

**Sensor-/ Aktorsysteme für den Apple Macintosh**

Martin Bircher

Januar 2003  
Version 2.0

Martin Bircher  
[www.e-style.ch](http://www.e-style.ch)  
martin (at) e-style (dot) ch

Matrikelnr. 99-154-676

Fachhochschule Aargau (FHA)  
Nordwestschweiz  
Departement Gestaltung und Kunst

Bahnhofstrasse 102  
CH-5000 Aarau  
Schweiz  
[www.fh-aargau.ch](http://www.fh-aargau.ch) g-info@fh-aargau.ch

## Hinweis !

### ACHTUNG!

Sensor-/Aktorsysteme werden mit Elektrizität betrieben.

Elektrizität kann Menschen und Tiere verletzen oder töten und Sachen beschädigen (Kurzschluss kann zu Brand führen usw.).

Deswegen sind alle gültigen Vorschriften, namentlich die Niederspannungs-Installationsnormen (NIN) des Verbandes Schweizerischer Elektroinstallateure (VSEI), einzuhalten.

Unter anderem gilt zu beachten:

- dass Teile, die Netzspannung führen, immer ausreichend isoliert sind,
- dass vor dem Öffnen von Geräten alle zu- und abführenden Kabel getrennt und anschliessend auf Spannungsfreiheit überprüft werden.

Im Zweifelsfall ist immer eine Fachperson hinzuzuziehen!

## V Vorwort

## D Danksagung

### 1.0 Einführung

### 2.0 Schnittstellen

#### 2.1 Hardwareschnittstellen

- 2.1.1 Umgebaute Macintosh Tastatur
- 2.1.2 SERVICE USB
- 2.1.3 MIDI-Sensorbox
- 2.1.4 Dataton
  - 2.1.4.1 Dataton SMARTPAX QC
  - 2.1.4.2 Dataton PAX
  - 2.1.4.3 Dataton POWERLINK
- 2.1.5 Lego RCX Mikrocomputer

#### 2.2 Softwareschnittstellen

- 2.2.1 Systemerweiterungen
- 2.2.2 Xtras für Macromedia Director
  - 2.2.2.1 TrackThemColors Xtra
  - 2.2.2.2 GetSoundLevel Xtra
  - 2.2.2.3 SERVICE USB Xtra

### 3.0 Steuerungssoftware

- 3.1 Macromedia Director
- 3.2 MAX
- 3.3 Dataton TRAX
- 3.4 Lego DACTA ROBOLAB
- 3.5 NQC

### 4.0 Sensorsysteme

- 4.1 Taster
- 4.2 Potentiometer
- 4.3 Reedschalter
- 4.4 Resistive Sensoren
- 4.5 Fotowiderstände
- 4.6 Lichtschranken
- 4.7 Temperaturwiderstände
- 4.8 Drucksensoren
- 4.9 Beschleunigungsaufnehmer
- 4.10 Ultraschallsensoren

**5.0 Aktorsysteme**

5.1 Relais

**A Weiterführende Literatur / Adressen**

**B Abbildungsverzeichnis**

**C Glossar / Index**

# Vorwort V

Seit jeher hat sich die Kunst den Innovationen der Medien, der Forschung und der Industrie bedient. In den letzten 150 Jahre haben Fotografie, Film, Videosysteme, Home- sowie Personalcomputer und das World Wide Web die Kunst ebenso massgebend geprägt, wie unsere Arbeits- und Freizeitwelt.

Sensor- und Aktorsysteme wurden dazu entwickelt, um in der Industrie Arbeitskräfte zu entlasten, die Produktion zu steigern und das Qualitätsniveau zu heben. Diese Systeme hielten in den letzten Jahrzehnten wiederum immer mehr Einzug in die Interaktive Medienkunst, d.h. KünstlerInnen haben auf das Know-how von Spezialisten/Spezialistinnen zurückgegriffen.

Auch wenn Medienkunst-Schaffende die benötigten technischen Installationen und die Programmierung nicht selber realisieren können oder wollen, so ist es trotzdem unumgänglich, sich das Verständnis solcher Systeme anzueignen und die selbe Sprache wie der Spezialist/ die Spezialistin zu sprechen.

Dieser Leitfaden soll eine Brücke zwischen Technik und Kunst schlagen und eine Entscheidungshilfe für die richtige Wahl der benötigten Hard- und Software bieten.

Vorwiegend wird hier also auf die Technik eingegangen.

Im Folgenden werden der allgemeine Aufbau von Sensor-/ Aktorsystemen, die verschiedenen Sensortypen, diverse Akteure sowie die für den Apple Macintosh verwendbaren Hard- und Softwareschnittstellen und die für die Ansteuerung notwendige Software behandelt.

Auf der beiliegenden CD-ROM befindet sich dieser Leitfaden als PDF-Dokument, weiterführende Dokumente, Plugins, Programme und diverse Beispiele.

Aarau, Januar 2001

**Martin Bircher**

P.S. Dieser Leitfaden war ursprünglich als E-Projekt an der Fachhochschule Aargau für Technik Wirtschaft und Gestaltung - Fachbereich Gestaltung entstanden. Dieses Projekt wurde von Prof. Félix Stampfli und Roland Unterweger betreut.

Nun wird er, im Rahmen eines Tutoriates, laufend erweitert. Für Erweiterungsvorschläge und andere Anregungen bin ich sehr dankbar.

Ich widme diesen Leitfaden all denen, die sich dazu entschliessen Künstler zu werden und hoffe, dass er dazu eine kleine Hilfe ist.

*Dieser Leitfaden richtet sich an KünstlerInnen welche sich dieser Technologien angenommen haben und sich mit ihr befassen wollen nicht aber an kunstbegeisterte TechnikerInnen.*

## Danksagung D

**Ich möchte mich bei den folgenden Personen bedanken:**

Prof. Félix Stampfli und Roland Unterweger für ihre wertschätzende Betreuung,

meinem Bruder Andreas und meiner Mutter Verena Bircher für orthographische Korrekturvorschläge,

und Allen, die mich bei meinem Vorhaben durch Vorschläge unterstützt haben und werden.



# Einführung 1

Der Begriff «Sensor-/ Aktorsysteme» mag kompliziert klingen, ist jedoch nichts, wovor man sich fürchten müsste.

Überall in unserem täglichen Leben umgeben wir uns mit Sensoren und Aktoren.

Ein sehr komplexes, wenn auch sehr alltägliches Sensor-/ Aktorsystem ist der Personalcomputer. Alle sogenannten Eingabegeräte am System «Computer» sind Sensoren und alle Ausgabegeräte sind Aktoren.

Ein normaler Computer kann mit der Maus und der Tastatur fühlen, mit dem Mikrofon hören, sowie mit der Webcam und dem Scanner sehen. Er verfügt also über Sinne. Die Tastatur und die Maus wandeln mechanische Größen, das Mikrofon akustische und die Kamera wie auch der Scanner optische Größen in elektrische Signale um, welche der Computer interpretieren und somit verstehen kann.

Zwischen Sensoren und Aktoren braucht es eine Steuerung. Sie wertet die von den Sensoren gelieferten elektrischen Größen aus und gibt den Aktoren Befehle. Eine Steuerung benötigt ein Steuerungsprogramm, welches darüber entscheidet, bei welchem Eingangssignal welcher Aktor wie reagieren soll.

Um die elektrischen Signale wiederum für den Menschen verständlich zu machen, wandelt sie der Bildschirm oder Drucker in optische und der Lautsprecher in akustische Signale um.

Trotz der Ausgereiftheit der heutigen Standard-Computersysteme können sie nicht alle, von der Kunst an sie gestellten, Ansprüche befriedigen.

Deswegen ist es von hohem Interesse zu wissen, wie das Spektrum der Möglichkeiten sowohl auf der Eingabe- wie auch auf der Ausgabeseite vergrößert werden kann.

