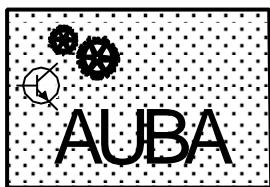


Modellversuch



**Automatisierungstechnik
als Lehr- und Lerngegenstand
in der Berufsausbildung**

Abschlußbericht

**Modellversuch Automatisierungstechnik als Lehr- und
Lerngegenstand in der Berufsausbildung (AUBA)**

in Thüringen

Ein Modellversuch des
Thüringer Kultusministeriums
in Zusammenarbeit mit dem
Bundesministerium für
Bildung, Wissenschaft,
Forschung und Technologie

Abschlußbericht

1998

und
Berichtszeitraum
1. Oktober 1997 - 31. Dezember 1998

Impressum

Bearbeitung und Redaktion:

A. Willi Petersen, Jürgen Zick, Klaus Dähnhardt, Reinhard Kitzig

Druck:

Erfurt: Andreas Gordon-Schule, 1998

Anschrift und Vertrieb:

Univ.-Prof. Dr. A. W. Petersen, biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, Munketoft 3, 24937 Flensburg

Dr. Klaus Dähnhardt, Andreas Gordon-Schule, Weidengasse 8, 99084 Erfurt

Der Modellversuch "Automatisierungstechnik als Lehr- und Lerngegenstand in der Berufsausbildung" - Kurzbezeichnung "AUBA" - hat als ein Projekt der Bund-Länder-Kommission (BLK) die Innovation in der schulischen Berufsausbildung im "Dualen System" zum Ziel. Gemeinsam gefördert und unterstützt wurde dieses Projekt vom Bundesminister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) und vom Land Thüringen. Die Wissenschaftliche Begleitung zum Modellversuch erfolgte anfangs durch das Fachgebiet Berufs- und Fachdidaktik am Fachbereich Elektrotechnik der Universität Gesamthochschule Kassel (GhK). Fortgesetzt und abgeschlossen wurde sie durch das Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat) an der Universität Flensburg.

Ausgangspunkt und Hintergrund des Modellversuchs waren die Veränderungen und Wandlungsprozesse in der Automatisierung. Diese vollziehen sich branchen- und gewerbeübergreifend in den verschiedenen Bereichen der Produktions-, Prozeß- und auch Gebäude- und Büroautomatisierung und verändern entsprechend berufsbübergreifend die Arbeits- und Berufsinhalte im Berufsfeld Metall- und Elektrotechnik. Innerhalb dieser Veränderungen ist die Berufsausbildung herausgefordert, die unterschiedlichen Bereiche der Automatisierung hinsichtlich spezifischer und gemeinsamer Berufsinhalte curricular zu analysieren und neue Ausbildungs- und Unterrichtskonzepte für die verschiedenen Metall- und Elektroberufe berufs- und berufsfeldübergreifend didaktisch zu erarbeiten, zu erproben und zu evaluieren.

Der Modellversuch AUBA hat diese Aufgaben aufgenommen und im einzelnen neue Grund- und Fachbildungsinhalten zur Automatisierung erarbeitet. Unter Beachtung der Berufsbilder und im Abgleich mit den geltenden curricularen Rahmenvorgaben für die Metall- und Elektroberufe wurden dabei die neuen technologischen und arbeitsorganisatorischen Inhalte der Automatisierung in Industrie und Handwerk berücksichtigt. Der Hybridcharakter und der Wandel von der Mechanik zur Elektronik in der Automatisierung erforderte zugleich eine besondere berufs- und arbeitsbezogene wie berufs- und berufsfeldübergreifende Differenzierung und Zusammenarbeit. Dies setzte eine übergreifende Abstimmung und Kooperation in der metall- und elektrotechnischen Ausbildung voraus. Insofern waren am Modellversuch auch zwei Berufsbildende Schulen, eine zum Berufsfeld Elektrotechnik in Erfurt und eine zum Berufsfeld Metalltechnik in Jena-Göschwitz, beteiligt und in die Entwicklungen einbezogen.

Des weiteren wurde im Modellversuch eine Ausbildung zur Automatisierung mit einem beruflich abgestimmten Konzept von Lerngebieten und Lernaufgaben verschiedener und didaktisch gestufter Komplexität und Inhaltsintegration entwickelt und erprobt. In den einzelnen Unterrichts- und Projektvorhaben fanden die verschiedenen Bereiche der Herstellung, Planung und Montage sowie der Wartung und Instandhaltung von Automatisierungsanlagen berufsbezogen wie berufsbübergreifend Berücksichtigung. Hierzu wurde der Versuch unternommen, eine offene und migrationsfähige Medien- und Fachraumausstattung zu entwickeln, die eine realitätsnahe und experimentelle Theorie-Praxis-Verknüpfung zur Automatisierung erlaubt und unterschiedliche Optionen zur Arbeits- und Technikgestaltung beinhaltet.

Allgemeine Angaben zum Modellversuch

Bundesland	Thüringen
Projektbezeichnung	Automatisierungstechnik als Lehr- und Lerngegenstand in der Berufsausbildung
Kurzbezeichnung	AUBA
Förderungskennzeichen	Teil A: K 5802.00 Teil B: K 5802.00 B
Versuchsbeginn	1. August 1995
Versuchsende	31. Dezember 1998
Modellversuchsaufsicht	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie BMBF
	Thüringer Kultusministerium
Modellversuchsleitung	Dr. Klaus Dähnhardt Andreas Gordon-Schule, Erfurt
Wissenschaftliche Begleitung	Univ.-Prof. Dr. A. Willi Petersen biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik Bildungswissenschaftliche Hochschule Flensburg - Universität,
Am Modellversuch beteiligte Schulen	Andreas Gordon-Schule, Erfurt Staatliches Berufsbildendes Schulzentrum, Jena-Göschwitz

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Zielsetzungen, Aufgaben und Organisationsstruktur des Modellversuchs	1
1.1	Die Zielsetzungen und Arbeiten des Modellversuchs	1
1.2	Organisationsstruktur, Modellversuchsschulen und -klassen sowie personelle Angaben zum Modellversuch	5
2	Didaktischer Ort und curriculare Entwicklung der Lerngebiete zur Automatisierung für die Fachstufe 2 und 3 in den Metall- und Elektroberufen	9
2.1	Die Lerngebiete zur Automatisierung für die Fachstufe 2 und 3 im Rahmen des Gesamtkonzeptes für die Grund- und Fachbildung in den Metall- und Elektroberufen	9
2.2	Die Entwicklung der Lerngebiete „Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung“ für die Fachstufe 2 und 3 der Handwerksberufe	14
2.2.1	Das Lerngebiet „Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung“ der Fachstufe 2 und 3 für die handwerklichen Elektroberufe	14
2.2.2	Das Lerngebiet „Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung“ der Fachstufe 2 und 3 für die handwerklichen Metallberufe	17
2.3	Die Entwicklung der Lerngebiete „Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung“ für die Fachstufe 2 und 3 der Industrieberufe	19
2.3.1	Das Lerngebiet „Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung“ der Fachstufe 2 und 3 für die industriellen Elektroberufe	20

2.3.2	Das Lerngebiet „Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung“ der Fachstufe 2 und 3 für die industriellen Metallberufe	22
3	Umsetzung, Erprobung und Evaluation der Lerngebiete zur "Automatisierung" in den Modellversuchsklassen für die Metall- und Elektroberufe (Schuljahr 1997/98)	27
3.1	Ausgangssituation und Ausbildungsbereiche zur Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete	27
3.2	Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" in der Fachstufe 1 (Schuljahr 1997/98)	28
3.2.1	Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Energietechniker - Fachrichtung Anlagentechnik (Erfurt)	29
3.2.2	Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Elektroinstallateur (Erfurt)	37
3.2.3	Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" im Ausbildungsberuf Zentralheizungs- und Lüftungsbauer (Jena- Göschwitz)	39
3.3	Mediendidaktische Erweiterungen für den Unterrichtseinsatz zur Umsetzung der Lernzielbereiche und Lerngebiete „Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung“ (C. Butter, Universität Dresden)	42
3.3.1	Hardwarekonzept - Informationskopplung zwischen Stationen des MPS unter Nutzung der Standard-Ein- /Ausgänge der SPS S5 - 95 U	43
3.3.2	Softwarekonzept - Informationskopplung zwischen Stationen des MPS unter Nutzung der Standard-Ein- /Ausgänge der SPS S5 - 95 U	45
3.3.3	Didaktisch-methodische Hinweise zum Einsatz des MPS-FESTO Modells im Unterricht der Industrieberufe	46

3.4	Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" in der Fachstufe 2 (Schuljahr 1997/98)	48
3.4.1	Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Inbetriebnahme von Automatisierungs-Stationen" im Ausbildungsberuf Energieelektroniker - Fachrichtung Betriebstechnik (Erfurt)	48
3.4.2	Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Industrieroboter in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Industriemechaniker der Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik (Jena-Göschwitz)	51
3.5	Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" in der Fachstufe 2 (Schuljahr 1997/98)	57
3.5.1	Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Komfort-Installation mittels EIB des AUBA-Hauses" im Ausbildungsberuf Elektroinstallateur (Erfurt)	61
3.5.2	Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Komfort-Installation und Kommunikationssysteme zur Heizungsanlage im AUBA-Supermarkt" im Ausbildungsberuf Zentralheizungs- und Lüftungsbauer (Jena-Göschwitz)	65
4	Unterrichtsprojekte und berufsübergreifende Umsetzung der Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" in Kooperation der Modellversuchsschulen in Erfurt und Jena mit der Jenoptik AG (Fachbereich: Automatisierungstechnik)	69
4.1	Ausgangs- und Rahmenbedingungen und Projektentscheidung zur berufsübergreifenden Kooperation der Modellversuchsschulen mit der Jenoptik AG	69
4.2	Durchführung und Ergebnisse der Projektarbeit im Ausbildungsberuf Energieelektroniker (Erfurt)	72
4.2.1	Die Ausgangssituation zum Unterrichtsprojekt in der Modellversuchsklasse der Energieelektroniker	72
4.2.2	Die Aufgabenstellung und Projektdurchführung im 1. Teilprojekt für die Modellversuchsklasse der Energieelektroniker	73

4.2.3	Die Aufgabenstellung und Projektdurchführung im 2. Teilprojekt (Anschlußprojekt) für die Modellversuchsklasse der Energieelektroniker	78
4.2.4	Reflexion der Projektdurchführung und Zusammenfassung	82
4.3	Durchführung und Ergebnisse der Projektarbeiten im Ausbildungsberuf Industriemechaniker Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik (Jena-Göschwitz)	83
4.3.1	Die Ausgangssituation zum Unterrichtsprojekt in der Modellversuchsklasse der Industriemechaniker	83
4.3.2	Die Aufgabenstellung und Projektdurchführung in der Modellversuchsklasse der Industriemechaniker	83
4.3.3	Reflexion der Projektdurchführung und Zusammenfassung	84
5	Auswertung und zusammenfassende Betrachtungen zum Lehr- und Lerngegenstand der Automatisierung und der im Modellversuch erarbeiteten Gesamtkonzeption für die Metall- und Elektroberufe	87
5.1	Untersuchungsergebnisse zur Arbeit und Technik in den Automatisierungsbereichen der Industrie und im Handwerk	88
5.2	Die Entwicklungen und Erprobungen der Lerngebiete zur Automatisierung im Rahmen des Modellversuchs AUBA	108
5.3	Neue Lernfelder zur Automatisierung für die Metall- und Elektroberufe als Beitrag zur Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne und Innovation in der Berufsausbildung	114
6	Projektgruppensitzungen und sonstige Aktivitäten im Modellversuch	123
6.1	Projektgruppensitzungen und Workshops	123
6.2	Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer aus Thüringen im Rahmen des Modellversuchs	132

Literaturverzeichnis	136
Glossar und Abkürzungsverzeichnis	141
Anhang	143

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1-1: Erprobungs- und Evaluationsphasen im Modellversuch AUBA	2
Abb. 1-2: Berufe des Berufsfeldes Metall- und Elektrotechnik im Modellversuch AUBA	6
Abb. 2-1: Lerngebiete und Inhaltsstrukturen zur Automatisierung für die Handwerksberufe	10
Abb. 2-2: Lerngebiete und Inhaltsstrukturen zur Automatisierung für die Industrieberufe	11
Abb. 2-3: Inhaltsstrukturen von der Grund- zur Fachbildung	12
Abb. 2-4: Automatisierungs-Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3	13
Abb. 2-5: Die Integration der Automatisierungs-Lerngebiete in die Struktur der “alten” Lerngebiete: Beispiel Elektroinstallateur (Handwerksberuf)	15
Abb. 2-6: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Elektroberufe (Handwerk)	16
Abb. 2-7: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Metallberufe (Handwerk)	18
Abb. 2-8: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Elektroberufe (Industrie)	21
Abb. 2-9: Die Integration der Automatisierungs-Lerngebiete in die Struktur der “alten” Lerngebiete: Beispiel Industriemechaniker (Industrieberuf)	23
Abb. 2-10: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Metallberufe (Industrie)	24
Abb. 3-1: Umsetzungen und Ergebnisse in den Phasen des Modellversuchs AUBA	27
Abb. 3-2: Produktionsautomatisierung: Beispiel MPS-FESTO Modell	31
Abb. 3-3: Überblick zur den Automatisierungsstationen des Modells	33
Abb. 3-4: AUBA-Haus: Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung	39
Abb. 3-5: AUBA-Haus: Komfort Elektro-Installation mittels EIB	63

Abb. 3-6: AUBA-Haus: Konventionelle Elektro-Installation	64
Abb. 5-1: Untersuchungs- und Evaluationskonzept im Modellversuch AUBA	88
Abb. 5-2: Automatisierungsbereiche in Industrie und Handwerk	89
Abb. 5-3: Automatisierungsgrade in der industriellen Produktion	90
Abb. 5-4: Beispiel: Wohngebäude mit verschiedenen "automatisierten" Anlagen	91
Abb. 5-5: Beispiel: Produktionsbetrieb mit verschiedenen Automatisierungsanlagen	92
Abb. 5-6: Technische Wurzeln und Hybridcharakter der Automatisierungssysteme	94
Abb. 5-7: Vernetzung in der Produktionsautomatisierung mit Kommunikationsszenario	96
Abb. 5-8: Vernetzung in der Gebäudeautomatisierung mit Kommunikationsszenario	97
Abb. 5-9: Arbeitsszenarien in der Produktionsautomatisierung	99
Abb. 5-10: Arbeitsszenarien in der Gebäudeautomatisierung	100
Abb. 5-11: Lerngebietsstruktur zur Automatisierung für die Industrie- und Handwerksberufe	109
Abb. 5-12: Didaktik der Automatisierungs-Lerngebiete in der Struktur von Grund- und Fachbildung	111
Abb. 5-13: Didaktische Um- und Neuorientierung in der Grund- und Fachbildung	112
Abb. 5-14: Lernfeld-Beispiel "Automatisierungstechnik" der KMK für Industriemechaniker	117
Abb. 5-15: Lernfeld-Beispiel "Arbeit und Technik in der Automatisierung" für Industrie-elektroniker	120

1 Zielsetzungen, Aufgaben und Organisationsstruktur des Modellversuchs

1.1 Die Zielsetzungen und Arbeiten des Modellversuchs

Der Modellversuch AUBA hat die Entwicklungsprozesse in den verschiedenen Bereichen der Automatisierung hinsichtlich der Implikationen und Schlußfolgerungen für die Berufsausbildung in den Mittelpunkt seiner Zielsetzungen und Arbeiten gerückt. Bezogen auf die Metall- und Elektroberufe waren und sind speziell in den Bereichen der Produktions- und Prozeß- wie auch der Gebäudeautomatisierung heute durch den raschen Arbeits- und Technikwandel neue und berufsübergreifende Berufsbildungsfragen gegeben und zu lösen. Im Wirkungszusammenhang des Arbeits-, Technik- und Berufsbildungswandels wurden die Ziele und Aufgaben des Modellversuchs insbesondere auf die curricularen und didaktischen Gestaltungsfragen zur "Automatisierungstechnik als Lehr- und Lerngegenstand in der Berufsausbildung" gerichtet. Aufgrund von Analysen, Entwicklungen und Erprobungen wollte und hat der Modellversuch hierzu für verschiedene Metall- und Elektroberufe geklärt und gezeigt, welche Ausbildungsinhalte heute im Zusammenhang der Automatisierung berufsspezifisch und berufsübergreifend notwendig sind und wie und mit welchen Methoden und Medien diese Inhalte als innovativer Ausbildungsgegenstand in der Grund- und Fachbildung vermittelt werden können.

Im 1. Zwischenbericht des Modellversuchs wurden die einzelnen Ziele und Aufgaben des Modellversuchs umfassend und in ihrer Gesamtheit dargestellt (vgl. PETERSEN, 1996, S.1ff). Auf deren Grundlage stand im ersten Arbeits- und Berichtszeitraum vor allem die Klärung, Überprüfung und Neugestaltung der curricularen Vorgaben zur Automatisierung als ein Schwerpunkt im Zentrum der Arbeiten. Zugleich wurden erste Umsetzungen und Erprobungen - zunächst zu den neuen Grundbildungs-Lerngebieten („Einführung in die Automatisierung“) - in den Modellversuchsklassen der Metall- und Elektroberufe geplant und durchgeführt. Die Evaluationsergebnisse zu den ersten unterrichtlichen Umsetzungen und Erprobungen einschließlich der bereits vorgenommener Revisionen wurden im Zusammenhang des zweiten Arbeits- und Berichtszeitraums im 2. Zwischenbericht dargestellt (vgl. PETERSEN, 1998, S.1ff). Entsprechend diesem wurde im zeitlichen Fortgang des Modellversuchs und auf der Basis eines neu entwickelten Gesamtkonzeptes mit Automatisierungs-Lerngebieten zur Grund- wie zur Fachbildung zum einen eine erneute Umsetzung und Erprobung der revidierten Grundbildungs-Lerngebiete durchgeführt. Auf diesen aufbauend bildeten in der betreffenden Modellversuchsstufe plangemäß des weiteren die neuen Entwicklungs- sowie die Umsetzungs- und Erprobungsarbeiten zu den Lerngebieten der Fachbildung in

der Fachstufe 1 („Systeme und Anlagen der Automatisierung“) einen Schwerpunkt. Parallel und übergreifend wurden hierzu Evaluationen vorgenommen, in die das curriculare Gesamtkonzept der Grund- und Fachbildung wie ebenso die konkret neuen didaktisch-methodischen und mediendidaktischen Entwicklungen und Umsetzungen zu den Automatisierungs-Lerngebieten für die Metall- und Elektroberufe einbezogen waren.

Auch gemäß dem Arbeits- und Zeitplan und wiederum aufbauend wurden in der zweiten und letzten Erprobungsphase des Modellversuchs erstmalig unterrichtliche Umsetzungen und Evaluationen zu den neuen Lerngebieten in der weiteren Fachstufe 2 („Arbeit und Technik in der Automatisierung“) für die Metall- und Elektroberufe durchgeführt. Ebenso erfolgte in dieser Phase eine erneute Umsetzung und Erprobung der Automatisierungs-Lerngebiete zur Grundstufe und zur Fachstufe 1 (siehe Abb. 1-1). Die Ergebnisse, vor allem zu den inhaltlich neu entwickelten Lerngebieten der Fachstufe 2 einschließlich der

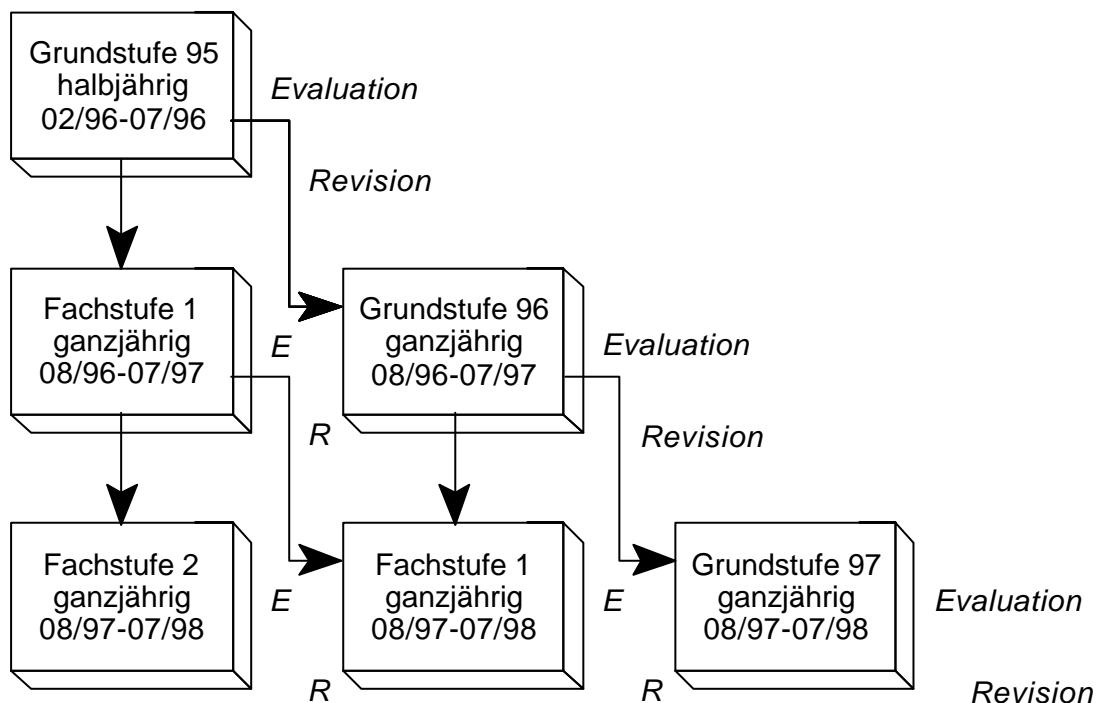


Abb. 1-1: Erprobungs- und Evaluationsphasen im Modellversuch AUBA

Umsetzungen und Erprobungen, werden im Sinne eines dritten Arbeitsberichts im Rahmen dieses Abschlußberichtes vor- und dargestellt. In diesem Abschlußbericht wird auf der Grundlage und im Zusammenhang des gesamten Ausbildungskonzeptes zur Automatisierung zugleich ein Ausblick auf die Fortführung der Lerngebiete in der Fachstufe 3 (7. Ausbildungshalbjahr) gegeben. Curricular und makrodidaktisch konnten diese Lerngebiete für die letzte Ausbildungsstufe im Modellversuch selbst nicht mehr explizit differenziert und ausgestaltet sowie erprobt werden.

Vor dem Ziel- und Arbeitshintergrund des gesamten Modellversuchs standen bezogen auf die geplanten Zielsetzungen im wesentlichen die folgenden Fragen und Aufgaben im Mittelpunkt der letzte Modellversuchsphase:

1. Sind die entwickelten curricularen Rahmenvorgaben mit ihren **Lerninhalten** und **Inhaltsstrukturen** für die neuen Fachstufen-Lerngebiete zur Automatisierung den Anforderungen in der Fachbildung der Berufsausbildung gerecht geworden?
 - 1.1 Konnten die bisher getrennt vermittelten und in den Lerngebieten der Fachstufe neu strukturierten und ergänzten Inhalte der Automatisierung handlungs- und aufgabenorientiert im Unterricht umgesetzt werden? Welche Lehr- und Lernschwierigkeiten traten auf? Welche Ursachen können dafür in den Rahmenbedingungen und den didaktisch-methodischen Vorgaben gefunden werden?
 - 1.2 Waren für die Fachbildung in den Metall- und Elektroberufen die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen der Automatisierung den verschiedenen beruflichen Anforderungen adäquat?
 - 1.3 Wurde für die Auszubildenden im Unterricht die berufliche Bedeutung der Lerngebiete für die Berufsarbeit in der Automatisierung sichtbar und faßbar?
 - 1.4 Waren die Lerngebiete der Grund- und Fachbildung mit ihren Inhalten und Inhaltsstrukturen didaktisch-methodisch gut aufeinander abgestimmt?
 - 1.5 Werden in und mit den Lerngebieten die je berufs- und berufsfeldspezifischen Besonderheiten und Unterschiede zur Automatisierung für die Metall- und Elektroberufe inhaltlich ausreichend deutlich und entsprechend didaktisch-methodisch bei den Unterrichts- und Projektvorhaben berücksichtigt?
 - 1.6 Wie war die inhaltliche Zusammenarbeit und Kooperation zwischen den Lehrern und Schulen der beiden Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik organisiert und institutionalisiert?
 - 1.7 Ist eine Abstimmung zwischen dem Aufbau und den Inhalten der schulischen Lerngebiete zur Automatisierung und der betrieblichen Ausbildung erkennbar und ausbildungsdidaktisch in der Grund- und Fachbildung möglich? Fand eine Zusammenarbeit mit den Ausbildungsbetrieben der Region statt? Wie gestaltete sich die Kooperation zwischen den Schulen und Betrieben?
2. Wurden die Inhalte der Fachstufen-Lerngebiete zur Automatisierung mit **neuen didaktisch-methodischen Unterrichtsansätzen** so vermittelt, daß die Ausbildung zu einer umfassenden beruflichen Handlungs- und Mitgestaltungskompetenz für die Arbeit in den sehr unterschiedlichen Automatisierungsbereichen beiträgt?
 - 2.1 Welche Unterrichtskonzepte sind besonders in der Fachbildung für eine handlungsorientierte Vertiefung in die Technik und Arbeit in der Automatisierung geeignet? Welche besonderen Probleme gab es bei der Umsetzung der Lerngebiete in den verschiedenen Fachstufen? Mit welchen Lernaufgaben ist System-, Fach- und Vertiefungswissen zur Automatisierung im Berufsfeld Metall- und Elektrotechnik zu vermitteln?

2.2 Mit welchen Konzepten ist im Unterricht der Fachbildung die je berufliche Handlungskompetenz für die verschiedenen Bereiche der Automatisierung optimal zu fördern und zu erreichen? Wie können zu den Lerngebieten der Fachbildung Lernaufgaben so gestellt werden, daß berufliches Fach- und Vertiefungswissen weitgehend selbstständig erarbeitet werden kann und zu einem umfassenden Verstehen und Mitgestalten der Technik und Arbeit befähigt?

3. Welchen Kriterien muß der **Medieneinsatz und die Gestaltung und Ausstattung der Fachräume** genügen, um im Hinblick auf den Arbeitswandel und die Entwicklungen in der Automatisierungstechnik realitätsnahe und experimentelle Lernmöglichkeiten zu gewährleisten, handlungsorientierte Lernprozesse unter Berücksichtigung einer engen Theorie-Praxis-Verknüpfung zu gestalten und insbesondere eine arbeitsprozeß- und gruppen- bzw. teamorientierte Bearbeitung von Lernaufgaben zu ermöglichen?

3.1 Wie sollten in Abstimmung mit den curricularen Vorgaben und den methodischen Unterrichtskonzepten zur Umsetzung der Lerngebiete integrierte Fachräume für die Metall- und für die Elektroberufe ausgestattet und gestaltet werden, um eine berufs- und teils auch berufsfeldübergreifende Ausbildung zur Automatisierung zu ermöglichen?

3.2 Nach welchen Kriterien können berufsfeldspezifische und berufsübergreifende Ausbildungsmedien (Hard- und Software) zur Technik und Arbeit in den verschiedenen Bereichen der Automatisierung unter mediendidaktischen Aspekten ausgewählt, gestaltet und eingesetzt werden?

4. Wie lassen sich die **Modellversuchsergebnisse** zur schulischen Innovation nutzen und in andere Schul- und Ausbildungsbereiche transferieren?

4.1 Auf welche Weise lassen sich berufs- und berufsfeldübergreifende Lehrerfortbildungsmaßnahmen zur Automatisierungstechnik innerhalb und außerhalb des Modellversuchs organisieren und inhaltlich gestalten?

4.2 Wie sind Tagungen und Workshops zu planen und durchzuführen, um die Ergebnisse und Erkenntnisse zur Ausbildung in der Automatisierung überregional zur Diskussion zu stellen und zu verbreiten und um im Austausch mit vergleichbaren Projekten und der betrieblichen Ausbildung einen Beitrag zur Stärkung des “Dualen Systems” zu leisten?

In Ergänzung der noch folgenden Ergebnisdarstellungen, ist aufgrund der didaktisch-methodischen Weiterentwicklungen zur Fachstufe 2 und 3 bereits hier schon insbesondere auf die erfolgreich begonnenen Lernortkooperationen zwischen den Modellversuchsschulen und einigen Betrieben der Region zu verweisen. Aus diesen haben sich sowohl schul- und damit berufsübergreifende wie auch “fachstufenübergreifende” Projektarbeiten entwickelt, die - so die Planungen - über den Modellversuch hinaus fortgeführt werden sollen. Im Rahmen des Modellversuchs AUBA ist es somit zumindest in einigen Modellversuchsklassen gelungen, die insgesamt neu entwickelten Automatisierungs-Lerngebiete von der Grundbildung an bis in die letzte Fachstufe der Fachbildung fast gänzlich und entsprechend dem curricularen Gesamtkonzept zu erproben.

1.2 Organisationsstruktur, Modellversuchsschulen und -klassen sowie personelle Angaben zum Modellversuch

Organigramm des Modellversuchs

Projektaufsicht	
Thüringer Kultusministerium [TKM], Erfurt	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie [BMBF], Bonn
Projektleitung	
Geschäftsstelle des Modellversuchs Andreas-Gordon-Schule, Erfurt Dr. Klaus Dähnhardt	Wissenschaftliche Begleitung biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik Universität Flensburg Prof. Dr. A. Willi Petersen
Modellversuchsschulen	
Andreas-Gordon-Schule, Erfurt	Staatliches Berufsbildendes Schulzentrum, Jena-Göschwitz

Modellversuchsschulen und -klassen

In den Modellversuch "Automatisierungstechnik als Lehr- und Lerngegenstand in der Berufsausbildung" (AUBA) waren aufgrund der Modellversuchsziele zwei Berufsschulen einbezogen: die Andreas-Gordon-Schule in Erfurt für die Klassen des Berufsfeldes Elektrotechnik und das Staatliche Berufsbildende Schulzentrum in Jena-Göschwitz für die Klassen des Berufsfeldes Metalltechnik. In diesen beiden Modellversuchsschulen wurden die entwickelten Lerngebiete zur Automatisierung im Rahmen von Unterrichts- und Projektvorhaben in verschiedenen Metall- und Elektroberufen umgesetzt und erprobt. Durch die Kooperation der Berufsschulen wurde eine Realisierung berufsfeldübergreifender Ansätze initiiert und ermöglicht. Die beiden Modellversuchsschulen boten hierfür gute Voraussetzungen, da sowohl an vorhandenen Strukturen der Zusammenarbeit angeknüpft werden konnte als auch verschiedene Klassen und Schulformen zum Berufsfeld Metall- und Elektrotechnik bestehen (siehe PETERSEN, 1996, S. 4ff.).

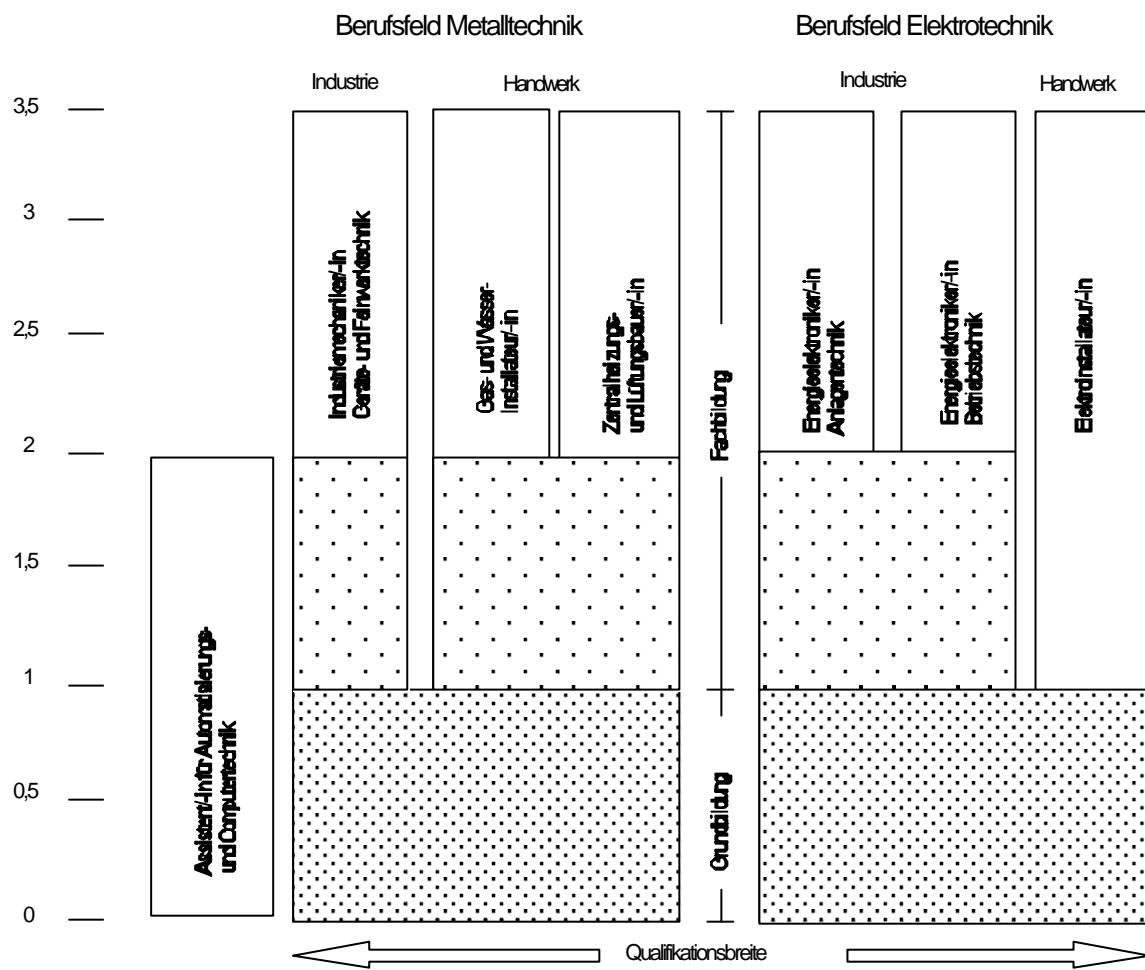


Abb. 1-2: Berufe des Berufsfeldes Metall- und Elektrotechnik im Modellversuch AUBA

Folgende Berufe und Klassen wurden als sogenannte Modellversuchsklassen unter Berücksichtigung der verschiedenen Automatisierungsbereiche für die Entwicklungen und Erprobungen im Modellversuch ausgewählt:

a) zum Berufsfeld Metalltechnik

- eine Industrieklasse "Industriemechaniker/in Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik"
- eine Handwerksklasse "Gas- und Wasser-Installateur/-in" und
- eine Handwerksklasse "Zentralheizungs- und Lüftungsbauer/-in"
- eine Berufsfachschulkasse "Assistent/-in für Automatisierungs- und Computertechnik"

Projektgruppe am Staatlichen Berufsbildenden Schulzentrum Jena-Göschwitz:**Rempke**, VolkerStaatliches Berufsbildendes
Schulzentrum Jena-Göschwitz

Rudolstädter Str. 95b

07745 Jena-Göschwitz Tel: **03641-294626**

FAX: 03641-607588

Fleckstein, LotharStaatliches Berufsbildendes
Schulzentrum Jena-Göschwitz

Rudolstädter Str. 95b

07745 Jena-Göschwitz Tel: **03641-294626**

FAX: 03641-607588

Kitzig, ReinhardStaatliches Berufsbildendes
Schulzentrum Jena-Göschwitz

Rudolstädter Str. 95b

07745 Jena-Göschwitz Tel: **03641-294626**

FAX: 03641-607588

Schmidt, FrankStaatliches Berufsbildendes
Schulzentrum Jena-Göschwitz

Rudolstädter Str. 95b

07745 Jena-Göschwitz Tel: **03641-294626**

FAX: 03641-607588

Wissenschaftliche Begleitung (WiB) der Universität Flensburg:**Petersen**, Univ.-Prof. Dr. A. Willi (Projektleiter)biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Universität Flensburg

Munketoft 3

24937 FlensburgTel: **0461-14135-20 (-10)**

FAX: 0461-14135-11

Zick, Dipl.-Ing., Dipl.-Berufspäd. Jürgen K.biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik
Universität Flensburg

Munketoft 3

24937 FlensburgTel: **0461-14135-22 (-10)**

FAX: 0461-14135-11

2**Didaktischer Ort und curriculare Entwicklung der Lerngebiete zur Automatisierung für die Fachstufe 2 und 3 in den Metall- und Elektroberufen**

Die Entwicklungen und Erprobungen zum Lehr- und Lerngegenstand der Automatisierung konzentrierten sich in den einzelnen Phasen des Modellversuchs AUBA auf die Lerngebiete der Grund- und Fachbildung. Im Vorfeld wurden dazu Leitideen und Konzeptgrundlagen für ein Gesamtkonzept begründet und ausgearbeitet, wonach die Automatisierung nicht nur zum Gegenstand einzelner und isolierter Lerngebiete, sondern Gegenstand der Grund- wie auch der Fachbildung in den Metall- und Elektroberufen werden sollte (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 89ff., insbes. S. 95). In den vorausgegangenen Phasen des Modellversuchs wurden innerhalb dieses Gesamtkonzeptes bisher als Umsetzungs- und Erprobungsgrundlage insbesondere die Lerngebiete für die Grundbildung und für die Fachstufe 1 in der Fachbildung curricular konkretisiert (vgl. PETERSEN u.a. 1998, S. 35ff.). Aufgrund der erfolgten didaktisch-methodischen Umsetzungen und Erprobungen sowie der Evaluationsergebnisse wurde das Gesamtkonzept einschließlich dieser Lerngebiete schrittweise revidiert und weiterentwickelt. Ausgehend von der vorhandenen und nun neuen Basis werden im Sinne der Leitideen und des Gesamtkonzeptes im folgenden die Automatisierungs-Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3 entwickelt. Sie bildeten die Grundlage für die an den Modellversuchsschulen erfolgten weiteren didaktisch-methodischen Umsetzungen und Erprobungen (siehe die Kapitel 3 und 4).

2.1**Die Lerngebiete zur Automatisierung für die Fachstufe 2 und 3 im Rahmen des Gesamtkonzeptes für die Grund- und Fachbildung in den Metall- und Elektroberufen**

Auf der Grundlage des entwickelten und ausgearbeiteten Gesamtkonzeptes sollen die entsprechenden Inhalte zur Arbeit und Technik in der "Automatisierung" über die gesamte 3½ jährige Ausbildungszeit mit je zwei Unterrichtsstunden pro Woche (ca. 80 Stunden pro Jahr) zum Lehr- und Lerngegenstand in den Metall- und Elektroberufen werden. Bisher wurden auf dieser Konzeptgrundlage die Lerngebiete zur Grundbildung und zur Fachstufe 1 entwickelt und konkret umgesetzt. Sie wurden und sind inhaltlich einerseits hinsichtlich der Handwerks- und Industrieberufe und andererseits der Metall- und Elektroberufe differenziert. Für die noch zu entwickelnden Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3 soll entsprechendes

gelten, um das Gesamtkonzept im Rahmen des Modellversuchs curricular zu vervollständigen und didaktisch abzurunden.

Auf der Basis der didaktischen Ausbildungsstruktur nach der Neuordnung der Berufe von 1987 und ihrer Umsetzung in die Lehrpläne der Länder wurde entsprechend dem Gesamtkonzept in der Makrostruktur der neu entwickelten Lerngebiete an einer berufsfeldbreiten Grundbildung festgehalten. Für die im Modellversuch berücksichtigten Berufe wurden in den neuen Lerngebieten der berufsfeldbreiten Grundbildung die Inhalte zur Automatisierung allerdings curricular neu und arbeitsorientiert berücksichtigt. Inso-

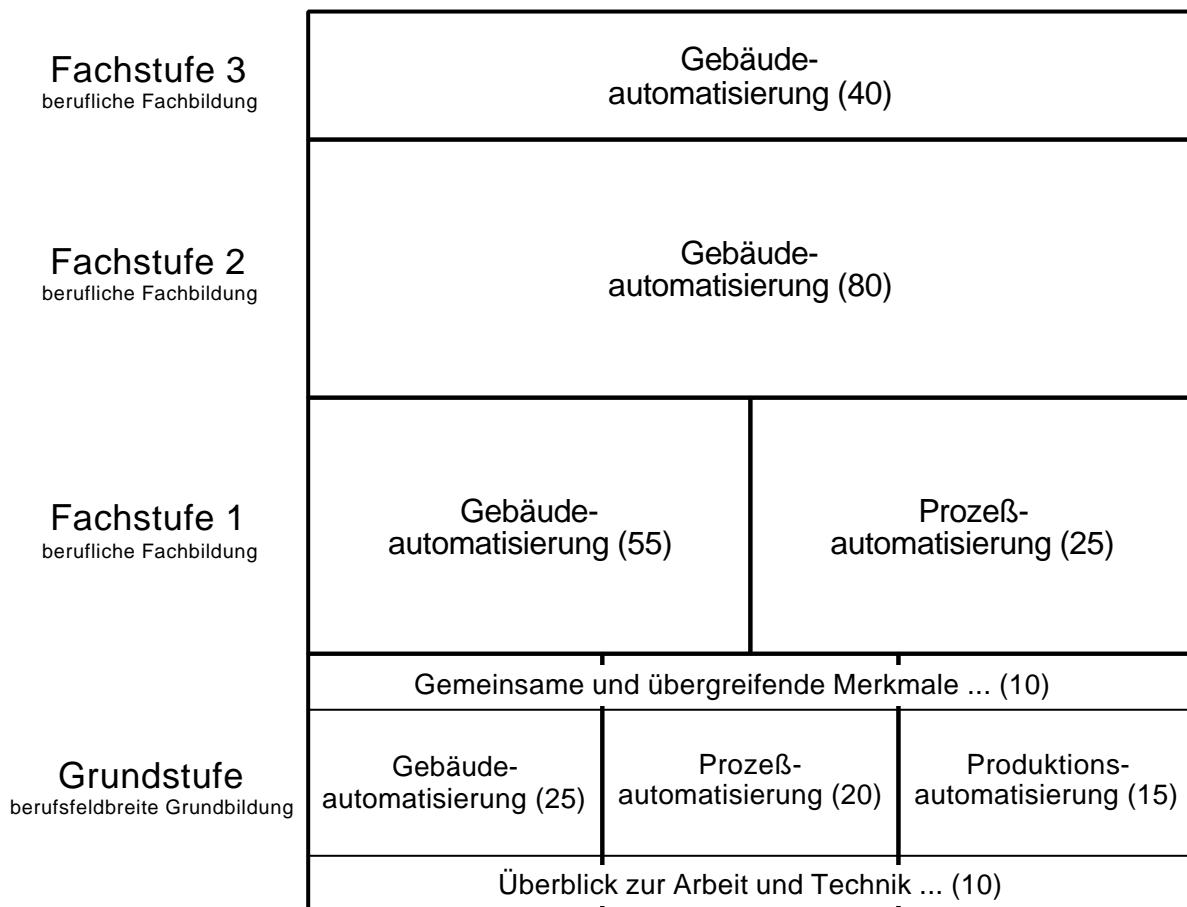


Abb. 2-1: Lerngebiete und Inhaltsstrukturen zur Automatisierung für die Handwerksberufe

fern berücksichtigen die Grundbildungs-Lerngebiete auch für alle Berufe grundlegend und einführend die Arbeit und Technik in den drei Bereichen der Produktions-, Prozeß- und Gebäudeautomatisierung. Da diesen Bereichen unter Arbeits- und Technikaspekten in den Handwerks- und Industrieberufen eine je unterschiedliche Bedeutung zukommt, haben diese Bereiche konkret inhaltlich, auch aufgrund der Evaluations- und Revisionsergebnisse, in den einzelnen Lerngebieten jedoch eine an die je berufliche Bedeutung angepaßte Gewichtung erhalten. Das heißt, in den Lerngebieten der Grundbildung wurde bei

den Handwerksberufen insbesondere bereits die Gebäudeautomatisierung und bei den Industrieberufen die Produktionsautomatisierung inhaltlich stärker berücksichtigt. Übertragen auf die drei Fachstufen der Fachbildung gilt im Prinzip für die Makro- und Inhaltsstruktur der Lerngebiete zur Automatisierung vergleichbares. Wiederum mit Orientierung an der Ausbildungsstruktur nach der Neuordnung der Berufe wurden somit für die Fachstufe zunächst berufsgruppenspezifische und dann unmittelbar berufs- und fachrichtungsspezifische Lerngebiete vorgegeben (siehe Abb. 2-1 und 2-2). Hiernach finden z.B. die Inhalte zur Prozeßautomatisierung, da ihre berufliche Bedeutung für die im Modellversuch berücksichtig-

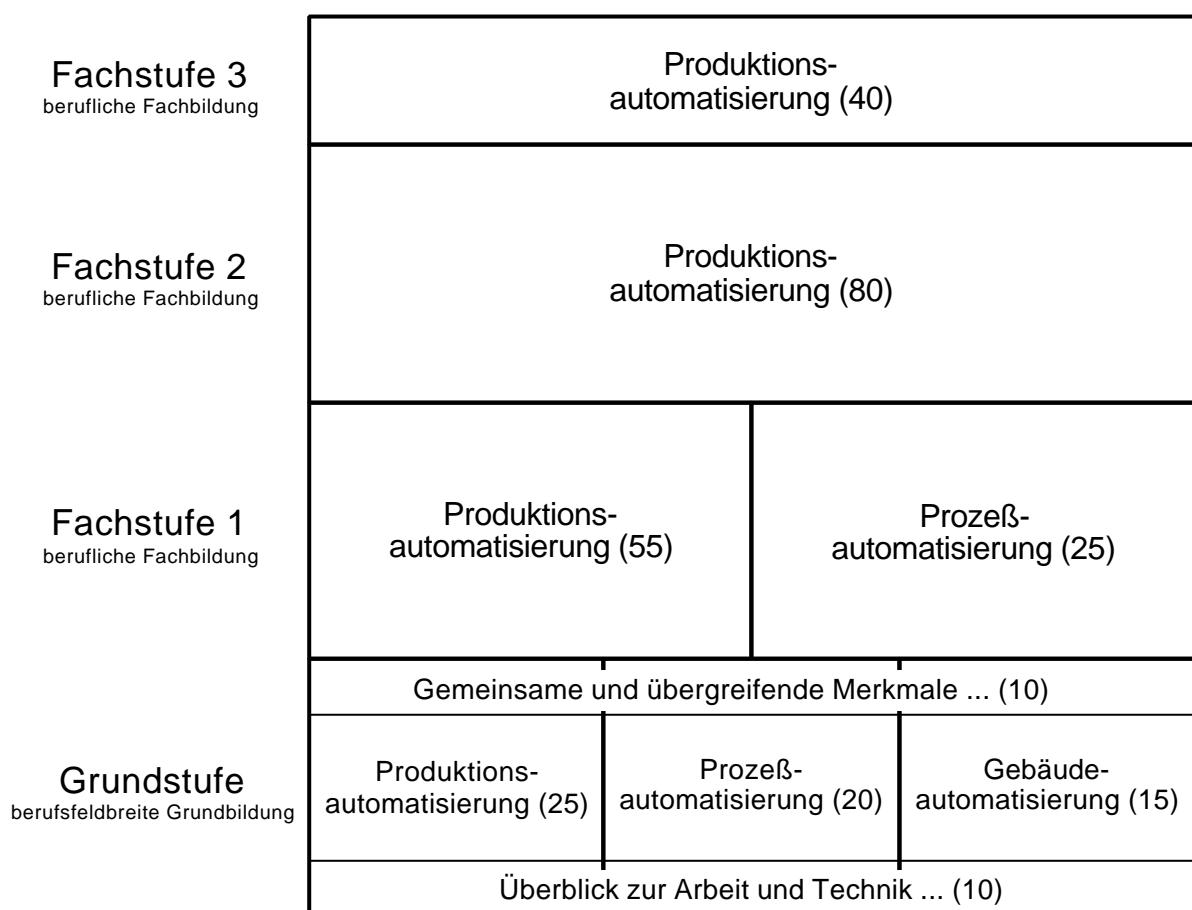


Abb. 2-2: Lerngebiete und Inhaltsstrukturen zur Automatisierung für die Industrieberufe

ten Berufe curricular in etwa gleichgewichtig eingeschätzt wurden, in den Lerngebieten für die Grundstufe und die Fachstufe 1 eine weitgehend identische inhaltliche Berücksichtigung. Auch insgesamt wurden für die Handwerks- und Industrieberufe bisher Lerngebiete zur Grundstufe und Fachstufe 1 entwickelt und umgesetzt, die didaktisch zwar vergleichbare Strukturen aufweisen, inhaltlich jedoch mehr auf die beruflichen Anforderungen bezogen und damit von der Grund- zur Fachbildung zunehmend unterschiedlich sind. Für die Handwerksberufe haben in den Lerngebieten bisher so auch die Inhalte zur Gebäudeautomatisie-

rung und für die Industrieberufe die Inhalte zur Produktionsautomatisierung in der Ausbildung eine zunehmende didaktische Bedeutung erhalten.

In diesem curricularen wie didaktisch-methodischen Zusammenhang sind zur Vervollständigung des Gesamtkonzeptes die Automatisierungs-Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3 entsprechend zu entwickeln. Das heißt, im Sinne der zunehmenden und verstärkten Berücksichtigung der berufsspezifischen Anforderungen und Kompetenzen sollen sich die Inhalte dieser Lerngebiete für die Handwerksberufe auch vorwiegend nur noch auf die Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung und für die Industrieberufe nur noch auf die Produktionsautomatisierung beziehen (siehe Abb. 2-1 und 2-2). Auf der Grundlage der inhaltlichen und zeitlichen Makrostruktur der einzelnen Lerngebiete ist hierbei mit dem Konzept und Ansatz der “Arbeitsorientierung” wie der “neuen” didaktisch-methodischen Wissensebenen

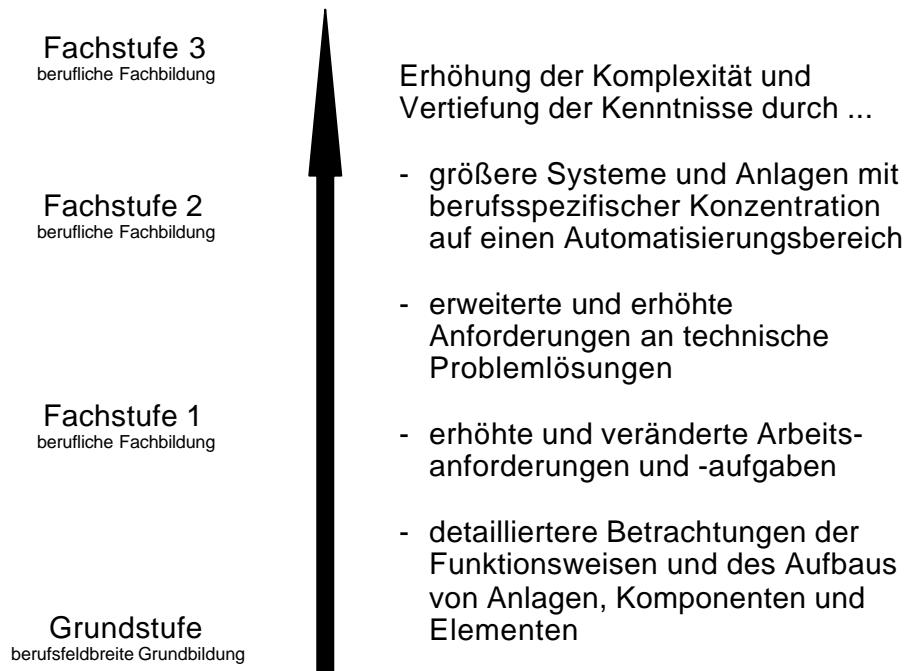


Abb. 2-3: Inhaltsstrukturen von der Grund- zur Fachbildung

insgesamt und im Detail der Anspruch einzulösen, daß die Inhaltsstrukturen der Ausbildungsinhalte in den Lerngebieten dem lernpsychologischen Gestaltungsprinzip “vom Orientierungs- und Überblickswissen zum fachsystematischen Vertiefungswissen” folgen (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 96ff.). Dies bedeutet konkret und unter Einbeziehung der didaktisch-methodischen Begründungen sowie der vorliegenden Erkenntnisse und Erfahrungen (vgl. PETERSEN u.a. 1998, S. 39ff.), daß sich in den Lerngebieten für die Fachstufe 2 und 3 z.B. der Komplexitätsgrad der Systeme und Anlagen der Gebäudeautomatisierung bzw. der Produktionsautomatisierung erhöht und so eine Vertiefung der Kenntnisse erreicht wird. Zugleich sind bei den einzelnen Lerngebietsinhalten - möglichst in Abstimmung mit betrieblichen Arbeits- und

Ausbildungssituationen - erhöhte und veränderte Anforderungen und Aufgaben in bezug auf die Arbeit und Technik, wie z.B. die Instandhaltung in den Systemen und Anlagen, vorzusehen. Diese sollen im Unterrichtszusammenhang konkret didaktisch zu erhöhten und veränderten Anforderungen insbesondere bei den Lernaufgaben und Problemlösungen führen. Bei den Inhalten der Lerngebiete ist damit im Sinne des Gesamtkonzeptes in der Fachstufe 2 und 3 eine Erhöhung der Komplexität und Vertiefung der Kenntnisse zur Gebäude- bzw. Produktionsautomatisierung vorzunehmen, bei der die verschiedenen didaktisch-methodischen Strukturaspekte inhaltlich zu berücksichtigen und zu konkretisieren sind (siehe Abb. 2-3).

Neben dieser und bisher nur hinsichtlich der “Handwerks- und Industrieberufe” inhaltlich differenzier-ten Makrostruktur der Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3, sind die Lerngebiete im weiteren noch bezüglich der inhaltlichen Unterschiede zwischen den Metall- und Elektroberufen curricular zu differenzieren. Nach den vorliegenden Analyseergebnissen ist hierbei davon auszugehen, daß einerseits bei den Handwerks- und Industrieberufen und andererseits bei den Metall- und Elektroberufen auch inhaltliche Überschneidungen bestehen (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 24ff.). Angesprochen sind hiermit die verschiedenen gewerbe- und berufsübergreifenden Inhalte in der Gebäude- wie in der Produktionsautomatisierung, die als “hybride”, “mechatronische” oder “gewerkoftypische” oder auch “gruppenarbeits- bzw. teambezogene” Inhalte in der curricularen Ausgestaltung der Lerngebiete neben den berufstypischen Inhalten ebenso zu berücksichtigen sind.

		Handwerksberufe	Industrieberufe
		Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung	Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung
Elektroberufe			
	Metallberufe	Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung	Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung

Abb. 2-4: Automatisierungs-Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3

Für die Metall- und Elektroberufe sind damit in der Summe berufsfeldbezogen und aufgrund der Ausrichtung “Handwerk und Industrie” je zwei Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3 zu entwickeln und zu erproben (siehe Abb. 2-4).

2.2 **Die Entwicklung der Lerngebiete „Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung“ für die Fachstufe 2 und 3 der Handwerksberufe**

Auf der Grundlage des vorgestellten und curricular zu erweiternden Gesamtkonzeptes sind für die Handwerksberufe die berufsfeldbezogenen Fachbildungs-Lerngebiete für die Fachstufe 2 und 3 zu entwickeln. Sie sollen für die Metall- und Elektroberufe des Handwerks identisch mit „Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung“ bezeichnet werden.

Die inhaltliche Entwicklung und curriculare Konkretisierung dieser Lerngebiete erfolgt aufbauend und im Prinzip analog zur Entwicklung der Lerngebiete für die Grundbildung und Fachstufe 1. Das heißt, entsprechend diesen Lerngebieten werden unter Berücksichtigung der aufbauenden Lernzielbereiche und Leitlernziele zunächst die curricularen Inhaltsstrukturen zu den neuen Lerngebieten der Fachstufe 2 und 3 für die Metall- und Elektroberufe dargestellt. Ebenso und gemäß dem Strukturmodell zur Facharbeit sollen die Inhalte didaktisch die drei Arbeits- und Lerndimensionen "Gebrauchswert, Funktion und Technik der Gegenstände der Facharbeit", "Mittel, Verfahren und Organisation der Facharbeit" und "Anforderungen der Technik und Facharbeit" berücksichtigen. In den Lerngebieten hingegen werden diese drei Arbeits- und Lerndimensionen selbst nicht explizit weiter ausdifferenziert, sie sollen vielmehr implizit und unmittelbar bei der unterrichtlichen Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete inhaltlich entwickelt und konkretisiert werden. Unterstützungen hierzu enthalten die entsprechenden didaktisch-methodischen Hinweise und Hilfen.

