

SCHNORPSTRONIK

SX-Bus-Verstärker aktiv V03

Aktiver Selectrix-Busverstärker für T0/T1 und externe Neueinspeisung der Busspannung B

Technische Dokumentation für Modelleisenbahn-Elektronik

Dokumenttyp	Selbstbauprojekt / technische Projektdokumentation
Hardwareversion	V03
Firmwareversion	nicht zutreffend
Dokumentversion	1.0
Stand	07.08.2026
Autor / Hersteller	SchnorpsTronik – Norbert Martsch

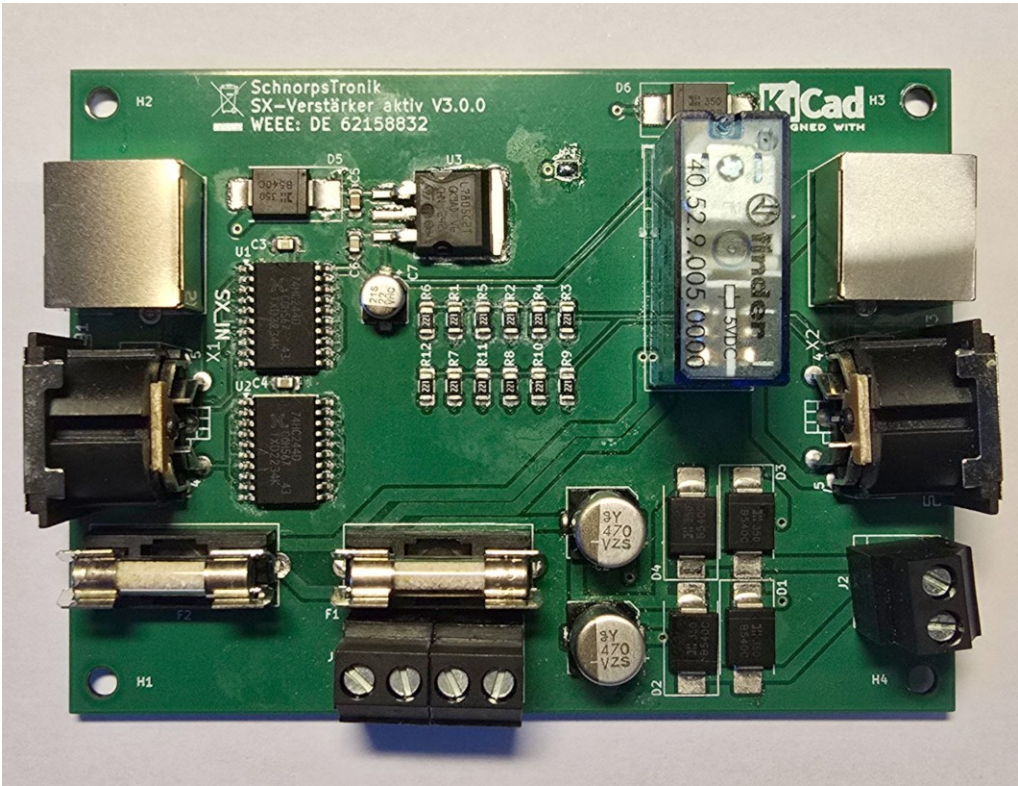


Abbildung 1: Fertig aufgebautes Modul, per Hand gelötet

Inhalt

Dokumenthistorie	4
1. Zweck und Anwendungsbereich	4
2. Funktionsbeschreibung	5
2.1 Übersicht	5
2.2 Auffrischung von T0 und T1	5
2.3 Datenleitung D	6
2.4 Neueinspeisung der Busspannung B	6
2.5 Massebereiche und JP1	6
2.6 Gleichrichtung und Schutzbeschaltung	6
3. Technische Daten	7
4. Anschlüsse und Bedienelemente	7
4.1 SX_IN	7
4.2 SX_OUT	7
4.3 Externe Versorgung J2	8
4.4 Masseanschlüsse J4	8
4.5 Lötbrücke JP1	8
5. Aufbau / Montage	9
6. Inbetriebnahme	10
7. Betrieb und Diagnose	10
8. Firmware / Software	10
9. Sicherheitshinweise	11
9.1 Fachkenntnisse	11
9.2 Vor der Inbetriebnahme	11
9.3 Externe Einspeisung	11
9.4 Masseführung und JP1	11
9.5 Bestimmungsgemäße Verwendung	11
9.6 Fehlerfall	11
10. Rechtliche Hinweise und Haftung	12
10.1 Projektstatus	12
10.2 Änderungen durch den Anwender	12
10.3 Haftung	12
10.4 Marken und Produktbezeichnungen	12
11. Hersteller- und Kontaktinformationen	13