**Ein Sensor-/Aktorsystem besteht aus mindestens einem Sensor auf der Eingabeseite, einer Steuerung und mindestens einem Aktor auf der Ausgabeseite.**

**Ein Sensor wandelt eine physikalische Größe (Kraft, Schall, Licht, Magnetismus usw.) in eine elektrische Größe (Strom, Spannung und Frequenz) um.**

**Ein Aktor wandelt eine elektrische Größe in eine physikalische Größe um.**

# Schnittstellen 2

## 2.0 Überblick

Da die analogen und binären Signale der Sensoren und Aktoren für den Computer, welcher als Steuerung verwendet wird, nicht direkt verständlich sind, müssen sie umgewandelt werden. Dazu werden Schnittstellen verwendet. Grundsätzlich kann in dieser Thematik zwischen zwei Arten von Schnittstellen unterschieden werden: Die Hardwareschnittstellen und die Softwareschnittstellen. Eine Hardwareschnittstelle wandelt die analogen oder binären Signale der Sensoren in digitale Signale um, so dass sie in den Computer eingespeist werden können. Damit diese umgewandelten Signale nun vom Steuerungsprogramm abgerufen und verstanden werden, wird eine Softwareschnittstelle benötigt.

*Eine Schnittstelle ist eine Verbindungsstelle zwischen zwei unterschiedlich arbeitenden Teilsystemen, über die der Austausch von Daten, Signalen usw. erfolgen kann.*

Als Beispiel dafür die USB-Maus:

Sensoren ermitteln die Bewegungen in der X- und der Z-Achse, in der Maus selbst ist eine Elektronik untergebracht, welche die Signale so umwandelt, dass sie über USB zum Computer gelangen können (Hardwareschnittstelle). Damit nun aber das Computersystem diese USB-Signale verstehen kann, wird ein Treiber benötigt, welcher weiß, wie diese USB-Signale abzufragen und zu verstehen sind (Softwareschnittstelle).

Das selbe gilt für fast alle Peripheriegeräte (Scanner, Drucker, digitale Bildschirme, usw.) auf der Ein- wie auch auf der Ausgabeseite eines Computers.

### 2.1 Hardwareschnittstellen

Hier werden nun einige Hardwareschnittstellen vorgestellt, welche für den Einsatz in der Medienkunst geeignet sind.

Auch wenn sie im Prinzip sehr ähnlich funktionieren, unterscheiden sie sich doch in der Art und Anzahl der Sensor-/ Aktoranschlüsse und in deren Ansteuerung und haben somit Stärken und Schwächen. Man kann aber nicht behaupten, dass es die «Universalschnittstelle» gibt.

#### 2.1.1 Umgebaute Macintosh Tastatur

Die wohl einfachste Hardwareschnittstelle ist eine umgebaute Tastatur. Bei ihr sind lediglich die Anschlüsse der Tastenkontakte der Funktions-Tasten aus dem Gehäuse heraus geführt. Wird einer dieser Kontakte geschlossen, simuliert dies ein Druck auf die betreffende Taste.

Die umgebaute Tastatur eignet sich nur zur Abfrage von Tastern und Sensoren mit Binärausgang.

Mit Macromedia Director können die Eingänge mit der «on keyDown» Prozedur abgefragt werden, was keine zusätzlichen Xtras usw. benötigt.

### 2.1.2 SERVICE USB

Die SERVICE USB genannte (SERVICE leitet sich von «serielles variables Interface» ab) Schnittstelle wurde von der in Dortmund ansässigen Firma Bönig und Kallenbach oHG für fischertechnik entwickelt.

Sie besitzt acht binäre und zwei analoge Eingänge sowie acht binäre Ausgänge. Angeschlossen wird sie an der USB-Schnittstelle des Macintosh, wodurch bis zu 125 SERVICE USB gleichzeitig betreibbar sind. Das SERVICE USB wird aus dem USB gespeist und benötigt lediglich zum Betrieb der binären Leistungsausgänge ein externes Netzteil.

Die binären Eingänge werden mit TTL-Pegeln (0V/5V) betrieben.

Die beiden analogen Eingänge arbeiten im Bereich von 0 bis 200k oder 0 bis 5V bei einem Eingangswiderstand von  $2\text{k}\Omega$ . Die Auflösung beträgt 8 Bit (256 verschiedene Stufen - 0 bis 255).

Die Ausgänge arbeiten im Bereich von 7-15V mit maximal  $\pm 200\text{mA}$ . Sie schalten gegen Null Volt oder + Versorgungsspannung.

Alle Eingänge sind gegen Über- und Unterspannung bis  $\pm 15\text{V}$  gesichert. Die Ausgänge sind kurzschlussfest gegen Masse, temperaturgeschützt und auch für induktive Lasten (Motoren und Relais) geeignet.

26 Leuchtdioden zeigen ständig die Zustände der Ein- und Ausgänge sowie weitere Betriebsparameter an.

Gehäuseabmessungen: 15 cm breit, 9 cm tief, 3 cm hoch.

Anschluss der Sensoren/ Aktoren über Bananenstecker.

Direkt ansteuerbar über AppleScript, RealBasic, Macromedia Director und Codewarrior unter MacOS 8 & 9.

Die Ansteuerung von SERVICE USB mit Macromedia Director ist relativ einfach. Zum SERVICE USB wird eine Systemerweiterung und ein Xtra (Softwareschnittstelle) geliefert, welches den Zugriff auf die Zustände der Sensoren und die Ansteuerung der Aktoren mit Director ermöglicht. Dazu werden aber Kenntnisse der Software Director und Kenntnisse in der Programmierung mit Lingo vorausgesetzt.

Fazit:

Dass sich die SERVICE USB Schnittstelle besonders gut und einfach mit Macromedia Director ansteuern lässt, macht sie sicher zum Favoriten, wenn es darum geht, Director Filme mit externen Sensoren verbinden und steuern zu wollen. Auch die Möglichkeit, mehrere SERVICE USB an einen Macintosh anzuschliessen ist vorteilhaft.

Dass die Ausgänge nur binär sind (ein oder aus) kann jedoch ein Nachteil sein, weil somit keine Aktoren mit variabler Eingangsleistung angeschlossen werden können.

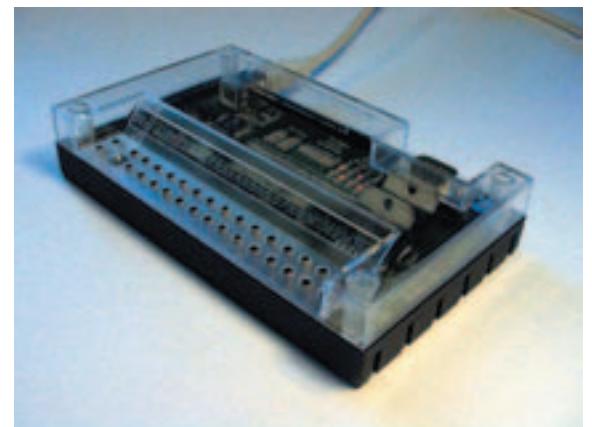


Abb. 2.1.2 a  
SERVICE USB Schnittstelle von Bönig und Kallenbach

### 2.1.3 MIDI-Sensorbox

Die MIDI-Sensorbox der Frankfurter Firma CINETIX Medien und Interface GmbH wurde im Rahmen eines Lehrauftrags an der Hochschule für Gestaltung in Karlsruhe entwickelt, und wird zum Verkauf angeboten. Der Name dieser Schnittstelle kommt daher, dass sie über das MIDI-Protokoll arbeitet.

Bei den 11 analogen Eingängen kann individuell die Auflösung der ausgegebenen Datenwerte auf 10 Bit oder 12 Bit eingestellt werden (1024 beziehungsweise 4096 verschiedene Stufen). Der zulässige Bereich der analogen Eingangsspannung beträgt 0 bis 5 Volt. Die Analog-/ Digitalwandlung erfolgt proportional zur an der Anwendungsbuchse anliegenden 5 Volt Betriebsspannung der MIDI-Sensorbox, was bewirkt, dass billigere Sensoren genauer ausgewertet werden können. Außerdem kann für jeden Eingang eine Schwelle definiert werden, um die sich die Eingangsspannung mindestens ändern muss, damit eine automatische Meldung abgegeben wird.

