

„Demonstration umweltgerechter Ver- und Entsorgungssysteme für ausgewählte Berg- und Schutzhütten“

Projekt 17400

Rolf Jäger
DAV Sektion Hohenstaufen-Göppingen

Göppinger Hütte – 2245 müNN Lechquellengebirge



Göppinger Hütte mit Hochlichtspitze



1. Hüttenbeschreibung

Erbaut:

- im Jahre 1913, ab den 50er Jahren als Sommerhütte geführt

Erweiterungen:

- in den Jahren 1969/1970 und 2007/2008

Bauweisen:

- 1913: **Blockbauweise:** Fichtenholz (18 cm Dicke) mit Putzträger
- 1969/70: zementgebundene **Hohlblocksteine** (24 cm) verputzt
- 2007/08: 20 cm **Stahlbeton**, C 25/30 aus Lawinenschutzgründen

Lage:

- auf dem **Gamsboden**
- einem Hochplateau zwischen dem oberen Lechtal und dem Großen Walsertal
- im Bundesland **Vorarlberg**
- in **2245 m** Höhe
- **700 m über der Talstation** der zugehörigen Materialseilbahn
- Talstation liegt im oberen Lechtal
- ca. 10 km oberhalb des Nobelskiorts Lech am Arlberg

Wegenetz:

- liegt im Schnittpunkt der **Höhenwege** von der **Biberacher Hütte** (Bregenzer Wald) zur **Freiburger** und **Ravensburger Hütte** – weiter zur **Stuttgarter Hütte**
- am **Europäischen Fernwanderweg E 4** und
- am **Nordalpinen Weitwanderweg O 1** (vom Bodensee zum Neusiedlersee)
- die Hütte ist **nur zu Fuß** zu erreichen (**Gehzeit ca. 2. Std.**)

Angebot an Wanderer und Bergsteiger:

- **32 Zimmerlager** und **36 Matratzenlager**
- **Winterraum** mit 8 Lagern
- ca. **2500 Übernachtungen** pro Saison
- ca. **3000 Tagesgäste**
- **mehrere Gipfel** mit ca. 2600 m Höhe
- während der Sommersaison 2 – 3 mal in der Woche „Besuch“ eines Rudels mit **18 - 20 Steinböcken**
- **Klettergarten**

Abwasserentsorgung (Planung):

Frau Dipl. Ing. Andrea Albold vom Büro Otterwasser GmbH, Lübeck

2. Wasserversorgung

Die Wasserversorgung der Göppinger Hütte erfolgt von einem 28 m³ fassenden Stahlbetonbehälter (Hochbehälter), der ungefähr bis Ende Juli mit Wasser aus einem ca. 70 m höher gelegenen Schneefeld, später mit Regenwasser gespeist wird. Das Wasser wird über einen Sandfang eingeleitet und je nach Bedarf über eine Leitung mit 60 mm Durchmesser aus Polyethylen an die Wasserübergabestation in der Hütte abgegeben. Dort wird das Wasser über eine UV-Entkeimung (24 Volt) geleitet. Die Entsprechung mit der gültigen Trinkwasserverordnung wird in einem zertifizierten Labor untersucht. Die Ergebnisse gehen an die Bezirkshauptmannschaft Bludenz.

Seit die Trockentoiletten mit Urinseparierung in Betrieb sind, ist der Wasserverbrauch trotz Zunahme der Übernachtungen zum Beispiel in der Saison 2009 um ca. 50 % zurückgegangen. Wir sind zuversichtlich, dass mit den gewonnenen Erfahrungen der Wasserverbrauch weiter gesenkt werden kann.

3. Energiekonzept



Umbauarbeiten

Sektionsmitglied Dipl. Ing. Rolf Eitle, Energiebeauftragter der Sektion in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme Freiburg (ISE).

Unser Energiekonzept beinhaltet auch die Verbesserung der Wärmedämmung der Umfassungswände des Baus aus dem Jahre 1913.

