

**Der Senator für Bildung
und Wissenschaft**



**Modellversuch:
Telemediale Lernumgebungen für berufliche
Schulen am Beispiel des neuen Berufs
Mechatroniker/-in (TELLME)**

Abschlussbericht

Berufliche Schulen im
Land Bremen

Forschungszentrum
Arbeit-Umwelt-Technik (artec)
Universität Bremen

Bremen 2003

Redaktion

Dieter Müller, Universität Bremen, Forschungszentrum artec

Jürgen Steenbock, Landesinstitut für Schule (LIS), Bremen

Beiträge von

Hans-Werner Friehe, Hermann Gathmann, Bernd Meyer

Dieter Müller, Hendrik Müller-Seidel, Stephan Poprawka

Bernhard Schmidt, Jürgen Steenbock

**Förderung
durch:**



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Bundesministerium für Bildung und
Forschung



FREIE HANSESTADT BREMEN
Der Senator für Bildung und Wissenschaft

Senator für Bildung und
Wissenschaft der Freien
Hansestadt Bremen

KENNZEICHNUNGEN

Modellversuch:	Telemediale Lernumgebungen für berufliche Schulen am Beispiel des neuen Berufs 'Mechatroniker/-in' (TELLME)
Projektleitung:	Teil A / Modellversuche im Bildungswesen: J. Steenbock, Landesinstitut für Schule (LIS), Bremen Teil B / Wissenschaftliche Begleitung: Dr. D. Müller, Prof. Dr. F. W. Bruns Forschungszentrum Arbeit - Umwelt - Technik (artec), Universität Bremen
Land:	Bremen
Förderkennzeichen:	K 2804.00
Schwerpunktbereich:	Berufliche Bildung
Beginn des Versuches:	01. 10. 1999
Ende des Versuches:	31. 12. 2002

Inhaltsübersicht

I . ALLGEMEINE ANGABEN	9
Zielsetzung, Konzeption und Verlauf des Modellversuchs	11
1. Anlässe für den Modellversuch	11
2. Ziele des Modellversuches	13
3. Die Schulen und Lerngruppen im Modellversuch	14
4. Die Modellversuchsgruppe	16
5. Die Aktivitäten	16
6. Wissenschaftliche Begleitung des Modellversuches	17
7. Aktivitäten im Bereich der wissenschaftlichen Begleitung	18
8. Durchführung einer Abschlusstagung	19
II. TELEMEDIALE LERN- UND ARBEITSUMGEBUNGEN	23
Telemediagestützter Service (Teleservice)	25
1. Einführung	25
2. Service im Maschinen- und Anlagenbau	25
3. Zur Bedeutung des Teleservice	27
3.1. Teleservice – Historie und Begriffsbestimmung	28
3.2. Die Rolle des Teleservice im Lebenszyklus einer Anlage	30
3.3. Vorteile von Teleservice für Hersteller und Betreiber	32
4. Datenaustausch beim Teleservice	34
4.1. Relevante Daten für Teleservice	34
4.2. Diagnosefähigkeit von Anlagen und Komponenten	37
5. Basistechnologien und Standards	38
5.1. Offene Steuerungsstrukturen in der Automatisierungstechnik	38
5.2. OLE for Process Control (OPC)	41
5.2. CANopen	42
6. Telemediale Servicesysteme	43
6.1. Anforderungen	43
6.2. TeLec-Baukasten	44

6.3. Telemediales Maschinendiagnosesystem	46
7. Anhang	48
8. Literaturhinweise	50

Lernkonzepte für die telemediagestützte Instandhaltung und Wartung komplexer mechatronischer Anlagen **53**

1. Einführung	53
2. Neue Qualifikationsanforderungen im Servicebereich	53
2.1. Neue Arbeitsinhalte	53
2.2. Berufliche Handlungskompetenz im Teleservice	55
3. Lernkonzepte	58
3.1. Didaktische Prinzipien und Prämissen	58
3.2. Entwicklung und Erprobung von Lernarrangements	61
4. Lehr- und Lernmedien	63
4.1. Anforderungen an Lehr- und Lernmedien	63
4.2. Basisausstattung für Teleservice	63
5. Simulationen und virtuelle Labore	64
6. Literaturhinweise	66
7. Anhang	68

III. UNTERRICHTSVORHABEN UND PROJEKTE **73**

Unterrichtsprojekt: Inbetriebnahme von elektropneumatischen Anlagen mit Hilfe von Teleservicesystemen **75**

1. Zielsetzung und Rahmenbedingungen	75
2. Teleservicesysteme als Lehr- und Lernmedien	79
2.1. Erkundung und Bewertung technischer Möglichkeiten	79
2.2. Teleservicesystem der Firma "AlgoVision"	79
2.3. Auf der Suche nach Alternativen: Erfahrungen mit „NetMeeting“	82
2.4. Zusammenfassung	82
3. Planung und Erprobung der Unterrichtsszenarien	83
3.1. Planung von Unterrichtsszenarien	83
3.2. Realisierung der Unterrichtsszenarien	85
3.3. Auswertung und Evaluation	92

4. Zusammenfassung	94
5. Anhang	96

Lernsituationen: Diagnose und Inbetriebnahme einer regelungstechnischen Anlage durch Teleservice **105**

1. Zielsetzung des Unterrichtsvorhabens	105
2. Organisatorische Voraussetzungen	107
2.1. Räumliche Voraussetzungen	107
2.2. Lerngruppen	108
3. Lernziele	109
4. Planung und Durchführung des Unterrichtsvorhabens	110
4.1. Aufbau der regelungstechnischen Anlage	110
4.2. Möglichkeiten von Teleservice bei der Inbetriebnahme	114
4.3. Durchführung der Inbetriebnahme mit 2 Klassen	115
5. Ergebnisse und Ausblick	119
5.1. Technischer Aufbau	119
5.2. Vorbereitung für die Schüler	120
6. Anhang	121

Unterrichtseinheit: Möglichkeiten und Grenzen des Teleservice in der Steuerungstechnik **127**

1. Überblick	127
2. Unterrichtliche Voraussetzungen	128
3. Technische Ausstattung	128
4. Teleservice mit Remote-Programmen	132
4.1. Kurzübersicht über die eingesetzten Programme:	133
5. Teleservice mit dem Teleservice-Adapter	135
5.1. Einsatz des Teleservice-Adapters	136
5.2. Installation der Hardware und der Softwarekomponenten	137
6. Durchführung der Unterrichtseinheit	138
6.1. Erstellen der Installations-Handreichung	139
6.2. Einrichtung der Kommunikationskomponenten und Kontrolle der Kommunikation	139
6.3. Einsatz des TS-Adapters zur Lösung von Steuerungsproblemen	140
6.4. Abschlussgespräch	142

7. Reflexion der Unterrichtseinheit	142
IV. ZUSAMMENFASSUNG DER MODELLVERSUCHSERGEBNISSE	145

I . Allgemeine Angaben

Zielsetzung, Konzeption und Verlauf des Modellversuchs

1. Anlässe für den Modellversuch

Zahlreiche Untersuchungen haben ergeben, dass telemediabasierte Arbeitssysteme zukünftig eine große Bedeutung im Zusammenhang mit standortverteilter Inbetriebnahme, Installation, Wartung sowie Reparatur von Maschinen und Anlagen haben. *Remote Maintenance*, Telediagnose, Fernsupport, -wartung und -instandsetzung sind Stichworte für diese Konzepte, die allgemein auch unter dem Begriff des *Teleservice* (TS) subsumiert werden. Neben neuen technischen Werkzeugen und Systemen beinhaltet der Teleservice vor allen Dingen auch eine veränderte Service- und Arbeitsorganisation infolge dislokaler bzw. verteilter Arbeitsaufgaben und -prozesse (vgl. Kap. II).

Für die Nutzung von Teleservice-Funktionalitäten ergeben sich logischerweise völlig neue Anforderungen an die in diesem Umfeld beschäftigten Facharbeiter. Dies betrifft sowohl die engere fachliche als auch die sozial-kommunikative Seite von Arbeitsaufgaben. Neu ist vor allem, dass Arbeitsprozesse nun wesentlich durch den Umgang mit telemedialen Systemen geprägt werden. "Im beruflichen Bereich brauchen die Nutzer und Anwender ... die Fähigkeit, Ziele in (Tele-)Kooperation mit anderen zu erreichen und in virtuellen und supranationalen Organisationsformen kooperieren zu können" (BMW, S. 89).

Von diesen Entwicklungen werden insbesondere die Tätigkeiten des Mechatronikers betroffen. Dies gilt vor allem für die Lernfelder 5, 9, 11 und 12, wie sie im Rahmenlehrplan für den neuen Ausbildungsberuf 'Mechatroniker/Mechatronikerin' beschrieben sind (Rahmenlehrplan 1998). Entsprechend müssen die Auszubildenden sowohl an die kompetente Nutzung dieser Techniken als auch an ihre Implementierung herangeführt werden.

Gegenüber 'traditionellen' Instandhaltungsfacharbeitern sind die im Teleservice tätigen Mechatroniker relativ breit und branchenübergreifend ein-

gesetzt. Sie arbeiten typischerweise in örtlich verteilten Teams und stimmen ihre Arbeit mit anderen ab. Dabei sind im Sinne einer *telemedialen Kommunikationsfähigkeit* Verständigungsschwierigkeiten und Informationsverluste durch ungeordnete bzw. unvollständige Daten und Informationen zu überwinden. Dies erfordert nicht nur einen souveränen Umgang mit telemedialen Diagnose-, Wartungs-, Überwachungs- und Instandhaltungssystemen sondern vor allem auch die Fähigkeit, sich mit Hilfe rechnergestützter Kommunikationsmittel effektiv mit anderen (z.B. Kunden, Nutzern, Anwendern) verständigen zu können. TS-Fachkräfte müssen dabei das Problem des sog. wechselseitigen Wissens (*mutual knowledge problem*) lösen, indem sie beispielsweise das Know-how anderer für die Aufgabenbewältigung mittels entsprechender Hilfsmittel (z.B. elektronische Konferenz- oder Groupware-Systeme) einbeziehen können. Im Gefüge von telemedialer Servicetechnik und Arbeitsorganisation gewinnen darüber hinaus - ähnlich wie in den IT-Berufen- solche Fähigkeiten wie vernetztes Denken oder Systemdenken an Bedeutung.

Das duale Berufsbildungssystem und dabei insbesondere die Berufsschule darf nicht unvorbereitet auf die skizzierten Entwicklungen reagieren. Aus einer berufspädagogischen Perspektive heraus betrachtet, ist es deshalb notwendig, innovative Lernangebote zu entwickeln, die Bezug nehmen auf relevante Arbeitsaufgaben und -prozesse im Umfeld des Teleservice. Wie telemediale Lernumgebungen gestaltet sein sollen, damit mit ihnen ein möglichst erfahrungsbezogenes Arbeiten und Lernen gesichert wird, ist eine Frage, die hiermit im engen Zusammenhang steht.

Es ist davon auszugehen, dass das Lernen an und mit telemedialen Systemen *neue Formen* dislokaler bzw. verteilter Lernprozesse sinnvoll macht oder sogar erzwingt. Da die personale Präsenz bei der Nutzung telemedialer Systeme nicht in jedem Fall erforderlich ist, ergeben sich auch neue Möglichkeiten, die mit der zeitlichen und räumlichen Entkopplung von Lernangeboten in Zusammenhang stehen. Dementsprechend - so ist zu vermuten - kann berufsbegleitend Interessierten der Zugang zu Fortbildungs-, Weiterbildungs- oder Umschulungsangeboten durch den Einsatz telemedialer Lernumgebungen erleichtert werden. All dies beinhaltet allerdings noch viele offene Probleme und Fragen, die genauer analysiert und untersucht werden müssen.

2. Ziele des Modellversuches

Vor dem Hintergrund der dargestellten Problemlage sollte in diesem Modellversuch ein Lösungsansatz zur Nutzung telemedialer Lernumgebungen in der beruflichen Bildung entwickelt und erprobt werden. Im Zentrum des Vorhabens sollte dabei die Konzeption, Implementation und Erprobung telemedialer Lernangebote stehen, die verteiltes Lernen und Arbeiten zwischen unterschiedlichen Lernorten ermöglichen. Dabei sollte auf neue Ansätze aus der Telematik zurückgegriffen werden, die Möglichkeiten der Fernbeobachtung, -steuerung, -montage und -wartung von realen Anlagen und Maschinen aufzeigen.

Hierdurch wurde erwartet, dass Auszubildende praktische Übungen, Experimente und Lernaufgaben an Maschinen und Anlagen durchführen können, die nicht 'vor Ort' verfügbar sind. Diese telemedialen Lernangebote sollten durch entsprechende lokale Angebote auf der Basis von *Virtual Reality (VR)*- und Simulationstechniken ergänzt werden. Als thematischer Gegenstandsbereich aus der betrieblichen Praxis wurde der *Teleservice* ins Zentrum der konkreten didaktischen Erprobung gestellt.

Als wichtigste *Ergebnisse* des Modellvorhabens wurden erwartet:

1. Konzeptionen für das Design, die Realisierung und die unterrichtliche Nutzung telemedialer Lernumgebungen
2. Implementation zukunftsbedeutsamer Lerninhalte und -formen in die beruflichen Erstausbildung - schwerpunktmäßig im Bereich des Teleservice / Mechatronik
3. Qualitätsverbesserung von Lehr-/Lernangeboten in der beruflichen Erstausbildung durch die gemeinsame Nutzung verteilter und knapper Ressourcen ('Ressourcen-Sharing') im Lernortverbund mittels telemediabasierter Lern/Arbeitsumgebungen
4. Unterstützung von (Tele-)Kooperationen zwischen unterschiedlichen Institutionen beruflicher Bildung im regionalen und überregionalen Zusammenhang.

3. Die Schulen und Lerngruppen im Modellversuch

Der Modellversuch wurde an folgenden Schulen des Landes Bremen durchgeführt:

- Technisches Bildungszentrum Mitte
Abteilung für Elektrotechnik,
Abteilung für Metall- und Maschinentechnik¹
An der Weserbahn 4
28195 Bremen
- Schulzentrum des Sekundarbereichs II Vegesack, Berufliche Schulen
für Metall- und Elektrotechnik
Kerschensteinerstraße 5
28757 Bremen

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Bildungsgänge, die gegenwärtig an diesen Schulen geführt werden:

Schule	Bildungsgänge
Technisches Bildungszentrum Mitte, Abteilung Elektrotechnik	• Berufsschule (BS) für industrielle und handwerkliche Ausbildungsberufe des Berufsfeldes Elektrotechnik • Fachoberschule (FOS) Fachrichtung Elektrotechnik
Technisches Bildungszentrum Mitte, Abteilung Metall- und Maschinentechnik	• Berufsschule (BS) für industrielle und handwerkliche Ausbildungsberufe des Berufsfeldes Metalltechnik • Fachoberschule (FOS) Fachrichtung Maschinentechnik

¹ Bei Antragstellung des Modellversuches waren diese beiden Abteilungen organisatorisch eigenständige und geographisch getrennte berufliche Schulen.

Schulzentrum des Sekundarbereichs II Vegesack	• Berufsschule (BS) für industrielle und handwerkliche Ausbildungsberufe der Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik • Berufsfachschule (BFS) für technische Assistenten/-innen für Informatik • Fachoberschule (FOS) Fachrichtung Elektrotechnik
---	---

Entsprechend dem Modellversuchsantrag wurden in den Modellversuch in erster Linie Klassenverbände für den Ausbildungsberuf Mechatroniker / Mechatronikerin einbezogen. Die nachstehende Übersicht eine Übersicht über die am Modellversuch beteiligten Klassenverbände.

Schule	Bildungsgang	Schülerzahl (Klassen)
Technisches Bildungszentrum Mitte (ZBZ)	Mechatroniker/-in	132 (6)
	Industriemechaniker/-in	40 (2)
	Industrieelektroniker	8 (1)
	Energieelektroniker	6 (1)
Schulzentrum des Sekundarbereichs II Vegesack	Mechatroniker/-in	85 (4)

Berufsschüler erhalten in Bremen 12 Wochenstunden Unterricht, wobei im Umfang von 1 Wochenstunde die Klassen für besondere Unterrichtsformen und/oder in speziell eingerichteten Räumen, beispielsweise in Laboren, geteilt werden. Der Lehrer hat dann in der Regel ca. 12 Schüler zu unterrichten.

Der Berufsschulunterricht findet in der Regel an 2 Wochentagen (Teilzeitform) statt. Auf Wunsch der Ausbildungsbetriebe wird am SZ Vegesack der Unterricht für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in ab dem 3. Ausbildungsjahr in Blockform – Blocklänge 2 Wochen – organisiert.

4. Die Modellversuchsgruppe

Am Modellversuch waren insgesamt 8 Berufsschullehrer – je 2 pro Abteilung bzw. Schule – beteiligt. Zur Sicherung des Informationsflusses und zur Abstimmung standortübergreifender Fragen wurden in einem Abstand von etwa 4 Wochen Plenumssitzungen durchgeführt, an denen immer auch die wissenschaftliche Begleitung teilgenommen hat.

Für die Entscheidung, welche telemediale Lernumgebung an einem Standort entwickelt werden soll, waren einerseits die Ausstattungen der jeweiligen Schule und andererseits die didaktisch-methodischen Entscheidungen der beteiligten Lehrkräfte ausschlaggebend.

Zur Vermeidung von Doppelarbeit am gleichen Objekt wurden in den Plenumssitzungen die schulbezogenen Projekte und Lernumgebungskonzeptionen mit den übrigen Modellversuchsmitgliedern abgestimmt.

Einige Mitglieder des Modellversuches arbeiteten gleichzeitig im Lehrplanausschuss „Mechatroniker/-in“ mit. Es sollte dadurch erreicht werden, dass die Ergebnisse aus dem Modellversuch unmittelbar in die Umsetzung des Rahmenlehrplanes in einen Bremer Rahmenplan einfließen konnten.

5. Die Aktivitäten

In Zusammenarbeit mit der wissenschaftlichen Begleitung wurde ein Zeit- und Arbeitsplan abgestimmt, der sich auf folgende Modellversuchsphasen bezog:

- Einstiegsphase mit Start Up-Workshop, Bildung der Modellversuchsgruppe und Abstimmung einer Arbeitsplattform,
- Planungsphase mit Informationsbeschaffung über den Stand der Technik bei Anwendern von Teleservice-Systemen, Konzeptbildung, Entwurf von Anwendungsszenarien und Planung von Lernarrangements,
- Implementierungsphase mit Installierung und Optimierung der Lernumgebungen,
- Erprobungsphase mit Planung und Durchführung von Unterrichtsvorhaben,

- Auswertungs- und Evaluationsphase mit Dokumentation und Zusammenfassung der Ergebnisse,
- Transfer- und Disseminationsphase mit Analyse von Übertragbarkeiten der Ergebnisse und Abschlussveranstaltung.

Im Lauf des Modellversuch zeigte sich jedoch, dass der geplante Zeitablauf nicht eingehalten werden konnte. Insbesondere die Realisierung der technischen Infrastruktur an den Schulen verzögerte sich aus unterschiedlichen Gründen teilweise erheblich (vgl. hierzu die Beiträge in Kap. III).

6. Wissenschaftliche Begleitung des Modellversuches

Der Umgang mit telemediabasierten Lernumgebungen verlangt neue bzw. erweiterte didaktische Konzepte innerhalb der Berufspädagogik. Im Rahmen des Modellversuchs *TellMe* bestand deshalb eine wichtige Zielsetzung darin, Forschungsergebnisse aus dem Bereich Teleservice, Gruppenarbeit in vernetzten Systemen und Mensch-Maschine-Kommunikation auszuwerten und in das Projekt einfließen zu lassen. Im einzelnen ergaben sich aus den skizzierten Problemstellungen folgende Arbeitspakete für die wissenschaftliche Begleituntersuchung:

(1) Theoretische Bestandsaufnahme

Zu Beginn des Modellversuches wurde eine Literaturrecherche und Materialsammlung über Inhalte und Struktur der aktuell diskutierten Konzepte zum Teleservice und zum Einsatz telemediabasierter Arbeits- bzw. Lernumgebungen vorgenommen. Darüber hinaus wurden unterschiedliche Hard- und Softwareplattformen für telemediale Lernsysteme analysiert. Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahme wurde in der Modellversuchsgruppe zur Diskussion gestellt und ausgiebig erörtert (vgl. hierzu Kap. II – Teil 1).

(2) Entwicklung von Lernkonzepten

Im Mittelpunkt der weiteren Arbeiten stand die Entwicklung und Erprobung von Lernkonzepten und -medien für die berufspädagogische Praxis im Bereich der Mechatronik/Teleservice. Dieses Arbeitspaket umfasst im

Wesentlichen die hierzu erforderliche Konzeptbildung. Didaktische Ansätze zum handlungsorientierten und erfahrungsbezogenen Lernen sowie zum gestaltungsorientierten Unterricht bildeten die Basis für die Formulierung eines entsprechenden Lernkonzepts. Theoretische Bezugspunkte waren darüber hinaus u.a. Konzepte zum Computer Supported Collaborative Learning/Work (CSCL/CSCW) sowie Ansätze zum Remote Maintenance sowie zur Telediagnose, Fernsupport, -wartung und –instandsetzung (vgl. hierzu Kap. II – Teil 1/2).

(3) Entwicklung eines Konzepts zur Gestaltung telemediabasierter Werkzeuge und Medien

Schwerpunkt dieses Arbeitspaketes bildeten Fragen zur lernförderlichen Gestaltung telemediabasierter Werkzeuge und Medien. Dabei wurde vor allem der Frage nachgegangen, wie telemediale Lernumgebungen so konzipiert und realisiert werden sollten, dass mit ihnen ein möglichst erfahrungsbezogenes Arbeiten und Lernen gesichert wird. Darüber hinaus wurde untersucht, in wieweit vorhandene Hard- und Softwareumgebungen um Telematik-Funktionen (Televiewing, Telepointing, Telemanipulation) sinnvoll erweitert werden können. Theoretische Bezugspunkte sind u.a. lernpsychologische und didaktische Aspekte dislokalen Lernens mit rechnergestützten Werkzeugen und Medien, Ansätze der Softwareergonomie sowie Konzepte zur Gestaltung digitaler Medien (vgl. hierzu Kap. II – Teil 2).

7. Aktivitäten im Bereich der wissenschaftlichen Begleitung

Im Rahmen des Modellversuches wurden von der wissenschaftlichen Begleitung neben den dargestellten Arbeitspaketen folgende Schwerpunkte gesetzt und bearbeitet:

- Beratung bei der erforderlichen Geräteausstattung für die beteiligten Schulen.

- Wissenschaftliche Beratung bei der Konzeption und Durchführung von Unterrichtsvorhaben.
- Konzeption und Durchführung einer Abschlusstagung in Zusammenarbeit mit den beteiligten Schulen und dem Landesinstitut für Schule (LIS).
- Erstellung der Projektberichte.
- Betrieb einer Web-Site (www.tellme.uni-bremen.de).

In den folgenden Kapitel dieses Abschlussberichtes werden in zwei Beiträgen die Aktivitäten und Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung ausführlicher beschrieben.

8. Durchführung einer Abschlusstagung

Im Rahmen des Modellversuchs TellMe wurde eine überregionale Abschlusstagung durchgeführt. Auf dieser Tagung wurden die Ergebnisse des Modellversuches präsentiert und zur Diskussion gestellt. Im Zentrum der Präsentationen standen die durchgeführten Unterrichtsprojekte und die Ergebnisse des Modellversuches (vgl. hierzu das Tagungsprogramm auf der nächsten Seite).



Arbeitsschwerpunkte im Modellversuch

Konzeption und Implementation einer technischen Infrastruktur

Im Modellversuch wurde die technische Infrastruktur für den Einsatz telemedialer Lernumgebungen konzipiert und implementiert. Erprobt wurden Lösungen, die auf einfacher PC-Standards-Software basieren, aber auch auf Videokonferenzsystemen über ISDN oder Breitbandnetzen basieren. Hierfür aufbauend wurden in verschiedenen Berufsschulen Teleservice-Komponenten installiert und lernortübergreifend vernetzt.

Entwicklung und Erprobung von Lernarrangements

Es wurden Anwendungsszenarien und Lernangebote aus dem Bereich Teleservice entwickelt. Folgende Unterrichtsvorhaben wurden zum Beispiel realisiert:

- Tele-Konfiguration und -Programmierung von Automatisierungseinrichtungen
- Verteilte Modellierung
- Steuerung eines Teleroboters
- Telediagnose und -wartung im virtuellen/realen Elektropneumatik-Labor.

Konzeption und Evaluation

Im Modellversuch wurde ein Konzept für das Design, die Realisierung und den Einsatz telemedialer Lernumgebungen entwickelt. Dies beinhaltet auch eine Bestandsaufnahme zu den Bereichen telemediabasierte Lernortkooperation und Teleservice.



Adressen

Technisches Bildungszentrum Mitte
Hermann Gathmann, Bernd Meyer, Hendrik Müller-Seidel, Bernhard Schmidt
An der Weserbahn 4-5
28195 Bremen

Schulzentrum des Sek. II Vegesack
Berufliche Schulen für Metall und Elektrotechnik
Hans Fricke, Stephan Poprawka
Kreschensteiner Str. 5
28757 Bremen

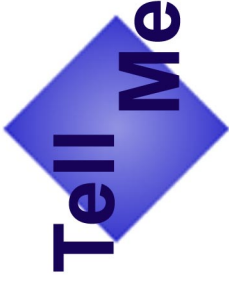
Landesinstitut für Schule (LIS)
Jürgen Steenbock
Am Weidedamm 20
28215 Bremen

Forschungszentrum artec
(wissenschaftliche Begleitung)
Dr. Dieter Müller, Prof. Dr. Willi Bruns
Universität Bremen
Enrique-Schmidt Str. (SFG)
28359 Bremen

www.tellme.uni-bremen.de

Bitte verwenden Sie für die Anmeldung die beiliegende Postkarte

oder
Landesinstitut für Schule (LIS)
Abt. Curriculumentwicklung und Innovationsförderung
Am Weidedamm 20
28215 Bremen
jsteenbock@lis.bremen.de



Abschlussstagung
zum BLK-Modellversuch

**Telemediale Lernumgebungen
für Berufliche Schulen
am Beispiel des neuen Berufs
'Mechatroniker/-in'**

Montag, 25.11.2002
10.00 - 17.00 Uhr

Technisches Bildungszentrum Mitte
(TBZ)

An der Weserbahn 4-5
28195 Bremen

Überblick

Arbeits- und Organisationskonzepte im Maschinen- und Anlagenbau beruhen in fortschreitendem Maße auf nicht ortsgebundener, vernetzter Gruppenarbeit, dem Einsatz verteilter Produktionseinrichtungen und dem Gebrauch immer komplexer werdender mechatronischer Systeme in Verbindung mit neuen Fertigungs- und Instandhaltungsmethoden. Dabei erlangen telemediale Arbeitsumgebungen für die Instandhaltung und Wartung vernetzter mechatronischer Anlagen eine zentrale Bedeutung. Telediagnose, Fernsupport, -wartung und -instandsetzung sind Stichworte für diese Konzepte, die allgemein unter dem Begriff des Teleservice subsumiert werden.

Vor diesem Hintergrund wurde in dem Modellversuch **TellMe** ein Konzept zur Nutzung telemedialer Lernumgebungen in der beruflichen Bildung entwickelt, exemplarisch erprobt und evaluiert. Im Zentrum standen dabei Lernsituationen an verteilten mechatronischen Anlagen und Maschinen.

Wichtige Ergebnisse des Modellversuchs sind

- Konzeptionen für telediagnostisches Handlungslernen in der beruflichen Bildung
- Lernangebote im Bereich des Teleservice für die Ausbildung von Mechatronikern/-innen.

Programm

Die Abschlussstagung des Modellversuchs findet am 25.11.2002 im Technischen Bildungszentrum Mitte (TBZ) statt.

10.00 Uhr	Begrüßung Dirk Jander (Schulleiter) / Reinhard Platter (Stufenteamleiter Berufliche Schulen beim Senat für Bildung und Wissenschaft)
10.30 Uhr	Vorstellung der Ziele und Aktivitäten im Modellversuch
11.00 Uhr	Pause
11.15 Uhr	Präsentation von Unterrichtsprojekten
1. <i>Telediagnose und -wartung an einem Modularen Produktionssystem (MPS)</i> Hermann Gathmann / Hendrik Müller-Seidel (Technisches Bildungszentrum Mitte)	
2. <i>Telediagnostizierte Inbetriebnahme und Parametrierung einer Regelungsanlage</i> Bernd Meyer / Bernhard Schmidt (Technisches Bildungszentrum Mitte)	
3. <i>Steuerung und Wartung von Handhabungsautomaten mittels Teleservice</i> Hans-Werner Friehe / Stephan Poprawka (Schulzentrum des Sek. II Vegesack)	

12.45 Uhr	Mittagspause
13.30 Uhr	Workshops: Telemediale Lern- und Arbeitsumgebungen
Workshop 1: <i>Telediagnose und -wartung an einem Modularen Produktionssystem (MPS)</i>	
Workshop 2: <i>Telediagnostizierte Inbetriebnahme und Parametrierung einer Regelungsanlage</i>	
Workshop 3: <i>Steuerung und Wartung von Handhabungsautomaten mittels Teleservice</i>	
15.30 Uhr	Pause
16.00 Uhr	Ergebnisse und Zusammenfassung Dr. Dieter Müller (Universität Bremen)
16.30 Uhr	Perspektiven für Berufliche Schulen Dr. Rolf Möhlenbrock (BLK-Programmkordinator)
17.00 Uhr	Ende

II. Telemediale Lern- und Arbeitsumgebungen

Telemediagestützter Service (Teleservice)

1. Einführung

Der folgende Beitrag beinhaltet eine Bestandsaufnahme über telemediagestützte Servicesysteme (Teleservice). Unter Teleservice wird die standortverteilte Installation, Inbetriebnahme, Wartung sowie Reparatur vernetzter mechatronischer Maschinen und Anlagen verstanden. Die Studie basiert auf Literaturrecherchen, Teilnahme an entsprechenden Tagungen und Workshops sowie dem konkreten Informationsaustausch mit Teleservice-Anbietern und Kunden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung waren Grundlage für die Entwicklung von Qualifizierungskonzepten im Modellversuch TellMe.

2. Service im Maschinen- und Anlagenbau

Der Service im Maschinen- und Anlagenbau umfasst traditionell die Beseitigung von Anlagenstörungen und die Durchführung von Reparaturen im Zusammenhang von branchenüblichen Garantieleistungen und Gewährleistungsverpflichtungen. Service-Dienstleistungen werden von Maschinen- und Anlagenherstellern häufig als unerwünschte Nebenleistungen betrachtet. Allerdings ist zu beobachten, dass sich diese Sichtweise ändert: Globalisierung und steigende Exportabhängigkeit des europäischen Maschinen- und Anlagenbaus führen dazu, dass eine weltweite Service-Betreuung zur Sicherung der Anlagenverfügbarkeit als eine Zusatzleistung gesehen wird, durch den sich Anbieter von der Konkurrenz abheben (Hermsen/Zuther 2000, S. 5ff). Diese Entwicklung wird durch die zunehmende Vergleichbarkeit vieler Produkte verstärkt. Hieraus resultiert, dass auf Märkten mit hohem Wettbewerbsdruck nicht allein die Qualität eines Produktes, sondern zusätzliche Service-Dienstleistungen kaufentscheidend sind (Maßberg 1998).

Weitere Ursache für die stark zunehmende Bedeutung von Service ist die gestiegene Komplexität von Anlagen und Maschinen, die durch den sich verbreiternden Einsatz *mechatronischer Systeme*¹ wesentlich beschleunigt wurde. Die Mechatronik ist geprägt durch die von Beginn an integrierte interdisziplinäre Projektierung, Konstruktion und Entwicklung komplexer multitechnischer Geräte, Systeme und Anlagen (Eversheim/Schernikau/Niemeyer 1998). Mechatronische Anlagen und Systeme können häufig nur noch zusammen mit unterstützenden Serviceleistungen installiert und betrieben werden, da sie ein spezielles Know-how und im Falle von Funktionsstörungen oder Reparaturen eine kompetente Kundenunterstützung durch Fachpersonal vom Hersteller erfordern.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen hat sich mittlerweile der Service vom rein technischen Kundendienst zu einer Disziplin mit einem breiten Spektrum an industriellen Dienstleistungen entwickelt.

Schon seit mehreren Jahren liegen empirische Untersuchungen vor, die diesen Trend untermauern. Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis einer Umfrage unter 138 Unternehmen unterschiedlicher Industriezweige in Deutschland, die schon im Jahre 1993 veröffentlicht wurde (Simon 1993). Sie zeigt, dass Dienstleistungen und Kundennähe nach Einschätzung von Unternehmen eine größere Bedeutung haben als andere Faktoren wie Preis, Technik usw.. Dabei ist zu vermuten, dass der Service als vorrangige Dienstleistung im Sinne von Kundennähe gesehen wird.

¹ Der Begriff *Mechatronik* beinhaltet die Begriffe MECHANik, ELEKTRONik und InformatIK.

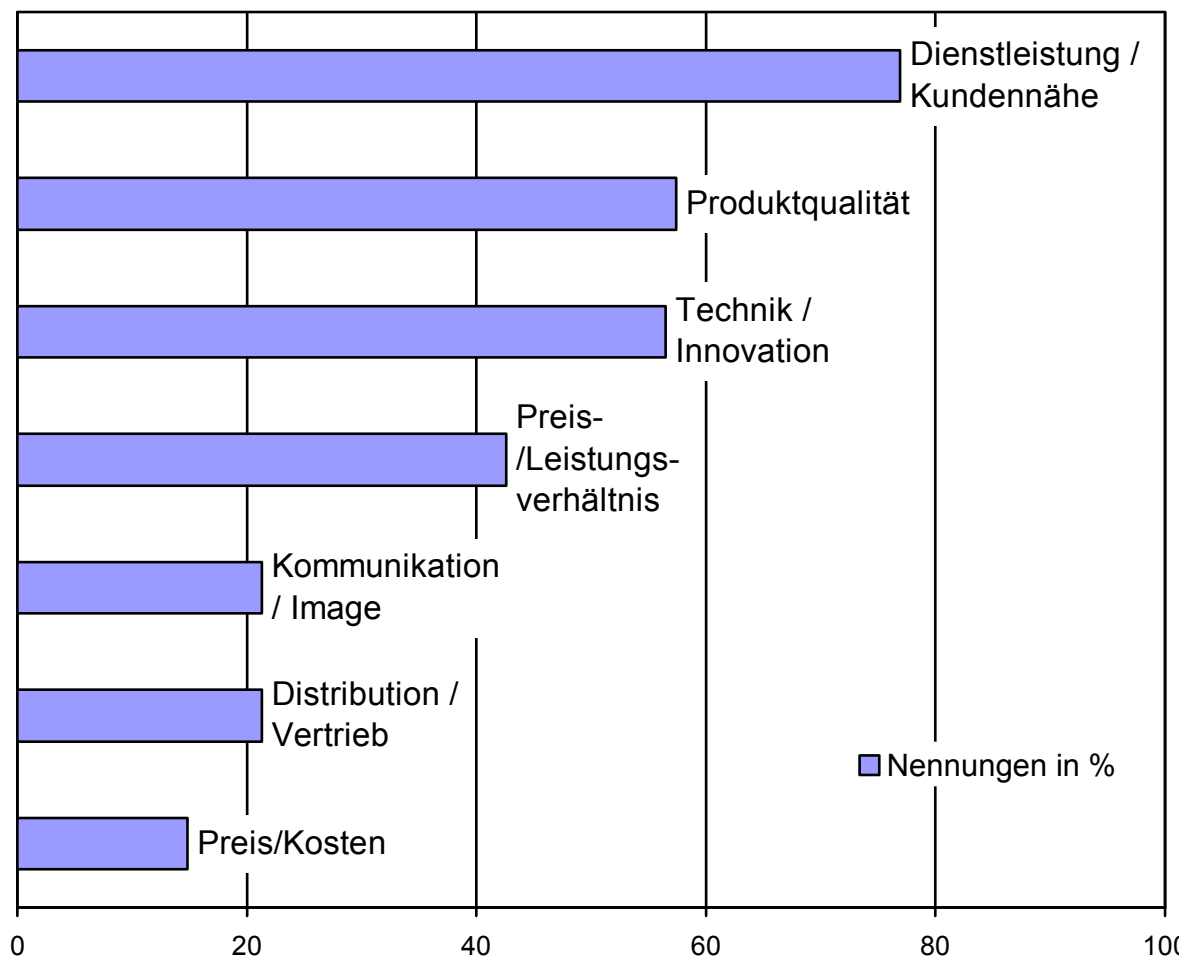


Tabelle: Zukünftige Chancen für langfristig wirksame Wettbewerbsdifferenzierung (Simon 1993, S. 12)²

3. Zur Bedeutung des Teleservice

Vor dem Hintergrund der dargestellten Entwicklung erkennen Maschinen- und Anlagenhersteller zunehmend die Bedeutung von Dienstleistungen, die einerseits Kundennähe über größere geographische Distanzen ermöglichen, andererseits aber auch für Herstellerunternehmen praktikabel sind.

² Ergebnis einer Umfrage unter 138 Unternehmen unterschiedlicher Industriezweige in Deutschland. Dabei gehörten 30 % der Unternehmen der Elektro-, 23% der Chemie- und 22% der Maschinenbauindustrie an. Die restlichen 25% verteilen sich auf sonstige Branchen.

