

FH D
Fachhochschule Düsseldorf

FB 3
Fachbereich Elektrotechnik

PiLAB
Process Informatics Lab
Labor Prozessinformatik

Entwicklung und Integration vernetzter Lehr- und Lernsysteme für die ingenieurtechnische Ausbildung in der Steuerungs- und Automatisierungstechnik

CONTROL-NET

Förderkennzeichen: 08NM142C

Schlussbericht

Berichtszeitraum : 01.06.2001 – 31.12.2003

**Verbundprojekt der Fachhochschulen
Nordostniedersachsen, Köln, Stralsund und Düsseldorf**

Bericht der Fachhochschule Düsseldorf

Düsseldorf, den 30.06.04

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Langmann

Inhaltsverzeichnis

1	AUFGABENSTELLUNG	5
1.1	Aufgabenstellung des Hochschulverbundes	5
1.2	Aufgabenstellung des Teilprojekts der FH Düsseldorf.....	5
2	VORAUSSETZUNGEN	6
3	PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS	7
4	STAND DER TECHNIK VOR PROJEKTSTART	8
5	ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN	9
6	ERZIELTE ERGEBNISSE	10
6.1	Struktur des Telelabors	10
6.1.1	Pädagogisches Konzept	10
6.1.2	Didaktische Struktur	11
6.1.3	Lernablauf im Telelabor	12
6.1.4	Komponentenstruktur des Telelabors	14
6.2	Benutzer- und Zugangsadministration für das Telelabor	15
6.2.1	Benutzerverwaltung	15
6.2.2	Zugriffsschutz.....	16
6.2.3	Funktionen beim Einloggen.....	16
6.2.4	Funktionen beim Ausloggen.....	17
6.2.5	Administratorfunktionen	17
6.3	Netzwerk und Datensicherheit	17
6.4	Lernablauf zur Steuerungsprogrammierung im Telelabor	17
6.5	Auswertung und Analyse der Ergebnisse	19
7	VORAUSSICHTLICHER NUTZEN UND VERWERTBARKEIT	19
7.1	Kooperationspartner.....	19
7.2	Weiterbildungsveranstalter	20
7.3	Sonstige Verwertung / Sicherung der Nachhaltigkeit	20
7.3.1	Kosten der Online Praktikumsexperimente	21
7.3.2	Nicht-objektive Erfahrungen.....	21
7.3.3	Weiterführung in anderen F/E-Förderprogrammen	22
8	BEKANNTER FORTSCHRITT BEI ANDEREN STELLEN	23

9	ERFOLGTE UND GEPLANTE VERBREITUNGSMASSNAHMEN.....	23
9.1	Webseite	23
9.2	Poster, Flyer und Pressematerialien	23
9.3	Messen	23
9.4	Workshops.....	23
9.5	Konferenzen	24
9.6	Fachveröffentlichungen	24
9.7	Patentanmeldungen.....	24

1 Aufgabenstellung

1.1 Aufgabenstellung des Hochschulverbundes

Der Hochschulverbund CONTROL-NET entwickelte Online-Praktika in nahezu allen Bereichen der Automatisierungstechnik:

- Messen-Steuern-Regeln (MSR),
- Elektrische Antriebstechnik,
- Industrielle Bildverarbeitung,
- Grundlagen der Kommunikationstechnik,
- Fertigungstechnik,
- Fertigungssimulation

Der CONTROL-NET Verbund bestand aus den vier Fachhochschulen: Fachhochschule Nordostniedersachsen (Verbundkoordinator), Fachhochschule Düsseldorf, Fachhochschule Köln (Abteilung Gummersbach), Fachhochschule Stralsund.

Das Angebot der Online-Praktika richtet sich an Studenten der Automatisierungstechnik und ähnlicher mechatronischer Studiengänge. Das Angebot erreicht sowohl die berufliche Bildung als auch die betriebliche Weiterbildung. Durch die offene Plattform bietet CONTROL-NET Ingenieurinnen und Ingenieuren, die in dieses Gebiet wieder oder neu einsteigen möchten, eine Arbeitsumgebung mit hoher Interaktivität an realen Anlagen, neuester Technologie und Kontakten zu Industrieunternehmen und Hochschulen auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik.

Alle Praktika in CONTROL-NET werden über das Internet an realen Anlagen durchgeführt. Der Verbund hat hierzu die Arbeitsumgebungen bereitgestellt (konzipiert und teilweise entwickelt): interaktive Kamerasteuerung, Zeit- und Ressourcenmanagement, adaptierte Bedien-und-Beobachten-Umgebung, interaktive Gruppenarbeit. Die Arbeit an den realen Anlagen wird durch die Bereitstellung von Lerninhalten zum überwiegenden Teil über die E-Learning Plattform ILIAS unterstützt.

1.2 Aufgabenstellung des Teilprojekts der FH Düsseldorf

Im Rahmen des Verbundprojektes und in Abstimmung mit diesem verfolgte das Teilprojekt der FH Düsseldorf (FHD) die Zielstellung eine internetgeeignete Lern- und Trainingsumgebung zu den Grundlagen der Steuerungstechnik insbesondere der SPS-Technik auf der Basis des Industriestandards IEC 61131 zu entwickeln.

Im Rahmen des Projektes entstand an der FHD eine webbasierte SPS-Trainingsumgebung, mit der es möglich ist, IEC 61131-Steuerungsprogramme über das Internet zu erstellen, diese lokal über virtuelle Modelle zu testen und entsprechende reale Anlagen remote über das Internet zu steuern. Die webbasierte Steuerungsumgebung wird allen Verbundpartnern und drüber hinaus externen Nutzern über das Internet unter <http://www.telelabor.de> zur Verfügung gestellt und ergänzt damit die didaktischen Module der anderen Verbundpartner.

Im Projekt der FHD waren folgende wesentliche Aufgabe zu lösen

- *Aufgabenpaket 1:* Aufstellen der Anforderungen an eine webbasierte SPS-Trainingsumgebung; Analyse und Spezifikation der Entwicklungsaufgaben
- *Aufgabenpaket 2:* Analyse der Eignung vorhandener und noch zu entwickelnder steuerungs- und automatisierungstechnischer Geräte- und Anlagentechnik für den Betrieb über das Internet; Spezifikation und Grundaufbau (Beschaffung) eines für SPS-Steuerungstechnik nutzbaren didaktischen Anlagenmodells aus dem Bereich der Fertigungstechnik .
- *Aufgabenpaket 3:* Implementierung der nach Aufgabenpaket 1 definierten Software für die webbasierte SPS-Trainingsumgebung (WPS – WebProgrammierbare Steuerung). Dazu gehören z.B. eine internetgeeignete didaktische SPS-Programmierungsumgebung einschl. geeigneter Simulationstools.
- *Aufgabenpaket 4:* Entwicklung internetgeeigneter didaktischer Lerneinheiten zur den Grundlagen der Steuerungs- und SPS-Technik einschl. zugehöriger steuerungstechnischer Technologiemodelle als 3D-VRML-Modelle; Implementierung der zugehörigen WEB-Seiten.
- *Aufgabenpaket 5:* Erprobung und Anpassung verfügbarer Software, Tools und Methodiken zur WEB-Anbindung an den technischen Prozeß.
- *Aufgabenpaket 6:* Aufbau und Test der steuerungstechnischen Pilotanlage für die Arbeit im Internet; Einbindung in die heterogene Gesamtstruktur der Verbundprojektpartner.
- *Aufgabenpaket 7:* Aufnahme und Evaluierung des Lehrbetriebs für die SPS-Ausbildung an der Pilotanlage mit Telepräsenz in den dazu geeigneten Fächern der Studiengänge des Fachbereichs Elektrotechnik der FH D.
- *Aufgabenpaket 8:* Entwicklung von Umsetzungs- und Verwertungskonzepten; Einbringung in eine kommerzielle Nutzung; Präsentation der Ergebnisse in Fachpublikationen, Konferenzen und Messen.

2 Voraussetzungen

Der Projektleiter des FHD-Projekts Prof. Dr. Langmann ist für die Lehrgebiete Prozessinformatik, Mensch-Maschine-Kommunikation und Angewandte Internettechnologie in den Bachelor- und Masterstudiengängen des Fachbereichs Elektrotechnik der FHD verantwortlich sowie gleichzeitig als Laborleiter für das Labor Prozessinformatik und als Leiter des Düsseldorfer Telelabors tätig.

Die praktische Ausbildung zu informationstechnischen Problemstellungen bei der Automatisierung technischer Prozesse sowie zur Industriekommunikation findet zum größten Teil im Labor für Prozessinformatik statt. Dazu gehören z.B. Praktika zur Feldbus- und SPS-Technik, Laborversuche zu PC-basierter Anlagensteuerung und Prozessvisualisierung sowie praktische Übungen und Laborpraktika zum Teleservice und Teleengineering an automatisierten Maschinen und Anlagen.

Das Labor Prozessinformatik betreibt seit mehreren Jahren einen umfangreichen eigenständigen WEB-Auftritt mit allen erforderlichen Informationen für Studierende und Interessenten einschließlich multimedialer Lernsoftware zur Automatisierungstechnik zum Download und als Online-Lernsystem.

Im Rahmen verschiedener F/E-Projekte hat sich der Projektleiter umfangreiches Wissen und Erfahrungen bei der Entwicklung und beim Einsatz interaktiver und multimedialer Offline- und Online-Lernsysteme angeeignet. Beispiele dazu sind die interaktive Lernsoftware zur SPS-Technik *SPStrainer*, das multimediale Informationssystem zur Feldbustechnik *INTERBUS Learning* und Beispielprojekte zum Online-Lernen mit Telepräsenz (Teleengineering mit SIMATIC, Telepraktikum mit INTERBUS).

Die bisherigen Online-Lernprojekte wurden auf verschiedenen Messen präsentiert (z.B. Interkama '99, interschul-didacta '2000, Bildungsmesse '2001). Außerdem entstanden dazu vom Antragsteller zu dieser Thematik eine Reihe von Veröffentlichungen.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Ressourcen- und Zeitplanung richtete sich im wesentlichen nach dem folgenden Projektplan.

