

Zukunft schützen



Solare Berghütten

Die Alpenvereinshütten im Projekt Euralp



Vorwort



P.J. WEBER
Leitung Referat Hütten,
Wege und Arbeitsgebiete

Die Fremdenverkehrsentwicklung im Alpenraum hat mit mehr als 40 Millionen Besuchern jährlich unbestritten kritische Grenzen erreicht. Nur wenn uns allen diese Grenzen bewusst sind, können die Berge als Refugium und Lebensraum für Mensch, Tier und Pflanze erhalten bleiben und natürliche Ressourcen nachhaltig gesichert werden.

Seit der Gründung der Alpenvereine 1869 haben sich die Aufgaben und Ziele von der Erschließung der Alpen – vorrangig Bau von Wegen und Hütten – hin zum Schutz der Alpen – z.B. vor Zerstörung durch Verkehr, Tourismus und Industrie – entwickelt.

Die Alpenvereine haben für die notwendigen Umsetzungen alle Anstrengungen unternommen und 1977 ein Grundsatzprogramm zur umwelt- und sozialverträglichen Entwicklung und zum Schutz des Alpenraumes beschlossen.

Wesentlicher Bestandteil dieser Grundsätze ist das im Jahr 1986 verabschiedete Programm und 1995 verlängerte „Jahrzehnt für einen umweltgerechten praktizierten Umweltschutz für Hütten und Wege“.

Konsequent werden im DAV seither diese Programmziele mit ca. 20 Mill. DM Jahresinvestitionen unter größtem Engagement von Sektionen, verantwortlichen Hüttenbetreibern, Projektingenieuren und Wissenschaftlern umgesetzt und vieles dabei erreicht, aber immer wieder auch Lehrgeld bezahlt! Der Pioniergeist der Gründerjahre ist heute für die Entwicklung und das Umsetzen hüttenadäquater Ver- und Entsorgungssysteme mehr denn je

gefordert. Für die Finanzierung dieser Aufgaben ist der DAV ganz wesentlich auf die diversen Zuschussprogramme angewiesen und den Fördergebern zu Dank verpflichtet. Dies gilt insbesondere für die in dieser Broschüre vorgestellten Projekte und Ergebnisse des EURALP-Programmes Thermie 95 der EU-Kommission. Die Weiterentwicklung der Hybridtechniken für autarke regenerative Energieversorgungssysteme hat einen ebenso hohen Stellenwert wie die Ausarbeitung des Standardisierungskonzeptes, das erstmalig Modulbauweisen vorstellt und nebenbei noch Preisreduzierungen für PV-Anlagen von mehr als 30% bescherte.

Besonderen Dank an dieser Stelle an die im Namen und Auftrag des DAV tätige Mannschaft des Fraunhofer ISE.

Das EU-Projekt EURALP

Das EU-Projekt EURALP soll zeigen, dass Photovoltaik-Hybridsysteme auch in abgelegenen Bergregionen eine sehr umweltfreundliche und zuverlässige Stromversorgung bieten können.

Das Projekt dauerte von 1996 bis 2000 und förderte Planung, Installation und Monitoring von 31 Anlagen in Österreich, Deutschland und Spanien. Diese Broschüre beschreibt 17 Projekte in den deutschen und österreichischen Alpen, die der Deutsche Alpenverein (DAV) in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE durchführte.



Inhalt

Solar versorgte Berghütten	3
Erst Köpfchen, dann Knöpfchen – das Gesamtenergiekonzept	4
Was ist ein Hybridsystem?	6
Die Euralp-Hütten im Überblick	8
Technische Auswertung	10



Menschen, die in die Berge gehen, suchen Natur. Sie freuen sich aber auch, wenn sie nach schweißtreibendem Aufstieg eine warme Mahlzeit in einer hellen Gaststube bekommen. Sind die Ansprüche noch so bescheiden, es braucht dazu Energie. Lange Zeit bedeutete dies lärmende und stinkende Dieselgeneratoren, also das Gegenteil von Naturerlebnis. Heute gibt es eine umweltfreundliche und wirtschaftlich attraktive Alternative – Solarversorgung. Die Technik hat sich in über 15 Jahren bewährt, die Kosten haben sich halbiert. Je nach Rahmenbedingungen kann die Sonne bis zu 100% der Energieversorgung übernehmen. Das Ergebnis ist immer eine verringerte Umweltbelastung durch stark reduzierten Einsatz fossiler Energieträger.

Solarversorgung heißt nicht einfach, eine Energiequelle durch eine andere zu ersetzen, sondern bedeutet auch, die Verbrauchsseite zu optimieren.

Das geschieht z. B. mit Energiesparlampen, die 80% weniger Strom verbrauchen. Das bedeutet aber auch veränderte Abläufe und Mitdenken der Gäste und Hüttenpächter. So müssen stromintensive Arbeiten wie Spülen mit dem Solarangebot abgestimmt werden.

Die neue Energieversorgungstechnik ist zwar wesentlich wartungsärmer als der Dieselgenerator, aber eben neu. Während viele Hüttenwirte im Lauf der Zeit zu exzellenten Mechanikern wurden, sind sie mit Elektronik und Computern (noch) nicht so vertraut. Handbücher, Ferndiagnose und Präventivwartung sind Beispiele, wie man diese Probleme bewältigt hat.

Solarenergie ist nicht nur eine neue Technik, sondern eine Technologie mit einer eigenen Infrastruktur. Hardware, Software, Hüttenwirt, Bergwanderer und Installateure bilden ein verwobenes System. Stand bei der ersten Generation von solaren Berghütten noch die Energietechnik im Vordergrund, so sind es jetzt Fragen der Optimierung, der Qualitätssicherung, der Standardisierung – Technologiefragen eben, die Gegenstand der Förderung durch das EU-Projekt EURALP waren. Die vorliegende Broschüre beschreibt 17 Projekte, die der Deutsche Alpenverein zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE durchführte.

Solarversorgung einer Hütte heißt:



- ① Energiekonzept – Bedarf analysieren, Maßnahmenkatalog zur Optimierung von Verbrauch und Erzeugung
- ② Solarstrom vom Dach (Photovoltaik) mit Batterien als Speicher
- ③ Meistens: Zusatzstromversorger wie Wind- oder aber Motor-generator für erhöhte Zuverlässigkeit
- ④ Manchmal auch Sonnenkollektoren auf dem Dach für Warmwasser
- ⑤ Mehr Komfort - weniger Umweltbelastung

Bonner Hütte vor (Bild oben) und nach der Installation der Solartechnik



Erst Köpfchen, dann Knöpfchen – das Gesamtenergiekonzept

Ein durchdachtes Energiekonzept



Montage der Solartechnik an der Tölzer Hütte

Ein gutes Energiekonzept umfasst viel Nachdenken und miteinander Reden: Was brauche ich wirklich? Wann brauche ich das? Wie könnte ich das mit weniger Energie bewerkstelligen? Kann ich den Betriebsablauf im Hinblick auf Energie optimieren? Zusammen mit einer Bestandsaufnahme der vorhandenen Geräte und Verbräuche entsteht daraus ein erstes Energiekonzept, das Erzeugung und Verbrauch umfasst. Dieses Konzept wird mit den künftigen Nutzern solange diskutiert und verändert, bis die beste Lösung gefunden ist. So wichtig die Technik ist, entscheidend sind die Menschen, die sie nutzen!

