

**Umweltgerechte Ver- und Entsorgung der Göppinger Hütte  
(Sektion Hohenstaufen des deutschen Alpenvereins)  
in Vorarlberg, Österreich**

Aktenzeichen: 17400/13



**Schlussbericht zum Antrag auf Förderung der  
Planungsleistungen**

**und**

**Antrag auf Förderung der Baumaßnahme**

im Förderprogramm:

**„Demonstrationsvorhaben zur umweltgerechten Ver- und Entsorgung ausgewählter Berg- und Schutzhütten“**

Juni 2003

Antragsteller:

Deutscher Alpenverein e.V.  
Sektion Hohenstaufen/Göppingen

## Inhalt

1. Zusammenfassung.....	1
2. Antragsteller.....	2
3. Beteiligte Personen und Institutionen.....	2
4. Allgemeine Hüttdaten.....	3
5. Die betrachteten Bereiche im Einzelnen.....	4
5.1. Energie.....	4
5.2. Wasserversorgung.....	5
5.2.1. Wasserversorgung: Ist Situation.....	5
5.2.2. Wasserversorgung: geplanter Zustand.....	7
5.3. Abwasserentsorgung.....	8
5.3.1. Sanitäreinrichtung und Abwasserentsorgung Ist-Zustand.....	8
5.3.2. Geplanter Zustand für die Sanitäreinrichtungen und die Abwassertechnik.....	9
5.3.2.1. Mechanische Vorklärung.....	10
5.3.2.2. Biologische Abwasserreinigungsanlage.....	11
5.3.3. Beschreibung und Dimensionierung der vorgeschlagenen Variante.....	16
5.3.3.1. Komposttoilette.....	16
5.3.3.2. Wasserlose Urinale.....	18
Filtersackanlage als mechanische Vorklärung.....	20
5.3.3.4. Bewachsener Bodenfilter.....	20
5.3.3.5. Bemessung und Bemessungsgrundlagen.....	23
5.3.3.6. Anforderungen an die Reinigungsleistung.....	23
5.3.3.7. Wassermengen/Abwassermengen/Frachten.....	23
5.3.4. Stand bei der Genehmigungsbehörde.....	30
5.4. Abfall.....	30
6. Kosten.....	31
7. Präsentation und Qualifizierungsmaßnahmen.....	32
8. Zeitplan.....	32
9. Anmerkung.....	33
10. Literatur.....	34

Ermittlung des Energiebedarfs und Konzepterstellung zur umweltgerechten Energieversorgung der Göppinger Hütte; Georg Bopp, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme  
 Wissenschaftliche Begleitung der wartungsfreien Batterieanlage für die Göppinger Hütte

Anlagen

---

**Vorbemerkung:**

Der Bericht gliedert sich in einen Textteil und einen Anlagenteil mit Plänen und Tabellen zur Kostenermittlung.

Im Textteil sind enthalten:

- Allgemeine Daten zur Göppinger Hütte
- Beschreibung und Dokumentation der Planung der umweltgerechten Abwasserentsorgung, erstellt durch das Ingenieurbüro OtterWasser
- Konzepterstellung zur umweltgerechten Energieversorgung, erstellt durch das Fraunhofer Institut für solare Energietechnik (inkl. Kostenschätzung)
- Antrag auf Förderung der wissenschaftlichen Begleitung der wartungsfreien Batterieanlage, erstellt durch das Fraunhofer Institut für solare Energietechnik
- Wärmetechnischer Nachweis zur Konzepterstellung zur umweltgerechten Energieversorgung, erstellt durch Dipl. Ing. Rolf Jäger, Hüttenreferent Göppinger Hütte

Im Anlagenteil sind enthalten:

- Bestandspläne der Göppinger Hütte 1:50
- Plan der bestehenden Klärgrube 1:20
- Höhenplan der Göppinger Hütte 1:2000
- Lageplan der Anlagenteile der Abwasserreinigung 1:2000
- Übersichtsplan der Abwasseranlage 1:100
- Plan Filtersackanlage 1:50
- Plan bewachsener Bodenfilter
- Leitungsführung im den einzelnen Geschossen der Göppinger Hütte
- Pläne mit unterschiedlichen Varianten für den Umbau der Sanitäreinrichtungen
- Plan der Komposttoilette in der Göppinger Hütte
- Plan der Windkraftanlage
- Ausschreibung für die Sanitäreinrichtung und der Abwasseranlagen
- Diverse Angebote
- Kostenschätzung für die Abwasseranlage
- Auflistung der Eigenleistungen für die Umsetzung des Energiekonzeptes

## 1. Zusammenfassung

Die Göppinger Hütte liegt auf 2245 m.ü.NN. in Österreich, Vorarlberg, im Karstgebiet.

Das Trinkwasser für den Hüttenbetrieb wird aus einem Schneefeld bezogen, bzw. gegen Ende der Saison wird Regenwasser genutzt. Durch die Installation einer neuen UV-Anlage wird die Hütte mit hygienisch einwandfreiem Trinkwasser versorgt werden.

Bisher traten in warmen Perioden Engpässe in der Wasserversorgung auf. Daraufhin stand zur Diskussion, ob der Speicherbehälter erweitert werden soll. Unter ökologischen Gesichtspunkten sollte allerdings zuerst der Hüttenbetrieb auf Einsparungsmaßnahmen untersucht werden. Im Küchenbereich wurde bereits bei den zurückliegenden Anschaffungen auf wassersparende Geräte Wert gelegt. Als größter Wasserverbraucher wurde die Toilettenanlagen mit 9 l Spülkästen festgestellt. Hier besteht das größte Einsparpotential.

Durch die Installation von urinseparierenden Komposttoiletten und wasserlosen Urinalen soll dieses Potential voll ausgeschöpft werden. Der anfallende Urin wird als Teilstrom separat gesammelt und mittels Materialseilbahn zur unterhalb gelegenen Alpe transportiert und dort in eine Güllegrube gegeben. Dadurch wird eine einfachere Abwasserreinigung möglich und das Hüttenumfeld vor dem Eintrag von Nährstoffen geschützt.

Das Abwasser wird derzeit in eine 2 Kammer-Grube geleitet und bei Vollerfüllung ausgepumpt und der Schlamm im Hüttenumfeld verbracht.

Durch die Änderungen im Sanitärbereich, verändert sich auch die Zusammensetzung des verbleibenden Abwassers. Bei Installation einer Komposttoilette muss lediglich der sogenannte Teilstrom Grauwater gereinigt werden [26]. Nach einem Variantenvergleich, der die speziellen Randbedingungen der Göppinger Hütte berücksichtigt hat, wurde als Vorzugsvariante eine mechanische Vorreinigung über eine Filtersackanlage mit einer anschließenden biologischen Reinigung in einem bewachsenen Bodenfilter gewählt. Das Küchenabwasser wird zusätzlich an einen Fettfang angeschlossen.

Die Abwasserreinigungsanlage benötigt sehr wenig Energie [26] und ist gut in die Landschaft einzugliedern. Es werden durch diese Anlage mindestens die Grenzwerte für den biologischen Abbau der Extremlagen-Verordnung eingehalten. Durch diese Reinigung wird das ökologische Gleichgewicht der Umgebung der Hütte weitgehend entlastet [26].

Durch einem gestiegenen Bedarf an Energie der Göppinger Hütte sowie durch die geplanten Anlagen (UV-Entkeimung und Abwasserreinigung) wird die Energieversorgung neu überplant. Derzeit existiert eine Photovoltaikanlage, über die auch die Materialseilbahn betrieben wird. Als Notstromversorgung dient ein Dieselaggregat. Der Gastraum wird über einen Kachelofen beheizt.

Das erstellte Energiekonzept sieht in einem ersten Schritt eine verbesserte Wärmedämmung der Gaststube vor, ein wärmegeprägtes Warmwasserverteilnetz sowie den Ersatz einzelner Verbraucher durch energiesparende Einheiten. Der Kachelofen für die Beheizung (optimaler Wirkungsgrad für die Beheizung) sowie die Photovoltaikanlage bleibt bestehen. Eine Erweiterung der PV-Anlage führt unter den vorhandenen Bedingungen nicht zu einer Erhöhung der Deckung des Energiebedarfes. Es wurde lediglich vorgeschlagen, die bestehende Photovoltaikanlage mit mehreren neuen Komponenten auszustatten um einen größeren Wir-

kungsgrad zu erreichen. Als besonders innovativ wird in dem Konzept die Aufstellung eines Windrads, das den Energiebedarf in sonnenarmen Zeiten mit deckt [26]. Ein weiterer innovativer Baustein ist die Installation von besonders wartungsarmen Gelbatterien.

Der Betrieb einer bewirtschafteten Hütte im alpinen Bereich bedeutet immer eine Belastung der Umwelt. Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen in den Bereichen Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Energieversorgung wird versucht, die Umwelteinflüsse auf den sensiblen alpinen Raum zu reduzieren und diesen weitgehend zu schützen.

## 2. Antragsteller

Deutscher Alpenverein e.V. Sektion Göppingen Hohenstaufen,

Anschrift: Deutscher Alpenverein e.V. Sektion Hohenstaufen Göppingen  
Herr Dipl. Ing. Rolf Jäger  
Mittlere Karlstr. 124  
73033 Göppingen  
Telefon/Fax: 07161-693 07

Der erste Vorsitzende der Sektion ist derzeit Herr Dr. Dieter Feil.

## 3. Beteiligte Personen und Institutionen

### Für die Wasserver- und Entsorgung:

OtterWasser GmbH, Dipl. Ing. (FH) Andrea Albold, Engelsgrube 81, 23552 Lübeck,  
Tel.: 0451-7020051, Fax.: 0451-7020052

Referenzen für abwassertechnische Konzepte

- Planung und Bauleitung für unterschiedliche integrierte Ver- und Entsorgungskonzepte (ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite, Solar-City Linz Pichling, Lamberts-mühle zu Burscheid)
- Planung und Bauleitung bei mehreren Pflanzenkläranlagen, Teichanlagen, Kleinkläranlagen.

### Energieanlagen:

Dipl. Ing. (FH) Rolf Eitle, Wiesenweg 2, 73107 Eschenbach, Tel.: 07161-43240

Referenz:

- Die auf der Göppinger Hütte installierte Photovoltaikanlage wurde bereits von Herrn Dipl. Ing. (FH) Rolf Eitle geplant und realisiert.
- Errichtung unterschiedlicher Energieanlagen (Wasser-, Solaranlagen usw.) in Afrika
- Tätig in der Energiewirtschaft seit 1971

### Architektur:

Dipl. Ing. (FH) Rainer Schöller, Scheerstr. 32, 73054 Eislingen freier Architekt  
Tel: 07161-989457, Fax.: 07161-989459

- Herr Schöller hat bereits einige Umbauarbeiten der vereinseigenen Hütten projektiert.

- Umbau der Sanitärinstallationen des Haldenseehauses, Nesselwängle

#### Wärmedämmung:

Dipl. Ing. Rolf Jäger, Hüttenreferent der Sektion Hohenstaufen, Göppingen, Waldeckstr. 15/3, D 73035 Göppingen, Tel.:07161-72455

- Herr Jäger ist langjähriger Hüttenreferent für die Sektion
- Langjähriger Leiter des Referats Anstriche, Bautenschutz der Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg – Otto Graf Institut -

Die Angaben zum Antragsteller liegen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt bereits vor.

## **4. Allgemeine Hütten Daten**

Die Göppinger Hütte liegt in Österreich, Bundesland Vorarlberg, auf dem Grundstück Nr. 369, Alpe Äpele (Gamsboden), der Gemeinde Klösterle. Die Hütte wurde 1913 auf einem Hochplateau auf 2245 m ü.NN im Lechquellengebirge erbaut. Der Zugang erfolgt vom Tal von Lech über „Unteres Äpele“ (Busstation) und über Höhenwege von der Freiburger, Ravensburger sowie von der Biberacher Hütte. Der Europäische Fernwanderweg 4 und der Nordalpine Weitwanderweg 01 (vom Bodensee zum Neusiedlersee) führen an der Hütte vorbei.

Die Hütte wird lediglich im Sommer, von Mitte Juni bis Ende Oktober, bewirtschaftet. Im Winter steht Skitourengewehern ein unbewirtschafteter Winterraum zur Verfügung, der nicht im eigentlichen Hüttengebäude integriert ist, sondern in einem separaten Gebäude direkt neben der Hütte untergebracht ist. In der Göppinger Hütte sind 66 Schlafplätze und 74 Sitzplätze, im Winterraum nochmals 8 Lager, die im Notfall auch im Sommer genutzt werden können. Auf der Terrasse vor der Hütte stehen für ca. 20 Personen weitere Sitzplätze zur Verfügung.

