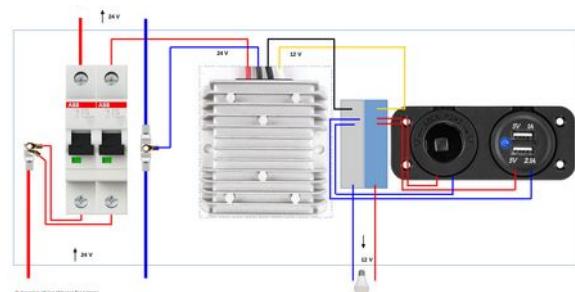
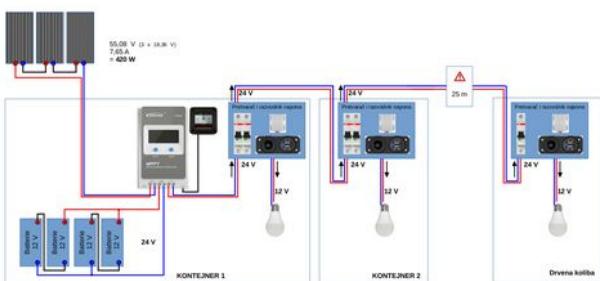


# Ertüchtigung einer Solarstromanlage

**Humanitäres Projekt für Migranten und Flüchtlinge am „Velečovo Checkpoint“ in Ključ, Bosnien und Herzegowina**

**Eine Entwicklung von Umino**



Die vorliegende Dokumentation ist vorläufig  
und dient als Arbeitsgrundlage bei der Installation bzw. Errichtung  
der Solarstromanlage.

Nach Fertigstellung ist eine Überarbeitung / Ergänzung vorgesehen.

# Einsatzort

Seit drei Jahren liegt der Fokus unserer humanitären Arbeit in der Flüchtlingsnothilfe auf Bosnien und Herzegowina. Das Land ist ein dauerhafter Brennpunkt auf der Balkanroute mit Tausenden an Migranten und Flüchtlingen. Für diese ist Bosnien ein Transitland, jedoch stranden die Menschen massenhaft vor der nur schwer überwindbaren EU-Außengrenze zwischen Kroatien und Bosnien. Die Lebensverhältnisse sind für diese Population äußerst prekär, in einem der ärmsten Länder Europas, welches mit dem Problem ökonomisch, administrativ und politisch überfordert ist.

An unserem Einsatzort am Velečovo Checkpoint kreuzt die Hauptstraße von Sarajevo nach Bihać die innerbosnische Verwaltungsgrenze des Una-Sana-Kantons. Es liegt auf der Hauptroute der Flüchtlinge und Migranten in Bosnien. Mit der Absicht, den Zustrom an Menschen in die überlastete Region an der Grenze zu Kroatien zu verhindern, werden Personen ohne gültige Reisepapiere hier gestoppt. Sie müssen die Busse verlassen und befinden sich zunächst orientierungslos am Straßenrand, bis sich nach Stunden oder Tagen eine Lösung für ihren Verbleib gefunden hat. Helfer\*innen der kleinen örtlichen Rotkreuzgruppe betreiben hier seit über zwei Jahren eine improvisierte Hilfsstation.



Der „Punkt“ ist nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Elektrizität wird jedoch benötigt für die abendliche Beleuchtung in den Containern und in der provisorischen Holzhütte, die der Versorgung und Unterkunft der Menschen dienen, und zum Laden von Mobiltelefonen, welche einen der wichtigsten Ausrüstungsgegenstände der Ankommenden darstellen.

# Vorhandene Solaranlage

Es gibt am Checkpoint eine Solarstromanlage, die vor etwa einem Jahr von Freiwilligen aus Deutschland gespendet und installiert wurde. Diese Leute waren aber nur einmal da und es besteht zu diesen offenbar keine Verbindung mehr. Die Solarstromanlage funktioniert nicht mehr gut und zeitweise gar nicht mehr und zwar aus mehreren Gründen. Die Anlage muss repariert werden, eventuell sogar neu konzipiert werden.

Gründe, warum die Anlage aktuell nicht funktioniert, sind:

1. Mindestens eines der beiden Solarpaneelle ist mechanisch zerstört, durch mutwillige Steinwürfe von Migranten. Mindestens eines, eventuell beide Module müssen ersetzt werden.



2. Die Solarmodule sind bzw. waren sehr ungünstig positioniert. Sie standen unmittelbar neben der Holzhütte, wo sie über große Teile des Tages im Schatten der Hütte und die meiste restliche Tageszeit im Schatten von Bäumen und Sträuchern standen. Außerdem sind sie am Aufstellort ungeschützt gegen Vandalismus oder versehentliche Beschädigung. Inzwischen wurden die Solarmodule auf dem Dach eines der Container aufgestellt, wo sie ideal beleuchtet werden und geschützt sind.
3. Die Batterien (gewöhnliche Blei-Säure-Autoakkus) sind schlecht geworden und müssen vermutlich ersetzt werden. (Siehe auch Diskussion im nächsten Abschnitt). Man sieht deutlich, dass der Flüssigkeitsstand nicht stimmt und es sind von außen helle Flecken erkennbar, die wahrscheinlich auf eine starke Sulfatierung hindeuten. Blei-Säure-Akkus sind für Solaranlagen schlecht geeignet, weil sie nicht für ständiges Entladen und Laden ausgelegt sind. Die übliche Lebensdauer (Zyklenfestigkeit) solcher Akkus in einer Solaranlage beträgt etwa ein Jahr und das ist bereits überschritten.
4. Der verwendete Laderegler ist ein Noname-Billigprodukt (siehe auch Diskussion im nächsten Abschnitt), das allgemein verrufen ist wegen seiner schlechten Funktion und geringen Lebensdauer. Er verwendet die billigere PWM-Technologie was in der konkreten Anlage alleine technologiebedingt zu einem Leistungsverlust von 25% führt. Bessere Laderegler verwenden die MPPT-Technologie, sind aber auch um Faktor 3 teurer.
5. Die Verkabelung ist möglicherweise falsch ausgelegt. Es gibt eine Stromleitung von der Hütte zum Container, die relativ lang ist (Entfernung etwa 25 Meter plus Kabellängen in der Hütte etc.). Bei nur 12 Volt Systemspannung und mit einem zu geringem Leitungsquerschnitt kommt es zu erheblichen Verlusten auf der Leitung.