So manchen Hüttenpächter begeisterte das Optimieren so, dass er zum „Energie-Fachwirt“ wurde. Mit dem Blick für Ressourcenschonung wächst auch die Aufmerksamkeit für andere umweltfreundliche Alltagsmöglichkeiten: Müllvermeidung und -trennung, Wassersparen und die Verwendung ökologischer Reinigungsmittel sind weitere Schritte auf dem Weg zum „nachhaltigen Tourismus“.

Solartechniker zäumen das Pferd von hinten auf. Sie untersuchen zunächst die Verbrauchsseite, bevor sie sich an die Erzeugung machen. Dabei kann man nicht nur Energie, sondern auch Geld sparen. Der vom Fraunhofer ISE entwickelte Ablauf besteht aus vier Schritten:

1. Erfassung der Rahmendaten

Dazu gehören Angaben zum Energiebedarf: Wann ist die Hütte bewirtschaftet? Wieviele Tages- und Übernachtungsgäste hatte sie in den letzten fünf Jahren? Wieviele Sitzplätze und Betten hat sie? Genauso wichtig sind Lage und Ausrichtung der Hütte, bauliche Gegebenheiten, Transportmöglichkeiten.

2. Ist-Analyse des Energieverbrauchs

Die Ingenieure untersuchen bei einer Ortsbegehung alle

- Energieerzeuger: Heizkessel, Stromgeneratoren, Warmwasserbereitung
- Energieverbraucher: Elektrogeräte, Gasgeräte, Kachelöfen

und ermitteln die derzeitigen Verbrauchswerte.

3. Möglichkeiten zum Energiesparen

Der nächste Schritt findet am Schreibtisch statt. Mit Simulations- und Berechnungsprogrammen wird das mögliche Energieeinsparpotential ermittelt. Untersuchte Bereiche sind:

- Bauliche Maßnahmen wie Wärmedämmung, bessere Fenster ...
- Effiziente Versorgungstechnik, wie die Optimierung der Heizungsanlage
- Nutzung der Abwärme des Motorgenerators
- Warmwasseranschluss für Spül- und Waschmaschine
- Energiesparende Elektrogeräte und Beleuchtung

4. Umsetzungskonzept

Aus technischem Einsparpotential, wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und sonstigen Faktoren wie eventueller Renovierungsvorhaben entsteht ein Umsetzungskonzept. Es enthält die gesamte Energieversorgung und Punkt für Punkt alle umzusetzenden Maßnahmen auf der Verbrauchsseite. Vorgabe ist, langfristig auf Dieselgeneratoren zu verzichten und möglichst regenerative Energien einzusetzen. Alle Anlagen erzeugen Strom aus Sonnenlicht mit Photovoltaik. Strom kommt zusätzlich oft noch von einem Motorgenerator und manchmal von einem Windrad. Einige Hütten haben Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung.

5. Vom Konzept zur Durchführung

Ist das Konzept geprüft und freigegeben, schreiben Fachplaner die einzelnen Leistungen aus und vergeben die Arbeiten an einschlägige Installationsbetriebe. In diesem Stadium wird auf standardisierte Komponenten und Verfahren geachtet. Nach der Installation nehmen Ingenieure des Fraunhofer ISE die Anlagen ab und überprüfen dabei auch die Leistung des Solargenerators.

Hier zeigte sich bei den Modellprojekten, wie wichtig ein durchgehendes Qualitätsmanagement ist: Die meisten Beanstandungen betrafen die konventionelle Elektroinstallation und waren einfach zu beheben. Wären sie unentdeckt geblieben, hätte das wegen der Abgeschlossenheit der Hütten zu längeren Betriebsstörungen mit entsprechenden Kosten geführt.

Wichtiges Ergebnis aus den Modellprojekten: Die Anlagen haben einen guten technischen Stand und laufen weitgehend störungsfrei. Regelmäßige Wartung ist jedoch unverzichtbar. Am besten schließt man mit der Installationsfirma gleich einen Wartungsvertrag.



Die Sonne lacht das Wasser warm



Das Ehepaar Dennerlein bewirtschaftet die Tölzer Hütte während der Saison von Mai bis Oktober.

Auch Joachim Dennerlein, Wirt der Tölzer Hütte, war skeptisch. Immerhin lief sein Diesel vor der Umstellung vier bis fünf Stunden täglich. Mit 3 kW Photovoltaik und einem 750 W Windgenerator kann die Hütte jetzt vollständig mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Das ist auch das Verdienst von Joachim Dennerlein: „Ich habe gelernt, mit der Sonne zu leben“, fasst er sein Erfolgsrezept zusammen. „Ich kann jetzt sogar elektrisch waschen und bügeln, wenn ich auf die Einstrahlung achte“. Eine weitere Komfortsteigerung: Früher galt „Licht aus“ wenn der Diesel stand. Heute ist Licht und Ruhe gleichzeitig möglich.

Energiekonzept am Beispiel Tölzer Hütte

1. Erfassung der Rahmendaten

Lage: 1825 m Höhe ü. M.

Bewirtschaftung:

Mitte Mai bis Mitte Oktober,

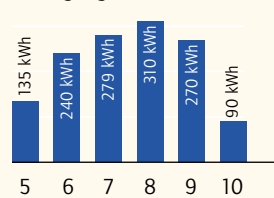
im Winter: Winterraum

3000 Tagesgäste

1400 Übernachtungsgäste

33 Betten, 38 Lager

Jahresgang Stromverbrauch



2. Ist-Analyse

Gesamtenergiebedarf

Stromerzeugung:

1500 l Diesel (15.000 kWh)

Kochen, Heizen, Warmwasser:

7 Ster Holz (12.700 kWh)

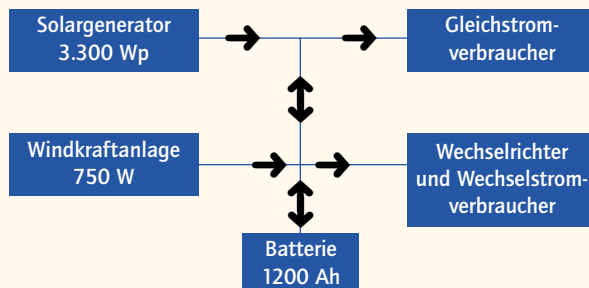
Kühlen, Licht, Kochen:

330 kg Flüssiggas (2.300 kWh)

3. Energiesparmaßnahmen

- Kühlung über energiesparende Elektrogeräte statt mit Gas
- elektrische Energiesparlampen statt Gasbeleuchtung
- Warmwasser über Kollektoranlage statt über Holzofen und elektrischen Boiler
- Energiesparlampen statt Glühlampen

4. Umsetzungskonzept



Was ist ein Hybridsystem?

