

## **Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten am Beispiel des Kärlingerhauses**

Abschlussbericht über das Demonstrationsprojekt, gefördert unter Az: 17400/03 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt sowie der unter Az: 17400/74 geförderten Projektergänzung

von

Beppo Maltan und MSc Hubert Deubler

Berchtesgaden im Dezember 2010

Der Abschlussbericht kann unter folgender Adresse bezogen werden:

Deutscher Alpenverein - Sektion Berchtesgaden

Watzmannstrasse 4

D-83473 Bischofswiesen

Tel.: 08652 / 976 46 11

Fax.: 08652 / 976 46 29

E-Mail.: [info@DAV-Berchtesgaden.de](mailto:info@DAV-Berchtesgaden.de)

## **Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten am Beispiel des Kärlingerhauses**

Abschlussbericht über das Demonstrationsprojekt, gefördert unter Az: 17400/03 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt sowie der unter Az: 17400/74 geförderten Projektergänzung

von

Beppo Maltan und MSc Hubert Deubler

Berchtesgaden im Dezember 2010



**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>17400/03</b>	Referat	<b>23</b>	Fördersumme	<b>513.529,00 DM bzw. 262.563,21 €</b>
----	-----------------	---------	-----------	-------------	--

**Antragstitel** Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten am Beispiel des Kärlingerhauses

**Stichworte** Abwasserentsorgung, Energieversorgung, Wasserversorgung, Inselanlage

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>36 Monate</b>	<b>01.03.2001</b>		

Zwischenberichte

<b>Bewilligungsempfänger</b> <b>Deutscher Alpenverein e. V.</b> Sektion Berchtesgaden Watzmannstraße 4 83473 Bischofwiesen	Tel 08652-2207 Fax 08652-2207
	Projektleitung Herr Dr. Alfred Lang Herr Beppo Maltan
	Bearbeiter

<b>Kooperationspartner</b> Steinbacher + Steinbacher Ziviltechniker KEG Enzersberg 176 A-5303 Thalgau	Energie- und Umwelttechnik Elektro-Mechanik Meisl GmbH In der Lärch 2 D-83471 Berchtesgaden
--	--

### **Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

Der Deutsche Alpenverein, Sektion Berchtesgaden betreibt das Kärlingerhaus, das sich im Nationalpark Berchtesgaden, Gemeindegebiet Schönau am Königsee befindet. Die Hütte liegt auf einer Seehöhe von 1.636 m ü.NN und ist nur zu Fuß oder per Hubschrauber zu erreichen. Jährlich werden 8.000 bis 10.000 Nächtigungen und 1.600 bis 2.000 Tagesgäste registriert.

Vor Projektbeginn wurde das Abwasser des Kärlingerhauses lediglich durch eine mechanische 3 Kammer Absetzklärgrube mit vorgeschaltetem Fettabscheider geleitet. Das Überlaufwasser wurde in ca. 250 m Entfernung von der Hütte versickert. Die Stromversorgung erfolgt über einen Dieselgenerator. Beheizt wird die Hütte hauptsächlich mit Holz und Kohle.

Das Ziel dieses Projekts ist der Aufbau eines umweltverträglichen, funktionellen, qualitativ hochwertigen und wirtschaftlichen Ver- und Entsorgungssystems des Kärlingerhauses als Pilot- und Demonstrationsanlage für Schutzhütten im Alpenraum.

### **Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Vor Projektbeginn wurde ein Umweltkonzept für die Bereiche Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser- und Abfallentsorgung erstellt. Auf diesen Grundlagen wurde eine Ausschreibung durchgeführt und auf Grundlage der Kosten und der Qualität der Angebote, die Aufträge vergeben. Lediglich im Bereich Energieversorgung wurde eine Variantenanalyse durchgeführt.

Nach langer Planungsphase wurde 2001 mit der Umsetzung des Projekts „Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten am Beispiel des Kärlingerhauses“ mit dem Ziel des Aufbaus eines umweltverträglichen, funktionellen, qualitativ hochwertigen und wirtschaftlichen Ver- und Entsorgungssystems des Kärlingerhauses begonnen.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die Energieversorgung wurde von einem Dieselaggregat auf ein Hybridsystem bestehend aus Rapsöl-BHKW ( $P_{el} = 25\text{kW}$ ), Photovoltaikanlage ( $P_{el} = 4,4\text{ kWp}$ ) umgestellt. Das Hüttenstromnetz wird jetzt durch ein innovatives Sunny Island System aus drei bidirektionalen Inselwechselrichtern ( $P_{el} = 13,5\text{ kW}$ ) in Kombination mit einem Batterieverband aus Blei-Gel-Solarakkus (60 V, 1200 Ah) aufgebaut. Die Anlage hat sich bewährt und versorgt heute die Hütte weitgehend störungsfrei. Neben deutlichen Brennstoffeinsparungen um fast 50% wird, durch den Einsatz von Rapsöl und PV, die Emission von 10,6 Tonnen  $\text{CO}_2$  vermieden. Die Stromgestehungskosten konnten von vorher bis zu 5,- €/ kWh auf jetzt ca. 1,95 €/ kWh reduziert werden. Die Energieversorgung wurde mit einer solarthermische Anlage ergänzt. Die dafür eingesetzten Vakuumröhrenkollektoren der Firma Paradigma haben jedoch ihre Aufgabe nicht erfüllt und mussten deshalb durch herkömmliche Flachkollektoren ersetzt werden.

Die Wasserversorgung der Hütte erfolgt aus zwei Quellen, wovon eine unbehandelt den Brauchwasserkreislauf bedient. Das Wasser der anderen Quelle wird durch einen Feinfilter über eine zertifizierte UV-Anlage mit automatischer Abschaltung bei Störungen geleitet. Durch die Kombination der UV-Anlage mit einem Trinkwasservorratstank und einer Druckerhöhungsanlage ist die Trinkwasserversorgung auch bei Ausfall der UV-Anlage sichergestellt. Die UV-Anlage und die Pumpe sind nur zeitweise in Betrieb, wodurch deutlich Energie eingespart wird.

Die alte Dreikammerkläranlage wurde um eine Tropfkörperanlage, Vererdungsbeeten und einer Versickerungsstrecke ergänzt. Durch die neue biologische Klärstufe wird der vorgeschriebene Reinigungswert erreicht. Bis auf Probleme durch starke Kondensatbildung im Klärraum, Dampfwanderung in die Nachbarräume und einer unzureichenden Vererdungsleistung funktioniert die Anlage gut. Die Probleme im Klärraum durch Dampf und Kondensat wurden 2010 durch Beheizung des Klärraums im Sommer und Beheizung des Winterraums im Winter, sowie der Isolierung der umliegenden Räume weitgehend behoben. Das Vererdungsbeet zur Klärschlammbehandlung wurde durch Zugabe einer Mischung aus verschiedenen Kompostiermitteln und Stroh zu einer gut funktionierenden Kompostanlage umgestaltet.

Zur Verbesserung der Abfallentsorgung wurden zur Kompostierung der Küchenabfälle zwei Kleinkomposter angeschafft, die jedoch nur bedingt funktionieren. Das alte Kompostierbeet hat dagegen wesentlich besser funktioniert.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Bereits 2002 wurde eine Schautafel im Eingangsbereich der Hütte installiert. Sie beschreibt die innovativen Anlagen zur Energie- und Wasserversorgung sowie der Abwasserentsorgung und wird ergänzt mit einer Leistungsanzeige der PV-Anlage.

Broschüre „125 Jahre Funtenseehaus“ zur Geschichte des Kärlingerhauses mit Schwerpunkt auf die von der DBU geförderten Neuerungen bei den Ver- und Entsorgungsanlagen der Hütte, 96 Seiten, Berchtesgaden 2004.

Vortrag durch Beppo Maltan „Umweltkonzept Kärlingerhaus - Abwasser, Wasser, Energie, Müll“ beim 6. Internationalen Fachseminar „Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten“, 03.-04.März 2006 in Benediktbeuern.

Beschreibung der geförderten Maßnahmen und der aktuellen Situation der Hütte hinsichtlich Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser- und Abfallentsorgung auf der Website des Kärlingerhauses.

<http://www.kaerlingerhaus.de>, Stand 2010

## **Fazit**

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ziele des Projekts auch dank der finanziellen Förderung und inhaltlichen Unterstützung durch die DBU weitgehend erreicht werden konnten. Durch die lange Projektlaufzeit war es möglich notwendige Optimierungsmaßnahmen an den Anlagen auch noch einige Jahre nach Projektbeginn mit finanzieller Unterstützung durch die DBU umzusetzen.

Um aufgetretene Probleme in Zukunft zu vermeiden sollte die Planung insgesamt verbessert, die Nachbetreuung und Haftung vor allem durch den Planer im Bereich Abwasser eindeutig festgelegt und die Fremdwartung der Anlagen geklärt werden.

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



Az	<b>17400/74</b>	Referat	<b>24/2</b>	Fördersumme	<b>14.000,00 €</b>
<b>Antragstitel</b>	<b>Nachbewilligung für das Demonstrationsprojekt AZ 17400/03: Optimierung des Energieversorgungssystems am Kärlingerhaus</b>				
<b>Stichworte</b>	Energieversorgung, Solarthermie,				
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>1 Jahr</b>	<b>14.10.2005</b>	<b>14.10.2006</b>			
Zwischenberichte					
<b>Bewilligungsempfänger</b>	Deutscher Alpenverein e. V. Sektion Berchtesgaden Watzmannstraße 4 83473 Bischofswiesen			Tel	08652-2207
				Fax	08652-2207
				Projektleitung	Herr Beppo Maltan
			Bearbeiter		
<b>Kooperationspartner</b>	PARADIGMA Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG, 76307 Karlsbad		Energie- und Umwelttechnik Elektro-Mechanik Meisl GmbH In der Lärch 2; D-83471 Berchtesgaden		
<p><b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b></p> <p>Aufgrund der hohen Schneelasten im Winter auf dem Dach und der dadurch verursachten Zerstörung der Flachkollektoranlage und einiger Schäden an der PV Anlage, wurde die PV an die Südostfassade mit einer Neigung von ca. 65° aufgehängt. Die Flachkollektoranlage wurde abgebaut. In diesem Zusammenhang bestand der Wunsch eine hocheffiziente CPC-Solaranlage ebenfalls mit ca. 65° an der Fassade zu montieren. Sie dient dazu, den Winteraum geringfügig zu temperieren und den sommerlichen WW- und Heizbedarf zu decken.</p> <p><b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b></p> <p>PV Anlage (40 Module Siemens SM 110-4,4 kWp) wurde an die Fassade montiert mit ca. 65° Neigung, so dass der Dachüberstand die Module vor Dachlawinen schützt. Sie soll in 2 Reihen zwischen den Fensterbändern angeordnet werden. Durch die großflächige Fassadenmontage ist auch im Winter dafür gesorgt, dass die Blei-Akkus genügend Strom liefern.</p> <p>Die thermische Solaranlage auf dem Dach wurde entfernt. Dafür wurde eine wandhängende CPC Vakuumröhren Kollektoranlage zur Beheizung der Winteräume und der Kläranlage montiert.</p>					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a>					

### ***Ergebnisse und Diskussion***

Die PV- und Solarthermieranlagen sind bei voller Leistungsfähigkeit jetzt sicher an der Fassade montiert und können von zu hohen Schneelasten nicht mehr beschädigt werden. Der PV-Generator hat jetzt auch im Winter eine sichere und ausreichende Leistung um den anfallenden Strombedarf komplett zu decken und die Batterien in einem hohen Ladezustand zu erhalten.

Die für die thermische Solaranlage eingesetzten Vakuumröhrenkollektoren der Firma Paradigma haben jedoch ihre Aufgabe nicht erfüllt. Sie wurden mittlerweile durch herkömmliche Flachkollektoren ersetzt. Mit Hilfe dieser Kollektoren kann jetzt im Sommer die Kläranlage und im Winter vor allem der Winterraum beheizt werden.

### ***Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation***

Die Öffentlichkeitsarbeit und Präsentationen dieses Teilprojekts werden gemeinsam mit dem Hauptprojekt Az 17400/03 durchgeführt

### ***Fazit***

Die Heizung des Kläranlagenraumes bewirkt besonders im Sommer eine Reduzierung der Kondensatbildung - bisher sehr hohe Kondensatbildung, was zur Schädigung der Elektrogeräte führte.

Die Heizung des Winterraumes ist gerade bei den sehr tiefen Temperaturen am Funtensee ein Vorteil - besonders März/April in der Hauptzeit der Skitourengänger.

Fremdüberwachung der geheizten Räume führt zu einer Früherkennung von Frostschäden.