12. Unterlagen und Referenzen	13
Abbildung 1: Fertig aufgebautes Modul, per Hand gelötet	1
Abbildung 2: Schaltplan	5
Abbildung 3: Ansicht oben (3D Rendering, nicht vollständig)	8
Abbildung 4: Ansicht unten (3D Rendering)	8
Abbildung 5: Bestückungsplan	9

Dokumenthistorie

Version	Datum	Änderung	Autor
1.0	07.08.2026	Erstausgabe für Hardware V03	Norbert Martsch

1. Zweck und Anwendungsbereich

Der aktive SX-Bus-Verstärker V03 dient zur Auffrischung der beiden Selectrix-Taktsignale T0 und T1 sowie zur erneuten Einspeisung der Busspannung B in einen nachfolgenden SX-Busabschnitt.

Bei größeren oder räumlich ausgedehnten Modellbahnanlagen können lange Busleitungen, zahlreiche Steckverbindungen, Verteiler oder ungünstige Leitungsquerschnitte zu einer Verschlechterung der Signalqualität und zu Spannungsabfällen der Busversorgung führen. Der Verstärker wird an einer geeigneten Stelle in den SX-Bus eingeschleift und bildet für den nachfolgenden Busabschnitt T0 und T1 aktiv neu. Die Busspannung B wird dort aus einer separaten externen Spannungsquelle neu eingespeist.

Typische Anwendungsszenarien sind:

- lange SX-Busleitungen und größere Entfernungen zwischen Zentrale und Modulen,
- viele hintereinander angeordnete Steckverbinder und Verteiler,
- erhöhter Strombedarf durch zahlreiche busversorgte Baugruppen,
- deutlicher Spannungsabfall der Busspannung B,
- unsichere Funktion einzelner Module am Ende eines Busstranges,
- Aufteilung einer Anlage in separat versorgte Busabschnitte.

Der Verstärker wird dabei grundsätzlich nach folgendem Schema eingesetzt:

SX-Zentrale / vorheriger Busabschnitt → SX-Verstärker → nachfolgender Busabschnitt

2. Funktionsbeschreibung

2.1 Übersicht

- aktive Auffrischung des Taktsignals T0,
- aktive Auffrischung des Taktsignals T1,
- direkte Durchleitung der bidirektionalen Datenleitung D,
- externe Neueinspeisung der Busspannung B,
- getrennte Massebereiche GNDA und GND mit optionaler Verbindung über JP1,
- verpolsichere Einspeisung an J2 durch einen Graetz-Brückengleichrichter,
- automatische Abschaltung der neuen Busspannung bei Abschalten des eingangsseitigen SX-Busses,
- DIN- und RJ45-Anschlüsse auf Ein- und Ausgangsseite,
- keine Firmware und keine Programmierung erforderlich.