# Diskussion der Solaranlage

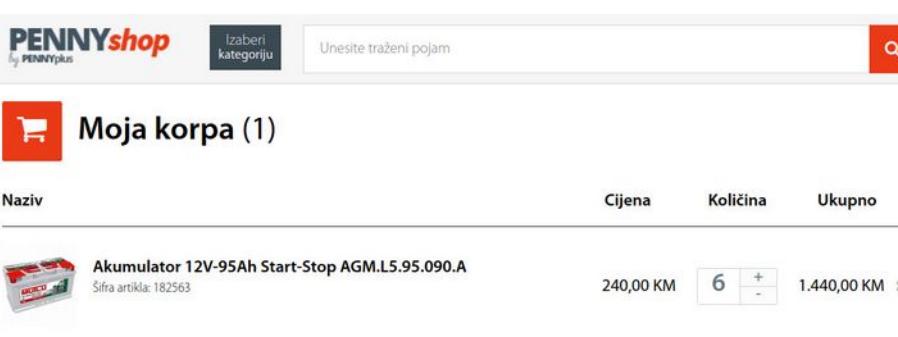
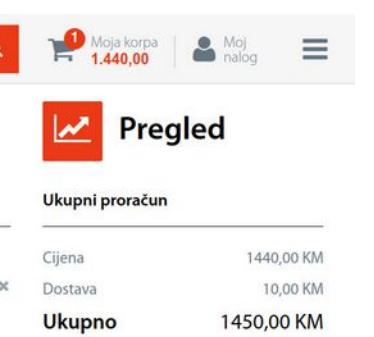
Diskussion zum Solarsystem	Rasprava o solarnom elektroenergetskom sistemu
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jahreszeitliche Einschränkungen</li> <li>2. Position der Solarmodule</li> <li>3. Zustand der Batterien</li> <li>4. Batterien mit AGM-Technologie</li> <li>5. Laderegler-Technologie</li> <li>6. Verschaltung der Solarmodule</li> <li>7. Leistungserweiterung</li> <li>8. Systemspannung 12 Volt / 24 Volt</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sezonska ograničenja</li> <li>2. Položaj solarnih modula</li> <li>3. Stanje baterija</li> <li>4. Baterije sa AGM tehnologijom</li> <li>5. Tehnologija kontrolera punjenja</li> <li>6. Međusobno povezivanje solarnih modula</li> <li>7. Proširenje performansi</li> <li>8. Napon sistema 12 volta / 24 volta</li> </ol>
Jahreszeitliche Einschränkungen	Sezonska ograničenja
<p>Auch, wenn eine Solaranlage technisch gut funktioniert, wird es im Winter eine Zeit geben, wo sie versagt. Im Winter ist die Sonne schwach, die Tage sind kurz. Es gibt Perioden mit mehreren Tagen ohne Sonne. Der Strombedarf ist im Winter besonders hoch, weil es früh dunkel wird.</p>	<p>Čak i ako solarni sistem tehnički dobro funkcioniра, zimi će doći vrijeme kada zakaže. Zimi je sunce slabo i dani su kratki. Postoje periodi s nekoliko dana bez sunca. Istodobno, potražnja za električnom energijom posebno je velika zimi jer rano padne mrak.</p>
Position der Solarmodule	Položaj solarnih modula
<p>Auf dem Dach des Containers sind die Solarmodule sicher. Und sie stehen nicht im Schatten. Wichtig ist eine gute Sicherung mit Gewichten. Es muss sicher sein, dass ein starker Sturm die Module nicht vom Dach weht.</p>	<p>Solarni moduli su sigurni na krovu containeru. I nisu u sjeni. Važno je samo pravilno ga učvrstiti utezima. Mora se osigurati da jaka oluja ne odnese module s krova.</p>
	

