

Die Sanierung der Doldenhornhütte: ein spannendes Projekt auf 1'915 Metern

Die Doldenhornhütte des Schweizer Alpen-Clubs (SAC) Sektion Emmental thront auf einem Felsvorsprung hoch über Kandersteg und bietet Übernachtungs- und Tagesgästen ein besonderes Erlebnis und Erholung. Um diese traditionsreiche Berghütte fit für die Zukunft zu machen, ist für das Jahr 2025 eine umfassende Sanierung geplant. Dank der SAC-Sektion Emmental entwickelte sich die Doldenhornhütte in den vergangenen 126 Jahren von einer einfachen Schutzhütte zu einer Berghütte mit mehr Infrastruktur. Mit dem Abschluss der Planungsphase für den Neubau erreicht die Doldenhornhütte nun einen weiteren Meilenstein in ihrer Geschichte.

In Abstimmung mit dem Architekturbüro Seilerlinhart bzw. der SAC Sektion Emmental wurde entschieden, auf Grundlage des Vor- und Bauprojekts das Energiekonzept zu erstellen sowie die Planungsarbeiten inklusive der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen zu übernehmen. Durch die klare Trennung von Planung und Ausführung konnten mögliche Interessenskonflikte vermieden werden.

Der vorliegende Fachbericht erläutert die zentralen Aspekte dieses anspruchsvollen Projekts – von der ersten Konzeptentwicklung, über die spezifischen Anforderungen der Stromversorgung und des eingesetzten Batteriesystems, bis hin zu den technischen Herausforderungen und den erarbeiteten Lösungen. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Sicherstellung einer zuverlässigen Energieversorgung.



Abbildung 1: Doldenhornhütte heute

Ein erinnerungswürdiger letzter Tag in der alten Doldenhornhütte

Um die bestehende Infrastruktur der Doldenhornhütte im Detail zu erfassen und die Planungsgrundlagen für die bevorstehende Sanierung zu erarbeiten, vereinbarte ich einen Termin mit dem Hüttenwart Fritz Wenger. Unser Treffen fiel auf Mitte Oktober – den letzten Tag der Sommersaison 2024, an dem Fritz die Hütte für die anstehende Winterruhe vorbereitet. Es war ein besonderer Tag, denn die Hütte, die viele Bergsteiger über Jahrzehnte beherbergt hatte, würde in dieser Form nicht mehr lange bestehen. Nach dem Winterbetrieb bis zum 8. Mai 2025 folgt die Schliessung der alten Hütte, bevor sie nach der Sanierung 2026 in neuem Glanz wiedereröffnet wird.

Der Aufstieg zur Hütte begann am frühen Morgen. Der gut ausgebaute Bergwanderweg führte uns durch schöne Wälder und vorbei an imposanten Felswänden. Trotz meiner soliden Kondition fiel es mir nicht leicht, mit Fritz Schritt zu halten – ein untrügliches Zeichen dafür, dass er diesen Weg unzählige Male gegangen ist. Nach etwa zwei Stunden erreichten wir die Doldenhornhütte.

Kaum angekommen, begann ich mit der Erfassung aller technischer Installationen. Es galt, den Bestand sorgfältig zu dokumentieren, um zu entscheiden, welche Elemente in die neue Hütte integriert und welche ersetzt werden sollten. Beim Mittagessen nutzte ich die Gelegenheit, Fritz gezielt zu betrieblichen Abläufen zu befragen. Welche Herausforderungen bestanden im Hüttenalltag? Wo gab es wiederkehrende Probleme bei den Installationen? Welche Geräte wurden in der Küche und zu welchen Zeiten am intensivsten genutzt? Seine Antworten gaben mir wertvolle Einblicke in die praktischen Anforderungen, die bei der Planung der neuen Infrastruktur berücksichtigt werden mussten.

Am Nachmittag, nachdem alle Aufnahme- und Kontrollarbeiten abgeschlossen waren, machten wir uns an den Abstieg. Mit leichtem Muskelkater in den Beinen, konnte ich mich am darauffolgenden Tag an die Erarbeitung des Elektrokonzepts und des Installationsplans machen.



