

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 78 (1987)

Heft: 6

Artikel: Mobile Alpstromversorgung mit Solarzellen

Autor: Barbisch, C. / Toggweiler, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-903837>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mobile Alpstromversorgung mit Solarzellen

Chr. Barbisch und P. Toggweiler

Die erste Betriebsphase einer 1,3-kW-Solarzellenanlage hat gezeigt, dass damit eine Alp mit rund 45 Stück Vieh, inkl. Melkmaschine wartungsfrei betrieben werden kann. Neben dem Kanton St.Gallen und der Elektrowatt Ingenieurunternehmung ist das EW der Ortsgemeinde Murg massgeblich an der Realisierung dieser Anlage beteiligt und sorgt für den Betrieb und Unterhalt.

La première phase d'utilisation d'une installation photovoltaïque de 1,3 kV a démontré qu'il est possible d'alimenter sans entretien un chalet d'alpage équipé d'une machine à traire et comprenant environ 45 têtes de bétail. Outre le canton de St-Gall et Electrowatt Ingénieurs-conseils, c'est l'entreprise électrique de Murg qui participe en grande partie à la réalisation de cette installation et qui s'occupe de son fonctionnement et du service.

Adressen der Autoren

Christoph Barbisch, EW der Ortsgemeinde Murg,
Betriebsleitung, 8877 Murg,
Peter Toggweiler, Elektrowatt
Ingenieurunternehmung, Bellerivestrasse 36,
8022 Zürich

1. Ausgangslage

Eine kürzlich durchgeführte Studie der ETH Zürich hat aufgezeigt, dass die elektrische Erschliessung vieler Alpliegenschaften heute noch ungelöst ist. Zum einen sind die Erschliessungskosten vom öffentlichen Netz – aufgrund der Abgelegenheit solcher Anwesen – sehr teuer, zum anderen ist die Versorgung mit Benzin- und Dieselagregaten umständlich und störanfällig. Auch die Installation eines Kleinwasserkraftwerkes ist oftmals, mangels genügendem Wasservorkommen, nicht möglich.

Aus diesen Gründen wurde für eine Alpliegenschaft in den Flumserbergen eine Pilotanlage mit Solarzellen erstellt. Es sollte abgeklärt werden, ob eine solche Anlage den Bedürfnissen einer aktiven Alpliegenschaft zu genügen vermag.

Aufgrund der erwähnten Studie der ETH untersuchte die Elektrowatt Ingenieurunternehmung die Möglichkeit des Einsatzes von photovoltaischen Zellen zur Energiegewinnung auf den betreffenden Alpliegenschaften. Es zeigte sich rasch, dass Solarzellen grundsätzlich eine fast ideale Stromquelle für die Alpstromversorgung darstellen. Da es aber an einschlägigen Erfahrungen mangelte, beschloss man, eine Pilotanlage zu bauen und an einem geeigneten Ort zu betreiben. Als Resultat von diversen Vorabklärungen fand man zwei mögliche Standorte im Schilstal (Kanton St.Gallen).

Nachdem sowohl das Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Murg, als örtliches Energieversorgungsunternehmen, als auch der Kanton St.Gallen eine finanzielle Unterstützung sowie die Elektrowatt Ingenieurunternehmung die Lieferung der Solarzellen zusicherten, stand der Realisierung einer entsprechenden Anlage nichts mehr im Wege. Auch die Betreiberin der beiden Alpliegenschaften, die Alpkorporation Flums-Grossberg, stand dem Projekt von Anfang an positiv gegenüber (siehe Tab. I: Trägerschaft).

