

# Testplan

Für das studentische Projekt *Sichere Eisenbahnsteuerung*

<b>Datum</b>	28.04.2010
<b>Quelle</b>	ProVista
<b>Autoren</b>	Norman Nieß Kai Dziembala
<b>Version</b>	0.7
<b>Status</b>	freigegeben

---

## 1 Historie

Version	Datum	Autor	Bemerkung
0.1	25.03.2010	Kai Dziembala Norman Nieß	Erstellung der Kapitel 1 - 5
0.2	08.04.2010	Kai Dziembala Norman Nieß	Komplettüberarbeitung auf Grund fehlerhafter Arbeit (Erstellung der Kapitel 1 - 7)
0.3	13.04.2010	Kai Dziembala Norman Nieß	Erstellung der Kapitel 7 - 14
0.4	15.04.2002	Kai Dziembala Norman Nieß	Überarbeitung der Testziele und Testreihenfolge (Kapitel 9 + 12)
0.5	21.04.2010	Kai Dziembala Norman Nieß	Überarbeitung des Strukturplan, der Hardware-Konfiguration und der Testziele (Kapitel 5, 6 und 9)
0.6	22.04.2010	Kai Dziembala Norman Nieß	Kapitel 3.1, 9, 13 und 14 überarbeitet, Kapitel 'Testabdeckung' neu erstellt und nach Kapitel 9 eingefügt
0.7	28.04.10	Kai Dziembala Norman Nieß	Dokument an das Review 'Review_2010-04-26_TestplanV0.6' angepasst

---

## 2 Inhaltsverzeichnis

<b>1 Historie.....</b>	<b>2</b>
<b>2 Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Einleitung.....</b>	<b>5</b>
<b>4 Referenzierte Dokumente.....</b>	<b>6</b>
<b>5 Planungsdaten.....</b>	<b>7</b>
5.1 Verantwortlichkeiten.....	7
5.2 Zeitliche Planung.....	7
<b>6 Strukturplan.....</b>	<b>8</b>
6.1 Zu testende Systemumgebungs-Komponenten.....	8
6.2 Zu testende Hardware-Komponenten.....	8
6.3 Zu testende Software-Module.....	8
<b>7 Hardware-Konfiguration.....</b>	<b>9</b>
<b>8 Software-Konfiguration.....</b>	<b>10</b>
<b>9 Randbedingungen.....</b>	<b>11</b>
<b>10 Testziele.....</b>	<b>12</b>
10.1 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 1.....	12
10.2 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 2.....	12
10.3 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 3.....	14
10.4 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 4.....	14
<b>11 Testabdeckung.....</b>	<b>15</b>
11.1 Testabdeckung für das Testziel Nr. 1.....	15
11.2 Testabdeckung für das Testziel Nr. 2.....	15
11.3 Testabdeckung für das Testziel Nr. 3.....	17
11.4 Testabdeckung für das Testziel Nr. 4.....	17
<b>12 Testverfahren.....</b>	<b>18</b>
<b>13 Testbeginn.....</b>	<b>19</b>
<b>14 Testreihenfolge.....</b>	<b>20</b>

---

---

<b>15 Testende.....</b>	<b>21</b>
<b>16 Testdaten.....</b>	<b>22</b>

---

### 3 Einleitung

In diesem Dokument wird die Testplanung für das Hochschulprojekt 'Sichere Eisenbahnsteuerung' beschrieben. Es wird darauf eingegangen, in welcher Reihenfolge die einzelnen Module in dem Gesamtsystem getestet werden. Dies dient der Definition eines vollständigen Testablaufs, damit die sichere Funktion der Eisenbahnsteuerung gewährleistet ist. Zu dem wird hier die Grundlage der Testspezifikation gebildet.

---

## 4 Referenzierte Dokumente

Hardware-Design, Dokumente: 02\_Design → 02.01\_Subsystemdesign → Hardware-Design

Software-Design, Dokumente: 02\_Design → 02.01\_Subsystemdesign → Software-Design

Pflichtenheft, Dokumente: 01\_Anforderungsanalyse → 01.00\_Pflichtenheft → Pflichtenheft

Testspezifikationen, Dokumente: 04\_Test → 04.01\_Testspezifikation → jeweilige Spezifikation

---

## 5 Planungsdaten

### 5.1 Verantwortlichkeiten

Für die Testdurchführung sind alle Projektmitglieder verantwortlich.

### 5.2 Zeitliche Planung

Zeitpunkt	Tätigkeit
25.03.2010	Beginn der Testplanung
15.04.2010	Beginn der Testspezifikation
Ende Mai	Beginn der Tests

*Tabelle 1: Zeitplanung der Tests*

---

## 6 Strukturplan

Der Gesamtsystemtest wird in einen Test der Systemumgebung, der Hardware-Komponenten und der Software-Module unterteilt.