# Inhaltsverzeichnis

Projektkennblatt Az 17400/03.....	1
Projektkennblatt Az 17400/74.....	3
I. Abbildungsverzeichnis.....	7
II. Tabellenverzeichnis.....	7
III. Verzeichnis von Begriffen und Definitionen .....	8
IV. Zusammenfassung .....	10
1 Einleitung.....	12
Beschreibung des Kärlingerhauses .....	12
Ver- und Entsorgung vor Projektbeginn.....	13
Zielsetzung des Projekts.....	14
2 Zeitlicher Ablauf der Projektumsetzung .....	15
3 Beschreibung der Projektmaßnahmen .....	17
3.1 Energieversorgung Kärlingerhaus.....	17
3.1.1 Beschreibung der Energieversorgungsanlage .....	17
3.1.2 Energieeinsparmaßnahmen.....	21
3.1.3 Abweichungen zum ursprünglichen Umweltkonzept.....	21
Batterieverband .....	21
Wechselrichtersystem.....	22
Wärmebereitstellung und Dimensionierung des BHKW.....	22
Fassadenmontage der PV-Module und Vakuum Solargeneratoren.....	22
3.1.4 Bewertung der neuen Anlage.....	24
Versorgungsqualität und Energieeffizienz.....	24
Ökologische Auswirkungen.....	25
Wirtschaftlichkeit.....	26
3.2 Wasserversorgung .....	27
3.2.1 Beschreibung der neuen Wasserversorgungsanlage.....	27
3.2.2 Wasserverbrauchseinsparmaßnahmen: .....	30
3.2.3 Abweichungen zum ursprünglichen Umweltkonzept.....	30
3.2.4 Beurteilung der aktuellen Wasserversorgungsanlage .....	30
3.3 Abwasserentsorgung.....	30
3.3.1 Beschreibung der neuen Abwasserreinigungsanlage .....	30
3.3.2 Abweichungen zum ursprünglichen Umweltkonzept.....	33
Verrieselung statt Versickerung .....	33
Kompostierung statt Vererdungsbeet.....	33
Muncher statt nur Schneidrohmpumpe.....	34
3.3.3 Beurteilung der aktuellen Abwasserreinigungsanlage.....	35
3.4 Abfallentsorgung .....	36
3.4.1 Beschreibung der Abfallentsorgung .....	36
3.4.2 Beurteilung der aktuellen Abfallentsorgung.....	37

3.5	Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation.....	38
3.5.1	Schautafel auf der Hütte .....	38
3.5.2	Broschüre „125 Jahre Funtenseehaus“ .....	39
3.5.3	Projektpräsentation .....	39
3.5.4	Website des Kärlingerhauses.....	40
4	Abschließende Beurteilung der Projektergebnisse und Ausblick.....	40
	Was haben wir gelernt (lessons learned).....	41
5	Literaturverzeichnis .....	43
6	Anhang.....	44
	Anhang 1:  Erfahrungsbericht Montage und Elektroanschluss Paradigma Aqua-Solar-Röhrenkollektoranlage am Kärlingerhaus.....	44
	Anhang 2:  Betriebstagebuch Rapsöl-BHKW Kärlingerhaus.....	46
	Anhang 3:  Kläranlagenkonzept Kärlingerhaus.....	47
	Anhang 4:  Formblatt  B,  AZ  17400/03  Darstellungen  des Bewilligungsempfängers zum internen Gebrauch bei der DBU .....	48
	Anhang 5:  Formblatt  B,  AZ  17400/74,  Darstellungen  des Bewilligungsempfängers zum internen Gebrauch bei der DBU .....	50

## I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Solarthermische Anlage (zwischen den Dachgauben) und Photovoltaikanlage rechts auf dem Dach.....	17
Abbildung 2:	drei Bidirektionale Sunny-Island Wechselrichter 4500 (oben), zwei Sunny Boy 2500 PV-Wechselrichter (unten links); Batfuse DC-Batterietrenner (unten rechts) .....	18
Abbildung 3:	30 Blei-Gel-Akkus Sonnenschein Dryfit A600 solar 10 OpzV 1200 mit 6 Jahren Vollgarantie.....	19
Abbildung 4:	Rapsöl-BHKW.....	19
Abbildung 5:	Blockschaltbild Stromversorgungssystem Kärlingerhaus.....	20
Abbildung 6:	PV-Module und Vakuum-Röhrenkollektoren (rechts obere Reihe) an der Südfassade der Hütte .....	23
Abbildung 7:	Leistungsdaten BHKW Kärlingerhaus 2008 .....	24
Abbildung 8:	Zusammenhang Gästezahlen, ausgedrückt über $EW_{60}$ , mit der Stromerzeugung von Hütten mit Sommerbetrieb – X entspricht Vergleichswert Kärlingerhaus .....	25
Abbildung 9:	Hochbehälter der Wasserversorgungsanlage .....	27
Abbildung 10:	UV-Entkeimungsanlage mit vorgeschaltetem Feinfilter.....	28
Abbildung 11:	Blockschaltbild installierte Wasserversorgung .....	29
Abbildung 12:	Fließschema der Abwasserreinigungsanlage Kärlingerhaus .....	31
Abbildung 13:	Aufbau Betriebsgebäude Kläranlage(oben), Tropfkörper (unten links), Ansicht nach Einbau der Kläranlage (unten rechts).....	32
Abbildung 14:	Bau des Vererdungsbeets (oben links) mit Zuleitung (oben rechts) und Kieseinfüllung ( unten links), Schlamm mit Oberflächenverkrustung (unten rechts) .....	33
Abbildung 15:	Optimiertes Vererdungsbeet mit guter Kompostierungsrate durch Zusatz von Stroh und Umschichtung.....	34
Abbildung 16:	Starke Kondensatbildung an der Klärraumdecke (links) und Schädigung der Heizungsinstallation im Klärraum (rechts).....	35
Abbildung 17:	Einfachkomposter.....	36
Abbildung 18:	Schautafel über die neuen Ver- und Entsorgungsanlagen .....	38
Abbildung 19:	Broschüre „125 Jahre Funtenseehaus“ zur Geschichte des Kärlingerhauses mit Schwerpunkt auf die von der DBU geförderten Neuerungen bei den Ver- und Entsorgungsanlagen der Hütte.....	39

## II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Leistungsdaten Stromerzeuger Kärlingerhaus 2008.....	25
Tabelle 2:	Kenndatenvergleich Stromversorgung vor Projektbeginn zu Heute.....	26

### III. Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

**AC:** Alternate current oder Wechselstrom

**aerob:** Aerob bedeutet unter Vorhandensein von Sauerstoff. Bei aeroben Prozessen ist also immer Sauerstoff vorhanden (z. B. Kompostierung). Aerobe Mikroorganismen benötigen Sauerstoff zum Überleben.

**anaerob:** Ein anaerober Prozess läuft unter Ausschluss von Sauerstoff ab (z. B. Faulung). Anaerobe Mikroorganismen benötigen keinen Sauerstoff zum Überleben.

**DC:** Direct Current oder Gleichstrom.

**Elektrische Leistung:** Die elektrische Leistung gibt an, wie viel elektrische Energie in einer Sekunde zum Verrichten von mechanischer Arbeit, zum Abgeben von Wärme oder zur Abstrahlung von Licht genutzt wird. Einheit: W (Watt).

**Energie:** Energie beschreibt die Fähigkeit eines Systems, Arbeit zu verrichten. Dabei kann zwischen mechanischer, thermischer, elektrischer und chemischer Energie sowie Kern- und Strahlungsenergie unterschieden werden. In der Nutzung äußert sich die Arbeitsfähigkeit in Form von Kraft, Wärme oder Licht. Nach dem Energie-Erhaltungssatz kann Energie nicht erzeugt oder vernichtet werden. Energie kann nur von einer Energieform in eine andere umgewandelt werden.

**EW<sub>60</sub>-Wert:** Der EW<sub>60</sub>-Wert stammt zwar aus dem Bereich der Abwasserentsorgung (vgl. Einwohnerwert), wird aber in dem vorliegenden Werk als Maß für die Größe und Besucherfrequenz einer Hütte in allen vier Ver- und Entsorgungsbereichen verwendet. Wenn zur Auswertung der Daten Gruppierungen nach Hüttengröße nötig waren, so wurde der EW<sub>60</sub>-Wert herangezogen. Er wird aus der Anzahl der Gäste berechnet, wobei eine Person, die sich einen ganzen Tag auf einer Schutzhütte aufhält, einem EW<sub>60</sub> entspricht. Ein Tagesgast entspricht im Mittel circa einem Drittel EW<sub>60</sub>. Bei den 100 Hütten wurden sowohl die EW<sub>60</sub>-Werte als auch die Gästezahlen erhoben, sodass eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden konnte. Die Definition im ÖWAV-Regelblatt 1 „Abwasserentsorgung im Gebirge“ lautet folgendermaßen: Mit dem EW<sub>60</sub>-Wert wird die Tagesfracht an organischen Schmutzstoffen, die in die Abwasserreinigungsanlage gelangt, ausgedrückt. Er wird aus der Anzahl der Gäste berechnet, wobei eine Person, die sich einen ganzen Tag auf einer Schutzhütte aufhält, einem EW<sub>60</sub> entspricht. Pro EW<sub>60</sub> kann mit einer Verschmutzung von 60g BSB<sub>5</sub>, 120g CSB und 12g Gesamtstickstoff gerechnet werden.

**Hybride Stromversorgungsanlage:** In einer hybriden Stromversorgungsanlage wird der Strom durch verschiedene Stromerzeuger unter Verwendung verschiedener Energieträger bereit gestellt.

**Inselanlage:** Inselanlagen oder Off-grid-Systeme sind fest installierte Anlagen, Geräte oder lokale Netze zur Stromversorgung, die ohne Anschluss an ein landesweites öffentliches Stromnetz realisiert werden. Sie werden dort eingesetzt, wo der Anschluss an das Stromnetz nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist. Ihr Betrieb wird Inselbetrieb genannt.

**Klärschlamm:** aus dem Abwasser entfernte feste, pastöse oder schlammförmige Stoffe.

**Kompostierung:** Unter Kompostierung oder Rotte versteht man die Zersetzung organischen Materials durch Kleinlebewesen unter Zufuhr von Sauerstoff (aerob ablaufender Vorgang).

**Mineralisierung:** Mineralisierung ist der Abbau organischer Verbindungen vorwiegend durch Mikroorganismen zu anorganischen Stoffen (Wasser, Kohlendioxid, Salze, etc).

**Solare Deckungsrate** Die solare Deckungsrate  $D_s$  beschreibt das Verhältnis aus der vom PV-Generator gelieferten elektrischen Energie zu der durch das gesamte Energieversorgungssystem gewandelten elektrischen Energie einer Inselanlage.

**Thermische Solaranlage:** Thermische Solaranlagen können für die Erwärmung von Trinkwasser (Duschwasser) sowie zur Wärmegewinnung für Raumheizung eingesetzt werden. Dabei wird eine speziell beschichtete Absorberoberfläche innerhalb eines sog. thermischen „Kollektors“ (=Sammler) durch die Sonnenstrahlung erhitzt. Durch die Rohre des Absorbers strömt eine Flüssigkeit, seltener auch ein Gas (z. B. Luft), das diese Wärme aufnimmt (Wärmetransportmedium). Mittels einer Pumpe oder eines Ventilators – manchmal auch nur durch den Auftrieb der Erwärmung – wird dieses Medium zu einem Speicher geleitet, dort abgekühlt und wieder zum Eingang des Absorbers geführt (Kreislauf).

## IV. Zusammenfassung

Nach langer Planungsphase wurde 2001 mit der Umsetzung des Projekts „Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten am Beispiel des Kärlingerhauses“ mit dem Ziel des Aufbaus eines umweltverträglichen, funktionellen, qualitativ hochwertigen und wirtschaftlichen Ver- und Entsorgungssystems begonnen.

Die Energieversorgung wurde von einem Dieselaggregat auf ein Rapsöl-BHKW ( $P_{el} = 25 \text{ kW}$ ), eine Photovoltaikanlage ( $P_{el} = 4,4 \text{ kWp}$ ) und eine solarthermische Anlage umgestellt. Das Hüttenstromnetz wird jetzt durch ein innovatives Sunny Island System aus drei bidirektionalen Inselwechselrichtern ( $P_{el} = 13,5 \text{ kW}$ ) in Kombination mit einem Batterieverband aus Blei-Gel-Solarakkus (60 V, 1200 Ah) aufgebaut. Die Anlage hat sich bewährt und versorgt heute die Hütte weitgehend störungsfrei. Neben deutlichen Brennstoffeinsparungen um fast 50% wird durch den Einsatz von Rapsöl und PV die Emission von 10,6 Tonnen  $\text{CO}_2$  vermieden. Die Stromgestehungskosten konnten von vorher bis zu 5,- €/ kWh auf jetzt ca. 1,95 €/ kWh reduziert werden.

Die Wasserversorgung der Hütte erfolgt aus zwei Quellen, wovon eine unbehandelt den Brauchwasserkreislauf bedient. Das Wasser der anderen Quelle wird durch einen Feinfilter über eine zertifizierte UV-Anlage mit automatischer Abschaltung bei Störungen geleitet. Durch die Kombination der UV-Anlage mit einem Trinkwasservorratstank und einer Druckerhöhungsanlage ist die Trinkwasserversorgung auch bei Ausfall der UV-Anlage sichergestellt. Die UV-Anlage und die Pumpe sind nur zeitweise in Betrieb, wodurch deutlich Energie eingespart wird.

Die alte Dreikammerkläranlage mit vorgelegertem Fettabscheider wurde um eine Tropfkörperanlage, Vererdungsbeeten und einer Versickerungsstrecke ergänzt. Durch die neue biologische Klärstufe wird der vorgeschriebene Reinigungswert erreicht. Bis auf Probleme durch starke Kondensatbildung im Klärraum, Dampfwanderung in die Nachbarräume und einer unzureichenden Vererdungsleistung funktioniert die Anlage gut. Die Probleme im Klärraum durch Dampf und Kondensat wurden 2010 durch Beheizung des Klärraums im Sommer und Beheizung des Winterraums im Winter, sowie der Isolierung der umliegenden Räume weitgehend behoben. Das Vererdungsbeet zur Klärschlammbehandlung wurde durch Zugabe einer Mischung aus verschiedenen Kompostiermitteln und Stroh zu einer gut funktionierenden Kompostanlage umgestaltet.

Zur Verbesserung der Abfallentsorgung wurden zur Kompostierung der Küchenabfälle zwei Kleinkomposter angeschafft, die jedoch nur bedingt funktionieren.

Die Projektinhalte wurden in Form einer Schautafel auf der Hütte, einer Broschüre über die neuen Anlagen, einem Vortrag beim internationalen Hüttenfachseminar in Benediktbeuern und einer Ergänzung auf der Website des Kärlingerhauses dem interessierten Publikum nahe gebracht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ziele des Projekts auch dank der finanziellen Förderung und inhaltlichen Unterstützung durch die DBU weitgehend erreicht werden konnten. Durch die lange Projektlaufzeit war es möglich notwendige Optimierungsmaßnahmen an den Anlagen auch noch einige Jahre nach Projektbeginn mit finanzieller Unterstützung durch die DBU umzusetzen.

Um aufgetretene Probleme in Zukunft zu vermeiden sollte die Planung insgesamt verbessert, die Nachbetreuung und Haftung vor allem durch den Planer im Bereich Abwasser eindeutig festgelegt und die Fremdwartung der Anlagen geklärt werden.