Neben den analogen Eingängen hat die Box 5 digitale Ein-/ Ausgänge, was bedeutet, dass jeder Eingang entweder als Eingang oder als Ausgang genutzt werden kann.

Einer der digitalen Ein-/ Ausgänge kann so angesteuert werden, dass er die Dauer von Impulsen im Bereich 0,125 bis 32 Millisekunden messen kann. Mit passenden Vorverstärkern ist dies z.B. einsetzbar zur Auswertung von Ultraschall-Echos und Doppler-Radar Sensoren. Alternativ kann dieser Ein-/ Ausgang als Generator für Frequenzen zwischen 8 Hz und 4 kHz mit variablem Tastverhältnis programmiert werden. Diese Option eignet sich zur Ansteuerung von Schrittmotoren und den vom Modellbau her bekannten Servo-Motoren («Rudermaschinen»)

Alle Eingänge werden nacheinander abgefragt, so schnell es der Steuerprozessor zulässt, was normalerweise 100 Hz sind (je 100 mal pro Sekunde).

Gehäuseabmessungen: 11,3 cm breit, 3,1 cm hoch, 13,0 cm tief.

Anschluss der Sensoren/ Aktoren über 16 dreipolige steckbare Schraubklemmen im 3,5 mm Raster, von denen jede folgendermaßen beschaltet ist: Masse, Signal I/O, +5V DC.

Die MIDI-Sensorbox wird an der Seriellen Schnittstelle eines Macintosh angeschlossen. Da die Apple G3 und G4 PPC Modelle keine solchen Schnittstellen mehr haben, wird ein USB-Serial-Adapter benötigt.

Die MIDI-Sensorbox kann mit Macromedia Director und der direkt auf das MIDI-Protokoll zugreifenden Mediensteuerungs-Software MAX (von Opcode/Ircam) angesteuert werden.

Mit Director kann die Schnittstelle über das «DirectCommunication Xtra» (abgekürzt auch «DirComm Xtra») von [www.directxtras.com](http://www.directxtras.com) angesteuert werden. Bei der Abfrage der gemessenen Daten werden sie in langen Strings eingelesen, welche zuerst interpretiert werden müssen.

Fazit:

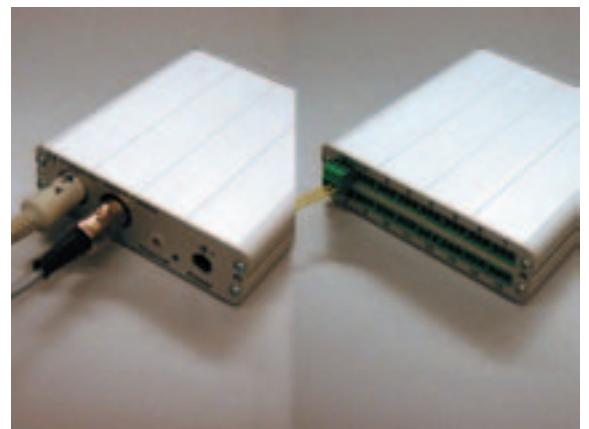


Abb. 2.1.3 a  
MIDI-Sensorbox von CINETIX

## Schnittstellen 2

Die Möglichkeiten, welche die MIDI-Sensorbox bietet sind sehr vielfältig um nicht zu sagen fast grenzenlos. Die praktischen Schraubklemmen der Ein- und Ausgänge, das robuste Aluminiumgehäuse und die gute Verarbeitung sind ein weiteres Plus.

Wie die oben besagte grosse Funktionalität vermuten lässt, ist die Ansteuerung, auch aufgrund des verwendeten MIDI-Protokolles mit Macromedia Director sehr komplex und somit für Nicht-Ingenieure nicht unbedingt geeignet.

### 2.1.4 Dataton

Die Schwedische Firma Dataton SA ist der Entwickler eines Mediensteuerungs- und Präsentationssystems. Dieses System umfasst sowohl Hard- wie auch eigenständige Softwarelösungen, welche Hand in Hand zusammen funktionieren. Die Produkte von Dataton sind für den Event-, Messe- und Museumsbereich konzipiert und werden aufgrund ihrer Beliebtheit weltweit eingesetzt.

Mit den unten vorgestellten Hardwareschnittstellen PAX, SMARTPAX QC und POWERLINK können, mit den benötigten Adapterkabeln (Smartlink Kabel), diverse handelsübliche Geräte von Sound- über Videoquellen, Lichtsteuerungen bis zu Diaprojektoren angesteuert werden. Voraussetzung dafür ist natürlich, dass diese Geräte einen Steuerungsanschluss besitzen.

Gehäuseabmessungen: 16,7 cm breit, 3 cm hoch, 12,5 cm tief.

Fazit:

Der Umstand, dass die Dataton Hardwareschnittstellen für fast alle Anforderungen der Mediensteuerung eine Lösung bieten, und der daraus führende Erfolg auf dem Internationalen Markt zeigt, dass das Dataton-System absolut professionell ist.

Auf das SMARTSCRIPT Xtra (Softwareschnittstelle, um die Hardwareelemente mit Macromedia Director anzusteuern), das TRAXSCRIPT Xtra (Softwareschnittstelle zwischen Macromedia Director und TRAX) und die Steuerungssoftware TRAX wird in den entsprechenden Kapiteln eingegangen.

#### 2.1.4.1 Dataton SMARTPAX QC

Das SMARTPAX QC ist das wichtigste Hardware-Element im Dataton-System. Das Dataton Steuergerät SMARTPAX QC ist ein digitales, universelles, multifunktionales Interface und verfügt über vier unabhängige serielle Ausgänge, welche je ein Peripheriegerät oder eine weitere Dataton Harwareschnittstelle ansteuern können.

Die direkt vom Macintosh mit der Software Dataton TRAX bzw. via SMARTSCRIPT mit Director, oder von DAT/CD etc. direkt über die Chinchbuchse an kommenden Steuerbefehle werden von SMARTPAX QC an die zu steuernde Peripherietechnik wie z.B. DVD-Player, Video- und Datenbeamer, Videorecorder, Effektscheinwerfer, MIDI-Mischpult, Diaprojektoren, via verschiedener Smartlink Kabel weitergeleitet.



Abb. 2.1.4.1 a  
SMARTPAX QC von Dataton

Damit die Kommunikation zwischen dem SMARTPAX QC und den anzusteuernden Geräten stimmt, werden die notwendigen Gerätetreiber, einfach von TRAX in SMARTPAX QC geladen.

Zur Stromversorgung des SMARTPAX QC wird das Dataton Netzteil 12V DC Adapter eingesetzt. Es können mehrere SMARTPAX QC in Reihe geschaltet werden.

2.1.4 - 2.1.4.1

### 2.1.4.2 Dataton PAX

Die Hardwareschnittstelle PAX aus dem Dataton-System ist der Vorgänger des SMARTPAX QC. Es kann dazu verwendet werden, um elektromechanische Diaprojektoren mit einem entsprechenden Anschluss zu steuern.

An den Ausgängen, an welchen keine Diaprojektoren angeschlossen sind, kann alternativ ihre Schaltfunktion genutzt werden. Damit lassen sich Spannungen von bis zu 24 V und Ströme von bis zu 1 A schalten.

Das PAX lässt sich entweder direkt vom Macintosh bzw. vom Ausgang eines SMARTPAX QC oder von DAT/CD etc. direkt über die Chinchbuchse ankommenden Steuerbefehle steuern.

Das PAX kann die benötigte Speisung von einem Diaprojektor oder dem Dataton 24V AC Adapter beziehen.

### 2.1.4.3 Dataton POWERLINK

Das POWERLINK Erweiterungsmodul besitzt acht unabhängige Relaisausgänge und acht unabhängige binäre Eingänge.