2. Planung und Bau der Anlage

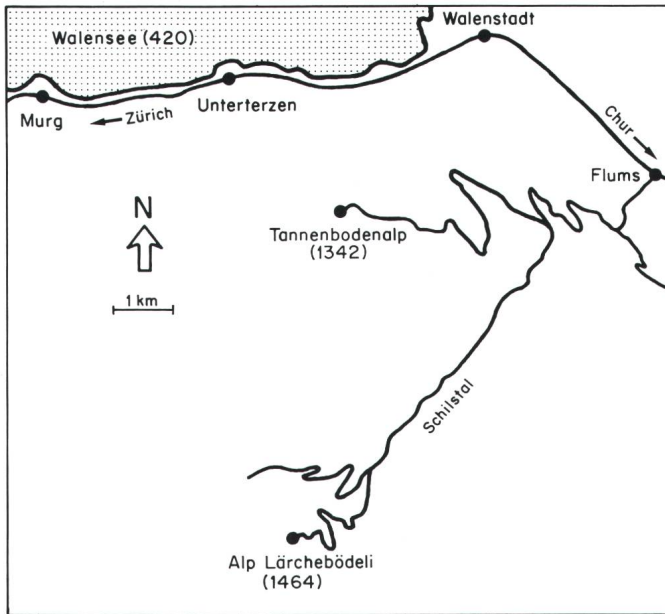
Standortwahl

Von den beiden in Frage kommenden Liegenschaften «Lärchebödeli» (1464 m ü. M.) und «Wiesen» (1147 m ü. M.) musste letztere ausgeschieden werden, da hier das Warmwasser mit Strom erzeugt wird. Der damit verbundene Mehrverbrauch an elektrischer Energie hätte eine bedeutend grössere Anlage gefordert und den zur Verfügung stehenden Kostenrahmen gesprengt.

Somit fiel die Wahl auf die Alp «Lärchebödeli». Diese Alp liegt etwa 10 km südwestlich von Flums und ist auf einer schmalen Strasse per Auto erreichbar (siehe Fig. 1: Planskizze). Zwischen Juni und September werden hier etwa 45 Stück Vieh bewirtschaftet,

Kanton St. Gallen:	Hauptprojekträger, Koordination und Begleitung
EW Murg:	Eigentümer, Betrieb und Unterhalt der Anlage
Elektrowatt Ing. AG:	Lieferung der Solarzellen, Projektleitung für Planungs-, Bau- und Versuchsphase
Alpkorporation Flums-Grossberg:	Benützer, Aufnahme der Messwerte

Tabelle I Trägerschaft



Figur 1
Geografische Lage der Alp Lärchebödeli
(Zahl = Höhenangabe in Meter über Meeresspiegel)

Die Bedienung der Anlage sollte einfach sein und den üblichen Elektroinstallationen möglichst ähnlich in der Handhabung. Bei Solarzellenanlagen ist diese Forderung relativ einfach zu erfüllen. Durch die Verwendung einer elektronischen Lade- und Entlastesteuerung braucht die Solarzellenanlage im Normalfall weder Bedienung noch Unterhalt.

Auf der Verbraucherseite können alle Geräte und Lampen mit normalen Schaltern ein- bzw. ausgeschaltet werden (siehe Fig. 2: Situation Alp «Lärchebödeli» und Tab. II: Technische Daten).

Aufbau der Anlage

Die Anlage ist auf einem Einachsanhänger aufgebaut. Darauf wurden die

wobei diese während etwa 4 Wochen eine höhere Alp beweiden. Obwohl die Alp an einem Nordhang liegt, ist eine nahezu ungehinderte Besonnung in der Zeit der Nutzung gewährleistet.