# 1 Einleitung

Die Erwartungen an den Komfort auf unseren Hütten sind in den letzten Jahren stark gestiegen. Eine Verpflegung mit einem breiten Angebot an Speisen und Getränken, Wasser aus dem Wasserhahn und eine permanente Stromversorgung über 24 Stunden sind für viele Wanderer selbstverständlich. Gleichzeitig stieg die klare Notwendigkeit, dass bei der Ver- und Entsorgung der Hütte nicht weiter Raubau an der Natur betrieben werden kann, sondern nach umweltverträglichen Alternativen gesucht werden muss. Berg- und Schutzhütten sind typischerweise dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht an ein öffentliches Ver- und Entsorgungssystem angeschlossen sind und in besonders sensiblen Gebieten liegen. Wie für die meisten Hütten, entstand aus dieser Entwicklung auch für das Kärlingerhaus ein dringender Handlungsbedarf.

Als die Deutsche Bundesstiftung Umwelt am 01.06.2000 einen Wettbewerb, zur Förderung innovativer Verfahren zum Schutz der Umwelt ausschrieb, beteiligte sich die Sektion Berchtesgaden daran. Die in diesem Wettbewerb geförderten Projekte sollen zur Nachahmung anregen, Multiplikationsfunktion besitzen und die Möglichkeiten umweltverträglicher Ver- und Entsorgungssystemen in den Bereichen Energie, Wasser, Abwasser und Abfall beispielhaft darstellen. Das Umweltkonzept Kärlingerhaus war eines der zwei ersten Hüttenprojekte, dessen Förderansuchen (Umweltkonzept Kärlingerhaus) beim Wettbewerb zur umweltgerechten Ver- und Entsorgung ausgewählter Berg- und Schutzhütten von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt beurteilt und am 01.03.2001 bewilligt wurde.

## **Beschreibung des Kärlingerhauses**

Das Kärlingerhaus liegt Mitten im Nationalpark Berchtesgaden am Funtensee auf einer Höhe von 1638 m ü NN eingerahmt von einer herrlichen Gebirgslandschaft. Der Zustieg aus dem Tal erfolgt in der Regel von St. Bartholomä am Königssee in 3 ½ - 4 Std. Das Haus ist in der Zeit von Ende April bis Anfang Mai für Skitourengeher geöffnet und von Juni bis Mitte Oktober voll bewirtschaftet. Es stehen 48 Betten und 180 Lager zur Verfügung. Im Durchschnitt übernachten 9.000 Personen jährlich auf dem Kärlingerhaus. Damit ist es das meistbesuchte Unterkunftshaus im Steinernen Meer.

In den Monaten August und September wird das Kärlingerhaus am stärksten frequentiert. In dieser Zeit ist das Haus vor allem an Wochenenden mit z.T. über 300 Gästen voll ausgelastet. Durch diese hohe Zahl an Besuchern werden an die Ver- und Entsorgungseinrichtungen extreme Anforderungen gestellt.

Das Kärlingerhaus kann ausschließlich per Hubschrauber versorgt werden. Dies stellt auch für das geplante Projekt eine logistische Herausforderung dar.

### **Ver- und Entsorgung vor Projektbeginn**

Vor Projektbeginn erfolgte die Stromversorgung durch ein mit Diesel betriebenes Motoraggregat mit einer elektrischen Leistung von 24 kW. Die Wärmebereitstellung erfolgte überwiegend über den Energieträger Holz und Kohle zur Heizung und Kochen. Zum Kochen wurde außerdem Propangas verwendet.

Das Kärlingerhaus wird von zwei Quellen mit Wasser versorgt. Das Wasser der Graßlquelle wurde bereits über eine UV-Anlage geführt, während das Wasser der Rennergrabenquelle in einem separaten Kreislauf als Brauchwasser verwendet wurde.

Das Abwasser wurde bisher lediglich mechanisch durch eine Dreikammer Kläranlage mit einem 1997 vorgeschalteten Fettabscheider gereinigt und danach in der Umgebung verrieselt. Als Kenngröße für die Abwasserbelastung wurde vom Planer ein Wert von 220 EW60 pro Tag angesetzt.

Die Müllentsorgung wurde auf dem Kärlingerhaus bereits optimal umgesetzt, wobei die Müllvermeidung an erster Stelle steht. Der trotzdem anfallende Müll wird nach Fraktionen getrennt ins Tal transportiert und ordnungsgemäß entsorgt. Die Küchenabfälle wurden bisher in einem gut funktionierenden Kompostierbeet verrottet.

## **Zielsetzung des Projekts**

Ziel des Projekts war, die Minimierung der Umweltbelastung in der Kernzone des Nationalparks Berchtesgaden. Die Reinhaltung des Funtensees südlich des Kärlingerhauses nahm dabei einen besonderen Stellenwert ein.

Folgende innovative Umweltmaßnahmen sollten die Zielerreichung sicherstellen:

### **Energieversorgung:**

- Rationelle Energieanwendung
- Größtmögliche Ressourcenschonung und Reduktion von CO<sub>2</sub> Emissionen durch Einsatz von regenerativen Energien, wie Photovoltaik, nachwachsende Rohstoffe (Rapsöl) und solare Brauchwassererwärmung
- Energiesparmaßnahmen durch die Verwendung von energieeffizienten technischen Geräten (z. B. energiesparende Waschmaschine und energiesparender Wäschetrockner)

### **Wasserversorgung:**

- Maßnahmen zur Stabilisierung des Wasserkreislaufes und Verbesserung der Wasseraufbereitungsanlage
- Schutz von Wasserkreislauf und hüttennahen Wasserressourcen
- Wassersparende Installationen für Brauchwasser und Trinkwasser

### **Abwasserentsorgung:**

- Weiterverwendung der alten 3-Kammer-Klärgrube zur mechanischen Vorklärung
- Weitere Vorklärung durch Tropfkörper
- Klärschlammvererdung in Vererdungsbeeten

### **Abfallentsorgung:**

- Maßnahmen zur Abfallvermeidung
- Verminderung und Wiederverwertung von Abfällen
- Umweltgerechte Beseitigung der Abfälle durch Kompostierung bzw. Transport ins Tal

## **2 Zeitlicher Ablauf der Projektumsetzung**

1998 wird bereits die Planung für eine neue Abwasseranlage vorangetrieben.

1999 entscheidet man sich auf den Einbau einer Tropfkörperanlage wie auf der Gotzenalm (geschätzte Kosten 437.000,- DM). Außerdem wird die Anschaffung eines neuen Stromaggregats diskutiert. Der Zuschlag fällt auf ein mit Biodiesel betriebenes 55 KW Aggregat. Die Kosten werden ca. 70.000,- DM betragen.

2000 ergeht ein Bescheid des Gesundheitsamt das die vorhandene UV-Anlage für das Trinkwasser nicht mehr ausreicht. Der Einbau von speziellen Filtern wird gefordert. Nachdem nun schon notwendige Maßnahmen in den Bereichen Abwasserentsorgung sowie Wasser- und Energieversorgung geplant werden, wurde die Erstellung des Gesamtumweltkonzept „Energie, Abwasser, Wasser und Müll“ beim Ing. Büro Steinbacher in Auftrag gegeben. Ende Juni wurde das neue Aggregat eingebaut. Mitte September wurde außerdem eine Wetterstation der ARD am Funtensee errichtet.

2001 muss wegen angeblich zu hoher Trübung des Trinkwasser vor der UV-Anlage noch vor der Öffnung des Hauses zu Ostern eine Filteranlage für 45.000,- DM eingebaut werden. (Leider konnte keine Förderung beantragt werden, da die Auflagen zu kurzfristig kamen.) Am 28. Mai ist Baubeginn für die Abwasserreinigungsanlage. Pünktlich am 3. September ist die Abwasserreinigungsanlage fertig. Zeit- und Kostenplan können eingehalten werden.

2002 wird die Durchführung des Umweltkonzepts fortgeführt. Die Solarzellen für die Photovoltaikanlage sowie die thermische Solaranlage zur Warmwassererzeugung werden montiert. Ein neuer Batterieblock mit Blei-Gel-Akkus, eine neue Wechselrichteranlage und ein Sinus Wechsel Richter als Notsystem werden eingebaut. Die Rennergrabenquelle muss saniert werden, da sie nur noch als Brauchwasser genutzt werden darf. Die Wasserversorgung wird an die neue Druckerhöhungsanlage angeschlossen. Für das Abwasser werden die Vererdungsbeete erweitert und neue Pumpen für die Abwasserverrieselung eingebaut. Die Elektrik der Tropfkörperanlage wird verbessert und ist nicht mehr so anfällig. Um den Stromverbrauch zu reduzieren wird eine energiesparende Waschmaschine und ein energiesparender Wäschetrockner aufgestellt, sowie die Beschickungszyklen beim Abwasser reduziert. Um die Gäste des Kärlingerhauses auf die neuen Ver- und Entsorgungsanlagen aufmerksam zu machen und ein besseres Verständnis und Umweltbewusstsein zu schaffen, wurde im Eingangsbereich ein Schautafel mit Erläuterung zu den neuen Systemen angebracht.

2003 wird das Umweltkonzept mit dem Einbau des Rapsöl-Blockheizkraftwerks fertig gestellt und die Energieversorgungsanlage damit optimiert. Alle neuen Anlagen laufen. Probleme gibt es mit dem Vererdungsbeet und dem Vorklärbecken.

2004 wird die Abwasseranlage weiter optimiert. Anlässlich der 125 Jahrfeiern des Kärlingerhauses wurde eine 96 seitige Broschüre über das Funtenseehaus herausgegeben. Der Schwerpunkt des Inhalts konzentrierte sich auf die Darstellung der innovativen Ver- und Entsorgungssystemen auf der Hütte.

2005 wurde auf Grund der hohen Schneelasten auf dem Dach der Hütte die PV-Anlage beschädigt. Sie wurde deshalb abgebaut und statt dessen an der Südfassade der Hütte in einem Winkel von ca. 65° angebracht. Dadurch ist sicher gestellt, dass der PV-Generator auch im Winter genügend Leistung bringt um die Batterien in Vollladung zu halten und den Strombedarf im Winterraum zu decken. Die Solarkollektoren auf dem Dach wurden ebenfalls beschädigt. Die Flachkollektoren wurden durch effizientere CPC Vakuumröhren ersetzt und ebenfalls an die Südwand montiert.

2006 musste auf Grund von Behördenauflagen die alte Katadyn UV-Anlage mit einer zertifizierten UV-Anlage ersetzt werden. Von der Firma Elektromechnik Meisl wurde deshalb eine Grünbeck UV-Anlage Geno-UV 60 S eingebaut.

2007 stand die Kläranlage wegen Ausfall der Fäkalpumpe unter „Klärwasser“. Deshalb musste die Pumpe sowie die Kläranlagenentlüftung erneuert werden. Außerdem musste ein hydrologisches Gutachten zur Graßlquelle erstellt werden, um eine weitere Genehmigung der Wasserentnahme zu bekommen. Die erst 2005 eingebaute thermische Solaranlage hatte einen Defekt und konnte nicht repariert werden, weshalb sie von der Herstellerfirma Paradigma kostenlos ausgetauscht wurde. Auf Grund von Behördenauflagen musste auch der Brandschutz mit Brandschutztüren und einer Nottreppe ergänzt werden.

2010 wurde das Projekt nach einer sehr langen Zeit endlich mit dem Abschlussbericht an die DBU abgeschlossen. Um die zusammengestellten Informationen auch der breiten Öffentlichkeit zukommen zu lassen, wurde die Website vom Kärlingerhaus um den Themenbereich Ver- und Entsorgungsanlagen ergänzt.

## 3 Beschreibung der Projektmaßnahmen

### 3.1 Energieversorgung Kärlingerhaus

#### 3.1.1 Beschreibung der Energieversorgungsanlage

Nach Umsetzung des neuen Konzepts erfolgt die Energieversorgung des Kärlingerhauses über ein Rapsöl-BHKW (Blockheizkraftwerk) und eine Photovoltaikanlage (vgl. Abbildung 5). Das Rapsöl-BHKW KWE 28P-4 SI zur Strom- und Warmwassererzeugung wird mit Öl aus zertifizierter Produktion aus der Region betrieben. Bei der Verbrennung des naturbelassenen Rapsöls wird nur so viel CO<sub>2</sub> freigesetzt wie während des Pflanzenwachstums der Atmosphäre entzogen und in der Pflanze gespeichert wurde. Somit gilt die Verbrennung als CO<sub>2</sub> neutral. Zudem ist der Transport von Rapsöl weit weniger riskant als jener von Dieselöl, da Rapsöl biologisch abbaubar ist (keine Wassergefährdungsklasse) [5].

Am Hüttendach wurden sowohl Photovoltaikmodule, welche Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umwandeln, als auch eine thermische Solarkollektoren für die Warmwasserbereitung bzw. die Heizungsanlage montiert (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Solarthermische Anlage (zwischen den Dachgauben) und Photovoltaikanlage rechts auf dem Dach

Die thermische Solaranlage zur Warmwasseraufbereitung besteht aus 6 Flachkollektoren SOL255 von Stiebel-Eltron mit jeweils 2,7 m<sup>2</sup> Fläche. Die Kollektoren wurden mit Nirostaklemmen am bestehenden Blechfalz des Dachs befestigt.

Der Photovoltaikgenerator besteht aus 40 monokristallinen Modulen des Typs Siemens SM 110 mit einer gesamten Generatorleistung von 4,4 kWp. Die Module wurden ebenfalls direkt auf dem Dach befestigt. Und mit einer Blitzschutzableitung in die gesamte Blitzschutzanlage der Hütte integriert. Für die Verkabelung wurden Solarleitungen des Typs Ozoflex H07 RNF 4<sup>2</sup> verwendet.

Die PV-Module erzeugen eine Gleichspannung, die mit zwei Wechselrichtern (SMA Sunny Boy SWR 2500) in Wechselspannung 230V 50Hz umgewandelt wird und dadurch direkt ins Hüttenetz eingespeist werden kann. Wird die Energie momentan im Haus nicht benötigt, so laden drei so genannte bidirektionale Wechselrichter (SMA Sunny-Island 4500) mit der überschüssigen Energie einen Blei-Gel-Batterieverband auf (vgl. Abbildung 2 und 3).

