

# Ersatz-Stromversorgung

Schulhaus Grey, Nepal

Erstellt von Vitus Walder & Raphael Dietiker

Ilanz, 18. Dezember 2024



# Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS .....	2
AUSGANGSLAGE.....	3
Erdbeben Nepal .....	3
ZIELSETZUNG .....	4
PROJEKT .....	5
Vorgehen.....	5
LÖSUNGSANSATZ .....	6
Geräte.....	6
Kontakt.....	6
TECHNIK.....	7
Dimensionierung.....	7
Anlage.....	7
Kommunikation .....	8
Performance.....	8
KOSTENZUSAMMENSTELLUNG.....	10
HERAUSFORDERUNGEN .....	10
AUSFÜHRUNG .....	12
SPONSORING.....	16
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	18
TABELLENVERZEICHNIS.....	18
Ersatz-Stromversorgung Schulhaus Grey, Nepal	2

## Ausgangslage

### Erdbeben Nepal

Anfang des Jahres 2015 erschütterte ein schweres Erdbeben Nepal. Es forderte viele Todesopfer und zahlreiche Menschen im Land verloren ihr Dach über dem Kopf. Die Langtang Region im Grenzgebiet zu Tibet war besonders stark betroffen und der Wiederaufbau gestaltete sich als sehr schwierig, da die Dörfer nur schlecht zugänglich sind.



Abbildung 1: Kinder in Grey, Langtang Region, Nepal

### Schulhaus Grey

In einer der meistbeschädigten Regionen liegt das kleine Dorf «Grey» im Norden Nepals. Das Epizentrum des Erdbebens lag rund 50 km westlich der Ortschaft und die Verwüstung war dementsprechend gross. Das dorfeigene Schulhaus wurde dabei zerstört. Mithilfe des Vereins Freunde Tibets e.V konnte das Gebäude wieder neu aufgebaut und der Schulbetrieb im Oktober 2016 wieder aufgenommen werden.

In der Schule werden bis zu 150 Kinder unterrichtet, ca. 80 davon werden ebenfalls im angrenzenden Gebäude beherbergt. Der Schulkomplex umfasst ein Lehrerzimmer, einen Computerraum mit 25 PCs, zehn Klassenräume und das Internatsgebäude mit acht Zimmern. Das Schulhaus verfügt über einen Anschluss ans öffentliche Stromnetz, welches jedoch im Berggebiet nicht zuverlässig funktioniert. Im Gebäude werden primär Licht und die Computer mit Strom versorgt und durch die täglichen Ausfälle kann der Schulunterricht nur eingeschränkt abgehalten werden.

### Information zum Standort

Schulhaus Grey (Shree Gre Basic School), ca. 2200 m.ü.M.

➔ <https://maps.app.goo.gl/U969tSNdKcC91G6S7>

## Zielsetzung

Das Ziel der Freunde Tibets e.V ist es, neben dem regulären Schulbetrieb und dem Unterhalt die Gebäude möglichst energieautark zu betreiben. Ebenfalls wird die Küche für das Internatsgebäude ausgebaut. Aktuell werden täglich drei warme Malzeiten für 150 Kinder zubereitet. In den ländlichen Regionen Nepals wird meistens noch über dem offenen Feuer gekocht, die Feuerstellen der Schule Grey funktionieren ebenfalls noch mit Holz. Die neuen Kochplatten sollten in naher Zukunft ebenfalls mit Strom vom Dach betrieben und mit den Batteriespeichern auch am Abend versorgt werden können.



*Abbildung 2: Schülerinnen und Schüler vor dem Schulhaus Grey, Nepal*

Es soll eine Photovoltaikanlage erstellt werden, mit welcher das Schulhaus und das Internat autonom betrieben werden können. Die Solaranlage soll mit dem bestehenden Netz gekoppelt und durch einen Batteriespeicher gepuffert werden, um überschüssigen Strom zu speichern und bei Bedarf bereitzustellen. Der Verein Freunde Tibets legt einen grossen Wert auf Nachhaltigkeit und möchte den Betrieb auch auf diese Weise sicherstellen. Die Schule betreibt nach diesem Vorsatz zusätzlich einen eigenen Gemüsegarten und besitzt zwei Kühe.

