misserfolge. Die Art

und Qualität der Kommunikation zwischen den Akteuren im Unterricht eröffnet und begrenzt Erfahrungs- und Handlungsmöglichkeiten, sowohl für Lehrer als auch für Schüler.

Ausgangssituation

Traditionell steht der Lehrer vorn, in Front zur Klasse. Damit ist nicht nur der physikalische Ort im Klassenzimmer gemeint. Eine bestimmte Kommunikationsform findet ihren äußeren Ausdruck: "Die traditionelle Form ist stark lehrerzentriert. Wenn man immer im Mittelpunkt der Sache gestanden hat, dann geht man aus dem Unterricht heraus und meint, man hätte so richtig was geschafft." Eine wesentliche Handlungsbeschränkung bei dieser Ausgangssituation ist das Selbsterleben, das der Frontalunterricht dem Lehrer vermittelt und als Folge ein starkes Verhaftetsein der Lehrer mit dieser Unterrichtsform.

Anhand der Schülerinterviews wurde deutlich, dass die Schüler das Lehrer-Schüler-Verhältnis sehr kritisch wahrnehmen. So wurde von ihnen thematisiert, dass lehrerzentrierter Unterricht immer ein spürbares Element der Macht beinhaltet. "In der anderen Schule zogen die Lehrer ihren Stoff konsequent durch und sagten: 'ich bin der Lehrer, ich hab recht, egal ob es falsch ist oder nicht. Köln liegt bei Rom' - dann ist es trotzdem richtig, egal - das hat der Lehrer gesagt! Wenn man das kritisiert, endet das meist damit, dass der Lehrer höhnisch vorne steht und sagt: 'wolltest es wohl besser wissen?'" Der Lehrer selbst bleibt für den Schüler unangreifbar und unkritisierbar. Die Machtposition im Frontalunterricht kann für Lehrer(innen) verführerisch sein, ja insgeheim von ihnen gewünscht werden. Dann besteht kein Interesse an einer Veränderung der Lehrer-Schüler-Interaktion. Doch diese einseitige Macht- und Kommunikationsbeziehung im Schüler-Lehrerverhältnis ruft auf beiden Seiten häufig Unbehagen hervor. Dies gibt dann Anlass dafür, dass neue Konstellationen und Formen gewünscht und manchmal auch gesucht werden. Ein entsprechendes Anliegen der Lehrer traf im Modellversuch auf die Erleichterung der Schüler, endlich mit einer anderen Form der Lehrer-Schüler-Interaktion bekannt zu werden. Den Lehrern eröffneten sich durch die Teilnahme am Modellversuch neue Handlungsmöglichkeiten, da der Modellversuch Gelegenheit bot, neue Ansätze auszuprobieren.

Hindernisse

Der Frontalunterricht verspricht vermeintlich unangreifbare Sicherheit. Dagegen ist der Ausgang, lässt man sich auf Schülerwünsche und -bedürfnisse ein, ungewiss und nicht unbedingt erfolgversprechend oder für das eigene Selbsterleben angenehm. Von der Machtposition ein Stück abzugeben und nicht länger alle Unterrichtsfäden in der eigenen Hand zu halten, bedeutete für die Lehrer ein beträchtliches Maß an Verunsicherung. Für einen Lehrer der davon ausgeht in der Klasse das Sagen zu haben, ist es beispielsweise

schockierend, wenn er in eine Klasse kommt, den Schülern eine Aufgabe vorschlägt und von diesen dann hört, dass sie daran im Augenblick nicht arbeiten wollen, sondern sich lieber mit den in den vorangegangenen Stunden begonnenen Aufgaben und Themen weiter auseinandersetzen möchten.

Wie als Gegenreaktion auf das eigene Bemühen, ein neues Lehrer-Schülerverhältnis herzustellen, konnten die Modellversuchs-Lehrer an sich immer wieder das Bedürfnis nach Selbstdarstellung beobachten. Sie wollten den Auszubildenden zeigen, was sie alles können und wissen. Dies aber stand der neuen Interaktionsform diametral entgegen.

Um eine etwas andere Kategorie von Hindernissen handelte es sich, wenn ein Lehrer überzeugt war, dass er "bei solchen lernschwachen Klasse und mit diesen Schülern, die ausschließlich in einer Konsumhaltung verharren", mit einem lehrerzentrierten Unterricht letztlich doch besser fahre. Bei solchen Argumenten ist die Frage zu stellen, ob es sich dabei nicht (auch) um einen Abwehrmechanismus handelt, mit dem Lehrer von vornherein die Unmöglichkeit beschwören möchten, dass ein anderes Lehrer-Schüler-Verhältnis einfach nicht herzustellen sei.

Grundsätzlich besteht die Gefahr des Rückfalls in die vertrauten Prinzipien des Frontalunterrichts. Wird die Unsicherheit, wie und ob sich eine andere Form der Interaktion mit den Schülern realisieren lässt, zu groß, erscheint der Frontalunterricht als rettendes, sicheres Land.

In engem Zusammenhang damit steht die Schwierigkeit, dass man in dem konkreten Bemühen, ein neues Kommunikations- und Interaktionsgefüge zu entwickeln (dabei zudem noch unerfahren und ungeübt auf dem neuen Weg), prädestiniert ist, auch Fehlerhaftes und Kontraproduktives durchleben zu müssen. Die Unerfahrenheit in dem neu angestrebten Lehrer-Schüler-Verhältnis erscheint dann wie ein Unvermögen oder wie ein unüberwindliches Hindernis. "Im ersten Durchgang hab ich mich ganz schön als Dompteur gefühlt, aus der eigenen Unsicherheit heraus. Das merken die Schüler ja auch. Dann haben sich Gruppen gebildet und ich hab versucht, dass diese Gruppen immer Selbständigkeit demonstrieren, das die was eigenes vorführen. Ich hab sie gezwungen als Gruppe irgendwas fertig zu machen."

Ebenso wie die Lehrer haben auch die Schüler eine Schwelle zu überwinden, soll der Unterricht schülerzentriert werden. Die Schüler lernten während des Modellversuchs die traditionelle Rollenfestschreibung des Frontalunterrichts aufzugeben und zu hinterfragen. Indem die Lehrer versuchten, sich mehr und mehr zurückzunehmen, begannen die Auszubildenden sich auf ihre Weise neue Handlungsräume zu erobern.

Förderndes

Es war für die Lehrer notwendig, ein Verständnis davon zu entwickeln, dass eine wesentliche Qualität der neuen Interaktionsform zwischen Schülern und Lehrern im eigenen Zurücknehmen besteht. "Die Frage ist, inwieweit der

Lehrer im Vordergrund steht oder ob er in dem Moment, in dem die Schüler an einem Problem arbeiten und weiterkommen, sich zurücknehmen kann. Der Lehrer, der die Schüler nicht loslassen kann, wäre für mich an dem Punkt negativ. Für mich als Lehrer ist das ein Stück Qualität, Prozesse in Gang zu setzen, sich zurücknehmen zu können und abzuwarten, dass die Schüler das nun selbst weitermachen, um dann wiederzukommen, wenn die Schüler mich brauchen."

Auch die fehlgeschlagenen Ansätze mussten reflektiert und bewertet werden, wie zum Beispiel der Versuch, die Auszubildenden zur Selbständigkeit zu zwingen und sie aufzufordern: "Macht das mal selbstl", "Schaut mal ins Tabellenbuch", was nach Einschätzung der Lehrer die Schüler rückblickend nur verunsichert hat.

Erste Veränderungen auf Grund der neue Interaktion zwischen Schülern und Lehrern wurden im zweiten Modellversuchs-Jahr bemerkbar. Als hilfreich wurde genannt, dass die Lehrer ihre Klasse in den beiden Jahren oft einen halben oder gar ganzen Vormittag lang alleine unterrichteten. In einer solchen Zeitspanne hat sich der Lehrer der Klasse ganz anders zu stellen als während eines ein bis zwei Stunden dauernden Unterrichts. "Wenn ich eine Klasse nur zwei Stunden habe, dann mach ich das irgendwie mit links. Man versucht irgendwie durchzukommen, zu überleben. Wenn ich aber weiß, ich hab die einen halben Vormittag, sechs Stunden..." Schließlich wurde von Schülern wie Lehrern als zentrale Voraussetzung des schülerzentrierten Unterrichts das Entwickeln gegenseitigen Vertrauens genannt. Dieses Vertrauen lässt sich nicht durch verbale Überzeugungsarbeit herstellen. Vertrauen ist für die Lehrer-Schüler-Beziehung ebenso essentiell wie die Notwendigkeit, dass der Lehrer sich zurücknehmen kann und der Schüler Zutrauen in seine Fähigkeit, selbständig arbeiten zu können, gewinnt. Im gestaltungsorientierten Unterricht kann der Lehrer den Schülern zeigen, wie sie allein durch ihr bislang erworbenes Wissen in der Lage sind, unbekannte Probleme zu lösen. Es geht in diesem Bereich letztlich darum, auf verschiedenen Ebenen Vertrauen zu entwickeln und zu gewinnen, um die Schwelle vom Frontalunterricht zum schülerzentrierten Unterricht zu überwinden:

- o der Schüler muss lernen, seinen eigenen Fähigkeiten zu vertrauen,
- o der Lehrer lernt, auf die Fähigkeiten der Schüler zu bauen,
- der Schüler traut dem Lehrer zu, ihn beraten zu können,
- der Lehrer erfährt, dass ein schülerzentrierter Unterricht ebenso gute, meist sogar bessere Unterrichtsergebnisse bringt als der Frontalunterricht. Er lernt der neuen Unterrichtsform zu vertrauen.

Für die Schüler ist darüber hinaus die Glaubwürdigkeit und Ernsthaftigkeit wichtig, mit der Lehrer ihre Vorschläge und Kritik aufnehmen. Die Lehrer lernten Unterrichtsinhalte gemeinsam mit ihren Schülern festzulegen, was ein demokratisches Einbeziehen der Schüler in die Unterrichtsplanung bedeutet.

Während Lehrer und Schüler ein neues Verhältnis zueinander zu finden suchten, hatten die Schüler zugleich die Möglichkeit auch untereinander eine bislang ungewohnte Kommunikationsform zu entwickeln. Die Schüler wurden nicht reglementiert, wenn sie sich im Unterricht miteinander austauschten. Auch wurde eine durch die Modellversuchs-Lehrer geförderte Teamarbeit von den Schülern sehr positiv bewertet. "In anderen Schulen war Teamarbeit nicht gefragt. Da hieß es: jeder macht seinen Stoff. Wenn man mal den Nachbarn fragen wollte, hieß es vom Lehrer - he! - was soll das - kannst du das nicht alleine machen? Das Verhältnis zum Lehrer ist ganz anders. Wir werden wie Erwachsene behandelt. Da steht nicht immer bloß der große Lehrer vorn und der Rest ist still. Die Art, wie wir miteinander reden und arbeiten, das ist nicht mehr der große Chef und der kleine Schüler, das ist mehr auf einer kameradschaftlichen Basis, und das find' ich gut," meinte ein Auszubildender. Die Schüler sahen das neue Lehrer-Schüler-Verhältnis allerdings nicht als Freibrief für Distanzlosigkeit. "Wenn man den Lehrer jetzt duzen würde, dann aina das schon zu weit. Iraendwie muss noch der Respekt zwischen dem Schüler und dem Lehrer vorhanden sein. Im Großen und Ganzen haben wir vor den Lehrern Respekt, aber wir kommen trotzdem ganz gut mit denen aus. Sie sprechen locker mit uns. lernen mehr oder weniger unsere Sprache. "Hier nannte ein Schüler präzise die Grundlage, die für das Entwickeln eines Vertrauensverhältnisses zwischen Schüler und Lehrer unabdingbar ist: gegenseitiger Respekt.

Ergebnisse, Erfolge

40

Die Lehrer hatten gelernt, auf die individuellen Bedürfnisse und Strukturen der einzelnen Schüler einzugehen. Sie verfügten ab einem bestimmten Punkt über genügend Flexibilität und Souveränität, um ihre Lehrerrolle unter den neuen Bedingungen auch neu zu definieren, so dass es nicht länger notwendig war, der Klasse gegenüber ein Machtposition zu demonstrieren. Ein weiterer Erfolg war die Akzeptanz der Schüler bezüglich der Arbeit in der Gruppe. Die Schüler erlebten sie als neue, interessante und bereichernde Erfahrung. "Die Arbeit in den Gruppen finde ich perfekt, super. Da kann der eine dem anderen helfen. Wenn einer etwas nicht kapiert, ist der Ausbilder oder die Gruppe für ihn da. Aber die Gruppe muss sich verstehen, das ist die Hauptsache. Mit der Zeit lernt man die Aufgabe von der Seite der anderen zu sehen. Man lernt, ein Problem von verschiedenen Seiten zu betrachten und Lösungen nicht stur alleine für sich zu suchen." Neben einer durch den gegenseitigen Austausch stattfindenden Erweiterung der Problemlösungshorizonten können Schüler in diesem Bereich darüber hinaus soziale Fähigkeiten von Kommunikation und Zusammenarbeit ausbilden.

Wichtige Qualitäten, die sich aus dem Evaluationsmaterial für die Realisierung eines schülerzentrierten Unterricht extrahieren lassen, waren daher: Vertrauen, Respekt, soziale Kompetenz und Zusammenarbeit. Da der schülerzentrierte Unterricht Schülern nicht aufgezwungen werden kann, ist der vertrauensbildende Prozess zwischen Lehrern und Schülern ein Muss. Werden die genannten Qualitäten im Unterricht verwirklicht, sind die Voraussetzungen zur erfolgreichen Umsetzung des schülerzentrierten Unterrichts gegeben.

Literatur

Schwerpunkt

- BOJANOWSKI, A./DEDERING, H./HEIDEGGER, G.: Entwicklungslinien einer neugestalteten Jugendbildung. In: Dedering, H. (Hrsg.) Ansätze und Perspektiven einer neuen Qualität von Bildung, Frankfurt/M, 1983, S. 10-74.
- BOJANOWSKI, A./DEDERING, H./ HEIDEGGER, G.: Innovationen im Spannungsfeld beruflichen und allgemeinen Lernens. Vorstudie, Frankfurt/M. 1982.
- DILTHEY, W.: Zur Weltanschauungslehre. Abhandlung zur Philosophie der Philosophie. In: Gesammelte Schriften, Bd. 8, Hrsg. v. Groethuysen, B., Leipzia/Berlin 1923 (ursprünglich 1880).
- Dybrowski, G./Pütz, H./Rauner, F. (Hrsg.): Berufsbildung und Organisationsentwicklung, Perspektiven, Modelle, Grundlagen, Bremen 1995.
- HABERMAS, J.: Zur Rekonstruktion des historischen Materialismus, 2. Aufl., Frankfurt/M. 1976.
- Heidegger, G./Drescher, E./Gerds, P./Rauner, F.: Gestaltungsorientierter Unterricht. Konzept zur Orientierung der Berufsschule an den Leitideen der sozialen Gestaltung von Arbeit und Technik, Soest 1993.
- Heideger, G./Adolph, G./Laske, G.: Gestaltungsorientierte Innovation in der Berufsschule. Begründungen und Erfahrungen. Bremen 1997.
- HILDEBRANDT, E.: Wandel betrieblicher Sozialverfassung durch systemische Kontrolle (Habilitationsschrift). Berlin 1989.
- Hughes, J.: Evaluation of Innovation, Unveröffentlichtes Manuskript, Gwent
- LANDESINSTITUT FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG (Hrsg.): Sozialverträgliche Technikgestaltung durch berufliche Bildung. Zur Integration von fachlicher und gesellschaftlicher Kompetenz. Soest 1989.
- LANDESINSTITUT FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG: Die Lehrwerkstatt gestalten. NRW 1995.
- LEWIN, K.: Feldtheorie und Experiment in der Sozialpsychologie. Werkausgabe, Bd. 4. Bern 1982.
- LUHMANN, N.: Soziale Systeme, Grundriss einer allgemeinen Theorie, Frankfurt/M. 1984.
- LUHMANN, N./SCHORR, K.-E.: Reflexionsprobleme im Erziehungssystem, Stuttgart 1979.
- Pätzold, G. (Hrsg.): Handlungsorientierung in der beruflichen Bildung. Frankfurt/M. 1992.

PIAGET, J.: Die Äguilibration der kognitiven Strukturen. Stuttgart 1976.

PIAGET, J.: Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde. Stuttgart 1975.

WARSITZ, R. P.: Das zweifache Selbstmissverständnis der Psychoanalyse. Die Psychoanalysekritik von Karl Jaspers in immanenter Darstellung. Würzbura 1987.

WILLI, J.: Die Zweierbeziehung, Spannungsursachen - Störungsmuster -Kjärungsprozesse - Lösungsmodelle: Analyse des unbewussten Zusammenspiels in Partnerwahl und Paarkonflikt: Das Kollusions-Konzept. Reinbek 1975.

Falk Howe

Das "Kabelablänggerät" – eine gestaltungsorientierte Lern- und Arbeitsaufgabe aus dem Modellversuch GoLo

Einleituna

In Niedersachsen wurde von September 1994 bis Januar 1999 der Modellversuch GoLo - "Gestaltungsorientierte Berufsausbildung im Lernortverbund von Klein- und Mittelbetrieben und Berufsschule im Bereich gewerblichtechnischer Berufsausbildung (Metall und Elektro) in der Region Wilhelmshaven" - durchgeführt. Als gleichberechtigte Partner waren alle in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik ausbildenden industriellen Betriebe der Stadt Wilhelmshaven, einige Betriebe des Umlandes sowie die Berufsbildenden Schulen II der Stadt Wilhelmshaven beteiligt. Die wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchs erfolgte durch das Institut Technik und Bildung der Universität Bremen.

Der Modellversuch GoLo sollte erproben, in welcher Weise Berufsschule und Klein- und Mittelbetriebe im Bereich der gewerblich-technischen Ausbildung organisatorisch und inhaltlich zusammenarbeiten können. Angestrebt wurde, ihre Aufgabenverteilung kooperativ auszugestalten. Die Hauptziele bestanden darin, die Qualität der Ausbildung zu steigern und die Zahl der Ausbildungsplätze zu erhalten oder sogar zu erhöhen.

Die Verbundpartner brachten ihre jeweiligen Stärken in den Lernortverbund ein und konnten ihre Schwächen bzw. Defizite durch ein kostenneutrales, ausgewogenes "Geben und Nehmen" ausgleichen, Betriebe, die aufgrund ihrer Spezialisierung nicht in der Lage waren, die Ausbildungsanforderungen im fachlichen Bereich - insbesondere in den neuen Technologien (z.B. CNC. SPS, Bussysteme) - aus eigener Kraft vollständig zu erfüllen, wurden auf diese Weise für die Ausbildung (wieder-) gewonnen.