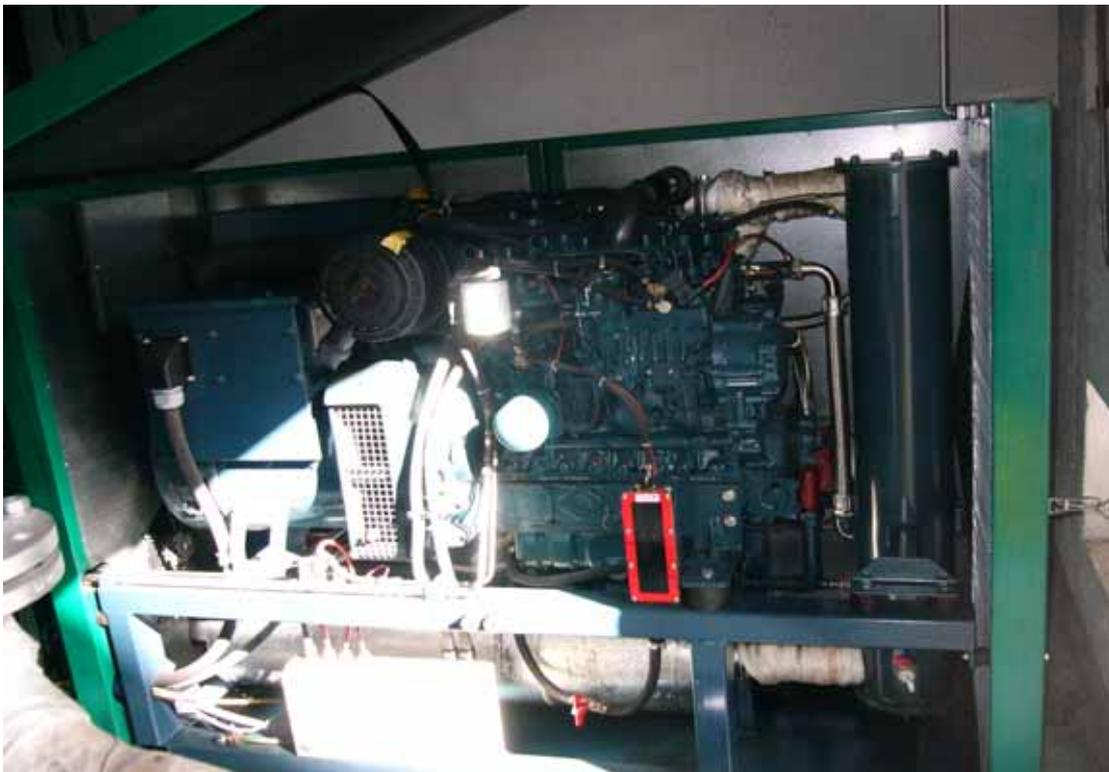


**Abbildung 2:** drei Bidirektionale Sunny-Island Wechselrichter 4500 (oben), zwei Sunny Boy 2500 PV-Wechsrlrichter (unten links); Batfuse DC-Batterietrenner (unten rechts)

Wird im Haus mehr Energie benötigt als von der Photovoltaikanlage bereitgestellt werden kann, so speisen die Sunny Islands diese wieder aus der Batterie zu.



**Abbildung 3: 30 Blei-Gel-Akkus Sonnenschein Dryfit A600 solar 10 OpzV 1200 mit 6 Jahren Vollgarantie**



**Abbildung 4: Rapsöl-BHKW**

Um zu Spitzenverbrauchszeiten die Großverbraucher wie Waschautomat, Trockner und Geschirrspüler zu betreiben, wird das Rapsöl-BHKW gestartet (vgl. Abbildung 4). Dieses läuft synchron zu den Wechselrichtern. Das bedeutet, wenn das BHKW mehr Leistung zur Verfügung hat als gerade benötigt wird, werden die Akkus geladen. Wird das BHKW überlastet speisen die Wechselrichter zu.

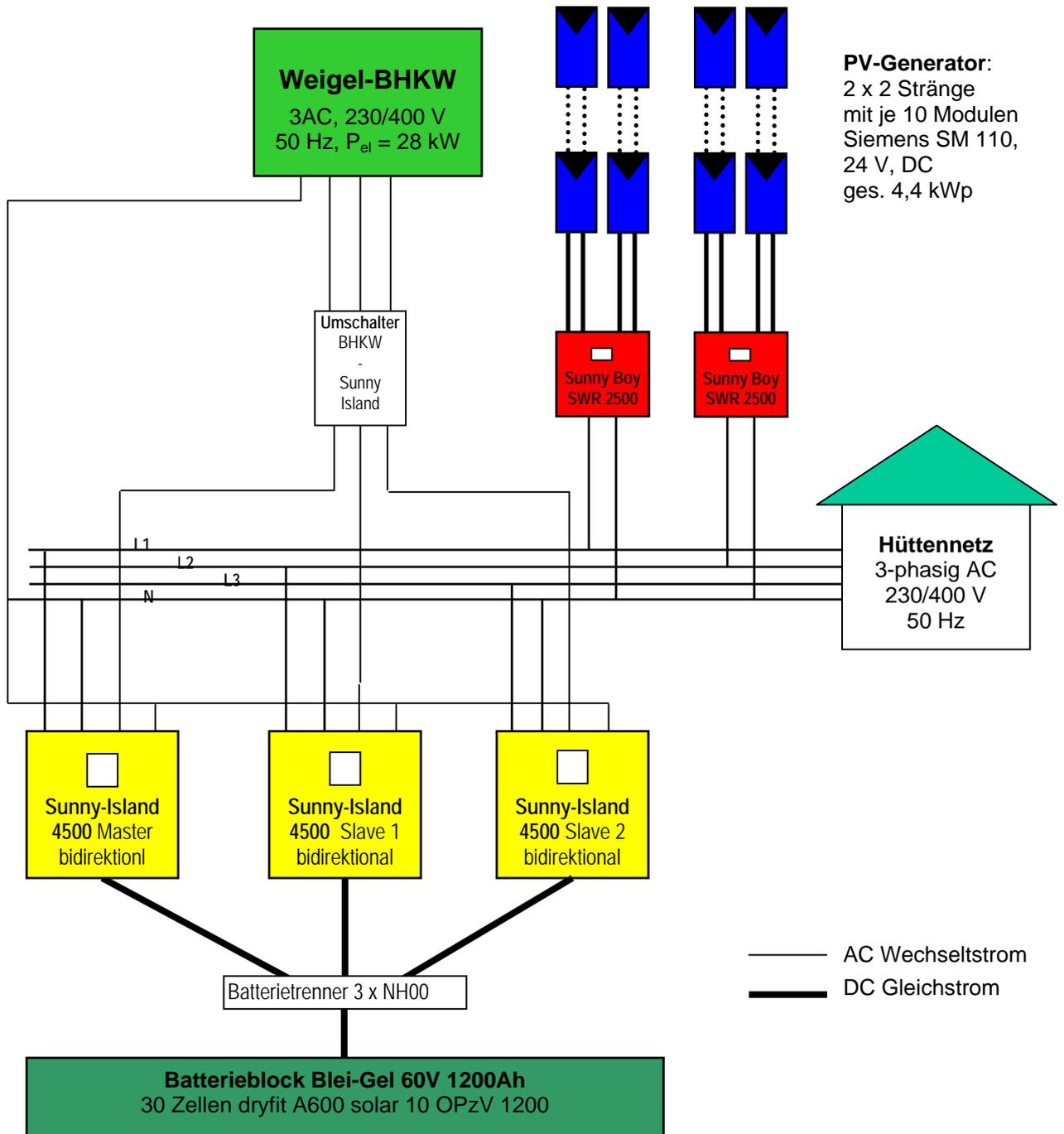


Abbildung 5: Blockschaftbild Stromversorgungssystem Kärlingerhaus

### **3.1.2 Energieeinsparmaßnahmen**

Um den Energiebedarf so gering wie möglich zu halten, wurde auf energiesparende Geräte geachtet. Hier kommen ein Miele Gewerbewaschautomat und ein Gewerbetrockner mit 7,5 kg zum Einsatz. Der bereits vorhandene Miele Geschirrspüler wurde durch eine gesteuerte Zirkulation optimiert. Dafür wurde zusätzlich zur thermischen Energie des BHKW eine Stiebel-Eltron-Solaranlage installiert, welche die Brauchwassertemperatur erhöht. Beim Start des Geschirrspülers wird automatisch, bis zum Erreichen der Solltemperatur, die Zirkulationspumpe gestartet. Dadurch ergeben sich optimale Laufzeiten und ein wesentlich geringerer Aufheizbedarf der Geräte.

### **3.1.3 Abweichungen zum ursprünglichen Umweltkonzept**

#### **Batterieverband**

In der Projektplanung war für die Stromversorgungsanlage des Kärlingerhauses die Verwendung von Blei-Flüssig-Batterien vorgesehen. Sie bildeten damals den Standard für den Einsatz in Inselanlagen auf Schutzhütten[1]. Nach hohen Garantieauflagen an den Installateur über eine 6-jährige Vollgarantie für die Batterien, wurde der innovative Einsatz von Blei-Gel-Batterien akzeptiert und von der Firma Elektromechnik Meisl GmbH eingebaut. Im Folgenden sind die Vorteile der Blei-Gel-Akkumulatoren gegenüber den Blei-Flüssig-Akkus zusammengestellt [6]:

- Wartungsfrei,
- unempfindlicher gegen Tiefentladung,
- kein separater Raum mit Belüftung und Säurewanne für die Aufstellung nötig
- keine Gefahr durch Säureaustritt auch beim Transport
- keine Säureschichtung und dadurch verursachter früher Batteriealterung

Der Mut und die Risikobereitschaft der Fachfirma hat sich ausgezahlt, da die Batterien 2010 bereits das 8 Lebensjahr hinter sich gebracht haben und, im Gegensatz zu vielen vergleichbaren Anlagen mit Blei-Flüssig-Batterien, noch immer in einem guten Zustand sind. Untersuchungen im Rahmen des Evaluierungsprojekts IEVEBS haben 2010 ergeben, dass die Blei-Gel-Akkus nachweislich Vorteile im Einsatz auf Schutzhütten haben, vorausgesetzt, sie sind in ein entsprechendes Gesamtkonzept mit entsprechendem Batteriemangement eingebunden. Unter anderem hat die zukunftsweisende Entscheidung, diese Batterietechnologie bereits auf dem Kärlingerhaus, gegen die damals vorhandenen Widerstände des Planers, einzusetzen, einen wichtigen Beitrag zum Ergebnis des Evaluierungsprojekts 2010 gebracht [7].

### **Wechselrichtersystem**

Im Gegensatz zum Energieversorgungskonzept wurde ein zukunftsweisendes und innovatives Inselversorgungs- und Verteilungssystem der Firma SMA als eine der ersten Anlagen dieser Art weltweit eingesetzt. Die neu entwickelten bidirektionalen Inselwechselrichter arbeiten im Master - Slave Modus und stellen ein permanentes und stabiles Netz mit 400/230 V und 50 Hz zur Verfügung. In Kombination mit der AC-gekoppelten PV-Anlage wird durch diesen Systemaufbau eine Reduktion der Systemverluste von ca. 20% bis 40% bei dem ursprünglich geplanten Systemaufbau auf ca. 15% bis 25% erreicht. Im Besonderen liegt der Vorteil der installierten Anlage beim verbesserten Batterie- und Netzmanagement.

### **Wärmebereitstellung und Dimensionierung des BHKW**

Ursprünglich war der Einbau eines kleineren Pflanzenöl-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 14 kW und einer thermischen Leistung von 26 kW in Kombination mit einem Pflanzenölheizbrenners geplant. Auf Grund des Angebots der Firma Elektromechnik Meisl und ihrer Einschätzung der Wirtschaftlichkeit und Funktionsweise der Anlage wurde stattdessen lediglich ein BHKW mit einer stärkeren Nennleistung von elektrisch 28 kW und thermisch von 40 kW eingebaut. Als Ersatz für den Pflanzenölbrenner, der den Spitzenbedarf an Heizwärme abdecken sollte, wurde ein Elektroheizstab in das Warmwassersystem integriert. Dieser geht in Betrieb, sobald die Wärmeleistung des BHKW bei der notwendigen Stromproduktion nicht ausreicht. Dadurch läuft das BHKW auch dann im Vollastbetrieb, wenn kein Strombedarf besteht, da der erzeugte Strom direkt zur zusätzlichen Wärmebereitstellung eingesetzt wird. Der Gesamtwirkungsgrad des BHKW mit dadurch immer über 90% ist somit auch bei der Wärmeerzeugung mit einem Ölbrenner vergleichbar. Da jedoch auf die zusätzliche Kosten der Anschaffung eines Ölbrenners verzichtet werden konnte, wurde die Wirtschaftlichkeit der Anlage deutlich verbessert.

### **Fassadenmontage der PV-Module und Vakuum Solargeneratoren**

Aufgrund der hohen Schneelasten im Winter auf dem Dach und der dadurch verursachten Zerstörung der Flachkollektoranlage war es notwendig die Anlage abzubauen. In diesem Zusammenhang bestand der Wunsch auf eine hocheffiziente CPC- Vakuumröhren Kollektoranlage zur Beheizung der Winterräume und der Kläranlage umzusteigen. Diese wurde 2005 mit einem Aufstellwinkel von ca. 65° an der Fassade montiert (vgl. Abbildung 6 und Anhang 1 „Erfahrungsbericht Montage und Elektroanschluss Paradigma Aqua-Solar-Röhrenkollektoranlage am Kärlingerhaus der DAV Sektion Berchtesgaden“). Leider hat die Vakuumröhrenanlage der Firma Paradigma nie zufriedenstellend funktioniert,

weshalb sie mittlerweile durch eine Flachkollektorenanlage mit gleicher Aufhängung an der Fassade, ausgetauscht worden ist.

Die Heizung des Kläranlagenraumes bewirkt besonders im Sommer eine Reduktion der Kondensatbildung. Bisher glich der Kläranlagenraum eher einer Tropfsteinhöhle. Besonders die Elektrogeräte wurden dadurch geschädigt. Selbst die Brandschutztür zeigt schon einen starken Angriff von Rost. Die Heizung des Wintertraumes ist gerade bei den sehr tiefen Temperaturen am Funtensee ein Vorteil. Dies gilt besonders im März/April in der Hauptzeit der Skitourengeher. Außerdem wird durch die Beheizung der große Temperaturunterschied zwischen Klärraum und Winterraum ausgeglichen und somit die problematische Dampfwanderung reduziert (vgl. Punkt 4.3.3 Beurteilung der aktuellen Abwasserreinigungsanlage).