Die Sonne lacht das Wasser warm



Technische Ausrüstung des Brandenburger Hauses: links die Sonnenkollektoren und rechts die Photovoltaikanlage

Sonnenkollektoren auf dem Dach sehen als dunkle Flächen mit Glasabdeckung den Photovoltaik-Modulen sehr ähnlich. Das einzige was sie verbindet ist die Sonne, sonst sind sie grundverschieden: Photovoltaik-Module erzeugen Strom, Sonnenkollektoren erwärmen Wasser – und zwar so: Eine schwarze Fläche, meist aus Kupfer oder Aluminium, erwärmt sich in einem Glaskasten durch die Sonnenstrahlung – wie ein Armaturenbrett im Auto. Wasser mit Frostschutzmittel durchläuft die Fläche und leitet die Sonnenwärme in den Solarspeicher. Dort erwärmt sie frisches Wasser auf 35 bis 60 Grad.

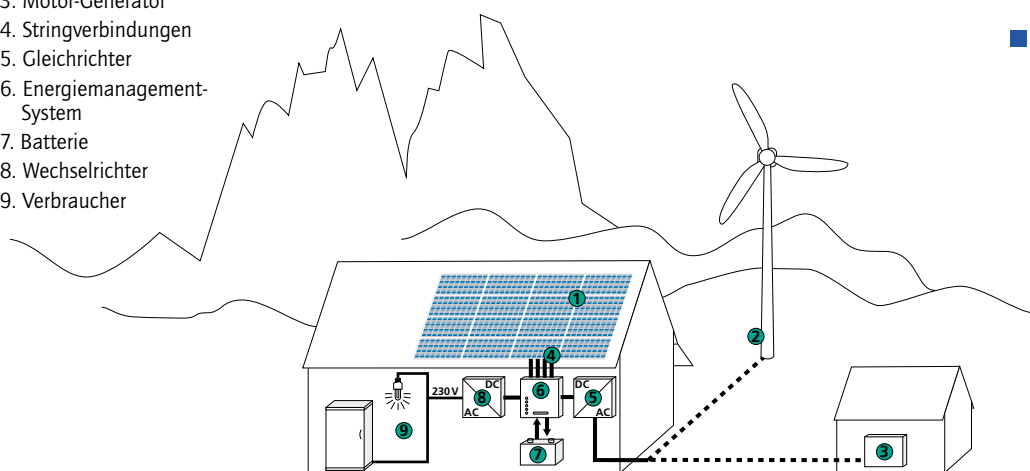
Hybrid kommt aus dem Griechischen und bedeutet „verschieden“. In einem sogenannten Hybridsystem wirken verschiedene Energieerzeuger zusammen, z.B. Photovoltaik- und Windgenerator. Da alle hier beschriebenen Hütten eine Photovoltaikanlage haben, handelt es sich um Photovoltaik-Hybridsysteme.

Warum nicht nur Photovoltaik?

Die Hütten sind, elektrisch gesehen, Insel-systeme, denn sie sind nicht an das Stromnetz angeschlossen. Wollte man auch bei extremen Schlechtwetterperioden nur mit Photovoltaik auskommen, dann müsste die Anlage viel größer sein, als es für den Normalbetrieb nötig ist. Diese „Überkapazität“ vermeidet man z.B. durch einen Windgenerator, der oft gerade bei schlechtem Wetter munter Strom liefert. Ein Photovoltaik-Hybridsystem ist also eine ökonomisch und technisch maßgeschneiderte Einheit, die umweltfreundlich Strom aus verschiedenen Quellen bereitstellt.

Die Grafik zeigt das Prinzip: Photovoltaik und Wind erzeugen Strom für den Verbraucher, die Batterie speichert überschüssige Energie zwischen und ein elektronisches Energiemanagementsystem organisiert das Zusammenspiel.

1. Photovoltaik-Generator
2. Wind-Generator
3. Motor-Generator
4. Stringverbindungen
5. Gleichrichter
6. Energiemanagement-System
7. Batterie
8. Wechselrichter
9. Verbraucher



Was hat sich in den letzten 10 Jahren getan?

Seit 1982 gibt es beim Deutschen Alpenverein solarversorgte Hütten, mittlerweile sind es rund 50 Stück. Was ist heute anders als vor 10 Jahren?

Standardisierung: Für Konzepte und Komponenten gibt es jetzt standardisierte Lösungen.

Kosten: Die durchschnittlichen Kosten pro Kilowatt Spitzenleistung sanken um 30% auf 30.000,-DM.

Zuverlässigkeit: Hybridsysteme haben mittlerweile eine sehr hohe Zuverlässigkeit.

■ Kategorie A (bis 1 kWp Photovoltaik)

- Selbstversorger-Hütte
- kein Motorgenerator
- keine Seilbahn
- kein Wechselrichter
- 24 V_{DC}-Systemspannung

■ Kategorie B (bis 2 kWp Photovoltaik)

- Kleine Hütte mit Bewirtschaftung
- zusätzlich Motorgenerator bis 5 kVA
- 48 V_{DC}-Batteriespannung

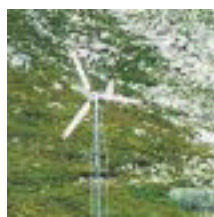
■ Kategorie C (bis 5 kWp Photovoltaik)

- Größere Hütte mit Bewirtschaftung und Übernachtungsmöglichkeit
- zusätzlich Motorgenerator bis 15 kVA
- 48 V_{DC}-Batteriespannung
- Wechselrichter bis 4 kW Nennleistung

■ Kategorie D (über 5 kWp Photovoltaik)

- Große Hütte mit Drehstromverbrauchern
- 3-Phasen-Wechselrichter
- 48 V_{DC}-Batteriespannung
- Zusatzstromerzeugung über 15 kVA

Windkraft



Photovoltaik



Einstrahlungsmessung



Batterietechnik



Wechselrichter



Energiemanagement

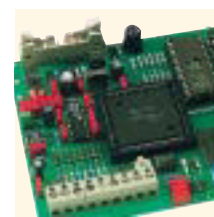


Bild: Neue Magdeburger Hütte
(1633 m ü. M.)



Die EURALP-Hütten im Überblick



1. Hexenseehütte

Lage: Samnaungruppe
2576 m ü. M.
Sektion Rheinland-Köln
geöffnet:
Weihnachten bis Sonntag
nach Ostern, Anfang Juli
bis Mitte September
Übernachtungsplätze:
18 Betten, 5 Lager



2. Tölzer Hütte

Lage: Karwendel
1825 m ü. M.
Sektion Bad Tölz
geöffnet:
Mitte Mai bis Mitte
Oktober
Übernachtungsplätze:
38 Betten, 52 Lager



3. Starkenburger Hütte

Lage: Stubaier Alpen
2229 m ü. M.
Sektion Starkenburg
geöffnet:
Anfang Juni bis Anfang
Oktober
Übernachtungsplätze:
13 Betten, 41 Lager



4. Gamshütte

Lage: Zillertaler Alpen
1916 m ü. M.
Sektion Berlin
geöffnet:
Mitte Juni bis Ende
September
Übernachtungsplätze:
28 Betten, 10 Lager



