

# Leitfaden für umweltgerechte Hüttentechnik

Planung, Errichtung, Betrieb, Wartung



# Leitfaden für umweltgerechte Hüttentechnik

Planung, Errichtung, Betrieb, Wartung

Texte: Dieser Leitfaden wurde vom  
Büro Steinbacher + Steinbacher ZT GMBH (Projektleitung),  
im einzelnen von MSc Hubert Deubler, DI Johannes Hubmann,  
DI Thomas Niederberger, DI Gottfried Steinbacher sowie  
in Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur Wien  
(wissenschaftliche Begleitung)  
und in Absprache mit den Projektpartnern erstellt.

Das Kapitel Einführung (»Rückblick, Einblick, Weitblick«)  
stammt vom Alpinjournalisten Horst Höfler.

Herausgeber:  
Deutscher und Oesterreichischer Alpenverein





# Inhaltsverzeichnis

Vorwort der Herausgeber .....	9
Einführung – Rückblick, Einblick, Weitblick .....	11
<b>Kapitel 1: Allgemeines .....</b>	<b>29</b>
1.1 Kurzbeschreibung .....	30
1.2 Aufbau und praktische Anwendung des Leitfadens .....	32
1.3 Wesentliche Rahmenbedingungen .....	33
1.3.1 Rechtliche Grundlagen und Regelwerke .....	33
1.3.2 Örtliche Rahmenbedingungen .....	34
<b>Kapitel 2: Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung .....</b>	<b>35</b>
2.1 Energieversorgung .....	37
2.1.1 Einleitung .....	37
2.1.2 Kurzbeschreibung der Anlagen .....	37
2.1.2.1 Stromerzeuger .....	37
Photovoltaik (PV) 37 – Kleinwasserkraftwerk (KWKW) 38 – Windkraft- anlage (WKA) 38 – Motorgenerator 39 – Blockheizkraftwerk (BHKW) 39	
2.1.2.2 Wärmelieferanten .....	39
Solarkollektoren 39 – Wärmerückgewinnung 40	
2.1.2.3 Energiespeicher .....	40
Speicherung der elektrischen Energie 40 – Wärmespeicherung 40	
2.1.2.4 Stromversorgungssysteme .....	41
Monovalente Systeme 41 – Hybridsysteme 41	
2.1.2.5 Spezifische Stromkosten .....	43
2.1.3 Empfehlungen zur Optimierung der Energieversorgungsanlagen .....	44
2.1.3.1 Energieeinsparung .....	44
2.1.3.2 Anlagenkonzeption .....	44
2.1.3.3 Systemauswahl .....	45
2.1.3.4 Auslegung der Anlagenkomponenten .....	47
Photovoltaik (PV) 47 – Kleinwasserkraftwerk (KWKW) 48 – Speicherbatterien 48	

Inhaltsverzeichnis

- 2.1.3.5 Zusammenspiel von Strom und Wärme ..... 50  
Allgemein 50 – Blockheizkraftwerk BHKW 50
- 2.1.3.6 Wärmebereitstellung ..... 51
- 2.1.3.7 Tabellarische Übersicht Bewertung Stromversorgungssysteme ..... 53
- 2.1.3.8 Tabellarische Übersicht der Empfehlungen zur Energieversorgung ..... 53
- 2.1.4 Betrieb und Wartung ..... 53
  
- 2.2 Wasserversorgung ..... 58**
  - 2.2.1 Einleitung ..... 58
  - 2.2.2 Kurzbeschreibung der Anlagenkomponenten ..... 58
    - 2.2.2.1 Wassergewinnung ..... 58
    - 2.2.2.2 Wasserspeicherung ..... 59
    - 2.2.2.3 Wasserleitung ..... 59
    - 2.2.2.4 Haustechnik ..... 60
    - 2.2.2.5 Wasseraufbereitung ..... 60
  - 2.2.3 Empfehlungen zur Optimierung von Wasserversorgungsanlagen ..... 60
    - 2.2.3.1 Wassergewinnung ..... 60
    - 2.2.3.2 Wasserspeicherung ..... 60
    - 2.2.3.3 Wasserleitung ..... 61
    - 2.2.3.4 Haustechnik ..... 61
    - 2.2.3.5 Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage ..... 63
  - 2.2.4 Betrieb und Wartung ..... 64
  
- 2.3 Abwasserentsorgung ..... 65**
  - 2.3.1 Einleitung ..... 65
  - 2.3.2 Kurzbeschreibung der Anlagenkomponenten ..... 67
    - 2.3.2.1 Vorreinigungssysteme ..... 67
    - 2.3.2.2 Hauptreinigungssysteme ..... 69  
Biofilmverfahren 69 – Belebtschlammanlagen 73
    - 2.3.2.3 Weitergehende Reinigung ..... 75
    - 2.3.2.4 Schlammbehandlung ..... 76
  - 2.3.3 Empfehlungen zur Optimierung von Abwasserentsorgungsanlagen ..... 78
    - 2.3.3.1 Vorreinigungssysteme ..... 78
    - 2.3.3.2 Biologische Hauptreinigungssysteme ..... 79
    - 2.3.3.3 Weitergehende Reinigung ..... 79
    - 2.3.3.4 Schlammbehandlungssysteme ..... 80
  - 2.3.4 Systemauswahl – Übersichtstabellen ..... 81
  - 2.3.5 Betrieb und Wartung ..... 86
  
- 2.4 Abfallentsorgung ..... 87**
  - 2.4.1 Einleitung ..... 87
  - 2.4.2 Kurzbeschreibung der Teilbereiche ..... 87
    - 2.4.2.1 Abfallvermeidung ..... 87
    - 2.4.2.2 Sammlung und Trennung ..... 87

2.4.2.3	Abfallbehandlung .....	87
2.4.2.4	Abfallentsorgung – Abtransport .....	87
2.4.3	Empfehlungen zur Optimierung der Abfallentsorgung .....	88
2.4.3.1	Allgemeine Planungsgrundlagen .....	88
2.4.3.2	Abfallvermeidung .....	88
2.4.3.3	Sammlung und Trennung .....	88
2.4.3.4	Abfallbehandlung – Kompostierung .....	88
2.4.3.5	Abfallentsorgung – Abtransport .....	88
2.4.4	Betrieb und Wartung .....	89
 <b>Kapitel 3: Integrale Betrachtungen .....</b>		<b>91</b>
<b>3.1</b>	<b>Wechselwirkungen der Systeme .....</b>	<b>92</b>
3.1.1	Energieversorgung – Wasserversorgung .....	92
3.1.2	Energieversorgung – Abwasserentsorgung .....	93
3.1.3	Energieversorgung – Abfallentsorgung .....	93
3.1.4	Wasserversorgung – Abwasserentsorgung .....	94
3.1.5	Wasserversorgung – Abfallentsorgung .....	94
3.1.6	Abwasserentsorgung – Abfallentsorgung .....	95
<b>3.2</b>	<b>Einflussbereiche .....</b>	<b>96</b>
3.2.1	Ressourcen .....	96
3.2.1.1	Energieknappheit .....	96
3.2.1.2	Wasserknappheit .....	97
3.2.1.3	Wasserqualität .....	97
3.2.2	Witterung .....	98
3.2.2.1	Biologische Prozesse und Temperatur .....	98
3.2.2.2	Frostwirkung .....	99
3.2.3	Transport .....	99
3.2.4	Bewirtschaftung .....	100
3.2.4.1	Hohes Abfallaufkommen und Tagesgäste .....	100
3.2.4.2	Stoßbelastungen .....	100
3.2.4.3	Kursbetrieb .....	100
3.2.5	Allgemeines .....	101
3.2.5.1	Kommunikation, Information, Ausbildung und Motivation .....	101
3.2.5.2	Rechtliche Vorgaben .....	102
3.2.5.3	Umweltschutz .....	102
 <b>Kapitel 4: Allgemeines Ablaufschema Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung .....</b>		<b>103</b>
Projektphase 1: Projektdefinition 104 – Projektphase 2: Grundlagenermittlung 104 – Projektphase 3: Vorplanung und Entwurf 104 – Projektphase 4: Detailplanung 104 – Projektphase 5: Auftragsvergabe 104 – Projektphase 6: Projektüberwachung 104 – Projektphase 7: Objektbetreuung 105		

**Kapitel 5: Darstellung einer beispielhaften Entscheidungsfindung anhand einer fiktiven Musterhütte** ..... 107  
Energieversorgung 109 – Wasserversorgung 110 – Abwasserentsorgung 111 – Abfallentsorgung 112

**Kapitel 6: Ausbildungsprogramm für Anlagenbetreiber** ..... 115

**Kapitel 7: Anhang** ..... 119

**7.1 Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten – Projektpartner, Finanzierung und Projektstruktur** ..... 120

7.1.1 Projektpartner und Projektfinanzierung ..... 120

7.1.3 Projektstruktur – Organisation..... 121

**7.2 Literatur- und Quellenangaben** ..... 122

7.2.1 Allgemein ..... 122

7.2.2 Energieversorgung ..... 122

7.2.3 Wasserversorgung ..... 123

7.2.4 Abwasserentsorgung..... 123

7.2.5 Abfallentsorgung ..... 123

**7.3 Glossar** ..... 124

**Kapitel 8: Verzeichnisse und Impressum** ..... 127

Abbildungsverzeichnis ..... 128

Tabellenverzeichnis ..... 130

Sachwortverzeichnis ..... 131

Impressum ..... 135



# Vorwort der Herausgeber

Von Touristikexperten werden jährlich über 40 Millionen Besucher im Alpenbogen zwischen Monaco bis Triest gezählt. Dort betreiben die im Europäischen Alpenverein CAA (Club Arc Alpin) organisierten Clubs rund 2.000 Hütten zur Versorgung und Beherbergung von Wanderern und Bergsteigern. Von anderen Institutionen und privat stehen weitere ca. 12.000 Hütten, die ebenso überwiegend autark ver- und entsorgt werden müssen, zur Verfügung.

Zum Schutz und Erhalt des Lebensraumes Berge als Refugium für Pflanzen, Tiere und Menschen gilt es, Grenzen für die Entwicklung des Fremdenverkehrs zu erkennen und zu akzeptieren. Der Klimawandel zeigt besonders in den Gebirgsregionen seine Auswirkungen. Nicht nur die steigende Permafrostgrenze, Gletscherschmelze, Steinschläge und die schwindende Stabilität für Hütten und auch Wege, sondern auch die Zunahme von Schäden an diesen Einrichtungen durch Stürme, Hochwasser und Murenabgänge sind die Folgen. Dazu kommen konstant große Probleme mit einer gesicherten Wasserversorgung – einer Grundvoraussetzung für jeden Hüttenbetrieb. Der Klimawandel hat die gesamtheitliche Betrachtung, den Begriff der Nachhaltigkeit und das CO<sub>2</sub>-neutrale Verhalten auf alle Ebenen des gesellschaftlichen und politischen Lebens getragen. Alle, die mit dem Bauen und Erhalten, dem Betreiben und Bewirtschaften der Einrichtungen, Hütten und Wege im Gebirge zu tun haben, aber insbesondere auch die Nutzer, Bergsteiger und jeder Einzelne sind aufgerufen, ihren Teil

beizutragen. Grenzen akzeptieren heißt aber mitnichten Rückkehr in die »Steinzeit« mit der Kerze im Rucksack, dem Strohsack im Lager und dem »Donnerbalken« hinter der Hütte, sondern Rückkehr zur Einfachheit.

Wege für einen sanften Tourismus im Einklang mit dem sensiblen Ökosystem im Alpen Raum zu finden, ist die Aufgabe. Die alpinen Vereine verfolgen diese Ziele schon seit Jahrzehnten und haben für den umweltfreundlichen Betrieb ihrer Berg- und Schutzhütten mit großer Unterstützung von Sachverständigen und Zuschussgebern beispielhafte Ver- und Entsorgungssysteme entwickelt und umgesetzt. Doch trotz dieser und internationaler wissenschaftlicher Hilfe haben nicht alle Forschungsprojekte und technischen Anlagen die Erwartungen erfüllt. Auch gesetzeskonforme und normenge-rechte Systeme genügten oft nicht den Anforderungen eines autarken Betriebes in alpinen Höhen.

Dass aus diesen Erkenntnissen im Kreis aller Beteiligten nach nur kurzer Zeitspanne im Jahr 2006 übereinstimmend das Projekt »IEVEBS« (Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungssysteme bei Berg- und Schutzhütten) für 100 ausgewählte Hütten im Alpenbogen beschlossen wurde, zeigt die Bedeutung und die Notwendigkeit, aber auch die enge und gute Kooperation aller an dieser Thematik Involvierten. Wir danken allen Projektpartnern für die fachliche und finanzielle Unterstützung, insbesondere aber dem Hauptgeldgeber, der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) sowie den

## *Vorwort der Herausgeber*

Projektpartner-Vertretern, der Universität für Bodenkultur Wien und dem mit der Koordination und Leitung des Projekts beauftragten Zivilingenieurbüro Steinbacher+Steinbacher und seinem Team.

Dieses Team zog aus dem mehr als 400 Seiten starken IEVEBS-Endbericht eine Essenz mit dem Titel »Leitlinien für Planung und Errichtung sowie Betrieb und Wartung der Ver- und Entsorgungsanlagen bei Berg- und Schutzhütten«. Da ein solcher Titel für ein

populärwissenschaftliches Werk jedoch zu lang erscheint, wurde der »Leitfaden« daraus. Er soll Vorständen der Alpinen Vereine, Hüttenreferenten, Behördenvertretern wie überhaupt ins Hüttenwesen Involvierten für ihre Planungen in Richtung Hüttensanierung bzw. -ersatzbau als Entscheidungshilfe dienen. Interessierte Laien finden in ihm einen hochinteressanten Lesestoff, der auch zum Verständnis der nicht immer einfach zu »handelnden« Technik auf den Gebirghütten beitragen soll.

Für das Ressort Hütten, Wege,  
Kletteranlagen im DAV

Peter Weber und Prof. Dr. Heinrich Kreuzinger

Für den OeAV

Helmut Ohnmacht, Vizepräsident

# Einführung

Rückblick, Einblick, Weitblick



## Wie's war und ist auf den Hütten im Gebirge

»Auch nicht auf das geringste Komfortbedürfnis der Städtzivilisation wollt ihr droben im Gebirge verzichten, auch nicht während der kurzen Zeit einer Hochtour wollt ihr dem Naturschutz das kleinste Opfer eurer Bequemlichkeit bringen, ihr fordert und fordert immer mehr Dinge, die den hohen Stil jener Urwüste zerbrechen, z. B. Telephonleitungen. Und was diese unalpinen aber zahlkräftigen Komfortmenschen wünschen, das gilt den großen Touristenverbänden als Gebot, ihren Vereinszweck scheinen sie nur darin zu erblicken, jenes köstliche, unersetzliche Naturdenkmal immer ärger zu schänden, zu zerstören. In manchen vielbesuchten

Berggruppen, in den Stubaiern, den Lechtalern, in der Wetterstein-, Glockner-, Venedigergruppe drängen sich die Schutzhäuser aneinander wie die Heuriganschenken. Die polare Wildnis der zentralen Ötztaler Gruppe ist ganz besät mit alpinen Wirtshäusern; mitten zwischen zwei Gletschern trotz und protzt ein mehrstöckiger Kasernenbau und vernichtet den feierlichen Rhythmus der erhabenen Öde. (...) Die übelste Barbarei sind die ganz hochgebauten oder gar die Gipfelhäuser; denn diesen kann niemand ausweichen und sie zertrümmern die Bergweihstunden gründlicher als tiefer gelegene Hütten. Ist es nicht ein ganz schmachvolles



Abbildung 1: An Gipfelhäusern stört sich heutzutage niemand mehr. Der berühmte Extrembergsteiger Eugen Guido Lammer verteuflte sie 1928 (Münchner Haus auf der Zugspitze; Aquarell von Ernst Platz).

Symbol, dass der höchste Punkt Deutschlands (der Zugspitzgipfel) zum Wirtshaus gemacht wurde? Ihr, ja ihr habt ihn in einen Wurstelprater verwandelt. Auf einer schmalen, scharfen Kalkspitze mit einst ungehemmtem Rundblick kann man, eingeklemmt zwischen Wirtshauswänden, Bierfässern, Geländern, dem Wasserturm, dem Gipfelkreuz usw. überhaupt nichts mehr von der Gegend sehen; darum habt ihr den spitzigen Gipfel mit einer Aussichtswarte überspitzen müssen, ihr Schildbürger, zum verächtlichen Hohngelächter für reiner fühlende Enkel.« (Eugen Guido Lammer, 1928)

Es gab, wie man sieht, durchaus auch schon vor Reinhold Messner – der einst dafür plädierte, alle Berghütten abzureißen (sogar der unbequem-konstruktive DAV-Ex-Präsident Fritz März – 1980 bis 1992 – hätte sich mit diesem Gedanken anfreunden können; sagte er) – kritische Geister im Alpinismus. Der Niederösterreicher E. G. Lammer, Extremer des ausgehenden 19. Jahrhunderts und Erforscher der Bergsteigerseele, gehört zu vorderst dazu. Aber mit dem Abreißen ist das so eine Sache, auch wenn bei Hütten-Ersatzbauten heutzutage die schadstofflose Rückbaumöglichkeit bereits ein Punkt der Planung ist. Nicht nur, dass Reinholds »Similauner« (eine gute Handvoll Wirtschaftsbosse) dann bei ihren Gebirgstreffs biwakieren müssten (was vielleicht nicht allen der meist älteren Herren gut bekäme): Hütten und Wege sind die augenfälligsten Leistungen der Alpinen Vereine. Wie schrieb Heinrich Klier, famoser Kletterer, Autor mehrerer Alpenvereinsführer und hoch gelobter Bergschriftsteller der 1950er- und 1960er-Jahre (und später Chef der »Stubai Gletscherbahn«) über die Martin-Busch-Hütte: »Das neue Haus ist einer der repräsentativsten Bauten des Alpenvereins, in seinen schwersten Zeiten fertiggestellt, ein Symbol für die Lebenskraft des Alpenvereins und die



Abbildung 2: Eugen Guido Lammer (1863–1945), der „Zügellose“ und Erforscher der Bergsteigerseele, gesetzten Alters im Aufstieg zur Zugspitze, wo ihn die Existenz des Münchner Hauses über die Maßsen ärgerte.

ungeminderte Stärke der alpinen Bewegung.« Das ist schön gesagt und es gilt auch heute noch. Ohne seine Hütten und Wege wären die Alpinen Vereine nicht denkbar. Denn sie sind der wahre Nutzwert dieser Institutionen zumal in einer Zeit, da DAV, OeAV, AVS, SAC, CAF, CAI, zunehmend auch PZS und KČT scheinbar zu »Berg-ADAC's« zu mutieren drohen – wie dies vor Jahren bereits prognostiziert worden ist. Versicherungsschutz und Service, Service, Service stehen an erster Stelle für die Beitrag zahlenden Mitglieder, gefolgt von der Möglichkeit, das Bergsteigen und Klettern von der Pike auf zu erlernen. Was bedeutet, dass Kletterhallen und -zentren wie Pilze aus dem Boden schießen. Das geht auf das Konto der sportlichen Seite der Vereine. Nicht umsonst

## Einführung

ist der Deutsche Alpenverein seit geraumer Zeit im Deutschen Sportbund organisiert. Der Hauptgrund, dort Mitglied zu werden, war bei Beantragung die Sorge, die Ausbildungskompetenz fürs Klettern und Skibergsteigen zu verlieren. Zwischenzeitlich boomen das Klettersteiggehen und auch das Sportklettern, das längst als Wettkampfsport betrieben und von den Alpen Vereinen gefördert wird. Auf der anderen Seite aber sind sie anerkannte Naturschutzverbände und dieserart allemal in einer gewissen »Zwickmühle«. Zwar melden sie sich sogar bei Themen zu Wort, bei denen sie so gut wie nichts zu bewegen vermögen, doch echten Naturschutz können sie hauptsächlich an und in ihren Hütten betreiben, denn die Phase der »Schutzkäufe« von alpinem Gelände ist längst vorbei.

### Frühzeit

Die ersten Schutzhütten hatten den Zweck, als Stützpunkte für bedeutende Gipfel-Ersterstigungen zu dienen (z. B. Großglockner; oder man denke an die einfache Hütte, die sich nach 1801 die Gebrüder Brizzi – einer von ihnen war Heldenenor – im hintersten Kaisertal gebaut hatten, um von dort aus ihre Exkursionen in den Wilden Kaiser zu unternehmen). Erst mit der Gründung der Alpen Vereine (1850er- bis 1870-er-Jahre) erfolgte der Hütten- und Wegebau systematisch. Jede Sektion, die auf sich hielt, wollte ein »Arbeitsgebiet«; »geldige« Sektionen sogar mehrere solcher »Gebirgsparzellen«. Zunächst standen die Hütten klein und bescheidenst ausgestattet da. Aber bald entdeckten die Städter »ihre« Alpen und schon platzten die Refugien aus den Nähten, mussten neu gebaut oder erweitert werden (»Warzenarchitektur« sagten Insider hierzu) – bis in die Jetztzeit. Die Berliner Hütte mit ihrem Jugendstil-Interieur (Speisesaal), seit einigen Jahren denkmalgeschützt, ist Staunen machender



Abbildung 3: Die alte Knorrhütte (Wetterstein), deren Realisierung von Kaufmann Angelo Knorr maßgeblich finanziert wurde, nach 1873; zu diesem Zeitpunkt hatte sich bereits die Alpenvereins-Gründersektion München des Hüttls angenommen.

Ausdruck dieses »Städtekultur-in-die-Alpen-Tragens«. Das war großes Hüttenbauen!

Dabei hießen die Hauptproblempunkte für die Sektionen von jeher Energie-Ver- und Abwasser-/Abfall-Entsorgung. Man löste sie zunächst mit Holzofen, Petroleumlampe (»Petromax«) und Glühstrumpf. Wasser zum Kochen und um sich den Körper, wenigstens das Gesicht zu waschen, kam aus der nahen Quelle oder aus dem Bach. Noch fast bis in die Jetztzeit standen z. B. in den Zimmern des romantischen Anton-Karg-Hauses (Hinterbärenbad) Toilettentische und auf ihnen Wasserkrug und -schüssel. (Beim Anblick jener Idylle dachten Kaiserkenner an das kurze Stimmungsbild, das der Münchner Bildhauer und schneidige Kletterer Fritz



Christ nach Einbau eines »Damenkabinetts« im Schlafräum der alten Hütte etwa um 1890 zum besten gab. Bitte nicht erröten: »Wie oft mögen Jünger des Bergsports dem rieselnden Wasserfall der Jungfrau oder dem Sturzbach des bösen Weibeles gelauscht haben, dagegen die holdseligen Damen wieder dem Krachen der Winde und dem Rollen des Donners! Für besonders Wissbegierige waren sogar Spalten in der Holzwand angebracht, durch welche die hübschesten Entkleidungs-Szenen unentgeltlich angesehen werden konnten.«)

Zurück zum Thema. Als Toilette diente der »Donnerbalken« etwas abseits, später das Plumpsklo; der Abfall landete nicht selten in einer großen Grube (Beispiel aus verhältnismäßig junger Zeit: Watzmannhaus) oder einer Doline. Irgendwann lärmte das Dieselaggregat zur Stromerzeugung oder – wenn



Abbildung 4: Nachdem die erste Schutzhütte auf Hinterbärenbad (Kaisergebirge) Raub der Flammen geworden war, erbaute man das schöne und trutzige Anton-Karg-Haus, das in dieser Form heute noch besteht.

die Voraussetzung hierfür gegeben war – es wurde Wasserkraft eingesetzt. Letztere hat bis heute ihre Bedeutung, der »Diesel« nur noch bedingt, wie wir alle wissen.

### **Tölzer Richtlinien**

Festgeschriebene Regularien für den Hüttenbetrieb gab es für den D.Ö.A.V. (Deutscher und Österreichischer Alpenverein hatten sich 1873 zusammengeschlossen) bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts. Doch nach Erstem Weltkrieg und Revolution darbtete das Hüttenwesen dahin. »Die Hütten waren meist recht primitiv eingerichtet und bewirtschaftet. Oft waren die Matratzen abgenützt und unsauber, die Decken zerrissen, die Schlafstellen muffig. Von Hygiene und Umweltschutz (dieses Wort kannte man noch nicht) keine Spur. Der Abfall wurde in der Nähe der Hütte deponiert oder den Hang hinuntergeworfen.« (Hans Baum in »Der Bayerländer« Heft 74)

Zur Alpenvereins-Hauptversammlung 1922 in Bayreuth stellte der Hauptausschuss einen umfangreichen Antrag, Richtlinien für den Betrieb von Alpenvereins-Hütten betreffend. »Die Richtlinien betrafen sehr weitgehende Regelungen für den Bau neuer Hütten, Reklame für Hütten, Wegtafeln und Markierungen, die Verpflegung auf Hütten, die Bevorzugung von Bergsteigern bei der Hüttenbelegung, die Einrichtung der Schlafgelegenheiten, Ausweisungspflicht auf Hütten, die Trennung männlicher und weiblicher Gäste in den Schlafräumen (»Liebespaare sind aus der Hütte auszuweisen«). ... (Walter Welsch)

Doch in Bayreuth kam es noch nicht zum Beschluss, nur zu einer – fruchtbaren – Diskussion. Das Interesse der Sektionen war geweckt worden. Sie brachten im Folge-Geschäftsjahr noch viele Anträge zur Hütten- und Wegeproblematik ein. 1923 endlich wurden nach langen Diskussionen im Rahmen der Alpenvereins-Hauptversammlung in Bad Tölz jene

## Einführung

legendären »Tölzer Richtlinien«, die u. a. auch noch forderten, dass Federbetten gegen Wolldecken zu ersetzen seien und Grammophone aus den Hütten verboten werden müssten, aus der Taufe gehoben. Im Lauf der Jahre wurden sie modifiziert und entschärft. Sie blieben jedoch über Jahrzehnte das Maß der Dinge, auch wenn die beiden Vereine nach ihrer Wiedegründung nach dem Zweiten Weltkrieg wie vor ihrem Zusammenschluss eigenständig agierten. (1883 standen 69 Hütten; 1894 schon 130 zum Teil komfortable Häuser; bis 1914 wuchs der Hüttenbesitz des weltweit größten Alpenvereins auf 323 Stützpunkte an, nach dem Ersten Weltkrieg verlor er durch die Friedensverträge von Versailles und St. Germain 93 Hütten. – 1928 besaß der Verein wieder 308 Unterkünfte, und

als im Jahr 1930 Österreichischer Gebirgsverein und Österreichischer Touristenklub dem D.Ö.A.V. beitraten und ihre Hütten einbrachten, war der Hüttenbesitz des Alpenvereins auf rund 500 Gebirgshäuser angewachsen. Stand 2010: DAV 327 Hütten, OeAV 241 Hütten. DAV, OeAV, AVS und CAI besitzen zusammen 1074 Hütten. Alle im Club Arc Alpin – CAA – organisierten Alpenvereine verfügen über rund 2000 Schutzhütten im Alpenraum.)

### Grundsatzprogramm

1977 beschloss man auf der DAV-Hauptversammlung in Rosenheim das »Grundsatzprogramm zum Schutz des Alpenraums«, das den Deutschen Alpenverein sogar auf die Titelseiten seriöser Tageszeitungen brachte. Das Credo hieß u. a.: Hütten auf einfache



Abbildung 5: Noch Ende der 1970er-Jahre fand man rings um Schutzhütten auch der Alpenvereine Müllhalden beträchtlichen Ausmaßes.



Bedürfnisse abstellen. Keine neuen Hütten mehr bauen. Hütten landschaftsgebunden umbauen. Abfall und Abwasser geordnet beseitigen. Grundsätzlich keine neuen Wege und Steige mehr anlegen. Diese an sich selber gestellten Forderungen hat der Verein im großen und ganzen umgesetzt, auch wenn es so manchen »Ausreißer« gab (z. B. mit dem Bau von neuen Klettersteigen, den das modifizierte Grundsatzprogramm unter bestimmten Bedingungen nunmehr erlaubt; beim OeAV hatte man sich hierzu allemal eine Hintertür offen gelassen).

### **Dezennium des verstärkten Umweltschutzes**

1986 wurde in Bamberg das »Jahrzehnt (bzw. Dezennium) des verstärkten Umweltschutzes auf Hütten und Wegen« beschlossen und damit ging es wirklich zur Sache. Harsche Kritiker könnten nun natürlich einwenden: Ihr habt die Hütten hingestellt, und jetzt ist es eure verdammte Pflicht und Schuldigkeit, sie auch umweltgerecht zu ver- und entsorgen. Wie auch immer: Der Alpenverein avancierte zum Vorreiter im »Umweltschutz auf Hütten«, die anderen Alpinen Vereine zogen nach. Für die Hüttenwirtsleute bedeutete dies zunächst: Müllvermeidung, -trennung und -entsorgung. Hüttenbesucher mussten ihre vom Mitgebrachten herrührenden Abfälle grundsätzlich wieder mit ins Tal nehmen. Getränkedosen und Einwegverpackungen wurden »megaout«. Kunststoffverpackten Kleinportionen Marmelade oder Kaffeesahne sagte man den Kampf an. Konfitüre und Zuckerschüssel sowie Milchkännchen hatten (und haben) auf dem Tisch zu stehen. Das Merkblatt »So wünschen wir uns den Hüttengast«, gemeinsam herausgegeben von DAV, OeAV und AVS (Alpenverein Südtirol), informierte darüber, was jeder Einzelne für den Umweltschutz auf Hütten und Wegen tun konnte.



Abbildung 6: Aus der Anfangszeit des „Dezenniums des verstärkten Umweltschutzes auf Hütten und Wegen“: erste Solarzellen Ende der 1980er-Jahre auf dem Dach des Brunnenkopfhäuses (Ammergauer Alpen).

### **Erneuerbare Energien**

Die Wirtsleute wurden angehalten, dafür geeignete Küchenabfälle zu kompostieren, auf jeden Fall aber den Müll zu trennen und zu entsorgen. Der Hüttenschlafsack hielt Einzug in die Matratzenlager. Dadurch wurden Bettwäsche und Energie für die Reinigung gespart und es fiel auch weniger Abwasser an. Der Schadstoffausstoß von Dieselaggregaten ließ sich durch den Einbau von Rußfiltern und Katalysatoren verringern. Der erste Rapsölmotor nahm seinen Testbetrieb auf. Kraft-Wärme-Kopplungen sorgten für die Nutzung von Motorenwärme zur Warmwasserbereitung und Raumheizung. Energiefachleute dachten über die möglichen alternativen Versorgungsmöglichkeiten nach. Je nach dem wo welche Hütte stand, wurden die entsprechenden Anlagen installiert: Photovoltaik, Kleinwasserkraftwerke, Windkraftanlagen. 1987 stellte das Niedersachsenhaus (Goldberggruppe, Hohe Tauern) eine Musterhütte auf dem Gebiet der umweltfreundlichen Bauweise und Versor-

## Einführung

gung dar. Ein getrenntes System für die Regen- und Quellwasseraufbereitung, Stromversorgung über photovoltaische Zellen, Warmwasseraufbereitung über Sonnenkollektoren, Müllpresse und Müllverbrennung mit Rußfilter garantierten den umweltgerechten Hüttenbetrieb.

EU-Förderprojekte sind realisiert worden: »Thermie 1« (Photovoltaik; 1988 bis 1990) und »Thermie 2« (1995 bis 2000; Hybridlösungen). Man erstellte Gesamtkonzepte für Hütten. Kombinationen verschiedener Techniken waren angesagt (was auch heutzutage für die Ingenieure und Techniker noch eine Herausforderung bedeuten kann). Die Grundvoraussetzung hierfür hieß (und heißt mehr denn je) zu aller erst: Energie sparen! Sparlampen und ein Minimum an im

Verbrauch geringen Haushaltsgeräten, Verzicht auf (wenn es sich nicht gerade um Hütten mit Kurs-/Seminarbetrieb oder um solche mit problemloser Energieversorgung – z. B. durch ein Kleinwasserkraftwerk – handelte) Warmwasserduschen und die konsequente Verwendung des Hüttenschlafsacks konnten den Stromverbrauch in einer Hütte drastisch senken. Und die alternativen Energie-Versorgungsanlagen vermochten ihn so weit zu decken, dass der »Diesel« weniger oft in Betrieb genommen werden musste. Für manche Hütten, wie etwa für die Meilerhütte im Wetterstein, reichte ein Hybridsystem, das mit Sonnen- und Windenergie kombiniert arbeitet, zur Versorgung aus. Die Mindelheimer Hütte in den Allgäuer Alpen zeigte sich rundum umweltbewusst erneuert. Infolge



Abbildung 7: Das Niedersachsenhaus in der Goldberggruppe/Hohe Tauern stellte 1987 eine Musterhütte auf dem Gebiet der umweltfreundlichen Bauweise und Versorgung dar.

wohlüberlegter Maßnahmen belief sich ihr Stromverbrauch nur noch auf ein Drittel des früheren Niveaus.

### **Abwasserbeseitigung**

Noch Ende der 1970er-Jahre wurden vom Österreichischen Wasserwirtschaftsverband als Abwasser-Entsorgungsmöglichkeiten in den Bergen genannt: Senkgruben, Abwasserkanäle ins Tal, Einleitung in einen Wasserlauf, Versickerung, Gefäßtransport ins Tal. Den Alpinen Vereinen genügte das nicht. Mit dem Wissen seiner Fachleute um die besonderen Verhältnisse im Hochgebirge begannen sie auch auf diesem Sektor eine beispiellose Pionierarbeit. Je nachdem, ob die Hütten in wasserwirtschaftlich mehr oder weniger sensiblen Gelände standen, wurden verschiedene Pilotprojekte der Abwasserentsorgung gestartet. Grunddevise auch hierbei: Möglichst geringer Abwasseranfall. Natürlich wäre die Rohrleitung ins Tal das Ideal, doch wo lässt sie sich in Anbetracht der technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen realisieren?

Also Alternativen mit möglichst großer Reinigungskraft. Für Küchenabwasser waren Fettabscheider anzuordnen. Überhaupt war eine kanalmäßige Trennung von Küchenabwässern – sogenannten »grauen Abwässern« – und Abwasser aus den Sanitäranlagen anzustreben. Um 1990 ließen immerhin fünf auch finanziell vertretbare Systeme hohe Reinigungsleistungen erwarten. Das Plumpsklo fand mit der Trockentoilette seine ökologisch akzeptable Neuauflage. Der Einsatz von Scheibentauchkörpern für großflächigen Bewuchs als biologische Stufen von mechanischen Kläranlagen hatte sich zunächst bewährt. Pflanzenstrecken und »Schönungsteiche« brachten in Kombination mit Vorklärbecken gute Ergebnisse bei der Abwasserreinigung. Das System der Dreikammer-Faulanlage mit nachgeschaltetem,



*Abbildung 8: Scheibentauchkörperanlagen dienen der Abwasserreinigung und gehören zu den Hauptreinigungssystemen. Zersetzende Mikroorganismen werden durch langsame Rotation abwechselnd mit dem Abwasser und mit der Luft in Kontakt gebracht.*

koksgefülltem Tropfkörper und Bodenkörper-Filteranlage vor dem Sickerschacht schien eine optimale Lösung zu sein.

### **Das Dezennium verlängert**

1996 ist das »Dezennium« um weitere zehn Jahre verlängert worden und mittlerweile haben die Alpinen Vereine die umweltgerechte Energie-Ver- und Abwasser-/Abfallentsorgung auf ihren Schutzhäusern im Griff. Weitestgehend. Wasser-, Windkraft und Photovoltaik werden, soweit immer es möglich ist, eingesetzt. Doch wo findet man tatsächlich das optimale Geländegefälle für ein leistungsstarkes Kleinwasserkraftwerk? Welche fürs Gebirge tauglichen Windräder halten dauerhaft den immer heftiger werdenden Stürmen stand? Ganz ohne Verbrennungsmotoren wird's nicht gehen. So dürfte auch in Zukunft da und dort das Dieselaggregat laufen, auch wenn die berechnete Meinung vorherrscht, »Jeder Liter Diesel muss 'raus aus den Bergen« und sich

## Einführung

selbst Laien darüber bewusst sind, dass ein Liter Dieselkraftstoff eine Million Liter Wasser verseucht. Mit Pflanzenöl betriebenen Motoren kam man anfangs nicht wie gewünscht voran. Aber schon jene der »zweiten Generation« liefen tadellos. Mit Rapsöl betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) sind heutzutage oftmals Bestandteile von Hütten-Hybridanlagen. Als Problem zeigte sich, dass es fast nur Motoren mit Leistungen von 180 bis 200 Kilowatt aufwärts gab. Für 20- bis 40-Kilowatt-Anlagen, wie sie für die Schutzhütten der Alpenvereine Sinn machen, existierte noch 1999 ein einziger Hersteller. Flüssiggas als Treibstoff? Kein Problem auf denjenigen Hütten, die eine Zufahrt haben. Mittels Helikopter oder Materialseilbahn aber ist das Befördern



*Abbildung 9: Bei der Installation des Rotwandhaus-Windrades im Oktober 1990. Es arbeitete Jahrzehnte lang zuverlässig und sorgte auch für viel Energie – für die sich jedoch keine ausreichend dimensionierten Batteriespeicher fanden.*

von Gasbehältnissen wegen der Explosionsgefahr tabu! Blicke die Gasleitung. Doch funktioniert eine solche allenfalls bei Höhenunterschieden bis zu 500 Metern. Eine Leitung auf 2000 Meter hinauf ist nicht machbar.

### **Die Kacke muss weg!?**

Optimallösungen, man ahnt es schon, sind schwierig zu erreichen. Und doch gibt es Beispiele für Hütten, auf denen der Öko-Kreislauf in sich geschlossen ist. Wichtig hierfür erschien es, dass festgestellt wurde, ob die verschiedenen Abwasser-Reinigungssysteme das brachten, was man von ihnen erwartete. Die Ergebnisse des EU-geförderten LIFE-Programms (1995 bis 1999 plus zwei Jahre Messphase), wobei auf fünfzehn Hütten mechanisch-biologische bzw. vollbiologische Wasserreinigungsanlagen oder Trockentoiletten eingerichtet, bestehende Anlagen umgerüstet oder sonstige Maßnahmen wie zum Beispiel Einbau von Feststoff-Abscheidern getroffen wurden, brachten die Alpenvereine ein gutes Stück voran. Grundsätzlich kann man auch im Gebirge das Abwasser fast bis auf Trinkwasserqualität reinigen. Die Crux ist immer noch die Feststoff-Entsorgung. »Der Klärschlamm gehört ins Tal«, forderten Wasserwirtschaftler noch vor zehn Jahren, und sie tun es noch heute. Das Ausbringen selbst von Sekundärschlamm in die Natur sei unakzeptabel, konstatierte man. »Löffelweise ja, aber darüber hinaus – nichts!«, sagte einst ein kompetenter AV-Vertreter. Auch der Einwand, »dass zum Beispiel das Steinwild oder die Gams ganz simpel in die Gegend schieße«, stieß auf keinerlei Akzeptanz. Man kann die Fäkalien von Pflanzenfressern nun einmal nicht mit denen von Menschen vergleichen, die wie auch immer manipuliertes Fleisch und alle nur denkbaren Medikamente bis hin zur aggressiven Chemotherapie zu sich

nehmen. Klärschlamm trocknen – und nach einem Jahr verbrennen? Nein! Die Kacke muss weg! Keine Affäre dort, wo das Spezialfahrzeug hin gelangt. Und sonst? Es dürfte doch angesichts der Versorgungsflüge per Hubschrauber kein Problem darstellen, retour die Feststoffe mitzunehmen. (Mittlerweile wird – wenn nicht befürchtet werden muss, dass unterhalb einer Hütte Wasserressourcen verunreinigt oder dass autochthone alpine Flora gefährdet werden könnte – angestrebt, entsprechend behandelten Klärschlamm – siehe Seite 76 ff., 80 f. – doch im Hüttenumfeld auszubringen. Dies muss von den zuständigen Behörden jedoch allemal genehmigt werden.) Eine »saubere« Thematik, die die Alpinen Vereine noch eine Zeit lang beschäftigen wird.

### **Wartung tut Not**

Gefordert sind sie jedoch auch, was die Wartung der Ver- und Entsorgungsanlagen betrifft. Denn das A&O ist, ihre Funktionalität zu erhalten. Was bedeutet: Hüttenreferenten der Sektionen und Ortsgruppen sowie Hüttenwirtsleute müssen mitziehen, sich entsprechende Kenntnisse aneignen und mit den neuen Techniken umgehen lernen. Die Wirte haben wieder die Schulbank zu drücken. Leider meinen immer noch manche: »Das geht mich nichts an«, und versuchen, Verantwortung abzuschieben. Doch gibt es auch viele andere Beispiele, etwa das, wo Hüttenwirte zu richtiggehenden »Klärmeistern« geworden sind; ausgezeichnete Kräfte, die nach dem Motto konkurrieren: Wer hat die beste Reinigungsleistung.

Fachgemäße und sorgfältige Wartung ist unabdingbar. Es gab den Fall, dass durch versäumte Wartung von Batterien ein ganzer Batteriensatz zerstört wurde. Kostenpunkt über 10.000 Euro. Günstigstenfalls sind mit den Herstellerfirmen Wartungsverträge abzuschließen.