Örtliche Randbedingungen:

- Das Lechquellengebirge liegt im Karstgebiet der europäischen Alpen. Die Göppinger Hütte steht auf gewachsenem Fels
- Das Gelände im nahen Umfeld der Hütte gleicht einem Hochplateau. Das Gefälle in Richtung Süden beträgt ca. 7%. Der Abstand von der Hütte bis zur ersten Felsstufe beträgt ca. 100m.
- Die Hütte steht auf einer bewirtschafteten Almfläche (Viehwirtschaft)
- Es steht eine Materialeilbahn mit einer Traglast von ca. 180 kg zur Verfügung. (keine Zulassung für den Personentransport)
- Die Hütte ist nur teilweise unterkellert, es ist kaum freie Stellfläche vorhanden.
- Im nahen Gelände ist ausreichend Platz vorhanden, der Grundstückseigentümer (Almgenossenschaft Klösterle) ist mit der Übergabe von benötigtem Gelände für eine Abwasserreinigungsanlage einverstanden.

- Die Stromversorgung erfolgt über regenerative Energiequellen (derzeit eine Photovoltaikanlage).
- Die Hütte kann lediglich zu Fuß erreicht werden.

## 5. Die betrachteten Bereiche im Einzelnen

### 5.1. Energie

Die genaue Bestimmung des Energiebedarfs der Göppinger Hütte wurde vom Fraunhofer Institut für solare Energienutzung (ise) durchgeführt und ist im Anschluss angefügt.

Das Fazit aus der Energiestudie besagt (Zitat):

„Im Kapitel 3 (Anm.: des Energiekonzeptes) wurden die folgenden Maßnahmen vorgeschlagen und detailliert beschrieben um den Energieverbrauch und die Versorgungsqualität der Göppinger Hütte zu verbessern:

- verbesserte Wärmedämmung der Gaststube
- neues wärmegeprägtes Warmwasserverteilnetz
- Energiesparende Waschmaschine, Warmwassereinlauf für die Spülmaschine, diskontinuierliche UV-Entkeimung mit integrierter Getränke Kühlung und Druckerhöhung, Abwasserpumpe für die Kläranlage
- Erneuerung der Komponenten: Batterie, Wechselrichter, Ladegerät und Solarladeregler inkl. einem automatischen Dieselstart
- Errichtung der neuartigen Windkraftanlage „Windhamster“.“

Wie im Bericht beschrieben, wird die Errichtung einer 1 kW Windkraftanlage vorgeschlagen. In der Saison 2002 wurde bereits eine Pilotanlage aus sektionseigenen Mitteln installiert und finanziert. Folgendes Bild zeigt die Aufstellung der Anlage.



Bild 1: Der „Windhamster“

Erste Erfahrungen konnten gesammelt werden, die nun in die Planung des Windrades mit eingegangen sind.

Die genehmigende Baubehörde (Bezirkshauptmannschaft Bludenz) wurde bereits mündlich von dem Vorhaben in Kenntnis gesetzt und hat keine generellen Einwände erhoben. Die Konzepterstellung erfolgte in enger Abstimmung mit Dipl. Ing. Rolf Eitle der DAV Sektion Göppingen/Hohenstaufen, der bereits die vorhandene Photovoltaikanlage erstellt hat und für die energietechnische Betreuung der Hütte mit zuständig ist.

Weitere Angaben zu Kosten und anderem sind dem Gutachten des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme zu entnehmen.

Für die Göppinger Hütte wird der Einsatz einer Bleibatterie mit festgelegtem Elektrolyt empfohlen um die jährliche Batteriewartung und einen extra Batterieraum zu sparen. Für diesen Batterietyp liegen noch keine Langzeiterfahrungen vor. Aus diesem Grund wird die Förderung der wissenschaftlichen Begleitung der Batterieanlage zusätzlich beantragt. Die Begleitung erfolgt durch das Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme. Nach Absprache mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt kann ein solcher Antrag zu 100% gefördert werden. Förderempfänger soll die Sektion Göppingen/Hohenstaufen des Deutschen Alpenvereins e.V. sein.

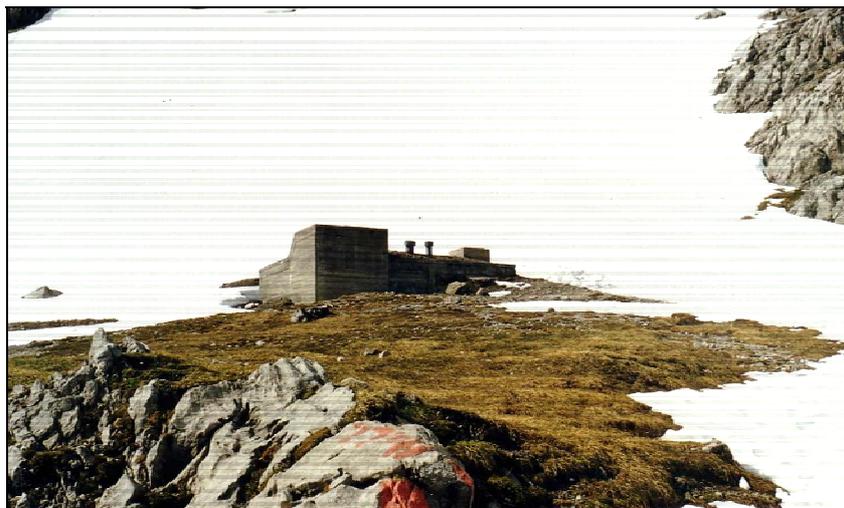
## **5.2. Wasserversorgung**

### **5.2.1. Wasserversorgung: Ist Situation**

Die Göppinger Hütte ist auf die Nutzung von Wasser aus Niederschlägen (Schnee bzw. Regen) angewiesen. Genutzt wird Schmelzwasser eines nahe gelegenen Schneefeldes und, lediglich bei sehr trockenen Bedingungen, Regenwasser aus dem Hüttenumfeld. Das Schmelzwasser fließt dem bestehenden Wasserspeicher aus Stahlbeton (Fassungsvermögen 28 m<sup>3</sup>) zu, das Regenwasser wird, sofern kein Schmelzwasser zur Verfügung steht, in einem Edelstahlbehälter westlich der Hütte zwischengespeichert. Nach Erschöpfung des Schmelzwasseraufkommens wird auch der Wasserbehälter aus Stahlbeton mit Regenwasser gespeist, das aus dem Edelstahlbehälter mit Hilfe einer mobilen Pumpe dorthin gepumpt wird.

Mindestens einmal jährlich wird eine Wasserprobe aus dem Wasserspeicher analysiert. Die Messungen ergaben bisher keine Verkeimung des Wassers. Die Analysendaten müssen der Bezirkshauptmannschaft in Bludenz vorgelegt werden.

Da Niederschlagswasser genutzt wird, ist jede Zapfstelle mit einer Hinweistafel versehen, dass in der Hütte kein Trinkwasser angeboten wird. Um in Zukunft Trinkwasserqualität zu erreichen, wird eine UV-Desinfektionsanlage installiert.



**Bild 2: Wasserspeicher:**



**Bild 3: Edelstahlbehälter**

Die Versorgung der Hütte mit Trinkwasser nutzt das natürliche Geländegefälle und erfolgt ohne zusätzlichen Energieverbrauch. Das gewonnene Wasser wird derzeit für die gesamte Hüttenversorgung eingesetzt. Bei vollständig gefülltem Behälter kann die Hütte derzeit ca. 10 Tage versorgt werden, wenn kein weiterer Niederschlag fällt. Tritt Wasserknappheit auf, so werden derzeit die Toilettenanlagen in der Hütte und die Waschbecken für die Besucher verschlossen. Dann werden für die Besuchern und Übernachtungsgästen 2 Nottoiletten (Trockentoiletten, in einem sehr schlechten Zustand) in einem separaten Gebäude geöffnet.

Die Gebäudeinstallationen für die Wasserversorgung sind sehr alt und in den letzten Jahren lediglich an einigen Stellen ausgebessert worden.

Für eine reale Abschätzung der zu erwartenden Werte wurde in der vergangenen Saison 2001 Wassermengen zu unterschiedlichen Belastungsphasen erfasst.

Die Ablesung des Wasserverbrauchs erfolgt an dem in der Hütte installierten Wasserzähler und erfasst somit das gesamte in der Hütte genutzte Wasser:

Wasserverbrauch der Saison 2001:

Datum	Zeitraum	Wassermengenzähler	Wasservolumen
	[d]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /d]
13.6.01		1874,868	
30.6.01	17	1884,334	0,56
21.7.01	21	1906,478	1,05
22.7.01	1	1908,983	2,50
23.7.01	1	1911,512	2,53
31.7.01	8	1932,42	2,61
15.8.01	15	1970,236	2,52
30.9.01	46	2030,493	1,31
7.10.01	7	2037,38	0,98
	116		1,76

**Tabelle 1: Tatsächlich gemessene Werte der Saison 2001 (in der Betriebszeit vom 16.06.01 – 07.10.01)**

Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass für die vergangene Saison ein mittlerer Wasserbedarf von 1,8 m<sup>3</sup>/d ermittelt wurde. An einem gut besuchten Wochenende (Vollbelegung am 22.07./23.07.) stieg der Bedarf auf 2,6 m<sup>3</sup>/d.

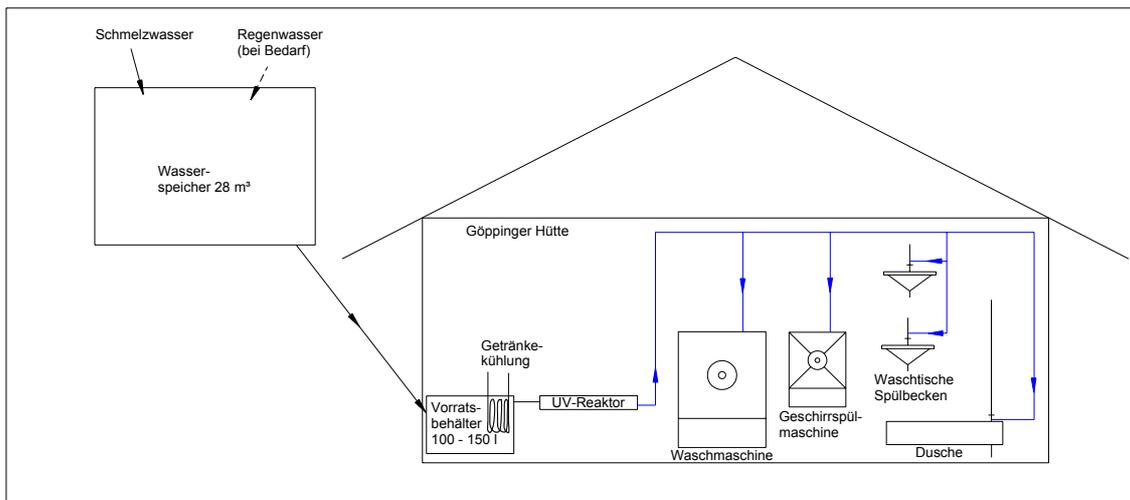
Im September 2001 waren die Wetterbedingungen sehr schlecht (22 Schneetage) und nur wenige Gäste haben die Hütte besucht. Dadurch wurden für die Saison 2001 lediglich 1.888 Übernachtungsgäste erfasst. Die Tagesgäste wurden mit 2000 Personen abgeschätzt. Wird der September in die Berechnung nicht mit einbezogen so steigt der Tagesmittelwert auf 2 m<sup>3</sup>/d.

### 5.2.2. Wasserversorgung: geplanter Zustand

Um das vorhandene Wasser optimal auszunutzen soll kein Wasser für die Toilettenspülung genutzt werden. Durch den Einbau von wasserlosen Toiletten und Urinalen (Beschreibung siehe auch unter Kap. 5.3.3.1 und 5.3.3.2), und der damit bei den Toiletten maximal erreichbaren Wassereinsparung wird die vorhandene Wasserressource weitgehend geschont. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass eine Vergrößerung des Trinkwasserspeichers und dadurch ein weiterer Eingriff in die Natur nicht notwendig wird.

Um eine einwandfreie Qualität des zur Verfügung gestellten Wassers zu erreichen wird eine UV-Anlage installiert. Es kann anschließend als Trinkwasser für Küche und Waschgelegenheiten verwendet werden (Stand der Technik).

