

# Elektrotechnisches Grundpraktikum bei Firma Focke & Co

Ulf Schaper

9. September 2005

## **Zusammenfassung**

In meinem Grundpraktikum habe ich mir viele Fähigkeiten im Bezug auf die Entwicklung und Produktion elektronischer Schaltkreise angeeignet und dabei viele Werkzeuge (wie Steuerungssysteme und Computerprogramme, aber auch Handwerkzeuge im klassischen Sinne) kennengelernt. Viele Kenntnisse aus den ersten beiden Semestern meines Studiums waren hierfür hilfreich.

## **1 Das Unternehmen**

Mein elektrotechnisches Praktikum habe ich in dem Betrieb „Focke & Co KG“ in Verden abgeleistet. Focke produziert Verpackungsmaschinen, hauptsächlich für Tabakwaren. Gesehen habe ich Produktionslinien, die bereits fertige Zigaretten bündeln und Stück für Stück Packungen um die Zigaretten herum basteln. Läuft eine solche Focke-Maschine auf Volldampf, so fliegen durchaus 15 fertige (und gefüllte) Zigarettenpackungen pro Sekunde aus einer Produktionslinie (die Packungen können natürlich auch gleich in Stangen gebündelt und palettiert werden). Neben Focke gibt es weltweit nur wenige weitere marktrelevante Hersteller mit solchen Produkten: man kann Zigarettenpackungen, die von einer Focke-Maschine erzeugt worden sind, daran erkennen, dass der die Zigaretten umgebende Papiermantel an beiden Packungsseiten geklebt ist und am Boden durchgängig ist; die Konkurrenz faltet und klebt diesen Papiermantel am Boden und an nur einer Seite.

Während meines Praktikums habe ich jedoch nur einmal ein Teil für eine solche Verpackungsmaschine gebaut. Die meiste Zeit habe ich mich also „nur“ mit den elektrotechnischen Grundlagen dafür beschäftigt. Die Auszubildenden (größtenteils Mechatroniker), die ich häufig begleitet habe, mussten jedoch einzelne Komponenten für die Produktion zusammenbauen (z.B. Leimfühler und Oberlagenkontrollen), dadurch konnte ich einen leichten Einblick in die Funktionsweise der „großen Maschinen“ erlangen.

Sehr positiv hat mich die Freundlichkeit überrascht, die in dem Werk herrschte; so gaben wir uns beispielsweise morgens zur Begrüßung die Hand.

## **2 Haustechnik und Relaislogik**

In der ersten Praktikumswoche habe ich mich mit Haustechnik beschäftigt. Mir stand ein durchaus schon etwas betagter (1972) PAL-Prüfungsfragenkatalog zur

Verfügung, durch dessen starke Redundanz ich viele Schaltungen gut verinnerlichen konnte. Im ersten Kapitel behandelten die Aufgaben Schaltungen für Licht, Haustürklingeln sowie Türöffner, hierfür wurden verschiedene Arten von Schaltern (z.B. Kreuzschalter) und Tastern sowie Bauelemente wie Zeitschütze und Eltakos verwendet. Alle Bauelemente waren anhand der Schaltung sofort zu verstehen; anspruchsvoll wurden die Aufgaben lediglich durch die Komplexität der Schaltungen (bis zu 9 Adern wurden in einem Kabel geführt, manchmal sollte durch geschicktes Vertauschen von Masse und Phase eine Ader gespart werden...).

Im zweiten Kapitel behandelte die Aufgabensammlung dann Schaltungen mit Schützen und Zeitschützen, mit denen verschiedenstes Verhalten erzeugt werden sollte: So soll ein Licht etwa angehen, wenn man auf einen Taster drückt, jedoch nur anbleiben, wenn dieser Taster mindestens 5s gehalten wird und in dem Fall nach kurzem Tastendruck wieder ausgehen.