Im Leitfaden des ISE ist der Primärenergieverbrauch für Heizzwecke einer Berghütte in ähnlicher Lage, Größe und Art wie die Göppinger Hütte mit 80 kWh/m² angegeben. Bei Berücksichtigung der Öffnungszeiten der Vergleichshütte hat sich rechnerisch ergeben, dass der Energieverbrauch der Göppinger Hütte mit 131 kWh/m² pro Saison zu hoch ist.

Durch folgende Maßnahmen ist es uns gelungen den Verbrauch auf den im Leitfaden des ISE favorisierten Richtwert zu reduzieren:

- Ersatz der undicht gewordenen „Doppelfenster“ aus dem Jahre 1970 durch Verbundglasfenster mit Wärmeschutz-Isolierung (Lärchenholz) und einem k-Wert von 1,1 W/m² K
- Zusätzliche Dämmschicht aus dem nachwachsenden Rohstoff Heraflachs (Wärmeleitgruppe 040) zwischen entsprechenden Rahmenschenkeln (Dicke 60 mm)
- Winddichtfolie (sd = 0,05 m)
- Sägeraue Schalung aus Fichtenholz (24 mm)
- Lärchenschindelverkleidung im 3-fachen Zug, 21 cm lang (3 x 7 cm)
- Dämmung in der Decke zwischen EG und 1. OG mit 10 cm dicken Matten aus Heraflachs (Wärmeleitgruppe 040)

Die Berechnung erfolgte nach den bekannten Formeln der Bauphysik, z. B. Weinmann/Rieche Handbuch Bautenschutz, Band 1 Seiten 118 – 127 ff, Expert-Verlag 1990.

Wir haben eine relativ große Photovoltaikanlage mit ca. 8,5 kW auf dem Seilbahnhaus, diese ist bereits seit 15 Jahren in Betrieb.



Photovoltaikanlage

Zweitens haben wir eine große Batterie auf der Hütte. An dieser Batterie ist ebenfalls seit dieser Zeit alles angeschlossen, auch der Dieselgenerator hat keine eigene Starterbatterie. Das spart Kosten und laufenden Wartungsaufwand. Die Betriebsspannung der Batterie beträgt 24V, so dass alle möglichen Geräte, wie Notbeleuchtung, Brandmelder mit Türhaltemagneten, Funktelefon direkt angeschlossen werden konnten.

Ursprünglich hatten wir eine Batterie mit 2x1000 Ah und Säureumwälzung, seit vier Jahren haben wir eine Blei-Gelbatterie mit 18x 200 Ah installiert.

Nun werden Sie fragen, warum wir zu einer solchen Lösung gekommen sind. Die alten großen Batterieblöcke waren sehr unhandlich und schwer mit unserer Seilbahn zu transportieren.

Bei einer Nachbestellung einzelner Zellen hat sich gezeigt, dass so große Batterieblöcke erst nach einer Bestellung gefertigt werden, deshalb war die Lieferzeit entsprechend lang.

Wenn wir also am Beginn der Hüttensaison feststellen: Wir brauchen neue Batterien, ist die Saison bei Lieferung fast schon wieder zu Ende.

Der jetzige Gel-Batterieblock besteht aus zusammen geschalteten 6V Blöcken, wie sie in der Industrie verwendet werden.

Das hatte mehrere Vorteile, erstens eine rasche Lieferbarkeit (ab Lager), einfacher Transport und Montage und der größte Vorteil war der Preis. Für etwa 2/3 des Preises haben wir nahezu die doppelte Batteriekapazität bekommen.

Eine direkte Parallelschaltung von so vielen Batterien wäre zu riskant. Jede Zelle die ausfallen würde könnte das gesamte Batteriesystem stark beeinträchtigen. Deshalb erfolgte die Zusammenschaltung über antiparallel geschaltete Dioden, welche Ausgleichsströme zwischen den Batteriesätzen bei Ausfall einer Zelle verhindern. Diese Dioden führen zu ca. 3% Energieverlust beim Laden der Batterie und nochmals ca. 3% Energieverlust bei der Energieentnahme aus der Batterie. Angesichts des Preisvorteils sind bei dem sehr hohen Kostenfaktor, den eine Batterie an jeder Kilowattstunde auf der Hütte hat, die zusätzlichen Energieverluste durch die Dioden vertretbar.