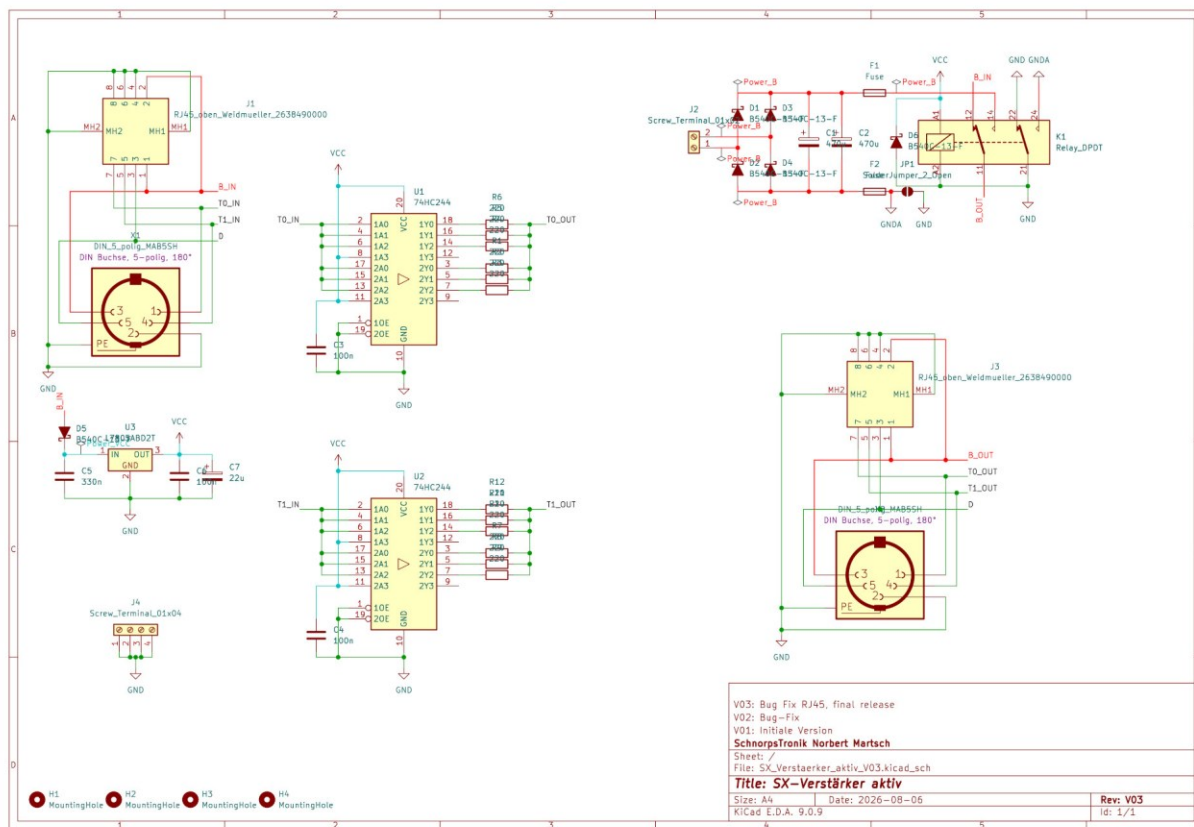


Abbildung 2: Schaltplan

2.2 Auffrischung von T0 und T1

Die Taktsignale T0 und T1 werden jeweils mit einem eigenen 74HC244 aufbereitet. Der 74HC244 ist ein nicht invertierender Leitungstreiber mit mehreren Treiberstufen. Mehrere Ausgänge eines Bausteins arbeiten über jeweils 220-Ω-Widerstände auf das gemeinsame Ausgangssignal. Dadurch werden T0 und T1 nicht lediglich weitergeleitet, sondern mit definierten 5-V-Logikpegeln aktiv neu erzeugt.

U1 übernimmt die Auffrischung von T0, U2 die Auffrischung von T1. Die interne 5-V-Versorgung wird mit dem Spannungsregler U3 (L7805) erzeugt und mit Puffer- und Abblockkondensatoren stabilisiert.

2.3 Datenleitung D

Die Datenleitung D wird nicht aktiv verstärkt, sondern direkt zwischen SX_IN und SX_OUT weitergeführt. Dies ist erforderlich, da D im Selectrix-System bidirektional arbeitet und von den angeschlossenen Busteilnehmern beeinflusst werden kann. Der Verstärker stellt daher keine vollständige galvanische Trennung des SX-Busses dar.

2.4 Neueinspeisung der Busspannung B

Die Busspannung B des nachfolgenden Busabschnittes wird nicht aus B_IN übernommen. Der Ausgangsabschnitt wird ausschließlich über eine separate externe Spannungsquelle versorgt. Diese wird an J2 eingespeist und nach Gleichrichtung über das Relais K1 auf B_OUT geschaltet.

Das Relais wird vom eingangsseitigen SX-Bus angesteuert. Fällt B_IN beim Abschalten der Zentrale beziehungsweise des vorgelagerten Busabschnittes aus, fällt K1 ab und trennt die externe Versorgung von B_OUT. Dadurch wird der neue Busabschnitt gemeinsam mit dem ursprünglichen SX-System abgeschaltet.

2.5 Massebereiche und JP1

Die Schaltung unterscheidet zwischen GNDA als Masse des alten beziehungsweise eingangsseitigen SX-Busses und GND als Masse des neuen beziehungsweise ausgangsseitigen SX-Busses.

JP1 verbindet ausschließlich GNDA und GND. Bei geöffnetem JP1 bleiben beide Massebereiche an dieser Stelle getrennt, bei geschlossenem JP1 werden sie direkt miteinander verbunden. JP1 verbindet nicht die Busspannung B und ermöglicht keine Betriebsart ohne externe Einspeisung.