Monat	Meilenstein	Aufgabenpaket		
4		Aufgabenpaket 1: Analyse und Spezifikation	Aufgabenpaket 2: Technische Vorbereitung	Aufgabenpaket 4: Didaktische Lerneinheiten
6	M 1	Aufgabenpaket 3: Implementierung der Software		
8				
12	M2		Aufgabenpaket 6: Aufbau und Vernetzung der Pilotanlage	
18			Aufgabenpaket 5: Erprobung und Anpassung Kommunikation	
20	M3	Aufgabenpaket 7: Aufnahme und Validierung des Lehrbetriebs		
24				
27	M4			
31	M 5			

Das Aufgabenpaket 8 (Verwertung) lief praktisch parallel während der gesamten Projektlaufzeit.

Der Projektplan wurde im wesentlichen entsprechend den Vorgaben eingehalten. Aufgrund der relativ späten Einstellung der fest im Projekt angestellten Mitarbeiter zu Beginn der Projektlaufzeit starteten die meisten Software-Implementierungsaufgaben erst Anfang 2002. Diese Verzögerungen konnten aber im Verlauf der Projektarbeiten wieder ausgeglichen werden.

Die personellen Ressourcen wurden durch Eigenmittel der FHD in Höhe von ca. 25 000 € ergänzt. Damit konnte z.B. der Labortechniker bis Projektende (nach Pro-

jektplan nur bis 30.04.03) beschäftigt und weitere erforderliche Leistungen Dritter finanziert werden.

Die Entwicklungszeit war bezogen auf das eingesetzte Personal sehr knapp bemessen. Nicht alle intern geplanten Entwicklungsarbeiten zur Implementierung des Java-SPS-Programmiersystems konnten realisiert werden (z.B. können die durch einen Nutzer erstellten Steuerungsprogramme noch nicht remote gespeichert und geladen werden). Andererseits wurden im Bereich der 3D-Simulation für die Laboranlage als Ganzes und für die einzelnen Stationen weit über das ursprüngliche Projektziel hinausgehende Ergebnisse erzielt (z.B. Entwicklung einer generischen Schnittstelle für 3D-Modelle zur Prozesssimulation und –visualisierung).

Insgesamt wurde im Rahmen des Projekts Software mit etwa folgendem Umfang konzipiert, implementiert, getestet und eingesetzt:

- 12 000 Zeilen Java-Quellcode (Java-SPS-Editor, Prozessdatenzugriff),
- 3 000 Zeilen C++-Quellcode (Java-SPS-Editor, Prozessdatenzugriff),
- 330 Funktionsblöcke sowie 800 Zeilen IEC 61131-Quellcode für die Anlagensteuerung (Hintergrund- und Sicherheitsprogramm),
- 200 Webseiten einschl. ca. 3000 Zeilen Script-Code,
- verschiedene 3D-Modelle der Anlage und der Einzelstationen,
- eine 3D-Animation der kompletten Anlage,
- verschiedene interaktive 2D-Animationen zu den Funktionsblöcken der Programmiernorm IEC 61131-3.

Die geplanten Aufgaben konnten inhaltlich und terminlich entsprechend den Vorgaben abgeschlossen werden. Das „Telelabor zur IEC 61131“ steht seit 01.01.04 zur öffentlichen und gegenwärtig noch kostenlosen Nutzung unter <http://www.telelabor.de> im 24-h-Betrieb mit einer für 2004 geplanten Verfügbarkeit von 90% im Internet.

4 Stand der Technik vor Projektstart

Der Stand der Online-Ausbildung im ingenieurwissenschaftlichen Bereich wurde im Internet über die verfügbaren Bildungsserver ermittelt. So waren z.B. auf dem Bildungsserver der Bund-Länder-Kommission 2001 von insgesamt ca. 1600 angebotenen Lernsystemen nur ca. 12% für die Ingenieurwissenschaften geeignet. Betrachtet man dabei die Automatisierungstechnik und berücksichtigt weiterhin eine praxis- und handlungsorientierte Ausbildung unter Nutzung von Telepräsenz und virtuellen Szenarien so verblieben zu dieser Zeit noch vier Lernsysteme in Form von virtuellen Labors übrig.

Die damals verfügbaren virtuellen Labors hatten nur den Charakter von Prototypen bzw. von Experimenten und behandeln auch nicht eine steuerungstechnische Grundausbildung (SPS-Programmierung). Eine Nutzung in der curricularen Lehre war kaum möglich, da die folgenden wesentlichen Aspekte nicht bzw. nur unvollständig realisiert waren:

- Didaktisch aufbereitete Aufgabenstellung mit definierten Lernzielen einschl. entsprechender Dokumentation für den Nutzer (Anleitung, Aufgabenblätter u.ä.).

- Eine automatisierte Anlage, auf die der Nutzer über das Internet zugreifen kann und an der verschiedenen Manipulationen im Kontext der jeweiligen Aufgabe und zur Lösung dieser Aufgabe durchgeführt werden müssen.
- Zugriffsadministration für die Nutzer.
- Vergabe eines Zertifikates.

Die Recherchen ergaben damit zusammenfassend folgende Situation:

- Einige didaktisch geführte interaktive Lerneinheiten zu allgemeinen Themen der Automatisierungstechnik sowie zur Regelungstechnik einschl. virtueller Modellszenarien wurden angeboten (z.B. Uni Bochum) und konnten auch in der Ausbildung genutzt werden.
- Wurde dazu Telepräsenz angeboten (Steuerung eines Roboters o.ä.), so fand man dazu nur einige Beispiele, die nur einen Demonstrationscharakter besaßen. Direkte Aufgabenlösungen entspr. den o.g. Voraussetzungen wurden dazu nicht ermöglicht.
- Virtuelle Lernumgebungen im Internet bzw. Lernumgebungen mit Telepräsenz zur SPS-Ausbildung standen im Internet nicht zur Verfügung.

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die wesentliche Zusammenarbeit mit anderen Stellen erfolgte innerhalb des Forschungsverbundes. Dazu wurden regelmäßige Projekttreffen und Abstimmungen durchgeführt. Außerdem wurden eine Reihe von Teilergebnissen arbeitsteilig bzw. in gegenseitiger Nutzung realisiert.

Eine weitere erfolgreiche Zusammenarbeit im Teilprojekt konnte mit der Automatisierungsfirma Phoenix Contact (Blomberg) realisiert werden. Die gemeinsamen Arbeiten bezogen sich insbesondere auf die Berücksichtigung beruflicher Ausbildungsanforderungen an das Telelabor, die unmittelbare materielle Unterstützung der Firma sowie Unterstützung für die bundesweite Präsentation und Werbung für das Telelabor auf verschiedenen durch die o.g. Firma initiierten Veranstaltungen.

Im Rahmen der zwischen der FH D und der Elektrotechnischen Universität St. Petersburg (Russland) bestehenden Kooperationsvereinbarung wurden einzelne Aufgaben aus dem Teilprojekt (z.B. Softwaremodule zum webbasierten Prozessdaten-zugriff) Bestandteil gemeinsame Entwicklungsarbeiten.

Parallel zu CONTROL-NET wurden weitere Projekte im Umfeld von E-Learning für die Automation vorangetrieben. Dazu gehörten insbesondere:

- Teilnahme 2002 an dem durch den ZVEI (Zentralverband der Elektroindustrie) unterstützten xplore-Wettbewerb der Fa. Phoenix Contact. Hierbei wurde gemeinsam mit unserem Kooperationspartner Elektrotechnische Universität St. Petersburg in einer praktischen Webstudie eine einfache webprogrammierbare Steuerung unter dem Thema "WPS statt SPS" entwickelt, aufgebaut und getestet. Diese Lösung wurde mit einem 2. Preis in der Kategori „Internet“ ausgezeichnet.

- Das bereits vor Projektbeginn vorhandene Telepraktikum mit INTERBUS wurde weiter betrieben und ausgebaut. Gegenwärtig sind ca. 250 Nutzer aus aller Welt in diesem Praktikum registriert.

6 Erzielte Ergebnisse

Die ausgewählten Online Praktikumsexperimente im Projektverbund sind komplementär zueinander und bieten den Studentinnen und Studenten der Automatisierungstechnik eine bezogen auf das Praktikum an ihrer Stammhochschule größere Vielfalt des Praktikums. Die Online Praktikumsexperimente entstammen aus den Themenbereichen:

- Regelungstechnik,
- Steuerungstechnik (Software als auch Hardware),
- Messtechnik (Prozessmesstechnik),
- Elektrische Antriebstechnik,
- Industrielle Bildverarbeitung,
- Informations- und Kommunikationstechnologie

Die Auswahl der Fachrichtungen, aus denen die Online Praktikumsexperimente gewählt worden sind, genügt auch für Praktika in den Studiengängen Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR) und Mechatronik. Hierdurch ist ein Einsatz der von CONTROL-NET entwickelten Online Praktikumsexperimente auch über CONTROL-NET hinaus gegeben.

Im folgenden wird das Online-Praktikum „Telelabor zur IEC 61131“ der FH Düsseldorf beschrieben.

6.1 Struktur des Telelabors

6.1.1 Pädagogisches Konzept

Das Lernziel eines klassischen Praktikums ist die Erprobung des in den Vorlesungen erlernten Wissens durch praktische Anwendungen. Diese bestehen zumeist aus Grundlagenexperimenten, die zum großen Teil den Hochschulen von Lehrmittelunternehmen wie z.B. Leybold, Festo, Lukas-Neolle, Phywe, Christiani etc. angeboten werden. Desweiteren entwickeln die Hochschulen eigene, speziell auf die vermittelten Vorlesungsinhalte konzipierte Praktikumsversuche, die auch industriennahe Anwendungen repräsentieren sollen.

Der Ablauf eines Praktikumsversuches im Labor Prozessinformatik der FHD besteht z.B. aus folgenden Phasen:

1. Vorbereitung des Praktikumsversuches. Hierzu gehört auch die Wiederholung der in der jeweiligen Vorlesung vermittelten Inhalte.
2. Eigentlicher Praktikumsversuch an der Versuchsanlage. Dieser wird zumeist, je nach Größe des Semesters, in Gruppenarbeit durchgeführt. Der Praktikumsversuch hat in der Regel eine Zeitdauer von ca. drei bis vier Stunden.

Auf dem Gebiet der Steuerungstechnik (eingeschlossen Prozessinformatik) ist dabei das Erlernen von Grundfähigkeiten für die Konzipierung, Entwicklung und Implementierung von Steuerungsprogrammen für reale Anlagen eine der wichtigsten Aufgaben. Die Einzelaufgaben sollten dabei in einem industriemäßigen und technologischen Kontext stehen, um einen hohen Praxisbezug zu sichern.



