

## **Arten der Kommunikation zwischen Modulen**

### **Einleitung**

Das Thema meines Referats „Arten der Kommunikation zwischen Modulen“ klingt für viele zunächst einmal wahrscheinlich nach einem Thema für Nachrichtentechniker oder Informatiker, das uns noch völlig fremd ist und - wenn überhaupt - irgendwann im Hauptstudium auf uns zukommt.

Dem ist aber nichts so, denn Kommunikation zwischen Modulen ist fast schon etwas alltägliches, das uns auch während des Studiums schon einige Male begegnet ist.

Um den Einstieg zu erleichtern möchte ich zunächst einmal klären, was Module eigentlich sind und was sie auszeichnet.

### **Modularität - Divide et impera**

Module ermöglichen die Gliederung einer Gesamtlösung in kleinere, überschaubare Teillösungen, am besten kennt Ihr das wahrscheinlich noch von den Modulen der Informatik: den Klassen.

Beim Entwurf großer Systeme wie zum Beispiel Programmen ist das Prinzip der Modularität, große Probleme aufzuteilen und dann zu beherrschen (divide et impera), hilfreich und oft sogar notwendig.

Die Module zeichnen sich dabei ganz allgemein durch folgende Eigenschaften aus:

Ein Modul ist eine in sich geschlossene Einheit, möchte man es verwenden, muss man gar nicht unbedingt wissen, wie es genau aufgebaut ist. Manchmal gilt sogar das Geheimnisprinzip, wo es für Außenstehende gar nicht möglich sein soll, den Aufbau einzusehen oder zu verändern, wie bei den privaten Klassen aus InfET 2.

Trotzdem soll man diese Module natürlich nutzen können, die Kommunikation mit der Umgebung erfolgt dabei ausschließlich über eine Schnittstelle. Diese Schnittstellen haben bei modularen Systemen eine dementsprechend bedeutende Rolle. Solange sie nicht verändert werden, ist eine rückwirkungsfreie Veränderung im Modulinneren möglich.

Da Module relativ eigenständig sind, ist ihre Funktionalität ohne Kenntnis der Einbettung in ein System prüfbar, man kann also Simulationen durchführen, bevor man sie einbaut.

Außerdem können Module auf Leistungen anderer Module über die Schnittstellen zugreifen, um eigene Leistungen zu realisieren, was vor allem dann wichtig wird, wenn mehrere Module eine bestimmte Funktion verwenden sollen und man nicht alles doppelt und dreifach konstruieren möchte.

Modulare Systeme haben also den Vorteil, recht flexibel zu sein, so sind sie z.B. relativ einfach erweiterbar, nur die Schnittstelle muss passen.

Viele Module lassen sich wiederum in mehrere Module aufteilen, in der Informatik entspricht das Klassen und ihren Subklassen.

Die gewählten Beispiele aus der Informatik sind ja nun recht speziell und somit wäre die Frage: „Was ist an Kommunikation zwischen Modulen jetzt alltäglich und allgemein?“ schon berechtigt.

Deshalb möchte ich nun darauf zu sprechen kommen, in welchen Bereichen uns modulare Systeme noch wieder begegnen.

## **Relevanz von modularen Systemen in verschiedenen Bereichen**

### ***Informatik***

Das Module als Klassen (oder Package) beim Programmieren in der Informatik auftauchen wissen wir ja nun.

Doch auch bei Rechneraufbau spielen sie eine große Rolle, so ist z.B. jede Erweiterung, die man für seinen Computer kauft und die eine Schnittstelle hat, ein Modul.

### ***Architektur***

Auch in der Architektur werden Module verwendet, ein (un-)schönes Beispiel sind Plattenbauten.

### ***Ingenieurwissenschaften***

Hier gibt es zahlreiche Beispiele für modulare Systeme.

Eines wäre das Auto, wo das Modul Motor über die Schnittstelle Getriebe mit dem Modul Fahrwerk verbunden ist oder die Batterie über Kabel mit der Lichtanlage usw.

### ***Natur***

Zunächst ist es nicht so offensichtlich, doch man kann jedes Ökosystem als Modul beschreiben. Das globale Ökosystem lässt sich in viele kleine aufspalten, wie z.B. das Ökosystem Teich oder Pflanze. Die Arten der Interaktion zwischen den Modulen ist hier sehr vielfältig und es gibt zahlreiche Schnittstellen, wie die Wurzeln und Blätter einer Pflanze, die die Photosynthese ermöglichen.

### ***Projektmanagement***

Hier werden die Vorteile von Modulen noch einmal besonders deutlich und auch der Bezug zu unserem Projektlabor wird wieder hergestellt. Wir haben ja schon ein Referat über Projektmanagement gehört und erfahren, wie Teamwork bei größeren Projekten funktioniert. Um unsere Aufgabe lösen zu können, haben wir uns in Arbeitsgruppen aufgeteilt, die man auch als Module beschreiben kann.