Aus Erfahrung weiß man, dass bei zusammen geschalteten Batterieblöcken immer eine Zelle zuerst ausfällt, obwohl alle Zellen immer mit dem gleichen Strom durchflossen wurden und auch der gleichen Temperatur ausgesetzt waren. Ein kompletter Ersatz der ganzen Batterie ist in unserem Fall erst notwendig, wenn an den insgesamt 72 Batterieblöcken bereits mehrere Zellen ausgefallen sind. Dies lässt sich durch einfache Spannungsmessung an jedem Batteriestrang feststellen.

Dabei kann der Ersatz der Batterie schon ein bis zwei Jahre im Voraus geplant werden. Wenn man nur einen Batteriestrang oder direkt parallel geschaltete Batterien hat, gibt es bei Ausfall auch nur einer Zelle ein massives Problem. Mancher Hüttenwirt kennt das.



Dioden



Defekte Batteriezelle

Als weitere Besonderheit haben wir in ehrenamtlicher Arbeit unsere Materialseilbahn, welche normalerweise mit einem Drehstrommotor über das Dieselaggregat angetrieben wird, zusätzlich mit einem 24V Motor ausgestattet, damit vor allem in den Monaten Juni und Juli, wenn durch die Photovoltaikanlage überschüssige Energie zur Verfügung steht, kein Dieselbetrieb notwendig ist. Bei dieser Geschichte hat sich herausgestellt, dass für eine Talfahrt mit der Materialbahn sehr wenig Energie verbraucht wird. Insbesondere dann, wenn die Kiste schwer beladen ist zieht sie so stark nach unten, dass der Antriebsmotor als Stromgenerator wirkt und einen Teil der Energie in die Batterie zurückliefert. Wenn also der Dieselgenerator nicht für andere Zwecke gebraucht wird, ist es für die Energiebilanz der Hütte wesentlich günstiger eine Talfahrt mit dem 24V Motor zu machen. Für die Materialseilbahn werden so weniger als die Hälfte der Dieselbetriebsstunden notwendig.



Beladen der Seilbahn



Transportkiste der Materialseilbahn

Damit wirklich keine Energie welche von der Sonne erzeugt wird verloren geht, haben wir im Herrenwaschraum einen elektr. Speicherofen installiert. Sobald die Laderegulung wegen Erreichen der Ladeschlussspannung die Photovoltaikanlage abschalten würde, wird der Speicherofen damit aufgeheizt.

Auch auf der Göppinger Hütte scheint nicht immer die Sonne. Wenn die Batteriespannung nicht mehr ausreicht, muss das Dieselaggregat bewusst von Hand gestartet werden. Dabei werden die angeschlossenen Verbraucher direkt versorgt und die Batterie auf mehrfache Weise geladen. Die Hauptarbeit übernehmen die Wechselrichter, dann kommen aus der Lichtmaschine am Diesel noch ca. 40A. Zusätzlich wurde noch ein großes Ladegerät installiert, so dass für die große Batterie auch eine wirklich starke Ladung zur Verfügung steht und die Batterie schnell wieder zu Kräften kommt.



Wechselrichter



Ladegerät

Durch die beschriebenen Maßnahmen ist der Dieserverbrauch von früher 3500l pro Saison auf 600l pro Saison zurückgegangen. Wir sind zuversichtlich, dass nach Abschluss der Bauarbeiten dieser Wert künftig noch unterschritten werden kann.

Herr Bopp vom Fraunhofer Institut hat einen weiteren Vorschlag zur Energieeinsparung ins Spiel gebracht. Das aus dem Erdbehälter zufließende kalte Wasser soll zur Kühlung der Getränke verwendet werden.