17. Straubinger Haus

Lage: Chiemgauer Alpen
1600 m ü. M.
Sektion Bad Tölz
geöffnet:
Sommer: 21.5. bis 1.11.
Winter: 16.12 bis 1 Woche
nach Ostern
Übernachtungsplätze:
20 Betten, 65 Lager



16. Neue Magdeburger Hütte

Lage: Karwendel
1633 m ü. M.
Sektion Geltendorf
geöffnet:
Mitte Mai bis Mitte
Oktober
Übernachtungsplätze:
18 Betten, 5 Lager



15. Hermann-von-Barth-Hütte

Lage: Allgäuer Alpen
2131 m ü. M.
Sektion Düsseldorf
geöffnet:
Mitte Juni bis Ende
September
Übernachtungsplätze:
50 Betten, 20 Lager



14. Hagener Hütte

Lage: Goldberggruppe
2446 m ü. M.
Sektion Hagen
geöffnet:
Anfang Juli bis Anfang
Oktober
Übernachtungsplätze:
16 Betten, 27 Lager



5. Neue Traunsteiner Hütte

Lage: Berchtesgadener Alpen
 1560 m ü. M.
 Sektion Traunstein
 geöffnet:
 Anfang April (bzw. Ostern)
 bis Ende Oktober,
 Silvester/Neujahr
 Übernachtungsplätze:
 43 Betten, 106 Lager

6. Brandenburger Haus

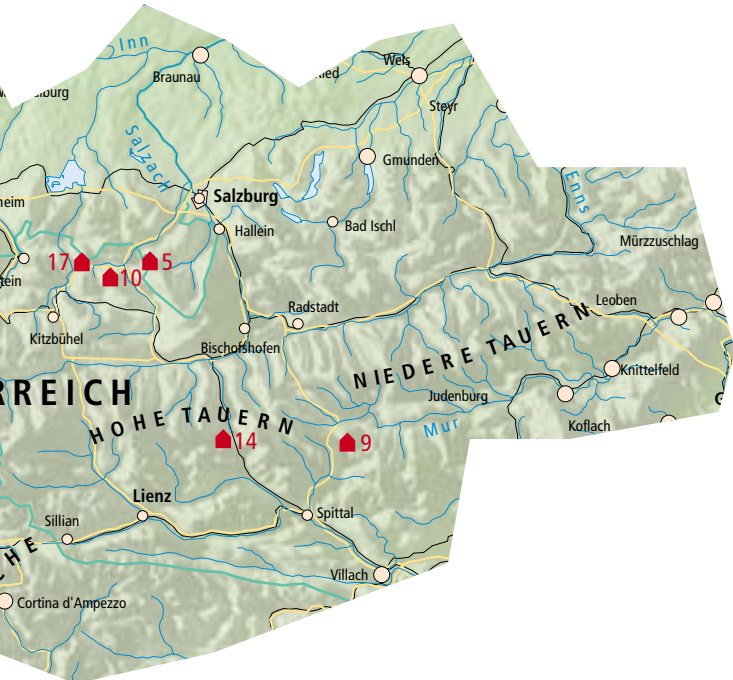
Lage: Ötztaler Alpen
 3272 m ü. M.
 Sektion Berlin
 geöffnet:
 Anfang Juli bis Mitte/Ende
 September
 Übernachtungsplätze:
 25 Betten, 80 Lager

7. Ludwigsburger Hütte

Lage: Ötztaler Alpen
 1959 m ü. M.
 Sektion Ludwigsburg
 geöffnet:
 Ende Juni bis Ende
 September
 Übernachtungsplätze:
 11 Betten, 37 Lager

8. Gufferthütte

Lage: Rofan
 (Brandenberger Alpen)
 1495 m ü. M.
 Sektion Kaufering
 geöffnet:
 Mai bis Oktober
 Übernachtungsplätze:
 8 Betten, 62 Lager



9. Bonner Hütte

Lage: Nockberge
 1712 m ü. M.
 Sektion Bonn
 geöffnet: Weihnachten,
 Anfang Januar, Mitte
 Februar bis Ostern, Mitte
 Juni bis Mitte Oktober
 Übernachtungsplätze:
 29 Betten, 6 Lager



13. Schwarzenberghütte

Lage: Allgäuer Alpen
 1380 m ü. M.
 Sektion Illertissen
 geöffnet:
 Weihnachten bis
 Ende Oktober
 Übernachtungsplätze:
 10 Betten, 34 Lager

12. Kaiserjochhaus

Lage: Lechtaler Alpen
 2310 m ü. M.
 Sektion Leutkirch
 geöffnet:
 Juni bis September
 Übernachtungsplätze:
 10 Betten, 54 Lager

11. Weilheimer Hütte

Lage: Bayerische Voralpen
 1955 m ü. M.
 Sektion Weilheim
 geöffnet:
 Pfingsten bis
 Kirchweihsonntag
 Übernachtungsplätze:
 11 Betten, 67 Lager

10. von Schmidt-Zabierow-Hütte

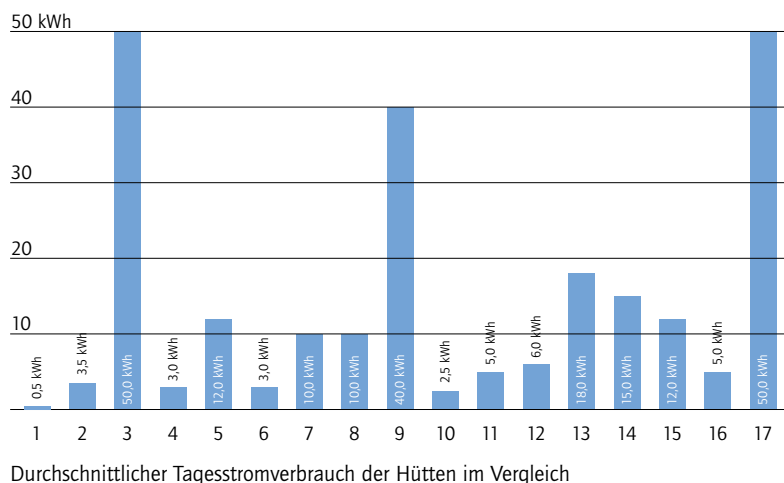
Lage: Loferer und
 Leoganger Steinberge
 1966 m ü. M.
 Sektion Passau
 geöffnet:
 Ende Juni bis
 Ende September
 Übernachtungsplätze:
 9 Betten, 64 Lager

