

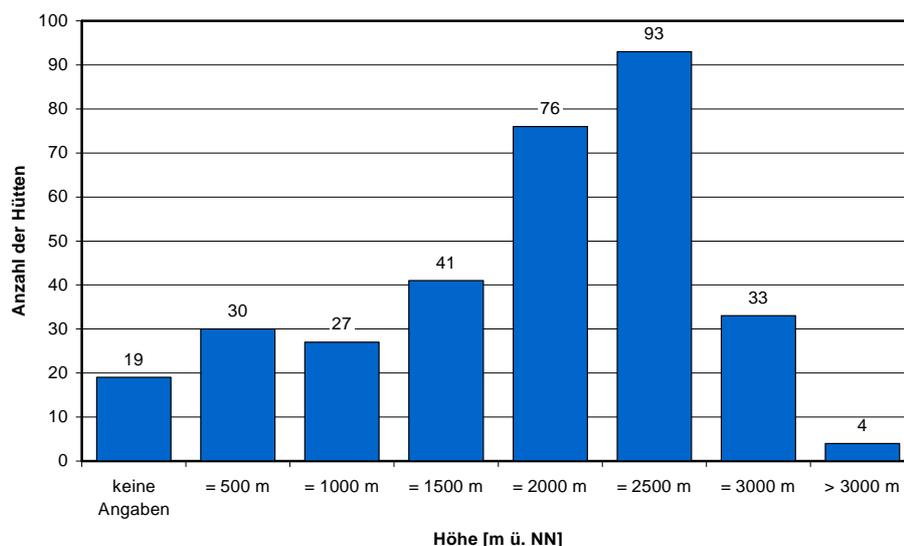
# Abwasserreinigung und Schlammbehandlung im Hochgebirge

Bernhard Wett, Wolfgang Becker und Wolfgang Rauch, Innsbruck

Die Anzahl von öffentlich zugänglichen Schutzhütten und ähnlichen bergtouristischen Einrichtungen in den Alpen wird auf insgesamt 15000 geschätzt. Davon werden 323 vom Deutschen Alpenverein betrieben und dort während der meist kurzen Betriebsaison ca. 650000 Nächtigungsgäste untergebracht. Die Infrastruktur zur Abwasserentsorgung für diese Objekte unterscheidet sich von zentralen Anlagen in Dauersiedlungsräumen nicht nur durch einen Skalierungsfaktor. Die speziellen Randbedingungen haben zur Entwicklung einer Vielzahl von technischen Lösungen geführt, die im Inselbetrieb weitgehende Abwasserreinigung und nachfolgende Reduktion der Reststoffe erreichen. Hier sollen die Besonderheiten einer alpinen Extremlage charakterisiert werden und Ausführungsbeispiele für dezentrale Entsorgungsanlagen in diesem Umfeld präsentiert werden.

## 1 Einleitung

Die 323 Schutzhütten des Deutschen Alpenvereins dienen als Stützpunkte im Wegenetz zur bergtouristischen Nutzung der Alpen und weisen daher eine entsprechende Höhenlage auf (Bild 1). Ungefähr die Hälfte der DAV-Hütten liegt über der Waldgrenze (54 % über 1700 m). Diese extreme Lage impliziert eine eingeschränkte Erreichbarkeit und damit erschwerte Ver- und Entsorgung. Diese Inselsituation betrifft auch die Energieversorgung - 61 % der DAV-Hütten sind nicht an das Stromnetz angeschlossen.



**Bild 1: Höhenlage der Hütten des Deutschen Alpenvereins DAV**

## 2 Charakterisierung der alpinen Extremlage

### 2.1 10 Randbedingungen als Kriterien für Verfahrenswahl und Bemessung

Die Inselsituation der Hütten unter den extremen Verhältnissen der Gebirgsregion verhindert eine rezeptartige Lösung der Abwasserproblematik, Abwassertechnische Erfahrungen aus Tallagen können nicht direkt auf die Gebirgslage übertragen werden. Um die örtlichen Verhältnisse auf einer Hütte systematisch zu charakterisieren, wurden 10 Randbedingungen definiert (Wett et al., 2001). Die Kenntnis dieser 10 Randbedingungen bildet die Ausgangsposition für die Entwicklung einer sinnvollen Lösung des Abwasserproblems (Bild 2):

