

# Online Automationslabor für Förder- und Montagetechnik

**Thomas Zürcher**

*Höhere Fachschule für Technik Biel  
Quellgasse 21, 2501 Biel, Schweiz*

Die höhere Fachschule für Technik Biel (HFTbiel), ist Mitglied im *Distance Learning And Remote Control* (DILARC) Netzwerk der Hochschule Wismar. In diesem Netzwerk stellt die HFTbiel Mechatronikanlagen zur Verfügung, welche Online über einen Internetzugang programmier- und visualisierbar sind. Ziel dieser Plattform ist, den Studenten eine Möglichkeit für eine internationale Projektbearbeitung zu bieten. Die Erfahrungen im Bereich der Webkommunikationsintegration in der Automation wird künftig ein entscheidender Marktfaktor sein. In der folgenden Abhandlung wird das Thema von zwei Seiten her angegangen. Zum Einen von der technisch-wirtschaftlichen Seite und zum Andern von der didaktisch-unterrichtstheoretischen Seite. Abschließend wird ein Unterrichtsstruktureller Ansatz skizziert, welcher an der HFTbiel im Bereich des Praxisorientierten Engineerings zu diesem Thema Einsatz findet.

## EINLEITUNG

An der HFTbiel wurde, unterstützt durch Semester- und Diplomarbeiten, ein umfangreiches Online – Automationslabor aufgebaut, welches rund um die Uhr via Internetzugang erreichbar ist. In diesem Labor stehen mechatronische Anlagen der Themengebiete Förder-, Antriebs- und Montagetechnik zur Verfügung. Diese Anlagen können von Grund auf projiziert und in Betrieb genommen werden, unabhängig von Ort und Zeit.

Die Komplexität der zur Verfügung stehenden Prozesse reicht von der einfachen Einstiegsübung bis hin zur visionären Anlagenkonzeption mit der Integration neuester Kommunikationstechnologien. Die zur Verfügung stehenden Anlagen sind reale Industrieanlagen, welche je nach Komplexitätsstufe bei einer Fehlinbetriebnahme zerstört werden können. Die Herausforderung besteht nun darin, die zukünftigen Ingenieure zu befähigen die Projektarbeiten so präzise und verantwortungsvoll durchzuführen, dass bei der Online-Inbetriebnahme die Anlagen nicht beschädigt werden. Zu diesem Zweck ist es wichtig, interdisziplinär zu arbeiten und die neuen heute zur Verfügung stehenden Projektier- und Engineering-Möglichkeiten anzuwenden (Abbildung 1).



Abbildung 1: Fernprogrammierung.

## ANNÄHERUNG

Der Zeitdruck und der harte Konkurrenzkampf zwingen die Anbieter mechatronischer Anlagen und Systeme, ihre Aufträge termingerecht zu fertigen, und die Systeme sicher auf qualitativ hohem Niveau auszuliefern. Da bisher die Steuerungen erst am Schluss des Herstellungsprozesses erstellt und getestet werden konnten, wurde der steuerungstechnische Aspekt mitunter zum zeitkritischen Faktor. Mittels

Simulation Based Engineering (SBE), Fernprogrammierung und Fernwartung kann im Bereich der Steuerungsentwicklung kostbare Zeit gewonnen werden.

Mechatronische Systeme sind sehr komplexe Gebilde: Mechanik, Elektronik und Software bilden einen integrierten Bestandteil. Sensoren und Aktoren erfassen Daten und bewirken Bewegung, Software bestimmt das Systemverhalten, während verschiedene Systemteile über einen Feldbus miteinander kommunizieren. Ausgehend von einem Basismodell wird die Geometrie mit CAD, die Festigkeit mit FEM, die Bewegung mit MKS ( Mehrkörpersimulation) und die Steuerung mit einer regelungstechnischen Simulation (RTS) simuliert und optimiert. In den meisten Konstruktionsbüros nimmt jedoch zuerst das mechanische Konzept des Systems Form an und anschließend wird der Entwurf im CAD entwickelt.

Es lassen sich zwei Forderungen an die Entwickler mechatronischer Systeme ableiten:

- Optimierter SPS Entwicklungsprozess;
- Integration der Web-Technologie im Bereich der industriellen Automatisierungstechnik.