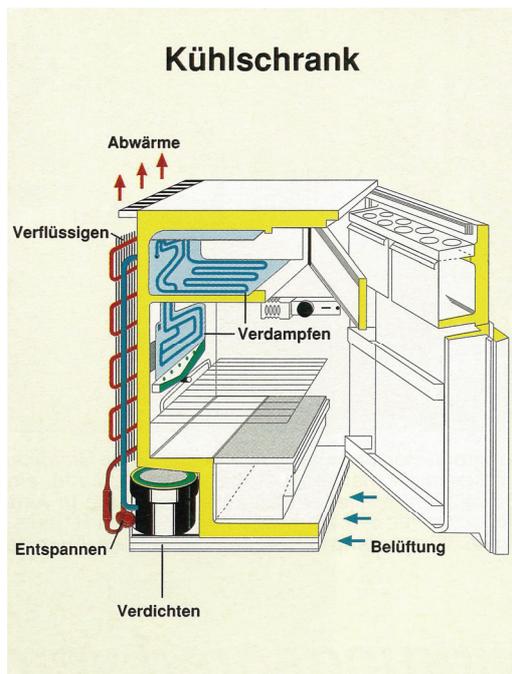
Bierbehälter



Funktionsschema des Getränke Kühlers

Die Getränke werden wie bei vielen anderen Hütten in Edelstahl-Druckbehältern angeliefert und im Keller gelagert. Manchmal sind die Getränke dort zu warm und müssen vor dem Zapfhahn elektrisch heruntergekühlt werden. In einem selbst gebauten Getränke Kühler erfolgt dies nach dem Prinzip des Wärmetauschers.

Das gesamte in der Hütte verwendete Wasser fließt zuerst durch einen geschlossenen Wasserbehälter mit ca. 60l Inhalt. In diesen Behälter sind Rohrspiralen aus Edelstahl eingearbeitet, durch welche jeweils ein Getränk z.B. Bier fließt. Das eiskalte Wasser fließt von unten in den Behälter und wird von oben an die Küche, Waschräume usw. weitergeleitet. Das Bier fließt im Gegenstromprinzip vom Fass oben in das Kühlrohr, verlässt es unten an der kältesten Stelle des Behälters und fließt so gekühlt zum Zapfhahn. Wenn in der Hütte viel los ist, ist auch ein großer Kühlbedarf für Getränke vorhanden, gleichzeitig findet auch ein großer Wasserverbrauch statt, so dass die Kühlung immer gewährleistet ist.



Funktionsschema Kühlschrank



Druckbehälter

Im nächsten Jahr soll unsere Küche erneuert werden. Für die dort notwendigen Kühlschränke haben wir uns ebenfalls Gedanken gemacht:

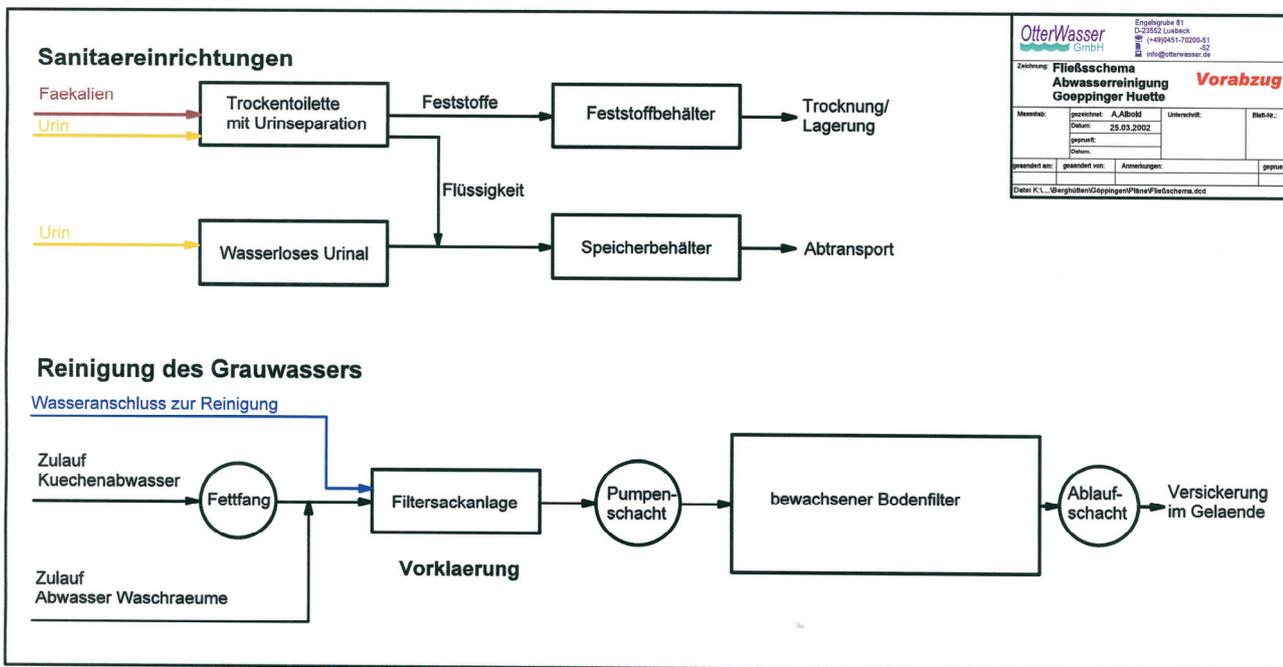
Das Aggregat mit dem Kühlregister und dem Kondensator wird aus dem Kühlschrank entfernt und an der flachen Rückwand des Kühlfachs ein flacher Wasserbehälter angebracht, welcher wie beim Getränkekühler vom kalten Wasser durchströmt wird. So kann der Raum im Kühlschrank immer kalt bleiben, ohne dass Strom oder Wasser verbraucht wird.