An die Eingänge können mit steckbaren Sensoren oder Taster mit Schliesskontakten (Binärausgänge) angeschlossen werden.

Über die unabhängigen Ausgänge können Spannungen von max. 250 V AC oder 30 V DC und Ströme von max. 10 A geschaltet werden. Somit eignet sich POWERLINK hervorragend zum Schalten von Elektrischen Verbrauchern mit bis zu 2,5 kW Leistung.

Der Zustand der Ein- und Ausgänge (geöffnet oder geschlossen) wird mit LED-Kontrollleuchten angezeigt.

Das POWERLINK wird über ein Spezialkabel an das SMARTPAX QC angeschlossen und wird somit nahtlos in das Dataton-System integriert. Bis zu vier POWERLINK Erweiterungsmodule können in Serie an einen Ausgang eines SMARTPAX QC angeschlossen werden.

Das POWERLINK wird vom SMARTPAX QC gespeist.



Abb. 2.1.4.3 a  
POWERLINK von Dataton  
Vorder- und Rückseite

### 2.1.5 Lego RCX Mikrocomputer

Der RCX Mikrocomputer von Lego ist nicht nur eine Hardwareschnittstelle, sondern zugleich auch eine leistungsfähige und unabhängige Steuerung. Er ist das Herzstück des Lego Mindstorms Robotics Invention System, welches neben ihm noch 716 andere Lego Bauteile umfasst.

Er verarbeitet die Signale der Sensoren, arbeitet das Programm ab, das vorher an ihn übermittelt wurde und gibt Befehle an die drei Ausgänge weiter. Der Prozessor kann bis zu 1000 Kommandos in der Sekunde verarbeiten. Er verfügt außerdem über eine Flüssigkristallanzeige, einen kleinen Lautsprecher und vier Tasten.

Die Anfänge des RCX gehen in das Jahr 1987 und zum Massachusetts Institute of Technology (MIT) zurück. Dort wurden im Media Laboratory, in Kooperation mit Lego, die Mikroprozessoren zu einem programmierbaren Legostein (dem Programmable Brick) und somit die Grundlage des heutigen RCX entwickelt.

Die heutige Version des programmierbaren Legosteins, der RCX arbeitet mit einem 8-bit Microcontroller, welcher mit 16 MHz läuft. Er hat 32KByte externes SRAM auf welchem bis zu fünf Programme gespeichert werden können. Er unterstützt ein echtes Multitasking Betriebssystem (10 gleichzeitige Tasks) sowie je drei analoge Ein- und Ausgänge.

Die Analogeingänge haben eine Auflösung von 10 Bit (1024 Stufen: 0 – 1023). Die Eingangsspannung beträgt 0 bis + 5 V DC.

Die Analogausgänge können variabel 0 bis + 5 V DC und max. 500 mA ausgeben.

Programme werden auf dem Macintosh, mit der Software ROBOLAB oder der Programmiersprache «Not Quite C» (NQC), geschrieben. Sind die Programme anschliessend über Infrarot zum RCX übertragen worden, funktioniert dieser als vom Mac oder Pc unabhängiges System.

Gespeist wird der RCX von sechs eingelegten 1,5V Batterien.

Fazit:

Da der programmierte RCX unabhängig von einer externen Stromversorgung und dem Macintosh betrieben wird, eignet er sich hervorragend als Steuerung von kleinen Robotern.

Durch den grafischen Aufbau der ROBOLAB Software ist die Programmierung ein sprichwörtliches Kinderspiel (von Lego empfohlen ab 8 Jahren). Das für Kinder konzipierte System bereitet auch erwachsenen «Sensor-/Aktorsystem-Technikern» viel Spass.



Abb. 2.1.5 a  
Programmable Brick vom MIT



Abb. 2.1.5 b  
RCX Mikrocomputer von Lego

### 2.2 Softwareschnittstellen

Eine Softwareschnittstelle wandelt die binären Signale der Hardwareschnittstelle in der Steuerung so um, dass sie vom Betriebssystem oder einem Steuerungsprogramm verstanden und interpretiert werden können. Umgekehrt muss sie die Signale der Steuerungssoftware und des Betriebssystems in das Format der Hardwareschnittstelle umwandeln.

Nachfolgend wird auf zwei Formen von Softwareschnittstellen eingegangen: Die Systemerweiterungen und die «Xtra» genannten Plugins für den Macromedia Director.

#### 2.2.1 Systemerweiterungen

Systemerweiterungen sind kleine Programme, die das Funktionsspektrum des Computers erweitern. Meistens sind sie Treiber für Hardware und enthalten Informationen über die Art der Hardware, mit welchen Protokollen diese arbeiten und wie sie angesteuert werden können.

Sie befinden sich in den Ordnern «Systemerweiterungen» und «Kontrollfelder» des «Systemordners».



Abb. 2.2.1 a  
Ordner Kontrollfelder und Systemerweiterungen

### 2.2.2 Xtras für Macromedia Director

Xtras sind Plugins, welche die Funktionalität von Macromedia Director erweitern.

Einige von ihnen werden mit Director geliefert oder sie sind bei diversen Herstellern erhältlich. Insbesondere werden zahlreiche Xtras zum Ansteuern von Eingabegeräten, wie Kameras und Mikrofone, angeboten, was für die Medienkunst sehr interessant sein kann.

Xtras dürfen oftmals, wenn sie nicht für kommerzielle Zwecke genutzt werden, gebührenfrei bezogen werden.

Um ein Xtra zu verwenden, muss es in den Ordner «Xtras» des Director Programmordners gelegt und mit einem Befehl in Director aufgerufen werden.

Xtras können mit der Programmiersprache «C» selbst geschrieben werden.

Nachfolgend werden einige interessante Xtras für Sensor-/ Aktorsysteme vorgestellt.



Abb. 2.2.2 a  
Xtra für Macromedia Director

#### 2.2.2.1 TrackThemColors Xtra

TrackThemColors ist ein Xtra, welches Macromedia Director die Fähigkeit zu sehen hinzufügt.

Es macht jede Videoquelle, welche direkt am System angeschlossen ist (z.B. über FireWire oder USB) zu einem Eingabegerät.

Das TrackThemColors Xtra ist es in der Lage mehrere Objekte im Sichtfeld der Quelle entsprechend ihrem Farbenwert, ihrer Helligkeit oder ihrem Muster aufzuspüren und liefern dann die Position dieser Gegenstände in 2D- (X,Y) oder in errechneten 3D-Koordinaten (X, Y, Z.). Weiter kann es das live Videobild der Quelle direkt auf der Bühne oder als «Castmember» darstellen.

#### 2.2.2.2 ShockTalk Xtra

Das Yak Xtra fügt Macromedia Director die Fähigkeit zu sprechen und zur Spracherkennung hinzu. Es nutzt die «Plain Talk» Technologie von Apple.

Mit einem speziellen Kommando kann in Director-Filmen so Text als gesprochene Sprache ausgegeben werden oder der Computer versucht zu verstehen, was davor gesprochen wird.

Schade ist, dass noch keine deutsche Version von «Plain Talk» von Apple angeboten wird, und somit deutsche Texte, mit der englischen Betonung kaum zu verstehen sind. Die Technologie steckt noch in den Kinderschuhen – Bietet jedoch interessante Perspektiven.

### 2.2.2.3 GetSoundLevel Xtra

Das GetSoundLevel Xtra kann den Geräuschpegel eines angeschlossenen Mikrofons ermitteln.

Der ermittelte Wert kann für die beiden Stereokanäle Links und Rechts abgefragt werden. So kann z.B. die Position einer Geräuschquelle mit gleichbleibender Lautstärke ermittelt werden.

### 2.2.2.4 SERVICE USB Xtra

Das zur gleichnamigen Hardwareschnittstelle mitgelieferte SERVICE USB Xtra erlaubt die Eingänge der Schnittstelle abzufragen und die Ausgänge anzusteuern. Die 22 Kommandos, welche dazu benötigt werden, sind relativ einfach.