2.2.1 **Das Lerngebiet „Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung“ der Fachstufe 2 und 3 für die handwerklichen Elektroberufe**

Die Entwicklung und curriculare Konkretisierung des Lerngebiets „Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung“ zur Fachstufe 2 und 3 der handwerklichen Elektroberufe hat die inhaltliche Fortführung der Lerngebiete zur Automatisierung für die Grundbildung und Fachstufe 1 zu berücksichtigen. Gleichzeitig ist - curricular und didaktisch-methodisch besser als bisher - die Integration dieses Lerngebiets in die „alte“ Lerngebietsstruktur zu beachten, wie sie z.B. für den Elektroinstallateur exemplarisch dargestellt ist (siehe Abb. 2-5). Auf der Grundlage der mit dem Gesamtkonzept vorgegebenen Inhaltsstrukturen hat hierbei dennoch die Gebäudeautomatisierung im Mittelpunkt des neuen Lerngebiets zu stehen.

Im Zusammenhang der didaktisch-methodischen Leitideen sind als Orientierung für die curriculare Konkretisierung wiederum insgesamt die beiden „Inhalts- und Analyseräume zur Arbeits- und

Grundstufe	Fachstufe 1	Fachstufe 2 / 3
	Kondensator und Spule Wechselstromtechnik Gleichrichtung und Spannungsstabilisierung Digitale Schaltungstechnik Dreiphasenwechselstrom Drehfeldmaschinen Systeme und Anlagen der Automatisierung	Transformatoren Gleichstrommaschinen Leistungselektronik Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen
	Einführung in die Elektrotechnik Einführung in die Automatisierung	Einführung in die Elektronik Einführung in die Schutzmaßnahmen Einführung in die Meßtechnik Einführung in das Technische Zeichnen Einführung in die Werkstoffe, Werkstoffbearbeitung, und Leitungsarten

Abb. 2-5: Die Integration der Automatisierungs-Lerngebiete in die Struktur der "alten" Lerngebiete: Beispiel Elektroinstallateur (Handwerksberuf)

Ausbildungsgestaltung" (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 97ff.) von Bedeutung. Folgende Inhaltsaspekte bestimmen somit die Entwicklung des Lerngebiets:

1. die Ebene der drei Lerndimensionen ("Gebrauchswert, Funktion und Technik der Gegenstände der Facharbeit", "Mittel, Verfahren und Organisation der Facharbeit", "Betriebliche, gesellschaftliche und individuelle Anforderungen an die Technik und Facharbeit");
2. die vier Wissensebenen ("Orientierungs- und Überblickswissen", "Zusammenhangs- und Funktionswissen", "Detail- und Fachwissen" und "Fachliches und berufliches Vertiefungswissen"), die Ziele und Inhalte in der Fachstufe 2 und 3 haben sich hier vorwiegend auf die Ebene des Fachlichen und beruflichen Vertiefungswissen zu beziehen;
3. die vier Gegenstandsebenen ("System- und Anlagenebene", "Maschinen und Geräteebene", "Baugruppenebene", "Komponenten- und Elementenebene"), die Ziele und Inhalte hierzu korrespondieren mit den Wissensebenen;

4. die sechs Handlungs- und Tätigkeitsfelder ("Entwicklung / Konstruktion" (hier besser Bau- / Installationsplanung), "Installation / Montage", "Produktionsplanung / -steuerung", "Überwachung / Optimierung", "Wartung / Instandhaltung", "Qualitätskontrolle/ Produkttest"). Die Ziele und Inhalte sollen in der Fachstufe 2 und 3 verstärkt auf den Handlungs- und Tätigkeitsfeldern der Entwicklung / Konstruktion, Installation / Montage, Überwachung / Optimierung und Wartung / Instandhaltung liegen;
5. die Ebene der Anlagentypen (z.B. für die Gebäudeautomatisierung "AUBA - Haus", Krankenhaus, Bürogebäude, "AUBA - Supermarkt" usw.). Auf dieser Ebene geht es im wesentlichen um die Frage der Komplexität der Anlage und um die Exemplarität der Inhalte und des Wissens.

Im konkreten Ergebnis der curricularen Bestimmungen zum Lerngebiet "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" weisen die Inhalte vor dem Hintergrund der Makrostrukturen die berufsspezifischen Schwerpunkte für die Fachstufen 2 und 3 aus (siehe Abb. 2-6). Sie berücksichtigen die Handlungs- und Tätigkeitsfelder der Bau- / Installationsplanung, Installation / Montage, Überwachung /

Elektroberufe des Handwerks
Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung (80 + 40)

- Arbeitsaufgaben des Umbaus und der Planung und Erweiterung von komplexen Systemen der Gebäudeautomatisierung (z.B. Geschäftshaus, Krankenhaus: Bau- und Planungsvorgaben, Gebäudemanagement, Installationsvorschriften, Kataloge, Tabellenbücher...)
- Konstruktion und technisch-physikalische Grundlagen der elektrischen Komponenten und Bauteile (Sensorik, Aktorik, Steuerungs- und Regelungskomponenten ...)
- Betriebsverhalten und mathematisch-technische Grundlagen der Steuerungs- und Regelungsvorgänge (Ablaufsteuerungen; P, PI, PID ...)
- Bussysteme und Vernetzung (EIB, LON, Datenfernübertragung ...)
- Sicherheitsanforderungen und Sicherungssysteme (Überwachungsstrategien, Alarmgeber und -anlagen, ...)
- Anwendungs- und problemorientierte Auswahl von Baugruppen und Komponenten der Automatisierung
- Aufbau, Verknüpfung und Integration von Anlagenkomponenten, Baugruppen, Leitwarten und Visualisierungssysteme (Schwerpunkt elektrische Komponenten und Baugruppen; Werkzeugeinsatz, Meßmittel, Installationspläne ...)
- Programmierung, Parametrierung und Programmoptimierung von Anlagen, Konfiguration von Bus-Komponenten (Computer, SPS- und DDC-Programme ...; Programmierwerkzeuge, Programmiersoftware, Dokumentation ...)
- Lastmanagement (Verbrauchs- und Energieoptimierung ...)
- Arbeitsorganisation (Einzelgewerk, Gewerkhof,...)
- Arbeitsanforderungen, Anlagenoptimierung, Störungssuche, Fehleranalyse und Fehlerbeseitigung (Betriebshandbücher, Wartungspläne, Vorschriften ...)

Abb. 2-6: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Elektroberufe (Handwerk)

Optimierung und Wartung / Instandhaltung. Insbesondere die Planung von komplexeren Anlagen der Gebäudeautomatisierung steht zunächst in Relation zu den Inhalten der Installation und Montage stärker im Mittelpunkt der Fachstufe 2 und 3. Aber auch der Aufbau und die inneren Funktionsweisen der Bau-

gruppen einschließlich ihrer Vernetzung mit anderen Anlagenteilen im Hinblick auf die Datenverarbeitung ist verstärkt einbezogen. Bei der Überwachung und Optimierung sind mögliche Probleme des Zusammenspiels von Anlagenkomponenten und hier auch die Programmoptimierung das Ziel. So soll die Beherrschung des Programmierens und der Parametrierung oder auch der Konfiguration von Bus-Komponenten in der Fachstufe verbessert und vertieft werden. Ebenso sind im Rahmen der Gesamtfunktion der Anlage Fragen zum Energie- und Lastmanagement zu bearbeiten. Des Weiteren sind in Bezug auf die Tätigkeiten der Wartung und Instandhaltung schwierigere Probleme der Störungsanalyse und Fehlervermeidung bzw. -behebung Gegenstand des Lerngebiets und entsprechend im Unterricht als Lernaufgaben aufzunehmen. Auf der Maschinen-, Geräte- und der Baugruppenebene und teils der Elementenebene sind hierzu technologische und die wesentlichen physikalisch-technischen Zusammenhänge von Bedeutung und zu vertiefen.

Die zum Lerngebiet insgesamt vorgegebenen Stunden - 80h in der Fachstufe 2 und 40h in der Fachstufe 3 - sollen und können in der Ausbildung nicht zusätzlich unterrichtet werden. Wie vorgesehen, müssen sie letztlich durch eine Stunden- bzw. Inhaltsreduzierung in den anderen Lerngebieten der Fachstufen (z.B. im Lerngebiet "Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen") "gewonnen" werden, und zwar durch die Integration "alter" Inhalte in die verschiedenen neuen Automatisierungs-Lerngebiete und/oder durch deren Wegfall (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 89ff.).

2.2.2 Das Lerngebiet "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" der Fachstufe 2 und 3 für die handwerklichen Metallberufe

Wie bei den handwerklichen Elektroberufen hat auch für die handwerklichen Metallberufe die entsprechende Entwicklung und curriculare Konkretisierung des Lerngebiets "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" zur Fachstufe 2 und 3 die inhaltliche Fortführung der Lerngebiete zur Automatisierung für die Grundbildung und Fachstufe 1 zu berücksichtigen. Ebenso ist gleichzeitig - curricular und didaktisch-methodisch besser als bisher - die Integration dieses Lerngebiets in die je vorhandene "alte" Lerngebietsstruktur zu beachten, wie sie bereits z.B. für den Elektroinstallateur exemplarisch dargestellt wurde (siehe Abb. 2-5). Auf der Grundlage der mit dem Gesamtkonzept vorgegebenen Inhaltsstrukturen hat hierbei aus der Sicht der handwerklichen Metallberufe dennoch die Gebäudeautomatisierung im Mittelpunkt des neuen Lerngebiets zu stehen.

Im Zusammenhang der didaktisch-methodischen Leitideen sind als Orientierung für die curriculare Konkretisierung wiederum insgesamt die beiden "Inhalts- und Analyseräume zur Arbeits- und Ausbildungsgestaltung" (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 97ff.) von Bedeutung. Die hierin enthaltenen Inhalt-

saspekte bestimmen - wie bei den handwerklichen Elektroberufen bereits ausgeführt und dargestellt (siehe Kapitel 2.2.1) - die Entwicklung des Lerngebiets.

Zum Lerngebiet "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" für die Metallberufe weisen im konkreten Ergebnis der curricularen Bestimmungen die Inhalte vor dem Hintergrund der didaktischen Makrostrukturen verschiedene berufsspezifische Fachstufen-Schwerpunkte aus (siehe Abb. 2-7). Sie sind denen für handwerklichen Elektroberufe vergleichbar, wobei sie sich im Detail jedoch vorwiegend auf die heizungs-, lüftungs- und klimatechnischen Anlagen und Komponenten in den Gebäuden beziehen.

Metallberufe des Handwerks
Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung (80 + 40)

- Arbeitsaufgaben des Umbaus und der Planung und Erweiterung von komplexen Systemen der Gebäudeautomatisierung (z.B. Geschäftshaus, Krankenhaus: Bau- und Planungsvorgaben, Gebäudemanagement, Installationsvorschriften, Kataloge, Tabellenbücher...)
- Konstruktion und technisch-physikalische Grundlagen der heizungs-, lüftungs- und klimatechnischen Komponenten und Bauteile (Sensorik, Aktorik, Steuerungs- und Regelungskomponenten ...)
- Betriebsverhalten und mathematisch-technische Grundlagen der Steuerungs- und Regelungsvorgänge (Ablaufsteuerungen; P, PI, PID ...)
- Bussysteme und Vernetzung (EIB, LON, Datenfernübertragung ...)
- Sicherheitsanforderungen und Sicherungssysteme (Überwachungsstrategien, Alarmgeber und -anlagen, ...)
- Anwendungs- und problemorientierte Auswahl von Baugruppen und Komponenten der Automatisierung
- Aufbau, Verknüpfung und Integration von Anlagenkomponenten, Baugruppen (Schwerpunkt heizungs-, lüftungs- und klimatechnische Komponenten und Baugruppen; Werkzeugeinsatz, Meßmittel, Installationspläne ...)
- Programmierung, Parametrierung und Programmdynamisierung von Anlagen (Computer, DDC-Programme ...; Programmierwerkzeuge, Programmiersoftware, Dokumentation ...)
- Lastmanagement (Verbrauchs- und Energieoptimierung ...)
- Arbeitsorganisation (Einzelgewerk, Gewerkhof,...)
- Arbeitsanforderungen, Anlagenoptimierung, Störungssuche, Fehleranalyse und Fehlerbeseitigung (Betriebshandbücher, Wartungspläne, Vorschriften ...)

Abb. 2-7: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Metallberufe (Handwerk)

Insofern sind auch die Handlungs- und Tätigkeitsfelder der Bau- / Installationsplanung, Installation / Montage, Überwachung / Optimierung und Wartung / Instandhaltung auf diese Anlagen und Komponenten bezogen. Im einzelnen ist wiederum berücksichtigt, daß in der Fachstufe 2 und 3 die Planung von komplexeren Anlagen der Gebäudeautomatisierung in Relation zu den Inhalten der einfachen Installation und Montage stärker im Mittelpunkt steht. Ebenso erhält der Aufbau und die inneren Funktionsweisen der Anlagenkomponenten einschließlich ihrer Vernetzung mit anderen Anlagenteilen im Hinblick auf die Datenverarbeitung ab der Fachstufe 2 einen höheren Stellenwert. Hinsichtlich des Programmierens und

der Parametrierung oder auch der Konfiguration von Bus-Komponenten ist in diesen Fachstufen des weitere verstärkt die Zusammenarbeit mit den Elektroberufen erforderlich, was eine fachlich vertiefte und verbesserte Teamfähigkeit aller in der Gebäudeautomatisierung voraussetzt. Vergleichbares gilt in bezug auf die Wartung und Instandhaltung, da schwierigere Probleme der Störungsanalyse und Fehlervermeidung bzw. -behebung nun Gegenstand des Lerngebiets sind und vielfach eine berufsübergreifende Zusammenarbeit erfordern. Entsprechend sind im Unterricht Lernaufgaben aufzunehmen, mit denen auf der Maschinen-, Geräte- und der Baugruppenebene und teils der Elementenebene die technologischen wie die physikalisch-technischen Zusammenhänge in der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik einschließlich der Steuerungs- und Netztechnik vertieft werden sollen. Letztlich sind auf dieser Grundlage im Rahmen der Gesamtfunktion der Anlagen und unter Berücksichtigung des Zusammenspiels von Anlagenkomponenten Fragen zur Verbrauchs- und Energieoptimierung fachkompetent und im Sinne der allgemeinen Automatisierungs- und Programmoptimierung zu bearbeiten.

Wie bei den Elektroberufen sollen und können die zum Lerngebiet insgesamt vorgegebenen Stunden - 80h in der Fachstufe 2 und 40h in der Fachstufe 3 - in der Ausbildung nicht zusätzlich unterrichtet werden. Sie müssen wiederum entsprechend durch eine Stunden- bzw. Inhaltsreduzierung in den anderen Lerngebieten der Fachstufen "gewonnen" werden, und zwar durch die Integration "alter" Inhalte in die verschiedenen neuen Automatisierungs-Lerngebiete und/oder durch deren Wegfall (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 89ff.).

2.3 Die Entwicklung der Lerngebiete „Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung“ für die Fachstufe 2 und 3 der Industrieberufe

Die Entwicklung der Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" für die Fachstufe 2 und 3 der Industrieberufe erfolgt vergleichbar der für die Handwerksberufe. Auf der Grundlage des vorgestellten Gesamtkonzeptes steht hierbei statt der Gebäudeautomatisierung berufsbezogen die der Produktionsautomatisierung im Mittelpunkt. Die zu entwickelnden Lerngebiete werden für die Metall- und Elektroberufe wieder identisch bezeichnet.

Aufbauend und im Prinzip analog zur Entwicklung der Lerngebiete für die Grundbildung und Fachstufe 1 erfolgt die curriculare Konkretisierung und Entwicklung dieser Lerngebiete unter Berücksichtigung der entsprechenden Lernzielbereiche und Leitlernziele der Fachstufe 2 und 3. Das heißt, auch mit der Orientierung und gemäß dem Strukturmodell zur Facharbeit sollen die curricularen Inhaltsstrukturen und Inhalte der Lerngebiete insbesondere die drei Arbeits- und Lerndimensionen "Gebrauchswert, Funktion und Technik der Gegenstände der Facharbeit", "Mittel, Verfahren und Organisation der Facharbeit" und

"Anforderungen der Technik und Facharbeit" berücksichtigen. Diese drei Arbeits- und Lerndimensionen werden in den Lerngebieten explizit nicht weiter ausdifferenziert, sie sollen vielmehr didaktisch-methodisch unmittelbar bei der unterrichtlichen Erprobung der Lerngebiete entwickelt und umgesetzt werden. Unterstützung hierzu enthalten die entsprechenden didaktisch-methodischen Hinweise und Hilfen.

2.3.1 Das Lerngebiet „Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung“ der Fachstufe 2 und 3 für die industriellen Elektroberufe

Die Entwicklung und curriculare Konkretisierung des Lerngebiets "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" zur Fachstufe 2 und 3 für die industriellen Elektroberufe hat die Inhalte zur Produktionsautomatisierung der Grundbildung und Fachstufe 1 aufzunehmen und fortzuführen. Gleichzeitig ist - curricular und didaktisch-methodisch besser als bisher - die Integration dieses Lerngebiets in die "alte" Lerngebietsstruktur für die Industrieberufe zu beachten. Diese Integration wird noch einmal, und zwar diesmal für einen Metallberuf, nachfolgend exemplarisch für den Industriemechaniker dargestellt (siehe Abb. 2-9). Auf der Grundlage der mit dem Gesamtkonzept vorgegebenen Lerngebiete und Inhaltsstrukturen hat hierbei dennoch die Produktionsautomatisierung im Mittelpunkt des neuen Lerngebiets für die industriellen Elektroberufe zu stehen.

Im Zusammenhang der didaktisch-methodischen Leitideen sind als Orientierung für die curriculare Konkretisierung und unter Berücksichtigung der Arbeits- und Technikinhalte der Produktionsautomatisierung wiederum insgesamt die beiden "Inhalts- und Analyseräume zur Arbeits- und Ausbildungsgestaltung" (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 97ff.) von Bedeutung. Für die industriellen Elektroberufe bestimmen somit folgende Inhaltsaspekte die Entwicklung des Lerngebiets:

1. die Ebene der drei Lerndimensionen ("Gebrauchswert, Funktion und Technik der Gegenstände der Facharbeit", "Mittel, Verfahren und Organisation der Facharbeit", "Betriebliche, gesellschaftliche und individuelle Anforderungen an die Technik und Facharbeit in der Produktionsautomatisierung");
2. die vier Wissensebenen ("Orientierungs- und Überblickswissen", "Zusammenhangs- und Funktionswissen", "Detail- und Fachwissen" und "Fachliches und berufliches Vertiefungswissen"), die Ziele und Inhalte in der Fachstufe 2 und 3 haben sich hier vorwiegend auf die Ebene des Fachlichen und beruflichen Vertiefungswissen zu beziehen;
3. die vier Gegenstandsebenen ("System- und Anlagenebene", "Maschinen und Geräteebene", "Baugruppenebene", "Komponenten- und Elementenebene"), die Ziele und Inhalte korrespondieren hierzu mit den vier Wissensebenen;
4. die sechs Handlungs- und Tätigkeitsfelder ("Entwicklung / Konstruktion", "Installation / Montage", "Produktionsplanung / -steuerung", "Überwachung / Bedienung / Optimierung", "Wartung / Instandhal-

tung", "Qualitätskontrolle/ Produkttest"), die Ziele und Inhalte sollen in der Fachstufe 2 und 3 verstärkt auf den Handlungs- und Tätigkeitsfeldern der Entwicklung / Konstruktion, Überwachung / Optimierung und Wartung / Instandhaltung liegen;

5. die Ebene der Anlagentypen (z.B. für die Produktionsautomatisierung "Montageautomatisierung", "FFS", "Bestückungsautomaten", "Bearbeitungszentrum" usw.). Auf dieser Ebene geht es im wesentlichen um die Frage der Komplexität der Anlage und um die Exemplarität der komplexen Inhalte und des Wissens.

Im konkreten Ergebnis der curricularen Bestimmungen zum Lerngebiet "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" weisen die Inhalte vor dem Hintergrund der Makrostrukturen die berufs-spezifischen Inhaltsschwerpunkte für die Fachstufen 2 und 3 aus (siehe Abb. 2-8). Sie berücksichtigen im einzelnen die typischen Handlungs- und Tätigkeitsfelder in der industriellen Produktion wie die Entwicklung und Konstruktion, die Installation und Montage, die Überwachung und Optimierung sowie die War-

Elektroberufe der Industrie Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung (80 + 40)

- Arbeitsaufgaben des Umbaus und der Erweiterung von komplexen Systemen der Produktionsautomatisierung (z.B. Montageautomatisierung, Bearbeitungszentren, FFS: Konstruktions- und Planungsvorgaben, Maschinenhandbücher, Kataloge, Tabellenbücher ...),
- Konstruktion und technisch-physikalische Grundlagen der elektrischen, elektropneumatischen und elektrohydraulischen Komponenten und Bauteile (Sensorik, Aktorik, Steuerungs- und Regelungskomponenten ...)
- Betriebsverhalten und mathematisch-technische Grundlagen der Steuerungs- und Regelungsvorgänge (Ablaufsteuerung, Strecken-, Bahnsteuerung ...; P, PI, PID ...)
- Bussysteme und Vernetzung (Aktor-Sensor-Busse, Gerätebusse, LAN, WAN ...)
- Sicherheitsanforderungen und Sicherungssysteme (Überwachungsstrategien, Grenzwertgeber, Lichtschranken ...)
- Anwendungs- und problemorientierte Auswahl von Baugruppen und Komponenten der Automatisierung
- Aufbau und Integration von Anlagenkomponenten und Baugruppen, Leitwarten und Visualisierungssysteme (Schwerpunkt elektrische Komponenten und Baugruppen; Werkzeugeinsatz, Meßmittel, Montagepläne ...)
- Programmierung, Parametrierung und Programmoptimierung von Anlagen, Konfiguration von Bus-Komponenten (Computer, SPS-Programme, Schrittschaltwerke ...; Programmierwerkzeuge, Dokumentation ...)
- Arbeitsorganisation, Produktionskonzepte (Gruppenarbeit, CIM, PPS ...)
- Arbeitsanforderungen, Anlagenoptimierung, Programmanalyse, Störungssuche, Fehleranalyse und Fehlerbeseitigung (Betriebshandbücher, Wartungspläne, Vorschriften ...)

Abb. 2-8: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Elektroberufe (Industrie)

tung und Instandhaltung. Insbesondere der Umbau oder die Erweiterung von komplexeren Anlagen der Produktionsautomatisierung steht zunächst in Relation zu den Inhalten der Installation und Montage stärker im Mittelpunkt der Fachstufe 2 und 3. Hierbei sind ebenso die Grundlagen zum Aufbau und den inneren Funktionsweisen der elektrischen Baugruppen und Komponenten einschließlich ihrer Vernetzung mit anderen Anlagenteilen im Hinblick auf die verschiedenen Bussysteme verstärkt einbezogen. Bei der Überwachung und Optimierung von Anlagen sind Leitwarten und Visualisierungssysteme auch hinsichtlich des Zusammenwirkens der elektrischen Anlagenkomponenten oder der Steuerungs- und Programmoptimierung das Ziel. So soll die Beherrschung des Programmierens und der Parametrierung oder auch der Konfiguration von Bus-Komponenten unter Einsatz entsprechender Werkzeuge und Meßmittel in der Fachstufe ebenso verbessert und vertieft werden. Des weiteren sind in bezug auf die Tätigkeiten in der Wartung und Instandhaltung komplexere Probleme der elektrotechnischen Störungsanalyse und Fehlervermeidung bzw. -behebung Gegenstand des Lerngebiets und entsprechend im Unterricht als Lernaufgaben aufzunehmen. Sicherheitsanforderungen und entsprechende Sicherheitssysteme sind hier ebenso einzubeziehen wie z.B. deren fach- und sachgerechte Auswahl. Auf der Maschinen-, Geräte- und der Baugruppenebene und teils der Elementenebene sind dazu insgesamt technologische und die wesentlichen physikalisch-technischen Zusammenhänge von Bedeutung und zu vertiefen.

Wie bereits bei den Handwerksberufen sollen und können die zum Lerngebiet insgesamt vorgegebenen Stunden - 80h in der Fachstufe 2 und 40h in der Fachstufe 3 - in der Ausbildung nicht zusätzlich unterrichtet werden. Wie vorgesehen, müssen sie wieder durch eine Stunden- bzw. Inhaltsreduzierung in den anderen Lerngebieten der Fachstufen (z.B. im Lerngebiet "Elektrische Anlagen und Schutzmaßnahmen") "gewonnen" werden, und zwar durch die Integration "alter" Inhalte in die verschiedenen neuen Automatisierungs-Lerngebiete und/oder durch deren Wegfall (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 89ff.).

2.3.2 Das Lerngebiet „Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung“ der Fachstufe 2 und 3 für die industriellen Metallberufe

Übereinstimmend mit dem Lerngebiet für die industriellen Elektroberufe hat auch die Entwicklung und curriculare Konkretisierung des Lerngebiets "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" für die industriellen Metallberufe die inhaltliche Fortführung der Lerngebiete zur Automatisierung für die Grundbildung und Fachstufe 1 zu berücksichtigen. Das Lerngebiet zur Fachstufe 2 und 3 hat ebenso wiederum - curricular und didaktisch-methodisch besser als bisher - die inhaltliche Integration in die je vorhandene "alte" Lerngebietsstruktur zu beachten. Für die Industrieberufe ist diese nachfolgend z.B. für den Industriemechaniker exemplarisch dargestellt (siehe Abb. 2-9). Auf der Grundlage der mit dem

Gesamtkonzept vorgegebenen Inhaltsstrukturen hat hierbei aus der Sicht der industriellen Metallberufe dennoch die Produktionsautomatisierung im Mittelpunkt des neuen Lerngebiets zu stehen.

Fachstufe 2 / 3	Fertigungs- und Prüftechnik	Werkstofftechnik	Elektrotechnik	Maschinen- und Geräte-technik	Arbeit und Technik in der Produktions automatisierung	CNC-Technik	Spezielle Fertigungs-technik
Fachstufe 1	Fertigungs-technik	Prüf-technik	Werkstoff-technik	NC-Technik	Elektro-technik	Systeme und Anlagen der Automatisierung	Masch.- und Geräte-technik
Grundstufe	Grundlagen der Fertigungs- und Prüftechnik	Grundlagen der Werkstoff-technik	Grundlagen der Elektro-technik	Einführung in die Automatisierung	Grundlagen der Maschinen- und Geräte-technik		

Abb. 2-9: Die Integration der Automatisierungs-Lerngebiete in die Struktur der "alten" Lerngebiete: Beispiel Industriemechaniker (Industrieberuf)

Für die curriculare Konkretisierung sind im Zusammenhang der didaktisch-methodischen Leitideen als Orientierung wiederum insgesamt die beiden "Inhalts- und Analyseräume zur Arbeits- und Ausbildungsgestaltung" (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 97ff.) von Bedeutung. Die hierin enthaltenen Inhaltsaspekte bestimmen - wie bei den industriellen Elektroberufen bereits ausgeführt und dargestellt (siehe Kapitel 2.3.1) - die Entwicklung des Lerngebiets.

Im konkreten Ergebnis der curricularen Bestimmungen zum Lerngebiet "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" für die Metallberufe weisen die Inhalte vor dem Hintergrund der didaktischen Makrostrukturen verschiedene berufsspezifische Schwerpunkte für die Fachstufe 2 und 3 aus (siehe Abb. 2-10). Sie sind denen für industriellen Elektroberufe vergleichbar, wobei sie sich im Detail jedoch vorwiegend auf die metall- und fertigungstechnischen Anlagen und Komponenten einschließlich der Hydraulik und Pneumatik in der Produktion beziehen. Insofern sind auch die Handlungs- und Tätig-

keitsfelder der Entwicklung und Konstruktion, der Installation und Montage, der Überwachung und Optimierung sowie der Wartung und Instandhaltung auf diese Anlagen und Automatisierungskomponenten bezogen. Im einzelnen ist wiederum berücksichtigt, daß in der Fachstufe 2 und 3 z.B. die Entwicklung oder Umbauplanung von komplexeren Anlagen der Produktionsautomatisierung in Relation zu den Inhalten der einfachen Installation und Montage stärker im Mittelpunkt steht. Ebenso erhalten der Aufbau und die inneren Funktionsweisen der Automatisierungskomponenten einschließlich ihrer Vernetzung mit ande-

Metallberufe der Industrie
Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung (80 + 40)

- Arbeitsaufgaben des Umbaus und der Erweiterung von komplexen Systemen der Produktionsautomatisierung (z.B. Bearbeitungszentren, FFS: Konstruktions- und Planungsvorgaben, Maschinenhandbücher, Kataloge, Tabellenbücher ...),
- Konstruktion und technisch-physikalische Grundlagen der pneumatischen, hydraulischen und elektrischen Komponenten und Bauteile (Sensorik, Aktorik, Steuerungs- und Regelungskomponenten ...)
- Betriebsverhalten und mathematisch-technische Grundlagen der Steuerungs- und Regelungsvorgänge (Ablaufsteuerung, Strecken-, Bahnsteuerung ...; P, PI, PID ...)
- Bussysteme und Vernetzung (Aktor-Sensor-Busse, Gerätebusse, LAN, WAN ...)
- Sicherheitsanforderungen und Sicherungssysteme (Überwachungsstrategien, Grenzwertgeber, Lichtschranken ...)
- Anwendungs- und problemorientierte Auswahl von Baugruppen und Komponenten der Automatisierung
- Aufbau und Integration von Anlagenkomponenten und Baugruppen (Schwerpunkt pneumatische und hydraulische Komponenten und Baugruppen; Werkzeugeinsatz, Meßmittel, Montagepläne ...)
- Programmierung, Parametrierung und Programmoptimierung von Anlagen (Computer, NC-, CNC-, RC-, SPS-Programme ...; Programmierwerkzeuge, Dokumentation ...)
- Arbeitsorganisation, Produktionskonzepte (Gruppenarbeit, CIM, PPS, Leitwarten und Visualisierungssysteme ...)
- Arbeitsanforderungen, Anlagenoptimierung, Programmanalyse, Störungssuche, Fehleranalyse und Fehlerbeseitigung (Betriebshandbücher, Wartungspläne, Vorschriften ...)

Abb. 2-10: Lerngebiet der Fachstufe 2 und 3 für die Metallberufe (Industrie)

ren Anlagenteilen im Hinblick auf die Datenverarbeitung ab der Fachstufe 2 einen höheren Stellenwert. Hinsichtlich des Programmierens und der Parametrierung von SPS-Programmen oder auch der Konfiguration von Bus-Komponenten ist in diesen Fachstufen des weitere verstärkt die Zusammenarbeit mit den Elektroberufen erforderlich, was eine fachlich vertiefte und verbesserte Teamfähigkeit aller in der Produktionsautomatisierung voraussetzt. In gleicher Weise gilt dies für die Arbeits- und Aufgabeninhalte der Überwachung und Optimierung von Anlagen und Automatisierungssystemen, zu der sich das Arbeitsprozeßwissen heute zunehmend im Sinne der "Mechatronik" darstellt. Vergleichbares gilt in bezug auf die Wartung und Instandhaltung, da schwierigere Probleme der Störungsanalyse und Fehlervermeidung bzw. -behebung nun Gegenstand des Lerngebiets sind und vielfach eine berufsübergreifende Zusammenarbeit

erfordern. Entsprechend sind im Unterricht Lernaufgaben aufzunehmen, mit denen einerseits die Arbeitsprozeßinhalte in der Produktionstätigkeit und andererseits auf der Maschinen-, Geräte- und der Baugruppenebene und teils der Elementenebene die technologischen wie die physikalisch-technischen Zusammenhänge in der Automatisierungstechnik einschließlich der Steuerungs- und Netztechnik vertieft werden sollen. Letztlich sind auf dieser Grundlage im Rahmen der Gesamtfunktion der Anlagen und unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens aller Anlagenkomponenten auch Fragen zur Verbrauchs- und Energieoptimierung fachkompetent und im Sinne der allgemeinen Automatisierungs- und Programmoptimierung zu bearbeiten. Hierzu gehört übergreifend die Thematisierung von neuen Produktions- und Arbeitskonzepten, bei denen zunehmend die Facharbeit im Mittelpunkt steht und in der heutigen Handhabung und Gestaltung von PPS- oder Werkstattsteuerungssystemen eine neue Bedeutung zukommt.

Wie bei den industriellen Elektroberufen sollen und können die zum Lerngebiet insgesamt vorgegebenen Stunden - 80h in der Fachstufe 2 und 40h in der Fachstufe 3 - in der Ausbildung nicht zusätzlich unterrichtet werden. Sie müssen wiederum entsprechend durch eine Stunden- bzw. Inhaltsreduzierung in den anderen Lerngebieten der Fachstufen "gewonnen" werden (vgl. PETERSEN u.a. 1996, S. 89ff.). Angeregt und möglich ist dies z.B. durch die Integration von Inhalten der Lerngebiete "Fertigungs- und Prüftechnik", "Elektrotechnik" oder "Maschinen- und Gerätetechnik" in die neuen Lerngebiete zur Automatisierung.

3 Umsetzung, Erprobung und Evaluation der Lerngebiete zur "Automatisierung" in den Modellversuchsklassen für die Metall- und Elektroberufe (Schuljahr 1997/98)

3.1 Ausgangssituation und Ausbildungsbereiche zur Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete

Im Schuljahr 1997/98 wurde die Umsetzung, Erprobung und Evaluation der Lerngebiete zur "Automatisierung" in den Modellversuchsklassen für die Metall- und Elektroberufe fortgesetzt. Basierend auf dem Gesamtkonzept der neuen Lerngebiete bezog sich diese zum einen auf die erneute Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete zur Grundstufe und zur Fachstufe 1. Unter Berücksichtigung der gewonnenen Erfahrungen sowie von Revisionsaspekten konnten so im Rahmen des Modellversuchs die Grundstufen-Lerngebiete "Einführung in die Automatisierung" erneut, das heißt konkret zum dritten mal, erprobt wer-

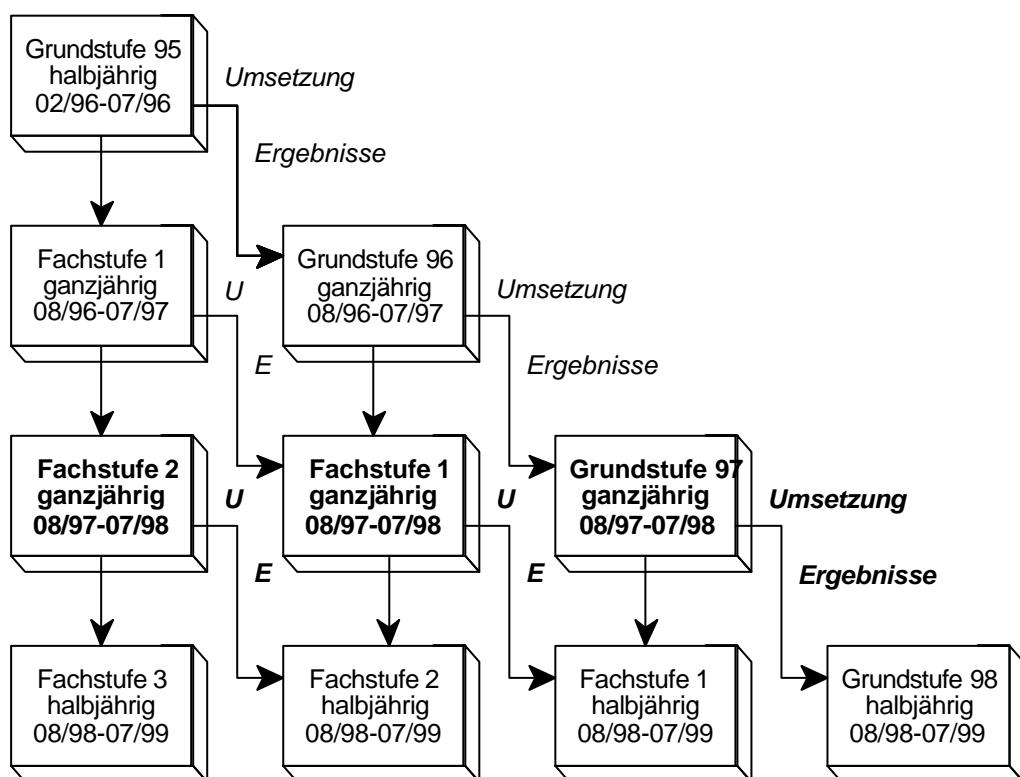


Abb. 3-1: Umsetzungen und Ergebnisse in den Phasen des Modellversuchs AUBA

den. Ebenso konnten in den Klassen der Metall- und Elektroberufe die Fachstufen 1-Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" erneut, diese zum zweiten mal, erprobt werden (siehe Abb. 3-1). Aufgrund dieser Umsetzungen und Erprobungen liegen damit nun Ergebnisse vor, die auch eine hinreichende Grundlage für den Transfer und die Übertragung in andere Klassen und Berufe darstellen (siehe Kapitel 5).

Zum anderen erfolgt auf der Basis der neu entwickelten Fachstufe 2-Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" sowie "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" eine neue erstmalige Umsetzung und Erprobung in den Metall- und Elektroberufen (siehe Abb. 3-1). Diese bildet nachfolgend einen Schwerpunkt bei den dargestellten Unterrichtsbeispielen und ersten Erprobungsergebnissen.

Im Rahmen des Gesamtkonzeptes wurde in die Entwicklung der Fachstufen 2-Lerngebiete zugleich die für die Lerngebiete der Fachstufe 3 einbezogen, da sie im Prinzip als eine Einheit betrachtet wurden. Eine Umsetzung und Erprobung hierzu schließt sich unmittelbar im Schuljahr 1998/99 an, auch wenn diese aufgrund der Laufzeit des Modellversuchs nicht mehr in diesem Rahmen dokumentiert werden kann. Vergleichbares gilt auch für die gesamten Lerngebiete der Grund- und Fachbildung, deren Umsetzung zukünftig ebenso und unabhängig vom Modellversuch fortgesetzt werden soll (siehe Abb. 3-1). Allerdings sollen hierbei die abschließend vom Modellversuch selbst gegebenen Empfehlungen zur Umsetzung der Lerngebiete in entsprechende neue Lernfelder "selbstverständlich" insgesamt im Unterricht der Metall- und Elektroberufe Berücksichtigung finden (siehe Kapitel 5).

3.2 Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" in der Fachstufe 1 (Schuljahr 1997/98)

Die nachfolgenden Unterrichtsbeispiele beziehen sich auf die erneute Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" in der Fachstufe 1 im Schuljahr 1997/98. Sie knüpfen einerseits didaktisch-methodisch an die Lerngebiete der Grundstufe "Einführung in die Automatisierung" an und nehmen andererseits die Erfahrungen und Ergebnisse aus den ersten Erprobungen dieser Lerngebiete im Unterricht der Metall- und Elektroberufe des Schuljahres 1997/98 auf.

3.2.1 Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Energieelektroniker - Fachrichtung Anlagentechnik (Erfurt)

Die erneute Umsetzung des Lerngebiets "Systeme und Anlagen der Automatisierung" der Fachstufe 1 im Schuljahr 1996/97 (Erfurt) erfolgte unter Berücksichtigung bisheriger Erfahrungen und Revisionsaspekte besonders im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" - Orientierungswissen zu den Anforderungen und Merkmalen von Anlagen der Produktionsautomatisierung sowie Grundkenntnisse zu den Aufgaben und den grundlegenden Funktionen von Automatisierungssystemen.

Ein wesentlicher Schwerpunkt bei dieser ersten Durchführungs- und Erprobungsphase des Unterrichts im Ausbildungsberuf Energieelektroniker der Fachrichtung Anlagentechnik war die Programmierung der (Teil-)Automatisierungssysteme des modularen Produktionssystems MPS 2000 der Firma FESTO (siehe Abb. 3-2). Für die Erstellung von Funktionsplänen sowie die Simulation der erarbeiteten Programmabläufe stand weniger der stoffliche und energetische Prozeßablauf der Baugruppen und Komponenten im Vordergrund, als deren informationstechnische Verknüpfung. Die Grundlage für die Programmerstellung der speicherprogrammierbaren Steuerung bildete die Zuordnungsliste für die Belegung der Ein- und Ausgänge der jeweiligen Teilstationen, die unmittelbar aus den vorhandenen Stationsunterlagen entnommen werden konnten. Aus der graphischen Darstellung des Stromlaufplanes konnte die Herkunft (Sensorsignal) und das Ziel (Aktorsignal) der Informationen übersichtlich abgelesen werden (vgl. Stationsunterlagen des MPS 2000 von FESTO, hier E/A - Kopplung im Stromlaufplan).

Das technische Funktionieren der sichtbaren Baugruppen des Automatisierungssystems wie Sensoren, Magnetventile, Hubeinheiten, Drehsteller, Ausstoßzyylinder usw. hat sich im Endeffekt auf die gelieferten bzw. genutzten Signale "herunterreduziert". Mit dieser Erkenntnis aus dem Unterricht in der Erprobungsphase des Schuljahres 1996/97 kann durchaus die Meinung geteilt werden, daß bei modernen automatisierten Anlagensystemen die Informationsstrukturen in den Mittelpunkt gestellt werden, die mechanischen und elektrotechnischen Vorgänge in den Baugruppen und technischen Elementen etwas in den Hintergrund rücken (vgl. 1. Zwischenbericht MV AUBA, S. 32 ff.). Ein Verständnis für das Funktionieren des Automatisierungssystems erreicht man aber nur, wenn man den technischen Aufbau und die Funktionsweise der Anlagenkomponenten und Baugruppen erklären kann. Für die Konstruktion und die Montage eines Automatisierungssystems müssen dem späteren Facharbeiter die Handhabung und die technischen Möglichkeiten der elektrischen und pneumatischen Komponenten bekannt sein, um über deren Einsatzzweck und -möglichkeiten zu entscheiden. Da diese Baugruppen im Laufe der Zeit auch Erneuerungen und Verbesserungen unterliegen, der Facharbeiter sich auf diese Veränderungen kurzfristig ein- und umstellen muß, soll für die methodische und didaktische Umsetzung der Zielstellung eine möglichst selbstständige Handlungsweise der Auszubildenden beim Wissenserwerb gewählt werden.

Mit den nachfolgend dargestellten Unterrichtssequenzen soll für die Auszubildenden ein noch stärkerer und konzentrierter Bezug zu den technischen Möglichkeiten der einzelnen Komponenten geschaffen werden. Dazu gehört neben der Funktion und dem inneren Aufbau sowie deren Einsatzzweck, auch das Zusammenwirken der Komponenten unter Berücksichtigung der Signalzustände. Mit Hilfe von Blockschaltbildern, Symbolen und Weg-Schritt-Diagrammen kann anschaulich das Verständnis für die konkrete Technik herausgebildet werden und damit die technik- und arbeitsbezogene Komplexität des Anlagensystems veranschaulicht werden.

Ausgangssituation

Die Klasse Energielektroniker - Fachrichtung Anlagentechnik (EA 96 A) besteht aus 27 Schülern und wurde zu Beginn des Schuljahres 1997/98 in der 1. Fachstufe neu zusammengesetzt. Den Kern der Klasse bilden 21 Auszubildende die bei der TEAG einen Ausbildungsvertrag abgeschlossen haben. Bereits während der Grundstufenausbildung wurden diese 21 Schüler nach dem curricularen Konzept des Modellversuchs AUBA unterrichtet. Dieser Teil der Klasse wurde mit den grundsätzlichen Zielen und Rahmenvorgaben des Modellversuchs vertraut gemacht und erwarb während der Grundstufenausbildung ein Überblickswissen hinsichtlich der Merkmale und Anforderungen der Automatisierungsbereiche Produktions-, Prozeß- und Gebäudeautomatisierung.

Vier Auszubildende der Firma Deuna BZ und zwei Auszubildende kleinerer Ausbildungsfirmen aus Thüringen vervollständigen heute den Klassenverband. Diese Schüler wurden während der Grundstufenausbildung nicht an der Andreas-Gordon-Schule unterrichtet und waren bis zum Beginn der Fachstufenausbildung noch nicht über das inhaltliche Konzept des Modellversuchs informiert.

Aus schulorganisatorischen Gründen fand der Berufsschulunterricht im 1. Schulhalbjahr 1997/98 im Schulgebäude "Am Wasserturm" der Andreas-Gordon-Schule statt. Da aber als wichtiges Unterrichtsmittel die Automatisierungsanlage von FESTO in dieser Ausbildungsphase benötigt wird, fanden vier von insgesamt zehn Unterrichtsstunden im Lerngebiet "Systeme und Anlagen der Automatisierung" im Hauptgebäude der Andreas-Gordon-Schule in der Weidengasse statt. Die Schüler wechselten somit während eines Ausbildungstages den Schulstandort, damit die bessere mediale Ausstattung des "AUBA-Fachraumes" genutzt werden konnte. Da die Ausbildungsklasse als Lerngruppe recht groß ist und weil der Unterricht nur knapp zur Hälfte im dafür vorgesehenen Fachraum stattfindet, wurde ein kontinuierlicher handlungsorientierter Unterricht mit den wichtigsten Medien erschwert. Die Durchführung des Unterrichts mit entsprechend gestalteten Lernaufgaben bedurfte daher einer sorgfältigen Planung.

Begründung für die Auswahl des Unterrichtsbeispiels

Die vorgestellte Unterrichtssequenz ist Bestandteil des 3. Ausbildungshalbjahres der Fachstufe 1 des Berufsfeldes Elektrotechnik. Sie ordnet sich in den Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" ein und vermittelt Grundkenntnisse zu den Anforderungen an und Merkmalen von Anlagen der Produktionsautomatisierung, hier im speziellen, der Montageautomatisierungsanlage von FESTO. Im Gegensatz zur Grundbildung erfolgt in der Fachstufenausbildung jetzt die Konzentration auf die einzelnen Bestandteile der Automatisierungsanlage und damit eine Vertiefung der Arbeits- und Hand-

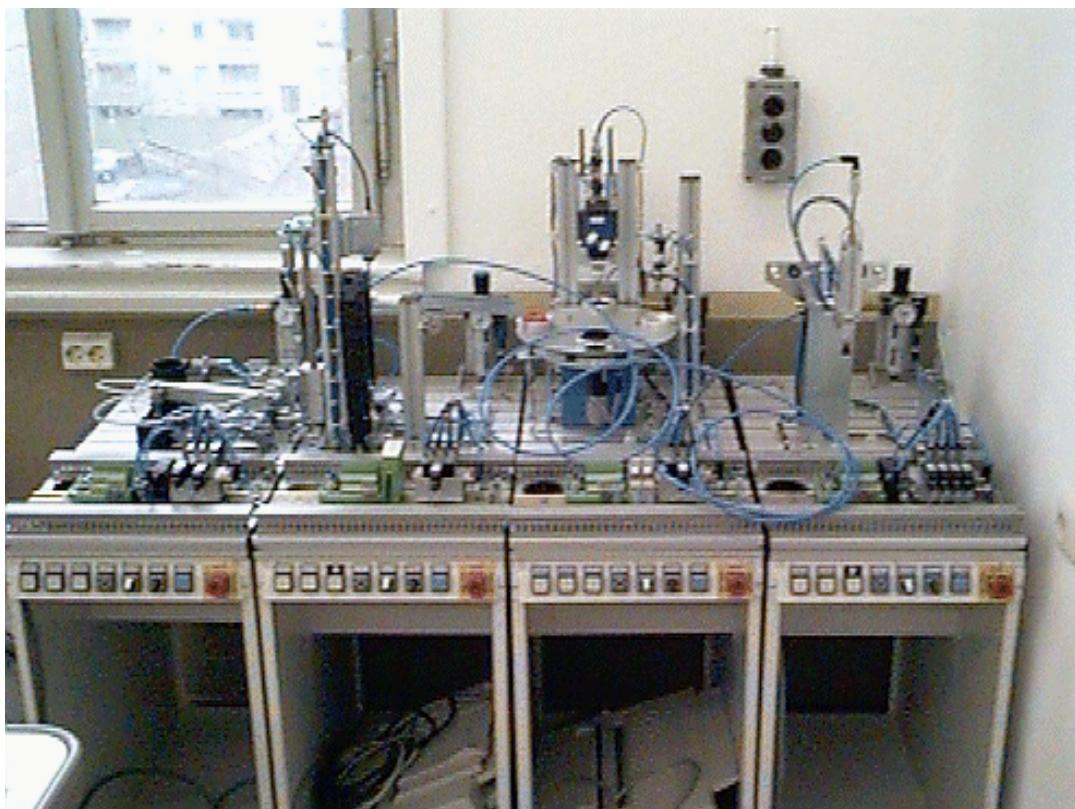


Abb. 3-2: Produktionsautomatisierung: Beispiel MPS-FESTO Modell

lungsorientierung auf die Ebene Detail- und Funktionswissen. Als dominierendes Unterrichtsmittel rückt jetzt die Modellanlage von FESTO in den Vordergrund des Unterrichts. Von der Gesamtfunktion der Automatisierungsanlage ausgehend werden die Aufgaben der Teilstationen behandelt. Die Arbeits- und Funktionsweise der vielfältigen Anlagenkomponenten und Baugruppen sind jetzt genauer und exakter zu erfassen. Letztendlich ist das Wissen um das Funktionieren der Baugruppen und Komponenten und das fachliche Erklären der Arbeitsweise ein wichtiger Bestandteil für die Ausbildung einer beruflichen Handlungskompetenz der zukünftigen Facharbeiter. Für den Energieelektroniker steht neben den elektrischen bzw. elektronischen Komponenten auch die Realisierung der Arbeits- und Funktionsweise der mechanischen und pneumatischen Anlagenteile im Blickfeld der beruflichen Inhalte. Neben den fachspezifischen Inhalten wird auch der Zusammenhang zu den berufsübergreifenden Lernfeldern hergestellt.

Da der Schwerpunkt der späteren Facharbeit für diesen Ausbildungsberuf nicht nur in der Programmierung einer Automatisierungsanlage bzw. deren Inbetriebnahme liegt, sondern auch darin zu sehen ist, welche Komponenten und Baugruppen für den Aufbau auszuwählen sind und wie sie funktionieren, müssen diese Lerninhalte verstärkt im Unterricht berücksichtigt werden. Ebenso spielt das Verständnis über das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten eine wesentliche Rolle für das Verstehen des gesamten Funktionsablaufs. Bisherige Erfahrungen aus der Durchführungs- und Erprobungsphase der Fachstufe 1 im Schuljahr 1996/97 haben gezeigt, daß die Schüler dieses Verständnis des Zusammenwirkens der Komponenten noch nicht vollständig für die Programmierung der Teilstation genutzt und umgesetzt haben. So wurde das Weg-Schritt-Diagramm erst durch die Hinweise des Lehrers verstärkt als Hilfsmittel verwendet, obwohl die zeit- und schrittabhängige Zustandsfolge sehr gut daraus zu entnehmen ist. Es hat sich aber auch gezeigt, daß fehlende oder unvollständig eingetragene Sensor- und Aktor-signale im Weg-Schritt-Diagramm ein Grund dafür war, warum es die Schüler bei der späteren Programmierung nicht herangezogen haben. Daher gilt es verstärkt sich diesem Hilfsmittel zu bedienen, zumal in einem Pflichtenheft dieses wesentlicher Bestandteil ist. In engem Zusammenhang mit dieser Erkenntnis steht auch das technische Funktionieren der Baugruppen der Sensorik und Aktorik. Nur wenn man die Funktionsweise dieser Baugruppen verstanden hat, kann man erklären, wie das Bereitstellen der Informationen bzw. Signale zustande kommt und wie Sie rationell und effektiv für die Programmierung genutzt werden können.

Inhaltliche Einordnung des Unterrichtsbeispiels

Die grundsätzliche Anordnung der Lerninhalte wurde im Vergleich zur Durchführungs- und Erprobungsphase im Schuljahr 1996/97 nicht verändert (vgl. 2. Zwischenbericht MV AUBA, S. 135). Das Unterrichtsbeispiel ordnet sich in die Lernzielbereiche "Aufbau und Integration von Komponenten und Baugruppen der Sensorik bzw. Aktorik in den Teilstationen bestimmen und ihre Funktion kennen" sowie "Zusammenhänge zwischen den Komponenten und Baugruppen herstellen, beschreiben und darstellen" ein. Zum Vorjahr wurde im Gegensatz versucht, das technische Funktionieren der Baugruppen sowie das Zusammenwirken noch enger mit den zur Verfügung stehenden Signalen der Sensorik- und Aktorikebene zu verknüpfen, damit wichtige Grundlagen für die folgende Programmierung gelegt und für diese auch genutzt werden können. Damit verbunden sind auch zeitliche Veränderungen bei der Bearbeitung der einzelnen Projekte sowie geänderte und konkretisierte Lernaufgaben, um diesem Ziel möglichst nahe zu kommen.

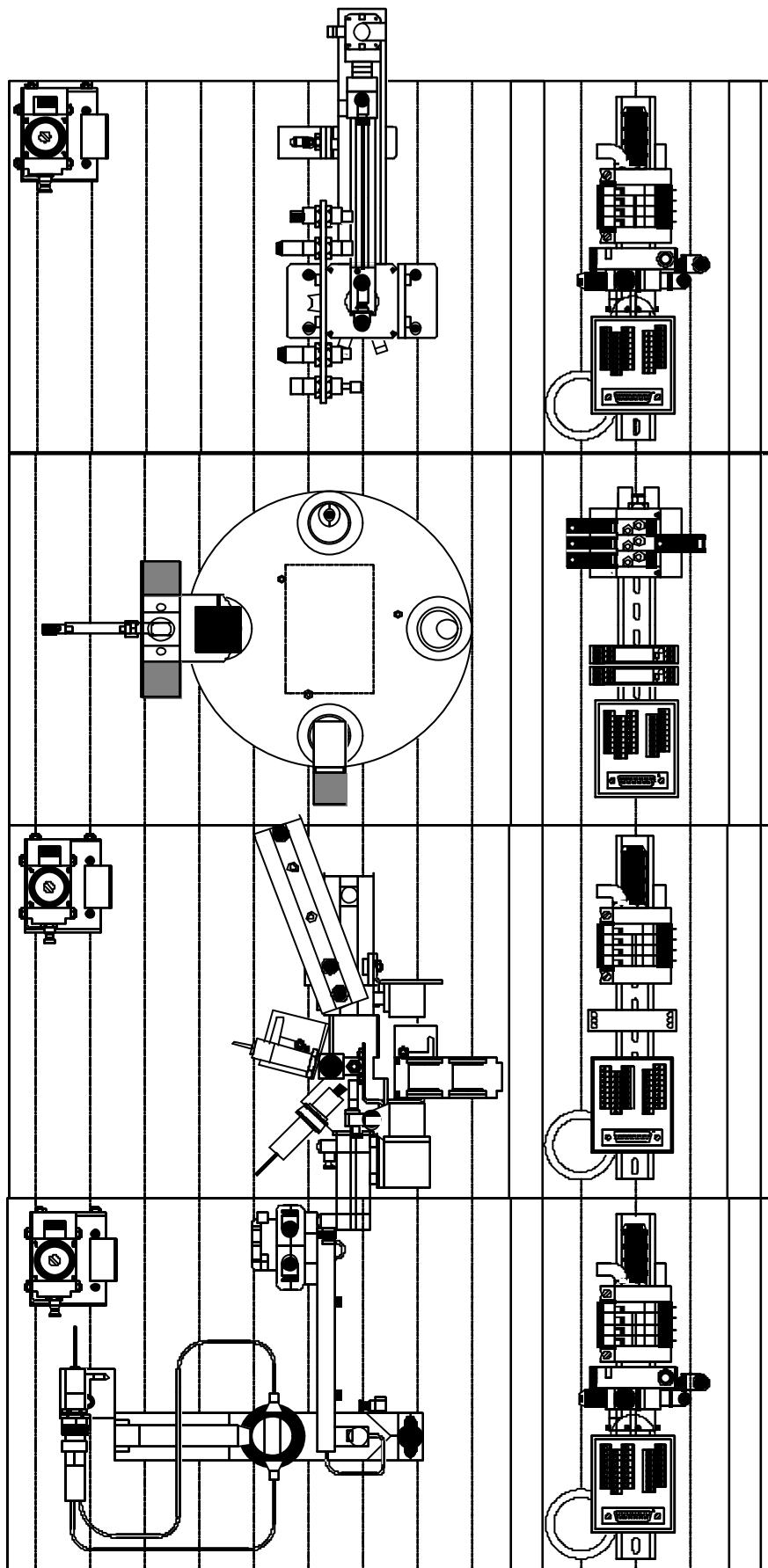


Abb. 3-3: Überblick zur den Automatisierungsstationen des Modells

Voraussetzungen für dieses Unterrichtsbeispiel

Im Verlaufe des Unterrichts bis zum hier beschriebenen Unterrichtsbeispiel erwarben die Auszubildenden ein hinreichendes Wissen zur Funktion, Aufgabe und den Anforderungen der Automatisierungsanlage bzw. der Teilstationen. Folgende Lernziele wurden im Unterricht vermittelt und können für das hier vorgestellte Unterrichtsbeispiel vorausgesetzt werden:

- ⌚ Aufgabe und Funktion des Gesamtautomatisierungssystems und der Teilstationen;
- ⌚ Bestimmung der INPUT- und OUTPUT- Größen der Teilstationen (Material-, Energie- und Informationsfluß);
- ⌚ Untersuchung dieser Größen nach Aufgabe und Wirkung;
- ⌚ Untersuchung und Bestimmung der Funktions- und Baueinheiten des (Teil-) Automatisierungssystems unter Berücksichtigung der Betrachtungsebenen System - Einrichtung - Gruppe - Element;
- ⌚ Erstellung einer Anforderungsanalyse zu den Betrachtungsebenen (Aufgaben und Anforderungen aller Ebenen);
- ⌚ Betriebsbedingungen für einen anforderungsgerechten Material-, Energie- und Informationsfluß bestimmen;
- ⌚ Wichtige Betriebszustände des (Teil-) Automatisierungssystems (z.B. Bereitstellung der Energieversorgung)
- ⌚ Sicherheitsanforderungen für den Betrieb des (Teil-) Automatisierungssystems.

