

# Forster T738EB Umrüstung auf LiFePo4 Batterie

Rudolf Wihl

Jab-2020



# Inhalt

- ▶ Motivation
- ▶ Zielsetzung
- ▶ Technik
  - ▶ Block-Diagramm Installation
  - ▶ Batterie
  - ▶ Ladetechnik (Netzgerät - Ladebooster - Solarregler)
  - ▶ Wechselrichter
  - ▶ Netzvorrangschalter
  - ▶ Batterie-Computer
  - ▶ Sicherungen
  - ▶ Verkabelung
  - ▶ Zu beachten! (Koppel-Relais)
- ▶ Kosten
- ▶ Bilder

# Motivation

- ▶ Geringeres Gewicht, ca. 50% bei vergleichbarer Bauform
- ▶ Höhere verfügbare Kapazität, bei gleicher Nennkapazität
  - 100Ah AGM Batterie hat 50Ah nutzbare Kapazität (50% Nennkapazität)
  - 100Ah LiFePo4 Batterie hat 80Ah nutzbare Kapazität (80% Nennkapazität)  
Manche LiFePo4 Batterie Hersteller geben auch 90% an, das sollte man aber in Anbetracht der Batterie-Entladekurve (Spannung bei 10%) mit Vorsicht betrachten
- ▶ Höhere Anzahl der Ladezyklen = längere Lebensdauer
  - ▶ Bei LiFePo4 Batterien liegt die Anzahl der Ladezyklen deutlich höher  
Je nach Hersteller:
    - ▶ AGM ca. 300-500 Zyklen bei 50% Entladung
    - ▶ LiFePo4 ca. 3000 - 5000 Zyklen bei 80% Entladung
- ▶ Optimale Energieaufnahme bis zur vollständigen Aufladung
  - ▶ Bei AGM Batterien reduziert sich der Ladestrom schon deutlich vor der vollständigen Aufladung, wogegen LiFePo4 Batterien quasi bis zur Vollaufladung mit dem maximalen Strom geladen werden können. Damit kann eventuell verfügbarer Solarstrom optimal gespeichert werden.
- ▶ Relative stabile Spannung auch bei hohen Entladeströmen (z.B. Wechselrichter)
- ▶ Integriertes BMS Batterie Management System zu Überwachung des Ladezustands

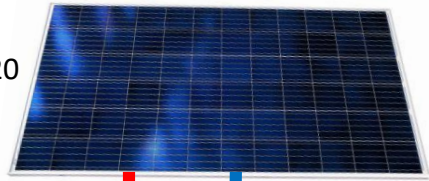
# Zielsetzung\*

- ▶ Weitestgehend autarke Stromversorgung im Wohnmobil
  - ▶ Im Sommer über Solar
  - ▶ Im Winter über schnelle Aufladung während der Fahrt  
Die Batterie sollte während der Fahrt innerhalb 1-2 Stunden vollständig nach-/aufgeladen werden, so dass man bei häufigem Stellplatzwechsel auch ohne Solarstrom auskommt
- ▶ Betrieb von Kaffeemaschine (Senseo 1350W) oder Haarföhn (Dyson 600-1200W)
- ▶ Netzspannung von Außenanschluss oder Wechselrichter soll an allen Steckdosen im Wohnmobil verfügbar sein
- ▶ Zusätzliche Steckdosen in der Garage für die Aufladung der E-Bikes
- ▶ Batterie-Überwachung (Strom, Spannung, Kapazität, Temperatur) über Handy-App und/oder fest installiertes Display
- ▶ Batterie und Technik sollen komplett unter der Sitzbank neben der Eingangstür untergebracht werden, wie bei der T738EB Standard Ausstattung

\* Das waren unsere persönlichen Kriterien, ist jedoch Ansichtssache und muss jeder für sich selber entscheiden

# Block-Diagramm Installation (vereinfachte Darstellung)

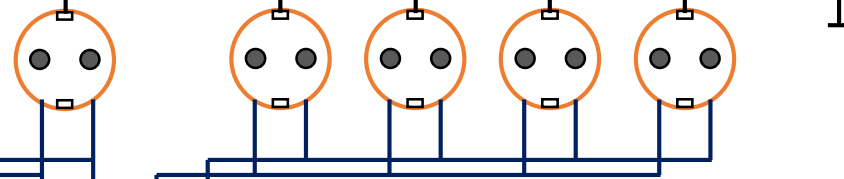
Solar 120W  
(wird im Frühjahr 2020 auf 400W erweitert)



15A

Netzaußenanschluss

Netz-Steckdosen/-Verbraucher im Wohnmobil



D+

Netzladegerät + Ladebooster + Solarladeregler  
**Votronic VBCS 60/40/430 Triple**

NVS  
**H-Tronic MPC1000**

Sinus Wechselrichter  
**Novopal 2000/500W**

Remote Control

+V<sub>BatF</sub>

+V<sub>BatA</sub>→Charge

12V Verbraucher Wohnmobil

Midi 80A  
Midi 60A  
...  
Sicherungen Mega 200A

Batterie Shunt

Remote Display

+V<sub>BatF</sub>

-V<sub>BatA</sub>

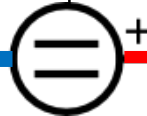
+V<sub>BatA</sub>

Batterie Sense Leitungen

Temperatur Sensor  
(am Minus-Pol angeschlossen)