Das dritte Kapitel hat im Prinzip das zweite wiederholt, nur wurden stets elektrische Maschinen als Anwendungsgebiet angegeben: Es galt nun etwa, Not-Aus-Schalter in die Aufbauten zu integrieren. Ferner durften viele Maschinen nur über Zwei-Hand-Schalter aktiviert werden. Selbige galten als gedrückt, wenn man beide Schalter binnen eines einstellbaren, sehr kurzen Zeitintervalls betätigt hatte. Wurde dieses Intervall überschritten, so musste die Maschine ausgeschaltet bleiben, obwohl beide Taster gedrückt waren. In diesem dritten Kapitel habe ich auch endlich Inhalte wiedergefunden, die in der Elektrotechnik-Vorlesung im Studium behandelt worden sind, nämlich verschiedene Wicklungsarten der Drehstrommaschine, mit der die Drehzahl gestellt werden konnte (Polumschaltung, Dahlanderwicklung).

Das vierte Kapitel der Prüfungsaufgabensammlung, es war auch das kürzeste, beschäftigte sich mit verschiedenen Messaufgaben, meist im Drehstromsystem. Auch hier konnte ich Vorlesungsinhalte wiederfinden (etwa die Wechselspannungsphasenlage im Zeigerbild und die zugehörige Blindleistungskompensation).

Beim Lesen der Prüfungsaufgabensammlung stand mir eine große Zahl von Bauteilen zur Verfügung, deren Funktionen ich parallel zu den Schaltzeichen auf dem Papier ergründen konnte und mit denen ich die mir dargebotenen Schaltungen selber aufbauen konnte; davon hab ich jedoch nur viermal Gebrauch gemacht: So habe ich etwa einen Eltako durch ein Flipflop ersetzt, welches ich mit Schützen aufgebaut habe. Außerdem habe ich der in der Aufgabensammlung angegebenen Motorsteuerungsschaltungen (Abbildung 1) in abgewandelter Form aufgebaut. Das Aufbauen der Schaltung galt weniger dem Verständnis der Schaltungen als vielmehr der Fähigkeit, diese am Ende auch „hübsch“ aussehen zu lassen, die richtigen Kabelfarben zu verwenden usw..

Hierzu muss ich anmerken, dass ich es gewöhnungsbedürftig finde, alle Leitungen zusammen in Kabelkanäle zu stopfen. Die Schaltungen sehen hierdurch zwar von außen besser aus und sind möglicherweise auch mechanisch robuster, allerdings halte ich eine Wartung für nahezu unmöglich, weil man die Schaltungen kaum mehr verstehen kann. Ebenso fördern enge Kabelkanäle das Risiko von elektromagnetischen Beeinflussungen; eine schwer zu analysierende Fehlerquelle.

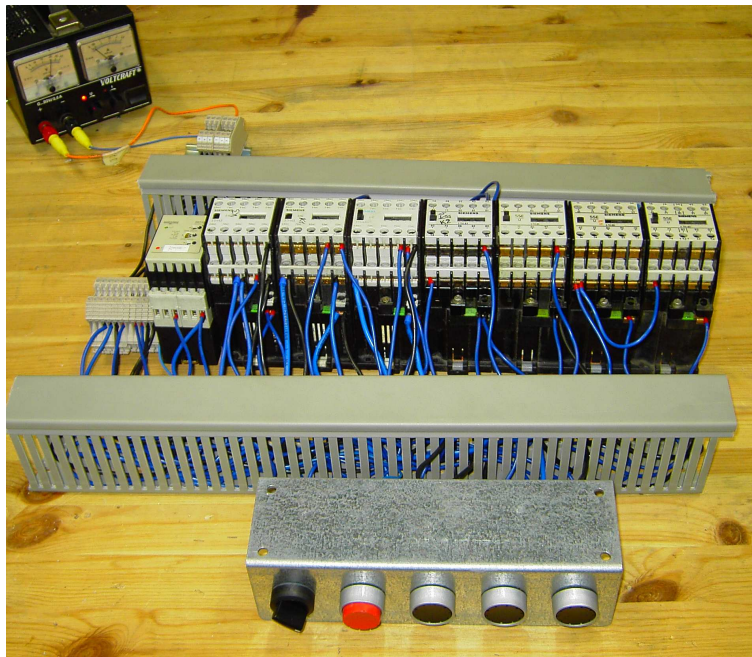


Abbildung 1: Motorsteuerungsschaltung mit Richtungswahl, Not-Aus-Schalter und drei Geschwindigkeiten (Wicklungsumschaltung). Das Zeitschütz zwingt den Bediener dazu, die Maschine langsam schrittweise hochzufahren.