## Projekt

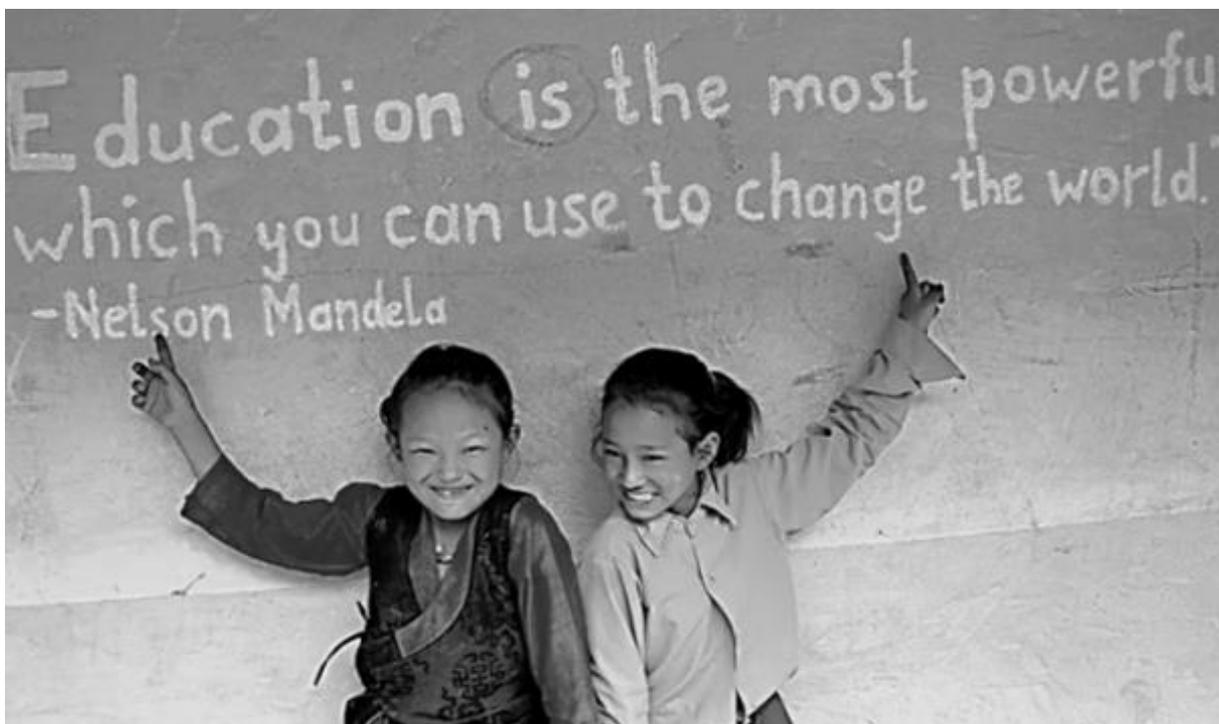
### Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden alle elektrischen Verbraucher aufgenommen und eine tägliche Betriebsdauer dazu abgeschätzt. Anhand des Energieverbrauchs konnte so die Batteriekapazität wie auch die Leistung der Photovoltaikanlage bestimmt werden. Aufgrund des fehlenden technischen Verständnisses der zuständigen Personen vor Ort ist die Leistungszusammenstellung rudimentär. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Leistungszusammenstellung			
Verbraucher	Leistung [W]	Nutzungsdauer [h/d]	Verbrauch [kWh/d]
Licht: ca. 82 Stk.	4'100	2	8.2
Computerraum: Notebook (12 Stk.), PC (13 Stk.), Drucker (1 Stk.)	2'500	5	12.5
Kochplatten: 3.5 kW (3 Stk.)	10'500	3	31.5
Reserve	2'000	1	2
<b>Total</b>	<b>19'100</b>	<b>11</b>	<b>54.2</b>

*Tabelle 1: Leistungszusammenstellung der Verbraucher*

Somit ergibt sich eine Gesamtleistung von ca. 19 kW. Die Summe der Nutzungsdauer der Geräte wurde auf 11 h abgeschätzt, was zu einem täglichen Energieverbrauch von ca. 54 kWh führt.



