

Dipl.-Ing. Michael Zimmermann

Buchenstr. 15
42699 Solingen

☎ 0212 46267

🌐 <https://kruemelsoft.hier-im-netz.de>

✉ BwMichelstadt@t-online.de

Michelstadt (Bw)



FREDi

Gedanken zu seiner Reparatur

Der in diesem Dokument beschriebene Workflow hat dem Autor geholfen, FREDi zu reparieren. Das Dokument ist daher als Rezept zu betrachten.

Der Autor dieser Anleitung übernimmt keine Garantie oder Haftung für Schäden oder Mängel, die sich durch die Verwendung dieser Anleitung ergeben.

Für Hinweise auf Fehler, Ergänzungen oder ungültige Links ist der Autor dankbar.

Die Nennung von Marken- und Firmennamen geschieht in rein privater und nichtgewerblicher Nutzung und ohne Rücksicht auf bestehende Schutzrechte.

*Diese Zusammenstellung wurde nach bestem Wissen
und ohne Vollständigkeitsgarantie in der Hoffnung erstellt, dass sie nützlich ist.
Wenn sie nicht nützlich ist – dann eben nicht.*

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
FREDi - Gedanken zu seiner Reparatur	3
Die Checks – eine Übersicht	4
Check 1: Anschließen – Wenigstens eine LED an?	5
Check 2: Lok übernehmen/abgeben	6
Check 3: Drehgeber/Potentiometer	7
Check 4: Notaus/Richtungsumkehr	8
Check 5: Funktionstasten	9
Versionsgeschichte	9
Anhang A: Reparaturen im Detail	10
Übersicht der Ersatzteile	10
Selbsttest durchführen	10
Den Prozessor (wieder) einsetzen	11
Den Prozessor prüfen für Fortgeschrittene	11
Prüfen des Prozessors	12
Voraussetzungen	12
Hardware	12
Software	12
Drehgeber/Potentiometer tauschen	13
Umschalter tauschen	14
Funktionstaster tauschen	14
Anhang B: Benötigte Hard- und Software	15
Hardware	15
Software	15
Anhang C: FREDi – Prozessoranalyse für Fortgeschrittene	16
Anhang D: Software aufspielen für Fortgeschrittene	18
Anhang E: Firmware aktualisieren für Fortgeschrittene	20
Anhang F: Checklisten als Reparaturvorlage für Vielreparierer	22
Anhang G: Checklisten für die Prozessoranalyse für Vielreparierer	23

FREDi- Gedanken zu seiner Reparatur

Es geschieht immer wieder mal – da will man einen FREDi nutzen und der verhält sich nicht wie gewohnt.

Liegt dann immer ein Defekt vor?

Ja – nein – weiß nicht...

Diese Zusammenstellung soll eine Hilfe zur Selbsthilfe und ein Leitfaden zur Fehlersuche und -behebung sein.

Direkt ein Hinweis vorweg: ich versuche hier mögliche Fehlerszenarien und deren Behebung aufzuzeigen. Diese Zusammenstellung ist ein Anfang und kann nicht alle möglichen Fälle erfassen. Hoffentlich aber die wichtigsten. Sie soll dem einfachen Anwender wie auch einem fortgeschrittenen Nutzer helfen.

Und welche Grundkenntnisse werden nun benötigt?

Voraussetzung ist sicherlich das Wissen rund um die Begriffe DCC und LocoNET® und der Zusammenhang der Beiden. Und wer die Bedienung der Handregler nicht kennt, braucht hier eigentlich nicht weiter zu lesen.

Sinnvollerweise geht man alle Checks der Reihe nach durch – es sei denn, man kennt den Fehler bereits und weiß, wie man diesen behebt – dann erübrigen sich möglicherweise die einzelnen Checks...

Es werden hier nur Maßnahmen am FREDi und nicht am (veralteten) FRED beschrieben – dessen Reparatur ist nur etwas für Profis. Und: ich gehe davon aus, dass beim FREDi die aktuellste Software aufgespielt ist (aktuell [09.12.2025] ist das die Version 2.3).

Die meisten Informationen in dieser Krümelbahn Info sind Ausschnitte aus anderen Krümelbahn Infos und Anleitungen¹ – herunterladen und ansehen kann weiterhelfen:

FREDi	https://fremodcc.sourceforge.net/diy/fred2/fredi_d.html
FRED-Zuweisung	https://www.fktt-module.de/sites/default/files/common_files/wiki/Fredzuweisung.pdf
DISPA	https://github.com/Kruemelbahn/DISPA kann an einigen Stellen eine DCC-Zentrale ersetzen.
Dispatchen und Kurzanleitungen	Krümelbahn Info 8 - Handregler für die Modellbahn https://github.com/Kruemelbahn/Infoletter/blob/main/Krümelbahn%20Info%208%20-%20Handregler%20für%20die%20Modellbahn.pdf
TwinCenter / Intellibox bedienen	Krümelbahn Info 9 - TwinCenter - Bedienung einfach und übersichtlich https://github.com/Kruemelbahn/Infoletter/blob/main/Krümelbahn%20Info%209%20-%20TwinCenter%20-%20Bedienung%20einfach%20und%20übersichtlich.pdf Zum Dispatchen siehe auch: Im Abschnitt: "Handregler zuweisen (Dispatchen)"
FCalib2 Software aufspielen	Krümelbahn Info 10 - Handregler - Software aufspielen https://github.com/Kruemelbahn/Infoletter/blob/main/Krümelbahn%20Info%2010%20-%20Handregler%20-%20Software%20aufspielen.pdf
JMRI Firmware aktualisieren	Krümelbahn Info 11 - JMRI - Universalwerkzeug für die Modellbahn siehe Abschnitt: "Firmware aufspielen" https://github.com/Kruemelbahn/Infoletter/blob/main/Krümelbahn%20Info%2011%20-%20JMRI%20-%20Universalwerkzeug%20für%20die%20Modellbahn.pdf
FREDi: Anleitung zum Zusammenbau	FREDi-Hinweise zum Aufbau FREDI_1_7V2.2.2.pdf https://magentacloud.de/s/D6GksGDbGEAtF8S
Bedeutung der FREDi-SVs	https://groups.io/g/fremodcc/files/FREDI/FrediSvUsage.pdf

¹ Screenshots sind als Beispiele zu verstehen



Nicht nur für dieses Dokument gilt: **Erst lesen – dann handeln!**

Wann immer ein FREDi zur Reparatur ansteht, ist es sehr wichtig, eine detaillierte Fehlerbeschreibung zu haben – ansonsten kann die Fehlersuche auch zur sprichwörtlichen Suche nach der Nadel im Heuhaufen werden!

Und: nach einer Reparatur führe ich alle Tests erneut aus.



Für die meisten Checks wird eine (beliebige) DCC-Zentrale mit eingeschaltetem DCC und LocoNET® benötigt!



Hinweis: Felder/Textstellen, die mit dieser Farbe gefüllt sind, beschreiben Handlungen für Fortgeschrittene.

Die Checks – eine Übersicht

Im Folgenden sind viele Tabellen (im Anhang auch zum Ausdrucken) mit Auswahlkästchen (☐) versehen: bei einer Prüfung können hier Haken gesetzt werden, wenn der Prüfpunkt in Ordnung ist.

