

# System-Design

Für das studentische Projekt „Sichere Eisenbahnsteuerung“

<b>Beschreibung:</b>	<b>Grobe Beschreibung der Subsysteme Hardware und Software</b>
<b>Autor/en:</b>	Ole Bohn Felix Geber
<b>Ablageort:</b>	Dokumente\02_Design\02.00_Systemdesign\02.00.02_noch nicht freigegebene Dokumente\System-Design.pdf
<b>Version:</b>	0.10
<b>Status:</b>	In Bearbeitung
<b>Datei:</b>	System-Design.pdf
<b>Datum:</b>	13.04.2010

---

## 1 Historie

Version	Datum	Autor	Bemerkung
0.00	11.04.10	Ole Bohn, Felix Geber	Anpassung des System-Designs aus dem WiSe09/10 an das SoSe10 → Abschnitt 2
0.10	13.04.10	Felix Geber	Normgerechte Definition eines „Systems“ in Kapitel 3 (Einleitung), Systemabgrenzung und Ein-/Ausgänge des Systems in Kapitel 5 (Architektur) → Abschnitt 2

---

<b>2</b>	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
<b>1</b>	<b>Historie</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Referenzierte Dokumente</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Architektur</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Decomposition</b>	<b>7</b>
6.1	Beschreibung der Komponenten	7
6.1.1	Hardware	7
6.1.2	Software	7
6.2	Beschreibung konkurrierender Prozesse	8
6.2.1	Prozess 1	8
6.2.2	Prozess 2	8
6.2.3	...	8
6.3	Beschreibung der (globalen) Datenstrukturen	8
<b>7</b>	<b>Schnittstellen</b>	<b>9</b>
7.1	Schnittstellen zwischen Komponenten	9
7.2	Schnittstelle zwischen Prozessen	9
7.3	Schnittstelle zur Hardware	9
7.4	Schnittstelle zum Benutzer	9

---

### 3 Einleitung

Das Systemdesign verschafft einen Überblick über die bei dem Hochschulprojekt „Sichere Eisenbahnsteuerung“ verwendete Architektur und die Subsysteme.

Es soll prinzipiell eine Abgrenzung des Systems von der Systemumgebung stattfinden, sowie die Komponenten, die zum System gehören, aufgelistet und dessen Wechselwirkung grob verdeutlicht werden. Das System soll also normgerecht publiziert werden (DIN 19226): „Ein System ist eine in einem betrachteten Zusammenhang gegebene Anordnung von Gebilden, die miteinander in Beziehung stehen. Diese Anordnung wird aufgrund bestimmter Vorgaben gegenüber ihrer Umgebung abgegrenzt.“

Es soll weiterhin herausgearbeitet werden, warum und an welchen Stellen in einem System zur sicheren Steuerung einer Modelleisenbahn Redundanz nötig ist.

Im Folgenden wird kurz auf die Architektur und die einzelnen Subsysteme eingegangen. Detailliert werden die Subsysteme in den in Kapitel 4 referenzierten Dokumenten behandelt.