### 6.1 Zu testende Systemumgebungs-Komponenten

1. Aufbau des Schienennetzes
2. Weichen
3. Entkoppler
4. Lokomotiven (+Wagons)

### 6.2 Zu testende Hardware-Komponenten

1. Stromversorgung (Transformatoren)
2. Multimaus
3. DCC-Verstärker
4. Not-Aus-Relais
5. Hall-Sensoren
6. S88-Rückmeldemodule
7. Mikrocontroller
8. XpressNet-Adapter
9. Arduino

### 6.3 Zu testende Software-Module

1. Fahrprogramm
2. Leitzentrale
3. Befehlsvalidierung
4. Ergebnisvalidierung
5. S88-Treiber
6. SSC-Treiber
7. RS232-Treiber
8. Not-Aus-Treiber
9. Betriebsmittelverwaltung
10. Auditing System
11. Software Watchdog



---

## 7 Hardware-Konfiguration

Die Hardware, auf der die Tests durchgeführt werden, entspricht der späteren, produktiven Hardware. Hierbei handelt es sich um die unter dem Punkt '6.2' aufgezählten Komponenten. Genauere Informationen bezüglich der verwendeten Hardware ist im Hardwaredesign Dokument zu finden.

Als Testwerkzeuge dienen ein Multimeter und der Logikanalysator „Agilent Logic Wave“. Zum Test der Not-Aus-Relais ist eine einstellbare Spannungsversorgung notwendig.

---

## 8 Software-Konfiguration

Die zu testenden Software-Module entsprechen den später im Real-Einsatz verwendeten und sind im Software-Design-Dokument beschrieben.

Dabei dient die Programmierumgebung „Keil  $\mu$ Vision4“ und der Logikanalysator „Agilent Logic Wave“ als Testwerkzeuge.

---

## 9 Randbedingungen

Unter dem besonderen Gesichtspunkt der Sicherheit der Eisenbahnsteuerung müssen sämtliche Softwaremodule einen Black-Box Test bestehen. Die Tests der Module der Sicherheits-schicht, sowie der Treiberschicht, müssen zusätzlich eine 100%ige Code-Abdeckung aufweisen.

Die gesamten Software-Tests werden automatisiert durchgeführt. Somit sind diverse Testmodule zu programmieren.

Die Hardware-Komponenten werden manuell mit Hilfe von Checklisten getestet.

---

## 10 Testziele

In dem Projekt „Sichere Eisenbahnsteuerung“ im Sommersemester 2010 gibt es vier Haupttestziele, die aus dem Pflichtenheft entnommen sind:

- 1) Die Systemumgebung erfüllt die im Pflichtenheft spezifizierten Bedingungen (Kapitel 4.2).
- 2) Das Gesamtsystem erfüllt die Fahraufgabe gemäß der Vorgabe im Pflichtenheft (Kapitel 6).
- 3) Trotz Ausfall höchstens einer Hardware-Komponente zur Zeit bleibt das Gesamtsystem ohne Kollisionen.
- 4) Auditing-Logs werden, sowohl bei regulärer Abarbeitung der Fahraufgabe, als auch im Fehlerfall, gemäß der Spezifikation im Pflichtenheft (Kapitel 6.2), an einem angeschlossenen Rechner ausgegeben.

### 10.1 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 1

- Ist das Schienennetz entsprechend dem Pflichtenheft (Kapitel 5.1, Abbildung 2) aufgebaut?
- Sind die Weichen entsprechend der Betriebsanleitung verstellbar?
- Reagieren die Entkoppler entsprechend der Ansteuerung laut der Betriebsanleitung?
- Sind die Lokomotiven mit den entsprechenden Wagons laut Pflichtenheft (Kapitel 6.1) gekoppelt und positioniert?
- Werden die Motoren der Lokomotiven mittels der DCC-Signale von der Multimaus getreu der Betriebsanleitung angesteuert?
- Sind die Lokomotiven Vorne und die Wagons in der Mitte jeweils mit einem Magneten ausgestattet?

### 10.2 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 2

- *Hardware-Komponenten*

Die Hardware-Komponenten werden außerhalb des regulären Fahrbetriebs überprüft.