Im Laufe des Semesters wird sich jede Gruppe wahrscheinlich noch einmal in Module aufspalten, am offensichtlichsten voraussichtlich bei der Licht-Gehäuse-Dimmer-Gruppe. Hier funktioniert die Kommunikation zwischen den Modulen wenn nicht übers Internet-Forum vorwiegend auf verbale Art und Weise im Labor, beim Bier im Cafe Shila und natürlich beim Schnittstellentermin.

### ***Elektrotechnik***

Nun sollte klar werden, dass uns das Thema „Arten Kommunikation zwischen Modulen“ im Projektlabor gleich auf zwei Ebenen begegnet, wenn man neben den Arbeitsgruppen auch die Baugruppen als Module betrachtet.

Der Disco-Cube ist ein modulares System, er enthält die Module Gehäuse, Leuchtkörper, Dimmer, Musikverarbeitung, Zufallssteuerung, kontinuierliche Steuerung und Netzteil, wie sich schon nach den Referaten über Blockschaltbilder abgezeichnet hat. Man könnte auch jedes Bauteil als Modul betrachten, was aber wenig Sinn macht. Sinnvoller ist es, von den Platinen als Modulen auszugehen.

Die Kommunikation erfolgt auf elektronischem Wege über Schnittstellen, die beim Schnittstellentermin festgelegt werden müssen. Auf die möglichen Arten der Kommunikation werde ich später noch eingehen.

Momentan ist der Stand der Dinge, dass jede Arbeitsgruppe nach intensiver Laborarbeit und mit Hilfe der bereits gehörten Referate fähig sein sollte, eigene Platinen herzustellen. Die zentrale Frage dieses Vortrags - und hiermit endet der allgemeinere Teil dieses Referats - lautet

## **Wie verbindet man modulare Baugruppen sinnvoll miteinander ?**

-

Bei der Beantwortung dieser Frage beziehe ich mich ausschließlich auf den Bereich Elektrotechnik.

### **Definition der Schnittstellen**

Um mit modularen Baugruppen arbeiten zu können ist eine präzise Definition der Schnittstellen extrem wichtig und folgende Fragen sind zeitig zu klären:

- Wer kommuniziert was mit wem ?
- Wie wird kommuniziert ?

Im Projektlabor ist daher zum Schnittstellentermin u.a. genau festzulegen, welche Art von Schnittstellen gewählt werden soll.

Dabei reicht es z.B. nicht aus, nur zu sagen „Wir liefern die 18 V über eine 3-poligen Buchse.“ Vielmehr ist bei Steckverbindungen möglichst der Hersteller des Steckers oder der Buchse zu nennen, der Name des Modells, die Norm und die Pin-Belegung. Wichtig ist auch, die Verpolsicherheit zu gewährleisten, genau festzulegen, auf welcher Seite Pin 1 liegt und wo die Masse.

Weiterhin sollte nach dem Termin klar sein, welches Modul welche Ein- und Ausgangssignale benötigt bzw. bereitstellt. Auch hierbei geht es darum, möglichst präzise zu sein.

Aussagen wie „Wir brauchen 12 V!“ sind wenig hilfreich. Um z.B. ein Netzteil vernünftig zu dimensionieren benötigt man Auskünfte über Art und Wert der Spannung, maximale Ströme auf den einzelnen Leitungen, maximale Leistungsaufnahme des Verbrauchers und seinen Eingangswiderstand.

Bei der Entscheidung für eine bestimmte Art der Kommunikation sind Aufwand, Kosten und Nutzen der verschiedenen Methoden abzuwägen.

### **Methoden der Interaktion zwischen Modulen in der Elektrotechnik**

Die folgenden Vorschläge und Empfehlungen sind natürlich nur als Hilfestellungen zur Entscheidungsfindung und nicht als Vorgaben zu verstehen, also versuche ich Vor- und Nachteile der verschiedenen Arten der Kommunikation zwischen Modulen herauszustellen.

#### ***Kabelverbindungen***

Kabelverbindungen werden universell eingesetzt und sind vor allem bei Leitungen zum Gehäuse sinnvoll.

Sie verursachen im allgemeinen wenig Kosten und sind flexibel, man könnte also theoretisch die gesamte Schaltung mit einzelnen Kabeln verbinden, wobei sich aber schnell die Nachteile dieser Methode herausstellen würden. Eine Fehlersuche und -behebung wird sich nämlich im Kabelsalat als äußerst schwierig erweisen.

Daher sind wenn möglich und sinnvoll andere Alternativen zu verwenden oder Kabelverbindungen als Bus (s.u.) zusammenzufassen.