Bild 1: Modellauto vom Typ Sprinter als technologisches Objekt

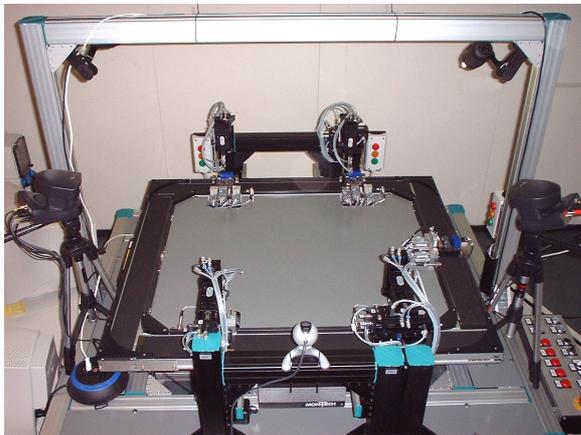


Bild 2: Didaktische Automatisierungsanlage zur Montage eines Modellautos

Technologische Grundlage für das Teillabor bildet deshalb eine speziell entwickelte Automatisierungsanlage zur Montage von Modellautos mit der typische Steuerungsszenarios aus dem Automotivbereich praxisnah nachgebildet werden können. Die Nutzer können an einem technologisch einheitlichen Prozess verschiedene Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad lösen.

Die Bilder 1 und 2 zeigen das Modellauto, welches als technologisches Objekt genutzt wird und die für die Montage dieses Autos aufgebaute Automatisierungsanlage.

6.1.2 Didaktische Struktur

Basierend auf dem Lernziel für das Teilprojekt der FHD – Erlernen der Grundlagen der Steuerungsprogrammierung nach IEC 61131 – erfolgte die

Konzipierung von 10 Programmieraufgaben, die didaktisch aufeinander aufbauen und von einfachen booleschen Verknüpfungen bis hin zu komplexeren Ablaufsteuerstrukturen führen.

Alle Programmieraufgaben werden am gleichen hinreichend komplexen technischen Prozess (Montage eines Modellautos) gelernt. Für die Realisierung ergaben sich folgende Herausforderungen und Probleme:

- Einordnung aller 10 Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad in didaktisch sinnvoller und machbarer Art in die Prozesskette zur Montage des Modellautos. Hier musste bereits eine entsprechende Berücksichtigung bei der Konstruktion der Automatisierungsanlage erfolgen.
- Schaffung einer möglichst vollständigen Freiheit des Nutzers für die Programmierung der Montagevorgänge an drei verschiedenen Montagestationen. Fehlerhafte Nutzerprogramme dürfen keinen Schaden an der Anlage hervorrufen, müssen aber auch für den Nutzer erkennbar sein. Dazu war die Entwicklung einer aufwendigen Hintergrund- und Sicherheitssteuerung für die Laboranlage erforderlich. Der Nutzer kann im Ergebnis an beliebiger Stelle mit der Bearbeitung seiner Auf-

gaben aufhören und zu beliebiger Zeit und an beliebiger Stelle wieder mit der Bearbeitung fortfahren.

- Schaffung einer generischen Umgebung, um die vollständige Webumgebung für verschiedene Programmieraufgaben für die Laboranlage im wesentlichen automatisch, basierend auf Parametersätzen zu generieren.

Mit Projektende stehen folgende fünf Programmieraufgaben an den Stationen der Automatisierungsanlage für die Ausbildung zur Verfügung:

- Einfache boolesche Verknüpfungssteuerung mit AND.
- Erweiterte boolesche Verknüpfungssteuerung mit AND.
- Boolesche Verknüpfungssteuerung mit AND und OR.
- Selbsthaltungssteuerung mit AND/OR.
- Steuerung der Betriebsart mit RS/SR-Speicher.

Die durchschnittliche Lernzeit für alle Aufgaben beträgt ca. 8 ... 10 Stunden. Dies entspricht dem Zeitaufwand für zwei klassische curriculare Laborpraktika.

Abhängig von den Nutzungsinteressen ist im Rahmen von Folgeprojekten vorgesehen, die weiteren fünf konzipierten Programmieraufgaben und auch darüber hinausgehende Aufgaben zu realisieren. Dies kann aufgrund der generischen Auslegung des Gesamtsystems mit relativ wenig Aufwand erfolgen. Angeboten werden hier auch die Integration spezieller auf bestimmte Nutzergruppen angepasste Aufgaben (z.B. für die Berufsausbildung).

6.1.3 Lernablauf im Telelabor

Das Lernen im Telelabor verläuft nach den drei Grundsätzen:

- LEARNING the BASICS
- LEARNING & SIMULATION
- LEARNING & DOING

LEARNING the BASICS

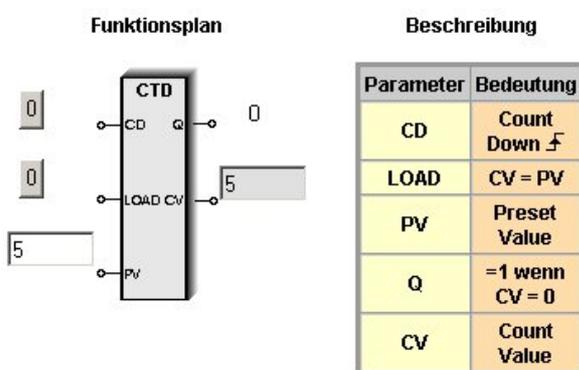


Bild 3: Interaktives Modell eines Zählbausteins

Zur Einarbeitung in die Grundlagen der IEC 61131 wird ein in das Telelabor integriertes, interaktives und multimediales Lernprogramm (CBT) genutzt. Syntax und Semantik der IEC 61131-Programmiersprachen werden anhand interaktiver Modelle (Bild 3) erläutert. Fragen und Selbsttests bereiten den Nutzer auf die Arbeit mit dem Telelabor vor. Das Basislernsystem kann sich der Nutzer auch auf seinen PC downloaden.

LEARNING & SIMULATION

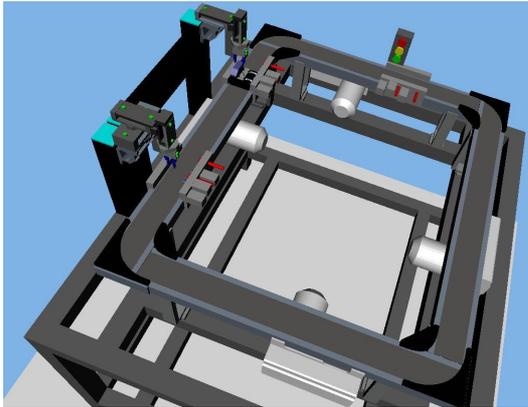


Bild 4: 3D-Simulationsmodell der Anlage

In der Betriebsart SIMULATION können beliebig viele Lernende auf das Telabor zugreifen und gleichzeitig lernen. Jeder Nutzer arbeitet dabei unabhängig von anderen Nutzern mit seiner spezifischen Programmierumgebung.

Lernende können in der Betriebsart SIMULATION ihre Steuerungsprogramme an 3D-Simulationen der Montageanlage in Betrieb nehmen (Bild 4). Die 3D-Simulationen verhalten sich wie die reale Anlage. Sie werden in einem Viewer auf der Webseite dargestellt.

E-LEARNING & DOING

Kernstück des Telabors ist eine javabasierte IEC 61131-Programmierungsumgebung und eine webprogrammierbare SPS. Damit werden Programme in der Sprache AWL entwickelt und an der Anlage getestet. Prinzipiell unterstützt werden Bit-, Arithmetik- und Vergleichsbefehle sowie Standard-Funktionsbausteine (RS/SR, Zähler, Timer) mit 16/8 digitalen sowie je 2 analogen Ein- und Ausgängen.

Die Nutzer entwickeln für vorgegebene Aufgaben individuelle IEC 61131-Programme und steuern damit die Montage des Modellautos über Datenfernzugriff und Videokameras. Somit werden Programmier- und Automatisierungskennnisse vermittelt und vertieft.

Aufgabe 1: Boolesche Verknüpfung

Programmierer nach IEC 61131-3

Bezeichner	Datentyp	Adresse	Initialwert
Sensor1	BOOL	%I1.0	FALSE
Sensor2	BOOL	%I1.1	FALSE
LampeRot	BOOL	%Q1.1	FALSE
LampeGelb	BOOL	%Q1.2	FALSE
Zylinder1	BOOL	%Q1.0	FALSE

AWL-Editor 1

Operator	Operand	Kommentar
LD	Sensor1	(* Ansteuerung der roten Signallampe*)
AND	Zylinder1	
ST	LampeRot	
LD	Sensor1	(*Ansteuerung der gelben Signallampe*)
OR	Sensor2	
AND	Zylinder1	
ST	LampeGelb	

WPS - WebProgrammierbare Steuerung

DIGITAL INPUT	DIGITAL OUTPUT	ANALOG INPUT	ANALOG OUTPUT
S5T %I1.0	%Q2.0	%I0.0	%Q1.0
S2T %I1.1	%Q2.1	H1A1r %Q1.1	%IR1
%I1.2	%I2.2	H1A1y %Q1.2	%IR2
%I1.3	%I2.3	%Q1.3	
%I1.4	%I2.4	%Q1.4	
Schalter3 %I1.5	Taster 3 %I2.5	%Q1.5	
Schalter2 %I1.6	Taster 2 %I2.6	%Q1.6	
Schalter1 %I1.7	Taster 1 %I2.7	%Q1.7	

Bedienkonsole

Schalter 1, Schalter 2, Schalter 3, Taster 1, Taster 2, Taster 3

Aufgabenstellung

Der pneumatische Zylinder für die Vertikalbewegung des Greifers an Station 1 soll nach Betätigung des Einschalters Schalter 1 mittels des Tasters 1 nach oben bzw. unten bewegt werden.

Beide Zylinder werden durch Magnetventile mit Federrückstellung angesteuert.

Das Erreichen der Endpositionen des Zylinderkolbens wird durch die Endschalter E1 und E2 angezeigt.