Abbildung 3: Haupteingang



Abbildung 2: Elektrischer Betriebsraum

Die technische Planung und Umsetzung der Elektroinstallation



Abbildung 4: Doldenhornhütte nach Sanierung

Die Erweiterung und Erneuerung der Doldenhornhütte wird im Inneren fast ausschliesslich in Holzbauweise errichtet. Abgesehen von den bestehenden Aussenmauern und vom Boden des Untergeschosses besteht der gesamte Bau aus vorgefertigten Holzelementen, die werkseitig produziert und per Helikopter zur Baustelle transportiert werden. Diese Bauweise ermöglicht es, sämtliche Aufrichtarbeiten, vom Untergeschoss über die Geschossdecken bis zu den Dachelementen, innerhalb von zwei Wochen abzuschliessen.

Eine besondere Herausforderung stellt die Leitungsführung der Elektroinstallationen dar. Aufgrund des Aufbaus der Decken- und Bodenelemente sind Kreuzungen der Rohrleitungen nicht möglich, sodass allfällige Leitungen bereits im Werk vom Holzbauer eingefräst werden müssen. Um den Installationsaufwand vor Ort zu minimieren, wurden die Deckengeräte, wo möglich, untereinander verbunden und auf kürzestem Weg in die nächste Wand geführt. Sämtliche Abzweigdosen, Erschliessungsleitungen und Leitungsauskreuzungen sind in den Wandelementen angeordnet, was spätere Nachrüstungen und Anpassungen während der Bauphase ohne aufwändige Eingriffe ermöglicht.

Ein weiterer Vorteil dieser Bauweise besteht darin, dass die Wandelemente mit bereits eingebetteten Installationen auf die Baustelle geliefert und dort lediglich über Muffen miteinander verbunden werden. Dies reduziert die Installationszeit erheblich, erhöht jedoch den Planungsaufwand und erfordert eine präzise Koordination mit dem Holzbauer im Vorfeld.

Mit dem elektrischen Gesamtkonzept wurde eine ästhetisch ansprechende und wartungsfreundliche Infrastruktur geplant.

Das technische Herzstück der Doldenhornhütte

Im Gegensatz zu den meisten Berghütten verfügt die Doldenhornhütte über einen Netzanschluss an das öffentliche Stromnetz. Die Stromversorgung erfolgt über eine mehr als einen Kilometer lange Freileitung und zwei Transformatoren. Aufgrund des Spannungsfalls ist die maximale entnehmbare Leistung begrenzt und reicht nicht aus, um die Spitzenleistung der neuen Doldenhornhütte zu decken, weshalb ein elektrischer Pufferspeicher erforderlich ist. Abbildung 5 veranschaulicht diese Systemlösung in vereinfachter Weise. Per Definition handelt es sich bei diesem System um ein netzparalleles Backup-Batteriesystem mit AC-Kopplung eines netzgeführten PV-Wechselrichters. Das Gerät in der Mitte ist der Batterie-Wechselrichter, auch *Xtender* genannt, der Firma Studer AG aus Sion.