Bei der Aufstellung der neuen Gefriergeräte haben wir Geräte gewählt, deren Kühlaggregat in einem anderen Raum sitzt (z. B. Trockenraum), so dass keine zusätzliche Erwärmung der Umgebung des Kühlaggregats erfolgt und damit ein geringerer Strombedarf besteht.

4. Abwasserreinigung

4.1 Planung und Durchführung

Nach einem ausführlichen Variantenvergleich für eine zu installierende Abwasserreinigungsanlage wurden die Varianten mit der Bezirkshauptmannschaft, bzw. der Landeshauptmannschaft in Vorarlberg diskutiert und anschließend durch diese genehmigt. Folgendes Bild zeigt das Fließschema des Abwasserkonzeptes der Göppinger Hütte.



Besonderheit ist der Bau einer Trockentoilette mit Urinseparation in Kombination mit der Grauwasserbehandlung (Abwasser aus Küche und Waschräumen).

Die Fäkalien aus den Sanitäreinrichtungen werden möglichst trocken gesammelt. Die Flüssigkeit wird über die speziell dafür installierte Separationstoilette getrennt erfasst und in einem Speicherbehälter aufgefangen.

Die Fäkalien werden, so weit es geht, getrocknet und entsorgt.

Das weniger belastete Grauwasser wird in einer Filtersackanlage von Feststoffen befreit und gelangt dann über einen Pumpenschacht auf einen bepflanzten Bodenfilter. Die Küchenabwässer erfahren eine vorhergehende Reinigung in einem Fettabscheider.

4.2 Randbedingungen:

Die Hütte liegt auf einer Höhe von 2.245 müNN auf dem Gamsboden und wird lediglich im Sommer bewirtschaftet. Weitere Randbedingungen für die Abwasserreinigung waren folgende:

- Das Hüttenumfeld ist relativ eben
- Die Hütte besitzt eine Materialseilbahn für geringe Lasten und ist nur zu Fuß zu erreichen
- Materiallieferung kann nur über Hubschrauber erfolgen
- Die Abwasseranlage fällt unter die 3. Abwasseremissionsverordnung
- Unterhalb der Hütte sind keine Quellen vorhanden die beeinträchtigt werden können
- Nach Prüfung der Verfügbarkeit von Elektrizität wurde festgestellt, dass lediglich eine Abwasseranlage, die wenig Strom verbraucht installiert werden kann
- Die Hütte wird von Mitte Juni bis ca. Anfang Oktober bewirtschaftet,
- Die Hütte hat 74 Schlafplätze, es werden ca. 2.500 Nächtigungen pro Saison angenommen
- Es wird von ca. 3.000 Tagesgästen ausgegangen
- Im Umfeld der Hütte ist nur sehr wenig Wasser vorhanden. Die Wasserversorgung erfolgt über Schneefelder, bzw. Regenwasser

4.3 Bau der Sanitäreinrichtung

In den Separationstoiletten werden die Feststoffe von den flüssigen Anteilen getrennt. Das folgende Bild zeigt die Separationstoilette, wie sie in der Hütte installiert ist.