Ebenen und Anordnung der Lerninhalte für dieses Unterrichtsbeispiel

1. Schritt

Die Eindringtiefe bei der Vermittlung der Lernziele und -inhalte erfolgt auf der Ebene des Orientierungs- und Überblickswissens. Für die Anforderungen und Merkmale des Automatisierungssystems wird ein grundsätzliches Verständnis für das komplexe System bei den Schülern herausgebildet. Um dieses Systemdenken zunächst beizubehalten und etwas tiefer in den Aufbau des Systems einzudringen wird die Integration der unterschiedlichen Baugruppen und Komponenten in den Teilstationen untersucht. Dabei sollen zunächst einmal elektrische und pneumatische Komponenten unterschieden werden. Die Bestimmung erfolgt unter Berücksichtigung der Bereitstellung der jeweiligen Energieform für die Baugruppen. Für den Anschluß der Baugruppen zu den Versorgungsquellen sind Verbindungen mit einer unterschiedlichen farblichen Kennzeichnung auf den Stationen genutzt worden. Die Schüler erhalten die Aufgabe diese unterschiedliche Kennzeichnung zu deuten und damit näher in den Energie- und Informationsfluß einzudringen. Eine optimale Darstellungsart erscheint die Nutzung eines Technologieschemas in Form einer graphischen Draufsicht auf die jeweiligen Stationen (siehe Abb. 3-3), da so die farbliche Kennzeichnung auf den Arbeitsblättern beibehalten werden kann (siehe Anhang S. A 1ff.: Arbeitsblätter).

2. Schritt

Als darauffolgende Arbeitsaufgabe schließt sich die Benennung und Kennzeichnung der Komponenten und Baugruppen der Teilstationen an. Durch den Anschluß der entsprechenden Versorgungsleitungen und der notwendigen Schnittstellenkabel kann die Arbeitsweise der Aktoren durch Beaufschlagung mit Druck per Hand verdeutlicht werden. Ebenso können die Sensorsignale optisch durch eine LED auf der E/A-Kopplung angezeigt werden. Diese teilweise erprobende Herangehensweise an die Funktionsweise der Sensoren und Aktoren läßt Rückschlüsse auf die Eigenschaften und deren grundsätzliche Arbeitsweise sowie auf die Anforderungen beim Einsatz zu, ohne detailliert auf die genaue Wirkungsweise einzugehen (siehe Anhang S. A1ff.: Arbeitsblätter). Die bereitliegenden Stationsunterlagen, besonders der Umgang mit elektrischen und pneumatischen Stromlaufplänen, können diesen Erkenntnisprozeß unterstützen und das selbständige Bearbeiten der Lernaufgaben fördern.

3. Schritt

Die Vertiefung der Funktionsanalyse der Teilstationen wird anschließend im Zusammenspiel der einzelnen Komponenten in Form eines Weg-Schritt-Diagramms fortgesetzt. Die Bewegung der Aktoren mit ihren Anfangs- und Endpunkten sowie den zeitkritischen Bewegungsabläufen wird jetzt präzisiert und als Ablaufolge dargestellt. Unter Berücksichtigung der Sensorsignale kann der Start bzw. das Ende des Bewegungsablaufs sehr gut graphisch dargestellt werden. Die konsequente Verwendung der jeweiligen Signale im Weg-Schritt-Diagramm bildet die Grundlage dafür, daß diese Darstellungsform für die SPS-Programmierung bei der Erstellung eines Funktionsplanes genutzt werden kann (siehe Anhang S. A 1ff.: Arbeitsblätter).

4. Schritt

Nun erfolgt eine nochmalige Vertiefung der Lerninhalte in die Ebene des Detail- und Funktionswissens. Durch die bereits beim Umgang mit dem Automatisierungssystems gewonnenen Erkenntnisse wird die Funktion und der innere Aufbau der Baugruppen und Komponenten erklärt. Der Einsatzzweck wird jetzt genau bestimmt (siehe Anhang S. A 1ff.: Arbeitsblätter).

Skizze des Unterrichtsverlaufs

Stunden	Inhalt	Unterrichtsverlauf und Bemerkungen
4	Bestimmung und Kennzeichnung der Elemente der Sensorik und Aktorik mit der Kurzbezeichnung im Technologieschema / Unterscheidung zwischen elektrischen und pneumatischen Baugruppen / Bereitstellung der unterschiedlichen Energieformen mit farblicher Kennzeichnung / Bestimmung der Signale für das Bedienfeld	Vorstellung der Aufgabenstellung durch den Lehrer laut Arbeitsblatt 4/ Gruppenbildung und Zuordnung zu den Teilstationen des MPS 2000 / Selbständige Gruppenarbeit / Hilfestellungen und zusätzliche Erläuterungen zur Bewältigung der Aufgabenstellung durch den Lehrer / Präsentation der Ergebnisse durch die Gruppen mit Hilfe von Folien

4	Beschreiben der technischen Möglichkeiten und Eigenschaften der einzelnen Baugruppen / Erstellung einer Bauteilliste mit der Kennzeichnung / Anforderungen beim Einsatz / Technische Angaben	Bekanntgabe der Aufgabenstellung durch den Lehrer laut Arbeitsblatt 5/ Arbeit in den Gruppen, wobei die Zusammensetzung der Gruppen nicht geändert wurde / Erläuterungen zur Nutzung der Stationsunterlagen / Präsentation der Gruppenergebnisse / Zusammenfassung 1. und 2.
4	Zusammenspiel der Bauglieder und Arbeitseinheiten / Erstellung eines Weg-Schritt-Diagramms für die Teilstationen / Bestimmung der Anfangs- und Endpunkte mit den dazu-gehörigen Signalen der Sensor- und Aktorebene	Bekanntgabe des neuen Lernauftrages laut Arbeitsblatt 6 / Hinweise zur Vorgehensweise / selbständige Gruppenarbeit / Vorstellung der Arbeitsabläufe und Diskussion der Ergebnisse / Demonstration mittels Folien für die gesamte Klasse
6	Fortsetzung der Gruppenarbeit laut Aufgabenstellungen der Arbeitsblätter / Präsentation der Projektergebnisse und Zusammenfassung	Innerer Aufbau der Baugruppen erklären und deren Funktion beschreiben / Erstellung einer Kommunikationsanalyse zwischen Station und Steuerung - Schnittstellenbetrachtung

Reflexion der vorgestellten Unterrichtseinheit

Die direkte Arbeit am Montageautomatisierungssystem hat die Neugier und das technische Interesse bei den Schülern geweckt. Der direkte Bezug zur Technik und Arbeit war vorhanden und somit war auch die Motivation für die Bewältigung der Lernaufgaben gegeben.

Die Zusammensetzung der Arbeitsgruppen wurde durch den Lehrer bewußt heterogen gewählt, damit alle Schüler der Klasse das Erfolgserlebnis einer eigenständig gelösten Aufgabe erhalten. Um durch die Gruppenarbeit die Teamfähigkeit herauszubilden, wurden die Gruppen während der unterschiedlichen Projekte in ihrer Zusammensetzung nicht verändert. Eine Neubildung der Gruppen wäre ohnehin nicht sinnvoll, da durch die kontinuierliche Abfolge der Lernaufgaben das funktionale Verständnis für eine Station nicht vollständig ausgeprägt werden würde. Problematisch erwies sich aber die aus der Klassensstärke resultierende Zahl der Projektgruppenmitglieder. Zwar war dadurch eine arbeitsteilige Bearbeitung der Projektaufgaben möglich, die Kooperation und Koordination untereinander wurde erschwert, da jeder Projektgruppe mindestens 5 Schüler angehörten.

Die Lernaufgaben müssen in der richtigen Reihenfolge und mit einem sorgfältig abgestimmten Umfang gestellt werden, damit eine Demotivierung bei den Schülern vermieden werden kann. Die Stationen werden mit ihrer Komplexität dadurch leichter faßbar und durchdringbar. Einem Teil der Schüler fiel es zunächst schwer, die Aufgabenstellung(en) in konkrete Handlungsschritte für deren Bewältigung umzusetzen. Die selbständige Arbeitsphase mußte durch konkrete Handlungsanweisungen des Lehrers präzisiert werden. Für die erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgaben müssen die Schüler stets zur vollständigen

Bearbeitung ihrer Projektaufgaben angehalten werden. Dies wurde besonders bei der Erstellung des Weg - Schritt - Diagramms deutlich, wo der Funktionsablauf zwar dargestellt wurde, aber die betreffenden Signale in der Funktionsfolge nicht berücksichtigt waren. Nur durch stetiges Hinweisen auf diese Problematik konnte die Einsicht bei den Schülern stärken, daß die Projekte einerseits aufeinander aufbauen und auch wichtige Arbeitshilfen für darauffolgende Projekte (z.B. Erstellen eines SPS-Programms) geliefert werden können.

3.2.2 Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Elektroinstallateur (Erfurt)

Die Einordnung des Unterrichts in das Lerngebiet "Systeme und Anlagen der Automatisierung" erfolgt unter besonderer Berücksichtigung des Lernzielbereichs "Arbeit, Technik und Anforderungen in der Produktionsautomatisierung ". Das Beispiel umfaßt hier exemplarisch drei Stunden und rückt Inhalte zum Themenfeld "Aufgaben und Eigenschaften der Bauteile von Automatisierungsanlagen" in den Mittelpunkt. Dazu gehören wiederum "Verbindungsprogrammierte Steuerungen", "Programmierbare Steuerungen" (SPS oder DDC), "Sensoren" und neben weiteren Inhalten "Aktoren".

Ausgangssituation

Die Klasse war mit 28 Schülern recht groß und neigte leicht zur Unruhe. Der bisherige Unterricht bot inhaltlich kaum Ansätze zum Einsatz realer Objekte als Anschauungsmittel, so dass zu erwarten war, dass das Interesse der Schüler merklich besser würde. Die erste Stunde war für die Erarbeitung des DDC-Prinzips vorgesehen. Die Schüler hatten bereits Grundkenntnisse über den Komplex "Steuerung/Regelung" sowie SPS. Damit war eine gute Grundlage für die Erarbeitung vorhanden. Die beiden nächsten Stunden waren für die Erarbeitung der Grundlagen der Sensorik und die Wirkungsweise der Sensoren für die Weg- und Winkelmessung sowie die Temperaturmessung geplant. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, die Grundkenntnisse der Elektrotechnik bewußt auf die Sensorik anzuwenden. Neben dem Orientierungswissen (stand bis dahin im Unterricht im Vordergrund) wurde jetzt auch Detailwissen erarbeitet.

Als Medien sollten insbesondere das Tabellenbuch, Lehrbücher, Folien und vor allem reale Objekte (Gekapselte Sensoren, Thermoelement, Pt-, PTC-, NTC-Widerstand, Grenzwertschalter eines Warm-Wasserbereiters, Temperaturregler eines Kühlschrankes usw.) zum Einsatz kommen.

Unterrichtsablauf (Kurzprotokoll)

1. Stunde: Prinzip des DDC; Wiederholung "Signal", "Information" (Gruppenarbeit mit max.4 Schülern), Erklärung der Begriffe mit eigenen Aufzeichnungen, Tabellenbuch, Lehrbuch, Einteilung der Themen nach Gruppen, Beispiele und Vergleich der Signale (Vor-,Nachteile); Begriff DDC und Prinzip und fachliche Klärung (Unterrichtsgespräch), Quasianalogbetrieb Vergleich mit SPS; Struktur einer Anlage, Übersichtsplan, Serielle/parallele Übertragung (Folieneinsatz)

2. Stunde: Sensoren, Begriffsbestimmung und Blockbild realer Sensoren - "alte neue"; Einheitssignale, technische und ökonomische Bedeutung, historische Aspekte, U-, I-Wandler, Pegel, Signalpegel, Beispiele analog, diskret (Aufgaben); Sensoren zur Weg- und Winkelmessung, analog: R-, L-, C-Geber (Erarbeitung in kleinen Gruppen), Interpretation der Bemessungsgleichung für R, R-mag und R-C, diskret: digital direkt, inkremental; Zeichnung eines 6-Kanal-Code-Lineales (Tabellenbucheinsatz)

3. Stunde: Weiterführung Sensoren zur Temperaturmessung, Ausdehnungsprinzip, historische Entwicklung, Flüssigkeits-, Tensionsmeßfühler, Bimetall(-auslöser); reale Objekte, Widerstandsmeßverfahren, Berechnungen, Brückenschaltung, PT 100 Halbleiterwiderstand Kennlinien, Einsatzmöglichkeiten von Industriesensoren (Gruppenarbeit an und mit realen Objekten).

Reflexionen des Unterrichtes

Die Behandlung von Lernaufgaben und Unterrichtskomplexen, die den Einsatz realer Objekte ermöglichten, führten zu spürbar mehr Interesse, Lernwillen und Disziplin. Die selbständige Erarbeitung bereitete den Schülern nach wie vor recht große Probleme. Die Anwendung der vorhandenen Kenntnisse und deren Interpretation im Hinblick auf die Sensorik zeigte, daß das Abstraktionsvermögen der Schüler wenig entwickelt war. In der dritten Stunde konnte nur die Temperaturabhängigkeit der Ohmschen Widerstände begonnen werden. Im 3. Ausbildungshalbjahr wird der gezielte und verstärkte Einsatz der nun vorhandenen realen Technik (SPS, EIB, Elektropneumatik von FESTO) Defizite ausgleichen helfen.

3.2.3 Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" im Ausbildungsberuf Zentralheizungs- und Lüftungsbauer (Jena-Göschwitz)

Der Unterricht wird im Rahmen des Lerngebiets "Systeme und Anlagen der Automatisierung" durchgeführt und schließt sich an das Lerngebiet der Grundbildung an. Er erfolgt unter besonderer Berücksichtigung des Lernzielbereichs "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung". Innerhalb dieses Lernzielbereiches werden im dargestellten Unterricht die Inhalte "Grundfunktionen des Programmierens, der Parametrierung und der Programmodjimierung von Anlagen" in den Mittelpunkt gerückt.

Ausgangssituation

In der Klasse der Zentralheizungs- und Lüftungsbauer werden 23 Schüler unterrichtet. Diese Schüler haben etwa je zur Hälfte einen Realschulabschluß bzw. qualifizierten Hauptschulabschluß. Der Unterricht im Lerngebiet "Systeme und Anlagen der Automatisierung" findet an zwei Tagen pro Woche zu jeweils drei Stunden statt.



Abb. 3-4: AUBA-Haus: Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung

Die Inhalte zum Lerngebiet der Grundstufe wurden unmittelbar vor diesem Unterricht bearbeitet. Ebenso bereits Teilbereiche und Inhalte dieses Lerngebiets zur Fachstufe 1, wie z.B. die Leitlernziele "Komplexe Systeme der Gebäudeautomatisierung" oder "Aufbau von Anlagenkomponenten und Baugruppen".

Inhaltliche Einordnung und Planung des Unterrichtsbeispiels

Im Rahmen des Unterrichtes soll innerhalb des Inhaltsbereichs "Programmierung, Parametrierung und Programmoptimierung von Anlagen" das Teilgebiet "Zeitprogrammierung" einen Schwerpunkt bilden. Wie bereits andere Teilgebiete des Lerngebiets wird auch dieses eingeordnet in das Gesamtprojekt bzw.

-system "AUBA-Haus" (siehe Abb. 3-4 sowie Kapitel 3.5 und Anhang S. A 62ff.), und zwar hier speziell bezogen auf das Teilsystem der Heizungsanlage im Einfamilienwohnhaus.

Dem Unterricht war unmittelbar eine Doppelstunde vorausgegangen, wo die Rolle und Aufgabe des Zeitplangebers sowie Systeme mit Vorrangschaltung durch einen Schülervortrag wiederholend dargestellt wurden. Diese Wiederholungsphase war gleichzeitig als Übungsphase gedacht und angelegt. Zur Vorbereitung und im Vorfeld des Unterrichts wurde ebenso jedem Auszubildenden eine Aufgabe im Sinne einer Hausaufgabe gegeben. So sollten die Zeiten und der Umfang des Heizung- und Warmwasserbedarfs im eigenen Haushalt für eine Woche ermittelt und dokumentiert werden.

Beispiel der Dokumentation eines Auszubildenden

		Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Heizung	I	05:00 - 07:20	05:00 - 08:00	05:00 - 07:20	05:00 - 07:20	05:00 - 07:20	07:00 - 12:00	08:00 - 12:00
	I	15:00 -	18:00 -	15:00 -	17:00 -	15:00 -	13:00 -	13:00 -
	I	22:00	22:00	22:00	22:00	24:00	24:00	22:00
Warmwasser	I	04:00 - 05:00	06:00 - 07:00	07:00 - 08:00				
	I	13:30 -	16:30 -	13:30 -	16:30 -	13:30 -	08:30 -	09:30 -
	I	22:00	22:00	22:00	22:00	24:00	24:00	22:00

Entsprechend der Themenstellung wurden für den Unterricht im einzelnen folgende Leitlernziele formuliert:

- ⌚ Das Beherrschung von Grundfunktionen des Programmierens, der Parametrierung und Programmoptimierung von Regelungen an Kleinkesselanlagen
- ⌚ Kennenlernen der Heizungsverordnung und der dort vorgegebenen Normen und Grenzwerte.

Um diese Ziele zu erreichen sollte zum einen als Medium auf das "AUBA-Haus" Bezug genommen werden; vorwiegend in der Form von Folie n (siehe Abb. 3-4 sowie Kapitel 3.5 und Anhang S. A 62ff.). Zum anderen sollten im wesentlichen Medien der Praxis eingesetzt und verwendet werden. So sollte insbesondere als Medium die "Digital-Microcomputer-Schaltuhr der Regelung Viessmann Trimatic-MC" zum Einsatz kommen, da dieses Modell etwa seit 1990 in Thüringen weit verbreitet ist und die Auszubildenden bei den Kunden häufig hiermit konfrontiert werden und hieran Programmier- und Einstellarbeiten vornehmen müssen. Da die Aufgabenstellungen insgesamt möglichst handlungsorientiert bearbeitet werden sollen, wird der Unterricht anteilig im Heizung- und Lüftungslabor durchgeführt.

Unterrichtsablauf (Kurzprotokoll)

Der Unterricht beginnt mit einem Schülervortrag, in dem die Auszubildenden ihre Ausarbeitungen vorstellen. In der Diskussion verteidigen sie ihre zeitliche Staffelung, wobei das besondere Augenmerk bei der Vorrangschaltung der Warmwasseraufbereitung liegt, die zu einem zeitlich begrenzten "Ausfall" der Heizung führt. Als Aufgabenstellung werden Parametrierungsmöglichkeiten für Systeme mit Vorrangschaltungen untersucht, die in der Lage sein müssen, den Zeitplan unter bestimmten Bedingungen außer Kraft zu setzen. Hieran schließt sich die Bearbeitung und Ausführung des Programmierauftrages an. Diese erfolgte in der Klasse in der Form von Gruppenarbeit. Das heißt, es wurden vier Gruppen gebildet, so daß in einem sogenannten "Kreisbetrieb" jeweils die folgenden vier Schritte und Aufgaben bearbeitet und durchgeführt wurden:

- (1) Im Experiment wird am Kessel die Zeit bzw. der Zeitraum gemessen, der zum laden und beheizen des Warmwasserspeichers benötigt wird, und zwar ohne das die Umwälzpumpe zur Heizung läuft. Überarbeiten der Tabellen mit dem Ziel, den Heizungsausfall auf solche Zeiten zu legen, die keinen erhöhten Wärmebedarf haben (z.B. nicht zur Zeit der Morgentoilette).
Die Notwendigkeit der Vorrangschaltung der Warmwasseraufbereitung ist begründen.
- (2) Die zweite Gruppe programmiert die Lage der Heizungskennlinie (Richtwerte für mittlere Kesselwassertemperatur). Die berufstheoretische Vorkenntnisse wurden in Unterrichtsstunden vorher erarbeitet und geschaffen.
- (3) Ziel und Aufgabe der dritten Gruppe ist das Analysieren der Wirkungen des Programmwaltschalters. Hier sind zehn Teststellungen und sechs Arbeitsstellungen in ihren Auswirkungen auf den Kessel und die Anlage zu untersuchen und zu beschreiben.
- (4) Von der vierten Arbeitsgruppe wird der vorliegende Zeitplan für die Heizung und Warmwasseraufbereitung eingegeben. Hierzu wurden vorher Übungen zum Einstellen von Wochentag und Uhrzeit durchgeführt. Die Ergebnisse der Gruppe 1 fließen hier als Korrekturwerte ein und sollten entsprechend berücksichtigt werden.

Bei der Bearbeitung dieser einzelnen Aufgaben sollten die Gruppen zusammenarbeiten, so daß ein Informationsaustausch zwischen den Gruppe 1 bis Gruppe 4 erreicht wurde. Gleichzeitig fand zu den Einzel- wie Gruppenergebnissen eine Kontrolle und Bewertung statt, die von den Auszubildenden weitgehend selbstständig und sach- und kundenorientiert erfolgte. Wesentlich war hierbei der Zusammenhang zu den Anforderungen des "AUBA-Hauses".

Reflexion und Zusammenfassung zum vorgestellten Unterricht

Der Verlauf des Unterrichts war durch selbstständige Arbeit gekennzeichnet und hatte neben fachlicher Qualifikation das Ziel, die Teamfähigkeit zu schulen. Dies gelang insbesondere durch den engen Bezug zur

Arbeitspraxis, der durch das AUBA-Haus unterstützt wurde. Die theoretischen Inhalte, wie die zum elektronischen Regelblock oder zur Sensorik und Aktorik, wurden zum Teil als bekannt vorausgesetzt und konnten im praktischen Anwendungszusammenhang sinnvoll vertieft werden. Auch war genügend Zeit zur Übung im Experiment vorhanden, die diese Schülergruppe brauchte und die berufliche Handlungskompetenz förderte.

3.3 Mediendidaktische Erweiterungen für den Unterrichtsein-satz zur Umsetzung der Lernzielbereiche und Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" (C. Butter, Universität Dresden)

Zur mediendidaktischen Umsetzung der Lernzielbereiche und Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" sind an den Modellversuchsschulen praxisnahe kleinere Automatisierungsanlagen in der Modellform von "Modularen Produktionssystemen" (MPS der Firma Festo-Didactic) vorhanden (siehe Abb 3-2 und 3-3). Diese Systeme wurden im wesentlichen im Rahmen des Modellversuchs angeschafft und bestehen in Erfurt z.B. modular aus 5 Stationen. Steuerungstechnisch wird hier in diese Systeme zur Ansteuerung der einzelnen Module zugleich die seit längerem vorhandene SPS S5 - 95 U auf Kompakt-boards (SKB 350/95U der Firma Elbag) einbezogen.

Mit dieser insgesamt kostensparenden Ausstattung ist es möglich, praxisrelevante Tätigkeiten der Facharbeit an den einzelnen Stationen des MPS in den beruflichen Unterricht einzubeziehen. So kann z.B. im Rahmen der Tätigkeiten zur Inbetriebnahme durch das Erstellen und Testen eigener Programme oder durch das Erproben, Erweitern und Anpassen bereits vorliegender Programme das Verständnis für Zusammenhänge in automatisierten Steuerungen vertieft werden. Ebenso lassen sich durch die Fehlersuche und -beseitigung an der Hard- und Software einschließlich der Ursachenanalyse die Befähigungen zur Instandhaltung stärker herausbilden.

Eine moderne Ausbildung der Lernenden in bezug auf automatisierte Produktionssysteme erfordert aber auch, neben der Arbeit an den einzelnen Stationen, das Verständnis und die Arbeitskenntnisse im Zusammenwirken mehrerer Stationen. Verbunden mit den o.g. Tätigkeiten und Zielstellungen gehört hierzu insbesondere eine Kompetenzvermittlung, die sich auf die Informationskopplung bzw. "Vernetzung" von Automatisierungssystemen bezieht. Ein Schwerpunkt im beruflichen Unterricht hätte sich insofern auf die Nutzung industriell üblicher Bussysteme bzw. lokaler Netze zu beziehen, was allerdings aus Kostengründen für die Berufsschulen nicht immer möglich ist.

Von daher wurde auch eine mediendidaktische Erweiterung zu der an den Schulen vorhandenen Unterrichtsausstattung im Sinne einer einfachen und kostengünstigen Lösung angestrebt, die eine Informa-

tionskopplung der MPS-Stationen über die SPS-Standard-Ein-/Ausgänge vorsieht und welche sowohl eine crashfreie Zusammenarbeit der einzelnen Stationen als auch die Übergabe von "Werkstückdaten" ermöglicht. Die Verteilung der elektrischen Signale zwischen den jeweiligen MPS-Stationen mit zugehörigem Bedienpult einerseits und der SPS andererseits soll hierbei jeweils durch ein MPS-SPS-Interface (siehe Anhang S. 117ff. Bild 1) übernommen werden, welches im Eigenbau aus Festo - E/A-Terminals und Pilz-Not-Aus-Schaltgerät herzustellen ist (siehe Anhang S. 117ff. Bild 2).

3.3.1 Hardwarekonzept - Informationskopplung zwischen Stationen des MPS unter Nutzung der Standard-Ein- /Ausgänge der SPS S5 - 95 U

Die verwendete SPS verfügt über 16 digitale Standardeingänge und 16 digitale Standardausgänge. Die Eingänge E 32.0 - E 32.7 und die Ausgänge A 32.0 - A 32.7 sind für die Sensoren und Aktoren der MPS-Stationen reserviert. Die Eingänge E 33.0 - E 33.7 und die Ausgänge A 33.0 - A 33.7 werden vorrangig für das Bedienpult der MPS-Station genutzt und sind am MPS-SPS-Interface teilweise nicht belegt (siehe Anhang S. 117ff. Bild 2).

Zwei freie Eingänge und zwei freie Ausgänge reichen aus, die Signalübertragung für eine crashfreie Zusammenarbeit der MPS-Stationen zu gewährleisten. Werden zusätzlich Datenleitungen bei Vernetzung gewünscht, so muß im vernetzten Betrieb auf einige Schalter und Anzeigelampen am Bedienpult verzichtet werden. Da oft zwischen unvernetztem und vernetztem Betrieb gewechselt wird, sollte das "Umrüsten" durch einen Umschalter im Signalweg zwischen Bedienpult und SPS erfolgen.

Als kostengünstiger Kompromiß bietet sich das Einfügen eines handelsüblichen Datenumschalters (Data-Switch) mit 4 Stück 25-poligen Sub-D-Buchsen zwischen MPS-SPS-Interface und U95-Kompaktboard an, welcher in Stellung "unvernetzt" die ursprüngliche Nutzung der Schalter und Anzeigelampen des Bedienpultes ermöglicht und in Stellung "vernetzt" jeweils 5 Koppelleitungen zur Vorgänger- bzw. Folgestation schaltet und dabei einige Funktionen des Bedienpultes stillegt (siehe Anhang S. 117ff. Bild 3). Zusätzlich zum Data-Switch sind damit pro MPS-Station nur ein Sub-D-Kabel (25p/Stecker-Stecker) zwischen Data-Switch und U95-Kompaktboard sowie ebensolche Kabel zu Vorgänger- und Folgestation (soweit vorhanden) nötig.

Das Einfügen des Data-Switch erfolgt auf der Eingangsseite (zwischen U95-Kompaktboard / Sub-D-Buchse und MPS-SPS-Interface/XIS), weil mindestens 3 Eingänge umgeschaltet werden müssen, während bereits 5 nicht belegte Ausgänge vorhanden sind. Die 5 zur Vernetzung benutzten Ausgangssignale der SPS müssen zum Data-Switch geführt werden. Im MPS-SPS-Interface werden die entsprechenden Anschlüsse der Sub-D-Buchse fest mit nutz baren Anschlüssen des Sub-D-Steckers verbunden (siehe Anhang S. 117ff. Bild 4). Da im ursprünglichen Zustand nur eine Leitung (XIS - Anschluß 7) im

Eingangssignalkabel potentialfrei ist (siehe Anhang S. 117ff. Bild 2), werden zusätzlich die 4 für die 24 V-Spannungsversorgung vorgesehenen Leitungen (XIS - Anschlüsse 1, 13, 14 und 25) potentialfrei gemacht. Dies erfolgt durch Auf trennen der Leiterbahnen unmittelbar an der Sub-D-Buchse im U95-Kompaktboard. Mit dieser Maßnahme ist gewährleistet, daß bei direkter Verbindung des U95-Kompaktboards mit dem MPS-SPS-Interface durch das Eingangssignalkabel (ursprünglicher Zustand der Anlage wie in Bild 1) keine Potentiale zurück auf die Ausgänge wirken können. Allerdings wird damit die Spannungsversorgung der Anlage vom U95-Kompaktboard aus (nur bei ausgeschaltetem Simulator des Kompaktboards wirksam) über das Eingangssignalkabel stillgelegt. Dies ist aber unproblematisch, weil einerseits die am U95-Kompaktboard geschalteten 24 V weiterhin über das Ausgangssignalkabel geführt werden und damit für andere Anwendungen zur Verfügung stehen, andererseits bei allen geplanten MPS-Anwendungen sowieso nicht benutzt werden, denn dafür wird ein externes Netzteil verwendet.

Im vernetzten Betrieb bleiben damit nur zwei Eingänge des Bedienpultes verfügbar (siehe Anhang S. 117ff. Bild 5). Diese Einschränkung kann akzeptiert werden, denn einerseits stehen die wichtigen Funktionen "Ein" (Taster S 101) und "Automatik-/ Schrittbetrieb" (Umschalter S 104) weiterhin zur Verfügung, andererseits kann vereinbart werden, daß die MPS-Stationen zunächst im unvernetzten Betrieb (unter Nutzung erweiterter Bedienpultfunktionen) in "Grundstellung" gefahren werden, bevor der vernetzte Betrieb gestartet wird.

Für die Vernetzung der MPS-Stationen wird zwischen den einzelnen Data-Switch eine 1:1-Signalübergabe vorgesehen. Zur Realisierung der geforderten, teilweise umschaltbaren Signalwege muß der Data-Switch völlig neu verdrahtet werden (siehe Anhang S. 117ff. Bilder 6 und 7). Durch die gleichartigen Anschlüsse am Data-Switch besteht die Gefahr, daß Anschlußkabel vertauscht werden und dies zu unerwünschten Verbindungen oder Kurzschlüssen führt. Aus diesem Grund sollten Anschlußkabel und Buchsen am Data-Switch unverwechselbar (z.B. farbig) gekennzeichnet werden!

3.3.2 Softwarekonzept - Informationskopplung zwischen Stationen des MPS unter Nutzung der Standard-Ein- /Ausgänge der SPS S5 - 95 U

Bei den Betrachtungen zur Software wird grundsätzlich angenommen, daß eine SPS-Station mit einer Vorgängerstation und einer Nachfolgestation vernetzt werden muß. Vereinfachungen der Softwarekonzepte (z.B. für die erste und letzte Station der Modellanlage) können durch Weg lassen bestimmter Teile erfolgen.

Zur Vernetzung werden zwei Steuerleitungen und drei Datenleitungen zwischen den MPS-Stationen verwendet (siehe Anhang S. 117ff. Bild 8). Über die Steuerleitungen teilt die Station der Vorgänger-

station mit, daß sie zur "Werkstückübernahme" bereit ist und erfährt von der Vorgängerstation, daß diese mit der "Werkstückübergabe" fertig ist. Gleichbedeutende Informationen werden mit der Folgestation ausgetauscht.

Auf der Datenleitung D0 werden die gut/schlecht-Informationen der Stationen zusammengefaßt (z.B.: Dicke liegt im Toleranzbereich, Bohrung vorhanden), auf den Datenleitungen D1 und D2 werden Angaben zu Farbe bzw. Material der "Werkstücke" verschlüsselt. Im Interesse einer übersichtlichen und ablaufgerechten Datenerfassung und -übermittlung wird eine einheitliche Signalzuordnung empfohlen (siehe Anhang S. 117ff. Bild 8). Die von der Vorgängerstation übermittelten Daten werden im Merkerbyte 80 gespeichert, während des anschließenden Arbeitsablaufes der Station ggf. überschrieben und nach Abschluß des Arbeitsablaufes im Merkerbyte 81 zur Weitergabe bereitgestellt. Eine Trennung in Ein- und Ausgabebyte erhöht die Sicherheit und ist vor allem eine große Hilfe bei der Funktionskontrolle mittels Zustandsanzeige am PC. Für die Zuordnung der Ein- und Ausgänge zu den Merkern (Merkerbytes 80 bzw. 81) werden die Funktionsbausteine DATEIN und DATAUS verwendet, die für alle Stationen einheitlich sind.

Die bisher getroffenen Vereinbarungen sind noch keine Garantie für einen crashfreien Betrieb mit ordnungsgemäßem Arbeitsablauf. Dieser kann nur durch zweckmäßige Programme und eine dazu passende Bedienreihenfolge gewährleistet werden. Für den vernetzten Betrieb mit Datenübergabe wird deshalb ein allgemeiner Ablauf als Grundlage für alle Steuerprogramme der MPS-Stationen empfohlen (siehe Anhang S. 117ff. Bild 9), der nachfolgend näher erläutert wird.

Die Betriebsbereitschaft der Station X wird durch Entriegeln des Not-Aus-Schalters am Bedienpult vorbereitet und durch anschließendes Betätigen des Starttasters hergestellt (Start-merker M 70.0 wird gesetzt). Befindet sich die Station X in "Grundstellung" (crashfrei!) und ist kein "Werkstück" in der Aufnahme, so wird der Schritt "Teilübernahme" aktiviert. Nach der "Teilübernahme" erfolgt die Datenübernahme von der Vorgängerstation. Hierzu wird der Funktionsbaustein "DATEIN" aufgerufen und zur Sicherheit eine Übernahmezeit eingefügt. Wenn die Folgestation bereit ist, kann nunmehr der Arbeitsablauf der Station X gestartet werden. Innerhalb dieses Arbeitsablaufes wird das "Werkstück" an die Folgestation übergeben und u.U. müssen die Daten im Merkerbyte 80 durch aktuell erfaßte Daten überschrieben werden (Teil schlecht!). Ist der Arbeitsablauf der Station X beendet, so erfolgt die Datenbereitstellung für die Folgestation durch Aufruf des Funktionsbausteins "DATAUS" und Starten einer Übergabezeit. Ist die Folgestation fertig, so kann erneut ein "Werkstück" übernommen werden. Ein Ausschalten mittels Bedienpult ist wegen fehlender freier Eingänge nur über den Not-Aus-Schalter möglich.

Dieser allgemeine Ablauf setzt hinsichtlich der Bedienung voraus, daß die vernetzten Stationen im Grundzustand sind und daß alle Teile entfernt sind. Zunächst werden die Stationen wie oben dargestellt gestartet, und erst danach wird **ein** "Werkstück" in das Magazin der 1. Station ("Ver teilen") eingelegt. Das nächste "Werkstück" wird jeweils dann eingelegt, wenn der Arbeitsablauf der Folgestation abgeschlossen ist.

Auf Basis dieser "Bedien- und Ablaufphilosophie" wurden für die Stationen "Verteilen" und "Prüfen" jeweils drei Beispielprogramme mit Vernetzung (Programme mit gleicher Nummer wirken zusammen!) und folgenden Eigenschaften entwickelt und getestet (die Analogwerterfassung der Station "Prüfen" wurde nicht verwendet; die Programme können bei Bedarf von den Schulen zur Verfügung gestellt werden!):

- vert12 bzw. prue12: - ohne Datenübertragung, Anzeige von Bereitschafts- und Grundstellung
- vert11 bzw. prue11: - mit Datenübertragung, Anzeige wie Nr.12
- vert10 bzw. prue10: - wie Nr.11, zusätzlich Umschaltmöglichkeit zwischen Automatikbetrieb und Schrittbetrieb sowie Kontrollanzeige für fehlende Vernetzungssignale.

3.3.3 Didaktisch-methodische Hinweise zum Einsatz des MPS-FESTO Modells im Unterricht der Industrieberufe

Als Einstieg in die Arbeit an der MPS-Modellanlage sollte das Erkunden des technologischen Ablaufs benutzt werden. Hieraus lassen sich Projektideen entwickeln bzw. kleinere Aufgaben ableiten. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß insbesondere die Analyse komplexer Programme ohne eine intensive Vorbereitung der Lernenden meist wenig erfolgreich ist. Deshalb sollten in einer ersten Phase zunächst die technologischen Abläufe an einer einzelnen MPS-Station ohne deren Vernetzung im Mittelpunkt stehen, wobei natürlich die kritischen Stellen für das Zusammenarbeiten mit den Nachbarstationen (Crashgefahr) vorausschauend erfaßt werden können. Durch schrittweises Erstellen und Erproben eigener Programme sind die Lernenden somit gezwungen, sich intensiv mit den Arbeitsabläufen der MPS-Stationen und möglichen "Bedienphilosophien", mit der Funktion von Sensoren und Aktoren sowie den Eigenschaften der Software zu befassen. Sie sammeln dabei Erfahrungen im Bedienen der Software, im Programmieren und Analysieren von Programmschritten in der verwendeten Sprache und Vertiefen ihr Wissen hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen Programm und Arbeitsablauf.

In einer zweiten Phase sollte die Vernetzung im Mittelpunkt stehen. Das Weiterentwickeln der selbst erstellten Programme mit einer eigenen, für alle Stationen nutzbaren "Bedien- und Vernetzungsphilosophie" stellt ein relativ hohes Anspruchsniveau dar und kann nur für leistungs starke Lernende empfohlen werden. Als Möglichkeiten der Vereinfachung bieten sich z.B. an:

- die Nutzung des allgemeinen Ablaufs bei Vernetzung (siehe Anhang S. 117ff. Bild 9),
- die Verwendung der Funktionsbausteine (DATEIN und DATAUS) zur Datenübertragung,
- die Vernetzung ohne Datenübertragung.

Dabei können die hier entwickelten Programmvarianten (mindestens vert12 und prue12) nur als Hilfestellung und Anregung mitbenutzt oder auch als Grundlage für eine Anpassung und Erweiterung (z.B. hinsichtlich anderer Ausstattungsvarianten, ergänzender Anlagenfunktionen, veränderter Bedienphilosophie usw.) verwendet werden. Gerade die Erprobung und Anpassung bzw. Erweiterung ist für die zu-

künftige Berufstätigkeit relevant, bei den entwickelten Programmen für viele Lernende auch ausreichend anspruchsvoll und damit im Sinne der eingangs genannten Zielstellungen bedeutsam.

Mit den beispielhaft angedeuteten Aufgaben kann gleichzeitig die Befähigung zur Ursachenanalyse und -beseitigung bei abweichendem Verhalten weiter herausgebildet werden. Das Bewältigen dieser Aufgaben erfordert, daß die jeweilige "Bedien- und Vernetzungsphilosophie" genau aufgeklärt bzw. festgelegt und kontrolliert wird. Dies ist unmittelbare Voraussetzung für das Erkennen abweichenden Verhaltens. Auch bei der Programmentwicklung und -erprobung, sowie -anpassung und -erweiterung treten häufig Situationen auf, in denen das gezeigte Verhalten vom erwarteten abweicht. Obwohl meist Programmfehler Ursache dafür sind, bestehen dennoch häufig Zusammenhänge mit dem Zeitregime bestimmter Arbeitsabläufe, den Toleranzen bestimmter Bauteile, mangelhafter Justage usw. In diesen Fällen werden beim Lernenden Denkprozesse und Arbeitstätigkeiten ausgelöst, welche für die Fehlersuche und -beseitigung bedeutsam sind.

Eine systematische Fehlersuche am komplexen Lerngegenstand könnte in einer dritten Phase der Ausbildung im Mittelpunkt stehen. Dies kann durch Veränderungen an Programmen (z.B. Änderung der Zuordnung oder Abfrage eines Sensors) oder/und Manipulationen an der Hardware (z.B. Abdecken, Lockerschrauben oder Dejustieren eines Sensors, Simulieren eines Kabelbruchs, Austausch eines intakten gegen ein defektes Bauteil usw.) vorbereitet werden. Günstiger aber auch aufwendiger und teurer ist natürlich ein speziell nachgerüsteter Fehlersimulator.

Obwohl mit dem vorgestellten Vernetzungskonzept eine Reihe von Einschränkungen gemacht werden, bietet es dennoch genügend Freiraum für unterschiedliche Unterrichtskonzepte, besonders auch für die Projektarbeit und verschiedene Formen selbstgesteuerten Lernens. Die Aufgabe des Lehrers besteht vor allem darin, Aufgaben so auszuwählen bzw. Projektideen und -realisierung derart zu beeinflussen, daß die Lernenden bzw. Lerngruppen echt gefordert aber nicht überfordert werden. Dazu konnten hier nur einige Anregungen gegeben werden.

3.4 Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" in der Fachstufe 2 (Schuljahr 1997/98)

Die Umsetzung des neuen Lerngebietes "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" für die Fachstufe 2 setzt die Ausbildung in den Industrieberufen in den entsprechenden Lernzielbereichen der Lerngebiete in der Grundstufe und Fachstufe 1 fort. Im Unterschied zu den Erprobungen der anderen Lerngebiete wird dieses Lerngebiet erstmalig umgesetzt. Die folgenden Unterrichtsbeispiele vermitteln einen Einblick in diese Umsetzung, die je exemplarisch die Ausbildung in den Metall- und Elektroberufen berücksichtigen.

3.4.1 Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Inbetriebnahme von Automatisierungs-Stationen" im Ausbildungsberuf Energieelektroniker - Fachrichtung Betriebstechnik (Erfurt)

Ausgangssituation

Der Unterricht wurde als Projekt mit einer Klasse Energieelektroniker für Betriebstechnik (23 Schüler) im dritten Ausbildungsjahr realisiert. Die existierenden sieben Arbeitsgruppen arbeiteten jeweils an einer Automatisierungs-Station der MPS-Anlage, so daß zwei bzw. drei Arbeitgruppen miteinander konkurrierten. Die Teams besaßen bereits aus dem vorhergehenden Jahr Erfahrung in der Gruppenarbeit und im selbständigen Lösen anspruchsvoller Aufgaben. Die Schüler hatten sich bisher grundlegende Kenntnisse zur Technik und Funktion der Anlagenhardware erarbeitet. Sie waren in der Lage, einfachere automatisierungstechnische Projekte mit Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungen zu realisieren.

Der Unterrichts- und Projektzeitraum erstreckte sich von November 1997 bis Februar 1998 und umfaßte vier Blockwochen mit jeweils sieben Unterrichtsstunden.

Den Schülern stand eine umfangreiche technische Dokumentation zu der Automatisierungsanlage sowie automatisierungstechnische Literatur zur Verfügung. Das Steuerungsprogramm für die einzelnen Stationen war mit der Software "S5 für Windows" zu entwickeln. Um die Dokumentation anzufertigen, konnten die Auszubildenden auf übliche Text- und Zeichenprogramme zurückgreifen.

Aufgabenbeschreibung und Projektphasen

Zu Beginn wurde von dem Lehrer und den Schülern nochmals die Anlagenfunktion betrachtet und davon ausgehend gemeinsam die folgende Projektaufgabe formuliert:

Setzen Sie die Stationen 1, 2 und 3 der Anlage MPS-Plus in Betrieb.

Die einzelnen Stationen arbeiten im Inselbetrieb. Die zu realisierende Steuerung soll der Aufgabe der jeweiligen Station innerhalb des Gesamtsystems gerecht werden.

Beziehen Sie in Ihre Überlegungen ein, daß innerhalb der nächsten Lernaufgaben die Kopplung der Stationen untereinander vorgesehen ist!

Gewährleisten Sie die volle Funktionsfähigkeit der Stationshardware im Projektzeitraum!

Entwickeln Sie ein Steuerungsprogramm für die Station!

Erstellen Sie eine Dokumentation zur Station, die es dem Facharbeiter ermöglicht, die Station zu betreiben, Fehler zu beheben und Anpassungen der Steuerung vorzunehmen.

Präsentieren Sie die erzielten Ergebnisse als Team vor der Klasse!

Nach der Klärung und Diskussion dieser Aufgabe wurden Teams gebildet und den einzelnen Stationen zugeordnet. Eine grobe zeitliche Planung wurde ausgearbeitet und zwischen den Arbeitsgruppen abgestimmt. Anschließend begannen die Arbeitsgruppen mit dem selbständigen Erarbeiten der Aufgaben und Lösungen.

Am Anfang und am Ende jeder Blockwoche berichteten die Teams zum aktuellen Arbeitsstand und den zu lösenden Aufgaben. Dadurch hatten alle Schüler einen Überblick im laufenden Projekt und der Lehrer konnte bei zeitlichem Verzug einzelner Gruppen aktiv eingreifen, um im geplanten Zeitrahmen zu bleiben.

Weitere Aufgaben des Lehrers in dieser Phase waren, ein reibungsloses Arbeiten an den PCs zu gewährleisten, den Schülern bei Justierungs- und Reparaturaufgaben an den Stationen zu assistieren, bei spezifischen Problemen des Steuerungsentwurfs zu helfen und die Teams bei der Fehlersuche zu unterstützen. Der Lehrer beobachtete und griff möglichst nur auf Anforderung der Schüler in deren Arbeit ein.

Während der gesamten Projektentwicklung zeichnete sich ab, daß in den Gruppen arbeitsteilig gearbeitet wurde. Während an der Station angepaßt wurde, beschäftigten sich andere bereits mit dem Steuerungsprogramm oder der Dokumentation (siehe Anhang S. A 10ff.: Schülerdokumentationen). Das bedeutete, die Schüler mußten zu Beginn in Beratungen das Problem analysiert und die einzelnen zu lösenden Aufgaben koordiniert haben. In der letzten Projektwoche bekam jedes Team zwanzig Minuten, um die Ergebnisse ihrer Arbeit den anderen Schülern vorzustellen. Es waren die Funktionsfähigkeit der entwickelten Steuerung zu demonstrieren, spezifische Anpassungen zu erläutern und auf besondere Probleme bei der Lösung hinzuweisen. Die anderen Schüler konnten Fragen an die Gruppen stellen. Die konkurrierenden Teams hatten die Möglichkeit auf Schwächen zu verweisen und Ergänzungen oder Verbesserungen vorzunehmen. Alle Schüler waren durch den Lehrer aufgefordert, sich aktiv an der Bewertung der Leistungen zu beteiligen.

Nach Abschluß des Projektes erhielten die einzelnen Teams die vollständigen Schülerdokumentationen zu allen einzelnen Stationen (siehe Anhang S. A 10ff.: Schülerdokumentationen).

Reflexion des Projektes

Es war die erste Arbeit der Schüler, bei der sie von Beginn an selbst alle Fäden in den Händen hielten. Es zeigte sich, daß sie sehr wohl in der Lage sind, eine anspruchsvolle Aufgabe selbstständig zu lösen. Spezifische Kenntnisse für Teilaufgaben eigneten sie sich selbst an. Sie bewiesen Teamfähigkeit und ein großes Engagement bei der Umsetzung ihrer Ideen. Die Arbeitsgruppen integrierten alle ihre Mitglieder, unabhängig von deren Leistungsfähigkeit. Sie verstanden es, die Fähigkeiten der einzelnen im Interesse der Aufgabe effektiv zu nutzen. Auseinandersetzungen in den Teams zu Kompetenz und Mitarbeit traten auf, aber alle Konflikte konnten ohne äußere Eingriffe in den Gruppen selbst gelöst werden. Die Präsentation der Lösungen zeigte aber, daß sie ungeübt sind, wenn es darum geht, etwas in freier Rede vorzustellen und zu erläutern. Weiterhin wiesen die Dokumentationen zum Teil deutliche Schwächen hinsichtlich des korrekten Gebrauchs der deutschen Sprache auf. Die graphische Darstellung der Ablaufsteuerungen ist ebenfalls in einigen Fällen verbesserungswürdig. Inhaltlich zeigten die Lösungen, daß die Schüler die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzen, die später im Beruf verlangt werden. Teilweise gingen die Anforderungen des Projektes sogar über Facharbeiterniveau hinaus. Insgesamt wurde die Qualität der erzielten Ergebnisse mit gut bewertet.

Die Belastung des Lehrers ist innerhalb der Projektphase sehr hoch. Er muß in der Lage sein, mehrere verschiedene Projekte mit unterschiedlichsten Lösungsansätzen (im konkreten Fall sieben!) inhaltlich über den gesamten Zeitraum voll zu begleiten. Bei einer so großen Schülerzahl besteht auch keine Möglichkeit, die Anzahl der Teams zu reduzieren, da sich dann mancher Schüler zurückziehen würde. Aus schulorganisatorischen Gründen ist es leider nicht möglich, die Klasse zu teilen. Für den Lehrer bedeutet ein solches Projekt auch, daß er neben der inhaltlichen Vorbereitung und Präsenz ständig gefordert ist, den reibungslosen Unterrichtsablauf sicherzustellen. Und dieser ist bereits gefährdet, wenn ein oder zwei Rechner ausfallen oder ganz und gar an der Anlage MPS plus Probleme auftreten. Spätestens in einer solchen Situation kommt die Arbeit der Schüler ins Stocken oder noch schlimmer zum Erliegen. Die Stunden des Projektunterrichts bedeuten für den Lehrer eine Belastung an der Leistungsgrenze.

Schlußfolgerungen aus dem Projekt

Die Schüler können anspruchsvolle, umfangreiche Aufgaben selbstständig mit gutem Ergebnis lösen, wenn sie bereits Erfahrungen an kleineren Projekten gesammelt haben. Neben der Fachkompetenz fördert eine schwierige Aufgabe in hohem Maße die soziale Kompetenz. Es müssen unbedingt auch andere Bildungsbereiche in die Projektarbeit integriert werden (besonders Deutsch, aber auch Technische Kommunikation u.a.). Die jeweiligen Fachlehrer sind in die Realisierung der Aufgabe aktiv einzubinden. Jedes Projekt bedarf einer sorgfältigen Planung und ständiger Erfolgskontrolle. Eine solche Projektarbeit erfordert neue schulorganisatorische Strukturen und technische Voraussetzungen (Raumnutzung, Stundenverteilung, Verfügbarkeit und Funktionsfähigkeit (!) von Arbeitsmitteln). Die Veränderung der Unter-

richtsgestaltung für den Schüler erhöht die Anforderungen an den Lehrer deutlich. Projektarbeit ist ohne Neugestaltung der Lehrerarbeit nicht denkbar! Dazu gibt es gegenwärtig nur im Ansatz Konzepte.

3.4.2 Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Industrieroboter in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Industriemechaniker der Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik (Jena-Göschwitz)

Ausgangssituation

Der Lernprozeß und die Stoffaneignung erfolgt im 3. Ausbildungsjahr entsprechend dem Lerngebiet und den Inhalten in der Fachstufe 2. Dieser Prozeß ist in seiner Struktur nach den "Wissensebenen" gestaltet und verläuft in mehreren Stufen. Innerhalb der Stufen und Abschnitte der Wissensvermittlung wird gewährleistet, daß der doch sehr komplexe und teilweise das Abstraktionsvermögen der Schüler fordern-de Unterrichtsstoff zur Produktionsautomatisierung den Lernenden effektiv vermittelt werden kann. Der Teil- und Lernzielbereich des Lerngebiets "Arbeit, Technik und Einsatz der Industrieroboter (IR) in der Produktionsautomatisierung" läßt sich wie folgt grob strukturieren:

Industrieroboter als Handhabeeinrichtung

Industrieroboter als Fertigungseinrichtung

Industrieroboter in vernetzten Anlagen der Produktionsautomatisierung

Im vorausgegangenen Unterricht standen Lerninhalte im Mittelpunkt, die im Rahmen der Produktions-automatisierung die Programmierung von Einzelstationen anhand des MPS-Modells als Teiltätigkeit der Facharbeit thematisierten (siehe Unterrichtskonzept). Die technische Kommunikation von vernetzten Anlagen in der Produktionsautomatisierung soll als Themenkomplex im nachfolgenden Unterricht behandelt werden.

Lernzielbereiche und Schüleraufgaben des Unterricht

Nach folgenden Stufen und einzelnen Inhaltsbereichen wird der Unterricht in seiner Makrostruktur gegliedert:

1. Grundlagen: Arbeit, Technik und Einsatz der IR
2. IR im Pick & Place - Betrieb
3. IR- Montage am exemplarischen Beispiel MPS 2000+ (Station Montage)
4. IR- Kommunikation in vernetzten Anlagen der Produktionsautomatisierung.

Der Lernprozeß selbst ist nach den entsprechenden didaktischen Prinzipien in Teilziele strukturiert, die als Lehr- und Lernziele auch für eine weitgehend selbständige Wissensaneignung durch die Schüler bedeutsam sind. Übergreifende Zielsetzungen (Bildungs- und Erziehungsziele) zum Unterricht sind:

- ⌚ Erstellung von Lösungen anhand einer Problem- bzw. Aufgabenstellung
- ⌚ Teamfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit sowie Freude am Lösen von schwierigen Aufgaben
- ⌚ Beherrschung von methodologischen Strukturen (Sicherheit im Umgang mit Fehlersuchstrategien, systematische Vorgehensweise)
- ⌚ Kenntnisse über algorithmische Strukturen der IR- Programmierung, algorithmisches Denkvermögen
- ⌚ Entscheidungsfreude, Genauigkeit, Zuverlässigkeit
- ⌚ Kenntnisse und Wissen über die Arbeitsweise eines Roboters, seine Kinematik und dessen automatisierungstechnische Besonderheiten
- ⌚ Kenntnisse über strukturierte Programmierung mittels PC
- ⌚ Fertigkeiten und Kenntnisse im Umgang mit der "Teaching- Box".

Die einzelnen Ziele und Inhalte berücksichtigen, daß im Bereich der Produktionsautomatisierung der Industrieroboter einerseits immer ein integraler Bestandteil einer vernetzten Produktionsanlage ist (in unserem Fall im MPS-Plus Unterrichtsmodell mit den Stationen Handhaben und Montage). Die Themen sind demzufolge zugleich immer ein Teil des gesamten Lerngebietes wie auch des Unterrichtsprojektes "Programmierung der Einzelstationen". Andererseits sind die Themen jedoch aus folgenden Gründen dort zunächst herausgelöst worden:

1. Die zum Industrieroboter zu vermittelnden Unterrichtsinhalte weichen sehr stark von denen der anderen Stationen ab (z.B. hier IR- Programmierung - dort SPS- Programmierung).
2. Da aus Zeitgründen nicht alle Azubi sämtliche Aufgaben lösen und die Stationen zugleich programmieren können würde dies bedeuten, daß der größte Teil der Lerngruppe keine IR- Programmierung durchgeführt hätte (es erfolgt am Ende dieses Projektes aber eine Zusammenfassung und Ergebnisdarstellung für alle).
3. Der Stoffumfang auf dem Gebiet der Robotersteuerungen ist sehr hoch und bedarf einer gründlichen Vermittlung in einem eignen Unterrichtsprojekt.
4. Im nachfolgenden Stoffgebiet "Kommunikation der gesamten Anlage mittels Industriebus und E/A- Kopplung" erfolgt eine Zusammenfassung, so daß die notwendigen Arbeit und Technikinhalte zur Produktionsautomatisierung in ihrer Komplexität berücksichtigt werden.

Als spezifische Lernziele und Lerninhalte des Unterrichts gelten daher:

- ⌚ physikalisch- technische- und steuerungstechnische Grundlagen der IR- Technik
- ⌚ programmierungstechnische Grundlagen von Industrierobotern
- ⌚ Programmablaufplanung
- ⌚ Erstellen von einfachen Programmen (Pick & Place Betrieb mittels "COSIMIR")
- ⌚ Abfrage von Ein- und Ausgängen am IR- einschließlich Datenwort
- ⌚ Montageaufgaben des IR

C Kommunikation des IR mit den Nachbarstationen.