## OPTIMIERTER SPS ENTWICKLUNGSPROZESS

Dem Konstrukteur ist die Ablauflogik der SPS schon beim Konzipieren bewusst, aber meistens wird die Steuerungstechnik erst nach dem Konstruktionsentwurf angepackt. Dieses sequentielle Vorgehen bewirkt lange Entwicklungszeiten und verhindert, dass das Potential der Steuerungstechnik in der Konzeptphase genutzt werden kann. Werden zudem steuerungstechnische Fehler in diesem Zeitpunkt nicht entdeckt, wirken sie sich später in kostspieligen Konstruktionsänderungen aus.

Ziel des optimierten SPS Entwicklungsprozesses ist es nun, die Entwicklung der Steuerungstechnik bereits in die Konzeptphase des Engineeringprozesses mit einzubeziehen. Fachleute der jeweiligen Bereiche erstellen weiterhin die Entwürfe. So werden beispielsweise Konstrukteure, die mit CAD arbeiten, die Anlage modellieren, und Automationsingenieure das Steuerungskonzept auslegen. Der mechanische Konstruktionsprozess wird jedoch mit der Entwicklung des Steuerungskonzeptes derart parallelisiert und synchronisiert, dass die jeweils andere Disziplin jederzeit auf die relevanten Daten zugreifen kann.

Angepeilt wird am Ende des Entwicklungsprozesses die Vortestphase der Steuerung an einer virtuellen Anlage, welche durch den Entwicklungsprozess entstanden ist. Dabei wird die reale

Maschinensteuerung bidirektional mit einer Maschinensimulation verknüpft, die ihrerseits eine 3D-Visualisierung beinhaltet. Dies erlaubt, den mechatronischen Entwurf zu verifizieren, bevor die Fertigung startet. Dank der 3D Simulation mit virtuellem Crash-Detection-System (CDS) lassen sich Kollisionen oder Unbeständigkeiten rechtzeitig erkennen und können so in einem frühen Stadium der Projektphase korrigiert werden [1] (Abbildung 2).

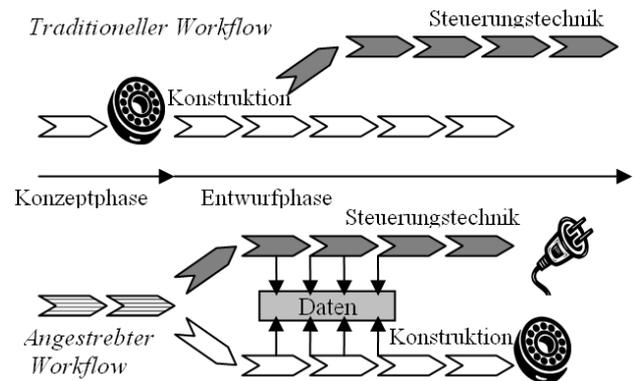


Abbildung 2: Workflowdiskussion (Grundlage ETHZ).

Ein Markt entscheidender Faktor wird sein, die Web-Technologie im Bereich der industriellen Fertigungsautomatisierungstechnik effizient zu nutzen. Im Bereich Teleservice und Fernprogrammierung kommen zunehmend Lösungen auf der Basis von integrierten Web-Servern zum Einsatz. Die Applikationsentwicklung für derartige Systeme erfordert Erfahrung in den Bereichen Steuerungstechnik (SPS-Entwicklung und Programmierung), Kommunikationstechnik, Internet-Technologie sowie Softwareentwicklung (Java, Objekt orientierte Programmierung) (Abbildung 3). Damit sind in der Welt der Automatisierung zunehmend IT-Kenntnisse

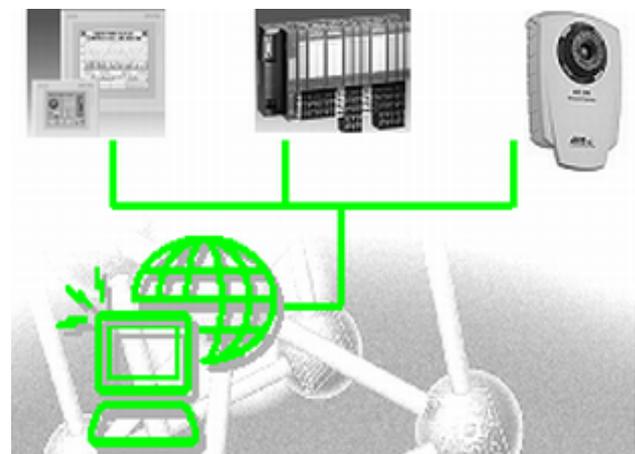


Abbildung 3: Integration der Webtechnologie.

erforderlich, um die Applikations-entwicklung erfolgreich durchführen zu können [2].