Wenn man doch Kabel benutzt, sollte man sie nicht zu lang dimensionieren, sonst haben wir wieder den Salat und außerdem unnötigen ohmschen Widerstand.

Andererseits muss man beim Anschluss von Bauteilen wie Schaltern, Sicherungen, Potentiometern, LEDs, etc. am Gehäuse (hier werden meistens Kabel verwendet) wiederum darauf achten, sie nicht so knapp zu wählen, das man gar kein Spiel mehr hat.

Was ich damit meine ist, dass es z.B. nicht einfach ist, einen Einbaukühlschrank zu Installieren oder Auszubauen, dessen Netzkabel nur ½ m lang ist (ohne Verlängerung!).

### ***Bus-Systeme***

Bus-Systeme fassen mehrere Kabelverbindungen zusammen und lassen sich gut bei der Verbindung mehrerer Module (Platinen) einsetzen.

Das Prinzip haben wir ja schon im EAGLE-Referat kennen gelernt; Kabelwust wird vermieden, die Überschaubarkeit erhöht und die Erweiterbarkeit des Systems vereinfacht. Einige Leitungen können außerdem zusammengelegt (nur einmal +- 12 V für alle) und sämtliche Signale und Spannungen ohne weiteres von allen Gruppen genutzt werden.

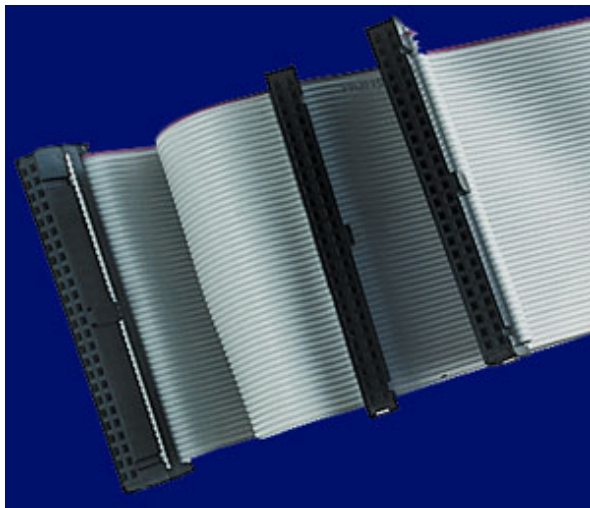
Dabei ist allerdings eine gewisse Planung erforderlich und einiges zu beachten:

So ist die Pin-Belegung im voraus präzise festzulegen (Wo liegt Pin 1?) und auf Verpolungssicherheit zu achten.

Signal- und Stromversorgungsleitungen sollten räumlich getrennt werden, um Störungen vorzubeugen; dazu kann man auch Masseleitungen zwischen zwei anderen Leitungen verlegen, sie wirken abschirmend.

Beispiele für Bus-Systeme findet man im Computer: IDE- und SCSI - Bus-Kabel verbinden Festplatten, andere Laufwerke mit dem Mainboard.

Zur Realisierung von Bus-Systemen für Platinen gibt es Leiterplatten- und Platinen-Steckverbinder



*IDE – Kabel*



*Leiterplattenverbinder*

### ***Steckverbindungen***

Steckverbindungen können Kabel, Bauteile und Platinen untereinander verbinden.

Sie lassen sich problemlos wieder lösen und verringern dadurch den Arbeitsaufwand bei Reparatur und Wartung; dabei ist durch Wahl des richtigen Steckers die Verpolsicherheit automatisch gewährleistet.

Es ist vorteilhaft, für Ein- und Ausgänge Buchsen an Modulen zu installieren, wenn dadurch herumhängende, vielleicht sogar ungenutzte Kabel vermieden werden können.

Es gibt auch die Möglichkeit, zwei Platinen direkt mit Steckverbindungen zu verbinden, Beispiele hierfür gibt es wieder im Computer: sowohl PCI-Karten als auch der Arbeitsspeicher werden direkt auf Mainboard gesteckt.

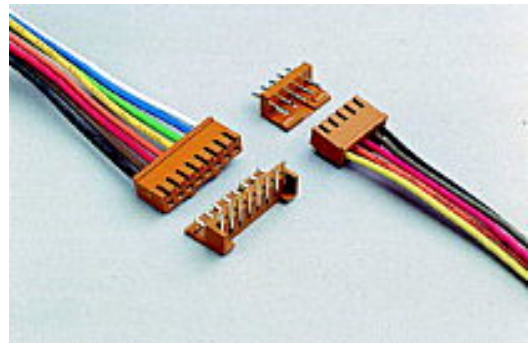
Der Nachteil von Steckverbindungen ist ihr Preis, es ist natürlich kostengünstiger alle Kontakte zu verlöten.