Dimensionierung und Auslegung der Anlage

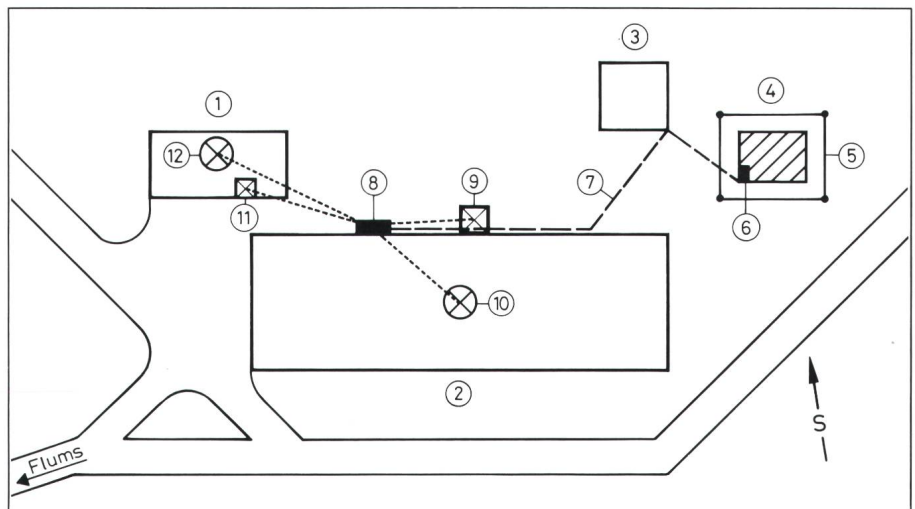
Die Anlage wurde so ausgelegt, dass der Betrieb einer Melkmaschine, einer Milchzentrifuge und von etwa 14 Lampenstellen gewährleistet werden kann.

Ein zuvor berechneter Energieverbrauch zeigt einen Bedarf von etwa 3,4 kWh pro Tag für den Betrieb der obengenannten Verbraucher. Aus diesem Grund wurde die Solarzellenfläche unter Berücksichtigung der zu erwartenden Einstrahlungswerte auf 13 m² festgelegt. Mit dieser Fläche kann eine maximale Erzeugung von 1,3 kW erwartet werden, die unter Benützung eines 450-Ah-Batteriespeichers eine ausreichende Reserve liefern sollte. Für den Notfall, beispielsweise bei einer längeren Schlechtwetterperiode, wurde die Möglichkeit des Melkbetriebes mit einem Benzinaggregat beibehalten.

Als weiteres Kriterium für die Auslegung der Anlage wurde eine völlige Mobilität angestrebt. In unseren Breitengraden erfolgt die Bestossung der Alpen schrittweise, das heisst je nach dem Rückgang der Schneegrenze bzw. der Abnahme des Futterangebotes. In einer späteren Betriebsphase wird so ein Umzug der Anlage von Alpstafel zu Alpstafel ermöglicht, dahin, wo das Vieh jeweils zu bewirtschaften ist.

Solarzellen:	Leistung bei 1000 W/m ² Licht Betriebsspannung Flächenwirkungsgrad Fabrikat	1300 W 48 V 10% Monokristalline Siliziumzellen Arco Solar
Regler:	Prinzip Max. Entladestrom Fabrikant	Serieregler EIN/AUS 2 × 25 A Brun, Tamins
Batterien:	Nennkapazität Nennspannung Fabrikat	450 Ah 48 V Wartungsfreie, voll verschlossene Bleibatterien ACCU-Oerlikon
Mechanik:	Chassis Anstellwinkel Gesamtgewicht Fabrikant	Einachsanhänger mit Stahlchassis 45° fest 1500 kg (inkl. Batterien) Bartholet Metallbau, Flums