2.6 Gleichrichtung und Schutzbeschaltung

D1, D2, D3 und D4 vom Typ B540C-13-F bilden am Versorgungseingang J2 einen Graetz-Brückengleichrichter. Dadurch kann die externe Versorgungsspannung in beliebiger Polarität angeschlossen werden. Unabhängig von der Anschlussrichtung liegt hinter dem Gleichrichter die für die Schaltung erforderliche Polarität an. Der Spannungsabfall über die jeweils zwei leitenden Schottky-Dioden ist bei der Wahl der Versorgungsspannung zu berücksichtigen.

D5 ist die Schutzdiode für den nachfolgenden Spannungsregler U3 vom Typ L7805. D5 gehört nicht zum Graetz-Brückengleichrichter.

3. Technische Daten

Bussystem	Selectrix SX0 oder SX1
Aufgefrischte Signale	T0 und T1
Datenleitung D	direkt durchgeleitet, bidirektional
Busspannung B_IN	nur eingangsseitiger Busabschnitt
Busspannung B_OUT	ausschließlich externe Neueinspeisung
Betrieb ohne externe Einspeisung	nicht vorgesehen
Externe Versorgung J2	Polarität beliebig
Gleichrichtung J2	Graetz-Brückengleichrichter aus D1 bis D4
D1 bis D5	B540C-13-F
Funktion D5	Schutzdiode für U3 / L7805
Eingangsseitige Masse	GNDA
Ausgangsseitige Masse	GND
Verbindung GNDA/GND	optional über JP1
Logikbausteine	2 × 74HC244
Logikversorgung	5 V über U3 / L7805
Abschaltung B_OUT	zweipoliges Relais K1
SX-Anschlüsse	5-polige DIN-Buchsen und RJ45
Absicherung	2 Sicherungen
Prozessor / Firmware	nicht vorhanden / nicht erforderlich
Hardwarestand	V03 – final release

4. Anschlüsse und Bedienelemente

4.1 SX_IN

SX_IN wird mit der SX-Zentrale oder dem vorherigen Busabschnitt verbunden. Zur Verfügung stehen die 5-polige DIN-Buchse X1 und die RJ45-Buchse J1. Über den Eingang werden B_IN, T0_IN, T1_IN, D und GNDA geführt.

4.2 SX_OUT

SX_OUT führt zum nachfolgenden SX-Busabschnitt. Zur Verfügung stehen die 5-polige DIN-Buchse X2 und die RJ45-Buchse J3. Am Ausgang stehen B_OUT, T0_OUT, T1_OUT, D und GND zur Verfügung.

4.3 Externe Versorgung J2

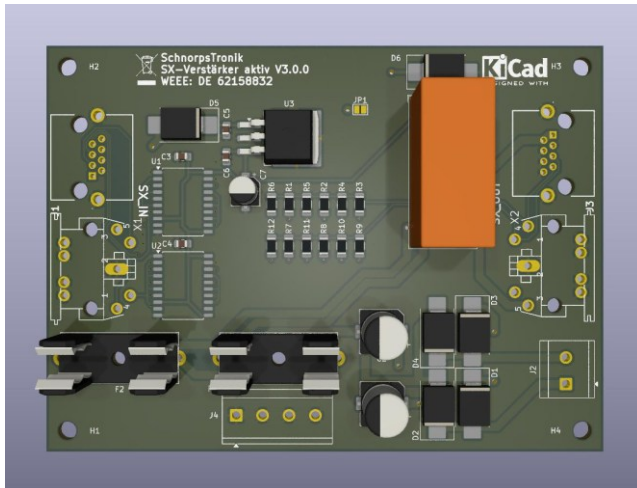
An J2 wird die externe Versorgungsspannung für den neuen SX-Busabschnitt angeschlossen. Durch den Graetz-Brückengleichrichter D1 bis D4 kann die Spannung in beliebiger Polarität angeschlossen werden. Versorgungsspannung, Strombelastbarkeit und Absicherung müssen zum vorgesehenen Busabschnitt passen.

4.4 Masseanschlüsse J4

J4 stellt zusätzliche Masseanschlüsse zur Verfügung. Bei der Anlagenverdrahtung ist zu beachten, welchem Massebereich die Anschlüsse zugeordnet sind, damit eine beabsichtigte Trennung von GNDA und GND nicht unbeabsichtigt außerhalb der Leiterplatte überbrückt wird.