Bei der Wahl der richtigen Steckverbindung ist zu beachten, welcher Wärmebelastung das Bauteil ausgesetzt ist. Kaltgeräteverbindungen kann man bis ca. 65-70°C benutzen, bei höheren Temperaturen sind Warmgeräteverbindungen zu verwenden.

Außerdem ist immer dafür Sorge zu tragen, dass man für Ausgänge Mutter-Buchsen und Vater-Stecker, für Eingänge entsprechend Vater-Buchsen und Mutter-Stecker verwendet. So wird man z.B. (hoffentlich) nirgendwo ein Verlängerungskabel mit zwei Schukosteckern kaufen können.



*Computer-Innenansicht*



*Platinen-Steckverbinder*

### ***Lötverbindungen***

Lötverbindungen werden auf Platinen und zur Befestigung von Kabeln eingesetzt, sie sind platzsparend und weitaus günstiger als Steckverbindungen, lassen sich allerdings auch schlechter wieder lösen.

### ***Geätzte Verbindungen***

Geätzte Verbindungen werden auf Platinen eingesetzt, wobei geätzte Platinen optimale Übersichtlichkeit ermöglichen. Fehler in Schaltungen können so schnell gefunden werden und – das ist ein Nachteil – leider nicht ohne weiteres repariert werden.

Das heißt, dass der Aufwand bei der Entwicklung und auch Herstellung geätzter Platinen relativ hoch ist, denn alles muss gut durchdacht sein. Dies beugt wiederum Provisorien vor. Geätzte Platinen sind eine elegante und platzsparende Lösung.

## ***Infrarot- und Funkverbindungen***

Infrarot- und Funkverbindungen werden eingesetzt, um Signale und Daten zu übertragen. Mit ihnen ist eine kabellose Übertragung möglich, was sie für viele Anwendungen außerordentlich interessant macht.

Nachteile sind eine relativ geringe Übertragungsrate, man kann auch keine hohen Spannungen verschicken, die Übertragung ist störanfällig und außerdem sind solche Arten der Kommunikation für uns wohl sowieso unverhältnismäßig aufwendig und teuer.

## **Platinen und Baugruppenträger**

Um die Frage, wie man modulare Baugruppen sinnvoll miteinander verbindet, abschließend zu beantworten, will ich noch ein paar Worte zu Platinen, ihrer Verknüpfung per Bus-System und ihren Einbau in Baugruppenträger verlieren.

Baugruppenträger (z.B. 19 Zoll-Gehäuse) bilden - bestückt mit Platinen - eine übersichtliche, problemadäquate Architektur für viele Projekte.

Indem man dann die Platinen dann mit Hilfe von Platinensteck- bzw. Leiterplattenverbindern untereinander verbindet, erhält man ein Bus-System und damit eine gut strukturierte Art der Kommunikation zwischen Modulen.

Die Entwicklung von geätzten Platinen und Bus-Systemen ist zwar eine zeitraubende Angelegenheit, dafür ist der Aufwand beim Einbau und der Wartung später wesentlich geringer.

Beschriftungen und Markierungen helfen dabei bei der Vermeidung von Fehlern und beim Verständnis der Schaltung.



*Baugruppenträger Europac*



*Baugruppenträger APW*

## **Fazit**

Wir haben beste Voraussetzungen, sinnvolle Verbindungen zwischen den modularen Baugruppen zu realisieren.

So bietet z.B. das Gehäuse ausreichend Platz für übersichtliche Installationen und die verwendeten Spannungen sind relativ einheitlich, was Leitungen spart.

Um zu einem zufriedenstellenden Ergebnis zu kommen, bedarf es nun noch guter Planung und Kommunikation verbaler Art; daher folgt nun der Schnittstellentermin.

## Anhang

### Beispiel für ein Bus-System:

Pin	Signal
1	+ 18 V
2	Masse
3	+ 12 V
4	Masse
5	-12 V
6	Masse
7	Enable-Signal
8	Masse
9	Rhythmus-Signal
10	Masse
11	LED 1
12	Masse
13	LED 2
14	Masse
15	LED 3

### Internet-Links für Bauteile:

Allgemein:

[http://www.mercateo.com/c/root-MC500/Elektronik\\_und\\_Elektrobedarf.html](http://www.mercateo.com/c/root-MC500/Elektronik_und_Elektrobedarf.html)

Laborsteckverbinder: DIN 41 612

<http://www.harting.com/en/en/de/index.de.html>

Baugruppenträger (19-Zoll-Gehäuse):

[http://www.mercateo.com/c/108-1639/19\\_Baugruppentraeger.html](http://www.mercateo.com/c/108-1639/19_Baugruppentraeger.html)

(z.B. APW Baugruppenträger für 21 Euro)

Firma Schroff: <http://www.schroff.de/>