Da die PV-Module auf dem Dach durch die hohe Schneelast ebenfalls einige Schäden zeigten wurden sie ebenfalls an die Südostfassade mit einer Neigung von ca. 65° aufgehängt (vgl. Abbildung 6). Somit sind die Module durch den Dachüberstand vor Dachlawinen geschützt. Sie wurden in 2 Reihen zwischen den Fensterbändern angeordnet. Durch die Fassadenmontage bleiben die Module immer schneefrei, so dass auch im Winter dafür gesorgt ist, dass die Blei-Akkus genügend Strom liefern können und geladen bleiben.



**Abbildung 6: PV-Module und Vakuum-Röhrenkollektoren (rechts obere Reihe) an der Südfassade der Hütte**

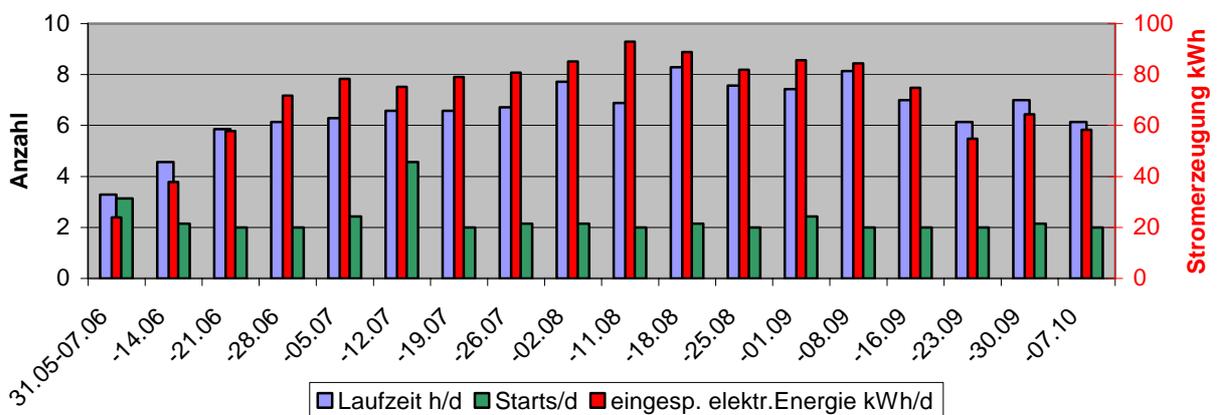
### 3.1.4 Bewertung der neuen Anlage

#### Versorgungsqualität und Energieeffizienz

Die aktuelle Energieversorgungsanlage funktioniert weitgehend störungsfrei. Durch ihren redundanten Aufbau ist die Stromversorgung in der Hütte selbst bei einem Ausfall der gesamten Sunny Island Wechselrichter, durch Umschalten auf direkten BHKW-Betrieb gesichert. Bei Problemen mit dem BHKW kann als Ersatz das alte Dieselaggregat zugeschaltet werden.

Bei der Auswertung der Leistungsdaten des BHKW in der Sommersaison 2008 zeigt sich, dass das BHKW im Mittel 6,5 std / Tag bei 2,3 Starts gelaufen ist. Dabei hat es 69,4 kWh Strom erzeugt (vgl. Tabelle 1). In Abbildung 7 ist zu erkennen dass die Stromerzeugung des BHKW nicht über die ganze Saison gleich hoch ist. Abhängig von den Gästezahlen liegt die Stromerzeugung und somit die Laufzeit des BHKW im Juni bei lediglich 3,5 std / Tag. In der Hauptsaison im August läuft das BHKW dagegen bis zu 9 std / Tag (vgl. Abbildung 7). Das BHKW wird fast durchgängig nur zwei mal pro Tag gestartet.

Abbildung 7: Leistungsdaten BHKW Kärlingerhaus 2008



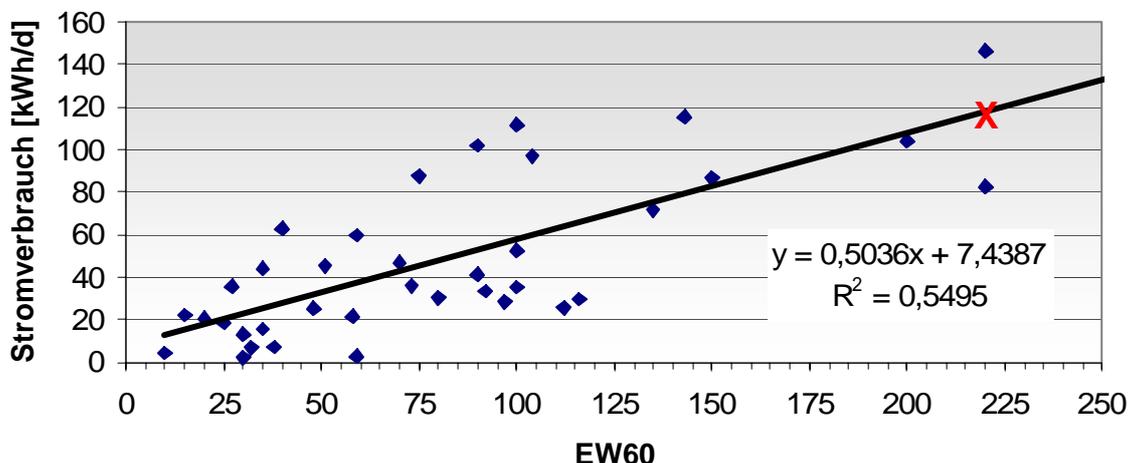
Durch das BHKW werden im Mittel 89,4% des Stroms erzeugt. Der Rest von 10,6% wird von der PV-Anlage beigesteuert (vgl. Tabelle 1). Dieser Wert von 10,6% ist relativ gering. Im Endbericht von IEVEBS [7] wird für eine große Hütte wie das Kärlingerhaus eine Solare Deckungsrate von 20% – 40% als wirtschaftlichste Kombination mit einem BHKW empfohlen [3]. Dieser Wert kann jedoch auf dem Kärlingerhaus kaum erreicht werden, da keine weiteren Flächen zur Vergrößerung des PV-Generators zur Verfügung stehen. Über eine mögliche Erweiterung sollte jedoch trotzdem nachgedacht werden.

Insgesamt werden von PV und BHKW durchschnittlich 77,6 kWh Strom pro Tag erzeugt und durch die elektrischen Lasten verbraucht.

**Tabelle 1: Leistungsdaten Stromerzeuger Kärlingerhaus 2008**

BHKW			PV	Strom ges.	Anteil BHKW	Anteil PV
Energie kWh/d	Laufzeit std/d	Starts/d	Energie kWh/d	Energie kWh/d	%	%
69,4	6,5	2,3	8,2	77,6	89,4	10,6

Für eine Hütte mit einem EW60 Wert von 220 wäre eigentlich mit einem täglichen Stromverbrauch von ca. 118 kWh zu rechnen (vgl. Abbildung 8 - rotes X). Der deutlich geringere Stromverbrauch auf dem Kärlingerhaus zeigt, dass die Energieeinsparmaßnahmen aus dem Umweltkonzept Wirkung zeigen und die gesamte Stromerzeugungs- und Verbrauchsanlage eine sehr gute Energieeffizienz aufweist.



**Abbildung 8: Zusammenhang Gästezahlen, ausgedrückt über EW<sub>60</sub>, mit der Stromerzeugung von Hütten mit Sommerbetrieb [7] – X entspricht Vergleichswert Kärlingerhaus**

### Ökologische Auswirkungen

Das im BHKW als Brennstoff eingesetzte Rapsöl gibt bei der Verbrennung gerade so viel CO<sub>2</sub> frei wie die Pflanze vorher beim Wachstum aus der Luft sequestriert hat. Dadurch gilt die Verbrennung des Rapsöls als CO<sub>2</sub> neutral. In der neuen Energieversorgungsanlage wird im Gegensatz zu früher kein Diesel mehr als Brennstoff eingesetzt. Dadurch kann die Emission von 10,6 Tonnen CO<sub>2</sub> vermieden werden (vgl. Tabelle 2).

Durch den deutlich besseren Wirkungsgrad der neuen Stromversorgungsanlage von ca. 30% im Vergleich zur alten Anlage mit ca. 15% konnte insgesamt der

Brennstoffeinsatz um fast die Hälfte reduziert werden. Dadurch wird die Umwelt durch weniger Transportfahrten ebenfalls deutlich entlastet.

**Tabelle 2: Kenndatenvergleich Stromversorgung vor Projektbeginn zu Heute**

Stromversorgung Kärlingerhaus	vor Projektbeginn 2000	Heute 2008
Stromerzeuger	Diesellaggregat	Hybridanlage BHKW, PV
Aufteilung der Stromerzeugung	100% Diesellaggregat	11% PV; 89% BHKW
Dieserverbrauch pro Jahr	4050 l Diesel / Jahr	2090 l Rapsöl / Jahr
Energiegehalt Brennstoff	40.000 kWh / Jahr	20.000 kWh / Jahr
Wirkungsgrad Stromerzeugung Motoraggregat	ca. 15%	ca. 30%
Stromerzeugung	6.000 kWh / Jahr	6.000 kWh / Jahr
Laufzeit pro Tag	> 15 std / Tag	6,5 std / Tag
CO2 Emission	10,6 Tonnen / Jahr	0
Wassergefährdungsklasse	2	keine
Stromkosten € / kWh	5 € / kWh <sup>1</sup>	1,95 € / kWh

### **Wirtschaftlichkeit**

All die vorher genannten Verbesserung der Stromversorgungsanlage und durch die Kombination von PV und BHKW in einem Hybridsystem konnten auch die spezifischen Stromkosten deutlich gesenkt werden. Im Jahr 2000 hat das Fraunhofer ISE für das Watzmannhaus als ähnlich große Hütte noch Stromgestehungskosten von ca. 5 € / kWh berechnet [2]. Bei der neuen Stromversorgungsanlage ergaben sich 2008 Stromkosten von lediglich 1,95 € kWh. Dies ist immer noch ein sehr hoher Preis im Vergleich zu den Kosten für ein Haus im Tal mit Anschluss ans öffentliche Stromnetz. Der höhere Preis ist jedoch durch die nur saisonale Nutzung und den hohen Versorgungsaufwand mit Hubschrauber gerechtfertigt. Zukünftig kann erwartet werden, dass die spezifischen Stromkosten einer Inselanlage wie auf einer Schutzhütte weiter fallen werde. Vor allem die PV-Anlagen werden immer günstiger, wodurch die wirtschaftlich sinnvolle Solare Deckungsrate weiter steigen wird.

---

<sup>1</sup> Vergleichswert Stromgestehungskosten Watzmannhaus, Fraunhofer ISE, 2000 [2]

## 3.2 Wasserversorgung

### 3.2.1 Beschreibung der neuen Wasserversorgungsanlage

Das Kärlingerhaus am Funtensee bezieht sein Wasser aus zwei Quellen, der Rennergraben- und der Graßlquelle. Von der Rennergrabenquelle fließt das Wasser im Freispiegel zum zweigeteilten Hochbehälter, wohingegen das Wasser der Graßlquelle in den Hochbehälter gepumpt werden muss (vgl. Abbildung 9).



**Abbildung 9: Hochbehälter der Wasserversorgungsanlage**

Das Wasser fließt in zwei Leitungen zur Hütte. Die Rennergrabenquelle dient zur Deckung des Brauchwasserbedarfs. Das Wasser der Graßlquelle dagegen wird bereits seit über 10 Jahren über eine UV-Entkeimungsanlage geführt. Hierbei wird das Wasser an einem UV-Strahler vorbeigeleitet dessen Licht mit 254 nm Wellenlänge die Eigenschaft hat, im Wasser befindliche einzelne Keime abzutöten. Das funktioniert jedoch

nur, wenn sich keine Partikel im Wasser befinden, die die Ausbreitung des Lichtes verhindern könnten.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Projekts ein Filter mit einer absoluten Filtergröße von 1  $\mu\text{m}$  vorgeschaltet (vgl. Abbildung 10). Dadurch werden Trübstoffe oder größere Zellen zurückgehalten. Um die Betriebssicherheit zu gewährleisten wurde dem Filter ein Trübungsmessgerät nachgeschaltet. Dieses stoppt bei einer Trübung von 0,3 Trübungseinheiten mittels Sicherheitsventil die Wasserzufuhr und löst einen Alarm aus. In der UV-Anlage wird mittels Transmissionsmessung die Lichtdurchlässigkeit des Wassers kontrolliert und im Störfall ebenfalls abgeschaltet.