### KONSEQUENZEN

Bei der Fülle der neuen Anforderungen an den Entwicklungsprozess sowie an den Entwickler selbst, ist es wichtig, dass Bildungsinstitute in der Lage sind, diese Neuerungen zu diskutieren. Ein blosses Wissen um die betreffenden Technologien und Möglichkeiten reicht nicht. Professionelles Handeln in diesem Bereich verlangt:

- *Multidisziplinäres Orientierungswissen* zur Begründung von Zielen;
- *Interdisziplinäres Bedienungswissen* über die Technologie, die man einsetzt und die Hersteller und produktspezifischen Gegebenheiten, mit denen man arbeitet;
- *Engineerings Handlungswissen* über die Möglichkeiten und Methoden einer praxisorientierten technischen Entwicklung;
- *Konstruktive Fähigkeiten und Fertigkeiten*, um tatsächlich so handeln zu können, wie man es für richtig hält.

An der HFTbiel werden diese Inhalte Schritt für Schritt in das Studium integriert. Die während dem Studium erworbenen Kompetenzen dienen als Basisfähigkeiten für Aufbau- und Spezialisierungs-module. In der Automatisierungstechnik bedeutet dies, dass die erworbenen Fähigkeiten im Bereich der Fernprogrammierung und Ferninbetriebnahme, welche in die Grundlagenvermittlung integriert wurden, in der Aufbauphase als nützliche Tools in ein fortschrittliches, didaktisches Konzept integriert werden können. Die Diskussion der Fernprogrammierung und Ferninbetriebnahme unter Einbezug der Anlagen-simulation kann somit während der Spezialisierung erfolgen (Abbildung 4).

### Didaktisch–Lernpsychologische Aspekte

In Zentrum steht der Prozess des Lernens. Dieser kann wie folgt definiert werden: *Lernen ist ein Prozess, der zu relativ stabilen Veränderungen im Verhalten oder im Verhaltenspotential führt und auf Erfahrung aufbaut* [3].

Eine wichtige Erkenntnis liegt darin, dass sich Lernen nicht nur auf das Aneignen von Wissen beschränkt, sondern als eine neue Handlung wahrgenommen wird. Man spricht gerne von *Wissen und Können* in den Lernzielen, aber mit dem Begriff des Könnens verbindet man doch meistens nur die Vorstellung der schulischen Fertigkeiten. Handlungen sind aber mehr als Fertigkeiten: es sind zielgerichtete, in ihrem inneren Aufbau verstandene Vollzüge, die ein fassbares Ergebnis erzeugen. Es stimmt zwar: Wenn es gut geht, ist viel Wissen, das wir vermitteln, direkt oder indirekt handlungswirksam. Das rührt daher, dass viel begriffliches Wissen einen Handlungskern hat. Eine Verhaltensänderung wird leichter erreicht, wenn ein Sinn hinter dieser Veränderung erkannt werden kann. Das ist didaktisch dann bedeutungsvoll, wenn wir den Studierenden nicht nur Handlungsabläufe beibringen wollen, sondern ihnen zugleich.

Einsicht in die im Handlungsablauf enthaltenen Vorgänge zu verschaffen suchen. Die Einbettung in einen Handlungskontext sichert uns häufig auch das Interesse der Studenten, die für die bloß theoretische Behandlung des Vorgangs oder der Sache nicht zu interessieren wären. Prozesse und Sachinformationen, die in einen Handlungskontext eingeordnet sind, erscheinen sinnvoll, denn Sinnhaftigkeit heißt nichts Anderes als Einordnung einer Sache in ein umfassendes Bezugs- oder Ordnungssystem.