Der Unterrichtsverlauf selbst gliedert sich in einzelne Abschnitte mit mehreren Grobzielen, um den didaktischen Gegebenheiten des sehr komplexen und abstrakten Unterrichtsgegenstandes Rechnung zu tragen. Gleichzeitig muß der Lernende über praktische Fertigkeiten verfügen lernen, beispielsweise beim "teachen" der notwendigen Positionen. An folgenden Grob- und Teilzielen orientiert sich der geplante Unterrichtsverlauf:

1. Teilziel: Theoretische Grundlagen der IR- Technik (Definition IR, Kinematik, Koordinatensysteme, Schnittstellen usw.)
2. Teilziel: Handhabung der IR- Software (COSIMIR)
3. Teilziel: Der Einsatz des IR als Handhabegerät I (Pick & Place Betrieb- einfache Programme)
4. Teilziel: Der Einsatz des IR als Handhabegerät II (Pick & Place Betrieb- mittels Unterprogrammen und Eingangsabfrage)
5. Teilziel: Der Einsatz des IR als Montagestation (Befehle)
6. Teilziel: Der Einsatz des IR als Montagestation (Kommunikation mit den Nachbarstationen)

Innerhalb der didaktisch differenzierten Unterrichtsabschnitte werden verschiedene Lernaufgaben und Fragen vorgegeben, die von den Schülern weitgehend selbstständig und in kleinen Gruppen zu lösen sind. Im Überblick sind dies die folgenden:

- C Nennen Sie die wichtigsten Arten der IR- Kinematik, welche Zusammenhänge zum Arbeitsraum eines IR bestehen in der unterschiedlichen Kinematik ?
- C Unter welchen Gesichtspunkten ist der Einsatz eines IR in der Produktionsautomatisierung sinnvoll ?
- C Nennen Sie die Gelenkaufteilung eines 6 Achsen Knickarmroboters
- C Was verstehen wir unter einem SCARA - Roboter ?
- C Erklären Sie die Schnittstellen eines IR
- C Nach welchem Grundprinzip arbeitet eine IR- Steuerung ?
- C Was verstehen wir unter dem Begriff "Bahnverschleifen" ?
- C Erklären Sie die wichtigsten Koordinatensysteme der IR- Steuerung. Was verstehen wir unter dem Begriff " TCP" ?
- C Welche Bewegung führt der IR im PTP- und im CP- Betrieb aus ?
- C Erarbeiten Sie sich die wichtigsten Befehle für den Pick & Place Betrieb.

Durchführung und Verlauf des Unterricht

Stunden	Inhaltlicher Verlauf	Methodische Gestaltung
2	<p>1. Teilziel: Theoretische Grundlagen der IR-Technik: - Definition, Einsatzmöglichkeiten, ökonomische Faktoren - IR- Kinematik : TTT-, RTT-, RRT-, RRR- Kinematik - Arbeitsräume, - Koordinatensysteme : Achs-, Weltkoordinaten, TCP(Tool- Center- Point) - IR- Steuerung, Schnittstellen - On-Line/OFF-line, Playback, Teach-IN.</p>	<p>Erarbeitung erfolgt anhand einer globalen Aufgabenstellung im Rahmen des MPS. Die Lernenden kennen bereits den Gesamtlauf bis auf die Station Handhaben / Montage. Es sind nun folgende Aufgaben zu erfüllen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Warum IR? - Arbeitsräume, Bewegung - Welche Koordinatensysteme? - Programmierung - IR-Steuerung - Arbeit mit Lehrbuch und technischer Dokumentation.
1	<p>2. Teilziel: Programmierung von Industrierobotern, Einführung in die IR-Software "COSIMIR".</p>	<p>Bildung der Arbeitsgruppen für die Gesamtaufgabe. Arbeit mit "COSIMIR".</p>
8	<p>3. Teilziel: Handhabeaufgaben des IR : Pick & Place-Betrieb, Erstellen der Befehlsliste anhand der jeweiligen Aufgabenstellung. 1. Werkstücktransfer ausschließlich mittels Achskoordinatenprogrammierung ("Move"-Befehl) 2. Werkstücktransfer mittels geradliniger Bewegung über den Abhol- und Ablagepositionen ("MS"-Befehl) 3. Programmvereinfachungen und -Erweiterungen ("MC", "SP", "TI"-Befehle)</p>	<p>Die in TZ 2 eingeteilten Arbeitsgruppen erstellen mittels "Teachen" am PC eine Positionsliste für den Transfer eines Werkstückes. Diese Liste wird für die Aufgabenstellungen Transfer eines Werkstückes verwendet. Es erfolgt die erste Aufgabe, die in 2 Schritten verändert wird, zwecks Verbesserung und Vereinfachung des 1. IR-Programms. Dies geschieht indem neue Befehle hinzukommen bzw. mittels Austausch durch andere Befehle.</p>
4	<p>4. Teilziel: Handhabeaufgaben des IR mittels Unterprogrammen und Eingangsabfrage: - PAPs, bedingte und unbedingte Sprünge ("GS", "RT", "GT", "ID", "TB"-Befehl) - verschiedene Varianten, Transfer mehrerer Werkstücke - Test mittels "COSIMIR", anschließendes "Herunterladen" an den IR - Erstellung der Positionsliste mittels "Teaching- Box" und Test am Roboter.</p>	<p>Die Realisierung einer Transferaufgabe mittels Unterprogrammtechnik erfolgt zunächst wieder anhand der Aufgabenstellung des 3.Tz. Gleichzeitig erfolgt eine Abfrage Eingangs. Schwerpunkt an dieser Stelle ist der PAP. (Verzweigung bei bedingten Sprüngen). Wird diese Zielstellung durch die Arbeitsgruppen erreicht, erfolgt für diese dann die Erweiterung auf mehrere Werkstücke mit mehreren Eingangsabfragen. Am Ende dieses Abschnittes stellt jede Arbeitsgruppe (i.d.R. 2 Schüler) ihr Ergebnis vor; es erfolgt eine Ergebnisdiskussion.</p>

10	<p>5. Teilziel: Montageaufgaben des IR : Montage eines Kolbens, Feder und Deckel in bzw. auf einen in einer Spannvorrichtung befindlichen Grundkörper: 1. Lageplan erstellen (siehe MPS 2000+) 2. Positionsliste anfertigen 3. Programm erstellen, mittels "COSI-MIR" testen, anschließend herunterladen an den Roboter. 4. Positionen mittels "Teaching-Box" erstellen und speichern. 5. Anlage in Betrieb nehmen. Hinweis: die Stationen 3. und 5. bleiben abgeschaltet! Erlernen weiterer Befehle: "DW", "MA", "PD".</p>	<p>Es erfolgt nochmals eine genaue Beschreibung der einzelnen Montageschritte und deren Besonderheiten. Nachdem die Arbeitsgruppen den Lageplan erstellt und die Positionsliste am PC geschrieben haben, erfolgt die Erarbeitung der noch erforderlichen Befehle. Nun erfolgt die Programmierung entsprechend der Aufgabenstellung und der Test mittels PC. Wenn alle Fehler beseitigt wurden, erfolgen die Arbeitsschritte 3. bis 5 (vergl. 5 Teilziel). Am Ende dieses Teilziels werden durch die Arbeitsgruppen die Ergebnisse präsentiert Gleichzeitig wird eine Ergebnisdiskussion durchgeführt.</p>
20	<p>6. Teilziel: Kommunikation mit den Nachbarstationen Nr. 3 und Nr. 5: 1. Abfrage der Ausgänge von Nr. 3 (Werkstück vorhanden? Farbe / Werkstoff?) 2. Abfrage der Ausgänge von Nr. 5 (Deckel, Feder, Kolben vorhanden ?) 3. Signale an Nr.3 u. Nr.5 (greife zu !) 4. Abfrage des Ausgangs von St. Nr.6 (Prüfvorrichtung frei?) 5. neue Befehle: "EQ", "OT" 6. Studium der technischen Dokumentation 7. Erarbeitung des Gesamtprogramms 8. Test mit "COSIMIR" 9. Herunterladen des Programms 10. Inbetriebnahme der gesamten Anlage</p>	<p>Zu Beginn wird durch die Arbeitsgruppen ein Kommunikationsmuster erstellt (Welche Informationen sind für IR und Nachbarstationen von Bedeutung?). Die Schüler erarbeiten sich mit Hilfe der IR-Unterlagen die erforderlichen Befehle für die Kommunikation. Fixierung der vorgegebenen Aus- und Eingänge von IR- und Nachbarstationen. Abarbeitung der Punkte 7. - 10 Zusammenstellung der gesamten Dokumentation des Projektes; Ergebnispräsentation. Auswertung der Präsentation durch die Schüler. Abschließende Wertung der besten Ergebnisse mit dem IR durch den Lehrer.</p>

Reflexion des Unterrichts

Die Arbeitsergebnisse der Schüler zeigen, daß mit dem geschilderten Unterrichtskonzept gute bis sehr gute Leistungen möglich wurden (siehe Anhang S. A 48ff.: Schülerausarbeitungen). Die in der Unterrichtskizze aufgeführten Stunden sind das Minimum des Zeitvolumens, das benötigt wird, um entsprechende Schülerleistungen zu erzielen. In manchen Klassen wird man auch mehr Zeit benötigen. Die Stoffabfolge wurde insofern gut gewählt, da eine systematische Aneignung von Fachkompetenzen möglich war und die Schüler weitestgehend selbstständig die Aufgaben bearbeiten konnten. Dabei konnte auch auf Kenntnisse zurückgegriffen werden, die bereits in anderen Stoffgebieten/Lerngebieten vermittelt wurden (z.B. PAP, Grundlagen der Automatisierungstechnik). Eine besondere Motivation der Schüler lag in der Tatsache begründet, daß in den einzelnen Teilzielen bei steigendem Schwierigkeitsgrad immer wieder

systematisch auf zuvor Erlerntes aufgebaut und somit zugleich Wissenslücken geschlossen werden konnten. Auch legte die Arbeit in immer wieder neu zusammengestellten Arbeitsgruppen nahe, daß sich die Schüler gegenseitig informierten, Wissen weitergeben und Aufgaben und deren Lösungen erklären mußten. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß die Arbeitsgruppenstärke nicht zu groß gewählt werden darf und auch die Partnerarbeit seine Bedeutung hat. Alle anderen signifikanten Unterrichtsschwerpunkte und -erfahrungen stimmen mit denen überein, die in der Unterrichtsplanung genannt und im Rahmen des vorausgegangenen Unterricht gemacht wurden. Nachfolgend werden einige erreichte individuelle Leistungs- und Verhaltensdispositionen explizit noch einmal dargestellt :

- Kenntnisse über die Einsatzmöglichkeiten von Industrierobotern, besonders unter ökonomischen Gesichtspunkten
- Kenntnisse über die Kinematik und die Arbeitsräume von Industrierobotern
- Kenntnisse über Koordinatensysteme am Industrieroboter, insbesondere TCP
- Fähigkeiten im Umgang mit technischer Software
- Fertigkeiten beim Teachen von Industrierobotern (Handling der Teaching- Box)
- Fähigkeiten der Beherrschung von Algorithmen zur Lösung von Industrieroberaufgaben einfacher Art (Pick & Place)
- Verständnis über Algorithmen zur Lösung von komplexen Industrieroberaufgaben in vernetzten und automatisierten Produktionsanlagen
- Beherrschung von Fehlersuchstrategien im Falle von Havarien und Defekten in solchen Anlagen
- Fertigkeiten bei der Pflege und Wartung vernetzter produktionsautomatisierter Anlagen
- Flexibilität, Anpassungsfähigkeit, Zuverlässigkeit, methodologische Sicherheit, Teamworkfähigkeit.

Abschließend sei noch bemerkt, daß der Unterrichtsverlauf gezeigt hat, wie und warum es möglich ist, die Roboterausbildung wegen ihrer Besonderheiten aus dem Gesamtkomplex zur Wissens- und Kompetenzvermittlung der Produktionsautomatisierung herauszunehmen. Gerade die vernetzten automatisierten Steuerungen weisen Möglichkeiten auf Gesamtzusammenhänge herzustellen und den Überblick zu behalten. Die Auswertung der Ergebnisse der Schülerarbeiten hat außerdem gezeigt, daß der überwiegende Teil der Schüler in der Lage ist, den Roboter als eine vielfältig vernetzte Komponente in verschiedenen Automatisierungsanlagen zu betrachten (siehe Anhang S. A 48ff.: Schülerausarbeitungen). Die guten bis sehr gute Leistungen haben sich auch in den Präsentationen und Prüfungen bestätigt. Ein wichtiger Faktor hierfür war und ist, daß der Stoffinhalt eine sehr stark motivierende Funktion hat und es für die meisten Schüler faszinierend ist, wenn ein "Automatisierungsgerät" eben "automatisch" den Anweisungen folgt, die vom Programm vorgegeben werden. Da Schüler hier spezifisches und übergreifendes Wissen erwerben konnten, halten wir nicht zuletzt deshalb die Ausbildung an und mit Industrierobotern für einen unverzichtbaren Bestandteil des Unterrichts auf dem Gebiet der Produktionsautomatisierung.

3.5 Umsetzung und Erprobung der Lerngebiete "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" in der Fachstufe 2 (Schuljahr 1997/98)

Bei der Umsetzung des neuen Lerngebietes "Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung" für die Fachstufe 2 wurde in den Handwerksberufen einerseits ein Kundenauftrag zur Komfort-Installation eines Einfamilienhauses mit Einliegerwohnung - das AUBA Haus (siehe Abb. 3-4 und Anhang S. A 62ff.) - und andererseits ein "AUBA-Supermarkt" in den Mittelpunkt der Erprobung gerückt. Bereits in der Unterrichtsplanung und in der Fachstufe 1 wurde der Auftrag zum AUBA-Haus als ein gemeinsames Projekt im Ausbildungsberuf Elektroinstallateur und Zentralheizungs- und Lüftungsbauer begriffen. Hierbei mußten neue Erfahrungen in der berufsübergreifenden Kooperation gemacht werden, die nicht immer ideal verlief, da ein Erschweris die verschiedenen Standorte der beiden Modellversuchsschulen war. Ein Anfang wurde damit aber erreicht, der bei dem "AUBA-Supermarkt" ebenso erfolgte und demnächst intensiver fortgeführt werden soll.

Hinsichtlich des AUBA-Hauses wurde von den "berufsübergreifenden" Anforderungen des Einfamilienhaus-Kunden (Bauherr) ausgegangen. Teils bereits in der Fachstufe 1 beginnend sollten insbesondere die Unterschiede in der Arbeit und Technik von "alt und neu" in der Gebäudeautomatisierung praxisnah von den Schülern erarbeitet werden. In der Planung und Ausführung sowie bei der Vermittlung vertieften Fachwissens in der Fachstufe 2 sollten möglichst gewerkeübergreifende Lerninhalte berücksichtigt werden.

Gemeinsame Planungsgrundlage für die Unterrichtsprojekte an den beiden Modellversuchsschulen waren die folgenden Kundenanforderungen, die dann in den jeweiligen Berufen zum Lehr- und Lerngegenstand der Gebäudeautomatisierung wurden.

Elektro-Anforderungen des AUBA-Haus Kunden

Der Bauherr äußert folgende Wünsche und Anforderungen zur Elektro-Installation seines Hauses, die er in nachfolgender Tabelle zusammengefaßt hat. Er betont ferner, daß im gesamten Haus unmittelbar am Eingang jedes Raumes eine Schalter-Steckdosen-Kombination eingebaut werden soll.

Licht-punkte	Steckdosen			Zusatzwünsche	Bemerkungen
	1fach	2fach	3fach		
Keller					
Vorrat	1	2	1	Energiezuleitung	
Keller 1	2	2		Drehstromsteckdose	

	Licht-punkte	Steckdosen			Zusatzwünsche	Bemerkungen
		1fach	2fach	3fach		
Keller 2	1	3				
Keller 3	1	2	1			
Heizung	1	1				
Flur	2	1			Schaltstelle an jeder Tür und am Treppenanfang Erdgeschoß	
Erdgeschoß						
Wohnen	2	2	2	1	Fernseh- und Telefonanschluß	Licht soll sich getrennt stellen lassen Jalousie soll bei starkem Lichteinfall automatisch schließen
Eltern	2	3	2		Telefonanschluß	Jalousie soll bei starkem Lichteinfall automatisch schließen
Kind	2	2	2		Fernseh- und Telefonanschluß	Jalousie soll bei starkem Lichteinfall automatisch schließen
Gast	2	2	2		Fernseh- und Telefonanschluß	
Bad	1	4			Wandbeleuchtung	Spiegelschrank
WC	1	1				
Vorrat	1	2				
Küche	1	3	2		Anschluß für Herd + Spülmaschine	
Flur	3	2				schaltbar von jeder Tür
Eingang	1				einschließlich Treppenbeleuchtung	
vor Eingangstür	1				Hausnummernleuchte mit Bewegungsmelder	
Terrasse	1	1				beide von innen schaltbar
Dach-geschoß						

	Licht-punkte	Steckdosen			Zusatzwünsche	Bemerkungen
		1fach	2fach	3fach		
Wohnen	2		2	1	Fernseh- und Telefonanschluß	Licht unterschiedlich einstellbar
Schlafen	1	2	2		Telefonanschluß	
Kind	1	2	1		Fernsehanschluß	
Küche	2	2	2	1	Elektroherd- und Spülmaschine	
Bad	2	2	2		Waschmaschinenanschluß,	1 Wandleuchte
Balkon	1	1				von innen schaltbar
Flur	1	1				Licht von 3 Stellen schaltbar
Treppenlicht	1					von oben und unten schaltbar

Heizungs- und Lüftungs-Anforderungen des AUBA-Haus Kunden

Für sein Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung äußert der Bauherr des weiteren folgende Wünsche und Anforderungen zur Heizungs- und Lüftungs-Installation:

1. Heizungsanlage:

- Erstellung einer Heizungsanlage für alle Räume
- Warmwasserbereitstellung in Küchen und Bädern
- Fußbodenheizung im Erdgeschoß
- das Einfrieren soll bei Frostgefahr verhindert werden
- Möglichkeit der Außerkraftsetzung der Steuerung
- Urlaubsprogramm
- Möglichkeit, die Heizung von der Dienststelle aus zu aktivieren.

2. Lüftungsanlage:

- Belüftung für Wohn- und Schlafräume
- Entlüftung für Küche und Bad
- Möglichkeit, die Abwärme zu nutzen.

3. Solartechnik:

- Vorschläge und Kostenabschätzung für Nutzung von Solarenergie unterbreiten!

Besondere Heizungs-Anforderungen des AUBA-Haus Kunden

Zum Betrieb der Heizungsanlage legt der Bauherr folgende Wünsche und Anforderungen fest, die er in nachfolgender Tabelle zusammengefaßt hat:

Raum	Betrieb von - bis Montag bis Freitag	Betrieb von - bis Samstag und Sonntag	Bemerkungen
Keller 1, 2, 3	beheizbar bei Bedarf	beheizbar bei Bedarf	
Erdgeschoß			
Wohnen	15.00 - 23.00 Uhr	08.00 - 23.00 Uhr	
Küche	06.00 - 07.00 Uhr, 15.00 - 19.00 Uhr	08.00 - 13.00 Uhr, 15.00 - 16.00 Uhr, 18.00 - 19.00 Uhr	
Kind	06.30 - 07.00 Uhr, 13.00 - 19.00 Uhr	07.30 - 08.30 Uhr, 10.00 - 19.30 Uhr	
Gast	10.00 - 12.00 Uhr	10.00 - 11.00 Uhr, 14.00 - 15.00 Uhr	
Bad	05.30 - 06.30 Uhr, 18.30 - 19.30 Uhr, 21.30 - 22.30 Uhr	07.30 - 08.30 Uhr, 19.30 - 20.30 Uhr, 22.30 - 23.30 Uhr	
Eltern	beheizbar bei Bedarf		
Dachge- schoß			
Wohnen	16.00 - 22.00 Uhr	09.00 - 22.00 Uhr	
Küche	07.00 - 08.00 Uhr, 16.00 - 20.00 Uhr	07.00 - 12.00 Uhr, 14.00 - 15.00 Uhr, 18.30 - 19.30 Uhr	
Kind	07.30 - 08.00 Uhr, 14.30 - 19.30 Uhr	10.00 - 20.00 Uhr	
Bad	06.30 - 07.30 Uhr, 19.00 - 20.00 Uhr, 21.00 - 22.00 Uhr	07.00 - 08.00 Uhr, 19.00 - 20.00 Uhr, 21.30 - 22.30 Uhr	
Schlafen	beheizbar bei Bedarf		

3.5.1 Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Komfort-Installation mittels EIB des AUBA-Hauses" im Ausbildungsberuf Elektroinstallateur (Erfurt)

Der Unterricht bezieht sich auf eine Projektphase zur Komfort-Installation des "AUBA-Hauses" mittels Elektroinstallationsbus (EIB) in einer Elektroinstallateur-Klasse. Die Installationsaufgabe wurde dabei von einem auf das „AUBA-Haus“ bezogenen offenen Kundenwunsch abgeleitet. Mit dem Projekt „AUBA-Haus“ wurde von einer Aufgabenstellung ausgegangen, die der Facharbeit der Lehrlinge entspricht. Ausgehend von diesem praktischen Beispiel soll die Installationsaufgabe durch Inhalte der Steuer- und Regelungstechnik im Sinne der Gebäudeautomatisierung erweitert werden. Damit wird der Veränderung der Facharbeit durch die Technikentwicklung entsprochen.

Ausgangssituation

Die Klassensituation wird bestimmt durch die 26 Lehrlinge der Klasse EI96A (Elektroinstallateure im 3. Lehrjahr), die ausschließlich in Handwerksbetrieben lernen. Bedingt durch die Schulorganisation haben diese Lehrlinge in diesem Schuljahr 12 Wochen Unterricht und sind deshalb nur etwa alle drei Wochen im Berufsschulunterricht. Daraus resultieren wiederum sechs Wochenstunden Fachunterricht im Unterrichtskomplex "Arbeit und Technik in der Automatisierung". Die Kontinuität im Lernprozeß ist insgesamt nur unzureichend gewährleistet, denn nach einer so langen Zeit der Abwesenheit vom Berufsschulunterricht ist jede neue Unterrichtswoche so etwas wie ein Neuanfang.

Fünf Lehrlinge der Klasse haben einen qualifizierten Hauptschulabschluß und die anderen Realschulabschluß. Bezuglich der Disziplin bereitet die Klasse erhebliche Probleme, so daß alle Kollegen hier viel Kraft einbringen müssen. In Wechselbeziehung damit sind auch die weitgehend unbefriedigende Lerneinstellung sowie die eher schwachen Leistungen zu werten. Die Ergebnisse der Kenntnisprüfung im Rahmen der Zwischenprüfung zeigen deutlich diese Tendenz. Die Bemühungen der Lehrkräfte der Schule blieben dabei bisher überwiegend und weitgehend ohne Erfolg.

Die für den Schulversuch erforderliche Gruppenarbeit leidet naturgemäß ebenfalls unter der schlechten Disziplin. Dabei zeigten sich allerdings deutliche Unterschiede bei einzelnen Arbeitsaufgaben. Für rein praxisbezogene Aufgaben war spürbar mehr Interesse und damit Arbeitseifer zu registrieren.

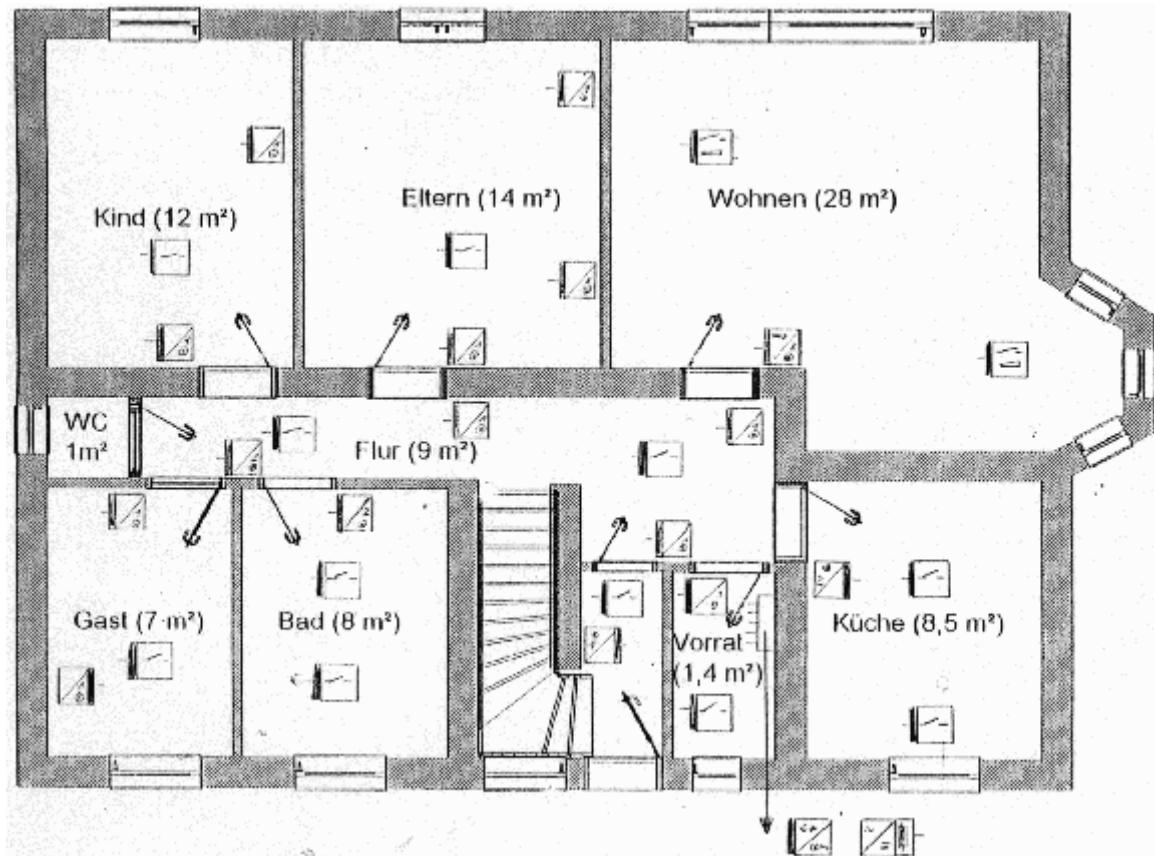


Abb. 3-5: AUBA-Haus: Komfort Elektro-Installation mittels EIB

Inhalte und Lernaufgaben beim Einsatz des "AUBA-Hauses" im Unterricht

Für den Einsatz im Unterricht wurde den Lehrlingen das "AUBA-Haus" mit Keller, Erdgeschoß und Obergeschoß als Grundriß im Maßstab 1:500 vorgegeben (siehe Abb. 3-4, 3-5 und 3-6). In insgesamt sechs Gruppen erhielten die Lehrlinge Lernaufträge und Lernaufgaben.

Eine inhaltliche Einordnung und Verknüpfung mit den Inhalten der anderen Lerngebiete des Thüringer Lehrplans war dabei vielfältig möglich und ist durch folgende Lerninhalte gegeben:

- Einführung in die Steuerungs- und Digitaltechnik
- Kenntnis über Installationsgrundschaltungen
- Kenntnis über Schütz und Relaisschaltungen
- Gleichrichtung und Spannungsstabilisierung
- Kenntnis über Aufbau und Funktion von Gleichrichterschaltungen
- Einblick in den Grundsätzlichen Aufbau von Netzgeräten
- Digitale Schaltungstechnik
- Einblick in die Grundbegriffe der digitalen Informationsverarbeitung
- Steuerungstechnik
- Überblick über die Aufgaben von Steuerungen
- Einblick in Aufbau und Wirkungsweise von Sensoren
- Automatisierungstechnik

- Einblick in den prinzipiellen Aufbau und die Wirkungsweise von Automatisierungsgeräten
- Überblick über stetige Meßwertaufnehmer.

Die hier aufgeführten Lerninhalte entsprechen im einzelnen dem Thüringer Lehrplan und finden ihre Berücksichtigung in den verschiedenen Aufgabenstellungen für den Unterricht. Vorgesehen ist hierbei die selbständige Erarbeitung durch die Lehrlinge, die damit Zusammenhangswissen arbeitsbezogen erwerben

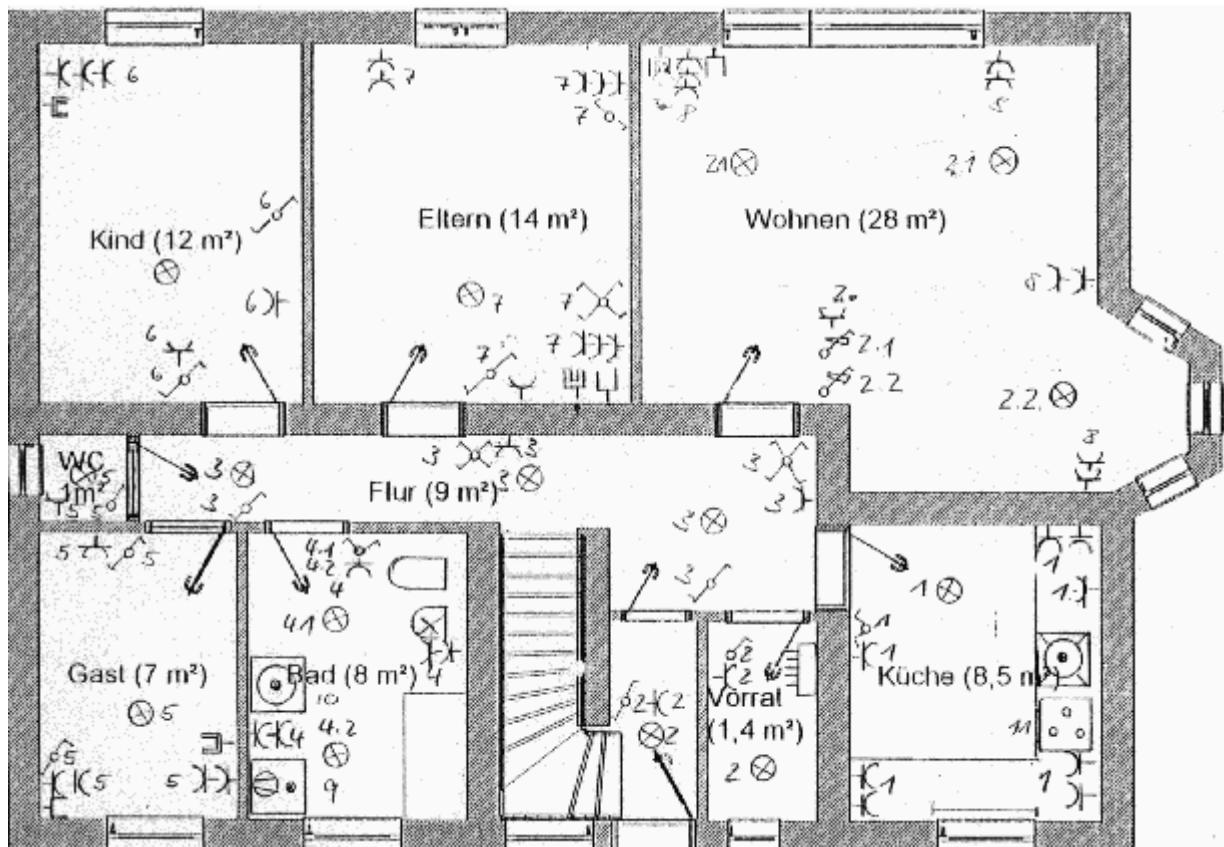


Abb. 3-6: AUBA-Haus: Konventionelle Elektro-Installation

sollen. Auch andere Unterrichtsthemen, wie z. B. Beleuchtungstechnik, Antennenanlagen, Wärme- und Kühlgeräte, Blitzschutz, Wechselstromsteller oder die Installation elektrischer Leitungen, können und sollen im Zusammenhang mit dem vorgeschlagenen "AUBA-Haus" sinnvoll als Gesamtprojekt betrachtet und behandelt werden.

Für den Unterricht selbst war die selbständige Bildung von Schülergruppen vorgesehen. Die selbständige Erarbeitung bestimmter Stoffkomplexe gestaltet sich von daher mit einer "sinnvollen" Gruppenbildung auch sehr effektiv. Denn naturgemäß fließen dabei auch Sympathie und Antipathie ein, was meist förderlich für die Lernatmosphäre ist, da sich logischerweise nur die zusammen finden, die gut miteinander auskommen. In der Klasse wurde kein Schüler bei einer Gruppenbildung ausgeschlossen. Es wurden

insgesamt sechs Gruppen gebildet, so daß immer zwei Gruppen parallel arbeiteten und damit auch so etwas wie "fruchtbare" Konkurrenz entstand.

Für die einzelnen Gruppen wurden verschiedene Lernaufträge und Lernaufgaben ausgearbeitet und abgestimmt, zu denen als Unterlage die Kundenanforderungen zum AUBA-Haus und jeweils Arbeitsblätter zur Verfügung gestellt wurden (siehe Anhang S. A 62ff.: Arbeitsblätter). Die Aufgabeninhalte bezogen sich im Überblick auf folgende Themen:

- Konventionelle Installation einer Etage (siehe Abb. 3-5 sowie Aufgabenblatt für die Installation nach herkömmlichem Muster)
- Realisierung der Elektroinstallation mittels EIB (Arbeitsblatt mit der Aufgabenstellung)
- Erweiterung zur Komfort-Installation (siehe Abb. 3-6 sowie Arbeitsblätter für nachfolgende Probleme: Jalousien an Fenstern, über Terrasse oder Wintergarten, Heizung, Beleuchtung)

Einsatz, Durchführung und Auswertung des Unterrichts

Die erteilten Lernaufgaben zielten darauf ab, bereits vorhandene Grundlagenkenntnisse zu aktivieren und unter einem anderen Blickwinkel im Zusammenhang und praxisnah anzuwenden. Hier ist aber auch auf Einzelthemen, wie z.B. besonders auf den Komplex "Meßtechnik" verwiesen, denn die Grundlagen für das Verständnis der Messung des Lichtstromes (auch infrarot) und der Temperatur sind nach der Grundstufe vermittelt und werden hier gezielt angewendet. Beim Erstellen des Installationsplanes fließen unmittelbar Kenntnisse und Erfahrungen aus der praktischen Tätigkeit ein und werden unter dem Aspekt "alte und neue" Technik erweitert.

Andere Teilprobleme werden selbstverständlich auch nach herkömmlicher Methode im Unterricht erarbeitet. Dabei soll exemplarisch die Stromversorgung für den EIB genannt werden. Hierbei bietet sich die gezielte Wiederholung des Kapitels "Stromversorgung" auch etwas ausführlicher an. Gleichfalls werden die Signale und Informationen wieder aktiviert und die Signalübertragung unter dem Aspekt EIB betrachtet. Gleiches gilt hinsichtlich der Mehrfachnutzung von Leitungen parallel zur Antennentechnik. Die Aufzählung könnte wesentlich erweitert werden.

Die Erarbeitung der Inhalte erfolgt entsprechend den Aufgabenblättern in der Gruppe (siehe Anhang S. A 62ff.: Arbeitsblätter). Die Ergebnisse werden von einem Gruppenmitglied vorgetragen und den anderen Lehrlingen erklärt. Die Ergebnisse sind in Qualität und Quantität recht unterschiedlich, so daß teilweise durch den Lehrer helfend eingegriffen werden mußte. Mit fortschreitender Übung stellte sich auch hier spürbare Besserung ein, so daß deutlich wird, daß den Lehrlingen offensichtlich die Übung fehlt.

Mittlerweile stehen auch Modelle und Übungsbretter zur Verfügung, mit denen die grundlegenden Kenntnisse im praktischen Umgang mit der Programmierung vermittelt werden können. Die Unterrichtsgestaltung wird damit sicher um eine interessante Variante bereichert. Vorgesehen ist des weiteren die Umsetzung an einem konkreten "AUBA-Haus-Modell". Die Problematik besteht jedoch darin, daß

Unterrichtsversuche und -projekte im großen Klassenverband sicher nicht als ideale Lösung aufzufassen sind.

3.5.2 Unterrichtsbeispiel zur Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Komfort-Installation und Kommunikationssysteme zur Heizungsanlage im AUBA-Supermarkt" im Ausbildungsberuf Zentralheizungs- und Lüftungsbauer (Jena-Göschwitz)

Ausgangssituation

In der Klasse der Zentralheizung- und Lüftungsbauer (HLB 96) werden insgesamt 23 Schüler unterrichtet. Das Leistungs niveau ist ausgeglichen, da die Schüler einen Realschulabschluß oder qualifizierten Hauptschulabschluß haben und bisher der Ausbildung gut folgen konnten. Im Bereich der Gebäudeautomatisierung bezog sich diese Ausbildung bisher auf die Inhalte der Grundstufe und Fachstufe 1 und konkret insbesondere auf Aufgabenstellungen und Anforderungen im Zusammenhang mit dem AUBA-Haus. Entsprechende Grundlagen und Kompetenzen sind somit vorhanden, um nun neue und anspruchsvollere Aufgaben zum AUBA-Supermarkt zu bearbeiten.

In den einzelnen Lerngebieten zur "Automatisierung" findet der Unterricht grundsätzlich an zwei Tagen pro Woche mit jeweils drei Stunden statt. Um den Unterricht möglichst handlungsorientiert durchzuführen, werden prinzipiell anteilig die Räumlichkeiten und Einrichtungen im Heizung- und Lüftungslabor genutzt. Für den folgenden Unterricht wird des weiteren der Computerraum in die Planungen einbezogen, da für die Lernaufgaben eine "Leitstelle" erforderlich ist und diese mit den dortigen Einrichtungen hergestellt und simuliert wird.

Inhaltliche Einordnung des Unterrichts

Im vorausgegangenen Unterricht bildeten die Anforderungen einer Komfort-Installation der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage in einem "AUBA-Supermarkt" den Ausgangspunkt. Hierbei wurden zunächst sehr verschiedene Aufgabenstellungen zur Anlagennutzung und Anlagenbedienung von den Auszubildenden bearbeitet. Nach der Bearbeitung von Aufgaben und Themen zur Installation solcher Anlagen sollen diese nun auf die Handlungs- und Tätigkeitsfelder der Überwachung, Wartung und Instandhaltung gerichtet werden. Angesichts der Komplexität solcher Aufgaben und Systeme wird der nachfolgende Unterricht auf das "Kommunikationssystem" der Heizungsanlage im AUBA - Supermarkt konzentriert. Insbesondere sollen hierbei Systeme untersucht werden, die in der Lage sind, über ein Gateway durch das direkte Aufschalten der Heizungsanlage mit dem Gebäude-Leitsystem zu kommunizieren.

Unter Berücksichtigung der bisherigen Aufgabenstellungen und erarbeiteten Inhalten werden für den Unterricht als Leitlernziele vorgegeben:

- ⌚ Das Beherrschen von Grundfunktionen des Programmierens, der Fernparametrierung und Programmoptimierung von Heizungsanlagen.
- ⌚ Kennen und Verstehen der Kommunikationsschnittstellen und Endgeräte zum Fernschalten, zum Weiterleiten von Störungsmeldungen in Leitstellen und der Fernüberwachung von Heizungsanlagen über das Telefonnetz.

Zur Erreichung dieser Ziele sollen verschiedene Medien im Unterricht verwendet werden. Zum Einstieg und zur Motivation wird mittels Folien zunächst auf den AUBA-Supermarkt Bezug genommen. Diese Sichtweise wird durch die reale Heizungsanlage im Heizungslabor konkretisiert. Als Kommunikationschnittstelle (Dekatel - F) wird das interne Telefonnetz praktisch eingebunden. Im Computerlabor wird ein Computer als "Leitstellen - PC" mit Modem eingerichtet. Auf diesem kommt die spezifische Leitstellensoftware (DCS-Soft) zum Einsatz.

Beispiel für eine Störungsmeldung:

Die Informationen zur Anlage, zur Anfahrt und der Maßnahmen waren vorher in die Software der Leitstelle einzugeben.

Störung

Meldungs-Nr.: 12 von 12
 Meldung vom: 03.11.98 13:10
 Bearbeitet am:
 Kunden - Nr.: 0234
 Name: Berufsschule
 Straße: Rudolstädter Str. 95 b
 PLZ/Ort: 07745 Jena
 Ansprechpartner: Hausmeister
 Telefon: 03641 29460

<<	>>
Anfahrt	Anlage
Löschen	Cityruf
Drucken	Maßnahmen
Abbruch	Bearbeitet

Kurzbeschreibung des Unterrichtsverlaufs

Einführend erhalten die Auszubildenden einen Überblick über analoge und digitale Kommunikationssysteme und deren Anwendungen in der Praxis. Die Übertragung und Vertiefung dieser Erkenntnisse erfolgte durch eine Lernaufgabe, mit der die "bauseitigen" Voraussetzungen der Heizungsanlage und Leitstelle zu ermitteln und mit den schulisch vorhandenen Medien zu vergleichen waren. Als Arbeitsgrundlage hatten die Auszubildenden die Handbücher der Heizungsanlage und des PC-Systems ein-

schließlich der Software erhalten. Die Ergebnisse wurden im Rahmen eines Schülervortrags dargestellt und diskutiert.

Für die weitere Bearbeitung der Aufgaben und Unterrichtsziele wurde die Klasse in drei Gruppen eingeteilt. Folgende Themen wurden abwechselnd im "Kreisbetrieb" bearbeitet:

- (1) An der Heizungsanlage arbeitet die erste Gruppe. Sie simuliert Störfälle und protokolliert diese. Später werden diese Störfälle mit den Störungsmeldungen in der Leitstelle verglichen.
- (2) Die zweite Gruppe erarbeitet die Dokumentation zum "Kommunikationssystem", wobei der Versuchsaufbau in seiner wesentlichen Struktur und Funktionalität einschließlich der Aufgabenbearbeitung im Mittelpunkt stehen sollte.
- (3) Ziel der dritten Gruppe ist das Kennenlernen der Aufgaben und Arbeit in der Leitstelle. Hier sollen alle Funktionalitäten und Möglichkeiten der Software getestet und protokolliert werden.

Beispielhaft hierzu ein Auszug aus einer Schülerarbeit zur Aufgabe "Fernüberwachen":

Tritt im Heizungssystem oder in der Regelung eine Störung auf, so wird diese von der Regelung erkannt. Über den Bus und Buskoppler wird die Störung zur Dekatel (Gerätename von Viessmann) übertragen. Diese wählt die Telefonnummer der Leitstelle und stellt somit die Telefonverbindung her. Das in der Leitstelle installierte Modem nimmt die Signale auf und überträgt diese über die COM 1 in den PC. Die Software stellt die Meldung auf den Bildschirm dar. Möglich wäre auch eine Information des Handwerkers über einen Kommunikationsdienst.

Zusammenfassung und Bewertung

Der Verlauf des Unterrichts war durch eine hohe selbständige Arbeit der Auszubildenden gekennzeichnet und hat sein Ziel erreicht. Die abschließende Kontrolle und Bewertung der Ergebnisse durch die Schüler bestätigte dies. Auffallend war die Motivation der Schüler wie auch die entwickelten Fähigkeiten zur Zusammenarbeit in den Gruppen. Bewährt hat sich ebenso der Einsatz von Medien der modernen Handwerkspraxis, ohne die solche Aufgaben in der Schule nicht zu bearbeiten sind.

4**Unterrichtsprojekte und berufsübergreifende Umsetzung der Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" in Kooperation der Modellversuchsschulen in Erfurt und Jena mit der Jenoptik AG (Fachbereich: Automatisierungstechnik)**

Anlässlich der bundesweiten Fachtagung zum Modellversuch AUBA am 04. und 05. Juni 1997 in Erfurt, wurde den beteiligten Projektgruppen den Modellversuchsschulen von Herrn Daugert, Geschäftsführer bei der Jenoptik AG (Bereich Automatisierungstechnik), ein Angebot zur Zusammenarbeit in der Ausbildung unterbreitet. Dieses Angebot wurde von den Modellversuchsschulen in Erfurt und Jena mit Interesse angenommen und wenig später wurden bereits erste Kontakte über eine mögliche Zusammenarbeit im Rahmen eines Unterrichtsprojektes geknüpft.

4.1**Ausgangs- und Rahmenbedingungen und Projektentscheidung zur berufsübergreifenden Kooperation der Modellversuchsschulen mit der Jenoptik AG**

Bei der ersten Projektgruppensitzung am 15. Oktober 1997 in Jena wurden die gegenseitigen Vorstellungen über eine Zusammenarbeit diskutiert und besprochen. Zunächst galt es die im Modellversuch beteiligten Ausbildungsberufe mit ihren Tätigkeitsenschwerpunkten zu berücksichtigen, andererseits bot sich durch diese Zusammenarbeit die Möglichkeit, für die Metall- und Elektroberufe auch die Lerninhalte des jeweiligen anderen Berufszweiges einzubeziehen. Unter Berücksichtigung dieser Rahmenbedingungen verteidigte Herr Daugert das grundsätzliche Konzept des Modellversuchs, da von der Jenoptik AG eine ähnliche Herangehensweise favorisiert wird. Als Ergebnis dieser Sitzung bot Herr Daugert der Modellversuchsgruppe die Mitarbeit in einem noch genau festzulegenden Projekt an.

Am 17. November 1997 traf sich die gesamte Projektgruppe des Modellversuchs AUBA bei der Jenoptik AG in Jena-Göschwitz gemeinsam mit Herrn Daugert und Herrn Sonnekalb, Leiter der Abteilung Engineering, um aus mehreren Auftrags- und Projektvorschlägen das am besten geeignete auszuwählen. Herr Sonnekalb stellte der Modellversuchsgruppe zunächst das Unternehmen und die Struktur von Jenoptik, insbesondere auch den Bereich Automatisierungstechnik, vor. Als Projekte wurden der Modellversuchsgruppe von Herrn Sonnekalb folgende möglichen Bereiche vorgestellt (siehe auch Anhang S. A 69ff.: Aufgabenbeschreibung), die unterschiedliche komplexe Themenstellungen beinhalten und gleichzeitig als mögliche Arbeitsaufgaben für die Auszubildenden zu sehen sind:

Bereich 1: Laser - Material - Bearbeitung (2D / 3D)

Es soll das derzeit noch von Hand durchgeführte Abschneiden der Überzüge von Armlehnen eines deutschen Automobilherstellers durch ein automatisches Abschneiden per Laser ersetzt werden. Dieses automatische Abschneiden soll während der Produktion erfolgen, als genau dann, wenn sich das Fahrzeug in der Taktstraße befindet. Mit einem Laser-Arbeitsplatz liese sich dieses Problem nicht bewältigen, zumal noch Vorsicht im Arbeitsbereich des Lasers geboten ist, da der Laserstrahl mit einer Leistung von 500 W arbeitet. Mögliche Kühlverfahren müssen in diesem Fall auch berücksichtigt werden. Zusätzlich spielt hier das Problem der Abfall-beseitigung eine Rolle, also die Möglichkeit des geeigneten Abtransports und der entsprechenden Entsorgung der anstehenden Abfälle. Ein Problem ist hier auch das richtige Greifen der Armlehne, damit der Laser einen optimalen Arbeitsbereich besitzt. Der Entwurf einer Steuerung für das Greifen soll ebenfalls in die Problemlösung einbezogen werden.

Bereich 2: Automatische Montage der Mischbatterie für einen Wasserhahn

Im Mittelpunkt dieser Automatisierungslösung steht das automatische Zuführen von insgesamt 12 Teilen zur kompletten Montage der Mischbatterie. Die Lösungsstrategien liegen hier im finden der optimalen Lage der einzelnen Teile, dem Greifen und der Montage. Eine zentrale Rolle spielen bei diesem Beispiel auch die Kontrolltechniken zur Dichtheitsprüfung. Es wird angestrebt diese Messung mit Hilfe eines geeigneten Gases durchzuführen. Bei der Automatisierungslösung muß daher das qualitätsgenaue Arbeiten eine Rolle spielen. Dieser Bereich ist auf den ersten Blick sicherlich für die metalltechnischen Berufe zugeschnitten, speziell für den Heizungs-, Lüftungs- und Sanitär- Facharbeiter.

Bereich 3: Automatisiertes Kleinteilehandlung in der Montage

Als langfristige Aufgabenstellung steht für dieses Automatisierungsbeispiel das Ziel, ein Montage-Logistik-System (MLS) für die Kleinelektronikgeräte-Fertigung zu projektieren. Dabei spielt der Entwurf eines geordneten Fertigungsablaufs sowie eines geordneten Informationsablaufes mit größtmöglicher Flexibilität die wichtigste Rolle. Interessant wird dieses Automatisierungsproblem durch die mit einzubeziehenden Randbedingungen:

- Vorkommissionierung an einem Kleinteilelager: Die Transportbehälter mit Datenträger werden mit allen Teilen gefüllt. Dabei ist ein Austausch zwischen manueller und automatischer Bestückung vorgesehen. Auch die Positionierung der Baugruppen im Behälter spielt für die richtige Entnahme eine Rolle. Die Bestückung soll von einem Bus-System gesteuert werden, damit auf spezielle Kundenwünsche reagiert werden kann.
- In die Montagelinie sollen an verschiedenen Plätzen Reparaturarbeitsplätze integriert werden, um die Ausfallquote gering zu halten.

- Die Bediener bzw. die Arbeiter an dieser Montagelinie müssen so geschult werden, damit Sie neben ihrem eigentlichen Arbeitsplatz auch die Reparatur und den Service übernehmen können.
- Die Steuerung der einzelnen Montagelinien soll über eine SPS erfolgen, die übergeordnete Steuerung wird von einem Prozeßleitsystem gesteuert.
- Die Auswahl der richtigen Transportsysteme und der eventuelle Einsatz von Robotertechnik bei der Umsetzung der Transportbehälter spielt ebenso eine zentrale Rolle.

Die zur Auswahl stehenden Automatisierungslösungen die durch ihre unterschiedlich komplexe Problematik charakterisiert sind, wurden unter Berücksichtigung der Eignung für Lern- bzw. Arbeitsaufgaben der Auszubildenden anschließend von der AUBA-Projektgruppe und Herrn Sonnekalb diskutiert. Grundsätzlich war jeder Automatisierungsbereich für die Projektumsetzung in den Modellversuchsklassen geeignet. Eine Einigung sah an diesem Tag zunächst so aus, das sich die Projektgruppe noch eine kurze Bedenkzeit erbeten hat, um alle Randbedingungen für die richtige Entscheidung mit einfließen zu lassen. Der Besuch bei Jenoptik-Automatisierungstechnik wurde mit einer Besichtigung der Werkhalle abgeschlossen, bei der die Projektgruppe einen umfassenden Einblick in das Aufgabengebiet dieses Unternehmenszweiges gewann.

Begründung für die Projektentscheidung

Die Projektgruppe hat sich für die Automatisierungslösung: Automatisiertes Kleinteilehandlung in der Montage entschieden. Entscheidende Beweggründe für diesen Entschluß waren zunächst die für die Projektumsetzung einzubeziehenden Modellversuchsklassen. Einigkeit herrschte darüber, auch für dieses Unterrichtsprojekt die bereits in den Modellversuch integrierten Klassen zu berücksichtigen. Für die Modellversuchsschule Erfurt ist das die Klasse Energieelektroniker in der Fachrichtung Anlagentechnik und für die Modellversuchsschule in Jena eine Klasse Industriemechaniker. Beide Klassen haben sich zum damaligen Zeitpunkt vor Beginn des Unterrichtsprojektes am Ende des 3. Ausbildungshalbjahres befunden, also nach etwa anderthalbjähriger Ausbildungsdauer. Ebenso wurden beide Klassen seit Beginn ihrer Ausbildung nach dem AUBA-Unterrichtskonzept unterrichtet, sie haben somit einen genauen Überblick über die Durchführung und Umsetzung der Lerninhalte. Als nahezu optimal erschien der Projektgruppe die Verbindung bzw. der Zusammenhang mit den zu erarbeitenden Projektinhalten und den berufstypischen Lerninhalten. Für beide Berufsgruppen bieten sich bei der Auswahl dieser Automatisierungslösung die Aneignung von berufsfeldübergreifenden Inhalten an, ohne damit die eigenen berufsrelevanten Lerninhalte zu vernachlässigen.

4.2 Durchführung und Ergebnisse der Projektarbeit im Ausbildungsbereich Energieelektroniker (Erfurt)

Für das Unterrichtsprojekt liegt der Schwerpunkt für die Klasse Energieelektroniker auf dem Gebiet der Steuerungstechnik (SPS) unter Einbeziehung der Sensorik und Aktorik. Gleichzeitig spielt aber die Auswahl und die Anordnung geeigneter Fördertypen sowie die Mechanik eine Rolle. Für die Klasse Industriemechaniker gilt dies ebenso umgekehrt. Die Konstellation der Ausbildungsklassen und der Projektwahl war für eine arbeitsteilige Bearbeitung der Lernaufgaben und für eine kooperative Zusammenarbeit der Auszubildenden untereinander sehr gut und kommt der in der Praxis vorhandenen Zusammensetzung der Facharbeiter bei der Projektlösung und -umsetzung sehr nahe. Dieser Aspekt wurde auch von Herrn Sonnekalb hervorgehoben und unterstützt.

Entscheidend für die Auswahl des Projektthemas war auch die gute Einbindung in die Ziele und Inhalte zum Lerngebiet "Produktionsautomatisierung" der Fachstufe 1 für die Elektroberufe der Industrie (vgl. 2. Zwischenbericht S. 78) der Modellversuchskonzeption. Mit der Wahl dieses Projektthemas können solche Inhalte wie Funktion in komplexen Systemen der Produktionsautomatisierung bei einer Montagestraße ..., Aufbau und Integration von Anlagenkomponenten und Baugruppen ... , Anlagenoptimierung ... aus der Sicht einer noch zu projektierenden Anlage und nicht einer bereits vorhandenen Anlage didaktisch und methodisch gut aufbereitet werden.

4.2.1 Die Ausgangssituation zum Unterrichtsprojekt in der Modellversuchsklasse der Energieelektroniker

Die an der Projektdurchführung beteiligte Modellversuchsklasse EA 96 A setzt sich aus Auszubildenden zusammen, die alle den Beruf des Energieelektronikers erlernen. Die Ausbildungsklasse besteht nahezu unverändert seit Aufnahme des berufstheoretischen Unterrichts. Der größte Teil der Schüler dieser Klasse hat einen Ausbildungsvertrag mit der TEAG Erfurt abgeschlossen. Die anderen Schüler erlernen diesen Ausbildungsberuf bei der Deuna Zement GmbH oder sind Auszubildende von thüringischen Unternehmen, die ihren Sitz alle außerhalb von Erfurt haben.

Bereits während der Grundstufenausbildung im Schuljahr 1996/97 stand im Lernbereich Produktionsautomatisierung die Automatisierungsanlage von FESTO als zentrales Unterrichtsmittel in dieser Klasse zur Verfügung. Der didaktische Schwerpunkt lag bei der Vermittlung von Orientierungs- und Überblickswissen. Die Eindringtiefe ging dabei nicht über Betrachtungen zur Funktionsweise und des Aufbaus der Anlage und einzelner Komponenten hinaus. Zu Beginn des Unterrichts in der Fachstufe 1 wurden einzelne Baugruppen und Komponenten hinsichtlich ihrer technischen Möglichkeiten und Eigenschaften untersucht.

Die Eindringtiefe in diese Lerninhalte führte in die Ebene des Detail- und Funktionswissens hinein. Als dominierende Unterrichtsform wurde der handlungsorientierte Unterricht umgesetzt. Durch die Einbeziehung von (Teil-) Projekten und projektorientierten Verfahren in Form von Lernaufgaben hat sich die Selbständigkeit der Auszubildenden bei der Bewältigung der Projektaufgaben spürbar verbessert. Der Klasse ist diese Unterrichtsform und die eigenverantwortliche Arbeit innerhalb von Teams vertraut.

Bis zur Bekanntgabe und Aufnahme des Projektes mit Jenoptik am 13. Januar 1998 wurde die Modellversuchsklasse im Turnus unterrichtet. Einer Berufsschulwoche folgten zwei Wochen praktische Ausbildung in den Firmen. Die Klasse befand sich zum damaligen Zeitpunkt gerade in der sechsten von insgesamt zwölf Turnuswochen im Schuljahr 1997/98. Im Lerngebiet Automatisierungstechnik erfolgte der Unterricht innerhalb von sechs Stunden je Berufsschulwoche. Die Verteilung dieser sechs Unterrichtsstunden geschah auf zwei Tage mit einem Volumen von je drei Stunden. Für die Durchführung und Umsetzung des Jenoptik-Projekts wurden keine zusätzlichen Unterrichtsstunden zur Verfügung gestellt. Als geeignete Lösung erschien daher eine Teilung der Unterrichtsstunden je zur Hälfte für das Jenoptik-Projekt und für die Umsetzung des Modellversuchkonzepts. Dies führte natürlich zu Veränderungen in der zeitlichen Anordnung und Abfolge der Lerninhalte, aber auch die Auszubildenden mußten sich auf diese Umstellung erst einstellen. In ersten Reaktionen empfanden Sie diese Konstellation als zusätzliche Mehrarbeit und stellenweise wurde auch die Gefahr einer Überforderung gesehen.