4.5 Lötbrücke JP1

JP1 verbindet GNDA mit GND. Die Lötbrücke hat keinen Einfluss auf die externe Einspeisung von B_OUT; diese ist immer erforderlich.



5. Aufbau / Montage

Der SX-Verstärker ist vollständig ohne Mikrocontroller aufgebaut. Die wesentlichen Baugruppen sind:

- U1 und U2: zwei Leitungstreiber 74HC244 für T0 und T1,
- U3: Spannungsregler L7805 für die interne 5-V-Versorgung,
- K1: zweipoliges Relais zur Schaltung von B_OUT,
- D1 bis D4: Schottky-Dioden als Graetz-Brückengleichrichter,
- D5: Schutzdiode für den Spannungsregler,
- D6: weitere Diode im Versorgungs-/Schaltbereich gemäß Schaltplan,
- F1 und F2: Absicherung der Versorgungswege,
- Puffer- und Abblockkondensatoren,
- 5-polige DIN-Buchsen, RJ45-Buchsen und Schraubklemmen,
- JP1 als Lötbrücke zwischen GNDA und GND,
- vier Montagebohrungen zur mechanischen Befestigung.

Der Eingangsbereich SX_IN befindet sich auf der linken, der Ausgangsbereich SX_OUT auf der rechten Seite der Leiterplatte. Die Leitungstreiber liegen zentral, während Relais, Sicherungen und Versorgungselemente in den zugehörigen Funktionsbereichen angeordnet sind.