Verstärkt durch die Entwicklung breitbandiger Kommunikationsnetze und die Verbreitung des Internets als ein allgemein verfügbares, globales Telekommunikationsmedium, nimmt deshalb die Nutzung des Teleservice zu. Dabei wird der Teleservice vor allem als eine effiziente Möglichkeit gesehen, Fehler aus der Ferne einzugrenzen und entsprechende Maßnahmen einleiten zu können. In einer von den VDI-Nachrichten durchgeführten Umfrage wurde sinngemäß die Ferndiagnose als die zukunftsbedeutsamste Dienstleistung genannt (vgl. Tabelle). Dabei wurde noch nicht die Unterstützungsmöglichkeit durch Teleservice bei anderen Dienstleistungen berücksichtigt (z.B. Service-Hotline, Beratung, Schulung/Training).

	Dienstleistungen	%
1	Ferndiagnose	26
2	Schulung/Training	12
3	An- und Verkauf von Gebrauchsteilen/-maschinen	12
4	Aktive Vermarktung von Werkzeugen	11
5	Modernisierung	10
6	Aktive Vermarktung von Ersatzteilen	9
7	Leihmaschinen, Mietservice	9
8	Beratung	8
9	Präventive Wartung	8
10	Erhöhung der Personensicherheit	8
11	Service-Hotline	6
12	Generalüberholung	5

Tabelle: Bedeutungszuwachs von Dienstleistung in % (VDI 1999)

3.1. Teleservice – Historie und Begriffsbestimmung

Die Ursprünge des Teleservice lassen sich bis zum Jahre 1975 zurück verfolgen. Der amerikanische Werkzeugmaschinenhersteller Kearney & Trecker benutzte den Begriff Teleservice zur Beschreibung der Datenfernübertragung im Bereich des Kundendienstes (Hermsen/Zuther 2000, S. 15).

Dies umfasste die Unterstützung der Störfallbeseitigung und Wartung von NC-Maschinen auf der Basis der zu jener Zeit verfügbaren Telekommunikationstechniken (langsame Telefonverbindungen). Im Zuge der Verbreitung des Internets finden sich in jüngster Zeit erweiterte Sichtweisen, die sowohl den Teleservice im engeren Sinne als auch die Einsatzfelder betreffen. Hudetz/ Harnischfeger definieren den Teleservice folgendermaßen:

„TeleService wird ... als Unterstützung des Kundendienstes durch IuK-Komponenten und -Dienste verstanden, die es ermöglichen, aus der Ferne Diagnose und Fehlerbehebungen an Maschinen durchzuführen. TeleService wird bei der Installation und Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen, der Behebung von Störfällen und zur Übertragung von neuen Softwareversionen eingesetzt. Künftig wird TeleService u.a. auch in der Prozessunterstützung und der Kundenberatung neue Einsatzfelder finden“ (Hudetz/ Harnischfeger 1997, S. 17).

Für Maßberg und Hermen ist Teleservice eine neue Dienstleistung, „die alle im Zusammenhang mit Projektierung, Installation und Betrieb von Maschinen und Anlagen stehenden Kundenkontakte mittels moderner Kommunikations- und Informationstechnologien kombiniert mit dem Einsatz von Multimediawerkzeugen vereinfacht, beschleunigt, ortsunabhängig und kosteneffizienter gestalten lässt. Dabei ist die weitgehende informationstechnische Vernetzung von Hersteller, Kunde und Maschine/Anlage Voraussetzung“ (Maßberg/ Hermen 1998, S. 40).

Zunehmend wird die netzbasierte Interaktion zwischen Hersteller und Kunde als zentrales und wichtigstes Glied in der Servicekette betrachtet. Die technologische Basis bilden telemediagestützte Werkzeuge zur verteilten Zusammenarbeit³, z.B. in Form eines gemeinsamen Zugriffs von Anlagenhersteller und Betreiber auf Maschinensteuerungen, Prozessvisualisierungen oder technischen Dokumenten. (vgl. Abbildung auf der nächsten Seite).

³ Teleservice ist in diesem Sinne ein Anwendungsfeld des *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*-Konzeptes.

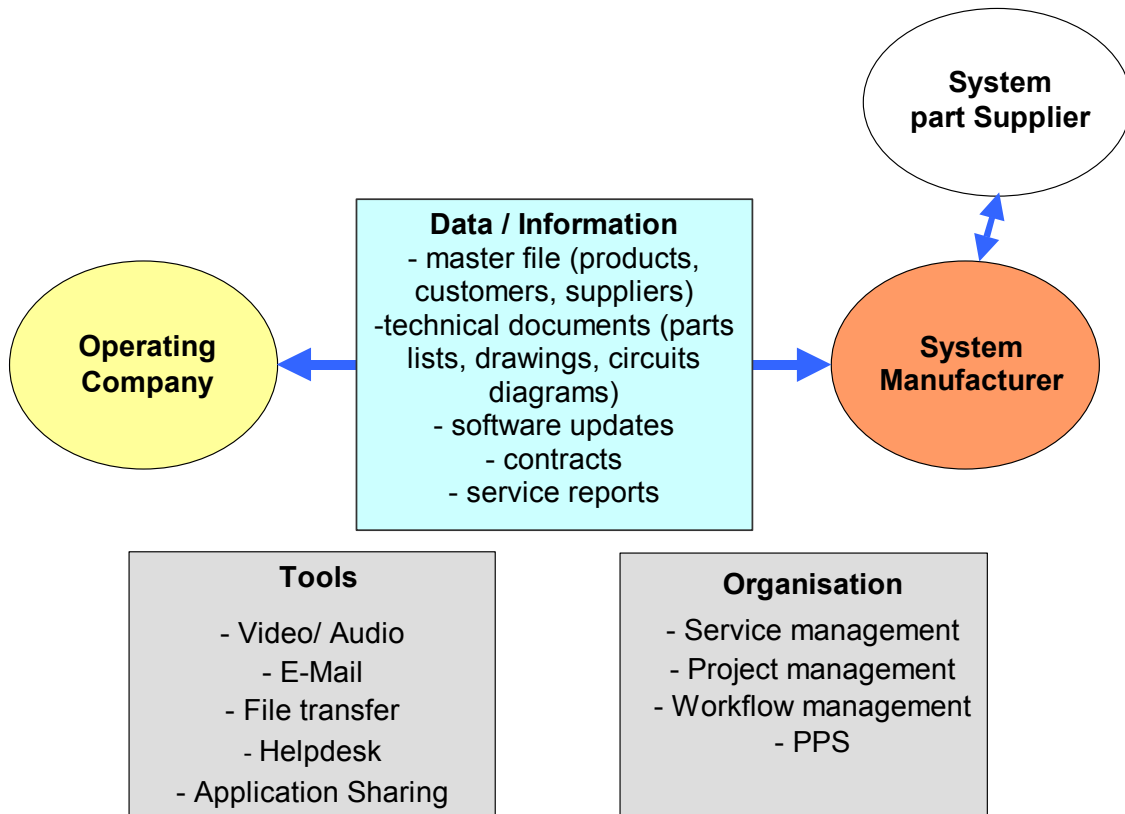


Abbildung: Teleservice-Komponenten (Müller 2001)

3.2. Die Rolle des Teleservice im Lebenszyklus einer Anlage

Teleservice ist nicht auf einzelne Einsatzbereiche wie zum Beispiel Fehlerdiagnose und Wartung beschränkt, sondern kann sich auf den gesamten Lebenszyklus einer Anlage erstrecken. Dabei lässt sich im Prinzip der Teleservice bei allen Servicedienstleistungen anwenden, bei denen ein technisches System an ein Telekommunikationsnetz angeschlossen ist. Westkämper (1998) nennt folgende Funktionen im Teleservice aus dem Bereich des Maschinenbaus, die als relevant erachtet werden können: (1) Inbetriebnahme, (2) Ersatzteilbeschaffung, (3) Ersatzteilerstellung, (4) Inspektion / Monitoring, (5) Diagnose, (6) Instandsetzung, (7) Maschinentuning, (8) Prozessüberwachung, (9) Prozessführung und (10) Prozessstuning.

Hermesen/Zuther (2000) unterscheiden unterschiedliche Teleservice-Dienste in den Phasen der *Produktentwicklung*, der *Fertigung* und *Montage*, der *Inbetriebnahme* sowie der *Produktnutzung*. Während der *Produktentwick-*

lung kann durch Teleservice die Kommunikation zwischen Anlagenhersteller und späterem Anlagenbetreiber verbessert und so kostspielige ‚Designloops‘ vermieden werden. Bei der *Fertigung* und *Montage* gilt ähnliches: Probleme, die häufig auf der Baustelle erstmalig auftreten, können durch eine Tele-Kooperation schneller gelöst werden. Ebenso wird die *Inbetriebnahme* schneller durchgeführt: Experten beim Anlagenhersteller können leichter in den Inbetriebnahmeprozess eingebunden werden und Mitarbeiter vor Ort beim Anlagenbetreiber unterstützen. Während der *Produktnutzungsphase* können auftretende Störungen über ein Teleservice-Netzwerk schneller und effizienter gelöst werden. Die Einbindung der für die Durchführung der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten verantwortlichen Unternehmen sichert eine fachgerechte Durchführung. Auch die Prozessoptimierung oder das Einfahren einer Anlage bei einem Produktwechsel kann verbessert werden, weil durch Teleservice-Hilfsmittel der Erfahrungsaustausch zwischen Hersteller und Betreiber effizienter gestaltet werden kann. Teleservice-Einsatzschwerpunkte im ‚Life Cycle‘ einer Anlage zeigt folgende Abbildung.

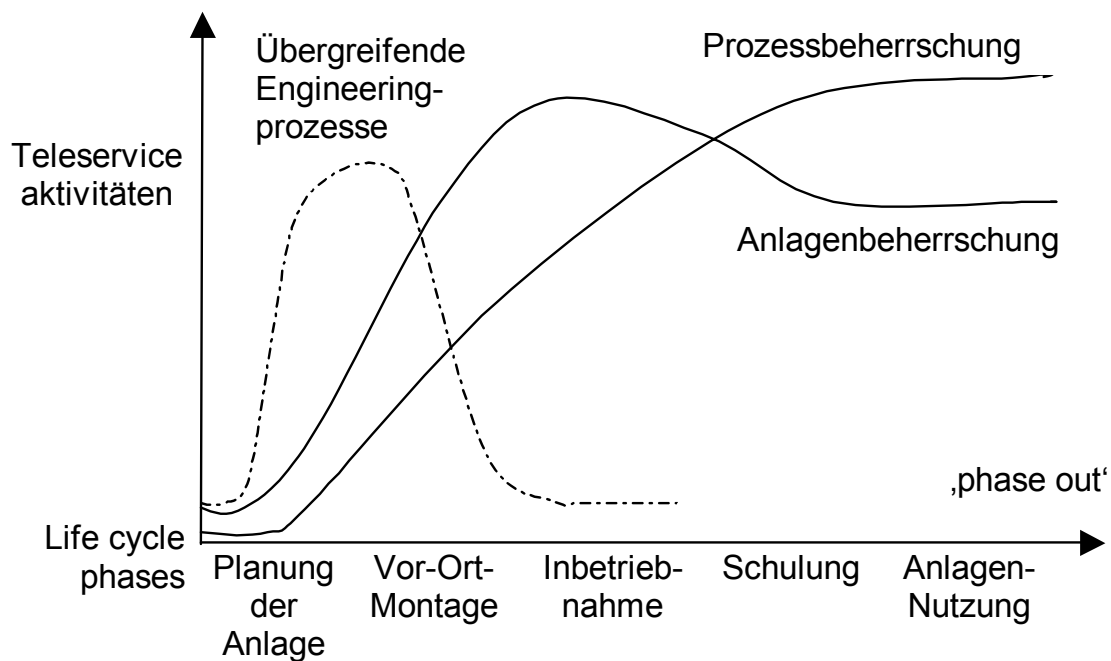


Abbildung: Nutzung von Teleservice über den Lebenszyklus einer Anlage
(nach Hermesen/Zuther 2000)

Teleservice-Dienste lassen sich grundsätzlich in *passive* und *aktive* unterteilen. Passive Dienste umfassen Funktionen im Bereich der Diagnose oder der Prozessüberwachung, die den Zustand einer Anlage anzeigen, aber nicht verändern. Aktive Maßnahmen greifen direkt in das System ein, hierzu zählen z.B. Fernwartung, Remote Programming, Prozessführung, Fernparametrierung, -steuerung und -reparatur. Am weitesten verbreitet sind passive Dienste, da bei aktiven das Risiko von Betriebsunfällen und unerwünschten Eingriffen besteht (Hermesen/Zuther 2000, S. 16).

Teleservice-Dienste	
<i>passiv</i>	<i>aktiv</i>
Remote recording	Fernparametrierung
Remote monitoring	Fernprogrammierung
...	Fernsteuerung
	Fernwartung und -reparatur
	...

Tabelle: Aktive und passive Teleservice-Dienste

3.3. Vorteile von Teleservice für Hersteller und Betreiber

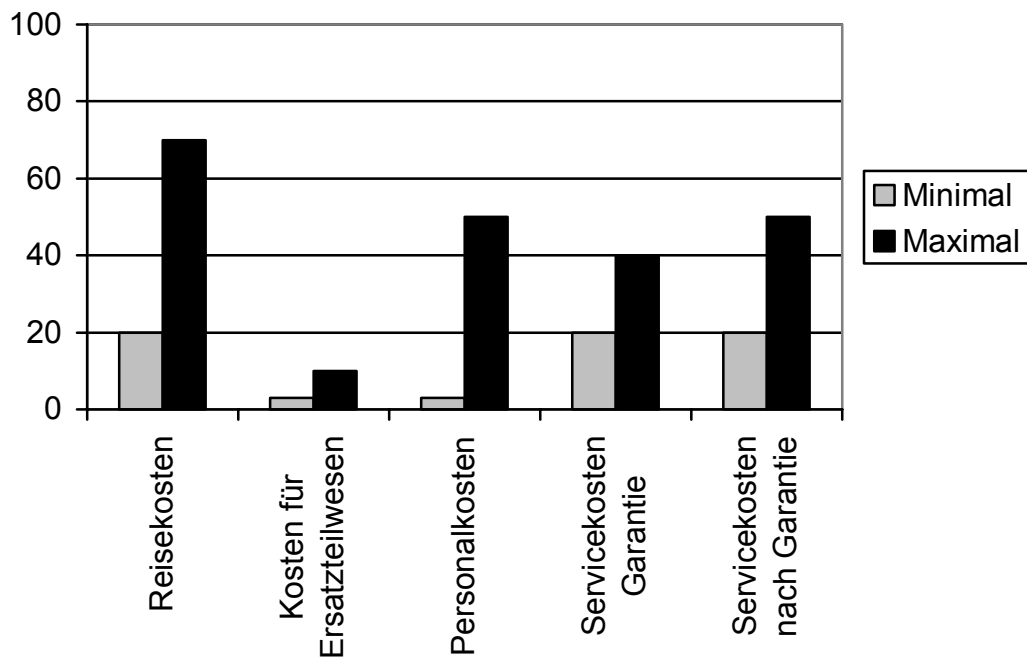
Dem *Hersteller* ermöglicht der Teleservice seine Dienstleistungen im Servicebereich effektiver zu gestalten, da Fachkräfte vor Ort durch zentrale Experten unterstützt werden können: Baustellenmontage, Inbetriebnahme und Reparaturen werden beschleunigt. Dementsprechend können auch zeitaufwendige Anreisen von Experten zum Kunden reduziert werden. Gleichzeitig wird die Kommunikation zwischen Hersteller und Anlagennutzer verbessert. Dies trägt zur Reduzierung von Servicekosten bei und die Verfügbarkeit von Anlagen wird erhöht. Grobe Schätzungen besagen, dass durch Teleservice 20 bis 30 Prozent der After-Sales Kosten eingespart werden können (Hudetz 1997, S. 33). Für *Anlagennutzer* können durch Teleservice die Maschinen-Stillstandszeiten verkürzt werden, da Wartung, Fehlerdiagnosen und Störfallbeseitigungen schneller durchgeführt werden können. Insbesondere können lange Wartezeiten auf Servicespezialisten

entfallen. Da prinzipiell durch Teleservice ein einfacherer Zugriff auf das Know-how des Herstellers gegeben ist, steigt die Produktivität beim Maschinennutzer.

Betreiber	Hersteller
Langfristige Senkung der Betriebskosten	Kostenreduzierung (Personal-, Reisekosten)
Verkürzung der Stillstandszeiten	Steigerung der Verfügbarkeit von Spezialisten im eigenen Unternehmen
Steigerung der Anlagenverfügbarkeit	Falls erforderlich – „den richtigen Spezialisten auf Reise schicken“
Geringe Servicekosten außerhalb der Gewährleistung	Optimieren der Servicestrukturen
Unterstützung während der Inbetriebnahme	Verbesserung der Serviceeffizienz
Individueller Support bei der Prozessdurchführung und -änderung	Steigerung der Transparenz über Serviceabläufe
Einfaches Überspielen von Software-Updates	Erhöhung der Kundenbindung
Steigerung der firmeninternen Problemlösungskompetenz	Erzielung von Wettbewerbsvorsprüngen
Erhöhung der Mitarbeiterzufriedenheit durch Vergrößerung der Wissensbasis und Erweiterung des Aufgabenspektrums	Vorstoß in entfernte Wirtschaftsregionen
Interne Schulung der Mitarbeiter	Erhöhung der Servicedurchführung
Größere Nähe zum Zulieferer	Verkürzung der Reaktionszeit
	Genauere Informationen über Anlagenstörungen werden zur kontinuierlichen Verbesserung genutzt

*Tabelle: Vorteile von Teleservice für Hersteller und Betreiber
(nach Hermsen, Zuther 2000, S. 19)*

Hinsichtlich der Einsparungspotentiale, die sich durch den Einsatz von Teleservice ergeben können, wurde im Forschungsprojekt ‚Multimedialer Teleservice‘ (Maßberg/ Hermsen/ Zuther 2000) eine Unternehmensbefragung durchgeführt. Das folgende Diagramm zeigt die Ergebnisse dieser Umfrage:



*Abbildung: Geschätzte Einsparpotentiale durch Teleservice
(Schaub/Hermsen/Spiess. 2000, S. 41)*

4. Datenaustausch beim Teleservice

4.1. Relevante Daten für Teleservice

Teleservice funktioniert nur mit einer fundierten Datenbasis. Dazu gehören Stamm- und Diagnosedaten. Stammdaten umfassen Informationen zum Hersteller, Kunden, Lieferanten, zur Anlage und zur Historie. Der direkte Zugriff auf die Stammdaten bildet die Basis des Teleservice. Die kontinuierliche Dokumentation aller Servicefälle erlaubt Recherchen im Datenbestand und erleichtert aktuelle Problemlösungen. Diagnosedaten beinhalten

Informationen, die den Zustand einer Anlage/Komponente und/oder eines Prozesses beschreiben. Hierzu zählen Maschinendaten, Prozessdaten, Zustands-/Fehlermeldungen, Sensordaten usw. Daten für die Anlagensteuerung umfassen z.B. Steuerungsprogramme, Systemprogramme oder Steuerungs- oder Einstellparameter. Aus den zu übertragenden Daten ergeben sich Forderungen an Verfügbarkeit, Kapazität und Ressourcen der Kommunikations- und informationstechnischen Komponenten beim Maschinenhersteller und beim Betreiber.

Die Anforderungen an den Teleservice und der damit verbundene Datenaustausch sind je nach Anwendungsbereich recht unterschiedlich:

Im *Maschinenbau* spielt vor allem die visuelle Inspektion von Maschinen und Anlagenkomponenten eine Rolle. Dabei ist die Videoübertragung von Bewegt- und Standbildern sowie der Austausch von Visualisierungsdaten (z.B. von Druck- und Temperaturverläufen) bedeutsam.

In der *Steuerungstechnik* ist im Gegensatz zum Maschinenbau die visuelle Kontrolle nur von untergeordneter Bedeutung. Stattdessen sind der Zugriff auf einzelne Steuerungen, die in einer Anlage vorhanden sind und die Störungsprotokolle wichtig. Dementsprechend muss hierfür ein Zugang zu den Steuerungen und ein entsprechender Datenzugriff und -austausch möglich sein.

Die *Fertigungstechnik* und *Verfahrenstechnologie* sind Bereiche, in denen die optimale Einstellung des Produktionsprozesses hinsichtlich der Produktionsziele (Geschwindigkeit, Qualität, Kosten) überwacht wird. Die verfahrenstechnische Überwachung von Prozessen mittels Teleservice stellt deshalb wiederum andere Anforderungen an den Datenaustausch als die Überwachung von Steuerungskomponenten.

Die folgende Tabelle in Anlehnung an Westkämper (1998a) gibt einen Überblick über verschiedene Teleservice-Funktionen und -daten im Maschinenbau:

Daten		1. Commissioning	2. Identification of spare parts	3. Ordering spare parts	4. Inspection/ Monitoring	5. Diagnosis	6. Maintenance	7. Machine tuning	8. Process monitoring	9. Process management	10. Process tuning
Still pictures	->	o	+			o	o				
	<-	o	+		+	+					
Moving pictures	->					o	+	o			o
	<-	o			o	+	o	+	+	+	+
Voice	->	+	o			+	o	+			+
	<-	+	o			+	o	+			+
Sensor data	->										
	<-	o			+	+		+	+	+	+
Control data	->						+	+		+	+
	<-				+	+		+	+	+	+
Administrative data	->			+							o
	<-	+	+	+							
Tech. Docum.	->	+		o		+	+	+			o
	<-										

-> zum Anlagenbetreiber, <- vom Anlagenbetreiber, (o = nützlich, + wichtig)

*Abbildung: Funktionen und Daten im Teleservice
(Müller 2001 nach Westkämper 1998a)*

4.2. Diagnosefähigkeit von Anlagen und Komponenten

Voraussetzung für Teleservice ist die Diagnosefähigkeit der betreffenden Anlagen, Maschinen oder Komponenten. Zur Fehlerdiagnose ist ein Online-Zugriff auf möglichst viele steuerungsinterne Informationen wie

- Eingänge/Ausgänge
- Datenbereiche (Einstellparameter, Maschinenparameter, Werkzeugparameter...),
- Steuer-Programme und deren Zustände
- Bearbeitungsprogramme (NC-Programme)
- Bus-Konfiguration, Businformationen,
- Informationen dezentraler Komponenten und
- Log-Daten (Fehlermeldungen usw.)

notwendig. Diese Informationen müssen gegebenenfalls durch audiovisuelle Daten, die das Prozess- und Anlageumfeld darstellen, ergänzt werden. Die Forderung nach Zugang zu Informationen bedingt den Einsatz von Maschinenkomponenten mit entsprechenden Hard- und Softwareschnittstellen, ein offenes Steuerungskonzept und ein Kommunikationsnetz mit entsprechenden Kapazitäten.

Die Störungsanalyse in einer komplexen Anlage ist häufig sehr aufwendig: sie erfordert Detailkenntnisse über den Prozess, die Anlage und die Komponenten. Fehler und Störungen lassen sich verschiedenen Gruppen zuordnen:

- Systemfehler (Ursache in Anlage/Komponenten)
- Prozessfehler (technologische Fehler in Bezug auf die Anlage)
- Bedienfehler (Bedien-, Eingabefehler).

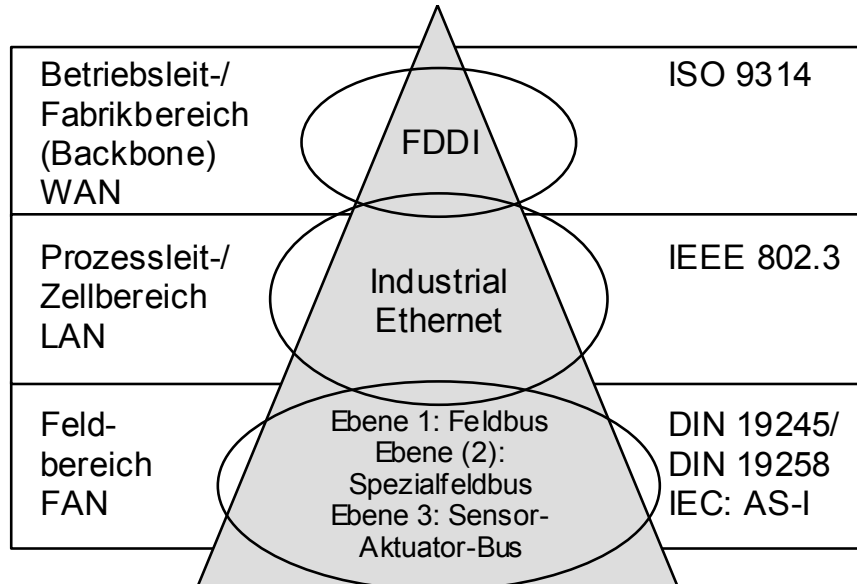
5. Basistechnologien und Standards

5.1. Offene Steuerungsstrukturen in der Automatisierungstechnik

Teleservice basiert auf einem durchgängigen Informationsfluss zwischen Prozess und Mensch-Maschine-Schnittstelle. Von besonderer Bedeutung sind die Koppelstellen Mensch-Anlage/Maschine und Mensch-Prozess. Über diese Koppelstellen kann der Mensch in ein System oder einen Prozess eingreifen. Entsprechend diesem Grundprinzip hat sich in der Industrie eine typische Struktur mit drei Hauptebenen herausgebildet, die relativ selbständig und somit auch getrennt funktionsfähig sind:

- Betriebsleit-/Fabrikbereich: WAN (Wide Area Network)
- Prozessleit-/Zellbereich: LAN (Local Area Network)
- Feldbereich: FAN (Field Area Network)

Die Netze und Busse dieser Ebenen sind weitgehend genormt. Den Ebenenaufbau für Kommunikationssysteme⁴ zeigt folgende Abbildung.



*Abbildung: Mehrebenenkommunikation
(Kriesel/Telschow 2000, S. 211)*

⁴ Der Ebenenaufbau für die Kommunikationssysteme darf nicht verwechselt werden mit dem ISO/OSI 7-Schichten-Referenzmodell (Kriesel/Telchow 2000, S. 211).

Auf der Prozessleitebene hat sich in den letzten Jahren das sog. *Industrial Ethernet* immer mehr verbreitet. Industrial Ethernet ist ein Ethernet-System mit folgenden Eigenschaften:

- Industrietaugliche Kabel- und Verbindungstechnik,
- Industrietaugliche Anschaltbaugruppen,
- Erfüllung der im industriellen Umfeld gestellten Anforderungen hinsichtlich Umgebungsbedingungen und Ausfallsicherheit,
- Schnelle, fast deterministische Antwortzeiten (im Gegensatz zum klassischen Ethernet),
- Einsatz der Switching-Technologie.

Automatisierungsexperten gehen davon aus, dass Industrial Ethernet innerhalb kürzerer Zeit sich auch bis hinunter zur Feldebene durchsetzen und Funktionen von klassischen Feldbussen übernehmen wird (Gruhler 2000, S. 96). Industrial Ethernet unterstützt in hohem Maße einheitliche Kommunikationslösungen von der Sensor-/Aktor-Ebene bis hin zum Internet und erleichtert dementsprechend auch die Implementation von Teleservice-Funktionalitäten in heterogenen Automatisierungsumgebungen.

Vor diesem Hintergrund haben sich führende deutsche Automatisierungsunternehmen zu der Initiative *IDA* (Interface for Distributed Automation) zusammengeschlossen. Ziel der *IDA* ist neben einer verbesserten Zusammenarbeit der Industrieanlagen auch eine Erhöhung der ‚Maschinenintelligenz‘: Modulare Funktionseinheiten in der Fabrik wie Steuerungen, Bediengeräte, Antriebssysteme oder Roboter sollen autark kooperieren können. Zurzeit organisieren zentrale Steuerungsrechner auf der mittleren MES-Ebene (*Manufacturing Execution System*) die Zusammenarbeit. Zukünftig werden diese MES-Steuerungscomputer verschwinden und entsprechende Funktionen auf die untere Feldebene wandern, auf der die Maschinensteuerung angesiedelt ist. Die Feldebene soll dann mit der „Enterprise Resource Planning- Software“ (ERP) selbst interagieren können. Die Grundlage hierfür stellt die *IDA*-Norm zur Verfügung. Sie beschreibt eine echtzeitfähige Kommunikationsstruktur einerseits zwischen den Steuerungsrechnern, andererseits bietet sie standardisierte Schnittstellen für Anwendungen. Dabei setzt die *IDA* Group auf Normen und Protokolle aus der IT-Welt, passt sie aber den industriespezifischen Gegebenheiten an. Inzwi-

schen bauen erste Hersteller *IDA*-kompatible Steuerungen in ihre Maschinen ein, zudem will in diesem Jahr das US-Normierungsgremium Iaona (<http://www.iaona.com>) Teile des *IDA*-Standards übernehmen (vgl. Computer Zeitung 2001, H. 20, S. 14).

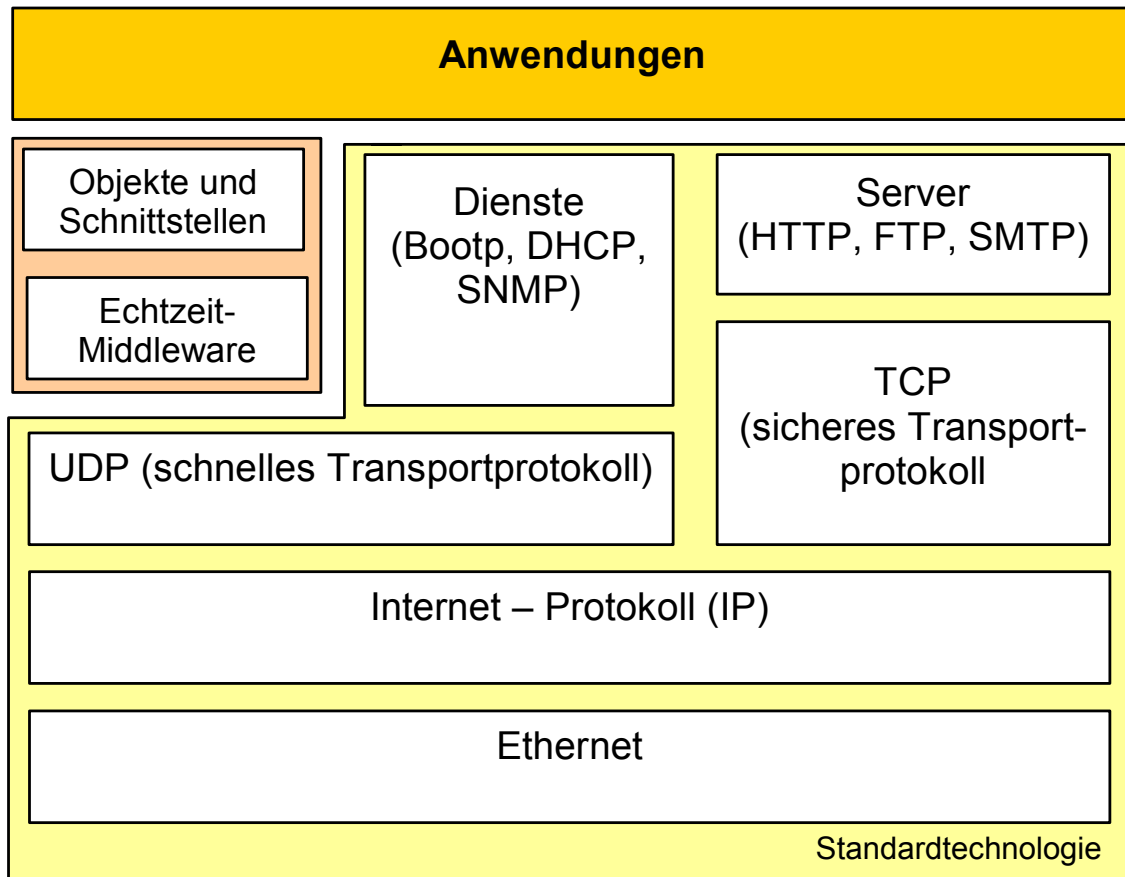


Abbildung: Aufbau des IDA Standards (Quelle: IDA)

Die dargestellten Entwicklungen in der Automatisierungstechnik erleichtern die Implementation offener Steuerungskonzepte sowohl was die innere als auch die äußere Offenheit von Maschinensteuerungen betrifft (vgl. Tabelle). Dies wiederum wird die Verbreitung von Teleservice in der Praxis weiter fördern und beschleunigen.

Innere Offenheit	Äußere Offenheit
Offengelegte Software-Schnittstellen (sowohl zum Prozess als auch zur Mensch-Maschine-Schnittstelle)	Programme entsprechen Standards
Konfigurierbare Hard- und Software	Standardisiertes Kommunikationsinterface
	Integration ins informationstechnische Umfeld

Tabelle: Äußere und innere Offenheit von Maschinensteuerungen

5.2. OLE for Process Control (OPC)

Als Standard in der Anwendungsschicht für den Austausch von Produktionsdaten über Ethernet-TCP/IP hat sich OPC (OLE⁵ for Process Control) etabliert. Ursprünglich entwickelt für die Ankoppelung von Bedienungsschnittstellen und Software-Werkzeugen wie SCADA⁶- oder Produktionssteuerungs-Systemen an Steuerungen und Netzwerkkarten, regelt OPC zunehmend auch den Austausch von Produktionsdaten über das Ethernet-TCP/IP hinweg.

Der OPC-Standard definiert im wesentlichen eine Funktionsschnittstelle zwischen zwei Software-Systemen. Ein Produktionsdatenserver – auch OPC-Server genannt - stellt ein Methoden-Interface zur Verfügung, welches von einem Datennutzer - dem OPC-Client - bedient werden muss.

⁵ OLE (Object Linking and Embedding) bildet innerhalb von Windows die Schnittstelle zum internen Austausch von Daten zwischen verschiedenen Objekten von Windows Applikationen und ermöglicht damit das Verbinden und Einbetten eben dieser Objekte. Die OLE-Technologie basiert auf dem (D)COM ((Distributed) Component Object Model), welches die (verteilte) Verarbeitung von Objekten ermöglicht. Als gemeinsamer Begriff für die OLE/COM/DCOM-Technologien wird inzwischen "ActiveX" verwendet.

⁶ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition): Systeme zur Prozessvisualisierung und -steuerung.

Aufsetzend auf ein (quasi-) standardisiertes Komponentenmodell wie CORBA⁷ oder COM, das die Kommunikation zwischen zwei Software-Systemen regelt, wird dann ein solches Methoden-Interface implementiert. Durch die Umsetzung des OPC-Standards auf der OPC-Server- und der Client-Seite entsteht eine herstellerneutrale Kopplung zwischen zwei Software-Werkzeugen.

Unterstützt das Komponentenmodell *Remote Procedure Calls* (RPC) - also die Möglichkeit, Funktionen eines Servers über Ethernet-TCP/IP durch einen Client zu rufen -, so steht mit OPC zudem noch die Möglichkeit zur Verfügung, Produktionsdaten über das Ethernet-TCP/IP hinweg auszutauschen. Inzwischen befinden sich von den verschiedensten Firmen zahlreiche OPC-Server und -Clients am Markt, die auf Basis des in Windows eingebauten Komponentenmodells *DCOM* (Distributed Component Object Model) OPC implementieren. Dadurch kann ein Prozessdatum an jedem Ort eines Unternehmens über das Firmen-Intranet oder sogar auch das Internet auf jeder Windows-Plattform genutzt werden.

5.2. CANopen

CANopen⁸ gewinnt zunehmend als neuer technologischer Standard für die Vernetzung von Steuerungskomponenten auf der Feldebene an Bedeutung (vgl. CiA). CANopen kann als die Weiterentwicklung von Feldbus-Systemen der ersten Generation angesehen werden. Oft setzen diese Bus-Systeme auf eine Single-Master-Struktur auf. Dabei ist für die Regelung

⁷ CORBA (Common Object Request Broker Architecture) ist Bestandteil der OMA (Object Management Architecture) und spezifiziert das Erstellen und die Nutzung von verteilten Objekten. Durch die Möglichkeit, unterschiedliche Plattformen nutzen zu können, existiert eine Vielzahl CORBA-kompatibler Applikationen. Beispielsweise lassen sich mit dem IIOP (Internet Inter-ORB Protocol - ein Bestandteil von CORBA) in entsprechenden WWW-Browsern CORBA-kompatible Objekte im Internet ansprechen.

⁸ CAN (Controller Area Network) wurde ursprünglich von den Firmen Bosch und Intel für die störungssichere Vernetzung im Kraftfahrzeug entwickelt (Kriesel/Telchow 2000, S. 215).

des Bus-Datenverkehrs eine zentrale Instanz namens Arbitrer notwendig. Dieser ist in den klassischen Steuerungsarchitekturen in der Steuerung implementiert. Die Existenz eines zentralen Arbiters richtet hohe Hürden auf, will man dezentrale eigenständige Einheiten ohne zentrale Steuerung vernetzen, autark projektieren, betreiben und in Betrieb nehmen.

CANopen überwindet dieses Hindernis und ebnet den Weg für die dezentrale Automatisierung. Dazu wurde der zentrale Arbitrer dezentral ins Netzwerk auf jeden einzelnen Netzteilnehmer verlagert. Der Arbitrierungs-Mechanismus CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) ermöglicht das. Durch dieses nachrichtenorientierte, priorisierte Kollisions-Vermeidungsverfahren kann jeder Netzteilnehmer sich aktiv um die Sende-Erlaubnis bewerben.

CANopen wird dadurch zu einem Multimaster-Netzwerk. Ohne Existenz einer zentralen Steuerung oder eines zentralen Arbiters ist es nun möglich, funktionale Einheiten aus mehreren CANopen-Teilnehmern zu bilden und diese separat zu projektieren und in Betrieb zu nehmen. Somit ist eine Modulbildung durch Aufteilung von Steuerungsfunktionen auf der Feldebene möglich und die Herstellung von Kommunikationszugängen für Teleservice bis hin zur Feldebene leichter möglich als früher.