Als zentrales didaktisch-methodisches Konzept zur Organisation und Verwirklichung innovativer Ausbildung im Lernortverbund erwiesen sich gestaltungsorientierte Lern- und Arbeitsaufgaben. Sie werden in der Regel aus den betrieblichen Arbeitsaufgaben der an der Ausbildung beteiligten Betriebe gewonnen. Durch ihre Nähe zur betrieblichen Praxis stellen sie unmittelbar den

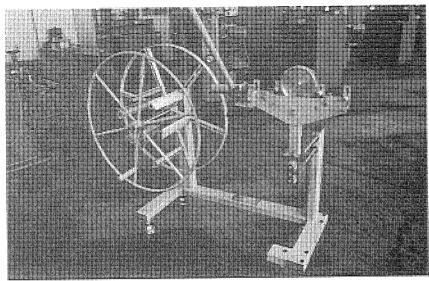


Abb. 1: Von GoLo Auszubildenden gefertigtes Kabelablänggerät

Bezug zwischen Ausbildung und Arbeitswelt her. Die betrieblichen Arbeitsaufgaben werden gemeinsam von Ausbildern und Lehrern auf ihre Eignung für die Ausbildung untersucht und ausgewählt. Sie werden für die Auszubildenden didaktisch so aufbereitet, dass sich Aufgabenstellungen für ein möglichst selbständig zu realisierendes Projekt ergibt.

Die gestaltungsorientierten Lern- und Arbeitsaufgaben besitzen eine in doppelter Hinsicht integrierende Funktion. Auf der einen Seite werden Lernen und Arbeiten, auf der anderen Seite Ausbildungsinhalte aus Schule und Betrieb miteinander verbunden. Gemeinsam geplant, durchgeführt und ausgewertet bilden sie die Grundlage für die Kooperation zwischen Ausbildern, Lehrern und Auszubildenden und damit einen Dreh- und Angelpunkt für eine neue Qualität in der Ausbildung.

Die Umsetzung des Konzeptes der gestaltungsorientierten Lern- und Arbeitsaufgaben begründet eine neue Qualität von Ausbildung. Während sich die Struktur der Ordnungsmittel an den Systematiken der Natur- bzw. Ingenieurwissenschaften orientiert und deshalb eine fachsystematische Vermittlung von Ausbildungsinhalten zulässt, erfassen die Lern- und Arbeitsaufgaben zusammenhängende Arbeitsprozesse und bieten sich oft für eine fächerübergreifende und lernortintegrierende Berufsbildung an.

Ziel einer gestaltungsorientierten Berufsbildung ist es, die Auszubildenden zur Mitgestaltung von Arbeit und Technik zu befähigen. Gestaltungsorientier-

te Lern- und Arbeitsaufgaben sollen den Prozess der Entwicklung von Gestaltungskompetenz unterstützen. Die Auszubildenden sollen erfahren, dass Technik und Arbeitsabläufe von Menschen gestaltet und festgelegt werden, die ihre Interessen, Vorstellungen, Visionen und Bedürfnisse verwirklichen wollen. Sie sollen aber auch feststellen, dass sie ihre eigenen Ideen und Zwecke in die Gestaltung mit einbringen können. Die Aufgaben müssen dazu anregen, über die Leitfragen

- "Warum hat Technik gerade diese Gestalt und wird in dieser Form im Betrieb eingesetzt?".
- "Warum ist Arbeit im Betrieb gerade so organisiert?" und
- "Geht es auch anders, welche Alternativen bieten sich?" nachzudenken. Sie sollen sich herausgefordert fühlen, diesen Fragen im Lern- und Arbeitsprozess nachzugehen und Lösungen anzubieten.

Bei der Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben verabschieden sich Ausbilder, Lehrer und Auszubildende von ihrem "klassischen" Rollenverständnis. Ausbilder und Lehrer sind keine "Vorturner", die den Lernenden vieles vormachen oder fertig vorlegen, sondern übernehmen die Funktion von Sachverständigen, Moderatoren und Ratgebern. Für alle Beteiligten bedeutet dies, nicht nur den Lern- und Arbeitsprozess zu überprüfen und zu bewerten, sondern auch ihre eigene Rolle kontinuierlich zu reflektieren.

Identifizierung der Lern- und Arbeitsaufgabe

Das "Kabelablänggerät" (Abbildung 1) ist eine Lern- und Arbeitsaufgabe, die im Rahmen des Modellversuchs GoLo im Ausbildungsjahr 1996/97 von Industriemechanikern der Fachrichtungen Betriebstechnik und Maschinenund Systemtechnik im 2. Ausbildungsjahr realisiert wurde. Beteiligt waren außerdem Konstruktionsmechaniker der Fachrichtung Metall- und Schiffbautechnik aus dem 3. Ausbildungsjahr. Die Lern- und Arbeitsaufgabe wurde überbetrieblich durchgeführt, die Auszubildenden kamen aus insgesamt fünf verschiedenen Ausbildungsbetrieben (Deutsche Grove GmbH, Preussen-Elektra AG Kraftwerk Wilhelmshaven, Marinearsenal Wilhelmshaven, Kurverwaltung Wangerland GmbH, Friesisches Brauhaus zu Jever).

Der Impuls für die Lern- und Arbeitsaufgabe kam vom PreussenElektra Kraftwerk Wilhelmshaven. Hier wurde in einem Lager zu dem bereits vorhandenen ein zweites Gerät zum Ablängen und Abschneiden von Kabeln benötigt. An die GoLo-Arbeitsgruppe Metall wurde deshalb die Anfrage herangetragen, ob der Bau eines Kabelablänggeräts im Rahmen eines Ausbildungsvorhabens realisiert werden könne.

Ausbilder, Lehrer und Auszubildende besichtigten daraufhin vor Ort das bereits vorhandene Gerät, um die grundsätzliche Möglichkeit und die Lernhaltigkeit einer solchen Maßnahme zu erkunden. Nachdem Einigkeit darüber be-

an.

Lern- und Arbeitsaufgabe "Kabelablänggerät"

Im Lager des Energieversorgungsunternehmens PreussenElektra Kraftwerk Wilhelmshaven müssen häufig Kabel unterschiedlicher Dicke auf eine erforderliche Länge zugeschnitten werden. Hierfür steht bereits ein "Kabelablänggerät" zur Verfügung. In einem Nebenlager wird ein weiteres Gerät benötigt, weil es sehr umständlich ist, das vorhandene Gerät über lange Strecken zu bewegen. Dieses Gerät soll ähnlich wie das bereits vorhandene konstruiert und gefertigt werden.

Um die Funktion und den Einsatzbereich des "Kabelablänggeräts" richtig beurteilen zu können, ist eine Besichtigung vor Ort vorgesehen. Verbesserungsvorschläge bezüglich der Konstruktion, der Fertigungsverfahren, der Werkstoffauswahl usw. sind erwünscht.

Das Projekt soll in Kleingruppen mit drei bzw. vier Lernenden durch selbständiges Planen, Durchführen, Kontrollieren und Be-werten verwirklicht werden. Dazu gehört auch eine genaue Dokumentation der Arbeit und eine sorgfältige Zusammenarbeit der einzelnen Gruppen miteinander. Zu Projektbeginn sind die Beurteilungskriterien festzulegen. Zur Erledigung aller Aufgaben sind sechs Berufsschultage und 50 Stunden betriebliche Arbeit vorgesehen.

Abb. 2: Aufgabenstellung der Lern- und Arbeitsaufgabe "Kabelablänggerät"

stand, dass die Fertigung des Gerätes von Auszubildenden bewältigt werden kann, wurde von den Ausbildern und Lehrern der Arbeitsgruppe Metall beschlossen, den Bau des Geräts in arbeitsteiliger Gruppenarbeit durchzuführen. Die Gruppen sollten jeweils einzelne Baugruppen in verschiedenen Betrieben fertigen und diese dann in einem Betrieb zusammenfügen. Abschließend sollte eine Auswertung, Präsentation und Übergabe an die Firma PreussenElektra erfolgen. Auf dieser Grundlage erfolgte die Festlegung der Aufgabenstellung (Abbildung 2).

Planung der Lern- und Arbeitsaufgabe

Nach der Verteilung der Aufgabenstellung in der Berufsschule wurde zunächst die grundsätzliche Vorgehensweise besprochen. Das Gerät wurde in die fünf Baugruppen "Gestell", "Drehteile des Zählwerks mit Abschneidevorrichtung", "Frästeile des Zählwerks mit Abschneidevorrichtung", "Lagerschlitten mit Führung" und "Haspel" untergliedert. Zu jeder Baugruppe wurde von den Auszubildenden selbständig eine Arbeitsgruppe eingerichtet. Es

Leitfaden für die Gesamtdokumentation

- Inhaltsverzeichnis erstellen, verantwortlich:
- Aufgabenstellung für das Gesamtprojekt
- Am Projekt beteiligte Firmen (DIN-A4 Blatt), wird gestaltet von:
- Projektübersicht (Ablaufplan), wird erstellt von:
- Dokumentation der Einzelgruppen (siehe Extra-Leitfaden)
- Montageplan ("Kabelablänggerät"), wird erstellt von:
- Kriterienliste zur Sozial- und Umweltverträglichkeit, Die Kriterienlistenerstellung übernimmt:
- Fragebogen mit Auswertung der Fragen an den Umweltberater übernimmt:
- Fotodokumentation während der Fertigungsphase,
 Fotodokumentation übernimmt:

Abb. 3: Von Auszubildenden entwickelter Leitfaden zur Gesamtdokumentation

entstanden vier Dreiergruppen und eine Fünfergruppe, die jeweils verantwortlich für die vollständige Bearbeitung ihrer Teilaufgabe zeichneten. Das vorhandene Kabelablänggerät konnte von den Auszubildenden noch einmal bei PreussenElektra erkundet und ausprobiert werden. Durch eine Befragung der mit dem Gerät arbeitenden Fachkräfte, die über Probleme und Mängel Auskunft geben konnten, wurden Verbesserungsmöglichkeiten gesammelt. Die Arbeitsgruppen informierten sich über ihre Baueinheiten und besorgten die zur weiteren Bearbeitung nötigen Unterlagen. Da im Verlauf der Informationsbeschaffung noch weitergehende Fragen auftauchten, wurde das vorhandene Gerät der Berufsschule schließlich für zwei Schultage zur Verfügung gestellt. Seine teilweise Demontage war dabei ebenfalls möglich. Die Arbeitsgruppen nahmen Maße und fertigten Skizzen und Zeichnungen

Um von Anfang an die Dokumentation nicht aus den Augen zu verlieren, wurden bereits in der Planungsphase Dokumentationsleitfäden erarbeitet. Mit dem Leitfaden zur Gesamtdokumentation wurde nicht nur die Struktur der Abschlussdokumentation festgelegt, sondern es konnten obendrein Aufgaben verteilt und Zuständigkeiten zugewiesen werden (Abbildung 3).

Leitfaden für die Dokumentation der Teilaufgaben

- 1. Formulierung der Teilaufgabenstellung
 - Mit welcher Baugruppe haben wir uns beschäftigt?
 - Welche mathematischen, zeichnerischen und technologischen Vorüberlegungen waren nötig, um die Baugruppen fertigen zu können?
- 2. Festlegung der Beurteilungskriterien
 - Welche Kriterien aus den verschiedenen Bereichen (Fach-, Sozial-, Methoden-, Lernkompetenz) sind für die Projektdurchführung wichtig?
- 3. Darstellung der bearbeiteten Sachverhalte und Problemstellungen
 - Berechnungen, Zeichnungen, technologische Überlegungen
 - Welche Verbesserungsvorschläge wurden gemacht?
 - Wo wich die Fertigung von der Vorplanung ab?
- 4. Beschreibung des Fertigungsablaufes
 - Welche Probleme traten auf, wie wurden sie gelöst?
 - Wo wurde auf umweltverträgliche Produktion geachtet?
- 5. Bewertung der Arbeit an der Baugruppe an Hand der Bewertungskriterien
 - Kurze Beschreibung, wie die aufgestellten Kriterien erfüllt wurden
- 6. Literaturangaben
 - Welche Informationsquellen wurden zur Lösung der Aufgabe benutzt?

Abb. 4: Von Auszubildenden entwickelter Leitfaden zur Teilaufgaben-Dokumentation

Bestandteil der Gesamtdokumentation sollten auch detaillierte Dokumentationen der von den einzelnen Arbeitsgruppen bearbeiteten Teilaufgaben sein. Auch für diesen Zweck wurde im Berufsschulunterricht eine Vorgabe entwickelt (Abbildung 4).

Um zu erfahren, wie technische Produkte umweltverträglich gestaltet und gefertigt werden können, luden die Auszubildenden den Umweltbeauftragten des Marinearsenals in die Berufsschule ein. Ihre Erkenntnisse sollten dann bei der Herstellung des Kabelablänggeräts berücksichtigt werden. Das Gespräch mit dem Umweltbeauftragten wurde mit einem Fragenkatalog vorbereitet (Abbildung 5).

Im Anschluss an den Besuch des Umweltbeauftragten entwickelten die Auszubildenden eine Liste mit Prüfkriterien für eine Umwelt- und Sozialverträg-

Fragen an den Umweltbeauftragten des Marinearsenals

- 1. Werden im Marinearsenal Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfungen gemacht?
- 2. Was passiert, wenn Umwelt- und Sozialverträglichkeit nicht eingehalten werden?
- 3. Nach welchen Kriterien werden im Marinearsenal Umwelt- und Sozialverträglichkeits-prüfungen gemacht?
- 4. Was ist für Sie persönlich wichtiger: Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfungen?
- 5. Müssen Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfungen gemacht werden? Welche Vor-schriften gibt es?
- 6. Gibt es im Marinearsenal Analysen über Input- und Outputgrößen?
- 7. Haben die Arbeitnehmer Einfluß, die Umwelt- und Sozialverträglichkeit zu verbessern (z.B. durch Verbesserungsvorschläge in der Produktion)?

Abb. 5: Von Auszubildenden entwickelter Fragenkatalog

lichkeitsprüfung von Produkten und Produktionsverfahren. Diese Liste wurde für das "Kabelablänggerät" ausgefüllt und ausgewertet. Änderungen zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit, z. B. bei der Oberflächenbehandlung, wurden diskutiert.

Die Ergebnisse dieser Diskussion flossen ein in eine Aufstellung angestrebter Verbesserungen und Änderungen. In der Berufsschule wurden die weiteren Arbeitsschritte geplant, Zeit- und Arbeitspläne entworfen, auf den Übergabetermin ausgerichtet und zwischen den Arbeitsgruppen abgestimmt. Der festgesetzte Übergabetermin erzeugte dabei Zeitdruck und trug so zur Realitätsnähe der Lern- und Arbeitsaufgabe bei.

Durchführung der Lern- und Arbeitsaufgabe

Mit Hilfe des CAD-Programms "Caddy", in das die Auszubildenden eine Einführung erhielten, wurden auf Basis der Skizzen und unter Berücksichtigung der Verbesserungsvorschläge die Fertigungszeichnungen erstellt.

Die eigentliche Fertigung, die weitgehend in der Verantwortung der Auszubildenden lag und von diesen selbständig vorgenommen wurde, erfolgte parallel in drei verschiedenen am Lernortverbund beteiligten Betrieben. Kon-

takt zu ihren Ausbildern oder anderen Fachkräften nahmen die Auszubildenden nur auf, wenn sich Probleme stellten, die sie nicht zu lösen wussten. Für den Einbezug von Umweltschutz- und Sozialverträglichkeitsaspekten in die Fertigung der Bauteile waren die Auszubildenden ebenfalls selbst verantwortlich. Dies stärkte ihr Verantwortungsgefühl und unterstrich die "Echtheit" der Lern- und Arbeitsaufgabe.

Die einzelnen, von den Teilgruppen gefertigten Baueinheiten wurden im Marinearsenal Wilhelmshaven montiert. Dabei stellten die Auszubildenden fest, wie wichtig es ist, sich an vorher getroffenen Absprachen, z.B. bei den vereinbarten Maßtoleranzen, zu halten. Zum anderen erlebten sie die Bedeutung der Qualität ihrer Arbeit für das Gesamtprojekt. Die Endkontrolle führten die Auszubildenden wiederum selbst durch.

Präsentation der Lern- und Arbeitsaufgabe

50

Auf der Grundlage der vorliegenden Dokumentationen erstellten die Arbeitsgruppen Folien für die Präsentation. Deren Ablauf wurde in der Berufsschule diskutiert und zwischen den Gruppen verbindlich verabredet. In einem ersten Durchgang stellten die Auszubildenden das Kabelablänggerät vor einem Plenum aus Ausbildern, Lehrern und der wissenschaftlichen Begleitung vor. Zwei Schüler gaben einen Gesamtüberblick über die Planung und den Verlauf der Lern- und Arbeitsaufgabe. Anschließend berichteten die Gruppensprecher von ihrer Teilaufgabe, den in der Gruppe angestellten Überlegungen, den Problemen und deren Lösungen sowie ihren Ergebnisse. Auf der zweiten Beiratssitzung und der ersten Fachtagung des Modellversuchs wiederholten die Schüler ihre Präsentation vor einer großen Zuhörerschaft. Dabei überraschten die Auszubildenden das Publikum durch ihren kompetenten und reflektierten Vortrag. Auch bei der anschließenden Fragerunde blieben die Auszubildenden keine Antwort schuldig und zeigten, wie intensiv sie sich mit der Lern- und Arbeitsaufgabe auseinandergesetzt hatten.

Auswertung der Lern- und Arbeitsaufgabe

Die Auswertung der Lern- und Arbeitsaufgabe betraf die Einschätzung der eigenen Leistung und des Lernerfolges, sollte ein Feedback für zukünftige Lern- und Arbeitsaufgabe geben und umfasste zusätzlich eine explizite Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfung des Kabelablänggeräts und der eingesetzten Herstellungsverfahren.

Zunächst fand in den Arbeitsgruppen ein Gespräch zwischen den Auszubildenden statt. Zur Strukturierung dieses Gesprächs entwickelten die Auszubildenden einen Leitfaden (vgl. Abbildung 6).

Leitfaden für ein Auswertungsgespräch in den Gruppen

Bestandsaufnahme

- Was war die Aufgabe?
- -Worauf kam es uns dabei an?
- Wie sind wir vorgegangen?
- Auf welche Schwierigkeiten sind wir bei der Planung, bei der Durchführung und bei der Zusammenstellung des Ergebnisses der Aufgabe gestoßen?

Ergebniskontrolle

- Was haben wir herausgefunden?
- Konnten wir die Aufgabe lösen?
- Wie kamen wir zu dieser Darstellung, zu diesem Ergebnis?
- Was hat Spaß gemacht, gefallen?
- Was konnte nicht bearbeitet werden?
- Was war unbefriedigend?