*Abbildung 3: "Education is the most powerful tool", Kinder der Schule Grey, Nepal*

## Lösungsansatz

In der Folge wurden mehrere Lösungsansätze mit verschiedenen Produkten evaluiert. Von einigen, Geräten musste jedoch abgesehen werden, da sich der Materialtransport nach Nepal als zu teuer und aufwändig herausstellte.

## Geräte

Final haben wir uns vorwiegend auf Victron Geräte konzentriert, da diese direkt in Nepal erhältlich sind. Auch bei den Batterien konnte nach längerer Suche Produkte gefunden werden, welche gemäss Aussagen von Victron Schweiz mit den Wechselrichtern sowie den verschiedenen Laderegler kompatibel sind.

Die Photovoltaikmodule und Unterkonstruktionen wurden ebenfalls von Herstellern gewählt, welche Materiallieferungen nach Kathmandu, Nepal gewähren.

## Kontakt

Alle Geräte wurden direkt in Kathmandu zur Firma Team Sinergy Nepal Pvt. Ltd. geliefert:

Team Sinergy Nepal Pvt. Ltd.  
Banasthali-16  
44600 Kathmandu, Nepal

Die verantwortliche Kontaktperson vor Ort ist Netra Bahadur Kahtri:



Abbildung 4: Visitenkarte Netra Kahtri, Kathmandu, Nepal

Ein Angestellter des Vereins Freunde Tibets e.V, Krishna Rai, hat vor Ort überprüft, ob die oben genannte Person und das Unternehmen rechtmässig sind. Krishna ist ein Einheimischer und unterstützt die Freunde Tibets schon über sieben Jahre. Die besuchte Firma erschien legitim und wir sind uns sicher, dass die mehreren 10'000 Dollar zweckmässig investiert werden.

## Technik

### Dimensionierung

Am Anfang war die Installation einer einzelnen PV-Anlage auf dem Wellblechdach der Schule Grey geplant. Da aber im Laufe der Projektierung die Idee der Freunde Tibets e.V. entstand, zusätzlich zur Beleuchtung etc. die neuen Kochherde elektrisch zu versorgen, hat das Team von Solpic AG sich dazu entschieden, direkt zwei Anlagen zu planen. Zum einen kann so die benötigte Energie zur Verfügung gestellt werden, zum anderen kann bei einer technischen Störung in einem System das andere immer noch Strom produzieren.

### Anlage

Die Generatorfelder auf dem Dach werden mit Solarmodulen von ZNSCHINE Solar erstellt. Das Modul «ZNSHINESOLAR ZXM7-SH144» hat 545 Wp und wird horizontal auf dem Südwestdach des Schulhaus Grey verlegt. Die Unterkonstruktion wird ebenfalls horizontal mit zwei Schienen pro Modulreihe angebracht. Es werden pro Anlage 20 Panels installiert, welches eine Gesamtleistung von 10.9 kWp pro System ergibt.

Die Sonneneinstrahlung und der resultierende Energieertrag wurde mit PVGIS berechnet und in folgender Tabelle abgebildet:

Berechnung erwarteter Jahresertrag [kWh]					
Ausrichtung Modulfeld	Module [Stk.]	Leistung [kWp]	Leistung Modul [Wp]	spez. Jahresertrag PV GIS [kWh/kWp]	erwarteter Jahresertrag [kWh]
Dach Süd, Anlage 1	20	10.90	545	1'308	14'260
Dach Süd, Anlage 2	20	10.90	545	1'308	14'260
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>21.80</b>			<b>28'520</b>

*Tabelle 2: Erwartete Jahresleistung, Schulhaus Grey, Nepal*

Die Module sollten über einen Victron Laderegler (MPPT RS 450/200) auf eine Batteriebank wirken. Da dieses Gerät in Nepal nicht lieferbar war, wurde es mit drei kleineren Victron Laderegler ersetzt. Dieselbe Aufgabe übernehmen nun zwei Victron Laderegler MPPT 250/100 und ein MPPT 250/60. Für die Strombereitstellung wird ein Victron Multiplus II 48/10000/140/100 installiert. Eine Anlage kann somit bis zu 10 kW Leistung abgeben (1-phasig), kurzzeitig sind auch Spitzenleistungen bis zu 18 kW möglich. Der Multiplus II bietet zusätzlich die Möglichkeit, mit dem AC-Anschluss das Batteriesystem aus dem öffentlichen Netz zu laden. Als Batteriespeicher dienen je fünf Batteriemodule mit 48 V von SACRED SUN, einmal das Model SLSIFP51100A mit 5.12 kWh und einmal SLSIFP48100A mit 4.8 kWh. Die Zellen in den Batterieelementen sind aus Lithium-Eisenphosphat (LiFePO4) und die Gesamtkapazität der modularen Systeme beträgt 49.6 kWh. Die kleinen Unterschiede der Modelle sind auf Lieferschwierigkeiten in Nepal zurückzuführen.