# Steuerungssoftware 3

## 3.0 Überblick

Sind die Sensorzustände durch die Hard- und Softwareschnittstellen so aufbereitet, dass die Steuerung sie versteht, müssen sie nun ausgewertet werden. Dies geschieht mit Hilfe der Steuerungssoftware.

Der Vorgang der Auswertung geschieht mehr oder weniger immer, nach dem selben Schema unabhängig von der verwendeten Software, mittels der «if...then...else Routine»:

Wenn (if) der Temperatursensor am Eingang 3 wärmer als 30° C wird, dann (then) soll der Motor des Ventilators am Ausgang 4 anlaufen, ansonsten (else) soll der Motor am Ausgang 4 ausgeschaltet bleiben.

**Die Steuerungssoftware wertet die Sensorzustände aus und bestimmt, wie sich die Akten verhalten sollen.**

Da, zumindest unter Macromedia Director, verschiedene Hard- und Softwareschnittstellen zusammen in ein Steuerungsprogramm integriert und gekoppelt werden können, kann ein Steuerprogramm z.B. so aussehen: Wird eine Bewegung im Blickfeld der angeschlossenen Kamera festgestellt, soll die Sprachausgabe des Computers eine Alarmmeldung vorlesen und die SERVICE USB Schnittstelle das rote Licht einschalten, ansonsten soll nach 10 Sekunden der Diaprojektor am Dataton PAX das nächste Dia einlegen.

Die Kombinationsmöglichkeiten der unterstützten Systeme ist also beinahe Grenzenlos.

Nachfolgend werden einige Programme vorgestellt, mit welchen die im letzten Kapitel vorgestellten Hardwareschnittstellen angesteuert oder (im Fall des Lego RCX Mikrocomputers) programmiert werden können.

### 3.1 Macromedia Director

Macromedia Director ist ein Multimedia Autorensystem. Es kann sich dank seiner offenen Schnittstellen zu Datenbanken und zum Internet auf der ganzen Welt einer grossen Beliebtheit erfreuen.

die eigene Programmiersprache «Lingo», (auf deutsch Kauderwelsch) ist objektorientiert, sehr umfangreich und leistungsfähig.

Ab der neusten Version 8.5 unterstützt Director sogar die Einbindung von dreidimensionalen Elementen.

Die Möglichkeit zur Entwicklung von Plugins (Xtras) in der Programmiersprache C animiert viele Hard- und Softwareentwickler dazu, eigene Softwareschnittstellen zwischen den von ihnen angebotenen Produkten und Director zu schreiben.

Unter vielen anderen gibt es eigene Xtras für die Hardwareschnittstelle SERVICE USB und das Dataton System, sowie Xtras zur Ansteuerung vieler externer Eingabegeräte.

Fazit:

Die Möglichkeiten, welche der Macromedia Director bietet, machen ihn für Künstler und Künstlerinnen, welche in irgendeiner Form computergestützte, interaktive Kunst machen wollen, die Softwarelösung schlechthin.

Es bleibt jedoch anzufügen, dass die Programmierung in Lingo je nach den Projektanforderungen nicht ganz einfach ist.

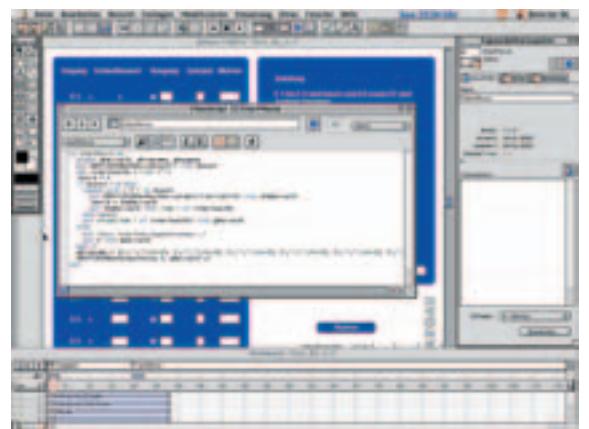


Abb. 3.1 a  
Programmoberfläche von  
Macromedia Director

### 3.2 MAX

MAX ist eine objektorientierte, grafische Programmoberfläche und wurde ursprünglich Anfang der neunziger Jahre für den Einsatz von MIDI im Musikbereich entwickelt. Heute ist es möglich, auch komplexe MIDI-, Audio- und Videosteuerungen mit MAX zu realisieren.

Die Struktur ist offen, was nicht nur die interne Signalverarbeitung, sondern auch die zur Steuerung von herangezogenen externen Signale betrifft. Dies können neben MIDI-Controllern, Kameras, Mikrofonen, Sensoren auch Internetservices sein.

Der modulare Aufbau lässt beliebige Kombinationen zu. Dabei kann das aus einem externen Impuls generierte Signal wiederum zur Steuerung und Generierung anderer Prozesse herangezogen werden.

Über eine Schnittstelle lassen sich Informationen, die ansonsten nicht direkt von MAX verarbeitet werden können, in MAX integrieren.

Fazit:

Die aus den offenen Schnittstellen resultierende Flexibilität macht MAX zu einem leistungsfähigen System.

Wenn die multimediale Fähigkeit von Macromedia Director nicht gefragt ist, kann Max sicher eine Alternative sein.

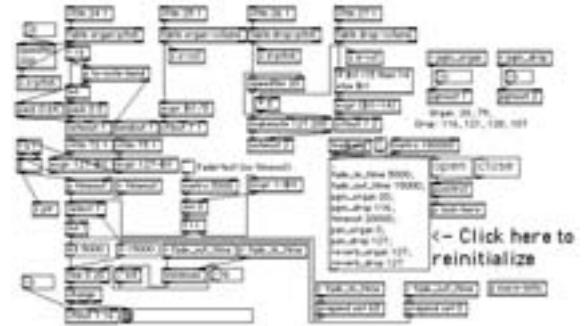


Abb. 3.2 a  
Programm in MAX

### 3.3 Dataton TRAX

Mit der Software Dataton TRAX lässt sich eine ganze Präsentationsumgebung steuern.

Sie hat Softwareschnittstellen zu Programmen wie Microsoft Powerpoint und Macromedia Director und zu im MacOS integrierten Funktionen wie Audioplayback ab Harddisk oder CD.

Die Kommunikation mit dem Macromedia Director ist nur möglich, wenn dieser auf einem anderen Computer ausgeführt wird. Dies geschieht über die serielle Schnittstelle oder über ein Netzwerkkabel.

Primär steuert TRAX über die Hardwareschnittstelle SMARTPAX QC externe Vorrichtungen wie Tonband- und Videogeräte, CD-Player, Matrix Switches, Dia- und Videoprojektoren, Computer Grafikstationen, Lichtsteuer- und Lichtmischpulte Motoren usw.

Für über 200 dieser Geräte enthält TRAX Treiber.

Auf der Programmmoberfläche von TRAX befindet sich neben diversen anderen Werkzeugen eine Timeline, womit per Drag and Drop Zeit gesteuert Kommandos an die angeschlossenen Geräte gegeben werden kann.

TRAX zeigt immer die Zustände der verbundenen Geräte an.

Fazit:

TRAX ist, was die Mediensteuerung betrifft, eine absolute Profilösung. Die visuelle Benutzeroberfläche stellt auch komplexe Steuerungsvorgänge übersichtlich dar.