LIONTRON  
LiFePo4, 100Ah

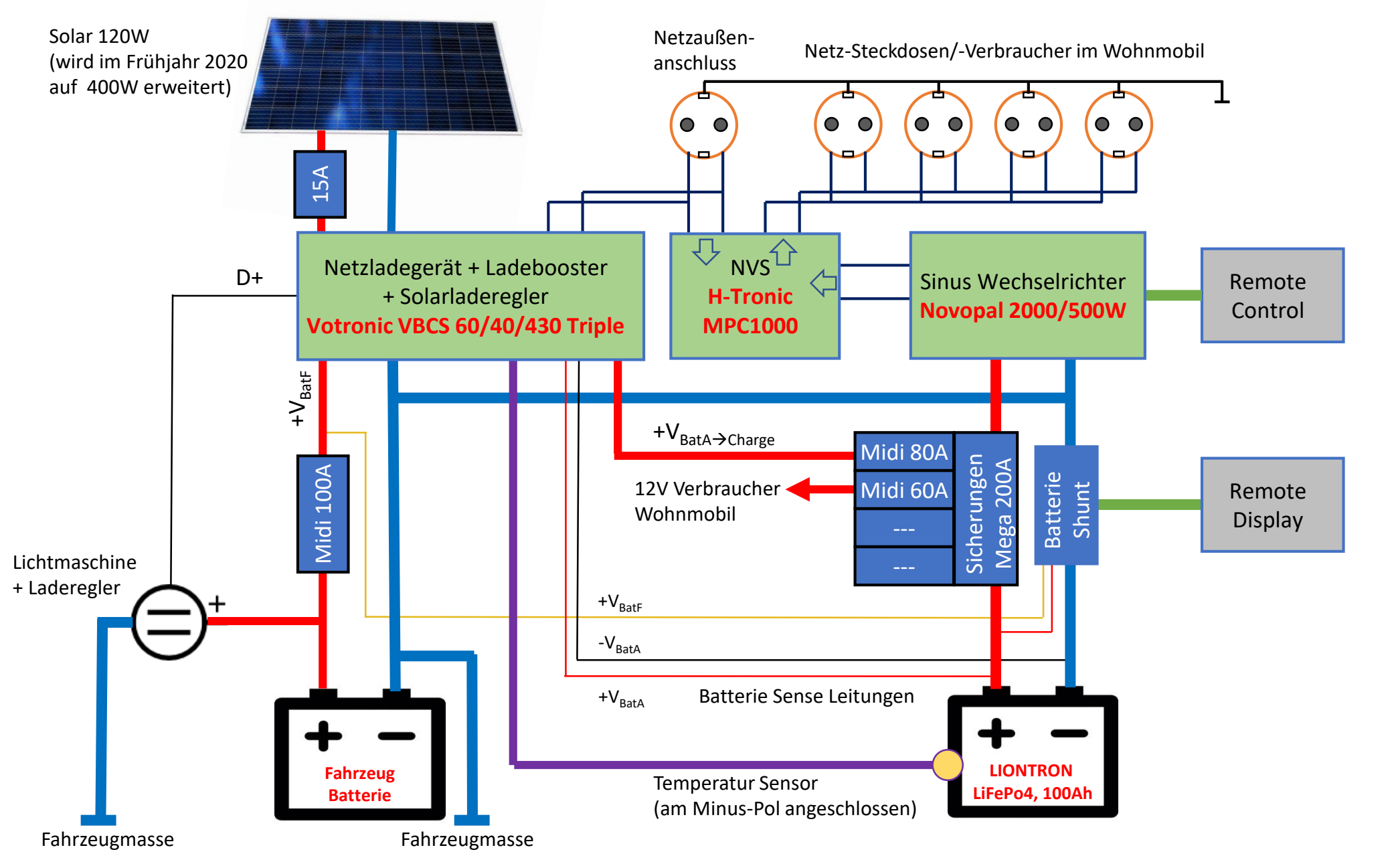
Lichtmaschine + Laderegler



Fahrzeug Batterie

Fahrzeugmasse

Fahrzeugmasse



# LiFePo4 Batterie

- ▶ Im Fahrzeug war eine 100Ah AGM Batterie installiert. Diese sollte durch eine LiFePo4 mit vergleichbarer Bauform aber höherer verfügbarer Energie ersetzt werden.
- ▶ Der maximale Ladestrom sollte ausreichen, um den Wechselrichter bei 1500W Last zu versorgen, das entspricht 125A Dauerstrom bei 12V.
- ▶ Es sollte über ein BMS mit Fernabfrage verfügen.
- ▶ Die Auswahl fiel auf:
  - Liontron LiFePo4 LX Smart BMS 12,8V 100Ah
  - <https://liontron.de/lithium#smart>
  - Preis: ca. €990
- ▶ Die Kapazität der gelieferten Batterie lag sogar über 100Ah
- ▶ Bild von der iPhone BMS App mit Wechselrichter und Senseo Kaffeemaschine in Betrieb.
- ▶ **Übrigens: 1 Tasse Kaffee entsprach <2% Batterie Kapazität**



# Ladetechnik

## ► Netzladegerät:

Im Forster Wohnmobil war ein Netzladegerät von NORDELETRONICA (NE287) verbaut. Dieses liefert 21A Versorgungsstrom/Ladestrom und unterstützt keine optimierte Ladekennlinie für LiFePo4 Batterien. Idealerweise sollte das Ladegerät über separate Ladekreise für die Fahrzeugbatterie (Blei) und Aufbauatterie (LiFePo4) verfügen, jedoch werden beim Forster Wohnmobil (und den meisten anderen) beide Batterien beim Landstrom und im Fahrbetrieb verbunden (parallel geschaltet) und gemeinsam geladen. Theoretisch sollte das BMS der LiFePo4 damit zurechtkommen, aber das ist sicherlich keine optimale Lösung.

