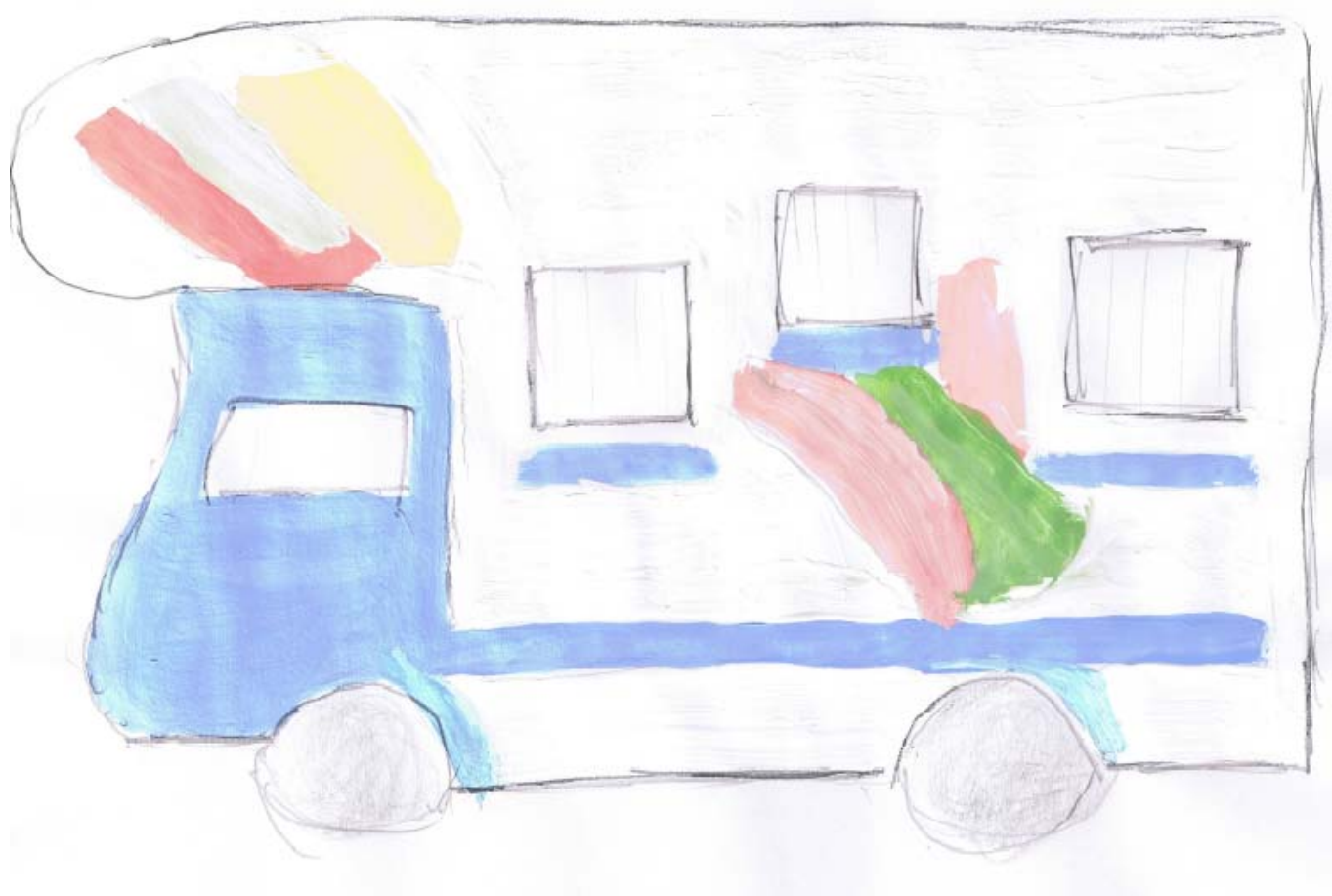


# Ausarbeitung

Projekt Transitfrei.de



Erstellt und überreicht am 20.2.2017 per Mail als PDF von:

**Wohnmobil Beratung**  
**A. Weingand**  
**Birkwiesstr. 2**  
**86981 Kinsau**  
**E-Mail [womo-beratung@t-online.de](mailto:womo-beratung@t-online.de)**

# Projekt Transitfrei

## Ausgangssituation

### Fahrzeugprofil:

- Fahrzeug: Dethleffs Alkoven 5880 HG auf Fiat Ducato 230
- derzeit 2 Batterien (Nass) verbaut mit zusammen 190Ah.
- Er hat bereits die Hälfte seiner Lampen auf LED Technik umgerüstet, 50% LED, 50% Halogen
- Heizung ist eine Truma Combi 3402
- Dometic Kühlschrank 89l, ohne Strom läuft dieser auf Gas
- Startbatterie muß/soll nicht geladen werden

### Nutzerprofil:

- Reisezeit: Saisonkennzeichen 02-11, wobei er eher 03-10 reist. 02 und 11 sind eher Fahrten aus der Abstellung / fit machen, usw.
- Fahrzeug steht unter Carport, Batterien werden in der Winterpause ausgebaut.
- Er ist meistens alleine unterwegs, meist nicht länger als 2 Tage an einem Ort.
- Betrieb von Fernseh (12V) und Laptop. Tagsüber laufen eigentlich keine Verbraucher, da ist er meist draußen unterwegs.
- am späten Abend kann auch mal eine Stunde Radio von einem normalen KFZ- Radio dazu kommen.
- Im Frühling/Herbst läuft auch mal die Heizung für ca. 3 Stunden

190 Ah kam der Nutzer bislang immer sehr gut hin und hatte nie Probleme. Aber 2 Batterien kosten Geld und sind schwer. Er überlegt daher, eine der beiden Batterien raus zu werfen, sodass er später nur noch 95Ah hat

### Schätzung des Strombedarfs über 24h:

Wasserpumpe 2,5Ah, Beleuchtung 10Ah, TV+Ant. 9Ah, Notebook 3Ah	= rund 25 Ah
Heizungsgebläse ca. 3h,	= rund 6 Ah
Batteriekapazität brutto 190 Ah, bei 60% DoD entnehmbar	= rund 117 Ah
<b>Durch Solaranlage zu ersetzen</b>	<b>= rund 31 AH</b>

### Anforderungen des Interessenten:

1. Der Nutzer möchte eine Solaranlage einbauen (Selbsteinbau)
2. Der Webmaster von Transitfrei möchte den Einbau begleiten und dokumentieren. Die Dokumentation soll dann schrittweise auf transitfrei.de den Lesern vorgestellt werden.
3. Der Webmaster möchte für die Dokumentation eine fachliche Einschätzung der gewählten Solaranlage in Bezug auf die Anwendung

Ausgesucht hat der Nutzer sich diese Anlage mit MPPT- Laderegulierung:

<https://prevent-germany.com/wohnmobil-solarset-200-watt-premium-12-volt-solaranlage-caravan-number-200-set-premium>

Solarset 200 Wp Premium und 200 Wp Premium-S bestehen aus:

2x 100 Watt 12 Volt Solarmodul 72 Zellen, 72 Zellen = 36 V pro Panel  
(Solarset 200 Wp Premium:1000x680x35 mm; Solarset 200 Wp Premium-S: 1315x518x35 mm)