- Lassen sich die Lokomotiven manuell mit der Multimaus über das Schienennetz bewegen? → Testet: Multimaus und DCC-Verstärker (+Transformator)
- Schließen die Not-Aus-Relais bei angelegter Spannung von 5V?
- Sind die Resultate des Testprogramms „Test\_Hardware“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Hardwaretest“? → Testet: Multimaus, XpressNet, beide Mikrocontroller (+Transformatoren) und Arduino

- 
- Sind die Resultate des Testprogramms „Test\_Sensordaten“ unter Verwendung eines Logik-Analysators entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Sensordatentest“? → Testet: Hall-Sensoren und beide S88-Rückmeldemodule

- *Software-Module*

Die Testüberprüfungen der Software-Module erfolgen 'offline' auf einem Rechner ohne Einbeziehung von Hardware-Komponenten des Systems oder der Systemumgebung .

- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „Betriebsmittelverwaltung“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Betriebsmittelverwaltung“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „S88-Treiber“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_S88-Treiber“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „SSC-Treiber“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_SSC-Treiber“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „RS232-Treiber“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_RS232-Treiber“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „Befehlsvalidierung“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Befehlsvalidierung“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „Ergebnisvalidierung“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Ergebnisvalidierung“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „Auditing-System“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Auditing-System“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „SW-Watchdog“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_SW-Watchdog“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „Fahrprogramm“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Fahrprogramm“?
- Sind die Testresultate des Softwaremoduls „Leitzentrale“ entsprechend der Testspezifikation „Testspezifikation\_Leitzentrale“?

---

### 10.3 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 3

Alle Testüberprüfungen erfolgen aus dem regulären, mikrocontrollergesteuertem Fahrbetrieb.

- Bei Ausschalten eines S88-Rückmeldemoduls wird ein Not-Aus ausgelöst.
- Bei Ausschalten eines Mikrocontrollers wird ein Not-Aus ausgelöst.
- Bei Entfernung der Multimaus bleiben die Loks sofort stehen.
- Bei Entfernung des XpressNet-Adapters wird ein Not-Aus ausgelöst.
- Bei Ausschalten des DCC-Verstärkers bleiben die Loks sofort stehen.
- Bei Unterbrechung der Spannungsversorgung eines Not-Aus-Relais bleiben die Loks sofort stehen.
- Bei Ausfall eines Hall-Sensors wird ein Not-Aus ausgelöst.
- Das Ausschalten des Arduinos führt nicht zu Kollisionen.

### 10.4 Überprüfungskriterien für Testziel Nr. 4

Alle Testüberprüfungen erfolgen aus dem regulären, mikrocontrollergesteuertem Fahrbetrieb.

- Werden bei regulärer Abarbeitung der Fahraufgabe Auditing-Logs gemäß Vorgabe im Pflichtenheft (Kapitel 6.2) ausgegeben?
- Bei beabsichtigter Auslösung eines Not-Aus-Zustandes (z.B: Entfernung einer Sensor-sigalleitung an einem S88-Rückmeldemodul) wird der Not-Aus-Grund als Auditing-Log ausgegeben.

## 11 Testabdeckung

In dem Projekt „Sichere Eisenbahnsteuerung“ im Sommersemester 2010 muss festgelegt werden, wann ausreichend getestet wurde, ohne die Testziele zu vernachlässigen. Dies ist notwendig, da eine 100%ige Testabdeckung nicht zu realisieren ist.

### 11.1 Testabdeckung für das Testziel Nr. 1

Testüberprüfung	Testabdeckung
Aufbau des Schienennetzes	einmalige Überprüfung aller Streckensegmente
Verstellbarkeit der Weichen	Jede Weiche wird jeweils zweimal manuell und viermal elektrisch mittels Multimaus verstellt.
Ansteuerung der Entkoppler	Jeder Entkoppler wird einmal manuell und zweimal elektrisch mittels Multimaus angesteuert.
Kopplung und Positionierung der Lokomotiven/ Wagons	Position auf der Strecke, sowie die Kopplungen zwischen den Wagons/ Lokomotiven wird einmal auf eine feste Verbindung überprüft.
Ansteuerung der Lokomotiven	Schwarze und rote Lokomotive werden jeweils einmal vorwärts, sowie rückwärts über das gesamte Streckennetz (sowohl über Haupt-, als auch über Neben- und Abstellgleis) bewegt.

### 11.2 Testabdeckung für das Testziel Nr. 2

- *Hardware-Komponenten*

Testüberprüfung	Testabdeckung
Funktionalität der Multimaus und des DCC-Verstärkers	Wird durch die Testdurchführung für Testziel 1 bereits abgedeckt.
Schaltfunktion der Not-Aus-Relais'	dreimalige Betätigung jedes einzelnen Not-Aus-Relais'
Testprogramm „Test_Hardware“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_Sensordaten“	einmalige Durchführung des Testprogramms