Zustand der Batterien	Stanje baterija
	

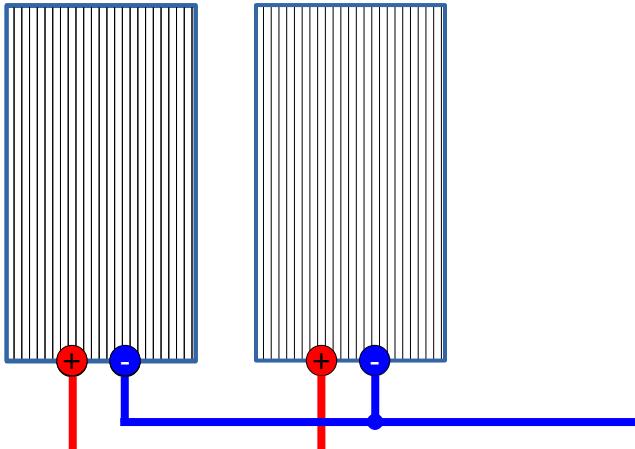
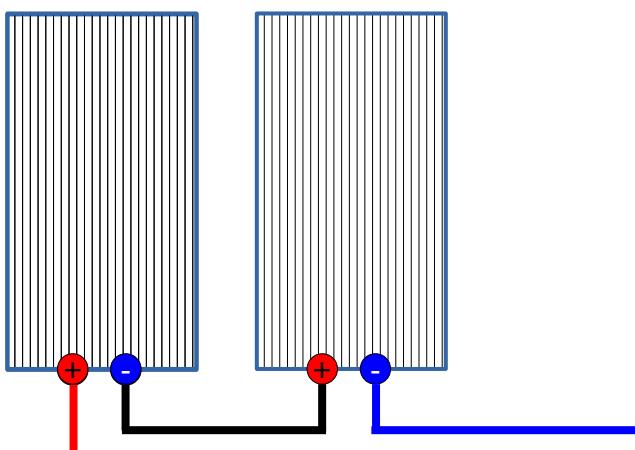
Man sieht, die Batterien sind nicht mehr gut. Dies sind normale Autobatterien. Normale Autobatterien halten nicht lange, wenn sie wiederholt entladen und geladen werden.

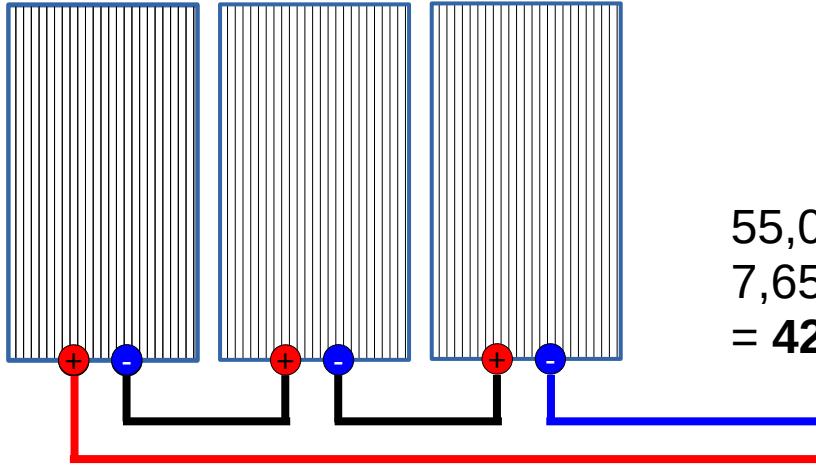
Vidite da više nisu dobri. To su normalne baterije u automobilu. Obične baterije u automobilu ne traju dugo ako se više puta isprazne i napune.

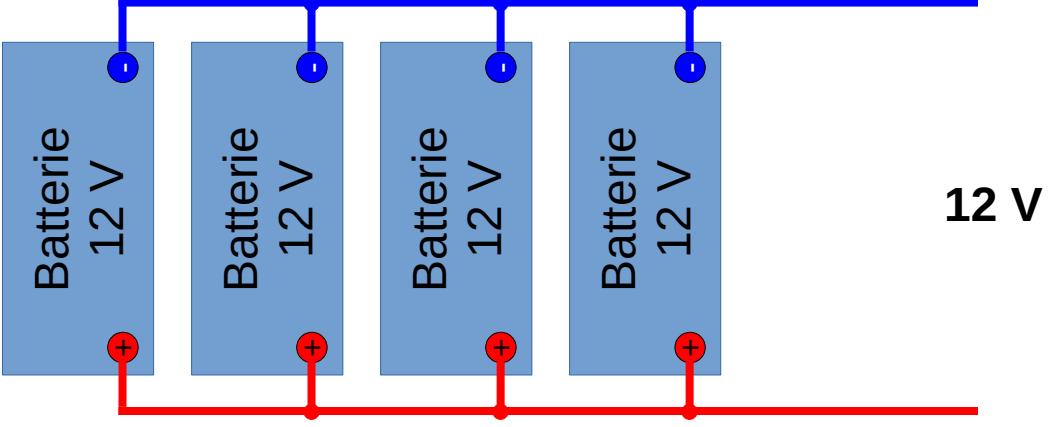
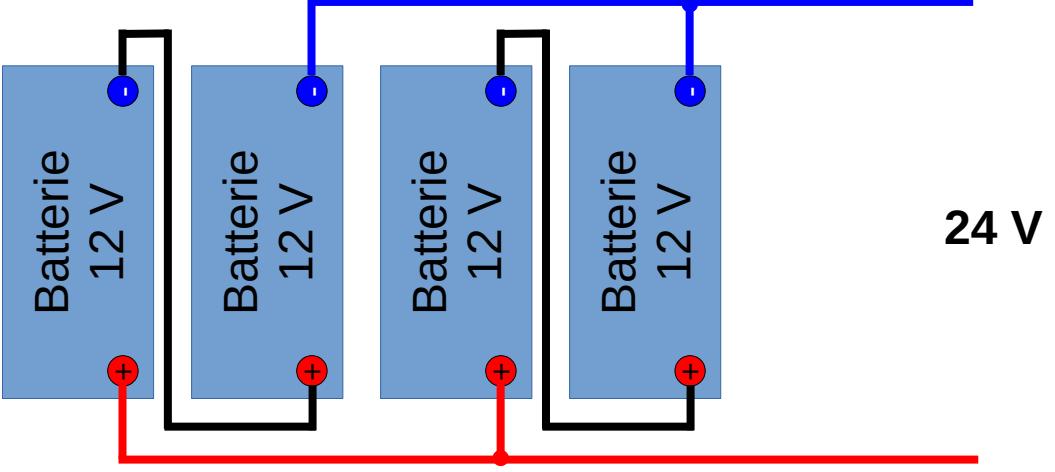
Batterien mit AGM-Technologie	Baterije sa AGM tehnologijom
AGM-Batterien sind teurer, aber für diese Anwendung besser geeignet und halten länger.	AGM baterije su skuplje, ali su prikladnije za ovu aplikaciju i traju duže.
Wir werden neue Batterien kaufen. Wir werden wahrscheinlich einen Spender finden, der sechs neue Batterien finanziert. Vier Batterien für das Solarsystem. Zwei Batterien für die Handy-Ladestation.	Kupiće nove baterije. Vjerovatno ćemo pronaći donatora za financiranje šest novih baterija. Četiri baterije za solarni sistem. Dvije baterije za stanicu za punjenje mobitela.