## Ladebooster / Ladewandler:

Um ein schnelles und konstantes Aufladen während der Fahrt zu gewährleisten, ist ein Ladebooster erforderlich. Dieser sollte die Batterie innerhalb von 2 Stunden komplett aufladen. Geht man von 20% Rest-Ladung aus bei 100Ah, dann wäre ein Booster Ladestrom von 40A erforderlich.

## ► Solar-Laderegler:

Das von Forster verbaute 120W Solar Panel soll im Frühjahr 2020 durch 4 x 100W Back-Contact (Sunpower) Solarpanels ersetzt werden, d.h. der Solarregler sollte bereits für die höhere Solarleistung ausgelegt werden.

- Alle Lade-Wandler/-Geräte sollen eine **optimierte LiFePo4 Ladekennlinie** mit einstellbaren Parametern unterstützen. Nicht alle LiFePo4 Batterien sind gleich! Batteriezellen unterschiedlicher Hersteller und unterschiedliche BMS erfordern eventuell angepasste Parameter für einen optimalen Betrieb.

## ► Gerätekombination:

Aus Platzgründen sollten verschiedenen Lade-Wandler/-Geräte kombiniert werden.

# Ladetechnik

- ▶ Die Auswahl fiel auf ein Gerät von Votronic:  
Battery Charger VBCS 60/40/430 Triple  
<https://www.votronic.de>
- ▶ Netzladegerät:
  - ▶ 40A Ladestrom Aufbau-Batterie + 5A Ladestrom Fahrzeug-Batterie
  - ▶ Separate Kennlinie für Aufbau- und Fahrzeug-Batterie.  
Die Ladekennlinie kann für verschiedene Batterie-Typen ausgewählt werden und unterstützt unterschiedliche Einstellungen für LiFePo4 Batterien
- ▶ Ladebooster / Wandler: 60A (reduzierte Einstellung möglich)
- ▶ Solar Regler: bis 430W
- ▶ Erhaltungsladung, Batterietrainer:  
Netz kann beim Überwintern angeschlossen bleiben
- ▶ Preis: ca. €880  
Damit fast so teuer wie die LiFePo4 Batterie, aber es gibt zur Zeit keine Alternative.  
Von der Funktion und kompakten Bauform bin ich jedoch überzeugt.