Zum Anschluss der Geräte ans bestehende Verteilnetz und die verschiedene Starkstromabgänge, wird am selben Standort je eine Unterverteilung installiert.

## Kommunikation

Die verschiedenen Komponenten werden alle über den Victron Cerbo GX gesteuert. Dieses Gerät übernimmt alle Aufgaben der internen Kommunikation. Ebenso besteht die Möglichkeit, über eine Daten-SIM (sofern GSM-Netz vorhanden oder internes WLAN/Netzwerk) das Gerät auf das Victron-Portal zu schalten. Dies ermöglicht eine Fernwartung im Fehlerfall. Als Zubehör wird ebenfalls der GX Touch angehängt, auf welchem alle betriebsrelevanten Daten visualisiert werden können.

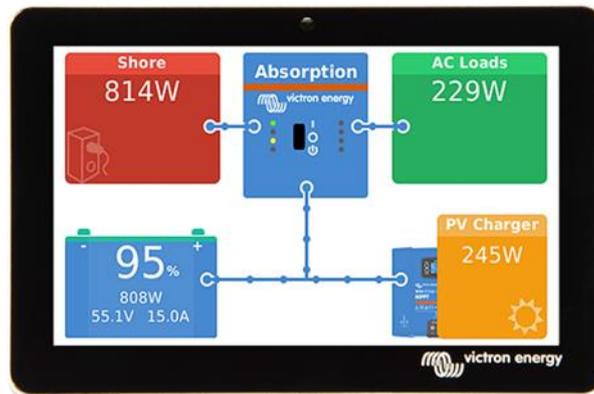


Abbildung 5: GX Touch als Überblick und Einstellungsmöglichkeit

## Performance

Es wird davon ausgegangen, dass die meisten Geräte vorwiegend am Tag und oft auch bei Sonnenschein betrieben werden. In diesem Fall wird ein Grossteil der Energie direkt von den PV-Modulen versorgt. Ebenfalls ist die Kapazität der Batterie-speicher so dimensioniert, dass diese in etwa dem geschätzten Tagesverbrauch entspricht. Somit sollte es möglich werden, auch mal bei schlechtem Wetter und voller Batterie das System autark zu unterhalten.