Neu ist der Einbau einer diskontinuierlich betriebenen UV-Anlage. Dadurch wird ein Vorlagebehälter von ca. 100 - 150 l notwendig. Dieser Behälter wird als „Kältetauscher“ eingesetzt, der das einströmende Wasser für die Getränkekühlung nutzt. Dadurch kann die energieintensive Kühlung ersetzt werden. (siehe auch Energiekonzept des ise)



**Bild 4: Schema der Wasserversorgung**

Das gesamte Rohrleitungssystem der Wasserversorgung muss erneuert werden um Wasser- und Energieverluste auszuschließen und die für die optimale Energieeinsparung notwendigen Rohrleitungen einzusetzen.

### 5.3. Abwasserentsorgung

#### 5.3.1. Sanitäreinrichtung und Abwasserentsorgung Ist-Zustand

Der Sanitärbereich der Hütte umfasst zwei Damen und ein Herren WC mit herkömmlichen Spültoiletten, 2 Waschräumen (Damen und Herren) ohne Duschen für die Gäste, eine Dusche für das Personal (Hüttenwirt, Mitarbeiter und Angestellte), einen Waschtisch im privaten Bereich des Hüttenwirtes, sowie eine Waschmaschine. Die Waschtische in den Waschräumen stellen lediglich kaltes Wasser zur Verfügung. Als größte Wasserverbraucher der Hütte wurden die Toilettenanlagen mit jeweils 9 l Spülkästen festgestellt.

Die abwasserrelevante Küchenausstattung besteht aus einem Spültisch sowie einer Gläser- und Geschirrspülmaschine.

Der bestehende Standard in Küche und Waschräumen soll auch nach dem Umbau beibehalten werden.

Das Abwasser aus der Küche, den Toiletten und dem Damenwaschraum gelangen nach Angaben des Hüttenwirtes in den bestehenden Abwassersammelbehälter (2 Kammer-Absetzgrube, Beton, ca. 15m<sup>3</sup> Inhalt) Das Grauwasser aus den Herrenwaschräumen wird direkt nach draußen geleitet und versickert vor Ort. Die bestehende Anlage genügt nicht mehr dem Stand der Technik und ist für die bestehende Hütte zu klein ausgelegt. (siehe Bild 5).

Das in der Anlage gesammelte Abwasser wird je nach Notwendigkeit aus dem Behälter herausgepumpt und im weiteren Hüttenumfeld verteilt.



**Bild 5: Mannloch der bestehenden 2 Kammergrube**

### **5.3.2. Geplanter Zustand für die Sanitäreinrichtungen und die Abwassertechnik**

Durch die Installation von Komposttoiletten soll das Wassereinsparpotential voll ausgeschöpft werden. Hierbei wird die Neugestaltung des Sanitärbereichs notwendig (siehe Anlage 4, Plan der Sanitäreinrichtungen). Als Toilettenstühle werden separierende Komposttoiletten eingesetzt, die eine getrennte Ableitung des Urins ermöglichen. Zusätzlich wird in die Herrentoilette ein wasserloses Urinal integriert und die Toilette im 1.OG durch ein wasserloses Urinal ersetzt. Der Urin wird getrennt von den anfallenden Fäkalien gesammelt und auf der unterhalb auf 1562 müNN liegenden Alm in einen bestehenden Güllebehälter gegeben. Die verbleibenden Fäkalien werden auf einem festgelegten Kompostplatz im Hüttenumfeld gelagert und nachkompostiert.

Die Abwasserinstallationen im Haus müssen wegen neuer Leitungswege erneuert werden. Das Rohrleitungsmaterial muss PVC-frei sein. Die Planung und Ausführung der Toilettenanlage ist in Anhang 1 zu finden.

Aus den in Kap. 4 genannten Randbedingungen lassen sich folgende Eigenschaften ableiten, die von der Abwasserreinigung erfüllt werden sollen:

1. Die Abwasseranlage kann nicht im Haus integriert werden
2. Das natürliche Geländegefälle kann für die Rohrleitungsverlegung genutzt werden, ein freier Durchfluss durch die Anlage ist nur an der Geländekante südlich der Hütte möglich, wobei hier der Platz beschränkt ist.
3. Die Anlage kann nicht in den Boden eingebracht werden, da dann größere Sprengarbeiten notwendig werden

4. Die Anlage soll möglichst wenig Energie benötigen und im Notfall auch ohne Stromversorgung über einen bestimmten Zeitraum hinweg funktionieren.
5. Es ist ausreichend Fläche auch für eine weitläufige Anlage vorhanden
6. Die Reststoffe sollten vor Ort entsorgt werden
7. Die Grenzwerte der Extremlagenverordnung müssen eingehalten werden
8. Die Anlagenteile müssen zum Schutz eingezäunt sein

Um die Werte der Extremlagenverordnung einhalten zu können (siehe Kap. 5.3.3.6) reicht in der Regel eine mechanische Reinigungsstufe nicht aus. Für eine ausreichende Reinigung muss an die mechanische Vorklärung eine biologische Stufe angeschlossen werden.

#### **5.3.2.1. Mechanische Vorklärung**

Die folgenden mechanischen Vorreinigungsstufen sind für den Einsatz auf alpinen Hütten möglich:

- Fettabscheider
- Absetzanlagen
- Maschinelle Feststoffabscheidung
- Statische Feststoffabscheidung

Der Einsatz von Fettabscheider ist bei Küchenbetrieb notwendig. Hier wird lediglich das Abwasser aus dem Küchenbereich vorgereinigt. Um eine Vorreinigung des übrigen anfallenden Abwassers zu erreichen wird eine statische Feststoffabscheidung vorgeschlagen.

Untersuchungen haben ergeben, dass durch Feststoffabscheidung ohne hydraulische Retention (Filtersack, masch. Feststoffabscheidung) ein Wirkungsgrad hinsichtlich organischer Abwasserinhaltsstoffe von 35 – 40 % erreicht werden kann. Bei Absetzanlagen beträgt die Eliminationsrate lediglich 25 % aufgrund von Rücklösungseffekten. Die maschinelle Feststoffabscheidung benötigt Energie und wird deshalb nicht berücksichtigt [9].

**Für die Göppinger Hütte wird ein Fettabscheider und ein Filtersacksystem zur mechanischen Vorklärung vorgeschlagen.**

### 5.3.2.2. Biologische Abwasserreinigungsanlage

Als biologische Abwasserreinigung stehen grundsätzlich folgende Anlagentypen zur Auswahl:

- Belebtschlammverfahren
  - Sequencing Batch Reactor (SBR)
  - Einbeckenschwachlastbiologie (ESB)
  - Biocos, als Beispiel für ein kombiniertes Verfahren (Kombination aus Belebungsbecken und Einbeckentechnik)

#### Biofilmverfahren

- Tauchkörperverfahren
- Festbettverfahren
- Tropfkörperverfahren
- Sand-/Kiesfilteranlagen
- bewachsene Bodenfilter

Es werden die Verfahren unter den Gesichtspunkten u.a. Energiebedarf, Einbindung in die Umgebung sowie Betrieb und Wartung verglichen.

	Belebtschlamm	Biofilm
Einhaltung der Grenzwerte der Extremlagenverordnung	Ja	Ja
Energieverbrauch	hoch	niedrig
Normalbetrieb	Wenig Aufwand	Wenig Aufwand
Störungsanfälligkeit	Verfahren wird über elektronische Steuerung betrieben	Reduzierte Elimination bei Stromausfall, wg. Ausfall der Pumpen
Wartung	Wartungsvertrag Störungen können vom Hüttenpersonal oft wegen der Steuerungstechnik nicht selbstständig behoben werden, Fachpersonal notwendig.	Wartungsvertrag kleinere Störungen können vom Hüttenpersonal behoben werden.
Schlammbehandlung	Überschussschlamm Abzug, Schlammspeicher und Abtransport oder Behandlung	Je nach Verfahren unterschiedlich:
Saisonaler Betrieb	Anfahren der Anlage mit Impfschlamm notwendig	Sessile Organismen wachsen auf dem Trägermaterial, Biofilm verbleibt auf dem Aufwuchsmaterial

Rot: Nachteilig im Hinblick auf die lokalen Vorgaben der Göppinger Hütte

**Tabelle 2: Merkmale von Belebtschlamm- und Biofilmanlagen im Vergleich im Hinblick auf die Randbedingungen der Göppinger Hütte**

Durch den Einbau einer Beleuchtungsanlage würde sich der gesamte derzeitige Energiebedarf (nach neuer Berechnung) um ca. 30% erhöhen (mit der Annahme, dass die Beleuchtungsanlage ca. 4-5 kWh pro Tag benötigt, siehe Tabelle 3). Die Erweiterung der derzeit bestehenden Energieversorgung stellt einen unverhältnismäßigen Aufwand dar.

Vergleich des Energieverbrauchs unterschiedlicher biologischer Kläranlagentypen:

Anlagentyp	Angeschlossene EW	Energieverbrauch	Energieverbrauch auf 90 EW berechnet	Hütte
Tropfkörper	145	1,2	0,75	Geraer Hütte
ESB Anlage	150	6,9	4,1	Stuttgarter Hütte
Biocos (modifizierte SBR-Anlage)	112	5,9	4,7	Nördlinger Hütte

**Tabelle 3: Energieverbrauch unterschiedlicher Kläranlagentypen**

Die Tabelle zeigt, dass Prozesse, die einen kontrollierten Sauerstoffeintrag benötigen oder auf das Pumpen von Abwasser angewiesen sind, einen deutlich höheren Energiebedarf besitzen. Biofilmanlagen, die intermittierend beschickt werden oder die eine Rezirkulation erfordern, benötigen wesentlich weniger Energie für den Betrieb.

Da die Göppinger Hütte nicht mit Fahrzeugen erreicht werden kann, ist der Transport des benötigten Impfschlammes nur mit dem Hubschrauber möglich. Auch die Entsorgung des Überschussschlammes erfolgt über den gleichen Weg oder über eine Klärschlammvererdung. Auch kann ein benötigter Wartungsdienst nur mit einer Zeitverzögerung von mindestens 3 Stunden (Anfahrt von Lech mit dem Auto: ca. 15 min, anschließend Fußweg: ca. 2 Stunden) Störungen beheben.

In Biofilmanlagen wird die Reinigung des Schmutzwassers durch sessile Organismen, also auf dem Trägermaterial siedelnde Organismen erreicht. Bei Biofilm-Anlagen wird zum Anfahren kein Impfschlamm benötigt, dafür entwickelt sich die Reinigungsleistung erst mit der Beschickung mit Abwasser. Innerhalb des Life-Projektes wurde gezeigt, dass die Anfahrphase ca. Tage für Tropfkörperanlagen benötigt.

Aus oben genannten Gründen soll die Abwasserreinigung über eine Biofilmanlage erfolgen.

Folgende Anlagen reinigen über einen Biofilm:

- Tropfkörper
- Bodenkörperfilteranlagen
- Sand-/Kiesfilteranlagen
- Bewachsene Bodenfilter

Die Biofilmverfahren unterscheiden sich in der Schlammbehandlung und in baulicher Hinsicht. Bei den Anlagen mit vergleichsweise hoher Belastung im Verhältnis zur aktiven Ober-

fläche wie bei Tropfkörper und Bodenkörperanlagen fällt Überschussschlamm an, der gespeichert und gegebenenfalls vor Ort behandelt werden muss. Bei Tropfkörperanlagen wird der Überschussschlamm getrennt gesammelt (z.B. in Absetzbehältern oder zur Trocknung in Filtersäcken) und abtransportiert. Erste Erfahrungen mit Vererdungsanlagen, die vor Ort installiert werden können, werden derzeit gesammelt (z.B. Wimbachgries Hütte).

Bei Bodenkörperfilteranlagen ist nach einer bestimmten Betriebsdauer der Austausch der oberen Kiesschichten notwendig. Der Zeitpunkt des Austausches hängt von der zulaufenden Belastung ab und somit von dem Bewuchs des Filterkörpers. Die Kiesschicht muss ausgetauscht werden, bevor der Filter verstopft.

Bei Schwachlastanlagen (z.B. bewachsenen Bodenfiltern, Sand-/Kiesfilteranlagen) erfolgt die Schlammstorage und –mineralisierung in den biologischen Anlagenteilen. Da die reaktive Oberfläche groß ist im Verhältnis zur zulaufenden Belastung bildet sich nur ein dünner Biofilm aus, der bei saisonalem Betrieb in der Ruhephase mineralisiert und aus der Anlage ausgetragen wird.

