



# Stellwerk

für Zusi 3

Roland Ziegler

- Idee
- Konzept
- Realisierung



# Idee

- Zusi-Anwender wird zum Stellwerker
  - Mehrbenutzerfähigkeit
- Nachgebildete Stellwerke
  - übernehmen einzelne Bahnhöfe oder Stellbezirke
  - entsprechen den Betriebsstellen der zugehörigen Zusi3-Strecke
- Stellwerker (Fahrdienstleiter, Wärter)
  - überwacht Zug- und Rangierfahrten
  - reagiert auf Zugmeldungen
  - bedient Weichen, Signale und Blockeinrichtungen
- Zusi3
  - meldet Zustand und Ereignisse,
  - aber führt Stellwerk-Bedienhandlungen nur noch aus



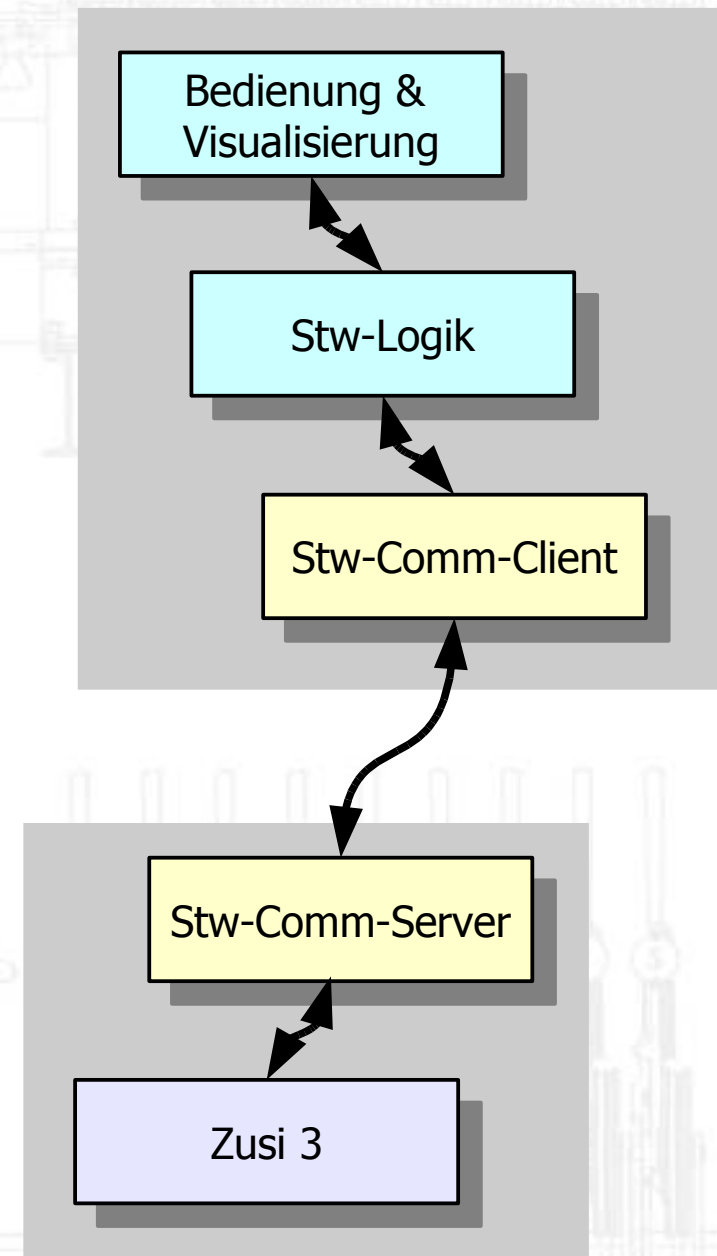
# Anwender-Zielgruppen

- **Stellwerker**
  - übernimmt Aufgaben von Fahrdienstleiter oder Wärter
  - wickelt Betrieb ab mit vorgegebenem Fahrplan auf vorhandener Zusi-Strecke
  - verwendet dazu fertiges, zu einem Bahnhof dieser Strecke passendes Stellwerk
- **Stellwerksbauer**
  - gestaltet in Zusammenhang oder in Ergänzung zum Streckenbau Zusi3 ein Stellwerk
  - konfiguriert Innenanlagen
  - weist Außenanlagen zu
    - Außenanlagen Teil der Zusi-Strecke
    - Abbildung auf Stellwerkskomponenten (Nachbildung)
  - erstellt Stellwerkslogik
  - im Detail abhängig von Bauform
- **Stellwerk-Softwareentwickler**
  - erstellt neue Software für neue Stellwerksbauformen
    - nutzt allgemeine Stellwerks-Schnittstelle
  - internationalisierbar