Bild 5: Aufgabe 1 aus dem Telabor zur IEC 61131

Zum Arbeiten an der Anlage benötigt ein Nutzer nur einen PC mit Internetanschluss ohne zusätzliche Software. Bild 5 zeigt anhand der Aufgabe 1 die komplette Lernumgebung, wie sie sich im Internetbrowser dem Nutzer präsentiert

6.1.4 Komponentenstruktur des Telelabors

Der javabasierte **Programmeditor nach IEC 61131** (Bild 5, Mitte oben) gestattet eine benutzerfreundliche Entwicklung von Steuerungsprogrammen mit der IEC 61131-Sprache Anweisungsliste (AWL).

Die als **webprogrammierbare Steuerung – WPS** - (Bild 5, Mitte unten) in die Webseite integrierte Runtime-Umgebung arbeitet die Steuerungsprogramme äquivalent zu einer SPS mit einer frei wählbaren Zykluszeit von >50 ms ab.

Die Arbeitsweise der jeweiligen Steuerungsprogramme an der Montageanlage kann über **drei Webkameras** durch den Nutzer beobachtet werden (Bild 5, oben rechts). Der Sichtbereich von zwei Webkameras ist mittels Schwenk- und Zoomfunktionen flexibel veränderbar. Die dritte Kamera zeigt eine Gesamtansicht der Montageanlage.

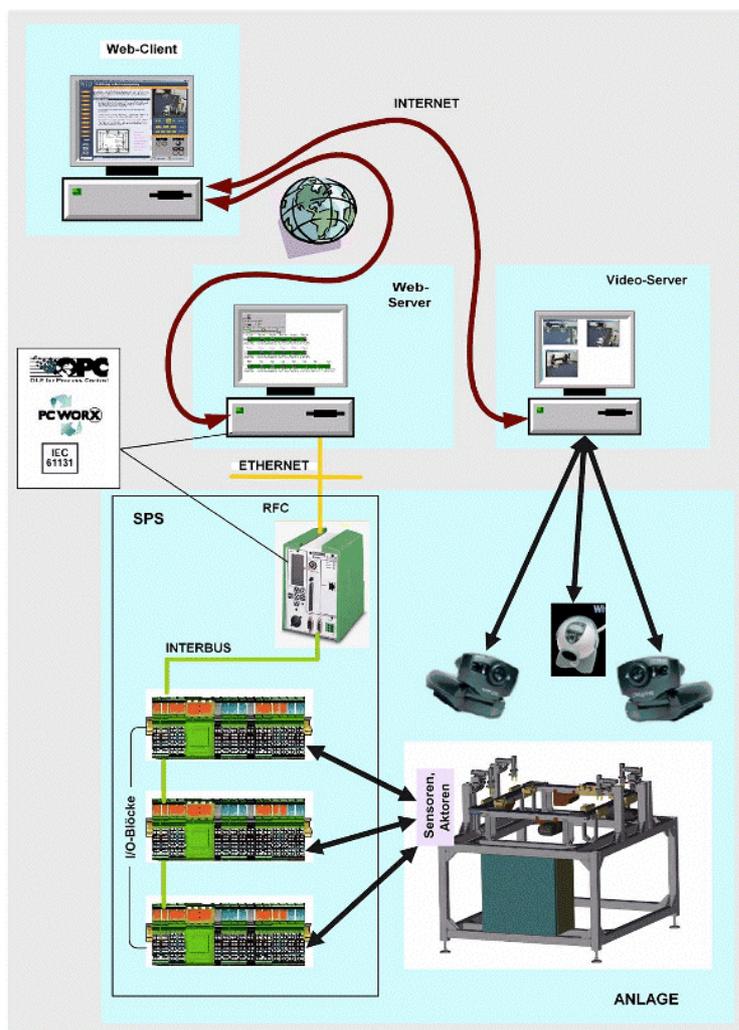


Bild 6: Hardwarestruktur des Telelabors zur IEC 61131

Bild 6 zeigt die Hardwarestruktur des Telelabors.

Die Anlage wird von einer PC-basierten RFC-Steuerung mit INTERBUS-Anschluß der Fa. Phoenix Contact gesteuert. Über die Automatisierungssoftware PC WorX wird die Konfiguration, Programmierung der Hintergrund- und Sicherungsprogramme, Überwachung und Diagnose durchgeführt.

Der Internetzugriff auf das Telelabor wird von einem Server gewährleistet, der aus mehreren Soft-, bzw. Hardwarekomponenten besteht, die auf zwei Computern (Webserver, Video-server) verteilt betrieben werden.

Die Anlage besitzt konstruktive und infrastrukturelle Besonderheiten, um sie für den geplanten Zweck eines Internetbetriebes sicher verfügbar zu machen:

- Sicherung eines Endlosbetriebes durch spezielle konstruktive Verknüpfungen in der Anlage, hohe Zuverlässigkeit für 24h-Dauerbetrieb ohne Aufsicht,
- Sicherung der Anlage durch spezielle programmtechnische Maßnahmen gegen fehlerhaft entwickelte Programmteile des Lerner bzw. falsche Handhabung durch den Lerner,
- Steuerung von Einzelkomponenten, auch parallel auf verschiedenen Stationen,
- Unterstützung der Koppelung zwischen dem Hintergrundprogramm („serverseitiges“ Programm) und den vom Lernenden zu entwickelnden Programmteilen („clientseitiges“ Programm),
- steuerbare Geschwindigkeit des Transportbandes für eine optimale Videobeobachtung über das Internet,
- spezielle Oberflächenbehandlung der metallischen Teile und eine gleichmäßige und blendfreie Ausleuchtung der gesamten Anlage.

6.2 Benutzer- und Zugangsadministration für das Telelabor

Aufgrund der Unverträglichkeit der sonst bei den Verbundpartnern genutzten PHP-Systeme ILIAS bzw. RAM mit dem im FHD-Projekt eingesetzten Microsoft-ASP-System erfolgte durch den FHD-Projektpartner die Entwicklung einer eigenen, speziell auf das Telelabor zur IEC 61131 zugeschnittenen Benutzer- und Zugangsadministration.

Die Benutzer- und Zugangsadministration besteht aus den Komponenten:

- Benutzerverwaltung
- Zugriffsschutz
- Administratorfunktionen

Alle Funktionen sind wegen der engen Verknüpfung mit den Funktionsseiten des Telelabors mittels ASP implementiert und beinhalten nur die unbedingt notwendigen Funktionen. Damit ergibt sich eine sehr schlanke, effiziente und übersichtliche Verwaltung mit insgesamt 17 ASP-Dateien, die auch leicht geändert werden kann.

Seitens der Implementierung der Systemfunktionen ist für die Benutzer- und Zugangsadministration eine englischsprachige Variante bereits vorgesehen.

Auf der Home-Page des Telepraktikums erhält der Nutzer vor dem Einloggen folgende Mitteilungen:

- Betriebszeit des Telelabors als Uhrzeit von/bis,
- Statusmeldung Telelabor frei bzw. besetzt oder nicht in Betrieb

6.2.1 Benutzerverwaltung

Die Benutzerverwaltung erfolgt mit einer MS Access Datenbank. Spezielle Administratorwerkzeuge sind nicht vorgesehen. Die Benutzer können direkt über die Datenbank verwaltet werden. Es gibt dazu drei Datenbanktabellen:

- user: registrierte Nutzer, die sich aktuell einloggen können
- archiv: registrierte Nutzer, deren Nutzungszeit abgelaufen ist
- logtabelle: Liste aller eingeloggten Nutzer

Die Nutzerregistrierung erfolgt über ein Anmeldeformular in einem separaten Fenster. Folgende Funktionen werden realisiert:

- Anmeldung eines Nutzers mit unterschiedlichen Nutzungsbedingungen (Nutzungsdauer 4 Wochen oder 20 mal Einloggen),
- Automatisches Versenden einer Email nach dem Einloggen zur Mitteilung des automatisch generierten Passwortes (Benutzername gibt der Nutzer vor),
- Erfassung verschiedener nutzerbezogener statistischer Daten für eine spätere Auswertung:
 - Einloggdauer für jeden Einlogvorgang,
 - Einloganzahl,
 - Gesamteinlogdauer nach Ablauf der Nutzungszeit.

6.2.2 Zugriffsschutz

Jede zu sichernde Webseite muß für den Zugriffsschutz ASP-Code über eine Include-Datei integrieren. Der Code sichert, dass

- sich nur ein Nutzer im Telelabor befinden kann und dass
- nur der registrierte Nutzer das Telelabor benutzen darf.

Vorbereitet ist die Nutzung des Telelabors durch eine einstellbare Anzahl von Nutzern.

6.2.3 Funktionen beim Einloggen

Beim Einloggen eines Nutzers werden folgende Voraussetzungen geprüft und dem Nutzer angezeigt:

- Passwort und/oder Benutzername fehlen.
- Passwort und/oder Benutzername sind falsch.
- Das Telelabor ist durch einen Nutzer besetzt.
- Das Telelabor ist durch den Administrator besetzt.
- Die Nutzungszeit für den Nutzer ist abgelaufen.
- Das Telelabor ist z.Z. nicht in Betrieb.

Bei einem nicht erfolgreichem Einloggen erhält der Nutzer zukünftig die Möglichkeit sich trotzdem in das Telelabor einzuloggen, dabei sind aber Anlage und Webkammeras nicht bedienbar.

Nach dem Einloggen erhält der Nutzer eine Mitteilung, wieviel Nutzungszeit ihm noch zur Verfügung steht.

Bereits beim Einloggen werden verschiedene Prozessvariable der Telelabor-Anlage gesetzt, so dass diese in einen INIT-Zustand fahren kann.

6.2.4 Funktionen beim Ausloggen

- Beim regulären Ausloggen wird die Nutzerzeit im Telelabor registriert.
- Beim Verbindungsabbruch wird für diesen Nutzerzugriff ein TIMEOUT registriert.
- Jedes reguläre oder nichtreguläre Ausloggen bewirkt die Auslösung eines weiteren INIT-Kommandos an die Automatisierungsanlage.

Ein nichtregulärer Verbindungsabbruch wird erkannt und entsprechend ausgewertet.