Für die Göppinger Hütte soll ein System gewählt werden, bei welchem betrieblich bedingte Transporte weitgehend vermieden werden und keine Gebäude, die in den Boden eingebracht werden, errichtet werden. Um den Schlammtransport zu minimieren, soll eine Schwachlastanlage installiert werden.

Ein bewachsener Bodenfilter erfüllt diese Vorgaben. Er kann ebenfalls sehr gut in das Gelände modelliert werden.

Dieser Anlagentyp wurde bisher auf dieser geographischen Höhe noch nicht eingesetzt. Es wurden allerdings Erfahrungen mit bewachsenen Bodenfiltern im Norden der USA und in Nordeuropa (in kalten Klimazonen) gesammelt.

Die folgende Tabelle 4 zeigt eine Auswahl der in den europäischen Alpen vorkommenden bewachsenen Bodenfiltern oder naturnahen Anlagen:

Name	Höhe [müNN]	Anlage	Eliminationsrate für BSB [%]	Bemerkung
Anlaufalm	1055	Kies- und Sandbettanlage (unbewachsen)	89 – 85	Abwasser auch aus der Milchwirtschaft
Ebenforst Alm	1105	Kies- und Sandbettanlage (unbewachsen)	98 – 99%	
Neue Magdeburger Hütte	1633	Teich mit nachgeschaltetem bewachsenen Bodenfilter	92 – 97%	
Tutzinger Hütte	1327	Teichanlage	98%	

**Tabelle 4: Kies-, Sandbettanlagen und bewachsene Bodenfilter im alpinen Raum [22]**

In den europäischen Alpen gibt es nach unserem Kenntnisstand bisher keinen bewachsenen Bodenfilter auf einer Höhe von 2200 müNN.

Um eine zusätzliche Einschätzung der Funktionsfähigkeit in hohen Lagen mit niedrigen Temperaturen zu bekommen, kann auf Erfahrungen in Skandinavien und Nord-Amerika zurückgegriffen werden.

In Skandinavien (vor allem Norwegen und Schweden) und Nordamerika wurden in den letzten Jahren bewachsene Bodenfilter mit unterschiedlicher Wasserverteilung untersucht [19]:

- Wasserverteilung auf der Beetoberfläche
- Wasserverteilung unter der Anlagenoberfläche (horizontal und vertikal durchflossene Bodenfilter)

In den Untersuchungen wird festgestellt, dass die bewachsenen Bodenfilter sich auch in kälteren Klimazonen (Definition: Mittlere Temperatur des kältesten Monats  $-3^{\circ}\text{C}$ , mittlere Temperatur des wärmsten Monats  $10^{\circ}\text{C}$ ) für die Reinigung von Abwasser eignen.

Ferner wurde festgestellt, dass die Wasserverteilung unter der Filteroberfläche für kältere Klimazonen geeigneter ist als die Wasserverteilung auf der Beetoberfläche, da hier eine Isolierung gegenüber der Außentemperatur vorhanden ist. Auch eine Schnee- oder Eisdecke wirkt wie eine Isolationsschicht und schützt den Bodenfilter vor kalten Außentemperaturen [18]. In den unten aufgeführten Veröffentlichungen wird vor allem auf die Vorteile durch die einfache Wartung, der guten Einbindung in die Umgebung und die geringen Kosten hingewiesen. [21]

T. Maehlum u.a. [20] haben Einflüsse von Temperatur, Saison und u.a. an 3 unterschiedlichen Anlagentypen von bewachsenen Bodenfiltern in kalten Klimazonen (Skandinavien) untersucht.

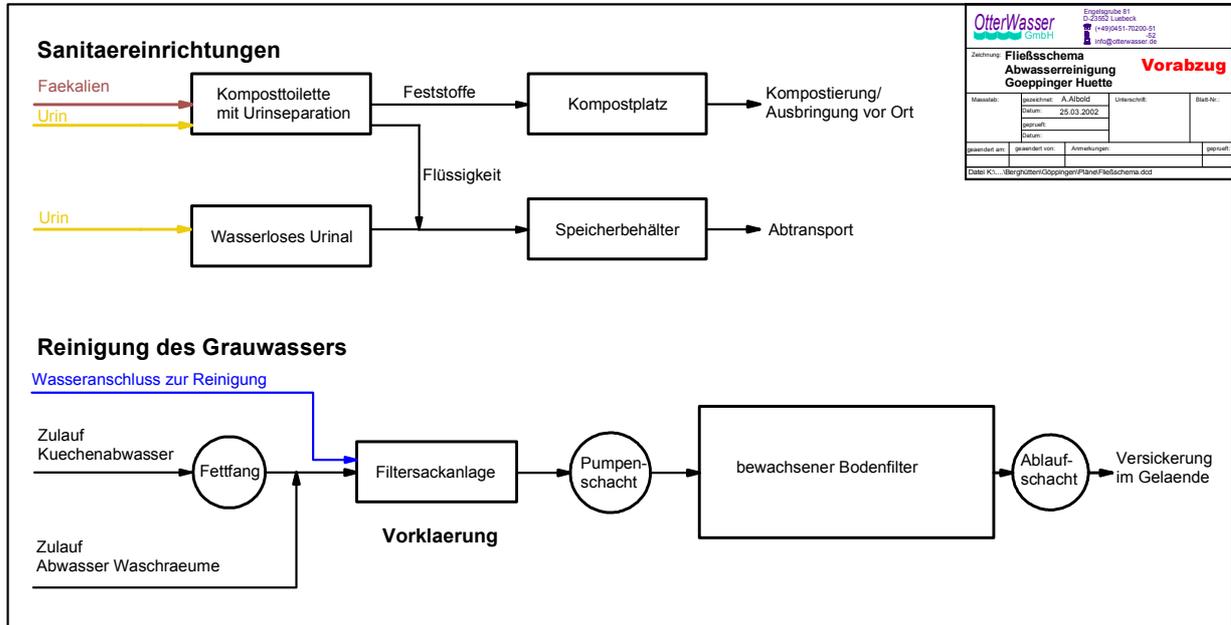
Die Anlagen wurden das ganze Jahr über betrieben, wobei die mittlere Temperatur im Januar zwischen  $-5$  und  $-10^{\circ}\text{C}$  lag. Die Anlagen wurden über mehrere Jahre beobachtet. Es wurde festgestellt, dass die Eliminationsrate für  $\text{BSB}_5$  im Mittel über 80% liegt, auch wenn sich im Winter die Eliminationsrate verringert. Die Unterschiede zwischen den warmen und kalten Perioden werden als nicht signifikant beschrieben [20].

Diese Studie zeigt, dass die biologische Reinigungsleistung auch bei kälteren Temperaturen erhalten bleibt.

Der für die Göppinger Hütte vorgeschlagene vertikal durchflossene bewachsene Bodenfilter wird unter der Oberfläche beschickt.

### 5.3.3. Beschreibung und Dimensionierung der vorgeschlagenen Variante

Das Bild 6 zeigt die ausgewählte Variante für die Abwasserreinigung der Göppinger Hütte.



**Bild 6: Fließschema der geplanten Abwasserreinigung der Göppinger Hütte**

Die Fäkalien werden in einer Komposttoilette gesammelt und über den Zeitraum einer Saison gelagert. Anschließend werden sie auf ein Kompostbeet aufgebracht und später vor Ort im Hüttenumfeld ausgebracht. Der Urin wird getrennt in Behältern gesammelt und gespeichert. Die Entsorgung erfolgt in einen Güllebehälter der Almgemeinschaft.

Das fäkalienfreie Abwasser aus Küche und Waschräumen wird im folgenden Grauwasser genannt.

Das Küchenabwasser wird durch einen Fettfang geleitet und anschließend mit dem restlichen Abwasser aus den Waschräumen über eine mechanische Vorklärung (Filtersackanlage) in einer biologischen Stufe (bewachsener Bodenfilter) gereinigt. Das gereinigte Grauwasser wird im Gelände versickert.

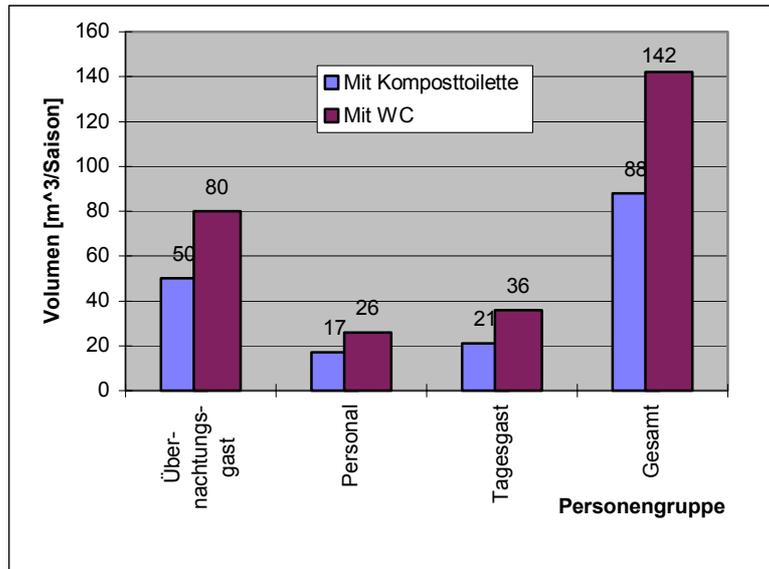
Die geplante Anlage wird unter Berücksichtigung des Geländegefälles und des bestehenden Wegesystems in das Hüttenumfeld eingegliedert. Da die Besucher der Hütte mit den Abwasseranlagen nicht in Berührung kommen sollen, wird die Anlage in ausreichendem Abstand von den bezeichneten Wegen installiert. Eine gute Zugänglichkeit durch das Personal der Hütte muss gegeben sein.

#### 5.3.3.1. Komposttoilette

Im alpinen Bereich sind bereits Komposttoiletten mit Erfolg in Betrieb, vor allem in Gebieten mit schwierigen Wasserversorgungs- bzw. Abflussbedingungen. Auf die Göppinger Hütte treffen beide Randbedingungen für den Einsatz von Komposttoiletten zu. Der Hütte steht über die bewirtschaftete Saison hinweg nur sehr wenig Wasser zur Verfügung, in regenarmen Sommern konnte die dauerhafte und ausreichende Versorgung mit Trinkwasser bisher

teilweise nicht gewährleistet werden. Zum anderen liegt die Hütte im Karstgebiet, d.h. es gibt kein ableitendes oberflächliches Gewässer, das das gereinigte Wasser aufnehmen kann. Es muss vor Ort versickert werden.

In Bild 7 ist eine beispielhafte Berechnung für den Wasserverbrauch pro Saison bei dem Einsatz von Komposttoiletten, wie sie für die Göppinger Hütte möglich ist, dargestellt.



**Bild 7: Wasserverbrauch bei Einsatz von WC und Komposttoilette**

Für die Berechnungen wurde das 1. Regelblatt des ÖWAV zugrunde gelegt. Die Berechnung der Wassereinsparung für die Variante mit Komposttoilette basiert auf einem Mittelwert aus den Kategorien 2 und 3 des Regelblattes (theoretische Darstellung der Situation der Göppinger Hütte nach Umbau). Die Variante mit Wassertoilette basiert auf der Kategorie 3 des Regelblattes, entsprechend der Ausrüstung der Göppinger Hütte. Aus der Gegenüberstellung der beiden Varianten wird deutlich, dass durch den Einbau von Komposttoiletten je Saison rechnerisch ca. 54 m³ Trinkwasser eingespart werden können.

Die installierten Toilettenstühle separieren den Urin von den Fäkalien. Dadurch werden die Fäkalien möglichst trocken gehalten, sodass eine Geruchsbildung minimiert wird. Im Urin findet sich eine hohe Konzentration an Nährstoffen, die in biologischen Reinigungsanlagen nur mit höherem Aufwand entfernt werden kann. Durch die Separation wird ein Großteil der Nährstoffe aus dem anfallenden Abwasser ferngehalten, die Belastung des Abwassers wird dadurch reduziert und die Behandlung erleichtert.

Die Größe des Komposters wird so gewählt, dass der Kompost über eine Saison im Behälter belassen werden kann, um zu entwässern. Es schließt sich ein weiterer Kompostierungsschritt in einer Nachrotte im Gelände über 2 Jahre an. Der noch verbleibende Humus (ca. 10 % - 30 % der anfänglichen Menge) kann in die Landschaft ausgebracht werden [10].