	
<p>Die sechs Batterien haben zusammen ein Gewicht von 112 kg. Mirza sagt, dass die Lieferungen von pennyshop.ba immer telefonisch angekündigt werden. Vielleicht kann man versuchen, dass die Batterien bei der Schule in Velečevu geliefert werden.</p>	<p>Šest baterija zajedno teži 112 kg. Mirza kaže da se isporuke pennyshop.ba uvijek najavljuju telefonom. Možda se može pokušati dostaviti baterije u školu u Velečevu.</p>

Laderegler-Technologie	Tehnologija kontrolera punjenja
Es gibt zwei Laderegler-Technologien:	Postoje dvije tehnologije kontrolera punjenja:
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PWM (pulse width modulation)</li> <li>2. MPPT (maximum power point tracking)</li> </ol>	
	<p style="text-align: center;"><b>40A Tracer4210AN</b></p> 
<p>PWM ist billig aber ineffizient. MPPT ist teuer aber effizient. Der technologiebedingte Leistungsverlust eines PWM-Reglers beträgt 20% bis 40%.</p> <p>Der vorhandene Laderegler am Punkt in Velečovo ist ein einfacher PWM-Regler.</p> <p>Unter dem folgendem Weblink befindet sich die Anleitung für den vorhandenen Laderegler. Der zweite Weblink führt zur Anleitung eines MPPT-Reglers:</p>	<p>PWM je jeftin, ali neefikasan. MPPT je skup, ali efikasan. Gubitak snage PWM kontrolera povezan sa tehnologijom iznosi 20% do 40%.</p> <p>Postojeći regulator punjenja na mjestu u Velečevu je jednostavan PWM regulator.</p> <p>Upute za postajeći regulator punjenja možete pronaći na sljedećem web linku. Druga web veza vodi do uputa za MPPT kontroler:</p>
<p><a href="https://shop-lieckipedia.de/downloads/vorschau/Laderegler/Handbuch%20Laderegler%2030A.pdf">https://shop-lieckipedia.de/downloads/vorschau/Laderegler/Handbuch%20Laderegler%2030A.pdf</a></p> <p><a href="https://www.epsolarpv.com/upload/file/2103/EPEVER-Datasheet-tracer-an(10A-40A).pdf">https://www.epsolarpv.com/upload/file/2103/EPEVER-Datasheet-tracer-an(10A-40A).pdf</a></p>	
<p>Technische Erklärungen zum Unterschied zwischen PWM und MPPT findet man unter den folgenden Weblinks:</p> <p><a href="https://prevent-germany.com/files/downloads/White-paper-Which-solar-charge-controller-PWM-or-MPPT-DE.pdf">https://prevent-germany.com/files/downloads/White-paper-Which-solar-charge-controller-PWM-or-MPPT-DE.pdf</a></p> <p><a href="https://www.amumot.de/solar-laderegler-12v-mppt/">https://www.amumot.de/solar-laderegler-12v-mppt/</a></p>	<p>Tehnička objašnjena razlike između PWM i MPPT mogu se naći na sljedećim web vezama:</p>
<p>Aus diesen Gründen ist es dringend zu empfehlen, für die Solarstromanlage einen MPPT-Regler zu verwenden und den vorhandenen Regler auszutauschen.</p>	<p>Iz ovih se razloga toplo preporučuje korištenje MPPT regulatora za solarni sistem i zamjena postojećeg regulatora.</p>

Verschaltung der Solarmodule	Međusobno povezivanje solarnih modula
Im vorhandenen System sind die Solarmodule parallel geschaltet:	U postojećem sistemu solarni moduli su paralelno povezani:
	$18,36 \text{ V}$ $15,3 \text{ A} (2 \times 7,65 \text{ A})$ $= 280 \text{ W}$
Bei Verwendung eines MPPT-Reglers können die Module genauso gut auch seriell verschaltet werden:	Kada koristite MPPT kontroler, moduli se mogu jednako lako povezati u seriju:
	$36,72 \text{ V} (2 \times 18,36 \text{ V})$ $7,65 \text{ A}$ $= 280 \text{ W}$
Bei serieller Schaltung erhält man die selbe Leistung bei doppelter Spannung mit halber Stromstärke. Dies steigert die Effizienz deutlich. Denn die Leistungsverluste im Kabel sind von der Höhe des Stroms bestimmt.	Kada se spajaju u seriji, ista snaga se dobija pri dvostrukom naponu i polovini struje. Ovo značajno povećava efikasnost. Budući da se gubici snage u kablu određuju nivoom struje.
Dies ist ein weiterer Grund für die Verwendung eines MPPT-Reglers. Es wird empfohlen, einen MPPT-Regler zu verwenden und die Verschaltung der Module zu ändern von parallel auf seriell.	To je još jedan razlog za upotrebu MPPT kontrolera. Preporučljivo je koristiti MPPT kontroler i promijeniti međusobno povezivanje modula iz paralelnog u serijski.