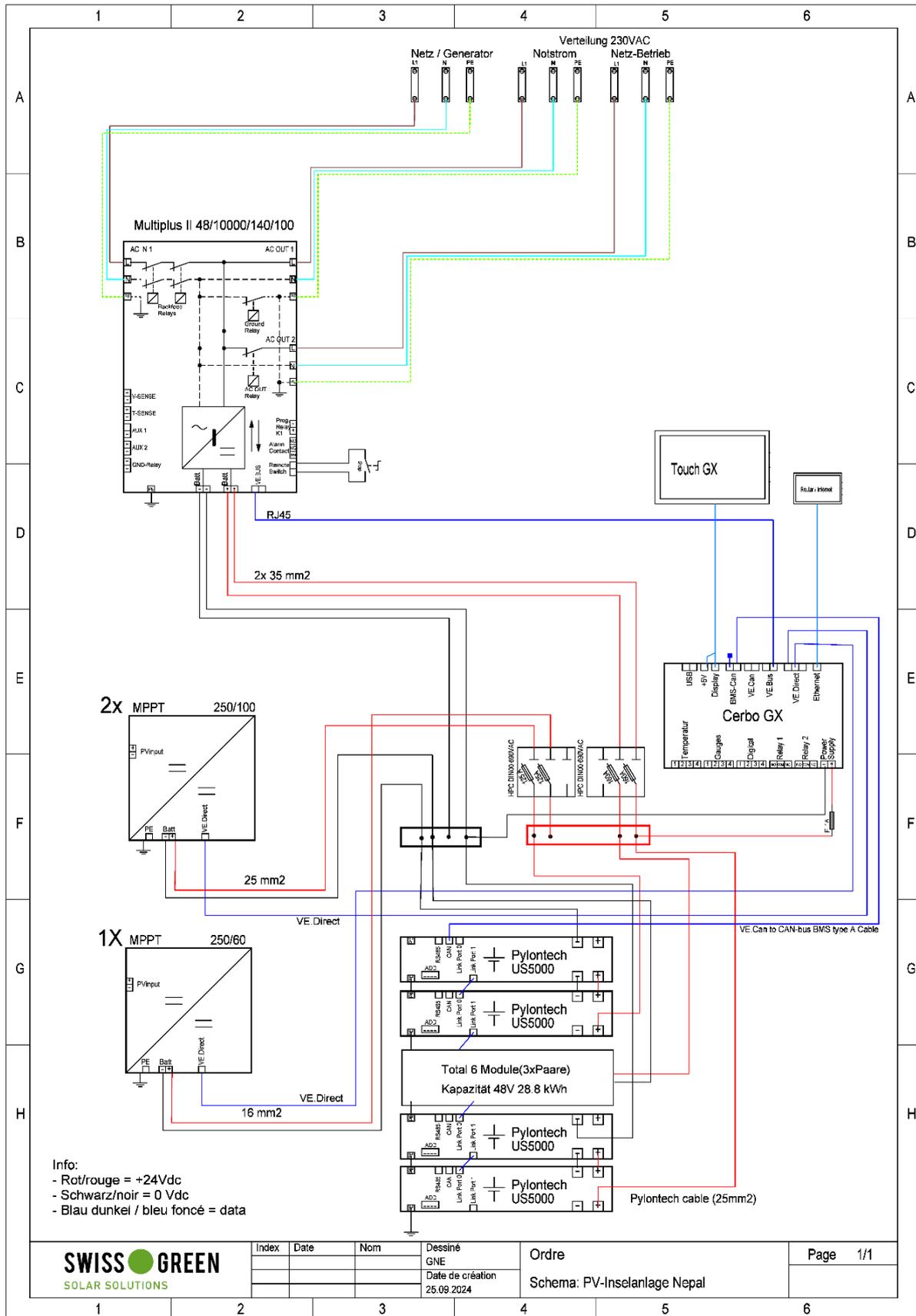


Abbildung 6: Prinzipschema einer Anlage, erstellt von Greg Anderfuhren, Swiss-Green Engineering Sàrl

## Kostenzusammenstellung

Komponenten		USD = 0,88801 CHF (15.11.2024)		
Marke	Bezeichnung	Stk.	USD	CHF
Victron	Wechselrichter/Ladegerät Victron Energy MultiPlus-II 48/10000/140/100	2	6'450.00	5'727.65
Victron	Solar Laderegler SmartSolar RS MPPT 250/100	4		2'892.00
Victron	Solar Laderegler SmartSolar RS MPPT 250/60	2		996.00
Victron	Cerbo GX	2		450.60
Victron	Touch GX	2		352.90
Swiss Green	Projektbegleitung, Konfiguration	1		800.00
Sacredsun	51.2V / 100Ah / 5.12 kWh (Total 25.6 kWh)	5	10'875.00	9'657.10
Sacredsun	48V / 100Ah / 4.8 kWh (Total 24 kWh)	5	10'875.00	9'657.10
Znshine	Solar PV Module Znshine ZXM7-SH144 545Wp	40	5'450.00	4'839.65
Kleinmaterial	Unterkonstruktion, Kabel, Sicherungen, Verteilungen, GAK	1	5641.00	5009.25
Montagematerial	Werkzeuge, Maschinen, Schrauben etc.	1		400.00
Transport	Materialtransporte Kathmandu - Grey	1	800.00	688.00
<b>Total</b>				<b>40782.30</b>

Tabelle 3: Gesamtkosten der Komponenten

Die Kosten des Projektes wurden zum aktuellen Zeitpunkt vollumfänglich durch die Freunde Tibets e.V. sowie der Firma Solpic AG getragen. Die Montage der Anlage wurde von vier Mitarbeitern der Firma Solpic AG unentgeltlich bewerkstelligt. Ebenfalls wurden die Flugkosten zwischen CHF 1'200 und CHF 1'700 von den Angestellten finanziert.