Die nachfolgende Tabelle dient mir als Checkliste für die Überprüfung eines FREDi – ein Fehler kann so schneller lokalisiert werden. In den folgenden Kapiteln werden diese Checkpunkte näher erläutert.

Check	<input type="checkbox"/>	Anschließen	Wenigstens eine LED an		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Lok übernehmen/abgeben			<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Potentiometer/Drehgeber	0..127		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Not-Aus/Richtungsumkehr	Vor/zurück		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Funktionstasten	F0...F3/F8/F12/F16		<input type="checkbox"/>

Check 1: Anschließen – Wenigstens eine LED an?


Erster Indikator und damit ein Hilfsmittel zur Problemfindung sind die drei LEDs am FREDi. Dazu ist der FREDi an das LocoNET® anzuschließen:

Nur eine LED an (rot, grün links oder grün rechts)	Normalzustand
Schnelles Lauflicht der LED	a.) Nach einem Selbsttest b.) Beim Verbindungsaufbau mit der Zentrale. Dauert dieser zu lange, ist <ul style="list-style-type: none"> - die Zentrale zu prüfen - die LocoNET®-Verbindung zu prüfen - oder es liegt ein Problem im Prozessor vor und dieser ist zu prüfen
Langsames Lauflicht der LEDs	Der FREDi ist im Selbsttest Abhilfe: Selbsttest durchführen
Alle LEDs dauerhaft an	die FREDi-ID ist fehlerhaft Abhilfe: ID (neu) setzen
Keine LED an	<input type="checkbox"/> a.) DCC-Zentrale und LocoNET® eingeschaltet?
	<input type="checkbox"/> b.) Kabel prüfen: richtig eingesteckt oder Kabel defekt? Defekte Kabel kann man mit einem Kabeltester ² prüfen
	<input type="checkbox"/> c.) <i>Klappertest</i> durchführen: den FREDi schütteln und auf Klappergeräusche achten: dann ist möglicherweise der Mikroprozessor aus der Fassung gefallen (kommt öfter vor als man denkt) Abhilfe: den Prozessor wieder einsetzen
	<input type="checkbox"/> d.) FREDi vom LocoNET® trennen, öffnen und Mikroprozessor prüfen: auch ohne Klappergeräusche könnte dieser teilweise aus der Fassung gerutscht sein. Abhilfe: den Prozessor wieder einsetzen
	<input type="checkbox"/> e.) nach c.) bzw. d.): FREDi wieder mit dem LocoNET® verbinden und die LEDs prüfen: ist jetzt nur eine LED an, kann es mit Check 2 weitergehen Ansonsten: den Prozessor prüfen



Mit den nächsten Checks geht es erst weiter, wenn wenigstens eine LED leuchtet!

² Hierfür habe ich Platinen vorrätig

	Für die Checks 2 bis 5 kann auch DISPA verwendet werden, siehe dazu https://github.com/Kruemelbahn/DISPA/blob/main/Documentation/Dispa.pdf im Abschnitt: "2.3 – FREDi-Diagnose".
---	--

Check 2: Lok übernehmen/abgeben

Jetzt wird – sofern noch nicht geschehen – der FREDi ans LocoNET® angeschlossen. War diesem FREDi keine Lok zugeordnet, sollte die rote LED am FREDi leuchtet. Leuchtet jedoch ein der beiden grünen LEDs, ist dem FREDi eine Lok zugeordnet und sollte abgemeldet werden.

Jetzt eine Lok an der Zentrale/dem DISPA bereitstellen und übernehmen bzw. auch wieder abmelden („Dispatchen / Undispatchen“). Funktioniert? Dann weiter mit Check 3.

Wenn Dispatchen nicht funktioniert:

Mit einem [LocoNET®-Pegeltester](#)¹ wird der Zustand des LocoNET® überprüft.

Wenn hier die Pegel nicht in Ordnung sind: Zentrale oder Verkabelung tauschen.

Jetzt wird mit einem LocoNET®-Monitor, wie er z.B. von <https://www.jmri.org/> [JMRI](#) zur Verfügung gestellt wird (siehe hier [Krümelbahn Info 11 - JMRI - Universalwerkzeug für die Modellbahn](#) im Abschnitt "LocoNet-Monitor") der Telegrammverkehr aufgezeichnet und analysiert:

Keine Telegramme?	<input type="checkbox"/>	Zentrale prüfen: LocoNET® eingeschaltet, Pegel in Ordnung? (LocoNET®-Pegeltester verwenden)
	<input type="checkbox"/>	LocoNET®-Monitor prüfen: Aufzeichnung gestartet?
Telegramme vom FREDi?	<input type="checkbox"/>	Der FREDi sendet beim Dispatchen als erster ein Telegramm. Ist das nicht zu sehen, dann ist möglicherweise der Sendetransistor T2 zu ersetzen.
Telegramme (Antwort) von der Zentrale?	<input type="checkbox"/>	Dann sollte das Dispatchen funktionieren. Wenn nicht: dann müssen die Pegel auf den LocoNET®-Leitungen geprüft werden, sinnvollerweise mit einem Oszilloskop.

Check 3: Drehgeber/Potentiometer

Nach dem Zuweisen einer Lok wird am FREDi der Drehgeber/Potentiometer geprüft und an der Zentrale die Fahrstufen abgelesen: diese müssen sich entsprechend der Drehgeberposition ändern. Hier mehrfach rauf und runter stellen – auch mal schneller und langsamer.

Für das TwinCenter/Intellibox siehe z.B. hier:

[Krümelbahn Info 9 - TwinCenter - Bedienung einfach und übersichtlich](#)

im Abschnitt: "Handregler zuweisen (Dispatchen)".

Für den DISPA siehe z.B. hier:

<https://github.com/Kruemelbahn/DISPA/blob/main/Documentation/Dispa.pdf>

im Abschnitt: "Anschluss und Bedienung".

Sehr hilfreich ist hier z.B. ein LocoNET®-Monitor, wie er von [JMRI](#) zur Verfügung gestellt wird, siehe z.B. hier [Krümelbahn Info 11 - JMRI - Universalwerkzeug für die Modellbahn](#) im Abschnitt "LocoNet-Monitor". Hier kann man die Geschwindigkeitstelegramme auf dem LocoNET® sehen.

Funktioniert? Dann weiter mit Check 4.

Hinweis: Die Fahrstufen reichen von 0 bis 127. Der FREDi macht aus diesen 128 Werten 33 diskrete Werte (weil man sonst zu viel mit dem Incrementalgeber drehen müsste, um von 0 bis 127 zu kommen). Ein gewisses Springen (in eine Richtung!) ist also durchaus normal.

Häufigster Fehlerfall: die Geschwindigkeitsstufen springen, obwohl in eine Richtung gedreht wird, die Geschwindigkeitsstufen werden mal kleiner oder mal größer, z.B. 13 → 24 → 7 → 31 ...

Ursache kann z.B. ein tiefer Fall des FREDi bis auf den Boden mit Aufprall des Reglers sein – der mag das nicht und quittiert den ordnungsgemäßen Betrieb. Dann hilft es nur noch den, [Drehgeber auszutauschen](#).