6. Telemediale Servicesysteme

6.1. Anforderungen

Aufbau und Funktionalität von Teleservice-Systemen ergeben sich aus den Anforderungen von Teleservice-Anbietern und –Benutzern, wie sie in den vorherigen Kapiteln dargestellt wurden. Demzufolge werden Teleservice-Systeme bevorzugt auf mobilen Systemen der Service-Techniker als auch in der Kooperation zwischen mehreren Partnern (Hersteller/Kunde, Hersteller/Zulieferer/Kunde, Hersteller-Allianz/Kunde usw.) eingesetzt.

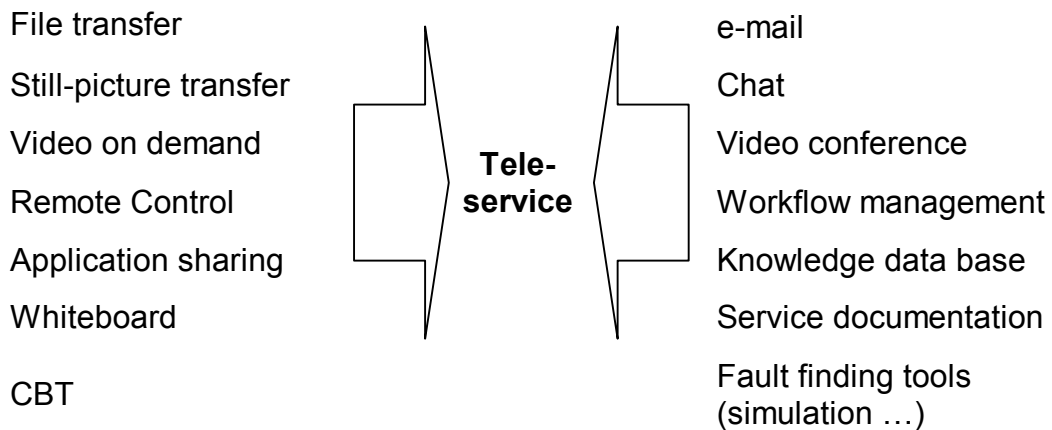


Abbildung: Teleservice-Grundfunktionen

Grundfunktionen von Teleservice-Systemen (vgl. Abbildung) lassen sich heute leicht mit Konferenzsystemen oder Application-Sharing Software (NetMeeting, pcANYWHERE usw.) realisieren. Komplexere Funktionen erfordern spezielle Systeme. Im folgenden werden exemplarisch zwei Teleservice-Systeme vorgestellt.

6.2. TeLec-Baukasten

Im Rahmen des Forschungsprojektes ‚Multimedialer TeleService (TeLec)‘ wurde ein Teleservice-System für stationäre Werkzeugmaschinen und Anlagen konzipiert und als Prototyp realisiert (Maßberg/ Hermsen/ Zuther 2000). Das TeLec-System ist modular aufgebaut und für unterschiedliche organisatorische Umgebungen konzipiert (Hersteller, Betreiber, Service-Techniker usw.). Den größten Funktionsumfang bietet das Hersteller-System. Dieses Modul stellt neben einer Kommunikationszentrale auch Funktionen für die Verwaltung, Auswertung und Weiterleitung von Serviceaufträgen zur Verfügung. Das Betreiber-System ist auf Kommunikations-, Diagnose- und Informationsbeschaffungsfunktionen beschränkt, kann aber bei Bedarf und entsprechendem qualifizierten Personal erweitert werden. Für den Service-Techniker im Feld bietet der TeLec-Baukasten einen mobilen Client. Hierdurch ist sowohl der Zugriff auf das Hersteller- als auch auf das Betreiber-System (Zugriff auf die Anlage, ergänzt um Audio- und Videokomponenten) möglich. Neben Standardfunktionalitäten teilt sich die Software in vier Basismodule, die logisch miteinander verknüpft sind: TELservice, TELstamm, TELreports und TELflow .

Der Schwerpunkt der Funktionalitäten des TELec-Baukastens liegt naturgemäß in der Unterstützung von Teleservice-Kernfunktionen wie Video-/Audioübertragung, Verbindung zu Steuerungen (remote control) oder Prozessvisualisierungen. Die Software unterstützt dazu die Kommunikationsstandards H.320 (ISDN), H323 (LAN) und T.120 (Application Sharing). Die zu verwendenden Verbindungsdaten oder die Wahl des Übertragungsmediums (POTS, ISDN, Satellit, Internet, GSM, ...) sind im System hinterlegt. Auf Wunsch kann eine ferngesteuerte Remote-Kamera benutzt werden. Die beschriebenen Funktionalitäten der Audio- und Videoübertragung basieren auf den Systemen der Firma ‚Algo Vision Systems‘ GmbH Bremen. Algovision hat u.a. ein mobiles Teleservice-System auf Notebook-Basis mit analogen Funktionen auf den Markt gebracht, dass von Teleservice-Anwendern genutzt wird (www.algovision.de).



Abbildung: Teleservice-System von Algovision

6.3. Telemediales Maschinendiagnosesystem

Der technische Stand von Teleservice-Systemen ist inzwischen relativ weit fortgeschritten wie folgende Anlagenkonfiguration zeigt, die am Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik in Berlin entwickelt wurde (IPK 1998). Dabei handelt es sich um ein internet-basiertes Maschinendiagnosesystem zum Service von Fertigungsanlagen.

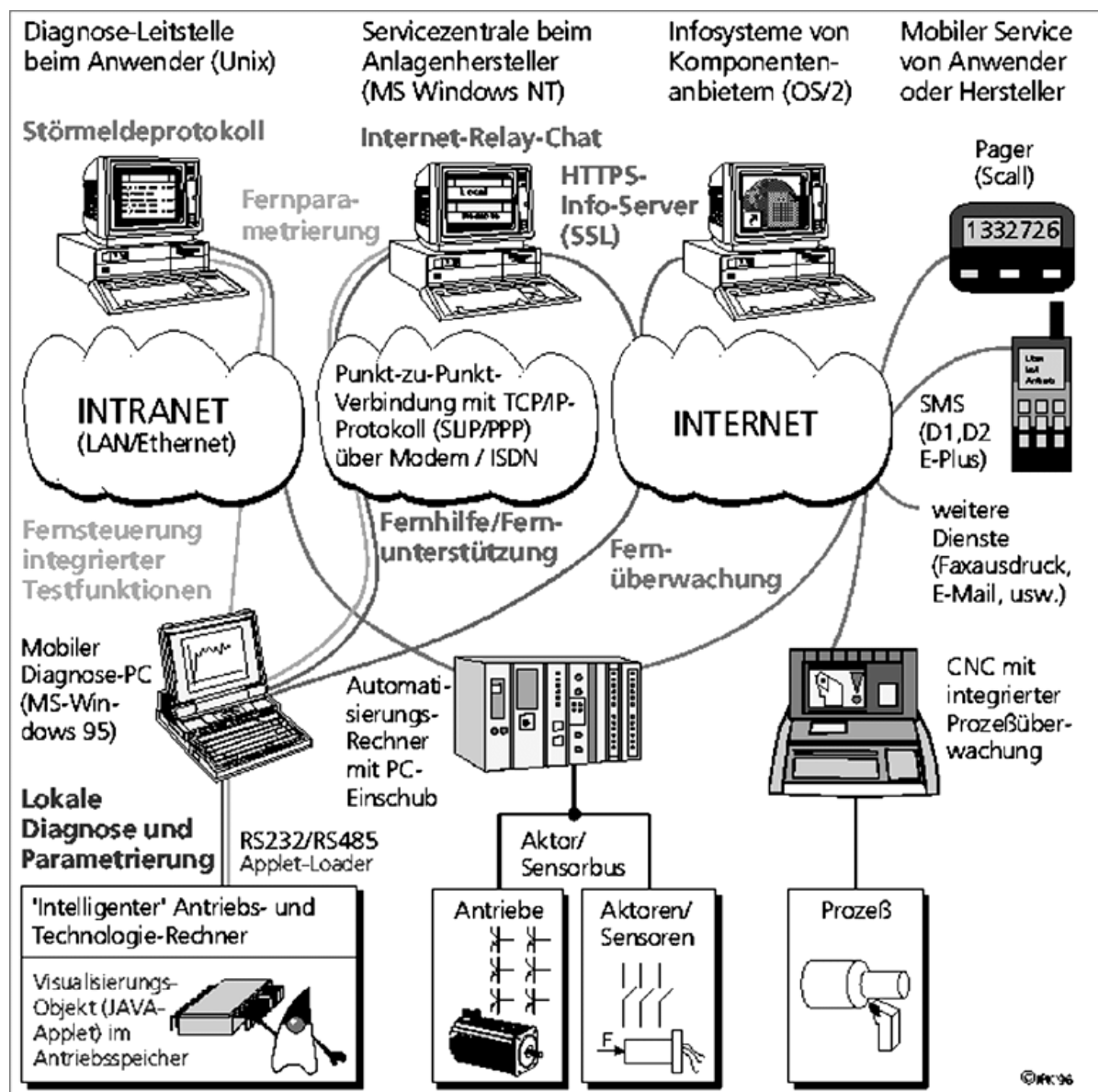


Abbildung: Telemediales Maschinendiagnosesystem (IPK 1998)

Die Anwendung zielt darauf, verteilte Softwareobjekte im Speicher eines 'intelligenten' Antriebsrechners zu implementieren, um PC-basierten Visualisierungsgeräten einen konsistenten Zugriff auf Konfigurationsparameter des Antriebs zu liefern. Der Nutzen einer solchen Konfiguration liegt darin, dass spezifische Visualisierungsfunktionalität jeweils im Speicher der Automatisierungskomponente verfügbar ist. Der Zugriff auf diese Komponente erfolgt einheitlich für jedes System über eine Laderoutine, die auf einer Visualisierungsplattform (PC, Workstation usw.) vorhanden ist. Durch diese Verteilung der Software ist es möglich, dass ein Servicetechniker mit einem Grundgerät, beispielsweise einem PC-Notebook, Komponenten der Maschine oder Anlage ansprechen kann, ohne vorher überprüfen zu müssen, ob eine spezifische für den Datenzugriff notwendige Software auf seinem Rechner zur Verfügung steht. Erweitert wird die Diagnosefunktionalität an diesem Antriebssystem durch Funktionalität zur automatischen Meldung von Störungen auf Displays von Funktelefonen (D1, D2, E-Plus) über den 'Short-Message-Services'-Standard (SMS) und auf sogenannte 'Pager'.

7. Anhang

Multimediabasierte Kommunikationstechniken im Teleservice – Grundfunktionen

Dateiübertragung (Filetransfer)

Die Möglichkeit, eine Datei zwischen zwei Netzteilnehmern zu übertragen, ist eine elementare Funktion in der Kommunikationstechnik. Im Kontext mit Teleservice wird häufig der Programmcode von Steuerungen übertragen, meistens um eine neue Programmversion (Update) in eine Steuerung zu laden. Auch der Austausch von technischen Dokumenten (z.B. Zeichnungen, Serviceanleitungen, elektronische Handbüchern) erfolgt durch Filetransfer.

Standbildübertragung (Still-picture transfer)

Die Standbildübertragung ist im Grunde nur eine besondere Form der Dateiübertragung. Die Datei ist hier ein Standbild. Im Teleservice kann es sich dabei zum Beispiel um ein Foto über ein Maschinendetail handeln, welches den Zustand einer fehlerhaften Anlage visualisiert

Fernsteuerung (Remote Control)

Verschiedene Objekte können mittels *Remote Control* ferngesteuert werden: Kameras, einzelne Programme oder auch eine ganze Anlage. Auch sonstige Aktionen lassen sich aus der Ferne auslösen: so ist es im Teleservice beispielsweise sinnvoll, ein Standbild von einem entfernten System anzufordern und für eine genauere Analyse mittels Datentransfer zu übertragen.

Application Sharing

Beim *Application Sharing* bearbeiten zwei räumlich getrennte Anwender mit der gleichen Applikation eine Datei. Diese Datei und die entsprechende Applikation existieren physisch nur auf einem der beiden kommunizierenden Rechner, werden aber auf beiden Rechnern simultan dargestellt. Änderungen an der Datei sind sofort auf beiden Arbeitsstationen zu sehen. Im Teleservice ist das *Application Sharing* zum Beispiel bei der Fehlersuche und -korrektur von Steuerungsprogrammen sinnvoll.

Whiteboard

Ein *Whiteboard* bezeichnet eine elektronische Tafel, auf der räumlich getrennte Kommunikationspartner schreiben und zeichnen können. Ein Whiteboard ist beim Teleservice überall dort sinnvoll, wo Problemstellungen anhand einer Skizze gemeinsam erörtert und diskutiert werden sollen (z.B. Anlagenhersteller und Betreiber suchen anhand einer Schaltskizze einen Fehler).

Chat

Ein *Chat* erlaubt verschiedenen Kommunikationspartnern Textkurzmitteilungen unmittelbar auszutauschen. Diese Mitteilungen werden auf dem Bildschirm angezeigt. Somit ist ein Dialog – wenn auch sehr reduziert – möglich.

8. Literaturhinweise

- CiA (CAN in Automation): CiA Standards 301, 302, 401, etc. CAN in Automation e.V. International Users and Manufacturers Group, Erlangen, 1995 - 1998.
- Computer Zeitung (2001): Offener Standard lässt Maschinen miteinander reden. In: Computer Zeitung. Heft: 020, Jahrgang: 2001
- Eversheim, W./Schernikau, J./Niemeyer, R. (1998): Mechatronik – Konsequenzen einer Technologieintegration. In: VDI-Zeitung 140 (1998) Nr. 11/12. Nov./Dez. 1998
- Gevatter, H.-J. (Hrsg) (2000): Automatisierungstechnik 2. Berlin, Heidelberg, New York
- Happacher, M. (1997); "Ein neues Kapitel - Bill Gates verändert die Automatisierungswelt". Elektronik 6/1997, S. 96ff.
- Hermesen, M./ Zuther, M. (2000): Einführung in TeleService. In: Maßberg/Hermesen/ Zuther 2000, S. 13ff
- Hudetz, W./ Harnischfeger, M. (1997): TeleService für die industrielle Produktion – Potentiale und Umsetzungshilfen PFT-Berichte. FZKA-PFT 186 Juni 1997. Zit. in Maßberg./Hermesen/Zuther 1977, S. 43
- Hudetz, W./ Harnischfeger, M. (1997): TeleService für die industrielle Produktion: Potentiale und Umsetzungshilfen. FZKA-PFT (Forschungszentrum Karlsruhe, Projektträgerschaft Fertigungstechnik und Qualitätssicherung). Wissenschaftliche Berichte 186
- IAONA (1999): Industrial Automation Open Networking Alliance: IAONA To Take a Lead Role Globally for Advancing Ethernet on the Factory Floor. Press Release. Waltham, MA, December 21, 1999. Online. <http://www.iaona.com/>
- IPK (1998): Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin.
Online: <http://www-stt.ipk.fhg.de/projects/FernDiagnose.html>
- Kriesel, W./Telchow, D. (2000): Serielle Busse. In: Gevatter 2000 S. 215
- Maßberg et al (1998): Maßberg, W./ Hermesen, M./ Zuther, M./ Hilipp, K.,M./ Vogt, V./ Stöckli, M.: TeleService – Eine Vision wird Wirklichkeit: Aus der Forschung in die Praxis: Umsetzung von Teleservice im Maschinenbau. In wt Werkstatttechnik 7-8/99. Düsseldorf

- Maßberg, W./ Hermsen, M. (1998): Globale Nähe: Dienstleistungen über Datenautobahnen. In: Rubin Wissenschaftsmagazin der Ruhr-Universität Bochum 2/98, S. 39-44- Bochum
- Maßberg, W./ Hermsen, M./ Zuther, M. (Hrsg.) (2000): Telec: Multimedia-ler TeleService. Technik - Organisation- Vermarktung – Erfahrungs-berichte. Aachen 2000
- Müller, D. (2001): Teleservice in Industry: Requirements and Recommendations for Vocational Education and Training. ARTEC Paper 86, Universität Bremen
- OPC Foundation: OLE for Process Control (OPC) Final Specification V2.0. OPC Foundation, P.O. Box 140524, Austin, Texas, 10/1998.
- Schaub, R./ Hermsen, M./ Spiess, M. (2000): Welche Anforderungen sind an ein TeleService-System zu stellen? In: Maßberg/ Hermsen/ Zuther 2000, S. 29ff
- Simon, H. (1993): Industrielle Dienstleistung und Wettbewerbsstrategie. In: Simon, H. (Hrsg.): Industrielle Dienstleistungen, Mainz. Zit. in: Maßberg/ Hermsen/ Zuther 2000, S. 11
- VDI 1999: Umfrage von VDI Nachrichten und MSR Consulting Group 1/99. Zit. in Maßberg/ Hermsen/ Zuther 2000, S. 10
- Westkämper, E. (1998a): Neue Chancen durch Teleservice. Die Angebotspalette der deutschen Maschinen- und Anlagenbauer wird zunehmend mit Service erweitert. In: Werkstatt und Betrieb, Ausgabe 6/98. Vgl. Online: <http://www.maschinenbau-service.de/teleservice/>

Lernkonzepte für die telemediagestützte Instandhaltung und Wartung komplexer mechatronischer Anlagen

1. Einführung

Ein wichtiges Ziel im Projekt TELLME ist die Entwicklung und Erprobung von neuen Lernkonzepten für die telemediagestützte Instandhaltung und Wartung komplexer mechatronischer Anlagen und vernetzter Produktionseinrichtungen (Teleservice). In dem vorliegenden Beitrag werden entsprechende berufspädagogische Konzepte für den Bereich Teleservice dargestellt und erörtert. Vor dem Hintergrund der im Projekt TELLME gesammelten Erfahrungen werden Praxisbeispiele beschrieben und Empfehlungen gegeben, wie verteiltes Lernen zwischen unterschiedlichen Lerngruppen oder -orten auf der Grundlage eines telemediagestützten Handlungslernens in der beruflichen Bildung realisiert werden kann.

2. Neue Qualifikationsanforderungen im Servicebereich

2.1. Neue Arbeitsinhalte

Zahlreiche Untersuchungen haben ergeben, dass telemediabasierte Arbeitssysteme zukünftig eine große Bedeutung im Zusammenhang mit standortverteilter Inbetriebnahme, Installation, Wartung sowie Reparatur von Maschinen und Anlagen haben. Remote Maintenance, Telediagnose, Fernsupport, -wartung und -instandsetzung sind Stichworte für diese Konzepte, die allgemein auch unter dem Begriff des *Teleservice* subsumiert werden. Der Teleservice beinhaltet neben neuen technischen Konzepten eine veränderte Serviceorganisation infolge des Einsatzes telemediabasierter Systeme.

Für die Nutzung von Teleservice-Funktionalitäten ergeben sich logischerweise vielfältig neue Qualifikationsanforderungen an die in diesem Umfeld beschäftigten Fachkräfte. Service-Experten gehen davon aus, dass auf dem Sektor des Teleservice nicht nur neue Zusatzqualifikationen für Ingenieure,

sondern auch für Techniker und Facharbeiter erforderlich werden (vgl. Schmidt 1999, S. 18). Betroffen sind in erster Linie Serviceexperten im Bereich mechatronischer Systeme und Anlagen, da diese wegen ihrer Komplexität häufig nur noch zusammen mit unterstützenden Serviceleistungen installiert und betrieben werden können¹.

Mit der zunehmenden Bedeutung des Teleservice wächst die Notwendigkeit der Qualifizierung der Mitarbeiter in den Instandhaltungsabteilungen, in der Produktion, im Kundendienst sowie in anderen Bereichen. Entsprechend muss in der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowohl die kompetente Nutzung von Teleservice-Techniken als auch ihre Implementierung vermittelt werden.

Hiervon ausgehend wurden im Rahmen dieses Pilotprojektes relevante Literatur und richtungsweisende Ansätze bezüglich neuer Qualifikationsanforderungen im Teleservice ausgewertet. Aufschlussreiche Informationen ergaben sich hier vor allem aus dem Forschungsprojekt ‚Multimedialer Teleservice‘ (Maßberg/ Hermsen/ Zuther 2000), das im Auftrage des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit Beteiligung von Forschungsinstituten und bedeutenden Industrieunternehmen durchgeführt wurde. Weitere Hinweise ergaben sich aus anderen einschlägigen Veröffentlichungen (z. B. BMWi, Reichwald/ Möslein 1997, Schmidt 1999, Westkämper 1998a, 1998b). Darüber hinaus wurde der Stand des Teleservice bei professionellen Anwendern und Herstellern erkundet², um konkrete Hinweise für Qualifikationsanforderungen im Teleservice zu bekommen (vgl. Übersicht im Anhang).

¹ Mit dem Berufsbild des *Mechatronikers* entstand 1998 in Deutschland ein neuer Ausbildungsberuf, der u.a. ein entsprechendes Aufgabenfeld abdecken soll. Die Qualifikationsschwerpunkte in diesem Ausbildungsberuf liegen in der MECHANik, ELEKTRONik und INFORMATIK. Die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten sollen nach dem Rahmenlehrplan nicht isoliert nebeneinander, sondern unter besonderer Berücksichtigung der Förderung beruflicher Handlungskompetenz integriert vermittelt werden (vgl. Rahmenlehrplan 1998).

² Zur Vorbereitung auf die Besuche bei Anwendern von Teleservice wurden entsprechende Leitfragen entwickelt (vgl. Anhang).

Das Ergebnis dieser Analyse wird im folgenden Abschnitt unter dem Gesichtspunkt der beruflichen *Handlungskompetenz* in vier Punkten zusammengefasst und erörtert.

2.2. Berufliche Handlungskompetenz im Teleservice

Berufliche *Handlungskompetenz*³ bezeichnet einen vieldimensionalen Kompetenzbegriff, der davon ausgeht, dass unterschiedliche Teilkompetenzen nicht isoliert nebeneinander, sondern immer miteinander vernetzt sind (vgl. Laur-Ernst 1984). Bezogen auf Arbeitstätigkeiten im Teleservice lassen sich folgende Kompetenzbereiche identifizieren, die von zentraler Bedeutung sind:

1. Fachkompetenz im Bereich Mechatronik
2. Fachkompetenz im Bereich telemedialer Service-Dienstleistungen
3. Tele-Kooperationskompetenz
4. Fremdsprachenkompetenz
5. Interkulturelle Kompetenz
6. Kundenorientierung

1. Fachkompetenz im Bereich Mechatronik

Fachkompetenz im Bereich Mechatronik ist Grundlage für den Teleservice. Diese Kompetenz bezieht sich generell auf die Montage und Instandhaltung komplexer Maschinen, Anlagen und Systeme im Anlagen- und Maschinenbau bzw. bei den Abnehmern und Betreibern dieser mechatronischen Systeme (zur Übersicht vgl. z.B. Ausbildungsprofil: Mechatroniker/ Mechatronikerin im Anhang).

³ Berufliche Handlungskompetenz bezeichnet „die Fähigkeit und Bereitschaft eines Menschen, in beruflichen Situationen sach- und fachgerecht, persönlich durchdacht und in gesellschaftlicher Verantwortung zu handeln“ (Bader 2000). In der Diskussion über eine moderne berufliche Aus- und Weiterbildung hat sich in der (deutschen) Berufspädagogik die Förderung beruflicher Handlungskompetenz zum Leitziel der Berufsbildung entwickelt.

2. Fachkompetenz im Bereich telemedialer Service-Dienstleistungen

Die Servicetätigkeit war immer schon ein wichtiges Element im Anlagen- und Maschinenbau. Neu ist der Einsatz von Teleservice-Systemen zur Fehleranalyse und zur eventuellen Hilfe zur Selbsthilfe des Kunden. Hier benötigt der Anlagenhersteller ausgebildetes Personal, das nicht nur traditionelles Service-Know-how besitzt, sondern darüber hinaus auch mit telemedialen Diagnose-, Wartungs-, Überwachungs- und Instandhaltungssystemen umgehen kann. Was das Service-Know-how im engeren Sinne betrifft, so sind folgende Qualifikationsbereiche bedeutsam:

- Wissen über mögliche und wahrscheinliche Störungsursachen bei mechatronischen Systemen (Denken in Ursache-Wirkungsketten)
- Wissen über systembezogene Serviceverfahren.

Um Serviceaufgaben im telemedialen Umfeld bearbeiten zu können, muss der Teleservice-Experte darüber hinaus klassisches Service-Know-how mit Wissen über telemediale Techniken kombinieren können. Schwerpunkte sind hierbei:

- Installation und Nutzung von Teleservice-Systeme, Service-Software und Ferndiagnosesysteme,
- Herstellung und Betrieb von Kommunikationszugängen,
- Akquisition von Daten für Teleservice,
- Erbringen von Teleservice-Dienstleistungen in unterschiedlichen Netz- und Kommunikationsstrukturen.

Arbeitsaufgaben im Teleservice sind im Vergleich zum herkömmlichen Service von höherer Komplexität, da Teleservice-Experten neben traditioneller Servicetechnik auch telemediale Techniken beherrschen müssen. Im Gefüge von traditioneller Servicetechnik und telemedialen Arbeitsumgebungen gewinnen deshalb solche Fähigkeiten wie vernetztes Denken oder Systemdenken an Bedeutung. Systemdenken beinhaltet sowohl den „Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität“ (Dörner 1995) als auch mit Problemen, die mit Neben- und Fernwirkungen behaftet sind.

3. Tele-Kooperationskompetenz

Gegenüber ‘traditionellen’ Instandhaltungsfacharbeitern sind die im Teleservice tätigen Fachkräfte relativ breit und branchenübergreifend einge-

setzt. Sie arbeiten typischerweise in örtlich verteilten Teams und stimmen ihre Arbeit mit anderen ab: "Im beruflichen Bereich brauchen die Nutzer und Anwender ... die Fähigkeit, Ziele in (Tele-)Kooperation mit anderen zu erreichen und in virtuellen und supranationalen Organisationsformen kooperieren zu können" (BMW, S. 89). Dabei sind im Sinne einer telemedialen Kommunikationsfähigkeit Verständigungsschwierigkeiten und Informationsverluste durch ungeordnete bzw. unvollständige Daten und Informationen zu überwinden. Dies erfordert nicht nur einen kompetenten Umgang mit telemedialen Diagnose-, Wartungs-, Überwachungs- und Instandhaltungssystemen, sondern vor allem auch die Fähigkeit, sich mit Hilfe rechnergestützter Kommunikationsmittel effektiv mit anderen (z.B. Kunden, Nutzern, Anwendern) verständigen zu können. Teleservice-Fachkräfte müssen dabei das Problem des sog. wechselseitigen Wissens (*mutual knowledge problem*) lösen, indem sie beispielsweise das Know-how anderer für die Aufgabenbewältigung mittels entsprechender Hilfsmittel (z.B. elektronische Konferenz- oder Groupware-Systeme) einbeziehen können. Besondere Beachtung verdient die Möglichkeit, auf verteilte Informationen von Lieferanten, Kunden und Hersteller über das Internet zuzugreifen. Dabei sind unterschiedliche Varianten des Serviceprozesses (Aufbau- und Ablauforganisation) unter Nutzung unterschiedlicher Werkzeuge in der Praxis vorzufinden.

4. Fremdsprachenkompetenz

Beim Teleservice bleibt der Mensch zentrales und wichtigstes Glied im ganzen Service-Prozess, die Verständigung zwischen den Teleservice-Teilnehmern ist dabei die wichtigste Voraussetzung für einen erfolgreichen Ablauf des Serviceprozesses. Nicht zu unterschätzen sind – neben den genannten Verständigungsproblemen - sprachliche Barrieren, die bei der Durchführung von Teleservice vorkommen können.

In konkreten Servicesituationen können unvermeidlich Sprachprobleme auftreten. Eine typische Teleservice-Situation kann beispielsweise so aussehen: Experten vom deutschen Hersteller eines komplexen Produktionssystems einerseits und Facharbeiter und Ingenieure eines Betreibers in Korea andererseits kommunizieren über die Entfernung, um ein Serviceproblem zu lösen. Sie benutzen ein Videokonferenzsystem, um sich zu verständigen. Von einem deutschen Facharbeiter oder Ingenieur ist generell

nicht zu erwarten, dass er Koreanisch versteht. Das koreanische Fachpersonal kann auch nicht Deutsch sprechen. Sie müssen versuchen, sich mit Englisch zu verständigen. Zwar besteht auch die Möglichkeit, einen/eine Dolmetscher/-in heranzuziehen. Doch in der Praxis ist dies meistens sehr schwierig, weil der/die Dolmetscher/in oft nicht die nötigen Fachkenntnisse besitzt, so dass es bei der Kommunikation oft zu Missverständnissen kommt. Eine gute Fremdsprachenausbildung, insbesondere in Englisch scheint im Lichte der Globalisierung unumgänglich. Dies gilt heute im übrigen auch für Facharbeiter, die im Service arbeiten.

5. Interkulturelle Kompetenz

In Verbindung mit einer ausreichenden Fremdsprachenkompetenz ist auch der Bereich ‚Interkulturelle Kompetenz‘ wichtig, um kulturelle Unterschiede zwischen europäischen und anderen, beispielsweise asiatischen oder südamerikanischen Ländern für den Servicemitarbeiter aufzuzeigen.

6. Kundenorientierung

Da Teleservice-Leistungen in erster Linie immateriell sind, ist die Qualitätsbeurteilung der Kunden in hohem Maße von denjenigen Mitarbeitern, die diese Leistung erbringen, abhängig. Entsprechend sind Teleservice-Facharbeiter – mehr als beispielsweise Fertigungsfachkräfte – im Bereich Kundenorientierung zu schulen. Dies bezieht sich hauptsächlich auf Kommunikationstraining und kundenorientiertes Handeln.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Teleservice neben systembezogenem und technischem Know-how vor allem berufliche Handlungskompetenzen gefragt sind, die allgemein mit dem Schlagwort *Non-Technical-Skills* umschrieben werden können.

3. Lernkonzepte

3.1. Didaktische Prinzipien und Prämissen

Das pädagogische Konzept in TELLME zielt auf ein Lernkonzept, dass sich an folgenden didaktischen Prinzipien bzw. Prämissen orientiert: (1) Handlungsorientierung, (2) Teamarbeit, (3) Geschäftsprozessorientierung, (4) Auftragsorientierung und (5) Gestaltungsorientierung.

1. Handlungsorientierung

Für die berufliche Bildung – auch im schulischen Bereich - gilt das didaktische Prinzip der Handlungsorientierung: Lern- und Arbeitsaufgaben sollten so gestaltet werden, dass das aktive Handeln und Tun der Lernenden initiiert und gefördert wird. Das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten reicht dabei von der (Mit-) Formulierung der Aufgabenstellung, der (Mit-) Planung der Projektaufgabe, der eigenständigen und kooperativen Projektbearbeitung bis zur Bewertung der Projektergebnisse.

2. Teamarbeit

Teamarbeit ist das zentrale Element im Teleservice. Die Fähigkeit zur Teamarbeit ist deshalb bei Schülern zu fördern und einzuüben. Da Teamarbeit bzw. Teamfähigkeit jedoch nur in einem System erfahren und eingeübt wird, das sich selbst teamorientiert organisiert, müssen schulische Organisationsstrukturen so gestaltet werden, dass Teamarbeit für die Lernenden transparent und möglich wird. Weil sich diesbezügliche Lern- und Kooperationsprozesse nicht automatisch herausbilden, müssen Schulen und Lehrkräfte ein Experimentierstadium anstreben und akzeptieren. Hiermit lassen sich Entwicklungsprozesse initiieren, die das vorherrschende ‚Einzelkämpfertum‘ zugunsten kooperativen Arbeitens und Unterrichtens ermöglichen. Diese sind in einen anderen als den bisherigen fachsystematischen Kontext zu stellen und mit Hilfe motivierender Methoden zu vermitteln. Das erfordert u.a. Teambildungsprozesse, interdisziplinäre Zusammenarbeit und Durchführung von Projekten.

3. Geschäftsprozessorientierung

Anders als in der traditionellen Serviceorganisation, in der einzelne Funktionseinheiten (Einzelpersonen oder -abteilungen) für das Arbeitsergebnis ihrer Funktionseinheit zuständig und verantwortlich waren, sind im Teleservice alle am Prozess der Auftragsabwicklung Beteiligten verantwortlich für das Erreichen eines erfolgreichen Arbeitsergebnisses und einer hohen Kundenzufriedenheit. Die Zuständigkeit für einen definierten Aufgabenbereich wird deshalb überlagert von der Mitverantwortung für das Ziel eines gesamten Geschäftsprozesses. Für die berufliche Bildung bedeutet dies, das geschäfts- und arbeitsprozessbezogene Zusammenhangswissen in den Vor-

dergrund zu stellen und jegliches spezielle Wissen immer kontextbezogen zu vermitteln ist.

4. Auftragsorientierung

Mit Auftragsorientierung wird ein didaktisches Prinzip bezeichnet, bei dem sich der berufliche Lernprozess an betrieblichen Arbeitsaufträgen orientiert. Damit soll erreicht werden,

- das Bewusstsein der Auszubildenden für eine kundenorientierte Qualitätsarbeit zu sensibilisieren,
- das Verantwortungsbewusstsein für die berufliche Tätigkeit zu stärken,
- Wissen und berufliche Handlungskompetenz im Gesamtzusammenhang eines realen oder realitätsnahen Auftrages zu erwerben.

5. Gestaltungsorientierung

Zunehmend wird in der betrieblichen Praxis Gestaltungskompetenz von den Beschäftigten erwartet. Die Vermittlung von Gestaltungskompetenz setzt voraus, Lernende im handlungs- und projektorientierten Lernprozess frühzeitig mit den technologischen und betrieblichen Handlungs- und Gestaltungsspielräumen, die es zunehmend in der betrieblichen Organisationsentwicklung auszuschöpfen gilt, zu konfrontieren.

Eine gestaltungsorientierte Ausbildung reduziert eine Lernaufgabe nicht auf die Vorgabe einer definierten Spezifikation, für die dann nur noch die richtige oder falsche Lösung bestätigt werden kann. Demgegenüber handelt es sich um eine praxisrelevante, offene Aufgabenstellung, bei der auch die Frage nach der zweckmäßigen Lösung diskutiert werden kann. Nur dann können im Lernprozess Lösungswege, Lösungskriterien und Bewertungsmaßstäbe gegeneinander abgewogen und die Projektergebnisse hinsichtlich ihrer Angemessenheit bewertet werden. Realistische Lernaufgaben für die Ausbildung fördern daher die Gestaltungskompetenz der Lernenden.

3.2. Entwicklung und Erprobung von Lernarrangements

Vor dem Hintergrund der dargestellten pädagogischen Überlegungen werden im folgenden *Anwendungsszenarien* bzw. Ideen für *Unterrichtsvorhaben* beschrieben, die als Grundlage von Lernarrangements dienen können.

Telediagnose und -wartung im virtuellen Elektropneumatik-Labor

In einer entfernten elektropneumatisch-gesteuerten Anlage ist ein Fehler aufgetreten. Ausgehend von einem Weg-Schritt-Diagramm soll eine Lerngruppe diesen Fehler diagnostizieren und Vorschläge für die Beseitigung des Fehlers entwickeln. Im ersten Schritt analysieren die Schüler das Weg-Schritt-Diagramm und übertragen ihre Ergebnisse in Schaltzustandstabellen. Anschließend wird ein Logikplan oder ein elektropneumatischer Schaltplan mit Hilfe des Rechners erzeugt und versucht, den Fehler mit Hilfe der Simulation zu finden. Anschließend werden die Ergebnisse mit einer anderen Lerngruppe über das Internet ausgetauscht, die auch die praktische Fehlerbeseitigung an der realen Anlage vornimmt. Unterstützend werden E-Mails und Audiokonferenzen genutzt, um einen kontinuierlichen Informationsaustausch zwischen den Lerngruppen zu sichern.

Virtuelle CNC-Werkstatt

Für ein zu fräsendes Werkstück ist am PC das NC-Teileprogramm zu erstellen und der Bearbeitungsvorgang zu simulieren. Die benötigte Software läuft entweder lokal, wird über einen Hostrechner oder von einer anderen Berufsschule über das Internet geladen und ist dann lokal verfügbar. Der reale Fräsvorgang kann telematisch gestartet und angehalten werden und der Fertigungsprozess wird mittels Live-Video überwacht. Die zoombare Videokamera ermöglicht unter Umständen den Lernenden noch bessere Einblicke in Details des Zerspanungsprozesses als dies in der realen Werkstatt möglich ist, weil der Standort der Kamera meist günstiger gewählt werden kann als es der Zutritt der Personen 'vor Ort' erlaubt.

Verteilte Modellierung

Mit Hilfe einer verteilten Modellierungsumgebung realisieren Berufsschüler eine Aufgabenstellung aus der Steuerungstechnik. Dazu wird mit Hilfe industrietypischer Komponenten zunächst eine reale Anlage aufgebaut. Syn-

chron dazu wird ein rechnerbasiertes Modell generiert, daß anderen Lerngruppen über das Internet zur Verfügung gestellt wird. Diese versuchen dann, das Modell mit Hilfe der Simulation zu verifizieren und diskutieren ihre Ergebnisse im Rahmen einer computerunterstützten Konferenz. Hierzu werden verschiedene Techniken wie WWW und VRML eingesetzt, um das Modell zu beschreiben und zu visualisieren. Der Schwerpunkt der Bearbeitung der Lernaufgabe besteht anschließend darin, daß alle Lerngruppen gemeinsam eine Lösung erarbeiten, die danach am realen System umgesetzt wird.