### **Es ist viel erreicht worden ...**

Viel hat sich im »zweiten Dezennium« und darüber hinaus im Bezug auf die Hüttentechnologien getan. Ökokonzepte für die einzelnen Hütten sind heute so aktuell wie gestern. Unverändert gilt es, Behördenauflagen zu erfüllen und die sind nach wie vor streng. Der Kontakt mit Beamten (z.B. der Wasserrechtsbehörden) hat sich insgesamt zwar wesentlich verbessert. (Anfangs hatte man die Alpenvereine noch als Verhinderer verschrieen. Heutzutage ist man den Behörden oft schon etwas voraus, was die Diskussion um die Auflagen und Anforderungen hinsichtlich des Gewässerschutzes erleichtern kann.) Aber es gibt zunehmend Fälle, da die Akzeptanz wegen »Bürokraterie« schwieriger geworden ist.

### **... aber es bleibt noch einiges zu tun**

Entscheidend ist für die Alpinen Vereine nach wie vor, dahingehend Überzeugungsarbeit zu leisten, dass bewährte Tal-Einrichtungen nicht so ohne weiteres auf Gebirgsverhältnisse übertragen werden können. Auf den Hütten setzt man ja durchaus den Stand der Technik ein – jenen für die hybriden Systeme. Und dabei ist es zunächst einmal von Bedeutung, festzustellen, was jede einzelne Hütte individuell benötigt. Man muss jede Energie-Versorgungs- bzw. Abwasser-Entsorgungsanlage auf die jeweiligen Bedingungen hin sozusagen »maßschneidern«. Was z.B. bedeuten kann, dass eine mechanisch-biologische Kläranlage auf der Berliner Hütte taugt, aber etwa fürs hochalpin gelegene Brandenburger Haus eine Trockentoilette vorzusehen ist.

Entscheidend erscheint auch, dass sowohl Projektanten als auch die Leute der ausführenden Firmen von den vollkommen anderen Voraussetzungen des Hochgebirges etwas verstehen. Eine Auftragsvergabe an eine Firma in Buxtehude könnte sich (allein schon





Abbildung 10: Während einer Hütten-Informationstour an der Berliner Hütte/Zillertaler Alpen. Solche Begehungen finden jährlich statt und sind für Sektions-Vorsitzende, Hüttenreferenten und Behördenvertreter von größtem Interesse.

wegen der aufwändigen Anreise) möglicherweise als Fehlgriff erweisen. Will sagen: Auftraggebern sollte empfohlen werden, genau hinzusehen und auf Herz und Nieren zu prüfen, ob man bei dem ins Auge gefassten Unternehmen etwas vom Bauen im Hochgebirge versteht; ob diesbezügliche Erfahrungen nachzuweisen sind (Referenzen).

Wichtig ebenfalls: Die Sektionenvertreter sollten sich früh genug über die Gesamtinfrastruktur vor Ort informieren. Vielleicht wird ja gar nicht einmal ein Hybridsystem bzw. eine Insellösung benötigt? Möglicherweise führt eine Ableitung in die Tal-Kanalisation in der Nähe vorbei.

### **Pleiten, Pech und Pannen**

Bei der Vielzahl von Schutzhütten in den Alpen liegt es auf der Hand, dass bei Planung, Ausführung und Betrieb nicht immer alles glatt läuft und dass es auch da und dort einmal zu Unfällen kommt. Hauptsache aber, »es geht gut 'naus«. Zum Schmunzeln (und Erschrecken) vor dem zwangsläufig etwas »trockeneren« Teil dieser Schrift noch ein paar Anekdoten.

- Die erste hat jetzt zwar unmittelbar mit den Schutzhütten nichts zu tun, es hätte ihm aber das, was ihm zugestoßen ist, auch damals auf »seinem« Purtschellerhaus passieren können. Heinz Zemsch, seines Zeichens »Watzmannkönig«, fiel im

Frühsommer 2010 von drei Metern Höhe eine Leiter hinunter und zog sich neben anderen Knochenbrüchen sogar einen Schädelbruch zu. Es geht doch nichts über zünftige Haushaltsunfälle!

- Der Wirt einer Hütte in den Allgäuer Alpen ist aber tatsächlich vom Dach gefallen; wie überhaupt Dachstürze bei Wartungen der Solaranlagen keine Seltenheit darstellen.
- Auf der Route zum Brandenburger Haus stürzten Wartungs- und Vermessungsleute in Gletscherspalten (gottlob nicht auf Nimmerwiedersehen).
- Auf einer von Eugen Guido Lammer so geschmähten Gipfelhütte (siehe Seite 12, 13) hat man wegen einer praxisfremden Brandschutzverordnung eine Edelstahlküche eingebaut. Deswegen mussten bei

Gewitter alle Gäste die Hütte verlassen. Das macht so richtig den Sinn einer Schutzhütte aus.

- Der technisch versierte und überaus umweltbewusste, rührige Wirt einer anderen Hütte in den Allgäuer Alpen hatte vor Gästen einer großen deutschen Alpenvereinssektion eine Demonstration seiner Umwelttechnik durchzuführen. Akkurat dabei fiel der Strom aus und unser Hüttenvater fuhr aus der Haut. Das Aggregat ließ sich von Hand nicht einschalten. Fazit: Wenn der Hüttenbetrieb nicht gewährleistet ist, nützt die ausgeklügelteste Technik nichts.
- Für eine an sich hochgelobte Hütte hatte man das Übernachtungsaufkommen unterschätzt. Man rechnete mit 3.500



Abbildung 11: Das Rotwandhaus-Windrad in vollem Betrieb. Es war Bestandteil einer Hybridanlage aus Windkraft, Solarenergie und Motorstromgenerator, der aufgrund der erneuerbaren Energien seltener lief.

Nächtigungen im Jahr, doch es wurden 6.000. Also mussten die Ver-/Entsorgungsanlagen nachgerüstet werden. Die Klimaanlage für das Schutzhaus hätte es aber nicht gebraucht, denn jeder Hüttengast macht warm. Hier hätten es Einzelöfen getan. Innovation durch Einfachheit, kann man da nur sagen.

- Ein auch alpinistisch beschlagener Wasserwirtschaftler stand über einer Feststoffpresse auf einem Gestell. Plötzlich brach dieses durch und er fiel in die Presse, lag schon in der Schnecke drinnen. Im letzten Augenblick drückte einer den Halteknopf und die Anlage stand still. Mit dem Schrecken davongekommen!
- Das ehemals sensationell anmutende »Windrad« am Rotwandhaus mit seinem Rotor auf senkrechter Achse (Antarktis tauglich!) arbeitete wie erwartet hervorragend. Trotzdem steht es heute als »Industrie-Denkmal« im Anblick des Hinteren Sonnwendjochs, weil man für die viele Energie, die es brachte, keine entsprechend dimensionierten Batteriespeicher fand. Motto: Schluss mit Überschuss.
- Nach einem Unwetter stand die Turbine eines Kleinwasser-Kraftwerks still, weil der Bachlauf eine andere Richtung eingenommen hatte ...
- Thema »Ganzheitliche Betrachtungsweise«: Man sollte auch die Gebäudesubstanz im Auge haben. Auf einer Hütte wurde die Solaranlage auf Holzschindeln montiert. Diese brauchen aber Luft ...
- Das Hochjoch-Hospiz ziert sich durch seine schöne Fassade. Genau vor die wurde die Filtersackanlage platziert. Haben Ingenieure kein Gefühl für Ästhetik?
- Bei einer Hütte mit Blockheizkraftwerk gab es einen Pflanzenöl-Unfall; ein Tank fiel um, 2000 Liter flossen den Berg 'runter. Nicht auszudenken, wenn das Diesel gewesen wäre.

### **Weitblick**

Ein Sommersonntag im Jahr 2020, kurz vor 7 Uhr morgens. Vor dem Tunneleingang am Nordhang des Zahmen Kaisers stehen drei Großraumbusse; die ersten, die heute fahren. Die »Doppeldecker« sind bis auf den letzten Stehplatz besetzt. Denn heute findet ein Superevent statt: die zweite Europameisterschaft im »Climbbasejumping«. (Das klingt noch etwas hölzern; eine namhafte Werbeagentur wurde damit beauftragt, einen sponsorenträchtigeren Titel zu kreieren.) Die Hochleistungsathleten klettern – in Zwei-Minuten-Starts und free solo natürlich – auf der Wettkampf-Linienkombination »Piaz-Peters/Eidenschink-Dülfer« zum Gipfel des Totenkirchls, rasen hinunter auf die Dritte Terrasse und links hinüber bis an den Rand des Abgrunds, legen dort in Sekundenbruchteilen den bereit gehaltenen Fallschirm an und springen über die Westwand 500 Meter in die gähnende Tiefe. Der »Jump«, und fast nur er, bringt die Entscheidung über Sieg oder Plätze. Denn sämtliche Starter klettern etwa gleich gut und gleich schnell. Gedopt haben sie alle, ohne Ausnahme. Das Rennen kann eigentlich nur gewinnen, wer im allerletzten möglichen Moment die Reißleine seines Schirms zieht. Je länger ein Athlet den freien Fall auszuhalten vermag, desto größer ist seine Chance, dass er um die entscheidende Tausendstelsekunde die Nase vorn hat. Es wird die Gesamtzeit gewertet: Kletterzeit + Flugzeit. Die Pharmaindustrie, u. a. ein Sponsor des Deutschen Alpenvereins, arbeitet – das ist natürlich Geheimsache – an einem Medikament, das die siegnotwendige Kaltblütigkeit für die Sekunden des freien Falls zu steigern vermag. Aber noch gibt es klare Sieger und Besiegte ...

Punkt 7 Uhr. Die Ampel vor dem Tunneleingang springt auf Grün. Motoren lärmen. Sie werden mit Pflanzenöl betrieben, das ist umweltfreundlicher als der verpönte und



kaum mehr finanzierbare Dieselmotoren. Zum Leidwesen der Event-Manager haben die Naturschutzbehörden die Kaisertalstraße nur einspurig genehmigt – mit einer Ausweiche direkt gegenüber des malerischen Hinterkaiserhofs. Den gaffenden ClimbJump-Fans eröffnet sich ein anrührendes Bild: Die blitzsaubere Jungbäuerin – sie hatte vor ein paar Jahren ihre Heirat mit dem Jungbauern von der Realisierung der Zufahrt Inntal – Kaisertal abhängig gemacht («... sunst konnscht dir a andere suach'n« ...) – wendet mit einer alten, dreizinkigen Gabel den Misthaufen.

Zwischenstation Hinterbärenbad. In einem großen, massiv eingezäunten Areal sind Braunbären zu sehen. Einer von ihnen badet sich gerade zum Gaudium der grölenden Bus-Insassen tatsächlich im Kaisertalbach

den Hintern – denn davon hat Hinterbärenbad ja schließlich seinen Namen. Das altehrwürdige Anton-Karg-Haus aber gibt es nicht mehr. Es musste einem modernst ausgestatteten Fünf-Sterne-Hotel mit luxuriösem Wellnessbereich weichen. Soeben rast ein »flying fox«, für den man eine breite Schneise durch den Wald geholt hat, vom Palace-Hotel am Stripsenjoch (auch das Stripsenjochhaus ist abgerissen worden) herunter. Die Lustschreie der Passagiere wären auf dem gesamten Hüttenverbindungsweg zu hören gewesen – wenn es ihn noch gäbe. Denn eine mit Kleinbussen befahrbare Straße leitet ab Neustadler Holzschlag, wo sich die Großraumbus-Wendeschleife befindet, nicht nur in den Hohen Winkel, sondern auch hinauf zur »Strips« und



Abbildung 12: Der Hintere Kaiserhof im Kaisertal, der beim beschriebenen Horrorszenario eine nicht unbedeutende Rolle spielt.



Abbildung 13: Der Hohe Winkel im Wilden Kaiser Naturarena für abstruse Kletter-/Basejump-Wettkämpfe? Möge es nie so weit kommen. Klettersteig-Wettkämpfe gibt es leider schon.

drüben hinunter zum Hotel-Gasthof Griesneralm. Dort kommt ja bekanntlich jedes Privatauto hin. Somit ist der gesamte Kaiser »überfahrbar« ...

Großraumbus-Wendeschleife. Die Kleinbusse bringen die Fans jetzt auf schmaler, gut ausgebauter und asphaltierter Serpentinstraße hinauf in den Hohen Winkel, zu einer Tribüne. Rundum Internet-Cafés, Pubs,

Spielsalons, Peepshow-Buden. Um 11 Uhr startet der erste Wettkämpfer. Zuvor gibt's – vor dem Hintergrund der Totenkirchl-Westwand, an der 100 Meter hohe Spannbanden der Sponsoren prangen – hämmernden CompuMusicSound (der sich mit schier unerträglichem Lärm an den Wänden von Kirchl, Karlspitzen und Haltstock bricht), Striptease-Einlagen und – Interviews. Im Jahr

zuvor, zum ersten Wettkampf, hatte man als nostalgische Einlage einen längst in Rente befindlichen, ehemals namhaften Hüttenfachmann des Deutschen Alpenvereins geladen. Der warf mit Schlagworten wie »Inselbetrieb« oder »Hybridlösungen« gerade so um sich, doch keine(r) der Anwesenden verstand ihn, weil man das alles nicht mehr braucht. Der ganze Kaiser ist kanalisiert und mit Stromleitungen versehen. Dieses Mal haben sie den alten Kaiserpionier Pit Schubert auf die Bühne gezerzt, der gequält von seinem heroischen Kampf um ein sicheres Bergsteigen erzählt, von seinen geplanten Sanierungsaktionen, die im Wilden Kaiser auf heftigen Widerstand gestoßen waren, und von seinem Bedauern darüber – im Augenwinkel des knochenharten Mannes blitzt

tatsächlich eine Träne –, dass ab irgend einem Zeitpunkt jedermann/frau »wild« zu sanieren und Routen einzubohren begann, wogegen die Sicherheitsforschung im Deutschen Alpenverein und überhaupt die Alpinen Vereine nicht den Hauch einer Verhinderungschance gehabt hätten. Aber das ist Schnee von gestern, der Alte wird kopschüttelnd belächelt wie ein seltenes Fossil. Denn inzwischen klettert schon das Mittelmaß dank der immer diffizileren und praktisch nicht mehr nachzuweisenden Doping-Cocktails free solo den achten Schwierigkeitsgrad. Selten, dass sich noch jemand an den wenigen verbliebenen DAV-Sicherheitsshaken ausruhen muss ...

Möge es ein solches Horrorszenerario nie geben!



Abbildung 14: Hüttenersatzbauten muten zunehmend futuristisch an, sind aber meist sehr zweckmäßig angelegt und obendrein im Innern gemütlich, was man der neuen Vélanhütte/Walliser Alpen nicht unbedingt ansieht.



## Einführung

Wie sieht aber nun der realistische Weitblick aus? Schwach- und Problempunkte wird es auch in Zukunft noch geben. Zu den ersteren wären die teilweise noch zu **kleinen Batteriespeicher** zu zählen. Zu den zweiten die **Wartung** der Ver- und Entsorgungsanlagen auf den Hütten, die man immer noch nicht in den Griff bekommen hat. Verantwortlichkeiten werden abgeschoben.

Ganz entscheidend wird sein, dass das Verständnis für Einfachheit weiter wächst. Man muss auf der Hütte keine Dusche haben (Ausnahmen: Kursbetrieb, geführte Wochentouren), es genügt eine kleine Speisekarte. Der echte Gebirgler genießt diese gegenüber seinem Talleben andere Atmosphäre, wo »nicht alles glänzen und spiegeln muss«. (Peter Weber) Natürlich sind Ausnahmen zu akzeptieren und eine Hütte kann eine Zeit lang zur »Genießerhütte« werden (z. B. »Lukullischer Jakobsweg« über Vorarlberger Hütten), wenn sich so etwas problemlos realisieren lässt. Mit solchen Aktionen kann man den Bekanntheitsgrad von weniger frequentierten Hütten durchaus steigern. Aber wellnessmäßige Zustände darf es auf den Gebirgshütten nie geben, wenn auch so mancher Alpenvereinsfunktionär der Komforthütte das Wort redete.

Zwar ist man während der vergangenen 25 Jahre in der Hüttentechnologie enorm

voran gekommen und hat für 75 bis 80% der rund 240 Kategorie-I-Hütten umweltgerechte Lösungen für die Energieversorgung gefunden. Was aber mitnichten heißt, dass bald das Ende der Fahnenstange erreicht werden wird. Dafür sorgen allein schon die allemal auftretenden Schäden durch Sturm, Hagel, Schlag, Schnee. Allem voran der Klimawandel, der nicht wegzudiskutieren ist.

Alpenvereinssektion, Hüttengast, -wirt und Behördenauflagen werden auch künftig in Einklang zu bringen sein. Dabei gilt es, den Wirt als Partner anzusehen. Dieser sollte offen sein für die Technik auf »seiner« Hütte; ein Allrounder möglichst mit dem Wissen – wenn er mit dem einen oder anderen Problem mal nicht selber fertig werden kann –, an wen er die jeweilige Aufgabe weiter zu delegieren hat. »Wenn der Wirt nicht mitzieht, bist du verloren«. (Weber)

Ansonsten bleibt zu hoffen, dass auch künftig das wahre Berg-Natur-Erlebnis zählt und dass Installationen wie »AlpspiX« oder »Airrofan« Ausnahmen bleiben. Nein, wir wollen Bergnatur allein mit der Infrastruktur der Hütten und Wege – als Erholungsraum für die Gestressten des beginnenden 21. Jahrhunderts.

Der nun folgende »Leitfaden« soll Hüttenfachleuten und interessierten Laien gleichermaßen als gut verständliche Planungshilfe dienen!

# Kapitel 1

## Allgemeines

## 1.1 Kurzbeschreibung

Der hier vorliegende **Leitfaden** geht aus dem Projekt »**Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungssysteme bei Berg- und Schutzhütten**« hervor und ist eine Aufbereitung, Verfügbarmachung und Weitergabe von Erfahrungen aus den bereits zahlreich umgesetzten Projekten bei Berg- und Schutzhütten für zukünftige Planungen.

Grenzüberschreitend haben sich in diesem Projekt 20 Partner aus den Alpenvereinen und Ländern zusammengefunden. Projektträger ist der Deutsche Alpenverein. Jeder der Partner hat zur Projektfinanzierung mit beigetragen. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) hat das Projekt ganz wesentlich finanziell und auch fachlich unterstützt, ebenso wurde von Seiten des österreichischen Lebensministeriums eine Förderung gewährt.

Grundlage für die Evaluierung bildete eine Erhebung von bereits realisierten Ver- und Entsorgungsanlagen auf Schutzhütten. Verteilt auf die sechs Länder wurden für die **Untersuchung 100 Hütten ausgewählt**. Der Gedanke der **integralen Betrachtung** und Bewertung der Energie-, Wasserversorgungsanlagen, Abwasserentsorgungs- und Abfallbeseitigungsanlagen stand bei allen Projektschritten an oberster Stelle. Die Minimierung der negativen Umweltauswirkungen, gekoppelt mit betriebssicherer und wartungsarmer Technologie, ist der Anspruch an zukünftig zu errichtende Anlagen.

Mit Hilfe eines Erhebungsbogens wurden die Ergebnisse der Befragung und der Erkundigungen auf den Hütten und bei den Sektionen dokumentiert. Die Daten wurden in eine Datenbank überführt und danach ausge- und bewertet. Die Datenauswertung basiert auf der Verarbeitung von Zahlenwerten (Variablen) auf der einen Seite und beschreibenden Informationen (Kontextinformationen) auf der anderen Seite.

Auf Basis der Datenaus- und -bewertung wurden **Empfehlungen** für zukünftige Projekte im Bereich der Ver- und Entsorgung von Berg- und Schutzhütten erarbeitet. Die Vorschläge der Projektleitung und der wissenschaftlichen Begleitung wurden innerhalb einer kleineren Arbeitsgruppe aus den Projektpartnern diskutiert und dann gemeinsam Festlegungen getroffen. Ebenso wurde noch die Meinung von mehreren externen Experten eingeholt.

Das Ergebnis des Projektes findet sich in zwei Dokumenten. Das sind der hier vorliegende **Leitfaden** und der **Endbericht**.

Der **Leitfaden** ist in **acht Hauptkapitel** gegliedert und wie folgt aufgebaut:

- In **Kapitel 1 – »Allgemeines«** werden die allgemeinen Grundsätze und Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Schutzhüttenbewirtschaftung und die Grundlagen der Leitlinien erörtert.
- In **Kapitel 2 – »Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung«** sind, nach kurzen Systembeschreibungen, die Empfehlungen für Planung und Errichtung von Anlagen nach den Bereichen Energie- und Wasserversorgung sowie Abwasser- und Abfallentsorgung getrennt dargestellt. Für den Bereich Abwasserreinigung sind Übersichtstabellen vorhanden, die einen Vergleich der Eigenschaften der verschiedenen Technologien ermöglichen. Jeweils abschließend sind die Empfehlungen zu Betrieb und Wartung dargestellt.
- In **Kapitel 3 – »Integrale Betrachtungen«** sind die Wechselwirkungen der im Kapitel 2 beschriebenen technischen Anlagen untereinander und Auswirkungen der örtlichen Rahmenbedingungen auf das Zusammenspiel der Systeme zusammengefasst und es werden entsprechende Empfehlungen gegeben.
- In **Kapitel 4 – »Allgemeines Ablaufschema Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung«** wird ein Stufenplan für die Vorgangsweise bei der Errichtung von Anlagen bei Schutzhütten vorgestellt.
- In **Kapitel 5 – »Darstellung einer beispielhaften Entscheidungsfindung anhand einer fiktiven Musterhütte«** wird aufgezeigt, wie man unter Verwendung des Leitfadens eine erste Bestimmung der möglichen Ver- und Entsorgungssysteme vornehmen kann.
- In **Kapitel 6 – »Ausbildungsprogramm für Anlagenbetreiber«** wird ein speziell auf die Bedürfnisse der Hüttenwirte abgestimmtes Konzept für ein Ausbildungsprogramm dargestellt.
- In **Kapitel 7 – »Anhang«** finden sich die Projektpartner, Finanzierung und Projektstruktur des Gesamtprojekts »Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungssysteme bei Berg- und Schutzhütten«, Angaben zu weiterführender Literatur sowie ein Glossar.
- In **Kapitel 8** – finden sich Abbildungs- und Tabellenverzeichnis, Sachwortverzeichnis sowie das Impressum.



## 1.2 Aufbau und praktische Anwendung des Leitfadens

Der Leitfaden ist als Ergänzung zu bereits bestehenden Regelwerken und Richtlinien gedacht und daher immer unter Einbezug derselben als Planungs- und Entscheidungshilfe anzuwenden. Er sollte vor allem als Information für die Entscheidungsträger in den Alpenvereinen dienen, aber auch Behördenvertreter und Fachplaner bei der Bearbeitung der sehr spezifischen Thematik

der Ver- und Entsorgung von Berg- und Schutzhütten unterstützen. Die Empfehlungen basieren auf der Aus- und Bewertung von Datensätzen von 100 Berg- und Schutzhütten, die im Jahr 2007 erhoben wurden. Vor diesen **Empfehlungen**, die mit dem Wesentlichen dieses Leitfadens ausmachen, wird in die jeweilige Thematik eingeführt.



Abbildung 15: Die Neue Magdeburger Hütte im Süden der Solsteine/Karwendel war eine der erfassten 100 Hütten des Evaluierungsprojekts, aus dessen Endbericht der hier vorliegende Leitfaden als Essenz entstand.



## 1.3 Wesentliche Rahmenbedingungen

### 1.3.1 Rechtliche Grundlagen und Regelwerke

Der vorliegende Leitfaden soll im gesamten Arbeitsgebiet aller Projektpartner aus den sechs Ländern gelten. Es wurde daher auf die detaillierte Aufzählung aller hier gültigen, rechtlichen Vorschriften verzichtet. Grundsätzlich sind für Errichtung und Betrieb der Anlagen die im jeweiligen Land geltenden rechtlichen Grundlagen ausschlaggebend, welche sich voneinander unterscheiden. Durch die Einbindung von Fachplanern und Behörden ist frühzeitig zu klären, welche Rechtsmaterie im Genehmigungsverfahren Anwendung finden wird.

Die jeweils gültigen technischen Regelwerke (Normen und sonstigen Richtlinien) sind zu beachten. Sie erhalten ihren bindenden Charakter durch die Vorschreibung im Genehmigungsverfahren. Diese Regelwerke zeigen den Stand der Technik und ermöglichen es, Qualitätsstandards vorzugeben (z. B. ÖWAV-Regelblatt 1 »Abwasserentsorgung im Gebirge«, etc.).

Ein sehr guter Überblick über technische Anlagen auf Schutzhütten wird in einem Buch von Verena Menz mit dem Titel »Umwelttechnik für alpine Berg- und Schutzhütten« gegeben. Das Buch »Die umweltgerechte Schutzhütte« von



Abbildung 16:  
In der Broschüre  
»VADEMECUM  
– Betriebsanlagenrecht  
für Schutzhütten in  
Extremlage« werden  
die rechtlichen  
Regelungen im Bereich  
des Betriebsanlagen-  
rechts in Österreich  
zusammengefasst.

Uwe Grinzing enthält ebenfalls wertvolle Basisinformationen.

Sehr detaillierte Ergebnisse in Teilbereichen können aus Forschungsprojekten gewonnen werden, wie z.B. dem DBU-Reststoffprojekt, dem EU-LIFEprojekt und ähnlichen. **In der Broschüre »VADEMECUM – Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremlage«, herausgegeben vom Österreichischen und Deutschen Alpenverein, wurden die relevanten rechtlichen Regelungen im Bereich des Betriebsanlagenrechtes in Österreich zusammengefasst.**

### 1.3.2 Örtliche Rahmenbedingungen

Berg- und Schutzhütten haben aufgrund ihrer Lage sehr spezifische Rahmenbedingungen, welche sich wesentlich von Einzelob-

jekten im Tal unterscheiden. Dies ist bei Planung, Bau und Betrieb von Ver- und Entsorgungsanlagen zu berücksichtigen.

Auf folgende Rahmenbedingungen wird im Leitfaden eingegangen:

- Insellage
- Transportaufwand (Art der Versorgung)
- Seehöhe
- Witterung (Temperaturen, Niederschläge und Wind)
- Geologie
- Geländetopographie (steil / felsiger Untergrund)
- Sommer- und Winterbetrieb
- Kostenintensive Energieversorgung
- Art der Trinkwasserversorgung
- Trink- / Nutzwasserversorgung knapp
- rechtliche Vorgaben in Abhängigkeit von der Örtlichkeit
- Anlagengröße

# Kapitel 2

## Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung

Bei der Planung und Errichtung von jeglichen Einzelmaßnahmen für Anlagen der Ver- und Entsorgung auf Berg- und Schutzhütten müssen immer die Auswirkungen auf das Gesamtsystem untersucht werden. Es ist ein Gesamtkonzept zu erstellen, in dem die langfristigen Betriebsziele der Schutzhütte zu berücksichtigen sind. In der Planungsphase ist auch bereits auf die Erfordernisse

des Betriebes und der Wartung der Anlagen einzugehen. Diese Gesamtbetrachtung ist deswegen erforderlich, da die Ver- und Entsorgungsanlagen auf einer Schutzhütte eine Wechselwirkung aufeinander ausüben.

Nachstehend sind in einer Tabelle aufgrund der Integralen Betrachtung die Wechselwirkungen zusammengefasst.

Tabelle 1: Wechselwirkungen der Systeme

	Energieversorgung beeinflusst die ...	Wasserversorgung beeinflusst den/die ...	Abwasserentsorgung beeinflusst den/die ...	Abfallentsorgung beeinflusst den/die ...
<b>Energieversorgung durch ...</b>	–	Energieverbrauch von Pumpen und Aufbereitung, Energieverfügbarkeit durch Wasserkraft.	Energieverbrauch von Pumpen, Steuerungs- und Belüftungseinrichtungen.	Energieverbrauch von Müll- und Dosenpressen.
<b>Wasserversorgung durch ...</b>	Energieverfügbarkeit für Pumpen und Aufbereitung.	–	Wiedernutzung von gereinigtem Abwasser bzw. von Teilströmen für Brauchwasserzwecke.	Unsachgemäße Ablagerungen von Müll im Einzugsbereich der Wasserversorgung.
<b>Abwasserentsorgung durch ...</b>	Energieverfügbarkeit für Pumpen und Belüftung.	Wassertemperatur, Pufferkapazität und Abwasserverdünnung.	–	Anfall von biogenen Stoffen, die evtl. gemeinsam mit Klärschlamm behandelt werden können.
<b>Abfallentsorgung durch ...</b>	Energieverfügbarkeit für Müll- und Dosenpressen.	Energieverfügbarkeit für Elektropressen durch Wasserkraft.	Anfall von Klärschlamm, der evtl. gemeinsam mit dem biogenen Abfall behandelt werden kann.	–



## 2.1 Energieversorgung

### 2.1.1 Einleitung

Bei der Planung von Anlagen wird das Ziel verfolgt, eine umweltverträgliche, wirtschaftliche, ausreichende und sichere Energieversorgung zu errichten. Es kann kein allgemeingültiges Rezept für die perfekte Energieversorgungsanlage gegeben werden. Vielmehr muss für jede Hütte, für ihre speziellen Rahmenbedingungen, ein individuelles Versorgungskonzept erstellt werden, bei dem die Ausgewogenheit der Stromerzeuger und der Wärmebereitstellung mit der optimalen Abstimmung auf den zeitlichen Verlauf des Energiebedarfs anzustreben ist. Das komplexe System zur Strom- und Wärmebereitstellung ist in Abb. 17 dargestellt.

### 2.1.2 Kurzbeschreibung der Anlagen

#### 2.1.2.1 Stromerzeuger

##### Photovoltaik (PV)

Unter Photovoltaik wird die direkte Umwandlung von Strahlungsenergie (Sonnenlicht) in elektrische Energie mit Hilfe des photoelektrischen Effekts verstanden. Es entstehen keinerlei Emissionen wie Abgase, Lärm oder Abwässer. Die Leistung einer PV-Anlage ist bei geringen Temperaturen und hohen Solarstrahlungswerten größer, sodass ihre Verwendung in den Hochlagen der Berge besonders empfehlenswert erscheint.

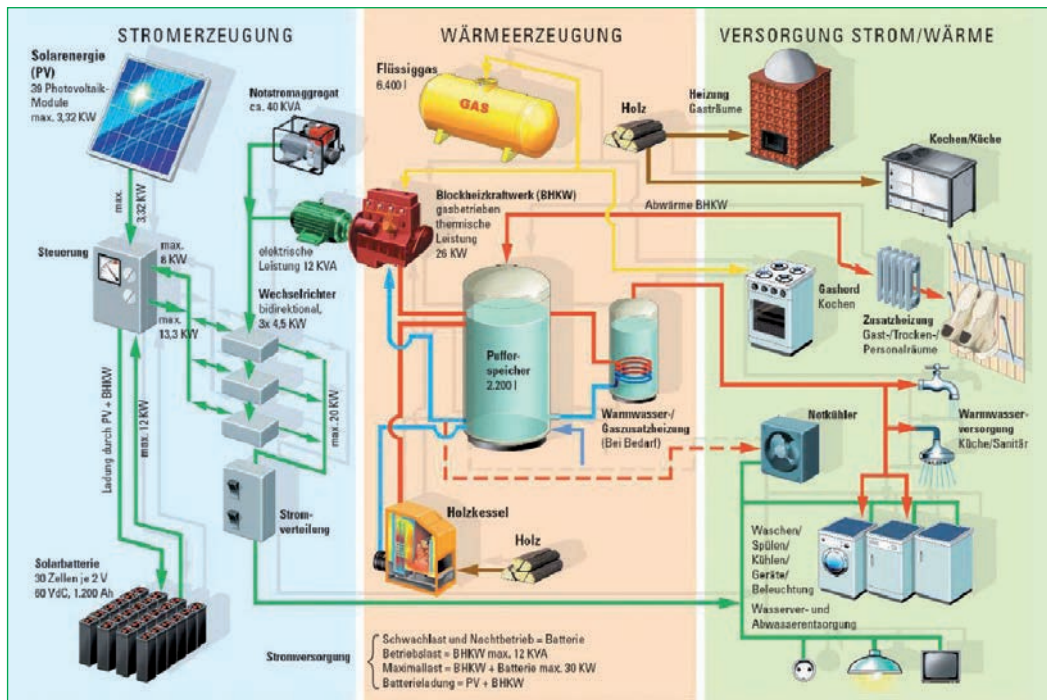


Abbildung 17: Komplexes System der Strom- und Wärmeversorgung am Beispiel einer Schutzhütte in den Alpen

### **Kleinwasserkraftwerk (KWKW)**

In einem Kleinwasserkraftwerk (KWKW) wird die mechanische Energie des Wassers mit Hilfe einer durch das Wasser angetriebenen Turbine und einem Generator in elektrischen Strom umgewandelt. Auf Schutzhütten werden in der Regel Kleinwasserkraftwerke im Leistungsbereich von wenigen Hundert Watt bis ca. 40 kW eingesetzt. Die Pelton-turbine ist die am häufigsten verwendete Turbinentechnik und eignet sich besonders für die Nutzung von geringen Wassermengen bei gleichzeitig großen Höhenunterschieden zwischen Wasserfassung und Turbine. Durch die permanente Stromerzeugung (24h täglich) ohne Schadstoffemissionen, der langen Lebensdauer von mehr als 30 Jahren sowie

den meist geringen Betriebskosten stellt ein KWKW, auch mit einer sehr geringen Leistung, eine sehr interessante Option für die Stromversorgung dar.

Ein KWKW kann auch als Trinkwasserkraftwerk ausgeführt werden. Hierfür wird die Turbine in die Trinkwasserversorgung im Bereich eines Hochbehälters eingebunden, um so den Höhenunterschied zwischen Quelle und Hochbehälter zu nutzen.

### **Windkraftanlage (WKA)**

Windkraftanlagen nutzen die in den strömenden Luftmassen enthaltene kinetische Energie. Dem Wind wird die Energie mit Rotoren entzogen und an der Rotorwelle in mechanische Leistung umgewandelt. Ein angeschlossene



Abbildung 18: Rotor auf senkrechter Achse an der Müllerhütte/Stubaier Alpen. Neuentwicklungen im Bereich der Kleinwindkraftanlagen scheinen sich zu bewähren.

ner Generator wandelt diese Leistungsform in elektrische Energie um. Es entstehen dabei, von geringen Geräuschen abgesehen, keine Emissionen. Neben Windrädern mit horizontaler Achse werden auch Anlagen mit einer vertikalen Drehachse eingesetzt. Versuche zur Windkraftnutzung für die Hüttenversorgung im Hochgebirge waren in den 1980er- und 1990er-Jahren, aufgrund der schwierigen klimatischen Bedingungen, kaum von Erfolg gekrönt. Neuentwicklungen im Bereich der Kleinwindkraftanlagen lassen jedoch erwarten, dass die Nutzung der Windkraft im Rahmen einer Hybridanlage in Zukunft interessant werden wird.

### **Motorgenerator**

Unter diesem Begriff werden die unterschiedlichen Verbrennungsmotoren zusammengefasst, die mit einem Generator zur Stromerzeugung gekoppelt sind. Da diese Aggregate die entstehende Abwärme nicht nutzen, liegt ihr Gesamtwirkungsgrad (entspricht dem elektrischen Wirkungsgrad) bei maximal 30%. Im Alltagsbetrieb auf den Hütten liegt der Wirkungsgrad jedoch mit im Mittel ca. 10% bis 20% deutlich darunter. Dieser geringere Wirkungsgrad wird durch den häufigen Teillastbetrieb der Aggregate verursacht. Als Motoren finden Dieselmotoren für den Betrieb mit Diesel oder Heizöl und Ottomotoren für den Betrieb mit Flüssiggas oder Benzin Verwendung. Zur Verbrennung von Biodiesel oder Pflanzenöl können nur Dieselmotoren verwendet werden, die speziell für den jeweiligen Brennstoff konstruiert oder umgerüstet wurden. Neben Abgasen verursachen Motorgeneratoren auch eine erhebliche Lärmbelästigung.

### **Blockheizkraftwerk (BHKW)**

Ein Blockheizkraftwerk ist eine Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme. Es setzt das Prinzip der

Kraft-Wärme-Kopplung ein. Der hohe Gesamtnutzungsgrad resultiert aus der Nutzung der Abwärme der Stromerzeugung direkt am Ort der Entstehung. Der Wirkungsgrad der Stromerzeugung liegt dabei, abhängig von der Anlagengröße, bei etwa 25% bis 35%. Durch die Nutzung der Abwärme wird die eingesetzte Primärenergie aber zu 85% bis 92% genutzt. Motor und Generator sind schallsoliert in einem Gehäuse mit eigener Ölauffangwanne montiert, sodass ein BHKW problemlos auch in der Hütte, nahe bei den elektrischen Verbrauchern, aufgestellt werden kann.

### **2.1.2.2 Wärmelieferanten**

#### **Solarkollektoren**

Ein thermischer Solarkollektor sammelt die im Sonnenlicht enthaltene Energie, womit in der Regel ein flüssiges Übertragungsmedium (Heizwasser) aufgeheizt wird. Es wird nahezu das gesamte Strahlungsspektrum des Sonnenlichtes bei einem Wirkungsgrad von 60% bis 75% ausgenutzt. Mit Hilfe der Flüssigkeit des Wärmeträgers wird die Wärme aus dem Kollektor abgeführt und z. B. über einen Wärmetauscher an ein Speichermedium übergeben oder direkt als Prozesswärme, z. B. als Warmwasser, verwendet. Neben der Warmwasserbereitstellung kann mit Hilfe von Solarkollektoren auch die Heizung unterstützt werden.

Bei Solar-Luft-Kollektoren wird, anstatt der Flüssigkeit, Luft als Wärmeträger eingesetzt. Die im Kollektor erwärmte Luft wird mit Hilfe eines Ventilators direkt in die Hütte eingeblasen. Die Stromversorgung des Ventilators kann autark, z. B. durch ein im Kollektor integriertes PV-Modul, erfolgen. Somit ist der Solar-Luft-Kollektor eine einfache und unkomplizierte Variante zum Temperieren und Lüften einer Hütte mit Hilfe der Sonne. Ein Speicher ist in diesen Systemen in der

Tabelle 2: Vergleich Blei-Gel- zu Blei-Flüssig-Batterien

	Vorteil	Nachteil	Lebensdauer	Kosten
Blei-Gel-Akku	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Säureschichtung</li> <li>- Wartungsfrei</li> <li>- Unempfindlich gegen Tiefentladung</li> <li>- Einfache Aufstellung und Transport</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfindlich bei zu hoher Ladespannung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ca. 10 Jahre</li> <li>- bis 850 Vollzyklen</li> </ul>	200 bis 250 € / kWh
Blei-Flüssig-Akku	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardbatterie auf Hüttenbetrieb</li> <li>- Durchsichtiges Gehäuse möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfindlich bei Tiefentladung</li> <li>- Säureschichtung</li> <li>- Säure kann austreten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ca. 8 Jahre</li> <li>- bis zu 850 Vollzyklen</li> </ul>	180 bis 250 € / kWh inkl. Rekombinatoren

Regel nicht vorgesehen, so dass bei Schlechtwetter keine Warmluft zur Verfügung steht.

**Wärmerückgewinnung**

Wärmerückgewinnung ist ein Sammelbegriff für Verfahren zur Wiedernutzbarmachung der thermischen Energie, die ansonsten, z.B. beim Lüften, verloren gehen würde. Ziel ist die Reduktion des Heizenergieverbrauchs, z.B. für einen Trockenraum, indem die Frischluftzufuhr die Wärme der Abluft in einem Wärmetauscher übernimmt und somit bereits angewärmt in den Raum bläst.

**2.1.2.3 Energiespeicher**

**Speicherung der elektrischen Energie**

Auf Schutzhütten werden momentan fast ausschließlich Blei-Flüssig-Batterien (geschlossene Akkumulatoren) oder Blei-Gel-Batterien (verschlossene Akkumulatoren) eingesetzt. Andere Technologien wie Lithium-Ionen-Batterien bieten in der Standardanwendung auch in näherer Zukunft noch keine wirtschaftliche Alternative.

Bei der Blei-Gel-Batterie ist die Schwefelsäure in einem Gel fixiert, wodurch beim Transport auf die Schutzhütte keine Säure

austreten kann und somit keine Gefährdung von Mensch und Umwelt besteht (vgl. Tabelle 2). Durch die Fixierung kann eine Säureschichtung weitgehend vermieden werden. Im Betrieb der Flüssigbatterie stellt diese ein großes Risiko der Beschädigung dar und muss aufwändig durch eine aktive Säureumwälzung oder zumindest über regelmäßige Gasungsladungen aufgehoben werden.

Es ist darauf zu achten, dass entweder die Temperatur im Batterieraum im Winter nicht deutlich unter Null Grad fällt, oder die Batterien über einen Winterstrang kontinuierlich geladen werden. Entladene Batterien frieren bereits bei Temperaturen von knapp unter 0° C, volle erst bei ca. -35° C ein.

Auf dem Markt ebenfalls erhältliche Blei-Vlies-Batterien (AGM) werden hier nicht weiter betrachtet, da sie für den Einsatz in der Stromversorgung auf Schutzhütten nicht geeignet sind.