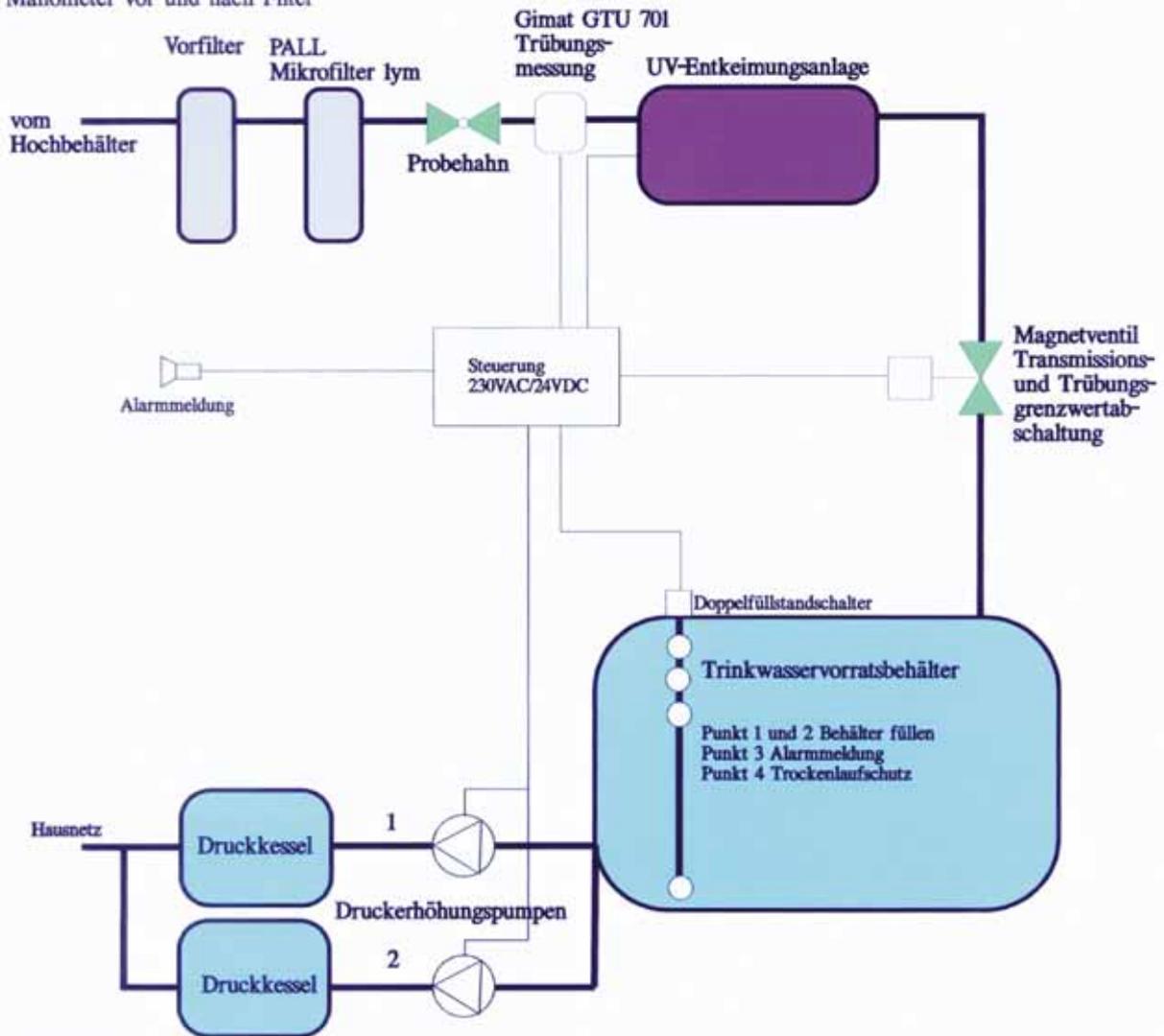


**Abbildung 10: UV-Entkeimungsanlage mit vorgeschaltetem Feinfilter**

Um im Störfall den Gastbetrieb nicht zu beeinträchtigen wird im nachgeschalteten Steriltank Trinkwasser gespeichert, das mittels Druckerhöhungspumpe dem Hausnetz zugeführt werden kann. In Abbildung 11 ist das Blockschaltbild der neuen Wasserversorgungsanlage dargestellt.

## Blockschaltbild Wasser

Wasserzulauf über Wasseruhr  
und Druckminderer  
Strömungsregler 2qm/h  
Manometer vor und nach Filter



Abschaltbedingung Magnetventil  
- Vorratsbehälter voll  
- Transmissionsmessungsgrenzwert  
- UV-Störung  
- Trübungsmessungsgrenzwert

Pumpe 1 Druckerhöhungsanlage Fa. Speck, Ausführung  
Drehstrom für Aggregatbetrieb, kann auch auf 230V umge-  
rüstet werden (Wechselrichterbetrieb)  
Pumpe 2 Bestehende Druckerhöhung 230V für Wechsel-  
richterbetrieb geeignet

Alarrmeldung:  
- UV-Störung  
- Transmissionsmessungsgrenzwert  
- Trübungsmessungsgrenzwert  
- Vorratstank Minimum  
- Netzdruck zu niedrig

# Elektro-Mechanik Meisl GmbH

In der Lärch 2, D-83471 Berchtesgaden, Tel 08652/9649-66 Fax 67

Abbildung 11: Blockschaltbild installierte Wasserversorgung

### **3.2.2 Wasserverbrauchseinsparmaßnahmen:**

Die im Umweltkonzept geplanten wassersparenden Maßnahmen wurden durch Installierung von Spararmaturen mit Perlatoren umgesetzt. In Kombination mit dem Einbau einer neuen wassersparenden und energieeffizienten Wasch- und Spülmaschine konnte der Trinkwasserverbrauch deutlich gesenkt werden.

### **3.2.3 Abweichungen zum ursprünglichen Umweltkonzept**

2006 musste auf Grund von Behördenauflagen die alte Katadyn UV-Anlage mit einer zertifizierten UV-Anlage ersetzt werden. Von der Firma Elektromechanik Meisl wurde deshalb eine Grünbeck UV-Anlage Geno-UV 60 S eingebaut (vgl. Abbildung 7).

### **3.2.4 Beurteilung der aktuellen Wasserversorgungsanlage**

Nach den umgesetzten Optimierungsmaßnahmen ist die Wasserversorgung aktuell in einem sehr guten Zustand. Vor allem ist durch die zertifizierte UV-Anlage mit Magnetventil zur automatischen Transmission- und Trübungsgrenzwertabschaltung sowie der vorgeschalteten Feinfilter eine permanente Trinkwasserqualität sichergestellt.

Bei Störung und der dadurch verursachten Abschaltung der UV-Anlage steht durch den nachgeschalteten Trinkwasservorratsbehälter weiterhin Trinkwasser zur Verfügung, bis die Gesamtanlage wieder in Betrieb genommen werden kann. Dadurch kann die auf anderen Hütten oft übliche Überbrückung der UV-Anlage und damit die Verwendung von unbehandeltem Wasser als Trinkwasser vermieden werden.

Die Anlage ermöglicht außerdem einen sehr energiesparenden Betrieb, da die elektrischen Verbraucher nur zeitweise in Betrieb sind. Dies wird durch folgende Eigenschaften erreicht:

- UV-Anlage geht nur zeitweise in Betrieb, sobald der Trinkwasservorratsbehälter aufgefüllt wird. Die Steuerung funktioniert automatisch durch den eingebauten Doppelfüllstandsschalter
- Die Druckerhöhungspumpe geht nur dann für eine kurze Zeit in Betrieb, wenn der Überdruck in den Druckkesseln für die Verteilung im Gebäude nicht mehr ausreicht.

## **3.3 Abwasserentsorgung**

### **3.3.1 Beschreibung der neuen Abwasserreinigungsanlage**

Nach umfangreicher Information durch den Hüttenwart und mehreren Gesprächen mit Fachleuten entschied man sich für eine Abwasserbeseitigungsanlage wie sie

bereits auf der Gotzenalm in Betrieb ist. Geplant und durchgeführt wurde der Bau der Abwasserbeseitigungsanlage durch das Ing.-Büro Steinbacher aus Österreich.

Bei der neuen Anlage bleibt der bereits 1997 eingebaute, noch voll funktionsfähige Fettabscheider, der dem Vorklärbecken vorgeschaltet ist, weiter in Verwendung. Die bestehende 3-Kammer-Anlage wird als Vorklärbecken und Pufferbecken verwendet. Aus dem Vorklärbecken wird der Schlamm mittels Schneidrohrrpumpe je nach Bedarf (ca. 2 bis 4-mal jährlich) in das Vererdungsbeet gepumpt. Über ein Tauchrohr wird das vom Schlamm getrennte Abwasser in das Pufferbecken geleitet. Im Pufferbecken befinden sich 4 kleine Beschickerpumpen, über diese die 4 Tropfkörper mit Abwasser beschickt werden (vgl. Abbildung 12 und Anhang 2 „Kläranlagenkonzept Kärlingerhaus“).



**Abbildung 12: Fließschema der Abwasserreinigungsanlage Kärlingerhaus**

Diese Tropfkörper sind in runden PE-Tanks mit einer Höhe von 2,35 m und einem Durchmesser von 2,5 m untergebracht. Bei den Tropfkörpern handelt es sich um kugelförmige Kunststoffaufwuchskörper, auf welchen sich die zur Abwasserreinigung notwendigen Bakterien ansammeln. In jedem der 4 Behälter befinden sich ca. 18 m<sup>3</sup> dieser Kunststoffbällchen.

Durch so genannte Rezirkulationspumpen wird das anfallende Abwasser 4 bis 5-mal über diese Tropfkörper gepumpt. Das Prinzip dieser Anlage besteht darin, dass die auf den Tropfkörpern befindlichen Bakterien Schadstoffe vertilgen und so das

Abwasser von diesen gereinigt wird. Nach dem Reinigungsprozess wird das geklärte Abwasser über das tiefer liegende Nachklärbecken dem Ablaufkanal zugepumpt.

Der sich im Schlammtrichter des Nachklärbeckens ansammelnde Schlamm wird über eine Schlammrezirkulationspumpe ins Vorklärbecken zurückgepumpt. Die Abwasserleitung endet 100 m entfernt vom Haus, in einer 10 m langen Versickerungsstrecke. Die Einstellung der verschiedenen Pumpenlauf- und Pausenzeiten, wie auch die Häufigkeit der Rezirkulation wird an den Betriebsbedarf angepasst. Die Steuerung ist so vorgesehen, dass jeweils nur eine Pumpe in Betrieb ist. Dadurch kann die Auslegung der elektrischen Energieversorgung so niedrig als möglich gestaltet werden. Es wird versucht, mit einem Gesamtstromverbrauch von 4 kW/h auszukommen. Die maximale Leistung der kleinen Pumpen (ausgenommen der Schneidrohrpumpe) ist auf 700 W begrenzt.

Um die Tropfkörper und das Nachklärbecken unterzubringen, musste ein Betriebsgebäude errichtet werden. Dieses Gebäude wurde an der Nordwestseite der Hütte in den Boden eingelassen. Das Erscheinungsbild der Hütte wurde durch diesen Standort kaum beeinträchtigt (vgl. Abbildung 13).



**Abbildung 13: Aufbau Betriebsgebäude Kläranlage (oben), Tropfkörper (unten links), Ansicht nach Einbau der Kläranlage (unten rechts)**

Die Klärschlammvererdung aus dem Vorklärbecken findet in zwei Vererdungsbeeten statt, die sich etwa 20 m oberhalb und 48 m entfernt vom Haus befinden. Auf 48,5 m<sup>2</sup> Fläche wird dort der Klärschlamm entwässert und vererdet (vgl. Abbildung 14). Die durch die Entwässerung entstehenden Sickerwässer werden in einen Sammelschacht geführt und im freien Gefälle (energieelos) ins Pufferbecken zurückgeleitet. Nach ca. 5 bis 7-Jahren kann der Klärschlamm als Humus ausgebracht werden.



**Abbildung 14: Bau des Vererdungsbeets (oben links) mit Zuleitung (oben rechts) und Kieseinfüllung (unten links), Schlamm mit Oberflächenverkrustung (unten rechts)**

### **3.3.2 Abweichungen zum ursprünglichen Umweltkonzept**

#### **Verrieselung statt Versickerung**

Im Gegensatz zur Planung wurde von einer punktförmigen Versickerung der gereinigten Abwässer abgegangen und statt dessen eine Verrieselung errichtet. Durch diese flächige Verrieselung wurde eine weitere Reinigungsstufe erreicht.

#### **Kompostierung statt Vererdungsbeet**

Im Vererdungsbeet entstand das Problem, dass die Oberfläche des eingeleiteten Klärschlammes verkrustet und die darunter liegende Masse abdichtet. Dadurch stockte der aerobe Abbauprozess (vgl. Abbildung 14 unten rechts). Eine Vererdung

fand somit nicht statt. Es bleibt stattdessen ein Fäkalhaufen ohne Auflockerung und Kompostiervorgang zurück. Es werden von der freien Atmosphäre nur etwa 2 cm der Oberfläche angegriffen, aber deshalb noch nicht kompostiert. Das absetzende Fäkalwasser läuft der Kläranlage zu, die Regenwassermenge ist dabei vernachlässigbar klein. Die Bauausführung der Folienanschlüsse war nicht fachgerecht.

Dieses Problem wurde behoben, indem dem Klärschlamm im Vererdungsbeet eine Mischung aus verschiedenen Kompostiermitteln und Stroh als Strukturmaterial beigefügt wird und die Masse einmal pro Saison umgegraben wird (vgl. Abbildung 15). Dadurch setzt eine gute und schnelle Kompostbildung ein und die Masse kann nach einiger Zeit als Kompost in der Umgebung ausgebracht werden.



**Abbildung 15: Optimiertes Vererdungsbeet mit guter Kompostierungsrate durch Zusatz von Stroh und Umschichtung**

### **Muncher statt nur Schneidrohmpumpe**

Die zu Beginn eingebaute Schneidrohmpumpe zum Zerkleinern des Klärschlammes und Hochpumpen in die Vererdungsbeete war sehr häufig verstopft und nicht funktionsfähig. Die Reinigungs- und Reparaturarbeiten waren sehr unangenehm und aufwändig, da die Pumpe im Klärschlamm sitzt. Grund für die häufige Verstopfung der Pumpe sind vor allem die Hüttengäste, die alles erdenkliche in die Toilette werfen, obwohl dies nicht hinein gehört. Eine Unterhose bzw. Windeln gehören dabei noch zu den appetitlicheren Dingen.

Um das Problem zu lösen, wurde 2010 ein Doppelwellenfeststoffzerkleinerer (Muncher) eingebaut, der in der Lage ist sämtliche Toilettenbeigaben zu zerkleinern, sodass dann der Klärschlamm ohne Probleme ins Vererdungsbeet gepumpt werden kann. Metallgegenstände wie z.B. Messer, die den Muncher blockieren würden, gelangen nicht in den Muncher, da sie vorher absinken und somit am Boden liegen bleiben.

### 3.3.3 Beurteilung der aktuellen Abwasserreinigungsanlage

Die Reinigungsleistung der Anlage ist bisher in Ordnung. Bis auf das Vererdungsbeet und die Probleme beim Schlamm pumpen funktioniert die Anlage weitgehend. Auf Grund von mangelndem Engagement vom Planer und Bauleiter der Anlage erfolgt keine ausreichende Fremdbetreuung und Hüttenwirt und Hüttenwart sind hauptsächlich auf sich selbst gestellt. Die vom Planer mittlerweile organisierte Fachfirma für die Wartung der Anlage ist nicht aus der Region, sodass eine Arbeitskoordination schwierig und die Kosten extrem hoch sind.