### 3 Die Schaltung, die eine Uhr werden sollte

Die zweite und dritte Woche meines Praktikums habe ich dann einem kleinen eigenen Projekt gewidmet: Ich habe versucht, eine Digitaluhr zu bauen.

Zuerst musste mit einem 32kHz Quarz ein 1Hz-Signal erzeugt werden. Hierbei trat das Problem auf, dass die meisten Quarzschaltungen aus der Literatur erst bei wesentlich höheren Frequenzen funktionieren. Doch ein Elektrotechniker in der Ausbildungswerkstatt wusste zu helfen und empfahl mir, einen weiteren Kondensator in meine Schaltung zu löten. Durch eine Reihe hintereinandergeschalteter Flipflops erhielt ich dann mein 1Hz-Blinklicht.

Im nächsten Schritt musste die Uhrzeit (bzw. zuerst die letzte Sekunden-ziffer) auf Siebensegmentanzeigen dargestellt werden. Ich verwehrt mich gegen Siebensegmentdekoder-ICs; versuchte stattdessen die Dekodierung selber mit Grundfunktionen wie AND, OR und XOR durchzuführen. Dieses gelang mir auch, jedoch hat es einen Tag in Anspruch genommen, die Schaltung am Computer mit LochMaster 3.0 [1] zu konstruieren und weitere drei Tage, um sie auf eine Lochrasterplatine zu löten (Abbildung 2 und 3). Nach rund einer Woche hatte ich nun also eine fertige und funktionstüchtige Schaltung mit einer einzelnen Digitalanzeige, die binnen 10s genau von 0 bis 9 zählte. Kein wirklich spektakuläres Ergebnis.

Die folgende Woche habe ich dann dafür genutzt, die Schaltungen der weiteren Ziffern (Minuten, Stunden, dreistellige Tagesanzeige) zu konstruieren (dann jedoch mit Siebensegmenttreiberchips). Die weiteren Platinen hierfür wollte ich

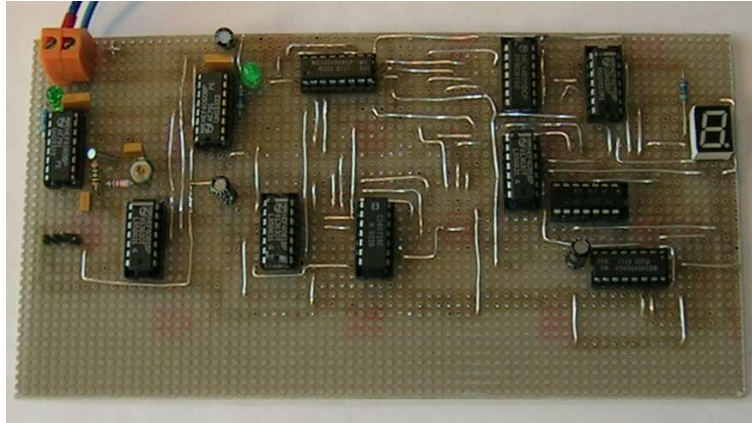


Abbildung 2: Sekundenzähler Bauteilseite; links oben: 32kHz Quarz-Schaltung, oben Mitte: 1Hz-Frequenzteilung, Rest: Siebensegmentdekoder