Für das Erstellen der Victron-Schemen (Siehe Abbildung 6) und die Konfiguration der Geräte per Fernzugriff war Grégory Anderfuhren vom Unternehmen Swiss-Green Engineering Sàrl verantwortlich. Dieser Aufwand wurde von der Firma Solpic AG entgeltet.

## Herausforderungen

Da in anderen Ländern die Bauvorhaben anders funktionieren und die Firma Solpic AG primär Erfahrungen mit Baustellen in der Schweiz hat, ergeben sich diverse Herausforderungen:

- *Dachzustand, Dachaufbau, Grösse, Beschaffenheit*  
Der Aufwand und die Sicherheit der Montage von Modulen auf dem Dach sind unbekannt.
- *Netzanschluss, Absicherung, Stromverteilung im Gebäude*  
Die lokalen Anschlüsse, Sicherungen etc. können aus der Schweiz nur schlecht beurteilt werden.
- *Liefertermin Batterien*  
Durch die Erweiterung der Anlage in einem zweiten Schritt, mussten fünf Batteriemodule nachbestellt werden. Diese haben noch eine unbekannte Lieferfrist.

- *Transport Kathmandu – Grey*

Durch Personen vor Ort hat sich herausgestellt, dass der Materialtransport von Kathmandu bis Grey sich als schwierig gestaltet. Die Strassen bis zum Schulhaus sind nur mit Jeeps gut befahrbar und Transporteure aus Kathmandu trauen sich diese Wegstrecken nicht an. Lokal gibt es Fahrer, diese müssen jedoch zuerst den Weg aus den Bergen nach Kathmandu hinter sich bringen. Ebenfalls hat sich das Material durch die Erweiterung verdoppelt und wird ein Gewicht zwischen 1700 -1900 kg (40 Module, 10 Batteriemodule, Leistungselektronik, Montagematerial) haben.

- *Standort der Anlage im Gebäude*

Für die Fertigstellung der Anlagen ist je eine Wandfläche von ca. 4 m<sup>2</sup> nötig. Die Batterieanlage kann auf den Boden gestellt werden, eine Traglast von min. 240kg sollte jedoch gegeben sein.



Abbildung 7: Stromanschluss "Office", Schulhaus Grey, Nepal



Abbildung 8: Konstruktion Dach

## Ausführung

Unser Montageteam reiste am Donnerstag, 31.10.2024 über Doha nach Kathmandu. Nach dem Transfer zum Hotel trafen wir die ehemaligen Guides von Vitus Walder und tranken Tee, danach ging es bereits an die Organisation des Materials. Mit Krishna Rai besuchten wir die Firma Team Sinergy Nepal Pvt. Ltd. und haben das bestellte Material auf einen Lastwagen geladen. Die Komponente waren mehr oder weniger vollständig, leider waren alle Batteriemodule noch unterwegs nach Nepal. Der Transporter fuhr ohne Batterien und auch ohne Reifenprofil nach Grey. Obwohl die Ortschaft nur etwa 50 km Luftlinie entfernt und die Strassen kürzer als 150 km sind, muss man für die Fahrzeit rund zehn Stunden einrechnen.



*Abbildung 9: Das Dorf Grey im Norden Nepals*



*Abbildung 10: Zufahrt Grey*

Ein Grossteil des benötigten Materials war nun in Grey, Klein- und Montagematerial musste noch organisiert werden. Aufgrund des Lichterfestes Divali waren einige Geschäfte geschlossen und unserem Team blieb zwei Tage Zeit für Sightseeing rund um die Hauptstadt. Danach gings per Jeep ebenfalls in Richtung Norden. Vor dem Dorf Dhunche wurde ein Zwischenstopp eingelegt, um das fehlende Material aufzutreiben.

Am Abend sind wir in Grey angekommen und Pema, die Frau vom Hauptlehrer der Schule, empfing uns in ihrem Homestay. Am nächsten Morgen haben wir die Shree Gre Basic School besucht. Alle Lehrer, Eltern und die Kinder haben uns freundlich empfangen. Danach hat das Team sich der Arbeit gestellt und die Standorte für Photovoltaikanlagen, technischen Geräte und Stromanschlüsse wurden ausfindig gemacht. Anschliessend wurde das Material ausgeladen, alle anwesenden Eltern, vorallem die Mütter haben uns dabei tatkräftig unterstützt (Abbildung 11).