Steuerung eines Teleroboters

Das entfernte Steuern eines mobilen Teleroboters verursacht einige Probleme bei der Pfadsuche, beim Finden von Objekten und bei der Hindernisvermeidung. Diese werden beispielsweise durch die Dynamik des Systems, durch Zeitverzögerung bei der Übertragung oder durch unkorrekte Daten und Steuerungsalgorithmen verursacht. Um dieses Problem zu lösen, ist es erforderlich, dass die Lernenden ein verteiltes Regelsystem mit On-Board-Controller, welches sich in dem entsprechenden Roboter befindet, korrekt programmieren und konfigurieren können. Dazu muss ein Steuerungsalgorithmus entworfen werden und in die entfernte Regelungseinheit implementiert werden. Die praktische Erprobung des Steuerungsprogramms erfolgt am realen System, wobei der Arbeitsraum mit einer Videokamera überwacht wird.

Tele-Konfiguration und -Programmierung einer Automatisierungseinrichtung

Im Rahmen des Lernfeldes 'Design und Erstellen mechatronischer Systeme' soll eine Automatisierungseinrichtung neu konfiguriert und programmiert werden. Dabei wird auf vorhandene Materialien und Simulationssoftware zurückgegriffen. Im letzten Schritt werden an einem realen System, das von einem anderen Lernort zur Verfügung gestellt wird, Übungen durchgeführt. Der Zugriff auf das reale System erfolgt, indem Steuerungsprogramme und -parameter mittels Datenfernübertragung in die Anlage geladen werden. Eine Lerngruppe oder eine Einzelperson 'vor Ort' überwacht diesen Vorgang und gibt Rückmeldung über Erfolg oder Misserfolg.

Einige der beschriebenen *Anwendungsszenarien* wurden im Projekt TELLME für den Unterricht weiter konkretisiert und umgesetzt (vgl. hierzu die entsprechenden Beiträge in diesem Bericht).

4. Lehr- und Lernmedien

4.1. Anforderungen an Lehr- und Lernmedien

Ausgehend von den im Kapitel ‚Lernkonzepte‘ dargestellten pädagogischen Prämissen, sollten Lehr- und Lernmedien für Teleservice aus der inhaltlichen Sicht heraus

- die interdisziplinäre Struktur von mechatronischen Systemen,
- den Prozesscharakter der mechatronischen Vorgänge,
- die systemische Einbindung der mechatronischen Komponenten in die Funktionsabläufe und die Struktur der Servicetechnologie,
- das Verhalten und den Zweck der Technik

verdeutlichen können.

Aus der Sicht der Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz sollten Medien den Lernprozess so unterstützen, dass die notwendigen Freiräume für eigenständige und umfassende Handlungen entstehen und die notwendige Nähe zur Realität hergestellt wird.

4.2. Basisausstattung für Teleservice

Für die Qualifizierung in Teleservice ist grundsätzlich eine adäquate *Basisausstattung* mit entsprechenden Lehr- und Lernmedien erforderlich. Dazu gehören Schulungsmaterialien wie

- Lernprogramme (CBT)
- Selbstlernmaterialien
- Fachliteraturverzeichnisse.

Diese Schulungsmaterialien lassen sich zweckmäßig über das Internet oder über ein schulbezogenes Intranet bereitstellen. Gute Erfahrungen wurden

im Projekt TELLME mit der Groupware System *BSCW*⁴ (Basic Support for Cooperative Work) gesammelt. Für praktische Übungen während des Unterrichts sind entsprechende Kommunikationssysteme einschließlich Hard- und Software erforderlich. Prinzipiell können folgende Kommunikationstechniken eingesetzt werden:

1. Asynchrone Techniken
 - WWW Portale
 - News, Diskussionsforen
 - E-mail
2. Synchrone Techniken
 - Chat
 - Videokonferenzen
 - Application Sharing
 - White Board
 - Remote Control Software

5. Simulationen und virtuelle Labore

Rechnerbasierte Simulationen eignen sich dazu, den Umgang mit Geräten, Maschinen, technischen Anlagen oder sonstigen Apparaten einzuüben. Gut bewährt hat sich die Simulation vor allem, wenn es um das Einüben und Trainieren von Verhaltensweisen bei Fehlfunktionen oder Notfällen in

⁴ Das *BSCW System* basiert auf dem Konzept des gemeinsamen Arbeitsbereichs (*Shared Workspace*). Die Mitglieder einer Arbeitsgruppe richten auf einem *BSCW* Server diese Arbeitsbereiche ein und verwenden sie zur Organisation und Koordinierung ihrer Aufgaben. Ein solcher Arbeitsbereich kann unterschiedliche Arten von (elektronischen) Objekten wie zum Beispiel Dokumente, Tabellen, Grafiken, WWW-Seiten oder Verweise auf WWW-Seiten enthalten. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe können Objekte von ihrem lokalen Rechner auf den Arbeitsbereich übertragen oder Objekte vom Arbeitsbereich auf ihre lokalen Rechner transferieren, etwa um ein Dokument zu lesen oder zu editieren (<http://bscw.gmd.de>).

komplexen Situationen geht. Die didaktische Bedeutung der Simulation liegt dabei insbesondere in der Reduzierung von Risiken bei Fehlbedienungen und der Möglichkeit gefahrlosen Probehandelns und Übens. Die trainingspsychologische Reichweite von Simulatoren erstreckt sich nicht nur auf kognitive, sondern in hohem Maße auch auf metakognitive Fähigkeiten sowie psychomotorische und affektive Trainingsziele. Durch eine Kombination von Simulatortraining und Handlungslernen am Realsystem lassen sich dabei auch Transferprobleme zwischen beiden Bereichen reduzieren.

Im Hochschulbereich werden vereinzelt Modellprojekte durchgeführt, die sich auf die netzbasierte Fernnutzung von Roboter- und Werkzeugmaschinen-Laboren beziehen. Im Rahmen des Verbundvorhabens 'Virtuelles Labor' können Studenten beispielsweise über das Internet Laborexperimente durchführen (VVL 1999). Dazu steht ein reales Labor an einem Lehrort zur Verfügung, welches mit mehreren virtuellen Laboren an anderen Standorten gekoppelt ist. Das virtuelle Labor fungiert als Abbild des realen Labors und ermöglicht die Vermittlung von Erfahrungen und Kenntnissen zur Modellierung von Prozessen, zur Programmierung, Überwachung sowie zur Prozessführung virtueller und realer Anlagen. Das gegenständlich-reale Labor kann dabei mit Methoden der Telematik ferngesteuert werden und sowohl lokal als auch global genutzt werden. Die Experimente stammen aus verschiedenen Bereichen des Maschinenbaus, der Robotik, der Bilddatenverarbeitung, der Automatisierungstechnik und der Informatik. Das vorrangige Ziel des Verbundprojektes 'VVL' besteht darin, die Zeit- und Ortsabhängigkeit des Studiums zu vermindern und Lehr- und Studienangebote für die wissenschaftliche Weiterbildung zu entwickeln, wozu auch der Aspekt der gemeinsamen Nutzung verteilter Ressourcen eine Rolle spielt. Ergebnisse aus dem Verbundprojekt VVL zeigen, dass Fernnutzungs-Konzepte auf die Schulung und Qualifizierung im Teleservice übertragen werden können.

Dementsprechend wurden im Projekt TELLME Unterrichtseinheiten geplant und realisiert, die Fernnutzungs-Konzepte wie bei virtuellen Laboren nutzen.

6. Literaturhinweise

- Bader, R. (2000): „Konstruieren von Lernfeldern“. Eine Handreichung für Rahmenlehrplanausschüsse und Bildungsgangkonferenzen in technischen Berufsfeldern. Institut für Berufs- und Betriebspädagogik, Magdeburg 2000 . <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/seluba/publik/vortrag/bader.htm>,
- BMWi (o.J): Bundesministerium für Wirtschaft (Hrsg.): Info 2000 - Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft. Fortschrittsbericht der Bundesregierung. Dokumentation
- Bruns, F. W. (2001): Hyper-Bonds – Enabling Mixed Reality. ARTEC Paper 82, Universität Bremen
- DERIVE-Homepage: <http://www.derive.uni-bremen.de>
- DERIVE-Proposal No.: IST-1999-10417 (Unveröffentlichter Projektantrag). Oktober 1999
- Dörner, D. (1995): Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbek bei Hamburg
- IPK (1998): Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin. Online: <http://www-stt.ipk.fhg.de/projects/FernDiagnose.html>
- Kaderali, F./ S. Schaup, S. (1998): Fern-Universität Hagen - Projekt Virtuelle Universität. Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft, Lernort Multimedia.
- Kerres, M. (1998): Multimediale und telemediale Lernumgebungen. München, Wien 1998
- Laur-Enst, U. (1984): Entwicklung beruflicher Handlungsfähigkeit: Theoretische. Analyse und praktische Konsequenzen für die Berufsbildung. Frankfurt am Main 1984
- Maßberg, W./Hermsen, M/Zuther, M. (Hrsg.) (2000): Telec: Multimedialer TeleService. Technik - Organisation- Vermarktung – Erfahrungsberichte. Aachen 2000
- Rahmenlehrplan (1998): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin. Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 30.1.1998
- Pundt, R./ Tuppak, J. (2001): Materialien zur Unterrichtseinheit ‚Teleservice‘. Bremen

- Reichwald, R./Möslein, K. (1997): Innovationsstrategien und neue Geschäftsfelder von Dienstleistern - Den Wandel gestalten. In: Bullinger, H.-J (Hrsg.)(1997): Dienstleistungen für das 21. Jahrhundert, Stuttgart, S. 75 - 105
- Schmidt U. (1999): Teleservice - Stand und Entwicklungsansätze 1997. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg). Online: <http://www.iid.de/informationen/TeleserviceSuE/index.html>
- Tieben, W. (2001): Möglichkeiten der Entwicklung von Handlungskompetenz für die gewerblich-technische Facharbeit im Lernprozeß durch die Integration von realen und virtuellen Modellen in eine Lernumgebung. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Universität Bremen.
- VVL (1999): Verbund Virtuelles Labor. Online: <http://www.vvl.de>
- Westkämper, E. (1998a): Neue Chancen durch Teleservice. Die Angebotspalette der deutschen Maschinen- und Anlagenbauer wird zunehmend mit Service erweitert. In: Werkstatt und Betrieb, Ausgabe 6/98. Vgl. Online: <http://www.maschinenbau-service.de/teleservice/>
- Westkämper, E. (1998b): Perspektiven im Technischen Kundendienst durch Teleservice. Fraunhofer IPA, Stuttgart. Technologieforum Teleservice. 19.-20.03.1988, Stuttgart

7. Anhang

Fragebogen: Teleservice im Betrieb

- Fragen für eine Befragung von Betrieben, die Teleservice einsetzen -

1. Wie kommunizieren Sie mit Betreibern Ihrer Anlagen, wenn technische Probleme beim Kunden auftreten?
2. Welche Werkzeuge, Hilfsmittel und Methoden setzen Ihre Service-Techniker beim Kunden vor Ort ein, wenn Sie ein technisches Problem nicht allein lösen können und deshalb mit der Zentrale kooperieren müssen?
3. Welche Informationen bzw. Daten werden dabei ausgetauscht?
4. Welchen Stellenwert hat Ihrer Meinung nach der Teleservice für Ihr Unternehmen?
5. Für welche Bereiche ist der Teleservice besonders bedeutsam (differenziert z.B. nach Inbetriebnahme, Inspektion/Monitoring, Diagnose, Prozeßunterstützung, Wartung-/Instandhaltung, Reparatur)?
6. In wieweit können Arbeitsaufgaben, die mit dem Teleservice in Zusammenhang stehen, Ihrer Einschätzung nach angemessen von Facharbeitern erledigt werden?
7. Welche Kompetenzen (differenziert nach Fach-, Methoden-, Sozialkompetenz und Personale Kompetenz) erwarten Sie von Facharbeitern, die im Teleservice-Bereich arbeiten?
8. Welche Ausbildung sollte ein Teleservice-Techniker haben? Welche Berufe kommen dafür zweckmäßigerweise zum Einsatz?

Ausbildungsprofil: Mechatroniker/Mechatronikerin

1. Berufsbezeichnung: Mechatroniker/Mechatronikerin

2. Ausbildungsdauer: 3½ Jahre

Die Ausbildung erfolgt an den Lernorten Betrieb und Berufsschule

3. Arbeitsgebiet:

Mechatroniker/Mechatronikerinnen arbeiten in der Montage und Instandhaltung von komplexen Maschinen, Anlagen und Systemen im Anlagen- und Maschinenbau bzw. bei den Abnehmern und Betreibern dieser mechatronischen Systeme.

Mechatroniker/innen üben ihre Tätigkeiten an unterschiedlichen Einsatzorten, vornehmlich auf Montagebaustellen, in Werkstätten oder im Servicebereich unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen selbständig nach Unterlagen und Anweisungen aus. Dabei arbeiten sie häufig im Team. Sie stimmen ihre Arbeit mit vor- und nachgelagerten Bereichen ab.

Mechatroniker/innen sind im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften Elektrofachkräfte.

4. Berufliche Fähigkeiten:

Mechatroniker/Mechatronikerinnen

- planen und steuern Arbeitsabläufe, kontrollieren und beurteilen Arbeitsergebnisse und wenden Qualitätsmanagementsysteme an,
- bearbeiten mechanische Teile und bauen Baugruppen und Komponenten zu mechatronischen Systemen zusammen,
- installieren elektrische Baugruppen und Komponenten,
- messen und prüfen elektrische Größen,
- installieren und testen Hard- und Softwarekomponenten,
- bauen elektrische, pneumatische und hydraulische Steuerungen auf und prüfen sie,
- programmieren mechatronische Systeme,

- montieren und demontieren Maschinen, Systeme und Anlagen, transportieren und sichern sie,
- prüfen die Funktionen an mechatronischen Systemen und stellen sie ein,
- nehmen mechatronische Systeme in Betrieb und bedienen sie,
- übergeben mechatronische Systeme und weisen Kunden ein,
- führen die Instandhaltung mechatronischer Systeme durch
- sie arbeiten mit englischsprachigen Unterlagen und kommunizieren auch in englischer Sprache.

Lernfelder: Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in

		Zeitrichtwerte in Stunden		
Nr.	Lernfeld	1. Jahr	2. Jahr	3./4. Jahr
1	Analysieren von Funktionszusammenhängen	40		
2	Herstellen mechanischer Teilsysteme	80		
3	Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte	100		
4	Untersuchen der Energie- und Informationsflüsse in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Baugruppen	60		
5	Kommunizieren mit Hilfe von Datenverarbeitungssystemen	40		
6	Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen		40	
7	Realisieren von einfachen mechatronischen Systemen		100	
8	Design und Erstellen mechatronischer Systeme		140	
9	Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen			80
10	Planen der Montage und Demontage			40
11	Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung			160
12	Vorbeugende Instandhaltung			80
13	Übergabe von mechatronischen Systemen an den Kunden			60
	Summen	320	280	420

III. Unterrichtsvorhaben und Projekte

Unterrichtsprojekt: Inbetriebnahme von elektropneumatischen Anlagen mit Hilfe von Teleservicesystemen

1. Zielsetzung und Rahmenbedingungen

In diesem Beitrag wird ein Unterrichtsprojekt vorgestellt, dass am Technischen Bildungszentrum Mitte /Abteilung Maschinentechnik geplant und in den Bildungsgängen Mechatroniker/-in und Industriemechaniker/-in durchgeführt wurde. Fachlicher Hintergrund für dieses Unterrichtsvorhaben ist die Fehlersuche in verteilten elektropneumatischen Systemen und Anlagen mit Hilfe von Teleservice-Systemen.

Die Wartung und Instandhaltung aber auch die Fehlersuche nehmen einen großen Raum im Rahmen der Ausbildung ein. Insbesondere in den Lernfeldern 8, 11 und 12 des Rahmenlernplans findet man entsprechende Hinweise. So heißt es beispielsweise im Bremer Rahmenlehrplan zu Lernfeld 8: „Sie erkennen Fehler durch Signaluntersuchungen an Schnittstellen und beseitigen die Fehlerursache“ oder zum Lernfeld 11: „Sie nutzen die Möglichkeiten von Diagnosesystemen...“. An dieser Stelle werden für die Unterrichtsinhalte ausdrücklich Aspekte von Teleservice genannt, wie zum Beispiel: Ferndiagnose unter Zuhilfenahme von Kommunikationssoftware.

Grundsätzliche Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich Elektropneumatik erlangt auch der Industriemechaniker. Diese werden je nach Fachrichtung vertieft. Für alle Fachrichtungen gelten nach dem Rahmenlehrplan Themen wie: „Anwendungsbereiche und Eigenschaften von elektropneumatischer Steuerungen verstehen können“ und „Fehler in diesen Steuerungen finden und beheben können“. Es taucht zwar nirgends das Stichwort Teleservice im Rahmenplan des Industriemechanikers auf, dennoch bietet es sich an, auch die Industriemechaniker in die Unterrichtsvorhaben mit einzubeziehen. Durch die Auswahl dieser beiden Lerngruppen ergibt sich die Möglichkeit, auch Aspekte der Telekooperation zu erproben.



Abb. 1: Erste Versuche mit dem Algo-Vision-System

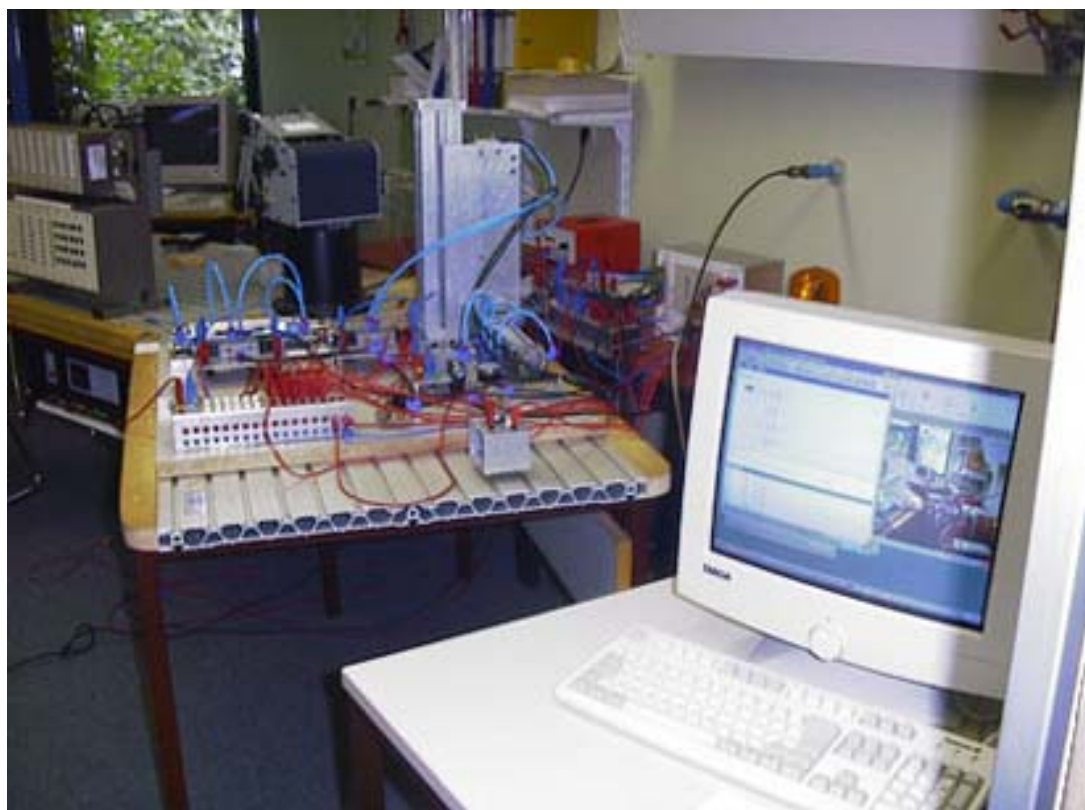


Abb. 2: Arbeitsplatz „Vor Ort“

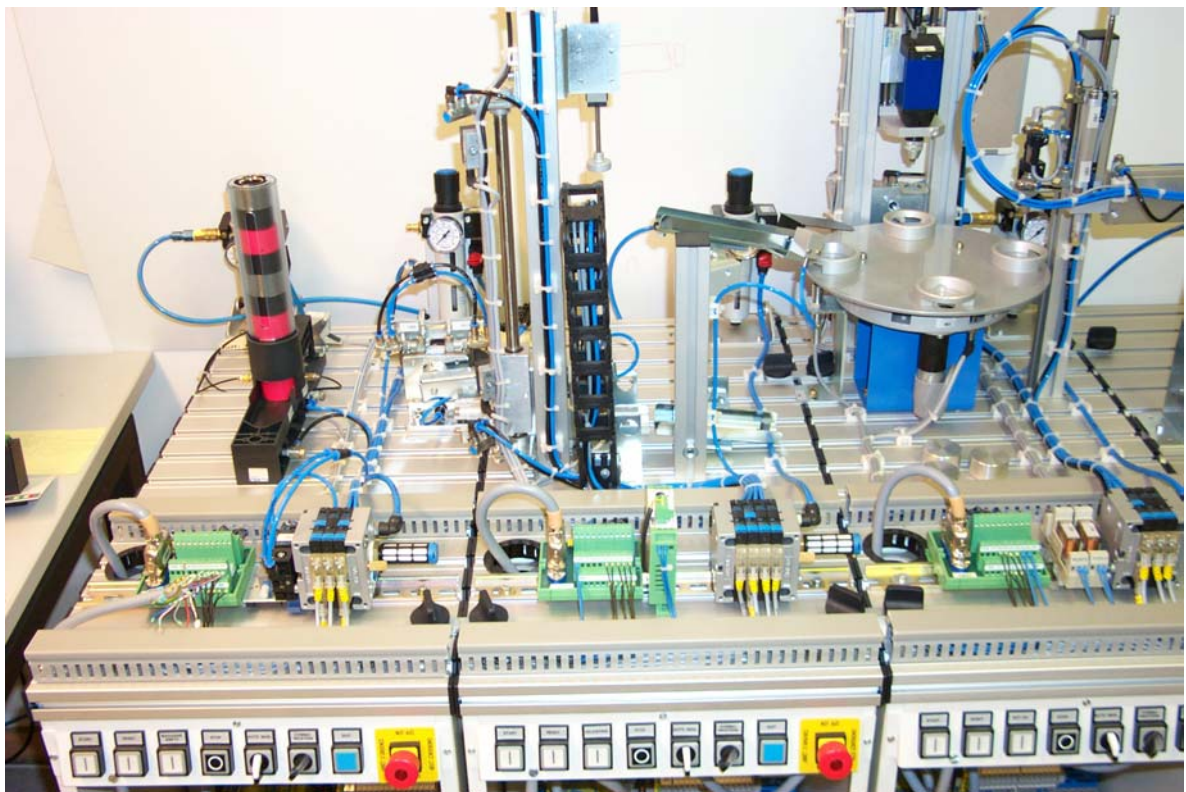


Abb. 3: Arbeitsplatz „Experte“

Die Rahmenbedingungen haben sich im Laufe des Modellversuchs durch einen Standortwechsel und Ergänzungen der technischen Ausstattung verändert. Die ersten Unterrichtseinheiten fanden noch im Schulzentrum „Im Holter Feld“ statt. An diesem Standort wurden die Unterrichtsvorhaben im Elektropneumatik-Labor durchgeführt. Zur Verfügung stand die Ausrüstung dieses Labors (Elektro-Pneumatik und SPS) sowie zwei zusätzliche Rechner mit der Teleservice-Software. Die räumliche Trennung zwischen den Kommunikationspartnern wurde hier durch eine Stellwand simuliert (Abb. 1 bis 3).

Die weiteren Unterrichtseinheiten fanden am Technischen Bildungszentrum Mitte (TBZ) statt. Das TBZ verfügt über ein Intranet, das über die Universität Bremen mit dem Internet verbunden ist. Es existieren mehrere Räume im TBZ, die mit Rechnern ausgestattet und an das Intranet angeschlossen sind. Der Unterrichtsraum der Mechatroniker weist diese Ausstattung auf, für das Elektropneumatik-Labor der Industriemechaniker war dies nicht der Fall. Allerdings ist der Nachbarraum des Labors ein EDV-Raum mit den entsprechenden Anschlüssen ans Intranet. Mit Hilfe mehrer-

Im weiteren Verlauf des Modellversuchs wurden mehrere modellhafte Industrieanlagen (MPS-Station „Verteilen“ von FESTO, vgl. Abb. 4) beschafft, die mit einem mobilen Kompressor in allen Räumen benutzt werden können.



2. Teleservicesysteme als Lehr- und Lernmedien

2.1. Erkundung und Bewertung technischer Möglichkeiten

Um einen Überblick über den aktuellen Stand von Teleservice-Systemen und deren Eignung für den Unterricht zu erhalten, hat die gesamte Modellversuchsgruppe Kontakte zu Herstellern und Anwendern von Teleservice-Systemen geknüpft. Der für unsere Lehrerarbeitsgruppe interessanteste Kontakt war der Kontakt zur Firma "AlgoVision".

2.2. Teleservicesystem der Firma "AlgoVision"

Im Rahmen einer mehrstündigen Produktpräsentation wurde uns ein Teleservice- und Videokonferenzsystem vorgestellt, das folgende Möglichkeiten bietet:

- Dateiübertragung
- Bildübertragung
- Fernsteuerung von Kameras
- Application Sharing
- White Board
- Chat

Während der Präsentation wurde mit Hilfe dieses Systems eine kleine elektropneumatische Anlage über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) durch einen Remote-Rechner in Betrieb genommen und gesteuert. Neben dem Application Sharing war gleichzeitig auch die Videoüberwachung der elektropneumatischen Anlage und die Audiokommunikation zwischen Experten (Remote-Rechner) und Anlagenbediener (Lokaler Rechner) möglich. Diese Präsentation überzeugte. Durch das Entgegenkommen der Firma "AlgoVision" erhielten wir die Möglichkeit, dieses System drei Monate kostenlos an unserem Schulstandort zu testen.

Installation des "AlgoVision"-Systems

Der Test dieses Systems, bestehend aus jeweils einer Karte mit Hardwarekomprimierung, ISDN-Schnittstelle sowie einer Kamera und einem Headset erfolgte auf zwei Rechnern des Modellversuchs. Um die beiden Rechner zu verbinden benutzten wir eine ISDN-Nebenstellenanlage. Die Kommunikation über ISDN

für den Arbeitsbereich Teleservice erschien uns sinnvoller als über das Internet. Verbindungen über ISDN garantieren je nach Bündelung der Kanäle eine bestimmte Übertragungsrate und sind insgesamt zuverlässiger. Die Softwareinstallation machte keine weiteren Schwierigkeiten. Allerdings war eine Anpassung der Nebenstellenanlage an das Teleservice-System notwendig. Die Telefonanlage war nicht mit einem Behörden- oder Telekomnetz verbunden. Sie diente nur als ISDN-Vermittlungsstelle zwischen den beiden Rechnern.

Erste Versuche mit dem "AlgoVision"-System

Wir testeten die Soft- und Hardware „Vision & Life“ von der Firma AlgoVision Version 4.1. Nachdem die Verbindung zwischen 2 Rechnern hergestellt ist, kann bequem die entsprechende Audio-Lautstärke vorgenommen und die Eigen- und Fremdbilder positioniert werden. Die automatische Anrufannahme kann über einen Button eingestellt werden.

Ein Standbild kann mit Mausklick erzeugt, ausgedruckt und übertragen werden. Übertragene Daten werden im Verzeichnis „Programme – NetMeeting - empfangene Dateien“ abgelegt. Auch das Fremdbild kann gespeichert werden, indem vorher auf Fremdbild umgeschaltet wird und dann das Symbol des Fotoapparates angeklickt wird. Die Übertragungsqualität muss beim Sender unter „Einstellungen - Audio/Video“ gewählt werden. Ferner kann der Anrufer die Bandbreite einstellen. Mit 2 Kanälen war die Qualität deutlich besser.

Bevor auf beiden Rechnern gemeinsam ein Programm genutzt werden kann, das nur auf einem Rechner installiert ist (application sharing), muss im Menü „Extra – Freigabe“ ein gestartetes Programm freigegeben werden. Die Kontrolle über das Programm kann dann jeweils ein Teilnehmer durch Doppelklick erhalten. Durch diese gemeinsame Nutzung von Programmen kann die Anlage vom auch entfernten Experten beobachtet und umprogrammiert werden.

Innerhalb eines weiteren Unterrichtsversuches testeten wir auch die Software-Version von AlgoVision (Vision & Live over IP). Diese Lösung ist preiswerter, für Laptops geeignet und funktionierte innerhalb unseres Schulnetzes erstaunlich gut.

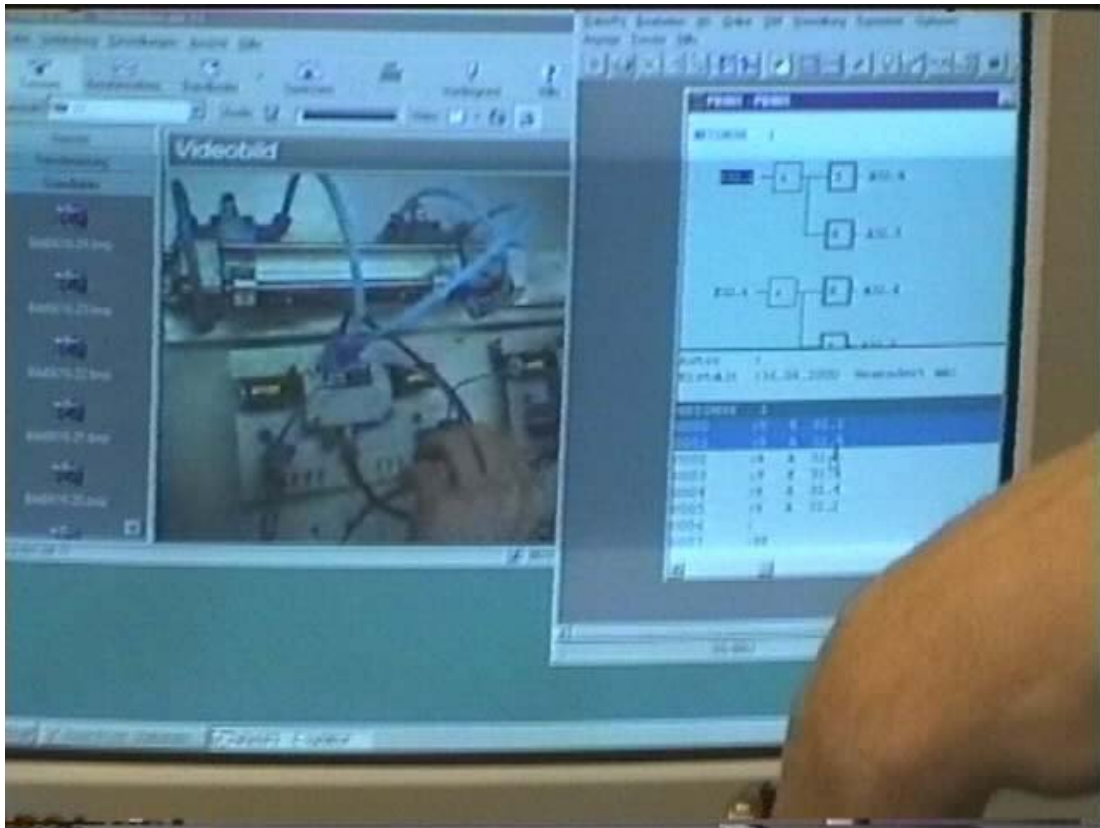


Abb. 5: Application Sharing

Zusammenfassung der Erfahrungen mit dem "AlgoVision"-System

Die Installation war problemlos, mit der Bedienung des Programms gab es keine Schwierigkeiten. Die Qualität der Videobilder ließ sich in Grenzen einstellen (Menü „Auflösung – Bewegungsablauf“). Die Übertragung lief über 2 Kanäle, war nicht ruckelfrei und deutlich verzögert, aber insgesamt befriedigend. Bei höheren Anforderungen kann die Übertragungsqualität durch Bündelung mehrerer Kanäle deutlich gesteigert werden. Die Positionierungsschwierigkeiten der Kamera führten zu einer regen Diskussion der verschiedenen Möglichkeiten (Freihand - Stativ – Helm – Brille). Leider war in unserem Test-Set keine fernsteuerbare Kamera enthalten, sie wurde vermisst. Der Anschluss eines Camcorders an die Karte war aber problemlos möglich und brachte auch schon akzeptable Ergebnisse.

Die Software-Version von Algovision (Vision & Live over IP) ist eine gute Alternative, wenn die Hardware-Lösung zu teuer ist und ein schulinternes Intranet zur Verfügung steht.

2.3. Auf der Suche nach Alternativen: Erfahrungen mit ‚NetMeeting‘

Auf der Suche nach Alternativen wurden auch das Konferenzsystem *NetMeeting* getestet. Das Programm ist kostenlos, die Installation problemlos. Die Verbindung verteilter Rechner kann über einen Anmeldeserver oder durch direkte Eingabe der IP-Adresse hergestellt werden.

Die Qualität der Videobilder über Internet ist z.Zt. noch unbefriedigend. Die Video – Option sollte ausgeschaltet werden, um wenigstens eine akzeptable Tonqualität zu erreichen. Bei einer Verbindung zwischen 2 Rechnern funktionierte die Tonübertragung und die gemeinsame Nutzung eines Programms gut. Bei mehr als zwei Teilnehmern kam es zu Tonunterbrechungen und unerwarteten Programmabstürzen. Dabei merkten wir, wie wichtig der Ton ist, wenn man gemeinsam an einem Programm arbeitet. Auf eine Videoübertragung könnte man in manchen Fällen verzichten, weil man auch Standbilder schicken kann. Ohne Tonübertragung wird die Kommunikation allerdings für viele schwierig, weil alles umständlich über die Tastatur eingegeben werden muss.

Bei einer lokalen Verbindung (2 nebeneinanderliegende Klassenräume) funktionierte *NetMeeting* bei der Benutzung eines 100 Mbps – Switch befriedigend bis gut. Räume, die nicht über eine LAN-Verkabelung verfügten, versuchten wir über ein Funknetzwerk zu verbinden. Die Reichweite und Übertragungsqualität war bei den uns zur Verfügung stehenden Funkkarten allerdings unbefriedigend.

Für die Zusammenarbeit mit mehreren Personen konnten wir kein preiswertes Konferenztool finden, das zufriedenstellend funktionierte.

2.4. Zusammenfassung

Beim Vergleich des "AlgoVision" Systems mit *NetMeeting* stellten wir fest, dass bei entsprechendem finanziellen Einsatz die AlgoVision-Lösung die bessere ist. Hervorragende Leistungsmerkmale sind Schnelligkeit, Zuverlässigkeit und die Qualität der Visualisierung und der Audioübertragung. Für den unterrichtlichen Einsatz ist *NetMeeting* nach dem augenblicklichen Stand unserer Erprobung aber ausreichend, im lokalen Netzwerk sogar befriedigend bis gut. Da *NetMeeting* zum Lieferumfang beim Kauf von Windows-Rechnern gehört, werden nur noch Netzwerkkarte, Kamera und Headset benötigt.

3. Planung und Erprobung der Unterrichtsszenarien

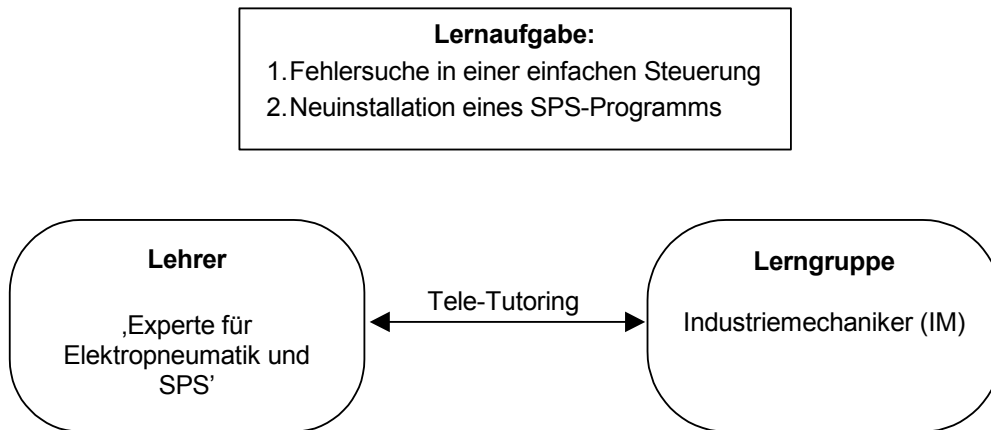
3.1. Planung von Unterrichtsszenarien

Bei allen Unterrichtsszenarien findet die Kommunikation zwischen den beiden Partnern über zwei Rechner und die Teleservicesoftware statt. Fachlicher Hintergrund für diese Unterrichtsszenarien ist die Elektropneumatik und die SPS-Technik. Die Aufgaben bestehen dabei darin, ein steuerungstechnisches Problem mit Hilfe eines Konferenzsystems in örtlich verteilten Gruppen zu bearbeiten.