6.2.5 Administratorfunktionen

Implementiert ist eine Administrator-Webseite mit folgenden Telelabor-Funktionen:

- Anzeige wichtiger globaler Variable,
- Festlegung der Betriebszeit des Telelabors (Uhrzeit von ... bis...),
- Einloggen des Administrators (Der Administrator verdrängt beim Einloggen den aktuell eingeloggtten Nutzer),
- Aktivieren/Deaktivieren eines geplanten Tutorchats

6.3 Netzwerk und Datensicherheit

Das Telelabor ist auf zwei PC-Server wie folgt verteilt:

Webserver: Betrieb der Telelaborwebseiten
Prozessdatenzugriff auf die Laboranlage

Videoserver: Betrieb von drei Webcameras

Beide Server sind durch Firewalls geschützt und über das FHD-Netz direkt von extern erreichbar. Hinsichtlich der serverseitigen Datensicherheit gab es bisher noch keine Probleme. Nach korrekter Einstellung der Server selbst, der Windows2000-Dienste und der Firewall läuft das Telelabor sicherheitstechnisch zuverlässig und ohne Angriffsprobleme.

Clientseitig muss der Nutzer mit dem Internet Explorer von Microsoft (IE) arbeiten und dabei alle Möglichkeiten dieses Browsers nutzen. Dies bedeutet, dass für den Betrieb im Telelabor der Nutzer die Sicherheitsstufen des IE herabsetzen muss, um mit den leistungsfähigen Webtechniken (Java, Scripting, Frametechnik, Download usw.) arbeiten zu können. Ein entsprechender Sicherheitshinweis findet der Nutzer auf der Home-Page des Telelabors. Es wird empfohlen, nach der Arbeit im Telelabor die Sicherheitstufe des IE wieder auf Hoch zu setzen.

6.4 Lernablauf zur Steuerungsprogrammierung im Telelabor

Allgemeine Zielstellung des Telelabors zur IEC 61131 ist die handlungs- und praxisorientierte Unterstützung zur Einführung in die Steuerungsprogrammierung nach dem internationalen Standard IEC 61131-3.

Lernziele sind:

- Vermittlung von Kompetenz bei der Nutzung von Online-Medien für technische Zwecke,

- Einführung in die IEC 61131-3 Programmierung,
- Kennenlernen der Testumgebung (Montageanlage für Modellautos),
- Entwicklung und Erprobung von IEC 61131-3 Steuerungsprogrammen in AWL zur Steuerung des Montagevorgangs (5 Aufgaben).

Die Lernziele werden durch Kombination verschiedener Arbeiten an der Station mit Telepräsenz erreicht:

- Studium der IEC 61131-Grundlagen in einem interaktiven Lernsystem,
- Beobachtung der Montageanlage mittels Videokameras,
- Untersuchung der Montageanlage mittels 3D-Modell,
- Steuerung einzelner Abläufe im 3D-Modell bzw. an der realen Anlage,
- Programmierung von AWL-Programmen für den Montagevorgang,
- Test der Programme am 3D-Modell und an der realen Anlage,
- Ergänzung vorgefertigter Aufgabenblätter.

Die Lernumgebung besteht wie ein realer Laboraufbau aus der Automatisierungsanlage sowie einer Steuerung, deren Aus- und Eingänge mit den jeweiligen Sensoren und Aktoren verbunden sind.

Als Steuerung kommt im Telabor eine *Webprogrammierbare Steuerung (WPS)* zum Einsatz, die als virtuelle SPS einschließlich einer Konsole mit aufgabenspezifischen Bedienelementen auf der Webseite dargestellt ist. Die mit der realen Anlage jeweilig verschalteten Ein- und Ausgangssignale sind in dieser WPS an den Ein- und Ausgabebaugruppen gekennzeichnet. Für jede Aufgabe existiert eine andere Verschaltung und mit u.U. auch anderen Bedienelementen.

Für jede Aufgabe gibt es einen **Show-Modus** und einen **Lern-Modus**. Das Verhalten der WPS entspricht im **Lern-Modus** im wesentlichen dem einer realen SPS:

- Im *Show-Modus* ist in der WPS bereits ein Steuerungsprogramm gespeichert und der Nutzer kann damit den erforderlichen Steuerungsablauf erproben, so wie er für die Aufgabe sein soll. Das Verhalten der WPS entspricht dem einer realen SPS mit fest gespeichertem Steuerungsprogramm.
- Im *Lernmodus* erfolgt in einem IEC 61131-Editor durch den Nutzer die Programmierung eines Steuerungsprogramms. Das Verhalten der WPS entspricht dem einer realen SPS mit frei ladbarem Steuerungsprogramm.

Für die Erzielung von Praxisnähe und Handlungsorientierung werden verschiedene Techniken genutzt, die eine möglichst authentische Laborumgebung für den Nutzer am PC aufbauen:

optische Inspektion der Anlage

Über drei Webcams kann die Arbeit der Anlage optisch verfolgt werden.

- WEBCAM 1: Positionierbare Webcam mit Initialfocus auf Station 1 und 2,
- WEBCAM 2: Positionierbare Webcam mit Initialfocus auf Station 3,
- WEBCAM 3: Kamera mit fixer Generalübersicht über alle drei Stationen.

Prozessvisualisierung mit 3D-Modell

Zu jedem Zeitpunkt kann anstatt der realen Anlage auf ein 3D-Modell der Anlage umgeschaltet werden. Das 3D-Modell verhält sich hinsichtlich des Montagevorgangs identisch zur Anlag

Anzeige der Ein- und Ausgabebelegungen

Die Belegungen aller an die WPS angeschlossenen Ein- und Ausgangssignale werden an der WPS mittels virtueller LEDs angezeigt. Im Lern- und Show-Modus können im STOP-Zustand der WPS alle Ausgänge über Testschalter gesetzt werden.

Für jede der fünf Programmieraufgaben müssen folgende Teilaufgaben gelöst werden:

- Untersuchung der Funktionsweise der Anlage für den technologischen Ablauf in dieser Aufgabe.
- Test des zu realisierenden Steuerungsablauf am 3D-Modell und an der Anlage
- Ermittlung der Zuordnungstabelle und des Anschlussplans für die WPS und Eintragung in das zugehörige Aufgabenblatt,
- Entwurf und Implementierung eines Steuerungsprogramm in AWL für den technologischen Ablauf.

6.5 Auswertung und Analyse der Ergebnisse

Bisher liegen für das Projekt in der FHD praktisch nur wenige auswertbare Ergebnisse vor. Die ersten 10 Studenten haben das Telelabor (5 Aufgaben) im Rahmen des Labors Prozessinformatik im WS2003/04 erfolgreich absolviert. Alle Teilnehmer bewerteten das Telepraktikum als positiv. Für eine statistisch relevante Aussage ist aber die Teilnehmeranzahl noch zu klein. 2004 ist vorgesehen, dass neben der studentischen Ausbildung auch noch Gruppen von Auszubildenden aus der Ausbildungswerkstatt von DaimlerChrysler, Düsseldorf sowie von Berufscollégs das Telelabor absolvieren.

7 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit

7.1 Kooperationspartner

Als industrieller Kooperationspartner hat Phoenix Contact, Blomberg das Projekt mit Sachmitteln in Höhe von ca. 5000 € (Messeunterstützung, INTERBUS-Baugruppen für die Laboranlage, Programmiersystem PC WorX) unterstützt.

Trotz einer Vielzahl von Gesprächen mit weiteren Unternehmen konnte eine direkte Unterstützung bzw. Kooperation zum E-Learning mit Telepräsenz bisher nicht realisiert werden. So wurden z.B. große Lernmittelhersteller bzw. –anbieter Deutschlands für das Gebiet der Automatisierungstechnik (Bosch, ELABO, ELWE, Festo Didactic, hps, Köster, Pepperl+Fuchs, Weidmüller, Christiani) angeschrieben und eine Kooperation im Bereich Online-Praktika bzw. webbasiertes E-Learning angeboten. Außer von der Fa. Christiani gab es auf diese Anschreiben keine Resonanz.

Dies zeigt u.a. dass für den Bereich der Berufsbildung der Einsatz von Telepräsenzpraktika noch nicht vorgesehen ist bzw. noch erhebliche Hindernisse bestehen.

Basierend auf dem in CONTROL-NET erworbenen Know-How für webbasierten Teleservice und –diagnose konnten aber industrielle Firmen für Projekte in diesem Bereich erfolgreich akquiriert werden. Dazu gehören:

- Beck IPC GmbH (Projekt: Teleservice für BC 660),
- Wiesemann&Theis (Projekt: Javascriptbasierter Prozessdatenzugriff auf das Web-IO),
- EDAG, Fulda (Einsatz des Web Access Kit für eine verteilte Prozessdatenerfassung),
- Saint Gobain SEKURIT, Stolberg (Webbasierte Beobachtung von Prozessdaten),
- Fröhlich&Küpfel, Wuppertal (Projekt: Teleservicemodul),
- DaimlerChrysler, Düsseldorf (Projekt: Telepraktikums-Kit).

Internationale Partner im Hochschulbereich, die eine zukünftige Nutzung des Telelabors zur IEC 61131 in der Lehre bzw. auch eine Modifizierung planen sind:

- Tongji University, Shanghai (China),
- St. Petersburg Electrotechnical University (Russland),
- Universidad de Oriente, Santiago de Cuba (Cuba),
- Odessa Polytechnic University, Odessa (Ukraine).

Auf der Basis der Projektergebnisse wurden darüber hinaus eine Reihe europäischer Kooperationspartner gefunden, die an einem EU-Projektvorschlag „European Telalab Centre (ETC)“ interessiert sind. Gemeinsam mit diesen Partnern wurde ein entsprechender Projektvorschlag für das Programm MINERVA (Sokrates II) vorbereitet, der beim nächsten Call (Herbst 2004) eingereicht werden soll.

7.2 Weiterbildungsveranstalter

Mit verschiedenen Weiterbildungsveranstaltern wurden Gespräche geführt, die aktuell weiter verfolgt und diskutiert werden. Inhalt dieser Vorhaben ist dabei die Erstellung spezieller Telelabors für den konkreten Bedarf dieser Veranstalter unter Nutzung des Know-Hows aus dem Telelabor zur IEC 61131. Folgende Weiterbildungsveranstalter sind an solchen Vorhaben interessiert:

- Berufsförderungswerk Heidelberg: Aufbau eines Telelabors für eine Füllstandsteuerung.
- Christiani Konstanz: Nutzung des Telelabors zur IEC 61131, Aufbau eines Telelabors zum Betrieb des Modells einer pneumatischen Presse.

7.3 Sonstige Verwertung / Sicherung der Nachhaltigkeit

Im Rahmen der konzipierten Kompetenzplattform „Wissenssysteme und E-Learning“ wird an der FHD das Projekt weitergeführt und zum *Düsseldorfer Telelabor* ausgebaut. Dieses *Düsseldorfer Telelabor* übernimmt ab 2004 u.a. den Betrieb und die Wartung des Telelabors zur IEC 61131. Dazu ist auch bereits eine halbe Technikerstelle durch das Rektorat der FH D für 2004 bestätigt.