*Der Student soll während der gesamten Arbeitsvorgänge selbsttätig sein, selbsttätig beim Zielsetzen, selbsttätig beim Ordnen des Arbeitsganges, selbsttätig in*

<i>Spezialisierung</i>	Simulation in der SPS Projektentwicklung	Fernprogrammierung und Ferninbetriebnahme		
<i>Aufbau</i>	Antriebstechnik	Projektieren von Steuerungen	Erweiterte Fernprogrammierung	
<i>Grundlagen</i>	Grundlagen der Steuerungstechnik	SPS Softwaredesign	Grundlagen der Fernprogrammierung	Grundlagen industrieller Netzwerke

Abbildung 4: Aufbau der Kompetenzen.

der Fortbewegung zum Ziel, selbsttätig bei der Entscheidung an den Kreuzwegen, selbsttätig bei der Kontrolle, bei der Korrektur u.s.w. Kein Hörsaal sondern eine Werkstatt soll die Schulstube sein, eine Stätte, wo der Schüler sich Erkenntnis und Fertigkeit arbeitend erwirbt, nicht eine Stätte, wo ihm Wissen eingedrillt wird, wo man an ihm arbeitet, ihn bearbeitet; eine Stätte, wo er unter Anleitung des Meisters, die Arbeitstechnik gewinnt, vor allem die Technik, mit Wissen, neues Wissen zu erwerben (Gaudig 1911, zitiert nach Reble 1980).

Erkenntnis kann um ihrer selbst Willen interessant werden. Wir interessieren uns nicht mehr nur darum für eine Sache oder einen Vorgang, weil es nützt und wir damit besser zu unseren praktischen Zielen kommen, sondern weil uns das Verstehen der Technik selbst zum Problem wird, und weil es uns Freude und Befriedigung schafft herauszufinden, *warum es tickt* [4].

Die Motivation ist die Triebfeder des Lernprozesses. Misserfolg ist der *Todfeind der Motivation* [5]. Die Einführung in das Arbeiten mit dem Online Automationslabor muss daher sorgfältig geplant und durchgeführt werden. Zu diesem Zweck stehen zahlreiche technische Prozesse zur Verfügung, welche an die Bedürfnisse der Studierenden angepasst werden können. Durch die Einhaltung des *Prinzips der optimalen Passung* im Rahmen der Aufgabenstellung wird einer erfolgreichen Problemlösung der Weg geebnet. Die Betreuung der Arbeiten im Online-labor sollte nicht als Führungsaufgabe, sondern als Coaching wahrgenommen werden, damit die Problem-lösung als Produkt des Lernprozesses anerkannt werden kann.[6]

## VERMITTELN EINES PRAXIS-ORIENTIERTEN ENGINEERING

Maxime Cortat: *Manche haben den Kopf voller Theorien, aber keine praktischen Begabungen.*

Die Herausforderung in der technischen Bildung ist es, komplexe Sachverhalte, welche zum Teil mehrere Ingenieurwissenschaften miteinander vereinen so zu vermitteln, dass die Studierenden den Zugang zur praktischen Umsetzung erkennen können. Damit dieser Transfer tatsächlich stattfinden kann, müssen die Studierenden die Gelegenheit haben neu erlernte theoretische Beziehungen im praxisnahen Umfeld umzusetzen. Diese Umsetzung sollte bestmöglich auf den Unterricht abgestimmt sein damit ein möglichst hoher Transfer erzielt werden kann.

Durch die Einbindung des Online Automationslabors in den Lernprozess, wird die Möglichkeit geschaffen, den vermittelten theoretischen Unterrichtsinhalt praktisch zu vertiefen. Diese Auseinandersetzung muss nicht zwingend vor Ort erfolgen, da die Prozesse via Internet von einem beliebigen Standort aus programmiert und in Betrieb genommen werden können. Diese Möglichkeiten schaffen neue Freiräume und ermöglichen den Studierenden mehr Flexibilität für die praktische Auseinandersetzung mit der Materie. Ziel der Online-Projektbearbeitung ist es Steuerungs- und Kommunikationsentwürfe, an einem realen Prozess zu testen und zu optimieren.

## KONZEPT UND INFRASTRUKTUR DES DISTANCE LEARNING BEREICHES

Die HFTbiel ist Mitglied des DILARC (Distance Learning And Remote Control) – Netzwerkes. In diesem Netzwerk deckt die HFT die Bereiche Fördertechnik, Pick and Place und SPS–Web–Vizualisation ab. Die Anlagen werden über das Distance Learning Portal (DLP) der HFTbiel zur Verfügung gestellt (Abbildung 5).