**Wärmespeicherung**

Auf Schutzhütten werden zur zeitweisen Speicherung von Wärme fast ausschließlich thermische Flüssigkeitsspeicher eingesetzt. Entsprechend der vorgesehenen Wärme-



nutzung bieten sich folgende Speicherkonzepte an:

- bivalente Speicher (ausschließlich zur Warmwasserbereitung)
- Kombispeicher mit interner oder externer Frischwasserstation (Warmwasserbereitung und Raumheizung)
- Pufferspeicher (ausschließlich zur Raumheizung)

Die Speicher können mit Trinkwasser (zum direkten Verbrauch), Heizungswasser (als Wärmetransport zum Heizkreis) oder Wasser mit ca. 40% Propylenglykol (zum frostsicheren Wärmetransport z. B. vom Kollektorkreis) befüllt werden. Die Leistungsfähigkeit des Speichers hängt von folgenden, nach ihrer Wichtigkeit geordneten, Faktoren ab:

- gute Speicherisolierung (inkl. Anschlüsse)
- Bereitschaftsteil auf möglichst niedriger Temperatur
- korrekte Speicherdimensionierung
- Art der Einleitung der Wärme mit Schichtbelastung

Die Erwärmung der Speicherflüssigkeit wird über Solarkollektoren, BHKW, Heizbrenner oder Holzherd bzw. Holzofen erreicht. Häufig besteht auch eine elektrische Nachheizmöglichkeit über integrierte Heizpatronen.

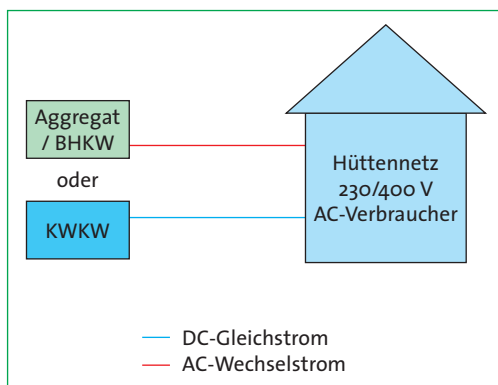


Abbildung 19: Direkte AC-Kopplung der Stromerzeuger mit den Verbrauchern im monovalenten Wechselstromsystem

### 2.1.2.4 Stromversorgungssysteme

#### **Monovalente Systeme**

In einem monovalenten Stromversorgungssystem deckt ausschließlich ein Stromerzeuger mit einem Energieträger den gesamten Strombedarf der Hütte. Es muss jedoch zwischen Anlagen mit und ohne Energiespeicher und Anlagen mit AC-Kopplung (vgl. Abbildung 19) oder DC-Kopplung (vgl. Abbildung 20) unterschieden werden. (Nochmals zur Verdeutlichung: AC = Wechselstrom, DC = Gleichstrom)

#### **Hybridsysteme**

In einem Hybridsystem wirken verschiedene Stromerzeuger zusammen, z. B. Photovoltaik (PV), Kleinwasserkraftwerk (KWKW), Windkraftanlage (WKA), Motorgenerator und/oder Blockheizkraftwerk (BHKW). Das System wird durch einen Energiespeicher (Akku) ergänzt, der bei einem Überangebot die elektrische Energie speichern kann, um sie wieder abzugeben, sobald die Last höher ist als das Angebot der Energiewandler.

Bei einem Gleichstrom dominierten Hybridsystem speist die PV-Anlage DC-seitig über einen Laderegler in die Batterien ein

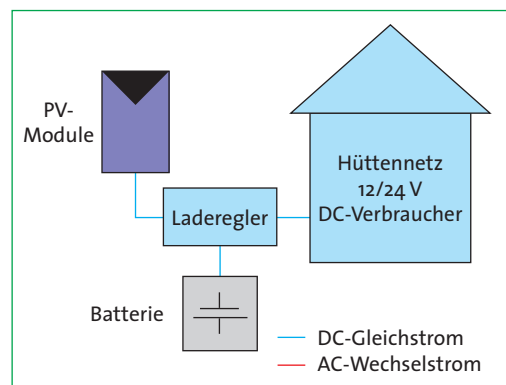


Abbildung 20: DC-Kopplung der PV-Anlage zur Versorgung der Gleichstromverbraucher in einem monovalenten Gleichstromsystem

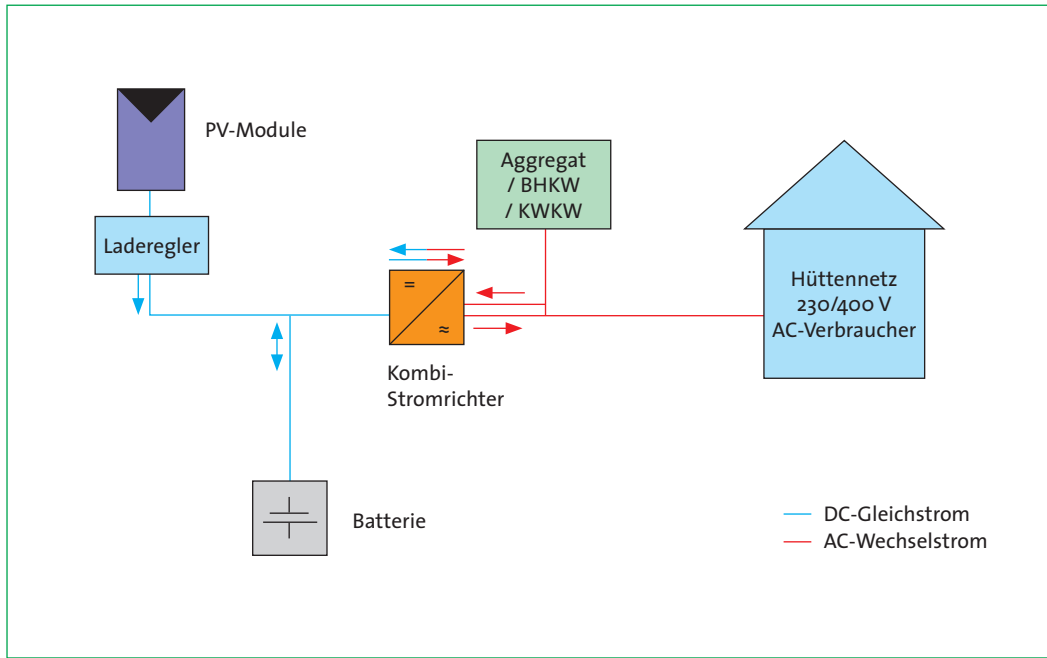


Abbildung 21: DC-Kopplung der PV-Anlage mit Kombi-Stromrichter im Gleichstrom dominierten Hybridsystem

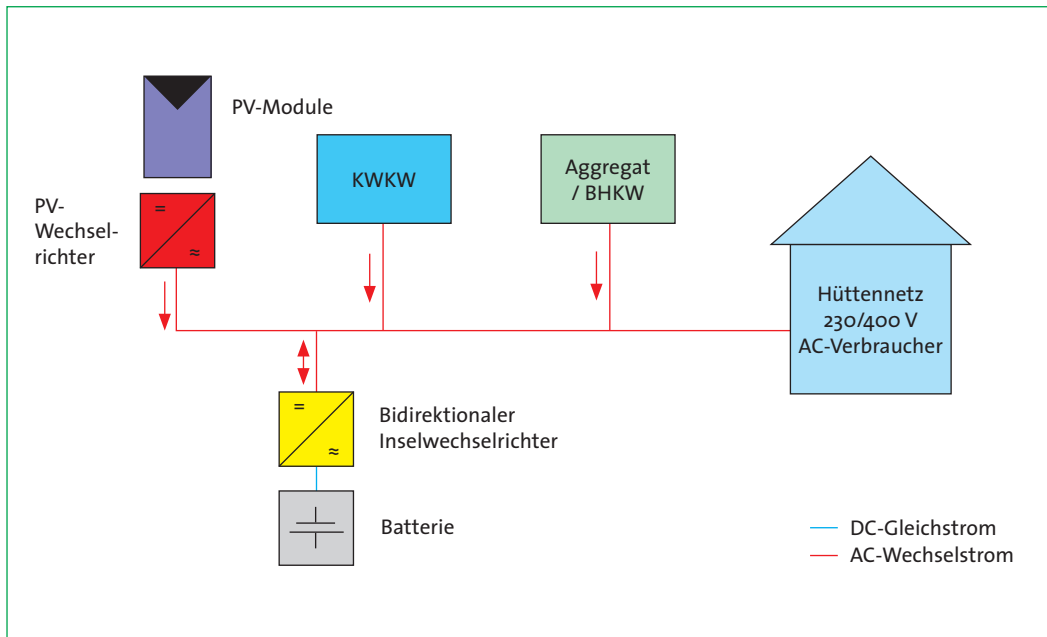


Abbildung 22: Wechselstrom dominiertes Hybridsystem mit AC-Kopplung aller Komponenten

(vgl. Abbildung 21). Wird zusätzlich zu einem Motoraggregat oder BHKW elektrische Energie benötigt, wird diese über einen Kombi-Stromrichter als AC-Strom aus den Batterien bereit gestellt. Nachteile dieser Anlage sind die aufwändigen DC-Verkabelungen, der hohe Aufwand für Planung und Auslegung, die eingeschränkte Erweiterbarkeit, die relativ hohen Systemverluste von 20% bis 40%, und, sofern die Einzelkomponenten nicht vom selben Hersteller stammen, die schwierige Regelungstechnik.

Bei den modularen, AC-gekoppelten Systemen werden alle Verbraucher und Erzeuger auf der AC-Seite verbunden (vgl. Abbildung 22). Dadurch können flexible, erweiterbare Stromversorgungssysteme einfach geplant und mit Standard-Installationsmaterial, das auch in herkömmlichen Wechselspannungsnetzen eingesetzt wird, aufgebaut werden. Außerdem kann das System durch zusätzliche Komponenten oder konventionelle Stromerzeugungsaggregate einfach erweitert und damit dem wachsenden Energiebedarf angepasst werden. Herzstück eines AC-gekoppelten Systems ist der bidirektionale Inselwechselrichter, der für eine gleichbleibend gute Spannungsqualität auf dem AC-Bus sorgt und die Steuerung der gesamten Anlage sowie das Last- und Batteriemangement übernimmt. Die gesamten Systemverluste fallen deshalb mit 15% bis 25% etwas geringer aus als beim DC-gekoppelten System.

### 2.1.2.5 Spezifische Stromkosten

Die spezifischen Stromkosten für aktuelle AC-DC-Hybridsysteme wurden über das Verhältnis der jährlichen Gesamtkosten der Anlage in Euro und der erzeugten elektrischen Energie im gleichen Jahr in kWh bei einem Betrachtungszeitraum von 25 Jahren und 5% Verzinsung berechnet. Die Kosten der Anlage setzen sich zusammen aus der Annuität der Investitionskosten, den ver-

brauchsgebundenen Kosten (Brennstoff, Transport) und den betriebsgebundenen Kosten (Wartung, Zeitaufwand Betreiber).

- Die spezifischen Stromkosten für moderne AC-DC-Hybridsysteme liegen aktuell für mittlere Hütten<sup>1</sup> bei 2,0 bis 2,9 €/kWh und bei großen Hütten bei 1,7 bis 2,1 €/kWh.
- Die spezifischen Stromkosten lassen keine Aussagen zur Qualität der Anlagen zu. Bei Hütten mit der selben Anlage, aber unterschiedlichem Stromverbrauch, erreicht die Hütte – mit einer hohen Anlageneffizienz und etablierten Energieeinsparmaßnahmen – einen geringeren Stromverbrauch und dadurch höhere spezifische Stromkosten als die Hütte, bei der viel Energie verschwendet wird.
- Die Zusammensetzung der Stromkosten in Bezug auf die Anlagenkomponenten ist in Tabelle 3 zusammengestellt. Es zeigt sich, dass in einem Hybridsystem und bei solaren Deckungsraten im Rahmen der Empfehlungen (vgl. Tabelle 4) die Photovoltaik nicht nur ökologische, sondern auch wirtschaftliche Vorteile bei der Stromerzeugung bringt.

Tabelle 3: Zusammensetzung der spezifischen Stromkosten

Photovoltaik	15 bis 25%
Blockheizkraftwerk	40 bis 60%
Batterieanlage	14 bis 22%
Leistungselektronik	10 bis 18%

<sup>1</sup> Hüttengröße eingeteilt über den  $EW_{60}$  Wert als Kenngröße für die Anzahl Gäste und Personal auf der Hütte: klein  $EW_{60} \leq 50$ ; mittel  $EW_{60} 51$  bis  $100$ ; groß  $EW_{60} 101$  bis  $150$ ; sehr groß  $EW_{60} > 150$

## 2.1.3 Empfehlungen zur Optimierung der Energieversorgungsanlagen

### 2.1.3.1 Energieeinsparung

- Vor der Planung einer Energieversorgungsanlage steht immer die **Analyse und Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz**, denn jede Kilowattstunde (kWh) Strom oder Wärme, die nicht verbraucht wird, muss nicht kostenintensiv und unter schwierigsten Bedingungen bereitgestellt werden. Der sparsame Umgang mit Energie ist die Voraussetzung für eine sichere, wirtschaftliche und ökologische Energieversorgung einer Schutzhütte und zieht bei richtiger Ausführung keinen Komfortverlust nach sich.

- Energieeinsparpotentiale ergeben sich durch die Verwendung von **energieeffizienten Geräten**. Die Höhe des Einsparpotentials soll durch die getrennte Erfassung der einzelnen Verbrauchergruppen mittels Stromzählung und Beurteilung der Messergebnisse ermittelt werden.

Auch Verbraucher, die z. T. über 24 Stunden in Betrieb sind, sollten hinsichtlich ihres **Energieeinsparpotentials** untersucht werden. So bieten sich z. B. neue Beleuchtungskonzepte mit LEDs speziell für die Fluchtwegbeleuchtung und energieeffiziente Brandmeldeanlagen an.

Bedeutendes und einfach umsetzbares Einsparpotential besteht bei vielen Hütten bei folgenden Punkten:

- kein Standby-Betrieb von elektrischen Geräten.
- Thermoskannen statt Warmhaltebehälter oder -platten.
- Isolierung aller Warmwasserrohre.
- Vorkühlung von Getränken in kalten Räumen oder durch überschüssiges kaltes Quellwasser.

- Die Abwärme, z. B. eines Bierkühlers, sollte keinesfalls in einen Lager- bzw. Kühlraum gehen, sondern besser in den Gastraum, um hier zur Raumtemperatur beizutragen.

- Bei Hütten mit Ganzjahresbetrieb oder bei hohem Heizbedarf sollten **Maßnahmen zur thermischen Sanierung** der Hütte mit dem Ziel der Heizenergieeinsparung bei gleichzeitiger Steigerung des Komforts ins Auge gefasst werden. In manchen Ländern stehen für diese Maßnahmen in Kombination mit der Ausstellung eines bedarfsorientierten Energieausweises erhebliche Fördermittel zur Verfügung.

### 2.1.3.2 Anlagenkonzeption

- Sowohl bei Neuanlagen als auch beim Ersatz von einzelnen Anlagenkomponenten ist ein **Gesamtenergiekonzept** zu erstellen, um die optimale Abstimmung aller Ver- und Entsorgungssysteme der Hütte zu erreichen. Die Konzeption der Anlage sollte hinsichtlich nachstehender Kriterien erfolgen: Wirtschaftlichkeit, Ökologie, Versorgungssicherheit, Netzqualität und Benutzerfreundlichkeit. Die verschiedenen Kriterien haben dabei unabhängig von der Reihenfolge die selbe Wichtigkeit. Beim Gesamtkonzept sind auch zukünftige Betriebsziele der Hütte und die daraus resultierenden Anforderungen an die Versorgung mit elektrischen Strom zu berücksichtigen. Beispiel: Beim Ersatzbau der Stüdlhütte (Glocknergruppe/Hohe Tauern) ging man nur von einer Sommernutzung aus und übersah dabei, dass sie in einem hervorragenden, hochalpinen Skitourengebiet steht. Aufwändige Nachrüstungen waren die Folge.
- Das Energieversorgungssystem soll **alle Verbraucher** auf einer Hütte abdecken. Der Betrieb von getrennten Versorgungssystemen, zum Beispiel für eine Kläranlage, ist unwirtschaftlich.



- Für eine sichere Energieversorgung muss die Anlage als **redundantes System** aufgebaut werden. Dies bedeutet, dass bei einem Ausfall des Hüttennetzes durch ein einfaches Umlegen eines Notschalters (siehe auch Seite 23) die Hütte durch einen alternativen Stromerzeuger versorgt werden kann.
- Die Stromversorgungsanlage ist so aufzubauen, dass ein möglichst hoher Anteil des Strombedarfs mit **erneuerbaren Energien** abgedeckt wird.
- Die Anlage sollte außerdem so ausgelegt werden, dass die bereitgestellte Energie zu einem möglichst hohen Anteil **direkt durch die angeschlossenen Lasten** verwendet wird, wodurch der Aufwand für die Speicherung und die damit verbundenen Energieverluste reduziert werden können.
- Über die Installierung eines **Lastmanagements** kann die Auslegung der Stromversorgungsanlage optimiert werden.
- Über eine **Anlagenüberwachung** und ein **Monitoringsystem** kann bei Auftreten von Fehlern und Problemen rasch deren Ursache festgestellt werden.
- Die Planung sollte von Firmen bzw. Personen durchgeführt werden, die nachweislich neben **Planungserfahrung** auch **Erfahrung bei Bau, Betreuung und Wartung von vergleichbaren Energieversorgungsanlagen** haben. (Siehe auch Kapitel 4 »Allgemeines Ablaufschema Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung«.)
- Bei Neuplanungen sowie der Durchführung von Umbau- und Renovierungsmaßnahmen sind **Vorkehrungen zur Erleichterung von zukünftigen Anlagenadaptierungen** bereits vorausschauend zu beachten (z. B. Leitungskanäle, modularer Aufbau der Anlagen, etc.).

### 2.1.3.3 Systemauswahl

- Eine Hybridanlage, bestehend aus verschiedenen Stromerzeugern und einem Energiespeicher, ist in der Regel **wirtschaftlicher** als eine monovalente Anlage mit einem einzigen Stromerzeuger. Monovalente Wasserkraftanlagen können eine Ausnahme darstellen.
- Das modulare Hybridsystem mit AC-Kopplung aller Komponenten und einem bidirektionalen Inselwechselrichter ist im Leistungsbereich der Wechselrichter von 2 kW bis zu mehreren 10 kW, in ein- oder dreiphasiger Ausführung, das **empfehlenswerte** System. Hinsichtlich Energieeffizienz, Nutzerzufriedenheit, Versorgungsqualität und Betriebssicherheit sowie Wirtschaftlichkeit liegt dieses System im Durchschnitt der Evaluierungsergebnisse klar vor den alternativen Systemen.
- Das Hybridsystem mit DC-Kopplung der PV-Anlage ist bei Wechselrichterleistungen bis 2 kW häufig **preisgünstiger** als das System mit AC-Kopplung aller Komponenten.
- Eine reine DC-Anlage, aus PV und Batterien in Kombination mit Energie sparenden LED-Leuchten und einer Zeitschaltuhr, kann für die Beleuchtung eines Winterraums eine **interessante Alternative** sein. Es muss jedoch gewährleistet sein, dass keine weiteren Verbraucher angeschlossen werden können und die PV-Module schneefrei montiert werden.
- Ein Anschluss der Hütte an ein öffentliches Stromnetz hängt sehr stark von den lokalen Gegebenheiten und den dadurch entstehenden Kosten für die Leitungsverlegung ab. Häufig stellen Anschlussleitungslängen bis ca. 2,5 km eine **wirtschaftliche Alternative** (siehe auch Kapitel 2.1.3.7 *Tabellarische Übersicht Bewertung Stromversorgungssysteme*) zu einer Inselversorgung dar. Unter Umständen kann dieser Richtwert auch deutlich über- oder



Abbildung 23: Die Mindelheimer Hütte hat alles, was einen umweltgerechtern Betrieb ausmacht: ein durchdachtes, in der Praxis bewährtes Energiekonzept, funktionierende Anlagen und einen technikversierten, engagierten Wirt.





unterschritten werden. Im Einzelfall sollte diese Versorgungsoption deshalb in einer **Variantenanalyse** mit geprüft werden.

#### 2.1.3.4 Auslegung der Anlagenkomponenten

##### *Photovoltaik (PV)*

- PV-Anlagen sollten **AC-gekoppelt direkt und vorrangig** zur Versorgung der Lasten verwendet werden. Lediglich bei Stromversorgungsanlagen mit einer Wechselrichterleistung von weniger als 2 kW kann eine DC-Kopplung der PV-Anlage empfohlen werden.
- Große PV-Anlagen sind vor allem bei Hütten mit **hoher Frequenz an Tagesgästen** zu empfehlen, da der Verlauf des Leistungsprofils einer PV-Anlage mit dem Lastprofil einer solchen Hütte übereinstimmt (Leistungsspitzen mittags an sonnigen Tagen, wenn zahlreiche Wanderer einkehren).
- Der **wirtschaftlich empfohlene** Anteil der PV an der gesamten Stromversorgung ist in Tabelle 4 dargestellt. Entsprechend der Möglichkeiten und des Platzangebots bei jeder Hütte kann die solare Deckungsrate jedoch auch stark abweichen.

*Tabelle 4: Empfehlung zur solaren Deckungsrate*

Kleine Hütte	30 bis 80%
Mittlere Hütte	25 bis 50%
Große Hütte	20 bis 40%

- Die PV-Anlage sollte **mindestens so groß** sein, dass sie die Strombedarfsspitzen um die Mittagszeit bei sonnigem Wetter, die durch den erhöhten Küchenbetrieb entstehen, abdecken kann.
- Die **Kostenentwicklung** bei PV-Anlagen wird auch in Zukunft von fallenden Preisen bei gleichzeitig höherer Leistung geprägt sein. Deshalb werden PV-Anlagen aus

wirtschaftlicher Sicht **immer interessanter** und die solaren Deckungsraten sollten in Zukunft weiter erhöht werden.

- Bei der Installation der PV-Anlage ist auf die **besonderen Belastungen im Hochgebirge** zu achten. Außerdem ist unbedingt selbst die kleinste **Verschattung der Module zu vermeiden**, da sonst die gesamte Leistung einer Serie von Modulen auf das Niveau der einzelnen beschatteten Solarzelle abfällt (Regel des schwächsten Glieds in einer Kette).

### **Kleinwasserkraftwerk (KWKW)**

- Bei entsprechenden Verhältnissen sollte die Wasserkraft zur Energiegewinnung **immer genutzt** werden. Auch Anlagen mit sehr kleinen Leistungen (einigen 100 Watt) können einen wesentlichen Teil des Tagesenergieverbrauches einer Hütte abdecken. Da diese kleinen Anlagen aber den Gesamtenergiebedarf nicht abdecken können, sind in einem Hybridsystem noch weitere Energieerzeugungsquellen, z.B. Motorstromgeneratoren, vorzusehen. Untersucht werden soll auch die Möglichkeit eines Trinkwasserkraftwerks. Hierfür wird die Turbine in die Trinkwasserversorgung im Bereich eines Hochbehälters eingebunden, um so den Höhenunter-

schied zwischen Quelle und Hochbehälter zu nutzen.

- Durch die **Ergänzung mit einem AC-DC System** kann auch mit einem KWKW mit einer Leistung von 2 bis 5 kW häufig eine komplette Strombedarfsdeckung für die Hütte erreicht werden.
- Reicht die Leistung des KWKW im Saisonverlauf durch Trockenheit **nicht aus**, empfiehlt es sich, die Anlage um einen **PV-Generator zu erweitern**, da sich diese Stromerzeuger durch ihre gegenläufigen Leistungsspitzen sehr gut ergänzen.
- Ein KWKW mit einer Leistung von wenigen Hundert Watt kann über Nacht meist die Grundlast, verursacht durch Kühlgeräte und Licht, versorgen und noch die Batterien nachladen. Dadurch kann ein solches KWKW, eingebunden in ein Hybridsystem, trotz der geringen Leistung die Betriebssicherheit und die Lebensdauer der Gesamtanlage, und im Besonderen jene der Batterien, signifikant verbessern.

### **Speicherbatterien**

- Für den Einsatz auf Schutzhütten weisen Blei-Gel-Batterien **deutliche Vorteile** gegenüber den herkömmlichen Blei-Flüssig-Batterien auf und sollten deshalb **verstärkt eingesetzt** werden. Bei ähnli-

Abbildung 24:  
Wo möglich, sollte Wasserkraft durch ein Kleinwasserkraftwerk immer genutzt werden (Schaufelrad des KWKW auf der Sulzenauhütte/Stubai Alpen).







Abbildung 25: Gutes Batteriemangement ist Voraussetzung für eine lange Lebensdauer eines Batterieverbands; regelmäßige und ausreichende Vollladung muss sichergestellt sein.

chem Preisniveau haben sie folgende entscheidenden Vorteile: unempfindlicher gegen Tiefentladung, keine Säureschichtung, einfacher Transport, Aufstellung ohne speziellen Batterieraum bzw. Säurewanne, kein Säureaustritt möglich.

- Voraussetzung für eine **lange Lebensdauer** eines Batterieverbands ist ein **sehr gutes Batteriemangement**, wodurch eine regelmäßige und ausreichende Vollladung sichergestellt und eine zu starke und zu lange Entladung der Batterien verhindert wird. Wichtige Qualitätskriterien sind: möglichst exakte und lernfähige Kapazitätsbestimmung, vierstufiges Ladeverfahren und ein automatischer Generatorstart bei Ladekapazität unter ca. 40%.
- Für den Einsatz in Stromversorgungsanlagen auf Schutzhütten sind **Solarbatterien am besten geeignet**. Sie sind auf eine lange Lebensdauer und die auf Hütten typische Belastung der Batterien mit relativ niedrigen Entladeströmen über längere Zeit und häufigen Wechsel zwischen Ladung und Entladung ausgelegt. Stapler- bzw. Autobatterien sind dagegen auf kurze, aber hohe Leistungsabgaben bei geringen Zyklenzahlen optimiert.
- Bei der Auswahl der Batterien sollte auch auf **möglichst lange Garantiezeiten** geachtet werden.
- Batterien sollten unbedingt **möglichst kühl aufgestellt** werden, da eine Erhöhung der Batterietemperatur von 20° C auf 30° C eine Verringerung der Lebensdauer der Batterien um 50% bewirkt.

### 2.1.3.5 Zusammenspiel von Strom und Wärme

#### Allgemein

- Stromerzeugung und Wärmebereitstellung müssen **so aufeinander abgestimmt sein**, dass die eingesetzten Energieträger optimal (mit dem höchsten Wirkungsgrad) ausgenutzt werden.
- Bei Bau und Betrieb einer Heizanlage bzw. einer Zentralheizung ist darauf zu achten, dass nur die **energieeffizientesten Pumpen und Heizkörper** zum Einsatz kommen.
- Wärme aus Strom zu generieren ist **grundsätzlich ineffizient** und deshalb zu vermeiden. Lediglich bei einem Stromüberangebot (z. B. aus KWK) sollte dieses zur Wärmeerzeugung genutzt werden.
- Wird zu bestimmten Zeiten auf der Hütte mehr Wärme benötigt, als bei dem stromgeführten Betrieb der Anlage abfällt, ist es empfehlenswert, ein **vorhandenes BHKW auch zur Wärmebereitstellung** zu nutzen. Voraussetzung ist, dass die Stromerzeugung des BHKW, über ein Heizschwert im Warmwasserpufferspeicher, mit voller Leistung direkt zum Aufheizen genutzt wird. Dadurch wird das BHKW jederzeit unter der empfohlenen Volllast betrieben und der Energiegehalt des Brennstoffs zu ca. 90% ausgenutzt. Die Investition in einen zusätzlichen Heizbrenner mit ähnlich hohem Wirkungsgrad kann dadurch vermieden werden.

#### Blockheizkraftwerk BHKW

- Im **Teillastbetrieb** gibt ein BHKW nur **sehr wenig Wärme** ab. Deshalb ist bei der Dimensionierung eines BHKW darauf zu achten, dass es **genügend lange Laufzeiten unter Volllast** erreicht, um den Wärmebedarf der Hütte zu decken.
- Das BHKW sollte **nicht nach der Summe der Leistungen** aller elektrischen Geräte

auf der Hütte ausgelegt werden. Da sich die Leistung aller Stromerzeuger und der Inselwechselrichter in einem AC-gekoppelten System zu einer Gesamtleistung addieren, reicht ein deutlich kleineres BHKW aus.

- Das BHKW muss **optimal in den Wärmekreislauf** der Hütte eingebunden werden, damit die Vorlauftemperatur (vom BHKW kommend) effizient verwertet werden kann und dagegen eine möglichst geringe Rücklauftemperatur die Kühlung des BHKW erfüllen kann.
- Die **warme Abluft** des BHKW sollte unbedingt mit einem **Luftschlauch aus dem Technikraum abgeführt** werden (z. B. zur Erwärmung des Trockenraums oder der Kläranlage), da **Batterien und Wechselrichter**, die im selben Raum aufgestellt sind, **unter hohen Temperaturen leiden** können.
- Als Notkühler kann bei entsprechender Einbindung auch eine **vorhandene Zentralheizungsanlage** genutzt werden. Es muss jedoch sichergestellt werden, dass die angeschlossenen Heizkörper nicht zugedreht werden können.
- Die besten Erfahrungen wurden mit BHKWs gemacht, die **speziell für den Einsatz im Inselbetrieb** auf Hütten weiterentwickelt wurden. Auf Grund des stabilen Laufs sollte ein Dieselmotor dem Ottomotor vorgezogen werden. Als Treibstoff kann auf Grund folgender Vorteile uneingeschränkt Pflanzenöl, das den entsprechenden Reinheitsgeboten entspricht, empfohlen werden:
  - CO<sub>2</sub>-neutrale Verbrennung
  - keine Umweltgefährdung und Einschränkung bei Transport und Lagerung
  - in Kombination mit geringen Mengen Diesel (10 bis 20 l pro Saison) als Start- und Nachlaufkraftstoff im automatischen BHKW-Betrieb gibt es keine Probleme durch Ausflocken oder Verkleben des Pflanzenöls

### 2.1.3.6 Wärmebereitstellung

- Der Einsatz von Solar-Luft-Kollektoren ist vor allem für die **permanente Temperierung** von Hütten zu empfehlen, die ansonsten außerhalb der Saisonzeiten Feuchtprobleme bekommen. Auch zur Temperierung von Winterräumen können sie erfolgreich eingesetzt werden.
- Mit Solar-Luft-Kollektoren zur **Trocknung**

**und Massereduktion von Klärschlamm und Reststoffen** aus der Abwasserreinigungsanlage konnten gute Erfahrungen gemacht werden.

- Überschüssige Wärme, z. B. aus einem Küchenholzherd, sollte auf jeden Fall über einen **Wärmetauscher** als zusätzliche Quelle für die Erwärmung des Warmwasserpufferspeichers verwendet werden.



Abbildung 26: Energiever- (Blockheizkraftwerk – BHKW) und Abfallentsorger (Feststoffpresse) im Maschinenraum der Oppererhütte/Tuxer Hauptkamm, eine Musterhütte der Alpenvereine.

- Stein- bzw. Braunkohle wird ohne Ausnahme **nicht mehr verwendet**. Als Ersatz werden Holzbriketts empfohlen.
- Als Alternative zu Ölbrenner oder Gas-therme kann ein **Pelletsofen** als zusätzlicher, vollautomatischer Heizbrenner empfohlen werden. Neben der CO<sub>2</sub>-neutralen Verbrennung haben Pellets, ähnlich Pflanzenöl, ein besseres Verhältnis zwischen Transportgewicht und nutzbarem Energiegehalt als z.B. Flüssiggas in Flaschen.
- Für den Einsatz auf Schutzhütten sollten nur **Wärmerückgewinnungsanlagen** verwendet werden, die einen geringen Strombedarf und eine geringe Gefahr der Vereisung aufweisen. In Kombination mit aktiver Belüftung bieten sie eine energieeffiziente Lösung an, um **in einem Trockenraum die aufgehängte Kleidung** auch tatsächlich zu trocknen und nicht nur zu erwärmen.
- Zur Schuhtrocknung sollte anstatt der Erwärmung eines ganzen Raumes ein **Schuhtrockner zum Einsatz kommen**, bei dem die Schuhe auf Düsen gehängt werden, aus denen dann warme Luft in den Schuh geblasen wird.
- Die Möglichkeit, einen Gastraum durch einen **Holzofen** – mit oder ohne Kacheln – zu beheizen, sollte unbedingt **weiter genutzt** werden, da die Strahlungswärme dieser Öfen, im Vergleich mit einer Zentralheizung, den Gästen auch schon bei geringeren Temperaturen ein wohlig warmes Gefühl verschafft.

Tabelle 5: Vergleich der Energieversorgungssysteme

System	DC reines Gleichstrom- system	DC-AC DC-gekoppelte PV mit Kombi- wechselrichter	AC-DC AC-gekoppelte PV mit bidirek- tionalem Insel- wechselrichter	AC reines Wechsel- stromsystem (Motoraggregat oder Wasserkraft)	öffentl. Netz Anschluss ans öffentliche Stromnetz
Empfohlener Leistungsbereich P <sub>el</sub>	< 1 kW	bis 2 kW	3 kW bis > 100 kW	0,5 bis 30 kW	> 40 kW
Energieeffizienz (Systemverluste)	30 bis 60%	20 bis 40%	15 bis 25%	30 bis 60%	10 bis 20%
Anzahl Störungen pro Saison		3,3	0,5	0,9	0,2
Beurteilung durch Betreiber <sup>2</sup>	3,5	2,6	1,8	2,4	2,1
Wirtschaftlichkeit	4 bis 7 € / kWh	3 bis 6 € / kWh	2 bis 2,9 € / kWh	1,5 bis 4 € / kWh bei KWKW	Bei Entfernung von 2 bis 2,5 km < 2 € / kWh ab 3 km > 3 € / kWh

<sup>2</sup> Beurteilung der Energieversorgungsanlage nach Stromversorgungssystemen; von sehr gut (1) bis mangelhaft (5) als Mittelwert aus Beurteilung durch Betreiber und Erheber.



### 2.1.3.7 Tabellarische Übersicht

#### Bewertung Stromversorgungssysteme

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse des Vergleichs der im Evaluierungsprojekt angetroffenen Energieversorgungssysteme zusammengestellt.

Zusammenfassend stellt das **AC-DC-Hybridssystem** – bestehend aus einer AC-gekoppelten PV-Anlage, einem BHKW, bidirektionalem Inselwechselrichter und einem Batterieverband – für die meisten Alpenhütten das **Standardversorgungssystem** dar. Besteht die Möglichkeit, ein Kleinwasserkraftwerk auch schon mit einer Leistung von wenigen Hundert Watt mit einzubinden, ist dies sehr zu empfehlen. Eine Inselanlage ist für Hütten, die weiter als ca. 3 km vom öffentlichen Stromnetz entfernt sind, im Vergleich zum Anschluss ans öffentliche Netz in der Regel das wirtschaftlich günstigere Versorgungssystem. Im Einzelfall hängen die Kosten hauptsächlich vom Verlegeaufwand der Kabelzuleitung ab. Da moderne Inselsysteme jedoch annähernd eine Versorgungsqualität erreichen, die dem öffentlichen Stromnetz entspricht, ist im Zweifelsfall die Inselanlage zu wählen

### 2.1.3.8 Tabellarische Übersicht der

#### Empfehlungen zur Energieversorgung

Die wichtigsten Empfehlungen aus der Evaluierung für den Bereich Energie werden in standardisierter Form für bestimmte Hüttenkategorien zusammengestellt. Diese werden in Tabelle 6 nach folgenden Kriterien definiert:

Hüttengröße, Leistungsbedarf Strom, Wärmebedarf, Transport, Verfügbarkeit Wasserkraft, Betriebszeit.

Tabelle 7 weist dann die Empfehlungen selbst aus.

### 2.1.4 Betrieb und Wartung

Nachfolgende Überlegungen gelten für die Ver- und Entsorgungsanlagen gesamtheitlich:

- Wartungstätigkeiten und Wartungsaufwand müssen vom Hersteller angegeben und zum Bestandteil des Liefervertrages gemacht werden.
- Das Betriebs- und Wartungsbuch muss Angebotsbestandteil der ausführenden Firma sein und bei Übergabe der Anlage dem Betreiber ausgehändigt werden. Der Planer sollte dabei in die Erstellung der Betriebs- und Wartungsvorschriften mit einbezogen werden.
- Alle wesentlichen Vorkommnisse sind im Betriebsbuch festzuhalten und dem Eigentümer zu melden. Das Betriebsbuch sollte zumindest einmal jährlich vom Eigentümer der Anlage eingesehen und abgezeichnet werden.
- Nach der Neuerrichtung einer Anlage bzw. bei der Durchführung von wesentlichen Änderungen ist diese von der Herstellerfirma formell zu übergeben. Dabei müssen jedenfalls die Hüttenwirtsleute bzw. auch das Hüttenpersonal, welches zukünftig die Anlagen betreiben soll, sowie der Projektant anwesend sein. Sollte es einen Wechsel bei den Wirtsleuten ab Übergabe der Anlage durch den Errichter gegeben haben, so sind die neuen Betreiber nachweislich wiederum einzuschulen. Die Inbetriebnahme und Übergabe ist mittels eines Protokolls zu dokumentieren, welches durch die oben genannten Personen unterzeichnet werden soll. Folgende Punkte sind jedenfalls in dieser Niederschrift festzuhalten bzw. anzuführen:
  - Behördliche Bewilligungen (falls für Errichtung und Betrieb erforderlich)
  - Bestellung bzw. Auftragschreiben mit nochmaliger Nennung der Funk-

Tabelle 6: Hüttenkategorien

	Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C1	
Hüttengröße <sup>3</sup>	Notunterkunft, Winterraum	klein, Selbstversorgerhütte	mittel bis sehr groß, mit Bewirtschaftung	
Leistungsbedarf Strom	nur DC-Beleuchtung	bis 2 kW	3 kW bis > 100 kW	
Wärmebedarf	Kochen, Heizung	Kochen, Teilbeheizung	Kochen, Waschen, Duschen, Teilbeheizung	
Transport <sup>4</sup>	–	–	mit Fahrweg	
Betriebszeit	–	Sommersaison	Sommersaison	
Ressourcen	Solarstrahlung	Solarstrahlung	Solarstrahlung	
Entfernung zum öffentl. Netz	>2,5 km	>2,5 km	>2,5 km	

3 Hüttengröße: klein  $EW_{60} \leq 50$ ; mittel  $EW_{60} 51-100$ ; groß  $EW_{60} 101-150$ ; sehr groß  $EW_{60} > 150$ ; Definition  $EW_{60}$  vgl. Glossar.