Die Anzahl der Toiletten wurde von 2 auf 5 erhöht. Davon wurde eine im Personalbereich installiert.

Aus dem vorderen Bereich wird die Flüssigkeit abgeleitet. Die Fäkalien gelangen durch die große Öffnung in den Feststoffbehälter.



Abwurfschacht unterhalb der Toilette
Wasser zur Reinigung der Toiletten
kann separat abgeleitet werden und
gelangt in die
Abwasserreinigungsanlage



Feststoffbehälter unterhalb des
Abwurfschachtes der Toilette.

Abtropfende Flüssigkeit wird in
Bodenabläufen aufgefangen und wird der
Kläranlage zugeleitet.

Filtereinsätze dienen dem Rückhalt der
Feststoffe und zur einfacheren Entnahme.

Die Reststoffe aus der Trockentoilette verbleiben, wie bei gängigen Trockentoiletten, ein Jahr im Feststoffbehälterraum und werden anschließend auf Trockenbeeten weiter im Volumen reduziert um dann entsorgt zu werden.

Um Geruchsbildung in der Hütte vorzubeugen wird der Feststoffbehälterraum über eine Zwangslüftung über Dach entlüftet.

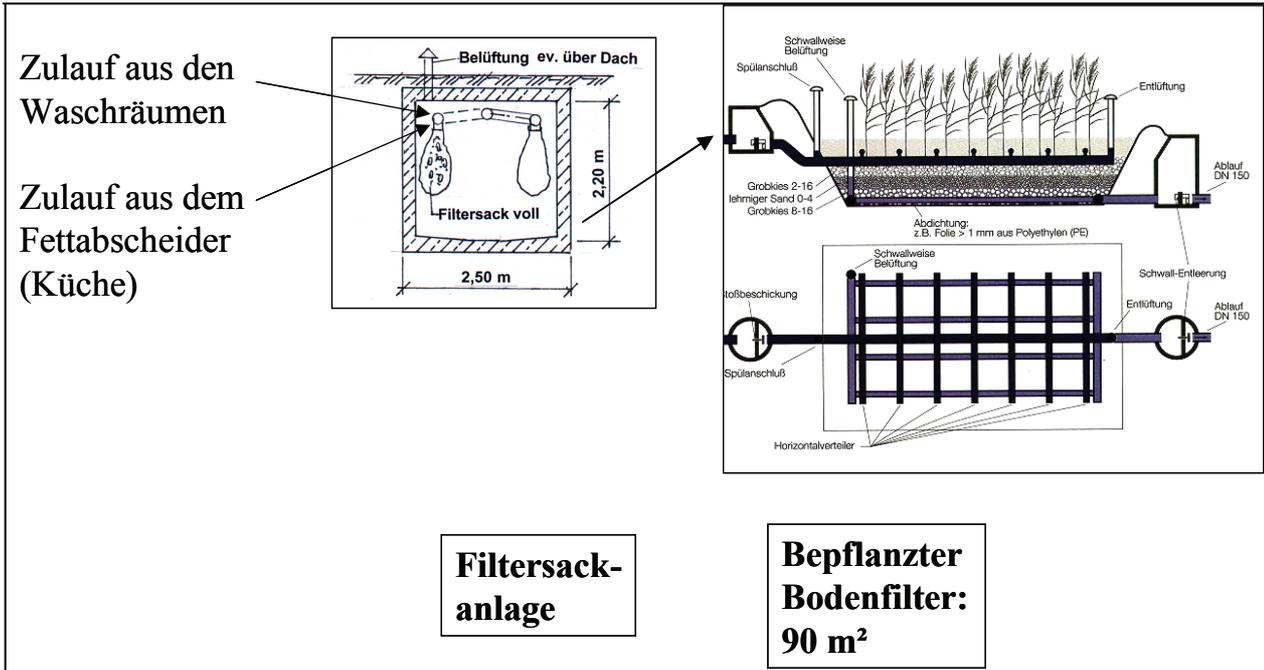


Die Flüssigkeit aus der Separationstoilette sowie den wasserlosen Urinalen fließt in den Speichertank. Die gespeicherte Flüssigkeit wird in kleine Gebinde gepumpt und abtransportiert und kann auf der nahe gelegenen Alpe entsorgt werden.

4.4 Bau der Grauwasser-Reinigungsanlage