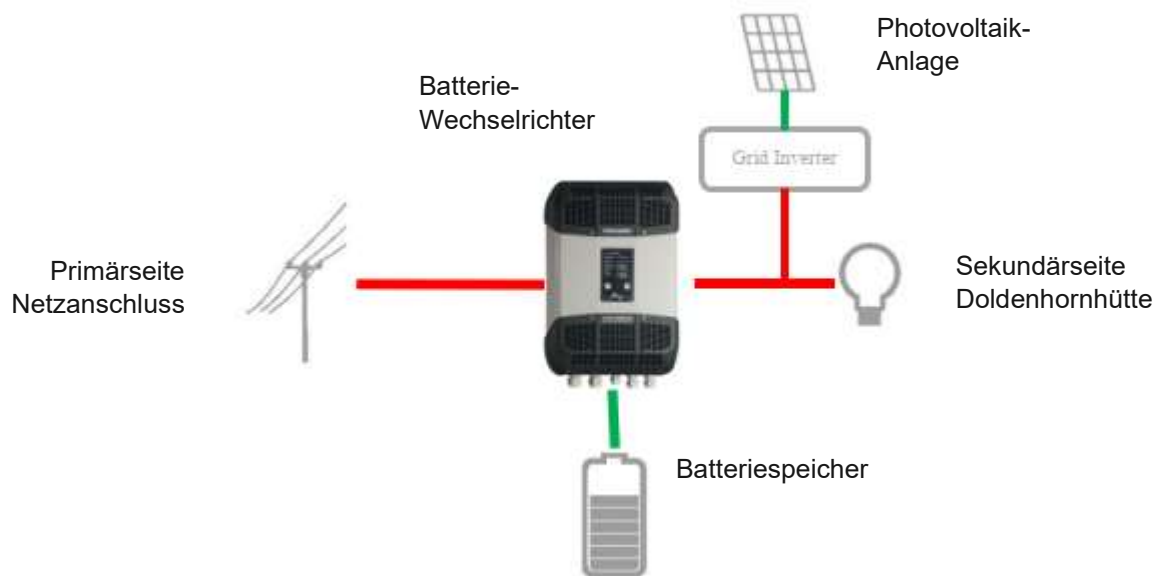


Abbildung 5: Systemaufbau

Die bestehende Batterieanlage hat sich als zuverlässige Lösung mit umfassender Funktionalität bewährt. Durch ihre Wechselrichterleistung lassen sich, zusätzlich zur Leistung des Netzanschlusses von 9 kVA, eine Dauerleistung von 21 kVA bereitstellen. Die Anordnung der neuen PV-Anlage im elektrischen System ermöglicht eine Erhöhung der verfügbaren elektrischen Leistung um weitere 40 % auf insgesamt 42 kVA, was einer Stromstärke von 60A entspricht. Bekanntlich ist Solarstrom nicht durchgehend verfügbar, und die theoretische Maximalleistung wird nicht jederzeit erreicht. Die Energiedaten der Doldenhornhütte aus den Jahren 2022 und 2023 zeigten auf, dass gerade bei schönem Wetter die Gästezahl besonders hoch ist, was mit der solaren Erzeugung korreliert. Somit ist das gewählte Konzept sowohl technisch als auch betrieblich sinnvoll und mit den Verbrauchsgewohnheiten der Hütte vereinbar.

Der Batteriespeicher

Die Batterie, wie sie die letzten vier Jahre im Einsatz ist, besteht aus 24 in Serie geschalteten Gel-Bleizellen mit einer Gesamtkapazität von 40 kWh. Eine detaillierte Auswertung der Energiedaten, die über vier Jahre hinweg vom Xtender-Wechselrichter aufgezeichnet wurden, zeigte, dass die Batteriespannung unter Last überdurchschnittlich stark einbrach.

Dies könnte mehrere Ursachen haben: Zum einen ist denkbar, dass die Ladezyklenphasen (Bulk, Absorption, Floating) nicht vollständig durchlaufen wurden, wodurch die Batterien nie vollständig geladen wurden. Eine andere Möglichkeit ist, dass die Batterien aufgrund intensiver Nutzung und einer hohen Zyklenzahl ihr natürliches Lebensende erreicht haben. Ebenso könnte eine defekte Batteriezelle oder eine schlechte Kabelverbindung für den starken Spannungsabfall verantwortlich sein.

Um genaue Aussagen über den tatsächlichen Zustand der Batterieanlage treffen zu können, ist im Rahmen der Sanierungsarbeiten eine Überprüfung der einzelnen Zellen geplant. Sollte sich dabei ergeben, dass Batteriezellen ersetzt werden müssen, wäre die Installation einer neuen Batterieanlage mit Lithium-Eisenphosphat-Technologie (LiFePO_4) vorgesehen. Diese Technologie bietet gegenüber der bisher eingesetzten Bleibatterien zahlreiche Vorteile.

Neben der Verdopplung der nutzbaren Kapazität auf 80 kWh bei weniger Platzbedarf entfallen Wartungsaufwand und das geschlossene Belüftungssystem, das bei Blei-Batterien zur sicheren Abführung von Knallgas erforderlich ist. Weitere Vorteile der LiFePO_4 -Technologie sind eine deutlich höhere Zyklenfestigkeit, eine längere Lebensdauer, bessere Tiefentladefähigkeit sowie eine stabilere Spannungslage unter Last. Zusätzlich zeichnen sich LiFePO_4 -Batterien durch geringeres Gewicht und höhere Sicherheit aus, da bei diesem Lithium-Batterietyp kein Thermal-Runaway auftreten kann, wie dies bei herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterien möglich ist.