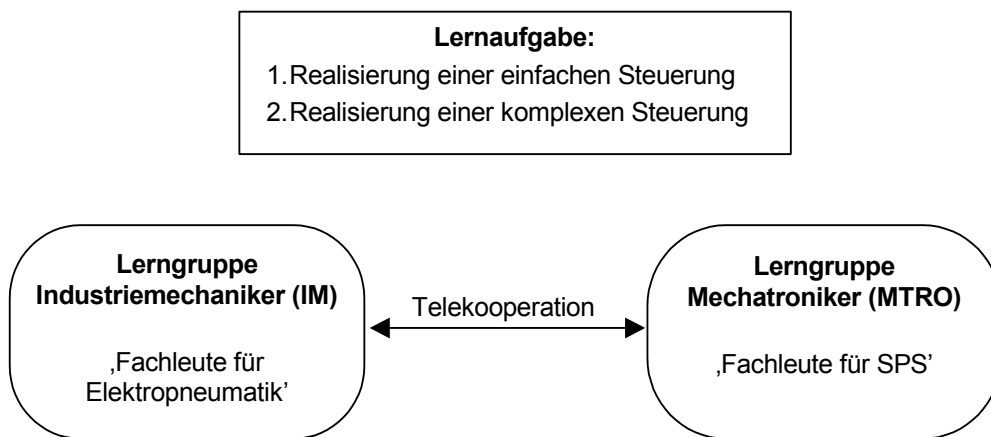
Im Szenario A kommt dem Lehrer die Funktion des Experten zu. Die Schüler bearbeiten eine Aufgabenstellung und wenden sich bei Fragen an den Experten. Im Szenario B ist die Schülergruppe I ein Expertenteam für ein bestimmtes Fachgebiet und Schülergruppe II ein Expertenteam für ein anderes Fachgebiet. Die Aufgabenstellung ist so gestaltet, dass die Lösung nur durch die Zusammenarbeit beider Teams möglich ist. Szenario C lehnt sich an Szenario A an, allerdings ist hier der Experte bzw. das Expertenteam die Schülergruppe I, die in der Lage ist, Fehler in einer steuerungstechnischen Anlage zu beheben. Schülergruppe II kommt die Funktion eines Montageteams zu, das nicht in der Lage ist Fehler ohne Hilfe zu beheben.

Neben den fachlichen Inhalten, die während der einzelnen Szenarien gelernt und vertieft werden, spielen fachliche und methodische Aspekte beim Umgang mit dem Rechner und der Software eine Rolle. Je nach Vorkenntnissen der Schüler müssen der Umgang mit Rechner und Software besprochen werden. Ein dritter Aspekt für das Lösen der Aufgabenstellung ist die Kommunikationskompetenz der Gesprächsteilnehmer. Diese kann den Schülern gerade bei dieser Kommunikationsart bewusst gemacht und gefördert werden. Mit diesen Unterrichtsszenarien werden folgende Ziele verfolgt:

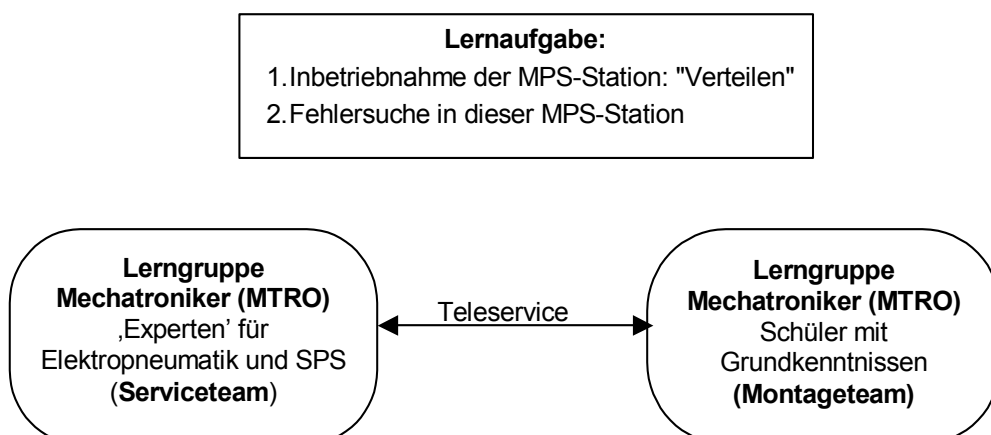
- Kompetenzen im Umgang mit Konferenzsystemen erwerben
- Fachsprachliche Kommunikation verbessern
- Automatisierungsgerät und Programmiersoftware kennen lernen bzw. erklären können
- Einfache Verdrahtungen zwischen Automatisierungsgerät, Ventilen und Signalglieder vornehmen können
- Inbetriebnahme einer Anlage
- Fehlersuche in diesen Anlagen



Unterrichtsszenario A



Unterrichtsszenario B



Unterrichtsszenario C

3.2. Realisierung der Unterrichtsszenarien

3.2.1 Unterrichtsszenario A: Ein Lehrer unterstützt als Experte Schüler über eine Videokonferenz bei der Fehlersuche und der Neuinstallation eines SPS-Programms.

Ein lokaler und ein ‚entfernter‘ Rechner waren über ISDN verbunden. Der lokale Rechner war über eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) mit einem kleinen modularen Produktionssystem verbunden (MPS).

Die beteiligten Schüler hatten Kenntnisse in Elektropneumatik, aber noch keine Erfahrungen mit einer SPS. Die zu testende Anlage arbeitete nicht korrekt und sollte repariert werden. Im Laufe der Fehlersuche konnten die Schüler einen Fehler im elektropneumatischen Teil ausschließen und vermuteten einen Fehler im Steuerungsprogramm. Sie stellten eine Teleservice-Verbindung mit einem Experten her und fanden mit Hilfe dieses Experten heraus, dass tatsächlich ein Programmteil fehlerhaft war.

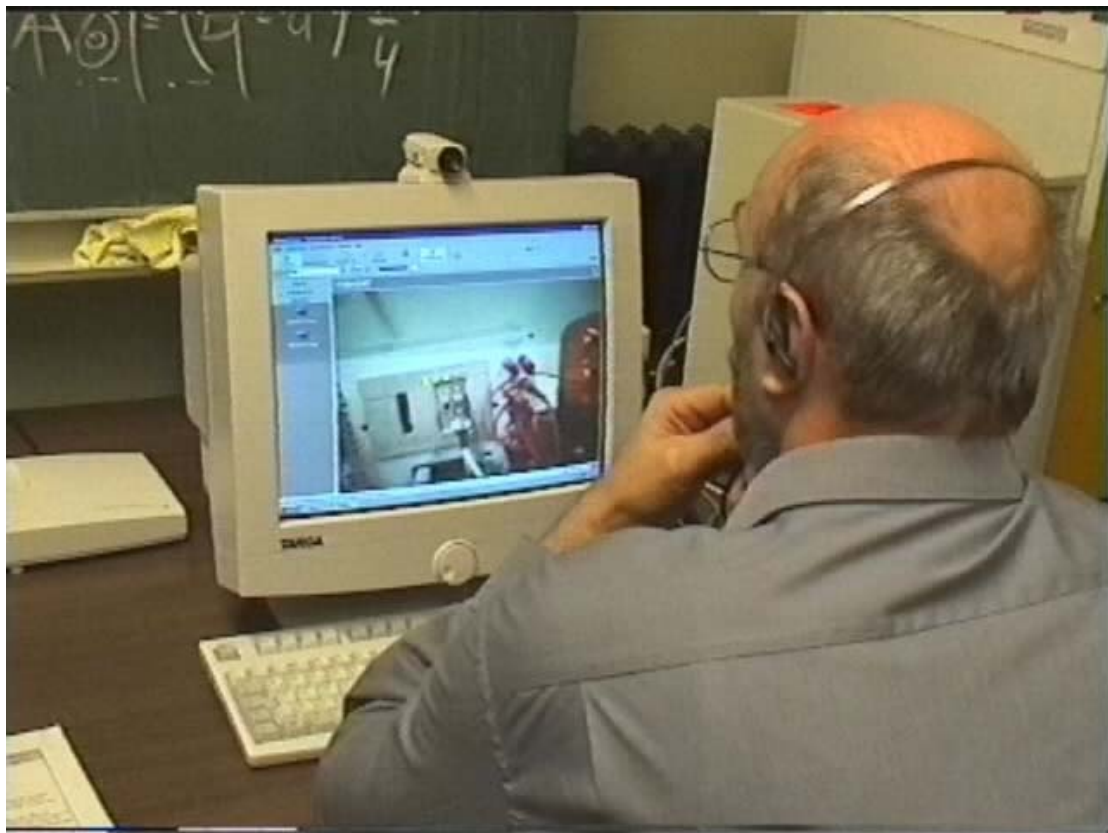


Abb. 6: Experte am „entfernten Rechner“

Um den Fehler schnell und sicher zu beheben, schlug der Experte vor, das Programm neu zu installieren. Vor Ort war eine Kopie des Programms im EEPROM vorhanden. Die Installation musste über ein Handprogrammiergerät erfolgen. Der Experte gab eine kurze Einführung in die Bedienung des Handprogrammiergerätes und konnte schnell und erfolgreich helfen, weil er die Tastatureingaben und die Anzeige auf dem Display über das Kamerabild verfolgen konnte. So wurde mit dem Sicherungs-EEPROM das Programm neu installiert und die Anlage lief wieder.

3.2.2 Unterrichtsszenario B: Änderung einer Anlagensteuerung mit Hilfe einer Teleservice-Verbindung

Diese Unterrichtseinheit wurde mit Industriemechanikern und Mechatronikern durchgeführt.

Lerngruppe Industriemechaniker/-in

Industriemechaniker müssen sich zum einen Kenntnisse in der verbindungsprogrammierten Elektropneumatik erarbeiten. Darüber hinaus ist es erforderlich, diesen Lerngruppen auch Kenntnisse aus dem Bereich speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) zu vermitteln. Diese Kenntnisse werden dann im späteren Verlauf der schulischen Ausbildung vertieft (z.B. in der Robotik).

Das Unterrichtsvorhaben wurde an das Ende des Zeitraums gelegt, in dem ausschließlich verbindungsprogrammierte elektropneumatische Steuerungen behandelt wurden. Entsprechend sind die Industriemechaniker zwar ‚Fachleute‘ im Bereich Elektropneumatik, es fehlen ihnen jedoch Kenntnisse, wie eine elektropneumatische Anlage von einer verbindungsprogrammierten Steuerung auf eine speicherprogrammierte Steuerung umzubauen ist. Für die Lösung dieser Aufgabe werden – wie oben beschrieben - die Auszubildenden des Ausbildungsberufes Mechatroniker/-in als ‚Fachleute für SPS‘ hinzugezogen, da diese bereits über SPS-Kenntnisse verfügen. Demgemäß wurden gemischte Arbeitsgruppen gebildet, die sich entsprechend ergänzen sollten. Die Industriemechaniker sind im 3. Ausbildungsjahr und kommen aus unterschiedlichen Industriebetrieben.

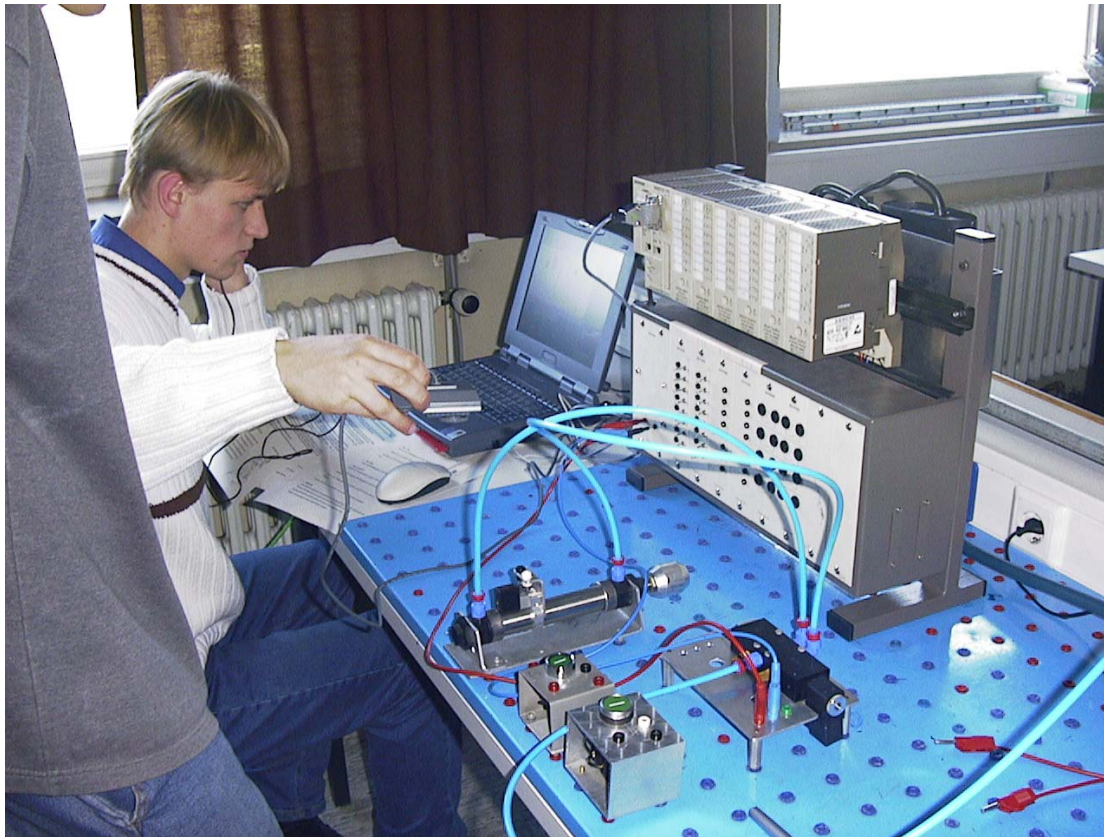


Abb. 7: Szenario B: Kooperation mit Laptop und LAN

Lerngruppe Mechatroniker/-in

Teilnehmer als ‚Fachleute für SPS‘ waren die Schüler der Klasse Mechatroniker im 3. Ausbildungsjahr (MTRO). Alle Schüler werden bei der Deutschen Bahn AG in Bremen ausgebildet. Die Schüler haben die SPS-Technik und Programmierung im 2. Ausbildungsjahr im Unterricht kennen gelernt. Auch die Grundlagen der Pneumatik sind ihnen bekannt.

Der Unterricht bezieht sich auf das Lernfeld 11: Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung. Der Bereich des Teleservice findet sich bei folgenden Inhalten wieder und ist somit für die Mechatroniker unterrichtsrelevant:

- Softwareinstallation
- Überprüfen und Einstellen von Sensoren und Aktoren
- Verfahren zur Fehlersuche
- Störungsanalyse
- Strategien der Fehlersuche
- Prozessvisualisierung
- Behebung von Programmfehlern.

Die Lerngruppe Industriemechaniker (IM) wird in 3 Gruppen zu je 3 Schülern unterteilt. Ein Schüler pro Gruppe hat vorwiegend eine Beobachterrolle, um die Auswertung des Unterrichtsverlaufs vorzubereiten. Die Unterlagen (vgl. Anlage 1, 3-5) erhalten die Schüler in Papierform und als Dateien auf Diskette. Anlage 2 steht als Online-Hilfe auf dem Rechner zur Verfügung. Die Lerngruppe Mechatroniker wird sinngemäß aufgeteilt. Es ergeben sich drei Gruppen (A, B und C) bestehend aus Mechatronikern und Industriemechanikern.

Der Unterrichtsablauf ist folgendermaßen geplant:

1. Die Schüler erhalten das Blatt "Allgemeine Hinweise" (Anlage 1) und lesen dieses.
2. Der Lehrer führt mit Hilfe einer Folie in die Software "*NetMeeting*" ein (Anlage 2).
3. Die Schüler bearbeiten die Problemstellung "Biegen von Schellen" (Anlage 3) mit Hilfe der Lerngruppe MTRO und *NetMeeting*.
4. Die Schüler bauen die elektropneumatische Hardware auf und verbinden diese mit dem Automatisierungsgerät. Eventuell auftretende Fehler in der Verdrahtung werden behoben.
5. Die Schüler vertiefen ihre Kenntnisse mit der Problemstellung "Spannvorrichtung" (Anlage 4).
6. Die Schüler werten den Unterrichtsverlauf anhand eines Fragebogens aus (Anlage 5).

3.2.3 Unterrichtsszenario C: Ein Serviceteam unterstützt ein Montageteam über eine Videokonferenz, um eine fehlerhaft aufgebaute Anlage in Betrieb zu nehmen.

Diese Unterrichtssequenz wird mit einer Halbgruppe (14 Schüler) aus dem Berufsfeld Mechatroniker durchgeführt. Die Schüler befinden sich am Ende des 1. Ausbildungsjahres. Der Unterricht bezieht sich auf das Lernfeld 4. Im Rahmen dieses Lernfeldes werden elektropneumatische Grundsaltungen und die Kleinsteuerung LOGO!-SPS behandelt. Neben diesen Themen greift das Unterrichtsszenario aber auch andere typische Inhalte des Berufsfelds Mechatroniker auf, wie Inbetriebnahme und Fehlersuche .

Die Schüler werden so aufgeteilt, dass 10 Schüler die zu untersuchende Anlage kennen (Serviceteam) und 4 Schüler die Anlage nicht kennen (Montageteam).

Auf den unterschiedlichen Kenntnisstand der Schüler wurde im vorausgehenden Unterricht geachtet. Gleichzeitig bietet sich hier eine Binnendifferenzierung zwischen mehr praktisch und mehr theoretisch begabten Schülern an.

Das Serviceteam steht dem Montageteam für die Lösung der Aufgaben der Unterrichtseinheit über eine Onlineverbindung zur Verfügung. Es handelt sich bei diesem Unterrichtsszenario also um Teleservice im engeren Sinne.

Es gibt 4 Gruppen: 2 Serviceteams á 5 Schülerinnen und
 2 Montageteams á 2 Schülerinnen

Das Montageteam besteht aus einem Monteur und einem Kameramann. Das Serviceteam besteht aus einer Hardwaregruppe (2 Schüler), einer Softwaregruppe (2 Schüler) und einem Schüler, der für die Kommunikation mit dem Montageteam zuständig ist (Kommunikator).

Die Montageteams verfügen jeweils über:

- 1 Laptop
- 1 Kamera
- 1 Headset für die Monteure
- Verbindungskabel (Netzverbindung, SPS)
- Tk-Anlage bzw. Intranet
- notwendige Software (Anwendungen: LOGO!, Digitaltechnik, Net-Meeting, Vision+Live von Algovision)

Die Serviceteams verfügen jeweils über:

- 1 Beamer
- 1 Headset
- mehrere Rechner
- 1 LOGO!-SPS für Testzwecke
- notwendige Software (s.o., COSIVIS)
- Unterlagen und Handbücher über die Soft- und Hardware



Abb. 7: Szenario C: Das Montageteam ist über einen Laptop mit dem Serviceteam verbunden

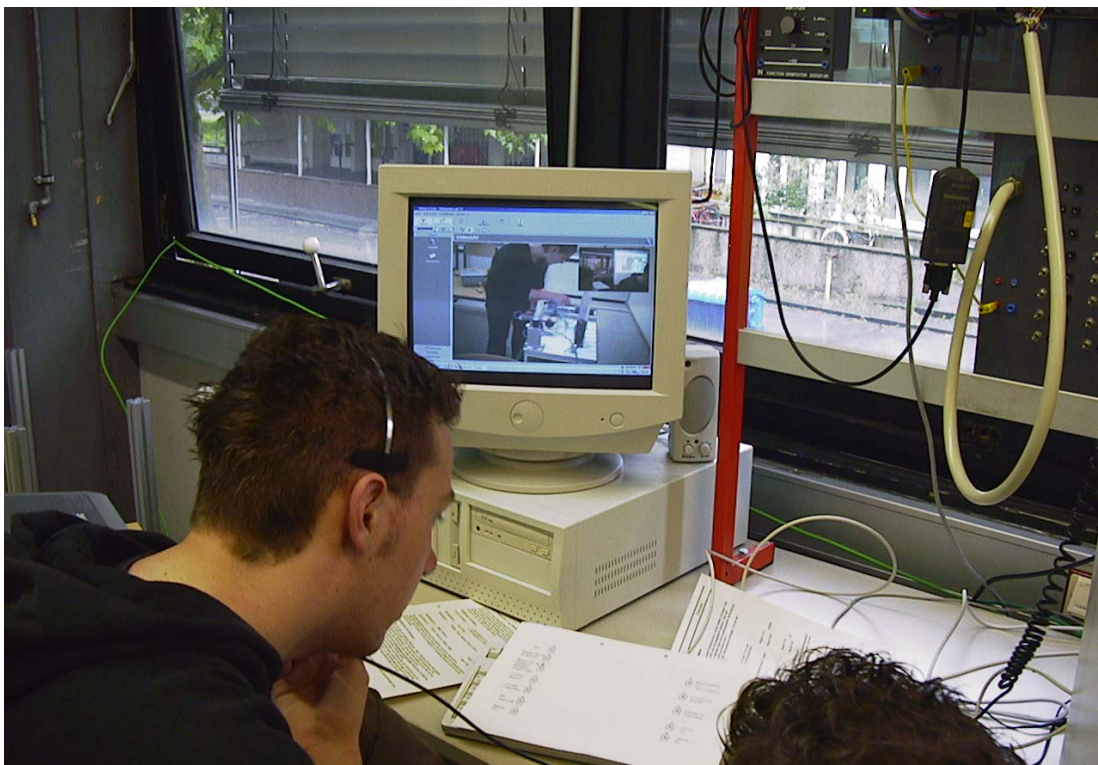


Abb. 8: Szenario C: Arbeitsplatz des Kommunikators

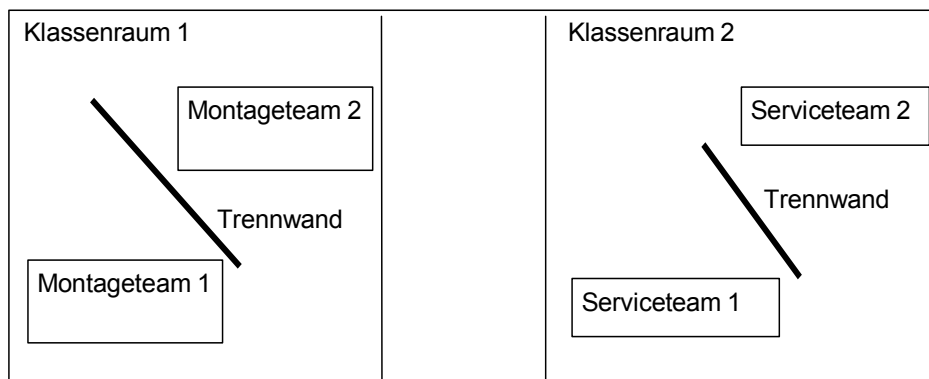


Abb. 9: Räumliche Anordnung der Teams

Die beiden Klassenräume können an beliebigen Orten im Schulgebäude liegen, sofern sie miteinander vernetzt sind und der Raum für das Montageteam mit einem Druckluftanschluss ausgestattet ist. Der Paravent soll verhindern, dass sich die Gruppen beeinflussen oder stören. Die Projektionswand dient zum einen dem gleichen Zweck, dient aber auch als Leinwand für den Beamer. Dieser stellt ein Bild von den Vorgängen beim Montageteam dar, so dass alle Serviceteammitglieder bei der Fehleranalyse beteiligt sein können.

Die Verbindung zwischen Serviceteam und Montageteam wird einmal als Intranetverbindung über IP und einmal mit einer Telefonanlage über ISDN realisiert. Der Arbeitsplatz des Serviceteams sieht folgendermaßen aus

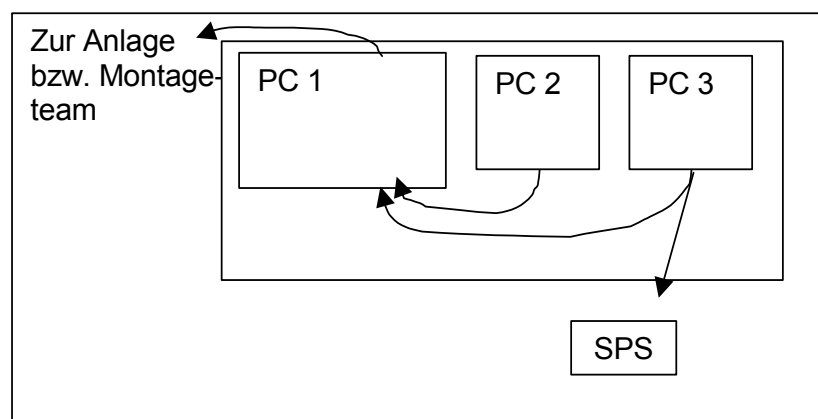


Abb. 10: Ausstattung für das Serviceteam

Die Funktionen der einzelnen Teammitglieder sind folgendermaßen festgelegt: Der Monteur des Montageteams ist über ein Headset (Rechner - Netz - Rechner) mit dem Serviceteam verbunden. Der Kameramann steuert die Handkamera, damit das Serviceteam sich ein Bild von der Anlage, dem Fehlerort und der Fehlfunktion der Anlage machen kann. Der Kommunikator sorgt für eine rei-

bungslose und geordnete Verbindung und Kommunikation. Er leitet die Informationen zwischen den einzelnen Gruppen weiter. Er bedient PC 1 mit der entsprechenden Kommunikationssoftware. Die Hard- bzw. Softwaregruppen schätzen die Fehlerquelle, die Fehlfunktion ein und handeln entsprechend ihrer Kenntnisse bzw. Funktion. Hierzu stehen ihnen zwei Rechner (PC 2 und PC 3) zur Verfügung. Die Hardwaregruppe findet auf dem PC 2 Datenblätter zu den Bauelementen der Anlage und ein Simulationsprogramm (COSIVIS) mit der die Anlage simuliert werden kann. Die Softwaregruppe findet auf PC 3 die LOGO!-SPS-Software. Dieser ist mit einer LOGO!-SPS verbunden, um gegebenenfalls ein Testprogramm überprüfen zu können.

Die Unterrichtsphasen gliederten sich wie folgt:

1. Die gesamte Lerngruppe wird anhand des Arbeitsblattes (vgl. Anlage 6) in den Arbeitsauftrag eingeführt.
2. Die einzelnen Teams werden entsprechend ihrer Kenntnisse zusammengesetzt.
3. Die einzelnen Teams begeben sich zu ihrem Arbeitsplatz und machen sich mit ihm vertraut. Währenddessen erhält der Kommunikator eine Einführung in die Kommunikationssoftware.
4. Das Montageteam beginnt mit der Inbetriebnahme und zieht bei der Fehlersuche das Serviceteam hinzu. Die Anlage enthält zunächst einen Hardwarefehler. Während das Montageteam und die Hardwaregruppe den Fehler beheben, entwickelt die Softwaregruppe unter Zuhilfenahme des Zuordnungsplans für die LOGO! (vgl. Anlage 7) das Steuerungsprogramm. Nachdem der Hardwarefehler behoben ist, treten Softwareprobleme auf (Programm fehlt völlig, bzw. ist in Teilen fehlerhaft), die gelöst werden müssen.
5. Die Schüler werten den Unterrichtsverlauf anhand eines Fragebogens aus (vgl. Anlage 8).

3.3. Auswertung und Evaluation

3.3.1 Unterrichtsszenario A

Eine wesentliche Erkenntnis bei diesem ersten Versuch war, dass ausreichend Vorbereitungszeit für die Konfiguration des Konferenzsystems eingeplant werden muss. Erfahrungsgemäß dauert es eine gewisse Zeit, bis die Schüler die optimalen Einstellungen des Systems gefunden haben.

Die befragten Teilnehmer waren alle mit dem Versuch zufrieden und ermunterten uns, solche Szenarien weiter auszuarbeiten. Als positives Zeichen kann auch gewertet werden, dass die restlichen Mitschüler, die zunächst mit anderen Aufgaben beschäftigt waren, im Laufe des Experiments dann interessierte Zuschauer wurden.

3.3.2 Unterrichtsszenario B

Die Ton- und Bildübertragung war für die zu bearbeitende Aufgabenstellung ausreichend. Allerdings gab es bei der Datenübertragung starke Qualitätsverluste (Tonaussetzer und ruckende Bildübertragung) wenn gleichzeitig auch auf das SPS-Programm zugegriffen wurde. Ursache ist die zu geringe Bandbreite bei der verwendeten Installation. Für die Lösung der Lernaufgabe stellte dies allerdings kein Problem dar - im Gegenteil: den Auszubildenden wurde sehr schnell deutlich, dass bei ‚reduzierten‘ technischen Möglichkeiten eindeutige und klare Formulierungen und ein systematisches Vorgehen besonders wichtig sind. Das SPS-Programm zu schreiben bereitete keine Probleme. Auch der Aufbau der Hardware konnte mehr oder weniger schnell funktionsgerecht realisiert werden. Etwas schwieriger war die Nutzung des Applikation Sharing. Hilfreich waren hierbei der Einsatz der Kameras und die mündliche Verständigung, ohne deren Unterstützung die Probleme kaum hätten gelöst werden können. Zwei von drei Gruppen (A und B) gelang die Aufgabenlösung.

In einer Gruppe (Gruppe C) gab es größere Probleme beim Herstellen des Verbindungsaufbaus, bedingt durch PC-Abstürze bei den Industriemechanikern. Die Mechatroniker saßen sehr lange vor dem Rechner und warteten auf eine Reaktion der Gegenseite. Erst zum Schluss konnte an der eigentlichen Aufgabe gearbeitet werden.

Die größten Probleme bei der Zusammenarbeit gab es bei der Kommunikation der Gruppen. Hier ist ein großer Unterschied bei den Gruppen festzustellen: Die Gruppe A hatte am wenigsten Schwierigkeiten, da auf Seiten der Mechatroniker einer der besten Schüler saß, der durch seine Fachkompetenz in der SPS schnell den Industriemechanikern bei der Fehlerbeseitigung durch seine ruhige und kompetente Art helfen konnte. Die fachgerechte Lösung des Problems wurde auf Seiten der Industriemechaniker durch ihre Fähigkeit unterstützt, konzentriert und diszipliniert zu kommunizieren.

In der Gruppe B war der Umgangston schon rauer. Mit sehr lauter Stimme führte der Mechatroniker seine Gegenüber an die Probleme heran. Durch seine oft-

mals ungehaltene Art und derben Worten fühlte sich die Gruppe der Industriemechaniker genötigt auf die gleiche Weise zu antworten, was bei der Aufgabenlösung nicht hilfreich war. So dauerte es recht lange, bis alle Probleme gelöst waren, obwohl die Gruppe als erste das SPS-Programm fertig hatte.

Die Auswertung der Unterrichtssequenz durch die Schüler anhand des Fragebogens (Anlage 5) lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Unterrichtssituation wurde durchweg als positiv empfunden. Kritik gab es zur Bild- und Tonübertragung. Erkannt wurde auch, dass Voraussetzung für ein Lösen der Aufgabenstellung eine gewisse Kommunikationskompetenz ist. Die detaillierte Auswertung wurde im Zwischenbericht 2 dargestellt.

3.3.3 Unterrichtsszenario C

Auch am Ende dieses Unterrichtsszenarios erhielten die Schüler einen Auswertungsbogen zum Unterrichtsszenario (Anlage 8). Die Auswertung ergab, dass die Schüler vor dem Unterrichtsszenario keine Erfahrungen mit Videokonferenzen hatten. Drei Schüler gaben an, dass sie damit schon erste Erfahrungen auf LAN-Parties gesammelt hatten.

Die Qualität der technischen Verbindung wurde im Schnitt mit gut bis befriedigend beurteilt. Die Gründe für diese Note lagen in der für die Schüler manchmal unbefriedigenden Bildqualität. Es wurde vorgeschlagen, bei zukünftigen Unterrichtseinheiten ein Stativ für die Kamera sowie eine zusätzliche Lichtquelle bereitzustellen. Wünschenswert wäre außerdem die Projektion des Videobildes auf eine Leinwand, damit alle Gruppenteilnehmer das Verhalten der Anlage beobachten können.

4. Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass beim Unterricht im Bereich Teleservice folgende Punkte beachtet werden müssen:

- beide Teilnehmer müssen die "gleiche Sprache" sprechen, sowohl fachlich als auch umgangssprachlich,
- es dauert eine bestimmte Zeit bis die Schüler untereinander eine gemeinsame Fachterminologie gefunden haben,
- ein Gruppenmitglied muss die Gesprächsführung übernehmen,

- bei beiden Seiten muss eine große Disziplin vorhanden sein, da die Telekommunikation zur Zeit noch zu viele technische Probleme bereitet, die die Verständigung erschweren,
- die Verbindung sollte eine minimale Bandbreite haben (ISDN-Geschwindigkeit oder besser), insbesondere dann, wenn neben der Video- und Audioübertragung auch noch gemeinsam auf ein Programm zugegriffen wird (*Application sharing*),
- bei zu großen Problemen mit der Audioübertragung sollten die Schüler in der Lage sein, auch Chat- und Whiteboard-Funktionen zu nutzen.

Aufgrund der großen Motivation der beteiligten Schüler werden wir zukünftig ähnliche Unterrichtsvorhaben entwickeln und erproben, wobei die oben genannten Punkte berücksichtigt werden müssen.

Dabei soll besonders Wert auf die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen wie Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit gelegt werden. Die fachlichen Aspekte sollen erst im späteren Verlauf des Unterrichts im Mittelpunkt stehen. Darüber hinaus soll in den weiteren Unterrichtsvorhaben versucht werden, eine höhere Qualität bei der Telekommunikation insbesondere beim *Application sharing* zu erreichen.

5. Anhang

Anlage 1 (Informationsblatt Schüler)

Allgemeine Hinweise:

Es soll ein Steuerungsproblem gelöst werden, bei dem nur die Hilfe der Fachgruppe SPS (Mechatroniker 3.Ausbildungsjahr) zur Verfügung steht.

Die Fachgruppe SPS soll das Steuerungsproblem durch die Benutzung einer speicherprogrammierbaren Steuerung lösen. Bei dieser Steuerungsart liegt das Programm nicht in Form von entsprechenden Verbindungen mit Leitungen vor, sondern wird mit Hilfe einer Software erstellt. Diese Software finden Sie auf dem Desktop Ihres PC's (Notebook)

Die Fachgruppe SPS ist Ihr Ansprechpartner in allen Fragen zu dieser Software. Da die Fachgruppe im Elektrotechnikgebäude (Gebäude 2) sitzt und die Aufgabenstellung in dieser Stunde gelöst werden muss, sollen Sie mit der Fachgruppe über das hausinterne Computernetz kommunizieren. Dazu benutzen Sie die Software „*NetMeeting*“.

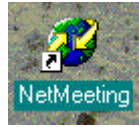
Sie erreichen die Fachgruppe unter der IP-Nummer 172.16.218.6 bzw. ...9 bzw. ...12. Einigen Sie sich, welche Gruppe welche Endnummer wählt.

Neben der fachlichen Bearbeitung der Aufgabe soll dieser Telelearning-Versuch von Ihnen auch ausgewertet werden. Bestimmen Sie aus Ihrer Gruppe eine Person, die das ganze Geschehen mit Hilfe des Auswertungsbogens im Auge behält. Nutzen Sie auftretende Leerlaufzeiten, um den Bogen gemeinsam zu bearbeiten. Der Auswertungsbogen ist am Ende der Unterrichtsstunde abzugeben.

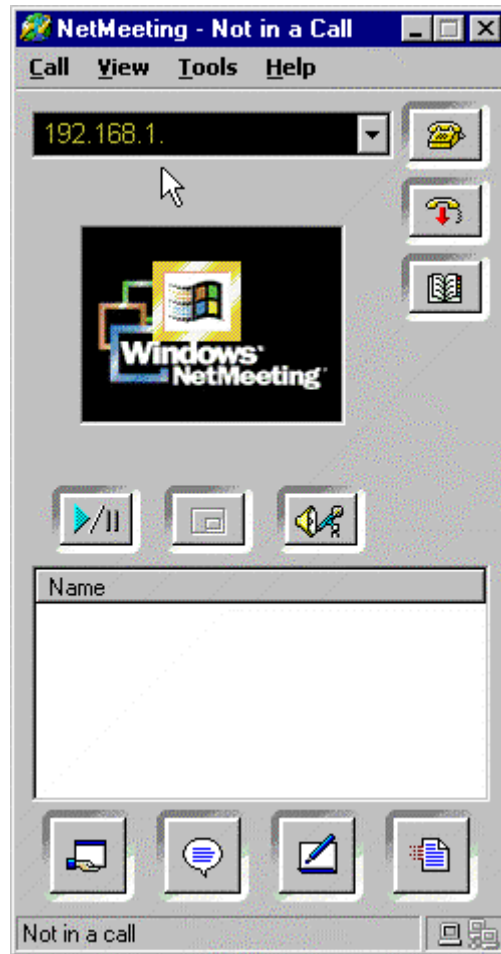
Alle Unterlagen, die Sie in Papierform erhalten, sind auch auf der ausgegebenen Diskette als Word-Dateien vorhanden. Damit haben Sie die Möglichkeit, der Fachgruppe SPS die Problemstellung über das hausinterne Netz zu schicken.

Anlage 2 (Informationsfolie NetMeeting)

1. Starten Sie *NetMeeting*.



2. Geben Sie in das Adressfeld die IP-Adresse des Remote-PC's ein, auf den sie zugreifen wollen. Die IP-Adresse erhalten Sie von uns bei der Terminvereinbarung.



3. Klicken Sie auf die Schaltfläche "Anrufen".



Anlage 3 (Arbeitsblatt 1)

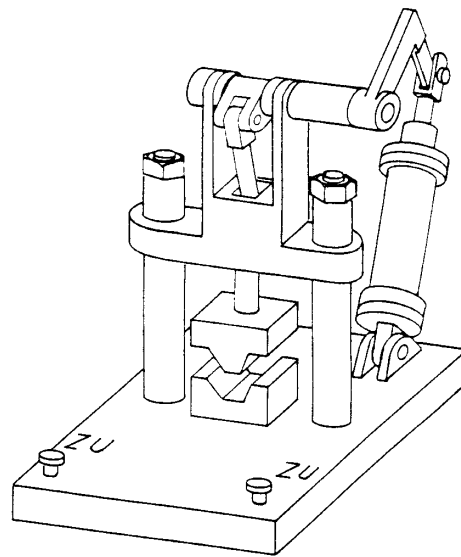
Biegen von Schellen (Kennenlernen von „NetMeeting“ und Programmiersoftware für die SPS)

Um den Umgang mit „*NetMeeting*“ und der Programmiersoftware kennenzulernen, lösen Sie mit Hilfe der Fachgruppe folgendes Problem:

Problemstellung

Aus einem Blechstreifen sollen Schellen gebogen werden. Das Startsignal erfolgt durch gleichzeitiges Drücken zweier Taster. Nach dem Loslassen der Taster fährt der Kolben in seine Ausgangsstellung zurück.