Tabelle II Technische Daten

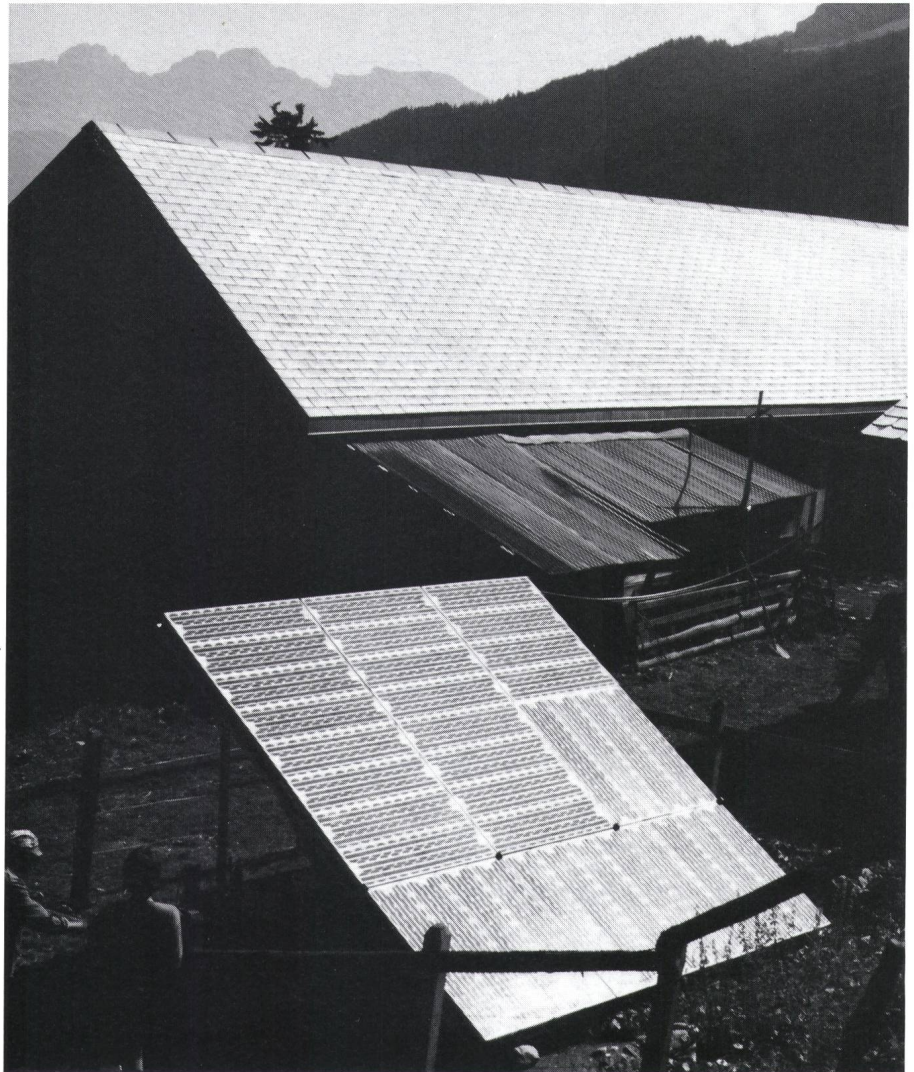


Figur 2 Situationsplan Alp Lärchebödeli

- | | | |
|-----------------|--|-------------------|
| ① Sennhütte | ⑤ Zaun | ⑨ Melkmaschine |
| ② Stallungen | ⑥ Steuerungskasten | ⑩ 8 Lampenstellen |
| ③ Schweinestall | ⑦ Verbindungsleitung Solaranlage-Verteilkasten | ⑪ Zentrifuge |
| ④ Solaranlage | ⑧ Verteilkasten und Melkmaschinenschalter | ⑫ 6 Lampenstellen |

Solarzellen auf zwei Traggestellen montiert, wobei das eine für den Transport eingeklappt werden kann. Der Einbau der 24 2-V-Batteriemodule, mit einem Gewicht von 900 kg, erfolgte derart, dass eine gute Gewichtsverteilung mit einem tiefliegenden Schwerpunkt erreicht wurde. Ein geschlossener Steuerkasten, die gesamte Verkabelung sowie die Steckeinrichtungen für die Abgänge vervollständigen die Ausrüstung. Der Wagen wurde so aufgebaut, dass er ohne Probleme mit einem Zugfahrzeug (Jeep) an den jeweiligen Standort befördert werden kann (siehe Fig. 3).