Der getrennt abgeleitete Urin wird in Behältern zwischengespeichert und in einen Güllebehälter der nahen Landwirtschaft entleert. (siehe auch Kap. 5.3.3.2 wasserlose Urinale).

### 5.3.3.1.1. **Wartung und Betrieb**

Die Komposttoiletten sind wartungsarm. Die Reinigungsintervalle entsprechen denen herkömmlicher Toiletten. Der Kompost im Behälter darf nicht zu feucht werden. Gegebenenfalls muss Strukturmaterial zugegeben werden, das überschüssige Flüssigkeit aufnimmt. Da hier separierende Toiletten eingesetzt werden, ist mit zu viel Restfeuchte kaum zu rechnen.

Es muss in regelmäßigen Abständen kontrolliert werden, ob Flüssigkeit aus dem Kompost sickert. Diese muss dann in regelmäßigen Abständen abgelassen und in die Grauwasserbehandlung gegeben werden.

Der einjährige Kompost aus dem Behälter wird einmal zu Beginn der Saison auf den externen Kompostplatz entleert.

Der Besucher wird durch Hinweisschilder auf die korrekte Nutzung der Toilette hingewiesen.

### 5.3.3.2. **Wasserlose Urinale**

Wasserlose Urinale finden in den letzten Jahren auch in Europa verstärkt Einsatz. Angeboten werden wasserlose Urinale von verschiedenen Firmen als Keramik-, Edelstahl- oder GFK-Ausführung.



Der Geruchsverschluss erfolgt bei der Mehrzahl der angebotenen wasserlosen Urinale durch eine Sperrflüssigkeit, die leichter als Urin ist. Nach Herstellerangaben sind diese Flüssigkeiten (langkettige Alkoholverbindungen) biologisch abbaubar. Eigene Untersuchungen haben dies bestätigt. Andere Modelle arbeiten mit einem Magnetschwimmventil oder mit Gummimembranen als Geruchsverschluss.

Durch die besondere Oberfläche der Urinalbecken wird der Urin rückstandslos abgeleitet.

Bei Einbau von wasserlosen Urinalen sind Trinkwasser-Zulaufleitungen nicht erforderlich. Durch das Fehlen von Wasser wird die Inkrustation der Ableitungen durch Urinstein erheblich reduziert.

**Bild 8: Wasserloses Urinal (Firma Urimat)**

Vorgeschlagen wird ein Urinal, dessen Geruchsverschluss über einen Auftriebskörper, der über ein Magnetventil gesteuert ist, erfolgt. Das Urinal ist auch mit mechanischer Bedienung lieferbar.

### 5.3.3.2.1. **Speicherung und Behandlung von Urin**

Der vom Menschen im Urin ausgeschiedene Stickstoff liegt überwiegend in Form von Harnstoff vor. Aus dem Harnstoff bildet sich während des Transports und der Lagerung Ammonium. Um die Bildung von Ammoniak zu unterbinden bzw. zu verlangsamen ist die Lagerung in abgeschlossenen Behältern notwendig.

Die Dimensionierung der Behälter ist abhängig von der Menge des anfallenden Urins, der Transportkapazität, sowie die Transportierbarkeit im Hüttenumfeld (bei Handbetrieb ca. 20-30 l Kanister). Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass der Hüttenwirt in besuchsstarken Zeiten sich nur in geringem Maße um die Anlage kümmern kann.

Die Behälter werden in regelmäßigen Abständen mit der vorhandenen Materialeisbahn zum Tal transportiert und dort in einen Güllebehälter der dort ansässigen Almgewossenschaft der Gemeinde Klösterle gegeben. Die Almgewossenschaft sowie die Gemeinde Klösterle haben diesem Vorgehen bereits mündlich zugestimmt.

### **5.3.3.2.2. Hygienisierung**

Urin enthält normalerweise nur eine sehr geringe Menge an pathogenen Keimen. Dennoch besteht das Risiko einer erhöhten Verunreinigung mit fäkalen Keimen. In Schweden wurde das Verhalten von pathogenen und fäkalen Keimen in Gelbwasserspeichern untersucht. [15], [16] Dabei wurde festgestellt, dass *Escherichia coli* und coliforme Keime nach kurzer Zeit im Speicher absterben. Längere Zeit überleben fäkale Streptokokken und einige Arten von Salmonellen. Hierbei sind die niedrigen schwedischen Bodentemperaturen zu berücksichtigen, die eine Stabilisierung des Gelbwassers bewirken.

Mit der Zugabe einer Säure kann bei der Lagerung eine weitere Keim- und Virenreduzierung erreicht werden.

Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt des Wupperverbandes in Zusammenarbeit mit mehreren Partnern aus Forschung und Privatwirtschaft [23] in Nordrheinwestfalen haben gezeigt, dass, .

- wie angenommen, ein Großteil der Nährstoffe im Abwasser im Urin zu finden ist,
- persistente Stoffe zum Großteil im Urin zu finden ist
- Hormone auch im Grauwasser gefunden wurden
- die Nährstoffverfügbarkeit im Urin sehr hoch ist
- der Urin mit Gülle gemischt verwendet werden soll um eine Versalzung von Boden zu vermeiden.

### **5.3.3.2.3. Wartung und Betrieb**

Die Zuverlässigkeit der Funktion wird wesentlich durch die Pflege und Wartung der Urinale bestimmt. Die Wartung der wasserfreien Urinale erfolgt über den Betreiber oder kann auch an eine Wartungsfirma vergeben werden.

Die Urinale werden im Rahmen der üblichen Reinigung der Sanitäreinrichtungen gesäubert. Die Reinigung des Urinals erfolgt mit den vom Hersteller empfohlenen Mitteln auf mikrobiologischer Basis.

Der Siphon sollte einmal pro Saison erneuert werden.

### 5.3.3.3. Filtersackanlage als mechanische Vorklärung

Um ein Verstopfen des bewachsenen Bodenfilters zu verhindern, muss eine Vorklärung zur Feststoffabscheidung installiert werden. Als mechanische Vorreinigung stehen Mehrkammergruben, Feststoffabscheider (Schnecken) oder Filtersäcke zur Verfügung. Die vorhandene 2-Kammergrube ist wegen der Baufähigkeit nicht mehr in die Abwasseranlage zu integrieren. Der maschinelle Feststoffabscheider wurde nicht gewählt, da für den Betrieb eine permanente Stromversorgung zur Verfügung stehen muss und dies für die vorhandene Photovoltaikanlage einen weiteren Verbraucher darstellen würde. Um die Vorgaben der DBU für eine umweltgerechte Entsorgung zu berücksichtigen, wird auf eine mit Energie betriebene Vorklärung verzichtet und eine Filtersackanlage geplant.

Die Eliminationsraten der Filtersäcke beträgt nach [9] 40% im Vergleich zu den Mehrkammerabsetzgruben und können ohne Strom betrieben werden. Aus diesen Gründen wird für die Vorklärung eine Filtersackanlage gewählt.

Die Feststoffe aus dem Grauwasser aus den Waschräumen und der Küche (Ablauf durch Fettfang vorgereinigt) werden in den Filtersäcken zurückgehalten.

Filtersackanlagen werden bereits in mehreren alpinen Hütten als mechanische Reinigungsstufen eingesetzt (z.B. Darmstädter Hütte).

Die Anlage wird auf eine Betriebsdauer von 2 bewirtschafteten Saisons ausgelegt (zwei Straßen, siehe Bild 9), so dass die Filtersäcke eine Saison abtrocknen können, bevor sie auf den Kompostplatz verbracht werden. Dort findet die Nachkompostierung statt.

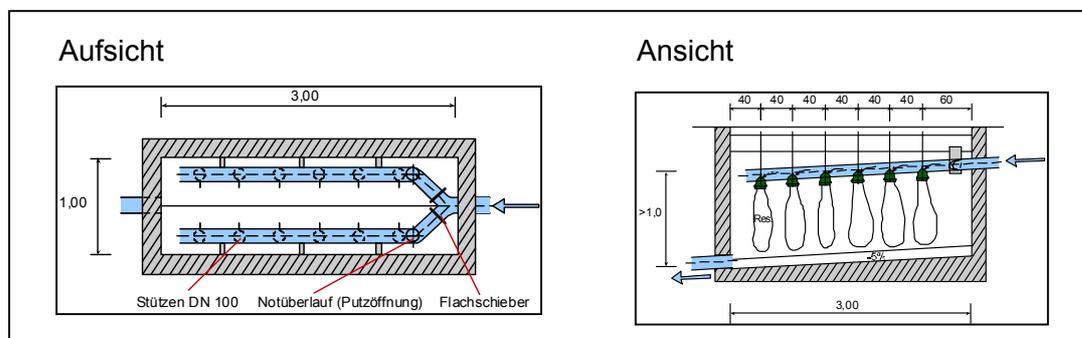


Bild 9: Schema Filtersackanlage, Fließrichtung von links nach rechts.

#### 5.3.3.3.1. Wartung und Betrieb

Zum Ende der bewirtschafteten Saison wird der Zulauf auf die zweite Reihe leerer Filtersäcke umgeschaltet. Die befüllten Säcke trocknen über Winter ab, bis die Filtersackanlage frei zugänglich ist. Die abgetrockneten Säcke werden der Anlage entnommen und auf den Kompostplatz gebracht.

#### 5.3.3.4. Bewachsener Bodenfilter

Das Gebiet um die Göppinger Hütte besteht aus felsigem Untergrunde. Die Höhendifferenzen zwischen Hütte, bzw. mechanischer Vorklärung und Abwasserreinigungsanlagen sind

nicht sehr groß (siehe Höhenlage anhand des Graphischen Höhenmodells des BEV, Anhang 1).

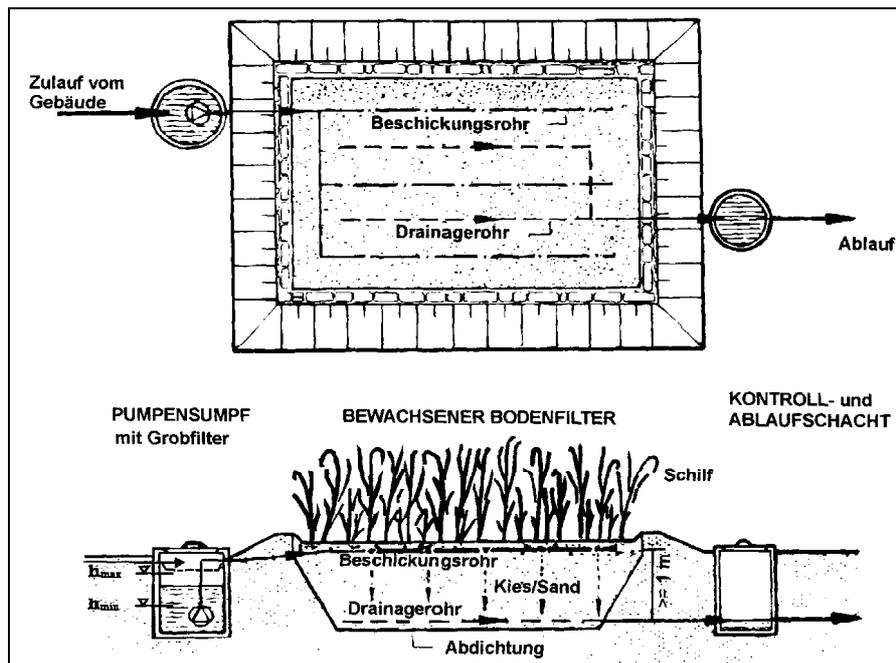
Die Anlagenauswahl fiel auf einen bewachsenen Bodenfilter, der eine verhältnismäßig niedrige Einbauhöhe von 1 m aufweist und dadurch in vorhandene Bodenformationen eingebracht werden kann und Sprengarbeiten vermieden werden können. Der Zulauf der Anlage liegt in Bodenhöhe, so dass das natürliche Geländegefälle zur Ableitung des Grauwassers genutzt werden kann.

Da die Göppinger Hütte lediglich im Sommer betrieben wird, kann davon ausgegangen werden, dass die Außentemperaturen sicher im Bereich der oben definierten „kälteren Klimazone“ liegen und somit von einer Eignung der bewachsenen Bodenfilter für diesen Anwendungsfall gegeben ist.