Technologieschema



Hinweis:

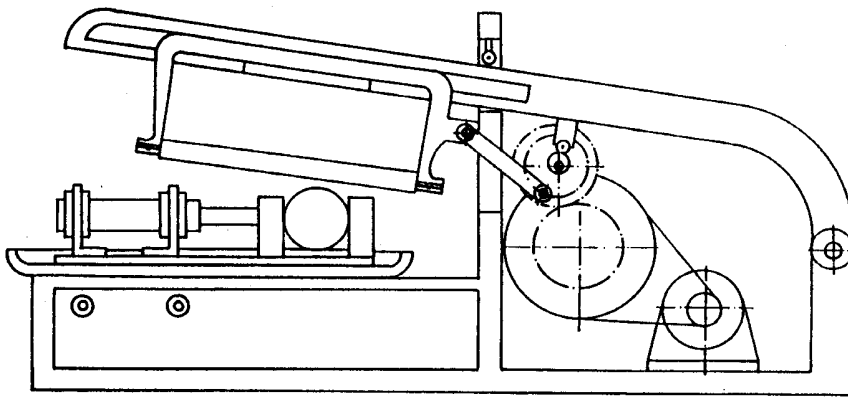
Der elektropneumatische Teil ist aufzubauen und mit dem Automatisierungsgerät zu verbinden. Ein Funktionstest ist durchzuführen und eventuelle Fehler sind (mit Hilfe der Fachgruppe SPS) zu beheben.

Anlage 4 (Arbeitsblatt 2)

Spannvorrichtung

Die Steuerung soll mit Hilfe einer SPS realisiert werden. Nehmen Sie hierzu die Hilfe der Fachgruppe SPS in Anspruch.

Technologieschema



Problemstellung

An einer automatischen Bügelsäge werden Profilstäbe von einem einfachwirkenden Zylinder durch Druck auf Taster S1 gespannt. Nach Loslassen des Tasters S1 darf der Zylinder den Spannvorgang nicht unterbrechen. Der Spannvorgang darf nur dann durch Druck auf den Taster S2 beendet werden, wenn die Arbeitseinheit sich in der hinteren Endlage befindet. Die Endlage der Arbeitseinheit wird durch den Grenztaster S3 abgefragt.

Anlage 5 (Fragebogen)

Auswertung „NetMeeting“

1. Zum Ton:

Wie war die Verständigung mit dem Gegenüber?

Wurde sie im Laufe des Arbeitens schlechter?



Wie haben sich die Teilnehmer verhalten? (Durcheinandergeredet, genervt, diszipliniert usw.)

2. Zum Bild:

Wäre eine Bildübertragung notwendig? Wenn ja, warum?



3. Zum Arbeiten:

Konnte die Aufgabe gelöst werden? Wenn nein, warum nicht?

Wie hat das Freigeben des Programms vom/zum anderen Teilnehmer geklappt?



Konnte das Programmieren und Laden in die SPS nachvollzogen werden?

Hat das Übertragen von Dateien zum anderen Teilnehmer funktioniert?

Allgemein:

Geben Sie bitte eine allgemeine Einschätzung des durchgeführten Versuches. Beschreiben Sie die Probleme, die aufgetreten sind (außer den schon beschriebenen): technische, zwischenmenschliche usw.

Anlage 6 (Arbeitsblatt UE C)

Aufgabe: Fehlersuche in einer MPS-Station

Die heutige Unterrichtseinheit beginnt mit einer Fehlersuche in einer realen Anlage. Die Anlage steht an einem entfernten Ort und wird vom *Montageteam* betreut. Bei der Fehlersuche behilflich ist das *Serviceteam*, welches über eine audiovisuelle Verbindung über zwei Rechner mit dem *Montageteam* kommunizieren kann. Im weiteren Verlauf des Unterrichts treten auch Probleme mit der Software auf, die behoben werden müssen.

Die Reparatur der Anlage soll also mit Hilfe des *Serviceteams* erfolgen. Es ist ein Austausch von Ton, Bild und Daten möglich.

Aufteilung in Gruppen:

Es gibt 4 Gruppen: 2 x Serviceteams á 4 bzw. 5 Schüler
 2 x Montageteam á 2 Schüler/innen

Montageteam 1: Raum 1

Serviceteam 1: Raum 2

Montageteam 2: Raum 1

Serviceteam 2: Raum 2

Das Montageteam besteht aus einem Monteur und einem Kameramann.

Das Serviceteam besteht aus einer Gruppe, die sich vorwiegend um Softwareprobleme kümmert, einer weiteren Gruppe, die sich vorwiegend um Hardwareprobleme kümmert und einem Kommunikator.

Die Funktionen im einzelnen:

Der Monteur ist über ein Headset (Rechner - Netz - Rechner) mit dem Serviceteam verbunden und kommuniziert mit dem Serviceteam und dem Kameramann. Der Kameramann steuert die Handkamera, damit das Serviceteam sich ein Bild von der Anlage, dem Fehlerort, der Fehlfunktion der Anlage machen kann.

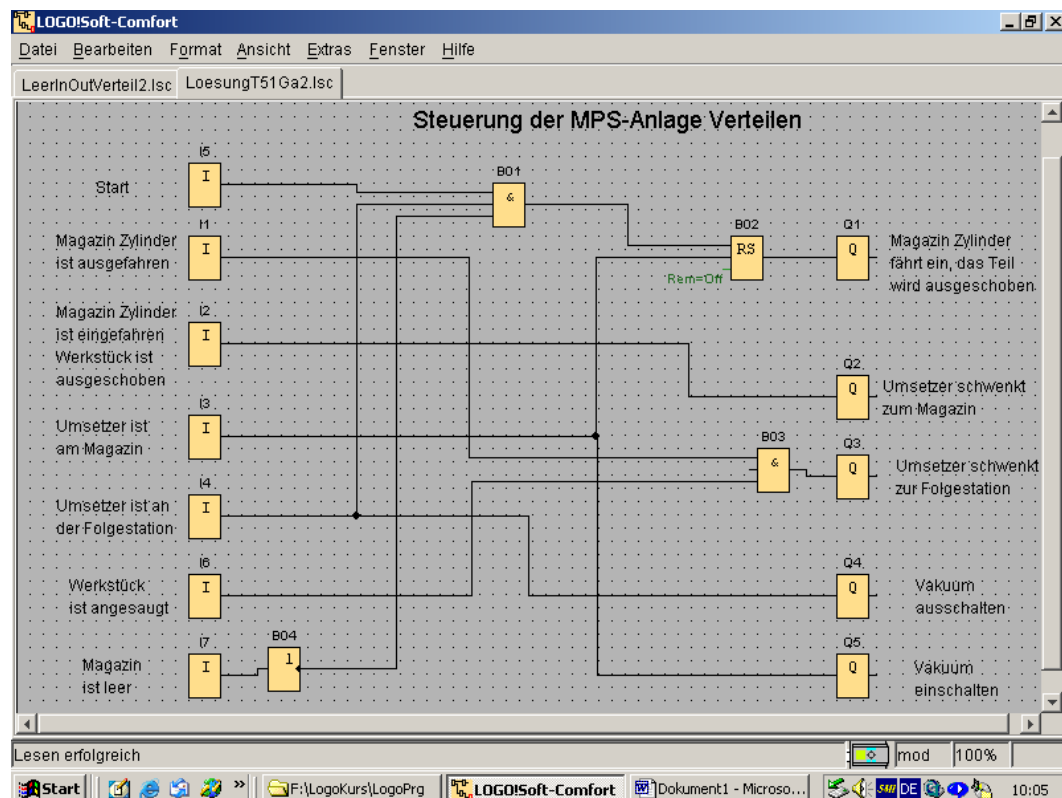
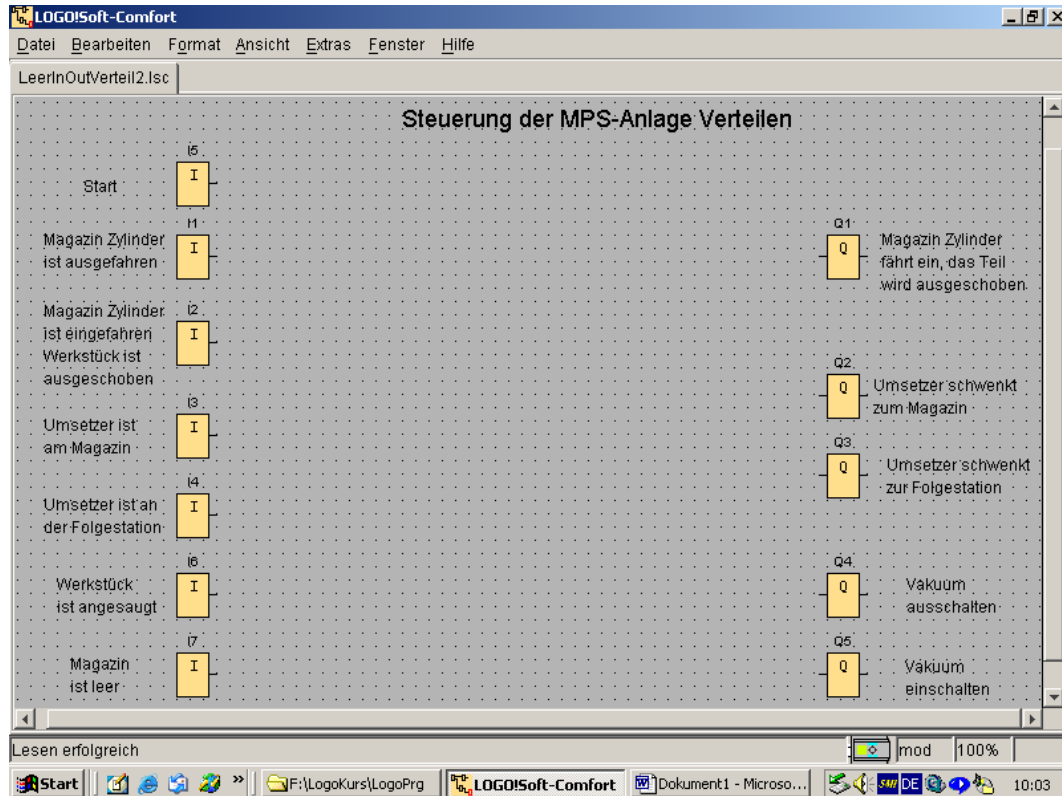
Der Kommunikator sorgt für eine reibungslose und geordnete Verbindung. Er leitet die Informationen zwischen den einzelnen Gruppen weiter.

Die Hard- bzw. Softwaregruppen schätzen die Fehlerquelle, die Fehlfunktion ein und handeln entsprechend. Die Hardwaregruppe untersucht die Anlage auf fehlerhafte Bauteile, Einstellungen, Verbindungen, o.ä. Die Softwaregruppe beginnt mit der Programmierung der Anlage, um Softwareprobleme lösen zu können.

Auswertung

Eine viertel Stunde vor Schluss des Unterrichts füllen bitte alle den Auswertebogen aus.

Anlage 7 (Zuordnungsplan für die LOGO!-SPS (Aufgabenblatt und Lösung))



Anlage 8 (Fragebogen)

Auswertebogen zur Unterrichtseinheit

1. Welche Erfahrungen haben Sie mit Audio-Video-Verbindungen über einen Rechner (Spiele, Chat, Tele-Konferenzen, ...)?

2. Waren sie mit der technischen Qualität der Verbindung während der Unterrichtseinheit zufrieden? Kreuzen Sie an! Die Verbindung war

sehr gut gut befriedigend schlecht

3. Haben Sie Verbesserungsvorschläge was die technische Qualität betrifft? Wenn ja, welche?

4. Waren Sie mit der Unterrichtseinheit zufrieden? Kreuzen Sie an! Die Unterrichtseinheit war

sehr gut gut befriedigend schlecht

5. Haben Sie Verbesserungsvorschläge für die Umsetzung des Themas Teleservice im Unterricht? Wenn ja, welche?

Lernsituationen: Diagnose und Inbetriebnahme einer regelungstechnischen Anlage durch Teleservice

1. Zielsetzung des Unterrichtsvorhabens

In diesem Beitrag wird ein Unterrichtsvorhaben dargestellt, dessen Planung im ersten Zwischenbericht angesprochen wurde. Fachlicher Hintergrund dieses Unterrichtsvorhabens sind Lernsituationen und Lerninhalte aus den Bereichen Verfahrenstechnik und Regelungstechnik. Außerdem hatten wir bei der Planung unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit berücksichtigt, dass auch andere Berufsgruppen mit der aufgebauten Anlage in den Bereichen Regelungstechnik und Teleservice arbeiten können sollen (siehe Abb. 1). Das Unterrichtsvorhaben beinhaltet zwei unterschiedliche Lernsituationen die zum einen technische Aspekte im Zusammenhang mit Teleservice und zum anderen den Transfer und die Teamarbeit mit anderen Berufsgruppen wie beispielsweise die Zusammenarbeit mit einer anderen Fachklasse berücksichtigten.

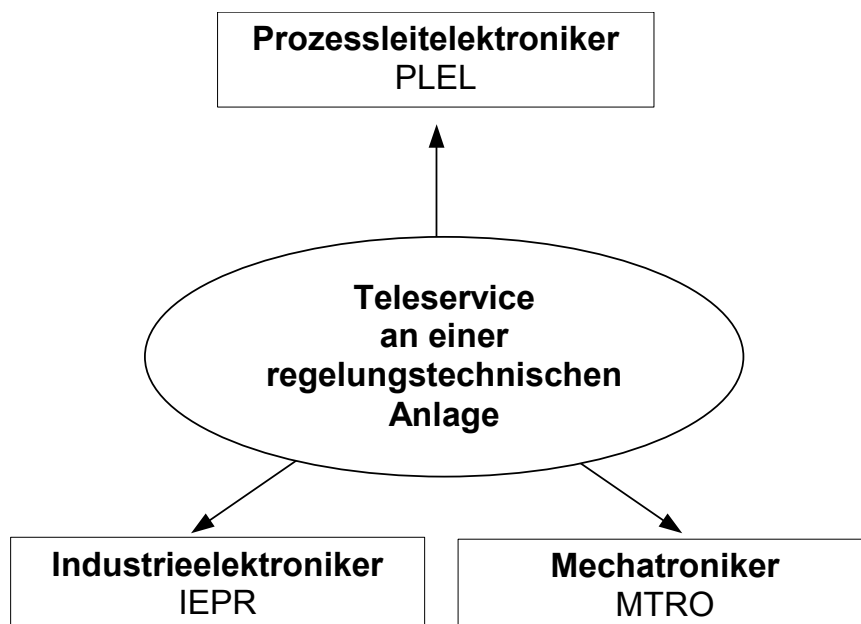


Abb.1: Diagnose und Inbetriebnahme einer regelungstechnischen Anlage durch Teleservice für verschiedene Ausbildungsberufe

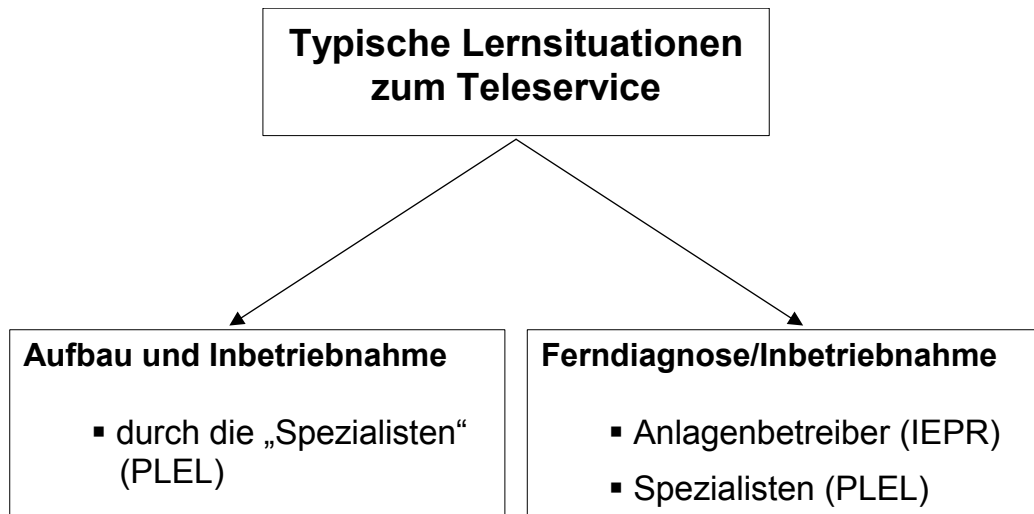


Abb. 2.: Zwei Lernsituation

In der *ersten Lernsituation* ist eine verfahrenstechnische Anlage mit mehreren unabhängigen Regelkreisen in einem Fachraum für Regelungstechnik aufgebaut worden. Der Aufbau dieser Anlage wurde innerhalb einer umfangreichen Lern-Arbeitsaufgabe mit einer Klasse der Prozessleitelektroniker (PLEL 991, vom Ausbildungsbetrieb: „Stahlwerke Bremen“) im dritten und vierten Ausbildungsjahr durchgeführt (vgl. Kap. 4.1). Dabei sind die regelungstechnischen Komponenten so in die Anlage integriert worden, dass kurzfristig über eine Teleserviceverbindung eine Fernwartung/Fernsteuerung bzw. Diagnose durchgeführt werden kann.

In der *zweiten Lernsituation* entwickelten wir dann eine Lern-/Arbeitsaufgabe, in der mit Hilfe einer Teleserviceverbindung eine „Inbetriebnahme nach Wartungsarbeiten“ durchgeführt werden konnte (vgl. Kap. 4.3). Durchgeführt wurde diese Lern-/Arbeitsaufgabe mit zwei Klassen, in Gruppen mit je 2 bis 3 Schüler/-innen: Den Prozessleitelektronikern als „Spezialisten“ an einem anderen Ort, und den Industrieelektronikern als „Anlagenbetreiber“.

Die gesamte Anlage bestand aus 4 Einzelstationen. Die „Anlagenbetreiber“ (Schüler/-innen der Industrieelektroniker-Klasse) verfügten zwar über allgemeine Kenntnisse der Regelungstechnik, kannten aber nicht die speziellen Komponenten der Anlage. Sie waren also auf Experten- bzw. Spezialistenhilfe angewiesen. Die „Spezialisten“ waren in diesem Fall die Prozessleitelektroniker, die ja in der ersten Lernsituation die Anlage aufgebaut hatten und sich somit mit allen Komponenten sehr gut auskannten. Zur Teleservice-Verbindung nutzten

wir das Konferenzsystem *MS-NetMeeting* mit der entsprechenden Hard- und Software. Das gesamte Unterrichtsvorhaben gliederte sich in 4 Phasen, die in den nachfolgenden Kapiteln näher beschrieben werden (vgl. Abb. 3)

Regelungstechnische Anlage

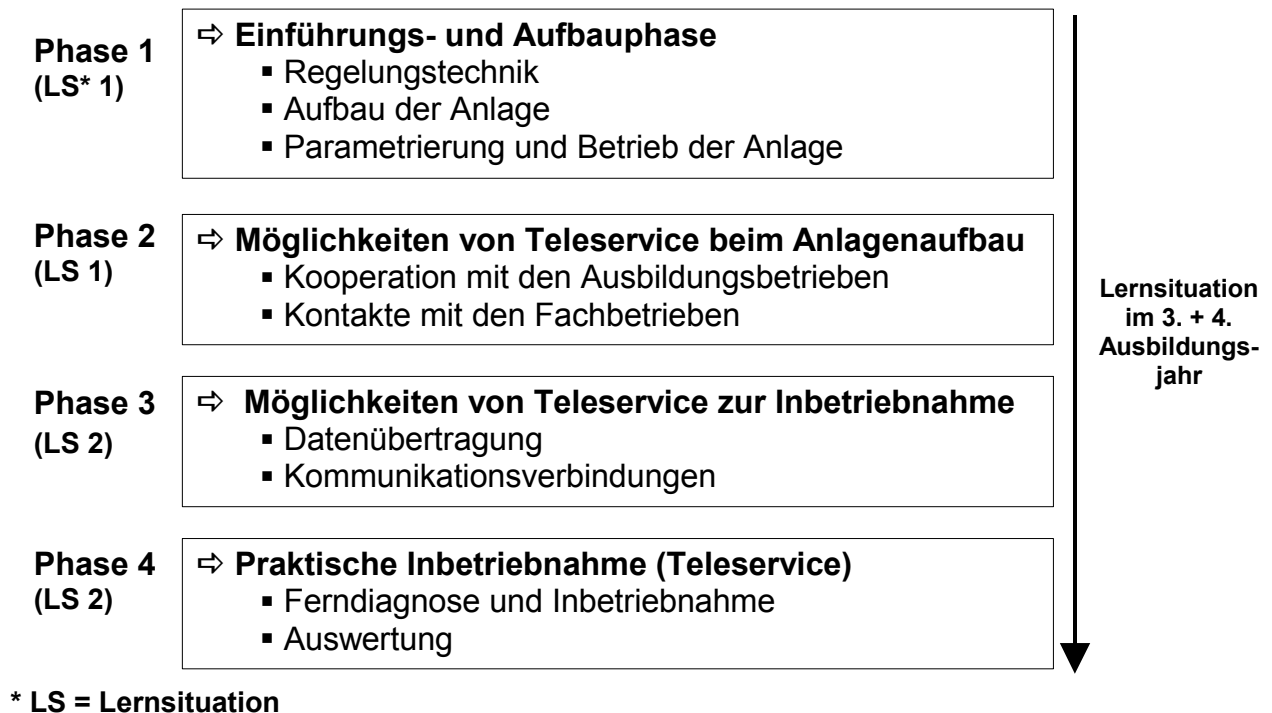


Abb. 3: Lernphasen

2. Organisatorische Voraussetzungen

2.1. Räumliche Voraussetzungen

Die regelungstechnische Anlage besteht aus mehreren unabhängigen Regelkreisen und beinhaltet weitestgehend Industriekomponenten. Die Anlage ist im Rahmen des Modellversuchs KONSIL¹, an dem die Stahlwerke Bremen als Ausbildungsbetrieb und das Technische Bildungszentrum Mitte (TBZ) mitarbeiteten, beschafft worden². Zwischenzeitlich befand sich die Anlage in der Ausbildungsabteilung der oben genannten Firma und wurde im Rahmen dieses

¹KONSIL: Kontinuierliche Selbstorganisation von Innovation im Lernortverbund Berufsschule - Betrieb am Beispiel des neuen Berufs Prozessleitelektroniker/ in (1995-1998).

² Vgl. hierzu auch die Ausführungen im ersten Zwischenbericht dieses Modellversuches

Modellversuches in dem Fachraum für Regelungs- und Verfahrenstechnik im TBZ aufgebaut. Dabei wurden insbesondere die regelungstechnischen Module (Digital-Regler, Messumformer, Stellgerät) so installiert, dass über eine Teleservice-Verbindung eine Fernsteuerung, -wartung und -diagnose ermöglicht wurde. Um die Teleservice-Verbindungen herstellen zu können, wurden in dem Unterrichtsraum 4 LAN-Dosen installiert und an das bestehende Intranet der Schule angeschlossen. Als PC-Hardware wurden an dem regelungstechnischen Modell für die „Anlagenbetreiber“ Notebooks (wenn erforderlich mit WEB-CAM und Headset) verwendet. Die „Spezialisten“ arbeiteten in einem Rechneraum, in dem sich herkömmliche PCs befinden, die ebenfalls an das Intranet angebunden sind.

2.2. Lerngruppen

Das Unterrichtsvorhaben wurde mit Prozessleitelektronikern und Industrieelektronikern des 3. und Anfang des 4. Ausbildungsjahres durchgeführt. Die Prozessleitelektroniker waren an dem ganzen Unterrichtsvorhaben (Phase 1 -4), die Industrieelektroniker/-Innen nur an der Lernarbeitsaufgabe 2 (Phase 4) beteiligt.

2.2.1 Prozessleitelektroniker

Die Prozessleitelektroniker des 3. Ausbildungsjahres waren im Rahmen der ersten Lern-/Arbeitsaufgabe (Phase 1-2) für Planung und Aufbau der gesamten regelungstechnischen Anlage verantwortlich. Die Klasse bestand im 3. Ausbildungsjahr aus 11 Auszubildenden. Im 4. Ausbildungsjahr verkleinerte sich die Klasse wegen vorzeitiger Prüfungen auf 7 Auszubildende. Bei dem Aufbau der Anlage waren jeweils ca. 2 Auszubildende für einen der 4 Anlagenteile verantwortlich. Bei den Prozessleitelektronikern werden die Unterrichtsinhalte nach Lernbereichen unterrichtet. Die Inhalte dieses Unterrichtsvorhabens wurden im Lernbereich Regelungstechnik des 3. Ausbildungsjahres unterrichtet. Der Unterricht wurde in der Regelungstechnik lernbereichsbegleitend durchgeführt. Das bedeutete, dass immer dann wenn Unterrichtsinhalte aus dem Bereich der Regelungs- und Verfahrenstechnik benötigt wurden, diese dann gemeinsam vom Lehrer oder von Schülern vorbereitet und behandelt wurden.

Im Rahmen der zweiten Lern-/Arbeitsaufgabe (Phase 3-4) waren die Prozessleitelektroniker sozusagen die „Spezialisten“, die von einem anderen Ort, in diesem Fall aus einem IT-Raum mit PC-Ausstattung, gemeinsam mit den Industrieelektronikern die Inbetriebnahme der Anlage durchführten.

2.2.2 Industrieelektroniker

Die Lern- Arbeitsaufgabe 2 (Phase 4) wurde mit Industrieelektronikern des 4. Ausbildungsjahres durchgeführt. Angesiedelt wurde diese Aufgabe in dem Lerngebiet „Automatisierungstechnik“. Inhalte dieses Lerngebietes sind Schaltungen der Steuerungs- und Regelungstechnik, der Leistungselektronik und der Elektropneumatik. Den Schülern war das prinzipielle Verhalten (Regelkreis, Fachbegriffe etc.) einer regelungstechnischen Anlage bekannt. Die von den Prozessleitelektronikern aufgebauten Anlage kannten die Industrieelektroniker nur vom Prinzip her, der spezielle Aufbau war ihnen nicht bekannt. Sie kannten jedoch die von den Prozessleitelektronikern gebrauchten Fachbegriffe und konnten sich somit mit den Spezialisten unterhalten. Dies erscheint uns als eine wichtige Voraussetzung, da sonst keine gemeinsame Grundlage einer „Sprache“ vorhanden ist. Die Grundbegriffe der Regelungstechnik (in unserem Fall) müssen bekannt sein, um das Kommunizieren der beiden Parteien zu ermöglichen.

3. Lernziele

Die unten aufgeführten Lernziele gelten für beide Klassen und sind bezüglich der Phasen 1-4 nicht weiter differenziert.

- Methoden-, Sozialkompetenz und kooperative Kompetenz
 - Kommunikationsfähigkeit erweitern
 - Teamfähigkeit verbessern
 - Kooperationsfähigkeit verbessern
 - Fachgespräche mit anderen Ausbildungsgruppen und externen Lehrern/Meistern führen
 - Telefonate mit Fachbetrieben führen
 - Internet- und Email-Verbindungen nutzen
 - Kompetenzen im Umgang mit Konferenzsystemen erwerben
- Fachliche Kompetenz
 - Komponenten der Regelungstechnik kennen lernen und einsetzen
 - Diagnose und Fehlersuche durchführen
 - Inbetriebnahme der Anlage durchführen

- Personale Kompetenz
 - Selbst- und Fremdeinschätzung anwenden
 - Selbstmanagement erleben und anwenden
 - Selbstdisziplin bei der Kommunikation üben

4. Planung und Durchführung des Unterrichtsvorhabens

4.1. Aufbau der regelungstechnischen Anlage

Die regelungstechnische Anlage ist, wie einführend kurz erwähnt, von den Auszubildenden der Prozessleitelektroniker (Stahlwerke Bremen) in dem integrierten Fachraum für Regelungstechnik aufgebaut worden. Die Komponenten der Anlage sind im Rahmen eines anderen Modellversuches (KONSIL) beschafft worden. Einige Anlagenteile waren zwischenzeitlich in der Ausbildungswerkstatt der Stahlwerke Bremen aufgebaut worden.

4.1.1 Vorüberlegungen (Phase 1-2)

Die Anlage besteht aus drei unabhängigen Regelkreisen:

- Durchflusstrecke mit Messblende
- Durchflusstrecke mit MID (magnetisch induktive Durchflussmessung)
- Füllstandsmessung mit Bodendrucksensor (wurde nur teilweise aufgebaut)

Die Auszubildenden hatten nun die Aufgabe alle Komponenten der Anlage zu registrieren, die Anlage zu demontieren und in dem Fachraum des TBZ so wieder aufzubauen, dass die Regler, die Stellgeräte und die Messumformer der einzelnen Anlagenteile für Teleservice genutzt werden konnten.



Abb. 4: Lernaufgabe (Phase I- Einführung)

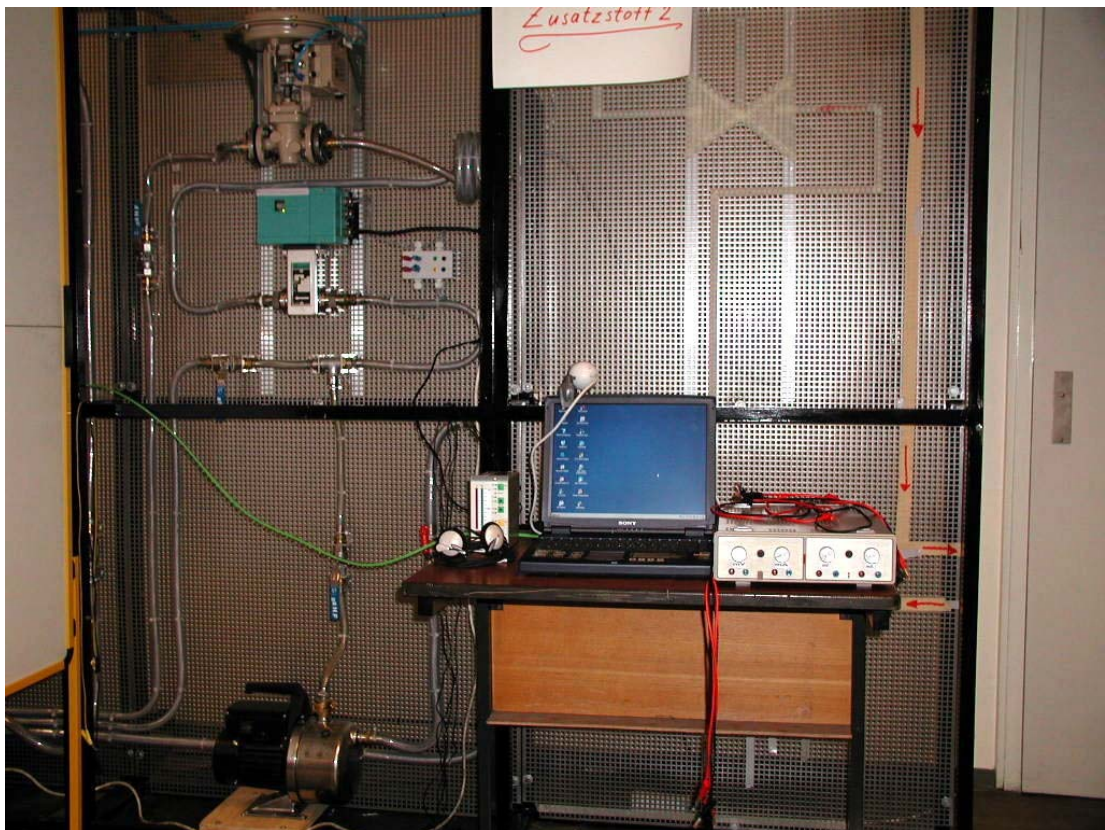


Abb. 5: Lernaufgabe (Phase 2: Aufbau)

4.1.2 Organisation und zeitlicher Rahmen

Das dritte Ausbildungsjahr der Prozessleitelektroniker bestand aus 11 Auszubildenden. Durchgeführt wurde dieses Unterrichtsvorhaben im zweiten Halbjahr (Februar 2002 bis Juni 2002) im Lernbereich Mess- und Regelungstechnik. Unterrichtet wurde dieser Lernbereich mit 4 zusammenhängenden Unterrichtsstunden pro Woche. Da einige Umbaumaßnahmen sehr zeitaufwendig waren, sind einige Auszubildende für ca. 10 Arbeitstage außerhalb des zweitägigen Berufsschulunterrichts vom Ausbildungsbetrieb dafür freigestellt worden. Fertiggestellt wurden die Arbeiten (Phase 1 und Phase 2) im Juni 2002, sodass nach den Sommerferien dann die eigentliche Lernerbeitsaufgabe zum Teleservice („*Fern-diagnose und Inbetriebnahme mit Hilfe von Teleservice*“; Phase 3 und Phase 4) durchgeführt werden konnte.

4.1.3 Durchführung dieses Unterrichtsvorhabens

Der eigentliche, technische Aufbau der regelungstechnischen Anlage soll hier nicht näher beschrieben werden. Vielmehr wollen wir versuchen, die Schwerpunkte der Arbeitsorganisation in Bezug zu Teleservice-Themen, die sich beim Arbeitsprozess ergaben, kurz darzustellen. Hier ging es nicht um die technischen Komponenten von Teleservice, sondern eher um Kommunikationsprozesse. Die Auszubildenden mussten sich beim Aufbau der Anlage mit unterschiedlichen Personen und Gruppen auseinandersetzen und waren so mehr oder weniger gezwungen, unterschiedliche Kommunikationsformen anzuwenden.

4.1.4 Auswertung dieses Unterrichtsvorhabens

Es stellte sich heraus, dass die Anwendung unterschiedlicher Kommunikationsformen (siehe 4.1.3) eine optimale Vorbereitung für die Anwendung von Teleservice-Aufgaben war. Zur Fertigstellung der Anlage, die weitestgehend Industriekomponenten enthielt, waren die Auszubildenden beispielsweise darauf angewiesen, mit Herstellern der regelungstechnischen Komponenten oder auch Meistern anderer Bereiche zu kommunizieren (z.B. Telefonate, Fax, Email, Fachgespräche). Anfänglich hatten die Auszubildenden große Bedenken und Zweifel dies zu tun³. Die Auszubildenden verloren aber im Laufe des Anlagen-

³ Einige Beispiel-Zitate: „Ich bin doch noch Schüler und jetzt soll ich beim Fachbetrieb anrufen und mich von Industrieexperten beraten lassen. . . ; wie soll ich mich denn da melden, mit

aufbaus immer mehr ihre anfängliche Angst mit andern zu kommunizieren und nahmen langsam die Rolle von Fachkräften an. Auch war ihre Identifikation mit der Aufgabe mittlerweile so groß, dass sie beispielsweise die Formulierung „unsere Anlage“ verwendeten. Wie gut die Auszubildenden sich am Ende mit „ihrer“ Anlage auskannten und wie selbstsicher sie als Fachkräfte auftraten, zeigte sich dann bei der Durchführung der Lern- Arbeitsaufgabe (Ferndiagnose und Inbetriebnahme; Phase 4). Sie hatten die Rolle als Fachkräfte bzw. Experten für sich angenommen und waren in der Lage dies auch in der Praxis souverän und dennoch mit der nötigen Zurückhaltung und Geduld gegenüber den Industrie-elektronikern umzusetzen.

4.2. Möglichkeiten von Teleservice bei der Inbetriebnahme

4.2.1 Aufgabestellung (Phase 3)

Nach Fertigstellung der Anlage und der Möglichkeit den Regler, das Stellgerät und den Messumformer auch einzeln zu parametrieren und in Betrieb zu nehmen, sollten nun die Möglichkeiten von Teleserviceverbindungen behandelt werden. Diese Aufgabe war als Vorbereitung für die Lernsituation 2 (Phase 4) zu sehen, in der mit einer anderen Klasse die Inbetriebnahme durchgeführt werden sollte. Die Prozessleitelektroniker mussten dazu eine Aufgabestellung bearbeiten (vgl. Anhang: „Ferndiagnose1a.“) in der eine Inbetriebnahmesituation beschrieben wurde, die von dem Anlagenbetreiber selbst nicht zu lösen war. Der Anlagenbetreiber war also auf fremde Hilfe eines „Experten“ angewiesen.

4.2.2 Durchführung der Aufgabe

In Schülergruppen (2 - 3 Personen) wurden unterschiedliche Vorgehensweisen und Möglichkeiten entwickelt und diskutiert, die es ermöglichten die Anlage wieder in Betrieb zu nehmen, ohne dass sich dabei ein Spezialist (z.B. Prozessleitelektroniker) vor Ort befand. Die Ergebnisse wurden anschließend präsentiert. Diese Unterrichtssituation wurde in einer Doppelstunde durchgeführt.

Berufsschule oder meinem Namen...; was soll ich tun wenn ich das fachlich nicht verstehe...; werde ich überhaupt ernst genommen...