Notstromfunktion und Inselbetrieb

Solange der Netzanschluss die Doldenhornhütte mit Strom versorgt, sind Spannung und Frequenz im Netz direkt vom Stromnetz der Licht- und Wasserwerk Kandersteg AG abhängig. Dieses wiederum ist an das schweizerische und damit auch an das europäische Stromnetz gekoppelt, in dem Spannung und Frequenz durch das Gleichgewicht zwischen Produktion und Verbrauch bestimmt werden. Eine mögliche Überproduktion von Solarstrom aus der Photovoltaikanlage kann in das öffentliche Stromnetz eingespeist und dadurch vergütet werden. Selbstverständlich wird zuerst die Batterie mit dem überschüssigen PV-Strom geladen, bevor dieser zurück in das Stromnetz eingespeist wird.

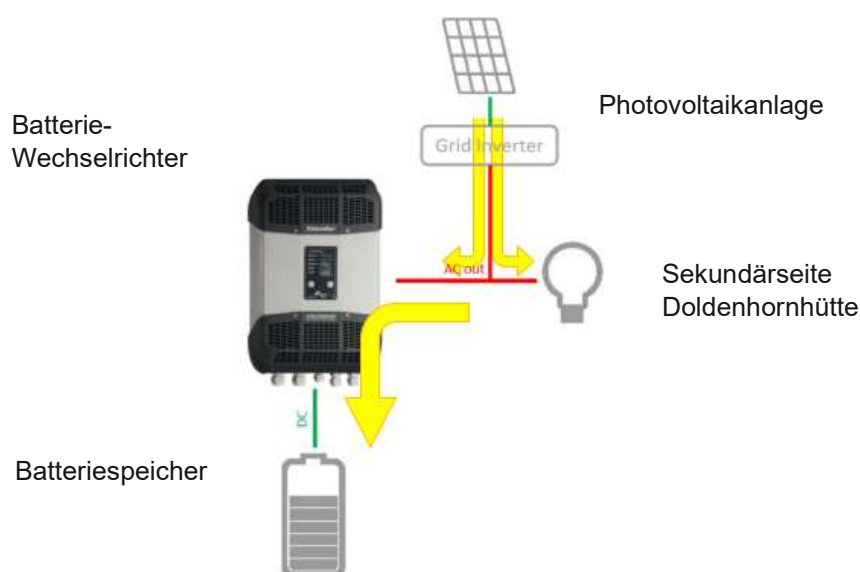


Abbildung 6: Energiefluss Photovoltaikstrom

Fällt die Stromversorgung über die Netzzuleitung aus, übernimmt der *Xtender* unmittelbar die Funktion des öffentlichen Netzes und gewährleistet eine unterbrechungsfreie Stromversorgung. In diesem Fall schaltet das System automatisch in den Inselbetrieb. Dabei trennt der *Xtender* das Netz der Doldenhornhütte über einen integrierten Schalter vollständig vom öffentlichen Stromnetz. Die Verbraucher werden in der Folge – abhängig von der verfügbaren Batteriekapazität – weiterhin mit Energie versorgt.

Die AC-Kopplung des PV-Wechselrichters ermöglicht, dass der Wechselrichter der Photovoltaikanlage weiterhin arbeitet, selbst wenn das Stromnetz ausfällt. Der *Xtender* fungiert in diesem Fall als Spannungsquelle, indem er Energie von DC auf AC umwandelt und dadurch Spannung und Frequenz für den PV-Wechselrichter bereitstellt. Dieser kann somit weiterhin arbeiten, so als wäre er mit dem Stromnetz verbunden. Um auch einen sogenannten «Schwarzstart» – also einen Neustart der gesamten Anlage ohne externe Stromversorgung – zu ermöglichen, wird ein minimaler Ladestand im Batteriespeicher gehalten. Im Extremfall werden die Verbraucher automatisch abgeschaltet, um eine Tiefentladung der Batterie zu verhindern. Damit wird gewährleistet, dass beim nächsten Sonnenschein die Batterie erneut geladen und der Normalbetrieb wieder aufgenommen werden kann. Solange der erforderliche Ladestrom zur Aufrechterhaltung des Ladezyklus der Batterie nicht erreicht ist, verändert der *Xtender* weder die Ausgangsspannung noch die Frequenz.