<b>(1) Organische Belastung</b> 50 bis 300 EW Einwohnerequivalente		
<b>(2) Organische Jahresfracht</b> 100 bis 750 kg BSB5		
<b>(3) Wasseranfall</b> 0.5 bis 20 m <sup>3</sup> /d		
<b>(4) Höhenlage</b> 1500 bis 3000 m		
<b>(5) hydrogeologische Sensibilität</b> Quellschutzgebiet, Karst		
<b>(6) Reinigungserfordernis</b> > 80 % BSB Elimination		
<b>(7) Betriebszeit</b> 3 Monate Sommersaison		
<b>(8) Energieversorgung</b> BHKW, Wasserkraft, Fotovoltaik		
<b>(9) Transportmittel</b> Helikopter, Materialseilbahn, 4WD		
<b>(10) Bestandsanlage</b> 3-Kammeranlage		

**Bild 2: 10 Randbedingungen für die Abwasserreinigung im Gebirge und deren typische Bereiche**

Die Ermittlung dieser Randbedingungen und der maßgebenden Bemessungsgrundlagen wird im Regelblatt 1 (Ingerle et al., 2000) des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband über "Abwasserentsorgung im Gebirge" näher erläutert (siehe Life-Homepage: <http://www.uibk.ac.at/c/c8/c815/life/intro.html>). So können mit den dort gebotenen Tabellen die abwassertechnischen Belastungskennwerte (Randbedingungen 1, 2 und 3) aus den Gästezahlen und dem sanitären Standard der Hütte ermittelt werden.

## 2.2 Extremlage als Kriterium für abgeminderte Emissionsbeschränkung

Die 3. Emissionsverordnung für kommunales Abwasser (BGBl. 3. AEV, 2006) definiert Emissionsgrenzen, die Ermittlung der Bemessungswerte und die Methodenvorschriften für die Emissionsüberwachung für abgelegene Einzelobjekte. In Extremlage ist ein Einzelobjekt, wenn es

- insgesamt nicht mehr als 200 Tage eines Kalenderjahres bewohnt oder bewirtschaftet wird und
- während des Wohn-/Bewirtschaftungszeitraums öffentlich weder mit einem Fahrzeug noch mit einer Aufstiegshilfe erreichbar ist und
- über keine Versorgung mit elektrischer Energie verfügt - ausgenommen eigener Erzeugung – und
- einen spezifischen Wasserverbrauch nicht größer als 75 l pro Einwohnergleichwert und Tag aufweist.

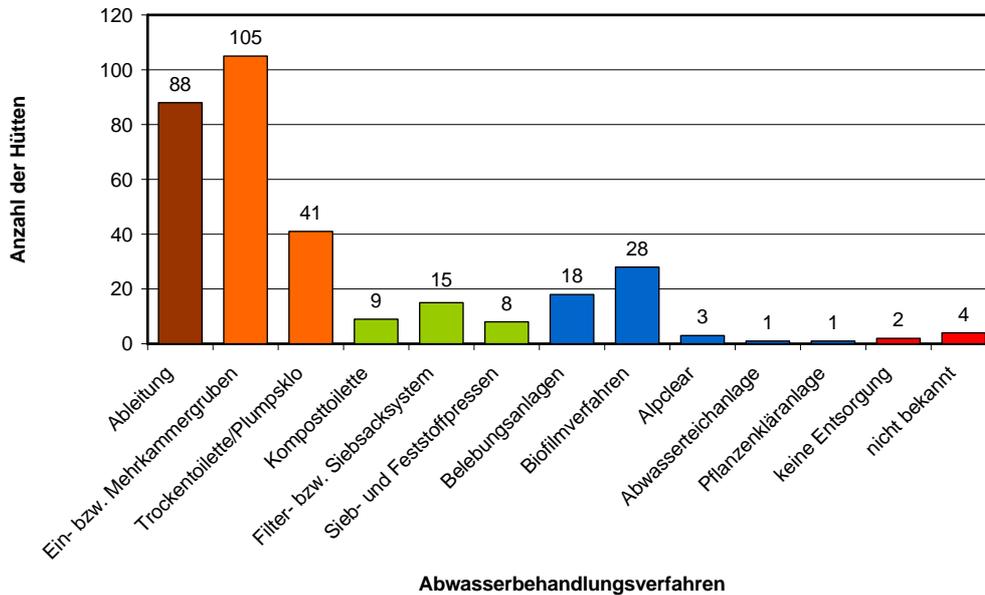
Im Einzelfall kann die Behörde im den einen oder anderen Punkt verzichten, wenn es sich um ein bereits bestehendes Objekt handelt oder es die örtlichen Verhältnisse zulassen. Die geforderte Reinigungsleistung von Kläranlagen von Extremlagenobjekten ist in unsensibler Lage moderat. Die einwohnerspezifische Ablauffracht wird auf maximal 36 von 120 g CSB/EW,d bzw. maximal 12 von 60 g BSB5/EW,d begrenzt, kann aber in sensibler Lage nach Maßgabe der wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten (z.B. Karst, Schutz von Trinkwasservorkommen) deutlich verschärft werden. N-Elimination bzw. P- Entfernung werden normalerweise nicht gefordert.