Check 4: Notaus/Richtungsumkehr

Wenn ein Richtungswechsel nicht funktioniert, kann dies

- einfach an der Verdrahtung liegen: es hat sich ein Anschluss von der Platine gelöst: der Drehgeber hat insgesamt fünf Anschlüsse, das Potentiometer bzw. der Umschalter jeweils drei
- am Drehgeber selbst liegen: der Druckkontakt schaltet nicht mehr, es ist [der Drehgeber zu tauschen](#).
- am Umschalter liegen: dann ist der [Umschalter zu tauschen](#)

Nach jedem Richtungswechsel wird Check 3 (Drehen am Regler) durchgeführt.

Funktioniert? Dann weiter mit Check 5.

Check 5: Funktionstasten

In der Software-Version ab 2.2 werden die Funktionstasten von F0 bis F16 unterstützt. Diese sind alle zu prüfen:

Ohne Shift	<input type="checkbox"/>	F0 ³ ...F4	Die Überprüfung gelingt: a.) mit dem LocoNET®-Monitor b.) über den Status im TwinCenter / Intellibox (Krümelbahn Info 9, Abschnitt „Funktionen steuern“)
Mit Shift 1	<input type="checkbox"/>	F4...F8	
Mit Shift 2	<input type="checkbox"/>	F9...F12	
Mit Shift 1 <u>und</u> Shift 2 gleichzeitig	<input type="checkbox"/>	F13...F16	

Für den SWD-FREDi gilt eine abweichende Tastenbelegung:

Ohne Shift	<input type="checkbox"/>	F0 ³ ...F8	Die Überprüfung gelingt: a.) mit dem LocoNET®-Monitor b.) über den Status im TwinCenter / Intellibox (Krümelbahn Info 9, Abschnitt „Funktionen steuern“)
Mit Shift	<input type="checkbox"/>	F9...F16	

Wenn ein Taster hakt bzw. nicht genügend Spielraum hat, um nach dem Drücken wieder in seine Ausgangslage zu kommen (also klemmt), so ist die Bohrung im Gehäuse für diesen Taster zu erweitern – bis es passt.

Wenn einer der Funktionen keine Telegramme sendet, ist der zugehörige Taster zu [überprüfen, ggf. zu ersetzen](#).

Sind alle Taster in Ordnung aber nicht alle Funktionen senden ein entsprechendes Telegramm, so ist der [Prozessor zu prüfen](#).

Versionsgeschichte

18.07.2024	initiale Erstellung
06.08.2024	redaktionelle Überarbeitung mit neuer Dokumentenstruktur
13.08.2024	redaktionelle Überarbeitung
23.08.2024	redaktionelle Überarbeitung nach Anmerkungen von R.Beckmann
21.09.2024	Links korrigiert
09.12.2025	Aktualisiert für FREDI-Version 2.3
03.02.2026	Links korrigiert, Beschreibung der speziellen LocoNET®-Telegramme hinzugefügt

³ F0 bleibt F0 – egal, ob mit oder ohne Shift

Anhang A: Reparaturen im Detail

Übersicht der Ersatzteile

(Die Links auf die Ersatzteile sind als Beispiel zu verstehen. Es ist nicht sichergestellt, dass die angegebenen Lieferanten auch in Zukunft diese Bauteile verfügbar haben...)

Prozessor ATMEGA 328P-PU:

<https://www.reichelt.de/8-bit-atmega-avr-mikrocontroller-32-kb-20-mhz-pdip-28-atmega-328p-pu-p119685.html>

Drehgeber STEC11B03:

https://www.reichelt.de/de/de/shop/produkt/drehimpulsegeber_15_impulse_30_rastungen_vertikal-73913

Potentiometer (50kΩ, 1W) VIS P11S100503KA:

https://www.reichelt.de/de/de/shop/produkt/drehpotentiometer_50_kohm_linear_6_mm-232690

Umschalter MS 500A:

<https://www.reichelt.de/kippschalter-6a-125vac-1x-ein-ein-ms-500a-p13150.html>

Taster TASTER 3301B:


https://www.reichelt.de/de/de/shop/produkt/kurzhubtaster_6x6mm_hoehe_9_5mm_12v_vertikal-27893

Selbsttest durchführen

Nach einem Flashen ist der Selbsttest durchzuführen. Dieser startet automatisch und ist am langsamen Lauflicht der LEDs zu erkennen.

Das ist nun der Moment, alle Tasten, Schalter und Drehelemente zu betätigen. **Der Nothalt muss als letzter Taster betätigt werden!** Den erfolgreichen Selbsttest erkennt man an einer Geschwindigkeitsänderung des Lauflichts (von langsam zu schnell). Beim nächsten Anstecken des FREDi an das LocoNET® geht dieser in seinen Grundzustand (rote LED leuchtet) und ist nun betriebsbereit.

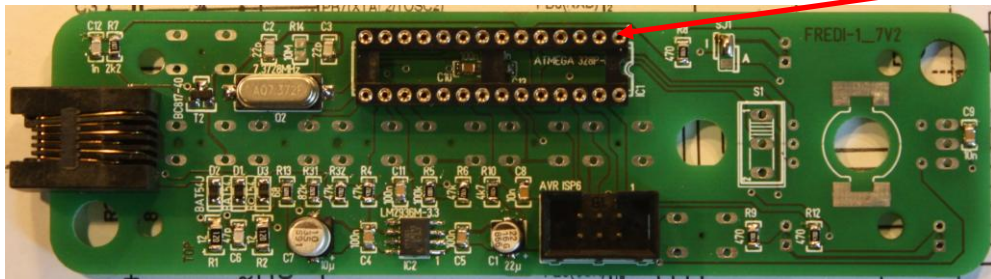
Hinweis: betätigt man den Nothalt **vor** dem Anschließen des FREDi an das LocoNET® und hält den Nothalt weiter für mehr als 10 Sekunden fest, geht der FREDi (erneut) in den Selbsttest.

 Den Selbsttest kann man auch im LocoNET®-Monitor beobachten: jeder Tastendruck sendet ein spezielles LocoNET®-Telegramm.			
Die speziellen LocoNET®-Telegramme sind kein Bestandteil der Digitrax-LocoNET®-Spezifikation sondern durch den FREMO definiert ⁴ :			
0xA8	0x2A	cdTime	send cdTime code from 1 to 127 according to FRED
	0x2B	button pressed	send button press/release code from 1 to 127 according to FRED
0xAF	ADC low	ADC high	send ADC raw unfiltered value (0..1023) according to FRED

⁴ Aus dem Sourcecode für FREDiv1.9 entnommen

Den Prozessor (wieder) einsetzen

- den FREDi vom LocoNET® trennen
- Gehäuse öffnen (→ zwei Kreuzschlitzschrauben an der Oberseite)
- Mikroprozessor wieder in die Fassung setzen, dabei die Einbaurichtung beachten!
Die Einbuchtung auf der Oberseite des ICs muss (i.d.R. wie die der Fassung) in Richtung Incrementalgeber sein!