# Wechselrichter

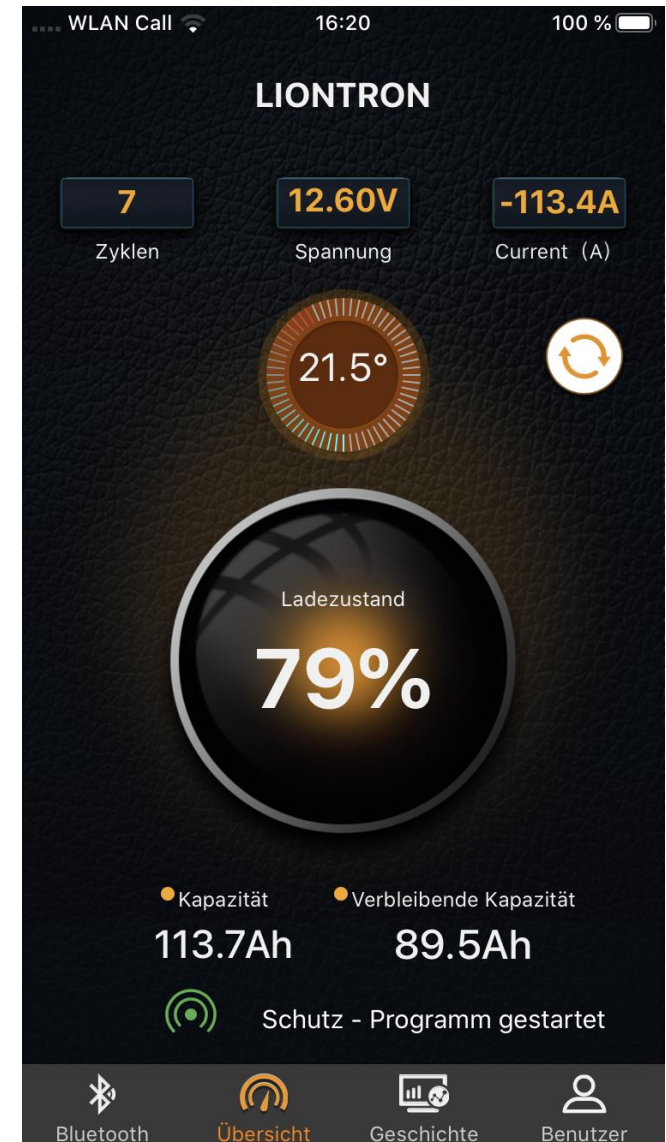
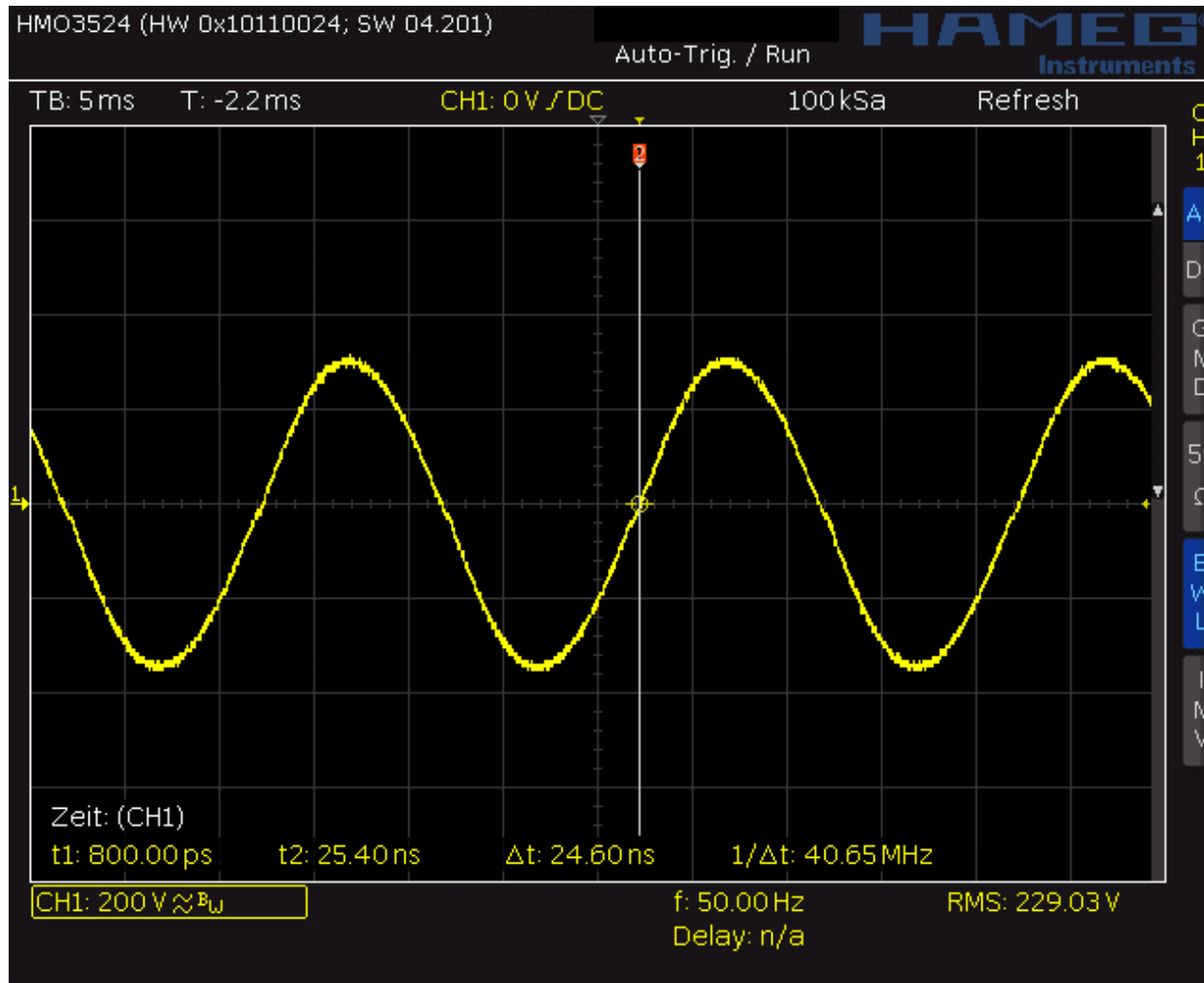
- ▶ Es sollte ein Sinuswechselrichter verwendet werden, damit alle elektronischen Geräte betrieben werden können.
- ▶ Der Wechselrichter sollte Verbraucher bis 1500W solide betreiben können, z.B. Kaffeemaschine (Senseo 1350W) oder Haarföhn (Dyson 600-1200W), d.h. die Dauerleistung sollte mindestens mit etwas Reserve 1700W, eher 2000W betragen.
- ▶ Bevorzugt sollte der Netzvorrangschalter integriert sein.
- ▶ Der verfügbare Bauraum unter der Sitzbank und über der Batterie war das entscheidende Problem. Aufgrund des dahinterliegenden Gaskastens ist die verfügbare Breite maximal 21cm und die verbleibende Höhe 12cm.
  - ▶ Kein Wechselrichter der namhaften Hersteller (Votronic, Büttner, Victron) passte.
  - ▶ Ective (Netzvorrangschalter integriert) kam dem sehr nahe, war aber leider 1cm zu breit.

# Wechselrichter

- ▶ Letztendlich fiel die Wahl auf ein chinesisches Produkt.  
Novopal MS2000 (über Amazon)  
ohne Netzvorrangschalter  
Preis: ca. €280
- ▶ Mit einem unguten Gefühl hatte ich das Produkt bestellt und zunächst ausgiebig getestet.
  - ▶ Getestet wurde der Wechselrichter unter Belastung mit einer Senso Kaffeemaschine.  
Gemessene Leistungsabgabe (vom Wechselrichter): 1350W
  - ▶ Das BMS der Batterie zeigte dabei 113.4A@12.6V an, das entspricht einer aufgenommenen Leistung von 1430W. Damit lag der Wirkungsgrad des Wechselrichters bei 94%, ein recht guter Wert.
  - ▶ Die Ausgangsspannung des Wechselrichters wurde mit einem hochwertigen Oszilloskop und Hochspannungstastkopf unter Belastung gemessen (siehe nächste Seite).  
  