Das *Düsseldorfer Telelabor (DT)* versteht sich dabei als eine Plattform für die Entwicklung und praktische Erprobung neuer Qualifizierungskonzepte für komplexe technische Systeme im industriellen Umfeld. Darüber hinaus bietet das DT ein Testumfeld für die Erprobung neuer Methoden und Verfahren zum webbasierten Teleservice.

Ab April 2004 bietet das Düsseldorfer Telelabor verschiedene Typen einer Telepräsenz-Ausbildung für die steuerungstechnische Ausbildung und den Teleservice:

- *Telelabor zur IEC 61131*: Das Telelabor bietet einen kompletten didaktischen Ausbildungsplatz und bringt Anlage, Steuerung, Programmiersystem und Didaktik über das Web auf jeden beliebigen PC.
- *Anlagen im Netz*: Der Nutzer verfügt über Steuerung, Programmiersystem und Didaktik. Er will aber an realen Anlagen arbeiten. Das DT liefert diese Anlagen per Telepräsenz über das Web
- *Steuerungen im Netz*: Der Nutzer verfügt nur über ein Programmiersystem und will aber auch realitätsnah mit Steuerung und Anlage arbeiten. Das DT stellt Steuerung und Anlage im Internet für die Nutzung per Telepräsenz bereit.
- *Webprogrammierbare Steuerung*: Automatisierte Anlagen ohne SPS? Das DT bietet Experimente an realen Anlagen, um diese mittels webprogrammierbarer Steuerung oder einfach mittels JavaScript betreiben zu können.

Eine wichtige Aktivität für die Präsentation bzw. Verbreitung des Telelabors gegenüber internationalen Nutzern wird 2004 die Teilnahme einer gemischten deutsch-chinesischen Studentengruppe aus der FHD und der Tongji-Universität (Shanghai) am Xplore-Wettbewerb von Phoenix Contact sein. Der Wettbewerbsbeitrag beschäftigt sich mit der Thematik „Internationalisierte und globale Lernszenarios für die Ausbildung in der Automatisierungstechnik“. Dabei wird das Telelabor-Know-How der FHD eine wesentliche Rolle spielen.

7.3.1 Kosten der Online Praktikumsexperimente

Aktuell wird durch die FHD bis Ende 2004 eine halbe Technikerstelle finanziert, um das Telelabor zur IEC 61131 sowie weitere Telepraktika zu betreiben, zu warten und teilweise auch weiter auszubauen. Damit fließen seitens der Hochschule in 2004 Personalkosten von ca. 10 000 € in Wartung und Betrieb.

Die weitere Finanzierung ab 2005 ist noch offen.

7.3.2 Nicht-objektive Erfahrungen

Bezogen auf das technische und didaktische Anspruchsniveau liegt das Telelabor zur IEC 61131 an der Grenze des gegenwärtig per Telepräsenz Machbaren. Dies zeigt auch der nationale und internationale Vergleich mit anderen Telepräsenzlabors. Der hohe Freiheitsgrad des Lernalers (frei Steuerungsprogrammierung), die Flexibilität der Aufgaben und der realitätsnahe und komplexe technische Prozess als Lernbasis lässt den Einsatz und die Entwicklung moderner verteilter und strukturierter Lernszenarios zu, die zudem noch online weltweit und rund um die Uhr zur Verfügung stehen.

Unter diesem Aspekt muss es schon sehr ernüchternd erscheinen, wenn sich seit Inbetriebnahme des Prototypen des Telelabors zur IEC 61131 zur Hannovermesse

2003 bisher nur 15 externe Nutzer selbstbestimmt (keine Studenten der FHD) für das Praktikum registriert haben.

Auf Messen und anderen Veranstaltungen wurden ca. 800 Flyer und Informationsmaterial an Fachbesucher (und dabei an ca. 300 Berufsschullehrer aus dem Berufsfeld Elektrotechnik – Informatik) verteilt. Trotzdem hat sich bisher nicht ein Berufsschullehrer bzw. anderer Ausbildungsverantwortlicher im Telelabor registrieren lassen. Damit kann auch eine Evaluierung nur sehr rudimentär durchgeführt werden (nur mit den eigenen Studenten).

Zukünftig ist zu untersuchen, worin die Ursachen für dieses Desinteresse im beruflichen Ausbildungsbereich liegt. Es wird vermutet, dass dies mehrere Gründe sind:

- Die aktuellen Ausbildungsunterlagen für die entsprechenden Berufe (z.B. Mechatroniker, Prozessleittechniker, Elektromechaniker) sehen eine Ausbildung mittels E-Learning und Internet noch nicht vor.
- Nach Gesprächen mit Bildungsverantwortlichen aus dem Berufsausbildungsbereich scheuen Lehrer und Ausbilder die Freigabe des Internet während der Ausbildung, da dann die Azubis durch andere Sachen im Internet abgelenkt würden und nicht lernen.
- In den Berufsschulen und Ausbildungswerkstätten fehlen schnelle Internetanschlüsse (DSL-Anschlüsse).
- Es besteht Unklarheit über die Einordnung eines Telelabors in das Zertifizierungsgerüst eines Ausbildungsplans. Telelabors müssen zertifiziert, qualitätsgeprüft und die entsprechenden Praktikumsarbeiten müssen anerkannt werden

7.3.3 Weiterführung in anderen F/E-Förderprogrammen

Eine Weiterführung bzw. Nutzung der Ergebnisse erfolgt im neuen Projekt „Telepraktikums-Kit“ (Projektleiter: Prof. Dr. Reinhard Langmann). Dieses Projekt wurde im Rahmen des NRW-Landesförderprogramms „Förderung transferorientierter Forschung an Fachhochschulen“ (TRAFO) für den Zeitraum 2003 – 2005 mit einem Finanzvolumen von ca. 130 000 € bewilligt.

Zielstellung des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines flexiblen Modulbaukastens für den Aufbau von technischen Telepräsenzpraktika im Internet (kurz: Telepraktikums-Kit). Das *Telepraktikums-Kit* wird einen Anwender in die Lage versetzen, kostengünstig und mit überschaubarem Aufwand seine individuelle technische Lehr- und Lernanlage für den Ausbildungsbetrieb im Rahmen von E-Learning einzurichten.

Im TRAFO-Projekt werden keine Lerninhalte entwickelt, sondern es wird ein flexibler Rahmen geschaffen, damit interessierte Nutzer ihre eigenen Inhalte als Telepraktikum einfach integrieren können.

Das Telepraktikums-Kit soll im Ergebnis Module bzw. Bausteine bereitstellen, die in verschiedenen Ausbaustufen für den Aufbau anwendungsspezifischer Online-Praktika mit Telepräsenz eingesetzt werden können.

8 Bekannter Fortschritt bei anderen Stellen

Alle bisherigen Informationsrecherchen ergaben, dass sich, trotz einer Reihe nationaler Projekte zu Online-Praktika mit Telepräsenz im Bereich der Steuerungs- und Automatisierungstechnik (VVL, LearNet u.a.), bisher keines dieser Projekte mit der Steuerungsprogrammierung nach IEC 61131 über eine javabasierte und webprogrammierbare Steuerung beschäftigt.

Das Konzept, die Steuerung für didaktische Zwecke vollständig auf den Client-Rechner auszulagern und damit im Web zu verteilen, wird nach aktuellem Informationsstand nur durch das vorliegenden Projekt realisiert.

9 Erfolgte und geplante Verbreitungsmassnahmen

9.1 Webseite

Über die Projektseite <http://www.telefabrik.de> wurde seit Anfang 2002 über das Projekt der FHD informiert. Insgesamt wurden bis Projektende ca. 1500 Besucher der Webseite gezählt. Nach Abschluss des Projekts wurde die Webseite im April 2004 geschlossen. Alle Ergebnisse und Informationen fließen ab diesem Zeitpunkt in die Webseiten zum *Düsseldorfer Teelabor* (<http://www.telelabor.de>) ein.

9.2 Poster, Flyer und Pressematerialien

Für das Projekt wurde ein Flyer als Ergänzung des allgemeinen CONTROL-NET-Flyers in Deutsch und Englisch angefertigt. Ferner wurden bzw. werden weitere öffentlichkeitswirksame Unterlagen erstellt:

- Flyer für die Messebeteiligung auf der Learntec 2004,
- verschiedene Presseunterlagen.

9.3 Messen

Das FHD-Projekt beteiligte sich auf folgenden Messen:

- Learntec 2002, Karlsruhe (Stand des BMBF)
- Bildungsmesse 2002, Köln (eigener Messestand)
- Hannovermesse 2002 (im Forschungsland NRW)
- Hannovermesse 2003 (Beteiligung auf dem Messestand der Fa. Phoenix Contact)
- Learntec 2004, Karlsruhe (FHD-Gemeinschaftsstand)

9.4 Workshops

- Workshop „E-Learning & Doing“ in Düsseldorf am 20.05.03 – organisiert durch die Teilprojektpartner FHD und FH Köln.

- Durchführung eines ganztägigen Seminar „Mit Sicherheit in die Zukunft: Bedienen und Beobachten im Web“, Frankfurt/M, 12.02.03, Veranstalter: Mesago Messe Frankfurt.
- Durchführung eines zweitägigen Seminars „Webbasiertes Bedienen und Beobachten von Maschinen und Anlagen“, Düsseldorf, 30.09.-01.10.03 und 05.02.-06.02.04, Veranstalter: VDI-Wissensforum.
- Durchführung eines Blockseminars im Oktober 2004 an der Tongij-Universität zum Thema „Web-based User Interfaces in Automation“ mit Praktikum im Telelabor, Shanghai, Oktober 2004 (Abstimmung und Planung mit chinesischen Partnern durchgeführt)

9.5 Konferenzen

- Präsentation des Projektes auf dem Parlamentarischen Abend des Q-Verbandes, Berlin, 17.11. 02.
- Präsentation eines Fachbeitrags „Lean Web Automation“, Konferenzmesse SPS/IPC/Drives 2002, Nürnberg, 26.11. – 28.11.02.
- Präsentation des Projektes auf der Fachtagung „Neuordnung im Berufsfeld Elektrotechnik – Informatik“, Blomberg, 28./29.03.03, Veranstalter: BAG
- Durchführung eines halbtägigen Tutorials „Webbasierte Anlagen- und Maschinenbedienung“, Konferenzmesse SPS/IPC/Drives 2003, Nürnberg, 27.11.03.
- Präsentation eines Fachvortrages „CONTROL-NET - Vernetzte Lehr- und Lernsysteme für die ingenieurtechnische Ausbildung in der Steuerungs- und Automatisierungstechnik“ durch alle Teilprojektverantwortlichen, GMA-Kongress, Baden-Baden, 05.06. –06.06.03.
- Präsentation eines Fachbeitrags „The German Remote Lab Network CONTROL-NET“ auf der 21th World Conference on Open Learning and Distance Education, Hong Kong, 18.02.-21.02.04.
- Präsentation eines Fachbeitrags „E-Learning&Doing – A Remote Lab Network for Education on Engineering“, Santiago de Cuba, 14.07.-16.07.04 (Vortrag angenommen).