Um eine Überladung der Batterie zu verhindern, muss die Energieproduktion reguliert bzw. reduziert werden. Dies erfolgt durch eine Anpassung der Ausgangsfrequenz des *Xtender*. Der Netzwechselrichter arbeitet innerhalb eines definierten Spannungs- und Frequenzbereichs. Falls der *Xtender* diese Parameter verändert, passt der Netzwechselrichter seine Produktion an oder schaltet sich – je nach internen Einstellungen – vollständig ab. Viele Wechselrichterhersteller haben die Frequency Shift-Funktion in ihre Geräte integriert, wodurch die Leistung des Wechselrichters abhängig von der Netzfrequenz angepasst werden kann. Der *Xtender* kann somit die erzeugte Energie steuern, indem er die Frequenz erhöht, sobald die Batterie nahezu vollgeladen ist. Abbildung 7 zeigt anhand der Frequency-Shift Funktion eines SMA-Wechselrichters, dass bei einer Frequenzabweichung von +2Hz die Ausgangsleistung des Wechselrichters auf 0 % gesetzt wird.

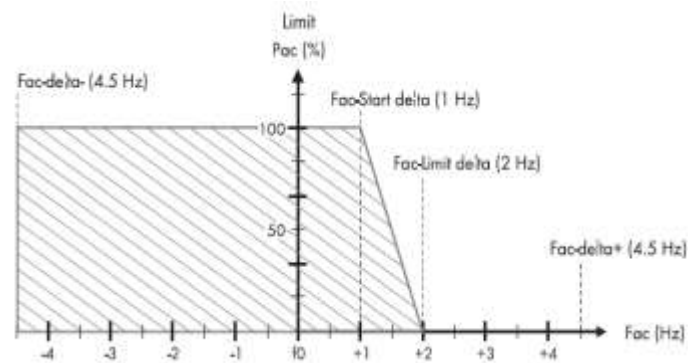


Abbildung 7: Frequency-Shift Funktion

Die Photovoltaikanlage

Der Bau einer PV-Anlage auf 2000 Meter Höhe setzt besondere Anforderungen an Planung, Material und Umsetzung voraus. In grosser Höhe ist die UV-Strahlung intensiver. Das begünstigt zwar die Stromerzeugung, umgekehrt wird das Material stärker beansprucht. Das ist in der Planung vor allem bei der Stringberechnung bezüglich Maximalspannungen zu berücksichtigen. Ein weiteres Augenmerk muss auf die hohen Schnee- und Windlasten gelegt werden. Es können nur zertifizierte Solarsysteme in solchen alpinen Regionen eingesetzt werden. Bei der Doldenhornhütte wurde eine Indach-Photovoltaikanlage in alpiner Ausführung vom Solarhersteller 3S aus Thun geplant. Insgesamt haben 56 Module des Typs TeraSlate L mit einer Nennleistung von 225Wp auf dem Dach Platz, die insgesamt eine Nennleistung der Anlage von 12.6 kWp geben.

Die Brandmeldeanlage und der Rauch- und Wärmeabzug

Als oberstes Ziel bei der Auslegung der sicherheitsrelevanten Systeme wie der Brandmeldeanlage oder der Rauch- und Wärmeabzugsanlage (RWA) gilt es, jederzeit den Personenschutz zu gewährleisten. Mit einer funkvernetzten Brandmeldeanlage wird dieses Ziel optimal erreicht. Sobald ein Melder einen Brand, Schwelbrand oder eine starke Hitzeentwicklung detektiert, lösen alle installierten Melder in allen Räumen automatisch einen akustischen Alarm aus und warnen so die anwesenden Personen. Durch die Funkvernetzung entfallen aufwändige Installationsleitungen in den Decken, die bei kabelgebundenen Systemen nötig wären. Auch die sonst übliche jährliche Wartung durch einen Fachmann ist bei diesem Anlagentyp nicht erforderlich. Die Funkbrandmeldeanlage ist wartungsfreundlich aufgebaut und kann durch den Hüttenwart selbst betreut werden. Steuerung und Überwachung der Anlage erfolgen komfortabel über eine Smartphone-App. Eine externe Alarmaufschaltung zur Feuerwehr ist in der Doldenhornhütte nicht gefordert.