1x Laderegler Victron Energy BlueSolar MPPT 100/15

1x Victron Energy Bluetooth Dongle

2x Set Solarmodulbefestigung Eckprofile in Weiß

1x Dachdurchführung doppelt in Weiß

1x Dekalin Klebeset in Weiß

10m 2x6mm<sup>2</sup> twin Anschlusskabel

1x Paar Batteriepolklemmen

1x Paar Weidmüller PV-Sticks + und -

1x Paar preVent-PV Y-Stecker MC4 kompatibel + und -

Preis 450,- €

### **Analyse der Anforderungen: zu 1.**

#### **Einbau einer Solaranlage**

Besteht die Anlage aus mehreren Modulen muss man sich entscheiden, ob man die Module außen mit einem wasserdichten Stecksystem verbindet und mit nur zwei Kabeln ins Innere fährt oder ob jedes Modul mit seinen Anschlusskabeln ins Innere geführt wird und erst dort verschaltet parallel wird. Bevor man das Kabel verlegt, sollte man beim Händler/Aufbauhersteller nachfragen ob eventuell nicht schon Kabel verlegt sind und wo man die findet.

Das oder die Solarpanel sollten Sie möglichst auf der linken Dachseite montieren. Die rechte Seite ist eher ungünstig, wegen eventuell herausragender Äste am Straßenrand stehender Bäume.

Das Solarmodul sollte möglichst mit der Längsseite in Fahrtrichtung und die Anschlussdose mit ihren Kabeldurchführungen nach hinten montiert werden. Bei längeren Panels ist es am Besten, die Haltewinkel ca. 20 cm von den Ecken entfernt an den Längsseiten zu befestigen. An der Stirnseite sollte man Platz lassen für einen Spoiler, falls später Windgeräusche auftreten.

**Achtung:** Lassen Sie während der Montage die Schutzfolien auf den Panels oder decken Sie das Solarpanel ganzflächig mit einem Karton ab. Sie schützen damit das Panel und verhindern, dass es schon Strom produziert und damit Spannung an den Anschlussklemmen anliegt.

Säubern Sie die Klebeflächen an Halter, Kabeldurchführung und Dach und behandeln Sie diese großflächig mit dem entsprechenden Primer. Zeichnen Sie die Umriss der zu klebenden Befestigung vorher aufs Dach, damit Sie wissen, wo der Kleber hin muss. Kleben Sie die Außenkanten der Klebeflächen mit feinem Malerkreppband ab, überquellenden Kleber können Sie dann später damit abziehen, und die Klebefugen sehen besser aus.

Die Kabelführung Solarpanel - Dachdurchführung - Solarregler - Sicherungshalter - Batterie sollte so kurz wie möglich gehalten werden. Den Solarregler beim Controlpanel zu montieren mag zwar schön aussehen, muss aber nicht unbedingt der kürzeste Weg sein. Montieren Sie mehrere Panels, sollten Sie die Leitungen möglichst erst im Innenraum zusammenführen, sie tun sich dann mit einer späteren Fehlersuche leichter.

Für eine Verbindung auf dem Dach müssen Sie entweder einen wasserdichten MC4-Steckverbinder oder eine Feuchtraum-Aufputzverteilerdose mit PG- oder PIX-Kabeldurchführung verwenden.

Die Dachdurchführung sollten Sie direkt in der Nähe des Panels vorsehen. Eine längere Kabelverlegung auf dem Dach, auch im Kabelkanal, ist ungünstig. Am Kabel oder den Kanälen kann sich Wasser stauen, es wird schlecht abfließen und Pfützen bilden. Wenn Sie mit Kabelkanälen arbeiten, sollten Sie diese entweder an der Reling befestigen oder ca. 1 cm hoch setzen, dass Regen- oder Tauwasser in alle Richtungen sauber abfließen kann.

Suchen Sie von innen einen gut erreichbaren Punkt für den Dachdurchbruch, groß genug für Bohrmaschine mit Bohrer, möglichst mit einer Seitenwand für die Montage des Solarreglers und einer Möglichkeit das abgehende Kabel möglichst unsichtbar zu verlegen.

Bohren Sie dann mit einem kleinen Bohrer von innen nach außen, möglichst nahe der Außenwand, denn dann erwischen Sie auf jeden Fall die seitliche Dachverstärkung.