Die Ausbaugröße der Abwasseranlage beträgt 30 EW₆₀ für die Grauwasseranlage. Da ausreichend Fläche zur Verfügung stand wurde entschieden, eine vertikal durchströmte Pflanzenkläranlage zu errichten. Diese Art der Anlagen benötigen wenig Energie und sind sehr wartungsarm. Allerdings wird für die Errichtung der Anlage relativ viel Platz benötigt.

Die folgende Abbildung zeigt einen schematischen Aufbau der Pflanzenkläranlage.



Der Filtersackanlage fließt das Abwasser aus den Waschräumen und Toiletten zu. Das Küchenabwasser wird über einen Fettabscheider geleitet und gelangt von dort ebenfalls in die Filtersackanlage. Nach der Vorreinigung fließt das Abwasser im Freigefälle einem Pumpenschacht zu. Von hier wird das Abwasser über eine Druckpumpe auf das bepflanzte Kiesbeet gleichmäßig verteilt. Durch die Versickerung durch das Beet wird das Abwasser gereinigt. Über einen Kontrollschacht wird das gereinigte Abwasser im Untergrund versickert. Insgesamt werden für die Kläranlage ca. 130 m² benötigt, wobei hier die Fläche für die Filtersackanlage und den Fettabscheider mit berücksichtigt sind.

4.5 Bau der Anlage

Im Folgenden sind einige Bilder zu sehen, die während der Bauphase entstanden sind.



Bau der Filtersackanlage

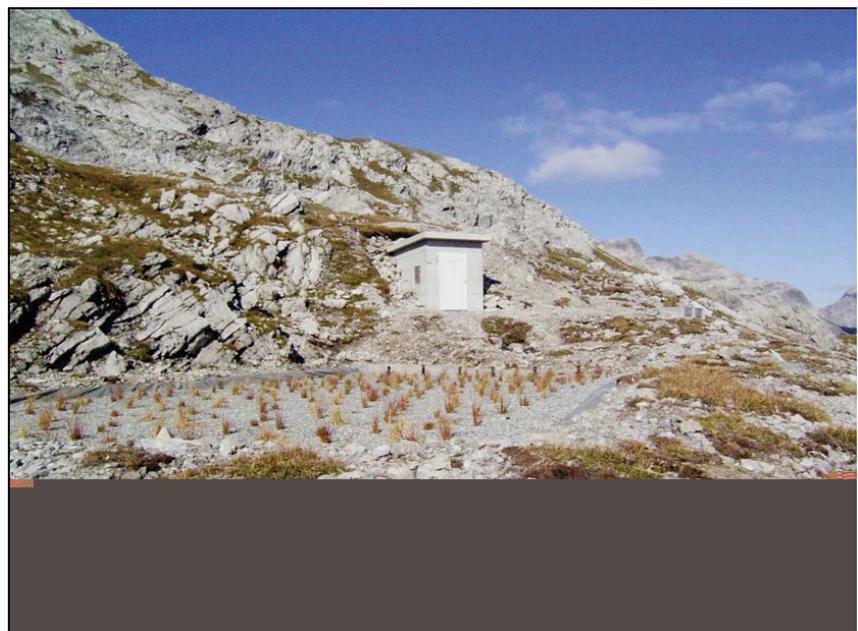


Alles Material für den Bau der Abwasseranlage wurde an mehreren Tagen mit dem Hubschrauber angeliefert.