Die gemessene Spannung betrug: 229V, die Frequenz mit 50.0Hz ist akkurat und stabil.  
Es waren keine deutlichen Schaltspitzen (Spurs) zu erkennen und der Sinus sehr sauber und unverzerrt.
- ▶ Mit diesen Ergebnissen hatte ich mich entschlossen, den Wechselrichter einzubauen und auf längere Zeit zu testen.
- ▶ Bisheriger Kritikpunkt:  
Die Fernbedienung schaltet manchmal nicht direkt aus, d.h. man muss eventuell den Taster 2 mal drücken

# Wechselrichter

## Wechselrichter-Messung unter Belastung:



# Netzvorrangschalter

- ▶ Ein Netzvorrangschalter schaltet automatisch die Netzspannung vom Landstrom oder Wechselrichter auf alle installierten Netzverbraucher bzw. Steckdosen. Dabei bekommt üblicherweise der Landstrom Vorrang gegenüber dem Wechselrichter.
- ▶ Die Auswahl fiel auf ein Gerät von H-Tronic:
  - H-Tronic MPC1000
  - Preis: ca. €50 (Amazon)
- ▶ Der Umschalter von H-Tronic überzeugte durch den soliden Aufbau in SMD-Technik und hochwertige Bauelemente, sowie einer LED Statusanzeige. Jedoch wäre eine kompaktere Bauform durchaus möglich und wünschenswert.
- ▶ Zu beachten ist, dass bestimmte Verbraucher (Ladegerät, Zusatz-Elektroheizung) ausschließlich über Landstrom laufen sollten und daher nicht über den Netzvorrangschalter geschaltet werden.

# Batterie Computer über Smart-Shunt

- ▶ Da das BMS der Batterie sehr genau ist und auch Strom, Spannung, die verbleibende Kapazität und Temperatur anzeigt werden, ist im Wesentlichen ein zusätzlicher Batterie Computer nicht erforderlich.
- ▶ Vorteile eines zusätzlichen Batterie Computers:
  - ▶ Permanente Statusanzeige im Wohnmobil
  - ▶ Unabhängig von der verwendeten Batterie
  - ▶ Redundante Anzeige
  - ▶ Sinnvoll wenn man erwägt, eine zweite Batterie einzubauen und den gesamten Ladestatus im Überblick haben möchte.
- ▶ Nachteile
  - ▶ Zusätzliche Kosten
  - ▶ Installationsaufwand
- ▶ Da ich noch keine Erfahrung mit dem Liontron BMS hatte und auch die Option in Betracht gezogen habe, eine zweite Batterie (unter dem Beifahrersitz) zu installieren, habe ich mich für einen Batterie Computer entschieden.

# Batterie Computer über Smart-Shunt

## Batterie Computer über Smart-Shunt

- ▶ Die Auswahl fiel auf den Batterie Computer von Votronic mit einem 200A Shunt  
Votronic LCD-Batterie-Computer 200 S  
<https://www.votronic.de>  
Preis: ca. €170
- ▶ Es sind auch 100A und 400A Optionen verfügbar, jedoch sind 200A ausreichend.
- ▶ Der Strom wird über einen Shunt-Widerstand gemessen, der auch gleichzeitig die Mess-Elektronik beinhaltet und die Ergebnisse direkt an das Remote-Display weiterleitet, daher als Smart Shunt bezeichnet.
- ▶ Dieses Verfahren ist sehr genau und zeigt neben dem aktuellen Lade-/Entlade-Strom auch die Spannung der Aufbau- und Fahrzeugbatterie an, sowie die verbleibende Kapazität.

# Sicherungen

## Hochstrom-Sicherungen

- ▶ Bei diesen hohen Strömen ist es ratsam, nicht an Sicherungen zu sparen.
- ▶ Zum Einsatz kommen Standard Hochstrom-Sicherungen:  
(wird auch über Amazon angeboten, z.B. von Auprotec)
  - ▶ Typ Mega ab 150A
  - ▶ Typ Midi bis <150A
- ▶ Sicherungshalter werden von K24 verwendet  
(ebenfalls über Amazon angeboten)
  - ▶ Hochstromsicherungsverteiler für 1 Mega + 4 Midi Sicherungen
  - ▶ Einzel Midi-Sicherungshalter.



Bilder vom K-24 Sicherungshalter/Verteiler

# Verkabelung

## Verkabelung

- ▶ Die Verwendung von ausreichend großen Leitungsquerschnitten und minimalen Kabellängen sowie eine solide Verbindungstechnik sind äußerst wichtig
  - ▶ Keine vorkonfektionierte überlange Kabel verwenden
  - ▶ Standard vorkonfektionierte Kabel (Lieferumfang beim Wechselrichter) sind grenzwertig
  - ▶ Kabel sollten individuell angepasst und mit hochwertigen Ringösen gecrimpt werden
- ▶ Votronic gibt in der Anleitung des Battery Charger VBCS 60/40/430 Triple sehr gute Hilfestellung für die Auswahl des Leitungsquerschnitts
- ▶ Für die konkrete Verkabelung im T738 habe ich folgende Querschnitte gewählt:
  - ▶ Wechselrichter, Shunt, Sicherungsverteiler: 35mm<sup>2</sup>
  - ▶ Alle übrigen Ladeleitungen: 16mm<sup>2</sup>
  - ▶ Solar: 6mm<sup>2</sup>  
(+ zusätzliche Leitung verlegt für Solarerweiterung)
- ▶ Ringösen/Verschraubung:
  - ▶ Batterie, Shunt, Mega-Sicherung: 8mm
  - ▶ Midi-Sicherung, Wechselrichter: 6mm