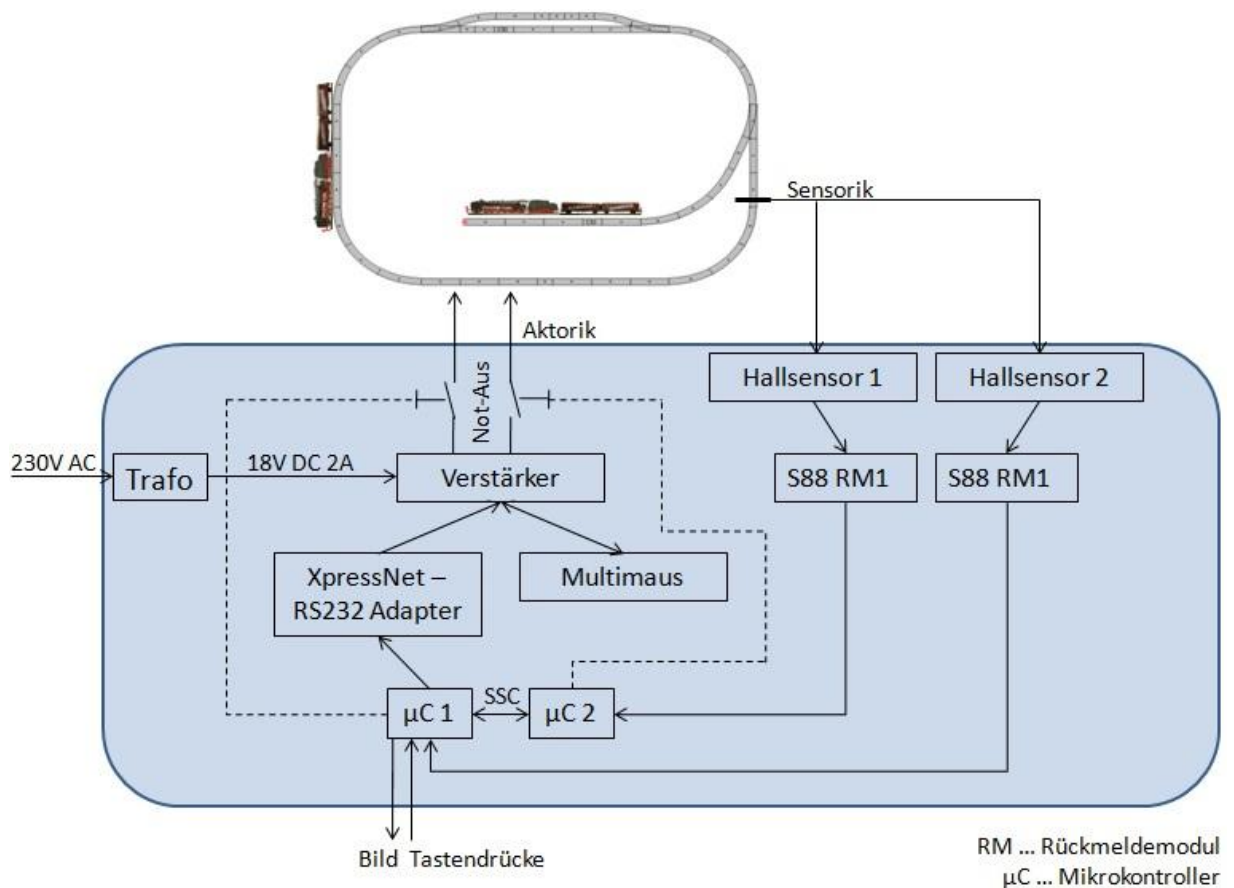
---

## 4 Referenzierte Dokumente

- Dokumente\02\_Design\02.01\_Subsystemdesign\02.01.02\_noch nicht freigegebene Dokumente\Hardware-Design.pdf
- Dokumente\02\_Design\02.01\_Subsystemdesign\02.01.02\_noch nicht freigegebene Dokumente\Software-Design.pdf

## 5 Architektur

Die im Pflichtenheft unter 4.2 „System-Umgebung“ dargestellte Blackbox soll in diesem Kapitel in seine Komponenten zerlegt werden. In Abb. 1 sind diese Komponenten schematisch dargestellt.



**Abb. 1: Schematische Darstellung des System-Designs**

Der blaue Kasten soll die Systemgrenzen verdeutlichen. Eingänge ins System sind also die Versorgungsspannung, die Signale von den Sensoren und Tastendrücke vom Benutzer. Ausgänge bilden zum einen die DCC-Signale zu dem Gleissystem und das Bild, das dem Benutzer zur Verfügung gestellt wird.

Das System-Design gliedert sich in Hardware- und Software-Design auf.

Die Hardware, die dem System zugesprochen wird, sind einerseits die beiden Mikrokontrollern und andererseits jegliche Technik, die der Eisenbahnsteuerung zugeschrieben werden kann (Transformator [230V AC auf 18V DC], Verstärker, zwei Not-Aus-Relais, Multimatus, XpressNet – RS232 Adapter, Hallsensoren, zwei S88-Rückmeldemodule).

Bei der Software handelt es sich lediglich um die Programme auf den Mikrokontrollern. Andere Komponenten werden nicht mit Code beschrieben (wie z.B. die Multimatus).

Diese beiden Komponenten sollen im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

---

## 6 Decomposition

### 6.1 Beschreibung der Komponenten

#### 6.1.1 Hardware

Die Hardware ist die erste Komponente des System-Designs. Sie ist Träger der Software, d.h. auf ihr wird der geschriebene Quelltext ausgeführt.

Wie in Abb. 1 verdeutlicht, stehen die Hardware-Komponenten in Beziehung.

Unter den Schienen sind an bestimmten Stellen jeweils zwei Hallsensoren angebracht, die auf magnetische Felder reagieren. Jeder der beiden Hallsensoren ist mit einem S88-Rückmeldemodul verbunden, welche den Zustand aller Hallsensoren an einen der beiden C515C-Mikrokontroller senden. Beide Mikrokontroller ermitteln unabhängig voneinander den nächsten Aktuator-Schritt. Stimmt dieser Schritt beider überein (über SSC), so wird der Befehl zum Ausführen des Aktuator-Schrittes vom ersten Mikrokontroller an XpressNet gesendet. Zwischen Mikrokontroller und XpressNet wird ein Adapter geschaltet, der die RS232-Schnittstelle vom Mikrokontroller auf den RS-485-Bus für XpressNet wandelt. Der ist als „Slave“ an den Verstärker angeschlossen, der vom Transformator die angepasste Spannung erhält. Als „Master“ ist die Multimaus an den Verstärker angeschlossen. Die Multimaus wandelt den anstehenden Aktuator-Schritt vom XpressNet in DCC (Digital Command Control). Dieses Signal wird dann wieder über den Verstärker an das Schienen-Netz geschickt. Voraussetzung ist, dass die beiden Not-Aus-Relais von den Mikrocontrollern geschaltet sind.