Kommunikation und Zusammenarbeit

- -Wer wurde in die Bearbeitung mit einbezogen?
- Welche Probleme, Erfahrungen, Konflikte gab es dabei?

Fehleranalyse

- Welche Fehler sind aufgetreten?
- Was waren die Ursachen?

Korrektur

- -Welche anderen Wege wären möglich gewesen?
- Was hätten wir anders oder besser machen können?

Lernerfolg

- Welche Erfahrungen haben wir gesammelt?
- Was ist uns über uns selbst klargeworden?

Neue Lernvereinbarungen

-Wie gehen wir weiter vor?

Abb. 6: Von Auszubildenden erarbeiteter Leitfaden für Auswertungsgespräche

Die Ergebnisse der Gruppendiskussion wurden zusammengetragen und diskutiert:

Die Lern- und Arbeitsaufgabe "Kabelablänggerät" wurde von den Auszubildenden ausgesprochen positiv eingeschätzt. Als besonders erfolgreich empfanden sie die Erweiterung und Vertiefung ihrer fachlichen Kenntnisse. Der Enwerb von Sozial-, Methoden- und Lernkompetenz wurde zwar registriert, aber im Vergleich zur Fachkompetenz als nicht so bedeutsam eingestuft.

Schwerpunkt

Kritikpunkte gab es lediglich in Bezug auf die verzögerte Oberflächenbehandlung und die daraus resultierende verspätete Übergabe des Geräts an seinen Bestimmungsort bei PreussenElektra. Das stand im Widerspruch zum angemeldeten dringenden Bedarf des Kraftwerks und damit auch zum eng gesteckten Zeitplan.

Die Gruppenarbeit, Partnerarbeit und Einzelarbeit wurde als erfolgreich eingeschätzt. Partner- und Gruppenarbeit waren die bevorzugte Arbeitsweise der Auszubildenden. "Wir mussten gemeinsam zielgerichtet vorgehen, da die gesamte Arbeitsgruppe für die Teilaufgabe verantwortlich war. Wir haben gelernt, Vorschläge von Gruppenmitgliedern zu akzeptieren." Trotzdem war den Auszubildenden auch Einzelarbeit wichtig. In ihren Aussagen wurde deutlich, dass es dabei um die Möglichkeit der Bewertung ihrer individuellen Leistung ging. Die Auszubildenden sahen die Gruppenarbeit als weniger geeignet, um ihnen eine Rückmeldung zu ihrem eigenen Leistungsstand zu geben. Bei der Planung und Auswertung einer Lern- und Arbeitsaufgabe arbeiten sie lieber im Team, bei der Durchführung dagegen lieber alleine.

Positiv hervorgehoben wurde von den Auszubildenden auch ihre frühzeitige Beteiligung an der Gestaltung und Planung der Lern- und Arbeitsaufgabe. Dies machte das Kabelablänggerät von Anfang an zu "ihrem" Projekt, mit dem sie sich voll identifizieren konnten.

Die Auszubildenden wünschten sich für zukünftige Lern- und Arbeitsaufgaben eine noch intensivere Zusammenarbeit. So schlugen sie eine stärkere Beteiligung der Lehrer während der Fertigung und Montage in den Betrieben vor. Umgekehrt hielten sie es ebenso für sinnvoll, Ausbilder zur Arbeitsplanung in den Berufsschulunterricht zu integrieren, um praxis- und realitätsgerecht planen zu können. Auch die Kooperation zwischen den Betrieben sollte nach Ansicht der Auszubildenden noch weiter ausgebaut werden, damit sie noch weitere Betriebe und deren Auszubildende kennen lernen könnten.

Der Einbeziehung von Sozial- und Umweltschutzthemen wurde für wichtig gehalten. Themen wie Umwelt- oder Sozialverträglichkeit von Technik waren ihrer Meinung nach jedoch keine politischen Themen. Das Unterrichtsfach Politik wurde vielmehr mit globalen politischen Themen gleichgesetzt, die mit einer Lern- und Arbeitsaufgabe nur schwer in Verbindung gebracht werden konnten. Die Berücksichtigung solcher Themen empfanden sie deshalb allgemein eher als aufgesetzt und störend: "Politische Themen halten die Lernund Arbeitsaufgabe nur auf."

Das Kabelablänggerät und seine Fertigung bzw. die eingesetzten Produktionsverfahren wurden von den Auszubildenden zusätzlich einer gesonderten Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfung unterzogen.

Die Einschätzung erfolgte mit Hilfe einer vorbereiteten Tabelle, in der Prüfkriterien jeweils bezogen auf das Produkt oder das Produktionsverfahren auf einer Punkteskala von 0 bis 3 gewichtet wurden (Abbildung 7). Das Ergebnis wurde noch einmal mit dem Umweltbeauftragten des Marinearsenals diskutiert.

Umweltverträglichkeit		enenenenenenen		i Lanamanananan	_
• bezogen auf das Produkt "Kabelablänggera	it"	3	2	1	0
∆ bezogen auf die Produktionsverfahren		0	1	2	3
Entwurf/Konstruktion		,,,,,,,	*******	,	,,,,,,,,
Y konstruktive Maßnahmen (z. B. spätere D tierbarkeit, Trennung der Materialien)	emon-		•		
Υ Materialeinsatz	{			Δ	
Materialauswahl (Langlebigkeit, Verwert	barkeit)	0		:	
^Y Materialmix (Metalle, Kunststoffe)				Δ	
Fertigung					
Υ Rohstoffeinsatz		Δ			<u> </u>
Υ Energieeinsatz			Δ		
Υ Abwassermenge und -belastung	1			Δ	
Y Abfallmenge			Δ	: :	
Nutzungsphase					
Y Robstoff-und Energieeinsatz		* * *	***		Δ
Y Abwasser- und Abfallaufkommen					Δ
Υ Wartungs- und Pflegeaufward (Stoffeir	isatz)		~~~~~		Δ
Υ Lebens dauer		0			
Nutzungsende				· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Y Verwertbarkeit	-		0		
Y Anteil an Sonderabfall					Δ
Y Demontagefreundlichkeit		0			
**************************************		© = 13	Punkte	$\Delta = 20$	Punkte
(के के के के के का कर के के के के के के के कि को कार्य के के कार्य कार्य कार्य कार्य कार्य कार्य के कार्य कार्य () ()			~~~~~		
Sozialver träglichke it	1				
Y Qualifikation/Kreativität					 :
Y Reparaturfreundlichkeit		-			:
Y Gesundheits belastung				 : Δ	
Y Bedienungsfreundlichkeit		0		·	
* Bedienungstreundtichkeit				4	
***		9 = ©	runkte TTTTTT	$\Delta = 2$	runkte ******
	,		.,	. ,	<i></i>
Gesamtergebnis max. Punktzahl	erreichte Punktzahl % Note				
Umweltverträglichkeit 45	33	33 73 befriedigend		digend	
Sozialverträglichkeit 12	10 83 gut				

Abb. 7: Umwelt- und Sozialverträglichkeitsprüfung des Kabelablänggeräts

Dokumentation der Lern- und Arbeitsaufgabe

Der folgende Auszug steht exemplarisch für die von den einzelnen Arbeitsgruppen angefertigten Dokumentationen.

Arbeitsgruppe 4: "Lagerschlitten"

[...]

- a) Anforderungen an die Fertigung des Lagerschlittens
 - Genauigkeit
 - Stabilität
 - niedriae Kosten
 - Vereinfachung der Fertigung
 - fachgerechter Zusammenbau
 - Teamarbeit
 - Kreativität
 - technisches Verständnis

- Anwendung von erlernten Fertigungsverfahren.

b) Überlegungen im Bereich Technologie und Mathematik

- [...] Zur Durchführung der zeichnerischen Darstellung wurden Kenntnisse für das Software-Zeichenprogramm "CADDY" vermittelt, so dass ieder selbständig seine Zeichnungen am Computer anfertigen konnte. Zur praktischen Ausführung wurden ebenfalls mathematische Kenntnisse gefordert, wie zum Beispiel die Berechnung von Drehzahlen und Vorschubgeschwindigkeiten beim Fräsen, Bohren und Drehen. Berücksichtigt werden mussten ferner Verbesserungsvorschläge und Veränderungen an unserem Bauteil, ob diese auch wirklich von Vorteil sind oder andere Nachteile mit sich führen, wie z.B. eine Änderung, bei der andere Gruppen ihr Teil entsprechend umändern müssten. In der theoretischen Planung mussten wir uns Gedanken über die Größe und Leichtläufigkeit der einzelnen Führungsteile, wie z.B. die der Lager, machen, da auf ihnen ein größeres Gewicht lastet. Außerdem war es notwendig, die Art des Materials zu bedenken und das Gewicht mit der Materialstärke abzustimmen.
- c) Verbesserungsvorschläge.
- c1) Die komplette Führung wurde geändert. An der alten Führung trat das Problem auf, dass eine ziemlich starke Lose entsteht, wenn es möglichst leicht funktionieren soll.
 - Dieses Problem haben wir durch Linear-Kugellager beseitigt, die durch zwei VA-Führungsstangen geführt werden. Somit haben wir die komplette Führung neu konstruiert.
- c2) Die Befestigung am Fahrgestell wurde geändert. Anstatt die Baugruppen miteinander zu verschweißen, wurden diese verschraubt. Der Grund: Beim Verschweißen besteht die Gefahr, dass sich die beiden Führungsstangen verziehen und somit eine Leichtgängigkeit nicht mehr möglich ist.

- c3) Wir haben zusätzlich eine Klemmvorrichtung (Feststellbremse) entwickelt, so dass bei Abschneidevorgang sich die Führung nicht mehr hin- und herbewegen kann.
- d) Beschreibung des Fertigungsablaufs

[...]

Schwerpunkt

Schlußbemerkung

Die Lern- und Arbeitsaufgabe "Kabelablänggerät" zählt zu den über 30 Lernund Arbeitsaufgaben, die während des Modellversuchs GoLo realisiert wurden. Die Kurzdarstellungen von insgesamt 26 dieser Projekte wurden als Anlage zum Abschlußbericht in einem Sammelband zusammengefasst. Zu dessen Systematisierung wurden Kategorien gewählt, die auf den Bereich verweisen, aus dem die Lern- und Arbeitsaufgaben stammen:

- 1. Betriebliche Aufträge: Lern- und Arbeitsaufgaben, die als Aufträge von den am Lernortverbund beteiligten Betrieben vergeben wurden.
- 2. Ausbildungsgegenstände: Lern- und Arbeitsaufgaben, die der Herstellung von Ausbildungsgegenständen bzw. -medien dienen, die die im Lernortverbund vorhandenen Ausbildungsmittel ergänzen bzw. die Ausbildung in neuen Technologien ermöglichen.
- 3. Externe Aufträge: Lern- und Arbeitsaufgaben, mit denen Projekte für Museen, Vereine usw. durchgeführt werden, die ansonsten kaum hätten realisiert werden können.
- 4. Simulation: Lern- und Arbeitsaufgaben, mit denen z. B. verfahrenstechnische Prozesse, Steuerungsabläufe oder spezielle Herstellungsverfahren simuliert werden, die für die Auszubildenden nicht unmittelbar zugänglich sind.

Die Kurzdokumentationen bieten durchgängig Erläuterungen zu den Punkten:

- beteiligte Ausbilder und Lehrer,
- beteiligte Auszubildende,
- Identifizierung der Lern- und Arbeitsaufgabe, Vorüberlegungen,
- Aufgabenstellung,
- Planung der Lern- und Arbeitsaufgabe,
- Durchführung der Lern- und Arbeitsaufgabe,
- Präsentation und Bewertung der Lern- und Arbeitsaufgabe,
- Verlauf der Lern- und Arbeitsaufgabe und
- Ansprechpartner für weitergehende Informationen.

Der Sammelband kann über das Institut Technik & Bildung, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen bezogen werden.

Klaus Hahne

Multimedia im Handwerk – Nutzungsbeispiele im SHK-Handwerk

Unter *Multimedia* verstehe ich computergesteuerte Hard- und Softwaresysteme, die außer der Darstellung von Text und Grafik auch dynamische Medien wie Sprache, Animation und Filme enthalten und die als entscheidende Komponente die Möglichkeit der Interaktion zwischen dem Lernenden und dem Lernsystem vorsehen. Die Nutzung von Multimedia ist zunächst an den "Lernort Computer" gebunden und kann "Off-Line" mit Speichermedien wie CD-Roms und "On-Line" mit Internet-Browsern erfolgen.

Ausgangsfragen

Eine Betrachtung der multimedialen Potentiale für die Berufsbildung im Handwerk hat unterschiedliche Problembereiche zu integrieren. Die generelle Betrachtung der Entwicklungstrends bei der Nutzung von Multimedia in der Berufsbildung muss unter folgenden Fragestellungen differenziert werden:

- Welche Organisationsstrukturen und lernkulturellen Besonderheiten sind für den Bereich Handwerk kennzeichnend und welche Folgerungen hat das für die Implementation und Nutzung von Multimedia?
- Welche konkreten Entwicklungen und Nutzungsanwendungen von Multimedia im Handwerk sind zu erkennen
 - im Bereich der Betriebsorganisation und des Auftragsmanagements,
 - im engeren Bereich der beruflichen Weiterbildung und der beruflichen Ausbildung?

Realistische Bestandsaufnahme

Die Nutzung von computergestütztem und multimedialem Lernen in der beruflichen Bildung (vgl. Ross 1998) lässt erkennen, dass die allgemeine These, Multimedia werden die berufliche Bildung revolutionieren (Zimmer/Holz/Roß 1997, S. 612 ff.), doch erheblich differenziert werden muss. Das gilt nicht nur für die Realisierung des multimedialen Lernens in Netzen, welches durch deren be-

grenzte Leistungsfähigkeit (z.B. ISDN) stark eingeschränkt scheint, sondern mehr noch für die vorhandenen Software-Angebote. Eine weitere Begrenzung ergibt sich, wenn man die tatsächliche multimediale Nutzung nach der Betriebsgröße differenziert. Hierbei zeigt sich, dass Multimedia für berufsbildende Zwecke bei kleineren Betrieben deutlich weniger verbreitet ist und erheblich schwieriger vorankommt als bei größeren, vor allen Dingen dann, wenn sie mit einem eigenen Intranet für Lern- und Qualifizierungszwecke ausgestattet sind (vgl. Ross 1998, S. 5 f., vgl. Albert/Wolf/Zinke 1998, S. 40 ff.). Unabhängig von der Betriebsgröße lässt sich zunächst die Tendenz erkennen, dass

- eine multimediale Nutzung für Berufsbildungs- oder Qualifizierungszwecke häufiger in Off-Line Anwendungen als in On-Line Anwendungen vorzufinden ist.
- sie in besonderem Maße direkt mit arbeitsplatznaher Qualifizierung und dabei zumeist mit dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie verbunden ist und
- die Zugangsberechtigung zum Lern- und Arbeitsplatz Multimediacomputer vor allen Dingen Fach- und Führungskräften und weniger Auszubildenden zur Verfügung steht.

Ross (1998, S. 7) stellt fest, dass sich multimediales Lernen vor allen Dingen aus ökonomischen Gründen dann eher durchsetzt, wenn es sich um große Teilnehmerzahlen handelt, wenn relativ wenig komplexe Lernstoffe und eng abgegrenzte Lerninhalte zu vermitteln sind. Da sich der Nutzen von Multimedia im Wesentlichen über die verfügbare Lernsoftware und weniger über die vorhandene Hardware und die technische Infrastruktur ergibt, kann man die Trends der Softwareentwicklung, vor allem von professionellen Lehrmittelherstellern, als eher handwerksfern kennzeichnen.

Betrachtet man die bisherigen multimedialen Softwareentwicklungen unter didaktischen Aspekten, lässt sich gerade im technisch-gewerblichen Bereich der Berufsbildung eher eine Tendenz zur multimedialen Verdoppelung von vorhandenen meist in der Grundbildung verwendbaren Lehrgangsinhalten (z.B. im Metall- und Elektrobereich) feststellen. Unter methodischen Aspekten erkennt man eine Tendenz zur Verdoppelung von klassischen Lehrmethoden, wie z.B. Dozentenfunktion statt Handlungsfunktion. Scheinbar geht es bei multimedialen Entwicklungen eher darum, vorhandene Curricula multimedial umzusetzen als um neue didaktische Orientierung unter Einbezug der spezifischen Möglichkeiten von Multimedia. Der Differenziertheit und Individualität der handwerklichen Auftragsgestaltung steht diese Tendenz recht unvereinbar gegenüber. Auch lernorganisatorisch gibt es entsprechende Probleme. Multimedia kann dann erfolgreich für Bildungszwecke genutzt werden, wenn es auf relativ feste Lern- und Organisationsstrukturen und entsprechend große Lern- und Abnehmergruppen zurückgreifen kann, die im Handwerk nicht gegeben sind. Entscheidend ist auch, ob die multimediale Entwicklung als Selbstläufer quasi im Alleingang oder ob sie als Teil einer Paketlösung und mit Einbindung in Seminarkonzepte gedacht ist. In beiden Fällen, ob als "Selbstläufer" oder Teil eines Seminarkonzeptes, wird ihre Implementation im Handwerk ein viel schwierigeres Vorhaben sein als in Großbetrieben. Dienstleistungen und Industrie.

Besonderheiten des Handwerks und Multimedia

58

Handwerksbetriebe des traditionellen Typus (vgl. Brüggemann/Riehle 1995, S. 12) kennzeichnen sich durch eine flache Hierarchie und eine klare Ausrichtung auf den Meister als Betriebsführer. In ihnen gibt es eine starke Arbeitsteilung zwischen dem Auftragsmanagement und dem Auftragscontrolling als Aufgabe vom Büro des Betriebes und des Meisters und der Auftragsausführung, die im Wesentlichen durch Gesellen und Auszubildende erfolgt (vgl. dazu Eheim u.a. 1997, S. 133 ff.). Entsprechend steht der Betriebscomputer, der auch als multimedialer Arbeitsplatz genutzt werden könnte, meist nicht für Lernzwecke von Gesellen und Auszubildenden zur Verfügung: Der Computer enthält die Auftragskalkulation und die Arbeitsorganisation des Betriebes als "Geheimnisse". Nur in der kleinen Gruppe der innovativen Betriebe – sie bewegt sich nach Brüggemann und Riehle (1995, S. 12) im SHK-Handwerk um 5% - finden wir statt des dominierenden Meistermodells Ansätze des Projektmodells, d.h. die Aufträge werden durch Gesellen und Lehrlingsteams in Verbindung mit Meistern als Projekte bearbeitet und gelöst. In solchen Betrieben dürfte die Nutzung des Betriebscomputers als Lernplatz nicht auf die vorher genannten Schwierigkeiten stoßen. Die Einrichtung eines multimedialen Lernplatzes in traditionellen kleinen und mittleren Handwerksbetrieben dürfte weniger aus Kostengründen (die Investitionen dafür werden zur Zeit auf rund 8.000 DM geschätzt) als vielmehr aufgrund eines reaktiven "pragmatischen" und "instrumentellen" Verständnisses von Weiterbildung (vgl. Brüggemann/Riehle 1995, S. 88) wohl noch lange Zukunftsmusik bleiben. Auch die Lernkultur im Handwerk enthält gewisse Besonderheiten, die die Nutzung von Multimedia für Bildungszwecke schwierig machen. Nach Twardy (1997, S. 693) zeichnen sich die Beschäftigten durch eine relativ geringere Selbstlernkompetenz aus, was unter anderem in den Lernbiographien begründet ist und in den vorherrschenden Weiterbildungsformen in Seminaren und Kursen mit stark lenkenden Aktionsformen. Hinzu kommt, dass die in der Erstausbildung mit Erfolg betriebene enge Verzahnung von Lernen und Arbeiten in der Mitarbeit an Kundenaufträgen, in der folgenden Weiterbildung und Meisterbildung aufgegeben wird. Diese vollzieht sich arbeitsplatzfern und nimmt wenig Bezug auf konkrete Problem- und Arbeitssituationen aus der handwerklichen Praxis.