Bewachsenen Bodenfilter werden zur Reinigung vorgeklärten Grauwassers als vertikal durchströmter Bodenkörper mit einer Bepflanzung (im alpinen Bereich wahlweise Rispen-, Schnabel-, Sumpfschilf, Sumpfwort oder verschiedene Arten der Binsen und Imsen) ausgeführt [4], [23].

Die übliche Dimensionierung für bewachsene Bodenfilter (ATV-A 262) geht von einer Beschickung mit häuslichem Abwasser aus. Da die Anlage der Göppinger Hütte lediglich mit vorgeklärtem Grauwasser beschickt wird, ist hier eine genaue Dimensionierung der Anlage anhand der erwarteten Belastung notwendig. Aufgrund der separaten Erfassung des Urins ist ein wesentlicher Teil der Nährstoffe nicht mehr im Grauwasser enthalten. Die genaue Festlegung der spezifischen Pflanzenkläranlagengröße ist vom Abwasseranfall und von der Belastung abhängig. Eine maximale Beschickungshöhe von 60 mm/d sollte nicht überschritten werden. Eine Mindestwasserbeschickung von ca. 30 mm/d sollte ebenfalls gegeben sein, um eine ausreichende Bewässerung der Pflanzen zu gewährleisten. Die Raumbelastung wird mit 20-25 g CSB/(m<sup>3</sup>\*d) [13], bzw. eine BSB<sub>5</sub> Raumbelastung von 16 g/(m<sup>3</sup>\*d) [17] angegeben.

Das Verteilungssystem der bewachsenen Bodenfilter besteht aus dem Hauptverteilungsrohr, das auf dem Kiesbett (d = 0 - 4 mm, h = 1,0 m) mit Gefälle zur Selbstentleerung verlegt wird. Oberhalb des Hauptverteilungsrohres wird rechtwinklig das Verteilungssystem (DN 40 als gelochtes Rohr, Lochung unten, Lochdurchmesser 8 mm, Lochabstand 1 m) mit einem Rohrabstand von 1,0 m verlegt. Das Verteilungssystem ist höhengleich ohne Gefälle zu verlegen, so dass eine gleichmäßige Verteilung des Abwassers über die gesamte Fläche des bewachsenen Bodenfilters gewährleistet ist (Bild 10).



**Bild 10: Schematischer Aufbau eines bewachsenen Bodenfilters**

Das Ablaufsystem wird auf der Bodendichtung in einer Kiesschicht ( $d = 8-16 \text{ mm}$ ) mit Gefälle in einem Abstand von 1 m verlegt (gelochte Drainageleitung DN 100). Diese Leitung wird am Ende an die Filteroberfläche geführt, so dass eine Belüftung des Filterbetts und ein Druckausgleich gegeben ist.

Der Ablauf des bewachsenen Bodenfilters fließt in einen Kontrollschacht. Über einen höhenverstellbaren Ablauf (Aufstecken eines Rohrstücks) kann die Einstauhöhe der Anlage geregelt werden. Ein Einstau der Anlage ist dann notwendig, wenn die Anlage nicht oder nur mit sehr wenig Grauwasser beschickt wird und dadurch eine Verkrautung des bewachsenen Bodenfilters möglich wird oder die Menge an Grauwasser für eine Bewässerung des Bewuchses nicht ausreichend ist.

Der Pumpensumpf wird mit einem Notüberlauf in den bewachsenen Bodenfilter versehen, damit auch bei Stromausfall die Anlage weiter beschickt wird.

Die Anlage wird mit einem Schutzzaun versehen, damit Weidevieh die Anlage nicht zerstören kann.

#### **5.3.3.4.1. Wartung und Betrieb**

Der bewachsene Bodenfilter ist wartungsarm. Der Bewuchs sollte zum Ende der Saison gemäht werden, verbleibt allerdings als Schutz auf der Beetoberfläche. Im Frühjahr, bei Schneefreiheit wird der geschnittene Bewuchs entfernt.

Die Beschickungspumpe bedarf einer regelmäßigen Wartung, um einen einwandfreien Betrieb zu gewährleisten.

### 5.3.3.5. Bemessung und Bemessungsgrundlagen

Für eine reale Abschätzung der zu erwartenden Werte wurde in der vergangenen Saison 2001 Wassermengen zu unterschiedlichen Belastungsphasen erfasst. (siehe Kap. 5.2.1)

### 5.3.3.6. Anforderungen an die Reinigungsleistung

Folgende Anforderung nach 3. Emissionsverordnung (Extremlagenverordnung) für kommunales Abwasser sind durch die Abwasserreinigungsanlage einzuhalten:

- absetzbare Stoffe 0,5 ml/l
- CSB Wirkungsgrad der Elimination nicht kleiner als 70%
- BSB<sub>5</sub> Wirkungsgrad der Elimination nicht kleiner als 80%

### 5.3.3.7. Wassermengen/Abwassermengen/Frachten

Das ÖWAV Regelblatt berücksichtigt die Fracht und den Wasserverbrauch unterschiedlicher Hüttentypen. Hier wird eine Kategorisierung vorgeschlagen die nicht nur die Ausstattung der Hütte, sondern auch die Länge der Aufenthaltszeit der Tagesgäste berücksichtigt.

Für die Dimensionierung der Grauwasserreinigungsanlage wird das ÖWAV Regelblatt als Richtlinie verwendet.

Bemessungsgrundlage ist die von der Sektion Göppingen/Hohenstaufen genannte Besucheranzahl (siehe Tabelle 5).

Auslegung auf Dauer	110	Tage
Tagesgäste	3000	pro Saison
Übernachtungen	2000	pro Saison
Personal (permanent vorhanden)	4	pro Saison

**Tabelle 5: Durchschnittliche saisonale Besucheranzahl der Göppinger Hütte**

Die Belastungen für die unterschiedlichen Personengruppen ist in Tabelle 6 dargestellt. Die Hütte liegt mit der jetzigen Ausstattung in den Waschräumen und der Küche sowie den vorgesehenen Komposttoiletten zwischen den Kategorien 2 und 3.

Kategorie 2: beinhaltet eine geringe Ausstattung: meist ohne fließendes Wasser, Trockentoilette.

Kategorie 3: beinhaltet eine mäßige Ausstattung: fließend Wasser in der Küche, Wirtschaftsraum und Waschanlagen, WC-Anlagen vorhanden, Dusche nur für Personal.

Für den Wasserverbrauch wird im Mittel die Kategorie 3 als Grundlage genommen, da die Hütte über fließend Wasser verfügt, in den Waschräumen aber lediglich kaltes Wasser zur Verfügung steht. Wie in Kategorie 3 verfügt die Hütte über eine Dusche für das Personal, die wasserspülenden Toiletten fallen bei Einbau der Komposttoiletten aus der Kalkulation für den Wasserverbrauch heraus.

Die BSB<sub>5</sub> Schmutzfracht wird an die Kategorie 3 bemessen, wobei hierbei jeweils der Anteil der für die Komposttoilette in Kategorie 2 angegeben wird, abgezogen wurde.

Die folgende Tabelle 6 zeigt die Werte der Kategorie 2 und 3 des 1. Regelblattes des ÖWAV sowie die für die Göppinger Hütte gewählten Größen:

Abwassermenge für...	Einheit	Kategorie 2	Kategorie 3	Gewählt
Übernachtender Gast	[l/(E*d)]	10 – 15	20 – 40	30
Tagesgast (kurzer Aufenthalt)	[l/(E*d)]	5 – 10 (2 – 5)	10 – 15 (5 – 10)	7
Personal	[l/(E*d)]	10 – 25	25 – 75	50
<b>BSB<sub>5</sub> Schmutzfracht</b>				
Übernachtender Gast	[g/(P*d)]	25 + 25 (*)	50 – 55	25
Tagesgast (kurzer Aufenthalt)	[g/(P*d)]	10 + 10 (*) (5 + 10) (*)	15 – 20 (10 – 15)	5
Personal	[g/(P*d)]	25 + 30 (*)	55 – 60	30

\* Der erste Wert bedeutet die von einer Trockentoilette abfließende Fracht und der zweite Wert die zurückgehaltene Fracht.

Tabelle 6: berechnete Abwassermenge und Schmutzfracht der Göppinger Hütte

Die erwarteten Zulaufwerte zu der Abwasserreinigungsanlage unterliegt saisonalen Schwankungen. Im saisonalen Durchschnitt besuchen ca. 45 Personen pro Tag die Hütte (Tagesgäste, Übernachtungsgäste und Personal). Eine maximale Spitzenbelastung berechnet sich aus den maximal vorhandenen Übernachtungsmöglichkeiten und der erfahrungsgemäßen Anzahl an Tagesgästen an einem Wochenendtag bei optimalen Wetterbedingungen. Um eine reale Abschätzung zu bekommen wird eine durchschnittliche Tagesbelastung nach den Angaben des Hüttenwirtes angenommen (siehe Tabelle 7).

Auslegungsdaten		Durchschnitt Saison	maximale Tagesbelastung	durchschnittliche Tagesbelastung
Tagesgäste	[P/d]	25	70	50
Übernachtungsgäste	[P/d]	16	74	35
Personal	[P/d]	4	4	4
<b>Personen gesamt</b>	<b>[P/d]</b>	<b>45</b>	<b>148</b>	<b>89</b>
<b>Belastungen</b>				
Tagesgast 5g/(P*d)	[kg/d]	0,25	0,350	0,25
Übernachtungsgast 25 g/(P*d)	[kg/d]	0,40	1,850	0,88
Personal 30 g/(P*d)	[kg/d]	0,12	0,120	0,12
<b>tägliche BSB<sub>5</sub> Fracht</b>	<b>[kg/d]</b>	<b>0,77</b>	<b>2,32</b>	<b>1,25</b>

Tabelle 7: Auslegungsdaten und berechnete Belastungen

Die hydraulische Spitzentageslast beträgt 2,9 m<sup>3</sup>/d, und eine Spitzenbelastung von 0,73 m<sup>3</sup>/h. Die Spitzenfracht beträgt 2,32 kg/d.

### **Dimensionierung Fettabscheider**

Bemessung nach DIN 4040:

Größenbestimmung nach Essenportionen nach DIN 4040 (prEN 1825-1):

Annahme:

Monatlicher Wert der täglich produzierten, warmen Essenportionen:

M = 50 Essen/Tag

Stoßbelastungsfaktor F = 22 (entsprechend Ganztagesgroßküche: Zubereitung in wenigen Großkochbehältern, hoher Anteil an Dauerkonserven, marktfrische Ware)

Essensausgabedauer: t = 6 Stunden pro Tag

Betriebsspezifische Wassermenge je warmer Essenportion: VM = 15 l/Essen (Wert empfohlen für Gaststätten, etwas mehr als Ganztagesgroßküche mit 10l/Essen)

Daraus berechnet sich ein maximaler Schmutzwasserzufluss von

$$Q_s = M * VM * F / t = 0,8 \text{ l/s.}$$

Die Nenngröße des Fettabscheiders ist zusätzlich von folgenden Erschwernisfaktoren abhängig:

fd = Berücksichtigung der Dichte (bei Schmutzwasser aus Küchen = 1)

ft = Zulauftemperatur (bei Zulauftemperatur bis 60°C = 1)

fr = Zugabe von Reinigungsmittel (bei Anwendung von Spülmittel = 1,3)

Damit ergibt sich die Nenngröße des Fettabscheiders zu:

$$NG = Q_s * fd * ft * fr = 0,8 * 1 * 1 * 1,3 = 1$$

Größenbestimmung nach Kücheneinrichtungsgegenständen und Auslaufventilen nach DIN 4040 (prEN 1825-1):

1 Spülbecken mit Geruchsverschluss, 40mm ql1 = 0,8 l/s, Gleichzeitigkeitsfaktor Z1 (1 Stück) = 0,45.

1 Geschirrspülmaschine, ql2 = 2 l/s, Gleichzeitigkeitsfaktor Z2 (1 Stück) = 0,6

Schmutzwassermenge  $Q_s = (Z1 * ql1) + (Z2 * ql2) = (0,45 * 0,8) + (0,6 * 2) = 1,6 \text{ l/s}$

Daraus ergibt sich die Nenngröße von:

$$NG = Q_s * fd * ft * fr = 1,6 * 1 * 1 * 1,3 = 2$$

(Erschwernisfaktoren siehe oben)

Das anfallende Fett wird auf den Kompostplatz gebracht und dort mit dem Kompost aus den Toiletten, bzw. aus der Filtersackanlage vermischt.