Die Arbeiten dauerten über vier Tage und es mussten sehr viele Arbeitsschritte improvisiert werden. Die Anlagen konnten nicht wie gedacht auf dem Hauptgebäude mit dem blauen Dach erstellt werden, sondern befinden sich nun direkt im Gebäude hinter dem Pausenplatz. Wechselrichter, Laderegler DC-Anschlüsse und die Steuergeräte konnten alle im selben Raum positioniert werden.



Abbildung 11: Tatkräftige Unterstützung der Mütter



Abbildung 12: Fertigmontierte Anlage 1 und 2

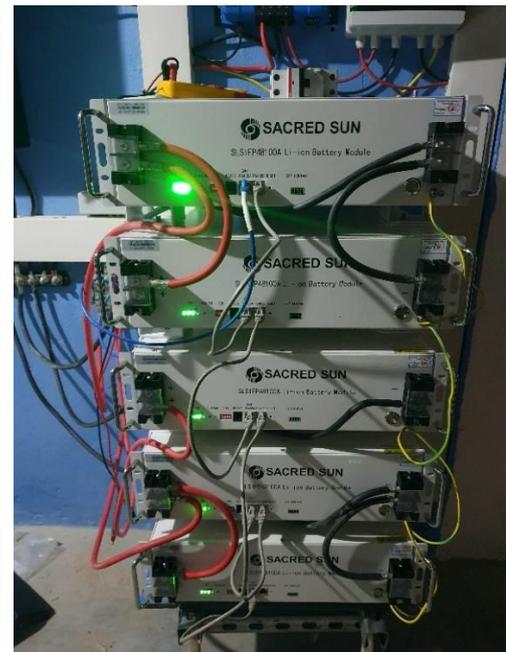


Abbildung 13: Angeschlossene Batterie

Für die Batteriemodule haben wir je eine Erhöhung gebaut, um die Geräte in der Monsunzeit gegen Wasser im Raum zu schützen. Leider konnte die Inbetriebnahme nicht vor Ort fertiggestellt werden da die Batterien nicht geliefert wurden, bis wir Nepal verlassen mussten. Die Steuerung der Victron Komponenten verfügt jedoch über eine Schnittstelle, welche mit dem Internet verbunden ist und Fernwartungen zulässt. Zudem hat uns der Lieferant versprochen, dass er einen Ingenieur bei der Lieferung mitschickt, welcher sich mit Victron-Geräten auskennt.

Die Anlagen wurden zwei Wochen später aus der Schweiz von Vitus und mit Hilfe des Ingenieurs und Krishna vor Ort zur Funktion gebracht. Die Inbetriebnahme in Nepal dauerte länger als zuerst angenommen, die Geräte konnten jedoch erfolgreich in Betrieb genommen werden, die ersichtlichen Erträge und Verbräuche sind passend. Auf dem Dach wurden zuletzt 39 Solarmodule mit einer Gesamtleistung von 21.3 kWp verbaut. Die Energie vom Dach wird von zwei 10 kW Wechselrichter umgewandelt und die Batteriemodule haben eine Gesamtkapazität von 49.5 kWh.



Abbildung 14: Fertige PV-Anlage auf dem Dach, 21.3 kWp



Abbildung 15: Elektrische Induktionskochplatten in der Küche

Mit den zwei neuen Anlagen können die täglichen Stromausfälle vom Netz überbrückt werden. Zudem wird das Kochen in der Küche wesentlich erleichtert und gesundheitsfördernd gestaltet: Drei Induktionsherdplatten ersetzen die bisherige Feuerstelle. Dank den Batterien kann auch am späten Abend für die Kinder im Hostel (Internat) gekocht werden.