In der neuen vierstöckigen Doldenhornhütte spielt das Treppenhaus als vertikaler Fluchtweg bei der Evakuierung von Gästen und Personal eine entscheidende Rolle. Dieser Fluchtweg muss im Brandfall unbedingt frei von giftigen Gasen und starker Hitze gehalten werden. Um dies sicherzustellen, kommt eine natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlage (NRWA) zum Einsatz. Diese Anlage besteht aus zwei Hauptelementen: einer Zuluft- und einer Abluftöffnung, die entweder natürlich oder mechanisch mit Ventilatoren realisiert werden können. In der Doldenhornhütte erfolgt der Rauch- und Wärmeabzug natürlich. Am obersten Punkt des Treppenhauses befindet sich hierfür eine elektrisch betriebene Dachluke als Abluftöffnung. Im Untergeschoss wird die notwendige Zuluft über spezielle Klappen nachgeführt. Beim Notausgang ist der bekannte orangefarbene Taster mit der Beschriftung «Rauchabzug» installiert, mit dem die NRWA manuell ausgelöst werden kann.

Der Winterbetrieb in der Doldenhornhütte

Die Hauptsaison der Doldenhornhütte erstreckt sich von Mai bis Oktober. Ende Oktober wird der reguläre Hüttenbetrieb eingestellt, und es beginnt der Winterbetrieb mit einigen wenigen zugänglichen Räumlichkeiten. Diese sind ganzjährig offen und können nach vorheriger Anmeldung beim Hüttenwart reserviert werden. Die für den Winterbetrieb vorgesehenen Räumlichkeiten umfassen Schlafplätze, eine WC-Anlage sowie einen Winterraum, der mit einem Cheminée-Ofen und zwei mobilen Induktionskochplatten ausgestattet ist. Damit mögliche Risiken minimiert werden, sind die Steckdosen der Kochplatten über einen Taster geregelt, der diese für maximal eine Stunde aktiviert. Dies stellt sicher, dass versehentlich eingeschaltete Geräte spätestens nach Ablauf dieser Zeit automatisch vom Netz getrennt werden. Um dem Hüttenwart die Vorbereitungen auf den Winterbetrieb zu erleichtern und eine klare Trennung zwischen Sommer- und Winterbetrieb zu ermöglichen, wurde in der elektrischen Hauptverteilung ein sogenannter «Saisonschalter» integriert. Durch diesen Schalter können sämtliche im Winter ungenutzten Elektroinstallationen allpolig vom Stromnetz getrennt werden, während wichtige Verbraucher und Stromkreise für den Winterbetrieb weiterhin mit elektrischer Energie versorgt bleiben. Für den Technikraum wurde zudem eine elektrische Frostschutzheizung eingeplant, die verhindert, dass Raum und wichtige Betriebsgeräte in der kalten Jahreszeit Schaden nehmen.

Der Ausblick

Für mich persönlich war die Planung dieses Projekts eine äusserst lehrreiche und spannende Erfahrung. Nun freue ich mich ganz besonders auf die Neueröffnung der sanierten Doldenhornhütte im Jahr 2026 – darauf, den Besuch der Hütte mit einer Tagestour zu verbinden, mich vom Mittagsangebot verwöhnen zu lassen und dabei den wunderschönen Ausblick auf die beeindruckende Bergwelt rund um Kandersteg zu geniessen.

Jan Kammermann, Energieberater Scherler AG

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Doldenhornhütte heute (Quelle: SAC-Sektion Emmental)	1
Abbildung 2: Elektrischer Betriebsraum (Quelle: Eigenes Foto).....	2
Abbildung 3: Haupteingang (Quelle: Eigenes Foto)	2
Abbildung 4: Doldenhornhütte nach Sanierung (Quelle: Seilerlinhart)	3
Abbildung 5: Systemaufbau (Quelle: Studer Innotec SA, Application Note 008)	4
Abbildung 6: Energiefluss Photovoltaikstrom (Quelle: Studer Innotec SA, Application Note 008).....	5
Abbildung 7: Frequency-Shift Funktion (Quelle: Studer Innotec SA, Application Note 008)	6