Kontrollieren Sie, wo Sie außen herausgekommen sind, Sie können jetzt eventuell noch korrigieren und das kleine Loch mit der späteren Dachdurchführung abdecken. Wenn alles passt, können Sie mit einem, zum Kabeldurchmesser passenden, größeren Bohrer oder einer Bohrraspel nachbohren.

Sie können den Durchbruch auch größer fräsen und um ein Wellrohr mit 20 mm oder 40 mm durchzuführen. Das Wellrohr lassen Sie innen und außen ca. 10 mm überstehen. Verteilen Sie das Dekalin großzügig an den Wänden des Durchbruchs und in den Rillen des Wellrohrs,

## Projekt Transittfrei

drehen Sie dann das Rohr von außen nach innen durch und dichten das Ganze erneut von außen ab.

Wenn Sie den Dachdurchbruch fertig haben, führen Sie das Anschlusskabel zuerst durch die Durchbruchsabdeckung, machen aber die PG/PIX-Dichtung noch nicht fest, so dass Sie die Abdeckung noch auf dem Kabel bewegen können.

Achten Sie auch bei der vorgesehenen Position der Abdeckung darauf, dass die Kabeleinführung nicht in Fahrtrichtung zeigt!

Jetzt kommt der wichtigste Teil! Führen Sie das Kabel durch den Dachdurchbruch. Bevor Sie die letzten 4 cm durchschieben, dichten Sie den Durchbruch mit Dekaseal ab. Dann schieben Sie die letzten 4 cm Kabel durch und dichten wieder ab. Lassen Sie auf der Dachhaut ruhig einen kleinen Dekasealhügel stehen und verstreichen dessen Rand mit der Dachhaut.

Lassen Sie das Dekaseal abbinden, damit das durchgeführte Kabel schon einen festen Halt hat, am besten ca. 24 Stunden. Erst dann rücken Sie die Abdeckung des Dachdurchbruchs an die richtige Stelle und verkleben Abdeckung und Dachhaut mit SikaFlex.

Erst wenn diese richtig verklebt und fest ist, drehen Sie die, zum Kabeldurchmesser passende, PG/PIX-Verschraubung zu.

Ganz wichtig, der Dachdurchbruch mit dem eingeführten Kabel wird mit Dekaseal abgedichtet, die Abdeckung wird mit der Dachhaut unter Verwendung von Sika252 verklebt.

Innen führen Sie das Kabel so, dass Sie die Kabeldurchführung immer von allen Seiten kontrollieren können. Dichten Sie den Durchbruch nicht von unten ab, sie können dann auch Jahre später noch sehen, ob sich hier Wasserverfärbungen bilden, was bei sauberer Arbeit eigentlich nicht vorkommen kann.

Sie können für die Kabeldurchführung aber auch ein 20 mm Wellrohr verlegen und in einer Feuchtraumverteilerdose enden lassen, dann können Sie später auch andere Kabel, wie z.B. ein Antennenkabel, durchziehen. Hier dichten Sie nur die Wellrohrdurchführung ab.

So, das Panel ist montiert, der Durchbruch dicht, jetzt können Sie den Solarregler und den Temperaturfühler montieren, das Kabel verlegen und den Ausgang des Solarreglers an die Aufbauatterie anschließen.

Wenn Sie sich für einen Regler mit einem zusätzlichen Ladeausgang für die Startatterie entschieden haben, muss der auch noch angeschlossen werden.

Lesen Sie aber bitte vorher die Installations- und Bedienungsanleitung Ihres Solarreglers durch! Ich würde Ihnen empfehlen direkt auf die Batterie zu gehen. Es gibt aber auch die Möglichkeit, die Solaranlage in das 230V-Ladegerät einzuspeisen. Dazu benötigen Sie dann meist noch den Anschlussstecker für das Ladegerät. Sinn macht diese Verschaltung allerdings nur, wenn das Ladegerät eine Art Lade- und Verbrauchscomputer beinhaltet und Sie darüber die gesamte Ladung und Entladung der Batterie kontrollieren möchten.