4 Bei »–«: eine Unterscheidung bei diesem Punkt ist für die Empfehlung zum Energieversorgungssystem nicht relevant.

Tabelle 7: Empfehlungen Energieversorgung je Hüttenkategorie

Hüttenkategorie	A	B	C1	
System	DC	DC-AC	AC-DC	
Solare Deckungsrate	100%	30–80%	20–50%	
Deckungsrate KWKW	–	–	–	
Motorgenerator	–	Notstromaggregat	BHKW mit Pflanzenöl oder Flüssiggas	
Batterien	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	
Batteriekapazität	3 Tage	2 Tage	0,5–1 Tag	
Batterieladeerhaltung	vorhandene PV-Anlage muss schneefrei sein	PV-Winterstrang	PV-Winterstrang	
Leistungselektronik	MPP-Laderegler	mit bidirektionalem Wechselrichter kommunizierender MPP-Laderegler, Anlagenüberwachung	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagenüberwachung	
Wärmebereitstellung	Holzherd	Holzherd, Kachelofen, Gasherd, Solar-Luft-Kollektor	Gasherd, Kachelofen, Holz, Abwärme BHKW, Nachheizung mit Strom aus BHKW	

## 2.1 Energieversorgung

	Kategorie C2	Kategorie D	Kategorie E	Kategorie F
	mittel bis sehr groß, mit Bewirtschaftung		klein bis sehr groß, mit Bewirtschaftung	
	3 kW bis > 100 kW	3 kW bis > 100 kW	3 kW bis > 100 kW	3 kW bis > 100 kW
	Kochen, Waschen, Duschen, Teilbeheizung	Kochen, Waschen, Duschen, Heizung	Kochen, Waschen, Duschen, Teilbeheizung	
	ohne Fahrweg	–	–	–
	Sommersaison	Ganzjährig	Sommersaison	–
	Solarstrahlung	Solarstrahlung	Wasserkraft, Solarstrahlung	–
	>2,5 km	>2,5 km	>2,5 km	<2,5 km

	C2	D	E	F
	AC-DC	AC-DC	AC-DC	Öffentl. Netz
	20–50%	20–50%	20–50%	Bezug von Strom aus 100% erneuerbaren Energien
	–	–	5–100%	–
	BHKW mit Pflanzenöl	BHKW mit Pflanzenöl	Wenn KWKW + PV nicht ausreicht dann kleines BHKW	Notstromaggregat
	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	Blei-Gel-Akkus	–
	0,5–1 Tag	0,5–1 Tag	0,5 Tage	–
	PV-Winterstrang	PV-Winterstrang falls Hütte länger als 2 Monate geschlossen ist	PV-Winterstrang	–
	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagenüberwachung	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagenüberwachung	Bidirektionaler Wechselrichter, PV-Wechselrichter, Anlagenüberwachung	Lastmanagement Verbrauchszähler
	Gasherd, Kachelofen, Holz, Abwärme BHKW, Nachheizung mit Strom aus BHKW	Gasherd, Kachelofen, Holz, Abwärme BHKW, Nachheizung mit Strom aus BHKW	Überschussstrom aus KWKW, Holz	Solarkollektoren, Holz, Pflanzenölbrenner

- tions- und Gewährleistungsvereinbarungen
- Betriebsbuch mit Auflistung der Tätigkeiten bei der Eigenüberwachung
- Anlagenschema
- Betriebsanleitung in Kurzform mit Hinweisen zur Behebung von Störungen
- Auflistung der durchzuführenden Wartungen und Angabe von Wartungsintervallen (Wartungsanleitung)
- Bei der Übergabe der Anlage muss eine ausführliche Einweisung des Betreibers durch den Hersteller erfolgen. Bei technisch aufwendigen Anlagen ist eine Betreuung des Betreibers durch die Herstellerfirma während der ersten ein bis zwei Betriebsjahre sinnvoll.
- Eine weitergehende Schulung des Betreibers für den Betrieb von Anlagen in Extremlage ist unbedingt notwendig. Hierzu gibt es in Österreich für den Bereich Abwasser bereits ein einschlägiges Ausbildungsangebot im Rahmen des ÖWAV-Kleinkläranlagenkurses. Eine für Hüttenwirtsleute angepasste Erweiterung des Ausbildungsangebots für andere Bereiche wäre aber wünschenswert.
- Eine Fremdwartung durch einen fachkundigen Dritten ist prinzipiell zu empfehlen, vor allem wenn dies eine Voraussetzung im Liefervertrag für die Gewähr- und Garantieleistungen darstellt oder die erforderlichen Wartungstätigkeiten von den Hüttenwirtsleuten nicht durchgeführt werden können. Sektionen oder Ortsgruppen können sich aber auch in Wartungskoperationen organisieren. Die Wartung von mehreren Hütten in einer Region erspart so die Kosten der mehrmaligen Anfahrt. Ebenso können sich lokale Kleinunternehmer für die Wartung von Anlagen ausbilden lassen. Generell wird dabei eine integrale Wartungsdurchführung empfohlen, die durchführenden Personen müssten sich dafür das

nötige Wissen für alle Anlagenbereiche aneignen und dann die Wartungen aller Ver- und Entsorgungsanlagen auf einer Hütte gemeinsam durchführen. Dadurch könnten vor allem die Reisekosten minimiert werden, die bei Wartungsarbeiten oft den größten Kostenanteil ausmachen.

- Sämtliche, für Betrieb und Wartung relevanten Belange sollten in einer schriftlichen Vereinbarung zwischen Eigentümer und Hüttenwirtsleuten geregelt werden (Übertragung von behördlichen Bescheidauflagen, Abgrenzung der Aufgaben und Zuständigkeiten, Festlegung von Verantwortlichkeiten, Festlegung der zu absolvierenden Aus- und Fortbildungsmaßnahmen, etc.). Bei einem Pächterwechsel sollen den neuen Hüttenwirtsleuten alle für Betrieb und Wartung notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt werden.

### **Energieversorgung**

Eine störungsfreie Funktion des Energieversorgungssystems ist eine entscheidende Voraussetzung für die erfolgreiche Bewirtschaftung einer Schutzhütte in Insellage. Dies kann nur gewährleistet werden, wenn die Komponenten des Systems optimal aufeinander abgestimmt sind und in einem angemessenen Rahmen genutzt und gewartet werden. Durch Veränderungen im Hüttenbetrieb (neue Hüttenwirtsleute, veränderter Energiebedarf, Fehleinschätzungen in der Planung und Veränderungen in der Ressourcenverfügbarkeit) können kurz- bis mittelfristig zu einem veränderten Angebots- bzw. Lastprofil führen. Insbesondere müssen die Hüttenwirtsleute in die Lage versetzt werden, das Energieversorgungssystem effizient und schonend zu handhaben. Im Folgenden werden deshalb einige Empfehlungen gegeben, wie ein möglichst wirtschaftlicher und benutzerfreundlicher Betrieb sicher gestellt werden kann.



- Die komplette **Anlagendokumentation** inklusive der **Schaltpläne** muss sich **auf der Hütte** befinden. Sie sollte neben der technischen Beschreibung der Anlage auch Anweisungen zur Betriebsführung und Empfehlungen zum Verhalten im Störfall enthalten.
- Im Falle von **Störungen** oder **Problemen** mit der Anlage muss sichergestellt sein, dass die Hüttenwirtsleute jederzeit schnell **Unterstützung** von der **Installationsfirma** bzw. kompetentem Fachpersonal erhalten können (»Hotline«). Es ist günstig, wenn Fachfirmen vor Ort beim Bau der Anlage mitarbeiten, dadurch kennen sie die Anlage und können bei Störungen rasch reagieren.
- Für den sicheren **Betrieb** und eine lange, störungsfreie **Lebensdauer** der Energieversorgungsanlage ist eine optimale **Wartung** und **Anlagenkontrolle** unerlässlich. So können unnötige Ausfallzeiten, Reparaturkosten und Effizienzverluste durch falschen Betrieb minimiert werden. Diese Arbeiten sollten z. B. im Rahmen eines Wartungsvertrags von erfahrener Fachpersonal durchgeführt werden.
- **Einfache Wartungsarbeiten** und die tägliche **Überwachung** der Anlage sollten von den **Hüttenwirtsleuten** selbst übernommen werden. Zur Eigenkontrolle und um einen Überblick über Brennstoffverbrauch und Leistung der Anlage zu behalten, sollten sie mindestens einmal pro Woche, jeweils zur gleichen Zeit, ein Betriebsbuch führen und die wichtigsten Kenngrößen der Anlage sowie die durchgeführten Maßnahmen und besondere Ereignisse dokumentieren.
- Bei Betrieb und Wartung von **Anlagenteilen** fällt zum Teil **Sondermüll** an, der fachgerecht entsorgt werden muss. Dies kann z. B. Bestandteil eines Fremdwartungsvertrags mit einer Fachfirma sein.
- Für eine effiziente Anlagenkontrolle ist es notwendig, eine automatische Leistungsdatenüberwachung mit einem Datenlogger (bei PV zusätzlich Strahlungssensor) einzubauen. Es werden alle relevanten Leistungs- und Funktionsdaten sowie alle Fehlermeldungen der Anlage aufgezeichnet.
- Regelmäßig (z. B. jährlich) sollte durch **erfahrenes Fachpersonal** die gesamte **Energieversorgungsanlage begutachtet**, die gespeicherten Daten des Datenloggers **ausgewertet** und eine Dokumentation der aktuellen Situation und der Entwicklung der Anlage zusammengestellt werden. Dieses Dokument sollte Vorschläge zur Optimierung des Anlagenbetriebs beinhalten und muss mit den Hüttenwirtsleuten offen besprochen werden.

## 2.2 Wasserversorgung

### 2.2.1 Einleitung

Wasser ist eines unserer wichtigsten Lebensmittel. Daher ist die einwandfreie Qualität des Wassers auch auf Berg- und Schutzhütten von größter Bedeutung. Der Hüttenbetreiber hat von sich aus, ohne Aufforderung durch die Behörde, die ordnungsgemäße Qualität des abgegebenen Wasser nachzuweisen.

Anders als bei der Energieversorgung und der Abwasserentsorgung werden die anzuwendenden Systeme viel mehr von den örtlichen Gegebenheiten bestimmt: Ist ein nutzbares Quellvorkommen vorhanden, so soll es auch tatsächlich genutzt werden. Kann eine Quelle nicht erschlossen werden, so muss auf die Nutzung von Oberflächenwas-

ser zurückgegriffen werden. Die Empfehlungen gehen deshalb vor allem in Richtung Materialqualitäten und Ausführungsart.

Die Haustechnik, die im folgenden Fließschema dargestellt ist, gehört im klassischen Sinne nicht mehr zur Wasserversorgungsanlage, steht aber natürlich in unmittelbarem Zusammenhang mit dieser und beeinflusst maßgeblich den Wasserverbrauch und auch den Betriebsaufwand.

### 2.2.2 Kurzbeschreibung der Anlagenkomponenten

#### 2.2.2.1 Wassergewinnung

Die Art der Wassergewinnung unterliegt den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten. Es

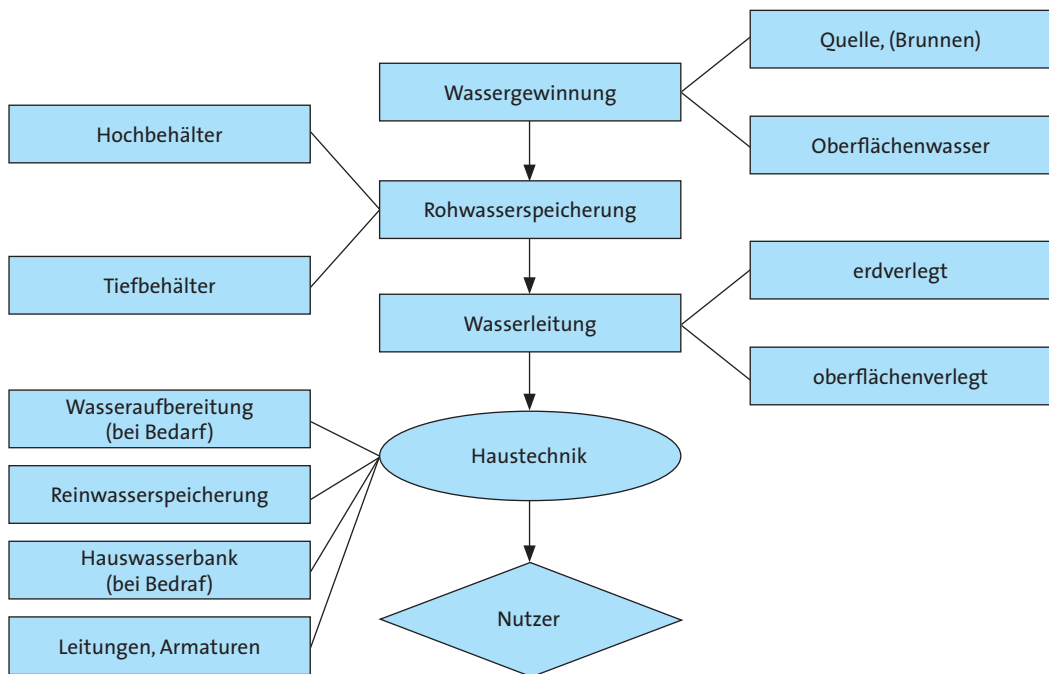


Abbildung 27: Schema der Wasserversorgung

kommen Quellfassungen und Oberflächenwassersammlungen (Gletscherschmelzwasser, Dachflächenwasser) zur Ausführung.

**2.2.2.2 Wasserspeicherung**

Zum Ausgleich der augenblicklich zu gewinnenden Menge und dem Verbrauch müssen Wasserspeicher eingesetzt werden. Unter Hochbehälter versteht man Speicher, bei denen das Wasser unter natürlichem Druck der Hütte zufließt. Liegt der Speicher unterhalb des Verbrauchsniveaus, so

spricht man von einem Tiefbehälter. Hierbei muss mit einer Pumpe bzw. hydraulischem Widder das Wasser in die Hütte gebracht werden.

**2.2.2.3 Wasserleitung**

Über die Wasserleitung wird das Wasser von der Fassungsstelle bis zur Hütte transportiert. Die Wasserverteilung im Haus erfolgt durch die Inneninstallation, welche ein Teil der Haustechnik ist. Wasserleitungen sind immer Druckleitungen.

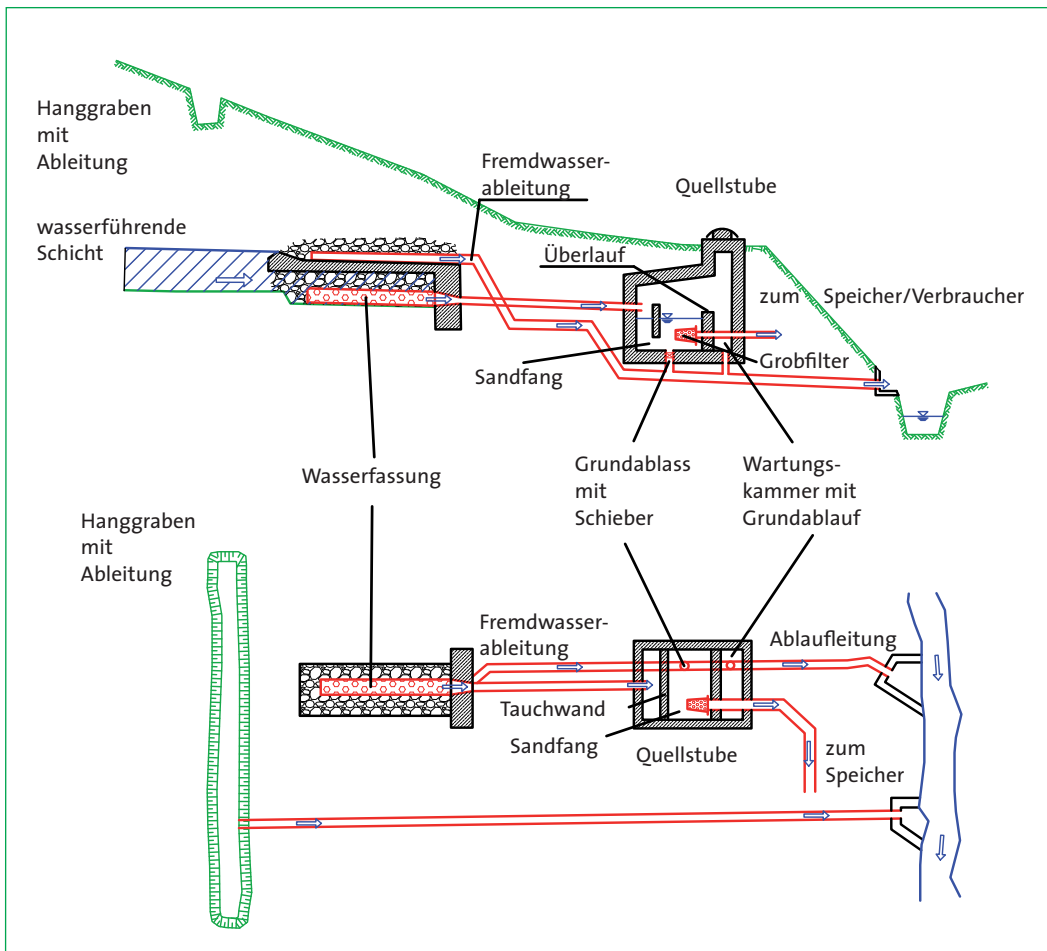


Abbildung 28: Schema Quellversorgung

#### 2.2.2.4 Haustechnik

Unter Haustechnik fallen alle Leitungen, sonstige Installationen und Anlagen ab Eingang der Wasserleitung ins Haus. Die Wasseraufbereitung ist ein wesentlicher Teil der Haustechnik.

#### 2.2.2.5 Wasseraufbereitung

Unter Wasseraufbereitung ist die zielgerichtete Veränderung der Wasserqualität zu verstehen. Dazu zählen sowohl das Entfernen als auch das Ergänzen von Stoffen. Für Schutzhütten ist das Entfernen von Stoffen durch physikalische (z. B. Sedimentation) und mechanische Verfahren (z. B. Filtration) maßgeblich. Des Weiteren ist unter Umständen eine Entkeimung des Wassers erforderlich. Hierzu dienen verschiedene Methoden; in den allermeisten Fällen kommt die Entkeimung mittels UV-Desinfektionsanlage zum Einsatz.

### 2.2.3 Empfehlungen zur Optimierung von Wasserversorgungsanlagen

#### 2.2.3.1 Wassergewinnung

- Nach Möglichkeit sollen **Quellvorkommen immer genutzt** werden, auch bei geringen Schüttungsmengen. Quellen sind wegen der besseren Wasserqualität zu empfehlen. Es kann zusätzlich eine Brauchwasserversorgung über eine Oberflächenwassersammlung erfolgen.
- Die Folgen des **Klimawandels** (z. B. längere Trockenperioden) können **negative Auswirkungen** auf die Quellschüttungsmengen sowie auf die Nutzung von Gletscher- und Schneeschmelzwässern haben. Dieser Umstand ist bei der Bemessung der Speicherkapazitäten zu berücksichtigen.

#### Quellen

- Schüttungsmessungen sollten im Vorfeld einer Planung **mindestens über eine ganze Saison**, wenn möglich über mehrere Jahre hinweg, durchgeführt werden.
- Das **Gefährdungspotential** der Quelle ist **abzuschätzen** und der Quellfassungsbe- reich vor jeglicher Verunreinigung zu schützen.
- Eine **Quellnutzung** ist durch eine **behördliche Bewilligung** oder eine **privatrechtliche Vereinbarung** abzusichern.

#### Oberflächenwassergewinnung

- Bei der Nutzung von Dachflächenwässern sind insbesondere **Verschmutzungen durch den Hüttenbetrieb** selbst (z. B. durch Rauchgase, Entlüftung von Kläranlagen, etc.) zu vermeiden.
- Bei Dachflächenwassernutzung sind **Trinkwasser zugelassene Eindeckungs- materialien** zu verwenden.
- Oberflächenwasser muss bei einer Nut- zung als Trinkwasser **immer desinfiziert** werden.
- Das gesammelte Oberflächenwasser sollte vor der Speicherung einer **Filtration** unterzogen werden.
- Insbesondere bei Gletscherwasser wird empfohlen, den Gehalt an Kohlenwasser- und Schwebstoffen zu prüfen.

#### 2.2.3.2 Wasserspeicherung

- Es sind **Trinkwasser zugelassene Produkte** mit leicht zu reinigenden Oberflächen (z. B. Edelstahl, Polyethylen – PE –, Glas- faser verstärkte Kunststoffe – GFK –, u. ä.) zu verwenden.
- **Einstiege** in Rohwasserspeicherbehälter und Brunnenstuben sollen **nicht über der Wasseroberfläche** angeordnet werden.
- Jeder Wasserspeicher ist so zu konzipieren, dass er **ordnungsgemäß gereinigt** werden kann. Bei Behältern mit größeren Fassungs-

volumen sind Einstiegsöffnungen vorzusehen.

- Jeder Wasserspeicher ist sowohl **gegen Frost** als auch **gegen Erwärmung zu dämmen**. Die Erd- und Schneelasten sind bei Rohwasserspeichern zu berücksichtigen.
- Bei quellversorgten Hütten mittlerer Größe hat sich in der Regel eine **Dimensionierung** auf ca. den **2-fachen Spitzentageswasserverbrauch** als ausreichend erwiesen. Bei Hütten mit Oberflächenwasserversorgung sind in der Regel wesentlich größere Speichervolumen vorzusehen.
- Bei kombinierter Trink- und Brauchwassernutzung sind **getrennte Speicher und Versorgungsleitungen** (ohne Überbrückungsmöglichkeit) vorzusehen.

### 2.2.3.3 Wasserleitung

- Es wird empfohlen, **robustes Rohrleitungsmaterial** mit möglichst wenigen Verbindungs- bzw. Formstücken zu verwenden (z.B PE-Schläuche).
- **Frostgefahr**, allfällige oberflächliche **Erosion** und mögliche **Beschädigungen durch Weidevieh** sollten berücksichtigt werden. Ebenso sollte durch die Art der Verlegung eine **Erwärmung des Wassers** in der Leitung **verhindert** werden.
- Die Leitungen sollten möglichst im **gleichmäßigen Gefälle** verlegt werden.
- Es wird empfohlen, die Trasse **geodätisch einmessen** zu lassen und in der Natur dauerhaft zu kennzeichnen.
- Zum Entleeren der Trink- und Brauchwasserleitungen (in und außerhalb der Hütte) ist ein **Frostauslauf** vorzusehen, dieser darf jedoch nicht über die Kläranlage ausgeleitet werden.
- Grundsätzlich ist anzustreben, **Wasserleitungen unter Niveau frostfrei** zu verlegen. Sollte aus wirtschaftlichen Gründen eine frostfreie Verlegungstiefe nicht möglich



Abbildung 29: Die Wasserleitung der Sulzenauhütte in den Stubaiern verläuft durch grobes Geröll und besteht aus robustem Rohrleitungsmaterial.

sein, so sind wärmegeämmte Leitungen (werksmäßig vorisoliert) vorzusehen.

- Alle Trink- und Brauchwasser führenden **Leitungen** (in der Hütte und außerhalb) müssen nach Saisonende, d.h. bei längerer Stillstandphase, **geleert** werden.

### 2.2.3.4 Haustechnik

- **Wasserzähler** zur Erfassung des Wasserverbrauchs sind **unbedingt vorzusehen**. Zu überlegen ist der Einbau von Wasserzählern auch für getrennte Verbrauchergruppen (wie z. B. Toilettenspülung, etc.).
- Der Einbau von **Wasser sparenden Armaturen** ist empfehlenswert.
- Die **Frostsicherheit** von Armaturen, Mischern, WC-Spülern, etc. ist **sicherzustellen**.



- Bei **Wasserknappheit** ist der Einbau von **wasserlosen Urinalen und Trockentoiletten** zu empfehlen.
- Die Installierung von **zwei getrennten Leitungsnetzen** für Trinkwasser und Brauchwasser ist zu überlegen:
  - bei Trinkwasserknappheit
  - zur Stromeinsparung, falls Trinkwasser desinfiziert werden muss.

Bei getrennter Hausinstallation für Trink- und Brauchwasser darf keinesfalls eine Verbindungsmöglichkeit der Leitungsstränge bestehen.

### **Wasseraufbereitung**

Am häufigsten wird die Wasseraufbereitung mittels einer UV-Desinfektionsanlage bewerkstelligt. Sie verändert weder Geschmack noch Farbe oder Geruch des Wassers.

Die Anordnung der UV-Desinfektionsanlage kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen:

1. Zuführung des desinfizierten Wasser von der UV-Anlage direkt zu den Verbrauchern ohne Zwischenschaltung eines Reinwassertanks
2. Zwischenschaltung eines Reinwassertanks (Tagesspeichervolumen) zwischen der UV-Anlage und den Verbrauchern (siehe auch Abbildung 30)

Bei Möglichkeit 1 steht die UV-Anlage in Dauerbetrieb. Dadurch verbraucht die UV-Anlage selbst mehr Strom gegenüber Variante 2, jedoch bedarf die Zuleitung zu den Verbrauchern keiner eigenen Druckerhöhungspumpe. Die UV-Anlage ist auf den augenblicklichen Spitzenwasserbedarf der Hütte auszulegen. Hierbei ist anzumerken, dass die handelsüblichen UV-Desinfektionsanlagen bei einer Nenngroße von ca. 1 m<sup>3</sup> Durchsatz pro Stunde beginnen. Diese Menge ist für kleinere und mittlere Hütten in der Regel für den Spitzenwasserbedarf ausreichend.

Bei Möglichkeit 2 wird die UV-Anlage nur dann in Betrieb genommen, wenn der Reinwassertank befüllt wird. Dadurch verringert sich die Laufzeit der UV-Anlage und sie verbraucht weniger Strom als bei Variante 1, jedoch hat die Druckerhöhungspumpe einen zusätzlichen Strombedarf. Zu beachten ist, dass sich die Lebensdauer der UV-Anlagen durch häufiges Ein- und Ausschalten verringert. Die Größe des Trinkwasserpufferspeichers (Reinwasserbehälter) muss so gewählt werden, dass sichergestellt ist, dass der gesamte Inhalt mindestens ein mal pro Tag komplett ausgetauscht wird. Ansonsten droht eine Wiederverkeimung.

Welche von den beiden Möglichkeiten für den jeweiligen Anwendungsfall die günstigere ist, muss durch einen Fachmann festgelegt werden.

- Prinzipiell kann der **Einsatz von Komplettmodulen** (UV-Anlage inkl. Filter- und Steuereinheit) empfohlen werden.
- Vor der Planung der UV-Anlage müssen **Wasseranalysen** im Bereich der Strahlungsdurchlässigkeit und des SAK (Spektral Absorptions Koeffizient) durchgeführt werden. Dadurch kann die notwendige Anlage hinsichtlich erhöhter Strahlerleistung oder zusätzlicher Filter für gelöste Stoffe (z. B. Aktivkohlefilter) angepasst werden. Denn nur bei Einhaltung der geforderten Werte ist die Funktionsfähigkeit der Anlage gewährleistet.
- Da Wasser aus einer Oberflächensammlung keine Bodenpassage durchläuft, kann sich das natürliche **Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht nicht einstellen** und die Pufferkapazität des Wassers ist sehr gering. Die freie Kohlensäure des Wassers greift die Leitungen an und beeinträchtigt die Abbauleistung in der Abwasserreinigungsanlage. Auf diesen Umstand ist bei der

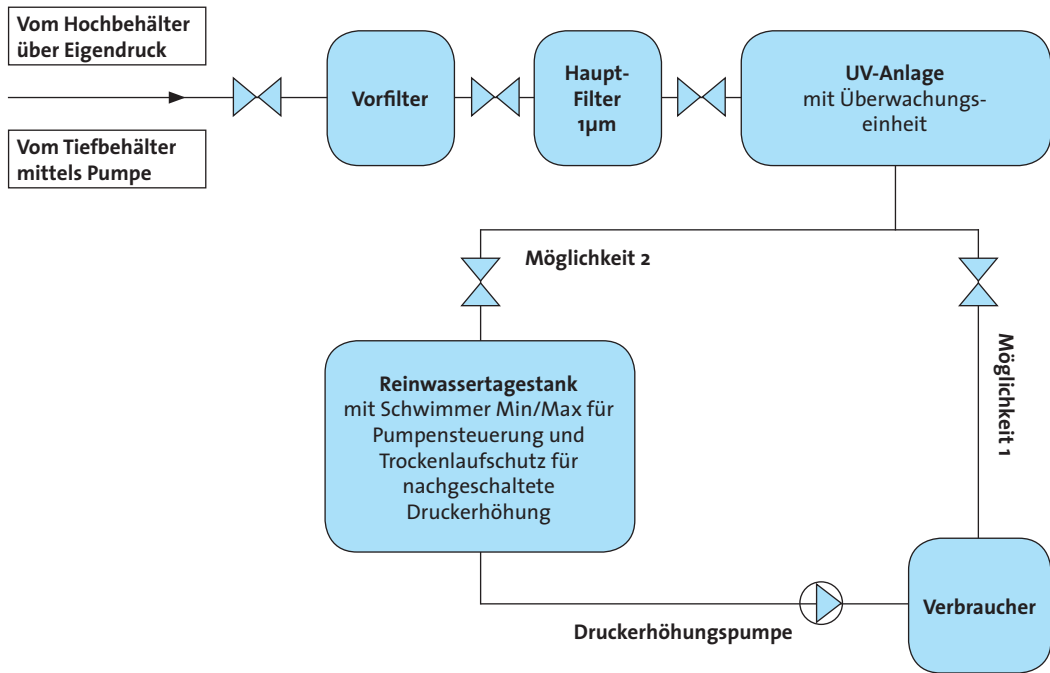


Abbildung 30: Schema Wasseraufbereitung mit UV-Desinfektionsanlage mit / ohne Reinwassertagestank

Planung zu achten (z.B. ist Aufhängung durch eine Verrieselung des Wassers über einen Dolomitfilter möglich).

- Auf eine **Chlorung** des Wassers soll **nur in Notsituationen** zurückgegriffen werden. Diese Art der Wasserdesinfektion ist als Dauerlösung nicht zu empfehlen

Der Strombedarf einer UV-Desinfektionsanlage wie in Abbildung 30 dargestellt ist in Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8: Strombedarf UV-Anlage

Durchflussmenge m <sup>3</sup> /h max.	elektrische Anschlussleistung		Strombedarf nach Betriebsart	
	Gesamtmodul		Permanent	Zyklen (2x 1 Std/d)
	Watt [W]		kWh/d	kWh/d
1	50		1,2	0,1
3	75		1,8	0,15

### 2.2.3.5 Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage

Die Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage bei Schutzhütten haben einen großen Streubereich aufgrund der sehr unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten, die auf die Gesamtkosten einen wesentlich höheren Einfluss haben als die Größe der Anlage selbst. Dies deshalb, da Quellfassung und Wasserleitung in den meisten Fällen unabhängig der Anlagengröße zu

Tabelle 9: Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage

Anlagenteil	Kosten (€ von bis)	Einheit
Wassergewinnung – Quelfassung	20.000 bis 40.000	€/ Stk.
Wasserleitung	60 bis 180	€/ lfm
Wasserspeicherung	2.000 bis 3.500	€/ m <sup>3</sup>
Haustechnik – UV-Anlage	6.000 bis 8.000	€/ Stk.

Buche schlagen. Im wesentlichen ist nur das Speichervolumen abhängig von der Hüttengröße.

Die erhobenen Werte der Investitionskosten liegen in Abhängigkeit von der Art der genutzten Wasserressource im Mittel in folgendem Bereich: Bei Versorgung über Quellen zwischen 50.000 und 130.000 € und bei der Oberflächenwassersammlung zwischen 35.000 und 110.000 €.

Zur Abschätzung des Investitionsrahmens sind in Tabelle 9 Richtwerte für die einzelnen Anlagenteile einer Wasserversorgungsanlage dargestellt. Diese Richtwerte stammen aus dem von den Ländern übermittelten Investitionskosten von geförderten Projekten.

### 2.2.4 Betrieb und Wartung

Wasser ist ein Lebensmittel, das bei unzureichender Qualität die Gesundheit der Hüttengäste gefährden kann. Zur Sicherung der Qualität ist eine regelmäßige Wartung und ein gewissenhafter Betrieb der Wasserversorgungsanlagen unerlässlich. Hier geht es sowohl um regelmäßig durchzuführende Überwachungstätigkeiten als auch um die beim Umgang mit Wasser anzuwendenden Hygiene. Im Folgenden werden einige Empfehlungen, ergänzend zu den Auflagen des wasserrechtlichen Bewilligungsbescheides und sonstiger relevanter Richtlinien, abgegeben.

- Das auf der Schutzhütte zur Verfügung gestellte **Trinkwasser** ist unaufgefordert

zumindest **einmal in der Saison** (evtl. auch öfters) durch ein befugtes Institut einer chemisch-bakteriologischen **Untersuchung** zu unterziehen.

- Die **Schutzgebiete** sollten regelmäßig **kontrolliert** werden. Dabei sind vor allem die Zäune auf Beschädigungen zu prüfen und auf etwaige Beeinträchtigungen des Quellschutzgebietes durch Weidevieh und andere Tiere zu achten.
- **Inspektions- und Wartungsarbeiten** sollten von **geschulten Personen** bzw. konzessionierten Betrieben durchgeführt und dokumentiert werden.
- Die gesamte **Trinkwasserversorgungsanlage** ist stets in einem **sauberen und hygienisch einwandfreien** Zustand zu halten und entsprechend zu betreiben.
- Für allfällige **Arbeiten** sollte **Arbeitskleidung** getragen werden. Diese darf nicht für die übrigen Bereiche (z. B. Kläranlage) verwendet werden.
- **Wasserzähler** sollten **einmal wöchentlich** abgelesen und der Stand im Betriebsbuch notiert werden.
- Die **Schüttung** der Quelle und die **Wassertemperatur** sollten monatlich gemessen und beide Werte, zusammen mit den Angaben zur Witterung der vergangenen Tage (insbesondere längere Regen- oder Trockenperioden), notiert werden.
- Tägliche **Kontrolle** der **UV-Desinfektionsanlage**.
- Eine regelmäßig durchgeführte **Eigenüberwachung** ist für die ordnungsgemäße **Funktion** der Anlage notwendig.

## 2.3 Abwasserentsorgung

### 2.3.1 Einleitung

Für die Abwasserreinigung auf Berg- und Schutzhütten wird in der Regel eine biologische Abwasserreinigungsanlage gefordert. In einigen Fällen kann jedoch auch eine Ableitung des Abwassers mittels Ableitungskanal die wirtschaftlich beste Variante darstellen. Da die Kosten für eine Ableitung des Abwassers zur nächstgelegenen kommunalen Kläranlage sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängen, ist die Wirtschaftlichkeit dieser Lösung auf jeden Fall gesondert mit einer Kostenvergleichsrechnung nach LAWA (vgl. Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen – KVR-Leitlinien – herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 2005) zu überprüfen. Die Reinigung des Abwassers erfolgt in der kommunalen

Abwasserreinigung

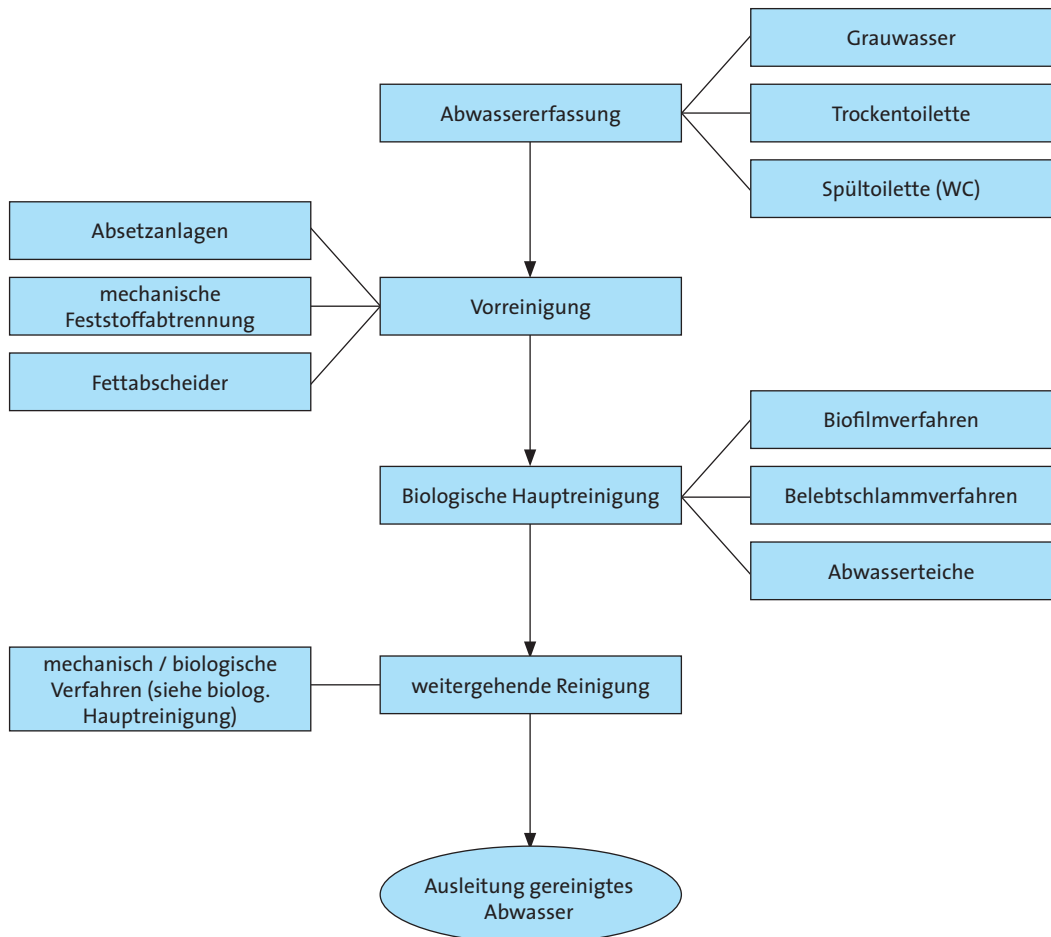


Abbildung 31: Darstellung der Komponenten einer Abwasserreinigungsanlage

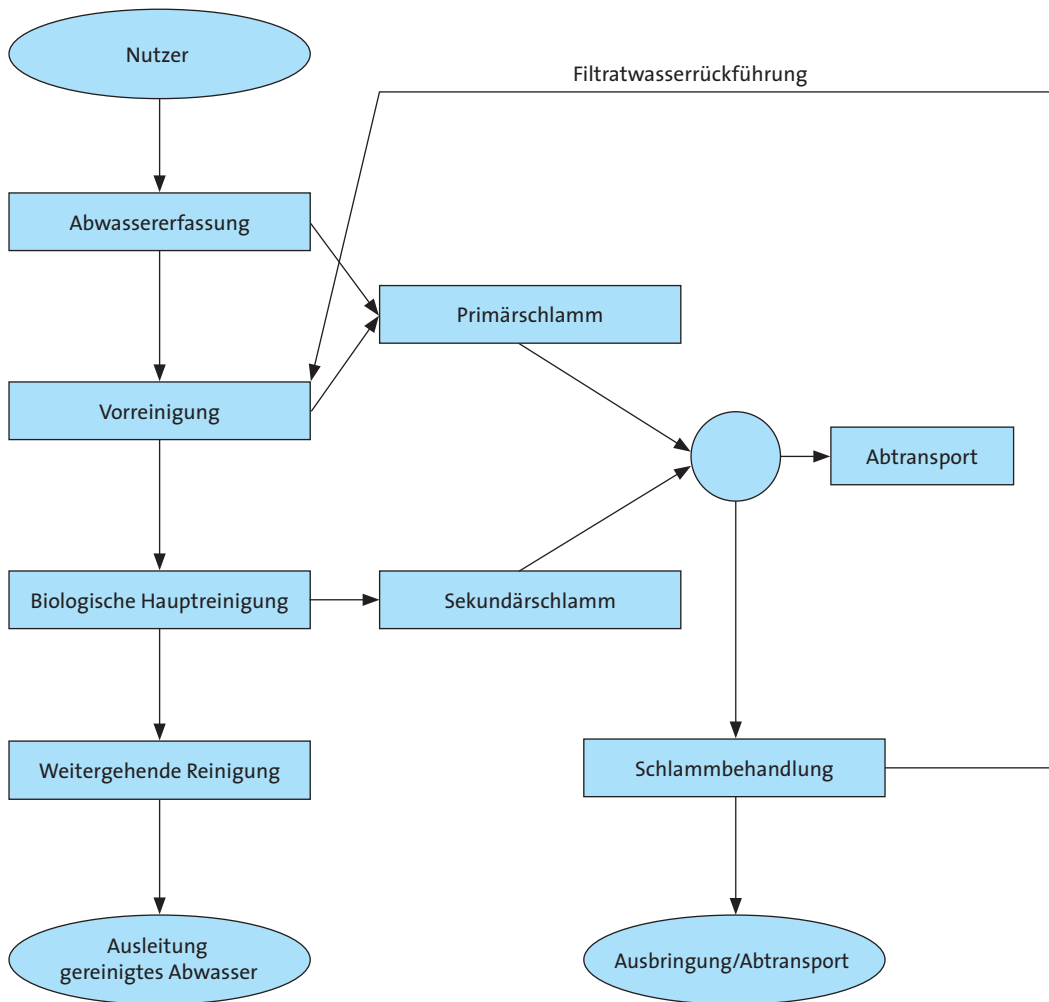


Abbildung 32: Schema Abwasserreinigung

wie auch in der dezentralen Abwasserreinigungsanlage auf der Schutzhütte nach physikalisch / biologischen Grundsätzen. Die Grundlage bilden die Selbstreinigungsprozesse aus der Natur (z. B. Fluss, See, Boden). Die technische Lösung stellt eine Intensivierung des Selbstreinigungsprozesses durch Erhöhung der Masse der am Reinigungsprozess beteiligten Mikroorganismen dar.

Die Übersichtstabellen aus dem Kapitel 2.3.4 »Abwasserentsorgung, Systemauswahl – Übersichtstabellen« geben einen Überblick über die potentiellen Einsatzbereiche und die jeweiligen Eigenschaften der Systeme. Der Betrachter kann sich rasch orientieren, ob ein bestimmtes System unter den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten eingesetzt werden kann bzw. ob die jeweiligen Systemeigenschaften den gesetzten Anforderungen entsprechen.



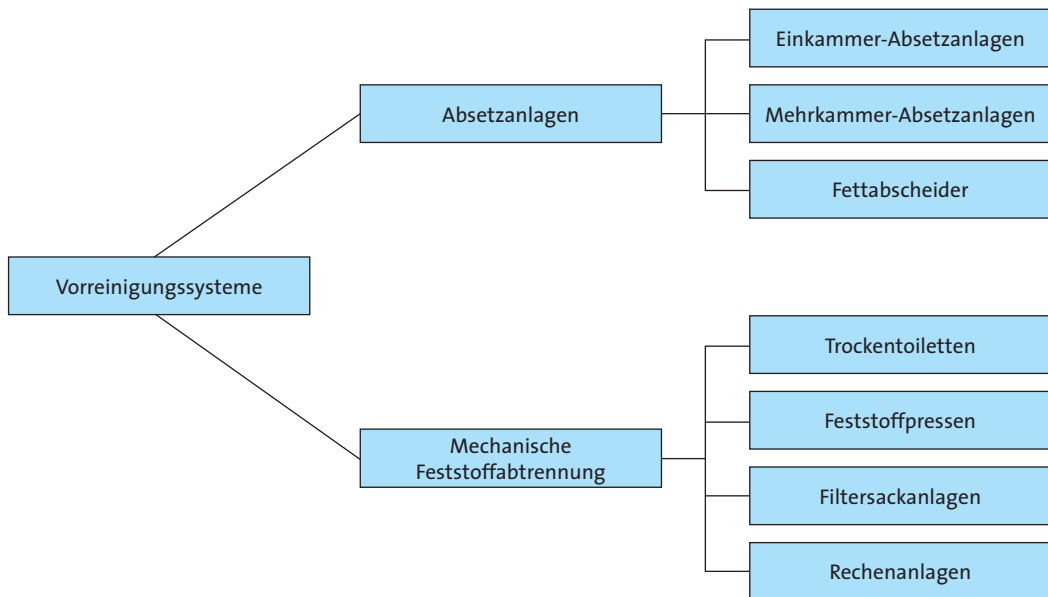


Abbildung 33: Vorreinigungssysteme

## 2.3.2 Kurzbeschreibung der Anlagenkomponenten

In diesem Kapitel erfolgt eine Kurzbeschreibung der bei den untersuchten Hütten festgestellten Anlagenkomponenten und Systeme. Die ausführlichen Systembeschreibungen können dem Projekthandbuch entnommen werden.