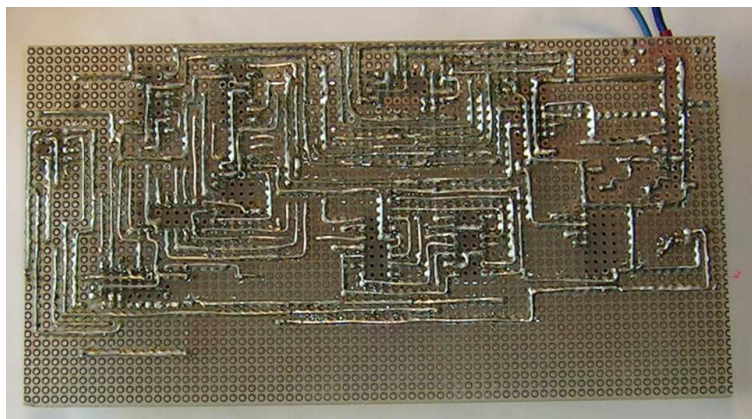


Abbildung 3: Sekundenzähler Lötseite

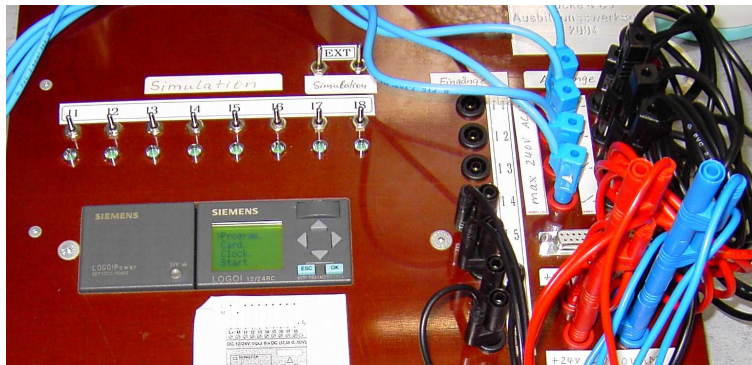


Abbildung 4: Die Logo! in einem Gehäuse der Ausbildungswerkstatt; hier mit Beschaltung für eine Pneumatikaufgabe

jedoch nicht mehr selber löten, daher habe ich mich dazu entschieden, mit einem Layoutprogramm namens „Eagle Light“ [2] ätzbare Platinen zu entwickeln, die ich jedoch leider nicht bei Focke ätzen konnte sondern privat zu fertigen hatte. Das Design der Platinen am Computer gestaltete sich anspruchsvoll, da ich nur einseitige Platinen entwickeln wollte, d.h. keine Leiterverbindungen auf der Vorderseite der Platine haben wollte (sondern nur Bauteile). Es ist mir nicht vollständig gelungen, solche „Brücken“ zu vermeiden.

Während diesen beiden Woche der Arbeit an meiner Uhr habe ich viele verschiedene ICs kennengelernt, viel praktische Löterfahrung gesammelt und mich auch zum ersten mal mit komplexen digitalen Schaltungen auseinandersetzen müssen.

## 4 Elektropneumatik

Die vierte Praktikumswoche wurde eingeläutet von einer kleinen Einarbeitung in das Steuerungssystem „Logo!“ [3] von Siemens. Es erlaubt, logische (und eingeschränkt auch diskret-analoge) Schaltungen, wie man sie auch mit Schützen u.ä. realisieren könnte, in ein Gerät zu programmieren und sich somit viel Verdrahtungsarbeit zu sparen. Die Funktionen, die dabei bereitstehen, sind die logischen UND-, ODER-, u.s.w. Verknüpfungen, Flankenfunktionen und diverse Schützfunktionen (Anzugsverzögerung, Abfallsverzögerung, Zähler, ...). Ich habe die „Logo!“ über sechs Tasten direkt am Gerät programmiert (Abbildung 4), nach wenigen Stunden klappte das erstaunlich gut. Man kann die Anlage aber durchaus auch vom Computer aus programmieren.