# Konzept

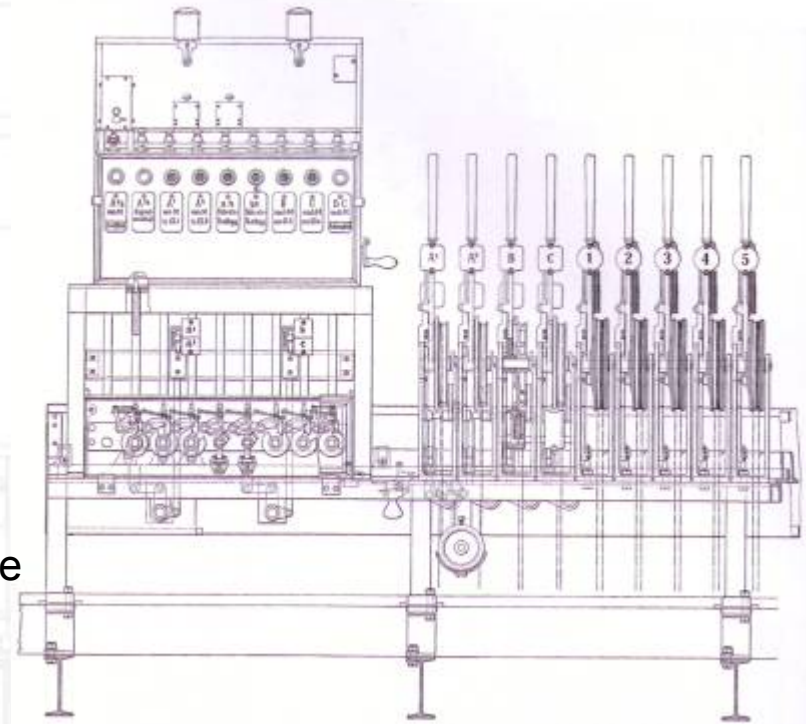
- Kombination aus fertigen Komponenten und Baukasten
- Hauptkomponenten, -Ebenen
  - Stellwerks-Kommunikations-Server
    - Anbindung an Zusi3-Laufzeitumgebung
    - Verwaltung der live angeschlossenen Stellwerke
    - Kommunikation zu Clients (IP, lokal oder abgesetzt)
    - *bauformunabhängig*, nur einmal vorhanden
  - Stellwerks-Kommunikations-Client
    - Kommunikation zu Server (IP, lokal oder abgesetzt)
    - *bauformunabhängig*, je Stellwerk
  - Stellwerkslogik
    - *bauformabhängig*, je Stellwerk
    - konfigurierbar
  - Stellwerksbedienung
    - *bauformabhängig*, je Stellwerk
    - konfigurierbar
  - Stellwerks-Editoren
    - *bauformabhängig*
    - zur Konfiguration jedes einzelnen Stellwerks





# Erstes großes Ziel: Mechanisches Stellwerk

- Ziel ist ein benutzbares „rundes“ Paket
  - vollständig im Sinne der Verwendbarkeit
- Warum das mechanische Stellwerk und nicht EStw oder mindestens SpDr?
  - Das mech. Stw. bildet die technische Grundlage für alle anderen Bauformen
  - Beim mech. Stw sind praktisch alle Elemente für den Bediener zugänglich
  - Unmittelbare Wirkung der einzelnen Bedienvorgänge
    - Erleichterung der Tests
- Vorbild:  
Einheitsstellwerk der preußischen Staatsbahn
  - Weitgehend normiert
  - Bis zum Schluss vorherrschende Bauart
- Modell – die Komponenten
  - Außenanlagen repräsentiert über **Lageplan**
  - Innenanlagen: **Hebelbank, Blockwerk**
  - Logik: **Verschlussplan**