# Zu beachten!

## Koppel-Relais außer Betrieb setzen

- ▶ Im T738 wird ein Sicherungskasten/Verteiler von NORDELETRONICA NE185-15s verwendet. In diesem befindet sich ein Koppel-Relais, welches die Fahrzeug- und Aufbau-Batterie verbindet, sobald Landstrom am Außenanschluss anliegt oder wenn beide Batterien während der Fahrt geladen werden.
- ▶ Wenn das Koppel-Relais aktiv ist, funktioniert weder der Ladebooster noch die separate Ladung der Fahrzeug- und Aufbau-Batterie.
- ▶ Daher muss dieses Koppel-Relais unbedingt außer Betrieb gesetzt werden:

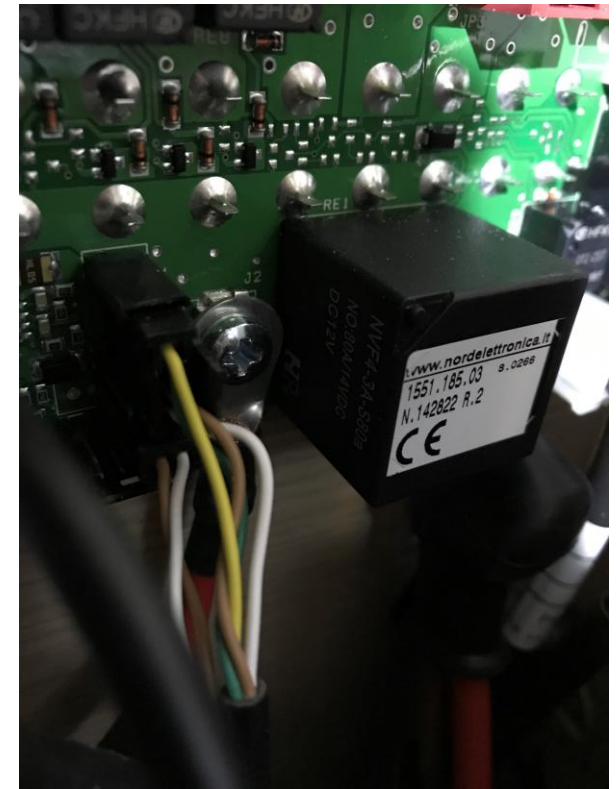


Bild:  
Koppel-Relais auf der  
Rückseite des NE185-15s

# Kosten der Umrüstung in Eigenleistung:

- ▶ Liontron Batterie: €990
- ▶ Votronic Battery Charger VBCS 60/40/430 Triple: €870
- ▶ Votronic LCD-Batterie-Computer 200 S: €170
- ▶ Wechselrichter Novopal MS2000: €280
- ▶ Netzvorrangschalter: € 50
- ▶ Sicherungen, Kabel, Ringösen, Steckdosen €200

Summe ca.: €2560

## Anmerkung:

Diese Preise sind Orientierungswerte und entsprechen meinen Einkaufspreisen zum Installationszeitpunkt

# Ausbau von Netzgerät, Solar Regler und AGM Batterie



Einfacher PWM Solarregler,  
Forster Installation bei Solarausstattung

AGM Batterie steht provisorisch über den Gasflaschen.  
Der Gaskasten unter dem Sitz reduziert den Einbauraum  
für Elektroinstallation

NORDELETRONICA NE287, 21A Netz-Ladegerät

Zwischenboden unter AGM Batterie entfernt.  
Sollte offenbar Platz schaffen für das Kabel zum  
Lichtschalter und Abwassertankheizungsschalter  
Ergab zusätzliche Einbauhöhe, Kabel wurde anders verlegt

Abdeckung/Verkleidung vom Sicherungskasten entfernt, um  
besser an alle Anschlüsse ranzukommen und das Koppel-  
Relais zu deaktivieren