9.6 Fachveröffentlichungen

- *Timerbaev, A.; Langmann, R.:* Webzugriff auf Prozessdaten, Teil II: Remote Scripling. SPS-Magazin, HMI-Spezial/2002, Marburg, 2002, S. 80 – 82
- *Timerbaev, A.; Langmann, R.:* Webzugriff auf Prozessdaten, Teil I: IIS-Anwendungen. SPS-Magazin, 4+5/2002, Marburg, 2002, S. 91 – 93
- *Timerbaev, A.; Langmann, R.:* Webzugriff auf Prozessdaten, Teil III: Java. SPS-Magazin, 6/2002, Marburg, 2002, S. 43 – 45
- *Langmann, R.; Hengsbach, K.:* E-Learning&Doing- Technische Ausbildung im Internet. - atp- Automatisierungstechnische Praxis, 45(2003)2, S. 58 – 66

9.7 Patentanmeldungen

- *Langmann, R.; Timerbaev, A.:* Verteilte Anordnung zum Betreiben von Automatisierungsgeräten. DE 102 29 923.4, angemeldet: 04.07.2002

Die Patentanmeldung wurde durch die FHD den Autoren freigegeben. Entsprechend den Bestimmungen der BMBF-Verwertungsrichtlinie wurde die Patentanmeldung mit einem Recherchebericht beim Deutschen Patentamt beantragt. Bisher liegt dieser noch nicht vor. Eine Anmeldung im Ausland ist aufgrund der hohen Kosten durch die Anmelder nicht vorgesehen. Ein Verwertung wird durch die Autoren angestrebt.

Entwicklung und Integration vernetzter Lehr- und Lernsysteme für die ingenieurtechnische Ausbildung in der Steuerungs- und Automatisierungstechnik

CONTROL-NET

Förderkennzeichen: 08NM142C

Erfolgskontrollbericht

Berichtszeitraum : 01.06.2001 – 31.12.2003

**Verbundprojekt der Fachhochschulen
Nordostniedersachsen, Köln, Stralsund und Düsseldorf**

Bericht der Fachhochschule Düsseldorf

Düsseldorf, den 30.06.04

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Langmann

1	BEITRAG DES ERGEBNISSES ZU DEN FÖRDERPOLITISCHEN ZIELEN	5
2	WISSEN-TECHN. ERGEBNISSE	5
3	FORTSCHREIBUNG DES VERWERTUNGSPLANS	6
4	PRÄSENTATIONSMÖGLICHKEITEN FÜR MÖGLICHE NUTZER	7
5	EINHALTUNG DER AUSGABEN- UND ZEITPLANUNG	8

1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

Mit dem Telelabor zur IEC 61131 wurde die Entwicklung und Integration eines web-basierten Kursprogramms für die praxis- und handlungsorientierte Aus- und Weiterbildung zu den Grundlagen der Steuerungsprogrammierung realisiert.

Das Kursprogramm ist modular aufgebaut und flexibel in der Nutzung. Schwerpunkt des Kursprogramms ist die Erzielung von Praxisnähe und Handlungsorientierung über die Integration von Anlagenpraktika mit Telepräsenz.

Zielgruppe sind:

- Studierende in den Studiengängen Steuerung- und Automatisierungstechnik sowie artverwandte Fachgebiete.
- Auszubildende an Berufskollegs, Fachschulen und anderen Berufsbildungseinrichtungen z.B. für die Berufe Prozessleitelektroniker, Mechatroniker
- Ingenieure und Techniker aus den Branchen Elektrotechnik, Maschinenbau und Prozesstechnik, die sich beruflich weiterqualifizieren (berufsbegleitende Aus- und Weiterbildung).

Die technische Entwicklung von Multimedia und Telekommunikation schafft hervorragende Voraussetzungen für die Ausbildung in den Ingenieurwissenschaften. Mit dem Telelabor werden diese prinzipiellen Voraussetzungen für das häufig benötigte Gebiet der Steuerungsprogrammierung konkretisiert und im Sinne der förderpolitischen Zielsetzung für die praktische Ausbildung nutzbar gemacht.

Die Projektergebnisse leisten damit auf dem Gebiet der Ingenieurausbildung einen Beitrag zur Entwicklung der pädagogisch-mediendidaktischen Methoden hin zu den Organisationsformen des selbstgesteuerten Lernen mit ihrem Paradigmenwechsel von der lehrerzentrierten zur lernerzentrierten Vermittlungsform. Das Telelabor unterstützt damit auch die Chancen dezentraler, asynchroner Lernumgebungen, die den Lernstoff aus dem in den weltweiten Netzen verfügbaren Wissen zusammenstellen.

Im Kontext zusätzlicher Studienanforderungen, die speziell für Frauen mit Familie / Kindern bzw. auch für behinderten Menschen identifiziert wurden, leistet das Telelabor einen Beitrag zur Abdeckung dieser Anforderungen.

2 Wissen-techn. Ergebnisse

Wissenschaftlich-technisches Hauptergebnis ist die Konzeption, Entwicklung und Aufbau eines Telepräsenzlabors zur Steuerungsprogrammierung über das Internet (s. Pkt. 6 des Schlussberichtes). Damit bietet die Fachhochschule Düsseldorf (FHD) im Internet ein komplettes Praktikum für die handlungs- und praxisorientierte Ausbildung in der Automatisierungstechnik im 24-h-Betrieb und weltweit an. Der Lernablauf in diesem Telelabor verläuft in drei Phasen mit unterschiedlichen Medien und ist damit in seiner Art einmalig für internetbasierte Teleausbildung:

Phase 1: Learning the Basics

Zur Einarbeitung in die Grundlagen der IEC 61131 wird ein in das Telelabor integriertes, interaktives und multimediales Lernprogramm (CBT) genutzt. Syntax und Semantik der IEC 61131-Programmiersprachen werden anhand interaktiver Modelle erläutert. Das Basislernsystem kann sich der Nutzer auch auf seinen PC downloaden.

Phase 2: Learning and Simulation

In der Betriebsart SIMULATION können beliebig viele Lernende auf das Telelabor zugreifen und gleichzeitig lernen. Jeder Nutzer arbeitet dabei unabhängig von anderen Nutzern mit seiner spezifischen Programmierumgebung. Lernende können in der Betriebsart SIMULATION ihre Steuerungsprogramme an einer 3D-Simulation der Montageanlage in Betrieb nehmen. Die 3D-Simulation verhält sich wie die reale Anlage. Sie wird in einem Viewer auf der Webseite dargestellt.

Phase 3: Learning and Doing

Kernstück des Telelabors ist eine javabasierte IEC 61131-Programmierungsumgebung und eine webprogrammierbare SPS. Damit werden Programme in der Sprache AWL entwickelt und an der Anlage getestet. Prinzipiell unterstützt werden Bit-, Arithmetik- und Vergleichsbefehle sowie Standard-Funktionsbausteine (RS/SR, Zähler, Timer) mit 16/8 digitalen sowie je 2 analogen Ein- und Ausgängen.

Als Nebenergebnisse sind das Know-How zum Aufbau von Telelabors sowie einzelne Softwaremodule zum schnellen Prozessdatenzugriff über das Web, zur Zugriffsadministration sowie zu webbasierten Schnittstellen für 3D-Modellvisualisierungen anzusehen.

3 Fortschreibung des Verwertungsplans

Zur Prozessdaten-Zugriffssoftware wurde die deutsche Patentanmeldung „Verteilte Anordnung zum Betreiben von Automatisierungsgeräten“ am 04.07.2002 getätigt. Die Patentanmeldung wurde durch die FH D den Autoren freigegeben. Ein Verwertung wird durch die Autoren angestrebt.

Grundsätzlich lassen sich vier Verwertungsschwerpunkte identifizieren:

1. Telelabor zur IEC 61131

Es liegen einzelne Interessen aus dem beruflichen Aus- und Weiterbildungsbereich vor (Christiani), um das Telepraktikum in die Ausbildung einzubeziehen. Dazu werden z.Z. die Konditionen für den Betrieb/Wartung des Telelabors festgelegt.

2. Nutzung des Telelabor-Know-Hows für Ausbildungszwecke

Es gibt Interesse, das Know-How aus dem Telelabor für andere Telepräsenzlabor sowie für andere Ferntrainingszwecke einzusetzen. Aktuelle werden dazu folgende Vorhaben diskutiert:

- *Berufsförderungswerk Heidelberg*: Aufbau eines Teelabors für eine Füllstandsteuerung.
- *Christiani Konstanz*: Aufbau eines Teelabors zum Betrieb des Modells einer pneumatischen Presse.
- *EAC Köln*: Aufbau eines Szenarios für das internetgestützte Ferntraining von Astronauten z.B. zum Erlernen des Andockvorgangs des Automatic Transfer Vehicles an die Raumstation ISS.

3. Nutzung des Teelabor-Know-Hows für Teleservicezwecke

Mehrere Maschinen- und Anlagenbetriebe interessieren sich für den Einsatz des Softwaremoduls zum Fernzugriff auf Prozessdaten. Erste Pilotprojekte dazu wurden 2003 bei EDAG, Fulda, Fröhlich+Klüpfel, Wuppertal sowie Saint Gobain SEKURIT, Stolberg aufgebaut und getestet. Weitere Anwendungen sind ab 2004 dazu zu erwarten.