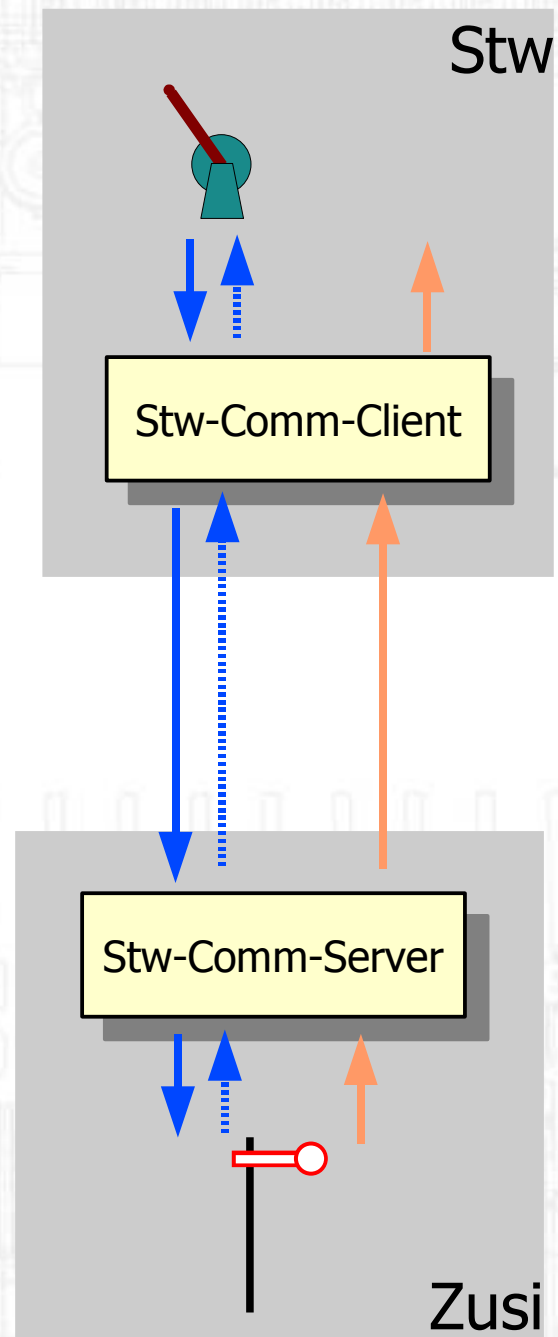






# Schnittstelle zu Zusi 3

- Im Rahmen des Stellwerksprojektes zu fertigende Schnittstellen-Software
  - Besteht aus Client und Server
  - Ausschließlich Außenanlagen, keine Verschlusslogik
- Stellwerks-Kommunikations-Server
  - Bildet die „Nabe“ der gesamten Stellwerkskommunikation
  - Auch Zusi ist hier „nur“ Client
  - Unterstützt mehrere Stellwerke gleichzeitig (Mehrbenutzerfähigkeit)
  - Verwaltet den Stellwerks-Status – von Anmeldung bis Abbruch
  - Vermittelt alle Bedienhandlungen und Meldungen
  - Netzwerk (Internet) zwischen Client und Server
  - Für den Anwender (auch den Stw-Software-Entwickler) transparent
- Stellwerks-Kommunikations-Client
  - Wirkt als Proxy (Stellvertreter) auf Seiten des Stellwerks
  - Bildet die Schnittstelle für den Stw-Softwareentwickler
  - Ebenfalls transparent
  - Besitzt die Form eine Klassenbibliothek





