

## Ein Bahnübergang für den Fremo

### Vorstellung einer standardisierten Bahnübergangsteuerung für den Fremo

Auf vielen Fremotreffen gibt es Module mit Bahnübergängen, auf einigen dieser Module ist neben Warnkreuzen auch eine technische Sicherung des Bahnübergangs nachgebildet, auf den allerwenigsten allerdings eine funktionsfähige, dem Vorbild nachempfundene Sicherung vorhanden.

Da wünsche ich mir bereits seit langer Zeit eine Verbesserung, auch die Variante „Einschalten mit Kippschalter durch das Zugpersonal“ überzeugt mich nicht.

So habe ich vor etwa zwei Jahren begonnen, über eine Bahnübergangssicherungsanlage (BÜSA) für Module nachzudenken. Zuerst auf Basis einer industriellen SPS, mit steigenden Anforderungen an die Vorbildtreue und damit auch steigenden Kosten für die Hardware inzwischen als Lösung auf einem günstigen Arduino MEGA. Damit bestimmte Parameter konfiguriert werden können, kann ein kleines LC-Display angeschlossen werden. Darauf wird auch der jeweilige Status des BÜ angezeigt (Grundstellung, belegt, Einschaltkontakt überfahren,...). Leider sind die Ein- und Ausgänge des Arduino nicht gegen Überlastung und Kurzschluss gesichert, würden also nur wenige Fremotreffen lang überleben. Außerdem sind die auf der Arduino-Platine aufgelöteten Pins etwas fummelig. Um die die Ein- und Ausgänge zu schützen, aber auch um die Gleisschaltmittel und Signale leichter anschließen zu können, wurden zusätzlich zwei spezielle Platinen entwickelt. Die erste Platine enthält Widerstandsnetzwerke (ULN), Schutzdioden und einen kleinen Atmel, um die LED wie echte Blinklampen auf- und abblenden zu lassen. Auf der zweiten Platine sind Buchsen für die Gleisschaltmittel, Signale und Stromversorgung platziert. Die Gleisschaltmittel und Signale werden mit gewöhnlichen Netzkabeln miteinander verbunden.

Nach vielen Diskussionen mit befreundeten Fremomitgliedern und einer Einlernphase in programmieren von Arduinos ist die Software seit Ende 2014 fertig und auf mehreren Fremotreffen erfolgreich getestet. Zusammen mit anderen Mitgliedern wurden dann auch die beiden erwähnten Platinen entwickelt. Von diesen Platinen existieren momentan mehrere Sätze Prototypen, welche ebenfalls ihren ersten Tests hinter sich haben.

Die ursprüngliche Idee war, eine BÜSA zu entwickeln, die zunächst den Hauptanwendungszweck im Fremo, nämlich eine eingleisige, Lokführerüberwachte Anlage im Zweirichtungsbetrieb nachbilden kann. Daher habe ich eine Software entwickelt, die der DB-Bauart Lo57 prinzipiell entspricht. Die inzwischen FBÜT (Fremo Einheits-Bahnübergangstechnik) getaufte Steuerung kann damit einen BÜ mit roten Wechselblinkern nachbilden, die modernere Variante EBüt80 mit gelb-roten Lichtzeichen ist allerdings ebenso möglich. Wer will, kann seinen Bahnübergang mit Schranken ausrüsten, die FBÜT gibt dazu zwei zeitversetzte Signale zum Schließen von Doppelschranken aus. Bei Bedarf kann ich den Funktionsumfang der FBÜT auf zweigleisige Strecken oder BÜ-BÜ-Ketten erweitern.

Ich möchte im Folgenden kurz beschreiben, was die Steuerung kann, was sie aber auch nicht kann.

Die FBÜT kann durch Zugeinwirkung einen Bahnübergang sperren und wieder freigeben, wenn der Zug den Bahnübergang verlassen hat. Die erste Schwierigkeit bestand darin, dass der BÜ zwei

Einschaltkontakte besitzt (links und rechts vom BÜ), ein Zug, der zum Beispiel von links kommt, darf die BÜSA beim Überfahren des rechten Einschaltkontaktes allerdings nicht wieder aktivieren. Weiterhin muss ein auf dem BÜ stehender Zug sicher erkannt werden.