Leistungserweiterung	Proširenje performansi
Auf Basis der seriellen Verschaltung aller Module und mit einem MPPT-Regler kann die Leistung der Anlage durch Verschaltung von einem zusätzlichen Modul gesteigert werden.	Na osnovu serijske povezanosti svih modula i sa MPPT kontrolerom, performanse sistema mogu se povećati povezivanjem dodatnog modula.
	$  \begin{aligned}  & 55,08 \text{ V} \quad (3 \times 18,36 \text{ V}) \\  & 7,65 \text{ A} \\  & = 420 \text{ W}  \end{aligned}  $
<p>Es sind zwei Module in Velečovo vorhanden. Ich werde zwei zusätzliche Module mitbringen. Ein vorhandenes Modul ist defekt. Das heißt, wir haben insgesamt drei Module verfügbar.</p> <p>Wir werden die vorhanden Module messtechnisch überprüfen. Sollte das augenscheinlich defekte Modul messtechnisch doch in Ordnung sein, werden wir alle vier verfügbaren Module nutzen, um möglichst viel Energie bereitzustellen.</p>	<p>U Velečevu postoje dva modula. Donijet će dva dodatna modula. Jedan postajeći modul je neispravan. To znači da imamo na raspolaganju ukupno tri modula.</p>

Systemspannung 12 Volt / 24 Volt	Napon sistema 12 volta / 24 volta
Das vorhandene Solarstromsystem am Punkt in Velečovo ist für 12 Volt konfiguriert. Die vier Batterien sind parallel verschaltet. Das ist ineffizient.	Postojeći sistem solarne energije na punktu u Velečevu konfigurisan je za 12 volti. Četiri baterije su povezane paralelno. To je neefikasno.
	 <pre> graph LR     BusBluePos --- +  B1[12V]     BusBluePos --- +  B2[12V]     BusBluePos --- +  B3[12V]     BusBluePos --- +  B4[12V]     B1 --- -  BusBlueNeg     B2 --- -  BusBlueNeg     B3 --- -  BusBlueNeg     B4 --- -  BusBlueNeg     style B1 fill:#a0c8f0     style B2 fill:#a0c8f0     style B3 fill:#a0c8f0     style B4 fill:#a0c8f0     style BusBluePos fill:none,stroke:#0000ff     style BusBlueNeg fill:none,stroke:#0000ff   </pre>
Man kann mit vier Batterien ein 24-Volt-System realisieren.	Sistem od 24 volta može se implementirati sa četiri baterije.
	 <pre> graph LR     BusBluePos --- +  B1[12V]     B1 --- +  B2[12V]     B2 --- +  B3[12V]     B3 --- +  B4[12V]     B4 --- -  BusBlueNeg     style B1 fill:#a0c8f0     style B2 fill:#a0c8f0     style B3 fill:#a0c8f0     style B4 fill:#a0c8f0     style BusBluePos fill:none,stroke:#0000ff     style BusBlueNeg fill:none,stroke:#0000ff   </pre>
Der selbe Laderegler kann sowohl ein 12-Volt-System als auch ein 24-Volt-System steuern.	Isti regulator punjenja može upravljati sistemom od 12 volti i sistemom od 24 volta.
Der Vorteil eines 24-Volt-Systems ist, dass auf den Leitungen bei selber Leistung nur der halbe Strom fließt. Dies steigert die Effizienz deutlich. Denn die Leistungsverluste im Kabel sind von der Höhe des Stroms bestimmt.  Besonders kritisch sind lange Leitungen von mehreren Metern, zum Beispiel zwischen Holzhütte und Container.	Prednost 24-voltnog sistema je u tome što na vodovima iste snage teče samo polovina struje. Ovo značajno povećava efikasnost. Budući da se gubici snage u kablu određuju nivoom struje.  Dugi kablovi od nekoliko metara, na primjer između drvene kolibe i kontejnera, posebno su kritični.

Natürlich sind die vorhandenen Lampen, Telefon-Ladegeräte etc. für 12 Volt ausgelegt. Das ist aber kein Problem.

Man kann in der Hütte und im Container (überall da, wo 12 Volt benötigt werden) einen einfachen DC-DC-Converter (Umwandler von 24 V auf 12 V) einbauen. So etwas kostet nicht viel.

Postojeće lampe, telefonski punjači itd. Dizajnirani su za 12 volti. Ali to nije problem.

Jednostavni DC-DC pretvarač (pretvarač od 24 V do 12 V) može se ugraditi u kolibu i u container (gdje god je potrebno 12 volti). So etwas kostet nicht viel.