In den traditionellen Handwerksbetrieben sind die Arbeitsorganisation und die Ausbildungsorganisation ebenso wie die Weiterbildung eher den improvisierten Lösungen des betrieblichen Alltags untergeordnet. Die Beistellehre als nach wie vor dominierende Form der betrieblichen Ausbildung im Handwerk, lässt sich als funktionale Lernform kennzeichnen (vgl. Meerten 1996). Die Erfüllung der betrieblichen Arbeitsaufträge und nicht die Lernnotwendigkeiten stehen im Vordergrund bei der Arbeits- und Auftragsorganisation (vgl. Hahne 1997). Nur an den anderen Lernorten des Handwerks, der Berufsschule und der überbetrieblichen Ausbildungsstätte, finden wir intentionale Lernformen, d.h. dort steht das Lernen steht im Vordergrund.

Die Organisationsformen und die Lernkultur im Handwerk stehen den Trends multimedialer Entwicklung eher unvereinbar gegenüber. Warum darf man sich nun nicht damit begnügen festzustellen, dass dieser Bereich der beruflichen Bildung für Multimediaentwickler wenig lukrativ erscheint und auch umgekehrt seitens des Handwerks bisher kein besonderer Bedarf an multimedialen Entwicklungen für den berufsbildenden Bereich angemahnt wird? Die Nutzung von geeigneten Medien in der beruflichen Aus- und Weiterbildung kann als qualitätsstiftendes Merkmal gekennzeichnet werden. Empfundene Qualität und Zukunftsperspektivität der beruflichen Ausbildung im dualen System sind wichtige Indikatoren für die Attraktivität dieser Ausbildung in Konkurrenz zu anderen Bildungsgängen. Die Ausbildung im Handwerk - das Handwerk stellt 40 % der Ausbildungsplätze eines Jahrgangs im dualen System - muss sich durch hohe Qualität und Zukunftsorientierung auszeichnen, um attraktiv zu bleiben. Unterbleiben z.B. Entwicklung und Anwendung spezifischer multimedialer Lernsoftware für die berufliche Bildung im Handwerk, so ist zu befürchten, dass die Attraktivität der Ausbildung in diesem Bereich vor allem in Konkurrenz zu anderen multimedial "aufgepeppten" Bildungsgängen gefährdet wird. Aus der Diskrepanz zwischen vielfältigen Multimediaentwicklungen für konkurrierende Bildungsbereiche und den vergleichsweise wenigen Entwicklungen und Anwendungen für die Berufsbildung des Handwerks ergibt sich auch der besondere Handlungsbedarf der staatlich getragenen Bildungstechnologieforschung des BiBB. Hier gilt es die multimedialen Entwicklungen auf zentrale Lern- und Arbeitsaufgaben zu konzentrieren, die einerseits an Problemen anknüpfen, wo der Beruf oder das Gewerk in seiner Entwicklung und Innovationsfähigkeit besonders herausgefordert ist, und andererseits darauf zu achten, dass die Arbeitsaufgaben für den Beruf grundlegende und ihn konstituierende Arbeitsprozesse enthalten.

Nutzungsmöglichkeiten für Multimedia im SHK-Handwerk

Es gibt doch einige Entwicklungstendenzen, die zeigen, dass Multimedia längerfristig und mit den dargestellten Schwierigkeiten für die Berufsbildung des Handwerks von zunehmender Bedeutung sein werden. Eines der wich60

Im SHK-Handwerk (Sanitär-, Heizungs- und Klimahandwerk) gibt es eine besondere Form der beruflichen Weiterbildung als sogenannte Herstellerschulungen. Diese werden von den Betrieben als besonders praxisnah und effektiv eingeschätzt (Brüggemann/Riehle 1995, S. 108). Die Herstellerschulung dient dazu, das Handwerk mit den neuesten technischen Produkten vertraut zu machen und seine Beratungs-, Wartungs- und Inbetriebnahmekompetenz bezogen auf diese neuen Produkte zu verstärken. Die Schulung wird teilweise durch Multimedia vorbereitet und unterstützt.

Die Produzenten gehen zunehmend dazu über, ihre Informationen über Produkte. Produktinnovationen und die Ersatzteile für die verschiedenen Geräte in Form elektronischer Kataloge aufzubereiten. Viele Hersteller liefern diese elektronischen Kataloge bereits mit Angebotstexten einschließlich der Ausschreibungsunterlagen für die entsprechenden Installationen. Damit geben sie den Handwerksbetrieben als Dienstleistung eine besondere Hilfe bei der Angebotserstellung. Unter Berufsbildungsaspekten sind bei den Entwicklungen der Hersteller¹ folgende Nutzungen multimedialer Produkte zu beobachten (Abbildung 1):

- Hersteller veranschaulichen die Funktion ihrer Geräte durch ein Öffnen der Blackbox. Hierbei nutzen sie insbesondere die multimedialen Möglichkeiten, fließend vom Realbild zum animierten Funktionsbild überzugehen. Typisch hierfür sind Öffnungen von Niedertemperatur- und Brennwertgeräten bis hin zu animierten Funktionskreisläufen im Bereich von Steuerung oder Hydraulik. Auch Thermostatarmaturen im Wasserbereich werden fließend vom Realbild bis hin zu animierten Schnittdarstellungen über die Mischungsvorgänge in diesen Thermostatarmaturen dargestellt.
- Die Simulation von Steuerungs- und Regelungsvorgängen findet sich ebenfalls bereits in Herstellermaterialien. Teilweise kann man beim Anklicken bestimmter Oberflächen die Steuerungsparameter verändern und die Auswirkung auf andere Bereiche in der Simulation erfahren.
- Über die Vermittlung von Produktkenntnissen geht es bei den Medienentwicklungen zunehmend auch um die Vermittlung von System- und Beratungswissen. Es gibt besondere multimediale Hilfen zur kundenbezogenen Energie- und Wassersparberatung. Speziell aufbereitete Vergleiche unterschiedlicher Produktlinien werden vorgenommen. So werden z.B. im Heizungsbereich vergleichend Niedertemperatur und Brennwert dargestellt, wobei für das Systemverständnis jeweils Ähnlichkeiten und Un-

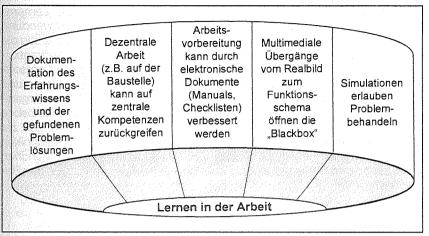


Abb. 1: Das multimediale Potential zur Erweiterung und Intensivierung des Lernens im Arbeitsprozess

terschiede im hydraulischen Aufbau und im Steuerungssystem aufgezeigt werden. Für Beratungszwecke können mit einem Vergleich von Heizungsthermen im energetischen Bereich die unterschiedlichen Ausnutzungsformen der Energie anschaulich illustriert werden.

- Die Unterlagen enthalten Montage, Demontage und Wartungsmanuals, die den dickleibigen Printmedien an Verständlichkeit erheblich überlegen sind:
 - Demontage und Explosionszeichnungen können z.B. direkt mit dem Ersatzteilbestellwesen verknüpft werden.
 - die Entwicklungen enthalten Testprogramme zur Störfallbehebung mit Checklisten und Fehlersuchkonzepten.
- Ein Hersteller benutzt bereits Multimedia zur Vor- und Nachbereitung seiner relativ teuren Anwesenheitsphasen in der Herstellerschulung. Die erste Teilnahme an einer Herstellerschulung kann durch Multimedia nachbereitet werden und diese Nachbereitung dient zur verpflichtenden Vorbereitung auf ein folgendes Kundendienstseminar.

Von der Hilfsfunktion zur ganzheitlich-multimedialen Nutzung

Die Mehrheit der traditionellen und kleinen Handwerksunternehmen nutzt den Computer im Bereich des Auftragsmanagements (vor allem der Angebotserstellung), der Büroorganisation sowie im Rechnungswesen, in der Lagerhaltung und im Bestellwesen. An diese Verwendung knüpfen Lernprogramme an, die das Handwerk mit der handwerksbezogenen Anwendung der luK-Technologien vertraut machen wollen und dabei aber gleichzeitig die Verbesserung des Auftragsmanagements und der betrieblichen Auftragsorganisation beinhalten. Dieser arbeitsplatzgebundene Einsatz von Lernsoftware zeigte in seiner Erprobung eine enge Verbindung der Einführung und Anwendung von luK-Technologien mit Veränderungen der Betriebsorganisation aufgrund der Marktbeziehungen und Markstrategien des Betriebes auf (vgl. Brater/Maurus 1994). Entsprechende Softwareentwicklungen zur Einführung und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechniken im Handwerksbetrieb (vgl. CD-ROM IKTH, Handwerkskammer für München und Oberbayern 1996) enthalten handlungsorientierte Abschnitte zu den Bereichen

- · Kunden gewinnen und pflegen,
- Angebote erstellen,
- Verrechnungssätze ermitteln,
- Aufträge durchführen,
- Aufträge abrechnen,
- Konstruieren,
- · Fertigen,
- Betriebsstruktur und
- Organisationsentwicklung.

Diese durch Modellversuche getragenen Entwicklungen sind ein Zeichen, dass Multimedia für das Handwerk auch dann erfolgreich sein können, wenn sie nicht begrenzte Qualifikationsangebote im Bereich der Grundlagenvermittlung isoliert darstellen, sondern die handwerkstypische "Ganzheitlichkeit" aufgreifen und eine informations- und kommunikationstechnologische Einführung mit Veränderungen im "lernenden Unternehmen" des Handwerks verbinden (vgl. Schenkel/Tergan/Lottmann 2000).

Die Abbildung 2 "Nutzungspotential von Multimedia für Handwerksbetriebe" zeigt die Zusammenhänge auf: Mit zunehmender Tendenz erhalten die Handwerksbetriebe im SHK-Bereich Produktinformationen und spezielle Angebotsserviceleistungen durch Lieferanten und Hersteller in multimedialer Form. Diese enthalten zunehmend auch Trainingselemente zur Beratung, Installation, Wartung und Störfallbehebung für Produktinnovationen der Hersteller. Daneben gibt es die beschriebenen multimedialen Entwicklungen im Bereich der Nutzung der luK-Technologie im Handwerksbetrieb, verbunden mit einer behutsamen Effektivierung der Betriebsstrukturen im Sinne eines lernenden Unternehmens mit einer größeren Kundenorientierung und einem verbesserten Auftragsmanagement. Eine zusätzliche Möglichkeit für die Betriebe ergibt sich, wenn die multimediale Lernsoftware für das Handwerk ergänzt wird um Autorensoftware, die es den Handwerksbetrieben ermöglicht, multimedial ihre Kompetenzen und Installationen zu dokumentieren.

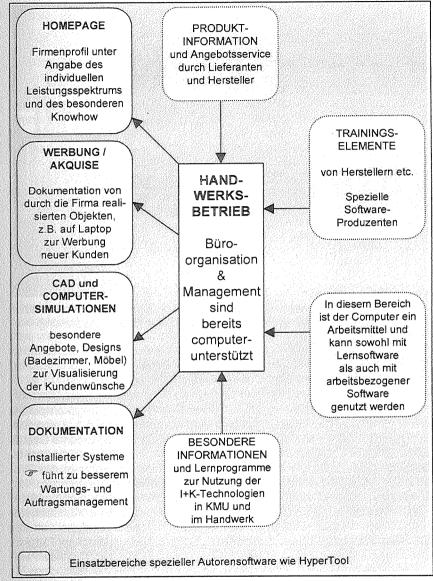


Abb. 2: Nutzungspotential von Multimedia für kleine Handwerksbetriebe

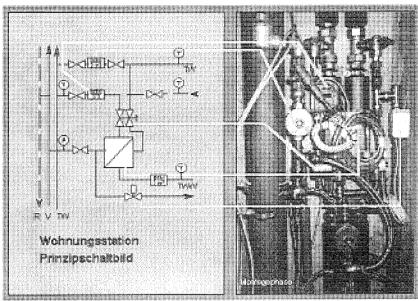


Abb. 3: Verständnisförderung und Arbeitsunterstützung durch Kombination von abstrakter, allgemeiner und realer, anlagenspezifischer Darstellung

Autorensysteme zur multimedialen Nutzung elektronischer Dokumente im Handwerk

Das Potential von Multimedia für die Verbesserung der Wartungskompetenz beim Kunden zeigen Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "Unterstützung ganzheitlicher Arbeit im SHK-Handwerk durch nutzergerechte Gestaltung elektronischer Dokumente (ELDok)", das vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie im Rahmen des Programms Arbeit und Technik gefördert wurde. Hier stand zunächst im Vordergrund, das ganzheitliche Arbeitshandeln der Installateure durch elektronische Medien bei der Installation, der Instandhaltung und der Kundenberatung zu unterstützen. Die elektronischen Dokumente sollten dabei von den Gesellen in unmittelbarem Zusammenhang mit ihrer praktischen Tätigkeit genutzt und selbst erstellt werden. Haustechnische Anlagen weisen aufgrund bautechnischer Bedingungen beim Einbau und bei der möglichen Erweiterung und Teilmodernisierung "individuelle Besonderheiten" auf. Die auf den Einzelfall bezogene Dokumentation mit elektronischen Dokumenten (z.B. Strangschema und Realansicht vor Ort, Abbildung 3) bietet neue Per-

spektiven für die Wartung und die Störfallbehebung. Schon jetzt lassen die Ergebnisse aus diesem Projekt erkennen, dass es mit Hilfe individueller und selbst herzustellender Anlagendokumentationen eine erhebliche Kompetenzverbesserung im Bereich des Gebäudemanagements und der Wartungskompetenz möglich ist. Auch Kundenberatung, zum Beispiel in Bezug auf regenerative Energieanlagen, kann erfolgen.

Welche besonderen Möglichkeiten bietet die Entwicklung von Autorensoftware für das SHK-Handwerk? Beispiele des "Eldoc-Projektes" lassen erkennen, dass die elektronische Anlagendokumentation die individuellen Besonderheiten der installierten Anlage darstellen kann. Dabei ist insbesondere der Übergang vom Realbild der Installation unter den gegebenen baulichen Besonderheiten zum Strangschema bedeutsam, weil dies dem Monteur ein rasches Hineinfinden in eine Anlage für Wartungszwecke oder im Störfall erleichtert. Die Einbindung multimedialer Herstellerunterlagen, z.B. durch die Autorensoftware HyperTool, ermöglicht deren effektive Nutzung, einschließlich der Tausch- und Ersatzteilbestellung in der handwerklichen Alltagsarbeit. Im Einzelnen lassen sich für die Steigerung der arbeitsbezogenen Kompetenzen durch Multimedia folgende Punkte festhalten: Wartungsmanual mit Originalbildern der installierten Anlage und Checklisten können leicht erstellt werden, um mit der Anlage vertraut zu werden. Solche Manuale können u.a. einer spezifischen Arbeitsvorbereitung für Wartungen dienen (Abbildung 4), einschließlich der Vorbereitung durch Beschaffung der benötigten Austauschteile. Sie können aber auch für eine Störfallbehebung verwendet werden, weil durch die elektronische Dokumentation der Anlage verbunden mit Fehlersuche und Checkliste des Herstellers, rasch die Störungsursache eingekreist und behoben werden kann.

In der Kundenberatung wird die elektronische Anlagendokumentation für die Präsentation von Referenzanlagen und für das Darstellen des erworbenen spezifischen betrieblichen "Know-hows" benutzt, dies schließt auch die mögliche Verbindung mit den Produktempfehlungen und differenzierten Angebotserstellungen aufgrund der Herstellerunterlagen ein. Die im engeren Sinne berufspädagogischen Perspektiven elektronischer Dokumente sind zum einen in der Erweiterung der handwerklichen Kompetenzen "vor Ort" zu sehen, zum zweiten in der Verstärkung der Kundendienst- und Beratungskompetenz des Handwerks, zum dritten könnten individuell dokumentierte Anlagen für Zwecke der beruflichen Aus- und Weiterbildung an allen Lernorten genutzt werden.

Exemplarische Multimedia- Entwicklungen für das Handwerk

Mit einem interaktiven Lernprogramm zum Bereich "Elektrische Schutzmaßnahmen" hat das BiBB exemplarisch einen Arbeitsinhalt aufgegriffen, der grundlegend für alle Elektroberufe ist (das schließt auch die industriellen

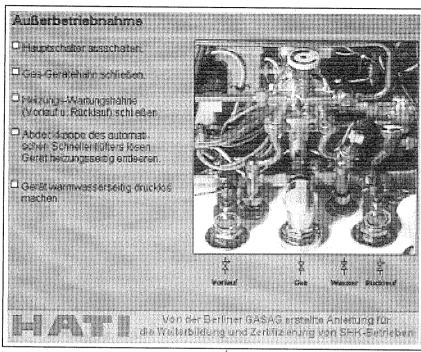


Abb. 4: Elektronisch erstellte, individualisierbare Arbeitskarte für Wartungsarbeiten

Elektroberufe mit ein), der aber sowohl von den Fachpraktikern als auch den Fachlehrern als besonders schwer zu vermitteln eingestuft wurde. Das als intelligentes tutorielles Programm gestaltete Lernangebot knüpft an die Medien- und Computer-Spielerfahrungen der jugendlichen Lehrlinge an, indem die virtuelle Lernwelt durch den Programmmoderator "Stromula" mit Spielelementen verknüpft ist, die die Jugendlichen aus anderen Lernspielen kennen. Der in Anlehnung an den Vampir Dracula geschaffene Stromula begleitet die Jugendlichen durch die Lern- und Prüfungsprogramme, gibt ihnen Rückmeldung, hilft auch schon mal bei Fehlantworten im Prüfungsteil mit spezifischen Hinweisen, die allerdings mit "Energiedollars" bezahlt werden müssen, die nur begrenzt zur Verfügung stehen. Zur Verbindung der relativ trockenen Thematik der wissensbasierten Stoffvermittlung nach der DIN-VDE 0100 mit der Berufsbildungspraxis werden Videosequenzen gezeigt, in denen Auszubildende in realen Auftrags- und Baustellensituationen entsprechende Schutzschaltungen vornehmen. Mit der Orientierung an den

Lern- und Mediengewohnheiten der Jugendlichen ist die Hoffnung der Medienentwickler verbunden, die beschriebenen Schwierigkeiten des multimedialen Einsatzes an den klassischen Lernorten des Handwerks zu umgehen und sich direkt an den Heimcomputer der Jugendlichen zu adressieren. Dieses soll auch durch einen geringeren Preis der CD-ROM unterstützt werden. Erste Erfahrungen in der Erprobung haben bereits gezeigt, dass viele Lehrlinge bereit sind, sich eine solche Lernsoftware selber zu beschaffen und am Computer einzusetzen.