Die Steuerung der Anlage beinhaltet im wesentlichen alle nötigen Überwachungsinstrumente, den Überladungs- und den Tiefentladungsschutz sowie Zähler für Verbrauch und Erzeugung. Die Betriebsspannung der Erzeugungsanlage von 48 V, aber auch die Umstellung aller Verbraucher auf diese Spannung gewähren ein Minimum an Verlusten. Die Zuleitungen zu den Verbrauchern bedingten umfangreiche Installationen in Alphütte und Stall. Die drei Hauptverbraucher, Melkmaschine (750 W), Zentrifuge (150 W) und die Lichtgruppe (etwa 300 W), sind einzeln abgesichert und verfügen daher über separate Zuleitungen. Die beiden Motoren für Melkmaschine und Zentrifuge mussten für die Betriebsspannung von 48 V speziell beschafft werden. Für die Beleuchtung wurden jeweils zwei 24-V-Fluoreszenzleuchten in Serie geschaltet (siehe Fig. 4 und 5).



Figur 3 Die Solarzellenanlage vor den Ställen

3. Betrieb der Anlage

Die Betriebsaufnahme der Anlage erfolgte zusammen mit der Alpbestossung am 18. Juni 1986. Der Betrieb dauerte bis Mitte September, also während rund drei Monaten.

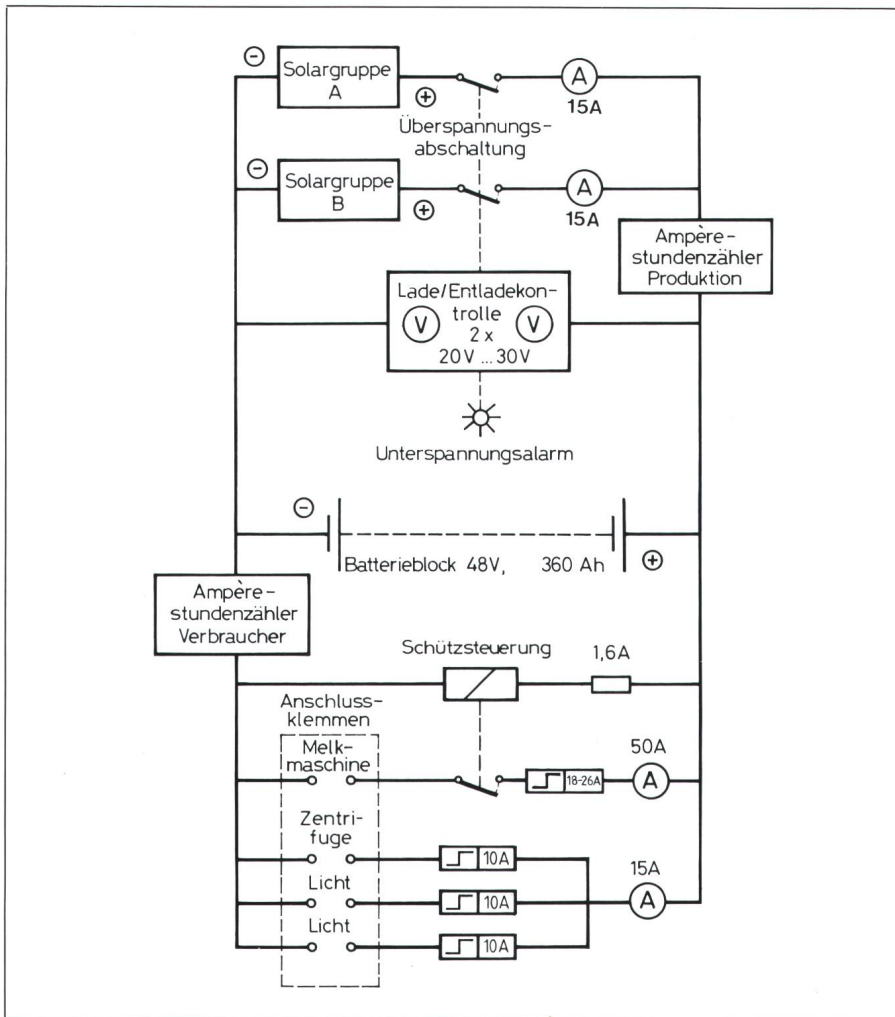
Trotz der nicht gerade alltäglichen Technik der Anlage stellte deren Betrieb keinerlei Probleme an die damit arbeitenden Sennen. Ein Zitat des Alpseanns, «fast wie beim elektrischen Licht, nur den Schalter drehen, und es läuft», mag hierüber genügend Aufschluss geben. Auch die Datenerfassung, d.h. die tägliche Ablesung der produzierten und verbrauchten Amperestunden, stellte kein Problem dar. Diese gewissenhaft aufgeführten Daten geben nunmehr auch Aufschluss über die Tauglichkeit des Konzeptes.