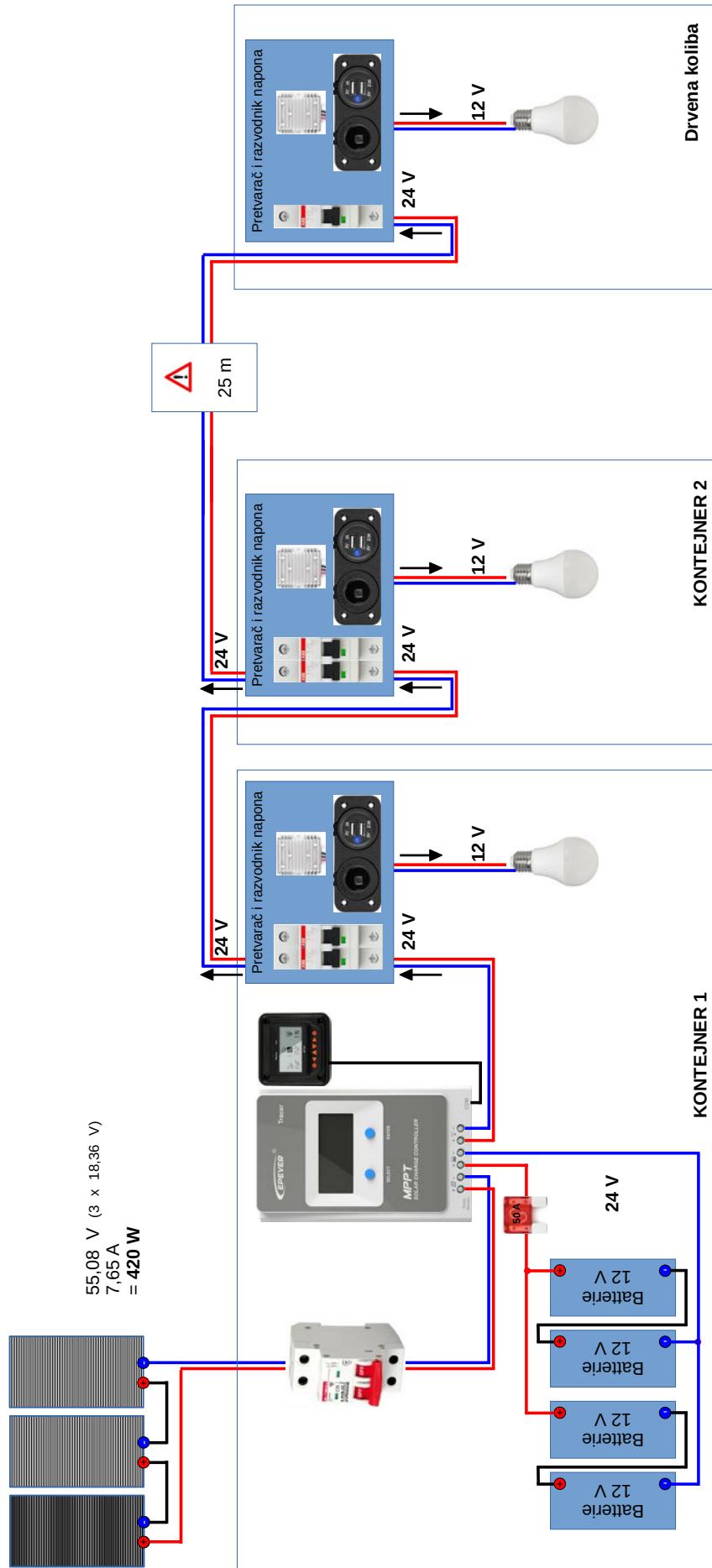


# **Ertüchtigung / Erweiterung / Erneuerung der Anlage**

Auf Basis der voran gegangenen Analyse soll die Solarstromversorgung am Velečovo Checkpoint folgendermaßen verbessert werden:

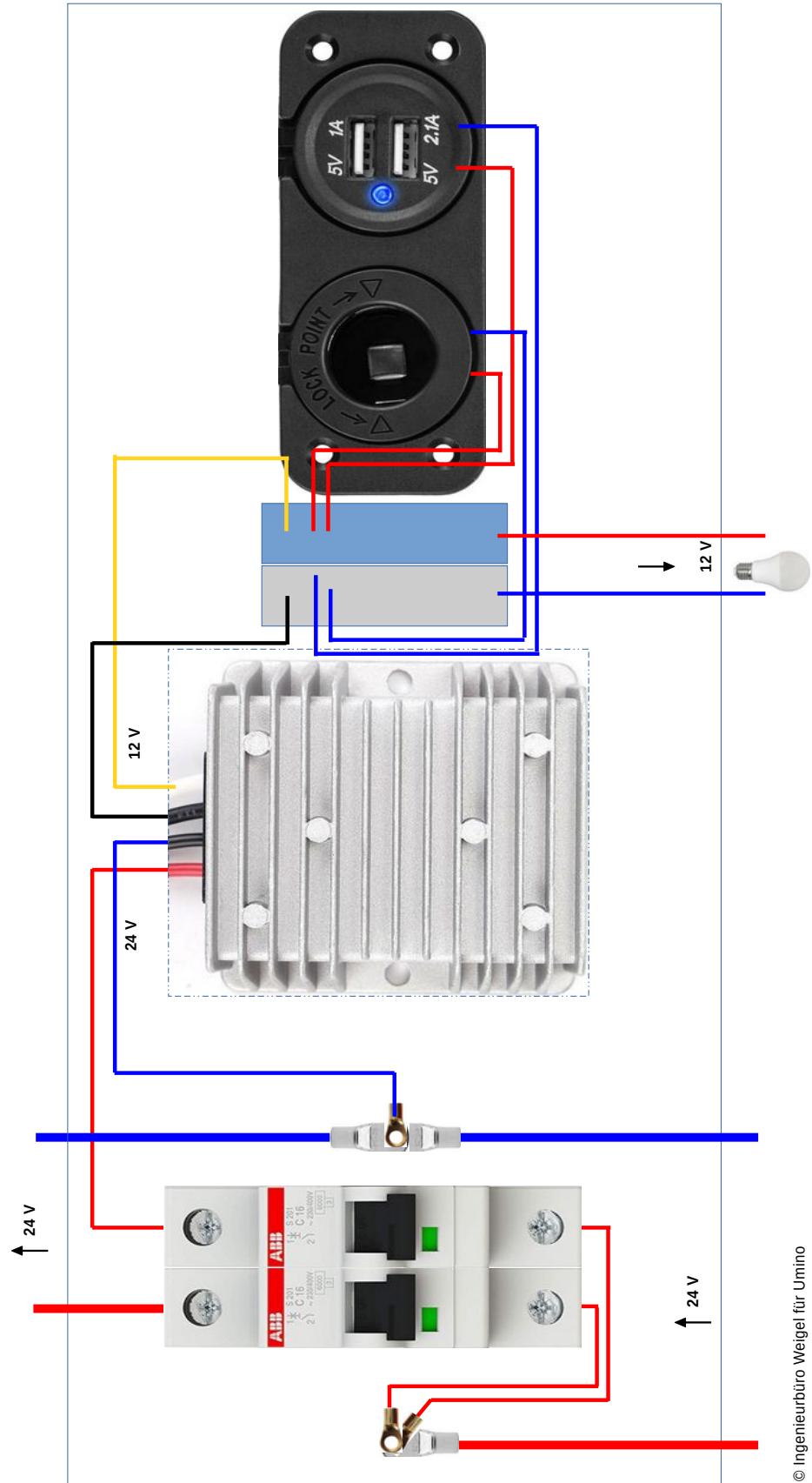
1. Installation der Solarmodule auf dem Containerdach. Verwendung von zwei neu beschafften Modulen. Überprüfung der vorhandenen Module. Wahrscheinlich Austausch des augenscheinlich defekten Moduls. Idealerweise Einsatz aller vier Module, wahrscheinlich drei Module zur Leistungssteigerung der Anlage, mindestens Einsatz der beiden neuen Module.
2. Verschaltung der Solarmodule in Reihe zur Erhöhung der Systemspannung und Übertragung der Leistung mit entsprechend geringerem Strom zur Vermeidung von Leitungsverlusten. Verwendung von Solarkabel mit Querschnitt 6mm<sup>2</sup>. Anbringung von MC4-Solarsteckern an den Solarmodulen zum universellen und standardkonformen Verbinden.
3. Einsatz eines guten MPPT-Solarladereglers.
4. Einsatz von Akkumulatoren in AGM-Technologie.
5. Verschaltung der Batterien zu einem 24-Volt-System zur besseren Ausnutzung der Leistungsfähigkeit des Ladereglers und zur Halbierung von Leitungsverlusten gegenüber des bisherigen 12-Volt-Systems.
6. Stromanschluss in jedem der beiden Container und in der Holzhütte über speziell konstruierte Verteilerkästen mit 24V/12V-DC/DC-Spannungswandler mit 12-Volt-Abgang über Klemmen, sowie mit 12-V-Steckdose und jeweils einem einfachem Handy-Ladegerät mit zwei USB-Ports.
7. Verkabelung vom Laderegler zu den Verteilerkästen mit dimensionierten Querschnitten mit dem Ziel von max. 1% Leitungsverlusten. Besondere Herausforderung und besonderer Aufwand für die große Strecke zwischen Container und Holzhütte (zirka 25 Meter Luftlinie). Die Helfer vor Ort haben hierzu bereits ein Kabel im Boden verlegt. Bei der Auswahl des Kabels mussten aus Gründen der Beschaffbarkeit Kompromisse bezüglich der Beschaffenheit gemacht werden.