Aber Achtung beim Anschluss an das Ladegerät. Mehr als 12A sollten nicht fließen. Die Sicherung, die Anschlussstecker und die internen Leiterbahnen des Ladegerätes sind auf max. 15A ausgelegt!

Jetzt können Sie auch die Schutzfolie der Panels entfernen, wenn Sie alles richtig verschaltet haben wird Solarstrom in Ihre Batterie fließen. Wenn wenig oder fast nichts fließt besteht vielleicht wegen schon voller Batterie kein Ladebedarf.

Bei manchen Solarreglern (Votronic) muss die Anzeige vorher geeicht werden. Die Anlage muss einen Tag Sonne sehen und dann den Mond. Steht aber alles in der Einbauanleitung!

Bei der Installation mehrerer Panels an einem Regler müssen Sie darauf achten, dass der Regler spannungs- bzw. strommäßig dafür ausgelegt ist. Wichtig bei beiden Reglern ist, dass Sie zwischen verschiedenen Batterietypen (Nass/AGM1/AGM2/Gel) wählen und dass Sie einen externen Temperaturfühler für die Ladebatterie anschließen können.

Bei den Solarregler gibt es Regler, die zur Ladung von 12V oder 24V Batterieanlagen konzipiert sind. Manche prüfen die von der Batterie kommende Spannung und stellen sich automatisch darauf ein, dafür muss aber die Solarpanels vom Reglereingang getrennt werden! Andere

## Projekt Transittfrei

Regler müssen eventuell gemäß der BDA manuell eingestellt werden. Bitte achten Sie in der BDA auf solche Hinweise, bei 24V Ausgangsspannung zerkochen Sie ihre Batterien.

Die MPP-Regler werden oft als "besser" angepriesen. Dies stimmt für eine Wohnmobil-Solaranlage aber nur, wenn mindestens ein 40 Zellen = 20 Voc Panel verwendet wird oder zwei Panels in Serie geschaltet werden.

Eine Serienschaltung sollten Sie meiner Meinung nach allerdings vermeiden, da selbst bei einer Teilabschattung eines Panels der Leistungseinbruch der Gesamtanlage nicht nur bei 50% liegt, sondern auf bis zu 80% abfallen kann.

Machen Sie oft Urlaub in bewölkten und kalten Gegenden, dann ist der MPP-Regler die bessere Wahl. Er kann sich der Leistung bei weniger Sonne aber auch niedrigeren Temperatur besser anpassen.

### zu 2. als eventuelle Hilfestellung zur Erklärung einer Solaranlage

Ein Solarsystem besteht aus mindestens einem Solarmodul, einem Solarregler und einer Speicherbatterie. Die Aufgabe des Solarmoduls ist es, Strom zu produzieren, um die Batterie(n) zu laden. Für die Abstimmung Solarpanelleistung zur notwendigen Batteriekapazität gibt es eine Faustformel: nämlich  $\text{Solar Wp} \geq \text{Batt Ah}$  bis zur empfohlenen Entladungstiefe.

Bei dieser Art von Stromerzeugung erzeugen die auftreffenden Licht-Photonen in einem Teil der Siliziumzelle eine Ladung (Elektronen), die dann als Strom (Stromquelle) über den Verbraucher in den anderen Teil der Solarzelle zurückfließen möchte. Die ist aber eine sehr vereinfachte Erklärung, wer mehr darüber wissen möchte muss sich mit der Einsteinschen Relativitätstheorie und der Quantentheorie des Lichtes beschäftigen. Je nach äußerem Widerstand stellt sich dann an den Anschlussklemmen des Panels eine Spannung ein. Der Strom ist umso größer, je stärker die Lichteinstrahlung ist und die Größe der Zellen bestimmt die maximale Stromstärke. Der jeweilige Strom (Menge des Sonnenlichtes) und die Spannung aufgrund des Verbraucherwiderstandes ergeben einen Leistungspunkt des Panels. Da dieser Leistungspunkt je nach Strahlung und Last wandert, sollte sich der Solarregler darauf einstellen können (Siehe MPP-Regler). Die Stromabgabe ist also abhängig von der Intensität und der Art der Einstrahlung (Direkteinstrahlung und/oder diffuse Einstrahlung bei Wolken) sowie der Abschattung und der Paneltemperatur.