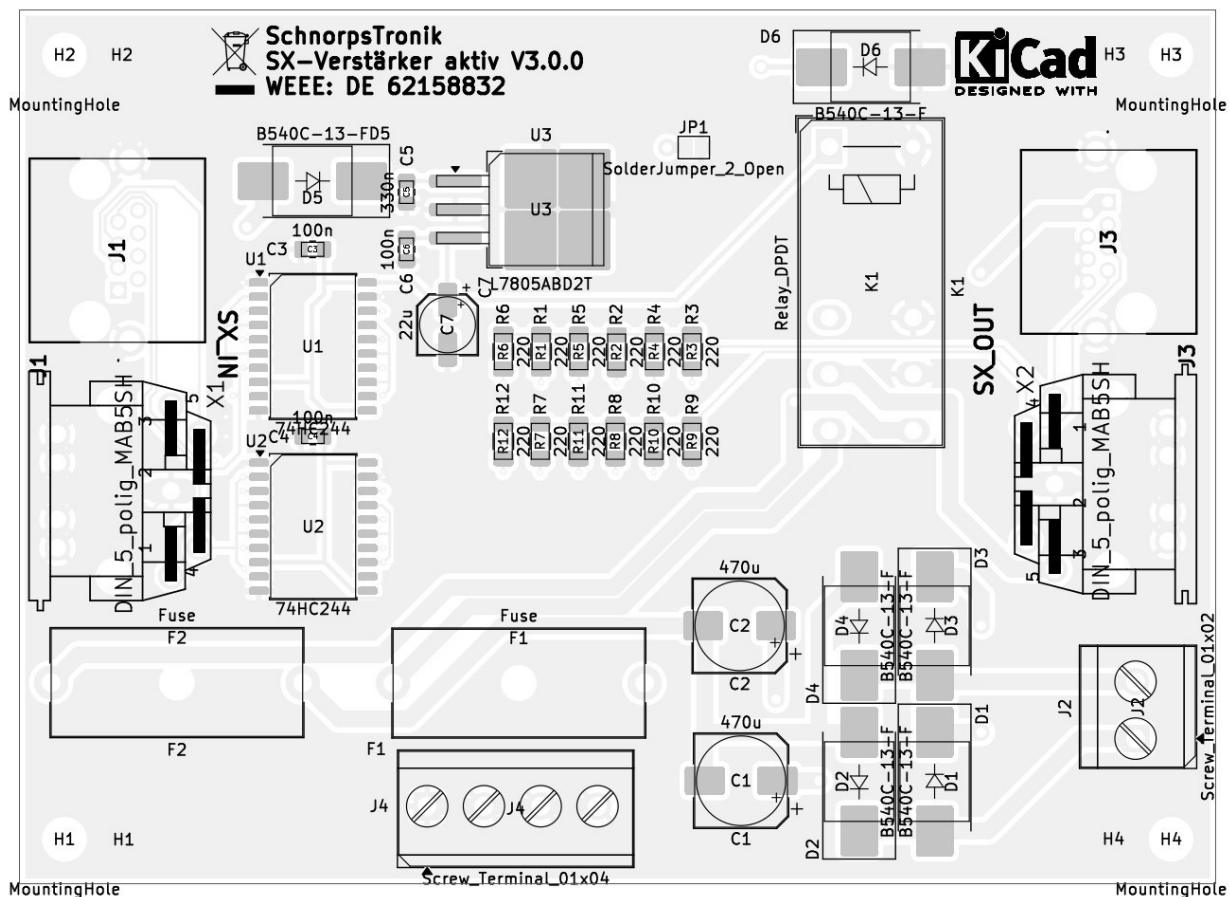


Abbildung 5: Bestückungsplan

6. Inbetriebnahme

Vor dem ersten Einschalten ist die Baugruppe sorgfältig zu prüfen. Empfohlene Reihenfolge:

1. Bestückung mit Schaltplan und Bestückungsplan vergleichen.
2. Einbaurichtung der Dioden und Elektrolytkondensatoren kontrollieren.
3. Ausrichtung von U1, U2 und U3 sowie die Bestückung des Relais prüfen.
4. Sicherungswerte kontrollieren.
5. Lötstellen auf Kurzschlüsse, kalte Lötstellen und Lötbrücken prüfen.
6. Zuordnung von SX_IN und SX_OUT sowie die Anschlussbelegung kontrollieren.
7. Gewünschten Zustand von JP1 festlegen und externe unbeabsichtigte Verbindungen zwischen GNDA und GND ausschließen.
8. Externe Versorgungsspannung an J2 anschließen. Die Polarität ist durch den Graetz-Brückengleichrichter beliebig.
9. Zunächst ohne nachgeschaltete SX-Module die interne 5-V-Versorgung prüfen.
10. T0_OUT und T1_OUT messtechnisch prüfen.
11. Schaltfunktion von K1 und B_OUT beim Ein- und Ausschalten des eingangsseitigen SX-Busses kontrollieren.
12. Erst nach erfolgreicher Prüfung den nachfolgenden Busabschnitt anschließen.

7. Betrieb und Diagnose

Im Normalbetrieb arbeitet der Verstärker ohne Bedienung oder Konfiguration. T0 und T1 werden aktiv aufbereitet, D wird durchgeleitet und die externe Versorgung wird über K1 auf B_OUT geschaltet, solange der eingangsseitige SX-Bus aktiv ist.

Bei Fehlfunktionen empfiehlt sich folgende Diagnose:

- B_IN am Eingang prüfen.
- interne 5-V-Versorgung am Ausgang des L7805 prüfen.
- T0_IN/T0_OUT und T1_IN/T1_OUT mit Oszilloskop vergleichen.
- D-Leitung auf Durchgang und unzulässige Kurzschlüsse prüfen.
- externe Versorgung an J2 prüfen.
- B_OUT und Schaltfunktion von K1 prüfen.
- Zustand von JP1 und externe Masseverbindungen prüfen.
- Steckverbinder, Buskabel und Verteiler auf Übergangswiderstände oder Beschädigungen kontrollieren.

Der Verstärker kann schlechte Steckverbindungen oder beschädigte Leitungen nicht ersetzen. Solche Fehler sind vor dem Einsatz eines Verstärkers zu beseitigen.

8. Firmware / Software

Für den SX-Bus-Verstärker V03 ist keine Firmware erforderlich. Die Schaltung arbeitet vollständig hardwarebasiert und benötigt keine Programmierung, Konfiguration oder SX-Adresse.

9. Sicherheitshinweise

9.1 Fachkenntnisse

Aufbau, Anschluss, Inbetriebnahme und Änderungen setzen ausreichende Kenntnisse in Elektronik, Löttechnik, Messtechnik und im sicheren Umgang mit elektrischen Baugruppen voraus.

9.2 Vor der Inbetriebnahme

Vor dem ersten Einschalten sind insbesondere Bestückung, Versorgungsspannung, Anschlussbelegung, mögliche Kurzschlüsse, Sicherungswerte und die Einhaltung der angegebenen elektrischen Grenzwerte zu kontrollieren.