**Anlage 1**  
Produktion und Verbrauch

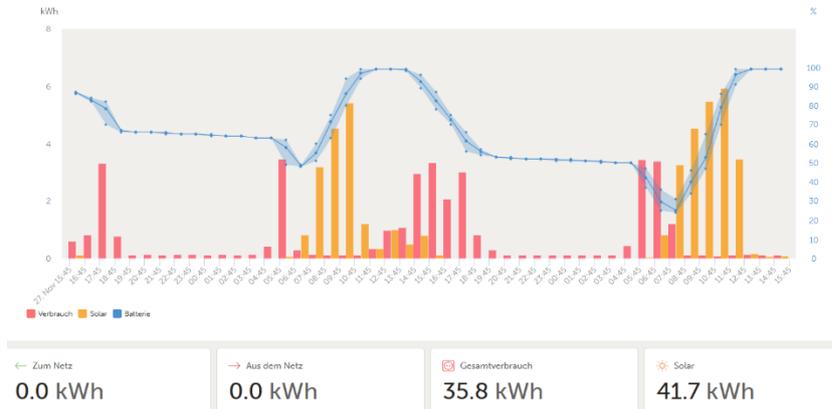


Abbildung 16: Tagesverlauf, Anlage 1

**Anlage 2**  
Produktion und Verbrauch



Abbildung 17: Tagesverlauf, Anlage 2

## Sponsoring

Dies ist ein Herzensprojekt, für welches wir als Unternehmen wie auch Privatperson unentgeltlich arbeiten und aus eigener Kasse finanziert haben. Für eine erfolgreiche Durchführung sind wir auf Ihre Unterstützung angewiesen. Als Solpic AG sind wir für jede Spende sehr dankbar. Wir werden Sie selbstverständlich auf dem Laufenden halten und über weitere Investitionen aufklären. Bei einer Spende werden wir Sie zudem gerne auf unserer Website aufführen und verlinken. Für den Rückblick wird zusätzlich ein Video erstellt, bei Interesse können wir auch Ihr Firmenlogo ins Video einfügen.

Vielen Dank für Ihr Vertrauen und Ihre Hilfe.

Spendenanfragen können direkt an Geschäftsleiter Vitus Walder gestellt werden:

Vitus Walder  
Via Mulin 2  
7130 Ilanz  
[info@solpic.ch](mailto:info@solpic.ch)

Bankverbindung:

Graubündner Kantonalbank, Chur  
IBAN: CH05 0077 4000 3331 6520 0  
BIC (Swift): GRKBCH2270A  
Clearing-Nr.: 774

Selbstverständlich stellen wir für jede Spende eine Spendenquittung aus. Bitte notieren Sie dies, wenn benötigt, auf Ihrer Überweisung. Ebenfalls Ihre vollständige Adresse oder E-Mail, damit wir Ihnen die Quittung zustellen können.

Freundliche Grüsse

Vitus Walder & Team

NAMASTE!



*Abbildung 18: Abschlussbild Grey, Nepal*

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kinder in Grey, Langtang Region, Nepal .....	3
Abbildung 2: Schülerinnen und Schüler vor dem Schulhaus Grey, Nepal.....	4
Abbildung 3: “Education is the most powerful tool”, Kinder der Schule Grey, Nepal.....	5
Abbildung 4: Visitenkarte Netra Kahtri, Kathmandu, Nepal.....	6
Abbildung 5: GX Touch als Überblick und Einstellungsmöglichkeit .....	8
Abbildung 6: Prinzipschema einer Anlage, erstellt von Greg Anderfuhren, Swiss-Green Engineering Sàrl.....	9
Abbildung 7: Stromanschluss “Office”, Schulhaus Grey, Nepal.....	11
Abbildung 8: Konstruktion Dach.....	11
Abbildung 9: Das Dorf Grey im Norden Nepals.....	12
Abbildung 10: Zufahrt Grey.....	12
Abbildung 11: Tatkräftige Unterstützung der Mütter .....	13
Abbildung 12: Fertigmontierte Anlage 1 und 2 .....	13
Abbildung 13: Angeschlossene Batterie.....	13
Abbildung 14: Fertige PV-Anlage auf dem Dach, 21.3 kWp.....	14
Abbildung 15: Elektrische Induktionskochplatten in der Küche .....	14
Abbildung 16: Tagesverlauf, Anlage 1.....	15
Abbildung 17:Tagesverlauf, Anlage 2.....	15
Abbildung 18: Abschlussbild Grey, Nepal .....	17

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Leistungszusammenstellung der Verbraucher .....	5
Tabelle 2: Erwartete Jahresleistung, Schulhaus Grey, Nepal.....	7
Tabelle 3: Gesamtkosten der Komponenten.....	10