Die Erfahrung zeigte, dass der Verbrauch der betriebenen Anlagen mit

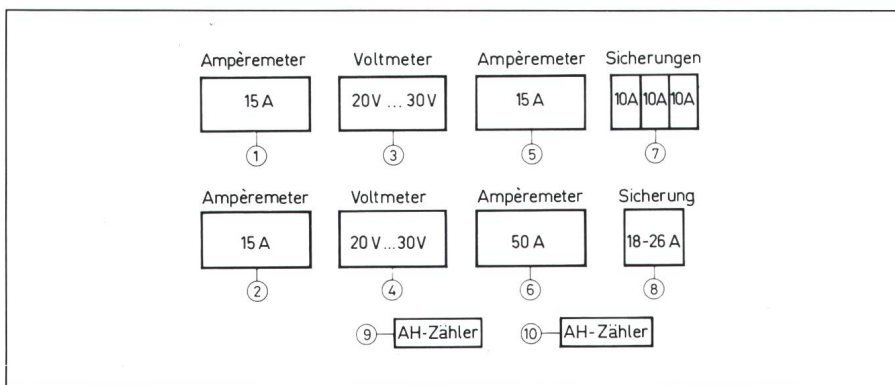
Datum	Total Stromproduktion	Total Stromverbrauch	Tagesstromproduktion	Tagesstromverbrauch	Datum	Total Stromproduktion	Total Stromverbrauch	Tagesstromproduktion	Tagesstromverbrauch
18. Juni	80 Ah	8 Ah	80 Ah	8 Ah	24. Juli	2780 Ah	2649 Ah	28 Ah	14 Ah
19.	89	38	9	30	25.	-	-	13	7
20.	134	126	45	88	26.	-	-	13	7
21.	248	196	114	70	27.	-	-	14	8
22.	306	276	58	80	28.	2835	2679	14	8
23.	389	356	83	80	29.	-	-	10	7
24.	454	450	65	94	30.	-	-	10	7
25.	587	542	133	92	31.	2866	2702	11	8
26.	652	621	65	79	1. Aug.	2873	2711	12	9
27.	747	707	95	86	2.	-	-	8	5
28.	825	793	78	86	3.	-	-	8	5
29.	905	880	80	87	4.	2897	2728	8	6
30.	1010	973	105	93	5.	2901	2738	10	10
1. Juli	1108	1070	98	97	6.	2911	2741	4	3
2.	1254	1162	146	92	7.	2926	2753	15	12
3.	1285	1263	31	101	8.	2935	2761	9	8
4.	1344	1351	59	88	9.	2946	2772	11	11
5.	1433	1441	89	90	10.	2950	2774	4	2
6.	1501	1532	68	91	11.	2957	2782	7	8
7.	-	-	21	99	12.	2991	2829	34	47
8.	1544	1730	22	99	13.	3011	2837	20	8
9.	1599	1817	55	87	14.	3022	2846	11	9
10.	1634	1898	35	81	15.	3033	2860	11	14
11.	1684	1980	50	82	16.	3051	2874	18	14
12.	1727	2063	43	82	17.	3069	2891	18	17
13.	1758	2077	31	14	18.	3073	2896	4	5
14.	1911	2098	153	21	19.	3091	2910	8	14
15.	2058	2169	147	71	20.	3094	2947	3	37
16.	2165	2219	107	50	21.	3173	3031	79	84
17.	2252	2291	87	72	22.	3252	3110	79	79
18.	-	-	41	89	23.	-	-	16	86
19.	2334	2469	41	89	24.	3285	3283	17	87
20.	2377	2543	43	74	25.	3421	3351	136	68
21.	2463	2618	86	75	26.	3545	3424	124	73
22.	-	-	144	8	27.	3560	3507	15	83
23.	2752	2635	145	9					