Es werden also im gesamten Zyklus mehrere Hardware-Komponenten redundant verwendet. Dies ist für eine sichere Eisenbahnsteuerung zwingend notwendig, um das Ausfallen von Komponenten zu registrieren, das falsche Berechnen von Aktionen, um letztendlich Kollisionen der Züge zu vermeiden.

Das Gleissystem, die beiden Loks und die fünf Wagons zählen zu der Hardware-Umgebung.

#### 6.1.2 Software

Die zweite Komponente des System-Designs ist die Software. Sie wird auf der Hardware des System-Designs ausgeführt.

Die auf der Ablaufumgebung Keil µVision4 geschriebene Software wird auf den beiden Mikrocontrollern über die RS232-Schnittstelle geladen. Das Programm wurde in der Programmiersprache C geschrieben.

Die Software dient zur Auswertung der Sensor-Werte und zur Ermittlung nächster Aktuator-Schritte. Mögliche Schritte wären das Ansteuern einer Weiche, das Erhöhen der Geschwindigkeit einer Lok, aber auch das Stromlosschalten des gesamten Gleissystems.

---

**6.2 Beschreibung konkurrierender Prozesse**

6.2.1 Prozess 1

6.2.2 Prozess 2

6.2.3 ...

**6.3 Beschreibung der (globalen) Datenstrukturen**



---

## 7 Schnittstellen

### 7.1 Schnittstellen zwischen Komponenten

Der Optokoppler kommuniziert über den S88-Bus mit einem Twisted-Pair-Kabel (mindestens sechs-adrig) mit einem Mikrocontroller.

Die Kommunikation der Mikrocontroller untereinander, also der Abgleich nächster Aktuator-Schritte, erfolgt über SSC.

Die Verbindung von Mikrocontroller mit XpressNet wird durch einen RS232-Adapter ermöglicht, der die RS232-Schnittstelle des Mikrocontrollers auf den RS-485-Bus für das XpressNet wandelt.

Das XpressNet wird an den RJ45-Slave-Eingang des Verstärkers angeschlossen.

Die Multimaus ist mit einem Twisted-Pair Kabel an den RJ45-Master-Eingang des Verstärkers angeschlossen. Sie bekommt Befehle vom XpressNet über den Verstärker, die von ihr in DCC umgesetzt und letztendlich über den Verstärker an das Gleissystem übermittelt werden.

Der Transformator bildet die Schnittstelle zwischen dem spannungsversorgenden Netz und dem Verstärker. Er transformiert die eingangsseitige Netzspannung (230V AC) auf 18V DC. Die Scheinleistung beträgt ausgangsseitig 36VA.

Die Relais zur Not-Aus-Schaltung werden jeweils vom Mikrocontroller mit Spannung versorgt, wodurch die Verbindung vom Verstärker zum Gleissystem geschlossen ist. Fällt diese Spannung aus, wird der Schalter geöffnet, sodass der Verstärker nicht mehr mit Spannung versorgt wird. Die beiden Not-Aus-Schalter sind folglich Schließer.

### 7.2 Schnittstelle zwischen Prozessen

### 7.3 Schnittstelle zur Hardware

Die Schnittstelle zwischen Hardware und Software bildet die RS232-Schnittstelle des Mikrocontrollers. Über sie wird das Programm vom PC in die beiden Mikrocontroller geladen.

Nach Laden des Programms in beide Mikrocontroller wird die Verbindung zwischen PC und RS232-Schnittstelle getrennt und es wird der RS232-Adapter zum XpressNet an die RS232-Schnittstelle gekoppelt.

### 7.4 Schnittstelle zum Benutzer

Die Schnittstelle zum Benutzer wird über den ersten Mikrocontroller realisiert. Durch Tastendrucke können dem Mikrocontroller gewünschte Aktionen mitgeteilt werden. Gewisse Zustände des Systems werden dem Benutzer in Form von Klartext mitgeteilt. Die Zustellung des Klartextes geschieht über einen weiteren Mikrocontroller (Arduino), der mit dem ersten Mikrocontroller verbunden ist. Der Arduino sendet die Daten über USB an einen PC.

---

Eine weitere ungewünschte Schnittstelle zum Benutzer ist die Multimaus. Werden an ihr Zustände geändert, überschreibt diese die Befehle des Mikrokontrollers und es kommt zu unsicheren Zuständen der Eisenbahnsteuerung. Von daher sollte der Benutzer vom Bedienen der Multimaus absehen.