Der allgemeine Ablauf (konform mit dem Vorbild) ist dabei wie folgt: Der Zug überfährt den Einschaltkontakt und die BÜSA registriert dies. Der Standort des Einschaltpunktes wird mit der Rautentafel (Signal Ne 11) gekennzeichnet. Je nach Entfernung des Einschaltkontaktes zum BÜ wird dieser sofort gesperrt oder erst nach Ablauf einer einstellbaren Zeit (dies ergibt sich durch die notwendige Einschaltstrecke). Jetzt beginnen die Straßensignale zu blinken (Start der Annäherungszeit), bei der modernen Variante leuchtet erst das gelbe, dann das rote Licht auf. Anschließend schließen sich die Schranken, erst jeweils auf der in Fahrtrichtung des Straßenverkehrs rechten Seite, dann die auf der linken Seite. Damit gilt der BÜ als gesichert und die im Bremswegabstand aufgestellten Blinklichtüberwachungssignale (Signal Ne 10) beginnen, im Takt der Straßensignale zu blinken. Dies signalisiert dem Triebfahrzeugführer „BÜ 1 – Bahnübergang darf befahren werden“. Der Abstand des Einschaltkontaktes zum Blinklichtüberwachungssignal beträgt beim Vorbild mindestens das doppelte der Streckengeschwindigkeit, damit der Triebfahrzeugführer ausreichend Zeit hat, das blinkende Blinklichtüberwachungssignal zu erkennen (Richtwert: Einschaltdauer mindestens 7 Sekunden bis zur Vorbeifahrt des Zuges). Beim Fremo kann diese Zeit natürlich reduziert werden, allein schon wegen der nicht immer vorhandenen notwendigen Streckenlänge.

Befindet sich vor dem BÜ noch ein Haltepunkt oder liegt der BÜ schlecht einsehbar in oder nach einer Kurve, wird ein Blinklichtüberwachungssignal-Wiederholer aufgestellt, dieser wird mit einer schwarzen Tafel mit weißer Scheibe als Wiederholer gekennzeichnet.

Ein weiterer möglicher Fall ist, dass sich ein Anschlussgleis zwischen Einschaltkontakt und dem BÜ befindet. Ein Zug, der in dieses Anschlussgleis fährt, aktiviert zwar die BÜSA über den Einschaltkontakt, erreicht den BÜ aber nie und würde somit eine unnötige Einschaltung provozieren. Hier wird am Einschaltkontakt eine so genannte Unwirksamkeitstaste aufgestellt, damit kann der Einschaltkontakt für eine Überfahrt unwirksam geschaltet werden und die BÜSA registriert zwar das Überfahren, löst aber keine Sperrung des BÜ aus.

Liegt vor dem BÜ besagter Haltepunkt, wird nach diesem ein zweiter Einschaltkontakt eingebaut. Der Abstand zwischen diesem und dem BÜ ergibt sich durch die Mindesteinschaltstrecke, das ist die Entfernung, die mindestens vorhanden sein muss, damit die Fahrzeit des anfahrenden Zuges der Annäherungszeit entspricht.

In diesem Fall können ebenfalls Unwirksamkeitstasten oder (bei standardmäßig inaktiven ersten Einschaltkontakt) Wirksamkeitstasten verwendet werden. Diese sind dann am besten beim Fahrdienstleiter im voranliegenden Bahnhof aufgestellt. Damit kann der Fahrdienstleiter bestimmen, ob der BÜ schon beim Überfahren des ersten oder erst des zweiten Einschaltkontaktes gesperrt wird. Ein haltender Zug soll die BÜSA erst beim zweiten Einschaltkontakt aktivieren, ein durchfahrender Zug jedoch schon beim ersten.

Müssen zum Beispiel in einem Industriegebiet Rangiereinheiten über einen BÜ fahren, ohne allerdings den Einschaltkontakt zu passieren, kann mit einem Rangierschalter der BÜ dauerhaft gesperrt werden. Dieser Schalter wird in der Regel nahe des BÜ aufgestellt.

Mit der Hilfseinschalttaste kann die BÜSA manuell eingeschaltet werden. Dies ist notwendig, wenn eine Fehlfunktion vorliegt und die FBÜT das Überfahren des Einschaltkontaktes nicht erkennt, oder der Zug

den BÜ nicht in der vorgesehenen Fahrzeit erreicht hat und die Blinklichtüberwachungssignale wieder erloschen sind (Signal „Bü 0 - Halt vor dem Bahnübergang“).

Die Hilfseinschalttaste existiert auch als automatisierte Version, die Automatik-HET. Hier schaltet die BÜSA selbsttätig beim Befahren der Ausschalt-Fahrzeugsensorschleife ein. Dies kann bei der FBÜT mit Hilfe der zweiten Einschaltkontakte nachgebildet werden. In diesem Fall sollten die Einschaltkontakte direkt am BÜ positioniert werden und nicht im Abstand der Mindesteinschaltstrecke.

#### Anschluss der FBÜT an BÜ-Module

Über eine standardisierte Schnittstelle kann die FBÜT an jedes BÜ-Modul angeschlossen werden, welches über eine entsprechende Schnittstellenbuchse verfügt. Die Idee dahinter ist, dass es weniger FBÜT im Fremo als BÜ-Module geben muss und nicht jeder Besitzer eines BÜ-Moduls oder gegebenenfalls für jedes seiner BÜ-Module auch eine FBÜT anschaffen muss. Meiner Meinung nach hat sich Standardisierung Fremo bewährt, wenn man an freie Austauschbarkeit von Telefonen, Uhren, Stromsensoren, Signalen in Wattenscheider Schächten denkt. Diese Schnittstelle am BÜ-Modul überträgt die Blinksignale für die Straßensignale, Schließbefehle für die optionalen Schranken, das Signal für eine optionale Hilfseinschalttaste und Grundstelltaste am Modul.