4. Düsseldorfer Teelabor

Im Rahmen der konzipierten Kompetenzplattform „Wissensvernetzung und E-Learning“ wird an der FHD das Projekt weitergeführt und zum *Düsseldorfer Teelabor* ausgebaut. Dieses Düsseldorfer Teelabor wird ab 2004 u.a. den Betrieb und die Wartung des Teelabors zur IEC 61131 übernehmen. Dazu ist auch bereits eine halbe Technikerstelle durch das Rektorat der FHD für 2004 bestätigt.

4 Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Im Rahmen eines Anwenderworkshops „E-Learning & Doing“ in Düsseldorf am 20.05.03 – organisiert durch die Teilprojektspartner FHD und FH Köln – erfolgte die Präsentation des Teelabors. Weitere Präsentationen und Vorstellungen erfolgten auf einer Reihe von Messen, Tagungen und Seminaren (s. Pkt. 9 Schlussbericht).

Das Teelabor ist permanenter Bestandteil des Praxisteils von Seminaren, die zur Thematik „Webbasierte Anlagen- und Maschinenbedienung“ im Rahmen des VDI Wissensforum sowie bei anderen Veranstaltern (Mesago, Frankfurt) gehalten werden. Das nächste Seminar dazu ist z.B. im Dezember 2004 bereits fest geplant.

Potentielle Nutzer können darüber hinaus natürlich ständig das Teelabor selbst testen. Betrieb und Wartung des Teelabors sind zumindest bis Ende 2004 gesichert.

Eine wichtige Aktivität für die Präsentation des Teelabors gegenüber chinesischen Nutzern wird 2004 die Teilnahme einer gemischten deutsch-chinesischen Studentengruppe aus der FHD und der Tongji-Universität (Shanghai) am Xplore-Wettbewerb von Phoenix Contact sein. Der Wettbewerbsbeitrag beschäftigt sich mit der Thematik „Internationalisierte und globale Lernszenarios für die Ausbildung in der Automatisierungstechnik“. Dabei wird das Teelabor-Know-How der FHD eine wesentliche Rolle spielen.

5 Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung

Der Projektplan wurde im wesentlichen entsprechend den Vorgaben eingehalten. Aufgrund der relativ späten Einstellung der fest im Projekt angestellten Mitarbeiter zu Beginn der Projektlaufzeit starteten die meisten Software-Implementierungsaufgaben erst Anfang 2002. Diese Verzögerungen konnten aber im Verlauf der Projektarbeiten wieder ausgeglichen werden.

Die personellen Ressourcen wurden durch Eigenmittel der FHD in Höhe von ca. 25 000 € ergänzt.

Die Entwicklungszeit war bezogen auf das eingesetzte Personal sehr knapp bemessen. Nicht alle intern geplanten Entwicklungsarbeiten zur Implementierung des Java-SPS-Programmiersystems konnten realisiert werden (z.B. können die durch einen Nutzer erstellten Steuerungsprogramme noch nicht remote gespeichert und geladen werden). Andererseits wurden im Bereich der 3D-Simulation für die Laboranlage als Ganzes und für die einzelnen Stationen weit über das ursprüngliche Projektziel hinausgehende Ergebnisse erzielt (z.B. Entwicklung einer generischen Schnittstelle für 3D-Modelle zur Prozesssimulation und –visualisierung).

Insgesamt wurde im Rahmen des Projekts Software mit etwa folgendem Umfang konzipiert, implementiert, getestet und eingesetzt:

- 12 000 Zeilen Java-Quellcode (Java-SPS-Editor, Prozessdatenzugriff),
- 3 000 Zeilen C++-Quellcode (Java-SPS-Editor, Prozessdatenzugriff),
- 330 Funktionsblöcke sowie 800 Zeilen IEC 61131-Quellcode für die Anlagensteuerung (Hintergrund- und Sicherheitsprogramm),
- 200 Webseiten einschl. ca. 3000 Zeilen Script-Code,
- verschiedene 3D-Modelle der Anlage und der Einzelstationen,
- eine 3D-Animation der kompletten Anlage,
- verschiedene interaktive 2D-Animationen zu den Funktionsblöcken der Programmiernorm IEC 61131-3.

Die geplanten Aufgaben konnten inhaltlich und terminlich entsprechend den Vorgaben abgeschlossen werden. Das „Telelabor zur IEC 61131“ steht seit 01.01.04 zur öffentlichen und gegenwärtig noch kostenlosen Nutzung unter <http://www.telelabor.de> im 24-h-Betrieb mit einer für 2004 geplanten Verfügbarkeit von 90% im Internet.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart Schlussbericht
3a. Titel des Berichts Schlussbericht zum Teilprojekt der FH Düsseldorf im Verbundprojekt CONTROL-NET	
3b. Titel der Publikation -	
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Prof. Dr.-Ing. Langmann, Reinhard	5. Abschlussdatum des Vorhabens Dezember 2003
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) -	6. Veröffentlichungsdatum -
	7. Form der Publikation -
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Fachhochschule Düsseldorf Fachbereich Elektrotechnik Josef-Gockeln-Str. 9 D-40474 Düsseldorf Tel.: +49-211-4351308 Fax: +49-211-4351303	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -
	10. Förderkennzeichen ^{*)} -
	11a. Seitenzahl Bericht 25
	11b. Seitenzahl Publikation -
	12. Literaturangaben -
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	14. Tabellen -
	15. Abbildungen 6
16. Zusätzliche Angaben -	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Das Projektergebnis ist unter http://www.telelabor.de öffentlich zugänglich.	
18. Kurzfassung Das Telelabor zur IEC 61131-3 stellt eine authentische Montageanlage als Lernumgebung im Internet bereit, an der Nutzer praxis- und handlungsorientiert arbeiten können. Aufgebaut wurde dazu eine Anlage zur Montage von Modellautos. Die Nutzer entwickeln für vorgegebene Aufgaben individuelle IEC 61131-Programme und steuern damit die Montage eines Modellautos über Datenfernzugriff und Videokameras. Somit werden Programmier- und Automatisierungskennnisse vermittelt und vertieft. Zum Arbeiten an der Anlage benötigt ein Nutzer nur einen PC mit Internetanschluss. Kernstück des Telelabors ist eine javabasierte IEC 61131-Programmierungsumgebung und eine webprogrammierbare SPS. Damit werden Programme in der Sprache AWL entwickelt und an der Anlage getestet. Unterstützt werden z.Z. boolesche Grundbefehle sowie Standard-Funktionsbausteine mit 16/8 digitalen Ein- und Ausgängen. Integriert in das Telelabor ist ein interaktives und multimediales Lernprogramm, mit dem sich die Nutzer mit den Grundlagen der Steuerungsprogrammierung nach dem Standard IEC 61131 vertraut machen können. Syntax und Semantik der IEC 61131-Programmiersprachen werden anhand interaktiver Modelle erläutert. Das Basislernsystem kann sich der Nutzer auch auf seinen PC downloaden. Lernende können in der Betriebsart SIMULATION ihre Steuerungsprogramme an einer 3D-Simulation der Montageanlage in Betrieb nehmen. Die 3D-Simulation verhält sich wie die reale Anlage. Sie wird in einem Viewer auf der Webseite dargestellt. In dieser Betriebsart können prinzipiell beliebig viele Lernende auf das Telelabor zugreifen und gleichzeitig lernen. Jeder Nutzer arbeitet dabei unabhängig von anderen Nutzern mit seiner spezifischen Programmierungsumgebung. Das komplette Telelabor mit Simulation gibt es auch als CD-ROM. Damit kann auch ohne Internet offline mittels Webbrowser im Telelabor gearbeitet werden.	
19. Schlagwörter Telelabor, Telelernen, Telepraktikum, Teleservice, Telepräsenz, IEC 61131, Telelearning, E-Training, Webtraining, Fernlernen, SPS, Programmierung, Steuerungsprogrammierung, Online, Praktikum, Lernsystem	
20. Verlag -	21. Preis -

^{*)} Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. Type of Report Final report
3a. Report Title Final report for th partial project of the University of Applied Sciences Duesseldorf in the system project CONTROL-NET	
3b. Title of Publication -	
4a. Author(s) of the Report (Family Name, First Name(s)) Prof. Dr.-Ing. Langmann, Reinhard	5. End of Project Dezember 2003
4b. Author(s) of the Publication (Family Name, First Name(s)) -	6. Publication Date -
	7. Form of Publication -
8. Performing Organization(s) (Name, Address) University of Applied Sciences Duesseldorf Department of Electrical Engineering Josef-Gockeln-Str. 9 D-40474 Duesseldorf Tel.: +49-211-4351308 Fax: +49-211-4351303	9. Originator's Report No. -
	10. Reference No. BMBF01NM142C
	11a. No. of Pages Report 25
	11b. No. of Pages Publication -
	12. No. of References -
13. Sponsoring Agency (Name, Address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	14. No. of Tables -
	15. No. of Figures 6
	16. Supplementary Notes -
17. Presented at (Title, Place, Date) The project results are under http://www.telelabor.de published.	
18. Abstract The Telelabor offers an authentic assembly station available as learn environment in the Internet, on which users can work on practise. Therefore an assembly station for model cars was built up for it. The users develop individual IEC-61131 programs for given tasks and thereby control the assembly of a model car over long-distance data transmission and video cameras. In this way programming and automation knowledge are obtained and deepened. For working on the station the user needs a PC with internetconnection. Principal item of the Telelabor is a java-based IEC 61131 program environment and a webprogrammable PLC. This is used to develop programs in Instruction List (IL) language and test them at the station. Currently supported are boolean instructions as well as standard function modules (RS/SR) with 16/8 digital In/Output. To get into the basics of the IEC 61131 an interactive and multimedia training program (WBT), integrated into the Telelabor, is used. Syntax and semantics of the IEC 61131 programming language are described by interactive models. The basic training system can be downloaded by the user on his PC. Learners can put their control programs in operation in the SIMULATION MODE using a 3D-model of the assembly station. The 3D-model behaves how the real station. It is represented in a viewer on the website. In the SIMULATION MODE an almost unlimited number of users can access the Telelabor at the same time and learn. Every user can work independently to the others in his specific programming environment. The complete telelabor including simulation is also available on CD. This makes it possible to work offline without an internetconnection using a webbrowser.	
19. Keywords telelaboratory, teleoperation, remote lab, cyberlab, telelearning, teletraining, teleservice, webtraining, telepresence, elearning, etraining, iec 61131, plc programming, distance learning	
20. Publisher -	21. Price -