Um die Nachhaltigkeit der Abbauleistung ohne Messaufwand auf Dauer sicherzustellen werden erhöhte Anforderungen an die Wartung sowie an die Aufzeichnungspflicht bezüglich Frequentierung und Wasserverbrauch gelegt.

Die Entsorgung von Reststoffen aus der Abwasserreinigung – insbesondere Klärschlamm – wird in Bodenschutzgesetzen bzw. eigenen Klärschlammverordnungen geregelt und liegt in Österreich im Kompetenzbereich der Länder. Im Bundesland Salzburg liegt seit dem 17. Oktober 2002 die Klärschlamm-Bodenschutzverordnung auf (Amt der Salzburger Landesregierung, 2002). In dieser Verordnung ist lapidar vermerkt, dass die Ausbringung von Klärschlamm auf Böden verboten ist. Eine Ausnahme davon ergibt sich nur für Einzelobjekte in Extremlagen, für welche die 3. Emissionsverordnung für kommunale Abwässer zum Tragen kommt (Rauch et al., 2004).

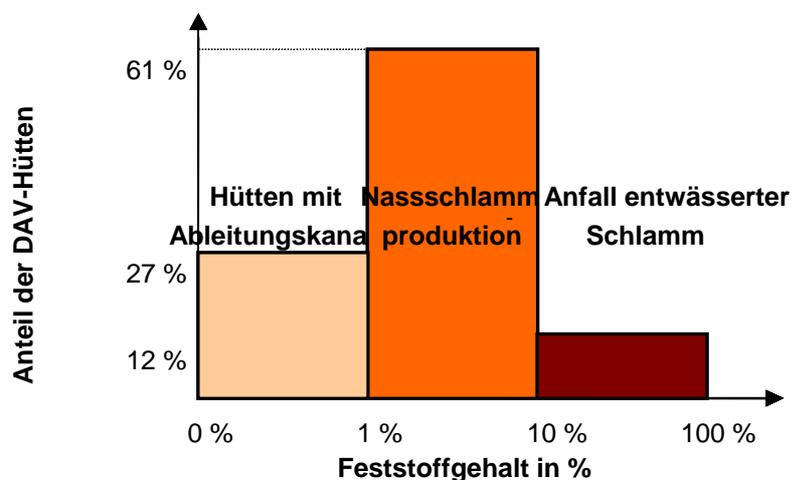
Lt. Tiroler Feldschutzgesetz (in der Novelle von 2002) gilt in Tirol auf landwirtschaftlichen Grundflächen ein Ausbringungsverbot von Klärschlamm und Produkten die Klärschlamm enthalten (also auch Klärschlammkomposte). Als landwirtschaftliche Grundfläche ist jene Fläche definiert, die nach ihrer Beschaffenheit zur landwirtschaftlichen Nutzung geeignet oder nach ihrer tatsächlichen Verwendung derzeit oder zukünftig zur landwirtschaftlichen Nutzung bestimmt ist. Alpenvereinshütten bzw. Objekte in Extremlagen liegen größtenteils in jenen Höhen, in denen eine Almbewirtschaftung stattfindet bzw. möglich ist. Daher ist eine Ausbringung von Klärschlamm auf diesen Flächen in Tirol nicht zulässig, ein Abtransport somit erforderlich.

### 3 Technische Lösungen zur Abwasserentsorgung



**Bild 3: Übersicht über die eingesetzten Abwasserentsorgungsverfahren und deren Einteilung entsprechend dem Feststoffgehalt der Reststoffe**

In Bild 3 wird die Vielfalt der angewendeten Abwasserreinigungsverfahren aufgezeigt, wobei die dargestellten Häufigkeiten einen Schwerpunkt bei den Absetzanlagen (3-Kammerfaulgruben, Trockentoiletten) erkennen lassen. Auf 88 Hütten (~ 27 %) ergibt sich lokal kein Klärschlammproblem, da die Abwässer zu einer zentralen Anlage geleitet werden (Bild 4).