Zum Einschalten des Bahnübergangs können wahlweise vorhandene, in ein (fremdes) Modul eingebaute Schnippelkontakte oder in die DCC-Stromversorgung eingeschleifte Stromsensoren verwendet werden, es kann also auf bereits vorhandenes Material zurückgegriffen werden.

Die Blinklichtüberwachungssignale werden in Wattenscheider Schächte gesteckt, sofern diese vorhanden sind. Zum Ausschalten des Bahnübergangs muss eine IR-Einheit am oder neben dem Bahnübergang eingebaut werden, diese muss also auf jedem BÜ-Modul vorhanden sein. Mangels Widerstandsachsen kann die FBÜT nur so feststellen, ob der BÜ noch durch einen Zug belegt oder bereits freigefahren ist. Hier kann im Prinzip eine beliebige IR-Einheit verwendet werden, jedoch hat sich eine fremdlichtunabhängige IR-Einheit als die robusteste Lösung erwiesen.

Um dem flexiblen Modul-Arrangement im Fremo mit bei jedem Treffen unterschiedlichen langen Einschaltstrecken Rechnung zu tragen, können in der FBÜT die Einschaltzeiten für jede Richtung angepasst werden. Damit ist es möglich, zum Beispiel auf der einen Seite einen vorhandenen Schnippelkontakt zu verwenden, der eigentlich zu weit vom BÜ entfernt ist und auf der anderen Seite an passender Stelle einen Stromsensor zu verwenden. Die Einstellung wird über das LCD-Display und dessen Tasten vorgenommen, ein kleines Menü erlaubt die Konfiguration nach der Installation.

Ich hatte mir bei diesem Projekt zum Ziel gesetzt, einerseits alle möglichen Einsatzfälle abdecken zu können, aber auch gleichzeitig so modular zu entwickeln, dass die Steuerung auch in einer Minimalkonfiguration arbeiten kann. Diese Minimalkonfiguration besteht aus zwei Einschaltkontakten, Lichtzeichen, Ausschaltkontakt, zwei BÜ-Überwachungssignalen. Dieser Ausbau kann beliebig nach Bedarf erweitert werden. Die einzelnen Elemente wie beispielsweise die HET-Taste, Unwirksamkeitstaste oder die BÜ-Wiederholer werden über kostengünstige Standard-Netzwerkkabel miteinander verbunden.

Was kann die FBÜT nicht?

Es ist keine Plug-and-Play-Lösung, für eine vorbildgetreue BÜSA muss über die Konfiguration etwas nachgedacht werden, nach dem Aufbau ggfs. die Zeiten angepasst und alle verwendeten Elemente verkabelt werden. Der Aufwand hält sich aber meiner Meinung nach in Grenzen, der Komfort und der vorbildgerechte Ablauf einer BÜ-Sperrung entschädigen allemal.

Liegt dann noch ein Gleisanschluss mit Schlüsselweiche zwischen einem Einschaltkontakt und dem Bahnübergang und muss über diesen rangiert werden, können vorbildaffine Zugmannschaften einer Sperrfahrt den Spielspaß erhöhen, indem sie vor Befahren des Einschaltkontaktes die Unwirksamkeitstaste drücken, die Weiche aufschlüsseln, beim anschließenden Rangieren über den BÜ den Rangierschalter betätigen um die BÜSA ohne Zugeinwirkung dauerhaft einzuschalten, anschließend mittels Rangierschalter wieder freigeben, die Weiche verschließen, den Einschaltkontakt mit erneut aktivierter Unwirksamkeitstaste befahren und zurück zum Ausgangsbahnhof fahren.

Wer zu alle dem keine Lust hat, drückt einfach keine Taste und nimmt in Kauf, dass die Preiserlein vor einem unnötig gesperrten Bahnübergang warten müssen. Kein Problem, denn nach Ablauf der Grundstellzeit gibt die FBÜT diesen wieder frei. Auch das kann die FBÜT.

Käuflich zu erwerben gibt es dieses Projekt noch nicht, ich werde aber eine kleine Sammelbestellung für alle Interessierten durchführen. Die Kosten belaufen sich geschätzt auf etwa 55 Euro. Geliefert werden soll dann eine fertig bestückte, gelötete und getestete FBÜT inkl. LC-Display, Platinen und Arduino mit aktueller Software, jedoch ohne Gehäuse. Bei entsprechender Nachfrage lohnt sich auch die Fertigung eines Gehäuses mit den notwendigen Aussparungen.

Unter [minicks.net/fbuet](http://minicks.net/fbuet) sind weitere Fotos und das Handbuch zur Steuerung zu finden.

Bilder:

- die Steuerung
- ein Tastenkasten, der RS-Kasten
- ein Übersichtsbild (C-Gleis, Schnippis, BÜ, IR-Einheit)
- ein Ausschnitt aus dem Logfile
- ein BÜ-Überwacher
- ein Schema : minimalkonfig
- ein Schema: Abzweig vor BÜ
- ein Schema: Haltepunkt vor BÜ