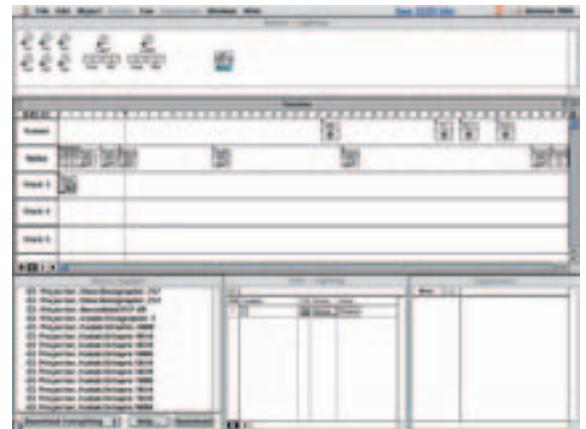


Abb. 3.3 a  
Programmmoberfläche von  
Dataton TRAX

### 3.4 Lego DACTA ROBOLAB

ROBOLAB ist eine sehr leistungsfähige und einfach zu bedienende Symbolsoftware. Dieses Programm wird zur Programmierung des Lego RCX Mikrocomputers benutzt. ROBOLAB wurde von Lego DACTA, der Tufts University und der Softwarefirma National Instruments entwickelt und basiert auf LabVIEW, einem industriellen Standardprogramm für Mess-, Steuer- und Automationstechnik, welche auch bei der NASA eingesetzt wird.

Mit Hilfe von einfachen Symbolen kann die Geschwindigkeit und die Richtung von Motoren, die Helligkeit von Lampen usw. bestimmt werden.

Die neueste Version von ROBOLAB (2.5) beinhaltet ein Element, welches Datenerfassung und Analyse zulässt. Der RCX kann so programmiert werden, dass er eigenständig Daten wie z.B. Luftdruck, Schallpegel und Feuchtigkeit sammelt, welche anschliessend über Infrarot ins ROBOLAB übertragen und analysiert werden können.

In der Software ROBOLAB können verschiedene Schwierigkeitsstufen eingestellt werden, womit sich die Komplexität und die Möglichkeiten verändern lässt.

Fazit:

Die Lego DACTA ROBOLAB Software ist sehr gut für Einsteiger geeignet, – bietet aber sicher auch für den Automationsprofi interessante Ausbaumöglichkeiten.

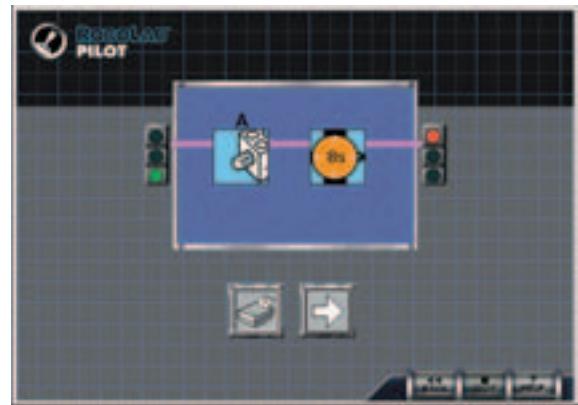


Abb. 3.4 a  
Programmoberfläche von  
Lego Dacta ROBOLAB

### 3.5 NQC

NQC ist die Abkürzung für «Not Quite C». Wie der Name sagt ist NQC eine vereinfachte Version der C Programmiersprache, welche für den Lego RCX Mikrocomputer entwickelt wurde.

Das Programm wird in einer Art Texteditor geschrieben und anschliessend in die RCX-API Sprache (Sprache des RCX) übersetzt.

NQC bietet dafür einige Werkzeuge, wie z.B. eine virtuelle Klaviertastatur, um eine Melodie zu programmieren, oder diverse Statusfenster, in welchen die Eingänge abgefragt und die Ausgänge direkt angesteuert werden können.

Fazit:

Wer gerne Text codet und sich mit den vorgefertigten Elementen von ROBOLAB nicht zufrieden gibt, könnte mit NQC durchaus glücklich werden. Außerdem eignet sich NQC dank seinem ähnlichen Aufbau gut für den Einstieg in die C Programmiersprachen.

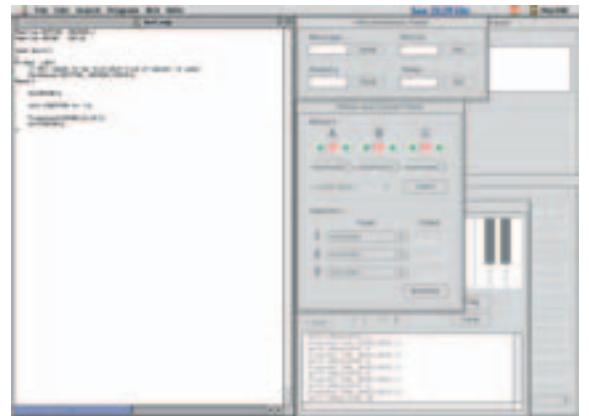


Abb. 3.5 a  
Programmoberfläche von NQC

## 4.0 Überblick

Ein Sensor ist ein Funktions- oder Bauelement, das mittels physikalischer oder chemischer Effekte zur Erfassung physikalischer, chemischer oder elektrochemischer Größen und deren Umwandlung in elektrische Signale dient; in diesem Sinn ist der Sensor ein Messgrößenaufnehmer (Messfühler).

Zu den Anforderungen, die an Sensoren gestellt werden, gehören ein grosser Dynamikbereich, Reproduzierbarkeit und Linearität der von ihnen gelieferten Signale, kurze Messzeit, geringer Leistungsbedarf, Stabilität, Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer und Störsicherheit, das heisst Unabhängigkeit von unerwünschten Umgebungseinflüssen wie Temperatur, Strahlung und Erschütterung. Die Vielfalt der Sensoren erschwert eine systematische Einteilung. Von Bedeutung sind z.B. taktile Sensoren mit mechanisch berührender Ankopplung an den Prozess; optische Sensoren, die mit Hilfe optischer Strahlung bestimmte Parameter messen; faseroptische Sensoren, die über Glasfasern die Energie leiten; integrierte Sensoren, die als zusätzliche Bauelemente einer integrierten Schaltung eingefügt und zusätzlich mit dieser gefertigt werden; intelligente Sensoren, die Eigenfunktionstests, Analog-digital-Wandlungen u. a. vornehmen. Nach den zu erfassenden Messgrössen sind die Merkmale Temperatur und geometrische Größen vorherrschend. Die meisten dieser Sensoren steuern lediglich eine Ein-/Aus-Funktion. Zu den zu erfassenden Grössen gehören darüber hinaus Druck, Geschwindigkeit und Beschleunigung, Magnetfelder, chemische und optische Größen sowie allgemeine elektromagnetische Strahlung. Die Ausführungen und Leistungen von Sensoren sind sehr unterschiedlich und reichen u. a. bis zu Druck-Sensoren, bei denen eine mikroelektronische Schaltung integriert ist, die das entstandene Signal mit einer Temperaturkompensation versieht und digitalisiert.

Definition nach: Meyers Lexikonredaktion: Meyers grosses Taschenlexikon, in 24 Bänden, Mannheim, Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2001.

In diesem Kapitel werden verschiedene Sensorsysteme und -module und deren Verwendungszweck vorgestellt.

### 4.1 Taster

Ein Taster, die einfachste Form eines Sensors, ist ein Druckschalter, welcher in gedrücktem Zustand einen Kontakt und somit ein Stromkreis öffnet (Zustand 1) oder schliesst (Zustand 0). Der Taster ist somit ein binärer Sensor.

Ein typischer Taster ist der Klingelknopf. Es gibt Taster in fast jeder Grösse und Form.

Hinweis:

In der Messtechnik werden zum Teil Sensoren allgemein als Taster bezeichnet, da sie die Messgrösse abtasten.

### 4.2 Reedschalter

Der Reedschalter ist ein Schalter der durch ein magnetisches Feld betätigt wird. D.h. kommt ein Magnet in seine Nähe, wird der Schaltvorgang ausgelöst.

Reedschalter sind günstig und werden überall dort eingesetzt, wo ein Schaltvorgang berührungslos ausgelöst werden muss.

Die Ausgänge von Reedschaltern sind binär.

### 4.3 Potentiometer

Potentiometrische Sensoren, als Weg- und Positionsauflnehmer, sind linear veränderliche Widerstände, bei denen der Schleifer durch eine mechanische Bewegungsgrösse über eine Widerstandsbahn geschoben wird, und somit je nach Position der Widerstand verändert wird.

Die Widerstandsbahn kann auch rund angeordnet sein, was eine Erfassung von Winkeln ermöglicht (Drehpotentiometer).