Ein Problem, das bei der Planung nicht berücksichtigt wurde, ist die starke Kondenswasserbildung im Klärraum. Die Decke der Kläranlage ähnelt im Sommer eher einer Tropfsteinhöhle (vgl. Abbildung 16). Eine Lüftungsanlage bringt die Feuchte nicht flächendeckend aus dem Raum. Durch die hohe Feuchtigkeit nimmt besonders die elektrische Anlagentechnik Schaden. Durch die Erwärmung des Kläranlagenraums im Sommer mit Hilfe der solarthermischen Anlage konnte das Problem der Kondensatbildung verbessert aber noch nicht endgültig gelöst werden.



**Abbildung 16: Starke Kondensatbildung an der Klärraumdecke (links) und Schädigung der Heizungsinstallation im Klärraum (rechts)**

Im Winter kommt eine Dampfwanderung vom Klärraum in den daneben liegenden Winterraum und die darüber liegenden Räume dazu, wodurch sich die anderen Räume mit dem Gestank füllen, den man nur sehr schwer wieder hinaus bekommt. Ursache dieser Dampfwanderung ist das starke Temperaturgefälle vom Klärraum (immer einige Grad über Null) zu den umliegenden Räumen (Temperaturen deutlich unter Null) und gleichzeitig hoher Luftfeuchte im Klärraum.

Ursache des Problems im Sommer wie im Winter ist, neben der Aktivität der Biologie, vor allem die Wahl des Installationsorts der Kläranlage. Der Raum liegt komplett im Erdreich und kühlt somit im Winter nicht weiter aus, als bis zur Bodentemperatur. Im Sommer dagegen bleiben die Wände und die Decke des Klärraums sehr kühl,

weshalb sich Kondenswasser bildet. Dieser Effekt, verursacht durch den Einbau in die Erde, wurde bei der Planung nicht berücksichtigt.

Verschiedene Lösungsansätze wurden bereits umgesetzt und haben die Situation verbessert, aber noch immer nicht gelöst. Der Winterraum wird mittlerweile durch die Solarkollektoren im Winter leicht beheizt, um den Temperaturunterschied auszugleichen. Im Sommer beheizt die Solarthermie dann die Kläranlage. Mit hohem Aufwand wurden außerdem die umliegenden Räume isoliert. Dabei entsteht jedoch eine teilweise Verlagerung und Konzentration des Problems auf die Räume, die nicht isoliert werden können.

Die Betreuung des Planers und Bauleiters war bis zur Fertigstellung und Übergabe der Anlage gut. Danach stand er, trotz großer Notwendigkeit, so gut wie nicht zur Verfügung. Deshalb musste der Hüttenwart selbst Lösungen zu den oben genannten Problemen bei der Kläranlage suchen. In Zukunft sollte deshalb bereits vor Auftragsvergabe vertraglich eine Haftung für Planungsfehler und Nachbetreuung vereinbart werden. Auch für die Einschulung bei Wirtswechsel ist diese Betreuung unumgänglich.

### **3.4 Abfallentsorgung**

#### **3.4.1 Beschreibung der Abfallentsorgung**

Durch die exponierte Lage des Kärlingerhauses ist die Ver- und Entsorgung nur aus der Luft möglich. Daher ist für den Hüttenbetreiber schon seit Jahren die Müllvermeidung, die wichtigste Maßnahme im Bereich Abfall. Denn hohe Müllmengen bedeuten gleichzeitig hohe Kosten.



**Abbildung 17: Einfachkomposter**

Aus diesem Grund sind auf der Hütte keine Mülleimer aufgestellt. Die Gäste sollen dadurch zu Mitnahme ihrer Abfälle ins Tal animiert werden. Auf die Verwendung von Kleinverpackungen, für z. B. Butter und Marmelade wird weitgehend verzichtet. Der übrige anfallende Müll wird in die Fraktionen Glas, Kunststoff, Weißblech, Papier und Karton sowie Biomüll getrennt.

Die Bioabfälle wurden bisher auf einem Kompostierbeet verrottet. Um zu vermeiden, dass sich Wildtiere an den Bioabfällen

bedienen, werden sie jetzt in einem Einfachkomposter entsorgt (vgl. Abbildung 17). Papier und Karton im notwendigen Umfang zum Einheizen verwendet und die restlichen Fraktionen mit dem Hubschrauber ins Tal geflogen, wo sie der örtlichen Abfallentsorgung zugeführt werden.

### **3.4.2 Beurteilung der aktuellen Abfallentsorgung**

Die aktuelle Situation der Abfallentsorgung ist als gut zu beurteilen. Die angeschafften Einfachkomposter funktionieren nur bedingt. Das alte Kompostierbeet hat wesentlich besser funktioniert. Öle und andere problematische Abfälle, die bei Wartungsarbeiten anfallen, werden von der Wartungsfirma ordnungsgemäß entsorgt.

### 3.5 Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

#### 3.5.1 Schautafel auf der Hütte

Bereits 2002 wurde von der Firma Elektromechanik Meisl GmbH eine Schautafel im Eingangsbereich der Hütte installiert. Sie beschreibt die innovativen Anlagen zur Energie- und Wasserversorgung sowie der Abwasserentsorgung und wird ergänzt mit einer Leistungsanzeige der PV-Anlage und weiterer Betriebsgrößen der Energieversorgungsanlage (vgl. Abbildung 18).



Abbildung 18: Schautafel über die neuen Ver- und Entsorgungsanlagen

Die durchlaufenden Anzeigewerte wurden vom installierten Datenüberwachungssystem mit einem Sunny Boy Control Plus als Datenlogger geliefert. Nach der Anlageninbetriebnahme hat die Anzeige einwandfrei funktioniert. Sobald die Stromversorgungsanlage jedoch abgeschaltet wurde oder ausfiel, gab es Probleme bei der automatischen Selbstkonfiguration des Datenloggers, die zu einem Ausfall der Anzeige führte.

Die Informationstafel wurde von vielen Hüttengästen als Informativ eingeschätzt und angenommen. Da die angezeigten Messwerte jedoch nur mit wenig Interesse durch

die Gäste wahrgenommen wurden und gleichzeitig der Aufwand die Anzeige in korrektem Betrieb zu halten sehr groß war, hat man sich entschieden, auf die Anzeige der Messwerte zu verzichten. Ein solch hoher technischer Aufwand bei gleichzeitiger Störungsanfälligkeit ist deshalb für eine nur schwer zu erreichende Schutzhütte nicht geeignet.

### 3.5.2 Broschüre „125 Jahre Funtenseehaus“

2004 wurde anlässlich der 125 Jahrfeier des Kärlingerhauses von der Sektion Berchtesgaden eine Broschüre „125 Jahre Funtenseehaus“ zur Geschichte des Hauses herausgegeben. Der inhaltliche Schwerpunkt der 96 seitigen Broschüre liegt auf den von der DBU geförderten Neuerungen bei den Ver- und Entsorgungsanlagen der Hütte (vgl. Abbildung 19). Die Broschüre ist in der Geschäftsstelle des DAV Sektion Berchtesgaden erhältlich.



Abbildung 19: Broschüre „125 Jahre Funtenseehaus“ zur Geschichte des Kärlingerhauses mit Schwerpunkt auf die von der DBU geförderten Neuerungen bei den Ver- und Entsorgungsanlagen der Hütte

### 3.5.3 Projektpräsentation

Auf dem 6. Internationalen Fachseminar „Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten“, 03.-04.März 2006 in Benediktbeuern wurde das Projekt vom Präsidenten der DAV Sektion Berchtesgaden Beppo Maltan unter dem Titel

„Umweltkonzept Kärlingerhaus - Abwasser, Wasser, Energie, Müll“ vorgestellt und diskutiert. Der Vortrag kann im Tagungsband nachgelesen werden, der bei folgender Adresse erhältlich ist:

Zentrum für Umwelt und Kultur Benediktbeuern

Zeilerweg 2; D-83671 Benediktbeuern

Tel. +49 (0) 8857 88-700

ZUKtagungsband@gmx.de

### **3.5.4 Website des Kärlingerhauses**

Die Beschreibung der geförderten Maßnahmen und der aktuelle Situation der Hütte hinsichtlich Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser- und Abfallentsorgung wurde auf der Website des Kärlingerhauses (<http://www.kaerlingerhaus.de>), (Stand Dezember 2010) ausführlich beschrieben und steht so der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, dass gerade potentiellen Hüttengästen, die sich vorab über das Kärlingerhaus informieren, die bereitgestellte Information sehr hilfreich erscheint und eventuell auch ihre Entscheidung, das Kärlingerhaus zu besuchen, positiv beeinflusst.

## **4 Abschließende Beurteilung der Projektergebnisse und Ausblick**

Nach nunmehr 9 Jahren Erfahrung mit den Anlagen und nach einigen Optimierungsmaßnahmen befinden sich alle vier Komponenten des Projekts „Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten am Beispiel des Kärlingerhauses“ mit Einschränkungen in einem gut funktionierendem Zustand. Das Ziel, eine umweltverträgliche, funktionelle, qualitativ hochwertige und wirtschaftliche Ver- und Entsorgung des Kärlingerhauses aufzubauen, wurde mit viel Durchhaltevermögen weitgehend erreicht. Die Projektarbeit war jedoch nicht mit der Installation der Anlagen und technischen Ausrüstungen abgeschlossen.

Auf Grund des Pilotcharakters sowohl der Energie- und Wasserversorgungsanlagen als auch der Abwasserreinigung, gab es zu Beginn einige Startprobleme. Durch die flexible Anpassung der ursprünglichen Planung, konnten die meisten Probleme zusammen mit den beteiligten Firmen unproblematisch gelöst werden (vgl. Gliederungspunkte „Abweichungen zum ursprünglichen Umweltkonzept“). Die ursprünglich erstellten Planungsunterlagen wiesen bei der Energieversorgung sowie der Abwasserentsorgung einige Schwächen auf. Ein Beispiel hierfür sind die Probleme durch die zu hohe Schneelast auf den dachmontierten PV-Modulen und Kollektoren.

Mit der Firma Elektromechanik Meisl GmbH konnte eine sehr kompetente Firma für die veränderte Detailplanung, Installation, Betreuung und Wartung der Energieversorgungs- und Wasseraufbereitungsanlagen gewonnen werden. Sanitär und Heizungsarbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der Firma Koller GmbH ausgeführt. Entscheidend für den Erfolg der Maßnahmen war, dass diese Firmen jederzeit bereit waren auch kurzfristig zu Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten auf die Hütte zu kommen und die besten Lösungen der Probleme zu finden. Dies war auch dadurch möglich, dass diese Firmen ortsansässig sind.

Im Bereich der Abwasserentsorgung war dies nicht immer so einfach, da keine eindeutigen Vereinbarungen mit den Planern, ausführenden Firmen und Wartungsfirmen getroffen wurden. Viele der Probleme in diesem Bereich mussten deshalb vom Hüttenwart, z.T. mit Unterstützung der Firmen im Bereich Energie- und Wasserversorgung selbst angegangen und gelöst werden. Beispiele hierfür sind die Probleme mit dem Vererdungsbeet, defekten Pumpen und Kondensatbildung im Klärraum.

Es hat sich auch gezeigt, dass das Thema Klärschlammbehandlung noch immer nicht ausreichend gelöst ist.

### **Was haben wir gelernt (lessons learned)**

Auf Grund der Erfahrungen aus dem hiermit abgeschlossenen Demonstrationsprojekt sollte in der Zukunft auf folgende Aspekte der Projektabwicklung bei Maßnahmen in den Bereichen Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser und Abfallentsorgung besonders Wert gelegt werden:

1. Zusammenarbeit mit erfahrenen und idealistischen Planern mit Praxisbezug
2. Planer müssen die lokalen Kenntnisse und Erfahrungen der Hüttenwirte oder anderer erfahrener Personen als besonders wichtig berücksichtigen (Erfahrung vor Ort ist manchmal besser als wissenschaftliche Studien)
3. Reduktion der komplizierten und störungsanfälligen Technik auf ein Minimum; weniger ist oft mehr
4. Notversorgung muss sichergestellt sein, durch voneinander unabhängigen und umschaltbaren Versorgungslinien (alternative Stromversorgung über Sunny Island System oder alleine über BHKW oder altem Dieselaggregat – Wasserversorgung über Tagestrinkwassertank bei Ausfall der UV-Anlage)
5. Klärung der Haftung und der weiteren Anlagenbetreuung durch die Planer
6. Die Notwendigkeit der Anlagenwartung ist mittlerweile allgemein anerkannt. Eine Fremdwartung ist auch bei versierten und geschulten Hüttenwirten notwendig. Die Kosten hierfür müssen unbedingt bei der

Wirtschaftlichkeitsberechnung von neu geplanten Anlagen mit berücksichtigt werden. Sie werden in der Regel weit unterschätzt.

7. Bei Auftragsvergabe bereits klare (vertragliche) und langfristige Wartungs- und Betreuungsabsprachen für alle Bereiche festlegen
8. Beratungsmöglichkeit (Hotline) für Hüttenwirt und Hüttenwart sollte festgelegt werden; dies schließt die Einschulung und Betreuung nach einem Wirtswechsel mit ein
9. Berücksichtigung von Folgekosten beim Wirtschaftlichkeitsvergleich von Alternativen und bei der Finanzplanung

Die Umsetzung dieses Demonstrationsprojekts war jedoch nur möglich, durch die finanzielle Hilfe des Förderprogramms der DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt), da ohne diese Förderung, das Risiko beim Bau von Pilotanlagen, ohne Nachweis auf ausreichend erprobte Funktionsweise unter vergleichbaren Bedingungen, vom deutschen Alpenverein und seinen Sektionen nicht getragen werden kann. Ganz besonders ist zu erwähnen, dass im vorliegenden Projekt die Möglichkeit gegeben war, auch nach der eigentlichen Bauphase noch Fördergelder für notwendige Optimierungsmaßnahmen in Anspruch zu nehmen.