Technische Auswertung

Euralp: Übersicht der DAV-Projekte

Nr	Hütte	Höhe ü.M.	Land	Stromversorgung	installierte PV-Leistung	Installationsdatum	Tagesgäste	Übernachtungen
1	Hexenseehütte	2576	Österreich	PV Vollversorgung	0,88 kWp	Sept 1996	1.500	1.000
2	Tölzer Hütte	1825	Österreich	PV/Wind	3,52 kWp	Mai 1997	4.000	1.000
3	Starkenburger Hütte	2229	Österreich	PV/Gas-BHKW	4,95 kWp	Juni 1997	6.000	2.000
4	Gamshütte	1916	Österreich	PV/Kollektor	1,54 kWp	Juni 1997	1.200	500
5	Neue Traunsteiner Hütte	2576	Österreich	PV/Dieselmotor	4,40 kWp	Sept 1997	7.000	4.000
6	Brandenburger Haus	3272	Österreich	PV/Kollektor	2,64 kWp	Juli 1998	400	2.000
7	Ludwigsburger Hütte	1959	Österreich	PV/Kollektor	3,60 kWp	Aug 1998	2.000	1.000
8	Gufferthütte	1495	Österreich	PV/Gas-BHKW	1,32 kWp	Okt 1998	3.500	1.200
9	Bonner Hütte	1712	Österreich	PV/Dieselmotor	3,00 kWp	Juni 1999	3.000	2.000
10	Schmidt-Zabierow Hütte	1966	Österreich	PV Vollversorgung	1,98 kWp	Okt 1998	2.000	1.000
11	Weilheimer Hütte	1955	Deutschland	PV/Wind	1,98 kWp	Okt 1998	2.000	1.800
12	Kaiserjochhaus	2310	Österreich	PV Vollversorgung	3,50 kWp	Juli 2000	2.500	3.000
13	Schwarzenberghütte	1380	Deutschland	PV/Gas-BHKW	2,64 kWp	Sept 1999	3.000	1.500
14	Hagener Hütte	2446	Österreich	PV Vollversorgung	3,20 kWp	Sept 2000	3.000	2.000
15	Herrmann von Barth Hütte	2131	Österreich	PV/Kollektor	4,40 kWp	Okt 1999	6.000	3.000
16	Neue Magdeburger Hütte	1633	Österreich	PV Vollversorgung	1,54 kWp	Juni 1999	2.500	1.200
17	Straubinger Haus	1600	Österreich	PV/Gas-BHKW	5,28 kWp	Sept 2000	3.000	1.600

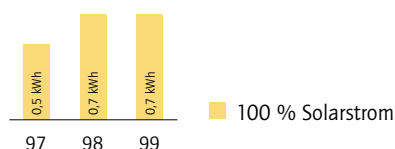
Die Grafik zeigt die Bandbreite der Energieverbräuche. Die Zahl der Tages- und Übernachtungsgäste, ganzjähriger oder Saisonbetrieb, gastronomisches Angebot, Versorgungswege (Seilbahn) und Komfort – das alles beeinflusst den Energieverbrauch. Auffallend die drei Spitzenwerte bei den Hütten 3, 9, 17, die alle über einen Motor-generator verfügen und eine große Gästezahl bedienen. Interessant ist die Neue Traunsteiner Hütte (5): Sie hat die meisten Tages- und Übernachtungsgäste, nimmt aber beim Energieverbrauch nur einen mittleren Platz ein. Beachtlich – und wahrscheinlich auch etwas spartanisch – die Hexenseehütte, die mit nur 0,5 kWh immerhin 1500 Tages- und 1000 Übernachtungsgäste versorgt. So unterschiedlich der Verbrauch auch sein mag, alle Hütten sind hocheffiziente Energiesysteme.



Hexenseehütte



Bei der Hexenseehütte sorgt seit April 1997 eine PV-Anlage mit 880 Wp und einer Fläche von etwa 8 m² für Licht. Insgesamt sind 20 Energiesparlampen und ein Notrufsystem auf die 24 Volt Batterie aufgeschaltet. Mit einer Kapazität von 1000 Ah wurde die Batterie so ausgelegt, dass auch längere Schlechtwetterperioden überbrückt werden können. Die Einschaltzeiten der Lampen bei den Toiletten und im Flur werden über sogenannte Zeitschaltglieder begrenzt. Bisher konnte der Energiebedarf der Hütte vollständig mit Solarenergie gedeckt werden. Und dies, obwohl immer mehr Gruppen die Hütte auch im Winter nutzen.

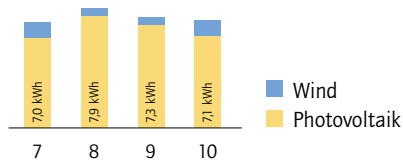


Täglicher Stromverbrauch im August des jeweiligen Jahres

Tölzer Hütte



Seit Mai 1997 decken die 35 m² Solarzellen mit einer Spitzenleistung von 3,5 kWp und der Windgenerator mit 750 Watt den elektrischen Energiebedarf zu 100 %. Die Solarenergie liefert 85 %, der Wind etwa 15 %. Dieselöl wird jetzt nur noch für den Antrieb der Seilbahnen benötigt. Wenn es längerfristig technisch zuverlässige Lösungen gibt, wird auch der Seilbahnantrieb auf regenerative Energien umgestellt. Hier könnte zum Beispiel ein mit Rapsöl betriebener Motor zum Einsatz kommen. Durch den Einsatz energiesparender Geräte und Energiesparlampen konnte der Stromverbrauch auf die Hälfte reduziert werden. Der Motorgenerator dient nur noch zur Notstromversorgung, musste bisher jedoch nicht zugeschaltet werden. Insgesamt werden so pro Saison etwa 1200 Liter Dieselöl eingespart. Auch die etwa 300 Liter Brauchwasser pro Tag werden durch Solarenergie erwärmt. Dafür sorgt ein 12 m² großer Kollektor in Verbindung mit einem 300 Liter Speicher.

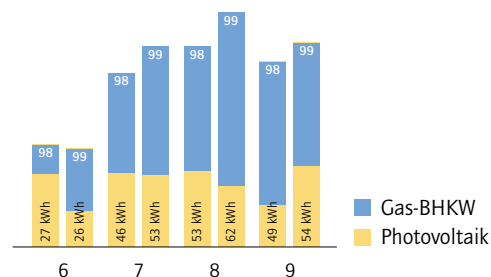


Stromverbrauch der Tölzer Hütte in kWh pro Tag von Juli bis Oktober

Starkenburger Hütte



Die Hybridanlage bei der Starkenburger Hütte besteht aus einem Solargenerator mit knapp 5 kWp Leistung und einem flüssiggasbetriebenen Blockheizkraftwerk mit einer Leistung von 14 kW. Bei diesem Pilotprojekt wurde erstmals das am ISET in Kassel entwickelte Konzept der wechselstromseitigen Einspeisung des Solarstroms in der Praxis getestet. Das elektrische Netz wird von einer Batterie-/Stromrichtereinheit der sogenannten Batterie gebildet. An den bidirektional arbeitenden Stromrichter ist eine Batterie mit 48 Volt Nennspannung angeschlossen. Die sechs Stränge des Solargenerators speisen über Strangwechselrichter direkt in das Wechselspannungsnetz ein.



Stromverbrauch der Hütte und monatlicher Solaranteil in den Jahren 1998 und 1999 von Juni bis September



Bild: Starkenburger Hütte (2229 m ü. M.)