Der Ausgang eines Potentiometers ist analog.

### 4.4 Resistive Sensoren

Resistive Sensoren sind Dehnungsmessstreifen. Sie bestehen aus einem Leiter, welcher durch eine Krafteinwirkung gedehnt oder gestaucht wird, seinen Widerstand verändert. Wird er gedehnt, wird er länger und dünner wodurch der Widerstand steigt. Wird er gestaucht und somit dicker und kürzer, nimmt sein Widerstand ab.

Um die Dehnung zu erfassen, wird der Dehnungsmessstreifen auf das Messobjekt geklebt, womit er jede Längenveränderung mitmacht.

### 4.5 Fotowiderstände

Fotowiderstände sind lichtempfindliche Widerstände (LDR = Light Dependent Resistor). Es gibt Hell- und Dunkelwiderstände. Bei zunehmendem Lichteinfall nimmt beim Hellwiderstand die Leitfähigkeit ab, beim Dunkelwiderstand steigt sie an.

Fotowiderstände gibt es einerseits zur Messung von sichtbarem Licht und andererseits zur Messung von Infrarotstrahlung.

Der Fotowiderstand ist ein analoger Sensor.

### 4.6 Lichtschranken

Lichtschranken sind Sensoren mit binären Ausgängen, welche Fotowiderstände enthalten.

Die Lichtschranke besteht aus einem Sender, der einen sichtbaren Lichtstrahl oder einen Infrarotstrahl aussendet, und einem Empfänger, welcher sobald der Strahl unterbrochen wird einen Öffner oder einen Schliesser betätigt.

Der Sender und Empfänger können sich, wenn der Strahl über ein Spiegel zurückgesendet wird, im selben Gehäuse befinden.

Je nach Distanz kann ein Laserstrahl zum Einsatz kommen.

Lichtschranken benötigen in den meisten Fällen eine externe Stromversorgung.

### 4.7 Temperaturwiderstände

Temperaturwiderstände funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie Fotowiderstände und sind somit analoge Sensoren. Bei Temperaturänderung verändern sie ihre Leitfähigkeit bzw. ihren Widerstand.

Es gibt Heiss- und Kaltleiter Temperaturwiderstände.

### 4.8 Drucksensoren

Diese Sensoren messen den Druck (Kraft, welche auf eine Fläche einwirkt). Meistens arbeiten sie nach dem piezoresistiven Prinzip. D.h. in ihrem Innern ist ein Quarzkristall, welcher unter Druck seine Leitfähigkeit verändern.

Sie werden zum Messen von Drücken bei Gasen, und Flüssigkeiten verwendet.

Ihre Ausgangssignal ist analog.

### 4.9 Beschleunigungsaufnehmer

Dieser Sensor typ misst die Beschleunigung eines Objektes. In ihm können zwei Messprinzipien zum Einsatz kommen: Das piezoresistive Prinzip (wie beim Drucksensor), und das piezoelektrische Prinzip, bei welchem durch einen Schlag auf den Piezokristall eine Spannung erzeugt wird. Diese Spannung muss, um von einem der vorgestellten Hardwareschnittstellen erfasst werden zu können, durch ein externes Gerät verstärkt werden.

Es gibt Beschleunigungssensoren, welche die Beschleunigung in einer oder in drei Achsen (X, Y und Z) messen.

Beschleunigungssensoren kommen u.a. in Crash-Tests und zur Erfassung von seismischen Aktivitäten zum Einsatz.

### 4.10 Ultraschallsensoren

Dieser Sensor macht sich das Radarprinzip der Fledermäuse zu Nutzen. Er sendet ein Ultraschallsignal aus, und misst die Zeitspanne bis es, von den sich im Strahl befindlichen Objekten reflektiert, wieder zurück kommt. Anhand dieser Zeit kann die Distanz errechnet werden.

Auf dem Markt sind fertig zusammengebaute Näherungsschalter erhältlich. Bei diesen kann eingestellt werden bei welcher Distanz zum Objekt geschaltet wird.  
Näherungsschalter haben einen binären Ausgang.

# Aktorsysteme 5

## 5.0 Überblick

Bis jetzt wurde nur auf die Signalerfassung, deren Umwandlung und Auswertung eingegangen. Damit jedoch eine Zweiweg-Kommunikation möglich wird benötigen wir eine «Ausführende Instanz» – die Aktoren. Per Definition ist ein Aktor ein Element, welches eine elektrische Grösse in eine optische, akustische, thermische, mechanische usw. Grösse umwandelt (Pendant zum Sensor).

Im Computer sind schon standardmässig diverse Aktoren eingebaut oder zumindest dazugehörende Schnittstellen.

An den vorgestellten Schnittstellen können eine Vielzahl von weiteren Aktoren, wie Motoren, Lampen, Audio-/ Videogeräte, usw. angeschlossen werden. Eigentlich kann jeder Elektrische Verbraucher als Aktor verwendet werden.

## 5.1 Relais

Die meisten Hardwareschnittstellen liefern an den Ausgängen für die Akto ren eine Spannung von 0 – 5 V DC. Damit kann z.B. keine 230 V Glühbirne und kein Haarfön betrieben werden.

Um dieses Problem zu lösen muss ein Relais eingesetzt werden. Ein Relais ist ein Schalter der zur Schaltung von höheren Spannungen (z.B. die Netzspannung 230 V DC) geeignet ist. Ein Elektromagnet, welches mit der kleinen Spannung der Hardwareschnittstelle gespeist wird, betätigt den Schaltkontakt.

# Weiterführende Literatur / Adressen A

## A.1 Literatur

HANUS, Bo: Der leichte Einstieg in die Elektronik, FRANZIS Verlag ISBN: 3-7723-5545-5

Ein leicht verständlicher Grundkurs der Elektronik mit vielen praktischen Bauanleitungen.

WIRSUM, Siegfried: Das SENSOR Kochbuch, Bonn, MITP-Verlag, ISBN 3-8266-0653-1

In diesem Buch werden nicht nur die verschiedenen Sensortypen sowie deren Funktionsweise behandelt, sondern auch die Praxis orientierte Anpassung und Umwandlung von Sensorsignalen wird anhand von Beispielen und Übungen erläutert.

GEVATTER v. Hans-Jürgen Hrsg.: Automatisierungstechnik, 3 Bde:  
Bd.3 Aktoren, Berlin, Verlag SPRINGER ISBN: 3-540-67086-6  
Aktoren, pneumatische Stellelemente und Relais werden in Aufbau und Funktion beschrieben. Eine Begriffserläuterung und ein umfassendes Abkürzungsverzeichnis der Automatisierungstechnik runden das Werk ab.

Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen (VSEI): Niederspannungs-Installationsnormen (NIN 2000), - Grundlagen für das Erstellen elektrischer Installationen - Gesetze, Vorschriften, Richtlinien.

Zu Beziehen beim VSEI unter <http://www.vsei.ch/>

Workshop, - Sensoren und Steuerungstechnik im Medienbereich:  
<http://www.cinetix.de/workshop/index.htm>  
Eine sehr weitreichende Einführung in dieses Thema. Diese Unterlagen wurden von Wolfgang Schemmert für den Unterricht an der HFG Karlsruhe erstellt. Es werden vorwiegend die Hardware von Sensor-/Aktorsystemen behandelt.

Sensor-Messen:  
<http://www.sensorfairs.de>  
Webseite mit Links und Informationen über die Grössten Automations- und Sensor-Messen in Deutschland.

Art & Robotics Group:  
<http://interaccess.org/arg/>  
Englischsprachige Webseite einer Kanadischen Gruppe von Künstler, welche diverse Kunstprojekte mit Sensor-/Aktorsystemen realisiert haben.  
Diese Webseite beherbergt ausserdem eine grosse Liste mit weiteren Links zum Thema.