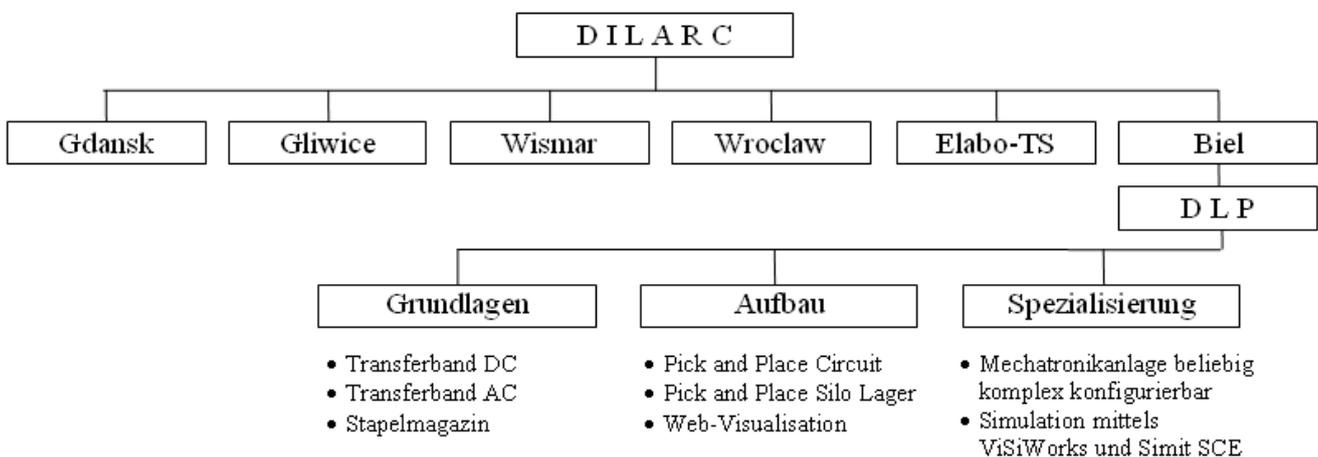


Abbildung 5: Struktur des Distance Learning Bereichs.

Die Konfiguration der zur Verfügung gestellten Anlagen kann folgendermaßen aussehen:

Als Einstiegsübung in die Fernprogrammierung eignet sich eine einfache Anordnung eines Transportbandes mit DC Antrieb. Die Steuerung eine S7 314C-2DP ist über einen Kommunikationsprozessor 343-1IT an das Schul- bzw. Internet gekoppelt (Abbildung 6).

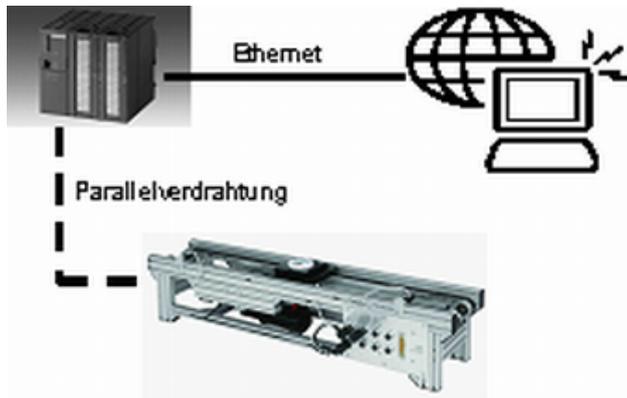


Abbildung 6: Einstiegsanordnung.

Die Herausforderung dieser Übungsaufgabe liegt nicht in der Komplexität des Prozesses sie dient viel mehr dazu die Basics der Fernprogrammierung zu erlernen. Ist einmal der Grundgedanke der Fernprogrammierung und Ferninbetriebnahme von den Studenten erfasst, können die Konfigurationen problemlos angepasst werden. Mit kleinem Aufwand kann nun das Transportband mit einem Drehstromantrieb ausgestattet werden welcher über Profibus, respektive Profinet angesteuert wird (Abbildung 7).

Durch die Erhöhung der Prozesskomplexität kann Schritt für Schritt die Unterstützung der Simulation in den Ferninbetriebnahmeprozess integriert werden. Dieser Schritt ist im Hinblick auf den parallelen Entwicklungsprozess von großer Bedeutung, da die Chancen und Grenzen von Simulation Based Engineering an einem, aktuellen Beispiel offen diskutiert werden können (Abbildung 8).