# Installation

Ohne rückseitige Abdeckung des Sicherungskastens

NORDELETTRONICA  
NE185-15s  
Sicherungskasten,  
ohne Abdeckung

Votronic  
Triple Ladegerät

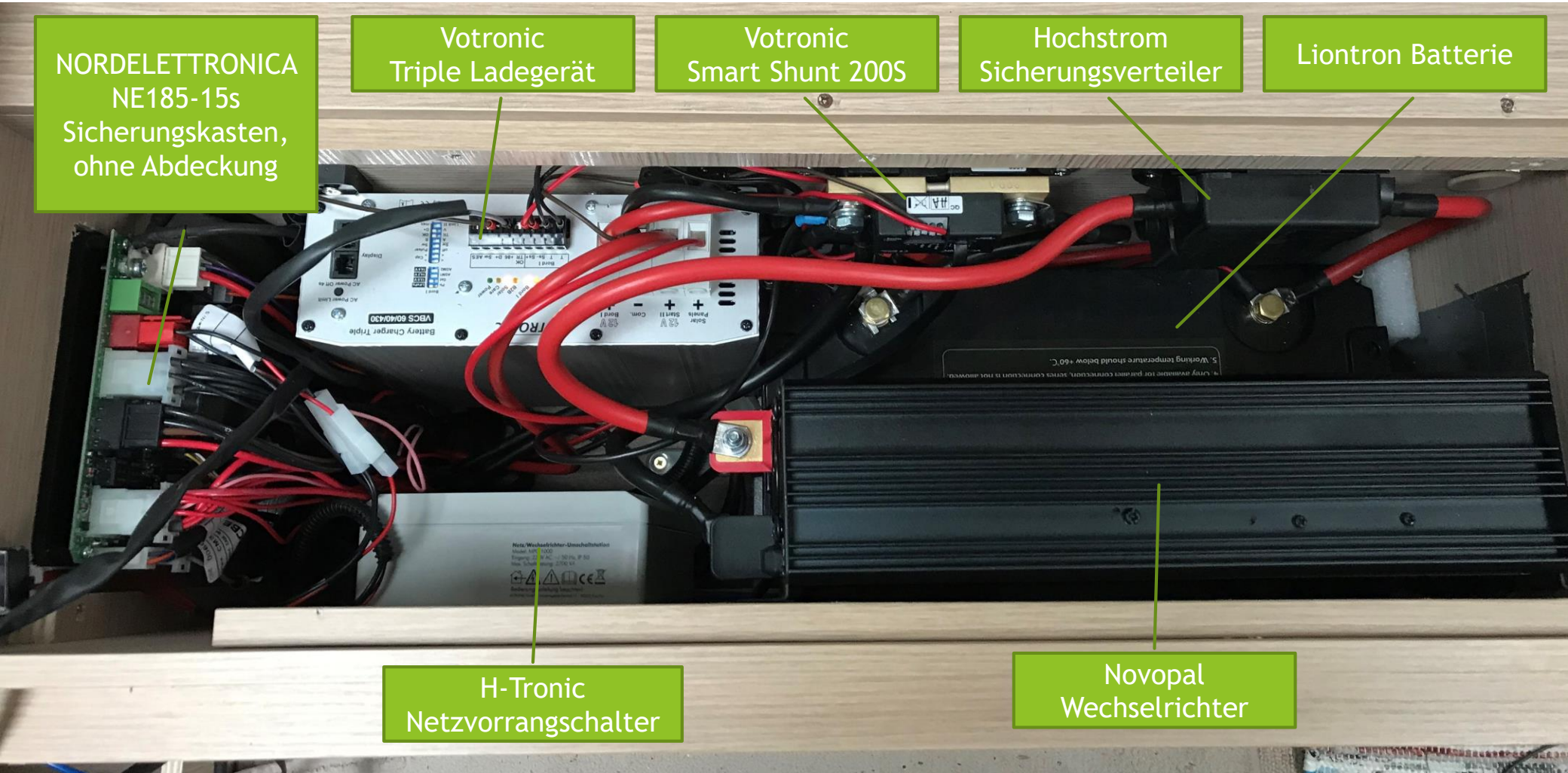
Votronic  
Smart Shunt 200S

Hochstrom  
Sicherungsverteiler

Liontron Batterie

H-Tronic  
Netzvorrangschalter

Novopal  
Wechselrichter





# Installation - Endergebnis

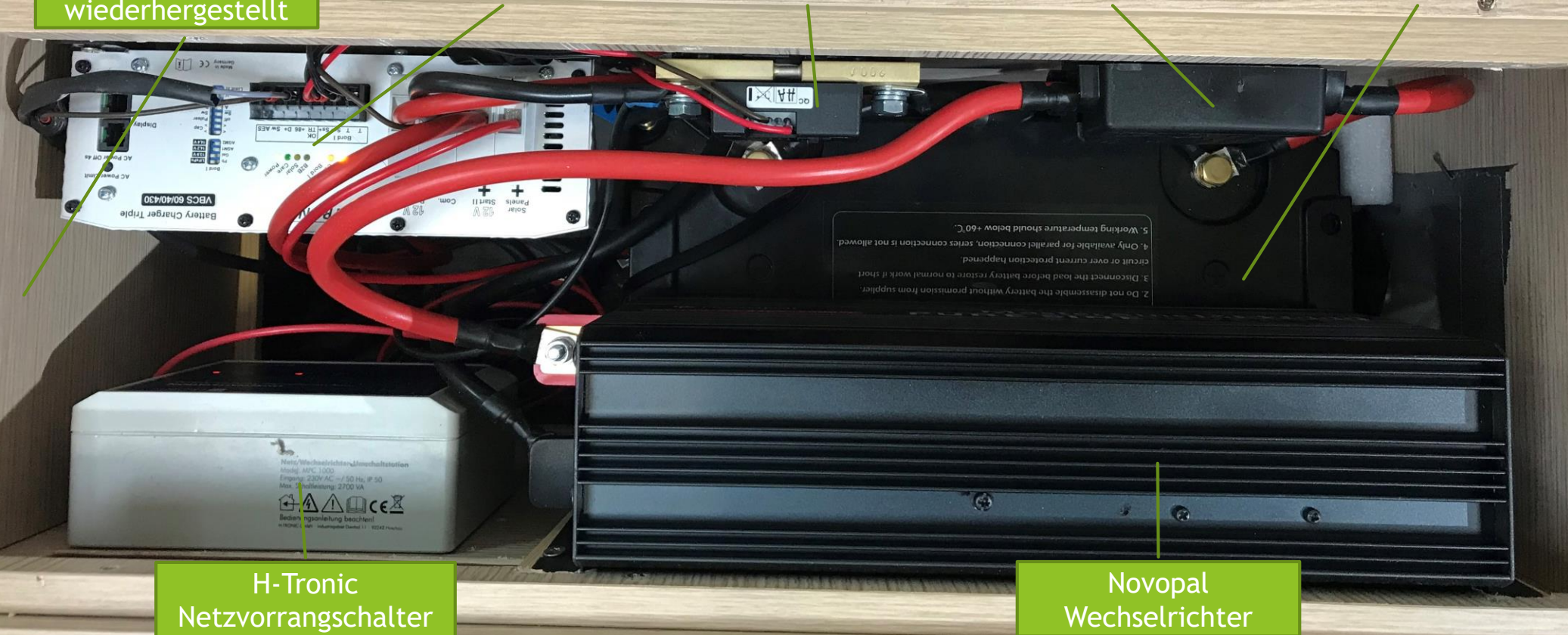
Abdeckung zum  
Sicherungskasten  
wiederhergestellt