### 2.3.2.1 Vorreinigungssysteme

Die Vorreinigung dient der Eliminierung der Reststoffe. Die Abbildung 33 gibt einen Überblick über die Vorreinigungssysteme.

In den Absetzanlagen fällt Nassschlamm an, wogegen in der mechanischen Feststoffabtrennung Trockenschlamm abgeschieden wird.

#### Fettabscheider:

Fettabscheider (Leichtstoffabscheider) dienen der Abtrennung von Fetten und Ölen aus

Küchenabwässern, die die Abwasserreinigung sonst in ihrer Funktion beeinträchtigen würden. Schmutzwasser anderer Herkunft darf nicht eingeleitet werden.

#### Einkammer- und Mehrkammerabsetzanlagen:

Das Abwasser wird nach dem Gravitationsprinzip vorgereinigt. Reststoffe werden am Beckenboden abgelagert oder schwimmen auf und bilden Schwimmschlamm. Der so anfallende Nassschlamm wird im Absetzbecken gespeichert und in der Regel am Saisonende abgezogen.

#### Trockentoiletten:

Mit dem Begriff Trockentoiletten wird sowohl der Sanitärgegenstand (Sitzstelle) als auch die darunter angeordnete Auffangvorrichtung für die Fäkalien bezeichnet. Im Gegensatz zu den Wasserspültoiletten benötigen die Trockentoiletten kein Spülwasser für den

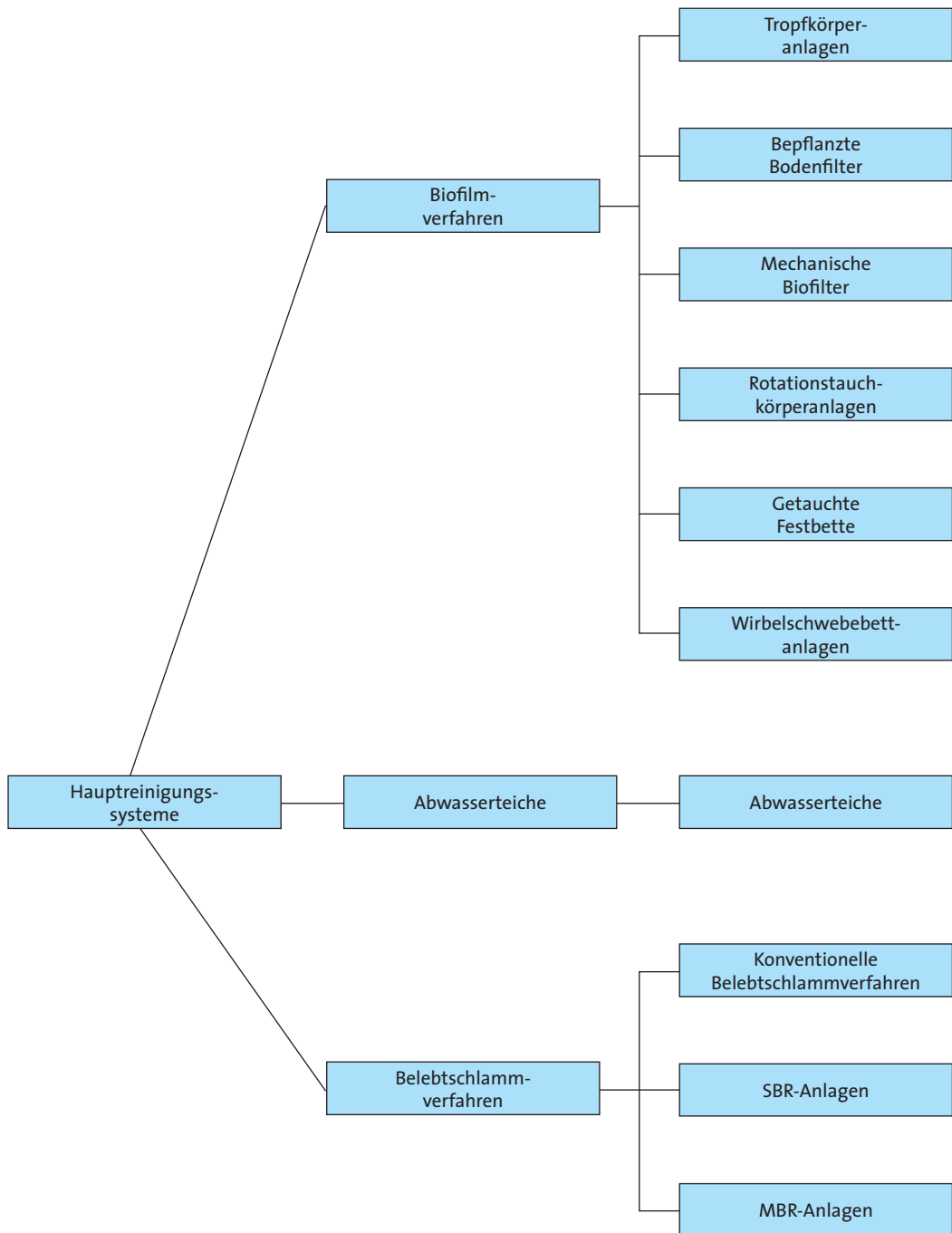


Abbildung 34: Hauptreinigungssysteme

Transport der Fäkalien. Sie fallen einfach in den darunter liegenden Fäkalbehälter. Es gibt Systeme von Trockentoiletten, bei denen eine Rote bereits im Fäkalbehälter angestrebt wird, bei anderen Systemen dient dieser nur zur Lagerung derselben.

Feststoffpressen:

Bei Feststoffpressen wird das Abwasser in einen Siebkorb geleitet. An der Innenseite des Korbes werden die Feststoffe zurückgehalten, über eine Förderschnecke in eine Presszone gefördert und dort verdichtet und entwässert.

Filtersackanlagen:

Bei Filtersackanlagen wird das Rohabwasser durch frei aufgehängte Filtersäcke geleitet und, abhängig von der Maschenweite der Filtersäcke, gefiltert. Eine Filtersackanlage muss eingehaust bzw. in einem Betriebsgebäude untergebracht werden.

Rechenanlagen:

Bei Rechenanlagen, unter die auch die Bogensiebe fallen, wird das Abwasser durch Siebung von Grobstoffen befreit. Die rückgehaltenen Reststoffe müssen in der Regel händisch entnommen werden.

**2.3.2.2 Hauptreinigungssysteme**

Die Hauptreinigung dient der Eliminierung der gelösten Stoffe. Dazu werden biologische und physikalische Prozesse angewandt.

**Biofilmverfahren**

Die für die Abwasserreinigung erforderlichen Mikroorganismen sitzen fest auf einem Trägermaterial. Unterschieden werden dabei nicht getauchte und getauchte Biofilmverfahren. Bei der ersten Gruppe wird das Trägermaterial nur zeitweilig mit Abwasser benetzt, also nicht eingetaucht. Bei den getauchten Biofilmverfahren wird über Belüfter Luft in das Reaktorbecken eingeblasen.

Tropfkörperanlagen:

Bei der Tropfkörperanlage sind die aeroben, schmutzabbauenden Mikroorganismen auf der Tropfkörperfüllung angesiedelt, die in der Regel aus Natursteinen oder Kunststoff-Füllkörpern besteht. Das Abwasser wird über eine Verteilerwippe bzw. Verteilerteller möglichst gleichmäßig auf die Oberfläche der Tropfkörperfüllung verteilt und die Mikroorganismen bauen unter Sauerstoffverbrauch die organischen Substanzen ab.

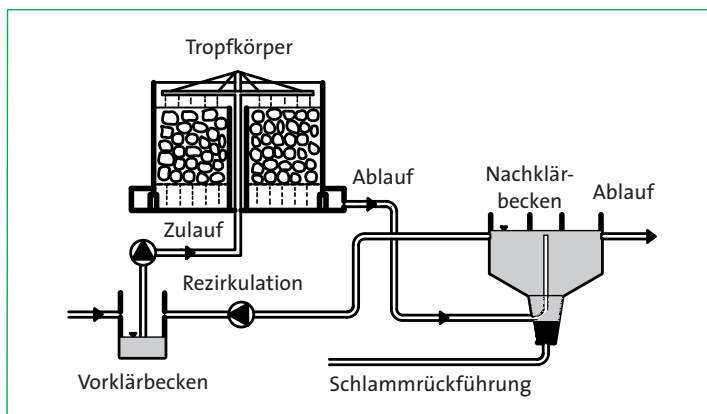


Abbildung 35: Schema Tropfkörperanlage

Dem Tropfkörper nachgeschaltet ist ein Nachklärbecken, wo sich die ausgeschwemmten Feinteile (Biofilmtelchen) absetzen. Der anfallende Sekundärschlamm wird im Nachklärbecken gespeichert oder in die Vorreinigung zur Speicherung rückgeführt. Ein Teil des gereinigten Abwassers wird rezirkuliert, womit für einen geregelten Austrag von aufgewachsener Biomasse, eine verbesserte Reinigungsleistung und zusätzlich einen qualitativen Ausgleich des gereinigten Abwassers gesorgt wird.

Bepflanzte Bodenfilter:

Bepflanzte Bodenfilter (auch »Pflanzenkläranlagen« genannt) bestehen aus einem mit Sumpfpflanzen bewachsenen, zum Unter-

grund hin abgedichteten Kieskörper, auf den das Abwasser aufgebracht wird. Die Reinigungsvorgänge beruhen vorwiegend auf der Tätigkeit der im Bodenkörper angesiedelten Mikroorganismen, die sich aus dem vorbeifließenden Abwasser ernähren. Die Pflanzen sollen durch ihr Wurzelwachstum die hydraulische Durchlässigkeit des Bodenkörpers aufrecht erhalten. Bei den vertikal durchströmten bepflanzten Bodenfiltern, die heute den Stand der Technik darstellen, wird mit Verteilrohren das Abwasser schwallweise gleichmäßig auf der Oberfläche des Pflanzenbeetes verteilt. Durch die schwallweise Beschickung wird beim Vorrücken der Wasserfront nach unten durch den Kieskörper von oben Luft nachgesaugt. Durch etwa



Abbildung 36: Der bepflanzte Bodenfilter am Purtschellerhaus in den Berchtesgadener Alpen

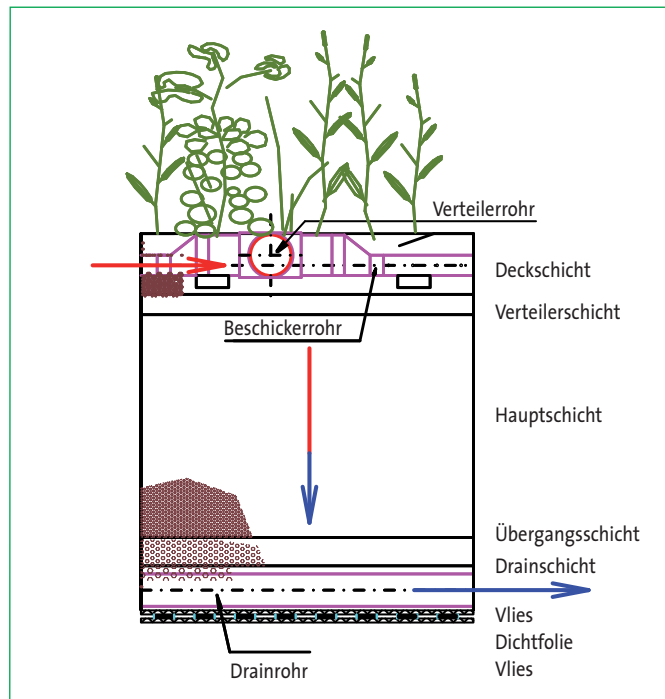


Abbildung 37: Schnitt durch einen bepflanzten Bodenfilter

4 bis 5 Beschickungen täglich wird eine gute Versorgung der Mikroorganismen mit Abwasser und Sauerstoff und damit eine hohe Reinigungsleistung sichergestellt. Mit einem am Boden des Pflanzenbeetes angeordneten Dränsystem wird das durchgeseickerte Wasser einem Kontrollschacht zugeführt, wo Proben gezogen werden können. Die Bepflanzung erfolgt in der Regel mit Schilf, Rohrkolben oder Schwertlilien bzw. Standortpflanzen von nahen Feuchtgebieten.

#### Mechanischer Biofilter:

Mit dem Begriff des mechanischen Biofilters wird im Zuge des vorliegenden Projekts eine Vielzahl sich ähnelnder Reinigungssysteme verschiedener Hersteller gemeinsam erfasst. Alle diese Systeme folgen hinsichtlich Reinigungsprinzip und Aufbau dem System

des Biofilmverfahrens. Auch hier wird Abwasser, wie bei einem Tropfkörper, über ein Füllmaterial (Kunststoff oder Natursteine) verrieselt. Mechanische Biofilter haben aber keinen planmäßigen und keinen vorab definierten Austrag der überschüssigen Biomasse. Diese verbleibt zum Teil im Füllmaterial bzw. wird ausgeschwemmt. Es ist also mit einem Austrag von Schlamm, der ordnungsgemäß entsorgt werden muss, zu rechnen. Außerdem verfügen diese Systeme in der Regel über keine Rezirkulation. Aufgrund der Erfahrungen mit mechanischen Biofiltern auf Schutzhöfen hat sich gezeigt, dass diese – wegen der Feinkörnigkeit und dem fehlenden geordneten Schlammaustrag durch das Wachstum der Biomasse – die Durchlässigkeit verlieren. Auf diesen Umstand ist bei der Dimensionierung von derartigen Anlagen Rücksicht zu nehmen.



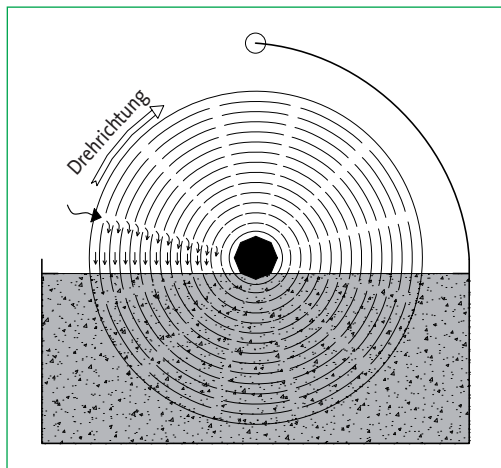


Abbildung 38: Schema Scheibentauchkörper

Tauchkörperanlage:

Scheibentauchkörperanlagen bestehen aus mehreren an einer waagrecht Achse drehbar gelagerten, walzenförmigen Aufwuchskörpern für Mikroorganismen in unterschiedlicher Ausführung. Die Walzen tauchen in Trögen etwa zur Hälfte in das Abwasser ein und werden in langsame Rotation versetzt, so dass die Mikroorganismen abwechselnd mit dem Abwasser und

der Luft in Kontakt gebracht werden. Nahrungs- und Sauerstoffaufnahme wechseln somit periodisch ab.

An der biologischen Abwasserreinigung sind sowohl die als Bewuchs auf den Walzen befindlichen, als auch die in den Trögen vorhandenen, frei beweglichen Mikroorganismen beteiligt.

Kleine Scheibentauchkörperanlagen werden fabrikmäßig vorgefertigt und am Einsatzort aufgestellt. Der im Scheibentauchkörper laufend ausgespülte Mikroorganismenbewuchs fällt in der nachfolgenden Abscheidevorrichtung als Sekundärschlamm an und wird in die mechanische Vorreinigung zurückgeführt, dort abgesetzt und zwischengestapelt bzw. alternativ in einem eigenen Stapelbehälter für Überschussschlamm gespeichert.

Wirbel-Schwebbett-Verfahren:

Dieses Verfahren ist dem eines getauchten Festbettes sehr ähnlich. Das Trägermaterial für die Mikroorganismen ist jedoch nicht fest in der Kammer bzw. dem Behälter befestigt, sondern schwimmt (schwebt) frei im vorgeinigten Abwasser. Als Trägermaterial

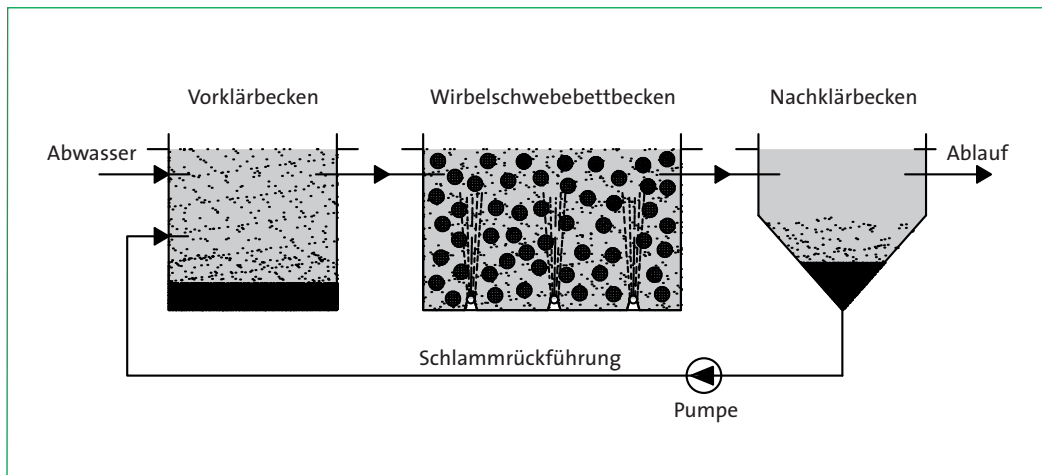


Abbildung 39: Schema Wirbelschwebbettverfahren

werden meist Kunststoffkugeln mit sehr großer Oberfläche und etwa der Dichte von Wasser verwendet. Dieses Schwebebett aus biologischem Rasen wird durch das Einleiten von feinblasiger Luft intensiv in der Kammer umgewälzt. Die Mikroorganismen werden so durch Konvektion mit Nährstoffen aus dem Abwasser und mit notwendigem Sauerstoff versorgt. Die ständige Wasserumwälzung verhindert außerdem die Sedimentation und gleichzeitig auch die Verschlämzung der Trägermaterialien.

Das biologisch gereinigte Abwasser gelangt durch einen groben Filter in die Nachklärung. Der sich hier absetzende Sekundärschlamm wird zurück in die Vorklärung gepumpt.

### **Belebtschlammanlagen**

Bei diesem biologischen Hauptreinigungstyp schwimmen die für die Abwasserreinigung erforderlichen Mikroorganismen frei im Wasser. Um sie mit Sauerstoff zu versorgen, ist eine Vorrichtung zur Belüftung nötig. Meist wird die Luft mit einem Gebläse feinblasig in das Abwasser eingebracht (Druckbelüftung) und dadurch gleichzeitig

für eine gute Durchmischung gesorgt. Die Mikroorganismen ernähren sich aus den Abwasserinhaltsstoffen und bilden Flocken, die als Belebtschlamm bezeichnet werden. In einem zweiten Verfahrensschritt wird das nun gereinigte Wasser durch Sedimentation vom Belebtschlamm getrennt und abgezogen. Der Schlamm wird zum Teil wieder in das Belebungsbecken zurückgeführt, um dort eine ausreichende Zahl von Mikroorganismen aufrecht zu erhalten. Der überschüssige Schlamm wird abgezogen. Prinzipiell ist bei allen Belebtschlammanlagen ein Impfen der Anlage mit Belebtschlamm (z. B. aus einer Kläranlage im Tal) zu Beginn der Saison notwendig. Durch die somit in ausreichender Zahl eingebrachten Mikroorganismen kann die geforderte Reinigungsleistung (ohne lange Anlaufzeit) schon ab Saisonbeginn erreicht werden.

### Konventionelle Belebtschlammanlage:

Die konventionellen Belebtschlammanlagen bestehen aus dem belüfteten Belebungsbecken und dem Nachklärbecken. Das Abwasser fließt nach einer definierten Aufenthaltszeit im Belebungsbecken in das Nachklärbecken,

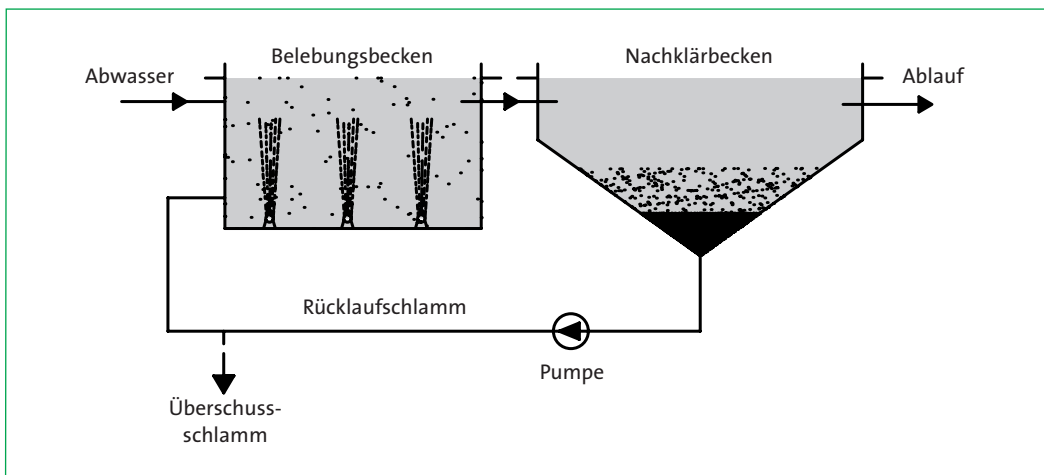


Abbildung 40: Schema konventionelle Belebtschlammanlage

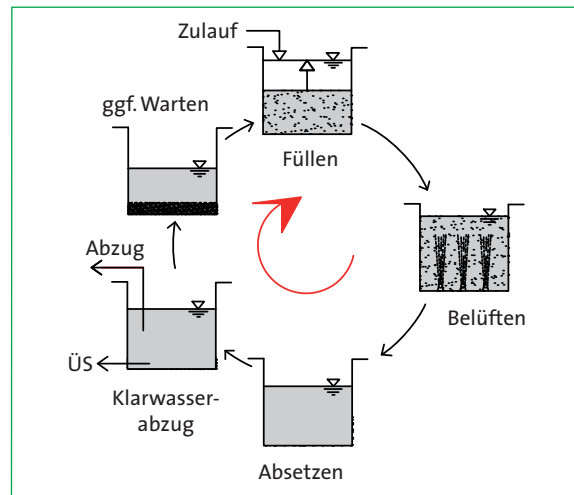


Abbildung 41: Prozessphasen bei SBR-Anlagen

wo sich der Belebtschlamm absetzt und das Reinwasser abgezogen wird. Bei den konventionellen Belebtschlammanlagen wird die Anlage vom Abwasser kontinuierlich durchflossen. Das heißt, im wesentlichen entspricht der augenblickliche Ablauf dem Zulauf. Das gereinigte Abwasser wird nicht schwallweise ausgeschleust.

#### SBR-Anlagen (Sequencing Batch Reactor):

Bei den SBR-Anlagen laufen die Prozessschritte der konv. Belebtschlammanlage in einem einzigen Becken nacheinander ab (siehe Abbildung 41). Das Abwasser wird also schwallartig gereinigt und abgegeben. Folgende Prozessphasen werden zyklisch durchlaufen:

- a) Füllen
- b) Belüften (Reaktionsphase)
- c) Absetzen
- d) Klarwasserabzug
- e) evtl. Warten (Stillstandsphase)

Der Zulauf erfolgt fracht-/mengenmäßig abgestimmt auf die Biomasse im Reaktor aus einem vorgeschalteten Pumpspeicherbecken.

Die Zyklen können durch ein entsprechendes Steuerprogramm an die Abwasserbelastung angepasst und somit eine gezielte Abwasserreinigung erreicht werden.

#### MBR-Anlagen

##### (Membran-Belebungs-Reaktoren):

In MBR-Anlagen erfolgt die eigentliche Abwasserreinigung durch die Mikroorganismen in gleicher Weise wie beim Belebungsverfahren. Das gereinigte Abwasser wird durch eine Membran ( $< 0,5 \mu\text{m}$  Porenweite) hindurch aus dem Belebungsbecken abgezogen. Sie ersetzt ein Nachklärbecken, da sie als physikalische Barriere fungiert. Keime und Bakterien, aber auch partikuläre organische Stoffe (Belebtschlamm) werden zurückgehalten.

#### Abwasserteiche:

In den großvolumigen Teichen laufen die natürlichen biologischen Selbstreinigungsprozesse technisch unbeeinflusst ab. Das Abwasser wird in die Teiche geleitet und verbleibt dort eine gewisse Zeit. Dabei kommt es sowohl zu Absetz- als auch zu biologischen Abbauprozessen.

Abwasserteiche können in belüfteter und unbelüfteter Form errichtet werden. Erstere verfügen über Einrichtungen, mit denen Luft eingeblasen wird. Bei unbelüfteten Abwasserteichen gelangt der benötigte Sauerstoff nur über die Teichoberfläche in den Wasserkörper, wozu eine größere Teichoberfläche als bei den belüfteten Abwasserteichen benötigt wird. Für derartige Anlagen können nur in Sonderfällen, nach einer entsprechenden Einzelfallbeurteilung, Genehmigungen erreicht werden.

### 2.3.2.3 Weitergehende Reinigung

Die Anlagen der weitergehenden Reinigung optimieren den Ablauf in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Sie bewirken eine Schönung und Vergleichmäßigung des Anlagenablaufes und / oder eine weitere Verbesserung der Reinigungsleistung und eine Reduktion der Keimbelastung.

Folgende Systeme wurden auf den 100 Hütten zur weitergehenden Reinigung eingesetzt:

#### Nachfilterschacht:

In einem im Boden eingelassenen Schacht befindet sich kiesig-sandiges Material, auf dem sich ein Biofilm aus Mikroorganismen bildet und Schmutzstoffe entfernt. Am Schachtboden liegt eine Ableitung für das gereinigte Abwasser, das in einem darauf folgenden Probenahmeschacht beprobt werden kann.

#### Mechanischer Biofilter:

Siehe Kapitel 2.3.2.2 »Hauptreinigungssysteme«, Seite 71.

#### Rieselgraben:

Ein Rieselgraben ist eine Kombination aus Versickerung und weitergehender Reinigung. Über ein Filterrohr wird das Abwasser in einen Filterkörper (Kies, Sand) eingebracht, wo sich Mikroorganismen ansie-

deln. In weiterer Folge versickert es im Untergrund.

#### Schönungsteich:

Schönungsteiche entsprechen vom Funktionsprinzip her den Abwasserteichen. Siehe Kapitel 2.3.2.2 »Hauptreinigungssysteme«, Seite 74.

#### Bepflanzter Bodenfilter:

Siehe Kapitel 2.3.2.2 »Hauptreinigungssysteme«, Seite 70.

#### UV-Desinfektionsanlage:

Bei der Abwasserdesinfektion durch eine UV-Anlage wird die DNA von pathogenen Keimen (Mikroorganismen, z. B. Bakterien, Coli-Bakterien, etc.) durch UV-Bestrahlung soweit geschädigt, dass es zu einem irreversiblen Verlust der Vermehrungsfähigkeit und somit zu einer Inaktivierung der Zelle kommt. In der Regel wird eine Desinfektion des gereinigten Abwassers auf Berg- und Schutzhütten nicht gefordert. In Ausnahmefällen (z. B. Lage der Versickerung in einem Karst- und / oder Wassereinzugsgebiet) können spezielle Anforderungen an die Hygiene und somit eine UV-Desinfektion erforderlich werden.



Abbildung 42: UV-Desinfektionsanlagen dienen der weitergehenden Abwasserreinigung; hier die Anlage im Bodenschneidhaus/Bayerische Voralpen.



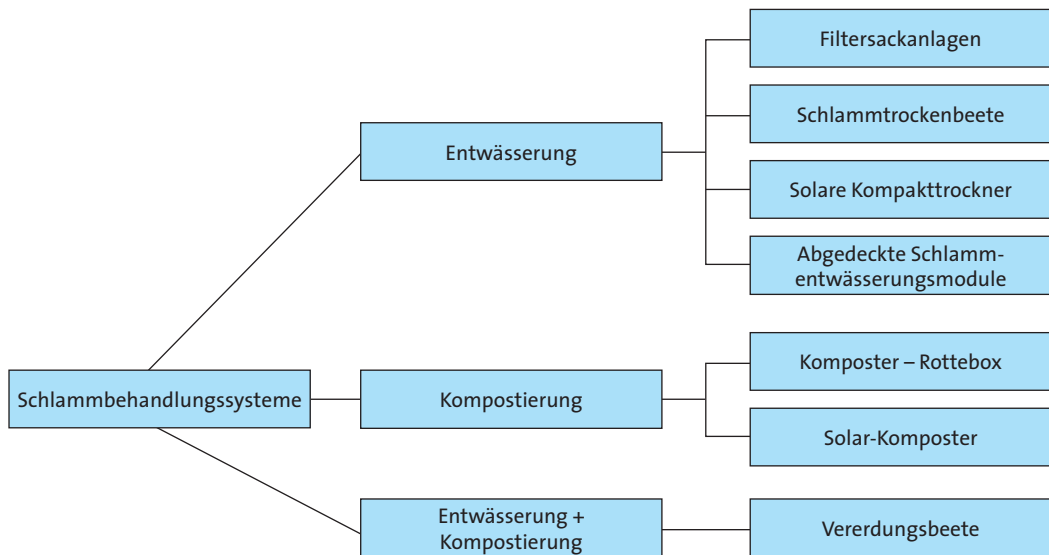


Abbildung 43: Schlammbehandlungssysteme

**Aktivkohlefilter:**

Er enthält Aktivkohle in pulverförmiger oder granulierter Form. An ihren feinen Porenräumen und -kanälen mit großer spezifischer Oberfläche lagern sich die Schmutzstoffe, wie zum Beispiel auch gelöste Stoffe, an (Adsorption). Beladene Aktivkohle kann in einem Ofen bei hoher Temperatur regeneriert werden und ist dann wieder einsetzbar.

**Muldenversickerung:**

Die Muldenversickerung ist eine Kombination aus Versickerung und weitergehender Reinigung. Sie besteht aus einer mit Gras bewachsenen Bodenmulde, in der das Abwasser zwischengespeichert wird und langsam versickert. Im Zuge der Passage der durchwurzelteten Humusschicht werden Schmutzstoffe abgebaut und zurückgehalten.

**2.3.2.4 Schlammbehandlung**

Unter dem Begriff der Schlammbehandlung versteht man die Behandlung der abgetrenn-

ten Abwasserinhaltsstoffe (die aus dem Abwasser entfernten festen, pastösen oder schlammförmigen Stoffe = Reststoffe) mit mechanischen und biologischen Verfahren.

**Filtersackanlage:**

Filtersackanlagen können sowohl als Vorreinigungssystem als auch zur Schlamm-entwässerung eingesetzt werden. Ihre Funktionsweise wurde bereits beschrieben (siehe 2.3.2.1 Vorreinigungssysteme, Seite 69). In den jeweiligen Reinigungsstufen gespeicherter Primär- bzw. Sekundärschlamm wird in die Filtersäcke geleitet, in diesen zurückgehalten und entwässert. Durchtropfendes Wasser (Filtrat) muss gesammelt werden und wird wieder der Kläranlage zugeführt. Die gefüllten Filtersäcke sind leicht mit Fahrzeugen, Materialseilbahn oder per Hubschrauber zu transportieren.

**Schlamm-trockenbeet:**

Dabei handelt es sich um eine überdachte Fläche, die als Untergrund einen Filteraufbau

aufweist und zum Erdreich hin abgedichtet ist. Schlamm wird auf diese Fläche aufgebracht und durch Schwerkraft sowie Verdunstung und Ausfrieren entwässert. Das Dach verhindert, dass der Schlamm vom Regen wieder aufgeweicht wird. Für eine ausreichende Belüftung sollte gesorgt werden, einerseits damit sich Gerüche verflüchtigen, andererseits um den Abtransport der erwärmten, feuchten Luft zu gewährleisten.

### Solarer Kompakttrockner:

Der solare Kompakttrockner wird mit Nassschlamm befüllt und kombiniert zwei Verfahren zur Schlammmentwässerung: Entwässerung durch die Schwerkraft mit Hilfe eines Geotextils und solar unterstützte Trocknung. Das Herzstück des Geräts bildet dabei ein Solar-Luftkollektor, mit dem sowohl Wärme als auch Netz unabhängig elektrische Energie zum Betrieb eines Ventilators gewonnen werden kann. Dadurch können stets über dem Außenluftniveau liegende Schlammtemperaturen erzielt werden und die Trocknung erfolgt rascher.

### Abgedecktes Schlammmentwässerungsmodul:

In ähnlicher Weise wie die solaren Kompakttrockner, aber ohne Durchsatz erwärmter Luft mittels Fremdenergie, arbeiten abgedeckte Schlammmentwässerungsmodule. Die Außenwände sind dicht. Die mit Geotextil ausgelegte Innenbox ist mit Durchtrittsöffnungen für austretendes Schlammwasser versehen. Dieses wird gefasst und wieder der biologischen Stufe zugeführt. Es wird empfohlen, das Nutzvolumen so groß zu wählen, dass der gesamte zwischengestapelte Schlamm einer Saison in das Schlammmentwässerungsmodul überführt werden kann. Für eine ausreichende Durchlüftung ist zu sorgen. Ein Durchfrieren in der Winterperiode ist für den Entwässerungs- und Abtrocknungsprozess in der wärmeren Jahreszeit förderlich.

### Komposter / Rottebox:

Der Komposter bzw. die Rottebox sind generell zur Kompostierung von Trockenschlamm geeignet. Der anfallende Trockenschlamm wird in den Komposter eingebracht, im Laufe der Verweildauer mehrmals Strukturmaterial zugegeben, umgesetzt bzw. umgegraben und anschließend – entspre-



Abbildung 44:  
Die Filtersack-  
anlage der  
Ostpreußenhütte  
in den Berchtes-  
gadener Alpen;  
solche Anlagen  
dienen der Ab-  
wasservorreini-  
gung als auch  
der Schlamm-  
entwässerung.

chend den rechtlichen Vorgaben – entweder im Hüttenumfeld ausgebracht oder abtransportiert. Der Kompostbehälter muss jedenfalls standfest, mit kompakter Abdeckung und guter Belüftung ausgestattet sein, um eine ordentliche Kompostierung gewährleisten zu können. Sickerwässer müssen gesammelt und zur Behandlung in die Kläranlage zurückgeführt werden.

#### Solarkomposter:

Der Solarkomposter wird mit Trockenschlamm befüllt. Hauptbestandteil des Geräts ist ein Solar-Luftkollektor, wie er auch beim solaren Kompaktrockner verwendet wird. Durch Sonnenenergie erwärmte Luft aus dem Kollektor umströmt das in einem wärmeisolierten Gehäuse eingebrachte Kompostgut und temperiert zusätzlich zur biogenen Wärme den Kompost. Die Kompostierung verläuft schneller – auch bei den kühleren Außentemperaturen in Gebirgslagen.

#### Vererdungsbeet:

Vererdungsbeete bestehen aus einem gegen das Erdreich abgedichteten Polder (Beet) mit einer Drainage in Form eines Kies-Sand-Filtermaterials. Nassschlamm wird aufgebracht (in der Regel am Ende der Saison), durch die Schwerkraft entwässert und bekommt im

Laufe der Zeit wegen des Abbaus durch Mikroorganismen und darauf angesättem Gras erdähnliche Struktur. Regelmäßiges Umstechen ist notwendig. Des Weiteren sind die Sickerwässer zu sammeln und wieder der Kläranlage zuzuführen.

### 2.3.3 Empfehlungen zur Optimierung von Abwasserentsorgungsanlagen

#### 2.3.3.1 Vorreinigungssysteme

Mit wenigen Ausnahmen ist ein funktionierendes Vorreinigungssystem unabdingbar für ein gut funktionierendes Hauptreinigungssystem. Es ist daher an das Hauptreinigungssystem anzupassen. Belebtschlammanlagen stellen in der Regel weniger hohe Ansprüche an die Vorreinigung als die Biofilmverfahren. Da in der Vorreinigung der Primärschlamm abgetrennt wird, ist die Auswahl des Vorreinigungssystems auch für die weitere Behandlung des Primärschlammes maßgebend.

- Trockentoiletten sind mit einer entsprechenden **Entlüftung** zu versehen. Bei der Situierung der Fäkalbehälter ist zu berücksichtigen, dass sie **leicht entleert** werden können.



Abbildung 45: Besonders in größeren, kühleren Höhenlagen leisten Solarkomposter wertvolle Dienste wie hier auf der Kaunergrathütte/Öztaler Alpen.

- Fettabscheider sollten als **Komplettsystem** von einer Fachfirma bezogen werden.
- Einen **prinzipiellen Überblick** über die Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzbereiche der verschiedenen Vorreinigungssysteme geben die Übersichtstabellen zur Systemauswahl im Kapitel 2.3.4 »Systemauswahl – Übersichtstabellen«.

### 2.3.3.2 Biologische Hauptreinigungssysteme

Zusammenfassend sind technisch möglichst einfache, energiesparende und kostengünstige Systeme, die den örtlichen Rahmenbedingungen und rechtlichen Anforderungen gerecht werden, zu empfehlen. Sie sind durch geringe Störanfälligkeit bzw. Zuverlässigkeit, einfache Bedienung und geringen Betriebs- und Wartungsaufwand charakterisiert.

- Aufgrund der einfachen Technik, des geringen Strombedarfs, der einfachen Bedienungs- und Wartungsanforderungen, des geringen Wartungsaufwands und der im Vergleich mit den Belebtschlammverfahren positiven Bilanz bei der Gesamtkostenbetrachtung stellt die bevorzugte Anwendung von **Biofilmverfahren** gegenüber Belebtschlammverfahren in den meisten Fällen die **erste Option** dar. Erst wenn die Biofilmverfahren aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ausscheiden, wird die Anwendung von Belebtschlammanlagen empfohlen.
- Bei den Biofilmverfahren ist wiederum zuerst die **Anwendungsmöglichkeit eines bepflanzten Bodenfilters** zu untersuchen. Scheidet dies aus, ist auf die Tropfkörperanlagen überzugehen. Einen prinzipiellen Überblick über die Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzbereiche der Anlagentypen geben die Übersichtstabellen zur Systemauswahl im Kapitel 2.3.4 »Systemauswahl – Übersichtstabellen«.
- Der biologische Reinigungsprozess wird wesentlich durch die **chemisch- physikalischen Eigenschaften** des Trink- und Brauchwassers (vgl. Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht) beeinflusst. Insbesondere bei Nutzung von Oberflächenwässern sind entsprechende **Planungsüberlegungen** anzustellen.
- Bei der **Umstellung** von WC's auf **Trockentoiletten** ändert sich die **Abwasserzusammensetzung** wesentlich. Dies ist bei der Planung der biologischen Hauptreinigungsstufe zu berücksichtigen.
- Eingehauste Anlagen sind aufgrund der einfacheren Bedienbarkeit und Wartung gegenüber erdversetzten Anlagen zu bevorzugen.
- Zur Anpassung des Kläranlagenbetriebes auf die saisonal schwankende Auslastung der Kläranlage sollte eine **Umschaltmöglichkeit** zwischen **Stark-** und **Schwachlastbetrieb** vorgesehen werden. Als einfache Form bietet sich eine manuelle Umschaltmöglichkeit von Voll- auf Teillastbetrieb an, wodurch der Stromverbrauch deutlich reduziert werden kann.

### 2.3.3.3 Weitergehende Reinigung

Obwohl jede Kombination von Systemen der weitergehenden Reinigung mit Hauptreinigungssystemen denkbar ist, sind die verschiedenen Reinigungsstufen unbedingt aufeinander abzustimmen.

- Generell ist bei allen Anlagen eine **weitergehende Reinigung** zu empfehlen, da sie den **Ablauf vergleichmäßigt** und die **Ablaufwerte verbessert**.
- Eine Probenahmestelle zur Überprüfung der Reinigungsleistung ist vorzusehen.
- Prinzipiell haben sich **einfache Systeme** wie mechanische Biofilter, bepflanzte Bodenfilter, etc. als weitergehende Reinigungsstufe bewährt.
- Wird von den Behörden die **Desinfektion** des Abwassers gefordert, so ist der Einsatz

einer **UV-Desinfektionsanlage** zu empfehlen. Hierbei ist gegebenenfalls ein Filter vorzuschalten.