Eine in einem Leonardo-Programm entstandene und durch das BiBB fortgeführte innovative Entwicklung bezieht sich auf eine technologische Neuerung in der Heizungstechnik, die Brennwerttechnik. Für deren grundlegendes Verständnis einerseits das gesamte energetische Wissen des Berufes über Verbrennungsvorgänge und Heizanlagentechnik notwendig ist, die aber zum anderen das spezielle Know-how der Brennwerttechnik, welches erhebliches chemisches und physikalisches Wissen erfordert, anschaulich vermittelt werden sollen. Hier ist ein besonders hoher Aufwand an Animation und Tricktechnik erforderlich. Das Öffnen einer "Black Box" im Sinne des Konzeptes des Handlungslernens zeigt umfassend eine Konzept-CD-ROM zur Brennwerttechnik durch eine Reihe aufeinander aufbauender technologischer Versuche von der Verbrennung bis zur "Entdeckung" der Brennwerttechnik auf. Diese auf grundlegendes Systemverständnis zielende Softwareentwicklung unterscheidet sich von den stärker produktbezogenen Entwicklungen der Hersteller. Mit den neuesten Produktentwicklungen kann sie aber verbunden werden durch Verknüpfungen (sogenannte "Links") zu den entsprechenden Seiten der Hersteller im Internet (val. Institut für Technik und Bilduna 1999).

Anmerkung

Das BiBB hat 1997 93 Hersteller im SHK-Handwerk angeschrieben und gebeten, ihre Medien und Unterlagen im Bereich Produktinformation, Training und Schulung zur Verfügung zu stellen. Nur noch 23 Hersteller hatten reine Produktinformationsmappen mit Produktbeschreibungen ohne Bezüge zum Qualifikationsbereich vorgelegt. 41 Herstellerentwicklungen beschränkten sich zwar auf den Bereich der Printmedien, die Unterlagen enthielten jedoch qualifikatorische Bezüge zu den Bereichen Einbau und Wartung und z.T. auch Folien für Lehr-/ Lernzwecke. 12 Hersteller hatten Videoentwicklungen zur Einbausituation oder zur vertieften Kenntnis der Produktfunktion zugeschickt, 11 andere legten spezifische Angebote auf Disketten vor und 11 weitere hatten mehr oder weniger umfangreiche Kataloge und Lernangebote in Form von CD-ROMs entwickelt.

Literatur

- ALBERT, K./WOLF, B./ZINKE, G.: Nutzung von Multimedia und Netzen für die betriebliche Berufsbildung Ergebnisse einer Befragung. In: BWP, 27. Jg., Heft 2, 1998.
- BRATER, M./MAURUS, A.: Informations- und Kommunikationstechniken im Handwerk. Druckort 1994.
- BRÜGGEMANN, B./RIEHLE, R.: Umweltschutz durch Handwerk? Frankfurt a.M./New York 1995.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Elektrische Schutzmaßnahmen Ein Lernprogramm zur DIN VDE 0100. Konstanz 2000.
- Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Brennwerttechnik verstehen Eine Einführung CD-ROM. Konstanz 2000.
- EHEIM, H.-D. u.a.: Gestaltungs- und Lernchancen in Kundenaufträgen: Untersuchungen aus dem Sanitär-, Heizungs- und Klimahandwerk. BIBB, Bielefeld 1997.
- HAHNE, K.: Auftragsorientiertes Lernen im Handwerk und Ansätze zu seiner Verbesserung. In: BWP, 26. Jg., Heft 5, 1997, S. 3-8.
- HANDWERKSKAMMER FÜR MÜNCHEN UND OBERBAYERN (Hrsg.): IKTH Informations- und Kommunikationstechnologien im Handwerk. CD-ROM. München 1996.
- INSTITUT FÜR TECHNIK UND BILDUNG, UNIVERSITÄT BREMEN (Hrsg.): Brennwerttechnik Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser CD-ROM. Konstanz 1999.
- MEERTEN, E.: Auftragsbezogene Leittexte und Lernkonzepte im Handwerk. In: BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.): Berufliche Bildung Kontinuität und Innovation. Berlin/Bonn 1997, Teil II, S. 574-576.
- ROSS, E.: Zur Nutzung des Computerunterstützten und Multimedialen Lernens in der beruflichen Bildung eine Bestands- und Momentaufnahme. In: BWP, 27. Jg. 1998, Heft 2.
- SCHENKEL, P./TERGAN, S.-O./LOTTMANN, A. (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. Reihe multimediales Lernen in der Berufsbildung. Nürnberg 2000.
- TWARDY, M.: Telelernen im Handwerk didaktische Konzeptualisierung eines Lernarrangements. In: BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.): Berufliche Bildung Kontinuität und Innovation. Berlin/Bonn 1997. Teil II, S. 691-699.
- ZIMMER, G./HOLZ, H./ROSS, E.: Multimediales Lernen revolutioniert die Berufsbildung. In: BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (Hrsg.): Berufliche Bildung Kontinuität und Innovation. Berlin/Bonn 1997, Teil II, S. 612-618.

Monika Leester-Schädel

Mikromechanik - Einblick und Anwendungen

Einleitung

Unter dem Begriff Mikrotechnik fasst man üblicherweise diejenigen technischen Disziplinen zusammen, bei denen Abmessungen von ≤ 10 µm in mindestens einer Dimension wesentlich für die Funktion von Produkten sind. ebenso alle Anordnungen, mit denen solche Abmessungen hergestellt werden können (Berger 1996, S. 6). Die Mikroelektronik kann formal zur Mikrotechnik gezählt werden, gilt aber als eigenständige Disziplin. Aus der Mikroelektronik ist auch der Halbleiterwerkstoff Silizium, für den im Laufe der Jahre hochspezialisierte Verfahren und Geräte zur Bearbeitung entstanden, als ein Material mit hervorragenden elektrischen Eigenschaften bekannt geworden. Als der Bedarf nach Miniaturisierung in der Peripherie der mikroelektronischen Systeme auftrat, lag es nahe, dass sich die Wissenschaftler auch für das exzellente mechanische Verhalten von Silizium zu interessieren begannen. Unter Nutzung des vorhandenen Technologievorrats der Mikroelektronik und ergänzt um zusätzliche Prozessschritte wie das anisotrope Ätzen, können nun dreidimensionale Strukturen hergestellt werden, die in Sensoren, Aktoren oder optischen Bauelementen Verwendung finden. In Deutschland bezeichnet man die neue Technik als Silizium-Mikromechanik. Mikrosysteme - winzige, komplexe Geräte mit Abmessungen von wenigen Millimetern - werden weltweit als Schlüssel zum technischen Fortschritt in den nächsten Jahrzehnten angesehen. Bisher machten Logik- und Speicherfunktionen "intelligente" Systeme aus. Mit der Integration von Sensoren, Aktoren und Signalverarbeitung auf engstem Raum lernen die Systeme fühlen, schmecken, sehen und hören und werden in die Lage versetzt, nach Analyse dieser "Sinneseindrücke" gezielte Aktionen auszulösen. Die Mikrosysteme der Natur sind dabei ein ehrgeiziges Vorbild (Büttgenbach 1996, S. 10).

Spezifische Prozesse für die Mikromechanik

Für die mikromechanischen Komponenten und Systeme sind – im Gegensatz zur Planartechnik der Mikroelektronik – auch dreidimensionale und be-

wegliche Mikrostrukturen herzustellen. Im folgenden sind Beispiele für die zu den mikroelektronischen Grundprozessen hinzugekommenen mikromechanik-spezifischen Prozesse aufgeführt.

Die Bulk-Mikromechanik wendet zur dreidimensionalen Strukturierung die anisotrope Tiefenätztechnik an. Als Substratmaterial wird wegen seiner sehr guten mechanischen und elektrischen Eigenschaften vorwiegend Silizium verwendet. Mit dieser Technik lassen sich vielfältige mikromechanische Strukturen herstellen. Aber auch andere einkristalline Materialien wie zum Beispiel Quarz kommen zum Einsatz.

Die Oberflächen-Mikromechanik geht – ähnlich der Planartechnik der Mikroelektronik – von Sandwichstrukturen dünner Schichten aus, die auf die Oberfläche des Substrats aufgebracht werden. Nach der lithographischen Strukturierung der Schichten werden die sogenannten Opferschichten, die lediglich als Unterlage für die nachfolgenden Schichten dienen, vollständig herausgeätzt, so dass frei bewegliche Mikrostrukturen entstehen.

Zur Herstellung von Mikrostrukturen mit hohen Aspektverhältnissen aus Metallen und Kunststoffen werden zunächst durch Tiefenlithographie, durch Abtragen mit einem Laserstrahl oder durch Mikrozerspanung entsprechende *Mikroformen* hergestellt. Durch galvanische Abscheidung von Metall in diese Formen entstehen Metallstrukturen mit hohen Aspektverhältnissen, die wiederum als Formeinsatz zur Abformung mit Kunststoffen genutzt werden können.

Fertigungstechnologien der Mikromechanik

Lithographieverfahren

Im Gegensatz zur spanenden Bearbeitung, bei der das Substratmaterial nur dort bearbeitet und strukturiert wird, wo das Werkzeug angreift, werden die Substrate in der Mikrotechnik häufig komplett dem strukturierenden Medium ausgesetzt. Soll beispielsweise ein Silizium-Wafer durch nasschemisches Ätzen bearbeitet werden, wird er im Allgemeinen im Ganzen in die Ätzlösung eingetaucht. Die Bereiche, die dabei nicht geätzt werden sollen, müssen geschützt werden. Dazu dienen sogenannte Maskierschichten. Die Strukturen, die später im Substrat erzeugt werden sollen, müssen also zuerst auf die Maskierschichten übertragen werden.

Die Lithographie ist ein gängiges Verfahren zur Strukturierung von strahlungsempfindlichen (Maskier)Schichten, meist in Form von Lacken (Resist). Das Resist wird durch Bestrahlung mit Licht, Röntgenstrahlung, Elektronen oder Ionen hinsichtlich seiner Löslichkeit in einer Entwicklerlösung verändert. Die Belichtung geschieht partiell entweder durch einen fokussierten Strahl (schreibende Verfahren) oder über eine Projektion mit Hilfe einer Maske. Während des Entwickelns werden die löslich gewordenen oder gebliebenen Be-

Schichtmaterial	Anwendungsbereich		
Gold, Aluminium	Metallisierung, optische Schichten		
Chrom	Haftschicht		
Nickel	Widerstandschicht		
Aluminiumoxid, Siliziumnitrid, Siliziumoxid	Maskierschichten, Isolierschichten		
Titanoxid, Zirkonoxid	Kondensator-, gassensitive Schichten		
Nickeleisen	magnetoresistive Schicht		
Zinkoxid	piezoelektrische, gassensitive, optische Schicht		

Tabelle 1: Beispiele für Funktionsschichten in der Mikrotechnik

reiche des Lacks entfernt und das darunter liegende Material für die weitere Bearbeitung freigelegt.

Häufig besitzt aber gerade das Resist als Maskierschicht keine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegen das Prozessmedium zur Bearbeitung des Substrats und wird ebenfalls angegriffen und zerstört. In diesem Fall besteht der Fertigungsablauf aus einer Folge von Maskierungen, in dem die jeweilige Maskierschicht eine hohe Selektivität gegenüber dem Prozessmedium des darunter liegenden Materials besitzt. Die Maskenstrukturen werden Schritt für Schritt – von einer Maskierschicht auf die nächste übertragen, bis man zuletzt eine geeignete Maskierschicht auf dem Substrat hat.

Dünnschichttechniken

In der Dünnschichttechnik werden – wie der Name schon sagt – sehr dünne Schichten auf ein Substrat aufgebracht. Das bietet die Vorteile, dass hochreine Materialien in definierter Dicke und mit definierten Eigenschaften aufgetragen werden können. Dies betrifft z. B. die mechanischen, optischen, magnetischen, elektrischen, chemischen und die dekorativen Eigenschaften. Mit dem heutigen Stand der Technik können zahlreiche Materialien mit den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen aufgebracht werden (vgl. Tabelle 1). Die wichtigsten Verfahren zur Schichtherstellung in der Mikromechanik sind:

 Physical Vapor Deposition (PVD): physikalisch erzeugter Dampf kondensiert auf dem zu beschichtenden Substrat. Dazu gehören das Aufdampfen, das Sputtern, die Molekularstrahlepitaxie und die Ionen-Cluster-Strahl-Technik.

- Chemical Vapor Deposition (CVD): Schichtaufbau durch die chemische Reaktion gasförmiger Komponenten in der Nähe oder auf der Substratoberfläche. Die einzelnen Verfahren unterscheiden sich hauptsächlich in der Form der Energieübertragung. Zu nennen sind die thermische, die Plasma-induzierte und die Laser-induzierte CVD.
- Galvanische Abscheidung.
- Spin-on-Verfahren.
- Langmuir-Blodgett-Methode.
- Thermische Oxidation und
- lonenimplantation.

Dotierverfahren

Die Dotierung von Halbleitern dient zur gezielten Veränderung ihrer physikalischen Eigenschaften. Reines Silizium z.B. kann durch Dotierung zu einem guten elektrischen Leiter werden. Diese Eigenschaft kann hervorragend genutzt werden, um elektronische Bauteile (Widerstände, Dioden, Transistoren) in das Siliziumbauteil zu integrieren. Da das Material außerdem piezoresistiv ist, können elektrische Widerstände auch als Sensoren eingesetzt werden: eine Materialdehnung oder -stauchung kann über die Veränderung des Widerstandes detektiert werden. Die Dotierung erfolgt im wesentlichen durch Diffusion, Ionenimplantation und Epitaxie.

Ätztechniken

Grundsätzlich unterscheidet man die Ätztechniken darin, ob es sich um einen isotropen (richtungstunabhängigen) oder um einen anisotropen (richtungsabhängigen) Ätzprozess handelt. Beim naßchemischen Ätzen wird das zu ätzende Material in ein Ätzbad eingetaucht oder mit der Ätzlösung besprüht. Dieser Ätzvorgang ist im Allgemeinen isotrop, in Einzelfällen auch anisotrop (Silizium). Dagegen gibt es die plasmaunterstützten trockenen Ätzverfahren, wobei das Material durch ein gasförmiges Ätzmedium abgetragen wird. Der Ätzmechanismus kann rein chemisch, rein physikalisch oder in Kombination physikalisch/chemisch sein.

Nasschemisches Ätzen von Silizium

Ein Schwerpunkt am Institut für Mikrotechnik (IMT) ist das nasschemische Ätzen von Silizium (Robohm 1999, S. 28 ff). Zur dreidimensionalen Mikrostrukturierung von einkristallinem Silizium werden sowohl isotrop als auch anisotrop wirkende Ätzlösungen verwendet. Die gebräuchlichsten isotropen Ätzlösungen sind Mischungen aus Fluss- Salpeter- und Essigsäure (HNA-Lösungen). Isotrope Ätzverfahren finden dort Anwendung, wo runde Strukturen oder Gebilde mit beliebigen Winkeln zur Kristallrichtung des Siliziums erzeugt werden sollen (Abbildung 1).

Bei einem anisotropen Ätzverfahren weist die Ätzrate eine ausgeprägte Abhängigkeit von der Kristallrichtung des Siliziums auf. Die wichtigsten anisotropen Ätzlösungen für Silizium sind Mischungen aus Kaliumhydroxid und Wasser (KOH) und Ethylendiamin, Brenzkatechin und Wasser (EDP). Beispielsweise beträgt bei KOH die Ätzgeschwindigkeit in Richtung der Kristallebenen mit {111}-Orientierung nur ein vierhundertstel gegenüber der Ätzgeschwindigkeit

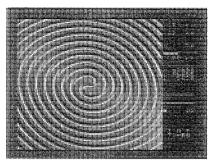


Abb. 1: Isotrop geätzter Fließkanal

in Richtung der {100}-Ebenen. Damit ist die Ätzrate der {111}-Ebenen so minimal, dass sie als ätzbegrenzende Ebenen zum Design verschiedenster Strukturen genutzt werden können. Vier Scharen von {111}-Ebenen schneiden die Oberfläche eines (100)-Silizium-Wafers. Eine (100)-Ebene bildet den Boden der wachsenden Vertiefung, deren Seitenwände von vier, unter einem Winkel von 54,74° zur Oberfläche geneigten {111}-Ebenen gebildet werden (Abbildung 2).

Bildet eine (110)-Ebene die Oberfläche eines Siliziumwafers, stehen zwei Scharen von {111}-Ebenen senkrecht zur Oberfläche. Eine korrekt orientierte Öffnung auf einem solchen Wafer erzeugt beim anisotropen Ätzen einen Graben mit senkrechten Seitenwänden (Abbildung 3).