4.2.2 Die Aufgabenstellung und Projektdurchführung im 1. Teilprojekt für die Modellversuchsklasse der Energielektroniker

Bekanntgabe der Aufgabenstellung für das Unterrichtsprojekt (1. Teilprojekt)

Bei der Projektvorstellung am Firmensitz der Jenoptik Automatisierungstechnik AG in Jena-Göschwitz konnte aus organisatorischen Gründen nicht die gesamte Klasse teilnehmen. Daher wurde mit der Modellversuchsklasse Industriemechaniker aus Jena die Vereinbarung getroffen, daß jeweils drei Vertreter der jeweiligen Klassen an der Projektvorstellung teilnehmen.

In den beteiligten Modellversuchsklassen wurden die Auszubildenden durch die Lehrer bereits vor der Projektvorstellung auf die neue Herausforderung eingestimmt. Unmittelbar vor dem Treffen bei Jenoptik haben sich die für die Vorstellung des Projektes ausgewählten Schüler beider Schulen am Berufsschulzentrum in Jena-Göschwitz getroffen. Durch diese Zusammenkunft sollten die Schüler die Möglichkeit erhalten sich näher kennenzulernen, um Sie noch intensiver auf das bevorstehende Unterrichtsprojekt einzustellen. Andererseits wurde der fächerübergreifende Charakter des anzugehenden Projekts und für die künftige Facharbeit hervorgehoben. Problematisch war die Bekanntgabe der Aufgabenstellung für die gesamte Klasse. Daher wurde per Video eine Aufzeichnung der Projekteröffnung gedreht. Diese wurde schließlich vor der gesamten Klasse in der darauffolgenden Unterrichtsstunde präsentiert.

Herr Sonnekalb und Herr Ossig, Projektingenieur bei Jenoptik, begrüßten die teilnehmenden Auszubildenden und die anwesenden Vertreter der Projektgruppe. In seinen einführenden Worten hob Herr Sonnekalb die Bedeutung der Automatisierungstechnik für die unterschiedlichen Lebensbereiche des Menschen hervor. Er wies ebenfalls auf die positiven und negativen Folgen einer zunehmenden Automatisierung sowie auf die Einsatzgebiete und auf die Anforderungen an die jungen Facharbeiter hin und sensibilisierte somit die Auszubildenden für das gemeinsame Projekt, um mit Tatendrang und Engagement die Aufgabenstellung in Angriff zu nehmen. Herr Ossig umriß mit Hilfe mehrerer Videos kurz die Aufgabengebiete seines Unternehmens und stellte einige erfolgreiche Projekte vor. Mit Hilfe grafischer Übersichten und Folien wurde den Auszubildenden das Gesamtprojekt vorgestellt. Ausgehend vom Gesamtzusammenhang wurde das erste Teilprojekt bzw. die erste Teilaufgabe näher umrissen. Bei dieser formulierten Teilaufgabenstellung sollten die Schüler die für die Realisierung am besten geeigneten Fördertypen analysieren (siehe Anhang S. A 69ff.: Aufgabenbeschreibung).

Für die Modellversuchsklasse aus Erfurt stand zunächst die Aufgabe, eine Marktübersicht über die angebotenen Fördersysteme zu erarbeiten. Mit dem Ergebnis dieser Untersuchung sind folgende Zielstellungen verbunden:

1. Die grundsätzlichen Typen von Fördereinrichtungen werden mit ihren wesentlichen Eigenschaften gegenübergestellt. Mit Blick auf die vorgegebene Aufgabe gilt es diejenigen Fördersysteme näher zu betrachten, welche für den Transport von leichten Montagesets am geeignetsten erscheinen.
2. Für die Montage der Baugruppen in den einzelnen Montagelinien wird nach dem geeignetsten Transportmittel gesucht. Die Modellversuchsklasse soll eine Analyse über die Möglichkeit des Einsatzes eines Werkstückträgers bzw. eines Transportbehälters mit Vor- bzw. Nachteilen durchführen und beide gegenüberstellen.
3. Mit Blickrichtung auf die spätere Projektierung der Förderstrecke sollen in die Recherche auch die mechanischen, sensorischen und steuerungstechnischen Möglichkeiten der auszuwählenden Systeme einbezogen werden. Mit dem Ergebnis dieser Untersuchung werden neben den typischen elektrotechnischen Lerninhalten auch die Bereiche der Metalltechnik berührt. Die fächerübergreifenden Lerninhalte werden für die Projektumsetzung in den Lösungsprozeß mit einbezogen.
4. Für die im Anschluß an dieses Teilprojekt zu bewältigenden Aufgabenstellungen sollen bereits zu diesem Zeitpunkt erste Vorleistungen erbracht werden. Diese beziehen sich im wesentlichen auf die Gestaltung des Handmontage-Arbeitsplatzes, der Gestaltung eines geeigneten Logistik-Konzepts mit Pufferlager sowie auf eine geeignete Möglichkeit der Teileerkennung in den Montagelinien.

Da im Sinne des Modellversuchkonzepts der fächerübergreifende Charakter bei diesem Projekt hervorgehoben werden soll, wird keine strikte Trennung von elektrotechnischen und metalltechnischen Projektinhalten in den beteiligten Modellversuchsklassen angestrebt. Der Schwerpunkt für die Berufsschule aus Erfurt liegt zwar auf der elektrotechnischen Seite, aber von den Auszubildenden wird auch das

Vordringen auf die metalltechnische Seite bewußt gesucht. Eine entsprechende Absprache über die jeweilige Eindringtiefe in die Inhalte zwischen den beteiligten Elektro- und Metallklassen hat stattgefunden. Von Seiten der Lehrkräfte wird auch ein Wissensaustausch über bestimmte Inhalte gegenseitig angestrebt. Somit soll eine schöpferische Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Ausbildungsberufen angestrebt werden.

Die Projekteröffnung wurde mit einer gemeinsamen Betriebsbesichtigung der Werkhalle und der Vorstellung der zur Zeit von Jenoptik Automatisierungstechnik bearbeiteten Projekte abgeschlossen. Für die Auszubildenden war diese Führung durch Herrn Ossig eine gute Möglichkeit, einen Einblick in die vielfältigen Einsatzgebiete der Automatisierungstechnik zu erhalten und auch die Einsatzmöglichkeiten des zukünftigen Facharbeiters kennenzulernen.

Projekteröffnung, Projektdurchführung und Projektvorstellung für die Modellversuchsklasse für das 1. Teilprojekt

Ein Nachteil bei der Projektbekanntgabe war sicherlich der Umstand, das nur 3 Schüler der Klasse EA 96 A bei Jenoptik Automatisierungstechnik zugegen sein konnten. Für die Restklasse mußte dadurch eine geeignete Möglichkeit für die Bekanntgabe der Projektaufgabe gefunden werden. Mit Hilfe von 3 Videos wurde der Klasse der Automatisierungsbereich von Jenoptik und deren Aufgabengebiet vorgestellt. Die Videos wurden aus oben genannten Grund von Jenoptik zur Verfügung gestellt und zeigten erfolgreich durchgeführte Projekte. Im Anschluß wurde der Mitschnitt der Projekteröffnung der Klasse gezeigt. Die Klasse wird durch den Lehrer nochmals über die Ziele und die Projektergebnisse zusammenfassend informiert und auf das 1. Teilprojekt eingestimmt.

Für die methodische Umsetzung wurde grundsätzlich der handlungsorientierte Unterricht gewählt. Dieser basiert auf der Bearbeitung von Lernaufgaben innerhalb von Lerngruppen. Zu diesem Zweck machte sich eine Teilung der Klasse in insgesamt 6 Teams (4 Teams mit je 4 Schülern und 2 Teams mit je 5 Schülern) erforderlich. Die Klasse hat bereits erste Erfahrungen über einzelne Fördersysteme in der Grundstufenausbildung im Lerngebiet " Übersicht zu den Grundlagen der Produktionsautomatisierung " sammeln können. Daher wird für die Projektbewältigung eine hohe Selbständigkeit der Gruppen gefordert. Für die Bearbeitung des 1. Teilprojekts stehen der Klasse insgesamt 9 Unterrichtsstunden zur Verfügung, da der Termin für die Projektverteidigung auf den 10. März 1998 bei Jenoptik festgelegt wurde. Bevor mit der Analyse der geeigneten Fördersysteme begonnen werden konnte, mußten zunächst die Herstellerfirmen angeschrieben werden. Vom Anschreiben der Firmen bis zur Zusendung der ersten Materialien vergeht erfahrungsgemäß eine gewisse Zeit. Aus diesem Grund wurde die Nutzung zusätzlicher Medien, wie spezifische Fachbücher, Prospekte oder das Internet, als weitere Informationsquellen notwendig. Die günstigste Möglichkeit kurzfristig und möglichst schnell an geeignete Quellen zu kommen war das Internet. Hierbei konnte der Internetanschluß der Andreas-Gordon-Schule genutzt werden.

Inhalt	Methodische Gestaltung
<p>1. Teilziel: Analyse der unterschiedlichen Fördersysteme</p>	<p>Der Lehrer gibt die Aufgabenstellung vor und gibt Hinweise über den Unterrichtsverlauf.</p> <p>Mit Hilfe einer Marktübersicht stellen die Lerngruppen die für die Aufgabenstellung geeigneten Anbieter fest. Die Auswahl der Anbieter richtet sich auch nach dem angebotenen Fördersystem. Mit dem vorhandenen Adressen-Verzeichnis werden die Anbieter angeschrieben und Produktmaterial eingeholt.</p> <p>Die Lerngruppen sollen selbständig weitere Medien, wie z.B. das Internet, für die Informationssammlung nutzen. Die Lerngruppen wählen selbständig die Anbieter aus und teilen sie untereinander auf. Anschließend erfolgt die Analyse der Fördersysteme in den Gruppen. Das Internet wird als wichtige Informationsquelle in die Projektarbeit einbezogen.</p>
<p>2. Teilziel: Auswahl der geeigneten Fördersysteme</p>	<p>Mit Hilfe des 1. Teilziels wählen die Lerngruppen selbständig die geeigneten Fördersysteme aus und diskutieren ihre Ergebnisse zwischen den Gruppen kritisch.</p>
<p>3. Teilziel: Auswahl und Eignung des geeigneten Transportmittels für den Transport des Montagesets</p>	<p>Die Gruppen diskutieren über die Auswahl des Werkstückträgers bzw. des Transportbehälters als geeignetstes Transportmittel. Anschauliche Beispiele werden durch die Gruppen vorgestellt.</p>
<p>4. Teillernziel: Mechanische und steuerungstechnische Auslegung der Fördersysteme</p>	<p>Die Gruppen erarbeiten die Randbedingungen für den Einsatz der ausgewählten Fördersysteme in den Montagelinien.</p>
<p>5. Teillernziel: Zusammenstellung der Projektergebnisse und Vorstellung bei Jenoptik</p>	<p>Die Bearbeitungsergebnisse werden in einer Dokumentationsmappe zusammengestellt. Die teilnehmenden Schüler bei der nächsten Zusammenkunft in Jena bereiten sich auf die Vorstellung der Ergebnisse vor.</p>

Da nicht alle 26 Schüler der Klasse gleichzeitig im Internet arbeiten können, wurden von jeder Gruppe 2 Schüler ausgewählt, die dieses Medium als Quelle der Informationsgewinnung und für die Angebotserstellung nutzten. In einer darauffolgenden Stunde erhielten die restlichen Schüler im Austausch die Möglichkeit mit dem Internet zu arbeiten und bei weiteren Anbietern von Fördersystemen zu recherchieren. Die Klassenteilung und die räumliche Trennung erforderte vom Lehrer besondere Aufmerksamkeit. Einerseits mußte man einem Klassenteil als Berater zur Verfügung stehen, beim anderen Klassenteil bedurfte es der Bereitstellung wichtiger Hinweise bei der Arbeit im Internet. Das Interesse der Schüler, das Internet als Informationsquelle zu nutzen, war sehr groß. Zudem bot das Internet eine Fülle von Möglichkeiten, die vielfältigsten Angebote zu nutzen. Ein Teil der Gruppen nutzte das Internet zur einer direkten Angebots-

erstellung, indem sich diese Gruppen als fiktive Firma ausgaben. Dadurch konnte schätzungsweise der Materialaufwand und auch der Kostenaufwand gefunden werden.

Die eigentliche Analyse der Fördersysteme konnte aber erst in der nächsten Turnuswoche im Februar 1998 stattfinden. Zu diesem Zeitpunkt trafen die ersten Prospekte und Dokumentationen von den angeschriebenen Firmen ein. Um eine gewisse Vorselektion der nutzbaren Quellen durchzuführen und um möglichst schnell die eigentliche Analyse der Fördersysteme zu beginnen, haben die Schüler die Herstellerkataloge an ihre Privatanschrift senden lassen. Ein gewisser Anteil der Bearbeitungszeit wurde von den Schülern dadurch in der häuslichen Arbeit erledigt. Auch während der praktischen Ausbildung in den Ausbildungsfirmen haben sich die Schüler untereinander abgestimmt und sich über den Stand der Literaturbeschaffung informiert. Die schulischen Unterrichtsstunden konnten fast ausschließlich für die Analyse und Bewertung der Fördersysteme sowie für die Erstellung der Dokumentationsmappe genutzt werden (siehe Anhang S. A 74ff.: Schülerarbeiten).

Bevor die eigentliche Projektvorstellung bei Jenoptik Automatisierungstechnik am 10. März 1998 stattfand, trafen sich ausgewählte Vertreter der Modellversuchsklassen aus Erfurt und Jena am Berufsschulzentrum in Jena-Göschwitz. Ziel dieser Zusammenkunft war die gegenseitige Abstimmung der Projektergebnisse und die Koordination für die Präsentation der Projektergebnisse. Außerdem wurden noch offene Fragen geklärt, die sich wegen der nicht berufstypischen Projektinhalte der jeweiligen Berufsfelder ergaben. Zur Projektvorstellung wurde dadurch eine bessere Koordination bei der Präsentation erzielt und berufstypische Schwerpunkte konnten besser gewichtet werden. Bei der Präsentation kamen Folien, Prospekte und selbstgeschriebene Dokumentationen in einer ansprechenden und anschaulichen Form zum Einsatz. Probleme bereitete den Schülern der eigentliche Vortrag in einer freien Rede zu halten. Die vorliegenden Informationen und schriftlichen Ausarbeitungen wurden mehr oder weniger vom Blatt abgelesen. Als Defizit erwies sich hierbei, daß nur derjenige Teil komplett vorgetragen wurde, der auch in der Projektgruppe bearbeitet worden war. Auf die Zuarbeiten aus den anderen Gruppen war man schlecht vorbereitet bzw. die Schüler konnten auf entsprechende Fragen nicht reagieren.

Reflexion der Durchführungsphase des 1. Teilprojektes

Das gemeinsame Projekt der Modellversuchsklasse EA 96 A mit Jenoptik stellte sowohl für den Lehrer als auch für die Klasse eine große Herausforderung dar. Aus der geänderten unterrichtlichen Situation heraus, bedurfte es zunächst einer Eingangsmotivation mit dem Ziel, wichtige Vorleistungen von automatisierungstechnischen Inhalten für ein angesehenes thüringisches Unternehmen zu erarbeiten. Mit der Durchführung dieses Projektes und der praktizierten Unterrichtsform des handlungsorientierten Unterrichts wurde die fachliche, methodische und die soziale Kompetenz der Auszubildenden enorm gesteigert. Aus der Notwendigkeit heraus, daß viele Zuarbeiten für das Projekt in häuslicher Arbeit zu erledigen waren, wurde die Selbständigkeit der Teilnehmer gefördert und auch das Interesse für die Automatisie-

rungsinhalte noch stärker ausgeprägt. Die umfassende Nutzung der vielfältigsten Medien, wie z.B. des Internets, haben diesen Prozeß zusätzlich unterstützt.

Problematisch war sicherlich der Einstieg in dieses Projekt. Zunächst mußte die gesamte Klasse über das Thema und das Ziel informiert werden. Durch die Nutzung einer Aufzeichnung bei der Projektbekanntgabe in Jena konnte dies sichergestellt werden. Probleme bereitete den Schülern auch die Projektvorstellung in Jena. Die Ergebnisse wurden größtenteils vom Zettel abgelesen und nicht in einer freien Rede vorgetragen. Eine Ursache für dieses Manko liegt auch darin begründet, daß die Projektteams ihre Zuarbeiten in der letzten Stunde vor der Verteidigung des 1. Teilprojektes bei den teilnehmenden Schüler abgegeben haben und diese sich die bearbeiteten Themen vorher nicht noch einmal angeschaut haben. Zusätzlich wurden noch Zuarbeiten von einzelnen Fördersystemen, beispielsweise über die Bandförderer und Doppelgurtförderer, unvollständig abgeben, so daß hierüber die Ergebnisse beim Vortrag sehr spärlich waren. Die umfassende inhaltliche Ausarbeitung war daher nicht zufriedenstellend. In der folgenden Unterrichtsstunde wurden diese Mängel in Auswertung der Projektvorstellung angesprochen. Die Klasse sollte aus dieser Situation heraus die Erkenntnis gewinnen, daß nur die vollständige Bearbeitung der Lernaufgaben den Projekterfolg für die gesamte Klasse sichert. Für die in Jena bei der Projektvorstellung beteiligten Schüler und auch für die gesamte Klasse war das zu diesem frühen Zeitpunkt sicherlich eine wichtige Erfahrung. Zusammenfassend muß man dennoch die engagierte Arbeit und den Willen eine qualitative und ansprechende Arbeit abzuliefern hervorheben (siehe Anhang S. A 74ff.: Schülerarbeiten).

4.2.3 Die Aufgabenstellung und Projektdurchführung im 2. Teilprojekt (Anschlußprojekt) für die Modellversuchsklasse der Energieelektroniker

Bekanntgabe der Aufgabenstellung für das Anschlußprojekt (2. Teilprojekt)

Im Anschluß an die Vorstellung des 1. Teilprojekts am 10. März in Jena erfolgte gleichzeitig die Bekanntgabe der Zielstellung für das 2. Teilprojekt. Die Ergebnisse des 1. Teilprojektes sollen jetzt unmittelbar auf die neue Aufgabenstellung übertragen und angewendet werden. Ziel ist die Planung und Entwicklung eines Montage-Logistik-Systems für die Montagelinie bei der Elektronikgeräte-Fertigung. Für die Montagelinie soll ebenfalls ein geordneter Fertigungsablauf mit einer größtmöglichen Flexibilität projektiert werden. Zusätzlich ist eine Station für die Bestückung der Montagelinie vorzusehen. Die Zielstellung des 2. Teilprojektes wurde der Modellversuchsklasse ebenfalls als formulierte Aufgabenstellung (siehe Anhang S. A 69ff.: "Technische Zielstellung") übergeben.

Folgende detaillierte Zielstellungen werden mit dem 2. Teilprojekt verbunden:

1. Die bereits beim 1. Teilprojekt gewonnenen Analyseergebnisse über die Förderstrecken und deren Eignung für die zu projektierende Montagelinie werden auf die neue Zielstellung übertragen.

2. Der logistische Ablauf bei der Fertigung der Komponenten wird in die Projektlösung einbezogen und ist als Voraussetzung für einen geordneten Materialtransport und die Bestückung der Montagelinie zu berücksichtigen. Zeitkritische Abläufe sind ebenfalls in die Umsetzung einzubeziehen. Dies gilt auch für unterschiedliche Zeitanteile an den jeweiligen Arbeitsstationen.
3. Für die Montagelinie wird ein hoher Flexibilitätsgrad gefordert. Arbeitsstationen sollen bei Bedarf in den Fertigungsablauf integriert werden oder wieder herausgelöst werden können. Die "Hardware der Fertigungslinien" mit Anzahl der Förderstrecken und den Abmessungen sind aus technologischen Gründen vorgegeben worden und in der Aufgabenstellung enthalten.
4. Die Anlagensteuerung und Möglichkeiten der steuerungstechnischen Umsetzung sind für die Modellversuchsklasse Energielektroniker aus Erfurt relevant. Zu berücksichtigen sind die für den Einsatz relevanten Sensoren und deren Plazierung in der Anlage sowie die Anordnung von Schlüsselschaltern und Tastern für die unterschiedlichen Aufgaben am jeweiligen Arbeitsplatz.
5. Für den Fertigungsablauf und die Projektierung der Montagelinie wird die Beachtung von Randbedingungen gefordert:
 - Für die Bestückung der Montagelinie ist eine Regalpufferung mit einer festgelegten Kapazität vorgesehen.
 - Die Transportbehälter entsprechen der Euronorm mit festgelegten Abmessungen und sind antistatisch sowie stapelbar.
 - Die Transportbehälter sind an allen 4 Seiten mit einem Barcode zur Identifizierung ausgerüstet
 - In den Fertigungslinien ist eine Behälterpufferung und eine Übergabestation für den Behälterkreislauf vorzusehen.
 - Die optimale Gestaltung des Handarbeitsplatzes ist unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschleusung und der zugehörigen Signaleinrichtungen zu konzipieren.

Projektplanung und Projektdurchführung für das 2. Teilprojekt

Wie der detaillierten Zielstellung zu entnehmen ist, ist dieses 2. Teilprojekt sehr umfangreich und komplex. Der Termin für die Projektvorstellung wurde auf den 29. April 1998 festgelegt. Bis dahin stehen für die Projektdurchführung insgesamt 12 Unterrichtsstunden zur Verfügung, d.h., die Modellversuchsklasse besucht in der Zwischenzeit zwei Mal die Berufsschule. Unter Berücksichtigung der umfangreichen Aufgabenstellung werden von diesen 12 Unterrichtsstunden 9 Stunden für das Jenoptik-Projekt veranschlagt. Da nach Bekanntgabe der 2. Aufgabenstellung die Phase der Planung und der Literaturrecherche folgt, werden für die 1. Turnuswoche nur 3 Unterrichtsstunden zur Verfügung gestellt. In der folgenden Turnuswoche werden die sechs Unterrichtsstunden für das Projekt verwendet, da in dieser Phase eine ordentliche und auch vollständige Zusammenstellung der Ergebnisse vorgenommen werden soll. Dennoch ist der zur Verfügung stehende unterrichtliche Zeitrahmen sehr kurz bemessen. Daher bleibt es von vornherein fast unausweichlich, daß die Auszubildenden einen Teil der Zuarbeiten in häuslicher Arbeit erledigen. Die Motivation und Bereitschaft dies zu erkennen und umzusetzen ist für den Großteil der Klasse vorhanden.

Für die methodische Umsetzung wird auch für dieses Teilprojekt der handlungsorientierte Unterricht geplant. Die Bewältigung der Lernaufgaben in Lerngruppen soll auch bei diesem Projekt den Erfolg sicherstellen. Wegen der Komplexität und des erweiterten Umfangs dieses Projekts war eine Neuzusammenstellung der Gruppen unausweichlich. Dennoch wurden auch unter der Berücksichtigung der Vorarbeiten im 1. Teilprojekt die Gruppen nicht vollständig neu gebildet. Ebenfalls wurde bei der Gruppenzusammenstellung die noch nicht vollständig bearbeiteten Teilaufgaben aus dem 1. Teilprojekt berücksichtigt. Eine Gruppe mußte dieses Manuskript noch aufarbeiten. Die Gruppenbildung erfolgte in gegenseitiger Absprache mit den Schülern. In jeder Gruppe wurde ein Teamleiter bzw. Teamsprecher gewählt, der die Koordination und Bearbeitungsphase innerhalb der Gruppe steuern sollte. Zudem übernahm er die Koordination für das Gesamtprojekt gemeinsam mit den Teamleitern der anderen Gruppen. Die drei für die Projektvorstellung in Jena ausgewählten Schüler übernahmen die Gesamtleitung, damit die Anordnung und auch die Vollständigkeit der Inhalte bei der Präsentation gesichert werden kann. Die Planung der Gruppen und die Zuordnung der Lernaufgaben wurde wie folgt geplant und umgesetzt:

Gruppe	Aufgabenstellung der Lerngruppe
1	Vervollständigung der Übersicht über die Förderarten und Ergänzung der bereits analysierten Fördersysteme, insbesondere über die Bandförderer und Doppelgurtförderer mit einer geeigneten grafischen Veranschaulichung (Bilder, Folien, Dias, ...)
2	Erstellung einer geeigneten Darstellung mit Hilfe einer Softwaresimulation über die Montagelinie mit den zugehörigen Fertigungslinien und dem geordneten Fertigungsablauf. In dieser Montagelinie sind folgende Teilsysteme einzubeziehen: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Möglichkeit der Übergabestation von der Versorgungsstrecke zu den Fertigungslinien. 2. Ein Umsetzer der defekte oder noch nicht bearbeitete Behälter erneut in den Kreislauf der Fertigungslinie zurückbringt. 3. Die Gestaltung eines geeigneten Handarbeitsplatzes für die Montage der Baugruppen.
3	Gestaltung und Konzeption eines für die Montagelinie zugeordneten Fertigungsablaufs. Dieser soll unmittelbar als Zuarbeit für die Gruppe 2 dienen und in die Simulation einfließen.
4	Gestaltung und Konzeption eines geeigneten Handmontagearbeitsplatzes für die Baugruppenmontage in wahlweise sitzender und stehender Arbeitshaltung. Ebenfalls soll die Möglichkeit der Teilabnahme und der Teilübergabe auf das Band berücksichtigt werden. Dies beinhaltet auch die entsprechende Auswahl und Anordnung der Sensoren, Schalter und Bedienelemente. Diese Aufgabe ist eine Zuarbeit für die Gruppe 2.

5	Auswahl der für den Aufbau und die Realisierung dieser Montagelinie erforderlichen Fördersysteme. Vergleich der geeigneten Fördersysteme miteinander und einholen eines Kostenvoranschlages. Zu berücksichtigen sind ebenfalls die Übergabestationen, geeignete Pufferstrecken und die flexible Hinzu- oder Wegnahme von Montagestationen. Diese Aufgabenstellung ist eine Zuarbeit für die Gruppe 2.
6	Konzeption der steuerungstechnischen Umsetzung der Montagelinie hinsichtlich der Steuerungsart, der Anzahl und Anordnung von möglichen Sensoren und der Möglichkeit der Erkennung der Behälter mit einem Barcode. Wichtiger Bestandteil ist die Steuerungsmöglichkeit der gesamten Montagelinie einschließlich der Teilebereitstellung und Lagerverwaltung (Flexibles Fertigungssystem) und der einzelnen Fertigungslinien (SPS-Technik). Nutzung der Erkenntnisse aus der Grundstufenausbildung hinsichtlich des Aufbaus und der Informationsverarbeitung bei einem Prozeßleitsystem
7	Geordnete Lagerverwaltung und Bereitstellung der Behälter auf das Förderband. Zu berücksichtigen ist eine Möglichkeit und die technische Realisierung einschließlich der steuerungstechnischen Umsetzung für die Zuführung und Zusammenstellung der Behälter auf die Versorgungsstrecke der Montagelinie

Die Vernetzung und die Abhängigkeit der Gruppen untereinander war bei diesem Projekt prägend. Jeder Aufgabenstellung war eine besondere Wertigkeit zugeordnet. So war die Gruppe 2 beispielsweise auf die Zuarbeiten aus den Gruppen 3, 4 und 5 angewiesen. Dadurch erhielt dieses Projekt einen besonderen Reiz, der auch den Ehrgeiz und das Engagement der Schüler untereinander stark beeinflußte und zu dessen positiven Förderung beitrug. Ein zusätzliches Literaturstudium und die Nutzung der Inhalte aus der Grundstufenausbildung war für eine erfolgreiche Projektbewältigung unausweichlich.

Der Termin für die vollständige Projektvorstellung am 29. April 1998 bei Jenoptik konnte nicht eingehalten werden, da wichtige Zuarbeiten nicht rechtzeitig fertiggestellt werden konnten. Demzufolge stellten zu diesem Termin nur die Gruppen eins und sieben ihre Projektergebnisse vor. Am 10. Juni 1998 erfolgte schließlich in Jena die Gesamtvorstellung des 2. Teilprojekts. Höhepunkt des Projekts war die Vorstellung und Demonstration einer Computersimulation über den Aufbau und den Fertigungsablauf der Montagelinie (Quelltext als PASCAL-Programm). Die Simulation war so programmiert, daß alle möglichen Wege des Transportbehälters in den Fertigungslinien gezeigt werden konnten. Gleichfalls wurde die Konzeption und die Anordnung der Fertigungslinien sichtbar.

4.2.4 **Reflexion der Projektdurchführung und Zusammenfassung**

Die Projektziele konnten mit der Vorstellung der Ergebnisse im Juni 1998 erreicht werden. Für die Auszubildenden war gerade das Gelingen des 2. Teilprojekts eine große Herausforderung. Für die Umsetzung der Lernaufgaben hat sich die Projektarbeit mit der Bildung von Gruppen bewährt. Nur so konnte eine arbeitsteilige Atmosphäre geschaffen werden, wobei jeder einzelne zum gelingen des Ganzen beitragen konnte. Problematisch war die Zeitsituation, gerade auch zum Ende des 2. Teilprojekts. Der Unterricht hat sich in einigen Turnuswochen nur auf das Jenoptik-Projekt konzentriert. Aber gerade in dieser Phase haben die Schüler viel Ehrgeiz und Willen von sich selbst gefordert. Dies hat umfassend zur Ausprägung einer selbständigen und selbstgesteuerten Handlungsweise beigetragen. Der Lehrer gab seine klassische Rolle als Stoffvermittler vor der Klasse fast vollständig auf, er beschränkte sich fast ausschließlich als Berater und (Mit-)Koordinator des Projekts. Die bei diesem Projekt erzielten fachlichen, methodischen und sozialen Kompetenzen hinterlassen mit Sicherheit positive Auswirkungen auf den weiteren Unterricht in der Berufsschule. Die Ernsthaftigkeit für die Bewältigung der Lernaufgaben und Verteidigung der Ergebnisse hat sich gegenüber dem 1. Teilprojekt erheblich verbessert (siehe Anhang S. A 74ff.: Schülerarbeiten).

Durch die Auswahl und die Umsetzung des Unterrichtsprojekts haben Lehrer und Schüler einen tiefen Einblick in die reale Facharbeit erhalten. Diese Berührungs punkte haben bei den Schülern auch zu der Einsicht geführt, daß die Facharbeit nicht nur auf die Bewältigung und Anwendung von elektrotechnischen Fähigkeiten und Kenntnissen gerichtet ist, sondern auch berufsfremdes Wissen wie z.B. typische metalltechnische Inhalte anzueignen und anzuwenden sind. Dazu war die gemeinsame Bewältigung der Projekt- aufgaben zwischen den Ausbildungsberufen Energielektroniker und Industriemechaniker gut geeignet. Zeitliche und schulorganisatorische Einflüsse waren einer noch engeren Zusammenarbeit und inhaltlichen Abstimmung zwischen den Berufen und Klassen hinderlich. Wichtig war auch die Tatsache, daß die Klasse Energielektroniker nicht nur den Aufbau und die Inbetriebnahme des modularen Produktionssystems in der Ausbildung behandelt hat, sondern weitere Möglichkeiten von automatisierungstechnischen Prozessen kennenlernen konnte.

An dieser Stelle möchte sich die Projektgruppe des Modellversuchs AUBA bei der Jenoptik AG (Bereich Automatisierungstechnik) für die hilfreiche Zusammenarbeit und die Unterstützung für die Durchführung dieses Projekts, besonders bei Herrn Daugert, Herrn Sonnekalb und Herrn Ossig, recht herzlich bedanken.

4.3 Durchführung und Ergebnisse der Projektarbeiten im Ausbildungsberuf Industriemechaniker Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik (Jena-Göschwitz)

Der Schwerpunkt für die Klasse der Industriemechaniker lag im Unterrichtsprojekt auf dem Gebiet der Entwicklung und Erstellung eines flexiblen Montage- und Montage-Logistiksystems. Zu diesem System sollte ein Vorentwurf mit Alternativen erarbeitet werden. Hierbei spielten Fragen zur Arbeitsorganisation ebenso eine Rolle wie die Auswahl und die Anordnung geeigneter Fördertypen sowie die Mechanik. Für die Klasse der Industriemechaniker bestand die Herausforderung auch darin, mit der Klasse der Energieelektroniker eine kooperative Zusammenarbeit aufzubauen und eine Abstimmung zwischen den einzelnen Aufgaben zu erreichen.

4.3.1 Die Ausgangssituation zum Unterrichtsprojekt in der Modellversuchsklasse der Industriemechaniker

Alle Schüler in der Klasse der Industriemechaniker haben bisher die Lerngebiete der Grund- und Fachstufe 1 nach dem AUBA- Konzept vollständig durchlaufen. Das Niveau in der Klasse sowie die Vorbildung der Schüler (Absolvierung der allgemeinbildenden Schulen) ist annähernd gleich. Das Leistungsspektrum liegt durchschnittlich im Bereich der Noten gut bis befriedigend. Die Schüler besitzen daher gutes Überblicks- und Zusammenhangswissen z.B. hinsichtlich der Grobstruktur vernetzter automatisierter Anlagen aus dem Bereich der Produktionsautomatisierung. Auch sind die Auszubildenden bereits in der Lage, z.B. geeignete Aktoren und Sensoren entsprechend einer Aufgabenstellung auszuwählen oder aufgrund ihrer grundlegenden Kenntnisse im Bereich der VPS elementare SPS- Programme zu schreiben.

4.3.2 Die Aufgabenstellung und Projektdurchführung in der Modellversuchsklasse der Industriemechaniker

Mit der Aufgabe der Entwicklung und Erstellung eines Vorentwurfs für ein flexibles Montage- und Montage-Logistiksystems wurde die Klasse mit einer völlig neuen Herausforderung konfrontiert. Denn das zu entwickelnde flexible Montagesystem, welches verschiedene Abläufe zur Montage von elektronischen Kleingeräten ermöglichen sollte, ging über die den Schülern bekannte MPS-Modellanlage weit hinaus. Nach den Vorgaben sollte das flexible Montagesystem etwa 40 Montageplätze beinhalten, die

jeweils vollständig oder teilweise in Betrieb sind. Sowohl die Einzelteilebereitstellung als auch der Abtransport der fertigen Geräte sollte über ein Kleinteilelager erfolgen. Eine Hauptaufgabe bestand darin, die einzelnen Montageplätze in ihrer Struktur zu gestalten und für den Transport der Geräte bei der Montage geeignete Fördermöglichkeiten zu ermitteln. Hierbei war auf die Beschaffung marktüblicher Produkte zu achten. Ein Arbeitsplatz war von den Schülern konkret zu gestalten, einschließlich der Gestaltung und Einbindung der Automatisierungstechnik in das Gesamtsystem.

Phasen der Projektbearbeitung:

1. Informationsphase:

Die Erstinformation erfolgte unmittelbar im Projektbetrieb, also bei Jenoptik - Automatisierungstechnik. Da wegen der Größe der Klasse an dieser Phase nicht alle Schüler teilnehmen konnten, wurde ein Informationstransfer dadurch gesichert, daß in den folgenden 2 Unterrichtsstunden die betriebliche Aufgabenstellung nochmals vorgestellt wurde. Diese erfolgte von den Schülern, wobei zugleich die Aufgaben diskutiert und konkretisiert wurden.

2. Einteilung der Arbeitsgruppen:

Um auch Alternativen zu erhalten, wurden in der Klasse Gruppen gebildet, die alle die gleiche Aufgabenstellung erhielten. Die Gruppeneinteilung erfolgte so, daß immer Auszubildende eines gemeinsamen Ausbildungsbetriebes eine Gruppe bildete.

3. Erarbeitungsphase:

Die Bearbeitung der Aufgabenstellung erfolgte parallel in den Gruppen, und zwar turnusmäßig in den jeweiligen Ausbildungswochen (nach je etwa 4 Wochen!).

4. Berichts- und Präsentationsphase:

Nach Abschluß der Gruppenarbeit wurde diese zunächst von den Schülern in der Klasse vorgestellt und diskutiert (siehe Anhang S. A 112ff.: Schülerarbeiten). Ein Teil der erarbeiteten Lösungen wurde daraufhin von einigen Schülern der Klasse bei einer gemeinsamen Präsentation mit der Klasse der Industrieelektroniker unmittelbar im Projektbetrieb bei Jenoptik - Automatisierungstechnik vorgestellt.

4.3.3 Reflexion der Projektdurchführung und Zusammenfassung

Im Rahmen der Projektdurchführung waren die Schüler teils völlig anders wie im normalen Unterricht gefordert. Sie waren aber durch die konkrete betriebliche Aufgabenstellung motiviert und konnten sich neue berufliche Kompetenzen aneignen. Neue Erfahrungen konnten insgesamt auch in der berufsübergreifenden Zusammenarbeit sowie in der Kooperation mit dem Betrieb gewonnen werden. Diese waren, so zeigte sich, allerdings nicht nur positiv.

Insbesondere war aufgrund des sehr ungünstigen Blockunterrichts der Klasse Industriemechaniker eine kontinuierliche und didaktisch-methodisch zufriedenstellende Bearbeitung des Projektes nicht immer möglich. Denn nach der Vereinbarung der Thüringer Wirtschaft mit dem Kultusministerium haben alle Klassen ab der Fachstufe 1 nur noch 9 Ausbildungswochen pro Ausbildungsjahr Berufsschulunterricht. Hierdurch bedingt war die Unterrichtszeit besonders im 2. Halbjahr stark reduziert, so daß das Projekt und deren "termingerechte" Bearbeitung durch und mit den Schülern zeitlich unter Druck geriet. So lagen z.B. zwischen der ersten Projektinformation und der ersten Präsentation nur etwa 4 Wochen, was aufgrund der Erfahrungen zeitlich zu eng ist. Eine ausreichende Aufgabenbearbeitung und Ergebnisdiskussion mit notwendigen Korrekturen konnte nicht vorgenommen werden. Diese sehr ungünstigen Umstände haben die Zusammenarbeit zwischen den Schulen und mit dem Betrieb erschwert. Letztlich konnten die Schüler nicht alle den erhofften Kompetenzzuwachs erreichen, der bei anderen zeitlichen Rahmenbedingungen möglich gewesen wäre. Insofern sollten die deutlichen Nachteile im Zusammenhang der neuen Blockbeschulung im Interesse der Ausbildungsqualität und der Thüringer Berufsschüler durch andere bessere Blockbeschulungsvarianten zukünftig beseitigt werden.

5

Auswertung und zusammenfassende Betrachtungen zum Lehr- und Lerngegenstand der Automatisierung und der im Modellversuch erarbeiteten Gesamtkonzeption für die Metall- und Elektroberufe

Automatisierung und Automation als Lehr- und Lerngegenstand war und ist in der Berufsausbildung letztlich nicht neu. Denn Automatisierung findet in ihrer traditionellen wie aktuellen Bedeutung seit der ersten industriellen Revolution im 19. Jahrhundert und in sehr unterschiedlicher Weise und in vielfältigen industriellen und handwerklichen Arbeitsbereichen statt.¹ Insofern mußten sich "Mechaniker" und "Elektriker" immer schon mit der Automatisierung bzw. Automation auseinandersetzen, da sich diese faktisch und praktisch bis heute trotz aller Automatisierung nicht "vollautomatisch" herstellt, überwacht, instandhält usw., sondern sich immer nur als ein "Mensch-Maschine-(Automatisierungs-)System" darstellen und begreifen läßt. Um somit junge "Menschen" im Kontext des Automatisierungswandels entsprechend beruflich zu qualifizieren, hat sich der Modellversuch AUBA intensiv mit diesem "Gegenstand" auseinandergesetzt, ihn curricular für verschiedene Metall- und Elektroberufe analysiert und bearbeitet und ihn im Sinne der "Arbeit und Technik in der Automatisierung" didaktisch-methodisch umgesetzt und erprobt.

Im Rahmen einer Auswertung und zusammenfassenden Betrachtung wird nachfolgend der Versuch unternommen, die Untersuchungs- sowie Entwicklungs- und Erprobungsergebnisse im Überblick darzustellen und abschließend "neue Lernfelder zur Automatisierung" für die Metall- und Elektroberufe als einen konstruktiven Beitrag zur anstehenden Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne und damit zur Innovation in der Berufsausbildung zu skizzieren.

¹ Zur Automatisierung und Automation lassen sich hier kurz folgende Aspekte über eine historische Begriffsklärung angeben: "Automation" kommt als Begriff aus der anglo-amerikanischen Literatur und wurde 1946 von D.S. HARDER als Wort geprägt und im Sinne eines "verstärkten Einsatzes mechanischer und automatischer Arbeitsabläufe" verstanden. Umfassender beschreibt DIEBOLD 1952 das Phänomen "Automation" in seinem Werk "Automation - Advent of the automatic Factory" und definiert den Begriff in einem neuen mehr technologischen Sinn als "automatische Verfahren und den Prozeß automatischer Abläufe". Im Kontext eines neuen Konzeptes zur "automatischen Fabrik" will DIEBOLD "Automation" später als eine "Philosophie der Produktion" und als revolutionären Durchbruch einer neuen Idee verstanden wissen. Als eine "Symbiose zwischen Mensch und Maschine" versteht SILBERMANN 1967 "Automation" in seinem Buch "The myth of Automation" wogegen MANSFIELD 1968 den Prozeß, der "menschliche Erfahrungen, Konzeptionen und Informationen mechanisiert", mit Automation bezeichnet. Der Prozeßcharakter kommt auch in der Feststellung von BRIGHT zum Ausdruck, der "Automation" als den "jeweiligen Stand bzw. die Stufe der Mechanisierung, die automatisierter ist als die vorhergehende war, beschreibt. MESTHENE versteht 1970 sehr allgemein unter "Automation" die "Organisation von (menschlichem) Wissen zur Erfüllung praktischer Ziele". (Vgl. HEGELHEIMER u.a. 1975, S. 28ff.)

5.1 Untersuchungsergebnisse zur Arbeit und Technik in den Automatisierungsbereichen der Industrie und im Handwerk

Entsprechend den Modellversuchszielen und unter Berücksichtigung des Arbeits- und Zeitplans wurden zu Beginn des Modellversuchs Untersuchungen und Analysen zur Automatisierung durchgeführt. Diese wurden nicht auf die "Automatisierungstechnik" reduziert, sondern wurden auf die Arbeitspraxis in Industrie und Handwerk und zugleich auch auf die Berufsbildungspraxis im Feld der Automatisierung gerichtet (siehe Abb. 5-1). Sie waren insgesamt als Primär- und Sekundäranalysen angelegt und ausgearbeitet, so daß zum einen die Analyse der *Arbeitspraxis* durch eine qualitative Auswertung von vorhandenen Studien zum Stand der Automatisierung in der Industrie und im Handwerk erfolgte. Forschungsergebnisse aus entsprechenden Projekten der Qualifikations- und Berufsbildungsforschung im Berufsfeld Metall- und Elektrotechnik wurden dabei besonders berücksichtigt. Zum anderen wurden eigene betriebliche Fallstudien in der Industrie und dem Handwerk der Region Erfurt und Jena durchgeführt und ausgewertet, um die vorhandenen Ergebnisse auch durch aktuelle und regionalspezifische Erkenntnisse zum Arbeits-, Technik- und Qualifikationswandel in den verschiedenen Automatisierungsbereichen zu ergänzen und um diese Entwicklungen unmittelbar in die Berufsausbildung "vor Ort" mit einzubeziehen.

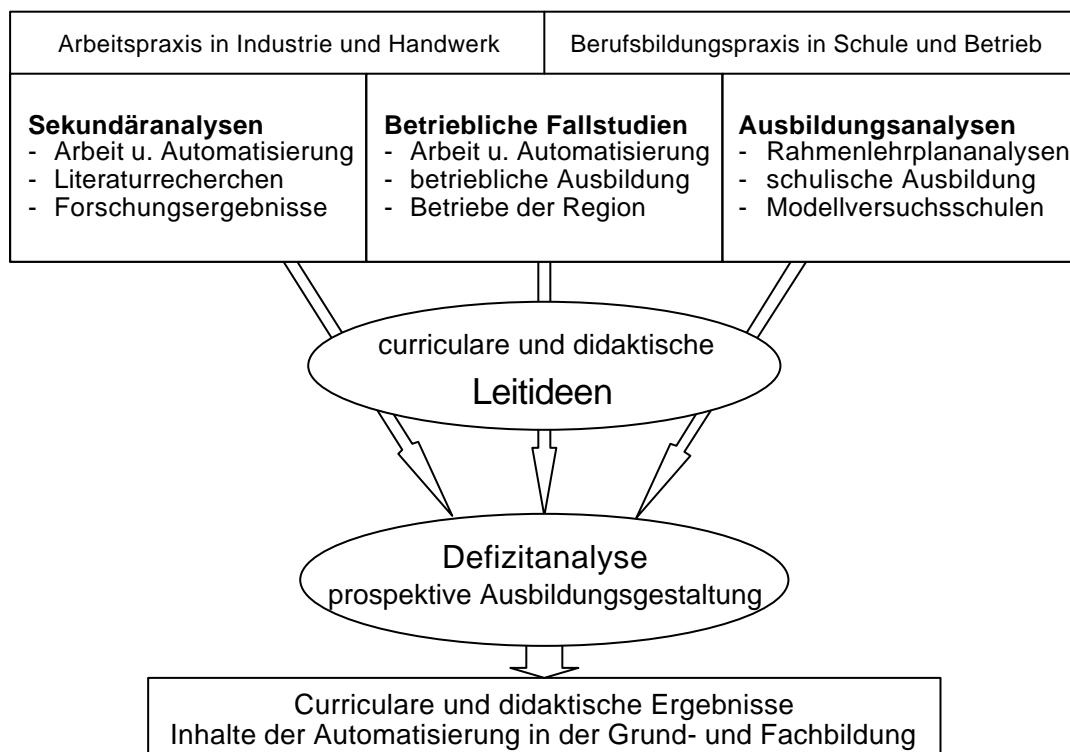


Abb. 5-1: Untersuchungs- und Evaluationskonzept im Modellversuch AUBA

Aufgrund der Erkenntnisinteressen wurden die Untersuchungen zu den Entwicklungen in der Automatisierung und zum Wandel der Inhalte und Anforderungen in der Facharbeit auf die Bereiche der Produktions-, Prozeß- und Gebäudeautomatisierung konzentriert (siehe Abb. 5-2). Zur Automatisierung wurden damit "Objekte" und Bereiche berücksichtigt, die die Automatisierung nicht nur auf die in der industriellen Produktion einengt. Nach den Ergebnissen repräsentieren die drei Bereiche heute auch die zentralen Innovationsfelder der Industrie und des Handwerks und sie gelten zudem als derzeit besonders stark von Automatisierungsbestrebungen betroffen. Zugleich kennzeichnen die drei Automatisierungsbereiche diejenigen branchen- und berufsübergreifenden Arbeitsfelder, in denen die gewerbliche Facharbeit, und zwar die metall- und elektrotechnische Facharbeit in der Industrie und im Handwerk, eine hohe Bedeutung hat und in denen sich die Technik und Arbeit durch die Entwicklungen in der Automatisierung gegenwärtig stark verändert.

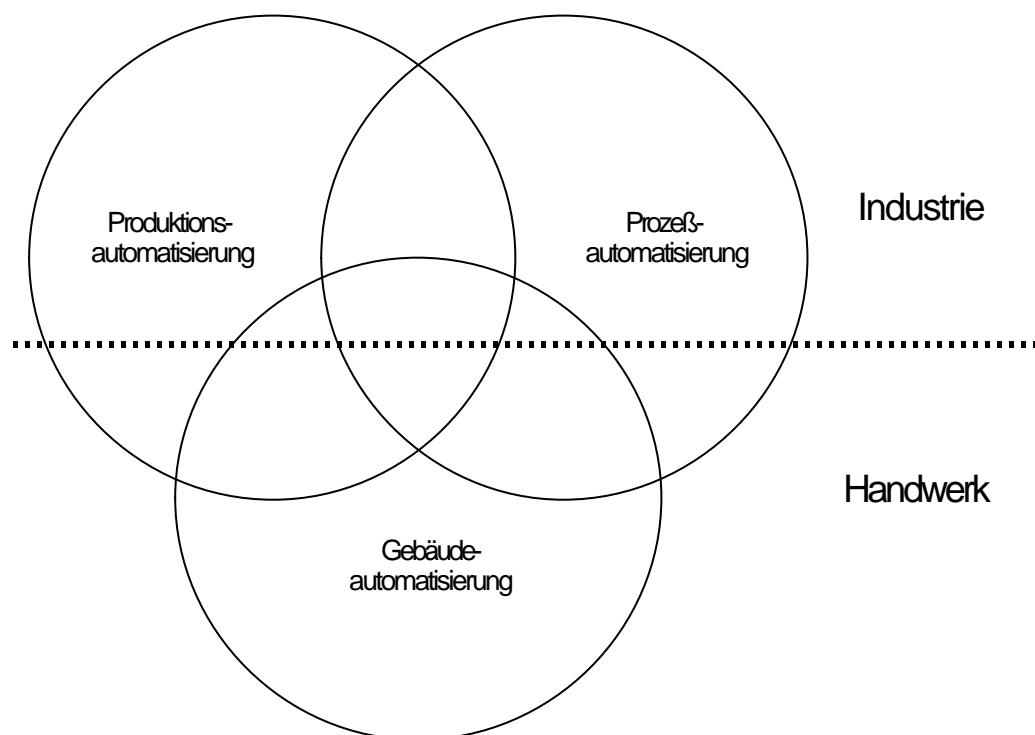


Abb. 5-2: Automatisierungsbereiche in Industrie und Handwerk

Im ersten Automatisierungsbereich, dem der **Produktionsautomatisierung**, ist im einzelnen nach den Ergebnissen vorwiegend die industrielle Fertigung und Montage von Produkten das Objekt der Automatisierung. Es geht um die Automatisierung von sogenannten diskontinuierlichen Produktionsprozessen, wie sie in vielfältiger Weise z.B. in der Automobil- oder der Elektroindustrie typisch sind. Exemplarisch lassen

sich für die Automobilbranche einige Automatisierungsgrade angeben, an denen deutlich wird (siehe Abb. 5-3), daß die Produktionsautomatisierung in den verschiedenen Fertigungs- und Montagebereichen bis

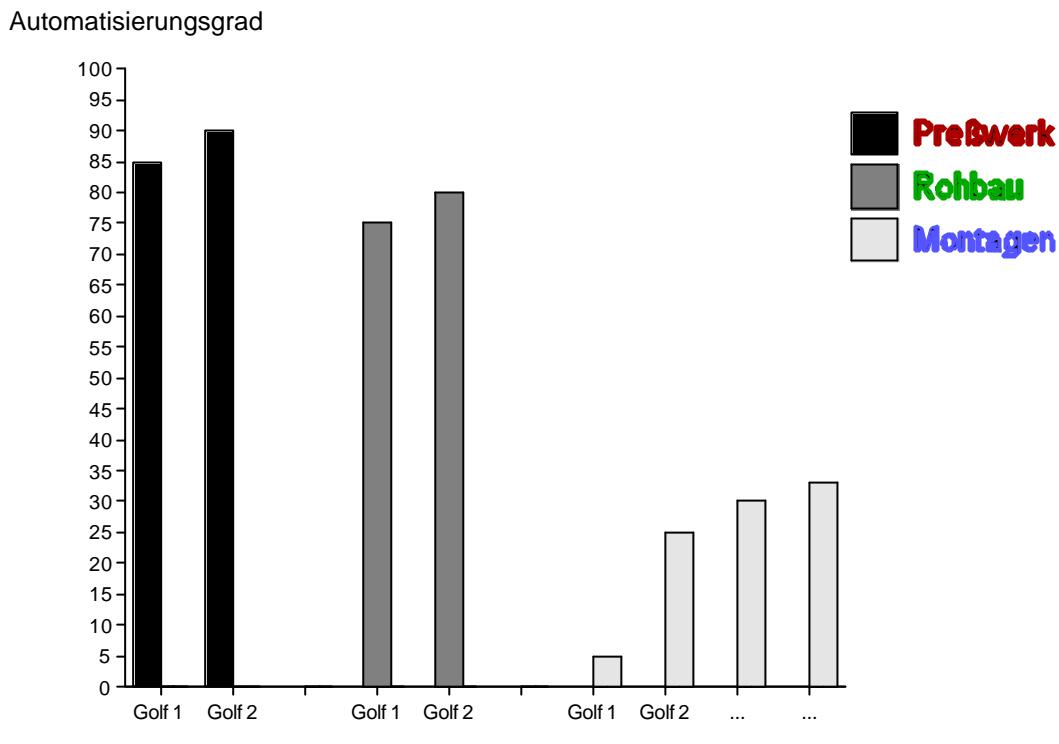


Abb. 5-3: Automatisierungsgrade in der industriellen Produktion

heute einen teils sehr unterschiedlichen Entwicklungsstand erreicht hat. Nach den Entwicklungen haben die in den Produktionsbereichen jeweils eingesetzten Automatisierungseinrichtungen ihre gemeinsame historische Wurzel in der Mechanisierung der Produktion. Heute sind sie vor allem durch die neuen Entwicklungen und den Einsatz der Mikroprozessor- und Computertechnik gekennzeichnet. Die computergesteuerte und computerintegrierte Produktion, wie sie in den verschiedenen Ideen und neueren Szenarien der CIM-Philosophie zum Ausdruck kommt, gilt von daher heute weithin als das Sinn- und Leitbild einer modernen wettbewerbsfähigen Produktion. Wie allerdings mittlerweile weithin bekannt ist, wird hierunter gegenwärtig nicht mehr das optimistische Szenario einer rein technischen Vollautomatisierung verstanden. Denn aufgrund von CIM-Ruinen und teils bitterer Erfahrungen hat sich mittlerweile breit die Erkenntnis durchgesetzt, daß die optimale Entfaltung der neuen automatisierungstechnischen Potentiale neben einer intelligenten Technik und neuer Produktions- und Arbeitskonzepte nach wie vor der intelligenten und qualifizierten menschlichen Arbeit bedarf.

Nach den Ergebnissen gilt dies vergleichsweise ebenso für die Entwicklungen in der **Prozeßautomatisierung**, in der die Automatisierung der sogenannten kontinuierlichen Verfahrensprozesse im Mittelpunkt steht. Typische Prozeßbereiche und Anwendungsfelder sind vorhanden in der Nahrungs- und Genußmittelindustrie, der Chemischen Industrie, der Stahlindustrie oder auch in Kraftwerken und Klärwerken wie ebenso in Müllverbrennungsanlagen oder Treibhaus- und Kompostierungsanlagen. Für die vielfältigen

steuerungs- und überwiegend regelungstechnischen Aufgaben in der Prozeßautomatisierung ist als technologischer Vorläufer die Meß- und Regelmechanik zu betrachten. Sie ist heute weitgehend durch die elektronische Sensorik und Aktorik und zunehmend durch vernetzte elektronische Prozeßleitsysteme verdrängt und ersetzt.

Zum dritten Automatisierungsbereich, der **Gebäudeautomatisierung**, haben die Ergebnisse in der Tendenz entsprechende Entwicklungen deutlich gemacht. In diesem Bereich geht es allgemein um Wirtschafts- und Wohngebäude, und zwar vom Einfamilienhaus bis zum Krankenhaus oder Hotel. Hier werden als Objekte die verschiedensten betriebstechnischen Anlagen, wie z.B. die Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, die Elektroinstallation, die Aufzugsanlage oder auch die Brandschutz- und Alarmanlage, zum Gegenstand der Automatisierung. Diese Anlagen hatten bisher bereits je für sich einen bestimmten Automatisierungsstand erreicht. Heute zeichnet sich, neben und mit der elektronischen Entwicklung, relativ eindeutig und stark ein Trend zur informationstechnischen Vernetzung der bisher unverbundenen betriebstechnischen Anlagensysteme im Rahmen der sogenannten Gebäudeleit- und Gebäudesystemtechnik ab. Ein besonderes Kennzeichen in der Gebäudeautomatisierung ist, daß aufgrund der teils recht unterschiedlichen Anlagensysteme in der Regel sehr vermischt Automatisierungsbereiche gleichzeitig vorhanden sind. Die Regelung kontinuierlicher Prozesse und die Steuerung diskontinuierlicher Abläufe stehen vielfach gleichberechtigt nebeneinander bzw. der Schwerpunkt kann sowohl in dem einen als auch in dem anderen Automatisierungsbereich liegen (siehe Abb. 5-4).