(der Prozessor ist im Bild nicht eingesetzt)

- Gehäuse schließen

Den Prozessor prüfen für Fortgeschrittene

Wenn nach Überprüfung in Check 1 a.) bis d.) keine LED leuchtet, so wechseln wir in den Modus „fortgeschritten“ bzw. „Profi“:

<input type="checkbox"/>	FREDi zunächst vom LocoNET® trennen
<input type="checkbox"/>	FREDi öffnen (→ zwei Kreuzschlitzschrauben an der Oberseite)
<input type="checkbox"/>	alle Lötstellen in Augenschein nehmen
<input type="checkbox"/>	auffällige / kalte Lötstellen nachlöten
<input type="checkbox"/>	Betriebsspannung am Mikroprozessor messen (dazu ist der FREDi wieder mit dem LocoNET® zu verbinden, ein Dispatchen ist nicht erforderlich)
<input type="checkbox"/>	zwischen den Anschlüssen Pin 7 (+) und 8 (GND/Masse) beträgt die Betriebsspannung 3,3V
<input type="checkbox"/>	Lötstellen im Bereich des Spannungsreglers (IC2) prüfen. Tipp: hier hatte ich schon einmal den Fall, dass der Kondensator C1 nicht mehr angelötet war. Und auch der Schwingquarz Q2 war schon mal nur noch an einem Anschluss befestigt... (Stichwort hier: kalte Lötstelle)
<input type="checkbox"/>	Wenn hier alles in Ordnung ist und am FREDi nach erneutem Verbinden mit dem LocoNET® keine LED leuchtet, ist der Prozessor zu prüfen

(der Prozessor ist im Bild nicht eingesetzt, wird aber für die Spannungsprüfung benötigt → also im spannungslosen Zustand einsetzen!)

Prüfen des Prozessors

Voraussetzungen

Um den Prozessor zu prüfen (auszulesen) bzw. die Software auf den FREDi zu flashen werden eine entsprechende Hardware und Software benötigt: Software um die Hardware zu bedienen und zusätzlich die Software, die auf den FREDi gebracht werden soll: FCalib2 ist die Software zur Hardwarebedienung und bringt die Prozessorsoftware gleich mit.

Hardware

Grundvoraussetzung ist hier:

- ein PC oder Laptop, der wenigstens über eine USB-Schnittstelle verfügt.
- für das erstmalige flashen der Software wird auch ein AVR-Programmiergerät benötigt. Updates der Software können auch ohne Programmiergerät z.B. mit der Software JMRI auf den FREDi gebracht werden, siehe [hier](#).

Als AVR-Programmer für FCalib2 kommt bei mir ein DIAMAX-Prog S2 zum Einsatz (siehe [Anhang B](#)), es können aber auch andere Programmiergeräte verwendet werden. Wichtig hierbei ist, dass das AVR-Programmiergerät

- die Möglichkeit hat, eine Spannung von 3,3V für den FREDi einzustellen.
- STK500-kompatibel ist

Software

Zusätzlich zum Betriebssystem werden nachfolgende Softwarepakete benötigt, diese sind als Freeware im Internet verfügbar:

- AvrDude (<https://www.nongnu.org/avrdude/>)
Eine Software, die als Schnittstelle zwischen FCalib2 und der Hardware des AVR-Programmiergerätes benötigt wird.
- FCalib2 (<https://sourceforge.net/projects/fremodcc/files/FCalib2/>)

Hiermit können:

- die FREDis verwaltet werden
- den FREDis eine ID („Throttle-ID“) zugewiesen werde
- die Software auf den FREDi gebracht werden (sowohl initial als auch ein Update)

FCalib2 beinhaltet weiterhin alle Software-Versionen für die FREDis.

Praktischerweise setzt FCalib2 beim Flashen sowohl die Fuses als auch die ID.

Sinnvollerweise wird die [Software auf den Prozessor neu aufgespielt](#). Diese Vorgehensweise hat bei mir meistens geholfen, auch wenn es ggf. etwas zu viel des Guten ist.

In den seltensten Fällen muss der Prozessor getauscht werden. Dann muss auf den neuen Prozessor die [Software aufgespielt](#) werden.

Ersatztyp: ATMEGA 328P-PU: <https://www.reichelt.de/8-bit-atmega-avr-mikrocontroller-32-kb-20-mhz-pdip-28-atmega-328p-pu-p119685.html>

Drehgeber/Potentiometer tauschen

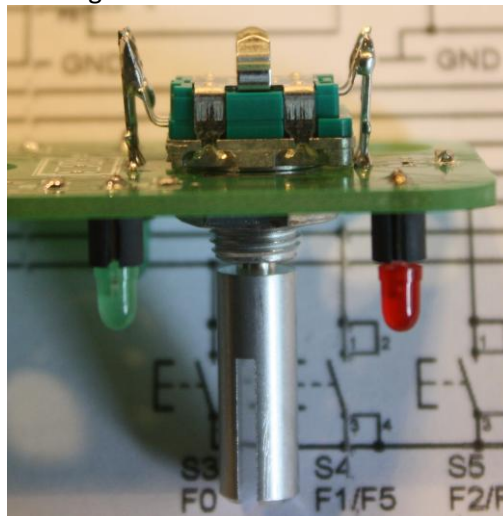
Ersatztyp Drehgeber: STEC11B03:

https://www.reichelt.de/de/de/shop/produkt/drehimpulsegeber_15_impulse_30_rastungen_vertikal-73913

Ersatztyp Potentiometer (50k Ω , 1W): VIS P11S100503KA:

<https://www.reichelt.de/drehpotentiometer-50-kohm-linear-6-mm-vis-p11s100503ka-p232690.html>

- den FREDi vom LocoNET® trennen
- Drehknopf entfernen
- Gehäuse öffnen (→ zwei Kreuzschlitzschrauben an der Oberseite)
- Platine vom Gehäuse losschrauben
- alten Drehgeber/Potentiometer ausbauen, dazu
 - am Drehgeber fünf, am Potentiometer drei Drähte ablöten, die Drähte selbst bleiben mit der Platine verbunden!
 - die Befestigungsmutter mit einem Maulschlüssel (i.d.R. Weite 11 für den Drehgeber, Weite 14 für das Potentiometer) lösen
 - man merke sich die Aufbaureihenfolge der Unterleg-, Zahn- und Isolierscheiben (soweit vorhanden)!
- vor dem Einbau eines neuen Incrementalgebers ist die kleine Rastnase auf der Gewindeseite abzufilen.
- Jetzt den neuen Drehgeber/das Potentiometer einsetzen.
Der Incrementalgeber wird entgegen der FREMO-Aufbauanleitung nicht von oben, sondern von unten in die Platine eingebaut.
- Die Anschlüsse leicht nach außen biegen damit die zuvor abgelöteten kleinen Drähtchen ohne Kurzschlussgefahr wieder angeschlossen werden können. Drähte wieder anlöten.