Mikromaterialbearbeitung durch Laserstrahlung

Die Mikrostrukturierung mittels Laserenergie bietet vielfältige Erweiterungsmöglichkeiten zu den konventionellen Verfahren der Mikrotechnologie (Dauer 1999, S. 1 ff). Man unterscheidet dabei die physikalische und die chemische

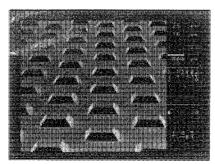


Abb. 2: Anisotrop geätzte Strukturen aus einem (100)-Siliziumwafer

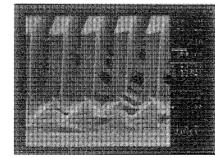
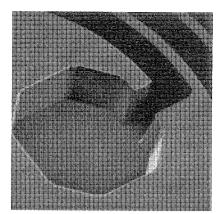
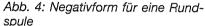


Abb. 3: Anisotrop geätzte Strukturen aus einem (110)-Wafer





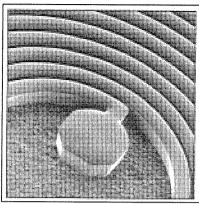


Abb. 5: Planare Kupferspule (Strukturhöhe: 20 µm, Breite: 10 µm)

Lasermaterialbearbeitung. Bei der physikalischen Bearbeitung nutzt man die durch Absorption des Laserlichtes im Material induzierte Wärme. Zu den thermischen, nicht-reaktiven Prozessen gehören u. a. das Schneiden, Bohren, Trimmen, Schweißen und das Löten. Bei der chemischen Materialbearbeitung wird durch pyrolytische oder photolytische Reaktionen ein chemischer Prozess im Bereich des Laserstrahls aktiviert bzw. seine Reaktionsgeschwindigkeit erhöht.

Am IMT werden schwerpunktmäßig physikalische Prozesse eingesetzt. Gerade für die Kleinserien- und Prototypfertigung mikrotechnischer Komponenten bietet die direkt-schreibende, lithographiefreie Laserstrukturierung erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen. Dabei ist einerseits die Formgebung vorstrukturierter Wafer von großem Interesse, da geometrische Grenzen, die z.B. beim anisotropen nasschemischen Ätzen von Silizium gegeben sind, überschritten werden können. Andererseits kann die Lasermaterialbearbeitung auch selektiv eingesetzt werden. Dabei können dünne Funktionsschichten ohne Schädigung des darunter befindlichen Substrats strukturiert werden.

Abformung von Mikrostrukturen

Für die Herstellung dreidimensionaler metallischer Mikrostrukturen finden in zunehmendem Maße die UV-Tiefenlithographie und die Mikrogalvanik in einem kombinierten Verfahren Anwendung (Seidemann/Ohnmacht/Büttgenbach 1999, S. 102-105). In der UV-Tiefenlithographie werden spezielle UV-sensitive Polymerlösungen (Lacksysteme) eingesetzt, die aufgrund ihrer sehr hohen Viskosität z.B. für die Herstellung dreidimensionaler Negativformen

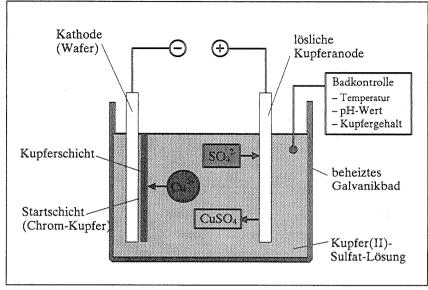


Abb. 6: Prinzip der galvanischen Abscheidung von Kupfer mit löslicher Anode

für die galvanische Abformung metallischer Mikrostrukturen verwendet werden können. Für den Positivlack AZ-4562 wurde am IMT ein optimierter Verarbeitungsprozess entwickelt, der es gestattet, Lackstrukturen mit einer minimalen Strukturbreite von ca. 3 µm bei guter Homogenität und hohen Aspektverhältnissen zu realisieren (Abbildung 4). In Abbildung 5 ist die daraus abgeformte Spule zu sehen.

Die Mikrogalvanik wird am IMT für die Herstellung von Kupferspulen eingesetzt. In den tiefenlithographisch erzeugten Negativformen werden mit Hilfe eines speziell für die Mikrogalvanik entwickelten schwefelsauren Kupfersulfat-Bades Kupferstrukturen mit hoher Präzision abgeformt. Der entsprechende Galvanikprozess ist in Abbildung 6 schematisch dargestellt.

Abform- und Verbindungstechnologie

Die Aufbau- und Verbindungstechnologie spielt in der Mikromechanik eine zentrale Rolle. Darunter versteht man die Montage, die Kontaktierung und die Gehäusung der Bauteile. Da die mikromechanischen Bauteile im Gegensatz zu integrierten Schaltungen aus der Mikroelektronik häufig in direktem Kontakt mit der Umgebung stehen, sind besondere Anforderungen bezüglich der Auswahl von Materialien (z.B. Biokompatibilität) und der Technologien zu beachten.

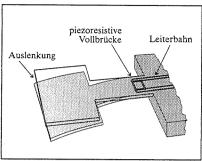




Abb. 7: Schematischer Aufbau eines Schwingungssensors

Abb. 8: Schwingungssensor

Projekte am Institut für Mikrotechnik als Anwendungsbeispiele

Die Projekte am IMT gliedern sich in drei Bereiche: die Entwicklung von Sensoren und Aktoren und der rechnerunterstützte Mikrosystementwurf.

Schwingungssensor

Die Einsatzgebiete von Schwingungssensoren (Abbildung 7 und 8) liegen unter anderem bei der Analyse von Vibrationen, beispielsweise zur Maschinenüberwachung im Sinne einer Schadensfrüherkennung oder der Drehzahlüberwachung rotierender Elemente. Der am IMT entwickelte Sensor besteht aus einem biegefähigen Steg und einer Zusatzmasse am Stegende. Beschleunigungen senkrecht zur Stegebene beantwortet das System mit einer Auslenkung des Stegs, die piezoresistiv gemessen und mit der wirkenden Beschleunigung korreliert wird.

Dreiachsiger low-g Beschleunigungssensor

Die Anforderungen an konventionelle Beschleunigungssensoren, die z.B. für das Auslösen des Airbags im Kraftfahrzeug verantwortlich sind, sind bezüglich ihrer Empfindlichkeit relativ gering, da die zu detektierenden Beschleunigungen sehr groß sind. Für komplexere Anwendungen, wie z.B. für Inertialsysteme, reichen diese Sensoren nicht aus. Am IMT wird daher an der Entwicklung hochempfindlicher Beschleunigungssensoren gearbeitet. Als Meßmethode wird das Prinzip der seismischen Masse genutzt. Dabei wird die Auslenkung eines Feder-Masse-Schwingers als Maß für die dem System aufgeprägte Beschleunigung genutzt. Der entwickelte Sensor, der einen dreidimensionalen Beschleunigungsvektor messen kann, wurde mit anisotroper nasschemischer Ätztechnik in Silizium-Bulkmikromechanik hergestellt (Abbildung 9).

Taktiler 3D-Kraftsensor in Siliziumtechnologie

Um mikromechanische Strukturen in Sensoren und Aktoren charakterisieren zu können, ist es erforderlich, Kräfte im Milli- bzw. Mikronewtonbereich nach Betrag und Richtung auf sehr kleinem Raum zu detektieren (Bütefisch/Dauer/Büttgenbach 1999, S. 321-326). Zu diesem Zweck wurde am IMT ein Prototyp eines taktilen 3D-Kraftsensors entwickelt, welcher z.B. zur Bestimmung von Federkennlinien eingesetzt werden kann.

Die Grundstruktur des Kraftsensors besteht aus einer sogenannten Bossmembran, die in Bulkmikromechanik hergestellt wird. Die Krafteinleitung

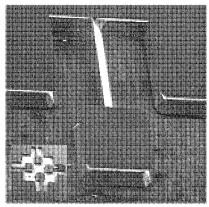


Abb. 9: REM-Aufnahme einer der vier seismischen Massen und Gesamtansicht des Beschleunigungsensors

erfolgt über einen Stempel, der auf den Boss gebondet wird. Aus einer Krafteinwirkung resultiert eine Deformation der Bossmembran, die durch entsprechend platzierte Piezo-Widerstände in ein proportionales Ausgangssignal transformiert wird.

Quarzresonator

In vielen Gebieten der Umwelt-, Prozess- und Abwassertechnik sowie der Biotechnologie und der chemischen Industrie ist der Nachweis bestimmter Chemikalien in gasförmigen und flüssigen Medien von großem Interesse. Da die konventionellen Nachweisverfahren sehr teuer sind und in den meisten Fällen nur im "off-line"-Betrieb arbeiten, wird derzeit ein chemischer Sensor entwickelt, der sich durch eine hohe Selektivität, Sensitivität und Stabilität

auszeichnet. Darüber hinaus soll er kostengünstig herzustellen sein und "on-line"-Messungen ermöglichen. Quarzresonator-Sensoren (Abbildung 10) eignen sich aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit und des frequenzanalogen Ausgangssignals besonders für diese Aufgabenstellung. Als Dickenscherschwinger sind sie massensensitive Wandler. Jede Massen- oder Zustandsänderung an der Quarzoberfläche führt zu einer Än-

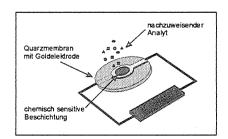


Abb. 10: Schema eines Quarzresonator-Sensors

derung der Resonanzfrequenz. Zum Nachweis von speziellen Analyten wird die Sensoroberfläche mit geeigneten sensitiven Materialien beschichtet. Der Quarzresonator kann in gasförmigen und auch in flüssigen Medien eingesetzt werden.

Multiaktorsysteme

Die Aktorik ist in der Mikrotechnik noch nicht so stark wie die Sensorik vertreten. Aber gerade hier wäre die Verfügbarkeit intelligenter Aktoren, die sich bezüglich Kraft und Stellbewegung den jeweils geforderten Gegebenheiten anpassen können (adaptive Strukturen) von großem Nutzen.

Der natürliche Muskel dient bei der Entwicklung neuer intelligenter mikrotechnischer Aktorsysteme durch seine Anpassungsfähigkeit und Vielfältigkeit, realisiert durch ein einfaches Antriebssystem, als bisher unerreichbares Vorbild (Leester/Schmidt/Büttgenbach/Keilhack/Pittschellis/Hesselbach 1998, S. 533-536).

Derzeit wird die Struktur des natürlichen Muskels durch ein sogenanntes Multiaktorsystem nachempfunden. Der 'künstliche Muskel' setzt sich aus zahlreichen identischen Einzelaktoren zusammen, die seriell und parallel miteinander verbunden sind. Die eigentliche Aktorstruktur besteht aus einer Formgedächtnislegierung (z.B. NiTi), die große Flexibilität mit hoher Leistungsdichte verbindet. Das Besondere an den Formgedächtnislegierungen (FGL) ist, dass sie sich an eine ihnen vorher eingeprägte Form "erinnern", sobald man sie erwärmt. Auf dem Weg von der mit geringem Kraftaufwand zu erzeugenden Kaltform in die ursprünglich eingeprägte Warmform durchlaufen die FGL also eine Gestaltänderung. Gleichzeitig setzen sie eine nicht unerhebliche Kraft frei, so dass sie in der Lage sind, ihre eigene Verformung zu übertragen, um so als Aktoren zu funktionieren.

Alkoholschnelltester

Durch Kombination von Bausteinen aus der Biosensorik, Mikrotechnik und Mikroelektronik wurde am IMT ein Alkoholmeßsystem entwickelt, mit dem der Blutalkoholgehalt über die Hautoberfläche bestimmt werden kann (Robohm 1999). Dieses stiftgroße Messsystem soll dazu beitragen, dass bereits während einer Verkehrskontrolle, die für eine Blutprobe in Frage kommenden Alkoholsünder sicher herausgefiltert werden können. Gegenüber der herkömmlichen Methode, den Blutalkoholgehalt über die Atemluft zu bestimmen, bietet dieses neu entwickelte Verfahren den Vorteil, dass der Proband am Messverfahren nicht selbst aktiv beteiligt ist. Die Funktion des Messgerätes beruht darauf, dass nach Genuss eines alkoholhaltigen Getränks eine zum Blutalkohol proportionale Alkoholmenge über die Hautausdünstungen ausgeschieden wird. Der ausgedünstete Alkohol gelangt in das Messsystem und bildet in einer biochemischen Reaktion Wasserstoffperoxid, das bei einer amperometrischen Messung zu Sauerstoff oxidiert. Aus der Größe des

fließenden Stroms lässt sich dann der Alkoholgehalt bestimmen (vgl. Abbildung 11).

Mikrosystemtechnik in der Online-Wasseranalytik

In Zusammenarbeit mit zwei Braunschweiger Firmen wird derzeit ein System zur automatischen Überwachung von Grundwasser entwickelt (Ehlert/Büttgenbach 1998, S. 427-430). Mit diesem System können Messdaten zur Wasserqualität in sowohl zeitlichen als auch räumlich en-

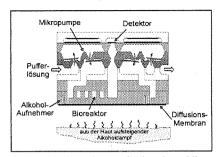


Bild 11: Funktionsprinzip des Alkoholmeßsystems

gen Abständen großflächig erfasst werden, ohne kostenintensiv manuell Proben nehmen und im Labor untersuchen zu müssen. Die Messdaten werden in Brunnen (sogenannten Pegelrohren) für die Grundwasserüberwachung, die ein Netz von Kontrollpunkten bilden, von Pegelrohrsensoren erfasst. Die Pegelrohrsensoren können über einen langen Zeitraum drahtlos und wartungsfrei betrieben werden. Sie bestehen aus einem Elektronikblock an der Erdoberfläche und einer Multiparametersonde, die dauerhaft im Grundwasser hängt. Jeder Pegelrohrsensor ist mit Batterien ausgestattet und per Funk mit einer Datenzentrale verbunden, in der die Messdaten ausgewertet und von der aus die Messungen gesteuert werden können. Für dieses System sind sowohl in der Fluidik als auch in der Sensorik mikrotechnische Elemente zu finden. Damit können Probenvolumen und Vorratsbehälter klein gehalten, Bauraum gespart und der Energieverbrauch des Systems gesenkt werden.

BICEPS - Entwicklungsumgebung für Mikrosysteme

Um den Entwurf neuer mikrotechnischer Komponenten wirtschaftlich zu machen, ist eine möglichst genaue Vorhersage der einzelnen Fertigungsprozesse und eine Beurteilung der späteren Systemeigenschaften erforderlich. Aufgrund der Komplexität der Prozesse ist eine geeignete Vorhersage im allgemeinen nicht ohne weiteres möglich. Um hier ein Hilfsmittel zu erhalten, mit dem auch in schwierigen Fällen eine genaue Vorhersage gemacht werden kann, wird am IMT ein Softwaresystem für den rechnerunterstützten Mikrosystementwurf entwickelt. Dazu werden rechnerbasierte Methoden und Tools für den effektiven Entwurf von Mikrosystemen auf Siliziumbasis konzipiert und in eine modulare, integrierte Entwicklungsumgebung implementiert (Steffensen/Than/Büttgenbach 1997, S. 1023-1026). Die übergeordnete Zielsetzung ist es, den Konstrukteur in die Lage zu versetzen, ausgehend von der Definition seiner Problemstellung, die Konstruktion unter dem Aspekt der Funktionserfüllung und der technischen Realisierbarkeit bzw. Kompatibilität

Forum

zu untersuchen. BICEPS (Braunschweigs integrated CAD environment for process-oriented simulation of silicon-microcomponents) steht für die Implementierung einer workflowgesteuerten CAD-Entwicklungsumgebung für den effizienten Entwurf komplexer Mikrosysteme. Es stellt verschiedene Tools zur Modellierung (3D-CAD), strukturellen Analyse (FEM), Prozesssimulation (SUZANA) und Layoutsynthese (OMEA) zur Verfügung. Weiterhin besitzt die Entwicklungsumgebung ein hypertextbasiertes Dokumentationssystem zur Unterstützung des fortlaufenden Entscheidungsprozesses in der Arbeitsgruppe.

Literatur

BERGER, W.: Zur Entwicklung der Mikrotechnik in Deutschland. In: Informationsbroschüre anlässlich der Einweihung der neuen Räumlichkeiten des Instituts für Mikrotechnik der TU Braunschweig 1996, S. 6-9.

BÜTEFISCH, S./DAUER, S./BÜTTGENBACH, S.: Silicon Three-Axial Tactile Sensor for the Investigation of Mikromechanical Structures, In: Sensors

'99 (Tagungsband), Nürnberg 1999, Vol. 2, S. 321-326.

BÜTTGENBACH, S.: Die Mikrotechnik als Schlüsseltechnologie moderner Produktionstechnik. In: Informationsbroschüre anlässlich der Einweihung der neuen Räumlichkeiten des Instituts für Mikrotechnik der TU Braunschweig 1996, S. 10-21.

- BÜTTGENBACH, S.: Mikromechanik: Teubner Studienbücher Angewandte Physik, Stuttgart 1994.
- DAUER, S.: Nd: YAG-Laserstrukturierung in der Silizium-Mikromechanik. Dissertation: Technische Universität Braunschweig 1999.
- EHLERT, A./BÜTTGENBACH, S.: Automatic Sensor System for Water Analysis. In: Proc. uTAS '98, Banff 1998, S. 427-430.
- LEESTER, M./SCHMIDT, M./BÜTTGENBACH, S./KEILHACK, C./PITT-SCHELLIS, R./HESSELBACH, J.: An SMA Multi-Actuator System Based on the artificial Muscle Principle. In: Actuator '98 (Tagungsband) 1998, S. 533-536.
- ROBOHM, C.: Mikrotechnische Entwicklung eines biochemischen Analysegerätes zur Blutalkoholbestimmung. Dissertation: Technische Universität Braunschweig 1999.
- SEIDEMANN, V./OHNMACHT, M./BÜTTGENBACH, S.: An Optimized Multilayer Fabrication Process for High Aspect Ratio Electromagnetic Devices and Mikrosystems (MEMS). In: Transducers '99 (Tagungsband), Sendai 1999, S. 102-105.
- STEFFENSEN, L./THAN, O./BÜTTGENBACH, S.: A Modular Environment for the Design of Micromachined Silicon Devices. In: Transducers '97 (Tagungsband), Chicago 1997, S. 1023-1026.

Jöra Tuttas

Dezentrale Prozessautomatisierung für ein modulares Produktionssystem (MPS) mit Interbus

Entwicklung, Durchführung und Reflexion einer Unterrichtsreihe im Bildungsgang Technische Assistentin/ Technischer Assistent für Informatik

Einleitung

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Prozessautomatisierung verläuft stürmisch. Sie ist geprägt von Konzepten der Dezentralisierung und Modularisierung. Es vermischen sich dabei die Fachdisziplinen der Metalltechnik und Elektrotechnik. Diese sind ferner, mit dem Einzug von feldbusgestützten Komponenten in die Automatisierungstechnik, verknüpft mit der Fachdisziplin Informatik. Veränderte Anforderungsprofile auf der einen Seite stehen dabei neuen Qualifizierungsmaßnahmen (organisiert in Lernfeldern) auf der anderen Seite gegenüber.

Dieser Beitrag stellt die Planung einer handlungsorientierten Unterrichtseinheit zum Thema vernetzte Automatisierungstechnik dar und berichtet über die Durchführung im Bildungsgang "Technische Assistentin/Technischer Assistent für Informatik". Das zentrale Frageinteresse orientiert sich an den Kennzeichen und Merkmalen von handlungsorientiertem Unterricht und an dessen Einlösung in der Unterrichtspraxis.