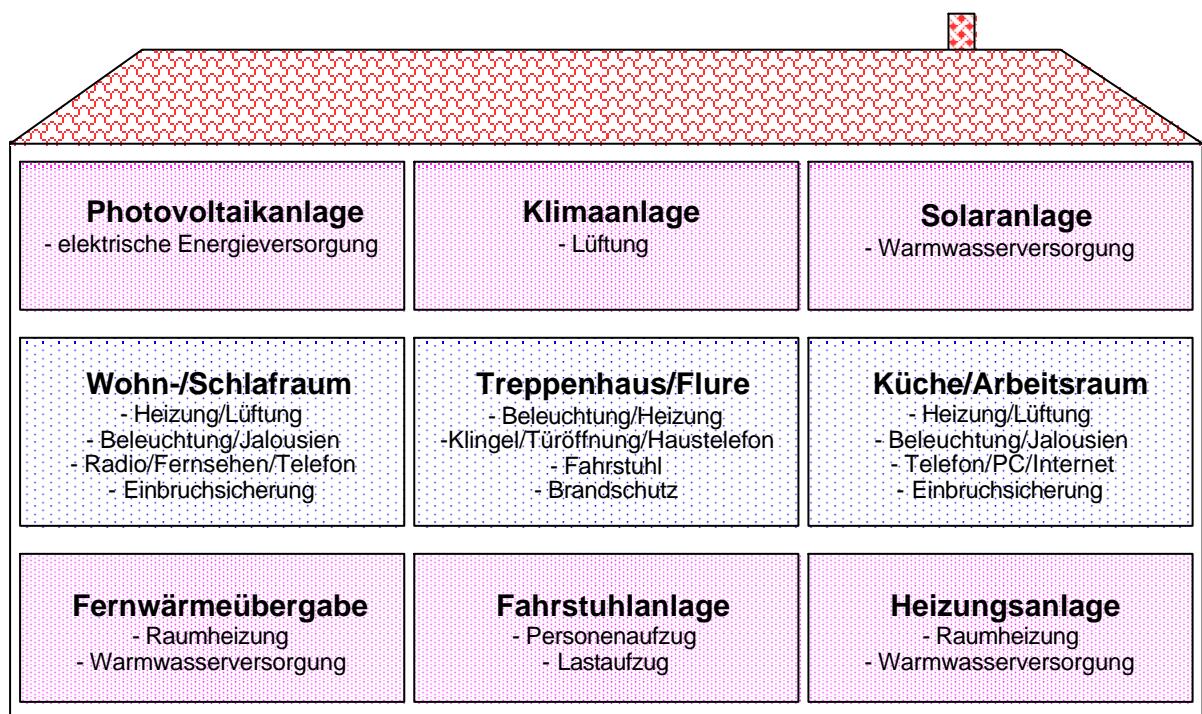


Abb. 5-4: Beispiel: Wohngebäude mit verschiedenen "automatisierten" Anlagen

Aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse, die sich auch in den regionalen Fallstudien bestätigten, wurden zum einen die wesentlichen Entwicklungslinien in den drei Automatisierungsbereichen deutlich.

Zum anderen hat sich in der Auswertung der Ergebnisse unter technik- und arbeitsbezogenen Fragestellungen herausgestellt, daß es zentrale gemeinsame und übergreifende Merkmale in der Automatisierung gibt, die ebenso und insbesondere unter curricularen Aspekten ihre Bedeutung für die Berufsausbildung haben.

Von daher war und ist in der Automatisierung, und hier bezogen auf die drei Automatisierungsbereiche, unter besonderer Berücksichtigung technik- und arbeitsbezogener Aspekte von teils sehr fließenden Grenzen bzw. übergreifenden Merkmalen auszugehen. Denn nicht selten treten objekt- und/oder produktbedingt in der Industrie und im Handwerk Elemente der Produktionsautomatisierung zugleich vermischt mit Elementen der Prozeß- und Gebäudeautomatisierung auf. Als Beispiel wäre hier eine moderne Lackiererei oder die Gießerei in der Automobilindustrie zu nennen, wo direkt im Zusammenhang von automatisierten kontinuierlichen Verfahrensprozessen und diskontinuierlichen Produktionsprozessen die notwendigen Betriebsanlagen, wie z.B. die Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, mittels der Prozeß- und Gebäudeleittechnik gesteuert und überwacht werden (siehe Abb. 5-5). Aber auch die moderne Brauerei und Bäckerei oder auch die modernen Treibhaus- oder Kompostierungsanlagen können als Beispiele gelten, in denen der Handwerker heute häufig mit allen drei Automatisierungsbereichen zugleich konfrontiert wird. Insofern ist in der betrieblichen Arbeitspraxis der Industrie und des Handwerks auch generell keine einfache und eindeutige Einteilung und Unterscheidung der Automatisierungsbereiche möglich.

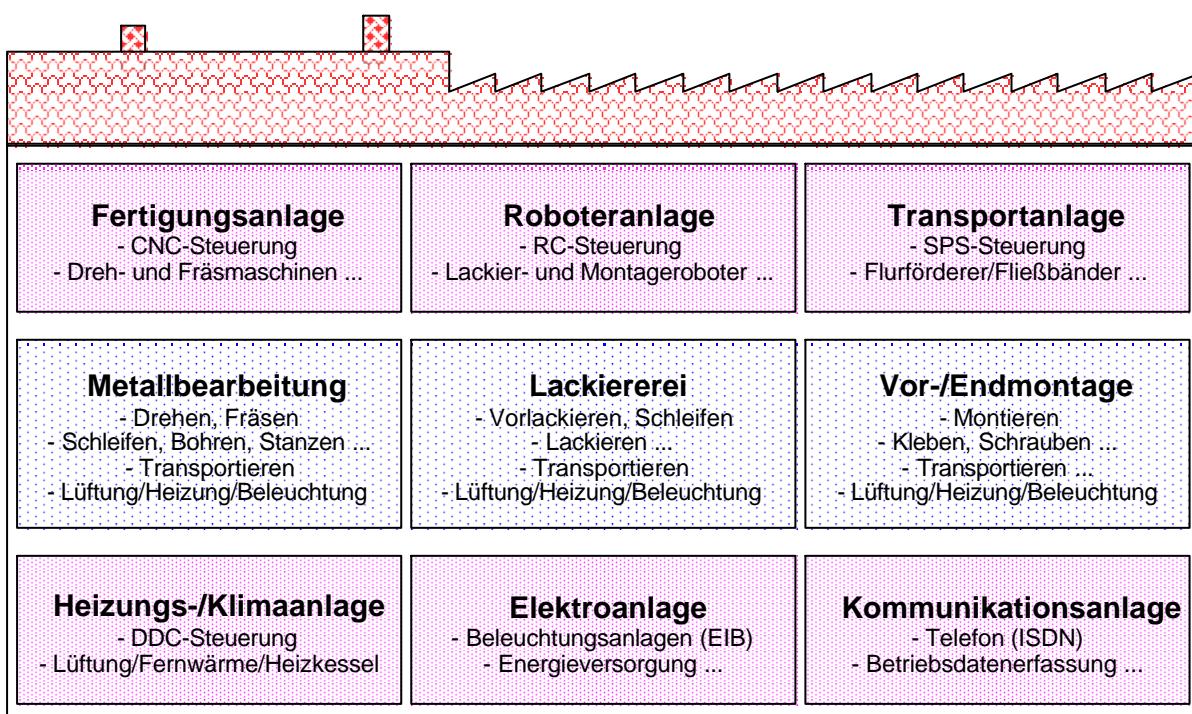


Abb. 5-5: Beispiel: Produktionsbetrieb mit verschiedenen Automatisierungsanlagen

Als **übergreifende Merkmale** moderner Automatisierungssysteme und -anlagen lassen sich insofern nach den vorliegenden Erkenntnissen und unter Berücksichtigung technik- und arbeitsbezogener Aspekte heute die folgenden **sechs Hauptmerkmale** benennen. Die da sind:

- Infomationstechnologie
- funktionale Flexibilität
- Hybridcharakter
- Vernetzung
- ständiger Wandel
- integrierte Technik-, Organisations- und Personalentwicklung.

Das erste gemeinsame und technikübergreifende Hauptmerkmal moderner Automatisierungssysteme ist heute bestimmt durch den Einsatz der **Informationstechnologie**. Das heißt, waren bezüglich der systemtechnischen Komponenten Stoff, Energie und Information früher die Automatisierungsentwicklungen vor allem auf die stofflichen und energetischen Prozeßvorgänge gerichtet, so ist heute die Information bzw. die Informationsverarbeitung mehr und mehr in den Mittelpunkt der Automatisierung gerückt. In den Automatisierungseinrichtungen haben die Informationsstrukturen sowie die informationstechnischen Verarbeitungen und Verknüpfungen der technischen Elemente damit eine zunehmende Bedeutung erhalten. So stellen auch Böhle und Rose aufgrund ihrer Untersuchungen in der Produktions- und Prozeßautomatisierung heute fest: "Im Vordergrund ... stehen die Informationsflüsse, die den Prozeß begleiten, nicht aber konkrete Operationen wie z. B. mechanische oder elektrotechnische Vorgänge. Die von Meßgeräten und Sensoren erfaßten Prozeßzustände werden analytisch verrechnet und für die Prozeßregulation mittels Aktoren genutzt. Damit hat sich die Logik der Informatik als grundlegende Basis für die Verfahrens- und Produktionstechnik durchgesetzt" (Böhle; Rose 1992, S. 32f). Hinsichtlich der konkreten informationstechnischen Realisierung erfolgt diese heute hauptsächlich mittels der bereits angesprochenen Computertechnik bzw. mit Hilfe rechnergestützter und -gesteuerter Geräte. Hierbei ist die Kombination und das neue Zusammenwirken von Hard- und Software, also von festen Technik- und flexiblen Programmelementen, von hervorzuhebender Bedeutung. Diese bedingt, daß sich wesentliche Strukturen und Funktionen realisierter Automatisierungssysteme heute kaum noch unmittelbar sinnlich wahrnehmen lassen. So sagen auch die sichtbaren Komponenten wie Steuergeräte, Leitrechner, Sensoren, Aktoren, Leitungen, Verbindungen usw. heute direkt wenig über ihr Zusammenwirken und die Informationsverarbeitung in einer Automatisierungseinrichtung aus; zentrale Informationen verbergen sich in den Speichern der Rechner und in den Strukturen und Inhalten der Software-Programme. Zum Verständnis der Automatisierung reicht die Anschauung der konkreten Technik somit heute nicht mehr aus. Bildschirm-Simulation oder -Visualisierung und relativ abstrakte Einblicke in Programmcode, Blockschaltbilder, Flußdiagramme u.ä. sind erforderlich.

Bedingt durch die Nutzung der Informationstechnologie ist ein zweites wesentliches Hauptmerkmal moderner Automatisierungssysteme die **funktionale Flexibilität**. Besonders durch die freie Program-

mierbarkeit der Software haben sich neue Möglichkeiten ergeben, die Automatisierungssysteme in der bisherigen Form der "Einzweckautomatisierung" von ihrer starren Bindung an bestimmte und vorher genau definierte Programmabläufe zu befreien. In der herkömmlichen Automatisierung waren die Automatisierungseinrichtungen aufgrund der einmal festgelegten mechanischen, elektrischen und pneumatischen bzw. hydraulischen Komponenten und Verbindungen nur in der Lage, einen einzelnen Automatisierungsvorgang auszuführen. Produktions- und Prozeßänderungen bedurften umfangreicher Umrüstungen oder auch Neubauten. Bei den neuen rechnergestützten Automatisierungssystemen genügt heute häufig das Laden einer entsprechend anderen Programm-Software. Ein typisches Beispiel ist hier der Industrieroboter, der seine hohe Einsatzflexibilität fast ausschließlich der freien Programmierbarkeit der Software verdankt. Vergleichbares gilt aber ebenso für den Bereich der Gebäudeautomatisierung, wo ohne größere Umbauarbeiten und Neuinstallationen und lediglich durch eine softwaremäßige Programmänderung heute teils völlige neue und andere Raumnutzungskonzepte flexibel realisiert werden können.

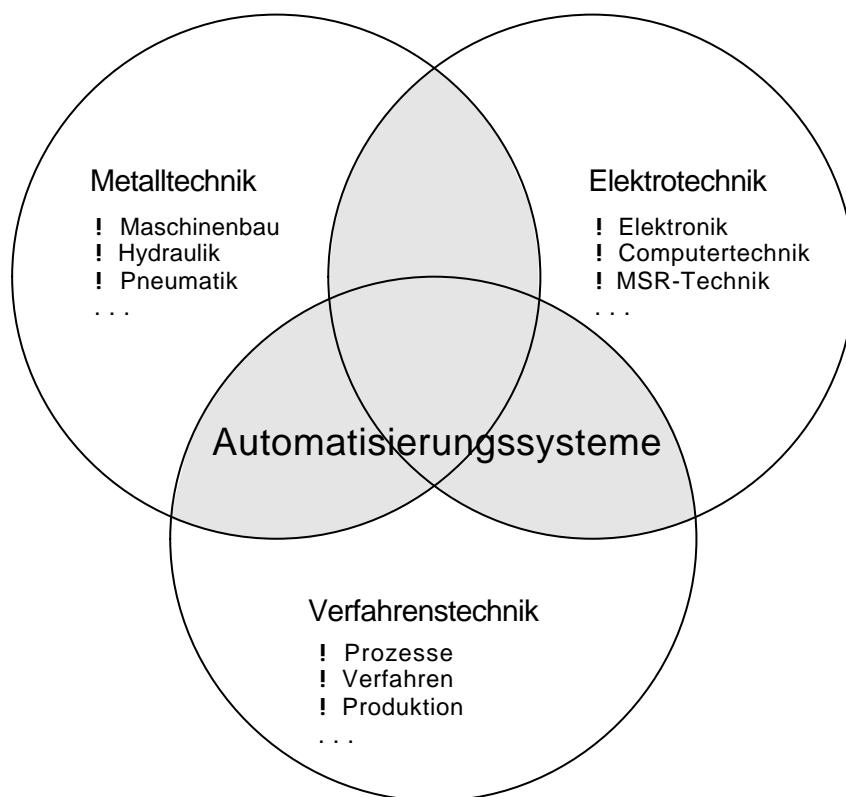


Abb. 5-6: Technische Wurzeln und Hybridcharakter der Automatisierungssysteme

Der **Hybridcharakter** ist ein drittes Hauptmerkmal von Automatisierungssystemen. Denn die Automatisierung hat ihre technischen Wurzeln längst nicht mehr nur in der Metalltechnik, sondern heute ebenso in der Verfahrenstechnik und der Elektrotechnik sowie zunehmend auch in der Technischen Informatik (siehe Abb. 5-6). Insofern sind die heutigen Automatisierungseinrichtungen insbesondere durch ihre hybriden Geräte und Komponenten gekennzeichnet, die sich aus den vielfältigen Elementen der Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrotechnik, Elektronik, Mikroprozessortechnik und Datenverarbeitungstechnik

zusammensetzen. Ihr Zusammenwirken bedingt eine hohe technische Komplexität, die bei der Entwicklung und Konstruktion wie aber auch bei der Herstellung und Nutzung der Automatisierungssysteme eine berufs- und zugleich berufsfeldübergreifende Zusammenarbeit und Kooperation herausfordert. Zudem sind häufig noch betriebsübergreifende Kenntnisse und Formen der Abstimmung und Zusammenarbeit gefordert, da die Automatisierungsanlagen in aller Regel aus Komponenten verschiedener Hersteller und Branchen mit zum Teil völlig unterschiedlichen Anschluß- und Bedienelementen sowie Benutzerführungen oder Softwareoberflächen bestehen. Der Hybridcharakter als ein wesentliches Merkmal der Automatisierung ist von daher auch nicht nur auf die unmittelbare Technik beschränkt. Die Gruppen- und Teamarbeit in den neuen Produktions- und Arbeitskonzepten findet hierin ebenso eine Begründung, da ja die Schneidungen der Berufe bisher rein technik- und funktionsorientiert sind. Entsprechend diesem Automatisierungsmerkmal werden so auch zunehmend neue Berufsbilder notwendig, zu denen der "Hybrid- oder Automatisierungsfacharbeiter" bzw. der neue Beruf des "Mechatronikers" eine die Berufsfeldgrenzen überschreitende Konsequenz ist. Für das Handwerk, wo in der Gründung von Haustechnik-Firmen oder Gewerkehöfen eine entsprechende Tendenz zum Ausdruck kommt, gilt prinzipiell vergleichbares. Doch tut sich das Handwerk aufgrund der traditionell rigiden Gewerke- und Berufsabgrenzungen zur Zeit mit neuen technikübergreifenden Berufsbildern noch sehr schwer. Ein aktuelles Beispiel ist der Ansatz zum neuen "Beruf" des Kfz-Mechatronikers, zu dem hier nur auf die Diskussionen, die zur Zeit auch auf der europäischen Ebene geführt werden, hinzuweisen ist.

Ein vierter wichtiges Hauptmerkmal der Automatisierungssysteme besteht heute in der zunehmenden äußeren und inneren **informationstechnischen Vernetzung** der Geräte, Anlagen und Systeme. Die Systemgrenzen werden hierdurch fließend bzw. heben sich auch teils auf. Das Merkmal der "äußeren" Vernetzung und fließender Systemgrenzen ist zugleich eng verbunden mit den Entwicklungen und der Idee von CIM und CAM, der Computerintegrierten und -unterstützten Produktion. Diese Idee, die ihren Ursprung bereits in den 50er und konkreter den 70er Jahren hat, besteht in ihrem Kern hauptsächlich darin, die Bearbeitung eines Produktionsauftrages, und zwar vom Auftragseingang bis zur Produktauslieferung, über die Integration und Vernetzung aller Computer-, Maschinen- und Anlagensysteme weitgehend vollautomatisch vorzunehmen. Der Betrieb bzw. das ganze Unternehmen wurde und wird damit im Prinzip zu einem komplexen zu automatisierenden "Objekt". Nach anfänglicher und durch die Entwicklungen in der Computertechnik genährten Euphorie einer machbaren technischen "Vollautomatisierung", ist heute zu den zentralistischen Rechnerkonzepten und einer allumfassenden vollständigen Vernetzung aller Betriebsbereiche allerdings eine große Ernüchterung eingetreten. Neben ungelöster technischer Probleme hat sich vor allem auch das "Überstülpen" bzw. das "Aufpflanzen" neuer Computertechnologien auf die vorhandenen alten Organisationsstrukturen und Arbeitskonzepte als Fehler und als unwirtschaftlich erwiesen. Und spätestens seit der heute weithin bekannten MIT-Vergleichsstudie zur Automobilindustrie hat sich auch generell die CIM-Idee in ihrer ursprünglichen Fassung fast völlig verflüchtigt. Sie wurde international ersetzt durch die Diskussionen um neue Arbeits- und Produktionskonzepte, zu denen hier nur die

Schlagworte wie "Lean Production" oder Gruppen- und Teamarbeit zu nennen sind. "Erst HIM dann CIM", also erst die menschliche und dann die technische Integration, oder "Organisation vor Technik" sind so heute die neuen Unternehmensphilosophien.

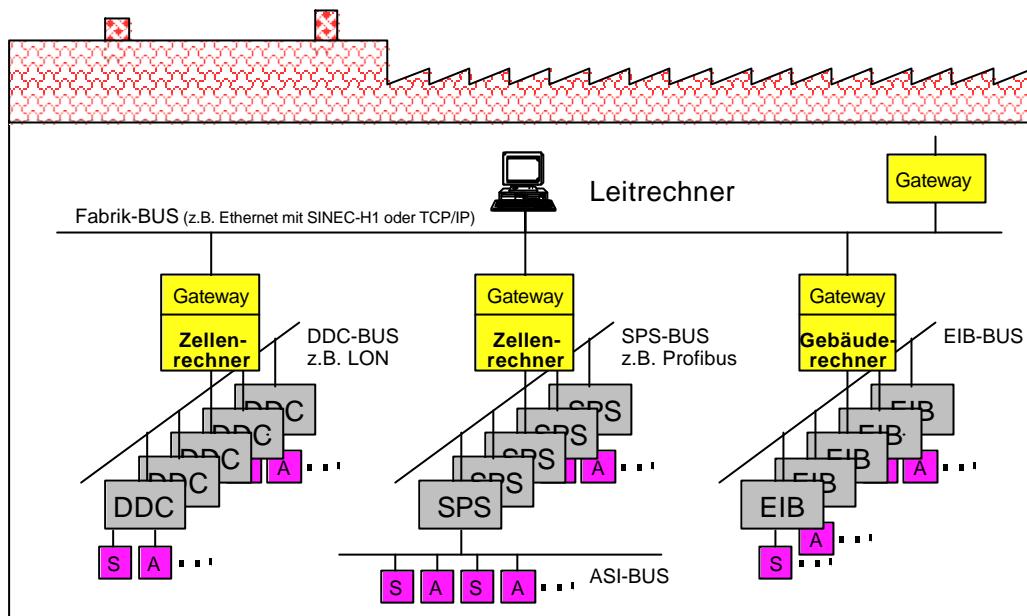


Abb. 5-7: Vernetzung in der Produktionsautomatisierung mit Kommunikationsszenario

Unabhängig von diesen Diskussionen und neuen Produktions- und Arbeitskonzepten bleibt und ist die Automatisierung heute aber dennoch durch die Bestrebungen und Entwicklungen hin zu einer betriebsinternen wie betriebsübergreifenden Vernetzung über sogenannte LANs und WANs gekennzeichnet. Unterstützt durch neue Konzepte dezentraler Vernetzungs- und Automatisierungslösungen beginnen die Vernetzungen heute systemintern in den einzelnen Automatisierungseinrichtungen, wo zunächst über Busysteme die gesamte Sensorik und Aktorik z.B. mit den SPS-Geräten informationstechnisch miteinander vernetzt ist (siehe Abb. 5-7). Über definierte Schnittstellen und auf der Basis zunehmend international normierter Protokolle erfolgen dann weitere systemübergreifende Vernetzungen, die die dezentralen Automatisierungslösungen in einem Betriebsbereich wie aber auch bereichs- und/oder betriebsübergreifend datentechnisch vernetzen. In der Übertragung gilt das Merkmal der betriebstechnischen Vernetzung aber nun nicht nur für die Bereiche der Produktions- und Prozeßautomatisierung. Es gilt ebenso im Hinblick auf die Vernetzung der betriebstechnischen Anlagen und Systeme im Rahmen der Gebäudeautomation (siehe Abb. 5-8), wobei hier z.B. mit den weiteren Konzepten und Systemen der Fernwirktechnik und Ferndiagnose auch Besonderheiten zum Ausdruck kommen.

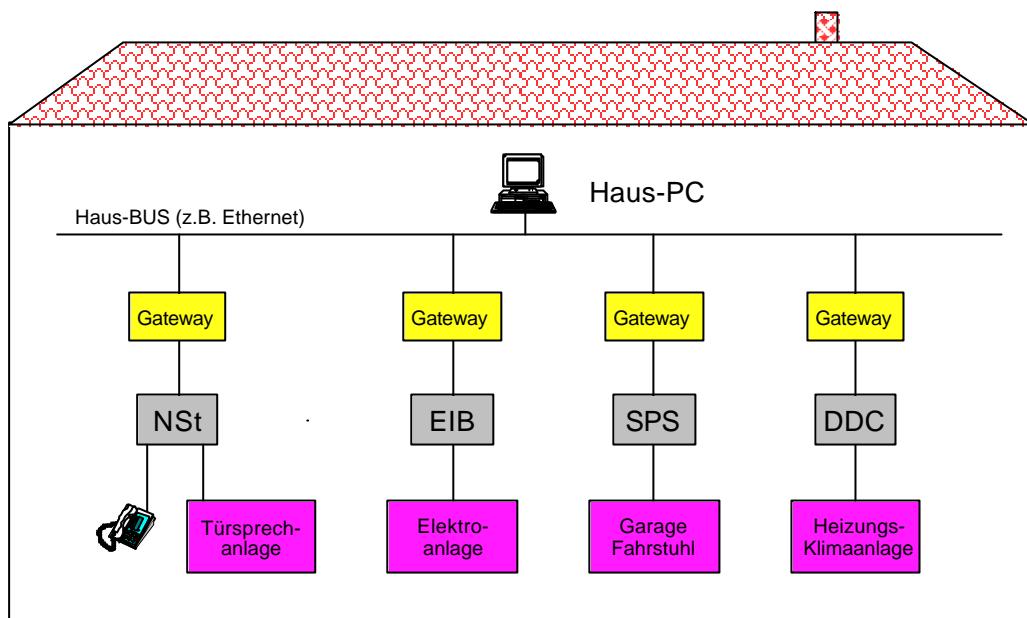


Abb. 5-8: Vernetzung in der Gebäudeautomatisierung mit Kommunikationsszenario

In Ergänzung der ersten vier Merkmale, die ihre Begründung vorwiegend in den technischen Entwicklungen haben, kann als ein weiteres und übergreifendes Hauptmerkmal der Automatisierung der permanente und **ständige Wandel** in der Automatisierung gelten. Eine der Ursachen dieses Wandels ist aufgrund der Entwicklungen das rasante Innovationstempo in der Technik der Automatisierung. Zu nennen ist hier insbesondere die Informationstechnik, in der heute nicht nur die Innovationszyklen bei den Hardware-Komponenten immer kürzer werden. Auch die Software wird häufig bereits nach wenigen Monaten neu "upgedatet" und nach spätestens einigen Jahren durch völlig neue Versionen ersetzt. Ebenso unterliegen die Komponenten der Sensorik und Aktorik einer ständigen Weiterentwicklung. Des weiteren hat der ständige Wandel in der Automatisierung seine Ursachen aber ebenso in den Veränderungen der Arbeits- und Produktionskonzepte. Die Schlagworte hierzu wie "Lean Production" und Gruppen- und Teamarbeit wurden bereits genannt.

Insofern steht das letzte übergreifende Hauptmerkmal der Automatisierung auch mit dem ständigen Technik- und Arbeitswandel im Zusammenhang. Mit diesem ist zugleich konkreter auf die Implikationen und Herausforderungen in der Berufsausbildung hinzuweisen. Dieses Hauptmerkmal besteht in den Ansätzen und Konzepten einer **integrierten Technik-, Organisations- und Personalentwicklung**, die heute als eine zwingende Voraussetzung für eine erfolgreiche Automatisierung, und zwar in jeglichen Bereichen, gilt. Diesen Ansätzen und Konzepten liegt die Erkenntnis zugrunde, daß weder die Technik und ihre Entwicklung noch die Organisationsentwicklung in den Betrieben allein die Erfolgsgaranten für eine optimale und wettbewerbsfähige Nutzung der möglichen Automatisierungspotentiale sind. So hat sich gerade auch im internationalen Wettbewerb gezeigt, daß in den Betrieben, wo weltweit zunehmend vergleichbare Technologien zum Einsatz kommen und nach vergleichbaren Produktionskonzepten produziert und ge-

arbeitet wird, den Fragen des Personaleinsatzes und der Personalentwicklung heute eine hohe und bisher teils unterschätzte Bedeutung zukommt. Automatisierungskonzepte werden demnach unter Rationalisierungs- und Humanisierungsaspekten scheitern, wenn nicht eine integrierte Technik-, Organisations- und Personalentwicklung zur Basis jeglicher Weiterentwicklungen in der Industrie und im Handwerk wird.

Neben und mit diesen Untersuchungsergebnissen wird im weiteren deutlich, daß die berufliche Arbeit in der Automatisierung keine Restgröße ist und auch in Zukunft nicht zu dieser "verkommen" wird. Im Gegenteil, wie anhand der folgenden arbeitsbezogenen Ergebnisse festzustellen ist und **z.B. zur Industriearbeit bereits** mit der Hypothese von Kern und Schumann "Vom Ende der Arbeitsteilung" angedeutet, hat die Facharbeit in der Automatisierung, die heute weithin auf neuen Arbeits- und Produktionskonzepten basiert, vielfach eine Aufwertung erfahren. So hat sich z.B. in der Produktionsautomatisierung die lange vorherrschende un- und angelernte Produktionsarbeit zu einer hochqualifizierten Produktionsfacharbeit gewandelt², allerdings unter Verlust der weniger qualifizierten Arbeitsplätze. Zwar nicht direkt übertragbar gilt doch vergleichbares für die Bereiche der Handwerksarbeit, wo durch die Gebäudeautomatisierung neue und erweiterte Arbeitsinhalte durchaus ebenso zu einer Aufwertung der Berufsarbeit führen bzw. führen können. Denn insgesamt ist vorauszusetzen, daß sich nicht Formen, Organisationsstrukturen und Szenarien der Arbeitsteilung durchsetzen, die in der Industrie wie im Handwerk die Arbeit nur auf das Ausführen der Arbeit nach Plan und Anweisung zurückführen und beschränken (siehe Abb. 5-9 und 5-10). Vor dem Hintergrund der folgenden Untersuchungsergebnisse war und ist daher in der Wechselwirkung von beruflicher Arbeits- und Ausbildungsentwicklung darauf zu achten, die Ziele und Inhalte der Ausbildung so auszuwählen, daß Handlungs- und Gestaltungskompetenzen in den Industrie- wie Handwerksberufen für eine qualifizierte und selbständige Berufsarbeit erreicht werden.

² So waren und sind nach 87er Neuordnung der Metall- und Elektroberufe insbesondere die neuen Berufe des Industriemechanikers und Industrieelektronikers jeweils in der Fachrichtung Produktions-technik hier eine ordnungspolitische Konsequenz. Ebenso ist der Prozeßleitelektroniker zu nennen, der heute hochqualifiziert in den Bereichen der Prozeßautomatisierung arbeitet und den Meß- und Regelmechaniker abgelöst hat.

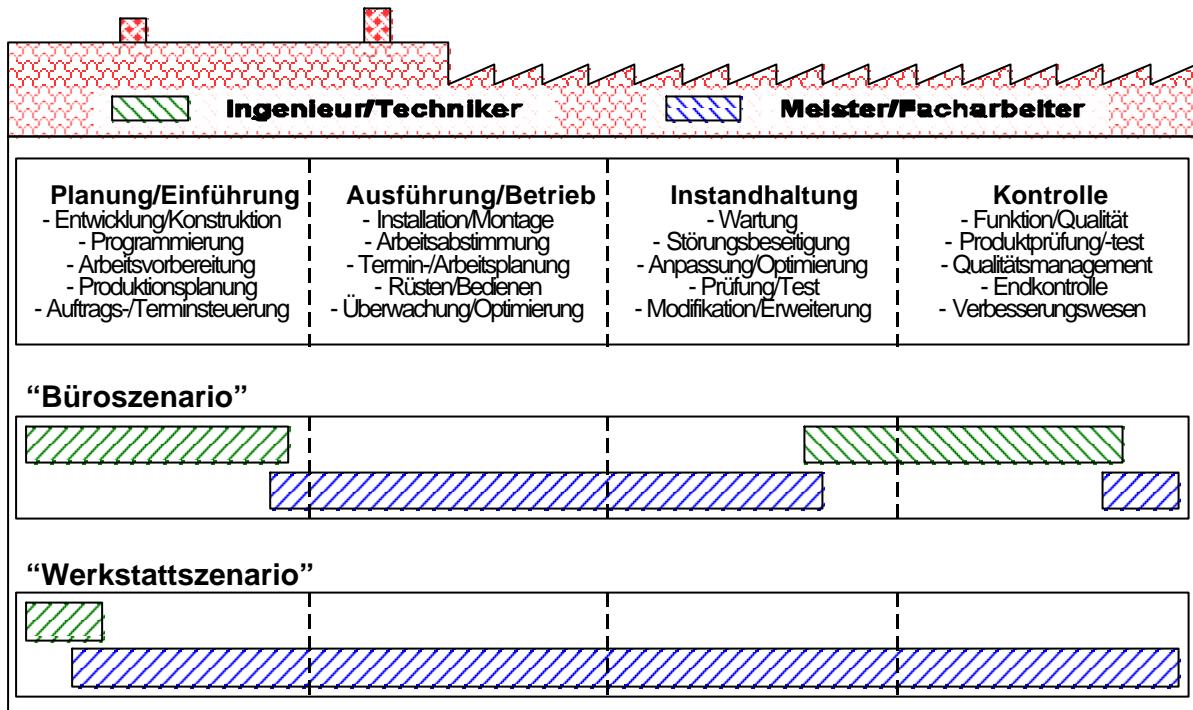


Abb. 5-9: Arbeitsszenarien in der Produktionsautomatisierung

Bei den arbeitsbezogenen Untersuchungen wurde davon ausgegangen, daß bevor Automatisierungssysteme bzw. Automatisierungsanlagen und -einrichtungen eingesetzt und genutzt werden können, diese in den sogenannten Herstellerbetrieben entwickelt und konstruiert sowie hergestellt, montiert und getestet werden müssen. Zur Nutzung und Anwendung in den Betrieben und Gebäuden müssen die Automatisierungsanlagen selbst wiederum installiert, bedient, gewartet und z.B. instand gehalten werden. Insofern sind die Arbeitsbereiche und Tätigkeiten in der Automatisierung in der Industrie und im Handwerk sehr vielfältig und werden in der Regel von verschiedenen Berufsgruppen und Berufen übernommen.

Mit der Entwicklung und Konstruktion von Automatisierungsanlagen sind in den industriellen Herstellerbetrieben z. B. vorwiegend die Ingenieure und Techniker in der Fachrichtung Metall- und Elektrotechnik befaßt. Diese müssen wiederum eng mit den Planungsingenieuren der Anwenderbetriebe zusammenarbeiten, die die Automatisierungssysteme in Auftrag geben und nutzen wollen. Mit der Herstellung und Installation sowie der konkreten Nutzung und Instandhaltung sind dagegen vorwiegend die Facharbeiter der Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik befaßt. Da in den Anwenderbetrieben bei den zu automatisierenden "Objekten" im Prinzip aber den jeweiligen Prozessen und Produkten eine entscheidende Bedeutung zukommt, also u. a. der Joghurtherstellung, dem Bierbrauen, der Chip-Herstellung, der Motormontage, der Autolackierung oder auch z. B. der Papierherstellung usw., sind darüber hinaus und bezogen auf das jeweilige Automatisierungsobjekt noch weiterer Berufe in die Entwicklung wie die Nutzung der Automatisierungssysteme einbezogen. Bei der Nutzung der Automatisierungssysteme reicht das Spektrum in den industriellen Anwenderbetrieben hier zudem vielfach bis zu den un- und angelernten

Arbeitskräften. Im Bereich der Gebäudeautomatisierung, wo der Auftrag und die Nutzung in der Regel unmittelbar durch die "Bauherren" bzw. Kunden erfolgt, ist von vergleichbaren wie auch von anderen eher handwerkstypischen Arbeitsbereichen und -strukturen auszugehen.

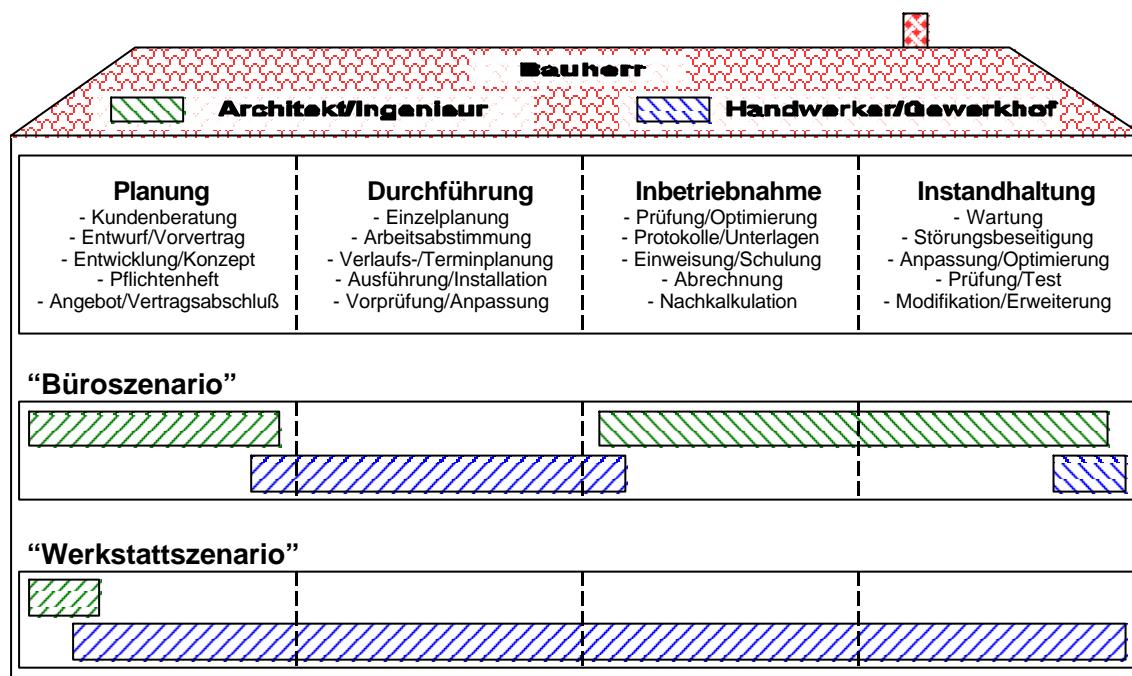


Abb. 5-10: Arbeitsszenarien in der Gebäudeautomatisierung

Zur Arbeit in der Automatisierung lassen sich entsprechend der sehr verschiedene Arbeitsbereiche vielfältige Aufgaben und Tätigkeiten unterscheiden. Sie konnten jedoch im Rahmen einer übergeordneten Struktur und unter besonderer Berücksichtigung der Tätigkeiten und Berufe der Facharbeiter systematisiert werden, so daß folgenden Arbeitsbereichen und Tätigkeiten in der Automatisierung eine allgemeine und übergreifende Bedeutung zukommt:

- CE Planung /Entwicklung
 - CE Herstellung /Installation
 - CE Aufbau / Inbetriebnahme
 - CE Betrieb / Überwachung
 - CE Wartung /Instandhaltung
 - CE Demontage / Entsorgung

Innerhalb dieser Arbeitsbereiche und Tätigkeiten fallen in der Industrie z.B. die Entwicklungs- und Konstruktions- sowie die Vertriebs- und Verkaufsarbeiten im Vorfeld der Planung und Herstellung von Automatisierungssystemen und -anlagen typischerweise in die Zuständigkeit der Ingenieure und Kaufleute. Sie wurden daher im Rahmen der Industriearbeiten weitgehend vernachlässigt. Eine andere Situation war dagegen im Handwerk vorzufinden, wo z. B. der Meister für die Planung und zugleich für den Verkauf

zuständig ist. Bezogen auf die Arbeiten und Tätigkeiten in der Facharbeit ergaben sich im einzelnen folgende Ergebnisse:

Planung / Entwicklung

Bei den Arbeiten und Tätigkeiten zur Planung und Entwicklung von Automatisierungssystemen und -anlagen ist zwischen den mehr oder weniger komplexen Systemen und Anlagen und den einzelnen Einrichtungen, Geräten und Komponenten der Automatisierung zu unterscheiden. Bei den Anlagen ist wiederum zwischen den Industrieanlagen der Produktions- und Prozeßautomatisierung und den Anlagen der Gebäudeautomatisierung zu differenzieren.

Große und komplexe Automatisierungssysteme und -anlagen der Industrie werden in der Regel von den Anwenderbetrieben geplant und bei Herstellerbetrieben, wie industrielle Klein- und Mittelbetriebe oder auch größere Unternehmen der Produktionsgüterindustrie, in Auftrag gegeben. Industrieller Auftraggeber kann z. B. die Automobilindustrie, die Lebensmittelindustrie oder die chemische Industrie sein. Die Planung und Entwicklung der Automatisierungssysteme, die neben der jeweiligen Technik insbesondere auch das Produktions- und Arbeitskonzept im System zum Gegenstand hat, erfolgt zum Teil auch in unmittelbarer Zusammenarbeit mit den Herstellerbetrieben; die Technik wird teils nur vom Hersteller der Automatisierungsanlage entwickelt. An den komplexen Planungs- sowie Entwicklungs- und Konstruktionsprozessen sind in den Betrieben vorwiegend ganze Teams von Ingenieuren unterschiedlicher Fachrichtungen beteiligt. Facharbeiter sind in diese Prozesse nur marginal einbezogen. Allerdings zeichnen sich neuerdings Tendenzen ab, das Erfahrungswissen, welches Facharbeiter/-innen zum einen in den Arbeitsprozessen der Anwendung und Nutzung und zum anderen bei der Herstellung von Automatisierungsanlagen gewonnen haben, auch verstärkt bei der Entwicklung und Konstruktion neuer Systeme und Anlagen zu nutzen. Hierdurch sind neue Beteiligungs- und Gestaltungskompetenzen der Facharbeiter in der Zusammenarbeit mit Ingenieuren gefordert. Dies gilt ebenso für die Planungs- und Entwicklungstätigkeiten im engeren Sinne, die bei kleineren Erweiterungen und Umbauten von bestehenden Industrieanlagen und Automatisierungseinrichtungen im Prinzip immer notwendig sind.

In der Gebäudeautomatisierung werden die Anlagen, für die als Auftraggeber unmittelbar einzelne Geschäfts- wie Privatkunden in Frage kommen, aufgrund der Komplexität der Systeme auch vorwiegend von Ingenieuren in den Planungs- und Architekturbüros geplant und entwickelt. Handwerker sind hier meistens nur mittelbar und marginal beteiligt. In der Gebäudeautomatisierung gibt es jedoch einen zunehmenden Anteil von Automatisierungsanlagen kleiner bzw. mittlerer Komplexität z. B. in Wohngebäuden. Derartige Anlagen können und sollten als ganzheitliche Aufgabe auch direkt von den Handwerkern geplant werden, so daß diese nicht nur einfache Installationsarbeiten nach Planungsunterlagen ausführen. Voraussetzung ist allerdings, daß die Facharbeiter/-innen im Handwerk entsprechende planerische Fähigkeiten und Entwicklungs- und Gestaltungskompetenzen haben und z. B. auch die Kunden umfassend beraten können. Wegen des ausgeprägten Hybridcharakters in der Gebäudeautomatisierung (Elektroins-

tallation, Heizung, Lüftung, Klima usw.) bedarf es dazu berufsfeldübergreifender Planungs- und Entwicklungskenntnisse bzw. einer gewerkübergreifenden Kooperationen.

Mit der Entwicklung und Konstruktion der einzelnen Einrichtungen, Geräte und Komponenten, die in den Anlagen der verschiedenen Automatisierungsbereiche eingesetzt werden, sind in den Herstellerbetrieben in der Regel und überwiegend nur die Ingenieure befaßt. Dennoch ist und sollte nicht ganz ausgeschlossen werden, daß Facharbeiter aufgrund ihrer Erfahrungen mit den diversen Automatisierungskomponenten und -geräten (Anschluß- und Einsatzmöglichkeiten, Störungen usw.) Einfluß auf deren Entwicklung und Gestaltung und damit die Planungs- und Konstruktionsprozesse nehmen.

Herstellung / Installation

Bei der Herstellung der Automatisierungssysteme, genauer der Automatisierungsanlagen und -einrichtungen, ist wie bei der Planung und Entwicklung zwischen den Industrieanlagen der Produktions- und Prozeßautomatisierung und den Anlagen der Gebäudeautomatisierung zu unterscheiden. Die Herstellung von Anlagen der Produktions- und Prozeßautomatisierung erfolgt in der Regel auf der Grundlage der Entwicklungs- und Konstruktionsunterlagen industriell in den Herstellerbetrieben. Die Herstellung bzw. besser die Installation von Anlagen in der Gebäudeautomatisierung erfolgt dagegen überwiegend im Handwerk. Die Arbeiten zur Herstellung bzw. Installation von Automatisierungsanlagen lassen sich insofern je nach Automatisierungsbereich in die der typischen industriellen Herstellungs- und handwerklichen Installationsarbeiten unterscheiden.

In den Herstellerbetrieben, die speziell Automatisierungsanlagen, -geräte und -komponenten industriell herstellen, lassen sich nun die Tätigkeiten in der Facharbeit nicht grundsätzlich von denen in der industriellen Herstellung anderer elektrischer, elektronischer oder mechanischer Anlagen und Geräte unterscheiden. Die dort tätigen Facharbeiter/-innen der Metall- und Elektroberufe sind folglich zunächst vorergründig auch nicht mit besonderen und automatisierungstypischen Anforderungen konfrontiert. Dennoch zeigt sich bei genauerer Betrachtung und unter der Berücksichtigung, daß heute nicht mehr nur nach Unterlagen und auf Anweisung gearbeitet werden kann, daß ein umfassendes "Produktverständnis" erforderlich ist. Das heißt, das herzustellende Produkt, also hier die Automatisierungseinrichtung oder das -gerät oder insbesondere die Automatisierungsanlage, muß z. B. mit seinen wesentlichen Zwecken, Funktionen und Aufgaben der Automatisierung verstanden werden. Auch im Sinne der geforderten Produkt- und Qualitätsverantwortung, die eigene Kontrollarbeiten sowie z. B. Test- und Probeläufe bis hin zu Verbesserungsvorschlägen beinhaltet, sind heute Anforderungen vorhanden, die ohne ausreichende Produkt- und damit Automatisierungskenntnisse nicht erfüllt werden können. Berücksichtigt man zudem, daß z. B. komplexe Automatisierungsanlagen bei den Herstellerbetrieben nicht nur hergestellt werden, sondern diese in der Regel in den Anwenderbetrieben von den Facharbeitern der Herstellerbetriebe auch aufgebaut und erstmalig in Betrieb genommen werden, so erweitert sich das Tätigkeits- und Anforderungsspektrum in der speziellen Facharbeit der "Herstellung" von Automatisierungsanlagen entsprechend. Auszugehen ist hier somit nicht von einer einfachen Trennung der Arbeitsbereiche der Planungs- und

Herstellungs- sowie Aufbau- und Inbetriebnahmearbeiten, sondern eher von deren Überschneidung und Integration, die den Arbeitsbereich der "Herstellung" komplex ausfüllt und erweitert. Da häufig die enge Abstimmung zwischen dem Hersteller- und Anwenderbetrieb die Planungs- und Entwicklungsgrundlage für die Automatisierungsanlage ist, beinhaltet diese in der Regel auch eine enge system- und anlagenspezifische Kooperation und Zusammenarbeit der "Hersteller und Nutzer" auf der Ebene der Facharbeiter.

Neben den automatisierungstypischen Kenntnis- und Tätigkeitsanforderungen aus und in der Perspektive der spezifischen Industrieherstellung von Automatisierungsanlagen, -einrichtungen und -komponenten ergeben sich des weiteren Anforderungen die daraus resultieren, daß die Hersteller, und hier insbesondere die von einzelnen Automatisierungseinrichtungen und -geräten, diese selbst weitgehend automatisiert produzieren. Die Tätigkeiten und Anforderungen der Facharbeit im Arbeitsbereich der industriellen Herstellung beinhalten folglich zugleich vielfach auch solche, die insgesamt im Umfeld der Nutzung und dem Betrieb von Automatisierungsanlagen vorhanden sind. Sie bestimmen sich u. a. konkret aus dem jeweiligen Grad der Automatisierung, mit dem z. B. die einzelnen Einrichtungen und Geräte der Automatisierung in den Herstellerbetrieben selbst produziert werden.

Wie bei der industriellen Herstellung von Automatisierungsanlagen erfordert auch die handwerkliche "Herstellung" bzw. besser Installation von Anlagen in Handwerksbetrieben oder im Bereich der Gebäudeautomatisierung nicht nur die traditionellen Herstellungs- bzw. Installationskenntnisse. Vordergründig beinhalten zwar die handwerklichen Installations- und Montagearbeiten zur Herstellung der Anlagen zunächst keine besonderen und automatisierungstypischen Anforderungen. Je nach Gestaltung und Organisation der Arbeit im Handwerk zeigt sich jedoch wie bereits bei der Planung von Automatisierungsanlagen, daß auch bei deren Installation und Montage entsprechende automatisierungstypische Anlagenkenntnisse von Vorteil und prinzipiell notwendig sind. Aufgrund ganzheitlicher Arbeitsansätze und Organisationsformen, die gerade im Handwerk z. B. die Planung, Inbetriebnahme und Instandhaltung der Anlagen mit einschließen bzw. einschließen sollten, beinhaltet insofern in deren Kontext die "Installationsarbeit" generell allgemeine sowie hersteller- und kundenspezifische Kenntnisse und Anforderungen der Automatisierung. Da die Installationsarbeit zunehmend bereits berufsübergreifend und "am Bau" unmittelbar "Hand in Hand" zu erfolgen hat und wie auch die Gründung von Firmen zur "Haustechnik" bzw. sogenannter Gewerkhöfe zeigt, gehen die automatisierungstypischen Anforderungen im Handwerk auch über die traditionellen Berufs- und Gewerkgrenzen hinaus.

Aufbau / Inbetriebnahme

Die Arbeiten der Herstellung in der Automatisierung bleiben vor allem bei Automatisierungsanlagen in der Regel nicht auf die der "reinen" Herstellung begrenzt. Industrieanlagen müssen nach der Fertigstellung im Herstellerbetrieb im Anwenderbetrieb aufgebaut und Inbetrieb genommen werden. Ebenso müssen installierte Anlagen der Gebäudeautomatisierung oder kleinere Automatisierungsanlagen in Handwerksbetrieben in Betrieb genommen werden. Mit diesen Arbeiten sind in der Industrie die Facharbeiter und im Handwerk die Gesellen befaßt. Je nach Komplexität der Anlage ist hierbei die Zusammenarbeit mit Inge-

nieuren und Technikern erforderlich. Aufgrund positiver Erfahrungen sind in diese Arbeitsprozesse in der Industrie auch vielfach bereits die Facharbeiter einbezogen, die später in und mit den Anlagen arbeiten, also diese Anlagen nutzen und in Betrieb halten, sie überwachen, optimieren oder instandhalten. Bei der Inbetriebnahme von Anlagen der Gebäudeautomatisierung oder von Automatisierungsanlagen im Handwerk sind ebenso bereits häufig die späteren Nutzer, also z. B. auch die direkten Kunden einbezogen. Folgende Arbeitsbereiche lassen sich unterscheiden:

- § Facharbeiter eines Herstellerbetriebs bauen die Automatisierungsanlagen im Anwenderbetrieb auf und nehmen sie in Betrieb; dies erfolgt zum Teil in Zusammenarbeit mit Ingenieuren und Technikern sowie unmittelbar mit Facharbeitern des Anwenderbetriebes,
- § ein Herstellerbetrieb liefert eine Automatisierungsanlage, die von Facharbeitern des Anwenderbetriebes aufgebaut und in Betrieb genommen wird,
- § Herstellerbetriebe liefern Einrichtungen und Komponenten der Automatisierung, mit denen von den Facharbeitern der Anwenderbetriebe neue Automatisierungsanlagen aufgebaut oder bestehende Anlagen erweitert und neu in Betrieb genommen werden,
- § Gesellen nehmen installierte Anlagen der Gebäudeautomatisierung in Betrieb; dies erfolgt häufig in der Zusammenarbeit verschiedener Handwerke sowie im Zusammenhang mit der Anlagenübergabe bzw. der Einweisung des Kunden in die Anlage,
- § Gesellen nehmen installierte Automatisierungsanlagen in Handwerksbetrieben in Betrieb; dies erfolgt ebenso meist unmittelbar in der Zusammenarbeit mit den Handwerkern, z. B. dem Schreiner oder Bäcker, die die Anlagen nutzen.

Mit den Arbeiten in diesen Bereichen sind berufsfeldübergreifend einerseits die Industrie- und Energieelektroniker und die Industriemechaniker sowie andererseits die Elektroinstallateure und die Gas- und Wasserinstallateure und Zentralheizungs- und Lüftungsbauer befaßt. Da die Arbeitsteilung in der Industrie ausgeprägter ist und die Arbeiten hier die Schnittstelle zwischen Herstellung und Inbetriebnahme markieren, sind bei den verschiedenen Industrieberufen hier z. B. die Fachrichtungen Anlagentechnik, Betriebs-technik, Geräte- und Feinwerktechnik, Produktionstechnik sowie Maschinen- und Systemtechnik betroffen.

Berücksichtigt man neben der "Erst-Inbetriebnahme" den sich wiederholenden Arbeitsbereich der "Wieder-Inbetriebnahme" von Automatisierungsanlagen, so lassen sich Gemeinsamkeiten wie Unterschiede feststellen. Mit der "Wieder-Inbetriebnahme" sind z. B. vorwiegend die Industrieelektroniker und Industriemechaniker der Fachrichtung Produktionstechnik befaßt, da sie für den laufenden Anlagenbetrieb in der Produktion zuständig sind, der auch das Ab- und Anfahren der Anlage, z. B. an Wochenenden oder bei Störungen, erfordert. Die hiermit verbundenen Tätigkeiten sind vielfach Routinearbeiten, wogegen die "Erst-Inbetriebnahme" Arbeiten beinhaltet, die u. a. auf den grundsätzlichen erstmaligen und

optimierten Anlagenbetrieb gerichtet sind. Mit der "Erst-Inbetriebnahme" sind insofern grundlegende Einstell- und Optimierungsarbeiten und u. U. technische Änderungs-, Anpassungs- und Korrekturarbeiten verbunden. Gemeinsam und übergreifend gilt für die Situationen der Inbetriebnahme von Automatisierungsanlagen jedoch, daß die Tätigkeiten ein umfassendes Verständnis der jeweiligen Arbeits- und Ablaufprozesse in der Automatisierung voraussetzen.

Betrieb / Überwachung

Der Betrieb von Automatisierungsanlagen ist letztlich ohne den Menschen nicht denkbar. Er bildet zusammen mit der Anlage das soziotechnische Automatisierungssystem, indem er die Anlage in Betrieb setzt und hält und die Arbeiten und Funktionen der Anlage überwacht. Die hierzu erforderlichen Arbeiten sind nach Inhalt und Umfang abhängig von den Automatisierungseinrichtungen und -komponenten der Anlage, dem Automatisierungsobjekt sowie vom Produktions- und Arbeitskonzept. Sie unterscheiden sich von daher auch teils grundlegend in den Systemen der Produktions- und Prozeßautomatisierung und sind völlig anders zu bewerten und einzuordnen in den Systemen der Gebäudeautomatisierung. Der Automatisierungsgrad, in Systemen der Montageautomatisierung z. B. 30 - 40% oder im Rohbau der Automobilindustrie z. B. 95%, gibt u. a. darüber Auskunft, wie hoch der Restanteil der menschlichen Arbeiten zum Betrieb und der Überwachung der Automatisierungsanlagen noch ist.

In den Systemen der Produktionsautomatisierung waren die "Produktionsarbeiten" zum Anlagenbetrieb z. B. lange Zeit auf die der einfachen Bedienung, der Materialversorgung usw. reduziert. Sie wurden vielfach von un- und angelernten Arbeitskräften übernommen. Die Einrichtung und Überwachung war dagegen Aufgabe der Meister, Vorarbeiter oder Facharbeiter, die auch den Anlagenbetrieb behindernde Störungen beseitigten, den Betrieb optimierten oder notwendige Umrüstungen und Kontrollen vornahmen. Zu der hier nur angedeuteten klaren industriellen Arbeitsteilung hat sich im Kontext der zunehmenden Automatisierung durch neue Technologien und der Diskussionen der Produktions- und Arbeitskonzepte aber die Erkenntnis durchgesetzt, daß diese Form der Arbeitsorganisation nicht optimal ist. Die Automatisierungssysteme bedurften als komplexe Arbeitssysteme insgesamt besonders auch unter Wettbewerbsaspekten arbeitsorganisatorischer Veränderungen, die vor allem in der Perspektive vom "Ende der Arbeitsteilung" seit Anfang der 80er Jahre begonnen wurden (vgl. insbes. Kern; Schumann 1986). Heute sind die Veränderungen insbesondere durch die Stichworte "schlanke Produktion", "Abflachung der Hierarchien" sowie "Team- und Gruppenarbeit" charakterisiert. Sie sind mittlerweile fast branchenübergreifend feststellbar, so daß sich das Arbeitskonzept der Team- und Gruppenarbeit auch in den neuen Systemen der Produktions- und Prozeßautomatisierung fast industrieweit durchgesetzt hat.

Die Tätigkeiten zum Betrieb und der Überwachung von Automatisierungsanlagen werden insofern heute zunehmend weniger arbeitsteilig, sondern mehr berufs- und berufsfeldübergreifend in Arbeitsgruppen wahrgenommen. Zu diesen Tätigkeiten gehört insbesondere die Anlagenbedienung, das Ein- und Umrüsten der Anlage, die Planung und Steuerung der Arbeitsaufträge, die Steuerung, Kontrolle und Überwachung des Produktions- bzw. Verfahrensprozesses, das Modifizieren und Optimieren der Anlage

und der Arbeitsabläufe sowie auch Tests und die Qualitätskontrolle. Je nach Arbeitskonzept kommen zu diesen vielfältigen Tätigkeiten der "Anlagenführung" noch die der Wartung und der "kleineren" Instandhaltung hinzu. Damit wird ein umfassender und optimaler Betrieb der Automatisierungsanlage angestrebt, was jedoch nur mit entsprechend umfassend qualifizierten und "teamfähigen" Facharbeitern mit einem hohen Maß an Selbständigkeit und Verantwortung wirklich erreicht werden kann.