- Platine mit Gehäuse verschrauben. Darauf achten, dass alle Funktionstasten leicht beweglich sind und nicht klemmen!
- Gehäuse schließen
- Drehknopf montieren

Montagetipp für den Knopf:

- vor der Montage einen Plastikstreifen (Dicke ≥ 1 mm) zwischen Gehäuse und Knopf legen
- Knopf festschrauben
- Plastikstreifen entfernen → fertig

Umschalter tauschen

Ersatztyp: MS 500A: <https://www.reichelt.de/kippschalter-6a-125vac-1x-ein-ein-ms-500a-p13150.html>

- den FREDi vom LocoNET® trennen
- Drehknopf entfernen
- Gehäuse öffnen (→ zwei Kreuzschlitzschrauben an der Oberseite)
- Platine vom Gehäuse losschrauben
- alten Umschalter ausbauen, dazu
 - drei Drähte ablöten, die Drähte selbst bleiben mit der Platine verbunden!
 - die Befestigungsmutter mit einem Maulschlüssel (Weite 8) lösen
 - man merke sich die Aufbaureihenfolge der Unterleg-, Zahn- und Isolierscheiben (soweit vorhanden)!
- Jetzt den neuen Umschalter einsetzen und verlöten.
- Platine mit Gehäuse verschrauben. Darauf achten, dass alle Funktionstasten leicht beweglich sind und nicht klemmen!
- Gehäuse schließen
- Drehknopf montieren

Montagetipp für den Knopf:

- vor der Montage einen Plastikstreifen (Dicke $\geq 1\text{mm}$) zwischen Gehäuse und Knopf legen
- Knopf festschrauben
- Plastikstreifen entfernen → fertig

Funktionstaster tauschen

Ersatztyp: TASTER 3301B:

https://www.reichelt.de/de/de/shop/produkt/kurzhubtaster_6x6mm_hoehe_9_5mm_12v_vertikal-27893

- den FREDi vom LocoNET® trennen
- Drehknopf entfernen
- Gehäuse öffnen (→ zwei Kreuzschlitzschrauben an der Oberseite)
- Platine vom Gehäuse losschrauben
- Am einfachsten dürfte es sein, den defekten Taster an der Oberseite mit einem Seitenschneider an allen vier Anschlüssen von der Platine zu trennen.
- Anschließend sind die vier verbliebenen Anschlussreste mit dem Lötkolben und einer Entlötpumpe zu entfernen.



die Leiterbahnen sind empfindlich und können sich bei zu langer Lötdauer von der Platine lösen!

- Jetzt den neuen Taster einsetzen und verlöten. Vor dem Verlöten darauf achten, dass die Taster **absolut plan** auf der Platine aufliegen!
- Platine mit Gehäuse verschrauben. Darauf achten, dass alle Funktionstasten leicht beweglich sind und nicht klemmen!
- Gehäuse schließen
- Drehknopf montieren

Montagetipp für den Knopf:

- vor der Montage einen Plastikstreifen (Dicke $\geq 1\text{mm}$) zwischen Gehäuse und Knopf legen
- Knopf festschrauben
- Plastikstreifen entfernen → fertig

Anhang B: Benötigte Hard- und Software

Nicht jede Hard- oder Software wird für einen FREDi-Check tatsächlich immer benötigt, hier kommt es immer auf den Fehlerfall an.

Hardware

Kabeltester⁵: http://www.fremo.wisotzki.org/projekte/In_kabel_tester/index.php

Pegeltester⁴: http://dcc-mueller.de/loconet/In_tst_d.htm

DISPA⁶: <https://github.com/Kruemelbahn/DISPA>, kann an einigen Stellen (Dispatchen, SVs auslesen, Drehgeber und Funktionstasten testen) eine DCC-Zentrale ersetzen.

LocoNET®-Buffer: <https://github.com/Kruemelbahn/LocoBuffer-Nano> für den Einsatz von **JMRI** auf einem PC o.ä.

In diesem Bereich gibt es viele einsetzbare Geräte, z.B. auch den LocoBuffer von H.Deloof (<https://locohdl.synology.me/pageDE9.html>). Das tatsächlich verwendete Gerät ist in JMRI entsprechend auszuwählen, siehe dazu auch: Krümelbahn Info 11 - JMRI - Universalwerkzeug für die Modellbahn im Abschnitt: "LocoNET®-Schnittstelle einrichten"

(<https://github.com/Kruemelbahn/Infoletter/blob/main/Kr%C3%BCmelbahn%20Info%2011%20-%20JMRI%20-%20Universalwerkzeug%20f%C3%BCr%20die%20Modellbahn.pdf>).

AVR-Programmierer: DIAMAX-Prog S2

<https://www.diamex.de/dxshop/USB-ISP-Programmer-fuer-Atmel-AVR>.

Für die Verwendung werden keine zusätzlichen Treiber benötigt. Der DIAMAX-Prog S2 ist ST500-kompatibel und wird somit von FCalib2 unterstützt.

Diamex Prog-S2 (weiß = Schalterstellung)



1 = OFF (3,3V), 2 = ON (externe Spannung ein)

Höhe der Spannung auf den Datenleitungen und extern = 3,3 Volt

Eine externe Schaltung bzw. ein angeschlossener Controller kann vom PROG-S2 mit Strom versorgt werden.



3 = OFF, 4 = OFF

Programmer für alle Atmel-AVR-Controller mit ISP-Schnittstelle

Die Programmierung dieser Controller geschieht über die ISP-Schnittstelle, diese ist bei den meisten AVR-Controllern gleichbedeutend mit den Pins für den SPI-Bus (Achtung! Es gibt einige Controller, die separate PDI/PDO-Pins besitzen). Zusätzlich zu SCK, MISO, MOSI wird noch die Reset-Leitung benötigt. PROG-S2 emuliert einen STK500-Programmer und ist hierdurch kompatibel zu AVR/ATMEL-Studio und AVRDUDE.

Die Programmiervoltage kann je nach angeschlossenem AVR-Controller auf 3,3V oder 5V eingestellt werden.

Die Verbindung zu einem Handregler erfolgt über ein 6-poliges Flachbandkabel, Verdrahtung 1:1 (Standardkabel für ICSP) – wenn denn die ICSP-Buchse (AVR ISP6) auf der Handreglerplatine aufgelötet ist...

Software

Alle hier aufgelisteten Softwarepakete sind Freeware.

Modellbahn-Universalsoftware (JMRI): <https://www.jmri.org/>

AvrDude: <https://www.nongnu.org/avrdude/>

AvrDudess (optional): <https://blog.zakkemble.net/avrdudess-a-gui-for-avrdude/>

FCalib2: <https://sourceforge.net/projects/fremodcc/files/FCalib2/>

⁵ Hierfür habe ich Platinen vorrätig

⁶ Platinen auf Anfrage

Anhang C: FREDi – Prozessoranalyse für Fortgeschrittene

FREDi ab Software-Version 1.8 haben interne Konfigurationswerte (SVs, System-Variable)⁷ die mit geeigneter Hard- und Software ausgelesen und geändert werden können. Zum Auslesen und Anzeigen der SVs kann DISPA verwendet werden, siehe dazu <https://github.com/Kruemelbahn/DISPA/blob/main/Documentation/Dispa.pdf> im Abschnitt: “2.3 – FREDi-Diagnose”.

Kommt mit dem DISPA keine Verbindung zum FREDi zustande, ist das LocoNET®-Kabel zu prüfen. Hilft das auch nicht, dann muss der EEPROM-Inhalt mit einem Programmiergerät ausgelesen werden → siehe den nächsten Abschnitt.