Der Grund, warum ich die „Logo!“ mehr mit Relais/Schützen denn mit Computern vergleiche, ist, dass sie nicht sequentiell arbeitet: Man gibt nicht vor, in welcher Reihenfolge verschiedene Anweisungen (ggf. mehrfach) ausgeführt werden, sondern man legt für jede Anweisung fest, wann genau sie ausgeführt werden soll. Bei einfachen Schaltungen (nämlich genau dann, wenn eine Anweisung lediglich einmal ausgeführt wird) mag dies noch keinen Unterschied machen, aber sobald die Programme komplexer werden, stößt man schnell an Grenzen.

Um testen zu können, ob ich die „Logo!“ wirklich beherrschte, wurde mir ein Elektropneumatik-Ausbildungsset von „Festo Didactic“ [4] bereitgestellt.



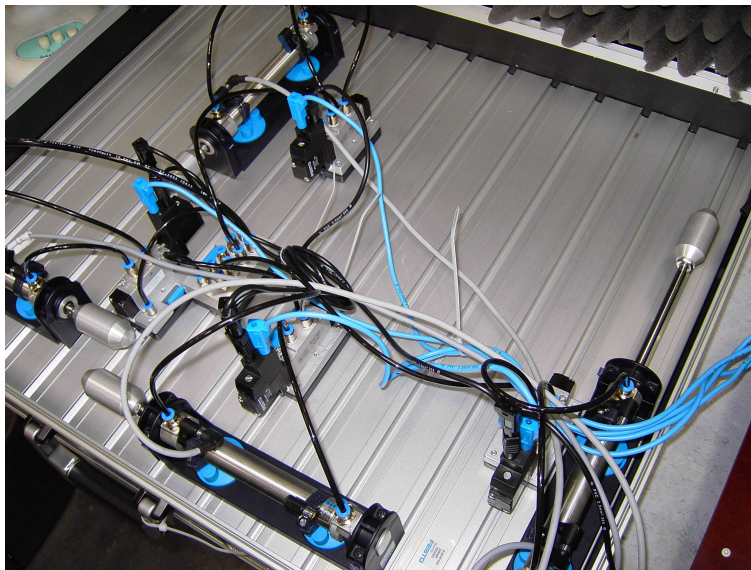


Abbildung 5: Ein Pneumatikaufbau zum Simulieren der Logo!-Programmierung

Ich konnte luftdruck-betriebene Zylinder über elektrisch gesteuerte Ventile ein- und ausfahren lassen und dabei die Position der Zylinderkolben über induktive Sensoren abfragen.

Eine der Aufgaben, die ich mit der Kombination aus Pneumatikset und „Logo!“ gelöst habe, war ein Greiferarm, der aus einer Rinne Bauteile entnimmt, indem er seinen Arm absenkt (Zylinder 2), dann den Greifer, welcher nun das Bauteil umfassen sollte, schließt (Zylinder 1) und wieder anhebt. Anschließend rotiert die Maschine (Zylinder 4) zu zwei Senken, über denen nach kurzer Verweildauer der Greifer geöffnet wird und somit das Bauteil abgelegt wird. Der dritte Zylinder dient hierbei der Auswahl einer der beiden Senken.

Bei der Programmierung kann der eigenen Abstraktionsfähigkeit durch ein „Weg-Schritt-Diagramm“ (Abbildung 6) unter die Arme gegriffen werden; in ihm sind kausale Zusammenhänge sehr gut abzulesen, anhand von denen es ein leichtes ist, die Programmierung zu entwickeln.

## 5 Zum Abschluss noch...

In der letzten Woche habe ich mir dann viele Kleinigkeiten angesehen. Dazu zählten einige Maschinen, die über ein SPS-System namens „Beckhoff“ zu programmieren sind. Sobald man sich durch den komplexen Überbau hindurchgedacht hat, funktioniert diese SPS genau wie die oben bereits beschriebene „Logo!“-Anlage – nur ist die Beckhoff aufgrund der mechanischen Modularität wesentlich wartungsfreundlicher, komfortabel am PC zu programmieren und ist zuletzt wahrscheinlich wesentlich leistungsfähiger als das „Logo!“-System. Die Leistungsfähigkeit der Beckhoff konnte ich zwar selbst kaum ausreizen; aber da in den Produktionsmaschinen von Focke solche „Beckhoffs“ eingesetzt werden, dürften Reaktionen im Millisekundenbereich kein Problem darstellen.