# Einige technische Aspekte der Software

- Objektorientierte Lösung
  - aktive Bedienhandlungen durch Aufruf von Objekt-Methoden, bzw. Setzen von Eigenschaften (*Properties*)
  - reaktive Bedienhandlungen auf der Basis von Ereignissen (*Events, Callbacks*)
- Komplette Kapselung der eigentlichen Kommunikation
  - **Nicht:** Schicke ein Telegramm zum Server mit dem neuen Zustand „umgelegt“ für Weiche 33 und warte auf die Bestätigung.
  - **Sondern:** `weiche[33].umgelegt = true;`  
Im Fehlerfall gibt es eine Ausnahme (*Exception*).
- Implementation:
  - Microsoft .Net 2.0 (derzeit noch 1.1)
  - Programmierung in C#
  - *Klassenbibliothek, also eine DLL (.Net-Assembly)*
  - Kommunikation über .Net-Remoting
    - enge Kopplung erwünscht
  - Kommunikation zu Zusi über COM



# Die „Sitzung“

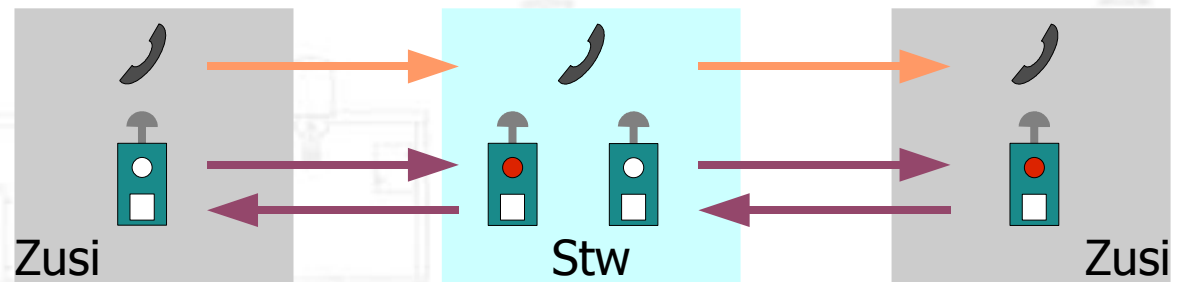
- Stellwerksbedienung im Rahmen einer „Sitzung“ (Session)
  - Zugehörige Zusi-Strecke muss geladen sein
- Sitzungsanmeldung
  - Aktivierung des Stellwerks
  - Schaltet im laufenden Betrieb vom Zusi-Fdl auf externes Stellwerk um
  - Versetzt das Stellwerk in einen Anfangszustand
    - nicht notwendigerweise identisch mit Grundzustand
    - Lage von Weichen und Signalen
    - Gleisbesetzmeldungen
    - Blockelektrik
    - aktuelle Zugmeldungen
- Während der Sitzung
  - Alle Zuständigkeiten und Verantwortung beim Stellwerk
  - Außenanlagen ohne Zusi-interne Absicherung
- Sitzungsabmeldung oder Verbindungsunterbrechung
  - Zusi übernimmt wieder selbst
  - aktueller Zustand ist in Zusi immer bekannt
    - alle Stw-Bedienhandlungen während der Sitzung werden jeweils sofort an Zusi weitergegeben





# Kommunikation zu benachbarten Betriebsstellen

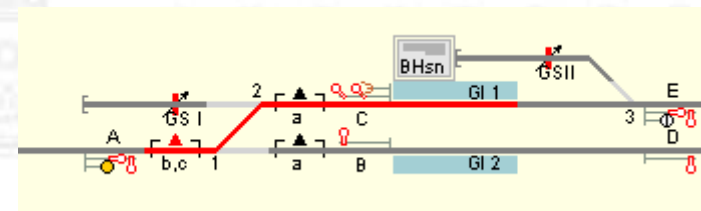
- Kommunikation, blockelektrisch
  - Streckenblock, Bahnblocks, Erlaubniswechsel
- Kommunikation, fernmündlich formal oder telegrafisch usw., nicht gesichert
  - Zugmeldungen, z.B. aber auch Aufforderung zur Zustimmungsabgabe
- Kommunikation fernmündlich formlos
  - „Chat“



- Wird einheitlich umgesetzt in „schriftliche Telegramm“-Kommunikation
  - Sprachausgabe und Erkennung derzeit nicht vorgesehen
- Stellwerk in der Rolle von Sender und Empfänger
  - menschliche Benutzer
  - benachbarte Betriebsstellen/Stellbezirke können beide durch aktive Stw verantwortet werden
- Zusi in der Rolle von Sender und Empfänger
  - maschineller Benutzer
  - wird sich an „Chat“ voraussichtlich nicht beteiligen