9.3 Externe Einspeisung

B_OUT wird ausschließlich aus der externen Versorgung an J2 gespeist. Eine Betriebsart ohne externe Einspeisung ist nicht vorgesehen. Die Polarität an J2 ist aufgrund der Graetz-Brückengleichrichtung beliebig; die zulässige Spannung und Strombelastbarkeit sind dennoch einzuhalten.

9.4 Masseführung und JP1

GND_A und GND sind unterschiedliche Massebereiche. JP1 verbindet diese beiden Massebereiche. Zusätzliche Verbindungen in der Anlagenverdrahtung können die beabsichtigte Masseführung verändern und sind vor Inbetriebnahme zu prüfen.

9.5 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Projekt ist ausschließlich für den beschriebenen Einsatz im Bereich Modelleisenbahn vorgesehen. Es ist nicht für sicherheitskritische Anwendungen, medizinische Anwendungen, Fahrzeugsteuerungen, Schutzfunktionen oder andere Anwendungen bestimmt, bei denen Fehlfunktionen zu erheblichen Personen- oder Sachschäden führen können.

9.6 Fehlerfall

Bei ungewöhnlicher Erwärmung, Geruchsentwicklung, Rauchentwicklung, sichtbaren Beschädigungen oder sonstigen Fehlfunktionen ist die Spannungsversorgung unverzüglich zu trennen. Eine erneute Inbetriebnahme darf erst nach Feststellung und Beseitigung der Ursache erfolgen.

10. Rechtliche Hinweise und Haftung

10.1 Projektstatus

Dieses Selbstbauprojekt wurde nach bestem Wissen entwickelt und getestet. Trotz sorgfältiger Entwicklung und Dokumentation können Fehler in Schaltung, Leiterplattenlayout, Bauteilbestückung oder Dokumentation nicht vollständig ausgeschlossen werden. Eine Gewähr für Fehlerfreiheit, Vollständigkeit oder Eignung für einen bestimmten Anwendungsfall wird nicht übernommen, soweit dies gesetzlich zulässig ist.

10.2 Änderungen durch den Anwender

Änderungen an Schaltung, Leiterplatte, Bauteilbestückung oder vorgesehenen Betriebsbedingungen können Funktion, Betriebssicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit beeinflussen. Die daraus entstehende geänderte Ausführung ist vom Anwender eigenverantwortlich zu prüfen.

10.3 Haftung

Soweit gesetzlich zulässig, wird die Haftung für Schäden ausgeschlossen, die aus einem nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch, einem fehlerhaften Aufbau, falschem Anschluss, der Überschreitung angegebener Grenzwerte oder nicht freigegebenen Änderungen entstehen. Zwingende gesetzliche Haftungsvorschriften bleiben unberührt. Dies gilt insbesondere für die Haftung wegen Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit, für Schäden aus der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit sowie für eine gesetzlich zwingende Produkthaftung.

10.4 Marken und Produktbezeichnungen

Genannte Marken, Handelsnamen und Produktbezeichnungen sind Eigentum der jeweiligen Rechteinhaber. Ihre Verwendung dient ausschließlich der Beschreibung der Kompatibilität beziehungsweise des vorgesehenen Einsatzbereichs und bedeutet keine Verbindung, Beauftragung oder Unterstützung durch den jeweiligen Markeninhaber, sofern dies nicht ausdrücklich angegeben ist.

11. Hersteller- und Kontaktinformationen

Hersteller / Anbieter	SchnorpsTronik
Inhaber	Norbert Martsch
Anschrift	siehe Impressum auf www.schnorpstronik.de
E-Mail	sx-elektronik@schnorpstronik.de
Internet	www.schnorpstronik.de
Produkt / Projekt	SX-Bus-Verstärker aktiv V03
Artikel-/Produktnummer	nicht vergeben
Hardwareversion	V03
WEEE-Reg.-Nr.:	DE 62158832  
Information gemäß Verpackungsgesetz: Registrierungsnummer (LUCID):	DE1095920306012

12. Unterlagen und Referenzen

Zum Projekt gehören folgende Unterlagen:

- SX_Verstaerker_aktiv_V03.pdf – Schaltplan,
- SX_Verstaerker_aktiv_V03__Assembly.pdf – Bestückungs- und Leiterplattenplan.

Als funktionales Vorbild beziehungsweise Anregung diente der DIGIRAIL SX-Treiber 211005.01/02. Die vorliegende Schaltung ist eine eigene Ausführung und wurde für die SchnorpsTronik-Projekte angepasst.

Projektseite: www.schnorpstronik.de