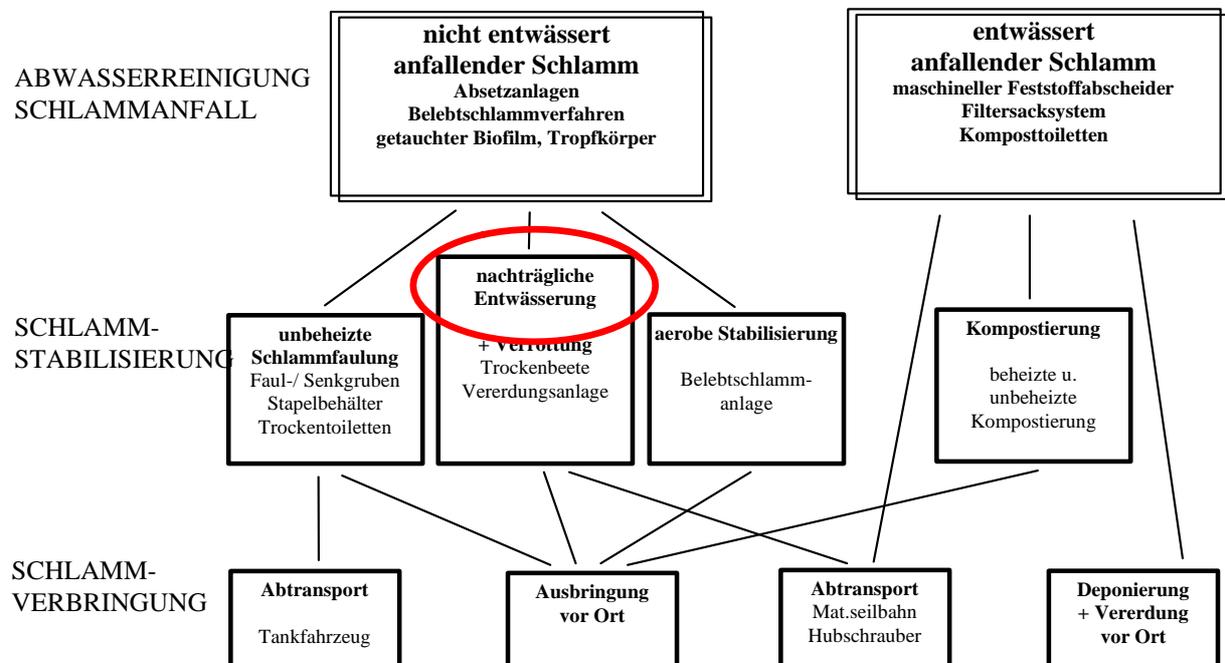


**Bild 4: Einteilung der Kläranlagen auf DAV-Hütten entsprechend dem Feststoffgehalt der Reststoffe**

Die bei weitem am häufigsten angewandte Vorreinigung besteht aus ein- oder mehreren Absetzbecken. Alternativ dazu werden Systeme mit unmittelbarer mechanischer Feststoffabtrennung betrieben, wie z.B. Filtersackanlagen oder maschinelle Feststoffabscheider.

Die biologischen Abwasserreinigungsverfahren lassen sich grob in Anlagen mit suspendierter Biomasse (meist zeitlich gesteuerte Belebtschlammssysteme) oder mit Biofilmen (meist Tropfkörper- oder Bodenkörperfiltersysteme) unterscheiden. Hinsichtlich der Schlammproblematik erscheint es sinnvoll, Abwasserreinigungsverfahren nach ihren „Produkten“ zu unterscheiden (Vestner u. Günthert, 1999). Als wesentlichster Schlammparameter gilt die Schlammrockensubstanz TS. Wie erwähnt wird auf ca. einem Viertel der Hütten das Abwasser (TS < 10 g/l) über einen Ableitungskanal ins Tal entsorgt. Die Mehrheit (ca. 61 %) der Abwasserentsorgungsanlagen auf DAV-Hütten produziert Nassschlamm (TS < 100 g/l; noch pumpfähig), während auf nur ca. 12 % der Hütten entwässerter Schlamm (TS > 100 g/l) anfällt.

Offensichtlich sind die weiteren Behandlungsschritte für Nassschlamm sehr begrenzt. Die Schlammfäulung scheidet weitgehend an der niederen Temperatur und die aerobe Stabilisierung von Belebtschlamm häufig an Energiemangel. Zudem weist der Nassschlamm mit einem Wassergehalt von über 90 % ein sehr hohes Transportgewicht auf. Die Grundvoraussetzung für effiziente Stabilisierungsprozesse ebenso wie für den Abtransport bei schwieriger Zugänglichkeit ist daher die nachträgliche Entwässerung des Nassschlammes (vergleiche Bild 5: Schlammentsorgungsschema im ÖWAV-Regelblatt1).