Im Handwerk ist der Betrieb und die Überwachung von Automatisierungsanlagen kein typisches Arbeitsgebiet wie in der Industrie. Dies gilt auch für Anlagen im Bereich der Gebäudeautomatisierung. Der Betrieb dieser Anlagen bedarf entweder keiner bzw. nur geringer Bedienung und Überwachung bzw. der Betrieb stellt die Nutzung durch den Betreiber und Anwender der Anlage selbst dar. Allerdings werden die betriebserhaltenden Arbeiten, wie der folgende Arbeitsbereich der Wartung und Instandhaltung zeigt, durchaus auch von den Gesellen im Handwerk ausgeführt.

Wartung / Instandhaltung

In einem umfassenden Sinne beinhaltet die Instandhaltung die Inspektion, vorbeugende Wartung und Instandsetzung von Anlagen (vgl. DIN 31051 bzw. 32541). Diese Tätigkeiten werden an den verschiedenen Automatisierungsanlagen in der Industrie von Facharbeitern und im Handwerk von Gesellen der Metall- und Elektroberufe ausgeführt. Sie umfassen im einzelnen auch die Prüfung von Anlagen und Systemen auf Funktionsfähigkeit, vorbeugende Maßnahmen zur Erhaltung des Sollzustandes, die Diagnose und Beseitigung von Störungen und Fehlern, die Fehlerprophylaxe sowie die Dokumentation.

Die Arbeiten und Tätigkeiten zur Wartung und Instandhaltung von Automatisierungsanlagen stellen einen typischen und klassischen Arbeitsbereich der Facharbeit dar. Die Instandhaltungsfacharbeit soll vor allem die Funktionsfähigkeit und Verfügbarkeit der Anlagen sicherstellen und erhöhen. Störungsbedingte Stillstandzeiten sind zu minimieren, da diese mit dem einhergehenden Produktionsausfall einen immensen Kostenfaktor darstellen. Mit der zunehmenden Komplexität der Anlagen sind von daher an die Instandhaltungsfacharbeit hohe Anforderungen gestellt. Sie beziehen sich auf die beruflichen Handlungskompetenzen der Facharbeiter wie auch auf die Formen der Arbeitsorganisation.

Die geforderten Kompetenzen sind abhängig von den Automatisierungsobjekten, den Komponenten und Einrichtungen der Anlage und von der organisatorischen Gestaltung des Automatisierungs- bzw. Arbeitssystems. Objektbezogene Kenntnisse, die sich auf die Produkte und technologischen Verfahren beziehen, sind ebenso notwendig wie automatisierungstechnische Kenntnisse zur Mechanik, Elektrik/Elektronik, Hydraulik, Pneumatik, Informations- und Netztechnik, Software usw., die den Einsatz, die Funktion und die Verknüpfung der Komponenten der Anlage betreffen. Darüber hinaus sind Überblick, Schnelligkeit und strategische Kompetenzen bei der Fehlersuche und -beseitigung gefordert, die implizit ein hohes Maß an Erfahrungswissen voraussetzen, da in der Instandhaltungsfacharbeit insgesamt nicht nur "objektives", sondern auch "subjektives" Wissen immer notwendiger wird (vgl. u. a. BÖHLE; ROSE 1992; DRESCHER 1996). Unter organisatorischen Aspekten sind in der Instandhaltung drei Grundformen erkennbar, die in der industriellen Betriebspraxis je für sich wie gemischt auftreten können:

- die Wartung und Instandhaltung wird von eigenständigen Betriebsabteilungen, zum Teil noch in einen Metall- und Elektrobereich gegliedert, übernommen,
- die Wartung und Instandhaltung wird von dem Anlagenpersonal vor Ort an der Automatisierungsanlagen übernommen, welches z. B. im Rahmen der Gruppenarbeit zugleich für den Betrieb und die Überwachung der Anlage zuständig ist,
- die Wartung und Instandhaltung wird von Fremdfirmen im Sinne der Fremdinstandhaltung übernommen, das heißt z. B. von Mitarbeitern des Herstellerbetriebes der Anlage oder auch von Handwerksbetrieben.

Je nach Organisationsform ergeben sich Vor- und Nachteile im Hinblick auf die Kosten, die Anlagenverfügbarkeit, die Stillstandzeiten wie aber auch die Arbeit und Qualifikationsanforderungen. Übergreifend sind Kooperations- und Kommunikationsfähigkeiten gefordert, da die je berufsspezifische Fach- und Technikkompetenz vielfach nicht ausreicht. Teils unterschiedlich sind jedoch die psychischen Belastungsanforderungen zu werten, die besonders hoch sind, wenn "anlagenfremde" Instandhalter erst zu sogenannten "Feuerwehreinsätzen" gerufen werden müssen und bereits "alles steht und nichts mehr geht". Sind Streßsituationen generell in der Instandhaltung von komplexen Automatisierungsanlagen gegeben, so können diese durch eine gut organisierte und berufsübergreifende Zusammenarbeit vor Ort in Gruppen zumindest abgemildert werden. Hilfreich kann u. U. auch der Einsatz von Expertensystemen oder rechnergestützten Diagnose- und Überwachungssystemen sein, die eine besondere Automatisierungsvariante in der Automatisierung darstellen. Notwendig sind allerdings wirklich unterstützende und facharbeitsadäquate Systemfunktionen. Dies erfordert ein hohes Maß an Beteiligung durch die Betroffenen bereits bei der Entwicklung und Gestaltung der Systeme (vgl. u. a. Fischer, Jungeblut & Römmermann 1995).

Die Anforderungen der Arbeiten und Tätigkeiten zur Wartung und Instandhaltung von Automatisierungsanlagen im Handwerk sind mit denen in der Industrie objekt- und anlagenbedingt durchaus vergleichbar. Zwar gibt es teils erhebliche Unterschiede auch aufgrund der unterschiedlichen Komplexität der Anlagen, doch werden z. B. die Instandhaltungsarbeiten in kleineren und mittleren Industriebetrieben nicht selten auch von Handwerksbetrieben übernommen. Aber auch die eher handwerkstypischen Anlagen in der Gebäudeautomatisierung erfordern z. B. aufgrund der zunehmenden automatisierungstechnischen Komplexität und Vernetzung Instandhaltungskompetenzen, die trotz unterschiedlicher Automatisierungsobjekte im Hinblick auf die arbeits- und technikbezogenen Merkmale der Automatisierung im wesentlichen die oben genannten Anforderungsstrukturen aufweisen.

Demontage / Entsorgung

Zum Abbau und der Demontage von Automatisierungsanlagen sind prinzipiell keine besonderen Anforderungen in der Facharbeit der Metall- und Elektroberufe vorhanden. Zwar müssen die einschlägigen Arbeits- und Sicherheitsvorschriften beachtet werden, die Demontage selbst erfordert im wesentlichen jedoch keine automatisierungstypischen Kenntnisse und Fähigkeiten. Dies trifft vergleichbar ebenso auf

die Entsorgung der Komponenten und Einrichtungen der Automatisierungsanlagen zu, die heute generell "umweltgerecht" zu erfolgen hat und zu der auch Facharbeiter z. B. die Verfahren des Material-Recyclings kennen und bewerten können sollten. Dagegen sind automatisierungstypische Kenntnisse durchaus erforderlich, wenn es z. B. um die Fragen der Aufarbeitung oder der funktionalen Wiederverwendung von einzelnen Komponenten geht.

5.2 Die Entwicklungen und Erprobungen der Lerngebiete zur Automatisierung im Rahmen des Modellversuchs AUBA

Auf der Grundlage und dem Hintergrund der Untersuchungsergebnisse zur Arbeit und Technik in der Automatisierung war und ist die Berufsausbildung herausgefordert, sich den Fragen nach dem "Was und Wie", also den Fragen nach der Automatisierung als Gegenstand der Berufsausbildung, zu stellen. Diese Herausforderung wurde im Modellversuch AUBA durch die Entwicklung von Lerngebieten zur Automatisierung für verschiedene Metall- und Elektroberufe angenommen. Ausgangspunkt waren die bestehenden Lerngebiete der Rahmenvorgaben für diese Berufe, deren Inhalte teils aufgenommen und ergänzt und in

ihrer Struktur jedoch erheblich verändert wurden. Im Ergebnis wurde ein Lerngebietskonzept für die Automatisierung entwickelt, welches in seiner Gesamtkonzeption für die Metall- und Elektroberufe wie

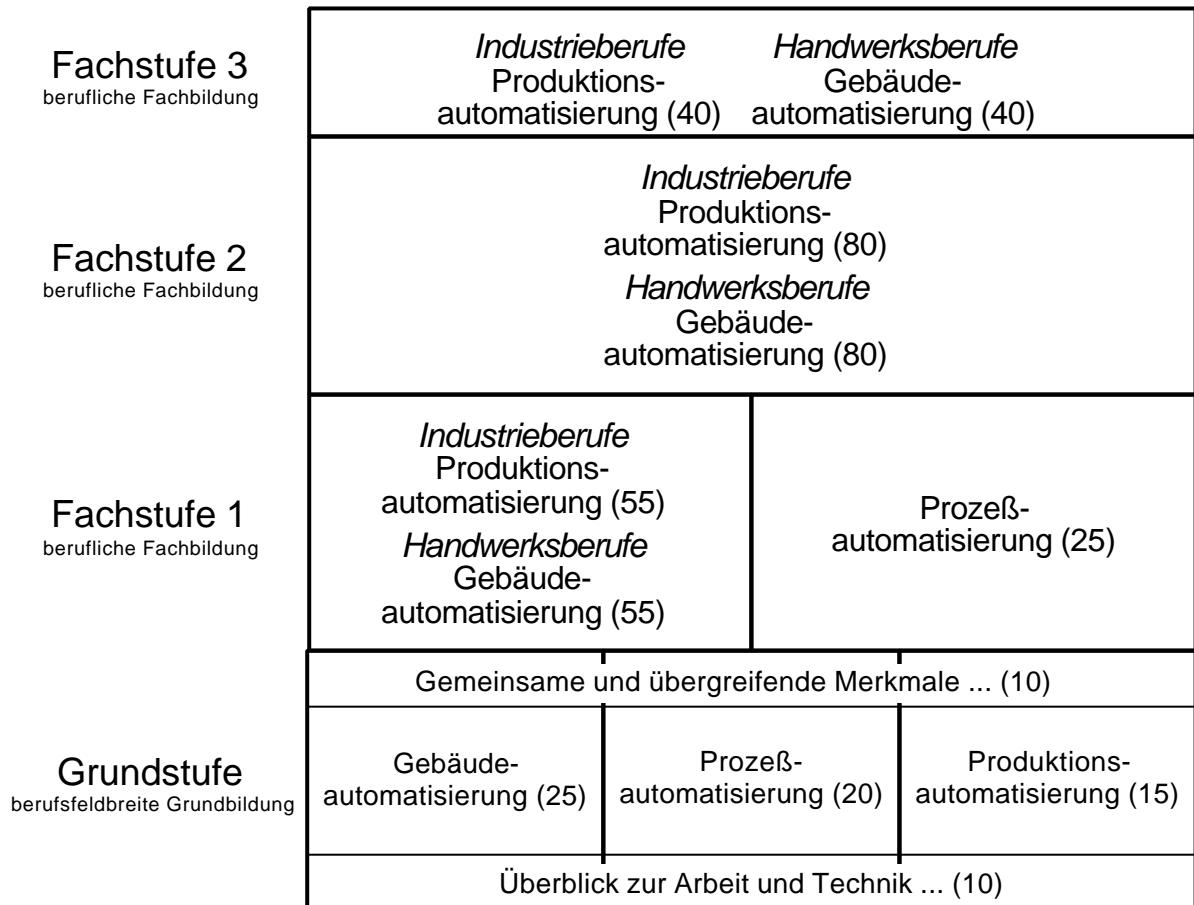


Abb. 5-11: Lerngebietsstruktur zur Automatisierung für die Industrie- und Handwerksberufe

zugleich für die Berufe der Industrie und des Handwerks eine vergleichbare Struktur von Lerngebieten vorgibt. Innerhalb dieser Struktur wurden die analysierten drei Automatisierungsbereiche mit ihren Arbeits- und Technikinhalten berufsübergreifend wie berufsspezifisch berücksichtigt (siehe Abb. 5-11). Das heißt, die Struktur der Lerngebiete ist für die Metall- und Elektroberufe im Prinzip identisch, während sie sich in den Lerngebieten für die Industrie- und Handwerksberufe ab der Fachstufe 1 unterscheidet. Da sich alle Lerngebiete curricular und didaktisch jeweils auf die Arbeit und Technik in der Automatisierung beziehen, resultiert dieser Unterschied aus den jeweiligen Arbeitsschwerpunkten in den Industrie- und Handwerksberufen.

Bei der curricularen Entwicklung und Ausgestaltung aller Lerngebiete wurden zunächst die übergeordnete Anforderungen der Arbeit und Technik in der Automatisierung berücksichtigt. Diese bezogen sich zum einen auf Kompetenzen und Fähigkeiten, denen heute in der Berufsausbildung generell eine übergeordnete Bedeutung zukommt, wie:

- Selbständigkeit im Planen, Durchführen und Kontrollieren
- Bewertung technischer Lösungen und möglicher Alternativen
- Planungs-, Gestaltungs- und Problemlösungskompetenz
- Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit
- Zusammenhangswissen und Systemdenken
- Transfer- und Analysefähigkeit
- Selbständige Erarbeitung von neuen Wissensgebieten
- Partizipationsfähigkeit
- Kenntnisse in Arbeitssicherheit, Arbeitsschutz, Gesundheit und Ergonomie
- Bewußtsein über rationelle Energieverwendung und Umweltfolgen
- Kenntnis einschlägiger Normen und Vorschriften.

Zum anderen wurden übergeordnete Anforderungen berücksichtigt, die sich an den übergreifenden Merkmalen in der Arbeit und Technik der Automatisierung orientierten. Entsprechend den Untersuchungsergebnissen wurden die Lerngebiete damit zugleich auch auf die Inhalte bezogen, die mit den gemeinsamem Merkmalen der Automatisierung korrespondieren:

Merkmal Informationstechnologie

- Kenntnis grundlegender Strukturen von Hard- und Software
- Handhabung von informationstechnischen Ein- und Ausgabegeräten
- Umgang mit Programmen unterschiedlicher Benutzeroberflächen
- Bedeutung des Datenschutzes und der Datensicherheit
- Denken in abstrakten Zusammenhängen und Strukturen

Merkmal Hybridcharakter

- metall- und elektrotechnische Kenntnisse
- berufs- und berufsfeldübergreifende Kooperation und Kommunikation
- Bereitschaft zur Ausübung von berufsfremden Tätigkeiten
- Fähigkeit zur Übertragung von Kenntnissen auf andere Systeme

Merkmal Flexibilität

- Offenheit für neue Anforderungen
- Kenntnis von Gestaltungsmöglichkeiten
- Bereitschaft zur aktiven Partizipation
- Fähigkeit, selbständig Informationen zu beschaffen
- Interesse an neuen Entwicklungen, Weiterbildungsbereitschaft

Merkmal Vernetzung

- Überblicks- und Zusammenhangswissen
- Orientierungsfähigkeit in hochkomplexen Anlagen und Strukturen
- Verständnis für die automatisierten Prozesse und Abläufe
- Grundkenntnisse über den Aufbau von Netzwerken
- Kenntnisse zur Aufbau- und Ablauforganisation.

Neben und mit diesen übergeordneten und gemeinsamen Anforderungen und Merkmalen wurde die inhaltliche Ausgestaltung der Lerngebiete im weiteren einerseits auf die konkreten und teils speziellen Anforderungen im jeweiligen Automatisierungsbereich der Produktions-, Prozeß- oder Gebäudeautomatisierung bezogen. Hierbei sollten die Inhalte z.B. insbesondere mit dem je spezifischen Produkt- und Prozeßwissen in der Produktionsautomatisierung und Prozeßautomatisierung verknüpft werden. Andererseits wurden die Lerngebiete aufgrund der Differenzierung in den Arbeitsbereichen, wie u.a. der Herstellung, Überwachung, Instandhaltung usw., unmittelbar auf die konkreten technik-, arbeits- und anforderungsbezogenen Automatisierungsinhalte in diesen Arbeitsbereichen und Tätigkeiten ausgerichtet. Für die Metall- und Elektroberufe der Industrie und des Handwerks wurden hierbei die jeweiligen Arbeitsschwerpunkte in der inhaltlichen Ausgestaltung der je berufsspezifischen Lerngebiete berücksichtigt.

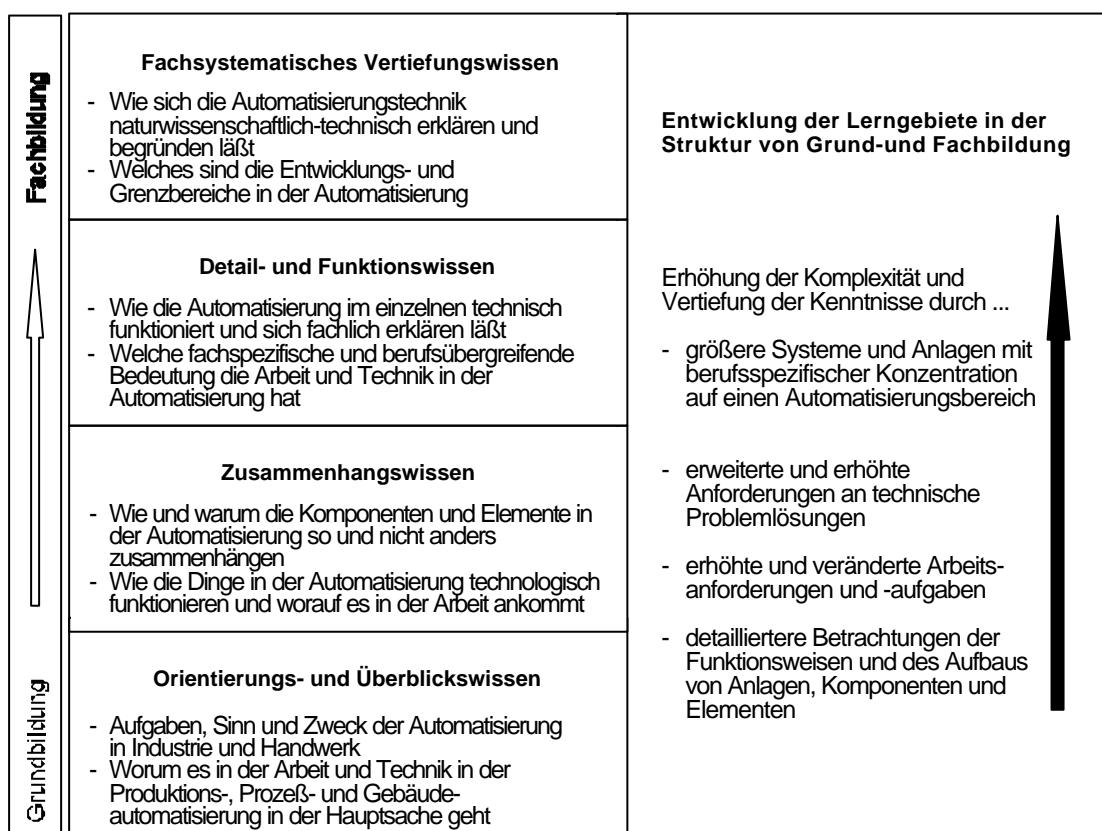


Abb. 5-12: Didaktik der Automatisierungs-Lerngebiete in der Struktur von Grund- und Fachbildung

In der Struktur von Grund- und Fachbildung wurden den Lerngebieten zur Automatisierung insgesamt verschiedene didaktisch-methodische Prinzipien hinterlegt. So wurde versucht die Lerngebiete im Sinne der Arbeitsorientierung zu gestalten, indem sich die Lerninhalte jeweils ganzheitlich an den Arbeits- und Lerndimensionen der Facharbeit orientierten und nicht nur die Automatisierungstechnik repräsentierten. Die Lerngebiete der Grundbildung wurden daher in der Weise berufsfeldweit gestaltet, daß bereits die Arbeit und Technik in den drei Automatisierungsbereichen zum Lehr- und Lerngegenstand des Unterrichts wird, und zwar zunächst auf der Ebene des Orientierungs- und Überblickswissens (siehe Abb. 5-12). Bei der weiteren Entwicklung der Fachstufen-Lerngebiete für die Fachbildung sollte zunehmend das

Zusammenhangs- sowie das Detail- und Funktionswissen zur Geltung kommen. Zugleich sollte im Zusammenhang zunehmend komplexerer Systeme und Anlagen z.B. den erhöhten Arbeitsanforderungen oder den Anforderungen durch schwierige technische Problemlösungen in der Automatisierung inhaltlich Rechnung getragen werden. In der Entwicklung der Lerngebiete wurde dies auch dadurch berücksichtigt, daß unter berufsspezifischen Aspekten eine inhaltliche Konzentration auf "nur" einen Automatisierungsbereich, z.B. die Gebäudeautomatisierung, vorgenommen wurde. Insofern weisen die Lerngebiete der beiden letzten Fachstufen für die Industrieberufe nur noch den Lernziel- und Inhaltsbereich zur Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung und für die Handwerksberufe den zur Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung aus.

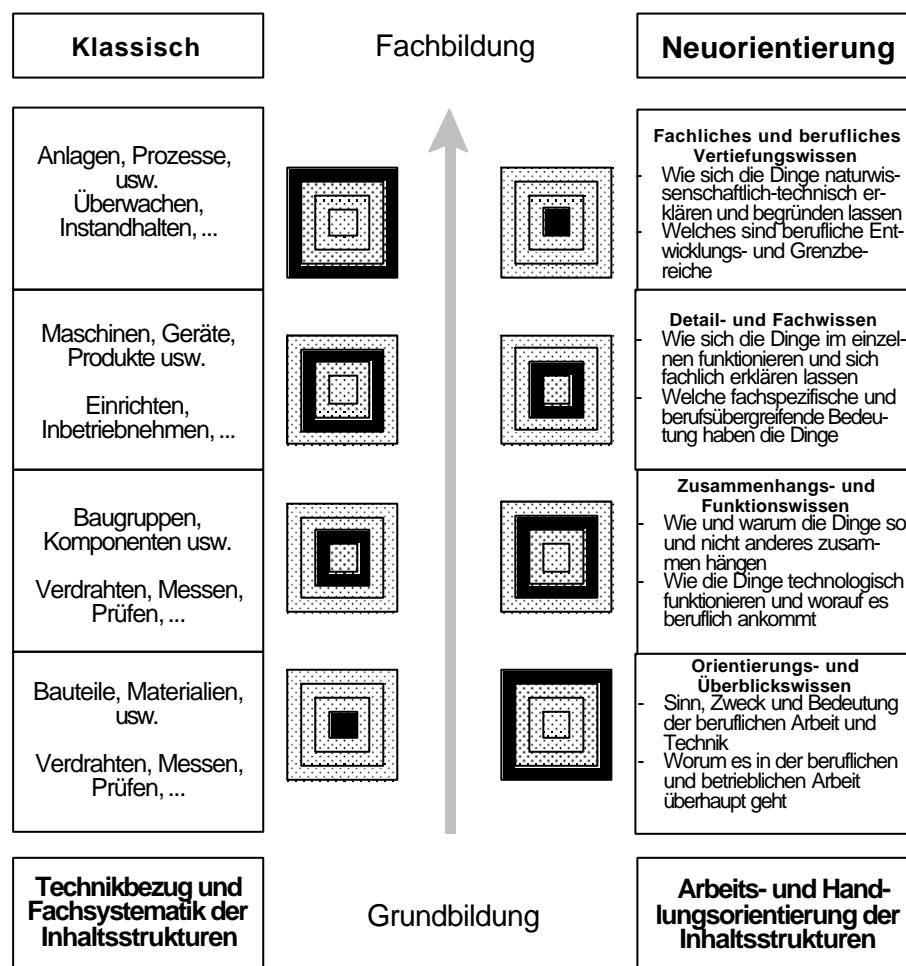


Abb. 5-13: Didaktische Um- und Neuorientierung in der Grund- und Fachbildung

Im Detail wurde die Entwicklung der einzelnen Lerngebiete in den Berichten zum Modellversuch AUBA begründet und dargestellt. Für die Lerngebiete der Fachstufe 2 und 3 ist diese noch im vorliegenden Bericht aufgenommen (siehe Kapitel 2), so daß das entwickelte Gesamtkonzept der Lerngebiete zur

Automatisierung sich auf die gesamte Ausbildungsdauer in den Metall- und Elektroberufen erstreckt und die Grund- und Fachbildung umfaßt.

Entsprechend dem Gesamtkonzept wurden die Lerngebiete zur Automatisierung in den Modellversuchsklassen umgesetzt und erprobt. Berücksichtigt wurden damit ausgewählte Metall- und Elektroberufe der Industrie und des Handwerks, die eine Übertragung der an den beiden Modellversuchsschulen gewonnenen Erfahrungen durchaus auch auf andere Berufe zulassen. Aufgrund dieser Erfahrungen und in der Wechselwirkung von Evaluation und Revision haben sich die Lerngebiete im und während der Entwicklungsprozesse im Modellversuch auch verändert. Diese Erfahrungen und Prozesse wurden ebenso im Detail in den Berichten zum Modellversuch AUBA bzw. noch im vorliegenden Bericht ausführlich und exemplarisch dargestellt. Sie zeigen, daß insbesondere in der Anfangsphase bei der Umsetzung der Grundbildungs-Lerngebiete "Einführung in die Automatisierung" bei allen Beteiligten Unsicherheiten und Probleme auftraten, die auf die neue Didaktik und neue inhaltliche Struktur der Lerngebiete zurückgeführt werden können. Denn mit dieser wurden im Ansatz nicht nur neue Lernwege und -konzepte vorgegeben, sondern sie mußten auch in die Struktur der vorhandenen Lerngebiete und Ausbildung "eingepaßt" werden. Diese war und ist jedoch in ihrem Ansatz eher klassisch fachsystematisch, so daß von den Lehrenden wie Lernenden eine erhebliche Um- und Neuorientierung gefordert war. Wie sich herausgestellt hat, ist aber weniger die Um- und Neuorientierung problematisch, als vielmehr der Umstand, daß parallel nach "alten und neuen" Konzepten Unterricht zu gestalten war (siehe Abb. 5-13).

So können die Erprobungen und aufgezeigten exemplarischen Unterrichtsbeispiele als Bestätigung und Beleg dafür gelten, daß der Lehr- und Lerngegenstand der Automatisierung curricular neu bestimmt und strukturiert und an den Schulen didaktisch-methodisch innovativ umgesetzt wurde. Hierbei wurden auch mediendidaktisch neue Wege beschritten, wobei u.a. das "AUBA-Haus" und der "AUBA-Supermarkt" noch konkret praktisch auf seine Umsetzung wartet. Die besondere Praxisnähe der Ausbildung fand ihren Niederschlag des weiteren in Unterrichtsprojekten, die im Rahmen von Lernortkooperationen zwischen den Schulen wie zwischen den Schulen und Betrieben im Modellversuch zur Produktionsautomatisierung initiiert und begonnen wurden. Hierin wurde insbesondere deutlich, was Schüler und Lehrer leisten können, wenn Lernaufgaben nicht nur mit "Gegeben und Gesucht" gestellt werden, sondern sich auf konkrete betriebliche Aufgaben- und Zielstellungen beziehen. Die Projekte haben aber zugleich auch gezeigt, daß die Ausbildung und Lehrerfortbildung hier "Hand in Hand" gehen kann und muß, damit sich eine arbeitsorientierte Berufsausbildung an den je aktuellen Entwicklungen in der Gesellen- und Facharbeit ausrichten kann. Insofern ist auch von Bedeutung, und dies wurde bei den nur im Ansatz umgesetzten Lernzielbereichen und Inhalten zur Prozeßautomatisierung offenkundig, daß die Schulen insgesamt eine mediendidaktische Ausstattung haben, mit denen das konkrete Arbeits- und Arbeitsprozeßwissen schulisch optimal vermittelt werden kann.

5.3 **Neue Lernfelder zur Automatisierung für die Metall- und Elektroberufe als Beitrag zur Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne und Innovation in der Berufsausbildung**

Auf der Grundlage der Modellversuchsziele und anknüpfend an die Ergebnisse des Modellversuchs hat sich dieser im Rahmen der Auswertungs-, Revisions- und Transferphase insbesondere der Frage gestellt: "Welche Erkenntnisse und Elemente des Modellversuchs können in die Rahmenplan- und Berufsbildentwicklung aufgenommen werden?". In der Abschlußphase des Modellversuchs wurde diese Frage in den Mittelpunkt gerückt, da der Modellversuch AUBA zu dieser Frage auch unter Transferaspekten einen inhaltlichen Schwerpunkt gebildet und innovative Ergebnisse vorzuweisen hat. Zudem war und ist in den vergangenen Jahren wie aktuell zugleich die Thematik dieser Frage auch in den Diskussionen zur Weiterentwicklung der dualen Berufsausbildung von hoher Bedeutung.

So hatten etwa in der Zeit zu Beginn des Modellversuchs, also Ende 1995, auf der Ebene der KMK die Diskussionen um die Thematik und Frage begonnen, wie und nach welchen curricularen und didaktisch-methodischen Konzepten zukünftig die KMK-Rahmenlehrpläne weiterentwickelt bzw. neu entwickelt und gestaltet werden sollen. Hintergrund waren zum einen die nicht nur positiven Erfahrungen mit den zur 87er Neuordnung der Metall- und Elektroberufe neu entwickelten KMK Rahmenlehrpläne und zum anderen die Veränderungen und neuen Anforderungen in der Berufsausbildung, die zusammen und im Kontext auch mit der Frage nach der Zukunft und Stärkung des "Dualen Systems" diskutiert wurden. Als ein Ergebnis der Diskussionen wurden so am 9.5.1996 von der KMK neue Grundsätze beschlossen, die seitdem in der Form von "Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe" die Entwicklungsgrundlage für neue Rahmenlehrpläne bilden (vgl. KMK 9.5.1996).

Wie auch für den Modellversuch, war für diese Handreichungen eine neue und wichtige Orientierung die in der "Rahmenvereinbarung über die Berufsschule" von der KMK 1991 selbst beschlossene neue Zielsetzung für die Berufsschule (vgl. Beschuß der KMK vom 15.03.1991). Die Handreichungen und damit die ab 1996 neu zu gestaltenden Rahmenlehrpläne sollten und sollen insofern auch zu einer besseren Erreichung der Ausbildungsziele in der Berufsschule beitragen. Bei den Handreichungen wurde im weiteren aber ebenso auf neue lerntheoretische und didaktische Erkenntnisse Bezug genommen, so daß in einem pragmatischen Ansatz, der aufgrund der Zielsetzungen nach der KMK den berufsbezogenen Unterricht "betont" auf die Handlungsorientierung ausrichten soll, folgende "Orientierungspunkte" als didaktische Gestaltungsgrundsätze genannt sind:

- Didaktische Bezugspunkte sind Situationen, die für Berufsausübung bedeutsam sind (Lernen für Handeln).
- Den Ausgangspunkt des Lernens bilden Handlungen, möglichst selbst ausgeführt oder aber gedanklich nachvollzogen (Lernen durch Handeln).
- Handlungen müssen von den Lernenden möglichst selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden.
- Handlungen sollten ein ganzheitliches Erfassen der beruflichen Wirklichkeit fördern, z.B. technische, sicherheitstechnische, ökonomische, rechtliche, ökologische, soziale Aspekte einbeziehen.
- Handlungen müssen in die Erfahrung der Lernenden integriert und in Bezug auf ihre gesellschaftliche Auswirkungen reflektiert werden.
- Handlungen sollen auch soziale Prozesse, z.B. der Interessenklärung oder der Konfliktbewältigung, einbeziehen (vgl. KMK 9.5.1996, S. 17f).

Diese didaktischen Gestaltungsgrundsätze haben in der Konsequenz insbesondere dazu geführt, daß die Inhalte der Rahmenlehrpläne nicht mehr wie bisher nur nach den eher fachsystematischen Kriterien in der Form von Lehrgängen oder Lerngebieten strukturiert werden sollen, sondern nach einem neuen Konzept in der Struktur von Lernfeldern. Diese Lernfelder sollen als "thematische Einheiten" durch Zielformulierungen beschrieben werden und "sie sollen sich an konkreten beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufen orientieren" (ebenda, S. 22). Damit soll "die Strukturierung des Rahmenlehrplans nach Lernfeldern ... nicht nur ganzheitliches Lernen anregen, sondern auch ganzheitliche handlungsorientierte Prüfungen unterstützen" (ebenda).

Mit dieser neuen curricularen Entwicklungsgrundlage der KMK ist bei einer Bewertung der heute noch weithin geltenden Rahmenlehrpläne für die Metall- und Elektroberufe klar und offensichtlich, daß diese "alten" Pläne den neuen "Orientierungspunkten" und didaktischen Gestaltungsgrundsätzen nicht mehr entsprechen und genügen. Die vorwiegend fachsystematischen Inhaltsstrukturen der alten Rahmenlehrpläne stehen vielmehr offenkundig im didaktisch-methodischen Widerspruch zum neuen Lernfeld-Konzept. Insofern ist zu erwarten, daß bei der anstehenden Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne für die Metall- und Elektroberufe auch eine grundlegende curriculare und didaktisch-methodische Um- und Neuorientierung bei den Inhalten und Inhaltsstrukturen der Rahmenlehrpläne erfolgen muß. Wie generell mit dem neuen Lernfeld-Konzept sind hiermit große Anstrengungen und neue Herausforderungen verbunden, da letztlich ein tiefgreifender didaktischer "Bruch" mit der bisherigen Tradition der Entwicklung und Umsetzung der Rahmenlehrpläne erforderlich ist und hierzu bisher kaum ausreichende Erfahrungen vorliegen. An den ersten Lernfeld-Beispielen in den KMK-Handreichungen wird dies deutlich und für die ersten neu entwickelten Rahmenlehrplänen nach dem Lernfeld-Konzept, wie z.B. für die neuen IT-Berufe, lassen sich bisher noch keine umfassenden Bewertungen vornehmen und Erkenntnisse angeben. An-

hand der bisherigen Entwicklungen und Ergebnisse ist lediglich erkennbar, daß diese den neuen "Orientierungspunkten" und didaktischen Gestaltungsgrundsätzen der KMK noch nicht immer konsequent und hinreichend entsprechen und daß bei deren curricularen Umsetzung in der künftigen Lehrplanentwicklung wie bei der weiteren didaktisch-methodischen Lehrplanumsetzung in den Berufsschulen auch neue und veränderte Lehrerqualifikationen erforderlich sind.

Vor diesem Hintergrund kann und soll zur Weiter- bzw. Neuentwicklung von Rahmenlehrplänen aufgrund der Erfahrungen und Ergebnisse des Modellversuchs AUBA unter sehr verschiedenen Aspekten ein Beitrag geleistet werden, und zwar hinsichtlich der Automatisierung als Lehr- und Lerngegenstand in den Metall- und Elektroberufen. Greift man zunächst die in den KMK-Handreichungen von 1996 gegebenen Lernfeld-Beispiele hierzu auf, so beinhaltet ein Lernfeld-Beispiel (zufällig) auch genau die Thematik des Modellversuchs, nämlich die "Automatisierungstechnik". Dieses Lernfeld-Beispiel "Automatisierungstechnik" wurde und ist allerdings "nur" zu einem neuen Rahmenlehrplan für den Industriemechaniker exemplarisch ausgewählt und dargestellt (siehe Abb. 5-14). Insofern wurde die Thematik der Automatisierung im Modellversuch zwar grundsätzlich umfassender und gleichzeitig für verschiedene Metall- und Elektroberufe bearbeitet, so daß hier auch kein unmittelbarer "Ver- oder Abgleich" mit den im Modellversuch entwickelten Lerngebieten zur Automatisierung vorgenommen werden kann. Vom jeweiligen Ergebnis her betrachtet lassen sich aber dennoch die erkennbaren curricularen und didaktischen Konzepte einmal gegenüberstellen und hinsichtlich des jeweiligen innovativen Gehalts zur Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne bewerten (siehe hierzu u.a. auch die Abb. 5-11).

Auffallend ist zunächst, daß die Automatisierung nach beiden Konzepten gegenüber den alten Rahmenlehrplänen neu als ein Gegenstand gesehen wird, der im Prinzip über die gesamte Ausbildungszeit Unterrichtsinhalt ist. Allerdings unterscheiden sich nach den Konzepten die angegebenen Zeitrichtwerte deutlich, was auf den je unterschiedlichen Inhaltsumfang und Ansatz zurückführbar ist. Didaktisch-methodisch ist nach beiden Konzepten auffällig, daß neu der Versuch unternommen wird, im Lernfeld bzw. in den Lerngebieten Arbeits- und Technikinhalte curricular zu berücksichtigen. Im Detail und bei den Inhalten sind aber hierbei wiederum deutliche Unterschiede nicht zu übersehen. So kommt im Lernfeld-Beispiel der KMK mit der Bezeichnung des Lernfeldes "Automatisierungstechnik" bereits die hohe inhaltliche und didaktische Dominanz der Technikinhalte zum Ausdruck (siehe Abb. 5-14). Die eher arbeitsorientierten Inhalte werden dagegen separat ausgewiesen und sollen integrativ in allen Ausbildungsjahren vermittelt werden. Hierdurch kann aber die Struktur und Logik der Technik - entgegen der obigen neuen Grundsätze zur "Orientierung der Lernfelder an beruflichen Aufgabenstellungen und Handlungsabläufen" - in den einzelnen Ausbildungsjahren didaktisch-methodisch kaum durchbrochen werden. Demgegenüber werden in den im Modellversuch entwickelten Lerngebieten die Arbeits- und Technikinhalte von der Grundbildung an gemeinsam vorgegeben und bestimmen hierdurch didaktisch die Inhaltsstrukturen über alle Ausbildungsjahre. Noch deutlicher werden die inhaltlichen wie didaktischen Unterschiede, wenn man die den Inhaltsstrukturen hinterlegten didaktisch-methodischen Grundsätze und Prinzipien mit in die Be-

Lernfeld:	Ausbildungsjahr
Automatisierungstechnik	Zeitrichtwert 160 Stunden
Zielformulierung:	
Die Schüler/innen sollen erkennen, daß die Steuerungs- und Regelungstechnik Grundlage aller automatisierten Prozesse ist. Sie unterscheiden die verschiedenen Steuer- und Regelungsprozesse und wenden sie zur Betätigung von Maschinen und Anlagen an. Sie sollen unter Berücksichtigung der Sicherheitsanforderungen selbständig einfache berufstypische Steuerungen analysieren, planen, aufbauen, überprüfen, und bedienen sowie dauerhafte Funktionen vorhandener Steuer- und Regelungseinrichtungen sicherstellen.	
Inhalte:	
1. Grundlagen der Automatisierungstechnik	1. Ausbildungsjahr, 40 h
Einfache Verknüpfungsschaltungen, logische Grundfunktionen, analoge und digitale Signalformen Steuerungstechnik, Regelungstechnik, Regelkreis, Mechanik, Pneumatik, Hydraulik, SPS	
2. Pneumatik, Hydraulik	2. Ausbildungsjahr, 60 h
Steuer- und Regelungseinrichtungen, Bauelemente, Baugruppen pneumatische und elektropneumatische Betätigung Planungsunterlagen Betriebsverhalten	
3. Speicherprogrammierbare Steuerungen	3. Ausbildungsjahr, 60 h
Funktion einer SPS Bauelemente Planungsunterlagen Verknüpfung mit Pneumatik und Hydraulik	
4. Wartung, Instandhaltung, Sicherheitsmaßnahmen	Integrativ in allen Ausbildungsjahren
Systematische Fehlereingrenzung Dokumentation Fehlerbehebung Wartungsmaßnahmen Instandhaltungsmaßnahmen Sicherheitseinrichtungen.	

Abb. 5-14: Lernfeld-Beispiel “Automatisierungstechnik” der KMK für Industriemechaniker

trachtungen einbezieht. Denn danach ist die didaktische Um- und Neuorientierung (siehe Abb. 5-13), wie sie heute angestrebt wird und mit den entwickelten Lerngebieten im Modellversuch bereits umgesetzt wurde, in dem neuen Lernfeld-Beispiel noch nicht erreicht. Wie das Lernfeld zeigt, wurden die didaktischen Inhaltsstrukturen für die Grund- und Fachbildung im Lernfeld noch nach wie vor eher klassisch bestimmt. Die Grundbildung wird hiernach wie bisher über die automatisierungstechnischen Grundlagen und die Fachbildung über deren technische Vertiefung und Verknüpfung inhaltlich festgelegt. Automatisierungsanlagen und -systeme und z.B. deren steuerungstechnische Vernetzung einschließlich der beruflichen Arbeits- und Handlungsfelder kommen im Prinzip nicht vor. Insofern geben die im Modellversuch neu entwickelten Lerngebiete didaktisch-methodisch grundlegend andere Inhalte und Inhaltsstrukturen vor, da hiernach u.a. ja bereits in der Grundbildung Anlagen und Systeme in sehr verschiedenen Automatisie-

rungsbereichen auf der Ebene des Orientierungs- und Zusammenhangswissens und unter arbeits- und technikbezogenen Aspekten zum Lehr- und Lerngegenstand werden.

Aufgrund neuer Diskussionen sind in diese Betrachtungen und zur Frage der Weiter- bzw. Neuentwicklung von Rahmenlehrplänen ferner und ergänzend noch die aktuellen "Überlegungen der KMK zur Weiterentwicklung der Berufsausbildung" vom 23.10.1998 einzubeziehen. Diese "Überlegungen" der KMK stellen ein neues "Positionspapier" dar, in dem Maßnahmen beschrieben sind, die zur Weiterentwicklung des "Dualen Systems" der Berufsausbildung für erforderlich gehalten werden. "Im Mittelpunkt der Positionsbeschreibung steht die Forderung nach einer Berufsausbildung in Basisberufen als Grundlage eines Berufskonzeptes" (KMK 23.10.1998, S. 4). Im einzelnen betrifft der Reformansatz mit seinen neuen Positionen und Maßnahmen implizit auch die Frage der zukünftigen Gestaltung der Rahmenlehrpläne. Diese gehen im Ansatz insbesondere auch bereits wieder über die "Handreichungen" und Orientierungspunkte zur Lehrplanentwicklung der KMK von 1996 hinaus bzw. ergänzen diese erheblich. Zwar sind die neuen "Überlegungen" vom Oktober 1998 letztlich noch nicht verbindlich, doch zeigen sie insgesamt Perspektiven und zu erwartende Schritte für eine durchaus innovative Weiterentwicklung der Berufsausbildung auf.

Bezieht man insofern die aktuellen KMK-Überlegungen in die obigen Fragen zur Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne ein, so sind hieraus folgende Positionen auch als relevant zum Beitrag des Modellversuchs für eine neue Lehrplangestaltung anzusehen:

- "Basisberufe werden verstanden als Ausbildungsberufe, die durch Vermittlung eines breiten beruflichen Orientierungswissens gekennzeichnet sind, an das sich ergänzendes Vertiefungswissen anschließen kann.

...

- Die Bezugspunkte der Basisberufe sind Arbeitszusammenhänge und -prozesse und nicht mehr ausschließlich spezifische Tätigkeiten, die in Form der exemplarischen Fachbildung aber weiterhin in der Ausbildung enthalten sind" (ebenda, S. 6).

- Notwendig ist die Orientierung am Arbeitsprozeß und eine Neustrukturierung der Ausbildung, denn "Handlungskompetenz basiert ganz wesentlich auf Arbeitsprozeßwissen. Die Berufsausbildung in Schule und Betrieb muß daher am Arbeitsprozeß ausgerichtet werden" (vgl. ebenda, S. 3 - 5).

- Erforderlich wird, sich künftig bei Neuordnungsverfahren auf die Vermittlung von grundlegenden Qualifikationen zu konzentrieren und gleichzeitig schon die Notwendigkeit beruflicher Weiterbildung zu berücksichtigen (vgl. ebenda).

- "Der Kernbereich der Ausbildung in einem Basisberuf (ca. 2/3 der gesamten Ausbildungszeit), der das Orientierungs- und Zusammenhangswissen umfasst, wird - wie bisher - bundeseinheitlich geregelt. Betriebs- und/oder regionalspezifische Aspekte (ca 1/3 der gesamten Ausbildungszeit) sollen vor Ort zwischen den Partnern der dualen Berufsausbildung verbindlich festgelegt werden" (ebenda, S. 7).

- "Die Ordnungsmittel der dualen Berufsausbildung (Ausbildungsordnung ... und Rahmenlehrplan der Berufsschule) sollen eine verbesserte Lernortkooperation fördern. Es ist daher sinnvoll, diese Ordnungsmittel von Anfang an gemeinsam von den für das duale System der Berufsausbildung Verantwortlichen in Bund und Ländern zu entwickeln. ... Ein Instrument zur Verbesserung der Lernortkooperation könnte ein integrierter Berufsbildungsplan sein, der zunächst modellhaft erprobt werden sollte. ..." (ebenda, S. 9).

In der Berücksichtigung dieser aktuellen KMK-Positionen bei der Entwicklung und Bewertung von bereits vorhandenen Lernfeldern im Hinblick auf eine entsprechende Gestaltung von Rahmenlehrplänen ist unmittelbar einsichtig, daß diese den wiederum neuen curricularen Perspektiven und didaktisch-methodischen Orientierungspunkten noch nicht entsprechen können. So müßte z.B. auch das Lernfeld-Beispiel "Automatisierungstechnik" der KMK von 1996 unter verschiedenen inhaltlichen und didaktischen Aspekten neu bestimmt und gestaltet werden.

Für das im Rahmen des Modellversuchs AUBA entwickelte Gesamtkonzept mit den Lerngebieten zur Automatisierung gilt dies vergleichbar nur unter bestimmten Kriterien der neuen KMK-Positionen. So konnte u.a. das Konzept der Basisberufe noch nicht berücksichtigt werden, da die noch geltenden Metall- und Elektroberufe insgesamt die Basis und Grundlage für die Entwicklungen und Erprobungen im Modellversuch bildeten. Allerdings wurden aufgrund der vielfältigen berufs- und berufsfeldübergreifenden Arbeits- und Technikinhalte in den Bereichen der Automatisierung bereits keine zu eng an die einzelnen Berufe ausgerichteten Lerngebiete entwickelt und erprobt. Inhaltliche Differenzierungen wurden letztlich nur zwischen den Metallberufen und Elektroberufen und hier wiederum zwischen den Industrieberufen und Handwerksberufen vorgenommen. Das Konzept der Lerngebiete weist zudem insgesamt eine für alle Metall- und Elektroberufe weitgehend identische Struktur auf, so daß in der Perspektive "Basisberufe" eine Konzeptübertragung als ein Bestandteil der Rahmenvorgaben auch für zukünftige mögliche Basisberufe im Berufsfeld Metall- und Elektrotechnik denkbar und vorstellbar ist. Dies gilt im wesentlichen auch für die anderen Perspektiven und Kriterien der KMK und insbesondere was z.B. die "Vermittlung eines breiten beruflichen Orientierungswissens" oder "die Orientierung der Ausbildung am Arbeitsprozeß" im Hinblick auf die konkrete curriculare Umsetzung in den Lerngebieten betrifft.

Von daher sind mit dem "AUBA-Konzept" in seiner Gesamtheit auch bereits überwiegend die neuen Positionen und didaktisch-methodischen Orientierungspunkte in der Entwicklung und Erprobung der Lerngebiete berücksichtigt worden. Aus der Sicht des Modellversuchs kann und soll so auch hier die Empfehlung zum Transfer des Konzeptes in die bestehenden wie zukünftigen Rahmenlehrpläne für die Metall- und Elektroberufe gegeben werden. Im Sinne eines innovativen Beitrags zur Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne soll dazu abschließend nachfolgend das Konzept in der Form von Lerngebieten exemplarisch in ein Konzept in der Form von Lernfeldern umgesetzt werden. Einerseits erfolgt damit faktisch eine (wirklich nur) begriffliche Anpassung, da die Bezeichnung "Lerngebiet" bisher für die Einheiten im Thüringer Lehrplan verwendet wird und die im Modellversuch neu entwickelten Einheiten zur Automatisierung entsprechend ebenso mit "Lerngebiet" bezeichnet wurden. Andererseits soll mit dieser

exemplarischen Konzeptumsetzung in ein Lernfeld zugleich beispielhaft versucht werden, das neue Lernfeld vor dem Hintergrund der neuen curricularen Perspektiven und didaktisch-methodischen Orientierungspunkte der KMK inhaltlich und didaktisch etwas zu modifizieren.

Lernfeld:	Ausbildungsjahr
Arbeit und Technik in der Automatisierung	Zeitrichtwert 210 Stunden
Zielformulierung:	
Die Schüler/innen sollen sich Überblicks- und Zusammenhangswissen zur Arbeit und Technik in den verschiedenen Bereichen der Automatisierung erarbeiten und hierin die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den Merkmalen, Funktionen und Komponenten erkennen. Vorwiegend in der Zusammenarbeit vertiefen sie dieses Wissen zur Prozeß- und insbesondere der Produktionsautomatisierung und erwerben sich Kompetenzen, um die Verfahren, Funktionen und Arbeiten in komplexen Anlagen und Systemen der Automatisierung unter technischen, organisatorischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten zu verstehen, zu bewerten und mitzustalten. Im Detail sollen sie die Grundlagen der verschiedenen Steuer- und Regelungsprozesse, der Sensorik und Aktorik wie der Bussysteme und Netzwerke ebenso kennen und anwenden wie die Organisation und Inhalte der Tätigkeiten in der Produktionsautomatisierung, so daß sie selbständig und im Team den Betrieb von Anlagen sicherstellen können.	
Inhalte:	
1. Einführung in die Automatisierung	1. Ausbildungsjahr, 60 h
<ul style="list-style-type: none"> - Überblick zur Arbeit und Technik in den verschiedenen Bereichen Systemen und Anlagen der Automatisierung, - Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung, - Arbeit und Technik in der Prozeßautomatisierung, - Arbeit und Technik in der Gebäudeautomatisierung, - Gemeinsame und übergreifende Merkmale, Funktionen und Komponenten zur Arbeit und Technik sowie Ökonomie und Ökologie in der Automatisierung. 	
2. Systeme und Anlagen der Automatisierung	2. Ausbildungsjahr, 60 h
<ul style="list-style-type: none"> - Arbeit und Technik in der Produktions- und Prozeßautomatisierung, wie: - Arbeitsaufgaben, Verfahren und Funktionen in komplexen Systemen und Anlagen - Aufbau und Integration von Anlagenkomponenten und Baugruppen - Steuerungs- und Regelungstechnik (SPS usw.), Sicherungssysteme - Bussysteme und Vernetzung (Aktor-Sensor-Busse, Gerätibusse ...) - Programmierung, Parametrierung und Programmoptimierung - Funktion und innerer Aufbau der Baugruppen und Bauteile (Sensorik, Aktorik, usw.) - Arbeitsanforderungen, Anlagenoptimierung, Überwachung und Anlagenwartung im Team 	
3. Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung	3. / 4. Ausbildungsjahr, 90 h
<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsaufgaben des Umbaus/der Erweiterung von komplexen Systemen und Anlagen - Konstruktion und technisch-physikalische Grundlagen der Komponenten und Bauteile - Betriebsverhalten und Grundlagen der Steuerungs- und Regelungsvorgänge - Bussysteme, Konfiguration von Bus-Komponenten und betriebliche Vernetzung - rationelle Energieverwendung, Ökonomie und Ökologie in der Automatisierung - Anwendungs- und problemorientierte Auswahl von Baugruppen und Komponenten - Aufbau und Integration von Leitwarten, Visualisierungs- und Instandhaltungssystemen - Programmierung, Parametrierung und Programmoptimierung von Anlagen - Arbeitsorganisation und Produktionskonzepte (Gruppenarbeit, CIM, PPS ...) - Arbeits- und Sicherheitsanforderungen, Anlagenoptimierung, Programmanalyse, Störungs- und Sicherheitsanalysen, Fehlerbeseitigung und Dokumentation 	

Abb. 5-15: Lernfeld-Beispiel „Arbeit und Technik in der Automatisierung“ für Industrieelektroniker

Das auf dem AUBA-Konzept basierende neue Lernfeld-Beispiel bezieht sich exemplarisch auf einen industriellen Elektroberufe und wird hier für den Industrieelektroniker dargestellt (siehe Abb. 5-15). In diesem Lernfeld werden im Prinzip die für die Grund- und Fachbildung im Modellversuch entwickelten

einzelnen Lerngebiete zu einem Lernfeld, welches sich über die gesamte Ausbildungszeit erstreckt, zusammengefaßt. Die Zeitrichtwerte der einzelnen Lerngebiete werden ebenso entsprechend zusammengefaßt, wobei hier auch aufgrund der Erprobungen statt 280 Stunden ein reduzierter Wert von 210 Stunden festgelegt wird. Das Lernfeld erhält in dieser neuen thematischen Einheit die Bezeichnung "Arbeit und Technik in der Automatisierung".

In seiner inhaltlichen wie didaktisch-methodischen Struktur übernimmt das Lernfeld fast unmittelbar die Lernzielbereiche sowie die Inhalte und Strukturen der für die Grund- und Fachbildung entwickelten und erprobten Lerngebiete zur Automatisierung. Entsprechend wurde die Zielformulierung für das neue Lernfeld beschrieben, aus der auch hervorgeht, was die Schüler an beruflichen Handlungs- und Gestaltungskompetenzen erwerben sollen und wie diese inhaltlich im Lernfeld aufgenommen sind. Die Lernfeldinhalte selbst sind in ihrer Struktur so angelegt, daß im ersten Ausbildungsjahr als "Einführung in die Automatisierung" Orientierungs- und Zusammenhangswissen zur Arbeit und Technik in den verschiedenen Bereichen der Automatisierung mit deren Gemeinsamkeiten und Unterschieden in den Merkmalen, Funktionen und Komponenten im Mittelpunkt steht. Mit den Inhalten "Systeme und Anlagen der Automatisierung" erfolgt im zweiten Ausbildungsjahr eine Vertiefung zur Arbeit und Technik in der Prozeß- und insbesondere der Produktionsautomatisierung, da Industrieelektroniker in diesem Automatisierungsbereich im wesentlichen ihr Tätigkeitsfeld haben. Zugleich werden die Verfahren, Funktionen und Arbeiten in komplexen Anlagen und Systemen der Automatisierung unter technischen, organisatorischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten inhaltlich vertieft. Die Inhalte des zweiten Ausbildungsjahrs werden im dritten und vierten Ausbildungsjahr spezifisch zur "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" aufgenommen und im Detail unter arbeits- und technikbezogenen Fragestellungen und komplexeren Anforderungen berufsfachlich thematisiert. Sie sollen insgesamt so zum Unterrichtsgegenstand werden, daß berufliche Handlungs- und Gestaltungskompetenzen vermittelt werden, die die Schüler für die selbständige und / oder teamgemäße Ausführung der umfassenden Tätigkeiten zum Aufbau und der Sicherstellung des Betriebes von komplexen Automatisierungsanlagen in der Industrie befähigen.

In der Übertragung dieses Lernfeld-Beispiels auf andere Berufe, z.B. auch der Handwerksberufe, würden wie bei den entwickelten Lerngebieten im Modellversuch AUBA die Ziel- und Inhaltsstrukturen des Lernfeldes im wesentlichen beibehalten. Wiederum mit Orientierung an den je beruflichen Aufgabenstellungen und Arbeitsprozessen wären die Inhalte der Lernfelder auf der Grundlage der Arbeits- und Technikinhalte der Automatisierung in den entsprechenden Arbeits- und Tätigkeitsbereichen zu modifizieren und curricular neu zu bestimmen.