Tabelle III Stromproduktions- und Stromverbrauchswerte (Ah)

(Der Alpbommer dauerte bis etwa 15. September, zur Zeit der Auswertung waren die Werte nur bis 27. August verfügbar.)



Figur 4 Prinzipialschaltbild der Solarstromanlage Lärchebödeli



Figur 5 Anordnung der Instrumente auf dem Steuerungskasten

- ① Stromproduktion der Solargruppe A: 0...15 A
- ② Stromproduktion der Solargruppe B: 0...15 A
- Totalstrom aller Solarzellen: Summe von 1 und 2
- ③, ④ Parallel geschaltete Voltmeter. Betriebsspannung: Summe von 3 und 4
- ⑤ Momentaner Stromverbrauch der Kleinverbraucher (Licht, Zentrifuge): 0...15 A
- ⑥ Momentaner Stromverbrauch der Melkmaschine: 0...50 A, totaler momentaner Stromverbrauch: Summe von 5 und 6
- ⑦ Sicherungen der 3 Kleinverbraucher-Anschlüsse. Bei Überstrom unterbrechen sie den Strom automatisch.
- ⑧ Sicherung für den Lastanschluss, d.h. die Melkmaschine. Stromabschaltswelle zwischen 18 A und 26 A einstellbar.
- ⑨ Summe der Stromproduktion seit Inbetriebnahme der Anlage, in Amperestunden
- ⑩ Summe des Stromverbrauchs seit Inbetriebnahme der Anlage, in Amperestunden

durchschnittlich 3,5 kWh pro Tag ziemlich genau den Erwartungen entsprach. Die Speicherkapazität der Batterie erlaubt daher eine Überbrückung von etwa 5-6 Tagen ohne Ladung. Während der Betriebsphase von Juni bis September wurde die Batteriekapazität nur gerade einmal voll ausgeschöpft: Eine elftägige Schlechtwetterphase führte dazu, dass die Melkmaschine nach zehn Tagen auf Benzinbetrieb umgestellt werden musste. Nach weiteren zwei Betriebstagen hatte sich die Batterie wieder soweit erholt, dass der Betrieb ab Akku weitergeführt werden konnte (siehe Tab. III, Fig. 6 und Fig. 7).

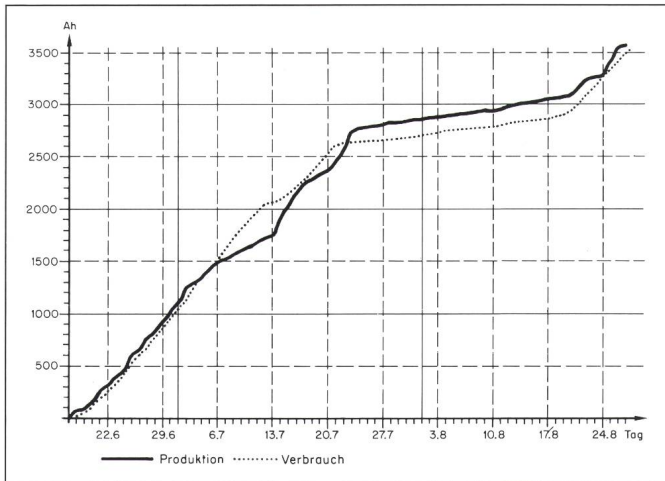
Eine ganz besondere Eigenheit dieser Anwendung liegt in der Tatsache, dass die abfallende Batteriekapazität die Betriebsspannung der Batterie senkt. Das damit abfallende Vakuum der Melkmaschine zeigt dem Senn deutlich an, dass die Kapazität der Batterien zur Neige geht. Diese praktische Voranzeige hat auch dazu geführt, dass die anderen Verbraucher (Zentrifuge und Licht) trotzdem weiterbetrieben werden konnten.