Nach der Berechnung sollte ein Fettabscheider der Nenngröße 2 gewählt werden. Nach Absprache mit der genehmigenden Behörde wird ein Fettfang eingebaut, der einen einfachen Umbau durch ein 2 Kammersystem auf die Nenngröße 1 möglich macht, um bei geringen Belastungen die Anlage entsprechend einstellen zu können.

### Dimensionierung der Filtersackanlage (Vorklärung)

Die Dimensionierung erfolgt über die in Spitzenzeiten anfallende Grauwassermenge und die Filtereigenschaften der eingesetzten Filtersäcke. Der Aufbau der Filtersackanlage erfolgt nach Ingerle und Stegner [12].

#### Hydraulische Dimensionierung Filtersackanlage:

Nach den in Kapitel 2.1 beschriebenen Annahmen wird an Tagen mit Vollbelegung (= Belegung aller Schlafplätze zzgl. 70 Tagesgäste) mit einer Spitzentagesmenge von

$$Q_{sp} = 2,91 \text{ m}^3/\text{d}$$

gerechnet. Der stündliche Spitzenwert berechnet sich nach dem 1. Regelblatt des ÖWAV

$$Q/4 = 0,73 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Bestimmung der Spitzenbelastung		
<b>Vollbelegung</b>	74	Übernachtungsgäste
	70	Tagesgäste
	4	Personal
<b>benötigte Wassermenge</b>	30	l/Übernachtungsgast
	50	l/Personal
	7	l/Tagesgast
<b>Spitzentagesmenge:</b>	2,91	m <sup>3</sup> /d
<b>Stundenspitzenwert Q/4 =</b>	0,73	m <sup>3</sup> /h

**Tabelle 8: Bestimmung der Spitzenbelastung**

Bei einem Filtersack mit einem Durchmesser von 25 cm und einer tatsächlichen Füllhöhe von 80 cm ergibt sich ein Filtervolumen von ca. 40 l und einer Filterfläche von 0,68 m<sup>2</sup>.

Mit der Annahme einer Durchgängigkeit im Filter von 10<sup>-4</sup> m/s ergibt sich eine Mindestanzahl von 3 Filtersäcken für Spitzenlastzeiten. (Tabelle 9)

Nach hydraulischer Belastung:		
Spitzenbelastung	0,20	l/s
Inhalt Filtersack	0,04	m <sup>3</sup>
Höhe	0,8	m
Filterfläche	0,68	m <sup>2</sup>
Durchgangswert kf (z.B. Sand)	10 <sup>-4</sup>	m/s
Durchlässigkeit des Filters	0,07	l/s
<b>Stückzahl Filtersäcke</b>	<b>3</b>	

**Tabelle 9: Bestimmung der Mindeststückzahl der Filtersäcke**

Dimensionierung nach anfallenden Feststoffen:

Nach Hawkesbury-Nepean [15] sind im Grauwasser 20 g Feststoffe pro Einwohner und Tag enthalten. Mit der Annahme, dass pro Tagesgast lediglich die Hälfte, bei Übernachtungsgäste 2/3 der Feststoffe anfallen ergibt sich eine gesamte Feststoffmenge von 67 kg aus dem Grauwasser. Mit der Annahme, dass die entwässerten Säcke nach einer Saison ein Gewicht von ca. 20 kg wiegen (Entwässerung ca. 50% über Winter), ergibt sich eine Anzahl von 3 Filtersäcken pro Saison. Aus Sicherheitsgründen werden 4 Säcke pro Saison, also 8 Säcke für die gesamte Filtersackanlage geplant.

Filtersacksystem	Ansatz [g/G*d]	Nutzung	Nutzungen pro Saison [Stk./S]	Menge [kg/S]
Rottegut Tagesgast	20	0,5	3.000	30
Rottegut Übernachtungsgast	20	0,7	2.000	28
Rottegut Personal	20	1	400	8,8
<b>Summe (kg/Saison):</b>				<b>67</b>
<b>Anzahl Filtersäcke nach Gewicht:</b>				
[kg/Sack]	20			<b>3</b>

Tabelle 10: Berechnung der Anzahl der benötigten Filtersäcke

Dimensionierung des bewachsenen Bodenfilters

Das vorgereinigte Abwasser aus der Filtersackanlage gelangt in einen Pumpensumpf und wird von dort intermittierend auf den bewachsenen Bodenfilter gepumpt.

Der bewachsene Bodenfilter wird nach einer zu erwartenden mittleren Tagesbelastung dimensioniert. Die angenommene maximale Besucheranzahl von 74 Übernachtungsgästen, 70 Tagesgästen und 4 ständig anwesenden Personen beschreibt eine maximale Belegung der Hütte die lediglich an einigen Tagen in der Saison erreicht wird.

Die maximale Belegung ergibt mit den oben genannten spezifischen BSB<sub>5</sub>-Belastungen eine tägliche BSB<sub>5</sub> Fracht von 2,32 kg pro Tag. Die durchschnittliche Tagesbelastung beträgt bei oben angenommenen Besucherzahlen 1,25 kg/d (siehe S.18). Um die durchschnittliche Tagesbelastung reinigen zu können, wird zwischen maximaler und mittlerer Belastung gemittelt und als Auslegungsgröße die Belastung von 1,8 kg BSB<sub>5</sub>/d angenommen. Das entspricht einer Personenanzahl von z.B. 59 Übernachtungsgästen, 41 Tagesgästen und 4 Personen zur Bewirtschaftung oder 40 Übernachtungsgästen, 138 Tagesgästen und 4 Personen zur Bewirtschaftung (Tabelle 11).

Da der bewachsene Bodenfilter lediglich in den Sommermonaten betrieben wird ist davon auszugehen, dass Kollmationserscheinungen weniger auftreten, da der Filter über Winter nicht mit Schmutzfracht beaufschlagt wird und somit die Mikroorganismen absterben und ausgewaschen werden.

Bei Nutzung einer Vorklärung reduziert sich bei gesamtem häuslichen Schmutzwasser die spezifische Belastung um 67% von 60g/(EW\*d) auf 40g/(EW\*d) [9]. Es wird angenommen,

dass bei Grauwasser die Reduzierung geringer ausfällt, da hier eine geringere Menge an Feststoffen enthalten sind. Durch Einsatz der Filtersackanlage wird bei der Auslegung der biologischen Reinigungsstufe eine Reduzierung von 80% berücksichtigt (Reduzierung des Ablaufs auf 1,4 kg BSB<sub>5</sub>/d).

Für bewachsene Bodenfilter wird in der Regel eine maximale Raumbelastung von 16 g/(m<sup>3</sup>\*d) nach Vorbehandlung empfohlen [17]. Daraus ergibt sich für eine Belastung von 1,4 kg BSB<sub>5</sub>/d ein Beetvolumen von 90 m<sup>3</sup>. Um eine ausreichende Versorgung des Bewuchses des Bodenfilters zu gewährleisten sollte die Beschickungshöhe ca. 30 mm/d betragen. Die Auslegungsdaten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

	Einheit	Maximale Auslegung	Mittlere Auslegung	Gewählte Auslegung
BSB <sub>5</sub> Belastung	[kg BSB <sub>5</sub> /d]	2,32	1,25	1,8
Reduktion um 20% durch Vorklärung	[kg BSB <sub>5</sub> /d]	1,86	1,0	1,44
Erforderliches Volumen des bew. Bodenfilters bei 16 g BSB <sub>5</sub> /(m <sup>3</sup> *d)	[m <sup>3</sup> ]	116	62	90
Beschickungshöhe	[mm/d]	25	47	32

**Tabelle 11: Auslegungsdaten für den bewachsenen Bodenfilter**

### **Dimensionierung Trockentoilette**

Der Plan in Anhang zeigt den Bau der Trockentoilette inklusive Auffangbehälter. Auf einem Betonboden mit leichter Neigung zur Mitte hin (Ableitung von gegebenenfalls anfallender überschüssigen Flüssigkeit) stehen Gitterkörbe unter den Abwurfstellen der Toiletten. Der Behälter wird aus gedämmten Edelstahlelementen zusammengesetzt. Pro Saison ist pro Toilettenabwurf ein Gitterkorb in Betrieb. Da der Kompost eine 2. Saison zur Kompostierung im Behälter verbleiben soll stehen in dem Kompostbehälter 6 Gitterkörbe, 3 davon befinden sich jeweils in Betrieb. Der Behälter ist so groß dimensioniert, dass die Fäkalien ein Jahr lang dort verbleiben können um anschließend auf dem Kompostplatz zwei weitere Jahre gelagert zu werden.

Zum Entleeren werden die Gitterkörbe über einen Flaschenzug außerhalb der Hütte auf Erdgeschossniveau gehoben, der Inhalt wird dort auf Schubkarren umgeladen und zum Kompostplatz transportiert.

Für die Dimensionierung der Trockentoilette wird lediglich die Menge an Fäkalien berücksichtigt, da der Urin separat abgeleitet und gespeichert wird.

Die Komposttoilette wird nach folgenden Annahmen [25] dimensioniert:

Input Komposttoilette	Ansatz [l/G]	Nutzung	Nutzungen pro Saison [Stk./Saison]	Menge [l/Saison]
Fäkalien (frisch) Tagesgast	0,25	0,5	3.000	375
Fäkalien (frisch) Übernachtungsgast	0,25	1	2.000	500
Fäkalien (frisch) Personal	0,25	1	440	110
<b>Summe (l/Saison):</b>				<b>985</b>

Bei der Annahme von 0,25 l Fäkalien pro Gast ist bereits Strukturmaterial (Rindenmulch oder Sägespäne) mit berücksichtigt. Da in der Göppinger Hütte separierende Toiletten vorgesehen sind, kann der Anteil an Strukturmaterial gegebenenfalls verringert werden. Dies wird sich allerdings erst im Betrieb zeigen. Die Benutzungshäufigkeiten sind der Tabelle zu entnehmen.

### **Dimensionierung Kompostbeet**

Der einjährige Kompost aus der Trockentoilette wird auf einem Kompostplatz weitere 2 Jahre gelagert und dabei kompostiert um anschließend im Hüttenumfeld ausgebracht werden zu können.

Es wird davon ausgegangen, dass der Kompost innerhalb des 1. Jahres ca. 50% der Masse verliert. Pro Saison fallen rechnerisch 0,98 m<sup>3</sup> Kompost an. Somit verbleiben nach einem Jahr ca. 0,49 m<sup>3</sup> Kompost zur Verbringung auf einem Kompostbeet.

Zusätzlich zu dem Kompost aus der Toilette werden die Feststoffe aus der Filtersackanlage, sowie aus dem Fettfang auf das Kompostbeet gebracht. Hier fallen ca. 70 kg/Saison an die ebenfalls nach obiger Annahme nach einem Jahr durch Entwässerung auf 35 kg (ca. 0,03 m<sup>3</sup>) reduziert sind.

Die Befüllung des Kompostplatzes mit Reststoffen aus den Toiletten und der Filtersackanlage erfolgt ein mal in jeder Saison.

Bei einer Stapelhöhe des Kompostes von 0,5 m wird pro Jahr eine Fläche von 1,60 m x 1,00 m benötigt, wenn gleichzeitig der Bioabfall aus der Küche ebenfalls auf den Kompostplatz gebracht wird. Für die 2 jährige Kompostierung wird eine Fläche von 3,6 m<sup>2</sup> (1,0m x 3,6m, inklusive Umzäunung) vorgesehen.

Als Umzäunung wird ein Holzlattenzaun als ausreichend angenommen. Die vorderen Latten sollen entfernbar sein, damit ein Befüllen bzw. Entleeren des Kompostplatzes leicht gemacht wird.

Die Reststoffe aus dem Fettfang werden in regelmäßigen Abständen je nach Bedarf auf den Kompost gegeben. Anschließend sollten diese Reststoffe in den Kompost untergemischt werden.

#### 5.3.4. Stand bei der Genehmigungsbehörde

Im Vorfeld der Genehmigung wurden in Gespräche mit dem Grundstückseigentümern (Almgenossenschaft) und der zugehörigen Gemeinde Klösterle die geplanten Maßnahmen vorgestellt und diskutiert. Hierin wurde eine generelle Zustimmung aller Beteiligten ausgesprochen.