Gamshütte

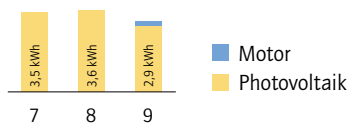


Die Photovoltaik-Anlage mit einer Fläche von 15 m² und 1,5 kW Spitzenleistung deckt seit Juni 1997 nahezu vollständig den Strombedarf der Hütte. Dieser liegt etwa bei 3 kWh pro Tag, das Notstromaggregat war 1998 nur drei Stunden in Betrieb. Die in der Saison 1998 durchgeführte Detailanalyse zeigt nicht nur, dass das System optimal ausgelegt ist, sondern auch vom Hüttenwirt optimal genutzt wird. Entscheidend für den Gesamterfolg war die konsequente Umsetzung der im Energiekonzept festgelegten Maßnahmen zur effizienten Energieverwendung.

Konkret sind dies:

- Umstellung Gasbeleuchtung auf Energiesparlampen
- Umstellung Gaskühlschränke auf elektrische Energiespargeräte
- Betrieb der Waschmaschine mit reduzierter Anschlussleistung und Warmwasseranschluss

Die Kollektoranlage mit 10 m² Fläche ist so ausgelegt, dass das gesamte Brauchwasser der Hütte – etwa 180 Liter pro Tag – erhitzt wird und ebenso für die Temperierung der Kläranlage sorgt. Insgesamt wird seit der Umsetzung des Konzeptes etwa 50 Prozent Energie eingespart. Vor allem ein wichtiges Ziel wurde erreicht. Die ursprünglich pro Saison benötigten 600 Liter Dieselöl konnten auf etwa 10 Liter reduziert werden.



Durchschnittlicher täglicher Stromverbrauch und Solarstromanteil von Juli bis September 1998

Schwarzenberghütte



Die Schwarzenberghütte ist von Weihnachten bis Ende Oktober geöffnet und wird ganzjährig von einer fünfköpfigen Pächterfamilie bewohnt. Da der Heizenergiebedarf etwa 80 Prozent des Gesamtenergiebedarfes ausmacht, bietet sich hier die Kraft-Wärme-Kopplung an. Das mit Flüssiggas betriebene Blockheizkraftwerk BHKW wird so geregelt, dass bei minimaler Laufzeit eine optimale Strom- und Wärmeausbeute erfolgt. Das BHKW mit einer Nennleistung von 12 kW elektrisch und 25 kW thermisch wird deshalb ausschließlich stromgeführt betrieben. Die Restwärme wird durch eine Holzheizung gedeckt.

Die Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 2,6 kWp sorgt für die Deckung der Grundlast und minimiert somit den Motorgeneratorbetrieb.

Die Anlage wird intensiv vermessen. Erste Ergebnisse sind in 2000 zu erwarten

Hagener Hütte



Vor der Installation der PV-Anlage im Sommer 2000 brummte mindestens acht Stunden pro Tag der im Nebengebäude untergebrachte Dieselmotor. Meistens lief das Aggregat fast im Leerlauf lediglich für ein paar Lampen und deshalb völlig unwirtschaftlich und mit enormen Schadstoffausstoß. Zielsetzung beim Einsparkonzept war, den ursprünglichen Strombedarf auf die Hälfte zu reduzieren und etwa 80 Prozent des elektrischen Energiebedarfes von 15 kWh pro Tag durch die Photovoltaik-Anlage zu decken.

Die Anlage ging erst im September 2000 in Betrieb, weshalb über erste Erfahrungen erst in 2001 berichtet werden kann.

Brandenburger Haus



Am Beispiel des Brandenburger Hauses, der höchstgelegenen Hütte des DAV, wird am deutlichsten gezeigt, dass Solarenergie zur Versorgung netzferner Anwendung nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch die beste Lösung ist.

Seit Juli '98 sind auf dem nach Südwesten ausgerichteten Dach 26 m² Solarmodule mit 2,6 kWp zur Stromerzeugung und 12 m² Kollektoren zur Warmwassererwärmung installiert. Beim Brandenburger Haus wurden die im Energiekonzept formulierten Ziele sogar übertroffen. Ausgegangen sind die Planer ursprünglich von einer Reduzierung der Laufzeit des Benzingenerators um 50 %. In der Saison '98 wurde das Aggregat überhaupt nicht eingeschaltet. Hier wurden beispielhaft sämtliche im Energiekonzept vorgeschlagenen Maßnahmen in die Praxis umgesetzt.

Der Stromverbrauch liegt im Mittel bei etwa 3 kWh und somit 30 Prozent unter dem Planungswert. Insgesamt sind beim Brandenburger Haus 42 Energiesparlampen, zwei Kühltruhen, drei Kühlschränke, verschiedene Küchengeräte, Radio, Telefon und Notruf an die Photovoltaikanlage angeschlossen. Die etwa 3000 Gäste pro Saison sitzen also nicht im Dunkeln und das Weissbier ist immer gut gekühlt. Die guten Ergebnisse spiegeln auch den sparsamen und vorbildlichen Umgang mit Energie durch die Pächterfamilie wieder. Man sieht, nicht alleine die Technik, auch die Einstellung der Nutzer ist wichtig für die Gesamtfunktion.

Gephardt Gstrein, damals Wirt des Brandenburger Hauses, war sehr skeptisch. Zu oft hatte er in dieser mit 3270m höchstgelegenen Hütte erlebt, dass neue Technik nur neuen Verdross gebracht hat.

Mittlerweile hat ihn die Photovoltaik überzeugt: robust und wartungsarm. Und „die paar Platten auf dem Dach“ liefern manchmal sogar mehr als das Datenblatt verspricht. „Wegen der Kombination von Kälte mit hoher Einstrahlung liefern die Module bis zu 20% mehr Strom. Für die Anlage keine Problem, da wir alle Komponenten entsprechend überdimensioniert haben“, erläutert Michael Berger vom gleichnamigen Ingenieurbüro, das die Anlage installiert hat.

Ludwigsburger Hütte



Dass der Schlüssel zu einer vernünftigen Ver- und Entsorgung nur über ein schlüssiges Gesamtkonzept zu erreichen ist, kann man sehr anschaulich bei der Ludwigsburger Hütte sehen.

Hier mussten bei der Energieplanung auch die komplexen Systeme für die Abwasserbehandlung und Trinkwasserentkeimung betrachtet werden. Auch hier gilt es, schon in der Konzeptionsphase die elektrische Anschlussleistung und den Energieverbrauch in Abstimmung mit den Herstellern zu optimieren.

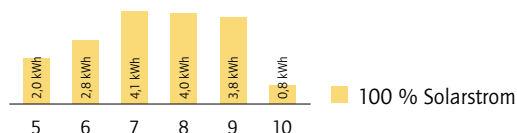
Vor Euralp wurden die elektrischen Verbraucher nur bei Bedarf über einen 2 kW Motorgenerator betrieben. Elektrischer Strom war also nur verfügbar, wenn das Aggregat eingeschaltet war. Das hatte eine hohe Laufzeit des Motorgenerators und einen unregelmäßigen Betrieb der Geräte zur Folge.

Für die Hüttenpächter war diese Art der Versorgung nicht mehr als ein Provisorium. Auch die vorhandene Gasbeleuchtung entsprach nicht mehr dem Stand der Technik.