Die Dimensionierung der Anlage erwies sich unter den gegebenen Umständen als richtig. An einem schönen Tag produziert die Anlage etwa 50% mehr Energie, als verbraucht wird. Dadurch kann das Energiedefizit aus Schlechtwettertagen wieder ausgeglichen werden.

Bei der Planung wurde bewusst darauf verzichtet, auch über lange Schlechtwetterperioden die volle Energie liefern zu können. Das in den vergangenen Jahren benützte Benzinmelkaggregat wollte man aus Sicherheitsgründen ohnehin betriebsbereit halten: Nun dient es gleichzeitig als Ersatz bei anhaltend langem Regenwetter.

Falls bei einer anderen Anwendung kein Ersatz-Melkaggregat bereitsteht, gibt es andere Möglichkeiten, einen hundertprozentigen Betrieb zu gewährleisten. Beispielsweise können der Solargenerator und die Batterien mit grösserer Reserve dimensioniert werden, oder ein kleiner Notstromgenerator ermöglicht in Ausnahmefällen die Zwischenladung der Batterien.

Schon bei der Standortfestlegung war man sich bewusst, dass der Standort «Lärchebödeli» betreffend Besonnung eher ungünstig liegt. Grobe Abschätzungen im ersten Betriebsjahr bestätigen dies nun: Die südlich vom Standort gelegenen Berge führen zwar nicht direkt zu Beschattung. Hingegen



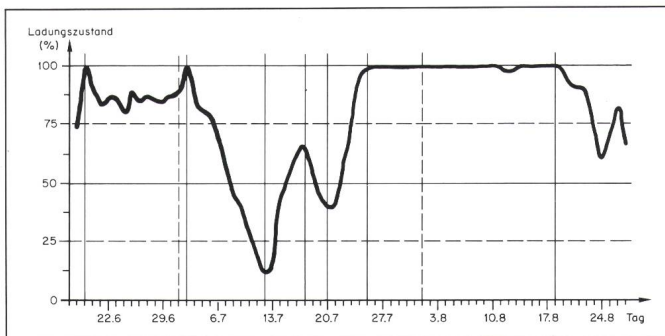
Figur 6
Integrierte Lade- und
Entladekurven

bewirken diese Berge eine recht starke Bildung von Quellwolken, welche dann ihren Schatten auf die Anlage werfen. Wie gross sich dieser Einfluss quantitativ auf die Stromproduktion auswirkte, ist mit den zurzeit vorhandenen Daten noch nicht zu ermitteln. Um zuverlässige Planungsunterlagen für die weitere Anwendung von solchen Anlagen zur Verfügung zu haben, ist geplant, im Sommer 1987 zusätzliche Messdaten zu erfassen.

4. Schlusswort

Die erste Betriebsphase der Anlage im vergangenen Sommer hat gezeigt, dass die Dimensionierung der Anlage richtig war. Vor allem der wartungsfreie Betrieb der Anlage wurde allseits lobend erwähnt.

Auch die Tatsache, dass ein mittlerer Alpbetrieb, mit gegen 45 Stück Vieh, mit einer solchen Anlage versorgt werden kann, gibt Ansporn für weitere ähnliche Projekte. Obwohl sich die Investitionen für eine solche Anlage heute noch in der Gegend von 30 000 bis 40 000 Fr. pro installiertes kW bewegen, kann bei zunehmender Verbreitung solcher Anlagen mit bedeutenden Kostensenkungen gerechnet werden.



Figur 7
Verlauf des
Ladungszustandes
der Batterie