## Bedienung: Visualisierung

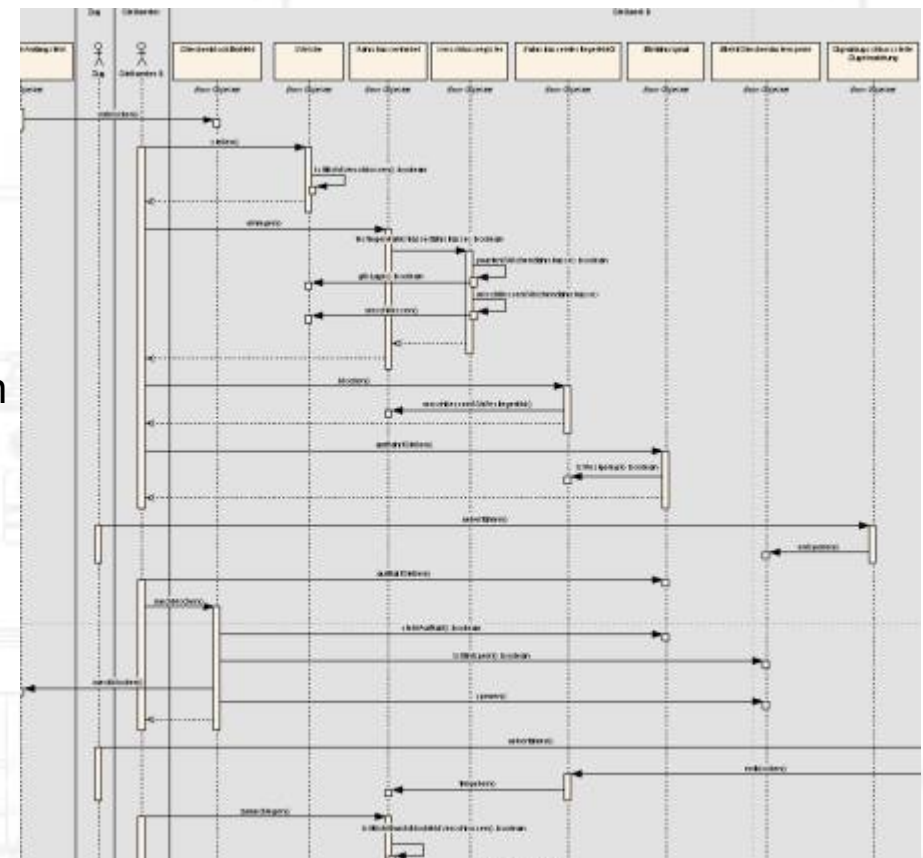
- Vorbild mech. Stellwerk:  
Blick aus dem Stellwerksfenster
  - in Zusi 3 zunächst nur für Einzelbenutzer möglich
- Lösung im mech. Stellwerk für Zusi:  
Animierter Lageplan
  - in dieser Form zwar nicht vorbildkonform
  - von SpDr- und EStw-Technik jedoch bekannt
  - statischer Lageplan Bestandteil auch des mech. Stw
- Darstellung
  - Schematisierter Gleisplan
  - Ortslage der Außenanlagen
  - dynamisch: Stellzustand der Außenanlagen
    - Signale, Weichen, Gleissperren, BÜ
  - dynamisch: Gleis-Besetzt-Zustand („Rot-Ausleuchtung“)
    - Vorbild kennt in dieser Bauform nur Gleiskontakte