### 2.3.3.4 Schlammbehandlungssysteme

Das System der Schlammbehandlung ist auf die Anlagen der Vor- und Hauptreinigungsstufen sowie auf die rechtlichen Vorgaben abzustimmen. Abhängig davon, ob Nass- oder Trockenschlamm anfällt sowie natürlich von der Menge des Schlammes, ist das Schlammbehandlungssystem zu planen.

- Wenn eine Beeinträchtigung der autochthonen alpinen Flora bzw. eine potentielle Verunreinigung von unterhalb liegenden Wasserressourcen (insbesondere bei Karstgebieten) nicht zu befürchten ist, ist nach entsprechender Behandlung die **Ausbringung des Klärschlammes** im Hüttenumfeld anzustreben. Die Ausbringung setzt natürlich eine **Bewilligung** durch die zuständige **Behörde** voraus.
- Wenn eine Ausbringung im Hüttenumfeld aus den oben genannten bzw. rechtlichen und / oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich bzw. sinnvoll ist, sind die anfallenden Reststoffe abzutransportieren. Unter schwierigen Transportbedingungen (z.B. Materialseilbahn, Hubschrauber) ist vor dem Abtransport eine Volumens- und Gewichtsreduzierung des Schlammes anzustreben.

Aus dem von der Universität der Bundeswehr München erstellten Projekt »Untersuchung und Optimierung der Verwertung bzw. der Beseitigung von Abfällen aus der Abwasserbehandlung im Bereich alpiner Hütten des Deutschen Alpenvereins« können folgende Empfehlungen zur Schlammbehandlung bzw. Schlammentsorgung gegeben werden:

- Das gewählte Verfahren muss in das vorhandene **Klärkonzept eingebunden** und an die standortspezifischen Einflüsse angepasst werden.

- Eine sorgfältige und fachgerechte **Betriebsführung und Wartung** verbessert das Behandlungsergebnis sehr.
- Fließfähige Schlämme erfordern **geringen Arbeitsaufwand** als stichfeste Komposte, da sie **gepumpt** werden können.
- Bei **schwieriger Erreichbarkeit** können die Transportkosten bis zu 40% der Gesamtinvestitionskosten betragen.
- Die im Zuge des Projekts erarbeiteten **Formeln zur Bemessung der Schlammbehandlungsverfahren** können dem zugehörigen Abschlussbericht entnommen werden (<http://www.unibw.de/ifw/swa/Forschungsvorhaben/reststoffbehandlung/downloads>).
- Der **Solar-Schlammrockner** wird für kleine Hütten zur Entwässerung **empfohlen**. Ein geeigneter Platz mit hoher Sonneneinstrahlung ist Voraussetzung. Es tritt keine Geruchsbelästigung auf. Eine Beschickung in Intervallen von zwei bis drei Wochen ist möglich. Nach dem Winter wird das entwässerte Material entsorgt.
- Zur **Entwässerung** bei größeren Hütten besteht die Möglichkeit, je nach Flächenverfügbarkeit auf ein **Schlammrockenbeet** (große, einigermaßen ebene Fläche nötig) oder eine **Filtersackanlage** (kompakt, in Betriebsgebäude) zurückzugreifen. Die Filtersackanlage sollte so dimensioniert werden, dass der Klärschlamm einer Saison aufgenommen und über den Winter entwässert werden kann. Bei den Schlammrockenbeeten wird eine maximale Füllhöhe von 25 cm empfohlen. Bei der Verwendung einer Überdachung (empfehlenswerte Dachneigung 43°) ist die Einwirkung auf das Landschaftsbild zu beachten. Als Variante ist auch die Schlammbehandlung in einem Vererdungsbeet möglich, wo eine Entwässerung und Mineralisierung erreicht wird. Dazu erfolgt der Schlammaustrag in einen vorgefertig-





Abbildung 46: Auch der Stufenkomposter gehört zu den Kompostierungssystemen. Die Rotte wird nach einer Saison in die nächste Kammer weiterschaufelt.

ten Polder im Hüttenumfeld mit darauf folgender Graseinsaat zur weiteren Entwässerung des Materials.

- Bei der Verwendung von **Kompostierungssystemen** können **Solarkomposter**, **Stufenkomposter** oder **Komposttoiletten** zum Einsatz kommen.

Der Solarkomposter wird üblicherweise mit dem Material aus den Fäkalcontainern der Trockentoiletten einmal pro Saison befüllt, das dann ein bis zwei Jahre im System verbleiben sollte. Sind Komposttoiletten zur Behandlung der festen Abwasserinhaltsstoffe vorgesehen (flüssige Anteile und Urin müssen separat gespeichert und biologisch behandelt werden), sollte eine Durchmischung mit Strukturmaterial erfolgen. Durch mehrfaches Umfüllen in den Kompostbehältern findet eine Volumenreduktion und ein Abtrocknen des Materials statt. Bei der Verwendung eines Stufenkomposters werden die festen Abwasserinhaltsstoffe zusammen mit Strukturmaterial zum Verrotten in mehrere, stufenartig angelegte Bodenkammern gefüllt. Nach einer Saison wird das Material in die nächste Kammer weiter geschaufelt. Es erfolgt dabei eine Lockerung und Durchmischung des Materials.

- Das Ziel des jeweiligen **Schlammbehandlungssystems** ist eine Gewichts- und Volumenreduktion sowie Entwässerung des Materials. Die weitere Verwertung der behandelten Reststoffe hängt im Einzelfall von den jeweiligen Rahmenbedingungen und insbesondere von der jeweiligen Landesgesetzgebung ab.

### 2.3.4 Systemauswahl – Übersichtstabellen

In den folgenden Übersichtstabellen werden die Einsatzbereiche und die Systemeigenschaften bzw. Merkmale von Vorreinigungs- und biologischen Hauptreinigungssystemen dargestellt. Auf die Darstellung der weitergehenden Reinigung wurde hierbei verzichtet, da dieselben Systeme oftmals als Hauptreinigungssysteme zur Anwendung kommen und die Eigenschaften in dieser Tabelle abzulesen sind. Zur Systemauswahl bei den Schlammbehandlungssystemen ist das von der Universität der Bundeswehr München erstellte Projekt »Untersuchung und Optimierung der Verwertung bzw. der Beseitigung von Abfällen aus der Abwasserbehandlung im Bereich alpiner Hütten des Deutschen Alpenvereins« heranzuziehen.

Mit Hilfe der Übersichtstabellen kann rasch festgestellt werden, ob ein Reinigungssystem grundsätzlich unter bestimmten örtlichen Gegebenheiten eingesetzt werden kann bzw. ob die vorab definierten Anforderungen vom jeweiligen System eingehalten werden können. Diese Übersichtstabellen können jedoch keine Detailplanung durch einen erfahrenen Fachmann ersetzen. Sie können dem Laien lediglich einen Einblick in die Entscheidungsfindung des Fachmanns geben bzw. den Fachmann auf seinem Weg zur Entscheidungsfindung unterstützen.

Tabelle 10: Stärken und Schwächen der Vorreinigungssysteme

		Absetzanlagen	
Einsatzbereich	Ausbringung vor Ort erlaubt	+	
	Ausbringung vor Ort nicht erlaubt		
	Bei Ver- bzw. Entsorgung über einen Fahrweg	++ Abtransport mit Vakuumfass	
	Bei Ver- und Entsorgung mittels Materialseilbahn / Hubschrauber	o anfallender Nassschlamm muss für Abtransport entwässert werden	
	Trink- / Nutzwasserversorgung knapp	Bei Wassermangel sind Trockentoiletten zu empfehlen	
	kostenintensive Energieversorgung	++ i. d. R. kein Energieverbrauch	
	Anlagengröße		
	< 50 EW <sub>60</sub>	++	
	50 - 100 EW <sub>60</sub>	++	
	> 100 EW <sub>60</sub>	++	
Eigenschaften und Merkmale	Manipulations- / Wartungsfreundlichkeit	++	
	Zuverlässigkeit (Störanfälligkeit)	++	
	Durchschnittliche Bewertung durch den Betreiber	+	

Vorreinigungssysteme			
	Feststoffpressen	Trockentoiletten	Filtersackanlagen
	+	+	+
	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport
	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport	+ platz- und gewichtsparender Abtransport
	Bei Wassermangel sind Trockentoiletten zu empfehlen		
	o konst. Energieverbrauch	+ Energie für Lüftungsmaßnahmen	++ geringer bzw. kein Energieverbrauch
	++	++	++
	++	+	o
	+	o	-
	-	-	o
	-	+	++
	o	o	o

**Legende:** ++: sehr gut / s. g. geeignet    +: gut / gut geeignet    o: befriedigend / geeignet    +/-: genügend / bedingt geeignet

Tabelle 11: Stärken und Schwächen der Hauptreinigungssysteme

		Biofilmanlagen				
		Bepflanzte Bodenfilter	Tropfkörperanlagen	Mechanische Biofilter	Tauchkörperanlagen	
Einsatzbereich	Art der Versorgung (Eignung aus Gründen des Transportaufwandes)					
	Fahrweg	+	++	++	++	
	Materialseilbahn / Hubschrauber	+ / - kein Impfen erforderlich	++ kein Impfen erforderlich	++ kein Impfen erforderlich	++ kein Impfen erforderlich	
	Seehöhe					
	< 1800 m ü. NN	++	++	++	++	
	> 1800 m ü. NN	o	++	++	++	
	Sommer- und Winterbetrieb	+ / -	++	++	++	
	kostenintensive Energievers.	++	+	+	o	
	Geländetopographie (steil / felsiger Untergrund)	+ / -	++	++	++	
	rechtliche Vorgaben	Die Systeme können bei richtiger Dimensionierung und in Kombination mit einer geeigneten weitergehenden Reinigung in der Regel die rechtlichen Anforderungen an die Reinigungsleistung erfüllen				
Anlagen > 150 EW <sub>60</sub>	+ / -	++	++	++		
Eigenschaften und Merkmale	Reinigungsleistung / weitergehende Reinigung	o	o	o	o	
		längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme	
		+ mit diesen Hauptreinigungstypen können, in entsprechender Kombi in der Regel die rechtlich vorgeschriebenen Reinigungsleistungen				
		deutliche Reduktion der Keime; falls eine weitergehende Abwasserbehandlung gefordert wird, muss jedoch z.B. eine UV - Anlage nachgeschaltet werden	falls eine weitergehende Abwasserbehandlung gefordert wird, muss eine Nachreinigung (z.B. UV-Anlage) nachgeschaltet werden			
	Wartungs- und Betriebsfreundlichkeit	++	+	+	+	
	Zuverlässigkeit (Störanfälligkeit)	++	+	o	o	
	Beurteilung durch Betreiber	++	+	+	+	
	Beurteilung Gesamtanlagenkosten (Barwert)	1800 - 3900 €/EW	2200 - 3900 €/EW	3300 - 5700 €/EW	2700 - 5300 €/EW	
Investitionskosten	mittel	mittel	hoch	gering		
Reinvestitionskosten	sehr gering	gering	gering	gering		
Betriebskosten	sehr gering	gering	gering	mittel		

Belebtschlammanlagen				Abwasserteiche
Belebtschlamm- anlagen konv.	SBR-Anlagen	MBR-Anlagen		
	++	++	++	+
	++ Transportaufwand geringer, jedoch zusätzlich jährliches Impfen der Anlage mit Belebtschlamm notwendig	++ Transportaufwand geringer, jedoch zusätzlich jährliches Impfen der Anlage mit Belebtschlamm notwendig	++ Transportaufwand geringer, jedoch zusätzlich jährliches Impfen der Anlage mit Belebtschlamm notwendig	+ / -  kein Impfen erforderlich
	++	++	++	++
	++	++	++	+ / -
	++	++	++	+ / -
	+ / -	+ / -	+ / -	++
	++	++	++	+ / -
	Die Systeme können bei richtiger Dimensionierung und in Kombination mit einer geeigneten weitergehenden Reinigung in der Regel die rechtlichen Anforderungen an die Reinigungsleistung erfüllen			+ / -
	++	++	++	+ / -
	+	+	+	o
	kürzere Anlaufphase nach Inbetriebnahme durch Impfen (s.o.)	kürzere Anlaufphase nach Inbetriebnahme durch Impfen (s.o.)	kürzere Anlaufphase nach Inbetriebnahme durch Impfen (s.o.)	längere Anlaufphase nach Inbetriebnahme
	+ nation mit Vorreinigungssystemen und einer allfälligen weitergehenden Reinigung eingehalten werden, gute Planung und regelmäßige Wartung vorausgesetzt			+ / -
	falls eine weitergehende Abwasserbehandlung gefordert wird, muss eine Nachreinigung (z.B. UV-Anlage) nachgeschaltet werden		bei geforderter weitergehender Abwasserbehandlung keine weitere Entkeimung nötig, UV-Anlage oftmals als Sicherheitsstufe nachgeschaltet	falls eine weitergehende Abwasserbehandlung gefordert wird, muss eine UV-Anlage nachgeschaltet werden
	o	o	k.A. - Anlagen noch im Probetrieb	++
	o	o	k.A. - Anlagen noch im Probetrieb	++
	+	o	+	++
	4900 - 7900 €/EW	3600 - 4400 €/EW	kein Kostenrahmen wg. geringer Anzahl	kein Kostenrahmen wg. geringer Anzahl
	gering	gering	mittel	sehr gering
	hoch	hoch	hoch	sehr gering
	hoch	hoch	hoch	sehr gering

**Legende:** ++: sehr gut / s.g. geeignet    +: gut / gut geeignet    o: befriedigend / geeignet    + / -: genügend / bedingt geeignet



### 2.3.5 Betrieb und Wartung

Die Funktionsweise einer biologischen Abwasserreinigungsanlage beruht auf dem Prinzip der natürlichen Selbstreinigungsprozesse. Beim Betrieb der Anlage muss daher darauf geachtet werden, dass diese Prozesse nicht gestört werden bzw. optimale Bedingungen für die Mikroorganismen vorliegen.

In diesem Kapitel werden, ergänzend zu den Auflagen des Wasserechtsbescheides und sonstigen relevanten Richtlinien, Empfehlungen für Betrieb und Wartung von Abwasserreinigungsanlagen mit dem Schwerpunkt auf die biologischen Hauptreinigungsstufen abgegeben.

- Im Bereich der **Kläranlage** sollte entsprechende **Arbeitskleidung** getragen werden. Sie darf nicht für Arbeiten in anderen Bereichen verwendet werden. Da im Abwasser Krankheitserreger sein können, ist zur Vermeidung einer Tröpfcheninfektion bei Betriebs- und Wartungstätigkeiten eine **Schutzmaske** zu tragen.
- **Infektionserreger** werden häufig über unsere **Hände** verbreitet. Daher ist **Händewaschen** nach jedem Aufenthalt im Bereich der Kläranlage notwendig. Aus diesem Grund sind dort ein Waschbecken und eine Möglichkeit zur Umkleidekabine vorzusehen.
- Produkte wie **Desinfektionsmittel** oder **Medikamente** sowie **chlorhaltige** und **desodorierende** Produkte (z. B. Pissoirkugeln, Spül- und Beckensteine, Duftreiniger), aber auch **Säuren** und **Laugen** (z. B. Abflussreiniger, Grundreiniger) **beeinträchtigen den Betrieb der Kläranlage**. Über das übliche Maß der Verwendung für Putz- und Reinigungszwecke hinaus dürfen diese Mittel nicht in die Kläranlage eingeleitet werden.
- Zur **Sicherstellung** der Einhaltung der geforderten **Reinigungsleistung** sind eigenverantwortlich durchgeführte Abwasseruntersuchungen (z. B. Bestimmung von Abwassertemperatur und Ammoniumgehalt im Ablauf) notwendig.
- Die **Eigenüberwachung** ist maßgeblich für die **Funktionsfähigkeit** der Anlage. Ihr sollte eine angemessene Zeit zugedacht werden.

## 2.4 Abfallentsorgung

### 2.4.1 Einleitung

Im Vergleich mit den anderen Bereichen der Ver- und Entsorgung auf Berg- und Schutzhütten spielen im Bereich der Abfallentsorgung die technischen Einrichtungen und deren Planung eine untergeordnete Rolle; der Betrieb tritt hier in den Vordergrund.

Rechtlich gesehen sind auch die abgetrennten Abwasserinhaltsstoffe (Klärschlamm) den Abfallstoffen zuzuordnen. Ihre Behandlung und Entsorgung wird im gegenständlichen Leitfaden im Kapitel Abwasserentsorgung beschrieben. Siehe Kapitel 2.3 »Abwasserentsorgung«.

### 2.4.2 Kurzbeschreibung der Teilbereiche

Folgende Prioritäten in der Abfallwirtschaft (in der genannten Reihenfolge) beruhen auf einem allgemeinen Konsens und können auf den Bereich der Abfallentsorgung auf

Schutzhütten übertragen werden (siehe aber auch die jeweils regional gültigen Gesetze, Verordnungen, etc.):

#### 2.4.2.1 Abfallvermeidung

Oberste Priorität genießt die Abfallvermeidung. Abfall, der nicht entsteht, muss nicht entsorgt werden.

#### 2.4.2.2 Sammlung und Trennung

Abfall, der sich nicht vermeiden lässt, muss entsprechend den geltenden Vorschriften und Richtlinien gesammelt und getrennt werden.

#### 2.4.2.3 Abfallbehandlung – Kompostierung

Biogene Abfälle können behandelt (kompostiert) werden. Eine Behandlung der anderen Abfallfraktionen ist auf Berg- und Schutzhütten nicht sinnvoll.

#### 2.4.2.4 Abfallentsorgung – Abtransport

Auf Berg- und Schutzhütten muss der Abfall letztlich abtransportiert und im Tal fachgerecht entsorgt werden.

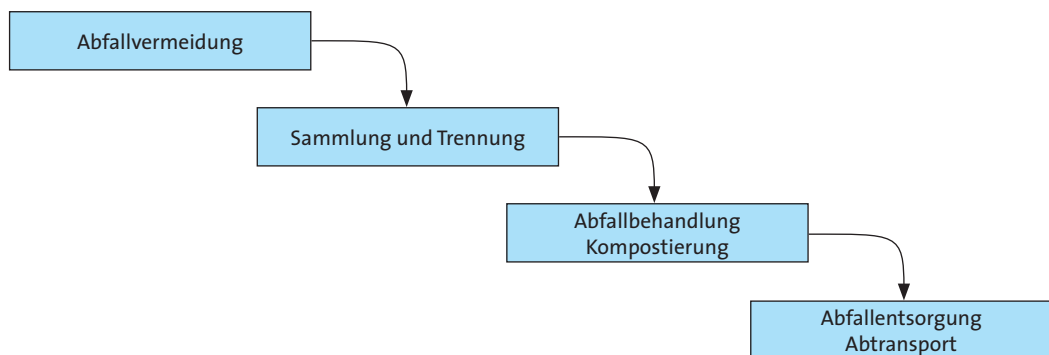


Abbildung 47: Teilbereiche der Abfallentsorgung

## 2.4.3 Empfehlungen zur Optimierung der Abfallentsorgung

### 2.4.3.1 Allgemeine Planungsgrundlagen

- **Informationen** über die rechtlichen Grundlagen zur Abfallentsorgung sollen **vor der Planung** eingeholt werden.
- Die Erstellung eines **Abfallwirtschaftskonzeptes** ist zu empfehlen.

### 2.4.3.2 Abfallvermeidung

Da die Abfallvermeidung dem Bereich Betrieb und Wartung zuzuordnen ist, finden sich die Empfehlungen in jenem Kapitel.

### 2.4.3.3 Sammlung und Trennung

- Bei der **Planung** der Räumlichkeiten für die **Abfallsammlung** und **-trennung** ist besonderes Augenmerk auf eine **betriebsfreundliche Anordnung** zu legen. Die Räumlichkeiten müssen ausreichend dimensioniert (in Abhängigkeit vom Abfallanfall und den zeitlichen Abständen der Entsorgungsfahrten) sowie von anderer Nutzung getrennt sein.
- Feste **Abfallbehälter** (z. B. aus Kunststoff) mit Deckeln, getrennt nach Fraktionen, sind direkt am **Ort, wo der Abfall anfällt** (z. B. Küche) vorzusehen.
- Bei schwieriger Ver- und Entsorgungslage sind **Müll-** bzw. **Dosenpressen** zu empfehlen. Zu prüfen ist, inwieweit im Tal kompaktierte Abfälle übernommen werden. Ebenso ist zu prüfen, ob der erforderliche elektrische Strom zum Betrieb der Pressen auf der Hütte zur Verfügung gestellt werden kann.

### 2.4.3.4 Abfallbehandlung – Kompostierung

- Die **Kompostierung** von biogenem Material ist generell **zu empfehlen**. Dabei soll unbedingt der Stand der Technik eingehalten werden.
- Zur **Kompostierung** sollten standfeste, gut belüftete **Kompostbehälter** mit Deckel (unzugänglich für Tiere) an einem leicht zugänglichen, halbschattigen Platz situiert werden. Dabei ist die meist vorherrschende **Windrichtung** zu beachten (Geruchsbelästigung!).
- In **großen Höhenlagen** sind **Thermo-** oder **Solarkomposter** (vgl. Abwasserreinigung – Reststoffbehandlung) zu empfehlen. Jedoch ist die Höhenlage für die Kompostierung weniger bedeutend. Zwar laufen aufgrund der geringen Temperaturen in großen Höhen die biologischen Abbauprozesse langsamer ab, entscheidend sind jedoch die Verwendung eines geeigneten Kompostbehälters und eine gewissenhafte Betreuung der Kompostierung.
- Bei einer **Kompostierung** müssen die **rechtlichen Vorgaben** geprüft werden, da das Ausbringen des Kompostgutes im Hüttenumfeld nicht immer erlaubt ist.

### 2.4.3.5 Abfallentsorgung – Abtransport

Da die Abfallentsorgung und der Abtransport dem Bereich Betrieb und Wartung zuzuordnen ist, finden sich die Empfehlungen in jenem Kapitel.

### 2.4.4 Betrieb und Wartung

Für die ordnungsgemäße Abfallentsorgung muss auch auf einer Schutzhütte eine angemessene Zeit aufgewandt werden.

Im Folgenden werden, ergänzend zu den Auflagen der betriebsanlagenrechtlichen Bewilligung und sonstigen relevanten Richtlinien, Empfehlungen abgegeben.

#### **Abfallvermeidung**

- Die Verwendung von **Mehrweggebinden** und **Großpackungen** sowie von **verpackungsarmen Waren, Pfandflaschen** oder auch der Verzicht auf **Dosen, Papierhandtücher** und **Portionspackungen** für Konfitüre oder Butter sowie der Kauf von **regionalen Produkten** reduzieren das Abfallaufkommen deutlich.
- Eine Möglichkeit zur Reduzierung des Abfallaufkommens ist auch ein **geringeres Speisenangebot** und der Verzicht auf den Verkauf von verpackten Lebensmitteln (z. B. Müsliriegel).
- Eine **Information** und **Sensibilisierung** der Gäste zur **Selbstmitnahme** von **Gästemüll** (verbal und durch Hinweistafeln, Ausgabe von Müllsäckchen, etc.) ist zu empfehlen. Auf die Aufstellung von Abfallbehältern im Gästebereich sollte weitgehend verzichtet werden.
- Jedoch ist das Aufstellen von **Abfallbehältern** im **WC** in Kombination mit Hinweisschildern – die den Benutzer auffordern, keinen Müll in die Toilette zu werfen – empfehlenswert, um mögliche Störfälle in der Kläranlage durch Gästeabfall zu vermeiden.
- Auf die Verwendung von Problemstoffen (z. B. Lacke, Batterien, Leuchtstoffröhren, etc.) soll, soweit möglich, verzichtet werden. Jedenfalls sind diese ordnungsgemäß zu lagern und zu entsorgen.

#### **Sammlung und Trennung**

Für die Sammlung und Trennung sind die dazu jeweiligen gültigen Gesetze, Richtlinien und Vorschriften zu beachten. In den meisten Ländern ist in folgende Fraktionen zu trennen: Altpapier, Altglas, Altmetall, Verpackungen aus Kunststoff, Bioabfälle und Problemstoffe. Abfall, der nicht in diese Kategorien fällt, ist Restmüll.

- Die **Sammlung** soll direkt am Ort der **Abfallentstehung** (z. B. Küche) in abgedeckten Behältern, getrennt nach Fraktionen, erfolgen.
- Die **Abfälle** sind zumindest einmal täglich aus dem Arbeitsbereich zu **entfernen**.
- Die **Lagerung** der Abfälle sollte bis zum **Abtransport** in geschlossenen Räumen, nach Fraktionen getrennt, erfolgen.
- Bei der **Sammlung** sind feste (Kunststoff-) **Behältnisse** oder **Kunststoffsäcke** (jedoch nur für Abfälle, von denen keine Verletzungsgefahr ausgeht) zu empfehlen.
- Eine **Verdichtung** der Abfälle verringert den Platzbedarf bei der Sammlung und erleichtert den Abtransport.
- Das **Verdichten** der Abfälle ist jedoch nicht überall zulässig. Vor dem Einsatz einer Müll- oder Dosenpresse sind daher die **rechtlichen Vorgaben** zu prüfen.
- Eine **händische Volumenreduktion** (z. B. Falten von Kartonagen) ist unabhängig von den rechtlichen Vorgaben **immer gestattet**.

#### **Abfallbehandlung – Kompostierung**

- **Biogene Abfälle** sollen durch eine **Kompostierung** behandelt und entsorgt werden.
- Bei einer **Kompostierung** müssen die **rechtlichen Vorgaben** geprüft werden, da das Ausbringen des Kompostgutes im Hüttenumfeld nicht immer erlaubt ist.
- Die **Kompostierung** muss gemäß dem Stand der Technik in einem umschlossenen, abgedeckten **Behältnis** (unzugänglich für Tiere) erfolgen und ist entsprechend zu

**betreuen.** Biogene Abfälle auf einen Haufen zu werfen und sich selbst, der Witterung oder den Wildtieren zu überlassen, stellt keine Kompostierung dar und ist nicht zulässig.

- Am **Ende** der **Saison** ist ein **Umsetzen** des Kompostgutes notwendig.

### **Abtransport – Entsorgung**

Die Entsorgung des Abfalls auf Schutzhütten erfolgt im Normalfall durch den Abtransport ins Tal. Lediglich das Ausbringen von

kompostierten Rückständen in der Hüttenumgebung stellt, in Abhängigkeit von den gesetzlichen Regelungen, eine andere Möglichkeit dar.

- Auf einen möglichst **umweltfreundlichen Transport** ist zu achten.
- **Nutzlasten** von Transportmitteln sollten **voll ausgenutzt** werden.
- Das **Verbrennen** von Abfällen, auch von Papier und Karton, ist rechtlich **nicht zulässig**. Papier und Karton dürfen nur zum Anfeuern verwendet werden.



# Kapitel 3

## Integrale Betrachtungen

## 3.1 Wechselwirkung der Systeme

Für einen nachhaltigen Hüttenbetrieb gilt der Grundsatz, dass neben einer systemspezifischen Betrachtung immer die Gegebenheiten der anderen Infrastruktureinrichtungen als Rahmen für die Planung einer neuen Anlage zu beachten sind. Um sich unter den erwähnten Wechselwirkungen etwas vorstellen zu können, sind die wichtigsten Beispiele in Tabelle 1 (Seite 36) angeführt. Welche dieser Wechselwirkungen im Einzelfall wirklich auftreten, ist von den örtlichen Rahmenbedingungen der Schutzhütte abhängig.

In den folgenden Kapiteln werden zu den Wechselwirkungen der Systeme entsprechende Empfehlungen gegeben, um gegenseitige nachteilige Auswirkungen zu vermeiden.

### 3.1.1 Energieversorgung – Wasserversorgung

Die Wassernutzung kann sowohl einen deutlichen Strombedarf in Wasserversorgungsanlagen verursachen, als auch über Kleinstwasserkraftwerke einen wichtigen Beitrag zur Stromversorgung der Hütte leisten. Sind Pumpen oder Aufbereitungsanlagen für die Wasserversorgung notwendig, müssen diese elektrischen Verbraucher im Einklang mit der Stromversorgungsanlage stehen. Desinfektionsanlagen dürfen auf keinen Fall durch Probleme bei der Stromversorgung ausfallen.

#### *Empfehlungen:*

- **Spitzenstrombedarf** der Wasserversorgungsanlage bei Dimensionierung der Energieversorgungsanlage **berücksichtigen**.
- Durch **Lastmanagement** kann der Stromverbrauch der Wasserpumpen oder UV-Anlagen zeitlich **gesteuert** und die Auslastung der Energieversorgungsanlage dadurch **optimiert** werden. Muss z. B. Trinkwasser in Hochbehälter gepumpt werden, so sollten diese so dimensioniert werden, dass die notwendigen Wasserpumpen ausschließlich zu Zeiten mit **Überschussstrom** betrieben werden können. Durch die Kombination der UV-Anlage mit einem nachgeschalteten **Trinkwasserpuffer** kann auch hier für den UV-Anlage-Betrieb Überschussstrom zu Nebenzeiten verwendet werden. Die Betriebszeiten der Anlage werden erheblich gekürzt.
- Nach Möglichkeit sollte die **Wasserversorgungsanlage** so konzipiert werden, dass die Verteilung des Wassers in der Hütte **ohne Wasserpumpen** auskommen kann. Ist jedoch eine **Druckerhöhungspumpe** z. B. nach einer UV-Anlage notwendig, sollten **energieeffiziente** Pumpen eingesetzt werden, die nur bei Bedarf betrieben werden.
- Bei **großen Druckhöhen** und **hoher Quellschüttung** ist der Einsatz eines **Trinkwasserkraftwerks** im Zuge der Wasserversorgung überlegenswert. Bei Neuplanungen ist immer die Möglichkeit der Wasserkraftnutzung zur Stromerzeugung zu prüfen. In einem Hybridsystem kann auch eine sehr kleine Wasserkraftanlage kostengünstig einen erheblichen Beitrag zur Stromversorgung der Hütte leisten.
- Es sollte in der Hütte möglichst ein **getrenntes Leitungsnetz** für Trinkwasser und Brauchwasser installiert werden, damit für die Toilettenspülung kein aufbereitetes Trinkwasser verwendet werden muss.

### 3.1.2 Energieversorgung – Abwasserentsorgung

Für den Betrieb einer Abwasserreinigungsanlage ist in der Regel elektrischer Strom erforderlich. Der Bedarf an elektrischer Energie hängt vom Typ der eingesetzten Abwasserreinigung, aber auch von der Auslastung der Anlage und dem Wartungszustand ab. Abwasserreinigungsanlagen können durch hohen Stromverbrauch die Leistungsfähigkeit einer Energieversorgungsanlage überfordern. Auf der anderen Seite kann ein Ausfall der Energieversorgung zur Fehlfunktion der Abwasserreinigung und somit zur Ausleitung unzureichend gereinigter Abwässer führen.

#### Empfehlungen:

- Es sollte in der Regel der **Kläranlagentyp** gewählt werden, der die vorgeschriebene Reinigungsleistung unter den spezifischen Bedingungen mit dem **geringsten Energiebedarf** erreicht.
- Bei Abwassertemperaturen von unter 10 °C im Kläranlagenzulauf ist eine **Temperierung** des Abwassers notwendig. Dazu kann **Abwärme** (aus Aggregatraum, Trockenraum, Küche oder Warmwasserverbrauch) genutzt werden. Wärmebereitstellung mit Strom sollte unbedingt vermieden werden.
- Es sollte eine **Umschaltmöglichkeit** zwischen **Stark-** und **Schwachlastbetrieb** der ARA eingebaut werden. Eine manuelle Umschaltmöglichkeit von Voll- auf Teillastbetrieb kann hier schon ausreichen, um den Stromverbrauch deutlich zu reduzieren.
- Getrennte Stromversorgungsanlagen für ARA und Hütte erhöhen deutlich die Investitionskosten und die Energieverluste. In der Regel ist deshalb eine **gemeinsame Energieversorgung** empfehlenswert. Sie verbessert die Versorgungssicherheit, die

Energieeffizienz und damit die Wirtschaftlichkeit.

- Bei elektrischen Aggregaten wie z. B. Pumpen und Belüfter sollten immer die **energieeffizientesten Geräte** mit dem geringsten Strombedarf ausgewählt werden. Für empfindliche Pumpen und Belüftungsaggregate muss durch das Stromversorgungssystem die **entsprechende Netzqualität** sichergestellt werden. Das ist vor allem bei älteren Energieversorgungssystemen und unzureichend geregelten Wasserkraftwerken nicht unbedingt gewährleistet. Durch den Einbau neuer **bidirektionaler Inselwechselrichter** in Kombination mit einem **Batterieverband** kann dies einfach ausgeglichen werden.
- Beim Bau einer neuen Abwasserreinigungsanlage oder der Erweiterung einer bestehenden ist auf jeden Fall ein **Gesamtenergiekonzept** zu erstellen, um zu garantieren, dass die Systeme **optimal aufeinander abgestimmt** sind. Es muss sichergestellt werden, dass der erwartete Stromverbrauch einer neuen ARA auch dem tatsächlichen Verbrauch im Betrieb entspricht.
- Die Aufbereitung von **Abwasserteilströmen** zur Bereitstellung von Brauchwasser bringt je nach eingesetztem Verfahren einen **zusätzlichen Energiebedarf**, der berücksichtigt werden muss.

### 3.1.3 Energieversorgung – Abfallentsorgung

Gewisse Abfallbehandlungssysteme wie z. B. eine Dosenpresse oder Müllpresse benötigen Energie, die von der Energieversorgungsanlage zur Verfügung gestellt werden muss. Abfälle aus dem Betrieb der Energieversorgungsanlage sind ordnungsgemäß zu entsorgen.

**Empfehlungen:**

- Der **Strombedarf** von elektrischen **Dosen-** bzw. **Müllpressen** muss im Einklang mit der Stromversorgungsanlage stehen (z.B. Nutzung in Schwachlastzeiten) oder es sollten Geräte ohne Strombedarf eingesetzt werden.
- **Abfälle** aus Betrieb und Wartung von Energieversorgungsanlagen müssen **ordnungsgemäß entsorgt** werden. Die Entsorgung kann eventuell als Bestandteil des Fremdwartungsvertrags an eine Fachfirma übertragen werden.

### 3.1.4 Wasserversorgung – Abwasserentsorgung

Die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Trinkwassers beeinflussen die Abwasserreinigung. Abwassermenge und -charakteristik haben wesentlichen Einfluss auf die Auslegung der Abwasserreinigung. Änderungen der Wasserverfügbarkeit oder der Wassernutzung haben somit wesentliche Auswirkungen auf deren Funktionsfähigkeit. Umgekehrt ist es möglich, durch die Nutzung von aufbereiteten Abwässern (Teilströme oder Gesamtabwasser) für die Toilettenspülung die Wasserversorgung wesentlich zu entlasten. Die Funktionsweise der Abwasserentsorgung gewährleistet die schadlose Ableitung der Abwässer und schützt somit die vorhandenen Trinkwasservorkommen.

**Empfehlungen:**

- **Chemisch-physikalische Untersuchungen** von Trink- und Brauchwasser geben Auskunft über dessen **Beschaffenheit**. Sind die **Bedingungen** für die Mikroorganismen der biologischen Abwasserreinigung **ungünstig**, muss eine **Aufhärtung** des Wassers in Erwägung gezogen werden. Das

tritt vor allem bei Objekten mit Nutzung von Oberflächenwasser auf.

- Duschen und andere Warmwasserquellen wirken sich durch die **Erhöhung** der **Abwassertemperatur** positiv auf die Leistung der biologischen Reinigung aus.
- Bei **Wasserknappheit** sollte auf **Trockentoiletten** zurückgegriffen werden. Ist dies nicht möglich, ist die Nutzung von **Brauchwasser** von Dachflächen, die Aufbereitung von gering belasteten **Abwasserteilströmen** (z.B. Grauwasser) mit anschließender Nutzung für die **Toilettenspülung** zu empfehlen. Gereinigtes Abwasser kann ebenfalls für die Toilettenspülung herangezogen werden. Dies erfordert aber höheren Aufwand bei der Reinigung und eine sichere Hygienisierung.
- Die **Abwasserzusammensetzung** ändert sich signifikant bei der Installation von **Trockentoiletten** anstelle von Spültoiletten. Dies muss bei der Planung eines Umbaus berücksichtigt werden, um mögliche Störungen bei bestehenden Anlagen zu vermeiden.
- **Wasser sparende Armaturen** können zur Reduzierung des Wasserverbrauchs herangezogen werden und reduzieren auch den Abwasseranfall, was wiederum für den Betrieb der ARA berücksichtigt werden sollte.

### 3.1.5 Wasserversorgung – Abfallentsorgung

Die Wechselwirkungen mit dem Bereich Abfallentsorgung sind gering. Jedenfalls müssen jegliche Abfälle aus der Wasserversorgung ordnungsgemäß gelagert und entsorgt werden. Insbesondere ist die Gefahr der Verunreinigung des Trinkwassers durch eine nicht ordnungsgemäße Abfallentsorgung auszuschließen.



### 3.1.6 Abwasserentsorgung – Abfallentsorgung

Der beim Betrieb von Kläranlagen anfallende Primär- und Sekundärschlamm ist organischer Reststoff und somit Abfall. Da die Behandlung und die Entsorgung des Klärschlammes in der Regel jedoch unabhängig von der Abfallbehandlung bzw. -entsorgung im klassischen Sinn durchgeführt wird, ergeben sich nur wenige Wechselbeziehungen zwischen den Bereichen der Abfallentsorgung und Abwasserentsorgung. Eine gemeinsame Kompostierung von biogenen

Abfällen mit Reststoffen aus der Abwasserreinigungsanlage kann jedoch sinnvoll sein. Über die Toiletten unsachgemäß entsorgte Abfälle können zu Störungen der Abwasserreinigung führen.

#### **Empfehlungen:**

- **Abfälle** aus dem Betrieb der Abwasserentsorgungsanlagen sind **ordnungsgemäß zu entsorgen**.
- Das Einbringen von **Abfällen** in die **Toilette** ist durch Informationstafeln und das Aufstellen von Mülleimern in den Toiletten zu verhindern.



Abbildung 48: Einbau der Kompostierbehälter auf der Brunsteinhütte/Karwendel.



## 3.2 Einflussbereiche

Die Erfahrungen von Sektionen bzw. Ortsgruppen und deren Hüttenwirtsleuten mit bestehenden Anlagen unter verschiedensten Bedingungen dienen im Folgenden als Denkanstoß für Verbesserungen im täglichen Betrieb und für zukünftige Projekte. An die Beschreibungen der am häufigsten aufgetretenen Probleme sind Empfehlungen angeschlossen.

Die hier gegebenen Informationen dienen als Ergänzung für die technische Betrachtung, wie sie im Kapitel 2 erfolgt ist.

### 3.2.1 Ressourcen

Unter »Ressourcen« sind Erfahrungen zusammengefasst, die vorwiegend mit der Verfügbarkeit von Wasser und Energie zusammenhängen.

#### 3.2.1.1 Energieknappheit

##### **Probleme:**

- Die Abstimmung von Verbrauch und Angebot ist unzureichend. Die Bewirtschaftungsvorstellung ist nicht mit dem Dargebot an Energie vereinbar.
- Die Abstimmung Verbrauch/Angebot mit der technischen Ausstattung und dem Energiemanagement ist unzureichend.
- Die Abstimmung der Komponenten ist mangelhaft. Durch fehlende Gesamtkonzepte kommt es trotz neuer Systemkomponenten zu schlechter Gesamtleistung.
- Es kommt zu einem schlechten Batteriemanagement durch ungeeignete Aufstellung und händisches Laden.
- Das Einsparungspotential im Bereich Energie wird nicht ausgeschöpft.
- Eine hohe Störungsanfälligkeit der Energieversorgung bringt eine höhere Störanfälligkeit der ARA.

##### **Empfehlungen:**

- Von den Planern **Einfordern gesamtheitlicher Konzepte** bei Neuplanungen, Erweiterungen und Reparaturen.
- Mögliche **Energiesparmaßnahmen** erheben und in Abstimmung mit den anderen Systemen umsetzen (Ver- und Entsorgungskonzept).
- Modernes **Lastmanagement** und Regelung der Energieversorgungsanlage etablieren.
- **Nutzung verschiedener Energiequellen** entsprechend der lokalen Möglichkeiten mit einer **optimalen Abstimmung** der Komponenten des hybriden Energieversorgungssystems.
- **Anlagenüberwachung** durch ein **Monitoringsystem** etablieren, um schnelle **Ursachensuche** bei Fehlern und Problemen zu ermöglichen und Reparaturen oder Optimierungsmaßnahmen effektiv durchführen zu können
- Einbau von **Stromzählern** zur Erfassung des tatsächlichen Verbrauchs als eine gute Möglichkeit zur Kontrolle der **Effizienz** von Sparmaßnahmen und als wichtige **Informationsquelle** für zukünftige Planungen.
- **Schulungen** für Planer und Hüttenwirtsleute.
- Für den Planer **unterstützende Software/ Planungstools** zur Dimensionierung.
- Plattformen für den **Erfahrungsaustausch**, um Erfahrungen, Probleme und Lösungen allen Beteiligten zugänglich zu machen.
- **Dimensionierungswerte** gut funktionierender Systeme (Referenzsysteme) aufzeigen.
- **Mindeststandard** für **Energieanzeigen** festlegen und einfache **Überprüfungsmöglichkeiten** des Betriebszustandes der Energieversorgung vorsehen.
- Keine unüberlegte **Außerbetriebnahme** von Anlagenteilen zur Energieeinsparung.