## Weiterführende Literatur / Adressen A

### A.2 Adressen

Bönig und Kallenbach oHG  
Am Spörkel 100  
D-44227 Dortmund  
Deutschland

Tel.: +49 231 75 36 50  
Fax: +49 231 75 36 59  
E-Mail: bk@bkohg.com  
Web: <http://www.bkohg.com/>

Hersteller der SERVICE USB Schnittstelle.

CINETIX  
Medien und Interface GmbH  
Gemündener Str. 27  
D-60599 Frankfurt  
Deutschland

Tel.: +49 69 68 51 05  
Fax: +49 69 68 60 04 09  
E-Mail: [contact@cinetix.de](mailto:contact@cinetix.de)  
Web: <http://www.cinetix.de/>

Hersteller der MIDI-Sensorbox.

Promesys GmbH  
Bruno-Jacoby-Weg 11  
D-70597 Stuttgart  
Deutschland

Tel.: +49 711 12 02 69 -0  
Fax: +49 711 12 02 69 -29  
E-Mail: [info@promesys.de](mailto:info@promesys.de)  
Web: <http://www.promesys.de>

Deutscher Vertriebspartner der Dataton SA.

Dataton SA  
Schweden

Web: <http://www.dataton.com>

Hersteller des Dataton Systems

DirectXtras  
USA

Web: <http://www.directxtras.com/>

Bezugsquelle für diverse Macromedia Director Xtras.

## Weiterführende Literatur / Adressen A

BACHMANN Lehrmittel AG  
St.Gallerstrasse 80  
CH-9500 Will  
Schweiz

Tel.: +41 71 91 21 90  
E-Mail: [info@bachmann-lehrmittel.ch](mailto:info@bachmann-lehrmittel.ch)  
Web: <http://www.bachmann-lehrmittel.ch>

Bezugsquelle für LEGO Dacta (RCX und ROBOLAB) in der deutschen Schweiz.

## Abbildungsverzeichnis B

Abb. 2.1.2 a  
SERVICE USB Schnittstelle von Bönig und Kallenbach  
Foto: Bönig und Kallenbach oHG

Abb. 2.1.3 a  
MIDI-Sensorbox von CINETIX  
Foto: Martin Bircher FHA

Abb. 2.1.4.1 a  
SMARTPAX QC von Dataton  
Darstellung: Dataton SA

Abb. 2.1.4.1 a  
SMARTPAX QC von Dataton  
Darstellung: Dataton SA

Abb. 2.1.5 a  
Programmable Brick vom MIT  
Foto: MIT

Abb. 2.1.5 b  
RCX Mikrocomputer von Lego  
Foto: Lego

Abb. 2.2.1 a  
Ordner Kontrollfelder und Systemerweiterungen  
Bildschirmfoto: Martin Bircher FHA

Abb. 2.2.2 a  
Xtra für Macromedia Director  
Bildschirmfoto: Martin Bircher FHA

Abb. 3.1 a  
Programmoberfläche von Macromedia Director  
Bildschirmfoto: Martin Bircher FHA

Abb. 3.2 a  
Programm in MAX  
Bildschirmfoto: Martin Bircher FHA

Abb. 3.3 a  
Programmoberfläche von Dataton TRAX  
Bildschirmfoto: Martin Bircher FHA

Abb. 3.4 a  
Programmoberfläche von Lego Dacta ROBOLAB  
Bildschirmfoto: Martin Bircher FHA

Abb. 3.5 a  
Programmoberfläche von NQC  
Bildschirmfoto: Martin Bircher FHA

# Glossar / Index C

**AC (Symbol ~)**

-> Wechselstrom

**Aktor**

Kap. 5

**Ampere (Symbol A)**

Einheit für -> Strom

**analog**

stufenlos Ggs. von Digital

**Automation**

Automatisierung von Prozessen

**binär**

entweder Zustand ein (1 oder Buchstaben i bzw. l) oder aus (0 oder Buchstaben o)

**DC (Symbol =)**

-> Gleichstrom

**digital**

aus Binärcode bestehend

**Director**

-> Macromedia Director

**Event**

Ereignis welches von einem Programm abgefragt oder generiert werden kann

**Firewire**

Plug&Play-System, konfiguriert sich selbst und bindet neue Geräte selbstständig ein

**Frequenz**

Anzahl Schwingungen bei periodischen Vorgängen in der Einheit Herz (Hz)

1 Hz = 1 Schwingung / 1 Sekunde

**Gleichstrom (DC)**

elektrischer Strom, der immer in die selbe Richtung fliesst.

**Hardware**

physische Komponenten eines Computers

**Herz (Hz)**

Einheit für -> Frequenz

**Leitfähigkeit**

Fähigkeit eines Stoffes elektrischen Strom zu leiten Ggs. von Widerstand

**Lingo**

Programmiersprache von -> Macromedia Director

**Macromedia Director**

Kap. 3.1

**MIDI**

festgelegter Standard, der die Kommunikation vorwiegend zwischen elektronischen Musikinstrumenten mit Tongenerator (z.B. Synthesizer) und dem Computer über digitale Steuerdaten definiert

**Multitasking**

Eigenschaft die es dem Betriebssystem erlaubt, mehrere Programme parallel ablaufen zu lassen

**objektorientiert**

objektorientierte Programmiersprachen arbeiten mit vordefinierten Objekten und Eigenschaften

**Öffner**

ein Schaltkontakt, welcher bei Betätigung öffnet

**Ohm ( $\Omega$ )**

Einheit für -> Widerstand

**parallel**

nebeneinander

**Piezoelektrisches Prinzip**

ein Quarz erzeugt unter Druck eine Spannung

**Piezoresistives Prinzip**

ein Quarz verändert unter Druck seine -> Leitfähigkeit

**Plugin**

Softwaremodul, welches das Funktionsspektrum eines Programmes erweitert

**Protokoll**

Bezeichnung für standardisierte Regeln und Vereinbarungen für die Datenübertragung in und zwischen Rechnernetzen (Netzwerk), zwischen Einzelrechnern und zwischen Rechnern und Peripheriegeräten. Protokolle ermöglichen i. a. nicht nur einen geregelten Datenaustausch, sondern sichern die Übertragung auch gegen Fehler ab, die sich durch Störeinflüsse ergeben.

**Prozedur**

in sich geschlossener Programmbaustein (Programmteil, Unterprogramm), dessen Abarbeitung z.B. durch Aufruf seines Namens im Hauptprogramm initiiert werden kann

**Relais**

Kap. 5.1

**Regeltechnik**

Technik zum Regeln von Prozessen. Vergleicht Messwerte mit Sollwerten und greift so in den Prozess ein, dass diese übereinstimmen.

**Schliesser**

ein Schaltkontakt, welcher bei Betätigung schliesst

**Schnittstelle**

Kap. 2

**Schwelle**

Wert bei dem ein Ereignis ausgelöst wird, sobald er über- oder unterschritten wird.

**Sensor**

Kap. 4

**Sensorik**

Disziplin welche sich mit Sensoren befasst

**Serie (daisychain)**

hintereinander

**Signal**

physikalische Darstellung von Nachrichten oder Daten

**Software**

physisch nicht erfassbare Komponenten eines Computers (Programme und Daten)

**Spannung**

elektrische Potentialdifferenz in der Einheit Volt (V)

Formelzeichen U

**Steuertechnik**

Technik zum Steuern von Prozessen nach definierten Richtlinien.

**Steuerungsprogramm**

Kap. 3

**Strom**

elektrische Stromstärke in der Einheit Ampere (A)

Formelzeichen I

**Taster**

Kap. 4.1

**USB**

Universal Serial Bus (Universal serieller Bus), eine von Intel entwickelte Schnittstelle, an die man bis zu 127 Geräte anschliessen kann

**Volt (V)**

Einheit für -> Spannung

**Wechselstrom (AC)**

elektrischer Strom, der mit wechselnder Richtung fließt.

**Widerstand**

elektrische Größe in der Einheit Ohm ( $\Omega$ )

Formelzeichen R

**Xtra**

Plugin für -> Macromedia Director

Kap. 2.2.2

**Notizen:**

**Notizen:**