# Bedienung: Handlungen

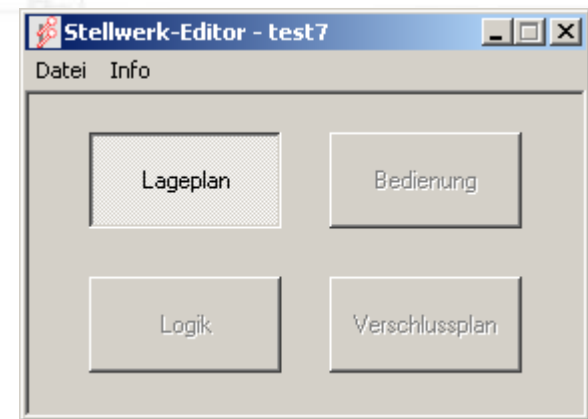
- Einfahrten, Ausfahrten, Durchfahrten, Rangierfahrten
  - Zunächst Konzentration auf den Regelbetrieb
  - Ersatzsignal soll von Anfang an dabei sein
- Ablauf entsprechend Vorbild
  - Beispiel Einfahrt
  - Entgegennahme von Zugmeldung
  - bei Bahnhofsblock Befehls-/Zustimmungsabgabe
  - Weichen und Riegel für Fahrstraße umlegen
  - Fahrstraßenhebel einlegen
  - Fahrstraße blocken
  - Einfahrtsignal auf Fahrt stellen
  - Zug fährt ein
  - Einfahrtsignal auf Halt stellen
  - Rückblocken
  - Fahrstraße auflösen





# Editoren

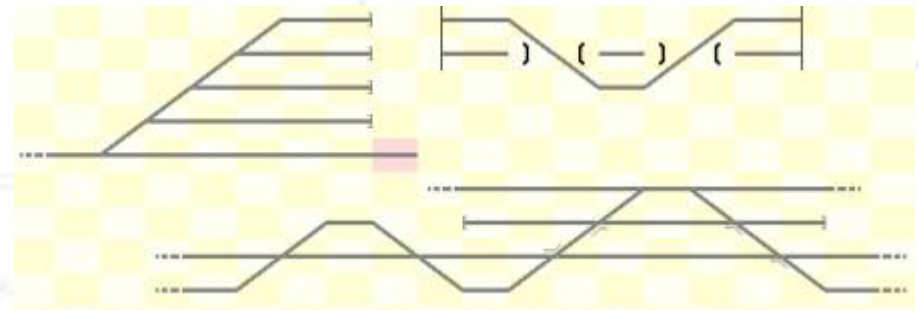
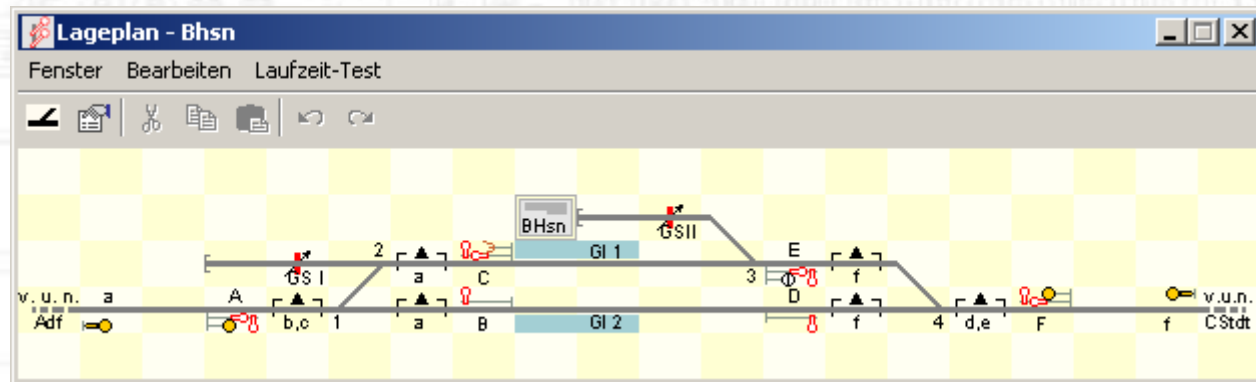
- Werkzeuge zur Konfiguration eines Stellwerks
  - Aufteilung in Aufgabenbereiche
  - Lageplan – Außenanlagen
  - Bedienelemente – Innenanlagen
  - Verschlussplan – Logik
- Konfiguration der Außenanlagen
  - muss entsprechendem Bahnhof in zugehöriger Zusi3-Strecke entsprechen
  - Verknüpfung über eindeutige IDs (Schlüssel)
    - Verifikation muss möglich sein
  - Teilautomatisierung auf Basis der Zusi3-Streckendatei ?
- Speicherung der Konfiguration
  - als XML-Datei