- Energetisch intensive **Aufbereitung (UV)** nur für **Trinkwasserzwecke**. Brauchwasser nutzen und Wassersparmaßnahmen umsetzen.
- Wirkungsgrad bestehender Anlagen so weit wie möglich erhöhen, um diese so lange wie möglich nutzen zu können.
- Bei der **Anordnung** der Anlagenteile auf die Notwendigkeit von **Pumpen** Rücksicht nehmen und so weit wie möglich **vermeiden** (Nutzung des Reliefs).
- **Energieeffizienz** und **Energieeinsparung** ist auch für Hütten mit Netzanschluss ein wichtiges Ziel. Hier kann von den Insel-systemen gelernt werden.
- Potenzial für die **Wassereinsparung** durch eventuelle Änderung bei der Sanitärausstattung in Abstimmung mit der Abwasserreinigung überprüfen. **Wasserverbrauch reduzieren** durch Einbau von Spararmaturen, Druckverminderung, Beschränkung der Wasserabgabe, Nachrüstung mit Strahlreglern (Perlator), Trockenpissoir, Trockentoiletten.
- Durch den Einbau von **Wasserzählern** kann der Wasserverbrauch während des gesamten Betriebszeitraums **kontrolliert** werden. Außerdem liefern sie die Grundlage für zukünftige Planungen.
- **Alternative Energieträger** einplanen, um Abhängigkeit von Wasserkraft zu reduzieren.
- **Energiesparmaßnahmen** umsetzen, um bestehendes System so lange wie möglich nutzen zu können.
- Bei **schwieriger Versorgungslage** Trinkwasser nur für Trinkwasserzwecke heranziehen (Trinken, Kochen) und **für andere Zwecke Brauchwasser** (Regenwasser oder gereinigtes Grauwasser) nutzen. **Spültoiletten** sollten unter schwieriger Wasserversorgungslage (z. B. Karst) **vermieden** werden.
- Generell gilt: **Wasser sparen** vor Wiederverwenden von geklärtem Abwasser.
- Bei der Wahl der **Wasseraufbereitung** auch den **Spülwasserbedarf** beachten.
- Der **Klimawandel** wird den Alpenraum stark beeinflussen – vorausschauende **Planung** hinsichtlich **Wasserverfügbarkeit** spielt darum eine besonders wichtige Rolle.

### 3.2.1.2 Wasserknappheit

#### **Probleme:**

- Beeinträchtigung des Betriebs in sommerlichen Trockenperioden.
- Wasserknappheit durch unzureichende Speicherkapazität.
- Engpässe trotz ausreichender Dimensionierung der Wasserspeicher.
- Reduktion des Wasserangebots durch Klimawandel ist spürbar bzw. absehbar.
- Wasserknappheit führt wegen Leistungseinbußen der Wasserkraft zu Energieversorgungsproblemen.
- Hoher Wasserverbrauch und Pumpenbetrieb führt zu Versorgungsengpässen bei der Wasser- und Energieversorgung.
- Mangelhafte Umsetzung bzw. das Fehlen von Wassersparmaßnahmen. Sie werden oft erst bei dringendem Handlungsbedarf umgesetzt.
- Fehlentscheidung bei Auswahl Trocken- oder Spültoilette.
- Hoher Wasserverbrauch durch die Spüleinrichtung der UV- Desinfektionsanlage.

#### **Empfehlungen:**

- **Sparmaßnahmen** sind immer **mit allen Systemen abzustimmen**, da sie sonst auch deren Betrieb nachteilig beeinflussen können.

### 3.2.1.3 Wasserqualität

#### **Probleme:**

- Regen bzw. Schmelzwassernutzung bringt schlechte Rohwasserqualität.
- Trotz unzureichender Rohwasserqualität ist keine entsprechende Aufbereitung vorhanden.

- Durch Rodungen und Beschädigungen im Fassungsbereich treten Verschlechterungen von an sich guten Rohwasserqualitäten auf.
- Mangelnde Wartung führt zu unzureichender Funktionsfähigkeit der Trinkwasseraufbereitung.
- Bei zeitweiliger Funktionsunfähigkeit wird die Aufbereitung umgangen.
- Verschmutzung von Dachflächen durch Hausbrand führen zu Verblockung der Filter bei Regenwassernutzung.
- Beeinträchtigung der Filtration durch hohen Schwebstoffgehalt aufgrund nicht ordnungsgemäß ausgeführter Oberflächenwassersammlung.
- Kühlung des Wassers bei langen Standzeiten der UV-Anlage zur Vermeidung von Verkeimung führt zu erhöhtem Energiebedarf.
- Hygienische Probleme bei der Nutzung von gereinigtem Abwasser als Brauchwasser.
- Restfärbung des gereinigten Abwassers für Brauchwasserzwecke auch bei Membranbioreaktoren vorhanden.
- Ungünstige Anordnung von Installationen und Behältern erschwert die Wartung.
- Wartungszustand der Behälter ist unzureichend.
- Bauliche Mängel bei Abdeckungen oder Einzäunungen der Trinkwasserfassung führen zu Verunreinigungen.

### **Empfehlungen:**

- **Beprobung** als **Voraussetzung** für die Feststellung der Notwendigkeit einer Wasseraufbereitung.
- Den Bereich der **Wasserfassung** regelmäßig auf **Beeinträchtigungen** kontrollieren.
- Besonderen **Schutz** im **Trinkwasserfassungsbereich** vorsehen.
- Wartung mit Funktionskontrolle der Aufbereitungsanlage und entsprechende Eigen- und Fremdüberwachung für **sichere Funktion** nachweislich durchführen (Betriebsbuch).
- **Keine Überbrückungsmöglichkeit** der Desinfektion herstellen.
- Einbau eines **Reinwasserbehälters** nach der Desinfektionsanlage als **Puffer** und Notversorgung beim Ausfall der UV-Anlage.
- Die **Brauchwasserqualität** hat auch in hygienischer Hinsicht den **einschlägigen Normen** zu entsprechen. Die Nutzung von **Regenwasser** ist vor gereinigtem Grauwasser und vor gereinigtem Abwasser zu empfehlen.
- **Handhabung** von Installationen **so einfach wie möglich** vorsehen, professionell ausführen und professionell abnehmen.
- **Wartungszugang** und Möglichkeit zur Reinigung von Speicherbehältern sind zentral bei der **Planung** zu berücksichtigen.
- **Bauliche Mängel** der Wasserfassung durch professionelle Planung, Ausführung und Abnahme **vermeiden**.
- Eine **sichere Trinkwasserversorgung** ist die Basis für Gesundheit und Hygiene auf Schutzhütten.

## 3.2.2 Witterung

Unter dem Einflussbereich »Witterung« sind Erfahrungen zusammengefasst, die mit dem besonderen Witterungsbedingungen auf Schutzhütten zusammenhängen.

### 3.2.2.1 Biologische Prozesse und Temperatur **Probleme:**

- Biologische Anlagen (ARA, Kompostierung und Vererdung) können aufgrund von niedrigen Temperaturen nur suboptimal betrieben werden.
- Ungünstige Situierung der Anlagen (z.B. Schattenlage bei Außenanlagen) führt zu geringen Temperaturen.
- Heizung der Anlagen ist mit einem erheblichen Energieverbrauch verbunden.

- Zunehmende Höhenlage vermindert Mineralisierungsgrad der Schlammbehandlung.

#### **Empfehlungen:**

- Die **aktive Heizung** sollte im Zuge der Anlagenkonzeption möglichst **vermieden** werden. Ist sie in Ausnahmefällen nötig, sollte zur Beheizung die **Abwärme** aus Stromerzeugung, Küche oder Trockenraum oder Wärme aus **solarthermischen Anlagen** genutzt werden. Eine Beheizung mit elektrischer Energie ist unbedingt zu vermeiden.
- Die **Vererdung** ist unter Energiezufuhr und unter Zugabe von Strukturmaterial leichter möglich. Dazu gibt es neue Lösungen wie z. B. **Solarkomposter**.

#### **3.2.2.2 Frostwirkung**

##### **Probleme:**

- Frostwirkung beeinträchtigt wasserführende Leitungen im Betrieb.
- Frosteinwirkung führt zu Ausfall der Wasserkraft bei Winterbetrieb.
- Zufrieren der Ableitung aus der ARA oder bei Frieren der Wasserleitung bei Frühfrost.
- Permafrost bringt Schwierigkeiten bei der Quellfassung.

##### **Empfehlung:**

- **Leitungen** im Dauerbetrieb sind entweder in **frostsicherer Tiefe** zu verlegen oder mit einer **Wärmedämmung** (vorisolierte Leitungen) auszuführen. Bei gedämmten Leitungen ist auch die Mitverlegung einer Begleitheizung möglich. **Nicht frostsicher** verlegte Leitungen müssen am Saisonende **entleert** werden.

### **3.2.3 Transport**

Unter »Transport« sind Erfahrungen zusammengefasst, die mit dem Einfluss des erschwerten Transportweges zusammenhängen.

##### **Probleme:**

- Hohes Abfallvolumen erhöht die Kosten für die Abfallentsorgung erheblich.
- Reduktion des Abfallvolumens erfolgt durch Verfütterung und/oder Verbrennung.
- Kompostierung erfolgt nicht ordnungsgemäß.
- Brennholz trägt wesentlich zur Erhöhung des Transportvolumens bei.
- Schlechter Zustand des Fahrwegs erschwert den Transport.
- Verbringung des Klärschlammes ins Tal stellt eine besondere Erschwernis dar.
- Unzureichende Funktion der Filtersackanlage erschwert das Hantieren und erhöht dadurch Transportaufwand und -kosten.

##### **Empfehlungen:**

- Konsequente **Abfallvermeidung** in allen Bereichen.
- Klare **Information** der Hüttenwirtsleute über **rechtliche Grundlagen** bzgl. **Verbrennung** und **Verfütterung** und über **ordnungsgemäße Kompostierung**. Geordnete Kompostierung nur in umschlossenen, abgedeckten **Behältnissen**. Überprüfen, ob **gesetzeskonforme Ausbringung** von behandelten organischen Reststoffen **vor Ort** möglich wäre.
- Bei **Energieträgern** mit **hohem Transportaufwand** (z. B. Brennholz, Flüssiggas in Flaschen) sind **Alternativen** (z. B. Holzpellets, Pflanzenöl) in Betracht zu ziehen. Auf eine **maximale Ausnützung** des eingesetzten Brennstoffs durch die Anlagen (hoher Gesamtwirkungsgrad) ist zu achten, um eine Reduktion des Betriebsmittelbedarfs zu erreichen.
- Der **Transport** und die **Lagerung** von **wassergefährdenden Brennstoffen** sollte unbedingt **vermieden** werden (Benzin – Wassergefährdungsklasse 3; Diesel und Heizöl – Klasse 2; Biodiesel Klasse – 1). Als Alternative kann vor allem Pflanzenöl, Holz und Flüssiggas empfohlen werden.

- Effektive **Gewichts- und Volumenverminderung** des Klärschlammes durch **Vererdung** zur Reduktion des Transportaufwands.

### 3.2.4 Bewirtschaftung

Unter »Bewirtschaftung« sind Erfahrungen zusammengefasst, die vorwiegend mit der Bewirtschaftungsart und dem Gästeaufkommen zusammenhängen (z. B. Winterbetrieb, Tagesausflugsziel, Kurse, nur Tagesgäste etc.).

#### 3.2.4.1 Hohes Abfallaufkommen und Tagesgäste

**Probleme:**

- Von Gästen hinterlassene Abfälle erhöhen Abfallaufkommen stark – vor allem an gut frequentierten Tagen und wenig Selbstmitnahme.
- Gästeabfälle in den Toiletten verursachen Probleme in der ARA.

**Empfehlungen:**

- Aktive Förderung der **Selbstmitnahme** von **Abfällen** durch Gäste
- **Hinweistafeln** anbringen
- Ausgabe von **Abfallsäcken**
- Direktes **Ansprechen** durch die Hüttenwirtsleute
- **Abfallbehälter** nur in **WCs/ Waschräumen** aufstellen
- Abfallvermeidungsmaßnahmen wie z. B.:
  - Verwendung von **Großgebinden**
  - **Offener Ausschank** (keine Dosen und Einwegverpackungen ausgeben)
  - Keine Papierservietten und Papierhandtücher.
  - Keine Frühstücksportionsverpackungen.

#### 3.2.4.2 Stoßbelastungen

**Probleme:**

- Bei Hütten mit Ausflugszielcharakter kommt es regelmäßig zu Stoßbelastungen

an Feiertagen und Wochenenden und die ARA wird überlastet.

- Fehlende Puffermöglichkeit führt zu unzureichender Abwasserreinigung.
- Hoher Energieverbrauch zu Spitzenzeiten.

**Empfehlungen:**

- Bei **extremen Stoßbelastungen** sind **unempfindliche ARA-Systeme** mit Pufferkapazitäten vorzusehen (z. B. bepflanzte Bodenfilter).
- Vorsehen von **Pufferkapazitäten** auch bei **Fertig- und Kompaktanlagen** – gilt für die **Wasserversorgung** und die **Abwasserentsorgung**.
- **Lastmanagement** (Abstimmung der Verbraucher, um Lastspitzen zu kappen) in Kombination mit **energieeffizienten Verbrauchern** vorsehen (Energiekonzept).
- **Energieversorgungsanlagen** so auslegen, dass die **höchste Stromerzeugung** mit dem **höchsten Bedarf** korreliert (z. B. viel Solarstrom bei hohem Besucheransturm an sonnigen Tagen zur Mittagszeit).
- **Überdimensionierung** der Energieversorgungsanlage **vermeiden**; Lastspitzen können über Wechselrichterleistung mit Energiereserven aus Batterien abgedeckt werden.
- Die **Auslastung** ist ein wesentlicher **Einflussparameter** für die **Leistung** der Anlagen und bei Planung und Überprüfung stärker zu berücksichtigen. Systeme müssen **Schwankungen überbrücken** können, aber auch bei geringer Grundbelastung entsprechend funktionieren.

#### 3.2.4.3 Kursbetrieb

**Probleme:**

- Bei Hütten mit Kursbetrieb sind die Gäste lange auf der Hütte anwesend, die Selbstmitnahme von Abfällen funktioniert hier nicht.

**Empfehlung:**

- **Abfallreduktion** durch durchdachtes **Konsumationsangebot** mit geringem Anfall von Verpackungsmaterial.



### 3.2.5 Allgemeines

Unter »Allgemeines« sind Erfahrungen zusammengefasst, die auf nicht-technische Aspekte zurückzuführen sind und sich auf den Betrieb der Anlagen auswirken.

#### 3.2.5.1 Kommunikation, Information, Ausbildung und Motivation

##### **Probleme:**

- Mängel beim Informationsstand der Hüttenwirtsleute, deren technischer Ausbildung bzw. bei der Dokumentation der vorhandenen Anlagen. Folgen des Informationsdefizits sind Wartungsmängel, die Unzufriedenheit der Hüttenwirtsleute oder unzulässige Praktiken.
- Die Einschulung der Hüttenwirtsleute in die neue Anlage war unzureichend.
- Die Lage von Außenanlagen ist den Hüttenwirtsleuten nicht ausreichend bekannt.
- Informationen über die Wasserqualität liegen nicht vor.
- Wasserzähler als Kontroll- und Planungsgrundlage fehlen.
- Verständigungsprobleme der Hüttenwirtsleute mit der Sektion oder der Behörde.
- Keine Informationen über die Investitionskosten der bestehenden Anlagen vorhanden.
- Wenig durchdachte Konzepte, wenig Kenntnis technischer und organisatorischer Möglichkeiten und gesetzlicher Vorgaben der Abfallentsorgung. Als Folge werden oft unerwünschte Entsorgungswege gewählt.
- Fehlfunktionen der Energieversorgung und hoher Energieverbrauch aufgrund fachlicher Unwissenheit und fehlender Kontrolle der durchgeführten Gewerke (Abnahme).
- Eigenmächtige Überbrückung von Anlagenteilen, Umbauten oder Außerbetriebnahme von Anlagenteilen durch die Hüttenwirtsleute führen zu Fehlfunktionen.
- Mangelnde Wartung aufgrund der geringen Motivation der Hüttenwirtsleute.
- Fehlendes Bewusstsein der Hüttenwirtsleute für die Notwendigkeit der Reinigung der Abwässer.
- Gute Betriebsergebnisse trotz technischer Mängel werden durch die entsprechende Betriebsführung (z. B. angepasste Nutzung der elektrischen Energie) erreicht.

##### **Empfehlungen:**

- **Organisatorische Bedingungen** beeinflussen den Betrieb ebenso wie die **technischen Gegebenheiten**. Informationen und Ausbildung zu den **technischen Anlagen** sind sehr wichtig.
- **Dokumentation** der **Lage** und der **Funktionsweise** aller Ver- und Entsorgungsanlagen muss in verständlicher Form auf der Hütte aufliegen (Betriebshandbuch). Darin müssen auch alle **notwendigen Wartungstätigkeiten** klar beschrieben sein.
- Die **Einschulung** muss in entsprechender Form durch **Fachpersonal** erfolgen.
- Trotz **Fremdwartung** müssen die Hüttenwirtsleute über die Anlagen **Bescheid wissen**, um in Notsituationen entsprechend handeln zu können.
- **Ausbildung** des Betreibers (Kleinkläranlagenkurse, evtl. systemübergreifende Ausbildung für Hüttenwirtsleute und -warte etc., auch im Bereich Energieversorgung und Abfallentsorgung) **fördern**.
- Die **Motivation des Betreibers** stellt neben dem technischen Verständnis die **Grundlage** für entsprechende **Wartung** und **Betrieb** dar. Sie wird durch viele Faktoren beeinflusst.
- **Dokumentation** der Eigen- und Fremdüberwachung auf der Hütte sicherstellen.
- Förderung der **Kommunikation** zwischen Sektion und Hüttenwirtsleuten durch regelmäßigen **Austausch**, Unterstützung und klare **Regelung** der **Zuständigkeit**. Frühzeitige Einbindung der Behörden mit dem Ziel von verhältnismäßigen Lösungen.

- Einbeziehung der **Abfallentsorgung** in die **Gesamtplanung** und regelmäßige Information der Hüttenwirtsleute.
- Mindeststandard für **Anzeigeelemente** festlegen.
- Einstellung der **Anlagensteuerung** regelmäßig kontrollieren.
- Durch **Ausbildung** und Information die Hüttenwirtsleute von **eigenmächtigen Änderungen** abhalten, Fremdwartung; Umbauten und Änderungen nur mit **professioneller Hilfe** ausführen. Regelmäßige **Kontrolle** der **Anlagenfunktion** durch die Sektion.
- Maßnahmen zur **Erhöhung der Motivation** und des **Verständnisses** der Umweltrelevanz können die Förderung von **Weiterbildungsmaßnahmen** und die Teilnahme an Fachveranstaltungen sein.
- Regelmäßige (jährliche) **Beurteilung** der gesamten Energieversorgungsanlage durch Fachpersonal mit **Dokumentation** der aktuellen Situation und der Entwicklung der Anlage sowie mit Vorschlägen zur **Optimierung** des Anlagenbetriebs; Diskussion der Ergebnisse mit den Hüttenwirtsleuten und dem Hütteneigentümer.
- Neben der **abgestimmten Auswahl** technischer Komponenten nach dem Stand der Technik müssen ebenso die **Organisation** von Betrieb und Wartung als auch die **Vorgangsweise** für die Behebung von Fehlfunktionen und Unzulänglichkeiten in die langfristige Planung miteinbezogen werden.

### 3.2.5.2 Rechtliche Vorgaben

#### **Probleme:**

- Vorschriften und Bescheide sind vom Betreiber schwer zu überblicken.
- Vorgaben zur Handhabung des anfallenden Klärschlammes sind dem Betreiber nicht ausreichend bekannt.

- Ausbringung von Reststoffen entspricht nicht den Vorgaben.
- Unterschiedliche behördliche Vorgaben für Objekte unter ähnlichen Bedingungen sind nicht nachvollziehbar und erzeugen Unmut.

#### **Empfehlung:**

- **Behördliche Vorgaben** sollten **transparent** und **nachvollziehbar** gemacht werden. Eine einheitliche Vorgangsweise unter vergleichbaren Rahmenbedingungen würde sowohl zu einer Verbesserung der Motivation der Betreiber als auch zu einer Erleichterung für Sektionen und Planer führen.

### 3.2.5.3 Umweltschutz

#### **Probleme:**

- Die Verwendung von fossilen Brennstoffen als Energieträger in den sensiblen Alpinbereichen bringt Umweltgefährdung mit sich.
- Transport und Lagerung können bei unsachgemäßer Durchführung zur Kontamination im Umgebungsbereich der Hütte führen.
- Unsachgemäße Aufstellung des Aggregates stellt Quelle für eine mögliche Kontamination dar.
- Direkte Einwirkungen auf die Umgebung durch Lärm und Abgase der Stromerzeuger.

#### **Empfehlungen:**

- Verwendung von **Wasser gefährdenden Stoffen** weitestgehend **vermeiden** und entsprechende **Sicherheitsvorkehrungen** bei Lagerung, Transport und Betrieb berücksichtigen.
- **Fossile Energieträger** durch **erneuerbare Energien** (Solarenergie, Wasserkraft, Windkraft) und **biogene Brennstoffe** (Pflanzenöl, Holz) soweit wie möglich ersetzen.
- **Fachgerechte Aufstellung** von Aggregaten.

# Kapitel 4

## Allgemeines Ablaufschema Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung

In diesem Kapitel wird der prinzipielle Projektablauf der Planung und Errichtung einer Ver- bzw. Entsorgungsanlage auf einer Berg- und Schutzhütte skizziert und es werden die Projektphasen kurz beschrieben. Die in der Regel an der Projektphase beteiligten Personen und die daraus zu erwartenden Ergebnisse werden dargestellt.

**Projektphase 1:**

**Projektdefinition**

Zu Beginn werden die Ziele festgelegt und die für die Umsetzung verantwortlichen Personen ausgewählt. Die Einbindung eines erfahrenen Planers wird empfohlen.

**Projektphase 2:**

**Grundlagenermittlung**

In dieser Phase werden die für die Planung des jeweiligen Ver- bzw. Entsorgungssystems notwendigen Kenngrößen sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen ermittelt. Insbesondere ist bei der Grundlagenermittlung auf eine gesamtheitliche, integrale Betrachtung aller relevanten Ver- und Entsorgungsbereiche zu achten.

**Projektphase 3:**

**Vorplanung – Entwurf**

In dieser Phase wird ein Planungskonzept erarbeitet und es werden alternative Lösungsmöglichkeiten untersucht. Im Variantenvergleich, unter Betrachtung der spezifischen Anlagenkosten, wird das optimale System ermittelt. Ist das Projekt genehmigungspflichtig, ist bereits in dieser Phase die Kontaktaufnahme mit den zuständigen Behörden zu empfehlen. Variantenuntersuchungen sind Bedingung für die Zuerkennung einer Förderung im Bereich von Maßnahmen der Siedlungswasserwirtschaft in Österreich (Landes- und Bundesförderung – KPC).

**Projektphase 4:**

**Detailplanung**

Hier erfolgt eine detaillierte Ausarbeitung der gewählten Systemvariante. Sofern notwendig, werden die Projektunterlagen bei den zuständigen Behörden eingereicht. Die behördlichen Vorgaben und rechtlichen Vorschriften werden dann eingearbeitet. Es erfolgt eine Abstimmung der Detailplanung mit allen Beteiligten.

**Projektphase 5:**

**Auftragsvergabe**

Eine Leistungsausschreibung für die behördlich genehmigte Variante wird ausgearbeitet, Angebote werden eingeholt und bewertet. Anschließend werden die Leistungen vergeben. Dabei ist es empfehlenswert, auf Firmen mit Erfahrungen und Referenzen im Bereich der Ver- und Entsorgungsanlagen auf Schutzhütten zurückzugreifen.

**Projektphase 6:**

**Projektüberwachung**

In dieser Phase wird die korrekte Ausführung der Planung in Übereinstimmung mit den Leistungsbeschreibungen, Ausführungsplänen und den behördlichen Vorgaben überwacht und mit dem Auftraggeber abgestimmt. Diese Phase endet mit der Inbetriebnahme und einvernehmlichen Übergabe der erbrachten Leistungen.

Die errichteten Anlagen sind entsprechend zu dokumentieren. Diese Dokumentation muss aber so gehalten sein, dass sie auch von den Hüttenwirtsleuten leicht verstanden werden kann. Des weiteren ist ein Betriebs- handbuch zu verfassen, in dem alle notwendigen Betriebs- und Wartungstätigkeiten klar beschrieben werden.

Die Hüttenwirtsleute sind durch die Errichterfirma unter Einbeziehung des Systemplaners nachweislich auf die Anlage einzuschulen.



**Projektphase 7:  
Objektbetreuung**

Die Objektbetreuung beginnt nach Ende des eigentlichen Projekts. Diese Phase besteht zum einen aus der Betreuung der Anlagen durch den Betreiber und zum anderen aus einer Betreuung der Anlagen durch fachkundige Dritte, die mit dem Planer, Hersteller oder anderen fachkundigen Personen gesondert zu vereinbaren ist. Konkrete Hinweise und Empfehlungen zu der Objekt-

bzw. Anlagenbetreuung durch den Betreiber können im Kapitel 2 nachgelesen werden. Die Objekt- bzw. Anlagenbetreuung durch einen fachkundigen Dritten erstreckt sich auf einen zu vereinbarenden Zeitraum nach dem Projektende. Bei Schwierigkeiten in Betrieb und Wartung kann dadurch die Hilfe durch den Hersteller bzw. Planer in Anspruch genommen werden. In diese Projektphase fällt auch die Mängelfeststellung vor Ablauf der Verjährungsfristen.



*Abbildung 49: Der Ersatzbau der Stüdlhütte (1996) in der Fanatscharte der Glocknergruppe/Hohe Tauern ist ein mustergültiger, umweltgerechter Hüttenbetrieb. Auch wenn bei der Realisierung Lehrgeld bezahlt werden musste: Der Glocknerstützpunkt ist ein augenfälliges Beispiel einer großen Pionierleistung.*





*Abbildung 50: Das Furtischaglhaus in den Zillertaler Alpen erhielt 2000 ein Kleinwasserkraftwerk (KWKW).*



# Kapitel 5

## Darstellung einer beispielhaften Entscheidungsfindung anhand einer fiktiven Musterhütte

Die folgenden Seiten sollen anhand einer fiktiven Musterhütte aufzeigen, wie man unter Verwendung der Leitlinien eine erste Bestimmung der möglichen Systeme für eine individuelle Schutzhütte durchführen kann.

Auf der ersten Seite wird eine beispielhafte Ermittlung der Planungsgrundlagen dargestellt. Wenn man sich über die IST-Situation und auch die zukünftige Entwicklung der Hütte im klaren ist, können anhand der in den jeweiligen Kapiteln abgegebenen Empfehlungen mögliche Systeme ermittelt werden.

Diese Entscheidungsfindung wird auf den folgenden Seiten für jeden Ver- bzw. Entscheidungsbereich dargestellt. Natürlich können hierbei allfällige Unwägbarkeiten nicht mit berücksichtigt werden. Für eine detaillierte Planung und endgültige Auswahl der Systeme ist ein qualifiziertes Planungsbüro unerlässlich. Dennoch kann anhand dieser Darstellung eine erste Auswahl der möglichen Systeme sowie eine grobe Einschätzung der dadurch entstehenden Kosten vorgenommen werden.

Auf der letzten Seite dieses Kapitels ist die Systemwahl nochmals überblicksmäßig dargestellt.

### Wasserversorgung

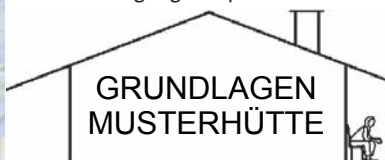
- Quelle in der Nähe der Hütte, ca. 60 m entfernt
- Schüttungsmessungen über eine gesamte Saison hinweg, v.a. nach Zeiten langer Trockenheit: zumind. 0,25 l/s
- regelmäßige Wasserproben Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht gegeben
- **PROBLEME:**  
! vereinzelt coliforme Keime im TW

### Energieversorgung

- Dieselaggregat läuft 10 Std/Tag
- Höchste Last mittags (12 kW)
- Strombedarf 47 kWh/Tag
- PV = 0,5 kWp, WR = 3,5 kW
- Akkus 24 V, 1000 Ah, 10 Jahre
- Seilbahn mit Dieselmotor
- **PROBLEME:**  
! Lärm- und Abgasemissionen, ohne Diesel reicht Leistung nicht; hoher Dieselverbrauch; Wärme reicht nicht

### Rahmenbedingungen

- 2300 m Seehöhe, felsiges Gelände
- Versorgung: Seilbahn / Hubschrauber
- Kostenintensive Energieversorgung
- Nur Sommersaison
- Ergiebige Quelle in der Nähe
- Keine Ausbringung des Klärschlammes
- Ausbringung Kompost erlaubt



### Gäitezahlen

Tagesgäste:	150
Nächtigungsgäste:	25
Personal:	3
<b>EW:</b>	$150/3 + 25 + 3 = 78$
<b>Wasserbedarf:</b>	<b>45 l/EW</b>

### Zukünftige Entwicklung

- Gästezunahme ca. 20%  
=  $78 + 16 = 94$  EW
- Gastronom. Konzept bleibt gleich
- kein Winterbetrieb geplant

### Abwasserentsorgung

- Spül-Toiletten
- 3-Kammer Absetzanlage
- Punktuelle Versickerung
- Ausbringung des Primärschlammes am Saisonende
- **PROBLEME:**  
! Ausbringung Klärschlamm nicht mehr erlaubt.  
! Alte Anlage entspricht nicht mehr dem Stand der Technik (Reinigungsleistung)

### Abfallentsorgung

- Geordnete Sammlung und Trennung
- keine Kompostierung
- Verdichten v. Abfällen erlaubt, derzeit keine Dosenpresse vorhanden!
- **PROBLEME:**  
! Hohe Transportkosten wg. hohem Abfallaufkommen und großer Volumina

## Energieversorgung

Kapitel 2 – Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung

Kapitel 3 – Integrale Betrachtungen



Kap. 2.1.3.1

Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen – dadurch keine Erhöhung des Strombedarfs von 47 kWh/Tag trotz neuer Verbraucher (Seilbahnantrieb, UV u. Kläranlage); Warmwasseranschluss für Spül- u. Waschmaschine.



Kap. 2.1.3.3

Umstellung auf AC-gekoppeltes Hybridsystem; 5,2 kWp AC-gekoppelte PV-Anlage, solare Deckung 34% Pflanzenöl-BHKW Pel = 16 kW, Laufzeit 2-3 Std/Tag 3 bidirektionale Insel-WR Pges. = 15 kW, 230/400 V; 24 Zellen Blei-Gel-Batterien mit 57,6 kWh Energieinhalt.



Kap. 2.1.3.5

WW-Pufferspeicher mit elektrischer Nachheizung durch BHKW; Heizung als Notkühler für BHKW vorsehen; nur energieeffizienteste Pumpen bei Heizung einsetzen.



Kap. 2.1.3.6

Kochen mit Gas und Holzherd; Warmwasserbereitstellung und Heizung über BHKW und Kachelofen; 1000 l WW-Pufferspeicher mit außenliegendem Frischwassermodul; Nutzung der Abwärme der Kühlaggregate.



Kap. 2.1.2.5

Kostenrahmen incl. Montage:	100.000–150.000 €
PV-Anlage mit WR und Sensorbox	28.000 €
Pflanzenöl-BHKW mit elektr. Nachheizung	40.000 €
3 bidirek. Insel-WR mit Datenlogger	18.000 €
WW-Pufferspeicher 1000 l	15.000 €
Batterieverband Blei-Gel 48 V, 1200 Ah	18.000 €
<b>Summe:</b>	<b>119.000 €</b>



Integrale Betrachtung – Kap. 3

**Wasser:** UV-Anlage mit nachgeschaltetem Tagesspeicher und Überdruckpumpe ergänzen – dadurch UV im Zyklusbetrieb (nur ca. 0,2 kWh/Tag Stromverbrauch). Möglichkeit eines Trinkwasserkraftwerks prüfen.



**Abwasser:** Bei ARA-Bau natürliches Gefälle nutzen zur Vermeidung von Pumpen. Einsatz energieeffizienter Pumpen möglich aufgrund bester Stromnetzqualität.



**Abfall:** Abfälle aus Betrieb und Wartung der Energieversorgungsanlage müssen ordnungsgemäß gelagert und entsorgt werden.

## Wasserversorgung

Kapitel 2 – Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung  
 Kapitel 3 – Integrale Betrachtungen



Kap. 2.2.3.1

Schüttungsmessung:  $0,25 \text{ l/s} = 21,6 \text{ m}^3/\text{d}$   
 Spitzenwasserbedarf:  $45 \text{ l/EW} \times 94 \text{ EW} = 4,7 \text{ m}^3/\text{d}$   
 Ausweisung und ggf. Einzäunung Quellschutzgebiet  
 Ins Wasserbuch eintragen lassen



Kap. 2.2.3.2

Behältergröße: 2mal Spitzentagesbedarf, gewählt:  $10 \text{ m}^3$   
 Aus trinkwassertauglichem Material, leicht zu reinigen  
 Gedämmt gegen Wärme und Frost



Kap. 2.2.3.3

Keine Hoch- und Tiefpunkte in der Leitungsführung  
 Frostfreie Verlegung nicht möglich (Fels), daher vorisolierte  
 Rohleitungen einbauen  
 Trasse geodätisch einmessen od. in Natur kennzeichnen



Kap. 2.2.3.4

Wasserzähler einbauen  
 Wassersparende Armaturen empfehlenswert  
 Desinfektion über UV-Anlage (coliforme Keime!)



Kap. 2.2.3.5

Kostenrahmen:	50.000–100.000 €
Quellfassung, pauschal	30.000 €
Leitung 60 m à 150 €/lfm	9.000 €
Wasserspeicher 3.000 €/m <sup>3</sup>	30.000 €
UV-Anlage, pauschal	7.000 €
<b>Summe:</b>	<b>76.000 €</b>



Integrale Betrachtung – Kap. 3

**Energie:** UV-Anlage im Zyklusbetrieb (ca.  $0,2 \text{ kWh/d}$ ), keine Energie für  
 Pumpen notwendig - freies Gefälle, Möglichkeit eines Trinkwasser-  
 kraftwerks prüfen.



**Abwasser:** ARA auf zukünftigen Wasserverbrauch hin dimensionieren,  
 aufgrund der guten Wasserqualität sind keine negativen Auswirkungen  
 auf ARA zu erwarten.



**Abfall:** Abfälle aus Wasserversorgung ordnungsgemäß lagern  
 u. entsorgen, bei Lagerung aller Abfälle auf Wassergefährdung achten.



## Abwasserentsorgung

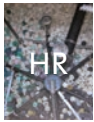
Kapitel 2 – Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung

Kapitel 3 – Integrale Betrachtungen



Kap. 2.3.3.1

Einbau eines Fettabscheiders nach EN 1825-2  
Überprüfung der bestehenden Absetzanlage; bei gutem Zustand wird diese weiterverwendet, ansonsten ist eine neue Absetzanlage zu errichten.



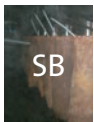
Kap. 2.3.3.2

Da aufgrund des felsigen Geländes u. d. schwierigen Versorgungssituation ein Bepflanzter Bodenfilter nicht in Frage kommt, wird eine Tropfkörperanlage gewählt.



Kap. 2.3.3.3

Zur Vergleichmäßigung des Ablaufes wird ein Sandfilter nachgeschaltet. Dieser verbessert darüber hinaus auch noch die Ablaufwerte. Zur Kontrolle der Funktionsfähigkeit wird beim Ablauf eine Probenahmestelle vorgesehen.



Kap. 2.3.3.4

Zur Entwässerung des anfallenden Klärschlammes wird eine Filtersackanlage gewählt. Es werden Filtersäcke mit einem Fassungsvermögen von ca. 50 l gewählt. Diese sind zum Abtransport mit der Materialeiseilbahn geeignet und erlauben eine einfache händische Manipulation.



Kap. 2.3.4

**Kostenrahmen** (Gesamtbarwertbetrachtung ü. 30 Jahre)

**It. Übersichtstabelle HR:** 2.200–3.900 € /  $EW_{60}$

bei 94  $EW_{60}$  sind dies: 206.800–366.600 €

**Schätzung für gegenständliche Anlage:**

Gesamtkosten Betrachtungszeitraum 30 Jahre:

exkl. Schlammbehandlung: ca. 280.000 €

inkl. Schlammbehandlung: ca. 320.000 €



Integrale Betrachtung – Kap. 3

**Energie:** Stromverbrauch d. Pumpen (ca. 3 kWh/d),  
Umschaltmöglichkeit für Hoch-/Schwachlast vorsehen  
Gemeinsame Energieversorgung für Hütte und ARA



**Wasser:** ARA auf zukünftigen Wasserverbrauch hin dimensionieren,  
aufgrund der guten Wasserqualität sind keine negativen Auswirkungen  
auf ARA zu erwarten.



**Abfall:** Abfälle aus ARA ordnungsgemäß lagern und entsorgen,  
bei Lagerung aller Abfälle auf Wassergefährdung achten, in Toiletten  
Abfalleimer aufstellen.

## Abfallentsorgung

Kapitel 2 – Planung, Errichtung, Betrieb und Wartung  
Kapitel 3 – Integrale Betrachtungen



Kap. 2.4.3.1

### Allgemeine Planungsempfehlungen:

Abklären, ob die Verdichtung von Abfall und die Ausbringung von kompostierten biogenen Abfällen erlaubt ist.  
Erstellung eines freiwilligen Abfallwirtschaftskonzeptes



Kap. 2.4.3.2

### Abfallvermeidung:

Mehrweggebinde und Großpackungen verwenden  
Weitgehend auf Aufstellung von Abfalleimern verzichten  
Gäste über Selbstmitnahme des mitgebr. Abfalls informieren, evtl. Reduzierung des Speiseangebots  
z.B. Verzicht auf Verkauf von verpackten Lebensmitteln



Kap. 2.4.3.3

### Sammlung und Trennung:

Sammlung direkt am Ort der Entstehung  
Abfälle mind. 1 x täglich aus dem Arbeitsbereich entfernen  
Volumenverringern durch Müllpresse  
Lagerung getrennt in Fraktionen in geschlossenem Raum



Kap. 2.4.3.4

### Abfallbehandlung – Kompostierung:

Kompostierung in einem festen, umschlossenen und abgedeckten Behälter (Reduzierung Abfallmenge)  
Am Saisonende wird Kompost umgesetzt.



Kap. 2.4.3.5

### Abtransport – Entsorgung:

Regelmäßiger Abtransport der Abfälle mittels Materialseilbahn.  
Ausbringung der kompostierten biogenen Abfälle



Integrale Betrachtung – Kap. 3

**Energie:** Strombedarf für Müllpresse bei Planung der Energieversorgung berücksichtigen (Lastmanagement),  
Entsorgung der Abfälle aus der Energieversorgung

**Wasser:** Bei Lagerung von Abfällen darauf achten, dass die Trinkwasserversorgung nicht beeinträchtigt wird  
Entsorgung der Abfälle aus der Wasserversorgung

**Abwasser:** Informationsschilder und Abfalleimer in den Toiletten vorsehen, damit keine Abfälle in die Toilette geworfen werden.  
Entsorgung der Abfälle aus der Abwasserentsorgung

### Wasserversorgung



Hochbehälter



vorisolierte Leitungen



Quellfassung



UV-Anlage



wassersparende Armaturen

### Abwasserentsorgung



Fettabscheider



3-Kammer Absetzanlage



Tropfkörperanlage



Filtersackanlage



Sandfilter

## KONZEPT VER- UND ENTSORGUNG MUSTERHÜTTE

### Energieversorgung



PV-Anlage  
AC gekoppelt

**! Energie sparen !**



Wärmepuffer



Inselwechselrichter  
mit BHKW



Rapsöl



Blei-Gel-Batterien

### Abfallentsorgung



Getrennte Sammlung  
nach Fraktionen entspr.  
den lokalen Vorschriften



Geordnete  
Kompostierung  
biogener Abfälle

**! Abfallvermeidung !**



Dosenpresse zur  
Verringerung des  
Abfallvolumens

Geringere  
Transportkosten





*Abbildung 51: Die Generalsanierung des Rotwandhauses/Bayerische Voralpen lief 2010 auf Hochtouren. Sie ist ein gutes Beispiel der Zusammenarbeit von Sektion, Planern, Bauleiter und ausführenden Firmen.*



# **Kapitel 6**

## **Ausbildungsprogramm für Anlagenbetreiber**



Im Rahmen des Ausbildungsprogrammes sollen vor allem die Hüttenwirte – bei Interesse aber auch die Hüttenwarte der Alpinen Vereine – in den fachgerechten Betrieb und die Wartung von Ver- und Entsorgungsanlagen auf Berg- und Schutzhütten eingewiesen werden. Dies betrifft sowohl die Einhaltung der Umweltauflagen, wie auch eine wirtschaftliche und anlagengerechte Betriebsführung. Die Kurse sollen möglichst praxisnah die Bereiche Wasserversorgung, Energieversorgung, Abwasserentsorgung und Abfallentsorgung beinhalten. Des Weiteren sollen die Kurse so aufgebaut werden, dass neben Hüttenwirten auch private Anlagenbetreiber das Angebot nutzen können.