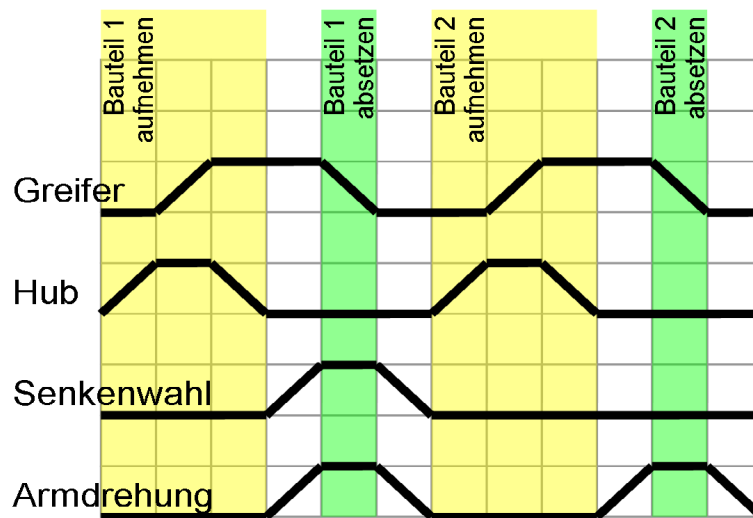


Abbildung 6: Ein Arbeitszyklus im Weg-Schritt-Diagramm einer der von mir gelösten Aufgaben

Dazu habe ich in der letzten Woche unter strenger Kontrolle der Auszubildenden eine „Oberlagenkontrolle“ gebaut. Dabei gilt es, zwei bereits bestückte Platinen und je vierzehn lichtsendende bzw. lichtempfangende Dioden in ein Gehäuse zu bauen und zu verlöten. Ein solches Gerät wird eingesetzt, um vor dem Verpacken zu überprüfen, ob genügend Zigaretten bereitstehen.

Ferner habe ich zum Ende meines Praktikums noch die Uhr fertiggestellt, die ich in der zweiten Woche zu Bauen begonnen habe.

## 6 Fazit

Das Praktikum bei Focke hat mir sehr viel Spaß gemacht und ich habe, gerade weil ich sehr viel selber machen konnte, viele Erfahrungen mitnehmen können. Des weiteren war es hilfreich, von Auszubildenden zu lernen. Sie hatten meistens auf meine Fragen genau die passende Antwort (wahrscheinlich, weil sie selbst auch vor nicht allzulanger Zeit vor den gleichen Problemen standen) und konnten mich ansonsten an die richtigen Personen im Werk weitervermitteln.

Der einzige Nachteil meines Praktikums war der lange Anfahrsweg; ich fuhr jeden Tag gut 90 Kilometer. Da ich teilweise mit dem Motorroller gefahren bin, hatte das zur Folge, dass ich jeden Tag tanken musste.

Sehr angenehm war es, sehr viele Elektronikteile vor Ort zu haben. Bei manchen Dingen, die ich in etwa meiner Uhr verbauen wollte, hatte ich insgeheim die Befürchtung, noch schnell „über Nacht“ bei Reichelt oder einem anderen Elektronikhändler bestellen zu müssen, doch ich wurde jedes Mal dadurch überrascht, dass die gesuchten Teile vorrätig waren.

## 7 Quellen

- [1] *LochMaster 3.0, Das Entwicklungstool für Lochrasterprojekte*  
(<http://www.abacom-online.de/html/lochmaster.htm>).
- [2] *Eagle Light Edition, Printed Circuit Board Design Package*  
(<http://www.cadsoft.de/>).
- [3] *Siemens Logo!, Micro Automation Sets*  
(<http://www.siemens.de/logo>).
- [4] *Festo Didactic*  
(<http://www.festo.com/didactic/>).