Ist kein DISPA zur Hand (oder schlägt das Auslesen fehl), so muss der EEPROM-Inhalt des Prozessors z.B. mit AVRDUDESS⁸ ausgelesen werden:

Zum Auslesen des Prozessors nutze ich AVRDUDESS (ein GUI für AVRDUDE) und lese zuerst die Fuses aus:

<input type="checkbox"/>	Fuses auslesen	ATmega328P (low=D7, high=D4, e=05/FD)	low=	high=	e=
--------------------------	----------------	---------------------------------------	------	-------	----

(rot = Sollwert)

Anschließend wird der EEPROM-Inhalt ausgelesen, der Inhalt ist dann in einer Datei gespeichert und wird analysiert. Ein typischer Dateiinhalt mit der ersten Zeile sieht so aus:

```
:20000000494BFF0055860202200823FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF38
```

Die Werte, die uns interessieren, sind farblich hervorgehoben und liegen im Hexadezimalformat vor:

<input type="checkbox"/>	EEPROM auslesen	(Bedeutung siehe unten)											
		Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY
		49	4B	FF	FF	00	55	86	02	02	20	08	23
		494B					normal		2.2		20.8.2023		

Möglicher EEPROM-Inhalt:

SV	Function	Address	Variable	Comment
4	SERIAL_NUMBER_H DSTH	0	id2	Throttle Id and Serial and Address (FREMO use: high byte) NOTES: - Never written by FREDi - Use FCalib2 to set - id1 and id2 are the only two bytes written by FCalib2
3	SERIAL_NUMBER_L DSTL	1	id1	Throttle Id and Serial and Address (FREMO use: low byte) NOTES: - Never written by FREDi - Use FCalib2 to set - id1 and id2 are the only two bytes written by FCalib2
8	USER_BASE+3	2	locoAdrHigh	Higher 7 bits of DCC address (valid range is 0...0x4F) When Bit 7 is set this means that no Loco is assigned
9	USER_BASE+4	3	locoAdrLow	Lower 7 bits of DCC address (valid range is 0...0x7F)

⁷ Zur Bedeutung der SVs: siehe *FrediSvUsage.pdf* (<https://groups.io/g/fremodcc/files/FREDi/FrediSvUsage.pdf>)

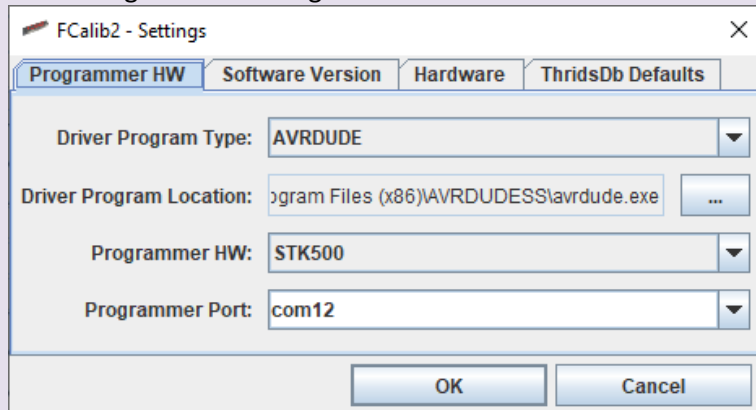
⁸ AVRDUDESS ist eine grafische Oberfläche für AVRDUDE

				When Bit 7 is set this means that no Loco is assigned
10	USER_BASE+5	4	decoderType	Decoder type / Speed step mode as encoded on loconet Slot Status1 Bits D0...D2: 0b000 = 28 speed steps 0b001 = 28 speed steps, Generate Trinary packets (Motorola) 0b010 = 14 speed steps 0b011 = 128 speed steps 0b100 = 28 speed steps DAC (Allow Advanced consisting) 0b101 = reserved 0b110 = reserved 0b111 = 128 speed steps DAC (Allow Advanced consisting)
11	USER_BASE+6	5	runSelftest	<i>SKIP_SELF_TEST</i> = 0x55 (= normal operation mode) <i>RUN_SELF_TEST</i> = 0xFF (and any other ≠0x55)
12	USER_BASE+7	6	hwVersion	Bit 7 = have OnOffOnSwitch (or HW Version ≥ 1.10) Bit 6 = have Shift2 Bit 5 = 0 Bit 4 = 0 Bit 0...3: <i>FREDI_VERSION_UNDEF</i> = 0, <i>FREDI_VERSION_INCREMENT</i> = 1, <i>FREDI_VERSION_ANALOG</i> = 3, <i>FREDI_VERSION_MATRIX</i> = 4
13	USER_BASE+8	7	swIndexHigh	(e.g. 0x01 = 1.X)
14	USER_BASE+9	8	swIndexLow	(e.g. 0x06 = X.6)
15	USER_BASE+10	9	swCompDay	Day of compilation (e.g. 0x15 = 15th)
16	USER_BASE+11	10	swCompMonth	Month of compilation (e.g. 0x11 = November)
17	USER_BASE+12	11	swCompYear	Year of compilation (e.g. 0x15 = 2015)

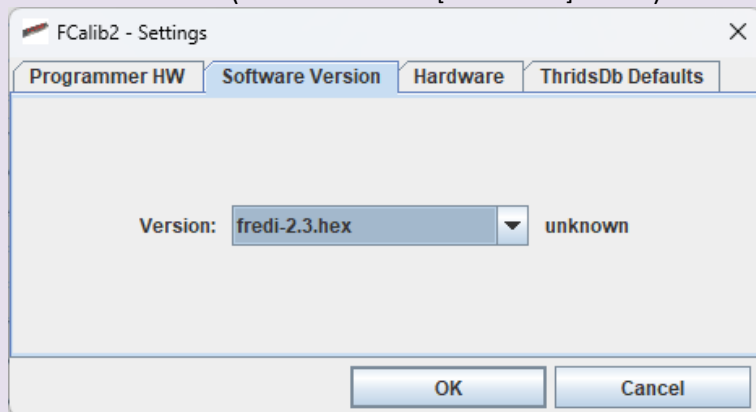
Zur Bedeutung der SVs: siehe auch *FrediSvUsage.pdf* (<https://groups.io/g/fremodcc/files/FREDI/FrediSvUsage.pdf>)

Anhang D: Software aufspielen für Fortgeschrittene

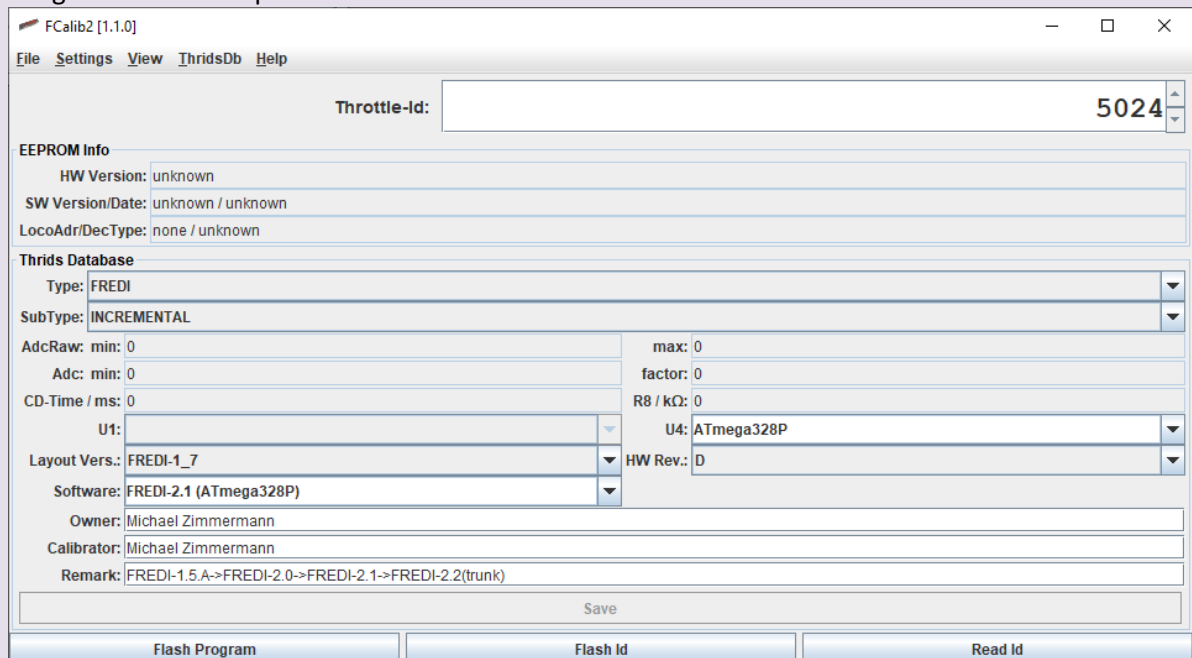
Einstellungen für den Programmierer unter FCalib2:



Der **Programmer Port** ist anzupassen; es ist die zu verwendende FREDi-Software aus der Drop-Down-Liste auszuwählen (aktuelle Version [09.12.2025] ist 2.3):



Ausgehend vom Hauptbildschirm:



- wird mit **Read Id** die Throttle-Id gelesen. Ist der Handregler bekannt, werden dann die zugehörigen Daten angezeigt.
Weiterhin ist dies der erste und wichtige Schritt, ins besonders wenn der AVR-Prozessor getauscht werden soll (damit der neue Prozessor die ‚alte/bestehende‘ Throttle-Id bekommen kann).

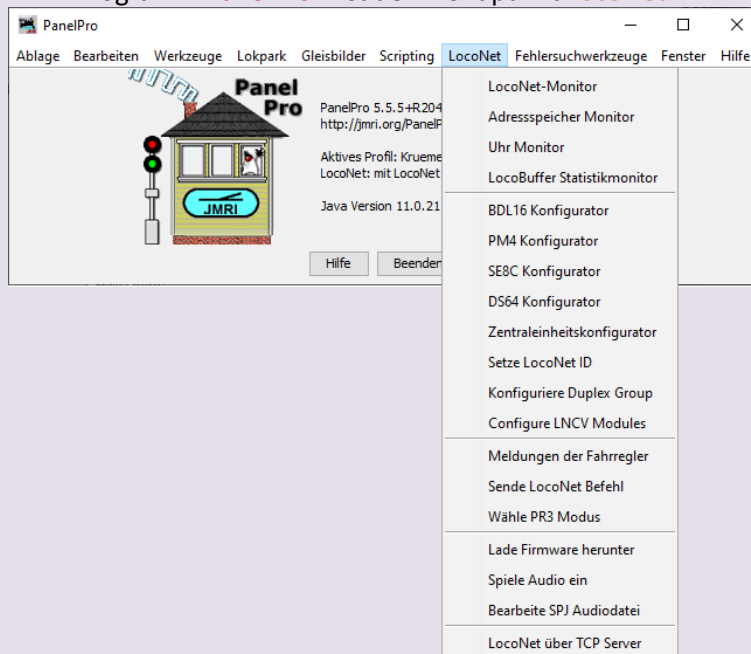
- kann mit **Flash Program** die Software auf den AVR geschrieben werden. Zusätzlich zum Programm wird auch die Throttle-Id und die Fuses gesetzt.
Daher ist es wichtig, immer zuerst die Throttle-Id zu lesen oder bei einem neuen einzugeben.
Neue oder geänderte FREDi-Daten werden mit **Save** in die Datenbank geschrieben
- mit **Flash Id** wird die eingegebene Throttle-Id geschrieben.
Dies wird aber auch bereits mit **Flash Program** erledigt.
- Jetzt ist wieder ein [Selbsttest](#) erforderlich.

Anhang E: Firmware aktualisieren für Fortgeschrittene

Entweder

- man spielt die Software mit FCalib2 auf (und benötigt dazu einen AVR-Programmer und die Software FCalib2), [siehe hier](#).
- oder nutzt [JMRI](#) (und benötigt dazu LocoNET®-Buffer, [siehe hier](#)).
 - JMRI kann die Software über das LocoNET® oder zusätzliche Hardware aufspielen.
 - Voraussetzung hier: es existiert auf dem Prozessor bereits eine FREDi-Software mit Bootloader

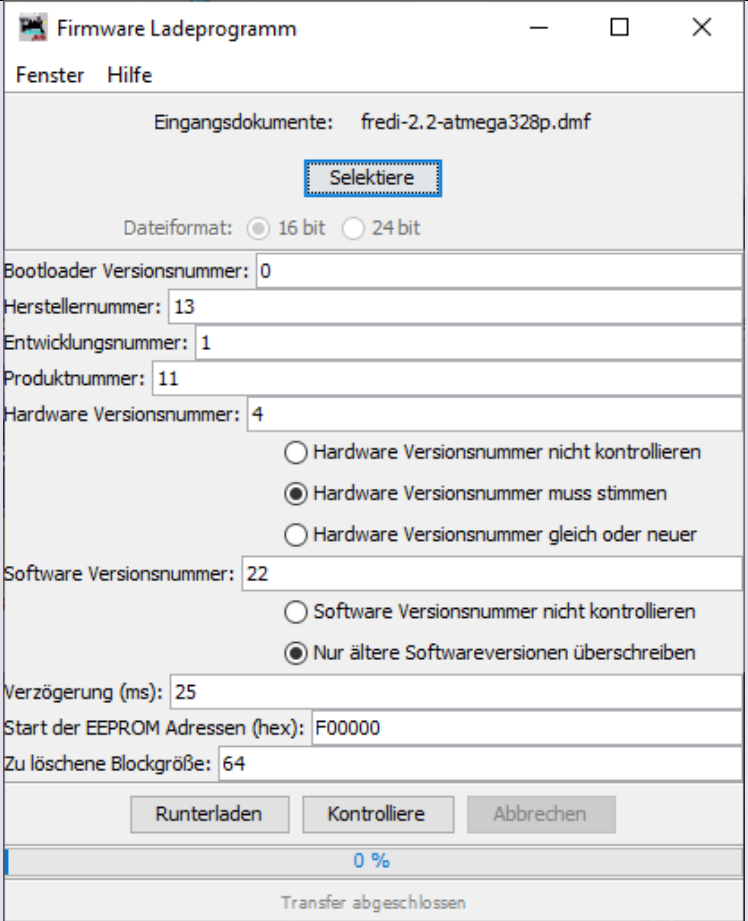
Startpunkt bei JMRI im Programm **PanelPro™** ist der Menüpunkt **LocoNet**:



Neben dem **LocoNet-Monitor** (den wir hier nicht weiter betrachten) gibt es weiter unten den Menüpunkt **Lade Firmware herunter**. „Herunterladen“ ist hier m.E. eigentlich nicht der richtige Begriff: immerhin geht es darum, eine Software auf ein Gerät zu bringen – also eher ein „Hochladen“.