**Bild 5: Systematik der Reststoffentsorgungswege abhängig vom Wassergehalt des anfallenden Schlammes (Ingerle et. al., 2000)**

### 3.1 Ausführungsbeispiel einer Abwasserreinigungsanlage

#### Anwendungsbeispiel ARA Konstanzer Hütte (EU-Life-Projekt)

Von den vielen ausgeführten Abwasserreinigungsanlagen im Gebirge wird ein hier ein Beispiel ausgewählt, dessen Betriebsergebnisse im Rahmen eines EU-Life-Projektes detailliert dokumentiert wurden (Wett et al., 2001). Die bestehenden Behälter einer beheizten Schlammfäulung auf der Konstanzer Hütte wurden zu einem zyklisch betriebenen Belebtschlammssystem nach dem Biocos-Verfahren umgebaut.

**Tabelle 1: 10 Randbedingungen zusammengefasst für die Kontanzer Hütte**

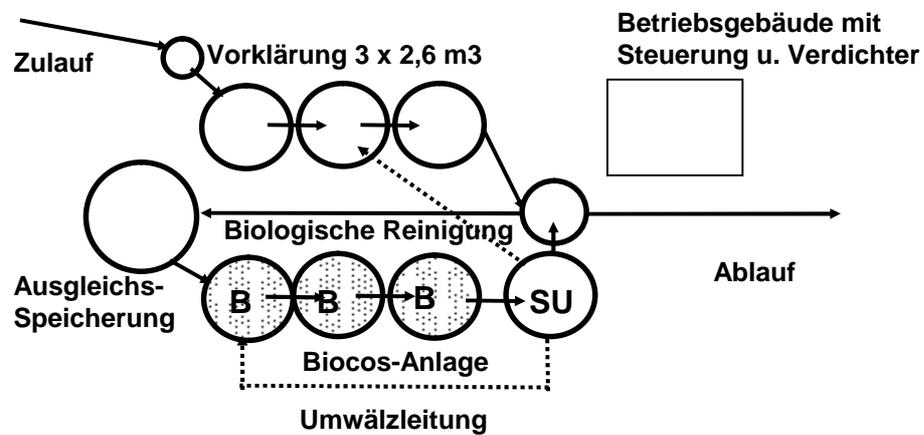
<i>Örtliche Randbedingungen</i>	
1 maximale organische Belastung [EW]	110
2 maximale hydraulische Belastung [m <sup>3</sup> /d]	11
3 organische Jahresfracht [kg BSB/a]	230
4 Höhenlage [m]	1708
5 Sensibilität [Hydrogeologie, Naturschutz, ...]	Urgestein, großer Vorfluter
6 Reinigungserfordernis [BSB Elimination]	70 %
7 Betriebszeit [Saison]	Sommer
8 Energieversorgung [Typ, kW]	Wasserkraftwerk, 22 KW
9 Transportmittel [Typ]	LKW
10 Bestandsanlage [Typ, Zustand, Volumen l/EW]	8-Kammer Anlage, guter Zustand, 190

Die Belastung dieser Anlage (Bild 6) liegt bei 110 Einwohnergleichwerten (maßgeblich für die Bemessung der biologischen Stufe mit einem aeroben Volumen von 7.2 m<sup>3</sup> und des Belüfters) und kann während Schlechtwetterperioden auf nahezu null absinken. Insgesamt wurde mit einer mittleren saisonalen Belastung von 38 EW gerechnet (maßgeblich für die Absetz- und Schlamm Speicherbecken mit einem Volumen von 7.8 m<sup>3</sup>). Die Betriebszyklen werden von einer programmierbaren Steuerung kontrolliert. Dabei wird der Luftstrom zweier Linearkompressoren abhängig vom Betriebsstatus abwechselnd zwischen den Membranbelüftern und den Drucklufthebern für den Klarwasserabzug geschaltet.

Die maximale elektrische Leistung beträgt 475 W und der Energiebedarf bei durchgehendem Betrieb 11.2 kWh pro Tag. Die gemessene Reinigungseffizienz lag im Mittel bei 97 % hinsichtlich CSB und es konnte sogar eine weitgehende Stickstoffelimination erreicht werden (Tabelle 2). Die Schlamm entsorgung erfolgt zu Saisonende mittels eines Tankfahrzeuges. Dieser Entsorgungsweg ist für die Mehrzahl der Schutzhütten nicht möglich und es mussten andere Lösungen entwickelt werden.