Sehr hilfreich waren auch die inhaltlichen Inputs durch die Fachabteilung der DBU, wodurch der integrale Planungsansatz erst möglich wurde. Neben der Finanzierung ist für den Erfolg Mut, Risikobereitschaft, Idealismus und Durchhaltevermögen der Sektionsverantwortlichen, Hüttenwirte und nicht zuletzt der beteiligten Firmen genauso wichtig.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] J. Schmid, M. Landau, Standardisierungskonzept für Photovoltaikanlagen, ISET, Kassel, 1999
- [2] G. Bopp, H. Gabler, G. Hille, H. Puls, M. Rehm, D. Sauer, M. Schulz, P. Schweizer-Ries, Qualitätssicherung von photovoltaischen Energieversorgungssystemen, Abschlussbericht des ISE, Freiburg, 2000
- [3] G. Bopp, K. Kiefer, D. Sauer, Planungsleitfaden für Energiekonzepte von Berghütten, ISE, Freiburg, 2002
- [4] P. Kapelari, Österreichischer Alpenverein, Deutscher Alpenverein (Hrsg.): VADEMECUM Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremlage, Innsbruck, 2008
- [5] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR); Biokraftstoffe Basisdaten Deutschland, Gülzow, 2008
- [6] H. Deubler, M. Landau, 11 Jahre Betriebserfahrungen mit dem hybriden Energieversorgungssystem der Starkenburger Hütte, 8. Internationales Fachseminar: Umweltgerechte Konzepte für Berg- und Schutzhütten – Innovative Projekte im Alpenraum, Benediktbeuern, 2008
- [7] G. Steinbacher, H. Deubler, Endbericht – Projekt „Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten“ (IEVEBS), Thalgau, 2010

## 6 Anhang

### **Anhang 1: Erfahrungsbericht Montage und Elektroanschluss Paradigma Aqua-Solar-Röhrenkollektoranlage am Kärlingerhaus**

Ausführende Firma:

Elektromechanik Meisl GmbH

In der Lärch 2; D-83471 Berchtesgaden

Tel 08652 / 964966 Fax 964967

Erstellt von Stefan Meisl, Geschäftsführer

Im Herbst 2005 wurden wir von der DAV Sektion Berchtesgaden beauftragt den PV-Generator vom Kärlingerhaus, der bisher auf dem Blechfalzdach (Südseite) montiert war, an der Fassade anzubringen. Neben dem neu zu errichtenden Fassadengestell sollte zusätzlich in gleicher Neigung ein Röhrenkollektorfeld der Firma Paradigma montiert werden. Die Arbeiten mussten noch im Herbst abgeschlossen werden. Auf Grund des engen Zeitplans ergaben sich einige Probleme. Die Komponenten der Firma Paradigma wurden erst am Tag des Hubschraubertransportes angeliefert, so das eine vorherige Überprüfung nicht möglich war. Vor Ort stellte sich dann heraus das ein Elektroschaltplan und einige Befestigungsstreben fehlten.

Die Firma Maltan errichtete ein Gerüst an der Südfassade und wir begannen mit der Demontage der PV-Module und dem Schienenmontagesystem. Das Schienensystem konnte auch an der Fassade wieder verwendet werden.. Die Schienen wurden auf von uns angefertigten Edelstahl Montagedreiecken montiert. Diese Schienenteile verlängerten wir dann für die Montage des Röhrenkollektorfeldes und kamen somit ohne die fehlenden Streben aus. Danach erfolgte die Montage der Fühler und Regelkomponenten, die leider ohne ausreichende Dokumentation geliefert wurden. Diese wurde von einem Mitarbeiter von Paradigma zu einem späteren Zeitpunkt mitgebracht, als er die Inbetriebnahme durchführte. Ein auf Grund der fehlenden Dokumentation falsch angeschlossenen Fühler wurde noch umgeklemmt.

Die Montage der hydraulischen Komponenten erfolgte durch die Firma Koller. Um die Funktionsfähigkeit des Systems über einen längeren Zeitraum zu erfassen, wurde ein Digitalregler mit Schnittstellenausgang zur Datenübertragung eingebaut. Hierzu ist zu erwähnen, dass sich am Kärlingerhaus eine Messstation von Meteomedia zur Klimadatenerfassung am Funtensee befindet. Hierbei werden Wetterdaten in einem Datenlogger gespeichert und über ein Analogmodem stündlich abgefragt. Um

Energie zu sparen wird das Modem und die Funkstrecke nur im jeweiligen Abfragefenster freigeschaltet.

Die Telefonverbindung erfolgt über eine Richtfunkstrecke vom Kärlingerhaus zum Sendemast an der Bergstation Jennerbahn. Da jedoch kein direkter Sichtkontakt besteht, wird hier über eine Felswand reflektiert. Die Verbindung ist daher stark wetterabhängig und für eine sichere Datenübertragung ungeeignet. Die Firma Paradigma montierte hierbei noch ein Standardmodem, welches für solch schlechte Verbindungsstrecken nicht geeignet ist. Somit war keine Datenübertragung und dadurch auch keine Auswertung möglich. Nach Zusendung eines Spezialmodems, wie es auch von Meteomedia eingesetzt wird, haben wir dieses in der Saison 2006 ausgetauscht. Leider war in diesem Moment die Verbindung wetterbedingt so schlecht, dass weder Telefonverbindung noch Datenübertragung möglich war. Da die Hütte somit zeitweise überhaupt nicht telefonisch erreichbar war, was auch ein Sicherheitsrisiko (Alarmierung Bergrettung usw.) darstellt, haben wir nach einer neuen Lösung gesucht und haben hierfür eine direkte Satellitenverbindung in unserem Betrieb zur vollen Zufriedenheit getestet.

Im Frühjahr 2007 wurde diese Internetverbindung über Satellit mit Sende und Empfangsteil installiert. Somit kann sowohl sicher telefoniert werden, als auch eine sichere Datenübermittlung erfolgen. Die Schnittstellen von Meteomedia und Paradigma wurden hierauf angepasst, so dass nun eine Datenauswertung erfolgen kann.

Anmerkung des Verfassers des Endberichts:

Nach Einrichtung der Internetverbindung über Satellit funktioniert diese nun weitgehend störungsfrei. Bei der Telefonverbindung treten jedoch immer wieder Störungen und Probleme auf, die von der Herstellerfirma noch nicht dauerhaft behoben werden konnten.



## Anhang 3: Kläranlagenkonzept Kärlingerhaus

### Deutscher Alpenverein – Sektion Berchtesgaden

# KÄRLINGERHAUS

1.631 m – Nationalpark Berchtesgaden

## Umweltkonzept 2000 - 2003



233 Schlafplätze, 150 Tagesgäste,  
10.000 Nächtigungen, 7 Personal,

Umweltgerechte Ver- und Entsorgung vom Kärlingerhaus, **Bereiche:** Energie, Trinkwasser, Abwasser und Abfall, Das Projekt wird gefördert durch Mittel der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, vom Staatsministerium für Umweltfragen und Landesentwicklung und vom DAV.

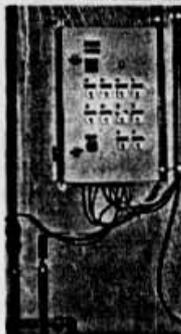
### Fließschema der Abwasserreinigungsanlage-Kärlingerhaus



Das Kärlingerhaus liegt auf 1.631 m in den Berchtesgadener Alpen am Funtensee – Gemeindegebiet Schönau am Königssee. Im Sinne des Umweltschutzes hat sich der DAV-Berchtesgaden entschlossen, sich am Wettbewerb der „Umweltgerechten Ver- und Entsorgung von Hütten“ zu beteiligen und das Umweltkonzept Kärlingerhaus umzusetzen.



**Abwasser:** Spitzenbelastung: 305 EW, 10.500 l/Tag, Fettabscheider, Vorklärung, 4 Tropfkörper, Nachklärbecken, Vererdungsbeet  
**Energiekonzept:** Rapsölaggregat, Photovoltaik, Solar, AC-Wechselrichter  
**Trinkwasser:** Spararmaturen, UV-Entkeimung – vorgeschaltete Filtration  
**Abfall:** Mülltrennung, Biomüll - Komposter



4 Stk. Tropfkörper à 10 m<sup>3</sup>



Vererdungsbeete: Fläche 2 x 20 m<sup>2</sup>

Projektmanagement, Beratung, Planung, Koordination und Fördereinreichung

### STEINBACHER + STEINBACHER

Zivilingenieure für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft • Baumeister  
 Tel. 0043/6235/5470-0 Fax: 0043/6235/5471 email: office.steinbacher@aon.at

## Anhang 4: Formblatt B, AZ 17400/03 Darstellungen des Bewilligungsempfängers zum internen Gebrauch bei der DBU

### (KRITISCHE BETRACHTUNG DER PROJEKTERGEBNISSE)

1. Verlauf des Projektes

siehe Endbericht

2. Projektkosten

### Kostenaufstellung

#### Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten am Beispiel des Kärlingerhauses AZ 17400/03 und Nachbewilligung AZ 174000/74

Jahr	Abwasser	Energie	Wasser	Abfall	Brand-schutz	Öffentlich-keitsarbeit	Gesamt
2001	219.253,97 €		17.738,20 €				236.992,17 €
2002	26.190,98 €	121.765,60 €	1.260,82 €			12.997,17 €	162.214,57 €
2003	6.239,50 €	41.340,01 €					47.579,51 €
2004	7.895,67 €	5.456,70 €				2.778,00 €	16.130,37 €
2005							0,00 €
2006		95,74 €	6.245,88 €				6.341,62 €
2007	4.756,33 €	1.713,34 €	2.265,00 €		14.286,00 €		23.020,67 €
2008							0,00 €
2009							0,00 €
<b>Ges.</b>	<b>264.336,45 €</b>	<b>170.371,39 €</b>	<b>27.509,90 €</b>		<b>14.286,00 €</b>	<b>15.775,17 €</b>	<b>492.278,91 €</b>

Stand 07.04.2008 und so von DBU anerkannt mit Ausnahme von Beleg 600 vom 7.10.2002 Elektromechanik Meisl, ausgewiesene Kosten komplett für Schautafel zur Öffentlichkeitsarbeit auf der Hütte (vgl. Punkt 4.5 im Projektabschlussbericht)

2010						3.912,00 €	3.912,00 €
<b>Ges.</b>	<b>264.336,45 €</b>	<b>170.371,39 €</b>	<b>27.509,90 €</b>		<b>14.286,00 €</b>	<b>19.687,17 €</b>	<b>496.190,91 €</b>
<b>Bewilligt 2001</b>	<b>283.511,35 €</b>	<b>205.261,7 €</b>	<b>2.556,46 €</b>	<b>4.806,14 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>19.326,83 €</b>	<b>515.462,49 €</b>
<b>Differenz AZ 17400/03</b>	<b>19.174,90 €</b>	<b>34.890,31 €</b>	<b>-24.953,44 €</b>	<b>4.806,14 €</b>	<b>-14.286,00 €</b>	<b>-360,34 €</b>	<b>19.271,58 €</b>

Jahr	Abwasser	Energie	Wasser	Abfall	Brand- schutz	Öffentlich- keitsarbeit	Gesamt
<b>Nachbewil- ligt 2005</b>		<b>27.922,00 €</b>					<b>27.922,00 €</b>
Ausgabe 2005		31.734,30 €					31.734,30 €
<b>Differenz AZ 17400/74</b>		<b>-3.812,30 €</b>					<b>-3.812,30 €</b>

<b>Bewilligt gesamt</b>	<b>283.511,35 €</b>	<b>233.183,70 €</b>	<b>2.556,46 €</b>	<b>4.806,14 €</b>	<b>0,00 €</b>	<b>19.326,83 €</b>	<b>543.384,49 €</b>
<b>Differenz AZ 17400/03 &amp; 17400/74</b>	<b>19.174,90 €</b>	<b>31.078,01 €</b>	<b>-24.953,44 €</b>	<b>4.806,14 €</b>	<b>-14.286,00 €</b>	<b>-360,34 €</b>	<b>15.459,28 €</b>

### 3. Bewertung der Projektergebnisse aus Sicht des Bewilligungsempfängers einschließlich Ausblick

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Ziele des Projekts auch dank der finanziellen Förderung und inhaltlichen Unterstützung durch die DBU weitgehend erreicht werden konnten. Durch die lange Projektlaufzeit war es möglich notwendige Optimierungsmaßnahmen an den Anlagen auch noch einige Jahre nach Projektbeginn mit finanzieller Unterstützung durch die DBU umzusetzen.

Um aufgetretene Probleme in Zukunft zu vermeiden sollte die Planung insgesamt verbessert, die Nachbetreuung und Haftung vor allem durch den Planer im Bereich Abwasser eindeutig festgelegt und die Fremdwartung der Anlagen geklärt werden.

### 4. Darlegung der Erfüllung der Bewilligungsaufgaben

Keine Auflagen im Bewilligungsschreiben.

## Anhang 5: Formblatt B, AZ 17400/74, Darstellungen des Bewilligungsempfängers zum internen Gebrauch bei der DBU

### (KRITISCHE BETRACHTUNG DER PROJEKTERGEBNISSE)

1. Verlauf des Projektes

siehe Endbericht

2. Projektkosten

### Kostenaufstellung

Optimierung der Energieversorgung Kärlingerhaus

AZ 17400/74

Datum	Beleg Nr.	Firma	Betrag Netto [€]	Betrag Brutto [€]
02.08.2005	519	Koller GmbH	1.464,13	1.698,39
04.11.2005	740	Paradigma	14.343,00	16.637,88
19.11.2005	861	Elektro Meisl	9.625,29	11.165,34
24.11.2005	795	Maltan, Gerüstarbeiten	2.073,90	2.405,72
24.11.2005	797	Koller GmbH	4.140,43	4.802,90
30.11.2005	857	Koller GmbH Restzahlung	87,55	101,56
<b>Gesamtsumme</b>			<b>31.734,30</b>	<b>36.811,79</b>

4. Bewertung der Projektergebnisse aus Sicht des Bewilligungsempfängers einschließlich Ausblick

Die Heizung des Kläranlagenraumes bewirkt besonders im Sommer eine Reduzierung der Kondensatbildung - bisher sehr hohe Kondensatbildung, was zur Schädigung der Elektrogeräte führte.

Die Heizung des Winterraumes ist gerade bei den sehr tiefen Temperaturen am Funtensee ein Vorteil - besonders März/April in der Hauptzeit der Skitourengeher.

Fremdüberwachung der geheizten Räume führt zu einer Früherkennung von Frostschäden.

4. Darlegung der Erfüllung der Bewilligungsaufgaben

Keine Auflagen im Bewilligungsschreiben.