---

- *Software-Module*

Testüberprüfung	Testabdeckung
Testprogramm „Test_Betriebsmittelverwaltung“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_S88-Treiber“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_SSC-Treiber“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_RS232-Treiber“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_Befehlsvalidierung“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_Ergebnisvalidierung“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_Auditing-System“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_SW-Watchdog“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_Fahrprogramm“	einmalige Durchführung des Testprogramms
Testprogramm „Test_Leitzentrale“	einmalige Durchführung des Testprogramms



**11.3 Testabdeckung für das Testziel Nr. 3**

Testüberprüfung	Testabdeckung
Ausschalten eines S88-Rückmeldemoduls	zweimalige Überprüfung pro Rückmeldemodul
Ausschalten eines Mikrocontrollers	zweimalige Überprüfung pro Mikrocontroller
Entfernung der Multimaus	zweimalige Überprüfung
Entfernung des XpressNet-Adapters	zweimalige Überprüfung
Ausschalten des DCC-Verstärkers	zweimalige Überprüfung
Unterbrechung der Spannungsversorgung eines Not-Aus-Relais	zweimalige Überprüfung pro Not-Aus-Relais
Ausfall eines Hall-Sensors	Jeder Sensor des Systems wird einmal vom entsprechenden S88-Rückmeldemodul entfernt.
Ausschalten des Arduinos	Bei zweimaliger Überprüfung erfolgt in den jeweils nächsten 2 Fahraufgabenzyklen keine Kollision.

**11.4 Testabdeckung für das Testziel Nr. 4**

Testüberprüfung	Testabdeckung
Ausgabe der Auditing-Logs im regulären Betrieb	Überwachung über 2 Fahraufgabenzyklen.
Ausgabe der Auditing-Logs im Not-Aus-Zustand	Jedes 'Not-Aus'-Auditing-Log, welches im Pflichtenheft spezifiziert ist, muss einmal ausgelöst werden.

---

## 12 Testverfahren

Die Tests der Systemumgebung und der Hardware-Komponenten werden mit Hilfe Checklisten manuell erledigt

Als Testverfahren für die Software-Module wird das Black-Box-Testverfahren angewendet. Die Module der Sicherheitsschicht und der Treiberschicht müssen aufgrund der Sicherheitsaspekte eine 100%ige Codeüberprüfung aufweisen. Daher ist in diesen Fällen ein zusätzliches Vorgehen nach dem White-Box-Testverfahren gefordert.

Die Testreihenfolge der Module soll weitestgehend nach dem Bottom-Up-Verfahren erfolgen, wobei die Modulreihenfolge so gewählt wurde, dass möglichst wenig Testtreiber verwendet werden müssen.

---

## 13 Testbeginn

Für den Test der Hardware-Komponenten müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- das Gleissystem vollständig aufgebaut,
- sämtliche Hardware-Komponenten verkabelt,
- Stromversorgung 230V AC, 50Hz vorhanden
- Rechner+Software für das Auslesen der Auditing-Logs vorhanden

Um mit dem Test der Software-Module beginnen zu können, müssen die automatisierten Testprogramme erstellt sein.

---

## 14 Testreihenfolge

Im ersten Schritt werden die Komponenten der Systemumgebung getestet. Dabei wird wie folgt vorgegangen:

1. Schienennetz
2. Weichen
3. Entkoppler
4. Position und feste Verbindung der Kopplungen der Lokomotiven und Wagons
5. Elektromotoren der Lokomotiven (testet zugleich die Hardware-Komponenten Multimaus und DCC-Verstärker)

Im zweiten Schritt werden die Hardware-Komponenten getestet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass beim Test der Systemumgebungskomponenten die Multimaus und der DCC-Verstärker bereits mit getestet wurden. Für die Tests wird in nachstehender Reihenfolge vorgegangen:

1. Not-Aus-Relais
2. Ausführung des Testprogramms „Test\_Hardwaretest“
3. Ausgeführt des Testprogramms „Test\_Sensordaten“

Die automatisierten Tests werden in nachstehender Reihenfolge durchgeführt:

1. Betriebsmittelverwaltung
2. Not-Aus-Treiber
3. S88-Treiber
4. SSC-Treiber
5. RS232-Treiber
6. Software Watchdog
7. Auditing-System
8. Befehlsvalidierung
9. Ergebnisvalidierung
10. Fahrprogramm
11. Leitzentrale

---

## 15 Testende

Der Gesamttest ist erfolgreich verlaufen und damit abgeschlossen, wenn die vier definierten Haupttestziele positiv erfüllt sind.

Somit werden die entsprechenden Fahraufgaben ordnungsgemäß und korrekt ausgeführt. Des Weiteren sind die während der Fahrt entstandenen Auditing-Logs auf einem Rechner einzusehen.

---

## 16 Testdaten

Die Testdaten und Testresultate werden im entsprechenden Ordner 'Dokumente → Testdaten' abgelegt.