Eine Solarzelle ist eine Stromquelle bei der das Sonnenlicht Elektronen freisetzt, das heißt sie liefert x Ampere. Also gilt:

- Je mehr Sonne, desto mehr Strom liefert sie.

Der Pferdefuß ist allerdings: Je mehr Sonne, desto größer ist die Aufwärmung der dunklen Solarfläche. Steigt jedoch die Zellentemperatur, dann vermindert sich die Spannung, die Leistung fällt und damit gilt leider auch:

- Je wärmer das Panel, desto weniger Leistung wird erzeugt.

Mehrere Solarmodule können „parallel“ (doppelter Strom, dickere Kabel) oder „in Reihe“ (doppelte Spannung, verschattungs-empfindlicher) an den entsprechend dimensionierten Solarregler angeschlossen werden.

Was davon Sinn macht, hängt von der erzeugten Modulspannung und dem gewählten Solarregler ab.

Nur durch eine Reihenschaltung von Solarzellen im Panel man eine ladefähige Spannung von ca. 18 Voc oder mehr. Dies ist aber auch der Knackpunkt. der Reihenschaltung. Werden bei einer Teilabschattung durch Äste, aufgestellte Dachfenster, Sat-Spiegel oder Dachkoffer einzelne oder mehrere Zellen eines Panels abgeschattet führt dies zu einer drastischen Leistungsminderung (bei 30% Abschattung ca. 90% Leistungsminderung).

Eine Teilverschattung kann man sich wie einen Tritt auf einen Gartenschlauch vorstellen, die abgeschattete Zelle ist eine Engstelle und blockiert den gesamten Stromdurchfluss!

Ein wichtiges Kriterium für die Leistung ist der Einstrahlwinkel. Bei Wohnmobilen sind die Module meist waagrecht auf dem Dach montiert. Eine bessere Position wäre allerdings ein

## Projekt Transitfrei

Aufstellwinkel zwischen ca. 30° und 50° mit Ausrichtung des Wohnmobils bzw. der Panelfläche nach Süden. Nur in dieser Ausrichtung wird die maximal erzielbare Leistung (Wp) über den ganzen Tag erreicht.

Mit aufgestelltem und kühlem Panel ist die Ausbeute im Winter um ca. 15 bis 20% höher als bei einem flachliegenden, zusammen mit einem MPP-Regler sind deshalb ca. 25% mehr Leistung zu erwarten. Im Sommer wirkt sich die Aufstellung durch die schon hochstehende Sonne und die leider höhere Modultemperatur nicht ganz so stark aus und liegt bei vielleicht 15-20%.

Ein weiterer leistungsmindernder Einfluss ist also die Paneltemperatur. Sie kann an einem Sommernachmittag leicht auf über 70°C ansteigen. Pro 10°C sinkt die Leistung aber um ca. 4,5%. Das sind dann, ausgehend von 25°C STC, bei 45K Temperaturdifferenz über 20% Leistungseinbuße.