Heute liefern die 36 m² Solarzellen mit 3,6 kW Spitzenleistung genug Strom von der Sonne für sämtliche Elektrogeräte und moderne Energiesparlampen. Nach einem Jahr Erfahrung mit der Anlage sind die Hüttenpächter begeistert.

Lydia Holzkecht: „Zuerst waren wir skeptisch mit der Solaranlage, ob das ausreicht, weil der Sache hat keiner getraut. Heute arbeiten wir wesentlich leichter und es gibt für uns nichts Besseres mehr, wir haben Strom.“

Udo Ley, der Vorsitzende der Sektion, sieht mit der umweltfreundlichen Energieversorgung seiner Hütte einen Meilenstein für den praktischen Umweltschutz: „Wichtig ist, dass die Vorstellungen des Alpenvereins mit den durchaus berechtigten wirtschaftlichen Interessen der Pächter in Einklang gebracht werden. Da haben wir gewisse Spielregeln vereinbart. Die Anschaffung von Elektrogeräten geht zum Beispiel nur mit Zustimmung der Sektion und des Planers.“



Energiebilanz im Jahr 2000

Gufferthütte

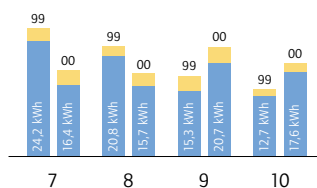


Bei der Gufferthütte ist ein mit Flüssiggas betriebenes Blockheizkraftwerk das Herzstück der Energieversorgung. Die sogenannte Heizkraftanlage HKA mit 5 kW elektrischer Leistung sorgt für warmes Wasser und liefert gleichzeitig den Großteil des Stromes.



Die Photovoltaikanlage wurde mit 1,4 kWp Nennleistung so dimensioniert, dass der Motor bei vollem Brauchwasserspeicher nicht unnötig nur für die Stromerzeugung läuft. Im Winter, wenn die Hütte nicht bewirtschaftet ist, sorgt die Photovoltaik für die Ladeerhaltung der Batterien und für Licht im Winterraum.

Über eine Großanzeige werden das Personal und die Gäste über die momentane Leistung und die Funktionsweise der Anlage informiert.



Monatsbilanz von Juli bis Oktober in den Jahren 1999 und 2000

■ Photovoltaik
 ■ BHKW

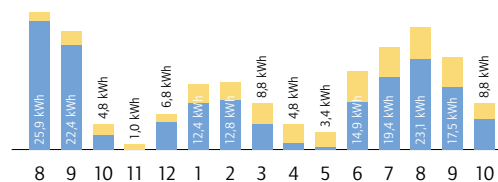
Bonner Hütte



Die Bonner Hütte ist eine der wenigen Hütten innerhalb des Euralp Vorhabens, die ganzjährig genutzt wird. Die Istanalyse zeigte, dass der größte Teil des Gesamtenergiebedarfes auf die Heizung des Gebäudes im Winter fällt. Ein umfassendes Energiekonzept kam zu dem Ergebnis, dass mehr als die Hälfte der bisher verbrauchten Energie eingespart werden kann. Der sehr umfangreiche Maßnahmenkatalogen wird von der Sektion nun schrittweise angegangen. Da die Stromversorgung am meisten im Argen lag und die von der EU vorgegebenen Termine eingehalten werden mussten, entschloss man sich, hier zuerst anzupacken.

Bei der Konzeption der Stromversorgung war die Strategie, die Grundlast wie Licht und Kühlung mit der Photovoltaik zu decken, die Spitzenlast mit dem vorhandenen Dieselegenerator. Das sogenannte Hybridsystem ist seit August 1999 in Betrieb und ist mit einer umfangreichen Messtechnik ausgestattet. Die ersten Ergebnisse in '99 zeigen, dass noch deutliche Verbesserungen beim Zusammenspiel der Komponenten erforderlich sind, um eine optimale Nutzung der Solarenergie und eine deutliche Reduzierung der Laufzeit des Aggregates zu erreichen.

Diese Erkenntnis aus dem Monitoring wurden bereits umgesetzt. Die solare Deckungsrate konnte in 2000 verdoppelt werden.



Verbrauch und Solaranteil von August 1999 bis Oktober 2000

■ Photovoltaik
 ■ Motor

Schmidt-Zabierow Hütte



Seit August '99 deckt die 2 kWp Photovoltaik-Anlage 90 Prozent des elektrischen Gesamtverbrauch der Schmidt-Zabierow Hütte. Der Motor muss zur Deckung der übrigen 10 Prozent täglich lediglich 1/2 Stunde in Betrieb sein.

Mit 4 kWh Verbrauch pro Tag wurde die im Energiekonzept vorgegebene Zielsetzung auch eingehalten. Zum Vergleich: Ein Vier-Personenhaushalt im Tal verbraucht etwa das Doppelte. Man sieht also, dass man mit modernen Energiespargeräten und Energiesparlampen den Verbrauch drastisch reduzieren kann. Und das ohne Komforteinbuße.

Weilheimer Hütte



Bei der Weilheimer Hütte war das im Energiekonzept formulierte Ziel, die Laufzeit des vorhandenen Motorgenerators nur noch auf den Seilbahnbetrieb zu begrenzen. Sämtliche Wechselstromverbraucher – der tägliche Verbrauch beträgt etwa 5 kWh – werden seit 1999 mit einem Photovoltaik (2 kWp)-Wind (0,75 kW) Hybridsystem versorgt. Leider liegen wegen fehlender Zählerablesungen keine monatlichen Werte vor. Die Gesamtbilanz zeigt, dass der bei der Planung abgeschätzte Stromverbrauch sich in etwa einstellt. Die Wechselstromverbraucher werden komplett aus Sonnen- und Windenergie versorgt.

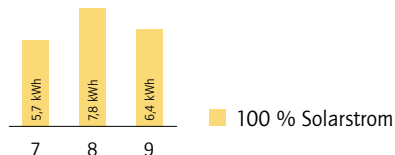
Kaiserjochhaus



Beim Kaiserjochhaus wurde die Photovoltaikanlage so ausgelegt, dass der gesamte elektrische Energiebedarf durch Solarenergie gedeckt wird. Der vorhandene Dieselgenerator steht nur noch für die Notstromversorgung bereit. In der Praxis sieht das so aus, dass nur noch 50 Liter Diesel auf Vorrat gelagert werden. Vor Installation der PV-Anlage wurden etwa 500 Liter pro Saison verbraucht. Auch die in der Unterhaltung aufwendige Gasbeleuchtung konnte seit der Umstellung auf Solarenergie außer Betrieb genommen und damit die Brandgefahr auf der Hütte deutlich reduziert werden.

Erste Ergebnisse in der Saison 2000 zeigen, dass die 35 qm Solarfläche ausreichen, um den mit etwa 9 kWh pro Tag veranschlagten Stromverbrauch zu decken.

Die Sektion plant hier, mit dem Hüttenpächter einen Strompreis festzulegen. Die Einnahmen sollen in einen Fonds für Wartung und erforderliche Ersatzbeschaffung wie zum Beispiel Batterien einfließen.