4.2.3 Unterrichtsbegleitende Inhalte zum Teleservice

In 2 weiteren Doppelstunden sind die Möglichkeiten von Teleservice inhaltlich etwas weiter vertieft worden. Folgende Themen wurden behandelt:

Datenübertragung

- Geschwindigkeiten, Datenraten, Formate
- Schnittstellen

Kommunikationsverbindungen

- Telefon
- Modem, PC-Karte
- Spezielle firmenspezifische Teleserviceadapter
- Analog, ISDN, Kanalbündelung
- Ethernet, Internet
- Sprache und Bild
- Datenübertragung

In einer anschließenden kurzen Übungsphase führten die Auszubildenden dann mit Hilfe des Konferenzsystems NetMeeting (siehe Anhang: Infoblatt „Einführung NetMeeting“) eine Inbetriebnahme in wechselnden Gruppen durch. Dies war sozusagen der „Testlauf“ für eine Inbetriebnahme mit einer anderen Klasse. Da hier keine großen Probleme auftraten, sollte die Inbetriebnahme (Phase 4) dann nach den Sommerferien 2002 mit einer Industrieelektroniker-Klasse durchgeführt werden.

4.3. Durchführung der Inbetriebnahme mit 2 Klassen

4.3.1 Aufgabenstellung (Phase 4)

Die regelungstechnische Anlage, die von den Prozessleitelektronikern aufgebaut worden war, sollte nun von einer anderen Klasse (in diesem Falle die Industrieelektroniker des vierten Ausbildungsjahres) in Betrieb genommen werden. Die Prozessleitelektroniker sollten hier die Aufgabe der „Anlagenexperten“ übernehmen, die sich aber zur Inbetriebnahme nicht „Vor Ort“ befanden. Aus diesem Grund sollte über eine Teleservice-Verbindung zu den Experten (mit Hilfe des Konferenzsystems NetMeeting) versucht werden, die Anlage in Betrieb zu

nehmen. Die genaue Aufgabenstellung mit den Arbeitsblättern befindet sich im Anhang (vgl. Ferndiagnose 2.a, 3a.. und Infoblatt „Einführung NetMeeting“)

4.3.2 Organisation und zeitlicher Rahmen

Durchgeführt wurde diese Lernsituation im September 2002. Beteiligt waren die Klasse der Prozessleitelektroniker als Experten (7 Auszubildende des vierten Ausbildungsjahres) und die Klasse der Industrieelektroniker als Anlagenbetreiber (11 Auszubildende des vierten Ausbildungsjahres).

Die Industrieelektroniker verfügten über ausreichende theoretische Kenntnisse der Regelungstechnik, die speziellen Industriekomponenten der Anlage kannten sie aber nicht. Zur Vorbereitung dieser Lernsituation wurde mit den Industrieelektronikern in einer Doppelstunde die Anlage kurz erklärt und bestimmte Inhalte der Regelungstechnik wiederholt.

Die Inbetriebnahme wurde in zwei Doppelstunden durchgeführt. Benötigt wurden dafür neben dem integrierten Fachraum für Regelungstechnik (mit der regelungstechnischen Anlage und nötigen Hardware für NetMeetingverbindung) ein zweiter Raum mit PC-Ausstattung und Zugang zum Intranet.

4.3.3 Durchführung dieser Lernsituation

Die Prozessleitelektroniker hatten die Anlage aus 4 unabhängigen Regelkreisen aufgebaut:

- Anlagenteil 1: Heißluftstrecke z.B. Entkeimung
- Anlagenteil 2: Licht-/Wärmekammer, z.B. UV-Bestrahlung
- Anlagenteil 3: Durchflusseinheit 1 („Mess-Blende“), z.B. Zusatzstoff 1
- Anlagenteil 4: Durchflusseinheit 2 („MID“), z.B. Zusatzstoff 2

Zusätzlich zu den Anlagenteilen wurde den Anlagenbetreibern ein PC mit Kopfhörer, Mikrofon und einer WebCam, eine vorinstallierte Intranetverbindung über NetMeeting sowie diverse Messgeräte (Multimeter, Milliamperegeber, 4-20 mA Messgerät) zur Verfügung gestellt.

Die Industrieelektroniker hatten nun die Aufgabe (in 2er oder 3er-Gruppen je Anlagenteil) die Anlage mit Hilfe der Prozessleitelektroniker über die NetMeeting-Verbindung in Betrieb zu nehmen. Wie in der ersten Aufgabenstellung (Ferndiagnose 2a.doc) formuliert, waren die elektrischen Leitungen vom Regler

und Messumformer abgerissen. Für diese Lernsituation hatten wir die Leitungsenden der Geräte auf ein Buchsenfeld gelegt, das aber nicht beschriftet war. Als erstes mussten die Anlagenbetreiber also analysieren, welche Leitungen den entsprechenden Geräten zuzuordnen waren. Erst danach konnten die Geräte parametrieren und in Betrieb genommen werden.

Die Anlagenbetreiber (Industrieelektroniker)

Die Aufgabenstellung wurde den Industrieelektronikern noch einmal beschrieben. Dabei wurden die entsprechenden Gruppenbildungen vorgenommen und den Anlagenteilen 1 bis 4 zugewiesen. Anschließend folgte vom Lehrer eine kurze Einführung in die Komponenten der Anlage einschließlich der einzusetzenden PC-Hardware (PC mit Kopfhörer, Mikrofon und WebCam) sowie der Messgeräte. Der Lehrer erklärte darauf hin den Umgang mit NetMeeting und die Eingabe der IP-Adressen. Die Gruppen sollten nun auswählen wer welche Aufgaben übernimmt (siehe Aufgabenblatt: Ferndiagnose 3a.doc).



Abb. 6: Teleservice (Heißluftstrecke)

Bei zwei Gruppen gab es erhebliche Probleme und Widerstand bei der Auswahl der Person, die nun den Verbindungsaufbau durchführen sollte. Es zeigte sich, dass gewisse Ängste gegenüber dieser Kommunikationsform (mit Web-Kamera, Kopfhörer und Mikrofon) bestanden. Der anwesende Lehrer, der in dieser Zeit in dieser Klasse eigentlich Unterricht hätte, versuchte dann einzugreifen. Nach etwa 10 Minuten war dann eine Person bereit diese Aufgabe zu übernehmen.

Nach dem Verbindungsaufbau mit den „Experten“ (Prozessleitelektroniker) wurden die Aufgaben dann relativ zielgerichtet durchgeführt. Die Prozessleitelektroniker waren offensichtlich in der Lage, bestimmte Arbeitsabläufe so exakt zu beschreiben, dass die Anlagenbetreiber (Industrieelektroniker) diese gut umsetzen konnten. Vereinzelt gab es Probleme mit NetMeeting-Verbindung, sodass ein neuer Verbindungsaufbau durchgeführt wurde. Bei zwei Gruppen war die Sprachverständigung relativ schlecht.

Nach ca. 50 Min war eine Gruppe mit der Inbetriebnahme fertig. Die Prozessleitelektroniker bearbeiteten mit der Gruppe eine Zusatzaufgabe zur Optimierung des Reglers. Nach ca. 100 Min waren alle Anlagen im Betrieb.

Stichwortprotokoll einer Unterrichtsstunde: Schüler (Prozessleitelektroniker) in der Rolle des Teleservice-Spezialisten

8.10 Uhr: Stationen werden angerufen, Gruppen nehmen den Anruf von NetMeeting an. Folgende Zuordnungen ergeben sich: Gruppe 1: Temperaturregelstrecke; Gruppe 2: Lichtregelstrecke; Gruppe 3: Durchflussregelstrecke 1; Gruppe 4: Durchflussregelstrecke 2

8.17 Uhr: Gruppe 3 wartet auf den Anruf, alle anderen Gruppen nehmen Einstellungen des Programms NetMeeting vor, Gruppe 2 erklärt der Gegenpartei ihr Vorgehen.

8.20 Uhr: Gruppe 3 hat die Verbindung aufgebaut

8.23 Uhr: Gruppe 2: Verbindung ist zusammengebrochen, ein Schüler versucht die Gegenpartei anzurufen

8.30 Uhr: Verbindung der Gruppe 2 steht wieder, Ursache: Verbindungsstecker der Gegenpartei hatte sich gelöst. Alle anderen Gruppen arbeiten an der Aufga-

be. Die Fachleute für die Regelungstechnik, die Prozessleitelektroniker, haben teilweise schriftliche Unterlagen, teilweise wird das Vorgehen aus dem Kopf erzählt (z.B. Parameter der Sipart-Regler einzustellen). Alle sind sehr gut vorbereitet. Schwierigkeiten gibt es nur auf der verbalen Ebene, schlechte Verständigung sowie die Weigerung einiger Teilnehmer der Gegenpartei die Kommunikation aufzunehmen.

8.55 Uhr: Gruppe 2 ist fertig und schaltet den Rechner aus. Verbindung wird nach Stellung einer Zusatzaufgabe wieder aufgebaut. Gruppe 4 hat das Programm für den Regler DR 21 mit NetMeeting zur Gegenpartei übertragen.

9.00 Uhr: Pause

9.15 Uhr: Alle Gruppen arbeiten an ihren Aufgaben weiter. Die Kommunikation klappt jetzt ausgezeichnet, es gibt keine weiteren Schwierigkeiten. Auch das Lösen der Aufgabe ist kein Problem, die Schüler kennen „ihre“ Anlage sehr gut.

9.45 Uhr: Alle Gruppen sind mit ihrer Arbeit fertig und protokollieren ihr Vorgehen.

5. Ergebnisse und Ausblick

Der Einsatz der Aufgabe „Diagnose und Inbetriebnahme einer regelungstechnischen Anlage durch Teleservice“ ist im Nachhinein als positiv zu bewerten und soll auch in Zukunft im Unterricht eingesetzt werden. Da der Bereich des Teleservice bei den Mechatronikern eine wichtige Rolle spielt (Lernfeld 11, Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandhaltung), wird diese Aufgabe auch in diesem Bereich Anwendung finden. Einige wichtige Voraussetzungen sind allerdings im Vorfeld zu schaffen

5.1. Technischer Aufbau

Die Lernaufgabe sollte an einem Modell erfolgen, das soweit wie möglich an die betriebliche Praxis angelehnt ist. Nur an einer solchen Anlage lässt sich der komplexe Aufbau einer Regelung verdeutlichen und die Schüler lernen die einzelnen regelungstechnischen Komponenten in der komplexen Anlage zu finden.

In der Nähe des Modells muss ein Internetanschluss vorhanden sein, um mit einem PC die Verbindung aufbauen zu können (PC mit Modem, Ethernetkarte

o.ä.). Ein weiterer Raum mit PCs und Internetanschluss wird für die „Spezialisten“ benötigt.’

5.2. Vorbereitung für die Schüler

In beiden Gruppen (Spezialisten und Anlagenbetreiber) müssen die Grundbegriffe der Regelungstechnik bekannt sein. Ein Theorieblock „Grundbegriffe der Regelungstechnik“ muss vorher behandelt worden sein.

Es empfiehlt sich das Erarbeiten von Kommunikationsregeln, da eine große Disziplin hinsichtlich der Kommunikation auf beiden Seiten aufgebracht werden muss, um eine sinnvolle Arbeit zu ermöglichen. (Beispiel: Ende eines Satzes mit „over“ oder „Ende“ hervorheben, um sicherzustellen, dass nur einer spricht. Ein gleichzeitiges Sprechen ist mit einer Konferenzsoftware wie *NetMeeting* kaum möglich und führt daher zwangsläufig zu Pausen, Nachfragen und Verständnisschwierigkeiten.)

Da der Unterricht in zwei unterschiedlichen Klassenräumen stattfinden muss, empfiehlt sich der Einsatz von 2 Lehrkräften um beide Gruppen zu betreuen und eine spätere Auswertung zu ermöglichen. Zudem sollte ein Schüler pro Gruppe ein Protokoll der Arbeit anfertigen.

Sind anfängliche Schwierigkeiten bei der Aufnahme der Kommunikation (Schüler/-innen trauen sich nicht vor Kamera und Mikrofon etc.) überwunden, so ist nach unserer Erfahrung die Bereitschaft zur Arbeit an einer solchen Lernaufgabe recht groß. Auch lernschwache Schüler werden durch gute Spezialisten unterstützt, wobei der Lerneffekt größer ist wenn an einem praktischen Beispiel gearbeitet wird und die Regelungstechnik nicht nur theoretisch abgehandelt wird.

6. Anhang

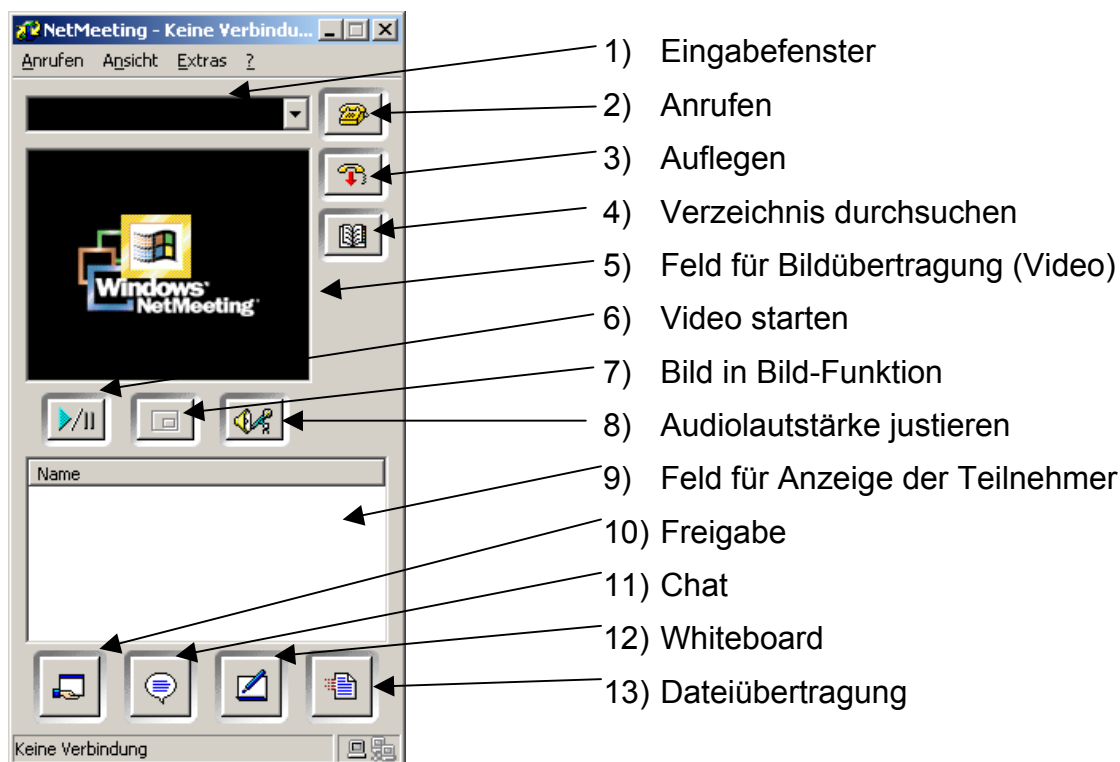
Informationsblatt: Einführung in das Programm NetMeeting

Das Programm NetMeeting wird von der Firma Microsoft mit bisher allen MS-Windows-Betriebssystemen geliefert. Zu finden ist dieses Programm unter :Start⇒ Programme⇒ Zubehör⇒ Kommunikation.

NetMeeting dient zur Herstellung einer Verbindung zu einem anderen PC. Die Auswahl kann über folgende Eingaben erfolgen:

- eine E-Mail-Adresse
- einen Computernamen
- eine Telefonnummer
- eine IP-Adresse

Auf die genauen Voreinstellungen soll hier nicht eingegangen werden, da über das Hilfeprogramm zum Programm NetMeeting die weiteren Informationen abgerufen werden können. Beim ersten Aufrufen dieses Programms wird eine Installationsroutine durchlaufen, in der die Internet- und die Audioeinstellungen konfiguriert werden (siehe auch Hilfeprogramm NetMeeting). Nach der erfolgreichen Konfiguration startet das Programm NetMeeting mit der folgenden Maske:



Die Funktionen der Maske lassen sich in 2 grobe Einteilungen untergliedern:

die **Darstellungsfenster**: 1, 5, 9.

die **Funktionsknöpfe** (Buttons): 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

Zu den Darstellungsfenstern:

- 1) Eingabefenster: hier wird die notwendige Eingabe für die Anwahl eingegeben, eine E-Mail-Adresse, ein Computernamen, eine Telefonnummer oder eine IP-Adresse
- 5) Feld für Bildübertragung (Video): Hier werden bei einer angeschlossenen Kamera das empfangene Bild dargestellt. Auch ein gesendetes Bild kann hier angezeigt werden (siehe Button 7).
- 9) Feld für Anzeige der Teilnehmer: In diesem Anzeigefeld werden die verbundenen Teilnehmer mit ihrem Computernamen angezeigt.

Zu den Betätigungsknöpfen:

- 2) Anrufen: Nach der erfolgten Eingabe im Eingabefenster wird durch das Betätigen dieses Buttons der Verbindungsaufbau durchgeführt.
- 3) Auflegen: Zum Beenden der Verbindung wird dieser Button betätigt.
- 4) Verzeichnis durchsuchen: Mit Hilfe dieses Buttons werden die bei Microsoft im Verzeichnis angemeldeten Teilnehmer angezeigt. Dazu muss das folgende Kontrollkästchen „*Beim Start von NetMeeting am Verzeichnisdienstserver anmelden*“ aktiviert werden (siehe auch Hilfefprogramm NetMeeting).
- 6) Video starten: Beim Betätigen wird die Videoübertragung gestartet oder angehalten.
- 7) Bild in Bild-Funktion: Hiermit können sowohl das empfangene als auch das gesendete Bild dargestellt werden.
- 8) Audiolautstärke justieren: Hier können die Lautstärke der Lautsprecher und des Mikrofons eingestellt werden.
- 10) Freigabe: Hiermit können die auf dem eigenen Computer gestarteten Programme für die Benutzung durch die anderen Teilnehmer freigegeben werden. Beide Teilnehmer können dann mit dem Programm arbeiten, allerdings nicht gleichzeitig, sondern nur abwechselnd.
- 11) Chat: Zum Unterhalten (chatten) über Text mit dem anderen Teilnehmer.
- 12) Whiteboard: Eine weiße Tafel (Whiteboard) zum Zeichnen.
- 13) Dateiübertragung: Hiermit können Dateien zum anderen Teilnehmer übertragen werden.

Wird ein Teilnehmer angerufen, so ertönt ein Klingelzeichen über den Lautsprecher und der angerufene Teilnehmer wird über eine Eingabemaske rechts unten am Monitor gefragt, ob der Anruf angenommen werden soll oder nicht. Bei Annahme des Anrufs ist die Verbindung aufgebaut. Das Videobild wird noch nicht angezeigt, es muss über die Registerkarte Extras⇒ Video⇒ Senden eingeschaltet werden. Zum Beenden der Verbindung ist der Button „3), Auflegen“ zu betätigen und die Verbindung wird getrennt.

Arbeitsblatt 1a: Möglichkeiten von Teleservice zur Inbetriebnahme

Lernsituation:

In einem verfahrenstechnischen Betrieb müssen regelmäßig Wartungsarbeiten durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang ist ein älterer, kleinerer Anlagenbereich außer Betrieb genommen worden.

Kurz vor der neuen Inbetriebnahme werden durch Unachtsamkeit eines Mitarbeiters die Zuleitungen einer Durchflussregelstrecke abgetrennt. Es ist weiterhin zu befürchten, dass der dabei ausgelöste Stromausfall bei einigen Anlagenteilen einen „Reset“ durchgeführt hat.

Da die Wartungsarbeiten so gut wie abgeschlossen waren, soll die Anlage möglichst schnell (in den nächsten Stunde) wieder in Betrieb genommen werden. Vor Ort befinden sich zur Zeit Facharbeiter aus den Bereichen Energieelektronik und Industrie-elektronik. Diese verfügen zwar über Fachkenntnisse aus dem Bereich der Regelungstechnik, kennen aber nicht die speziellen, firmenspezifischen Anlagenteile (Reglertyp, Messumformertyp, Stalleinrichtung).

Die Facharbeiter des Betriebes setzen sich mit einem Fachbetrieb für regelungstechnische und verfahrenstechnische Systeme in Verbindung. Die dortigen Prozessleitelektroniker verfügen über die nötigen Fach- und Gerätekenntnisse, um die abgerissenen elektrischen Verbindungen wieder herzustellen, den Regelkreis zu parametrieren und wieder in Betrieb zu nehmen. Aufgrund der großen Entfernung und anderen Gegebenheiten, könnte ein entsprechender Mitarbeiter aber erst am nächsten Tag anreisen.

Aufgabe:

In Schülergruppen (2-3 Personen) sollen Vorgehensweisen und Möglichkeiten diskutiert und entwickelt werden, die es ermöglichen die Anlage wieder in Betrieb zu nehmen, ohne dass sich dabei ein Spezialist (z.B. Prozessleitelektroniker) Vorort befindet.

Arbeitsblatt 2a: Inbetriebnahme und Ferndiagnose

Lernsituation:

Es wird die gleiche Lernsituation, wie im Arbeitsblatt 1a beschrieben zugrunde gelegt. Allerdings ergibt sich eine andere Aufgabenstellung

Aufgabe:

In Schülergruppen (2-3 Personen pro Anlagen-Teil) soll eine Teleservice-Verbindung mit Hilfe des Konferenzsystems NetMeeting zu den Spezialisten hergestellt werden. Mit Hilfe der Spezialisten soll die Anlage wieder in Betrieb genommen werden.

Hinweis:

siehe dazu auch Arbeitsblatt 3a

Arbeitsblatt 3a: Durchführung der Anlagen-Inbetriebnahme mit Hilfe von TELESERVICE

Zur Lernsituation: Die Lernsituation ist bekannt und wurde unter Teil 1 definiert und besprochen.

Aufgabe:

1. Anlagensituation:

Es sollen die folgen 4 Anlagenteile eines chemischen Prozesses - mit Hilfe einer Sprach- und videogestützten Ferndiagnose - innerhalb von ca. 3 Stunden in Betrieb genommen werden. Die Anlagenbetreiber (hier: IEPR 991) werden dazu über eine „*Teleservice-Verbindung*“ von einem Fachbetrieb (hier: PLEL 991) betreut/angeleitet.

Anlagenteil 1: Heißluftstrecke, z.B. Entkeimung

Anlagenteil 2: Licht-/Wärmekammer, z.B. UV-Bestrahlung

Anlagenteil 3: Durchflusseinheit 1 („*Mess-Blende*“), z.B. Zusatzstoff 1

Anlagenteil 4: Durchflusseinheit 2 („*MID*“), z.B. Zusatzstoff 2

Anlagenteil 5: Füllstand (hier nicht berücksichtigt) z.B. Befüllung

2. Gruppenaufteilung:

Für jeden Anlagenbereich sind *ein bis zwei* „Anlagenbetreiber“ auszuwählen
Für die „Anlagenbetreiber“ ist *ein* „Fach-Beobachter“ zu bestimmen.
Für den „Fachbetrieb“ ist jeweils *ein* „Fach-Beobachter“ zu bestimmen.
Für die Bild- und Videodokumentation ist ein „Medien-Beobachter“ zu bestimmen.

3. Hilfestellungen und Vorschläge zur Bearbeitung dieser Lernsituation

1. Die Leitungen vom Regler (+/- vom Messumformer und +/- Stelleinrichtung) sind *abgerissen*.
2. Am Regler sind alle +/- Leitungen *gekennzeichnet*.
3. Die Messumformer- und Steller-Leitungen *haben keine Kennzeichnung*.
4. +/- von Pkt. 3 sollen *messtechnisch* ermittelt werden.
5. Leitungen *anschließen*.
6. *Parametrierung* der Regler.

4. Beobachtung/Dokumentation

1. Alle *Beobachter* sollen inhaltlich und zeitlich die wichtigsten Elemente dieser Lernsituation protokollieren. Hier sollen neben einer protokollarischen Beschreibung auch wesentliche Lerninhalte, wie: schwierige- und einfach zu bewältigende Lernsituationen, positive und negative Merkmale, usw. beschrieben werden.
2. Jede Gruppe soll abschließend eine kurze Beurteilung der Lernaufgabe schriftlich festhalten (wie unter Pkt. 1 beschrieben)
3. Protokoll/Beurteilung der Beobachter bzw. der Gruppen:

Protokoll/Beurteilung der Beobachter bzw. der Gruppen:

.
hier Beobachter- oder Gruppennamen eintragen
Uhrzeit: () & Inhalte:

Unterrichtseinheit: Möglichkeiten und Grenzen des Teleservice in der Steuerungstechnik

1. Überblick

Während in der ersten Phase des Modellversuches die Ausrichtung des Unterrichts darin bestand, den Schülern die Grundlagen des Teleservice zu vermitteln, ihnen die grundsätzlichen Möglichkeiten und damit verbunden auch die Anforderungen an die Nutzer dieser Technik zu verdeutlichen (siehe 2. MV-Zwischenbericht), geht es in dem hier beschriebenen Unterrichtsvorhaben darum, tatsächlich vorhandene Steuerungsprobleme via Teleservice zu erkennen und zu lösen. Wurde bislang ausschließlich mit dem Microsoft-Produkt NetMeeting gearbeitet, kamen jetzt weitere Remote-Produkte zum Einsatz. Einen Schwerpunkt bildete eine Teleservice-Lösung der Firma Siemens (TS-Adapter).

In der hier beschriebenen Unterrichtseinheit sollten Schüler erkennen, welche Möglichkeiten aber auch Grenzen der Teleservice in einer konkreten Alltagssituation enthält. Sie sollten selbst erfahren, dass in vielen Fällen die Analyse des Verhaltens einer Steuerung und die Abfrage von Produktionsdaten über Teleservice äußerst sinnvoll ist. Vornehmlich Sicherheitsüberlegungen sollten sie jedoch auch zu der Erkenntnis führen, dass bei der Fehlersuche in und insbesondere bei der Inbetriebnahme von Steuerungen der Teleservice zwar Hilfe bieten, aber eine kompetente Fachkraft vor Ort nicht ersetzen kann.

Der Unterricht wurde so konzipiert, dass nicht ausschließlich der Teleservice den Unterrichtsgegenstand bildet, sondern auch wesentliche Inhalte des Lernfeldes 11 des Mechatronikerlehrplans „Inbetriebnahme und Fehlersuche in komplexen mechatronischen Systemen“ vermittelt werden. Die Schüler sollten so den Teleservice auch als alternative Unterrichtsmethode kennenlernen.

Die im Unterricht verwendeten Steuerungsobjekte stammen von der Firma Elabo. Es handelt sich um ein modular aufgebautes Produktionssystem, bestehend aus vier Einheiten die jeweils an ein Siemens S7-SPS-Automatisierungsgerät angeschlossen sind.

2. Unterrichtliche Voraussetzungen

Der hier beschriebene Unterricht wurde in einer Klasse des dritten Ausbildungsjahres im Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in durchgeführt. Mit dieser Klasse haben wir bereits im zweiten Ausbildungsjahr eine Unterrichtseinheit zum Thema Teleservice durchgeführt, sie war daher bereits mit dem Thema vertraut. Es handelt sich um 17 Schüler, die in 9 mittelständischen Betrieben ausgebildet werden. Sie zeigen durchweg eine gute Arbeitshaltung. Leistungsunterschiede sind vorhanden, wobei auch und gerade die starken Schüler eine hohe Sozialkompetenz aufweisen und weniger guten Schülern oft behilflich sind. Fünf Auszubildende möchten vorzeitig die Facharbeiterprüfung ablegen.

Während der Unterrichtseinheit wurden 4 Gruppenpaare gebildet (wg. der 4 Steuerungsmodule jeweils vier Monteur- und vier Expertengruppen). Die Unterrichtseinheit wurde in 4 Doppelstunden (je 90 min.) durchgeführt, wobei in zwei Doppelstunden 2 Lehrer anwesend waren.

Als Programmiertechnik beherrschen die Schüler die Grundlagen der Funktionsblocksteinsprache (nach IEC61131-3), die dem Funktionsplan (FUP) von Step7 entspricht. Auf eine Ablaufsprache, bei Siemens Step7-Graph, wurde aus didaktischen Gründen verzichtet.

3. Technische Ausstattung

Für den Unterricht standen 2 benachbarte mit vernetzten Rechnern ausgestattete Fachräume zur Verfügung. In einem der beiden Räume ist das modulare Steuerungsobjekt aufgebaut. Beide Räume sind mit je einem analogen Telefonanschluss ausgestattet. Das als Steuerungsobjekt für diese Unterrichtseinheit dienende modulare Produktionssystem besteht aus einem geschlossenen Transportband auf welchem vier Fertigungsstationen aufgekoppelt sind.

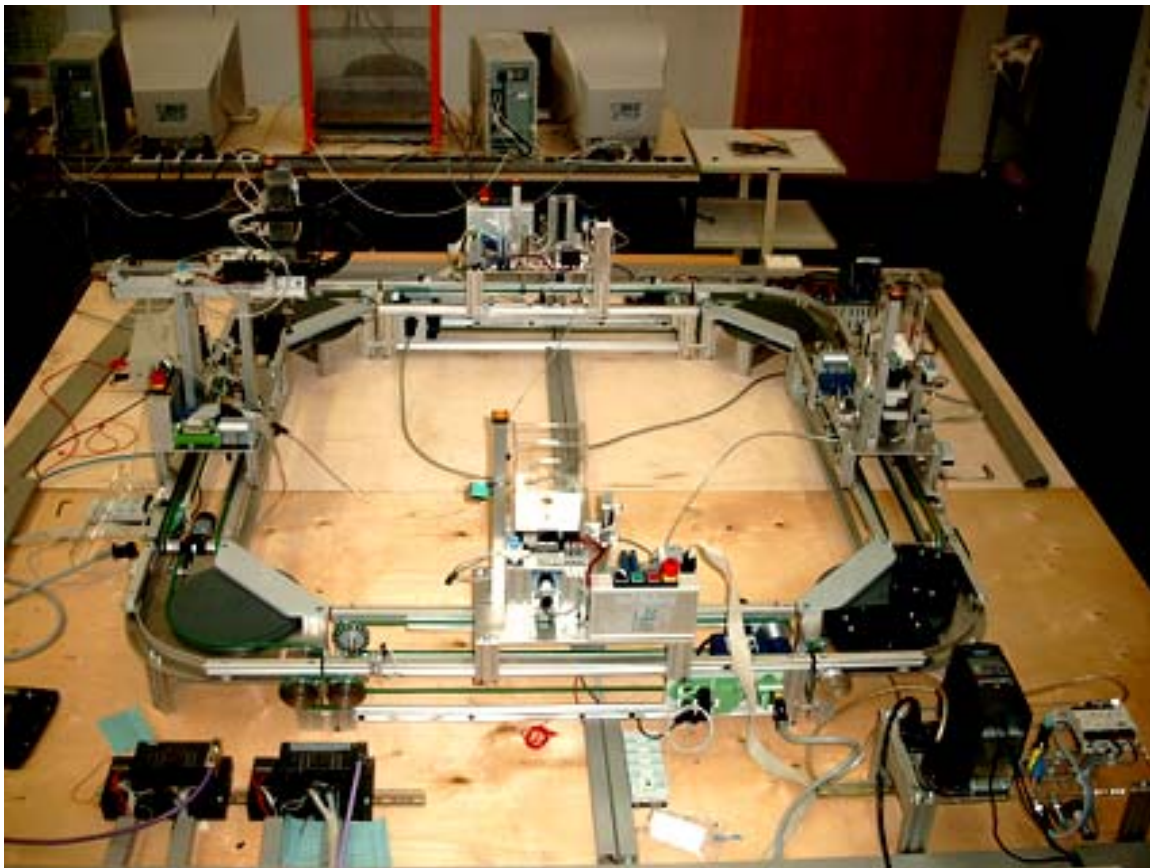


Abb.: Gesamtsystem

Allen Stationen gemein ist:

- Ein Werkstückträger transportiert das Werkstück durch alle Stationen.
- An jeder Station befindet sich ein Motor für den Antrieb einer Bandsequenz.
- Alle Sensoren und Aktoren sind dezentral auf einen Peripheriebaustein ET 200L geführt und damit über
- Profibus DP mit der CPU verbunden.
- Die Steuerung erfolgt mit einer S7 315-2DP CPU.
- Jedes Automatisierungsgerät ist mit seiner MPI-Schnittstelle mit je einem Rechner verbunden.
- (Ausnahme: Handhabungsstation).
- Alle Stationen sind mit einem Betriebsartenschalter (Auto-0-Hand), einem Start- und Stoptaster, einem Not-Aus und mit Meldeleuchten ausgestattet.

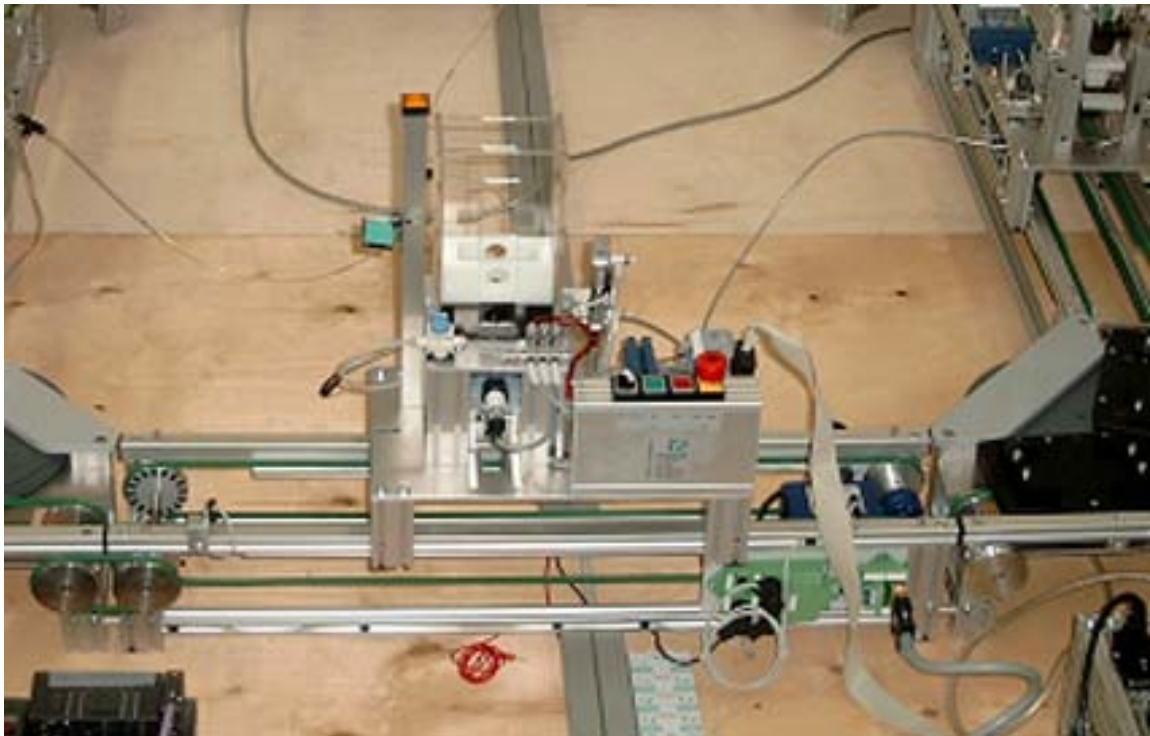


Abb.: Station 1 „Werkstückunterteil“

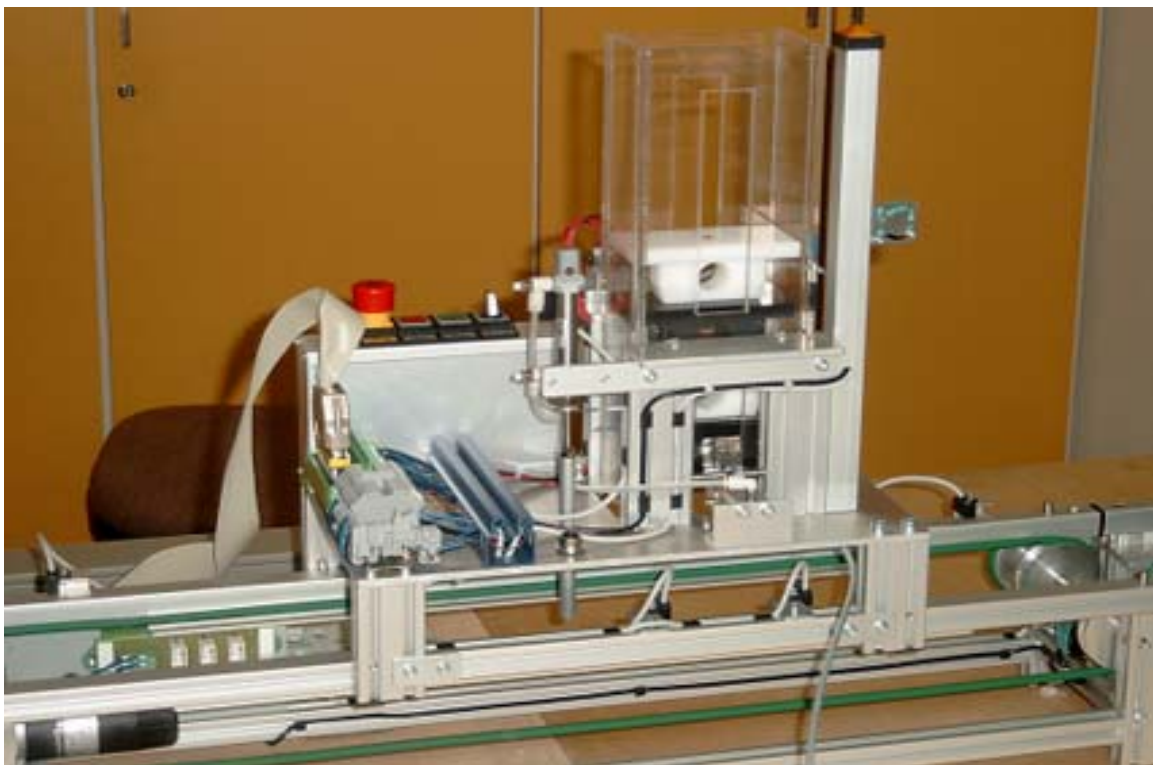


Abb.: Station 2 „Werkstückoberteil“

An der Station 1 wird das Werkstückunterteil in einem Magazin vereinzelt und auf den Werkstückträger gesetzt. Der Antrieb der Bandsequenz erfolgt mit einem frequenzumrichter gesteuerten Drehstrommotor. Auf das auf einem Werkstückträger in die Station gefahrene Werkstückunterteil wird das aus einem Magazin vereinzelte Oberteil gesetzt (Station 2). Der Antrieb der Bandsequenz erfolgt mit einem Gleichstrommotor. Werkstückoberteil und –unterteil werden mit einem Bolzen fixiert. Der Bandantrieb erfolgt wie bei der ersten Station (Station 3). Das montierte Werkstück wird vom Werkstückträger gehoben (Vakuum), in eine Ablageposition gebracht und über eine Rutsche einem Abtransport zugeführt (Station 4). Der leere Werkstückträger fährt weiter zur Station 1. Bandantrieb wie bei Station 2.