Der Komplexität der Konfiguration sind keine Grenzen gesetzt. Das folgende Konfigurationsbeispiel der Mechatronikanlage soll einen Überblick über die Möglichkeiten der zur Verfügung gestellten Anlagen geben. Mittels gezielter Simulation im Bereich der

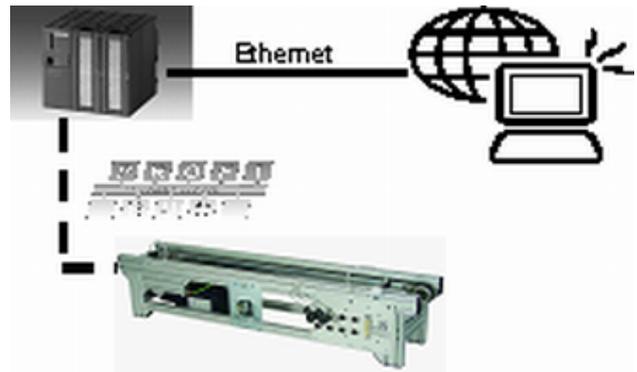


Abbildung 7: Integration von Kommunikationsthemen.

Fördertechnik kann der Prozess vorgetestet werden. Dieser Schritt ermöglicht erst die *sichere* Inbetriebnahme aus der Ferne. Zur Simulation der Fördersysteme setzt die HFTbiel das Tool ViSiWorks ein [7]. Diese systemunabhängige Simulationssoftware ermöglicht das direkte Einbinden von 3D-CAD Daten in die Simulationsumgebung. Dadurch wird der Inbetriebnahmeprozess wesentlich vereinfacht. Der Test durch die Simulation ermöglicht somit ein Optimieren des SPS-Projekts. Dieser für die Ausbildung optimierte Inbetriebnahmeprozess erfordert eine professionelle Projektierung. Ansonsten wird eine Inbetriebnahme aufgrund der komplexen Rahmenbedingungen unmöglich.

Für die Studenten, welche diesen Prozess durchlaufen, erlangen dadurch wertvolle Erfahrungen im Bereich der Projektplanung und Bearbeitung (Abbildung 9).

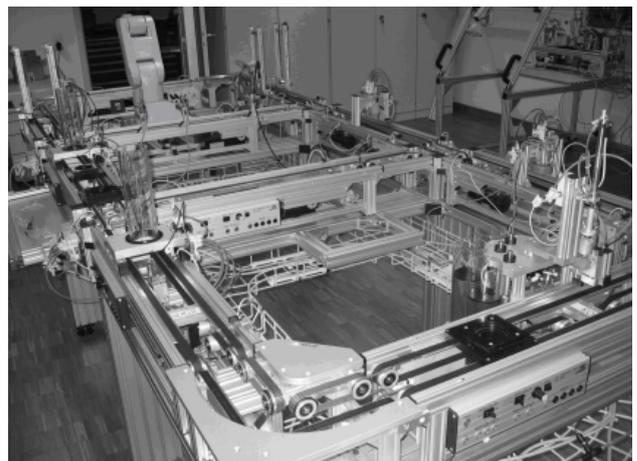


Abbildung 9: Mechatronik von Elabo Trainings-Systeme GmbH.

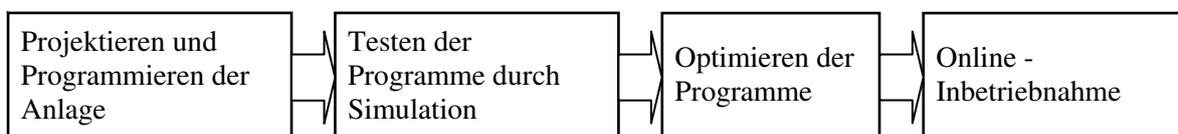


Abbildung 8: Bild Simulation vor Inbetriebnahme.

Der modulare Aufbau der Bandanlage ermöglicht das Auskoppeln einzelner Produktionsabläufe. Dies ermöglicht eine gezielte Vorbereitung auf den gesamten Inbetriebnahme Prozess.

Im nachfolgend aufgeführten Technologieschema ist ein mögliches Steuerungsdesign für die Anlage dargestellt. Auch hier können je nach Schwerpunktlegung beliebig Änderungen vorgenommen werden (Abbildung 10).