Täglicher Stromverbrauch von Juli bis September 2000

Traunsteiner Hütte

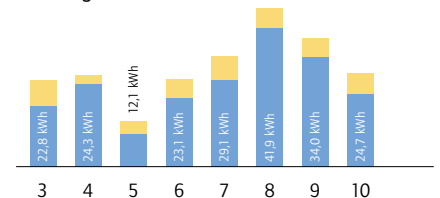


Mit einer Bewirtschaftungskapazität von 170 Schlafplätzen und 150 Sitzplätzen und nahezu 4000 Übernachtungen sowie etwa 7000 Tagesgästen zählt die Traunsteiner Hütte zu den größeren Hütten des DAV. Entsprechend höher ist auch der Energiebedarf im Vergleich zu den ersten vier genannten Hütten. Aus Kosten-Nutzen-Gründen ist eine solare Vollversorgung nicht sinnvoll. Die Zielsetzung war hier deshalb die Deckung der Grundlast mit der Photovoltaik-Anlage und die Deckung der Spitzenlast durch den Motorgenerator.

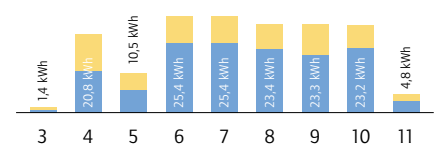
Die Photovoltaik-Anlage wurde 1998 in Betrieb genommen. Insgesamt sind 40 Module mit einer Leistung von 4,4 kWp und einer Fläche von 40 m² installiert. Die Laufzeit des Motorgenerators konnte von 1000 Stunden pro Saison auf weniger als 300 Stunden, also um mehr als 70 Prozent reduziert werden.

Die Grafik zeigt den Jahresverlauf der solaren Erzeugung und der Verbraucher, die über den Wechselrichter betrieben werden. Die Auswertung macht deutlich, dass sich durch die vorwiegende Sommernutzung der Hütte Erzeugung und Verbrauch ideal ergänzen. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die solare Erzeugung nach dem Laderegler gemessen wird. Wenn die Batterie voll geladen ist und kein Strom gebraucht wird, verhindert der Laderegler eine Überladung der Batterie.

Die konsequente Umsetzung der Stromsparmaßnahmen und die gleichzeitige Optimierung des Anlagenbetriebs führte in 2000 zur Erhöhung des solaren Deckungsanteils.



Energiebilanz im Jahr 1999



Energiebilanz im Jahr 2000

■ Photovoltaik
■ Motor

Herrmann von Barth Hütte



Ähnlich wie bei der Hagener Hütte lief auch bei der H. v. Barth Hütte der Diesel etwa 10 Stunden pro Tag. Etwa 3500 Liter Diesel wurden pro Saison für die Stromerzeugung gebraucht. Die im Oktober 1999 installierte PV-Anlage mit einer Nennleistung von 4,4 kWp soll die Laufzeit des Motorgenerators in Zukunft auf maximal drei Stunden pro Tag begrenzen. Dieser ist für den Betrieb der Drehstromverbraucher mit hoher Anschlussleistung weiterhin notwendig. Prognostiziert sind etwa 60 Prozent Solaranteil bei einem zu erwartenden Verbrauch von 24 kWh pro Tag.

Die solarthermische Anlage mit 18 m² Kollektorfläche und einem 500 Liter Pufferspeicher erhitzt im Mittel etwa 800 Liter Warmwasser pro Tag.

Insgesamt sollen die im Energiekonzept formulierten Maßnahmen eine Einsparung an Primärenergie von über 50 Prozent ergeben. Der CO₂ Ausstoß wird um 10000 Tonnen pro Jahr vermindert. Die Sektion Düsseldorf hat beispielhaft schon die meisten dieser Maßnahmen umgesetzt. Die konsequente Umstellung auf ein neues Energiekonzept ist jedoch in der Praxis nicht von heute auf morgen machbar. Im ersten Betriebsjahr waren noch viele technischen Detailfragen zu klären.

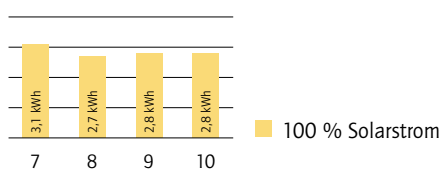
Neue Magdeburger Hütte



Bei der Neuen Magdeburger Hütte ist die Zielstellung, etwa 90 Prozent des Strombedarfes durch die Photovoltaik-Anlage zu decken. Die Gasbeleuchtung wurde ersetzt durch moderne Energiesparlampen. Die 1,5 kWp Photovoltaik-Anlage versorgt Kühl- und Gefriertruhe, die Trinkwasserentkeimungsanlage, Küchengeräte und 45 Energiesparlampen mit einem geplanten Energieverbrauch von 5 kWh pro Tag.

Der tatsächliche Stromverbrauch lag in 2000 mit etwa 3 kWh pro Tag unter den Planzahlen. Der Motorgenerator wurde bisher nicht gebraucht.

.....geplanter Energieverbrauch (5kWh)



Täglicher Stromverbrauch von Juli bis Oktober 2000

Straubinger Haus



Beim Straubinger Haus wurde im September 2000 mit 5,3 kWp die größte Photovoltaik-Anlage des Euralp-Projekts realisiert. Aufgrund der Größe des Hauses und den mehr als 3000 Tagesgästen in der Saison liegt der Strombedarf bei etwa 40 kWh pro Tag. Interessant ist hier der Ansatz, mit einem kleinen Flüssiggas-BHKW (5 kW el und 15 kW th) und drei bidirektionalen Wechselrichtern ein permanentes Drehstromnetz aufzubauen. Der Solargenerator ist in fünf Teileinheiten aufgeteilt und speist über markt-gängige Netzwechselrichter direkt in das Hausnetz ein. Vorrang hat die direkte Nutzung von Photovoltaikstrom.

Die Anlage wurde mit einer Intensivmesstechnik ausgestattet, damit eine Detailanalyse des Systembetriebes erfolgen kann. Da die Anlage erst im Herbst 2000 in Betrieb genommen wurde, erhalten wir erste Messergebnisse zu Beginn der nächsten Saison.



Impressum

© Deutscher Alpenverein

Wissenschaftliche

Begleitung:

Dipl.-Ing. Klaus Kiefer
Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme,
Freiburg
kiefer@ise.fhg.de

Text und Konzeption:

Dr. Klaus Heidler
Solar Consulting,
Freiburg
heidler@solar-consulting.de

Gestaltung:

trialog, Freiburg
weindel@trialog-web.de



Deutscher Alpenverein e.V.
Referat Hütten und Wege
Von-Kahr-Str. 2-4
80997 München
Tel.: +49-89-140 03-40
Fax: +49-89-140 03-17
E-Mail: huetten.wege@alpenverein.de
Web: www.alpenverein.de



Fraunhofer Institut
Solare Energiesysteme

Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE
Oltmannsstraße 5
79100 Freiburg
Tel.: +49-761-4588-0
Fax.: +49-761-4588-100
Web: www.ise.fhg.de

gefördert durch:



Europäische Union

Bayerisches Staatsministerium
für Landesentwicklung

Ministerium für Kultur
und Sport des Landes
Baden-Württemberg