Entwicklung

Zur Begründung eines derartigen Unterrichtsvorhabens sind soziologische Zusammenhänge, die in der Veränderung der beruflichen Arbeitswelt wurzeln und unter dem Begriff der Schlüsselgualifikationen zusammengefasst sind, wie auch lernpsychologische Zusammenhänge, die auf die Erkennt-

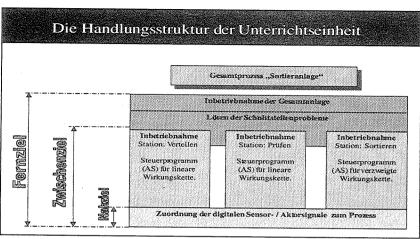


Abb. 1: Nah-, Zwischen- und Fernziel der Unterrichtseinheit

nisse der kognitiven Psychologie zurückzuführen sind und auf einen autonomen handlungskompetenten Lernenden zielen, geeignet.

Eine Unterrichtsplanung, die solche Erkenntnisse berücksichtigt, erfordert zum einen, dass sich innerhalb der Handlungsstruktur der Unterrichtseinheit eine vollständige Handlung abzeichnet (vgl. *Tabelle 1*), und dass zum anderen die Offenheit des Unterrichts gewährleistet ist. Die Handlungsstruktur muss neben diesen Merkmalen auch die Sachstruktur der Lernumgebung berücksichtigen. Eine erfolgreiche Unterrichtsplanung erfordert daher die Analyse der Sachstruktur ebenso wie die Analyse der soziokulturellen und anthropogenen Voraussetzungen.

Die Sachstruktur der Unterrichtseinheit wird bestimmt durch die Lernumgebung, also die Hardwarekomponente (der zu steuernde Prozess und die Steuerung mit den E/A Modulen und dem Feldbus INTERBUS) und die Softwarekomponente (Programmierumgebung). Zur Bewältigung der Steuerungsaufgabe ist ein Verständnis der Anwenderschnittstelle (der Programmierumgebung – hier das Programm PC-WORXS der Firma Phoenix Contact) und der Prozessschnittstelle (die E/A Module des Feldbussystems) notwendig. Zum anderen muss der Fertigungsprozess der einzelnen Anlagen (drei Stationen: Verteilen, Prüfen und Sortieren des modularen Produktionssystems der Firma FESTO) verstanden werden. Um die Schüler mit dem Bewältigen der umfangreichen Steuerungsaufgabe nicht zu überfordern, erwies es sich als sinnvoll, den Handlungsablauf zu gliedern (siehe Abbildung 1), indem funktionsfähige Steuerprogramme für jeweils eine Station als Zwischenziele formuliert wurden.

Durchführung

In einer vorbereiteten Unterrichtseinheit erhielten die Schüler zunächst die Gelegenheit, sich mit der Programmoberfläche der Entwicklungsumgebung PC-WORXS vertraut zu machen, indem sie einen Teilnehmer (8 BIT digital IO) in den Feldbus einfügten und eine einfache UND-Verknüpfung realisierten. Unterstützt wurden sie dabei vom Hilfssystem des Programms sowie von einer Kurzbeschreibung ("sieben Schritte zum lauffähigen Programm"), welche sukzessive die Konfiguration des Busses sowie das Festlegen der Prozess- und Programmvariablen bis zum Starten des Programms auf der Anschaltbaugruppe (IPC) beschrieb. Die Makrostruktur der Unterrichtseinheit ist in Tabelle 1 dargestellt.

Die Analyse der Prozessmodelle mit den jeweiligen Sensoren und Aktoren erfolgte innerhalb der hier vorgestellten Unterrichtseinheit auftragsbezogen durch die Präsentation einer Faxkorrespondenz und durch das Anfertigen eines Pflichtenheftes mit Prozessbeschreibung und Auflistung der verwendeten Sensoren und Aktoren.

Aufgrund der strukturellen Ähnlichkeit der verbalen Prozessbeschreibung mit der Ablaufsprache AS nach IEC 1131 wurde die Steuerungsaufgabe in dieser Sprache realisiert. So wurde mit den Schülern in arbeitsteiliger Gruppenarbeit zunächst ein Steuerprogramm für jeweils eine Station in AS entwickelt. Die Lerner orientierten sich dabei an der zuvor erstellten Prozessbeschreibung und den dort vergebenen Namen für die Sensoren und Aktoren des Prozesses.

In einer darauf folgenden Planungsphase wurden die in der ersten Sequenz aufgekommenen Fragen bezüglich der Schnittstellenprobleme, die aus der Synchronisierung der Teilprozesse resultieren, thematisiert und an einer Pinwand strukturiert. Die Schüler lösten die Schnittstellenprobleme, indem sie die jeweiligen Signale in ihren Teilprogrammen implementierten, um dann im Klassenverband die Anlage aus den drei Stationen zusammenzufügen. Das Gesamtprogramm ergab sich dann aus den Teilprogrammen. Am Ende der zweiten Ausführungsphase versah dann die Anlage, deren drei Stationen mittels des Feldbusses INTERBUS gekoppelt waren und durch einen IPC als Busmaster gesteuert wurde, ihre Dienste.

Reflexion

Innerhalb einer Reflexionsphase wurde ein Evaluationsbogen ausgegeben und ein Spiel durchgeführt, welche die vorangegangene Unterrichtseinheit auf fachlicher, methodischer und sozialer Ebene reflektierte.

Die Unterrichtseinheit zeigte, dass die Schüler insbesondere durch die arbeitsteilige Gruppenarbeit motiviert waren, die sich stellende Probleme untereinander bzw. mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Materialen zu lösen. Die Schülerergebnisse sowie die Ergebnisse der Evaluation und des Reflexionsspiels zeigten, dass sich die Lerner umfassend mit der Thematik auseinan-

Stunde (PHASE)	Thema/Inhalt	Erkenntnisleitende Strukturelemente
Zielsetzung 4 Std.	Entwickeln eines Pflichten- heftes mit Prozess- beschreibung und Liste der verwendeten Aktoren und Sensoren.	 Gliederungsvorschlag zum Pflichtenheft Schaltpläne aus Anlagendokumentation MPS
Planung I 2 Std.	Entwicklung eines Steuer- programmes in der Ablauf- sprache (AS) für jeweils eine Station.	Syntax der AS Vorstrukturiertes Arbeits- blatt Informationsblätter
Ausführung I 4 Std.	Inbetriebnahme der Teilsysteme: • Verteilen • Prüfen • Sortieren	Kurzanleitung PC-WORX Onlinehilfe PC-WORX Prozessablauf des jeweiligen Teilsystems
Planung II 2 Std.	Lösen der Schnittstellen- probleme Definition der stations- übergreifenden Signale als globale Variablen.	vorstrukturierte Pinnwand vorstrukturierter Aufgabenzettel
Ausführung II 6 Std.	Inbetriebnahme der Gesamtanlage • Sortieranlage	 Kurzanleitung PC-WORX Onlinehilfe PC-WORX Gesamtprozess "Sortieranlage"
	Erstellung eines Abschlussberichtes	Prozess der Sortieranlage
Beurteilung 2 Std.	- Beurteilung des Prozess- ablaufes, mögliche Er- weiterungen/Verbesse- rungen und Betrachten des Lösungsweges zum fertigen Programm	∘ Reflexionszettel

Tabelle 1: Makrostruktur der Unterrichtseinheit

Methode/Sozialform	Handlungsprodukt	Medien
Erarbeitung des Pflichtenheftes in arbeitsteiliger Gruppenarbeit zu je vier Schülern je Gruppe.	 Pflichtenheft ausgefülltes Arbeits- blatt 	 Faxe Arbeitsblätter Folie Anlagendokumentation Stationen des MPS PC mit Textverarbeitung
Die jeweiligen Teilgrup- pen formulieren den im Pflichtenheft formulier- ten Prozessablauf im Syntax der AS.	 ausgefülltes Arbeits- blatt mit Steuerpro- gramm in der AS für jedes Teilsystem 	 Informationsblatt Wandzettel: Befehle u. Bedingungen PC LCD Projektor Station VERTEILEN Arbeitsblatt
Die Gruppen nehmen ihr Teilsystem in Betrieb.	 funktionsfähiger Prozessablauf des Teilsystems 	 Stationen des MPS. Kurzdokumentation PC-WORX PC mit PC-WORX
In Form einer Kartenab- frage sammeln die Schü- ler stationsübergreifen- de Signale, generieren bzw. verknüpfen diese mit ihrem Teilprogramm.	 ausgefüllte und strukturierte Wandzettel an der Pinnwand erweiterte Programme 	 Wandzettel Folie Stationen des MPS Programmausdruck von Ausführungs- phase I
Im Klassenverband fü- gen die S. das Gesamt- system zusammen, übertragen das Steuer- programm und überprü- fen den Prozessablauf.	 funktionsfähiger Prozessablauf der Gesamtanlage Programmausdruck 	PC mit PC-WORX Gesamtprozess des MPS
Die Arbeitsgruppen erstellen einen Über- gabebericht.	Übergabebericht der Arbeitsgruppen	PC mit Text- verarbeitung
Die Reflexionszettel werden im Klassen- verband diskutiert.	 ausgefüllter Evaluationsbogen 	ReflexionszettelEvaluationsbogenTest zum Verständnis

dergesetzt haben. Lediglich die berufspraktische Bedeutung der Thematik wurde den Schülern der Berufsfachschule für Informatik nicht genügend deutlich.

Die Gegenständlichkeit des Prozesses und die logische Analogie der AS mit der verbalen Prozessbeschreibung förderten die Zugänglichkeit der Thematik für die Schüler. Die Handlungsstruktur von der Systemanalyse bis zur Inbetriebnahme der Anlage wurde transparent und lässt sich problemlos auf größere Anlagen übertragen, wodurch die exemplarische Bedeutung der Unterrichtseinheit betont wird.

Als lernhindernd wirkte sich die komplexe Programmierumgebung PC-WORXS aus. Es ist in Frage gestellt, inwieweit die programmtechnische Umsetzung der Steuerungsaufgabe mit leistungsschwächeren Lerngruppen als der hier vorliegenden zu bewältigen ist. Zu fordern wäre eine didaktisch reduzierte Version der Programmierumgebung.

Aus der geplanten und durchgeführten Unterrichtseinheit lässt sich schließen, dass die handlungsorientierte Methodenkonzeption geeignet ist, unterschiedliche Anspruchniveaus auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik mit den Schüler zu erreichen und die berufliche Handlungskompetenz zu fördern.

Claus Butter/Arnfried Richter (Hrsg.):

Elektrotechnik – Grundbildung – Auf dem Weg zur Fachbildung?

Neusäß (=Kieser) 1999, 229 Seiten, einzelne Abbildungen Reihe Hochschultage Berufliche Bildung 1998 in Dresden ISBN 3-8242-1077-0

Der Band fasst die Beiträge zur Fachtagung des Berufsfeldes Elektrotechnik (ET) im Rahmen der Hochschultage Berufliche Bildung 1998 in Dresden nach inhaltlichen Schwerpunkten zusammen. In den insgesamt 20 Artikeln, die in vier Blöcken gebündelt sind, spiegelt sich der aktuelle Diskussionsstand (1998/99) bezogen auf die Elektro- und IT-Berufe wider. Dabei stehen prinzipielle Überlegungen zur strukturellen und didaktischen Neuorientierung der Berufsbildung im Berufsfeld ET im Zusammenhang mit den IT-Berufen und dem Mechatroniker am Anfang (Jenewein). Der erste Block setzt sich mit dem "Verhältnis von Grund- und Fachbildung" auseinander, wobei zunächst die Bedeutung des Arbeitsprozesswissens unter curricularer Perspektive als auch zu einem Grundbildungskonzept dargestellt wird und die Elemente einer entwicklungslogischen Berufsbildung begründet werden (Rauner). In den folgenden unterrichtspraktischen Beispielen zu "modularem Lernangebot", "Projektarbeiten als Mittel der Lernortkooperation", "Auftragstypen-Konzept", "Lernträgerunterricht", "Grundlagenbaustein" u.a. zeigen die Autoren unterschiedliche didaktisch-methodische Lösungsansätze auf.

Die Problematik der Förderung lernschwacher Schüler/-innen zum einen und der Integration von Lern- und Arbeitsaufgaben und Betriebspraktika in die Berufsgrundbildung zum anderen ist im zweiten Block "Lernförderung im Berufsfeld Elektrotechnik" wiederzufinden.

Der dritte Block "Ausbildungs- und Unterrichtspraxis" vermittelt interessante Darstellungen zur Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung, insbesondere unter dem Aspekt der Überprüfung und Bewertung von Handlungskompetenz. Darüber hinaus erfolgen Darlegungen zu Veränderungen der Facharbeit und Konsequenzen für die Aus- und Weiterbildung durch Entwicklungen in der Gebäudesystemtechnik.

Ein breites Spektrum von "Wortmeldungen" ist der "Zukunft des Berufsfeldes Elektrotechnik" (vierter Block) gewidmet. Hier finden sich Aussagen zur Neustrukturierung der Elektrohandwerke auf der Basis der überarbeiteten Handwerksordnung. Des weiteren folgen Beiträge zur Integration von Ausbildungsinhalten bei den IT-Berufen, zur Vermittlung von Kernqualifikationen sowohl aus der Perspektive der Lehrenden als auch der Lernenden und zur didaktischen Orientierung an Arbeits- und Geschäftsprozessen.

Für den vorliegenden Fachtagungsband gebührt den Herausgebern Claus Butter und Arnfried Richter der besondere Dank unserer Bundesarbeitsgemeinschaft. Die Schrift ist Pflichtlektüre für jedes BAG-Mitglied! Darüber hinaus eignet sie sich hervorragend für den Einsatz in der Lehrerausbildung (1. und 2. Phase) sowie als Anregung für die Gestaltung einer zukunftsorientierten Berufsbildung für alle Praktiker "vor Ort".

Rolf Katzenmeyer

Tilo Pfeifer:

Fertigungsmeßtechnik

München, Wien 1998 (=Oldenbourg), 417 Seiten; ISBN 3-486-24219-9; 68 DM

Das Buch behandelt die im Rahmen der industriellen Fertigungsverfahren eingesetzten Messverfahren und ordnet diese in den Fertigungsprozess und das Qualitätsmanagement ein. Als Lehr- und Nachschlagewerk für Studenten, Ingenieure, Techniker und Meister konzipiert bietet es den mit Messtechnik Vertrauten wie Unerfahrenen die Möglichkeit zur Einarbeitung in die Thematik.

Nach der Einführung in die Fertigungsmesstechnik erfolgt eine Kurzdarstellung der im Buch behandelten Themen. Hier wird der Leser auch dafür sensibilisiert, die Messtechnik nicht als isoliertes Element neben dem Fertigungsprozess anzusehen. Gleichzeitig wird aufgezeigt, dass ein umfassendes Verständnis von Messtechnik erforderlich ist, um Messungen erfolgreich planen, durchführen und auswerten zu können: "Fertigungsmesstechnik, wie sie heute verstanden wird, umfasst mehr als nur die Technik, Qualitätsmerkmale im Fertigungsbereich zu erfassen. Vielmehr ist es von Bedeutung die Methoden der Fertigungsmesstechnik in allen Variationen zu beherrschen." So legt der Autor in den nachfolgenden Kapiteln stets großen Wert darauf, ein umfassendes Verständnis für die im Rahmen von Messungen verwendeten Messwertaufnehmer (Prüfdatenerfassung), die Verarbeitung und Auswertung der Messwerte zur Verbesserung von Fertigungsprozessen (Prüfdatenauswertung) und die Überprüfung des im Rahmen von Messungen eingesetzten "Werkzeuges" (Prüfmittelmanagement) zu vermitteln. Zuvor werden im Kapitel "Grundlagen der Fertigungsmesstechnik" grundlegende Begriffe, Methoden und Strategien beschrieben, wobei bereits in der Industrie verwendete Prüfmittel erläutert werden und der Messunsicherheit aus neuester Sicht der Normung besonderes Gewicht gegeben wird. Anschließend wird im Kapitel "Prüfplanung" dargelegt, wie ein Prüfplan erstellt wird, der den Ansprüchen von Qualitätsmanagementstandards genügt. Im Kapitel "Prüfdatenerfassung" werden praktisch alle in der Fertigungspraxis eingesetzten Messwertaufnehmer beschrieben, bis hin zur Kamera-(CCD-Bildaufnehmer) und Lasermesstechnik. Erwähnung findet ebenso die Einbindung von verstärkt zum Einsatz kommenden elektronischen Messschiebern, -schrauben und –uhren mit rechnergestützten Schnittstellen und von Messmitteln in Feldbussystemen und rechnergestützte Messumgebungen. Bei der anschließend behandelten "Prüfdatenauswertung" steht die statistische Prozessregelung und die Prozessfähigkeit von Fertigungsprozessen im Vordergrund.

Das Buch ist allen im Bereich der beruflichen Bildung tätigen sehr zu empfehlen, da es die vertiefte Beschäftigung mit der Fertigungsmesstechnik erlaubt, welche in allen Bereichen der Metall- und Elektrotechnik steigende Bedeutung erlangt. Es kann hilfreicher Ratgeber bei der Ausstattungsplanung und Begleiter bei der Durchführung von Projekten in Verbindung mit der Messtechnik sein.

Matthias Becker

Balzer, Ehlert, Haslinger, Heuberger, Jaganosch, Lindemann, Nusser, Perner, Runtsch, Scheele:

Kraftfahrzeugtechnik

Neusäß 1999 (=Kieser), 528 Seiten, zahlreiche Abbildungen ISBN 3-8242-4270-2; 59,80 DM

"Kraftfahrzeugtechnik" ist ein neues Lehrbuch für den Einsatz im Technologie-Unterricht für Kfz-Mechaniker. Es behandelt in den drei Blöcken

Grundlagen, Motorentechnik, Übrige Fahrzeugtechnik

die Fachkunde unter Verwendung umfangreichen Bildmaterials. Diese drei Blöcke sind mit farblich unterlegten Kopfzeilen voneinander abgehoben. Der Block *Grundlagen* umfasst die

 Fertigungstechnik, Werkstofftechnik, Elektrotechnik und Elektronik, Steuerungs- und Regelungstechnik, Informationstechnik und die Maschinen- und Gerätetechnik. Der Grundlagenteil, der die Inhalte für die berufsfeldbreite Grundbildung in den Metallberufen behandelt, ist sorgfältig auf die Belange der Kraftfahrzeugtechnik abgestimmt. Abbildungen und Beispiele, aber auch die grundlegenden Erläuterungen in diesem Teil beziehen sich fast immer auf die Kraftfahrzeugtechnik.