**Bild 6:** Ansicht der Kläranlage Konstanzer Hütte mit den Vorklärbehältern links und den Behältern der biologischen Stufe rechts im Bild



**Bild 7:** Fließschema der Abwasserreinigungsanlage Konstanzer Hütte

**Tabelle 2:** Gemessene Reinigungsleistung hinsichtlich CSB und N

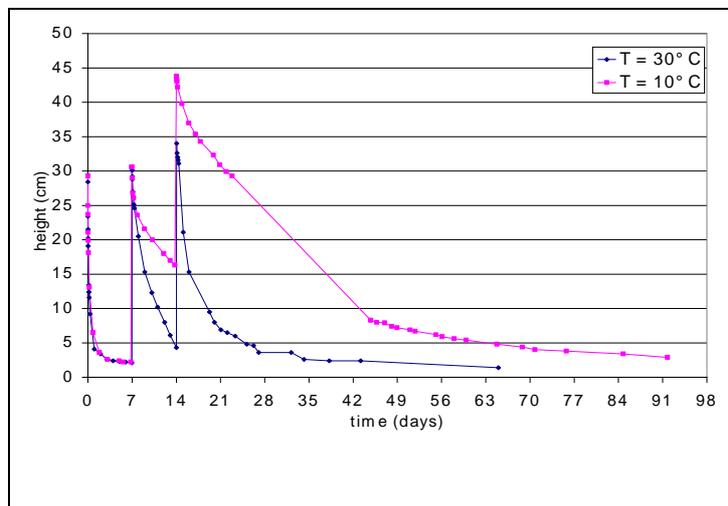
Datum	CSB <sub>Ablauf</sub> [mg/l]	NH <sub>4</sub> -N <sub>Ablauf</sub> [mg/l]	NO <sub>3</sub> -N <sub>Ablauf</sub> [mg/l]	CSB <sub>Elimination</sub> [%]	N <sub>Elimination</sub> [%]	Belastung [% v.EW <sub>max</sub> ]
12.08.1999	30	13	14	97	77	
25.09.2000	40	0	19	97	77	67
17.07.2001	24	12	35	98	65	28

### 3.2 Ausführungsbeispiel innovativer Schlammwässerungstechnik

#### Entwicklung und Einsatz eines solaren Kompaktrockners

Neben der Untersuchung verschiedener Systeme von Trocknungs- und Vererdungsbeeten und Kompostierverfahren ist es das Ziel eines laufenden DBU-Projektes (Schönherr et al., 2006), ein kompaktes, möglichst mobiles und energieautarkes Schlammwässerungssystem zu entwickeln. Auf Basis entsprechender Grundlagenuntersuchungen wurden zwei Prototypen eines solaren Kompaktrockners hergestellt und erprobt. Der eine ist zerlegbar in transportabler Metallausführung und der andere in verschweißter Kunststoffausführung. Beide verwenden einen entsprechend angepassten solaren Luftherwärmungskollektor mit einem integrierten, photovoltaisch betriebenen Ventilator.

Bei Versuchen mit unterschiedlichen Geotextilmaterialien und Filtervliesstärken zeigte sich, dass bis zum Aufbau der ersten Filterkuchenlage für den Durchtritt von Schlammpartikel die Feinheit des Filtergewebe maßgebend ist, danach jedoch die Filterwirkung durch die Schlammschicht selbst erfolgt und die Eigenschaft des Filtertextils keine Rolle mehr spielt. Ab dem Zeitpunkt des Aufbrechens der Oberfläche der sich verfestigenden und abtrocknenden Schlammschicht nahm die Verdunstungsrate durch die sich vergrößernde Verdunstungsfläche zu und es lösten sich scherbenartige nach außen und oben gekrümmte Schlammteile von der Unterlage ab (Bild 9 unten).



**Bild 8: Beschleunigte Filtration aufgrund geringerer Viskosität des Wassers bei höherer Temperatur (M. Demattio, 2004)**



**Bild 9: Abtrocknen der Schlammschicht und Aufbrechen der Schlammoberfläche unter definierten Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen (Fotos M. Demattio, 2004)**

Nach den praktischen Versuchen vor Ort (bei wechselnden äußeren Randbedingungen) und im Klimaraum bei konstanten Randbedingungen (10 °C und 30°C jeweils bei 60 % relativer Luftfeuchtigkeit; Bild 8 und 9) wurde ein Rechenmodell zum Nachvollziehen der Ergebnisse der experimentellen Versuche entwickelt. Das angewendete mathematische Modell beruht auf einer Überlagerung eines Verdunstungsmodells mit der konventionellen Filtrationstheorie.

Die systematische Analyse und Simulation der Versuchsdaten zeigt, dass die Temperatur einen entscheidenden Einfluss auf die Entwässerungsgeschwindigkeit hat. Der wesentliche Temperatureffekt zeigt sich in der Beschleunigung der Filtration infolge geringerer Viskosität des Wassers bei höherer Temperatur. Die verstärkte Verdunstung spielt eine vergleichsweise geringe Rolle. Zusätzlich konnte ein verstärkter Abbau der organischen Masse bei erhöhter Temperatur gemessen werden.