Aufbau des Bodenfilters (von unten):

Teichfolie	1,5 mm
Dränschicht mit Ablaufdrän im Gefälle	15 cm Kies 8/16 DN 100 0,5 %
Filterschicht	75 cm Sand 0/4
Deckschicht mit Hauptverteiler (DA 56 / DN 50) und Querverteiler (DA 50 / DN 40)	10 cm Kies 8/16

Bodenfilter kurz nach der Bepflanzung. Im Vordergrund ist der bepflanzte Bodenfilter zu sehen, im Hintergrund das Gebäude der Filtersackanlage.



4.6 Erfahrungen bei der Umsetzung

Trockentoiletten:

Da für die Göppinger Hütte sehr wenig Wasser zur Verfügung steht wurde entschieden, Trockentoiletten in der Hütte zu integrieren. Die Trockentoiletten wurden eigens für die Göppinger Hütte entwickelt und wurden somit auf die dortigen Randbedingungen angepasst. Die Toiletten bestehen aus einem Auffangkorb mit innen liegendem Filtersack und einem Abwurfrohr.

Als Toilette wird eine schwedische Trenntoilette verwendet. Der Urin wird separat abgeleitet, gespeichert und abtransportiert. Die Feststoffe werden so weit wie möglich feuchtigkeitsfrei gesammelt und anschließend auf einer definierten Freifläche weiter getrocknet.

Die Toiletten sind in der Saison 2009 in Betrieb gegangen. In diesem Jahr traten durch die Toilette keine nennenswerten Geruchsprobleme im Gästebereich der Hütte auf. Der separate Raum zur Feststoffsammlung muss über einen elektrisch angetriebenen Ventilator zwangsentlüftet werden. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Besucher sehr viel Toilettenpapier nutzen, sodass die Zugabe von Sägespänen oder anderen Zuschlagsstoffen kaum notwendig ist. Im Vergleich zu Spültoiletten ist eine häufigere Kontrolle und Reinigung durch das Hüttenpersonal notwendig, da die Besucher die Nutzung und Reinigung von Trockentoiletten nicht gewohnt sind.

In der Hütte wurde ein Urinal in der Herrentoilette eingebaut. Der Urin wurde in einem Tank gesammelt.

Grauwasserreinigung:

Die für die Reinigung des Grauwassers errichtete Pflanzenkläranlage wurde zwar schon sehr früh gebaut, ist aber ebenfalls erst in der Saison 2009 mit der vollen Belastung aus der Hütte beaufschlagt worden. Die Vorreinigung erfolgt in einer Filtersackanlage. Da es sich um Grauwasser handelt, mussten Säcke mit einer geringen Maschenweite eingesetzt werden. Es wurde festgestellt, dass sehr wenige Feststoffe in den Säcken verblieben sind. Das Grauwasser der Göppinger Hütte scheint sehr feststoffarm zu sein. Der Bodenfilter wurde mit 4 unterschiedlichen gängigen Feuchtgebietspflanzen im Frühjahr 2008 bepflanzt. Es sollte hierbei getestet werden, welche der Sorten vor Ort überlebensfähig sind. In der ersten Saison konnte gesehen werden, dass alle Sorten gut angewachsen sind, trotz der Höhe und den extremen klimatischen Bedingungen auf einer Höhe von 2.245 müNN.

Das gereinigte Abwasser aus dem Bodenfilter hat nach einer ersten Probennahme sehr niedrige Ablaufwerte gezeigt.

Durch die Baumaßnahme wurde der umliegende Boden sehr stark gestört, sodass es im ersten Jahr Abschwemmungen von Kies, Geröll und Erde in den Bodenfilter gab. Diese Einschwemmung von Boden wurde im Folgejahr entfernt und ein Gerinne zur Ableitung des Regenwassers errichtet.

Die Grauwasseranlage ist wartungs- und energiearm. Somit kann der Betriebsaufwand für den Hüttenwirt als gering bezeichnet werden. Weiterhin wird sehr wenig Energie für den Betrieb der Beschickungspumpe benötigt.