Votronic  
Triple Ladegerät

Votronic  
Smart Shunt 200S

Hochstrom  
Sicherungsverteiler

Liontron Batterie

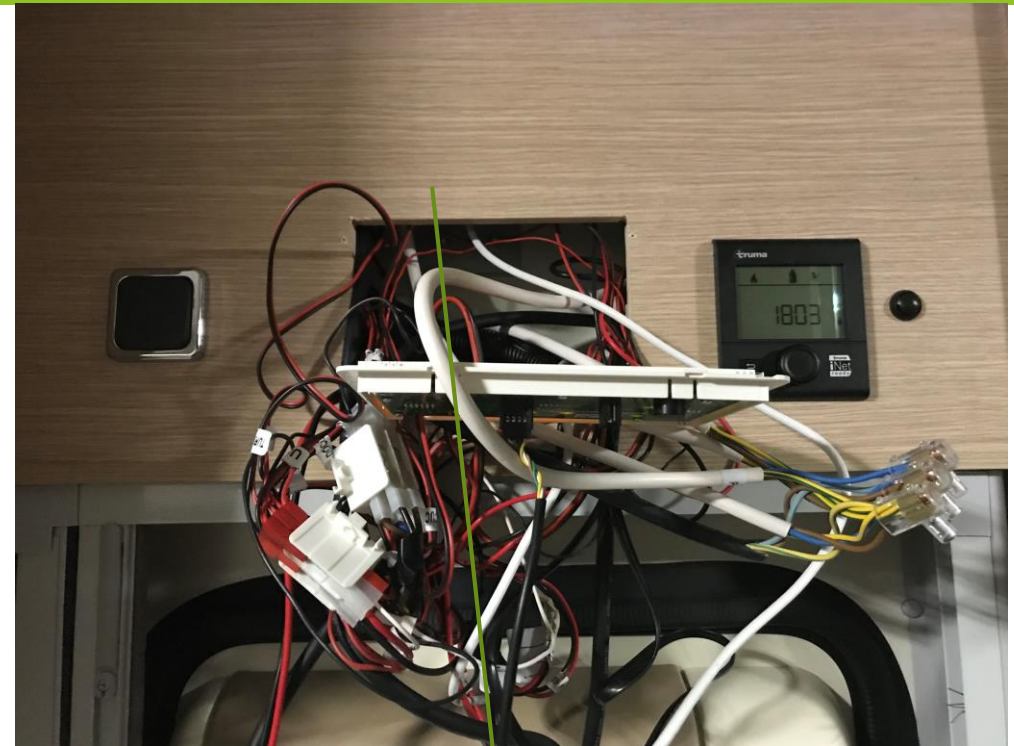


H-Tronic  
Netzvorrangschalter

Novopal  
Wechselrichter

Die Lüftungsöffnungen im vorderen Bereich wurden freigehalten, so dass eine Luftzirkulation weiterhin möglich ist

# Vorbereitungen für Fernbedienung Wechselrichter und Display Batterie Computer



Neben dem Sicherungskasten ist hier der zweite zentrale Verteiler für die Bordelektronik und das 230V Netz

5m Solaranschlusskabel war unnötigerweise zusammengeknüllt hinter der Bedieneinheit. Kabel wurde gekürzt und zweites Kabel eingezogen für die spätere Erweiterung der Solarkapazität



# Fernbedienung + Display eingebaut und angeschlossen



# Zusätzliche Steckdosen - Küche, Dinette, Garage



2x 230V Steckdosen in der Küche



1x 230V Steckdose in der Dinette  
1x 12V Steckdose für USB-C Adapter



2x 230V Steckdosen in der Garage

Installation weitestgehend verdeckt!



- Dieser Beitrag wurden ohne kommerzielles Interesse erstellt und der Forster Fahrer & Fans Community bereitgestellt.
- Die genannten Firmen haben diesen Beitrag weder finanziell noch materiell gesponsert.
- Die Produktauswahl wurde ausschließlich nach eigenen Recherchen und den entsprechenden Einbaugegebenheiten getroffen.
- Die genannten Preise sind Orientierungswerte und entsprechen meinem Kaufpreis zum Installationszeitpunkt.
- Der Beitrag wurde nach bestem Wissen erstellt, jedoch sind inhaltliche Fehler nicht ausgeschlossen. Daher kann für die Richtigkeit keine Verantwortung übernommen werden.
- Die Installation/Umrüstung erfordert Sachkompetenz + entsprechendes Werkzeug/Arbeitsmaterial. Daher sollte diese Arbeit nicht von Laien durchgeführt werden.