Mit dieser Modellberechnung als Grundlage war es möglich, eine mehrmalige Schlammzugabe mit Optimierung der Absetz-, Entwässerungs- und Abtrocknungszeiten durchzurechnen. Um den während einer Saison produzierten Schlamm in dem kompakten Trockner behandeln zu können, ist eine mehrmalige Beschickung ohne zwischenzeitliche Entleerung anzustreben. Die Simulationen und die praktischen Experimente verliefen so Erfolg versprechend, dass die Umsetzung in die Praxis durch Entwicklung und Bau eines solaren Kompaktrockners erfolgte. Der Trockner wurde mittels der vorhandenen Materialeiseilbahn zur mechanisch-biologischen Kläranlage der Nördlinger Hütte auf 2.238 m Seehöhe transportiert und dort aufgestellt.

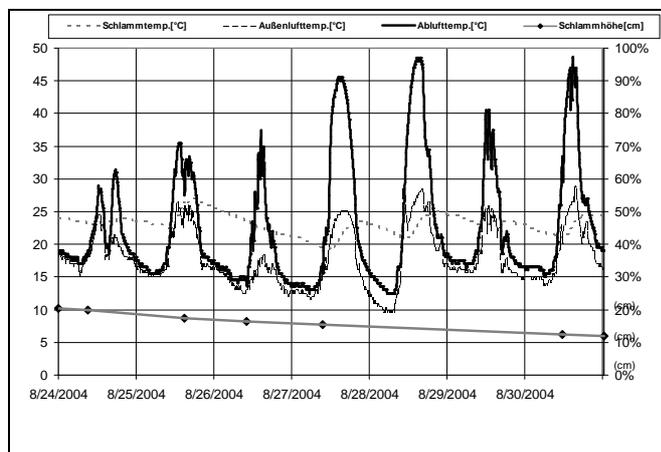


**Bild 10: Außenansicht des 1. Prototyps am Werksgelände (Foto R. Ettl, 2004)**



**Bild11: Aufstellung am Standort Nördlinger Hütte (M. Vallazza, 2005)**

Der Luftkollektor bildet den klappbaren Deckel vom gedämmten Gehäuse des Trockners, wo die eingetragene Warmluft verteilt wird. Die elektrische Energie aus dem integrierten Photovoltaikmodul wird für den Antrieb eines Zuluft- und eines Abluftventilators verwendet. Der solare Antrieb bietet neben dem Umweltaspekt und der Netzunabhängigkeit einen weiteren Vorteil. Bei geringer Sonneneinstrahlung und in der Nacht steht nämlich keine Energie zur Verfügung. Die warme Luft wird in diesem Fall nicht durch kalte Außenluft ersetzt und der Innenraum speichert seine Temperatur über einen deutlich längeren Zeitraum. Der für die Versuche eingesetzte Luftkollektor wurde so konstruiert, dass er im Frischluftbetrieb, Umluftbetrieb und auch im gemischten Betrieb gefahren werden kann.



**Abbildung 8: Wochenganglinie von Zu-, Abluft- und Außentemperatur und Schlammspiegelhöhe (M. Vallazza, 2005)**



**Abbildung 9: Innenraum des Kompaktrockners mit Frisch- und Umlufteinrichtung nach der 1. Befüllung (M. Vallazza, 2005)**

Der Innenraum wird mit Geotextil ausgekleidet. Darunter befindet sich ein Hohlraum für den freien Wasserabfluss, der durch einen Gitterrost vom Schlammraum getrennt wird. Das Filtratwasser gelangt über einen Abwasserablauf wieder in die Kläranlage zurück. Die Abluft aus dem Innenraum wird in einen Rindenmulchfilter geblasen. Durch die Bakterien im Rindenmulch wird die geruchsbelastete Abluft gereinigt. Durch diese Maßnahme kann einer Geruchsbelästigung jedenfalls ausreichend vorgebeugt werden.

Beim Betrieb in der Sommersaison 2005 wurde ab Mitte August bis zum Saisonende der Trockner in regelmäßigen Abständen von ca. 2 Wochen fünfmal beschickt. Dabei wurden aus dem Vorklärbecken mittels Schneiradpumpe insgesamt ca. 2025 Liter Schlamm gefördert. Der teilentwässerte Schlamm war im anschließenden Winter

die meiste Zeit gefroren. Durch den Frost-Tau-Wechsel wies der Schlamm im Frühling eine auffällig grobporige Struktur auf und konnte bis zum Saisonbeginn bzw. Entleerung weiter getrocknet werden.