# Solarni elektroenergetski sistem na humanitarnom punktu Velečevo



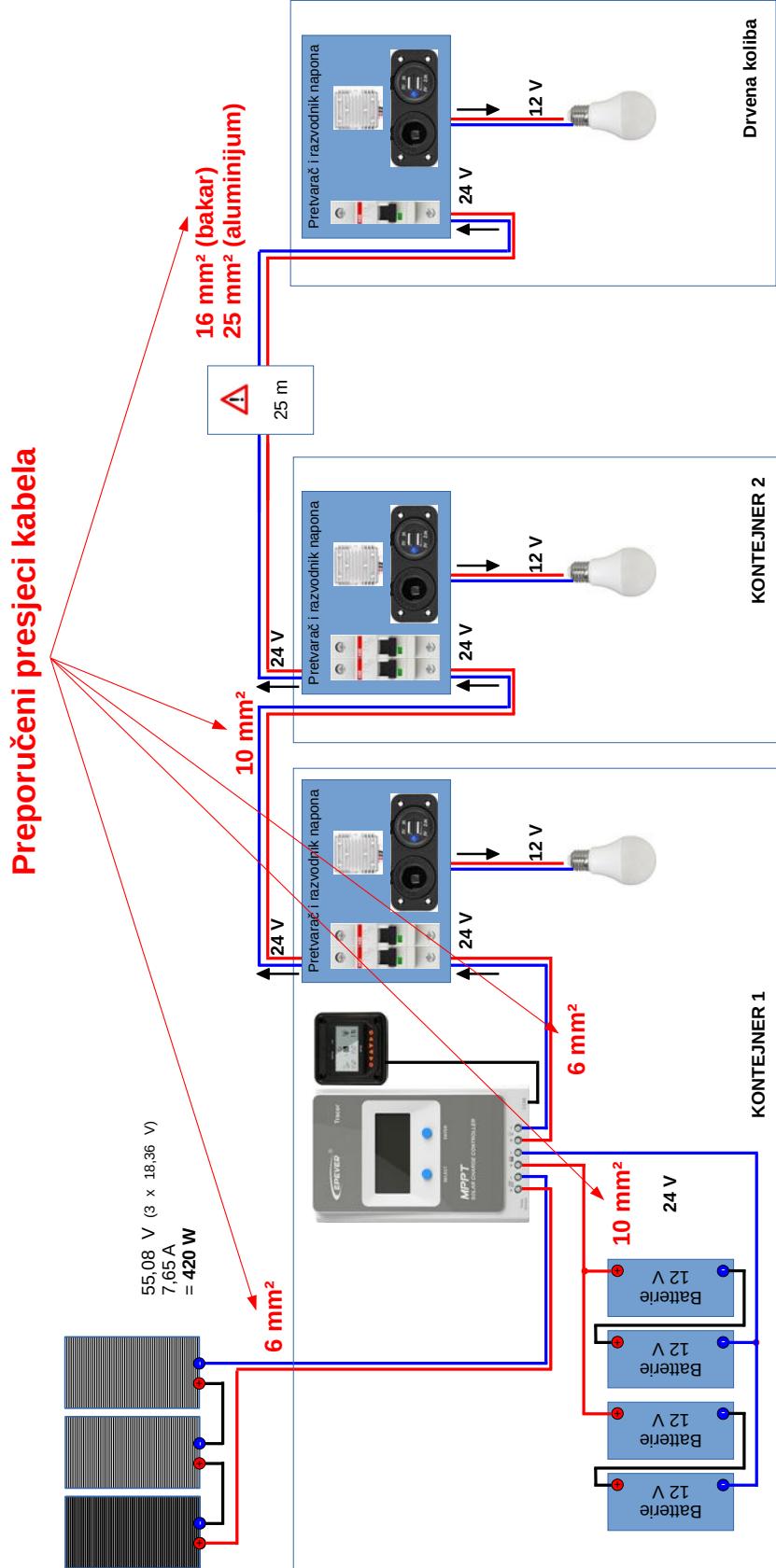
## Solarni elektroenergetski sistem na humanitarnom punktu Velečovo

Pretvarač i razvodnik napona



© Ingenieurbüro Weigel für Umino

## Solarni elektroenergetski sistem na humanitarnom punktu Velečevo



# Materialliste und Kostenaufstellung

Artikel	Preis
Solarmodule kmpl. Set (2 Stück)	186,95 €
Polklemmen, 4 Paar	23,60 €
Spannungswandler 24V/12V, 3 Stück	46,89 €
Solarladeregler Epever	119,95 €
Display für Laderegler	26,95 €
Temp.Fühler f. Laderegler	8,50 €
USB- u. 12-V-Buchse, 3 Stück	33,03 €
Verteilerklemmen	17,88 €
Kabeldurchführung, 3 Stück	35,64 €
MC4-Krimpzangen-Set	17,89 €
Kabelschuh-Set	16,99 €
AE-Hülsen 4mm <sup>2</sup>	7,16 €
AE-Hülsen 6mm <sup>2</sup>	6,99 €
AE-Hülsen 10mm <sup>2</sup>	7,55 €
AE-Hülsen 16mm <sup>2</sup>	8,81 €
Kabelmuster	11,99 €
AE-Hülsen-Krimp-Set	18,99 €
AGM Batterie, 4 Stück	494,25 €
Solarkabel	100,30 €
Rohrkabelschuhe	28,31 €
Schrumpfschläuche	10,77 €
Kabelverschraubungen	17,43 €
Kleinteile für Solaranlage	31,30 €
Blechwinkel	15,00 €
Leistungsschalter	10,29 €
Konstruktionskleber	14,95 €
Flachsicherungshalter	12,39 €
Flachstecksicherungen	5,79 €
<b>Summe</b>	<b>1.336,54 €</b>

**Dieser Platz ist reserviert für spätere Bilder vom  
Bau / Umbau der Anlage**

## **Spendenmöglichkeiten**

Paypal-Link: <https://www.paypal.me/SupportUmino>

PayPal-Adresse: [info@umino.org](mailto:info@umino.org)

Überweisung IBAN: DE08 5005 0201 1244 0478 89

Spenderinfo: <https://umino.org/spenden.html>

## **Berichte zu den Umino-Hilfsfahrten**

Alle Berichte zu unseren Hilfsfahrten finden Sie unter <https://umino.org/hilfsfahrten.html>

### **Umino – Unterstützung für Menschen in Not**

Gemeinnütziger Verein

Vorstand: Brigitte und Stefan Weigel

Ottenöd 5, 94496 Ortenburg, DEUTSCHLAND

E-Mail: [info@umino.org](mailto:info@umino.org)

Telefon: +49 (0) 8542 / 91568

Fax: +49 (0) 8542 / 91567

Internet: [www.umino.org](http://www.umino.org)