Der Bereich Motorentechnik gliedert sich in die Unterkapitel

• Verbrennungsmotoren, Moderne Ottomotoren, Moderne Dieselmotoren, Veraleich Ottomotor/Dieselmotor und Motordiagnose.

Ausgehend von den Arbeitsverfahren werden die Teilsysteme des Motors und die Abgastechnik beschrieben, wobei auch die Fehlersuche und die Umweltschutzaspekte zum Tragen kommen. Etwas unbefriedigend ist in diesem Unterkapitel die zu starke Orientierung der Buchgliederung an den Bauteilen der Systeme.

Die übrige Fahrzeugtechnik behandelt die Themen

• Kraftübertragung, Fahrwerk, Bremsen, Karosserietechnik, Elektrische Systeme und Anlagen und Sicherheits- und Komforttechnik.

Dieser Abschnitt vernachlässigt im Gegensatz zur Motortechnik ein wenig die Diagnose und Fehlersuche, berücksichtigt aber den neuesten Stand der Kfz-Technik.

Die Autoren stellen in der "Kraftfahrzeugtechnik" wichtige Informationen und Kernsätze als Definitionen heraus und verzichten in vielen Fällen wohltuend auf längere Texte zur Beschreibung von Aufbau, Funktion und Wirkungsweise von Komponenten. Stattdessen werden wesentliche Eigenschaften von Kfz-Systemen, der Aufbau von Komponenten und Merkmale unterschiedlicher Bauarten mit Hilfe von Stichwortlisten erläutert, die sich wo immer möglich auf Bildmaterial beziehen. Physikalische Grundprinzipien werden mit einfachen Worten beschrieben und meist als Regel hervorgehoben. Hin und wieder sind die stichpunktartigen Erläuterungen etwas zu knapp geraten. Lernern wird es in diesen Fällen schwer fallen, ein Verständnis für Zusammenhänge zu entwickeln.

Insgesamt ist es den Autoren gelungen, ein modernes Technologiebuch zu konzipieren, welches durch seine vielen Abbildungen und seine klare Sprache überzeugt und den Schülern den Umgang mit dem Technologiebuch einfach macht.

Matthias Becker

Ralf Wimmers:

Lehrer-Kursbuch Internet

Berlin 2000. (=Cornelsen), 192 Seiten; ISBN 3-589-21381-7; kartoniert, DM 24.90

Click - und "Bin ich schon drin?", Schulen ans Netz, TV-Werbung und die neuen Adressen www.xyz.de weisen darauf hin, daß wir längst im Internet-Zeitalter leben. Alles easy? Nein! Hier wird Unkompliziertheit suggeriert, die spätestens dann aufhört, wenn sich die Frage stellt: per ISDN oder Modem ins Net?

Ralf Wimmers ist es mit seinem Lehrer-Kursbuch Internet gelungen, die Internet-Fachsprache so zu übersetzen, daß auch Einsteiger eine Ahnung davon bekommen, welche Wirkung Computerviren haben. Wozu dienen Cookies und was haben die mit den betrachteten Web-Seiten zu tun? Wimmers verzichtet bei der Beantwortung von Fragen bewußt auf lange und von Informatik-Insider-Sprache durchsetzte Erklärungen. Auch die für Lehrer wichtigen Aspekte Aufsichtspflicht, Sicherheit und Copyright werden nicht vernachlässigt. Das Buch hilft, Berührungsängste mit einem Medium zu verringern, das die Kommunikationsmöglichkeiten um ein vielfaches erweitert. Das Lehrer-Kursbuch Internet ist sowohl für Internet-Einsteider, wie auch für

fortgeschrittene Surfer eine nützliche Hilfe.

Der Schwerpunkt des 192 Seiten starken Buches liegt im effizienten Umgang mit Suchmaschinen. Hierdurch ist das Werk durchaus als Hilfe für die Unterrichtsplanung zu betrachten. Endlich ist die Nadel im Heuhaufen zu lokalisieren, denn 170 einschlägig ausgewählte und kommentierte Internet-Adressen helfen bei der Orientierung und erleichtern eine Auswahl für den Online-Unterricht in der Schule. Zusätzlich zu den nach Schulfächern geordneten Internet-Hinweisen sind auch weitere wichtige Adressen aufgenommen und kommentiert worden. Ergänzend zählen hierzu unter anderem der Bildungsserver, die Zentrale für Unterrichtsmedien, sowie die Hinweise auf Organisationen und Spezial-Suchmaschinen.

Ralf Wimmers' Lehrer-Kursbuch Internet ist aber nicht nur für Lehrer interessant. Inhalt und Aufbau des Kursbuch' bieten auch große Hilfen für Studenten, die sich beispielsweise auf die Schulpraktika vorbereiten müssen.

Jens Grzonkowski

Neue Entwicklungen in der Gebäudetechnik – Konsequenzen für Betriebspraxis, Aus- und Weiterbildung

Veranstalter

Balthasar-Neumann-Schule I Bruchsal und Institut für Berufspädagogik der Universität Karlsruhe (TH), in Zusammenarbeit mit den Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik und Metalltechnik

(Bruchsal, 23, 11, 2000)

Kontakt: Prof. Dr. Klaus Jenewein, StAss Gerd Roser, Universität Karlsruhe (TH), Institut für Berufspädagogik, c/o Kaiserstr. 12, 76128 Karlsruhe. Tel. +49 721 608-3691 Fax +49 721 608-6104

Tagungsprogramm:

- 1. Vorträge:
- Gebäudesystemtechnik Neue Anforderungen an die berufliche Ausund Weiterbildung (Prof. Jenewein, Universität Karlsruhe; Prof. Petersen, Universität Flensburg)
- Neue Entwicklungen in der Gebäudesystemtechnik aus der Sicht der Industrie (Vertreter von Technologieherstellern)

2. Workshops:

- Gebäudesystemtechnik und Gebäudeenergiemanagement als Gegenstand der betrieblichen und überbetrieblichen Weiterbildung für Fachkräfte in Handwerks- und Industrieunternehmen (EU-Projekt "Eurobus" Duisburg)
- Schulungsangebote zum "Intelligenten Gebäude" der berufsbildenden Schulen im Regierungsbezirk Detmold – Gesamtüberblick und Vorstellung ausgewählter Module (EU-Projekt "INGE – Detmold)
- Bildungsgang "Fachschule für Gebäudesystemtechnik" der Balthasar-Neumann-Schule I Bruchsal – Konzeption und erste Erfahrungen aus Sicht der Schule und der regionalen Betriebe (Bildungsgangleiter der BNS I, Vertreter aus regionalen Unternehmen)
- Praxisorientierte Lernsituationen in Ausbildung und Unterricht (Ausbilder und Lehrer mit Praxiserfahrungen im Bereich der Gebäudesystemtechnik)

Neuorientierung an Arbeits- und Geschäftsprozessen – Wege zur Umsetzung des Lernfeldkonzepts

Veranstalter

Berufskolleg für Technik Moers, Universität Duisburg Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik und Metalltechnik

(7. November 2000)

Kontakt: Dr. Norbert Thiele, Berufskolleg für Technik Moers, Repelener Straße 101, 47441 Moers

Programmübersicht

I. Gemeinsamer Tagungsteil der Berufsfelder Elektrotechnik und Metalltechnik

9.30	Grußworte
10.00 – 10.30	Der Mechanismus der Verdummung Prof. Dr. Gottfried Adolph, Universität Bremen
10.30 – 11.00	Arbeitsprozessorientierung, Geschäftsprozess- orientierung, Lernfeldorientierung – Zukunft des Lernortes Berufsschule? Prof. Dr. Klaus Jenewein, Universität Karlsruhe
11.00 – 11.45	Diskussion der Beiträge
11.45 – 13.00	Mittagspause

- II. Beiträge im Berufsfeld Elektrotechnik (Elektrotechnik/Metalltechnik)
 Bei allen Beiträgen ist nach kurzen Impulsreferaten
 Gelegenheit zur Diskussion gegeben
- 13.00 15.00

 Lernfelder und Lernsituationen im
 Berufsgrundschuljahr: Kombinierte Ansätze
 für den Elektro- und Metallbereich
 Peter Dischhäuser und Hans-Joachim Heinrich, Berufskolleg für Technik Moers

13.00 - 15.00

Die Bedeutung der betrieblichen Projektarbeit als Bestandteil der beruflichen Abschlussprüfung in den neuen IT-Berufen

Dr. Lutz P. Ockert, LINDOS Unternehmensberatung GmbH Duisburg und Heinz Oerter, Kfm. Berufskolleg Duisburg-Mitte sowie Walter Schulte-Göcking, Bertolt-

Brecht-Berufskolleg Duisburg-Süd

Lernfelder und Lernsituationen bei Elektroinstallateur/-innen

Manfred Neiß, Berufskolleg für Technik Moers

III. Beiträge im Berufsfeld Metalltechnik (Metalltechnik/Elektrotechnik)
Bei allen Beiträgen ist nach kurzen Impulsreferaten
Gelegenheit zur Diskussion gegeben

13.00 - 15.00

Ausgestaltung einer Lernsituation bei Mechatronikern Lothar Kasten und Manfred Nicolaus, Robert-Bosch-Berufskolleg Duisburg

Gesamtstruktur einer lernfeldorientierten Ausbildung zum Metallbauer/Handwerk

Friedhelm Böhle und Jürgen Nolting, Friedrich-Albert-Lange Berufskolleg sowie Egbert Kluitmann, Universität Duisburg

Situationsbezogene Lernaufgaben in der Ausbildung zum Industriemeister/Metall

Stefan Fletcher und Egbert Kluitmann, Universität Duisburg

Lernfeldstrukturierte Lehrerausbildung im Studienseminar

Michael Erz, Studienseminar Gelsenkirchen

15.00 - 15.30 Kaffeepause

IV. Abschlussreferat

15.30 – 16.30 Curriculum und Ausbildungspartnerschaft Prof. Dr. Felix Rauner, Universität Bremen

V. Ausstellungsbeiträge ganztägig

Autorenverzeichnis

ADOLPH, Gottfried

Prof. Dr., Schwerfelstr. 22, 51427 Bergisch-Gladbach

BECKER, Matthias

Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik – biat, Universität Flensburg, Munketoft 3, 24937 Flensburg

GRZONKOWSKI, Jens

Studienreferendar, Dipl.-Ing., An der Münze 3, 21335 Lüneburg

HAHNE, Klaus

Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Herrmann-Ehlers-Str. 10, 53113 Bonn

HEIDEGGER, Gerald

Prof. Dr., Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik – biat, Berufspädagogik, Munketoft 3, 24937 Flensburg

HOWE, Falk

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut Technik und Bildung – ITB, Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen

KATZENMEYER, Rolf

Studiendirektor, Gewerbliche Schulen des Lahn-Dill-Kreises, Uferstr. 21, 35683 Dillenburg

LASKE, Gabriele

Dr., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut Technik und Bildung – ITB, Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen

LEESTER-SCHÄDEL, Monika

Dipl.-Ing., Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Mikrotechnik, TU Braunschweig, Postfach 3329, 38023 Braunschweig

'SPÖTTL, Georg

Prof. Dr., Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik – biat, Berufliche Fachrichtung Metalltechnik, Munketoft 3, 24937 Flensburg

STUBER, Franz

Dr., Institut Technik und Bildung – ITB, Universität Bremen, Wilhelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen

TUTTAS, Jörg

Studienreferendar, Dipl.-Ing., An der Christuskirche 19, 30167 Hannover

VERMEHR, Bernd

Studiendirektor, Berufsbildende Schulen Hamburg, Achter Lüttmoor 28, 22559 Hamburg

Ständiger Hinweis

Alle Mitglieder der BAG Elektrotechnik und BAG Metalltechnik müssen eine Einzugsermächtigung erteilen oder zum Beginn eines jeden Kalenderjahres den Jahresbeitrag (zur Zeit 53,– DM eingeschlossen alle Kosten für den verbilligten Bezug der Zeitschrift lernen & lehren) überweisen. Austritte aus der BAG Elektrotechnik und der BAG Metalltechnik sind nur zum Ende eines Kalenderjahres möglich und müssen drei Monate zuvor schriftlich mitgeteilt werden.

Die Anschrift der Geschäftsstelle der Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik lautet:

BAG Elektrotechnik, Geschäftsstelle z. H. Herrn A. Willi Petersen c/o biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik Munketoft 3 24937 Flensburg

Tel.: 04123 / 959727 Fax: 04123 / 959728

Konto-Nr. 722 40 25, Kreissparkasse Pinneberg (BLZ 221 514 10).

Die Anschrift der Geschäftsstelle der Bundesarbeitsgemeinschaft Metalltechnik lautet:

BAG Metalltechnik, Geschäftsstelle z. H. Herrn Michael Sander c/o Institut Technik & Bildung Wilhelm-Herbst-Str. 7 28359 Bremen

Tel.: 0421 / 2184924 Fax: 0421 / 2184624

Konto-Nr. 4520, Kreissparkasse Verden (BLZ 291 526 70)

Zu bedenken ist, daß der Mitgliedsbeitrag fast zu 100 % für die Bezahlung der Zeitschrift *lernen & lehren* benötigt wird und in dieser Hinsicht Absprachen mit dem Verlag bestehen. Bei Mahnungen muß eine zusätzliche Gebühr erhoben werden.

Beitrittserklärung (BAG Elektrotechnik)

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V. Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt zur Zeit 53,- DM. Auszubildende, Referendare und Studenten zahlen zur Zeit 30.- DM gegen Vorlage eines jährliches Nachweises über ihren gegenwärtigen Status. Der Mitgliedsbeitrag wird grundsätzlich per Bankeinzug abgerufen. Mit der Aufnahme in die BAG beziehe ich kostenlos die Zeitschrift lernen & lehren. Name: Vorname: Anschrift: Datum: Unterschrift: Ermächtigung zum Einzug des Beitrages mittels Lastschrift: Kreditinstitut: Bankleitzahl: Girokonto-Nr.: Weist mein Konto die erforderliche Deckung nicht auf, besteht für das kontoführende Kreditinstitut keine Verpflichtung zur Einlösung. Datum: Unterschrift: Garantie: Diese Beitrittserklärung kann innerhalb von 10 Tagen schriftlich bei der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V. widerrufen werden. Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die Absendung innerhalb dieser 10 Tage (Poststempel). Die Kenntnisnahme die-

Bitte absenden an: BAG Elektrotechnik e.V., Geschäftsstelle: biat – Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, z.H. Willi Petersen, Munketoft 3, 24937 Flensburg.

Datum: Unterschrift:

ses Hinweises bestätige ich durch meine Unterschrift.

Beitrittserklärung (BAG Metalltechnik)

Ich bitte um Aufnahme in die Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V.

Der jährliche Mitgliedsbeitrag beträgt zur Zeit 53,- DM. Auszubildende, Referendare und Studenten zahlen zur Zeit 30,- DM gegen Vorlage eines jährliches Nachweises über ihren gegenwärtigen Status. Der Mitgliedsbeitrag wird grundsätzlich per Bankeinzug abgerufen.

Mit der Aufnahme in die BAG beziehe ich kostenlos die Zeitschrift lernen & lehren.

Name:	Vorname:
Anschrift:	
Datum:	Unterschrift:
Ermächtigung zum Einzug des Bei	trages mittels Lastschrift:
Kreditinstitut:	
Bankleitzahl:	Girokonto-Nr.:
Weist mein Konto die erforderliche De führende Kreditinstitut keine Verpflich	eckung nicht auf, besteht für das konto- ntung zur Einlösung.
Datum:	Unterschrift:
der Bundesarbeitsgemeinschaft für Etalltechnik e.V. widerrufen werden. 2	nn innerhalb von 10 Tagen schriftlich be Berufsbildung in der Fachrichtung Me Zur Wahrung der Widerrufsfrist genüg age (Poststempel). Die Kenntnisnahme n meine Unterschrift.
Datum:	Unterschrift:
Bitte absenden an: BAG Metalltechn & Bildung, z.H. Herrn M. Sander, Will	ik e.V., Geschäftsstelle: Institut Technil nelm-Herbst-Str. 7, 28359 Bremen.

Eine Zeitschrift für alle, die in

- betrieblicher Ausbildung
- berufsbildender Schule
- Hochschule und Erwachsenenbildung
- Verwaltung und Gewerkschaften im Berufsfeld Elektrotechnik/Metalltechnik t\u00e4tig sind.

Lernen & lehren erscheint vierteljährlich, Bezugspreis DM 50,- (4 Hefte) zuzüglich Versandkosten (Einzelheft DM 12,50/Doppelheft DM 25,-)

Inhalte:

- Ausbildung und Unterricht an konkreten Beispielen
- technische, soziale und bildungspolitische Fragen beruflicher Bildung
- Besprechung aktueller Literatur
- Innovationen in Technik-Ausbildung und Technik-Unterricht

Folgende Hefte sind noch erhältlich:		42:	Feldbussysteme
16:	Neuordnung im Handwerk	43:	Praxis beruflicher Umweltbildung
18:	Grundbildung	44:	Lern- und Arbeitsaufgaben
22:	Automatisierungstechnik	45:	Informations- und Kommunikations-
23:	Gebäudeleittechnik		technik am Beispiel ISDN
27:	Duales System	46:	Veränderungen der Kfz-Facharbeit
28:	Lernen durch Arbeiten	47:	Veränderung in der
29:	Auto und Beruf		Arbeitsorganisation
30/31:	Berufliche Umweitbildung	48:	Berufsbildung im
33:	Instandhaltung		Lernortverbund
34:	Solartechnik	49:	Wandel der Fertigungsverfahren -
35:	Rückblick auf die Neuordnung		Wandel der Facharbeit
36:	Neugestaltete Lern-	50:	Auftragsorientiertes Lernen
	und Arbeitsplätze	51:	Verwenden und Nutzen
37/38:	Ausbildungs- und Unterrichts-	52:	Neue Ansätze für Berufsbilder
	verfahren		und Unterricht
39/40:	Organisationsentwicklung und	53:	Berufliches Arbeitsprozesswissen
	berufliche Bildung	54:	Multimedia - ein Instrument für
41:	Verankerung beruflicher Umwelt-		Lernen und Lehren
	bildung	55:	Gebäudesystemtechnik
	~		,

Von den Abonnenten der Zeitschrift "lernen & lehren" haben sich allein über 600 in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Elektrotechnik e.V. sowie in der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in der Fachrichtung Metalltechnik e.V. zusammengeschlossen. Auch Sie können Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden. Sie erhalten dann "lernen & lehren" zum ermäßigten Bezugspreis. Mit dem beigefügten Bestellschein können Sie "lernen & lehren" bestellen und Mitglied in einer der Bundesarbeitsgemeinschaften werden.



Donat Verlag, Borgfelder Heerstraße 29, 28357 Bremen Telefon (0421) 2748 86 Fax (0421) 2751 06