#### **4 Schlussfolgerungen**

Die alpine Extremlage von Schutzhütten und anderen bergtouristischen Einrichtungen schränkt gerade zu beispielhaft und sozusagen auf natürliche Weise die Möglichkeiten einer Zentralisierung der Wasserinfrastruktur ein. Die Insellösungen für Wasserver- und Wasserentsorgungsanlagen sind häufig durch fehlende Zufahrt, autarke Energiesituation und saisonalen Betrieb erschwert. Neben der Errichtung der Infrastruktur erfolgt meist auch Betrieb und Wartung dezentral, Fernüberwachung und geregelte Wartungsbesuche von Fachfirmen bilden die Ausnahme. Die dezentrale Ist-Situation der Wasserinfrastruktur wird von Gesetz- und Fördermittelgeber folgendermaßen berücksichtigt:

- Erlass einer speziellen Emissionsverordnung für Objekte in alpinen Extremlagen in Österreich (3.AEV, 2006) mit abgeminderten Reinigungserfordernissen
- Ausnahme für länder- und bundesgesetzliche Regelungen zu Klärschlammverwertung und Bodenschutz für Extremlagen in Deutschland und teilweise in Österreich möglich (z.B. in Tirol nicht vorgesehen)
- Erhöhte Förderungen durch Bund und Land für Wasserinfrastruktur von öffentlich zugänglichen Objekten im Gebirge. Betriebs- und volkswirtschaftlicher Variantenvergleich eines Ableitungskanals zu einer zentralen Kläranlage mit Kostenkalkulation nach LAWA ist eine geforderte Fördervoraussetzung

#### **Danksagung**

Die Arbeiten zur „Klärschlammproblematik im Hochgebirge“ wurden von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU gefördert und in enger Zusammenarbeit mit dem Deutschen Alpenverein DAV, der Bundeswehruniversität München, Grammer Solar GmbH und Pabsch&Partner GmbH durchgeführt.

#### **Literatur**

- BGBI. 3. AEV für kommunales Abwasser (2006): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Einzelobjekte in Extremlage, Wien, 3. Juli 2006; ([www.ris.bka.gv.at](http://www.ris.bka.gv.at))
- Ingerle, K.; Becker, W.; Berthold, E.; Cordt, G.; Ehm, E.; Feichtinger, E.; Fenz, R.; Kunrath, W.; Perfler, R.; Polzer, E.; Sautner, H.; Schaber, P.; Wett, B. (2000): ÖWAV-Regelblatt 1: Abwasserentsorgung im Gebirge. Österreichischer Wasser- u. Abfallwirtschaftsverband, Wien
- Rauch, W.; Wett, B.; Narr, N. (2004): Rechtliche Grundlagen der Klärschlamm Entsorgung im Gebirge. Österr. Wasser- u. Abfallwirtschaft, 56.Jg., 9/10, 121-125

Schönherr, F.; Becker, W.; Wett, B. (2006): Klärschlammproblematik im Hochgebirge. Tagungsband des DBU-Seminars „Ökologische Ver- und Entsorgungskonzepte für Schutzhütten“, Benediktbeuern, Eigenverlag DBU, Osnabrück

Vallazza, M. (2005): „Entwicklung eines solaren Kompaktrockners zur dezentralen Schlammentwässerung“. Diplomarbeit, Institut für Umwelttechnik, Universität Innsbruck

Vestner, R.; Günthert, F.W. (1999): „Abwasserentsorgung in alpinen Regionen – Reststoffe bei Alpenvereinshütten“. In: Korrespondenz Abwasser, 09/99, S. 1390-1400

Wett, B.; Becker, W.; Ingerle, K. (2001): „Technologievergleich und Ökobilanz von Abwasserreinigungsanlagen in alpinen Extremlagen – EU Life-Programm“. Institut für Umwelttechnik, Universität Innsbruck. URL: <http://www.uibk.ac.at/c/c8/c815/life/einleitung.html>

Wett, B.; Demattio, M.; Becker, W. (2005): Parameter investigation for decentral dewatering and solar thermic drying of sludge. Water Science & Technology, 51/10, 65-73

Anschrift des Verfassers/der Verfasserin:

Doz.Dr.Dipl.-Ing. Bernhard Wett  
Institut für Infrastruktur/Umwelttechnik; Universität Innsbruck  
Technikerstr.13, 6020 Innsbruck, Österreich  
E-Mail: [bernhard.wett@uibk.ac.at](mailto:bernhard.wett@uibk.ac.at)