## REFERENZEN

1. Heinzelmann, E., Technische Rundschau. August (2005).
2. Klasen, F., Automation goes Web. Messeauftritt und Exponat anlässlich der Hannover Messe 2002 Hannover, Deutschland (2002).
3. Zimbardo, P.G., *Psychologie*. Berlin: Springer (1992).
4. Aebli, H., *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Stuttgart: Klett-Cotta (1994).
5. Heckenhausen, H., *Motivation und Handeln*. Berlin: Springer Verlag (1989).

6. Ott, B., *Grundlagen des Beruflichen Lernens und Lehrens*. Berlin: Cornelsen Verlag (2000).
7. Archiv HFTbiel.

## BIOGRAPHIE



Thomas Zürcher ist Stellvertretender Schulleiter der Höheren Fachschule für Technik Biel und leitet den Fachbereich Automation. Als Dozent der Automatisierungstechnik unterrichtet er die Module *Steuerungs- und Kommunikationssysteme integrieren* sowie *Praxisnahes Engineering*.

Er war während fünf Jahren als Projektingenieur im internationalen Wasserkraftwerkbau tätig, während dieser Zeit betreute er den Bereich Steuerungs- und Kommunikationstechnik. Er entwickelte praxisnahe Lösungen für die Fernsteuerung, Fernüberwachung und Fernalarmierung von Wasserkraftwerken.

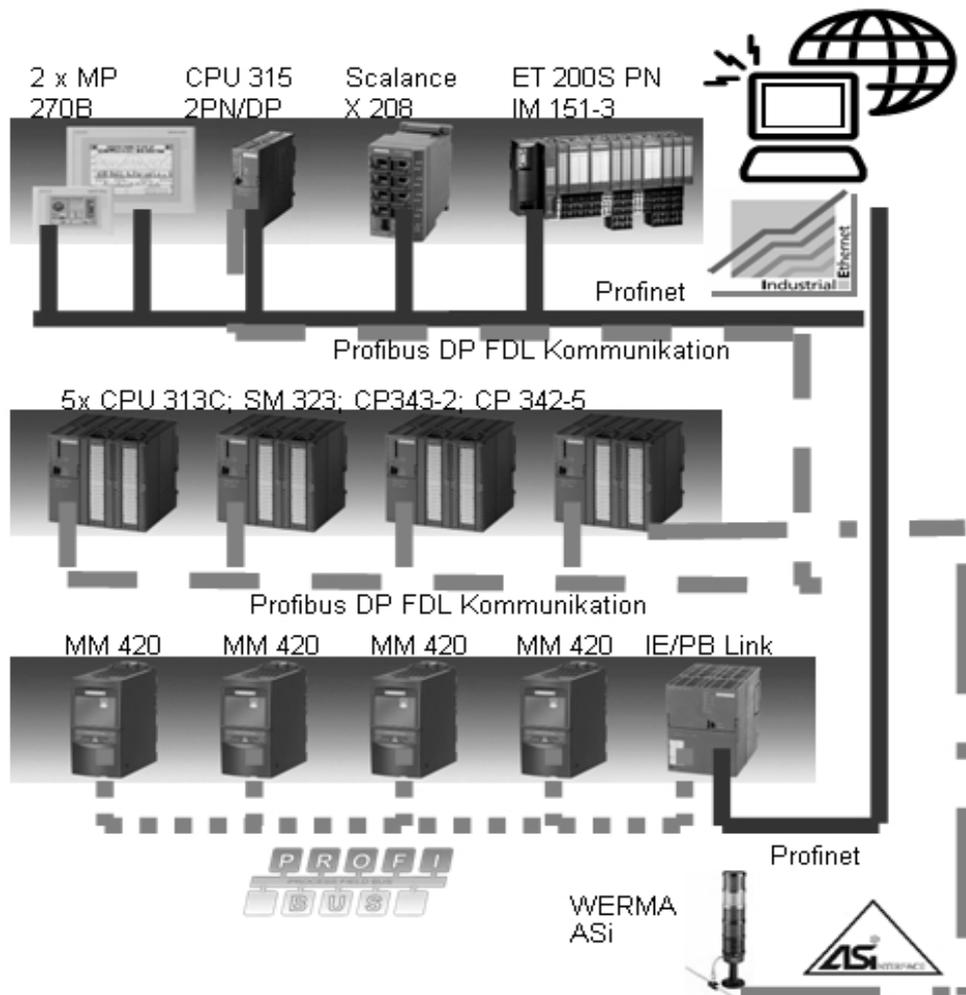


Abbildung 10: Steuerungskonfigurationsbeispiel.