### zu 3.

<https://www.victronenergy.de/upload/documents/Datasheet-Blue-Solar-Charge-Controller-MPPT-75-10,-75-15-&-MPPT-100-15-DE.pdf>

MPP Regler

12/24V Automatik

2 Ausgänge, Batterieladung/Lastausgang für weit. Verb.

interne Temperatur Kompensation

1x Victron Energy Bluetooth Dongle mit App

1x Dekalin Klebeset in Weißt

Analyse des Solaranlagensets:

**Die Anlage mit 200WP ist überdimensioniert.** Ein Panel mit 80-100 WP würde vollauf genügen und mit ca. 5A an einem Sommer/Herbsttag mit 6 Stunden Sonnenschein ca. 30 Ah in die Batterien laden. Die Panels selbst sind 72-Zellen Panels mit Arbeitsspannung von 36Vmpp. Es ist daher in Verbindung mit einem Mpp-Regler mit mehr nutzbarer Leistung bei höheren Panneltemperatur zu rechnen. Die Panels selbst sind OK

**Ein MPP-Regler zu den 36 Voc Panels passt sehr gut.** Der Regler kann dabei seine Vorteile bei diffuseren Strahlung sehr gut ausnutzen. Mit der hohen MPP-Spannung lassen sich auch Spannungseinbrüche durch eine im Sommer hohe Paneltemperatur noch ausgleichen.

Ein paar zusätzliche Worte zum gewählten Regler:

- Die Ladung erfolgt nach CV/CV Kennlinie, die allerdings per App für drei Ladestufen eingestellt werden kann. **Das ist OK**

- Der Regler hat eine 12/24V Automatik und kann die zu ladenden Batterien selbsttätig erkennen. Für ein "nur 12V Batteriesystem ist diese Option nicht notwendig. Über die App und den Dongle kann die Automatik 12/24V abgeschaltet werden und der Regler fest auf 12V Batterien eingestellt werden. **Das ist OK**

- Der Regler hat keinen zweiten Ausgang zum Laden der Startbatterie sondern einen Ausgang für weitere Verbraucher. **Ein Regler mit zusätzlichem "StartBatt Ladeausgang" wäre für Wohnmobilanwendungen empfehlenswerter.**

- Der interne Temperaturfühler ist gut, wenn der Regler in der Nähe der Batterie montiert wird. Der Regler oben und Batterie vorne unterm Bodenblech kann die gewünschte Temperaturkompensation ins Gegenteil verkehren.

- Der Bluetooth Dongle ist ein tolles Männerspielzeug um die Daten der Solaranlage auf dem Smartphone darzustellen. Er stellt die aktuellen Werte und eine Monatssummary, getrennt für beide Ausgänge, zur Verfügung. Einstellen bzw. ändern lassen sich z.B. die Ladeschlussspannungen in drei Ladestufen um die Batterie typgerecht zu laden. Diese Möglichkeit der Einstellungsänderung öffnet leider auch den Raum für irrtümliche Fehleinstellungen, die der Batterie schaden könnten!

Das Klebeset enthält einen, zum Kleber passenden, Entfetter/Primer zur Vorbehandlung der Klebeflächen. **Das ist sehr gut.**

Ein Solarset mit 100 Wp vom gleichen Anbieter, allerdings mit anderem Regler, liegt bei 215,- €

## **Projekt Transitfrei**

Natürlich kann die zweite Aufbaubatterie entfernt werden. Ich sehe darin allerdings keinen Vorteil. Die Batterie ist vorhanden, das Gewicht von ca. 20-25 kg sollte bei einem 1-Personen - Fahrzeug nicht ausschlaggebend sein, durch die damit doppelte Kapazität sind Entladetiefen bis nur 50% besser einzuhalten. Das erhöht die Lebensdauer.

### **Durchgeführte Tätigkeiten**

Erstellung einer Dokumentation

Sämtliche Unterlagen bleiben Eigentum des Erstellers.

Der Inhalt der Unterlagen steht "Transitfrei.de zur Veröffentlichung auf der Webseite "transitfrei.de" und zur Weitergabe an den Nutzer Thomas unter Angabe der Quelle zur Verfügung.

# Projekt Transittfrei