Dieses „Hochladen“ benötigt kein separates externes Programmiergerät, sondern erfolgt direkt über das LocoNET®. Dazu muss der zu FREDi, auf den die Software übertragen werden soll, einzig allein am LocoNET® angeschlossen sein.

Mit dem Menüpunkt **Lade Firmware herunter** öffnet sich ein Einstellungs- und Bediendialog:



Die Bedienung ist einfach:

- Über die Schaltfläche **Selektiere** wird die dmf-Datei⁹ mit den zu übertragenden Daten ausgewählt (aktuelle Version [9.12.2025] ist 2.3)
- Im Zweifel wählt man anstelle von **Nur ältere Softwareversionen überschreiben** den Eintrag **Software Versionsnummer nicht kontrollieren**
- Mit der Schaltfläche **Runterladen** wird dann die Software auf den AVR übertragen, dabei blinken die LEDs am FREDi. Ist die Übertragung abgeschlossen, steht der Laufbalken bei 100% und die Schaltfläche **Runterladen** wird wieder freigegeben.

Diese Vorgehensweise bedingt einige nachgelagerte Bedienhandlungen:

- Zum einen wird keine Throttle-Id gesetzt, zum anderen werden keine Fuses gesetzt. Diese Methode eignet sich also nur für ein Update des FREDi, das erstmalige Flashen erfolgt also immer mit FCalib2.
- Der FREDi geht jetzt nach der Datenübertragung nicht selbständig in den Testmodus, da der EEPROM-Inhalt nicht geändert wurde. Nachfolgende Bedienhandlung bringt den FREDi in den erforderlichen Selbsttest:
*Man betätigt den Nothalt **vor** dem Anschließen des FREDi an das LoconET® und hält den Nothalt weiter für mehr als 10 Sekunden fest - der FREDi geht in den Selbsttest.*
 Anschließend wird der **Selbsttest** wie oben beschrieben durchgeführt.

⁹ Im Verzeichnis von FCalib2 sind viele Dateien im dmf-Format hinterlegt.

Anhang F: Checklisten als Reparaturvorlage für Vielreparierer

Datum:	Handregler-ID:		Besitzer:	
Check	<input type="checkbox"/>	Anschließen	Wenigstens eine LED an	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Lok übernehmen/abgeben		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Potentiometer/Drehgeber	0..127	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Not-Aus/Richtungsumkehr	Vor/zurück	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Funktionstasten	F0...F3/F8/F12/F16	<input type="checkbox"/>
Reparatur/ Maßnahmen				
wieder einsetzbar	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Software-Update auf: Kommentar		

Datum:	Handregler-ID:		Besitzer:	
Check	<input type="checkbox"/>	Anschließen	Wenigstens eine LED an	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Lok übernehmen/abgeben		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Potentiometer /Drehgeber	0..127	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Not-Aus/Richtungsumkehr	Vor/zurück	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Funktionstasten	F0...F3/F8/F12/F16	<input type="checkbox"/>
Reparatur/ Maßnahmen				
wieder einsetzbar	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Software-Update auf: Kommentar		

Datum:	Handregler-ID:		Besitzer:	
Check	<input type="checkbox"/>	Anschließen	Wenigstens eine LED an	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Lok übernehmen/abgeben		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Potentiometer /Drehgeber	0..127	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Not-Aus/Richtungsumkehr	Vor/zurück	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Funktionstasten	F0...F3/F8/F12/F16	<input type="checkbox"/>
Reparatur/ Maßnahmen				
wieder einsetzbar	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Software-Update auf: Kommentar		

Anhang G: Checklisten für die Prozessoranalyse für Vielreparierer

Datum:		Handregler-ID:		Besitzer:																																					
<input type="checkbox"/>	AVR-Typ:																																								
<input type="checkbox"/>	Fuses auslesen	ATmega8L8 (low= BF , high= D1): ATmega328P (low= D7 , high= D4 , e= 05/FD)		low=	high=																																				
<input type="checkbox"/>	Software-Version																																								
<input type="checkbox"/>	EEPROM auslesen	<table border="1"> <tr> <td>Id2</td><td>Id1</td><td>AdrL</td><td>AdrH</td><td>type</td><td>mode</td><td>Hw</td><td>SwH</td><td>SwL</td><td>CD</td><td>CM</td><td>CY</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td> </tr> </table>				Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																								
Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																														

Datum:		Handregler-ID:		Besitzer:																																					
<input type="checkbox"/>	AVR-Typ:																																								
<input type="checkbox"/>	Fuses auslesen	ATmega8L8 (low= BF , high= D1): ATmega328P (low= D7 , high= D4 , e= 05/FD)		low=	high=																																				
<input type="checkbox"/>	Software-Version																																								
<input type="checkbox"/>	EEPROM auslesen	<table border="1"> <tr> <td>Id2</td><td>Id1</td><td>AdrL</td><td>AdrH</td><td>type</td><td>mode</td><td>Hw</td><td>SwH</td><td>SwL</td><td>CD</td><td>CM</td><td>CY</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td> </tr> </table>				Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																								
Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																														

Datum:		Handregler-ID:		Besitzer:																																					
<input type="checkbox"/>	AVR-Typ:																																								
<input type="checkbox"/>	Fuses auslesen	ATmega8L8 (low= BF , high= D1): ATmega328P (low= D7 , high= D4 , e= 05/FD)		low=	high=																																				
<input type="checkbox"/>	Software-Version																																								
<input type="checkbox"/>	EEPROM auslesen	<table border="1"> <tr> <td>Id2</td><td>Id1</td><td>AdrL</td><td>AdrH</td><td>type</td><td>mode</td><td>Hw</td><td>SwH</td><td>SwL</td><td>CD</td><td>CM</td><td>CY</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td> </tr> </table>				Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																								
Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																														

Datum:		Handregler-ID:		Besitzer:																																					
<input type="checkbox"/>	AVR-Typ:																																								
<input type="checkbox"/>	Fuses auslesen	ATmega8L8 (low= BF , high= D1): ATmega328P (low= D7 , high= D4 , e= 05/FD)		low=	high=																																				
<input type="checkbox"/>	Software-Version																																								
<input type="checkbox"/>	EEPROM auslesen	<table border="1"> <tr> <td>Id2</td><td>Id1</td><td>AdrL</td><td>AdrH</td><td>type</td><td>mode</td><td>Hw</td><td>SwH</td><td>SwL</td><td>CD</td><td>CM</td><td>CY</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td> </tr> </table>				Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																								
Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																														

Datum:		Handregler-ID:		Besitzer:																																					
<input type="checkbox"/>	AVR-Typ:																																								
<input type="checkbox"/>	Fuses auslesen	ATmega8L8 (low= BF , high= D1): ATmega328P (low= D7 , high= D4 , e= 05/FD)		low=	high=																																				
<input type="checkbox"/>	Software-Version																																								
<input type="checkbox"/>	EEPROM auslesen	<table border="1"> <tr> <td>Id2</td><td>Id1</td><td>AdrL</td><td>AdrH</td><td>type</td><td>mode</td><td>Hw</td><td>SwH</td><td>SwL</td><td>CD</td><td>CM</td><td>CY</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="3"></td> </tr> </table>				Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																								
Id2	Id1	AdrL	AdrH	type	mode	Hw	SwH	SwL	CD	CM	CY																														