Abb: Station 4 „Handhabungsautomat“

Ausstattungsgründe zwangen uns, unterschiedliche Unterrichtsszenarien zu entwickeln. Dazu mussten folgende Hard- und Softwarekomponenten eingebaut werden:

- Eine Gruppe kann die Teleservicevariante der Firma Siemens nutzen. Dazu muss auf einem Rechner des Nebenraumes eine Step7-Lizenz inkl. einer Teleservice-Lizenz und ein analoges Modem zwischen serieller Rechnerschnittstelle und TAE-Dose installiert werden. Auf der Anlagenseite ist ein analoges Modem sowie der TS-Adapter zwischen Telefondose und MPI-Schnittstelle der S7-CPU zu schalten. Wir haben uns hier für Station 4 (Handhabungsautomat) entschieden.
- Die 3 anderen Gruppen (Station 1 bis 3) führen den Teleservice mit verschiedenen Remote-Programmen über das Ethernet durch. Dazu muss auf den mit den S7-SPS-Systemen verbundenen Rechnern im Anlagenraum eine Step7 Lizenz installiert werden und das entsprechende Remote-Programm auf dem zugeordneten Rechner eingerichtet sein.

4. Teleservice mit Remote-Programmen

In den ersten Unterrichtseinheiten haben wir die Steuerung von Anlagen bzw. die Kommunikation zwischen verschiedenen Rechnern in einem LAN mit dem von Windows mitgelieferten Programm NetMeeting realisiert, das jedoch als Remote-Programm für den Einsatz in der Praxis einige Defizite aufweist, z.B. keine Unterscheidung zwischen Master(Gast) und Slave(Host), Zielrechner müssen konkret angesteuert werden, keine Reboot-Möglichkeit, keine Passwort-Absicherung etc. .

Für den unterrichtlichen Einsatz suchten wir ein Programm, das einerseits einen geringen Kostenaufwand, andererseits aber ein hohes praxisrelevantes Leistungsangebot bei einfachem Handling liefert.

Bei der Suche nach einem entsprechenden Programm stießen wir auf eine Vielzahl von Remote-Programmen, deren Leistungen jedoch z.T. sehr stark divergierten. Mit zunehmender Leistung waren sehr unterschiedliche Systemvoraussetzungen, Programmgrößen und damit zum Teil recht tiefgehende Systemverankerungen verbunden. Auch im Preisniveau unterscheiden sich die angebotenen Programme stark voneinander. Die Preisspanne reicht von der Freeversion bis zum 270 €-Programm.

4.1. Kurzübersicht über die eingesetzten Programme:

MS-NetMeeting

Wie schon beschrieben, wird das Kommunikations-Programm *MS-NetMeeting* mit den Betriebssystemen Windows 95/98/ME/NT/2000 automatisch mit installiert. Bei Windows XP wird von Microsoft allerdings das neue Programm der Windows Messenger als Kommunikationsprogramm eingesetzt, dieses Programm gibt es nur für Windows XP. Eine Kommunikation zwischen dem Messenger und NetMeeting ist nicht möglich. Um eine weitere Kommunikation zwischen den verschiedenen Windows -Versionen herstellen zu können, wird *NetMeeting* auch weiterhin mit installiert, allerdings nicht öffentlich im Verzeichnis unter Zubehör | Kommunikation, sondern versteckt. Um *NetMeeting* zu starten ist es erforderlich, unter Start | Ausführen den Befehl „Conf“ einzugeben, dann erscheint das Programm und man kann die Konfiguration durchführen.

PcAnywhere

PcAnywhere bietet Verbindungsmöglichkeiten über Internet, Modem, ISDN, LAN oder über TCP/IP/DFÜ/Kabelmodems. Die Leistungsmerkmale der Software umfassen im wesentlichen Desktop Sharing und Datentransfer. Desktop Sharing beinhaltet die Fernbedienung eines entfernten PC's durch vollständige Kontrolle über Tastatur, Maus und Bildschirm. Sie ermöglicht das Installieren, Konfigurieren und Arbeiten mit Anwendungs-Programmen. PcAnywhere läuft auf Win9x/NT/ME/2000/XP-Systemen und kostet ca. 270,00€.

LapLink Professional

LapLink ermöglicht Verbindungen über Internet, Modem, ISDN, LAN über TCP/IP/DFÜ/Kabel (parallel, seriell und Laplink-USB), IPX-Netzwerke und drahtlose Netze. Die Leistungsmerkmale liegen ähnlich wie bei PcAnywhere in der Fernbedienung von Anwendungen, beim Dateitransfer. Die Software unterstützt Kennwortschutz und das Rebooten von Remote-Systemen. LapLink läuft auf Win9x/NT/ME/2000/XP-Systemen und kostet ca. 230,00€.

VNC

VNC unterstützt folgende Verbindungsmöglichkeiten: Internet, Modem, ISDN, LAN über TCP/IP. Die Leistungsmerkmale umfassen: Fernarbeit in Anwendungen, Workgroup-Funktionen einschließlich das Rebooten von Remote-Systemen. VNC läuft auf folgenden Rechnerplattformen: Win9x, NT/2000, Linux, Mac, WindowsCE und ist ein kostenloses Fernwartungstool.

WinTel

WinTel ermöglicht Verbindungen über: Internet, Modem, ISDN, LAN. Die Leistungsmerkmale der Software liegen in Fernarbeit, beim Dateitransfer und der Unterstützung von Gateway-Funktionen. WinTel läuft auf Win9x/NT/ME/2000/XP-Systemen und kostet ca. 250,00€.

RemoteManager

RemoteManager bietet folgende Verbindungsmöglichkeiten: Internet, Modem, ISDN, LAN. Neben den gängigen Desktop-Sharing- und Dateitransferfunktionen werden auch Reboot-Funktionen und Chat unterstützt. RemoteManager läuft auf Windows-Rechnern und kostet ca. 120,00€.

Pharos

Diese Software ermöglicht Verbindungen über: Internet, Modem, ISDN, LAN. Außer den gängigen Remote-Funktionen werden Dateitransfer, Rebooten, Remote Login und automatischer Rückruf unterstützt. Systemvoraussetzung ist Win9x/ME/NT oder Linux. Preis auf Anfrage.

Remote-Anything

Remote-Anything unterstützt folgende Verbindungsmöglichkeiten: Internet, Modem, ISDN, LAN über TCP/IP und auch serielle bzw. parallele DFÜ-Verbindungen. Die Leistungsmerkmale der Software liegen in Remote-Anwendungen und Installationen (PCs an-/ausschalten), Dateitransfer, Kompression, Kennwortschutz und Chat. RemoteManager läuft auf Windowsrechnern sowie auf Linux und Mac und kostet ca. 90 €.

Die angeführte Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern stellt nur eine Auswahl der zur Zeit auf dem Markt angebotenen Programme dar. Wir haben uns bei der Suche nach einem Programm auf folgende Bewertungskriterien festgelegt:

- Vollständige Kontrolle über die Tastatur, die Maus und den Bildschirm eines entfernten PCs via Internet, LAN, Modem, ISDN, DFÜ
- Chat-Funktion,
- Dateitransfer,
- Passwort-Schutz,
- Einfaches Handling,
- Einfache Installation bzw. Konfiguration,
- PCs an-/ausschalten.

Da wir nicht alle angebotenen Programme testen konnten, die in etwa unseren Vorstellungen entsprachen, haben wir drei Programme zur Auswahl angeschafft bzw. mit deren Demo-Versionen gearbeitet und die Einsatzmöglichkeiten im Hinblick auf den schulischen und den praxisrelevanten Einsatz untersucht. Von uns ausgewählt und in der Unterrichteinheit eingesetzt wurden die Programme pcAnywhere, LapLink Professional, und Remote-Anything.

Kriterien/ Programm	Laplink	pcAnywhere	VNC	Remote- Anything
Fernsteuerung	x	x	x	x
Chat-Funktion	x	x	o	x
Dateitransfer	x	x	x	x
Passwort-Schutz	x	x	o	x
Einfaches Handling	x	x	x	x
Schnelle Installation u. Konfiguration	x	x	x	x
PC's an- und ausschalten	x	o	x	x
Niedriger Preis	o	o	x	x

X = Kriterium wird voll erfüllt, O = Kriterium wird nicht oder nicht voll erfüllt.

Tabelle: Leistungsvergleich der eingesetzten Remote-Programme

5. Teleservice mit dem Teleservice-Adapter

Ein Teleservice mit Remote-Programmen kann immer dann durchgeführt werden, wenn auf beiden Seiten der Verbindung ein Rechner mit entsprechender Ausstattung zur Verfügung steht. Will man jedoch den Zugriff einer Fachkraft von einer entfernten Stelle auf eine Anlage so ermöglichen, dass auf der Anlage-seite kein Rechner vorhanden zu sein braucht, so benötigt man eine entsprechende Hard- und Softwareausstattung auf beiden Seiten. Für Automatisierungssysteme der S7-Familie bietet die Firma Siemens dafür ein Teleservice-Paket an.

5.1. Einsatz des Teleservice-Adapters

Die hier behandelte Form des Teleservices wird mit dem Teleservice-Adapter (TS-Adapter) der Firma Siemens an einer SPS S7 Steuerung durchgeführt. Durch den Einsatz dieses TS-Adapters kann mit einem Programmiergerät (z.B. PC) eine entfernte SPS-Steuerung über eine Telefonleitung bedient werden. Diese Technik bietet folgende Vorteile:

- Schneller Service
- Fachkräfte brauchen nicht vor Ort sein
- Kosten werden verringert
- Verringerung der Stillstandzeiten
- Wirtschaftlichkeit der Steuerung steigt.

Teleservice-Verbindungen mittels TS-Adapter können in analogen und digitalen Netzen sowie in Funknetzen erfolgen. Dabei ist von und zu einer ISDN-Adaption nur eine Fernverbindung von oder zu einem ISDN-Modem möglich. Die Leistungsfähigkeit der unterschiedlichen Übertragungswege differiert stark.

Bei der Parametrierung des TS-Adapters werden mit der Teleservice-Software die Einstellungen im nichtflüchtigen Speicher des Adapters hinterlegt und beim Aufbau einer Online-Verbindung aktiviert. So ist es möglich, von beliebigen Telefonanschlüssen über ein Modem auf die über den TS-Adapter angeschlossene Steuerung zuzugreifen.

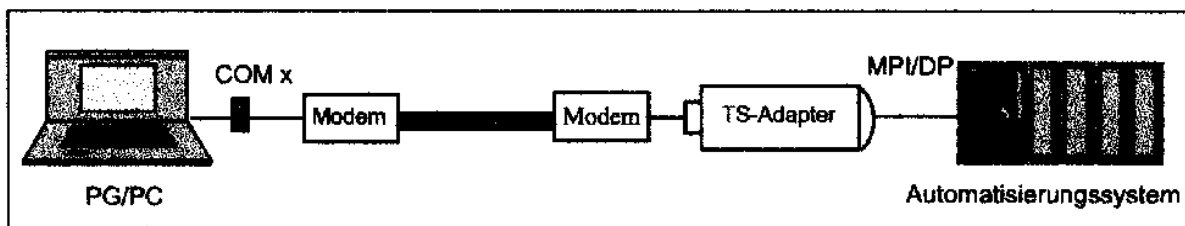


Abb.: Aufbau einer Verbindung für den Zugriff auf eine entfernte SPS mittels TS-Adapter

Für den unterrichtlichen Einsatz des TS-Adapters haben wir den analogen Verbindungsaufbau gewählt. Dies bot sich an, da

- erstens in zwei benachbarten Fachräumen jeweils ein analoger Telefonanschluss zur Verfügung steht und somit eine Kommunikation schnell zu realisieren ist,

- zweitens der entsprechende Fachraum der Partnerschule TBZ-Mitte auch nur mit einem analogen Anschluss versehen ist und
- drittens dies die kostengünstigste Variante darstellt.

5.2. Installation der Hardware und der Softwarekomponenten

Als Hardwarekomponenten werden benötigt:

- zwei Hayes-kompatible Modems,
- zwei Modem-Kabel,
- ein TS-Adapter,
- ein Null-Modem-Kabel zur Parametrierung des Adapters im Direktanschluss.

Als Software werden die Modemsoftware sowie das S7-Teleservice-Optionspaket der Firma Siemens benötigt. Um den Zugriff auf eine entfernte S7-SPS-Steuerung mit einem Programmiergerät (PC) zu ermöglichen, kann man folgendermaßen vorgehen:

Aufbau und Einstellungen auf der Anlagenseite (Parametrierung von Modem und Adapter)

Der Adapter kann im Direktanschluss an einen PC direkt über ein Nullmodemkabel parametriert werden. Alle erforderlichen Werte sind dann im Adapter inkl. eines gewünschten Zugriffsschutzes gespeichert, so dass eine Verbindung von beliebigen Telefonanschlüssen möglich ist.

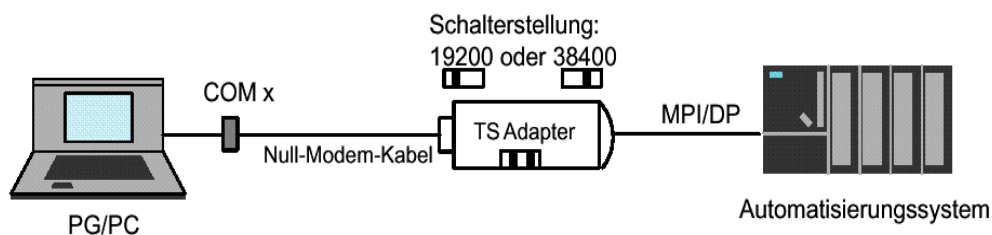


Abb.: Aufbau der Hardware bei der Parametrierung:

Das Modem auf der Anlagenseite erhält alle erforderlichen Daten aus dem Adapter. Diese werden beim Parametrieren des TS-Adapters festgelegt.

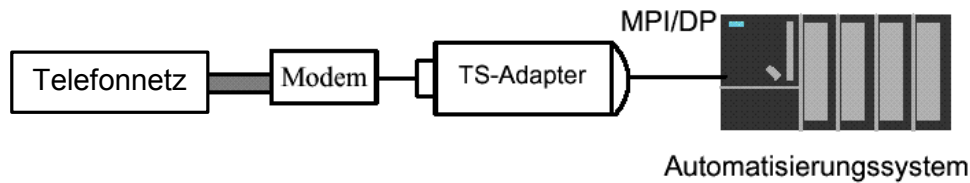


Abb.: Aufbau der Hardware nach der Parametrierung

Das Modem wird auf der einen Seite mit der Telefonbuchse und auf der anderen Seite über ein Modem-Kabel mit dem TS-Adapter verbunden. Der Ausgang des TS-Adapters kann direkt auf die MPI-Schnittstelle der Steuerung gesteckt werden.

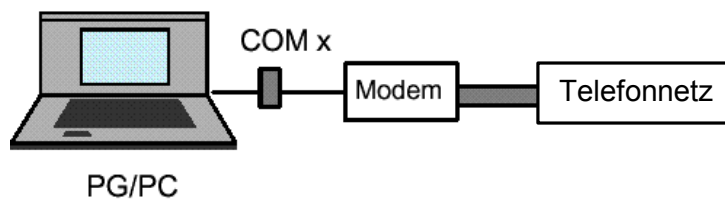


Abb.: Aufbau und Einstellungen auf der Bediener-Seite (PC)

6. Durchführung der Unterrichtseinheit

Der Unterricht baut auf Erfahrungen auf, die die Schüler in einer vorherigen Unterrichtseinheit zu diesem Thema bereits gewonnen haben. Sie sollen in Gruppenarbeit für ihre jeweilige Teleservicevariante eine Handreichung zur Installation erstellen, die Installation durchführen und Aufgaben zur Bewältigung von Steuerungsproblemen durchführen. Wie bereits oben beschrieben, wird die Klasse in vier Gruppen geteilt. In den ersten beiden Doppelstunden erarbeiten die Gruppen jeweils gemeinsam die Handreichung für ihren Fernzugriff, installieren die Komponenten und testen die Funktionen. In den nächsten drei Stunden trennen sich die jeweiligen Gruppen in ein Monteurteam vor Ort (an der Steuerung) und ein Expertenteam im Heimatbetrieb (im Nachbarraum am Rechner), um Steuerungsprobleme mit dem Teleservice zu lösen. Den Abschluss bildet eine Diskussionsrunde in der letzten Stunde, in der die Erfahrungen der einzelnen Gruppen ausgetauscht werden. Da das Arbeitstempo und der Arbeitsaufwand der Gruppen als durchaus unterschiedlich einzuschätzen ist, sind die Übergänge der nachfolgend beschriebenen Unterrichtssequenzen fließend zu sehen.

6.1. Erstellen der Installations-Handreichung

Die Schüler erarbeiten mit Hilfe von Herstellerunterlagen eine Handreichung (Ablaufplan) zur Einrichtung und Parametrierung der Hard- und Software. Sie soll so gestaltet sein, dass anderen Personen auf dieser Grundlage eine schnelle Installation und Handhabung ermöglicht wird.

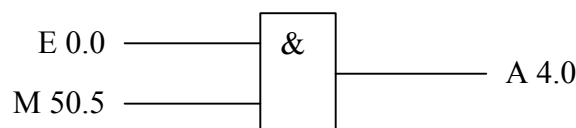
Da sich alle Rechner in einem bereits eingerichteten Netz befinden, haben die Gruppen 1 bis 3 (Remote-Gruppen) keine Hardware einzurichten. Die Schüler können die Online-Beschreibungen sowie die Handbücher nutzen.

Der Gruppe 4 (TS-Adapter) müssen neben den Unterlagen über den TS-Adapter auch die Beschreibungen und die Software für die verwendeten Modems zur Verfügung stehen. Sie muss im Vorfeld auf die Problematik der Autorisierung hingewiesen werden.

6.2. Einrichtung der Kommunikationskomponenten und Kontrolle der Kommunikation

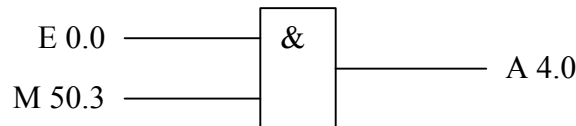
In dieser Phase soll die erstellte Handreichung dazu benutzt werden, die Kommunikationskomponenten einzurichten. Fehler in der Handreichung, unlogische Beschreibungen und unklare Formulierungen können dabei aufgespürt und beseitigt werden.

Zur Kontrolle der Kommunikation und zur ersten Kontaktaufnahme mit dem entfernten Steuerungssystem soll ein sich dort befindliches einfaches Steuerungsprogramm geändert werden. Das folgende Programm befindet sich bereits im Speicher der entfernten S7-Steuerung und wurde vom Lehrer im Vorfeld eingegeben:



Die gemeinsame Aufgabe für alle Gruppen besteht darin, den Ausgang A4.0 nun nicht mehr mit einer Frequenz von 1 Hz sondern mit 2 Hz anzusteuern. Der Takt wird vom CPU-internen Taktmerkerbyte erzeugt. Die Schüler müssen über das

Remote-Programm oder über den TS-Adapter Kontakt mit der entfernten Steuerung aufnehmen, das S7 Projekt analysieren und den entsprechenden Baustein ändern. Eventuell und nach Kenntnisstand ist es erforderlich, die CPU-Eigenschaften einzusehen und die Hilfe-Datei aufzurufen. Das geänderte Programm kann folgendermaßen aussehen:



6.3. Einsatz des TS-Adapters zur Lösung von Steuerungsproblemen

Um den konkreten Zugriff auf eine entfernte Steuerung mit dem TS-Adapter oder mit den Remote-Programmen praxisrelevant zu ermöglichen, haben wir jeder Gruppe als Steuerungsobjekt aus dem am SZ-Vegesack verfügbaren modularen Fertigungssystem der Firma Elabo eine Produktionseinheit zugewiesen. Die Schüler sollen jeweils eine Problemstellung zur Inbetriebnahme und eine zur Fehlersuche bearbeiten. Die vier Produktionseinheiten arbeiten unabhängig voneinander, die Gruppen beeinflussen sich also nicht gegenseitig.

Die den Einheiten zugewiesenen Gruppen werden nochmals in Halbgruppen (Experten und Monteure) geteilt. Die Teilung soll so erfolgen, dass die in SPS-Programmierung schwächeren Schüler das Monteurteam an der Steuerung und die stärkeren das Expertenteam am entfernten Rechner im Nebenraum bilden. Es gibt also acht Halbgruppen für die vier Stationen, die jeweils von ihrer Produktionseinheit folgende Unterlagen besitzen:

- Funktionsbeschreibung,
- Zuordnungsliste,
- Diagramm der Ablaufsteuerung,
- Funktionsplan (FUP) der Steuerung.

6.3.1 Aufgabe zur Vorbereitung einer Inbetriebnahme

Vor der eigentlichen Inbetriebnahme soll eine Funktionsprüfung der Sensoren und Aktoren erfolgen. Es muss überprüft werden, ob die Sensoren die ausschließlich binären Signale der CPU korrekt übermitteln und die Aktoren die

CPU-Befehle richtig ausführen. Dazu müssen sich die zugeordneten Halbgruppen verabreden, nach welcher Systematik vorgegangen wird. Bei den Remote-Programm-Gruppen ist dies relativ einfach machbar, indem eine vom Programm bereitgestellte Kommunikationsform gewählt wird. Bei der TS-Adapter-Gruppe ist dies nur mit einer weiteren Kommunikationsmöglichkeit machbar. Wir haben hierzu für den Unterricht eine Telefonverbindung (Raum zu Raum) durch eine von der Telekom (Brekom) unabhängige Nebenstellenanlage eingerichtet (in der Praxis könnte ein Handy benutzt werden) .

Die Expertengruppe soll die Montagegruppe anleiten, nach Zuordnungsliste die Sensoren zu betätigen und selbst die Variable mit Step7 zu prüfen. Die Aktoren werden von der Expertengruppe durch *Forcen* (Step7) aktiviert, die Montagegruppe überprüft deren ordnungsgemäße Funktion. Die Ergebnisse sollen in einem Protokoll festgehalten werden.

6.3.2 Aufgabe zur Fehlersuche

Die eigentliche Inbetriebnahme der Anlage ist nicht Gegenstand dieser Unterrichtseinheit und ist an anderer Stelle vorgesehen. In dieser Stunde soll ausschließlich der Funktionsablauf der Teilkomponenten überprüft werden. Um die Funktionseinheiten für den Betrieb vorzubereiten, müssen die Schüler die von anderen Schülergruppen erstellten Step7-Programme installieren. Diese sind unzulänglich und können in späteren Stunden bearbeitet werden. Sie entsprechen aber den Funktionsbeschreibungen, so dass eine Funktionsprüfung der Einheit erfolgen kann.

Vorbereitend sind vom Lehrer jedoch Fehler in die Stationen eingebaut worden. Alle Einheiten arbeiten zyklisch in einem sich ständig wiederholenden Produktionsablauf. Die Programme sind deshalb als Schrittkettensteuerung programmiert. Die eingebauten Fehler befinden sich in der Hardware. Es sind Sensoren verstellt oder funktionsuntüchtig gemacht worden, so dass die Transitionsbedingungen in der Schrittkette nicht gegeben sind und der Produktionsablauf stehen bleibt.

Die Monteurgruppe vor Ort muss der Expertengruppe den Fehler beschreiben, diese die Ursache per Ferndiagnose mit Step7 ermitteln und der Monteurgruppe den Fehler mitteilen. Die Monteurgruppe hat den Fehler zu beheben, so dass eine erneute Funktionsprüfung erfolgen kann.

6.4. Abschlussgespräch

Den Abschluss der Unterrichtseinheit bildet ein Unterrichtsgespräch, in dem die Erfahrungen der Gruppen diskutiert und die Ergebnisse ausgetauscht werden sollen. Die Schüler bekommen die Möglichkeit, ihre jeweilige Teleservicevariante kurz zu präsentieren, Schwierigkeiten bei der Umsetzung der gestellten Aufgaben zu benennen, positive Erfahrungen zu schildern und Kritik anzumerken. Dazu soll ein Leistungsvergleich in Form einer Tabelle an der Tafel erarbeitet werden (vgl. Anhang). Abschließend soll eine Bewertung vorgenommen werden, inwieweit sich die im Unterricht durchgeführten Arbeiten auf die Alltagspraxis eines Mechatronikers übertragen lassen.

7. Reflexion der Unterrichtseinheit

Zunächst ist festzuhalten, dass die Schüler mit viel Freude und Engagement bei der Sache waren. Das lag zum einen daran, ein neues Medium zu erproben zum anderen aber auch daran, in einer praxisnahen Umgebung zu arbeiten.



Abb: Schüler bei der Arbeit

Bei der Erstellung der Installations-Handreichungen arbeiteten die Gruppen unaufgefordert arbeitsteilig. Während einige sich mit den Informationen der Hersteller befassten, installierten andere. Weitere Schüler kümmerten sich um die Erstellung der Dokumentation. Der Umfang der Handreichungen war trotz Aufforderung, diese möglichst kurz zu gestalten, nicht einheitlich.

Der Kommunikationsaufbau verlief bei fast allen Gruppen weitgehend reibungslos. Die Konfiguration des TS-Adapters mit seinen Schnittstellen bereitete jedoch teilweise Schwierigkeiten und bedurfte gelegentlich der Hilfe durch den Lehrer. Die Lösung der in diesem Zusammenhang gestellten SPS-Aufgabe bereitete Probleme. Die Funktion des CPU-internen Taktgeber war nur wenigen bekannt, so dass diese vom Lehrer erläutert werden musste. Viele Schüler überraschte, über welche Funktionen die verwendete CPU verfügt und welche Kontrollen und Einstellungen möglich sind. Im Rahmen dieses Unterrichts konnte allerdings nur beschränkt darauf eingegangen werden. Letztlich konnte aber das gestellte Problem gelöst werden.

Die Präsentation des für die Lösung von Steuerungsaufgaben vorgesehenen modularen Produktionssystems motivierte die Schüler zusätzlich. Die zur Vorbereitung der Inbetriebnahme vorgesehene Überprüfung der Aktoren und Sensoren wurde von den Schülern ohne größere Schwierigkeiten durchgeführt und protokolliert.

Die Fehlersuche gestaltete sich nicht so einfach wie vermutet. Bei der Darstellung der Fehler offenbarten sich in der für die Schüler weitgehend ungewohnten Kommunikationsform einige Unzulänglichkeiten. Missverständliche Beschreibungen führten bei einigen zu falschen Schlüssen. Nach Intervention durch den Lehrer erkannten die Schüler, dass bei dieser Form der Zusammenarbeit ein Höchstmaß an Präzision erforderlich ist.

Im abschließenden Unterrichtsgespräch bewerteten die Schüler die in Richtung Projekt gehenden Aufgabenstellungen durchweg positiv, da hierdurch eine weitgehende Selbstständigkeit bei der Lösungssuche gegeben war. Bezüglich der Praxistauglichkeit der eingesetzten Teleservicevarianten wurde kritisch angemerkt:

- Aus Sicherheitsgründen ist ein Teleservice bei einer Inbetriebnahme nur begleitend möglich,
- In vielen Fällen ist auf beiden Seiten Fachpersonal erforderlich,

- Eine visuelle Unterstützung ist bei vielen Remote-Programmen nicht vorhanden aber oft wünschenswert,
- Die Gefahr einer Einflussnahme durch Unbefugte ist trotz Zugangsschutz gegeben.

Als positiv bzw. sinnvoll bewerteten die Schüler den Einsatz des Teleservice in den Bereichen Wartung, Datenabfrage, Upgrade/Update-Maßnahmen sowie der Fehleranalyse. Hier sahen die Schüler für die Zukunft noch eine erhebliche Ausweitung des Einsatzes des Teleservices. Demzufolge hat dieses Thema auch für sie weiterhin praktische Relevanz, denn als zukünftiger Facharbeiter, speziell im Montageeinsatz, werden sie hiermit demnächst noch stärker konfrontiert.

IV. Zusammenfassung der Modellversuchsergebnisse

Vor dem Hintergrund der in Kapitel I.1 beschriebenen Ziele des Modellversuchs wurden für das Vorhaben folgende zentralen Ergebnisse erwartet:

- Konzeptionen für das Design, die Realisierung und die unterrichtliche Nutzung telemedialer Lernumgebungen,
- Implementation zukunftsbedeutsamer Lerninhalte und -formen in die berufliche Erstausbildung - schwerpunktmäßig im Bereich des Teleservice / Mechatronik,
- Qualitätsverbesserung von Lehr-/Lernangeboten in der beruflichen Erstausbildung durch die gemeinsame Nutzung verteilter und knapper Ressourcen ('Ressourcen-Sharing') im Lernortverbund mittels telemediabasierter Lern-/Arbeitsumgebungen,
- Unterstützung von (Tele-)Kooperationen zwischen unterschiedlichen Institutionen beruflicher Bildung im regionalen und überregionalen Zusammenhang.

Die an jedem Ende eines Modellversuchs zu stellende Frage, inwieweit die erwarteten Ergebnisse auch erzielt werden konnten, lässt sich wie folgt beantworten:

Für die Konzipierung telemedialer Lernumgebungen wurden die didaktischen Prinzipien bzw. Prämissen *Handlungsorientierung*, *Teamarbeit*, *Geschäftsprozessorientierung*, *Auftragsorientierung* und *Gestaltungsorientierung* als Orientierungsrahmen zu Grunde gelegt:

Im Sinne einer umfassenden *Handlungsorientierung* wurden Lern- und Arbeitsaufgaben so gestaltet, dass das aktive Handeln und Tun der Lernenden initiiert und gefördert wurde. *Teamarbeit* als zentrales Element im telemediagestützten Arbeitsprozess führte zur Organisation unterrichtlicher Prozesse, in denen das vorherrschende ‚Einzelkämpfertum‘ zugunsten kooperativen Arbeitens und Unterrichtens aufgelöst wurde. Beispielsweise sind im Teleservice alle am Prozess der Auftragsabwicklung Beteiligten verantwortlich für das Erreichen eines erfolgreichen Arbeitsergebnisses und einer hohen Kundenzufriedenheit. *Die Orientierung am Arbeits- und Geschäftsprozess* war darum ein leitendes Element bei der Entwicklung von telemedialen Lernsituationen.

Das Prinzip der *Auftragsorientierung* bettet für den beruflichen Lernprozess einen betriebsnahen Kundenauftrag ein, damit den Auszubildenden die Bedeutung der Qualität der eigenen Arbeit, der Stellenwert des individuellen Verantwortungsbewusstseins und des Kompetenzerwerbs bewusst wird. Die betrieblichen Praxis erwartet zunehmend von den Mitarbeitern *Gestaltungskompetenz*. Im Sinne einer gestaltungsorientierten Ausbildung galt es darum Lernaufgaben zu konzipieren, die nicht den Vorgaben einer genau definierten Spezifikation folgen, sondern einen praxisrelevanten Grad von Offenheit zulassen, bei der auch Fragen nach der zweckmäßigen Lösung diskutiert werden können.

Die Implementation zukunftsbedeutsamer Lerninhalte und -formen in die beruflichen Erstausbildung ist erfolgreich gelungen. Damit dies erreicht werden konnte, sind vor und während der Implementation spezielle Lehrerfortbildungen zum Teleservice, zur Automatisierungstechnik sowie zur Didaktik und Methodik durchgeführt worden. An diesen Fortbildungsmaßnahmen nahmen auch Lehrer teil, die nicht in den Modellversuch eingebunden waren.

Alle im Modellversuch entwickelten Lernarrangements sind mittlerweile an den beteiligten Schulen fester Bestandteil des Unterrichtsangebotes, insoweit ist ein hoher Grad an Verstetigung der Modellversuchsziele erreicht worden. Die Lernarrangements sind so gestaltet, dass sie auch ohne die besonderen Bedingungen eines Modellversuches „lauffähig“ sind. Obwohl als Zielgruppe schwerpunktmäßig der Ausbildungsberuf Mechatroniker zu sehen ist, sind die realisierten Lernumgebungen auch für artverwandte Berufe wie beispielsweise Industriemechaniker, Energieelektroniker, Prozessleitelektroniker oder Industrieelektroniker einsetzbar. Darüber hinaus ist deren Verwendung auch im Bereich von Vollzeitbildungsgängen wie der Fachoberschule bzw. dem Beruflichen Gymnasium mit ihren metall- und elektrotechnischen Fachrichtungen oder der Fachschule für Technik (Technikerschule) möglich.

Durch die Lernarrangements wurde eine neue Qualität von Unterricht realisiert in dem Schüler aus unterschiedlichen Berufen direkt kommunizieren und ein technisches Problem gemeinsam lösen mussten. Diese Erfahrungen sind für das zukünftige berufliche Handeln als bedeutsam anzusehen, wurde doch die Notwendigkeit und Akzeptanz eines Arbeitens im Team immer wieder eingefordert.

In allen durchgeführten Unterrichtsprojekten wurde immer wieder der Zwang zu einer exakten Fachsprache und zur Sprachdisziplin evident, andernfalls gelangen Problemlösungen nicht oder wurden unerträglich erschwert und verzögert. Der in der Konzeption der Lernarrangements angelegte hohe Anteil von Handlungs-

orientierung veränderte konsequenterweise die Rolle des Lehrers: Das Handeln der Schüler entwickelte teilweise beachtliche Eigendynamik, der Lehrer trat in den Hintergrund.

Die Frage, welche Übertragungstechnik mit welcher Leistung für unterrichtliche Projekte die optimale ist, muss unter den gegebenen schulischen Rahmenbedingungen und den angestrebten Zielen immer neu beantwortet werden. Nicht immer ist eine technisch aufwendige und hochwertige Videoübertragung erforderlich, mitunter reicht eine einfache Datenübertragung (z.B. Informationsaustausch per e-mail oder Dateitransfer) völlig aus. Als ein nicht zu vernachlässigendes Nebenprodukt beim Unterricht in den Lernarrangements ergab sich bei den Schülern auch eine Sensibilisierung für die Grenzen dieser Technik (Sicherheitsaspekte, Industriespionage).

Die Kontakte zu Ausbildungsbetrieben für Mechatroniker ergaben, dass telemediagestützte Arbeitsprozesse bei ihnen zukünftig einen größeren Stellenwert als bisher einnehmen werden. Die Schulen sind daher aufgefordert, diesen bedeutenden Technikbereich weiter zu verstetigen und auszubauen. Vor diesem Hintergrund sind die im vorliegenden Bericht dargestellten Lernarrangements dem Bremer Rahmenplan für den Beruf Mechatroniker als Material für beispielhafte Lernsituationen beigelegt.

Die gemeinsame Nutzung verteilter und knapper Ressourcen ('Ressourcen-Sharing') im Lernortverbund mittels telemediabasierter Lern-/Arbeitsumgebungen ist bisher nur innerhalb eines jeweiligen Standortes gelungen. Der vorgesehene zeitliche Rahmen für die Verwirklichung der technischen Infrastruktur nicht nur im Bereich des Teleservice sondern auch bei der Realisierung eines betriebsnahen unterrichtlichen Auftragsszenarios konnte nicht eingehalten werden. Da die telemedialen Lernarrangements ohne Auftragsvergabe an professionelle Anbieter sondern nur durch die Modellversuchsmitglieder entwickelt und erprobt wurden, mussten von diesen selbst kleinste Fehlerquellen behoben werden. Erschwerend kam hinzu, dass mitunter die erforderliche Lehrerfortbildung parallel zur Realisierung der Lernumgebungen stattfand. Die technischen Voraussetzungen wurden an den einzelnen Schulen jedoch soweit entwickelt, dass die Kommunikation zwischen den verschiedenen Standorten ohne weiteres möglich ist. Aufgrund der organisatorischen (stundenplantechnischen) Rahmenbedingungen - beispielsweise waren vergleichbare Lerngruppen der Mechatroniker nicht zum gleichen Zeitpunkt vor Ort in den Schulen – war ein derartiges Lernszenario nicht zu realisieren.

Telemediagestützte Kooperationen zwischen unterschiedlichen Institutionen beruflicher Bildung, wie z.B. Ausbildungsbetriebe oder überbetriebliche Weiterbildungseinrichtungen konnten nicht realisiert werden. Ursache hierfür waren in erster Linie technische Probleme. Die entwickelten Lernarrangements konnten in dem vorhandenen Zeitrahmen nicht den Rahmenbedingungen der potentiellen Kooperationspartner angepasst werden.

Die beteiligten Schulen allerdings verfügen durch die Erfahrung mit telemedialen Systemen über entsprechende Möglichkeiten, dass zukünftig derartige Kooperationen erschlossen werden können. Die Erfahrungen im Modellversuch TellMe zeigen aber auch, dass hierfür weitere Entwicklungsarbeiten und Praxisstudien erforderlich sind.