Derzeit wird in Österreich vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) ein Ausbildungskurs für den Betrieb von Kleinkläranlagen bzw. Kläranlagen in Extremlage angeboten. In Deutschland bietet der Landesverband Bayern der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) den Kurs »Kleinkläranlagen – Betrieb und Wartung in Bayern« an. Diese Kurse sind für alle Anlagenbetreiber sehr zu empfehlen.

Des Weiteren werden von der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) zertifizierte Ausbildungskurse zum Wassermeister angeboten. Der Ausbildungsinhalt ist sicherlich auch für Betreiber von Wasserversorgungsanlagen auf Schutzhütten empfehlenswert, derzeit jedoch hauptsächlich auf das Personal von kommunalen Wasserversorgungsunternehmen abgestimmt.

Im Folgenden soll ein Konzept für ein speziell auf die Bedürfnisse von Hüttenwirten abgestimmtes Ausbildungsprogramm vorgestellt werden. Dieser geplante Kurs kann selbstverständlich nur ein allgemeines Ausbildungsprogramm enthalten, das die Einschulung und Ausbildung bei der Übergabe der Anlagen durch den Hersteller keinesfalls ersetzen kann.

Der Kurs sollte in den ersten Jahren in jedem Bundesland mit Hütten besitzenden Alpinvereinen abgehalten werden. Wenn der Großteil der Anlagenbetreiber die Schulung erfolgreich abgelegt hat, kann die Anzahl der Kurse verringert werden.

Bei der Auswahl der Referenten sollten jedenfalls:

- Behördenvertreter
- Fördergebervertreter
- Ziviltechniker, Ingenieurbüros, Institute
- und übergeordnete Vereinsfunktionäre für Vorträge gewonnen werden.

Wer die Organisation der Kurse als Veranstalter übernimmt, muss in jedem Land gesondert geregelt werden. In Österreich könnte der Verband Alpiner Vereine Österreichs (VAVÖ) als Veranstalter auftreten.

Der Ausbildungskurs sollte nicht länger als zwei Tage in Anspruch nehmen und folgende Themen behandeln:

- **Integrales Zusammenwirken der Ver- und Entsorgungsanlagen auf Schutzhütten:** ca. 1 Std.

- **Wasserversorgung:** ca. 4 Std.

- rechtliche Belange
- Vorstellung der Anlagenteile
- Bedeutung von Wasser für Gesundheit und Hygiene
- Betrieb und Wartung von Wasserversorgungsanlagen
- Betriebsbücher und Dokumentation
- Fragen und Diskussion

- **Energieversorgung:** ca. 3 Std.

- rechtliche Belange
- Vorstellung der typischen Systeme
- Betrieb und Wartung von Energieversorgungsanlagen
- Energieeffizienter Betrieb (Lastmanagement, Energiesparen, etc.)
- Betriebsbücher und Dokumentation
- Fragen und Diskussion

- **Abwasserentsorgung:** ca. 6 Std.

- rechtliche Belange
- Vorstellung der typischen Reinigungssysteme
- Betrieb und Wartung von Kleinkläranlagen
- Untersuchung von Abwasser / Probenahme
- Betriebsbücher und Dokumentation
- Fragen und Diskussion

- **Abfallentsorgung:** ca. 1 Std.

- rechtliche Belange
- Vorstellung des freiwilligen Abfallwirtschaftskonzepts
- Vorstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Abfallreduktion
- Fragen und Diskussion

- **Abschlusstest / Zertifizierung:** ca. 1 Std.

In jedem Partnerland sollte im Hinblick auf die jeweils länderspezifischen Verhältnisse, unter Einbindung der Dachverbände und Zentralvereine und unter Mitwirkung weiterer übergeordneter Institutionen, ein Detailprogramm für die Schulungen erstellt werden.



*Abbildung 52: Hüttenromantik einmal anders; die Gruttenhütte am Südhang des Wilden Kaisers.*

# Kapitel 7

## Anhang

## 7.1 Integrale Evaluierung der Ver- und Entsorgungssysteme bei Berg- und Schutzhütten – Projektpartner, Finanzierung und Projektstruktur

### 7.1.1 Projektpartner und Projektfinanzierung

*Das Projekt wurde von folgenden Institutionen finanziert:*

Fördergeber:



Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)  
An der Bornau 2, D-49090 Osnabrück  
Postfach 1705, D-49007 Osnabrück



Republik Österreich  
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Stubenring 1, A-1010 Wien



Republik Österreich  
Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend  
Denisgasse 31, A-1200 Wien



Land Vorarlberg



Land Tirol



Land Salzburg



Land Kärnten



Land Oberösterreich



Land Steiermark



Land Niederösterreich



Freistaat Bayern



Autonome Provinz Bozen – Südtirol



Kofinanzierung – Alpine Vereine:



Deutscher Alpenverein (DAV)



Österreichischer Alpenverein (OeAV)



Naturfreunde Österreich (NFÖ)



Österreichischer Touristenklub (ÖTK)



Österreichischer Alpenklub (ÖAK)



Schweizer Alpenklub (SAC)



Alpenverein Südtirol (AVS)



Club Alpino Italiano (CAI)



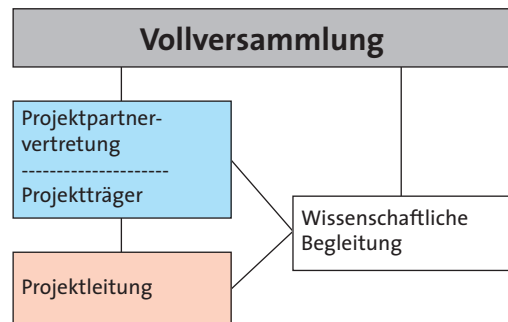
Slowenischer Alpenverein (PZS)



Tschechischer Touristenklub (KCT)

### 7.1.2 Projektstruktur – Organisation

- Vollversammlung: Alle Projektpartner
- Projektpartnervertretung:  
Deutscher Alpenverein (DAV),  
Österreichischer Alpenverein (OeAV),  
Land Tirol, Land Salzburg, Land Bayern
- Projektkoordination und -leitung:  
Steinbacher+Steinbacher ZT GMBH, Thalgau
- Wissenschaftliche Begleitung:  
Universität für Bodenkultur Wien



## 7.2 Literatur- und Quellenangaben

### 7.2.1 Allgemein

P. Kapelari, Österreichischer Alpenverein, Deutscher Alpenverein (Hrsg.): VADEMECUM Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremelage, Innsbruck, 2008

für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, 2004

S. Bauer; Energieversorgung auf Hochgebirgshütten - Optimierung, Dimensionierung und Wartung der Speicherbatterien, Diplomarbeit, Universität Augsburg, 2006

### 7.2.2 Energieversorgung

S. Senft, Analyse der Energiebedarfsdaten von Alpenvereinshütten, Diplomarbeit FH Ulm und Fraunhofer ISE, Freiburg, 1998

D. Sauer, Optionen zur Speicherung elektrischer Energie in Energieversorgungssystemen mit regenerativer Stromerzeugung, in Solarzeitalter, S. 12–34, EUROSOLAR, Bonn, 2006

J. Schmid, M. Landau, Standardisierungskonzept für Photovoltaikanlagen, ISET, Kassel, 1999

Schriftenreihe Internationales Fachseminar: Umweltgerechte Ver- und Entsorgung für Berg- und Schutzhütten, Benediktbeuern, 2002–2009

Club Alpino Italiano, H. Leitner, SMA Italia, Green Research & Design, CAI Energia 2000 – Energieversorgung für Alpenhütten, Mailand, 2000

H. Häberlin, Photovoltaik, Strom aus Sonnenlicht für Verbundnetz und Inselanlagen, AZ Fachverlage AG, Aarau, 2007

K. Heidler, K. Kiefer, Solare Berghütten – »Euralp« Projekt; ISE, Freiburg, 2000

U. Fritsche, Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten, Öko-Institut, Darmstadt, 2007

G. Bopp, H. Gabler, G. Hille, H. Puls, M. Rehm, D. Sauer, M. Schulz, P. Schweizer-Ries, Qualitätssicherung von photovoltaischen Energieversorgungssystemen, Abschlussbericht des ISE, Freiburg, 2000

H. J. Geist, Photovoltaik-Anlagen planen – montieren – prüfen – warten, Elektor Verlag, 2007

G. Bopp, K. Kiefer, D. Sauer, Planungsleitfaden für Energiekonzepte von Berghütten, ISE, Freiburg, 2002; <http://www.alpenverein.at/portal/Huetten/Sektionsinfos/1011060902573.pdf>

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR); Biokraftstoffe Basisdaten Deutschland, Gülzow, 2008

R. Kaiser, N. Reich, W. Roth, A. Steinhüser, M. Schneider, V. Höcker, Brennstoffzellen zur dezentralen Stromversorgung auf dem Rappenecker Hof, Fraunhofer-Institut

H. Deubler, 11 Jahre PV-Hybridssystem zur netzfernen Energieversorgung der Starkenburger Hütte – Vom Pilotprojekt zum Vorbild für Alpenhütten, Masterarbeit Universität Kassel und ISET, Berchtesgaden, 2008

### 7.2.3 Wasserversorgung

ÖNORM B 2539 – Technische Überwachung von Trinkwasserversorgungsanlagen

DVGW Arbeitsblatt W 127 – Quellwassergewinnungsanlagen – Planung, Bau, Betrieb, Sanierung und Rückbau

ÖVGW Regelblatt W 85 – Betriebs- und Wartungshandbuch für Wasserversorgungsunternehmen

### 7.2.4 Abwasserentsorgung

ÖWAV-Regelblatt 1, Abwasserentsorgung im Gebirge, 3. Auflage, Wien 2000

Günthert, F. W., Empfehlungen für die Reststoffentsorgung auf Berghütten, Universität der Bundeswehr in München, Universität Innsbruck, Deutscher Alpenverein, Grammer Solar, Dezember 2008

Schaber, P. und Reif H., Kleinkläranlagen aus Sicht des Gewässerschutzes im Land Salzburg, Land Salzburg, Abteilung 13 – Naturschutz, Referat 13/04 – Gewässerschutz, Wiener Mitteilungen, Band 218, Wien 2009

### 7.2.5 Abfallentsorgung

Gnigler H.-G., Entsorgung von Schutzhütten im Nationalpark Hohe Tauern am Beispiel Krimmler Achenal. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 1993

Graggaber M., Längert-Mühlegger H. and Salhofer S., Potentiale und Maßnahmen zur Abfallverringerung in Bildungswesen und Gastronomie. (Potentials and measures for waste minimisation in the educational sector and gastronomy) published in the series »Beiträge zum Umweltschutz« Heft 62/00 (ed. Magistrat der Stadt Wien, Magistratsabteilung 22 – Umweltschutz), Wien, 2000

Olsacher E., Abfallwirtschaft auf Alpenvereins- hütten im Nationalpark Hohe Tauern / Kärnten. 1. Teil, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 1990

Staats J., Abfallwirtschaft auf Alpenvereins- hütten im Nationalpark Hohe Tauern / Kärnten. 2. Teil, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 1990

## 7.3 Glossar

**AC:** Alternate current oder Wechselstrom

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

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

**BSB<sub>5</sub>:** (Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen) Messgröße (Summenparameter), die die Menge der leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen angibt

**CSB:** (Chemischer Sauerstoffbedarf) Messgröße (Summenparameter), die die Menge der schwer abbaubaren Kohlenstoffverbindungen angibt

**DC:** Direct Current oder Gleichstrom.

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

**EW<sub>60</sub>-Wert:** Der EW<sub>60</sub>-Wert stammt zwar aus dem Bereich der Abwasserentsorgung (vgl. Einwohnerwert), wird aber in dem vorliegenden Werk als Maß für die Größe und Besucherfrequenz einer Hütte in allen vier Ver- und Entsorgungsbereichen verwendet. Wenn zur Auswertung der Daten Gruppierungen nach Hüttengröße nötig waren, so wurde der EW<sub>60</sub>-Wert herangezogen. Er wird aus der Anzahl der Gäste berechnet, wobei

eine Person, die sich einen ganzen Tag auf einer Schutzhütte aufhält, einem EW<sub>60</sub> entspricht. Ein Tagesgast entspricht im Mittel circa einem Drittel EW<sub>60</sub>. Bei den 100 Hütten wurden sowohl die EW<sub>60</sub>-Werte als auch die Gästezahlen erhoben, sodass eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden konnte. Die Definition im ÖWAV-Regelblatt 1 »Abwasserentsorgung im Gebirge« lautet folgendermaßen: Mit dem EW<sub>60</sub>-Wert wird die Tagesfracht an organischen Schmutzstoffen, die in die Abwasserreinigungsanlage gelangt, ausgedrückt. Er wird aus der Anzahl der Gäste berechnet, wobei eine Person, die sich einen ganzen Tag auf einer Schutzhütte aufhält, einem EW<sub>60</sub> entspricht. Pro EW<sub>60</sub> kann mit einer Verschmutzung von 60g BSB<sub>5</sub> (Erklärung siehe links im Glossar), 120 g CSB und 12 g Gesamtstickstoff gerechnet werden.

**Grobstoffe:** grobe Reststoffe, größere Fraktion der Reststoffe

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

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

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

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

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

**Monovalente Stromversorgungsanlage:** In einem monovalenten Stromversorgungssystem deckt ausschließlich ein Stromerzeuger mit einem Energieträger den gesamten Strombedarf der Hütte.

**Nassschlamm:** Dabei handelt es sich um Klärschlamm mit einem sehr hohen Wassergehalt (im Bereich von 95 bis 99%). Er fällt in den Absetzanlagen und bei den meisten Hauptreinigungssystemen an. Nassschlamm ist fließfähig und kann gepumpt werden.

**pH-Wert:** Der pH-Wert ist das Maß für die Stärke einer Säure oder Base (Lauge). Die Skala reicht von pH 0 (sauer) bis pH 14 (basisch). Ein pH-Wert von 7 ist neutral. Im neutralen Bereich soll auch der pH-Wert von Trinkwasser liegen. Der pH-Wert ist als der negative dekadische Logarithmus der Oxonium-Ionenkonzentration einer wässrigen Lösung definiert.

**Primärschlamm:** Als Primärschlamm wird der in der Vorreinigung anfallende Klärschlamm bezeichnet.

**Problemstoffe:** sind gefährliche Abfälle, die besondere Sorgfalt bei der Sammlung und Behandlung erfordern, z. B. Lacke, Batterien, Desinfektionsmittel, etc.

**Reststoffe:** Unter Reststoffen versteht man die mit dem Abwasser mittransportierten, nicht gelösten Schmutzstoffe. Je nach spezifischem Gewicht unterscheidet man Sink-, Schwimm- und Schwebestoffe. Außer in Ausnahmefällen (Feststoffzerkleinerung vor Einleitung in die Biologie) müssen die Reststoffe durch ein Vorreinigungssystem vor der Beschickung der biologischen Stufe abgetrennt werden.

**Sekundärschlamm:** Als Sekundärschlamm wird der im Bereich der Hauptreinigung anfallende Klärschlamm bezeichnet.

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

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

**Trockenschlamm:** Dabei handelt es sich um Klärschlamm, der nicht fließfähig ist und daher nicht gepumpt werden kann. Er fällt in Trockentoiletten, Feststoffpressen und Filtersackanlagen an. Der Wassergehalt liegt im Bereich von 60 bis 80%.





*Abbildung 53: Die Falkenhütte unter den Lalidererwänden im Karwendel ist von der Bausubstanz her noch etwas jünger als die meisten berühmten AV-Hütten. Sie entstand erst in den 1920er-Jahren.*

# Kapitel 8

## Verzeichnisse und Impressum

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Münchner Haus auf der Zugspitze (Aquarell von Ernst Platz) . . . . .	12	Abbildung 16: Die Broschüre „Betriebsanlagenrecht für Schutzhütten in Extremlage“ . . . . .	33
Abbildung 2: Eugen Guido Lammer im Aufstieg zur Zugspitze (1920er-Jahre) . . . . .	13	Abbildung 17: Komplexes System der Strom- und Wärmeversorgung am Beispiel einer Schutzhütte in den Alpen . . . . .	37
Abbildung 3: Die Knorrhütte/Wetterstein nach 1873. . . . .	14	Abbildung 18: Rotor der Windkraftanlage auf der Müllerhütte/Stubaier Alpen . . . . .	38
Abbildung 4: Das Anton-Karg-Haus (Kaisergebirge) um 1910 . . . . .	15	Abbildung 19: Direkte AC-Kopplung der Stromerzeuger mit den Verbrauchern im monovalenten Wechselstromsystem. . . . .	41
Abbildung 5: Hüttenmüllhalde in den 1970er-Jahren. . . . .	16	Abbildung 20: DC-Kopplung der PV-Anlage zur Versorgung der Gleichstromverbraucher in einem monovalenten Gleichstromsystem. . . . .	41
Abbildung 6: Erste Solarzellen auf dem Dach des Brunnenkopfhauses (Ammergauer Alpen). . . . .	17	Abbildung 21: DC-Kopplung der PV-Anlage mit Kombi-Stromrichter im Gleichstrom dominierten Hybridsystem . . . . .	42
Abbildung 7: Das Niedersachsenhaus (Goldberggruppe/Hohe Tauern) 1987. . . . .	18	Abbildung 22: Wechselstrom dominiertes Hybridsystem mit AC-Kopplung aller Komponenten . . . . .	42
Abbildung 8: Die Scheibentauchkörperanlage auf der Gufferthütte. . . . .	19	Abbildung 23: Die Mindelheimer Hütte in den Allgäuer Alpen . . . . .	46
Abbildung 9: Installation des Rotwandhaus-Windrads 1990 . . . . .	20	Abbildung 24: Schaufelrad des KWKW der Sulzenauhütte/Stubaier Alpen. . . . .	48
Abbildung 10: Hütten-Informationstour in die Zillertaler Alpen 1999 . . . . .	22	Abbildung 25: Gutes Batteriemangement sorgt für lange Lebensdauer eines Batterieverbandes . . . . .	49
Abbildung 11: Das Rotwandhaus-Windrad (Bayerische Voralpen) im vollen Betrieb; auf dem Hüttendach die Solarmodule. . . . .	23	Abbildung 26: Blockheizkraftwerk und Feststoffpresse im Technikraum der Olpererhütte (Tuxer Hauptkamm/Zillertaler Alpen) . . . . .	51
Abbildung 12: Hinterer Kaiserhof im Kaisertal . . . . .	25	Abbildung 27: Schema der Wasserversorgung . . . . .	58
Abbildung 13: Der Hohe Winkel (Wilder Kaiser) zwischen Totenkirchl/Karlspitzen und Haltstock. . . . .	26	Abbildung 28: Schema Quellversorgung. . . . .	59
Abbildung 14: Die Vélanhütte in der Grand-Combin-Gruppe der Walliser Alpen . . . . .	27	Abbildung 29: Wasserleitung der Sulzenauhütte (Stubaier Alpen). . . . .	61
Abbildung 15: Die Neue Magdeburger Hütte im Süden der Solsteine/Karwendel . . . . .	32		



Abbildung 30: Schema Wasseraufbereitung mit UV-Desinfektionsanlage mit / ohne Reinwassertagestank .....	63	Abbildung 48: Einbau der Kompostierbehälter auf der Brunnsteinhütte/Karwendel .....	95
Abbildung 31: Darstellung der Komponenten einer Abwasserreinigungsanlage .....	65	Abbildung 49: Futuristischer Pionierbau: die Stüdlhütte in der Glocknergruppe/ Hohe Tauern .....	105
Abbildung 32: Schema Abwasserreinigung ....	66	Abbildung 50: Das Furtschaglhaus in den Zillertaler Alpen .....	106
Abbildung 33: Vorreinigungssysteme .....	67	Abbildung 51: Generalsanierung Rotwandhaus Ende September 2010 .....	114
Abbildung 34: Hauptreinigungssysteme .....	68	Abbildung 52: Die Gruttenhütte im Wilden Kaiser .....	118
Abbildung 35: Schema Tropfkörperanlage .....	69	Abbildung 53: Die Falkenhütte unter der Lalidererspitze (Karwendel) .....	126
Abbildung 36: Bepflanzter Bodenfilter am Purtschellerhaus/Berchtesgadener Alpen .....	70	Abbildung 54: Ihr Jugendstil-Interieur steht unter Denkmalschutz: die Berliner Hütte (Zillertaler Alpen) .....	130
Abbildung 37: Schnitt durch einen bepflanzten Bodenfilter .....	71		
Abbildung 38: Schema Scheibentauchkörper .....	72		
Abbildung 39: Schema Wirbelschwebbettverfahren .....	72		
Abbildung 40: Schema konventionelle Belebtschlammanlage .....	73		
Abbildung 41: Prozessphasen bei SBR-Anlagen ..	74		
Abbildung 42: UV-Desinfektionsanlage im Bodenschneidhaus/Bayerische Voralpen .....	75		
Abbildung 43: Schlammbehandlungssysteme .....	76		
Abbildung 44: Die Filtersackanlage der Ostpreußenhütte/Berchtesgadener Alpen .....	77		
Abbildung 45: Solarkomposter auf der Kaunergrathütte/Ötztaler Alpen .....	78		
Abbildung 46: Auch Stufenkomposter haben sich bewährt .....	81		
Abbildung 47: Teilbereiche der Abfallentsorgung .....	87		

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wechselwirkungen der Systeme . . . . .	36	Tabelle 7: Empfehlungen Energieversorgung je Hüttenkategorie . . . . .	54
Tabelle 2: Vergleich Blei-Gel- zu Blei-Flüssig-Batterien . . . . .	40	Tabelle 8: Strombedarf UV-Anlage . . . . .	63
Tabelle 3: Zusammensetzung der spezifischen Stromkosten . . . . .	43	Tabelle 9: Investitionskosten einer Wasserversorgungsanlage . . . . .	64
Tabelle 4: Empfehlung zur solaren Deckungsrate . . . . .	47	Tabelle 10: Stärken und Schwächen der Vorreinigungssysteme . . . . .	82
Tabelle 5: Vergleich der Energieversorgungssysteme . . . . .	52	Tabelle 11: Stärken und Schwächen der Hauptreinigungssysteme . . . . .	84
Tabelle 6: Hüttenkategorien . . . . .	54	Alle Tabellen von den Verfassern	



Abbildung 54: Berliner Hütte/Zillertaler Alpen; „dem Sturme Trutz, dem Wanderer Schutz“, das glaubt man gern, wenn man dieses Stützpunkts gewahr wird. Die Energieversorgung leistet ein bewährtes Kleinwasserkraftwerk.



## Sachwortverzeichnis

- (Abfall)Abtransport 87 f., 112  
 (Abfall)Sammlung 87 f., 112  
 (Abfall)Trennung 87 ff., 112  
 Abfallaufkommen, hohes 100  
 Abfallbehälter 88, 100  
 Abfallbehältern, Aufstellen von 89  
 Abfallbehandlung 87 ff., 112  
 Abfälle, biogene 89  
 Abfälle, Verdichtung der 89  
 Abfällen, Selbstmitnahme von 100  
 Abfällen, Verbrennen von 90  
 Abfallentsorgung 87 ff., 93, 94 f., 108, 112 f.  
 Abfallentsorgung, Einbeziehung der  
     in Gesamtplanung 102  
 Abfallreduktion 100  
 Abfallsäcke 100  
 Abfallvermeidung 87 ff., 99, 112  
 Abfallwirtschaftskonzepte 88  
 Ableitungskanal 65  
 Absetzanlage 111  
 Abwasserentsorgung 65 ff., 93, 94 f., 108, 111, 112  
 Abwasserentsorgungsanlagen, Abfälle aus 95  
 Abwasserentsorgungsanlagen, Empfehlungen  
     zur Optimierung von 78 ff.  
 Abwasserinhaltsstoffe 87  
 Abwasserreinigung 65  
 Abwasserreinigungsanlage 51, 65  
 Abwassers, Desinfektion des 79  
 Abwassers, Temperierung des 93  
 Abwasserteiche 74 f.  
 Abwasserteilströme, Aufbereitung von 93  
 AC-Bus 43  
 AC-DC-Hybridsystem 43, 53  
 AC-DC-System, Ergänzung mit einem KWKW 48  
 AC-gekoppeltes Hybridsystem,  
     Umstellung auf 109  
 AC-Kopplung 41, 45  
 AC-Strom 43  
 Aktivkohlefilter 76  
 Anlagen, solarthermische 99  
 Anlagenadaptierungen 45  
 Anlagenbetriebs, Optimierung des 102  
 Anlagendokumentation 57  
 Anlagenfunktion, Kontrolle der 102  
 Anlagenkomponenten, Auslegung der 47  
 Anlagenkontrolle 57  
 Anlagensteuerung 102  
 Anlagenüberwachung 45, 96  
 Anzeigenelemente 102  
 ARA-Systeme, unempfindliche 100  
 Arbeitskleidung 64, 86  
 Armaturen, Frostsicherheit von 61  
 Armaturen, Wasser sparende 61, 94  
 Aufbereitung, energetisch intensive 97  
 Auftragsvergabe 104  
 Ausbildung 102  
 Ausschank, offener 100  
 Außerbetriebnahme,  
     keine unüberlegte 96  
 Batteriemangement 43, 49  
 Batterien, möglichst kühl aufgestellt 49  
 Batterien, möglichst lange Garanzzeiten für 49  
 Batterieverband 53, 93  
 Bedingungen, organisatorische 101  
 Behältnis, umschlossenes 89  
 Belebtschlammanlage, konventionelle 73 f.  
 Belebtschlammanlagen 73  
 Betrachtungen, Integrale 91ff.  
 Betreibers, Ausbildung des 101  
 Betreibers, Motivation des 101  
 Betriebsbuch 53, 57  
 Betriebshandbuch 101  
 Bewirtschaftung 100  
 BHKW 41, 43, 50, 53  
 Biofilmverfahren 69, 79  
 Biofilter, mechanische 71, 75, 79  
 Biologischen Hautreinigungssystemen,  
     Merkmale von 81  
 Blei-Flüssig-Batterien 40, 48  
 Blockheizkraftwerk (BHKW) 39, 41, 50  
 Bodenfilter, bepflanzte 70, 75, 79, 111  
 Bodenfilters bepflanzten,  
     Anwendungsmöglichkeiten eines 79  
 Brauchwasser 97  
 Brauchwasser, Nutzung von 94  
 Brauchwasserqualität 98  
 Brennstoffe, biogene 102  
 Brennstoffe, Wasser gefährdende 99  
 Dachflächenwasser 60  
 DC-Kopplung 41, 45  
 DC-Verkabelungen 43  
 Detailplanung 104

## Kapitel 8 Verzeichnisse und Impressum

- Deutsche Bundesstiftung  
Umwelt (DBU) 30
- Dosen, Verzicht auf 89
- Dosenpresse 88
- Dosenpressen, Strombedarf von 94
- Druckerhöhungspumpe 92
- Druckhöhen, große 92
- Druckleitungen 59
  
- Eindeckungsmaterialien,  
Trinkwasser zugelassene 60
- Einkammer-Absetzanlagen 67
- Elektrische Energie, Speicherung der 40
- Energieanzeigen, Mindeststandard für 96
- Energieeffizienz 97
- Energieeinsparung 44, 97
- Energieeinsparungspotenzial 44
- Energieknappheit 96
- Energien, erneuerbare 45, 102
- Energiequellen, Nutzung verschiedener 96
- Energiesparmaßnahmen 96, 97
- Energiesparmaßnahmen, Umsetzung von 109
- Energiespeicher (Akku) 40, 41
- Energieträger, alternative 97
- Energieversorgung 37, 56, 92 f., 108 f., 113
- Energieversorgung, gemeinsame 93
- Energieversorgungsanlage 37, 57, 100
- Energieversorgungsanlage, Beurteilung der 102
- Energieversorgungsanlage,  
Überdimensionierung der 100
- Energieversorgungsanlagen, Empfehlungen  
zur Optimierung der 44
- Energieversorgungssystem 44, 53, 56
  
- Feststoffpressen 69
- Fettabscheider 67, 78, 111
- Filtersackanlage 69, 76, 80, 111
- Filtration 60
- Flüssigkeitsspeicher, thermische 40
- Fremdwartung 56
- Frostwirkung 99
  
- Gasherd, Kochen mit 109
- Gästemüll, Selbstmitnahme von 89
- Gasungsladungen 40
- Gesamtenergiekonzept 44, 93
- Gletscherwasser 60
- Großgebinden, Verwendung von 100
- Großpackungen 89
- Grundlagenermittlung 104
  
- Hauptreinigungssysteme 69 ff.
- Hauptreinigungssysteme, biologische 79
- Haustechnik 59 ff.
- Heizbrenner 41
- Heizung, aktive 99
- Hochbehälter 59
- Holzherd 41
- Holzherd, Kochen mit 109
- Holzofen 41, 52
- Hybridanlage 45
- Hybridsystem 41, 43, 45, 48
- Hybridsystem, Gleichstrom dominiertes 41
  
- Infektionserreger 86
- Inselanlage 53
- Inselwechselrichter 45
- Inselwechselrichter, bidirektionaler 53, 93
  
- Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, natürliches 62
- Kläranlage, Betrieb der 86
- Kläranlagentyp 93
- Klärschlamm 87
- Klärschlamm, Ausbringung des 80
- Kleinwasserkraftwerk (KWKW) 41, 38, 48
- Kleinwindkraftanlagen 39
- Klimawandel 97
- Klimawandels, Folgen des 60
- Kombispeicher 41
- Kombi-Stromrichter 43
- Komplettmodulen, Einsatz von 62
- Kompostbehälter 89
- Komposter 77 f.
- Kompostierung 87 ff., 112
- Kompostierung, ordnungsgemäße 99
- Kompostierungssysteme 81
- Komposttoiletten 81
- Komposttrockner, Solarer 77
- Konsumationsangebot 100
- Kraft-Wärme-Kopplung 39
- Kursbetrieb 100
  
- Lastmanagement 45, 92, 96, 100
- Leitungen, in frostsicherer Tiefe 99
- Leitungen, nicht frostsicher verlegte 99
- Leitungsführung 110
- Leitungsnetz, getrenntes 62, 92
  
- MBR-Anlagen 74
- Mehrhammer-Absetzanlagen 67
- Mehrweggebände 89

- Module, Verschattung der 48
- Monitoringsystem 45, 96
- Monovalente Anlage 45
- Monovalente Systeme 41
- Motivation, Erhöhung der 102
- Motoraggregat 39, 43
- Motorgenerator 39, 41
- Motorstromgeneratoren 48
- Muldenversickerung 76
- Müllpresse 88
- Müllpressen, Strombedarf von 94
- Musterhütte, fiktive 107 ff.
  
- Nachfilterschacht 75
  
- Oberflächenwassergewinnung 50
- Oberflächenwassersammlungen 59
- Oberflächenwasserversorgung 61
- Objektbetreuung 104
- ÖWAV-Kleinkläranlagenkurse 56
  
- Papierhandtücher, Verzicht auf 89
- Pelletsofen 52
- Peltonturbine 38
- Pfandflaschen 89
- Photovoltaik (PV) 37, 43, 41, 47,
- Planungserfahrung 45
- Planungstools 96
- Portionspackungen, Verzicht auf 89
- Probenahmestelle 111
- Problemstoffe, verzichten auf 89
- Produkte, regionale 89
- Produkte, Trinkwasser zugelassene 60
- Projektdefinition 104
- Projektüberwachung 104
- Pufferspeicher 41
- Pumpen, energieeffizienteste 50
- PV-Anlage, AC-gekoppelte 47, 53
- PV-Anlage, besondere Belastung im Hochgebirge bei Installation der 48
- PV-Anlage, DC-Kopplung der 47
- PV-Anlagen, Kostenentwicklung bei 47
- PV-Generator 48
- PV-Module 45
  
- Quelle, Schüttung der 64
- Quellfassungen 59
- Quellnutzung 60
- Quellschüttung, hohe 92
- Quellvorkommen 60
  
- Rechanlagen 69
- Regenwasser 98
- Reinigung, weitergehende 75, 79
- Reinigungsleistung, Sicherstellung der 86
- Reinwasserbehälters, Einbau eines 98
- Reinwassertanks, Zwischenschaltung eines 62
- Ressourcen 96 ff.
- Reststoffen vor Ort, gesetzeskonforme Ausbringung von 99
- Rieselgraben 75
- Rohrleitungsmaterial, robustes 61
- Rohwasserspeicherbehälter, Einstiege in 60
- Rottebox 77 f.
  
- Sandfilter 111
- Sanierung, Maßnahmen zur thermischen 44
- Säureschichtung 40
- Säureumwälzung 40
- SBR-Anlagen 74
- Scheibentauchkörperanlage 72
- Schichtbeladung 41
- Schlammbehandlung 76 ff.
- Schlammbehandlungssysteme 80 f.
- Schlammbehandlungsverfahren, Formeln zur Bemessung der 80
- Schlammmentwässerungsmodul, abgedecktes 77
- Schlamm-trocken-beet 76 f., 80
- Schönungsteich 75
- Schuh-trockner 52
- Schulungen 96
- Schüttungsmessung 110
- Schutzmaske 86
- Sedimentation 60
- Solarbatterien 49
- Solar-kollektoren 39, 41
- Solar-komposter 78, 81, 89, 99
- Solar-Luft-Kollektoren 39, 51
- Solar-Schlamm-trockner 80
- Sondermüll 57
- Speicher, bivalente 41
- Speicherbatterien 48
- Speicherdimensionierung, korrekte 41
- Speicherisolation 41
- Speisenangebot, geringeres 89
- Spitzen-tages-wasser-verbrauch, 2-facher 61
- Spültoiletten 97
- Spülwasserbedarf 97
- Standard-versorgungssystem 53

## Kapitel 8 Verzeichnisse und Impressum

- Stark- und Schwachlastbetrieb,
  - Umschaltmöglichkeit zwischen 79, 93
- Stoffe, Vermeidung Wasser gefährdender 102
- Stromerzeuger 37
- Stromerzeugung 50
- Stromkosten, spezifische 43
- Stromnetz, öffentliches 45
- Stromversorgungsanlagen, getrennte 93
- Stromversorgungssysteme 53
- Stromversorgungssysteme, erweiterbare 43
- Stromzählern, Einbau von 96
- Stoßbelastungen 100
- Stufenkomposter 81
- System, AC-gekoppeltes 43
- System, DC-gekoppeltes 43
- System, redundantes 45
- Systeme, optimal aufeinander abgestimmte 93
- Tagesgäste 100
- Tagesgästen, hohe Frequenz an 47
- Tauchkörperanlage 72
- Thermokomposter 89
- Tiefbehälter 59
- Transport 99
- Transport, umweltfreundlicher 90
- Transportaufwand, hoher 99
- Trink- und Brauchwasserleitungen,
  - Entleeren der 61
- Trink- und Brauchwassernutzung,
  - kombinierte 61
- Trinkwasserkraftwerk 92
- Trinkwasserpuffer 92
- Trinkwasserpufferspeicher (Reinwasserbehälter) 62
- Trinkwasserversorgungsanlage, hygienisch einwandfreie 64
- Trockenraum 52
- Trockentoiletten 62, 67, 78, 94
- Tropfkörperanlagen 69
- Überschussstrom 92
- Umweltschutz 102
- Untersuchung, chemisch-bakteriologische 64
- Untersuchungen, chemisch-physikalische 94
- Urinale, wasserlose 62
- UV-Desinfektionsanlage 60, 62 ff., 75, 80
- Vererdung 99
- Vererdungsbeet 78, 80
- Versorgungslage, schwierige 97
- Vorgaben, behördliche 102
- Vorplanung 104
- Vorreinigungssysteme 67 ff., 78
- Vorreinigungssystemen,
  - Merkmale von 81
- Waren, verpackungsarme 89
- Wärmebereitstellung 50, 51
- Wärmelieferanten 39
- Wärmerückgewinnung 40
- Wärmerückgewinnungsanlage 52
- Wärmespeicherung 40
- Wärmetauscher 40, 51
- Wärmetransport 41
- Wartungsarbeiten, einfache 57
- Wartungsbuch 53
- Wasseranalysen 62
- Wasseraufbereitung 60, 62, 98
- Wasserfassung 98
- Wassergewinnung 58, 60
- Wasserknappheit 62, 94, 97
- Wasserleitung 59, 61
- Wasserpumpen 92
- Wasserqualität 97 f.
- Wassers, Aufhärtung des 94
- Wassers, Chlorung des 63
- Wassers, Entkeimung des 60
- Wasserspeicher 61
- Wasserspeicherung 59, 60
- Wassertemperatur, Erhöhung der 94
- Wasserverbrauch 97
- Wasserverfügbarkeit, Planung hinsichtlich 97
- Wasserversorgung 58, 92, 94, 108, 110, 113
- Wasserversorgungsanlage 92
- Wasserversorgungsanlage,
  - Investitionskosten der 63
- Wasserversorgungsanlagen,
  - Optimierung von 60
- Wasserzähler 61, 64, 110
- Wasserzählern, Einbau von 97
- Weiterbildungsmaßnahmen 102
- Windkraftanlage (WKA) 38, 41
- Winterstrang 40
- Wirbel-Schwebebett-Verfahren 72 f.
- Witterung 98 f.
- WW-Pufferspeicher 109
- Zentralheizungsanlage, vorhandene 50
- Zuständigkeit, Regelung der 101

## Impressum

### Herausgeber:

Deutscher und Oesterreichischer Alpenverein

### Copyright:

Alle Rechte sind den Projektpartnern vorbehalten.

### Bildnachweis:

Leo Baumgartner (105); DAV-Sektion Laufen, Franz Geierstanger (Umschlag); DAV-Sektion Mainz (78); DAV-Sektion Mindelheim, Günther R. Trumer (46); DAV-Sektion München (14); DAV-Sektion Turner-Alpenkränzchen, Wolfgang Küster (114); Deutscher Alpenverein e.V. (38, 48, 51, 61, 70, 81); Hans-Peter Gallenberger (95); Horst Höfler (16 bis 20, 22, 23, 25 bis 27, 32, 106, 118, 126, 130); Archiv Karl Mägdefrau/Höfler (13, 15); Fa. Elektromechanik Meisl GmbH, Hubert Deubler (49, 75); Universität der Bundeswehr München, Falk Schönherr (77); Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Jahrgang 1900, Band XXXI (12); alle weiteren Abbildungen und Grafiken wurden von den Verfassern gestellt.

### Zitate:

Inhalte aus gegenständlichem Werk bitte zitieren als: DAV/OeAV: Leitfaden für umweltgerechte Hüttentechnik

### Internetadresse:

[www.ievebs.eu](http://www.ievebs.eu)

### Autoren:

Steinbacher + Steinbacher ZT GMBH  
Breitwies 16, A-5303 Thalgau  
T: +43/(0)6235/5470-0; F: +43/(0)6235/5471,  
E: [salzburg@steinbacher.co.at](mailto:salzburg@steinbacher.co.at)  
DI Gottfried Steinbacher  
DI (FH) Thomas Niederberger  
DI Johannes Hubmann  
[mailto:salzburg@steinbacher.co.at](mailto:mailto:salzburg@steinbacher.co.at)

MSc Hubert Deubler  
Freiberuflicher Planungsingenieur  
für regenerative Energien  
– Bearbeitung Auswertungsbereich  
Energieversorgung –  
Alpenstraße 60, D-83487 Marktschellenberg,  
T: +49/(0)8650/984734,  
F: +49/(0)8650/984266, E: [hdeubler@aol.com](mailto:hdeubler@aol.com)

fj Horst Höfler  
Ascholdingner Str. 1a,  
D-82544 Egling-Siegershofen  
T: +49/(0)8176/999293, E: [ho.hoeffler@gmx.de](mailto:ho.hoeffler@gmx.de)

Wissenschaftliche Begleitung durch  
die Universität für Bodenkultur Wien:  
Institut für Siedlungswasserbau, Industriewasser-  
wirtschaft und Gewässerschutz (BOKU-SIG)  
Muthgasse 18, A-1190 Wien  
T: +43/(0)1/36006-0; F: +43/(0)1/3689949,  
E: [sig-office@boku.ac.at](mailto:sig-office@boku.ac.at)  
DI Dr. Norbert Weissenbacher  
DI Ernest Mayr

Institut für Verfahrens- und Energietechnik  
(BOKU-IVET)  
Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien  
T: +43/(0)1/47654-0, F: +43/(0)1/47654-3529,  
E: [christian.aschauer@boku.ac.at](mailto:christian.aschauer@boku.ac.at)  
DI Christian Aschauer

Institut für Abfallwirtschaft (ABF-BOKU)  
Muthgasse 107, A-1190 Wien  
T: +43/(0)1/3189900, F: +43/(0)1/3189900350,  
E: [abf@boku.ac.at](mailto:abf@boku.ac.at)  
DI Dr. Sandra Lebersorger

### Umschlagbild vorne:

Die Laufener Hütte im Tennengebirge

### Gestaltung und Layout:

Verlagservice Peter Schneider, Iffeldorf

1. Auflage 2011  
© Bergverlag Rother GmbH, München  
ISBN 978-3-7633-8038-1