Nach einem mündlichen Vorgespräch beim Landeswasserbauamt Bregenz (begutachtende Behörde) wurde der Antrag auf wasserrechtliche Bewilligung bei der unteren Wasserbehörde, der Bezirkshauptmannschaft Bludenz, beantragt. In einer Anhörung zum wasserrechtlichen Antrag mit allen beteiligten Behördenvertretern (Gemeinde Lech, Gemeinde Klösterle, Landeswasserbauamt Bregenz als gutachterliche Fachbehörde, Bezirkshauptmannschaft Bludenz) in Lech am 23.09.2002 wurde das vorgeschlagene Konzept als genehmigungsfähig eingestuft.

Eine mündliche Genehmigung wurde durch die Bezirkshauptmannschaft Bludenz (Herr DI Clemens Konzett) in Abstimmung mit dem Landeswasserbauamt Vorarlberg (Herr DI Berthold) ausgesprochen.

Folgende Wünsche aus der mündlichen Verhandlung sollen berücksichtigt werden:

- die Anlage muss vor Weidevieh geschützt werden
- der Termin der Ausbringung des Kompostes erfolgt in Absprache mit der Almgenossenschaft (zum Schutz des Weideviehs)
- die Gemeinde Klösterle erhält eine einseitige Kurzfassung des Projektes, aus der die für die Anlagenteile benötigten Flächen hervorgeht

#### 5.4. Abfall

Die Abfallentsorgung wurde in den letzten Jahren umstrukturiert. Für Getränke werden Fässer verwendet, lediglich für Getränke in kleineren Mengen werden Flaschen bezogen. Einwegverpackungen werden vermieden. Organische Abfälle werden vor Ort kompostiert. Die Restabfälle werden gesammelt, mit der Materialseilbahn ins Tal transportiert und dort in getrennten Fässern gelagert bis sie von einem Abfallentsorgungsunternehmen abgeholt und einer geregelten Entsorgung zugeführt werden.

Der Bereich Abfall ist bereits in einem weitgehend umweltgerechten Zustand, sodass hier kein Handlungsbedarf besteht.

## 6. Kosten

Für das Projekt wurde eine Kostenschätzung mit Hilfe von vorhandenen Kosten und geschätzten Kosten (aus Erfahrungswerten) durchgeführt.

Aus folgender Tabelle sind die Kosten aus den Schätzungen und den Angeboten zu entnehmen. Hierbei sind in die Kosten der Leistungsverzeichnisse Kostenschätzungen und Kosten aus Angeboten enthalten.

<b>Kostentabelle</b>		
<b>Abwasser</b>		
<b>Aussenanlagen</b>		
Rohrleitungsverlegung	25.000€	LV 00A
Filtersackanlage	17.500€	LV 00A
Bewachsener Bodenfilter	24.500€	LV 00A
Sonstige Kosten (Transport, Baustelleneinrichtung)	36.000€	LV 00A
<b>Inneninstallationen</b>		
Sanitäreinrichtungen Innen	7.205€	Kostenschätzung R.Schöller
Installationen	20.000€	LV 00B
Hochbau		
<b>Energie</b>		
Bauteile	40.000€	Ise
Planung u. Errichtung	5.400€	Ise
Zuschlag für innovative Planung (35%)	1.269€	Ise
sonstige Kosten (Transport u.a.)	1.500€	Ise
<b>Wärmedämmung</b>		
Schindeln	(14000)€	nicht in der Kostenkalkulation enthalten
Dämmung	11.100€	Angebot
Regiearbeit	1.280€	Schätzung
Fenster	34.000€	Angebot
<b>Präsentation</b>		
	1.000€	Schätzung
Summe	225.754€	
Zuschlag für Unvorhergesehenes [%]	10 %	
<b>Gesamsumme</b>	<b>248.329€</b>	

Die folgende Tabelle zeigt die Kosten, die an Eigenanteil als Arbeitsleistung erbracht werden können:

<b>Eigenleistung</b>		
Abwasser		0€
Energie (371hx15€)		5.565€
Gesamtes Projekt		
Bauleitung (150hx15€)		2.250€
Summe		7.815€

Hierbei muss angeführt werden, dass die Sektion über Fachpersonal (Dipl. Bauingenieure für die Bauleitung und Energieingenieure, bzw. Installateure) verfügt und somit die Installation der Energietechnik sowie die Bauleitung als Eigenanteil leisten können.

## 7. Präsentation und Qualifizierungsmaßnahmen

Zur Erläuterung der neuen technischen Anlagen werden 2 Poster (je eines für die Energietechnik und eines für die Wasser-/Abwassertechnik) erstellt und für die Besucher an einer gut sichtbaren Stelle platziert.

In den Toiletten werden erläuternde Tafeln mit Hinweisen auf die Besonderheiten einer kompostierenden Toilette angebracht.

Für den Betrieb wird für die Abwassertechnik ein Betriebsbuch mit Hinweisen auf die technischen Details, Betriebsführung, hygienische Aspekte, Störungsmeldungen und Lösungsmöglichkeiten erstellt.

Die Erstellung der Planungen wurde in mehreren Gesprächen dem derzeitigen Hüttenwirt erläutert und Anregungen von seiner Seite im Hinblick auf örtliche Gegebenheiten und Bedienung aufgenommen.

Bei Inbetriebnahme erfolgt eine Einweisung des Hüttenwirtes in die Anlage.

## 8. Zeitplan

Die Baumaßnahmen sind für die Saisons 2003 und 2004 geplant.

Zeitlicher Bauablauf: (angegeben sind Zeitspannen, da die Durchführung der Baumaßnahmen stark von den herrschenden Wetterbedingungen und von der Verfügbarkeit der Bauunternehmen abhängen)

Juni 2003. Erläuternde Gespräche mit den beauftragten Firmen vor Ort

Juli/August 2003: Bau der Außenanlagen, Verlegung der Rohrleitungen bis in das Gebäude

Ende September (Saisonende): Umbau der Sanitäreinrichtungen im Gebäude, um den Betriebsbetrieb nur minimal zu belasten.

Anschluss der Hausinstallationen an das Ableitungssystem zur Anlage. Reinigung der bestehenden Klärgrube am Ende der Saison.

Beginn Saison 2004: Umbau der Klärgrube und Bau der Verbindung zwischen Haus und Klärgrube.

Bepflanzung des bewachsenen Bodenfilters, Inbetriebnahme des gesamten Systems und Bauabnahme.

Die Termine sind in enger Abstimmung mit der zu beauftragenden Baufirma zu treffen.

Abschluss des Projektes in der Saison 2004.

## **9. Anmerkung**

Der Schlussbericht dient gleichzeitig als Antrag auf Förderung der Baumassnahmen für die Göppinger Hütte. Er wurde von der Firma OtterWasser formuliert.

Bearbeitung: Dipl. Ing. (FH) A. Albold

## 10. Literatur

[1]	ÖWAV	Regelblatt 1 Abwasserentsorgung im Gebirge, 3. vollständig überarbeitete Auflage	2000
[2]	DIN 4040	Abscheideranlagen für Fette	
[3]	Berichte aus Wassergüte- und Abfallwirtschaft, TU München, D.Schreff	Abwasserreinigung im Hochgebirge als typisches Beispiel für dezentrale Abwasserreinigung 30. Abwassertechnisches Seminar	2001
[4]	Schreff, D.	Abwasserbehandlung im alpinen Raum durch naturnahe Verfahren, dargestellt am Beispiel der Neuen Magdeburger Hütte in ÖWAV Seminar Abwasserentsorgung im Gebirge	2000
[5]	ATV A 262		
[6]	Schweizer Alpen Club	Wegleitung für die Abwasserentsorgung bei Berghütten	2000
[7]	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Dipl.Ing. Dr. G.Cord	Abwasserentsorgung von Schutzhütten, Fallbeispiele nach dem Stand der Technik	1998
[8]	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft	Abwasserentsorgung von Einzelobjekten in alpiner Lage, qualitative und quantitative Erhebung des Grauwasseranfalls von Objekten in alpiner Streulage und Untersuchung der Möglichkeiten der biologischen Reinigung vor Ort in Kleinkläralagen	1995
[9]	EU-Life-Projekt Universität Innsbruck	Technologievergleich und Ökobilanz von Abwasserreinigungsanlagen in alpinen Extremlagen <a href="http://info.uibk.ac.at/c8/c815/frame.html">http://info.uibk.ac.at/c8/c815/frame.html</a>	2002
[10]	David Del Porto, Carol Steinfeld	The composting Toilet System Book	2000
[11]	Imke Naudascher	Kompostierung menschlicher Ausscheidungen durch Verwendung biologischer Trockentoiletten – mit besonderer Berücksichtigung des Kleingartenbetriebes; Institut für Siedlungswasserwirtschaft Universität Karlsruhe	2000
[12]	Ingerle, K.; Stegner, U.:	Das Filtersacksystem Österreichische Wasserwirtschaft	1986
[13]	Neemann, Dr. Gerd	Optimierung der Reinigungsleistung von Kleinkläranlagen am Beispiel von Schilfkläranlagen und ausgewählten technischen Systemen in Konzepte zur Abwasserbehandlung im ländlichen Raum Band 1	2000
[14]	Hawkesbury-Nepean	Catchment Trust	1996
[15]	Swedish University of Agricultural Sciences, Institutionen för lantbruksteknik	Reporte 208, 228 und 229. Uppsala	1998
[16]	Stockholm Vatten	Urin Separation – Closing the nutrient cycle. Final Report on the R&D Project Source-separated human urine	2000
[17]	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen	Merkblätter Nr. 23 Abwasserbehandlung in Pflanzenanlagen	2000
[18]	Marilyn Noah	Baby, it's COLD outside! Techniques for onsite success in cold climates, in "Small Flows Quarterly" Vol 1 No2	2001
[19]	Hans B. Wittgren, Trond Maehlum	Wastewater treatment wetlands in cold climates, Water Science and Technology Vol 35, No 5	1997
[20]	Trond Maehlum, Per Stal-nacke	Removal efficiency of three cold-climate constructed wetlands treating domestic wastewater: effects of temperature, seasons, loading rates and input concentrations, Water Science and Technology, Vol. 40 No3	1999
[21]	Petter D. Jessen	Design and performance of ecological sanitation systems, Internet dialog on Ecological Sanitation (15. Nov. – 20. Dec 2001)	2001
[22]	M. Fröhlich	Persönliche Mitteilung, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft München	2002
[23]	Dr. M.Oldenburg	Persönliche Mitteilung, OtterWasser GmbH, Erscheinungsdatum Schlussbericht des Forschungsvorhabens 05/2003	2003
[24]	Re-natur	<a href="http://www.re-natur.de">www.re-natur.de</a>	k.A.
[25]	Claudia Lorenz-Ladener	Komposttoiletten	1993
[26]	DBU	Ausschreibung für "Demonstrationsvorhaben zur umweltgerechten Ver- und Entsorgung ausgewählter Berg- und Schutzhütten"	2000

---

**Anlagen:**

1. Ist-Zustand der Hütte:  
Kapitel 2.2.1 aus Anhang1: Gebäudezustand (von Rolf Jäger, Hüttenreferent Göppinger Hütte)  
Bestandspläne der Hütte: Kellergeschoss, Erdgeschoss, Obergeschoss (übernommen von Dipl. Ing.W. Bosch, freier Architekt Göppingen, 1993)  
Plan der bestehenden Klärgrube  
Nivelierung de Hüttenumgebung vom 08.08.02
2. Energieanlage:  
Pläne „Windhamster“, (Rolf Eitle, DAV Göppingen)  
Auflistung von Windmessungen
3. Abwasseranlage: (alle Pläne OtterWasser GmbH, A.Albold)  
Lageplan der Abwasseranlage im Gelände  
Plan „Grauwasserreinigung der Göppinger Hütte“  
Plan Filtersackanlage  
Plan Bewachsener Bodenfilter
4. Sanitäreinrichtungen in der Hütte: (Alle Pläne OtterWasser GmbH, A.Albold)  
Rohrleitungsverlegung Kellergeschoss, Erdgeschoss, 1. Obergeschoss (inkl. 2. OG)  
Plan Gestaltung Sanitärbereich im Erdgeschoss  
Plan Kompostbehälter Kellergeschoss
5. Leistungsverzeichnisse:  
00A Leistungsverzeichnis Abwasseranlage  
00B Leistungsverzeichnis Umbau/Neubau der Sanitäreinrichtung inkl. Rohrleitungsverlegung im Haus
6. Bereits vorliegende Angebote
7. Kosten:  
Aufstellung Arbeitsstunden Eigenleistung Energieanlagen  
Kostenaufstellung Gesamtprojekt  
Kostenschätzung nach Bereichen und Kapiteln des LV 00A und LV 00B