# Editoren: Lageplan

- Schematisierter Gleisplan
  - diverse Gleiselemente mit
    - Weichen, Kreuzungen, EKW und DKW
    - Gleisabschluss, Fortsetzung usw.
- Außenanlagen
  - Haupt-, Vor- und Sperrsignale in versch. Kombinationen
  - Gleisperren
  - Gleiskontakte
- „Topografie“
  - Stw-Gebäude
  - Bahnsteige
  - Kreuzungsbauwerke
  - BÜ
- Verknüpfung mit Zusi-Strecke
  - ID-Zuordnung



Komponenten	Eigenschaften
Gleiselement	Hauptsignal
Overlays	
Hauptsignal	
Vorsignal	

Beschriftung	
Text	A

Daten	
Ersatzsignal	True
Signalbegriffe	Dreibegriff

Layout	
Standort	FahrtrichtRechts_RechteSeite

Referenz	
RefId	0

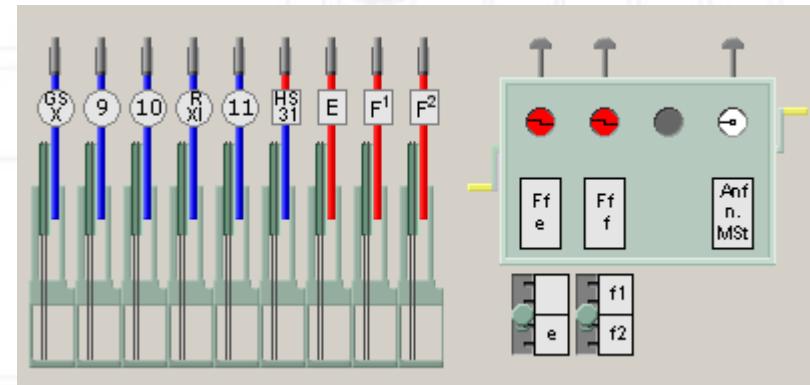
Ersatzsignal	
Ersatzsignal vorhanden	

Ok Übernehmen Abbrechen



## Editoren: Weitere

- Bedienelemente – Innenanlagen
    - Hebelbank:
      - Weichenhebel,
      - Riegelhebel,
      - Signalhebel,
      - Signalwinde
    - Blockwerk:
      - Fahrstraßenhebel,
      - Gleichstromblockfeld,
      - Wechselstromblockfeld,
      - el. Streckentastensperre, Anschalter, Schlüsseltasten
      - Spiegelfelder, Signalmelder
- 



- Verschlussplan
  - interaktive Verknüpfungsmatrix
  - *Zeilen*: Fahrstraßen
  - *Spalten*: Weichen- & Signalhebel, Fahrstraßenhebel, Blockelektrik

		Befehlsstellwerk Lf 24 Leertaste																										
		01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24																										
Fahrpl. Zeichnungen	Weichen- und Riegelhebel	Signalhebel												Fahrstraßenhebel														
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
		U U U U U U U U U U U U												U U U U U U U U U U U U														
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
1	1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
2	2	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
3	3	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
4	4	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
5	5	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
6	6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
7	7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
8	8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
9	9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
10	10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
11	11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
12	12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
13	13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
14	14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
15	15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
16	16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
17	17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
18	18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
19	19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
20	20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
21	21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
22	22	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
23	23	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														
24	24	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24														



# Bisher realisiert

- Stellwerkskommunikation
  - Prototyp mit wesentlicher Teilfunktionalität
  - Client und Server
  - Zusi-Anbindung als Demonstrator (Delphi-COM-Schnittstelle)
- Bedienung – mech Stw
  - einfacher Demonstrator
- Editoren – mech Stw
  - **Lageplaneditor**
  - weitgehend vollständig
- Arbeitshilfen und Material
  - div. Fachliteratur
  - Lehrstellwerk der RWTH Aachen
    - Ton- und Bildaufnahmen