6 Projektgruppensitzungen und sonstige Aktivitäten im Modellversuch

6.1 Projektgruppensitzungen und Workshops

Modellversuchsschule Erfurt

30.05.1995/Erfurt Juni 1995	Vorbereitungstreffen: Ziele, Aufgaben des geplanten Modellversuchs Erarbeiten einer Übersicht zu Inhalten der Automatisierungstechnik im Rahmenlehrplan der Ausbildungsberufe Energieelektroniker für Anlagentechnik und Elektroinstallateur (Automatisierung im Lehrplan usw.)
22.08.1995/Jena August 1995	1. Projektsitzung: Vorstellung der bisherigen Arbeitsergebnisse Beratung der weiteren Aktivitäten Ergänzen der Übersicht zu Inhalten der Automatisierungstechnik im Rahmenlehrplan der Ausbildungsberufe Energieelektroniker für Anlagentechnik und Elektroinstallateur
20.09.1995/Jena	2. Projektsitzung: Analyse zu Rahmenlehrplänen Überlegungen zur Raumausstattung Vorbereitung des Workshop im Oktober
22.09.1995/Hannover Oktober 1995	Besuch der Messe »Qualifikation 95« (Dr. Dänhardt, Wapsa) Information zum Angebot an AutomatisierungstechnikBeratung am Stand von FESTO (Herr Wagner)
17.-18.10.1995/Erfurt Oktober 1995	Ausschreibung Computerausstattung Workshop: Neuorientierung in der Rahmenlehrplangestaltung Handlungsorientierter Unterrichtsdidaktische Perspektiven, Inhalte der AutomatisierungstechnikMedien und Fachraumausstattung
November 1995	Analyse der an der Schule vorhandenen Medien Übersicht zum erteilten Unterricht im 1. Halbjahr der Grundstufe
03.11.1995/Esslingen Nov./Dez. 1995	Ermittlung der Zeitfonds für Automatisierungstechnik im Unterricht der am MV beteiligten Klassen Tagung bei Festo Didactic KG: Vorstellung des Projekts MPS 2000 (Herr Winter, Entwicklungsleiter)Vorstellung des Teachwarekonzepts (Frau Scharf, Mitarbeiter Entwicklung)Vorstellung von Simulations- und Visualisierungssoftware (COSIMIR, COSIMOD, FLUIDSIM-H) Aufgaben und Ziele des MV AUBA (Herr Dr. Dänhardt) Diskussion: Möglichkeiten der Zusammenarbeit
11.01.1996/Kassel	Erarbeitung eines Grundbildungskonzeptes für Automatisierungstechnik 3. Projektsitzung: Auswertung Festo-SeminarTechnikausstattung Evaluationskonzept für die Phase der Grundbildung (Inhalte, Methoden, Medien, Zeitrahmen)weitere Vorbereitung der Fallanalysen in den Betrieben

Januar 1996	Beginn der Unterrichtserprobung Automatisierungstechnik: (2. Halbjahr 1995/96) Klasse Elektroinstallateure '95
05.-09.02.1996	2 Stunden Klasse Energielektroniker '95; 2 Stunden Lieferung der PC-Ausstattung Beratung zu Prozeßtechnik (Festo) Lehrgang von Festo Didactic (Herr Sünkel): Projektarbeit an SPS-gesteuerten Anlagen
Februar 1996	Beratung zur Vorbereitung Projektsitzung März
12.03.1996	4. Projektsitzung: erste Ergebnisse aus dem UnterrichtEvaluation der Planung, Durchführung der »Einführung in die AT«Erhebungen in Betrieben Fachraumkonzeption Fortbildungen Internetanschluß
14.03.1996	Beratung zur technischen Ausstattung des Fachraumes (Festo): Konfiguration für FertigungsstreckeLiefertermine, Finanzierung Fortbildung Eigenleistungen der Projektgruppe => Teachware
April 1996	Einarbeitung in Visualisierungssoftware diLab
24.04.1996	Hannovermesse: Information zu Automatisierungstechnik, Bussystemen, Software
15.05.1996	Beratung: Stundenvolumen im kommenden Schuljahr Anpassung der Landesfachklasse Energielektroniker. an aktuellen Stand Unterrichtsinhalte in 1. Fachstufe
Mai/Juni 1996	Renovierung des Fachraumes für Automatisierungstechnik
10.-14.06.1996	Vorbereitung des Festo-Lehrgangs Festo-Lehrgang in Erfurt: Hardware und Programmierung (SPS) der MPS2000
13.06.1996	5. Projektgruppensitzung: Stand und Erfahrungen bei Umsetzung des UnterrichtskonzeptsAuswertung Schülerbefragung Fachstufenkonzeption Präsentation Modellversuch
Juli/August 1996	Installation der Hardware und Software im Fachraum AT
23.08.1996	Beratung mit FESTO didactic über Möglichkeiten der Zusammenarbeit im Rahmen des Modellversuchs: Erarbeitung von Teachware
29.08.1996	6. Projektgruppensitzung: Unterrichtskonzepte in der Fachbildung Entwicklung des Medienkonzepts Unterrichtsevaluation 1996/97Fortbildungsveranstaltung im September (Profibus) Zwischenbericht zum MV
26.-28.09.1996	Fortbildung in Jena: Überlegungen zur Verortung von Technikinhalten der Automatisierungstechnik Einführung in die Prozeßsteuerungs- und Visualisierungssoftware WinLabProfibus-Seminar (Siemens)Einführung in die DDC-Technik
17./18.10.1996	Andreas-Gordon-Schule Selbstbau der Anschlußboards für Festo-Technik
22.10.1996	Besuch der Messe »Qualifikation 96« Hannover Infos zu Unterrichtsmitteln, neuen Projekten, Klärung technischer Probleme mit Festo
30.10.1996	Koordinierung der Ausstattung AT-Fachraum und EIB-Fachraum
Okt./Nov. 1996	Anpassung Schnittstelle MPS+/SPS

14.11.1996	7. Projektgruppensitzung: Zwischenbericht Lehrerfortbildung September '96 Bericht der Schulen zu Festo-Anlagen Evaluation der Grundbildung und Revision des Konzepts der Fachtagung AUBA 1997
Dez. '96/Jan. '97	Fertigung und Test aller Schnittstellen MPS+/SPS
05.02.97	Andreas-Gordon-Schule: Fortbildungsveranstaltung »Europäischer Installationsbus«
06.02.97	8. Projektgruppensitzung Erfurt: Beratung Erfurter Projektgruppe:
März 1997	Realisierung EIB-Fachraum
13.03.97	Andreas-Gordon-Schule: Hospitation Dr. Hartmann in Klasse EB95 Interview mit Schülern, Diskussion mit Projektgruppe
April 1997	Beratungen Erfurter Projektgruppe: Realisierung EIB-Fachraum; Zuarbeit Festo
	Vorbereitung Fachtagung im Juni
06.05.1997	9. Projektgruppensitzung Kassel: Vorbereitung der Fachtagung
Mai 1997	Erfurt: weitere Koordinierung der Mustererstellung für EIB-Fachraum (Knaak)
5./6. Juni 1997	bundesweite Fachtagung Modellversuch AUBA in Erfurt
Juni 1997	Fortbildungsveranstaltung: »Projektunterricht in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik am Beispiel automatisierungstechnischer Lerninhalte« (Referent: S. Sünkel, 40 Stunden)
11.07.1997	Erarbeitung der Beiträge für den Zwischenbericht: Unterrichtsprojekte
Juli 1997	Beratung zu weiteren Hardwareanschaffungen (mit Festo) Wartungsarbeiten an MPS 2000: Reed-relais defekt?
	Entwicklungsarbeiten am Muster für EIB-Fachraum: - Vorbereitung der Grundplatte
27.08.1997	- Nachbestellung Komponenten erforderlich! Wartung Festo-Anlage (Reed-Relais defekt)
	Entwicklungsarbeiten EIB-Grundplatte
September 1997	Entwicklungsarbeiten EIB-Board
	Fortbildungsveranstaltung: »Projektunterricht in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik am Beispiel automatisierungstechnischer Lerninhalte (Referent: S. Sünkel, 40 Stunden)
	Wartung, Ergänzung der Anlage MPS 2000
September 1997	Erarbeitung der Beiträge aus der Kooperation mit FESTO: - Projekt in Realisierung als VPS und SPS (Verknüpfungs- und Ablaufsteuerungsvariante)- Unterlagen für technische Kommunikation- Einführung in das Thema »Ablaufsteuerungen«?
01./02.10.1997	Esslingen (FESTO): Zusammenarbeit MV-Gruppe und Festo Erweiterung der Anlage MPS plus- Vorstellung neuer Hard- und Software

14./15.10.1997	Tagung der Modellversuchsgruppe in Jena: Ergebnisse von Esslingen Zwischenbericht Zusammenarbeit mit Jenoptik GmbH
20.-24.10.1997	Fortbildungsveranstaltung: »Projektunterricht in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik am Beispiel automatisierungstechnischer Lerninhalte«(Referent: R. Wapsa, 40 Stunden)
November 1997	Projektierung der Zusammenarbeit mit der TU Dresden
14.11.1997	Fachtagung „Bus-Topologien“ an der Fachhochschule Schmalkalden (Dr. Dähnhardt, Wapsa)
17.11.1997	Jenoptik Automatisierungstechnik GmbH Jena: Beratung über Form und Inhalte der Zusammenarbeit(MV-Gruppe, Daugart, Sonnekalb)
20./21.11.1997	Fachtagung der Bundesarbeitsgemeinschaft Elektrotechnik in Berlin: (Dr. Dähnhardt, Wapsa) Projektunterricht neue Konzepte für Grundstufe
26.11.1997	TU Dresden Fachbereich Berufspädagogik (Butter, Wapsa): Entwicklung von Unterrichtskonzepten zur E/A-Kopplung an MPS plus (Dokumentation, Projekte) und zur Fehlersuche an der Anlage
27.-29.11.1997	Fortbildung in Gera (Wapsa): SPS-ProgrammierungNorm IEC 1131
27.11.1997	Beratung mit Herrn Hartlieb, Herrn Säuberlich (Wapsa): Termin, Inhalte der überregionalen Fortbildung „Didaktisch-methodische Aspekte des Projektunterrichts ...“ Arbeitsgruppe SPS
17.-19.12.1997	Tagung der Modellversuchsgruppe in Flensburg: Projekt mit Jenoptik Automatisierungstechnik GmbH Zeitplanung in Projekten, Besichtigung Papierfabrik
13.01.1998	Jenoptik Automatisierungstechnik GmbH Jena (Kitzig, Sünkel): Vorstellung des Pflichtenheftes für die Montagelinie durch Herrn Sonnekalb und Herrn Ossig;beteiligt je drei Schüler aus EF, J (Energieelektroniker, Industriemechaniker);Schüler besichtigen Jenoptik
16.02.1998	Hospitation durch Herrn Zick in Erfurt: Stand der Ausarbeitung der Lernaudgaben für Jenoptik und automat. Lerninhalte (Energieelektroniker)
19.02.98	Andreas-Gordon-Schule Erfurt: Vorführung und Inbetriebnahme des zweiten Teils MPS plus durch FESTO didactic
10.03.1998	Jenoptik Automatisierungstechnik GmbH Jena (Kitzig, Sünkel): Vorstellung der Lernaufgaben der Erfurter und Jenaer Schulen zum Projekt: Vergleich, Bewertung unterschiedlicher Fördertypen für Montagelinie durch die SchülerAuswertung Ergebnisse mit Herrn Ossig, Bekanntgabe neuer Aufgabenstellung: Automatisiertes Kleinteilehandling in der Montage
19.03.1998	TU Dresden Fachbereich Berufspädagogik (Dr. Butter, Dr.Dähnhardt, Wapsa): E/A-Kopplung an MPS plusmögliche Hardware/Softwarevarianten
02.-04.04.1998	ThILLM-Fortbildung „SPS-Programmierung und Visualisierung“ an der Andreas-Gordon-Schule geplant (Wapsa)
29.04.1998	Projektgruppensitzung in Erfurt (Vormittag): Stand Umsetzung Fachstufenkonzeption an den Schulenweitere Zusammenarbeit mit Jenoptik und Auswertung der ersten Ergebnisse der Schüler Jenoptik

	Automatisierungstechnik GmbH Jena (Nachmittag): Vorstellung der Projektergebnisse durch Schüler für automatisiertes Kleinteile-handling Besichtigung einer Zweigniederlassung von Jenoptikergänzende Auf-gabenstellung und Koordinierung der weiteren Zusammenarbeit mit Jenoptik Jenoptik Automatisierungstechnik GmbH Jena:
10.06.1998	Vorstellung weiterer Projektergebnisse durch die Schüler (EF, J) Koordinie-rung der Zusammenarbeit
17.06.1998	TU Dresden Fachbereich Berufspädagogik (Dr. Butter, Wapsa): Vorführung und Übergabe der Ergebnisse aus der Zusammenarbeit mit Dresden- funktionsfähige E/A-Kopplung für MPS
24.-26.06.1998	ThILLM Bad Berka (Wapsa): Fortschreibung „Sematic S7 Workshop“
23.07.1998	TU Dresden Fachbereich Berufspädagogik (Dr. Butter, Sünkel): technische Umsetzung der E/A-Kopplung bei Vernetzung mehrerer MPS-Sta-tionen, Umsetzung im Unterricht

Modellversuchsschule Jena

28.07.95	Vorstellung des Projektes im Rahmen einer Dienstberatung
15.08.95	Konstituierung der Arbeitsgruppe AUBA an dieser Schule. Diese hat nunmehr folgende Mitglieder : Herr Rempke (Koordinator der Schule), Herr Sillmann (Stv.Schull.), Herr Fleckstein, Herr Schmidt, Herr Frank, Herr Kitzig.
21.08.95	Erste Beratung der gesamten Arbeitsgruppe AUBA in Jena.
29.08.95	Beratung mit der Fa. FESTO- Didaktik über mögliche Ausrüstungen im Be-reich der Unterrichtstechnik für den Mod.-Vers.
20.09.95	Zweite Beratung der gesamten Arbeitsgruppe AUBA in Jena.
22.09.95	Thema : IST-Analyse der Rahmenlehrpläne.
17.10.-18.10.95	Beratung der Jenaer Arbeitsgruppe mit der Schulleitung zu Fragen der Aus-rüstung und der Bereitstellung eines Raumes für das Projekt
	Workshop AUBA in Erfurt für die gesamte Arbeitsgruppe.
	Thema : Vorstellung des methodisch-didaktischen Grundkonzeptes durch die GHK, Vorschläge zur Anschaffung der notwendigen Unterrichtstechnik.
25.10.95	Besprechung mit Betrieben, die in die Fallstudie AUBA einbezogen werden sollen.
	Thema : Vorstellung der Konzeption AUBA, Bitte um Mitarbeit an der Fall-studie im Rahmen des Modellversuchs.
27.10.95	Arbeitsberatung der Jenaer Arbeitsgruppe.
	Thema : Ausstattung für das Kalenderjahr 1995 hinsichtlich der für diesen Zeit-raum zur Verfügung gestellten Mittel, Bestimmung des Raumes für die Ausstattung, Beschluss: In Abstimmung mit der GHK wird die Klasse AAC 95 ergänzend in den Modellversuch aufgenommen.
02.11.-03.11.95	Beratung mit der Fa. FESTO- Didaktik in Esslingen.
	Thema : Vorstellung des neuen FESTO- Konzeptes "MPS 2000", Beratungen über die Zusammenarbeit zwischen der Fa. FESTO und den beiden Schulen im Rahmen des Projektes.
09.11.95	Beratung mit FESTO über die Beschaffung von Unterrichtsmitteln.

04.12.95	Beratung Fleckstein - Kitzig über die Stundenaufteilung im 2. Halbjahr in den Modellversuchsklassen
15.12.95	Beratung der Jenaer Arbeitsgruppe mit der Schulleitung zu Fragen der Beschaffung und der techn. Ausgestaltung des Raumes für das Projekt.
11.01.96	2. Workshop AUBA in Kassel für die gesamte Arbeitsgruppe. Thema : 1. Arbeitsberatung über Konzept und Inhalte zur Durchführung des Modellversuchs im 2. Halbjahr 1995/96, Bericht an das ThKm. 2. Vorstellung von Unterrichtsmitteln für das Teilgebiet "Gebäudeautomatisierung".
17.01.96	Beratung mit FESTO über die Beschaffung von Unterrichtsmitteln im Bereich der Produktionsautomatisierung.
15.01.-22.01.96	Einzelgespräche mit den Betrieben, die im Rahmen der Fallstudie (GHK) am Modellversuch beteiligt sind.
25.01.96	Telefonat Kitzig (J) mit GHK (Zick) über die Beschaffung von Unterrichtsmitteln auf dem Teilgebiet "Gebäudeautomatisierung".
31.01.96	Organisatorische Planung (Sonderplan) der Modellversuchsklassen im 2. Halbjahr 1995/96.
02.02.96	Besuch eines Kabinetts für den Bereich der Gebäudeautomatisierung an einer Erfurter Bildungseinrichtung, mit anschließendem Gespräch beim Projektleiter.
02.02. 96	Beratung der Jenaer Arbeitsgruppe zum Stand der Beschaffung der Unterrichtstechnik und der techn. Ausstattung des Raumes für das Projekt.
05.02.-09.02.96	Weiterbildung im Rahmen des FLaThuS-Programmes und der Fa. FESTO-Didaktik auf dem Gebiet der SPS-und der Industrierobotertechnik. Diese Veranstaltung diente der Vorbereitung auf die Nutzung von fertigungsautomatisierten Komplexen in der Simulation. Diese Systeme sind Teil des Modellversuchs.
14.02.96	Arbeitsberatung der Jenaer Arbeitsgruppe mit Vertretern der GHK. Seitens der GHK wurde eine Simulationssoftware für Gebäudeautomatisierung vorgestellt, es fanden Gespräche mit der Schulleitung statt, weiterhin fand eine inhaltlich-methodische Abstimmung hinsichtlich der Unterrichtsgestaltung sowie eine Besichtigung von Fächerräumen, die für den Modellversuch geplant sind, statt.
15.02.96	Anlieferung und Inbetriebnahme der 11 für das Projekt angeschafften Computer unter der Leitung von Herrn Fleckstein.
19.02.96	Besprechung mit einem Vertreter der Fa. "Lucas- Nütte" zwecks Ausstattung mit Unterrichtsmitteln auf dem Gebiet der Gebäudeautomatisierung.
27.02.96	Beratung der erweiterten Jenaer Arbeitsgruppe zu Fragen der inhaltlichen Gestaltung in den Modellversuchsklassen. Um den Unterricht abzusichern, war es notwendig, drei weitere Lehrer in den AUBA- Unterricht zu übernehmen.
08.03.96	Überprüfung der Unterrichtstechnik und der elektrischen Neuinstallation durch die Herren Kitzig und Fleckstein.
20.05.96	Hospitation der wiss. Begleitung (GHK) in Jena : Klassen AAC 95 und IM 95. Nach jeder Unterrichtseinheit wurde mit den entsprechenden Klassen ein Gespräch geführt.
10.06.-14.06.96	Weiterbildungsveranstaltung der gesamten Projektgruppe unter der Federführung der Fa. FESTO-Didactic zum Thema Einweisung in das System "MPS 2000 Plus" mit der dazugehörigen SPS- Programmierung der Einzelstationen.

13.06.96	Projektgruppensitzung: Es erfolgte eine erste Auswertung des 2. Lehrhalbjahres (1. Halbjahr des Modelleversuchs), besonders der Gespräche mit den AUBA-Klassen. Weiterhin erfolgte eine erste Standortbestimmung der Zuarbeiten für den 1. Zwischenbericht und eine Neuauflistung der AUBA- Klassen für das Schuljahr 1996/97. Für die Jenaer Schule wurden folgende Klassen organisiert : IM 95, IM 96, HLB 95, HLB 96 sowie AAC 96.
23.08.96	Gespräch mit Vertretern der Arbeitsgruppe AUBA und der Fa. FESTO- Didactic zu folgenden Themen : 1. Wie könnte eine Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Teach-Ware im Zusammenhang mit dem neuen Lehrsystem MPS 2000 Plus erfolgen? 2. Verbesserungsvorschläge an den bereits gelieferten Anlagen. Zu beiden Themen wurde ein Termin genannt (Ende Februar 1997), zu dem erste Ergebnisse vorliegen sollten.
29.08.96	Projektgruppensitzung in Kassel. Es wurden folgende Themen besprochen : 1. Zwischenbericht, Weiterführung des Modellversuchs in der Fachstufe, Schülerbefragungen im 1. Lehrjahr (Grundstufe), Erste Erfahrungen im Umgang mit dem neuen Unterrichtsmittel "MPS 2000 Plus".
16.09.96	Arbeitsberatung der Jenaer "AUBA"- Lehrer zu folgender Thematik : Umsetzung des Konzeptes in der Fachstufe I, Erfahrungen mit MPS 2000, allgemeine Fragen.
26.09.-28.09.96	Lehrerfortbildung und Projektgruppensitzung in Jena. Die Lehrerfortbildung hatte folgende Themen : -Arbeit mit "WIN- School"-Software, -Einführung in die Arbeit mit dem Profibus (Grundlagen), Lektor von der Fa. Siemens. -Grundlagen der Arbeitsweise einer DDC- Steuerung (Grundlagen), Herr Zick In der Projektgruppensitzung wurden Erfahrungen mit der Umsetzung des "AUBA"-Konzeptes in der Fachstufe I ausgetauscht.
21.10.96	Arbeitsberatung der Jenaer "AUBA"- Lehrer zu folgender Thematik : Probleme bei der Umsetzung des Konzeptes auf dem Gebiet der Gebäudeautomatisierung, allgemeine Fragen
14.11. 96	Projektgruppensitzung in Kassel zu folgender Thematik : - Berichte der Schulen über die Umsetzung der Fachstufe I (Problemdiskussion) - Vorstellung der 2. Überarbeitung des Grundstufenkonzeptes - neue Unterrichtsmittel auf dem Gebiet der Gebäudeautomatisierung - Probleme der konzeptionellen Umsetzung im Bereich der Prozeßautomatisierung - Fachtagung "AUBA" (Grundkonzept) - allgemeine Fragen, (Vorstellung des Herrn Dr. Hartmann)
18.11.96	Arbeitsberatung der Jenaer "AUBA"- Lehrer zu folgender Thematik : Probleme bei der Umsetzung des Konzeptes auf dem Gebiet der Prozeßautomatisierung.
04.12.96	Besuch der wissenschaftlichen Begleitung in Person von Herrn Dr. Hartmann in Jena. Es fand u. a. ein Unterrichtsbesuch in der Klasse IM 96 statt, an den sich Diskussionen sowohl über technische als auch methodische Fragen anschlossen.
18.12.96	Projektgruppensitzung in Erfurt. Bei dieser Zusammenkunft wurden folgende Probleme besprochen : - Vorbereitung der Fachtagung im kommenden Jahr: (Zeitraum April- Juni

- 1998), Gästeliste, Workshops, Ablaufplan.
- Vorbereitung und Umsetzung des Konzeptes für die Fachstufe II.
- 31.01.97 Beratung der Jenaer "AUBA-Lehrer mit der Fa. FESTO- Didactic (Herr Dr. Fehmel) zum Stand der Arbeiten, die am 23.08.96 in Erfurt vereinbart wurden. Weiterhin wurden Probleme bei der Arbeit mit MPS 2000 besprochen.
- 03.02.97 Detaillierte Absprachen mit der Fa. HPS (Herr Beckert) zur Komplettierung der vorhandenen Unterrichtsmittel.
- 06.02.97 9. Projektgruppensitzung in Erfurt zu folgenden Themen : Vorbereitung der Fachtagung am 5.06/06.06.1997: Gastredner, Referate, Durchführung der Workshops. Prüfungskonzept "AUBA", 2. Zwischenbericht.
- 17.02.97 Arbeitsberatung der Jenaer "AUBA"-Lehrer zu folgender Thematik : Vorbereitung der Workshops für die Fachtagung sowie deren Ablauf, Diskussionen zur Vorstellung technischen und didaktischen Details.
- 06.03.97 Arbeitsbesuch der wiss. Begleitung in Person von Herrn Dr. Hartmann. Folgende Aufgaben wurden besprochen :
 - Problemdiskussion mit Lehrern, die im Unterricht der "AUBA"- Klassen eingesetzt sind, aber nicht zur Arbeitsgruppe gehören.
 - Unterrichtsbesuch in den Klassen IM 96 und IM 95.
- 14.04.97 Arbeitsberatung der Jenaer "AUBA"-Lehrer zu folgender Thematik : Vorbereitung der Workshops für die Fachtagung: Gestaltung und Ablauf der Workshops, materielle Sicherstellung, Bereitstellung von Info- Material, Erläuterung der erarbeiteten und zum Teil umgesetzten didaktischen Konzepte.
- 06.05.97 10. Projektgruppensitzung in Kassel. Folgende Tagesordnungspunkt wurden bearbeitet : Detailplanung der Fachtagung "AUBA" : Vorstellung des Tagungsprogramms, Erörterung der Teilnehmerliste, Leitung der Workshops, technische Sicherstellung, Fachstufenkonzept.
- 22.05.97 Gespräch mit Herrn Fr. Meier von JENOPIK-Automatisierungstechnik GmbH zwecks Referat zur Fachtagung "AUBA". Im Verlauf dieses Gesprächs wurde seitens der JENOPIK- Automatisierungstechnik GmbH festgelegt, daß am 04.06.97 Herr Daugart (2. Geschäftsführer) das Referat für die JENOPIK-AT-GmbH hält.
- 04.06.97 Fachtagung "AUBA" in Erfurt in der Aula der med. Fachschule Erfurt. Verlauf :
 1. Eröffnung der Projektleitung Herr Dr. Dähnhardt, Prof. Dr. Petersen
 2. Referat d. Thür. Kultusministerium Herr Kultusminister Althaus
 3. Referat d. Thür. Kultusministerium Herr Schläger
 4. Begrüßung durch den Vertreter der Stadt Erfurt Herr OB M. Ruge
 5. Begrüßung durch den Vertreter der Stadt Jena Herr Schulverwaltungsamtsleiter Sauer
 6. Referat der wissenschaftlichen Begleitung Herr Prof Dr. Petersen Gh-Kassel
 7. Referat der Projektleitung Herr Dr. Dähnhardt
 8. Berichte der Projektkoordinatoren
 - 8.1 Andreas Gordon Schule Erfurt Herr Wapsa
 - 8.2 Staatliches Berufsbildenden Schulzentrum Jena- Göschwitz Herr Kitzig in Vertretung für Herrn Rempke

- | | |
|------------------|--|
| 05.06.97 | <p>9. Podiumsgespräch mit Projektleitung, Thüringer Berufsschullehrern, Vertreter der Kammern (IHK, HK), Thüringer Kultusministerium und Gästen.</p> <p>Fachtagung in Erfurt (2. Tag), Tagungsort : Andreas Gordonschule, Weiden-gasse 8, Verlauf :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Workshops zum Thema Grundstufenkonzept AUBA. Es erfolgte eine Trennung in industrielle Metall- und Elektroberufe sowie handwerkliche Metall- und Elektroberufe. 2. Lehrmittelausstellung. 3. Workshops zum Thema AUBA-Konzeption für die Fachstufe I, wiederum getrennt nach Systematik (siehe Punkt 1). 4. Auswertung und Analyse der Workshops in einem offenen Forum. 5. Projektgruppensitzung der Fachgruppe AUBA zum Thema 2. Zwischenbericht. |
| 20.06.97 | Treffen der Herren Sünkel und Kitzig in Jena zwecks Koordinierung der Zuarbeiten zum 2. Zwischenbericht. Inhaltliche Abstimmung. |
| 29.09.97 | Absprache Herr Kitzig mit Herrn Daugard von JENOPTIK-Automatisierungstechnik GmbH zwecks Terminvereinbarung und Inhalt zu einem Vorbereitungsgespräch für das vereinbarte Projekt mit zwei Modellversuchsklassen (EF,J). |
| 01. 10.-02.10.97 | Arbeitsbesuch der Projektgruppe in Esslingen bei FESTO- Didactic zu folgenden Themen : Erfahrungen und Probleme mit MPS 2000 plus und die daraus resultierenden Veränderungen bzw. Verbesserungen (hierzu wurden Vereinbarungen getroffen). Von den beiden Schulen wurden die ersten Konzepte gemäß der Vereinbarung vom 23.08.96 vorgestellt und präsentiert. Gleichzeitig wurden Schwerpunkte für die weitere Zusammenarbeit fixiert. |
| 14.10-15.10.97 | Projektgruppensitzung in Jena. Dieser Besuch diente neben dem Arbeitsprogramm auch dem Kennenlernen der Stadt Jena. Folgende Themenschwerpunkte wurden abgearbeitet : |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. Auswertung des Arbeitsbesuches bei FESTO- Didactic in Esslingen 2. Abschließende Arbeiten am 2. Zwischenbericht, Vorschau auf den Abschlußbericht. Stadtrundgang und gemeinsamer Abend mit historischem Hintergrund auf dem "Fuchsturm" und dessen Gaststätte 3. Gestaltung des Lernfeldes "Prozeßautomatisierung" 4. Organisatorische Absprachen mit JENOPTIK- Automatisierungstechnik GmbH (Herr Daugard) zum bevorstehenden gemeinsamen Projekt. 5. Kritische Diskussion und Auswertung zum Konzept der Fachstufe I und Berichterstattung der Projektschulen. |
| 29.10.97 | Arbeitsberatung der Jenaer "AUBA"-Lehrer zu folgender Thematik : Überarbeitetes Grund- und Fachstufenkonzept und dessen Umsetzung im Unterricht. Erfahrungsaustausch mit den neu hinzugekommenen "AUBA"- Lehrern, die bisher nicht zur Projektgruppe gehörten. |
| 17.11.97 | Besuch der Projektgruppe bei JENOPTIK- Automatisierungstechnik GmbH in Vorbereitung eines kooperativen Schülerprojektes. Als Betreuer wird von Herrn Daugard (Geschäftsführer) nun Dipl.Ing.Herr Sonnekalb als Projektbetreuer vorgestellt und zugeteilt. Nach der Projektvorstellung und der weiteren Terminabsprache fand eine Betriebsbesichtigung statt. |

17.12.-19.12.97	Projektgruppensitzung in Flensburg zu folgenden Themen : 1. Gemeinsames Projekt mit der JENOPTIK- Automatisierungstechnik GmbH : Termine, organisatorische Absprachen. 2. Berichte und Erfahrungen bei der Konzeptumsetzung in der Fachstufe I und Fachstufe II. 3. Vortrag über Optimierungsmöglichkeiten von MPS 2000 plus (Herr Zick). 4. Betriebliche Erkundung einer Papierfabrik (technologischer- und automatisierungstechnischer Prozeß)
13.01.98	Erster Arbeitsbesuch der Vertreter zweier "AUBA"Klassen (J, EF) bei JENOPIK-Automatisierungstechnik GmbH. Es fand eine Betriebsbesichtigung statt sowie die Übergabe der ersten Projektaufgabe an die Schüler.
14.01.98	Gespräch mit Herrn Dr. Fehmel (FESTO- Didactic) über die weitere medien-didaktische Ausgestaltung der AUBA- Räume.
03.03.98	Projektgruppensitzung in Jena zu folgenden Themen : 1. Arbeiten für den 3. Zwischenbericht (Fachstufen I und II) 2. Weitere Zusammenarbeit mit Jenoptik-AT.
10.03.98	Zweiter Arbeitsbesuch mit Schülern bei Jenoptik-AT : 1. Präsentation der ersten Teilaufgabe und anschließende Diskussion 2. Übergabe der neuen Teilaufgabe des gemeinsamen Projektes
29.04.98	Dritter Arbeitsbesuch mit Schülern bei Jenoptik AT : 1. Präsentation der ersten Teilaufgabe und anschließende Diskussion 2. Übergabe der neuen Teilaufgabe des gemeinsamen Projektes an die Erfurter Schüler. Die Jenaer Gruppe mußte herausgelöst werden, weil die Schüler ein halbes Jahr nicht mehr in der Schule sind.
22.09.98	Projektgruppensitzung in Erfurt zu folgenden Themen: 1. Auslaufen des Modellversuchs zum 31.12.98 und die Konsequenzen im besonderen in Hinblick auf methodisch-didaktische Konzepte und ihre unterrichtliche Umsetzung. 2. Gestaltung des Abschlußberichtes; Zuarbeiten der Schulen, Termine. 3. Planung der Abschlußtagung in Jena.
28.09.98	Beratung der erweiterten Jenaer Projektgruppe zur Planung der Abschlußveranstaltung.
ab 12.10.98	Besichtigung der Räume für die Abschlußtagung sowie organisatorische Absprachen in Jena.
24.11.98	Arbeitsberatung der Jenaer Projektgruppe zur endgültigen Fertigstellung des Abschlußberichtes.

6.2 Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer aus Thüringen im Rahmen des Modellversuchs

Die durch die Modellversuchs- und Projektgruppe an der Andreas-Gordon-Schule gesammelten Unterrichtserfahrungen und das damit verknüpfte fachliche und didaktisch-methodische Wissen sollten

anderen Thüringer Berufsschullehrern möglichst effizient weitergegeben und vermittelt werden. Dazu wurde eine Fortbildungsreihe initiiert, die methodisch-didaktische Fragestellungen in geeigneter Weise mit den erforderlichen technischen Inhalten verbinden sollte.

Fortbildungsthema: "Projektunterricht am Beispiel der Produktionsautomatisierung"

Aufbau und Programmierung der SPS-Steuerung unter Einbeziehung des Automatisierungssystems und Modells MPS plus

Referenten: Herr Sünkel, Herr Wapsa

Termine:	17.06. bis 10.07.1997	40 Stunden
	09.09. bis 16.10.1997	40 Stunden
	20.10. bis 24.10.1997	40 Stunden

An den Fortbildungen nahmen 42 Berufsschullehrerinnen und -lehrer aus ganz Thüringen teil

Die Zielsetzungen der Fortbildung:

Aufgrund der Planungen und Rückfragen wurden die folgenden Ziele gemeinsam mit den Teilnehmern zu Beginn für die Fortbildung formuliert:

- Œ Vermitteln von Grundlagenwissen zu SPS-Hardware und deren Arbeitsweise,
- Œ Grundlagen der SPS-Programmierung,
- Œ Ausbildungs- und didaktisch-methodische Unterrichtsfragen zum Konzept der Lerngebiete zur Automatisierung und des Projektunterrichts.

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Fortbildung:

1. Projektarbeit (4 Stunden)

- Œ Merkmale und Wesen des Projektunterrichts unter didaktischen Gesichtspunkten am Beispiel des beruflichen Unterrichts in der Automatisierungstechnik
- Œ Begriffsbestimmung und Ablaufphasen des Projektunterrichts
- Œ Handlungsfelder für Lehrer und Schüler
- Œ Voraussetzungen für die Durchführung von Projektunterricht
- Œ Organisation von Teamarbeit.

2. Anlagenbeschreibung (6 Stunden)

- Œ Modularen Produktionssystem von FESTO: Verteilen, Prüfen, Bearbeiten, Handhaben

- CE Erarbeitung des notwendigen Anlagenverständnisses in verschiedenen Teams
- CE Kennenlernen der Funktion und Aufgaben der Teilstationen und der Gesamtanlage
- CE Erstellen eines Funktionsplanes und eines Weg-Schritt-Diagramms der einzelnen Stationen
- CE Bestimmung der Funktions- und Baueinheiten der Stationen (mechanische, elektrische und pneumatische Baugruppen)
- CE Bestimmung der Bauglieder und Komponenten
- CE Technische Möglichkeiten und Eigenschaften von Elementen der Elektropneumatik, der Sensorik und Aktorik
- CE Zusammenspiel der Bauglieder und Arbeitseinheiten
- CE Kommunikationsanalyse der Stationen erstellen
- CE Schnittstellenbetrachtung zwischen Station und SPS-Steuerung.

3. Aufbau, Wirkungsweise, Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (10 Stunden)

- CE Aufbau des Automatisierungsgerätes S5 - 95U
- CE Anzeige- und Bedienelemente sowie Schnittstellen
- CE Merkmale der Ein- und Ausgangsbeschaltung
- CE Onboard - Peripherie des Automatisierungsgerätes
- CE EVA-Prinzip
- CE Programmorganisation: Lineare und strukturierte Programmierung
- CE SPS-Programmierung mit der Software S5 für Windows:
- CE Steueroperationen, Operanden, Einzelfunktionen
- CE Programmierung von elementaren Steuerungen
- CE Programmhandling.

4. Inbetriebnahme /Wiederinbetriebnahme der Automatisierungsanlage (12 Stunden)

- CE SPS-Programmierung der einzelnen Stationen der Produktionsanlage in Gruppen
- CE Durchleben von handlungsorientierten Unterrichtsphasen
- CE Organisation der Teamarbeit
- CE Merkmale von Ablaufsteuerungen und deren programmtechnische Umsetzung
- CE E/A-Prüfung der Automatisierungsanlage
- CE Vorbereiten der elektrischen und pneumatischen Energieversorgung
- CE Inbetriebnahme der elektrischen Betriebsmittel
- CE Test der erstellten SPS-Programme
- CE Fehlerkorrektur und Fehlerbeseitigung im SPS-Programm.

5. Programmierung nach der Norm IEC 1131-3 (8 Stunden)

- CE Vorstellung der neuen Norm: allgemeine Informationen
- CE Programmiersprachen (Kontaktplan, Anweisungsliste Funktionsbausteinsprache, Strukturierter Text, Ablaufsprache)
- CE Simulationen und Übungen zu elementaren Steuerungen
- CE Programmerstellung mit Funktionsbausteinsprache.

Auswertung

Die Teilnehmer schätzten ein, daß die zu Beginn vereinbarten Ziele erreicht werden konnten. Es wurden Kenntnisse vermittelt, die jeden Kollegen in die Lage versetzen, mit niedrigem Einarbeitungsaufwand entsprechendes Grundwissen an die Schüler weiterzugeben. Die Teilnehmer des Kurses haben fundierte Kenntnisse über die SPS-Programmierung und ihre Anwendung an einem konkreten Automatisierungsobjekt erworben, die sie befähigen, dieses Automatisierungsmodell in Betrieb zu nehmen. Die methodische und didaktische Aufbereitung der Kurse war so angelegt, daß Handlungsphasen zeitgemäßen beruflichen Unterrichts aktiv von den Teilnehmern durchlebt wurden. Somit sind sehr gute Voraussetzungen für die fachliche und methodische Umsetzung im Unterricht geschaffen worden. Es wurden im Rahmen dieser Veranstaltung didaktisch-methodische Anregungen zur Unterrichtsgestaltung gegeben und auf Probleme und Erfahrungen bei der Wissensvermittlung hingewiesen.

Fortbildungsthema: "SPS-Programmierung und Visualisierung"

Didaktisch-methodische Aspekte des Projektunterrichts zur Vermittlung automatisierungstechnischer Inhalte.

Schwerpunkt: Fertigungs- und Prozeßautomatisierung und deren Visualisierung

Referenten: Herr Sünkel, Herr Wapsa

Termin: 02.04. bis 04.04.1998

In Absprache mit dem ThILLM wurde diese Veranstaltung kurzfristig auf Grund zu geringer Teilnehmermeldungen auf einen späteren Termin verschoben.

Literaturverzeichnis

APWEILER, JOSEPH u.a.: Technologie Metall. Fachstufe Gesamtband: Bielefeld: Cornelsen, 1991

BALLSTAEDT, S.: Lerntexte und Teilnehmerunterlagen. Weinheim: Beltz, 1991

BISCHOF, WOLFGANG: Abwassertechnik. Stuttgart: Teubner, 1989 (9. neubearb. und erw. Auflage)

BLOOM, BENJAMIN S. (Hrsg.): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. (Taxonomy of Education Objectives. New York: David McKay Company, 1956; Übersetzt nach der 16. Aufl. 1971 von FÜNER, Eugen und HORN, Ralf) Weinheim; Basel: Beltz, 1974 (4. Aufl.).

BÖHLE, FRITZ, ROSE, HELMUTH: Technik und Erfahrung. Arbeit in hochautomatisierten Systemen. Frankfurt/M.; New York: Campus, 1992. (Veröffentlichung aus dem Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung e.V., ISF München)

BOLTE, ANNEGRET: Planen durch Erfahrung. Kassel: Institut für Arbeitswissenschaft, 1993.

BORTZ, JÜRGEN; DÖRING, NICOLA: Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1995 (2. Aufl.).

BRAUN, CHRISTOF u.a.: Fachkenntnisse Metall. Industriemechaniker. Hamburg: Handwerk und Technik, 1993 (2. überarb. Auflage)

BRÖDNER, PETER: Bericht über das "Forum Werkzeugmaschinenindustrie". IN: HANS-BÖCKLER-STIFTUNG/IG METALL (Hrsg.): Lean Production. Kern einer neuen Unternehmenskultur und einer innovativen und sozialen Arbeitsorganisation? Baden-Baden: Nomos, 1992.

BRUNER, J. S.: Der Prozeß der Erziehung. Düsseldorf, 1970.

BULLINGER, HANS-JÖRG: Zielsetzungen des Sonderforschungsbereichs 158. Die Montage im Produktionsbetrieb auf dem Weg ins nächste Jahrtausend. In: WARNECKE, HANS-JÜRGEN (Hrsg.): Die Montage im flexiblen Produktionsbetrieb. Kolloquium des Sonderforschungsbereichs 158 der Universität Stuttgart 24. November 1984. Stuttgart: Universität Stuttgart, 1994, S. 9-44.

COMPES, PETER C.: Innenaumbelichtung mit künstlichem Licht. Tabellen für Arbeitsräume. Hrsg. von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag, 1979

DE CECCO, J. P.: The Psychology of Learning and Instruction, Educational Psychology, New Jersey, 1968.

DÖRING, K. W.: Lehr- und Lernmittel: Medien des Unterrichts: Zur Geschichte und Didaktik der materiellen unterrichtlichen Hilfsmittel. Beltz Verlag, Weinheim, 1973.

DRESCHER, EWALD: Was Facharbeiter können müssen: Elektroinstandhaltung in der vernetzten Produktion. Bremen: Donat, 1996.

DRESCHER, EWALD: Elektrofacharbeit in der Instandhaltung rechnergestützter, vernetzter Produktionssysteme. Bremen: Universität Bremen, 1994. (Dissertation)

DUBS, ROLF: Vernetztes Denken im Wirtschaftsunterricht. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Steiner, 85 (1989) 1, S. 50-61.

FISCHER, MARTIN; JUNGEBLUT, RENATE; RÖMMERMANN, EBERHARD: "Jede Maschine hat ihre eigenen Macken!": Instandhaltungsarbeit in der rechnergestützten Produktion und Möglichkeiten technischer Unterstützung. Bremen: Donat, 1995.

FISCHER, ULRICH; u.a.: Metalltechnik. Fachbildung für Industriemechaniker. Haan-Griuta: Europa-Lehrmittel, 1993 (2. Auflage).

GALL, DIETRICH u.a.: Einzelplatzbeleuchtung und Allgemeinbeleuchtung am Arbeitsplatz. Hrsg von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag, 1996.

GEIßLER, KARLHEINZ A.: Anfangssituationen. Was man tun und besser lassen sollte. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 1991.

GÖTZ, KLAUS; HÄFNER, PETER: Didaktische Organisation von Lehr- und Lernprozessen. Ein Lehrbuch für Schule und Erwachsenenbildung. Weinheim: Deutscher Studien Verlag, 1994.

GONON, PHILIPP (Hrsg): Evaluation in der Berufsbildung. Aarau; Frankfurt am Main: Sauerländer, 1995 (2. Aufl.).

GRONEWALD, DETLEF: Fortbildung des Handwerks in einem Gebäudeleittechnik-Labor. In: lernen & lehren Elektrotechnik/Metalltechnik. Heft 23 Schwerpunkt: Gebäudeleittechnik, Bremen: Donat, 6 (1991) 23, S. 21-32.

HANS-BÖCKLER-STIFTUNG; INDUSTRIEGERWERKSCHAFT METALL (Hrsg.): LeanProduction. Kern einer Unternehmenskultur und einer innovativen und sozialen Arbeitsorganisation? Baden-Baden: Nomos Schriften der Hans-Böckler-Stiftung Band 13, 1992.

HEGELHEIMER, ARNIM; ALT, CHRISTEL; FOSTER-DANGERS, HELGA: Qualifikationsforschung. Eine Literaturexpertise über ihre Bedeutung für die Berufsbildungsforschung. Hannover: Schroedel, 1975. (Schriften zur Berufsbildungsforschung, Band 33).

HEIDEGGER, GERALD; RAUNER, FELIX: Berufe 2000. Hrsg vom Minister für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf: O.J.

HEIMANN, P.; OTTO, G.; SCHULZ, W.: Unterricht-Analyse und Planung, Hannover; 1977 (Erstveröffentlichung 1965).

HERING; EKBERT; BRESSLER; KLAUS; GUTEKUNST; JÜRGEN: Elektronik für Ingenieure. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1994 (2. verb. Auflage)

HKM DER HESSISCHE KULTUSMINISTER (Hrsg.): Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen, Berufsschule, Grundstufe, Berufsfeld Elektrotechnik, Handwerkliche Elektroberufe. Frankfurt a. M.: Diesterweg, September 1991. (1. Aufl., Ausgabe 1991)

HKM DER HESSISCHE KULTUSMINISTER (Hrsg.): Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen, Berufsschule Berufsfeld Elektrotechnik, Fachstufe Industrielle Elektroberufe (Ausgabe 1990). Frankfurt a. M.: Moritz Diesterweg, 1990 (1. Aufl.).

HKM DER HESSISCHE KULTUSMINISTER (Hrsg.): Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen, Berufsschule Berufsfeld Metalltechnik, Grundstufe Industrielle Metallberufe. (Ausgabe 1988) Frankfurt a. M.: Moritz Diesterweg, 1988 (1. Aufl.).

HKM DER HESSISCHE KULTUSMINISTER (Hrsg.): Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen, Berufsschule Berufsfeld Elektrotechnik, Fachstufe Handwerkliche Elektroberufe (Ausgabe 1991). Frankfurt a. M.: Moritz Diesterweg, 1991 (1. Aufl.).

HKM DER HESSISCHE KULTUSMINISTER (Hrsg.): Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen, Berufsschule Berufsfeld Metalltechnik, Fachstufe Industrielle Metallberufe - 3./4. Ausbildungsjahr - (Entwurf). Wiesbaden: 1989.

HKM DER HESSISCHE KULTUSMINISTER (Hrsg.): Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen des Landes Hessen, Berufsschule Berufsfeld Metalltechnik, Fachstufe Industrielle Metallberufe - 2. Ausbildungsjahr - (Entwurf). Wiesbaden: 1988.

HÖPFNER, HANS-DIETER: Integrierende Lern- und Arbeitsaufgaben für ein handlungs-/ gestaltungsorientiertes Lernen im integrierten Bildungsgang. Berlin: IFA-Verlag, 1995.

HÖRNEMANN, ERNST u.a.: Elektrotechnik. Fachbildung Industrielektronik. Braunschweig: Westermann 1995

INSTITUT TECHNIK UND BILDUNG (Hrsg.): CIM Qualifizierung in Europa. Europäische Konferenz 19. September 1991 Universität Bremen. Bremen: Universität Bremen ITB, 1991. (Tagungsband)

JÜNGST, KARL LUDWIG: Zur Konstruktion von Aufgaben unter dem Aspekt der Optimierung von Lernprozessen. In: Unterrichtswissenschaft. Weinheim: 13 (1985) 3, S. 277-289.

KLINGER, HERMANN: Automatisierungstechnik - Konturen eines berufsfeldübergreifenden Lernfeldes. In: lernen & lehren Elektrotechnik/Metalltechnik. Heft 22 Schwerpunkt: Automatisierungs-technik. Bremen: Donat, 6 (1991) 22, S. 11-22.

KMK SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (Hrsg.): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Klempner/Klempnerin. Beschuß der Kultusministerkonferenz vom 5. Juni 1989.

KMK SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (Hrsg.): Rahmenlehrpläne über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen. Beschuß der Kultusministerkonferenz vom 7. Januar 1987.

KMK SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (Hrsg.): Rahmenlehrpläne über die Berufsausbildung in den industriellen Elektroberufen. Beschuß der Kultusministerkonferenz vom 7. Januar 1987.

KMK SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Bonn: 09.05.1996

KMK SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND: Überlegungen der KMK zur Weiterentwicklung der Berufsausbildung. Bonn: 23.10.1998

KÖHL, E.: CIM zwischen Anspruch und Wirklichkeit: Erfahrungen, Trends, Perspektiven. Köln: TÜV Rheinland, 1989.

KOMOLL, J.: Arbeitsplatzmedien der Metalltechnik. Mediendidaktik für den fachtheoretischen Unterricht im Berufsfeld Metalltechnik, Wetzlar, 1984.

KRATHWOHL, DAVID R.; BLOOM, BENJAMIN; MASIA, BERTRAM B: Taxonomie von Lernzielen im affektiven Bereich. Weinheim; Basel: Beltz, 1975.

KROGOLL, TILMANN; POHL, WOLFGANG; WANNER, C.: CLAUS - CNC Lernen Arbeit Und Sprache. Bericht zum Vorhaben: "Untersuchungen über sprachlich gestützte Lehr-/Lernmethoden für lernungswohnte Maschinenarbeiter am Beispiel der CNC-Fertigungstechnik". IAO: Forschungsbericht Humanisierung des Arbeitslebens (FKZ 01 HA 082 4). Stuttgart, 1986.

KUHLMANN, ALBERT: Einführung in die Sicherheitswissenschaft. Köln: Verlag TÜV Rheinland, 1995 (2. völlig überarb. Auflage)

KULTUSMINISTERIUM RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.): Lehrplanentwurf für die Fachstufen I, II und III an Berufsschulen in Rheinland-Pfalz. Ausbildungsberuf: Gas- und Wasserinstallateur/-in. Bad Kreuznach 1990.

KULTUSMINISTERIUM RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.): Lehrplanentwurf für die Fachstufen I, II und III an Berufsschulen in Rheinland-Pfalz. Ausbildungsberuf: Zentralheizungs- und Lüftungsbauer/-in. Bad Kreuznach 1990.

KULTUSMINISTERIUM RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.): Lehrplaninhalte für die Fachstufe I an der Berufsschule des Landes Rheinland-Pfalz. Berufsfeld: Metalltechnik: Ausbildungsberuf: Industriemechaniker Werkzeugmechaniker Zerspanungsmechaniker. Mainz: Vorlage ohne Jahresangabe.

LIPSMEIER, ANTON; RAUNER, FELIX (Hrsg.): Beiträge zur Fachdidaktik Elektrotechnik. Stuttgart: Holland & Josenhans, 1996.(bzw. Beiträge zur pädagogik für Schule und Betrieb; Band 16).

MARTIN, WOLF: Mikrocomputer - Ein Gegenstand beruflicher Bildung. In: Martin, Wolf/Rauner, Felix (Hrsg.): Mikroelektronik in der Berufsbildungspraxis. Wetzlar: Jungarbeiterinitiative an der Werner-von-Siemens-Schule, 1986 (Berufliche Bildung; Band 6), S. 18-35.

MÜLLER, WOLFGANG u.a.: Elektrotechnik Fachstufe 1 und 2. Energietechnik, Braunschweig:Westermann, 1986 (5. Auflage)

PIAGET JEAN: Meine Theorie der geistigen Entwicklung, Frankfurt / Main: Fischer, 1983.

RAUNER; FELIX: Gestaltungsorientierte Berufsbildung. In: DEDERING, HEINZ: Handbuch zur arbeitsorientierten Bildung. München; Wien: Oldenbourg, 1996, S.411-430.

RAUNER; FELIX: Zweckfreie Berufsbildung in der Berufsschule. In: DEDERING, HEINZ: Handbuch zur arbeitsorientierten Bildung. München; Wien: Oldenbourg, 1996, S.431-450.

RECKNAGEL; SPRENGER; SCHRAMEK: Taschenbuch für Heizungs + Klimatechnik. München; Wien: Oldenbourg 1995, (67. Auflage)

STEIN, GÜNTER: Automatisierungstechnik in der Maschinentechnik. Messen - Steuern - Regeln - Stellen. München; Wien: Hanser, 1993

STROHRMANN, GÜNTHER: Automatisierungstechnik. Bd.I, München; Wien: Oldenbourg, 1992 (3. stark überarb. und erw. Auflage)

STROHRMANN, GÜNTHER: Automatisierungstechnik. Bd.II, München; Wien: Oldenbourg, 1991 (2. überarb. und erw. Auflage)

TKM THÜRINGEN (HRSG.): Tagungsband Modellversuch AUBA, Erfurt; Kassel/Flensburg 1997

TKM THÜRINGEN (HRSG.): 1. Zwischenbericht Modellversuch AUBA, Erfurt; Kassel 1996

TKM THÜRINGEN (HRSG.): 2. Zwischenbericht Modellversuch AUBA, Erfurt; Flensburg 1998

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (HRSG.): Fortschrittliche Automatisierung mit SPS. Programmierung - Kommunikation - Sicherheit: VDI-Berichte 914, Düsseldorf: VDI Verlag, 1991

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (HRSG.): VDI-Richtlinie 2860, Düsseldorf: VDI Verlag, 1990

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

AAC	Assistent für Automatisierungs- und Computertechnik, vollzeitschulische Ausbildung der höheren Berufsfachschule (HBFS)
BDE	Betriebsdatenerfassung
Bus	Übertragungsweg, über den mehrere Teilnehmer Informationen austauschen. In der Gebäudesystemtechnik wird als Busleitung außerhalb des Verteilers eine MSR-Leitung verwendet, an die Teilnehmer angeschlossen werden. Über ein Adernpaar werden Informationen und auch die Energie für die an den Bus angeschlossenen Teilnehmer übertragen. Innerhalb eines Stromkreisverteilers wird der Bus auch durch die Datenschiene gebildet.
BTa	Betriebstechnische Anlagen
CAD	Computer Aided Design (computerunterstütztes Konstruieren)
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAP	Computer Aided Planing
CAQ	Computer Aided Quality Assurance
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CNC	Computer Numerical Control (computergesteuerte Werkzeugmaschinen)
EIB	Europäischer Installationsbus
GMA	Gefahrenmeldeanlagen: Sammelbegriff für Einbruch-, Brandmelde- und ähnliche Anlagen
GLT	Gebäudeleittechnik: zentrales Anzeigen, Bedienen und Melden von betriebstechnischen Anlagen in Gebäuden

GST	Gebäudesystemtechnik: Vernetzung von Systemkomponenten und Teilnehmern über den Installationsbus EIB zu einem auf die Elektroinstallation abgestimmten System, das Funktionen und Abläufe sowie deren Systemverknüpfung in einem Gebäude sicherstellt. Die Intelligenz ist auf die Busteilnehmer verteilt, der Informationsaustausch erfolgt direkt zwischen den Teilnehmern.
GWI	Gas- und Wasserinstallateur/-in
HKM	Hessisches Kultusministerium
IMGF	Industriemechaniker/-in der Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik
KMK	Kultusministerkonferenz
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network: Netz im Bereich ausgedehnter Firmengelände oder in Stadtgebieten.
PPS	Produktionsplanungs- und Steuerungssystem
SPS	Speicher Programmierbare Steuerung
TKM	Thüringer Kultusministerium
TQM	Total Quality Management
WAN	Wide Area Network: Für standortübergreifende Kommunikation auf Weitverkehrsnetzen
ZHB	Zentralheizungs- und Lüftungsbauer/-in

Anhang

Arbeitsblätter zum Unterrichtsbeispiel der Lerngebietsumsetzung im Lernzielbereich "Arbeit und Technik in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Energieelektroniker - Fachrichtung Anlagen-technik (Erfurt)

Seite A 1 - A 9

Schülerdokumentationen zum Unterrichtsbeispiel der Lerngebietumsetzung im Lernzielbereich "Inbetriebnahme von Automatisierungs-Stationen" im Ausbildungsberuf Energieelektroniker - Fachrichtung Betriebstechnik (Erfurt)

Seite A 10 - A 47

Schülerausarbeitungen zum Unterrichtsbeispiel der Lerngebietumsetzung im Lernzielbereich "Industrieroboter in der Produktionsautomatisierung" im Ausbildungsberuf Industriemechaniker der Fachrichtung Geräte- und Feinwerktechnik (Jena-Göschwitz)

Seite A 48 - A 61

Arbeitsblätter zum Unterrichtsbeispiel der Lerngebietumsetzung im Lernzielbereich "Komfort-Installation mittels EIB des AUBA-Hauses" im Ausbildungsberuf Elektroinstallateur (Erfurt)

Seite A 62 - A 68

Aufgabenbeschreibung und "Technische Zielstellung" zum Unterrichtsprojekt und der berufsübergreifenden Umsetzung der Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" in Kooperation der Modellversuchsschulen in Erfurt und Jena-Göschwitz mit der Jenoptik AG (Fachbereich: Automatisierungstechnik)

Seite A 69 - A 73

Schülerarbeiten zum Unterrichtsprojekt und der berufsübergreifenden Umsetzung der Lerngebiete "Systeme und Anlagen der Automatisierung" in Kooperation der Modellversuchsschulen in Erfurt und Jena-Göschwitz mit der Jenoptik AG (Fachbereich: Automatisierungstechnik)

Seite A 74 - A 116

Medienunterlagen Informationskopplung zwischen Stationen des MPS unter Nutzung der Standard-Ein- /Ausgänge der SPS S5 - 95 U

Seite A 117 - A 125

