

Abwassersanierung in der Region Trüebsee-Jochpass-Gerschnialp

Autor(en): **Schärer, Heinz / Dietiker, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **102 (1984)**

Heft 37

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75521>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Etappengrösse, um nur einige zu nennen.

Die einfachen Installationen, grösstenteils bedingt durch die gegebenen Umstände, haben zu viel Handarbeit geführt, was deutlich in einem *hohen Lohnanteil* bei den verschiedenen Arbeitsgattungen zum Ausdruck kommt.

Eine besondere Bedeutung wurde dem *Blitz- und Erdungsschutz* beigemessen. Es wurde dazu ein eigens vom Bauherrn erarbeitetes Konzept aufgestellt, das vor allem folgende Punkte sicherzustellen hatte:

- Schutz des Personals während der Bauzeit und dem späteren Betrieb
- Schutz der Gebäude vor Durchschlägen und Brandausbrüchen
- Schutz der elektrischen Einrichtungen und Installationen

Für die Bauausführung bedeutete dies das Verschweissen von Kreuzungsstellen der Armierungseisen in Abständen von 2,0×2,0 m. Diese Massnahme wurde konsequent für alle Bauteile im Gebäude, Liftschacht und Stollen angewendet. Alle Teile mussten miteinander verbunden werden; die Erdung erfolgt über die Bergstation der Luftseilbahn Trübsee-Titlis. Ebenso mussten laufend alle Bauinstallationen und metallischen Bauelemente an die Erdbänder, welche kontinuierlich mit den Baufortschritten verlegt wurden, angeschlossen werden.

Die Stahlbaumontage

Darüber hat *P. Hufschmid* in dieser Zeitschrift bereits ausführlich berichtet [4].

Literatur

- [1] VST-Revue 10/1980: «Pionierleistung im Seilbahnbau»
- [2] Technische Rundschau 12.12.83: «Das längste freihängende Elektrokabel Europas»
- [3] Mitteilungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung: «Lawinverbau im Anbruchgebiet, Richtlinien des Eidg. Oberforstinspektorates für den Stützverbau». Nr. 29. Dezember 1968
- [4] *Hufschmid, P.*: «Antennenträger in Stahl, Mehrzweckgebäude der PTT auf dem Titlis», Schweizer Ingenieur und Architekt, Zürich, Nr. 40, 1983

Adressen der Verfasser: *H. Wahlen*, dipl. Architekt ETHZ/SIA, c/o Suter und Partner, dipl. Architekten, Thunstrasse 95, 3006 Bern, und *H. Gut*, dipl. Bauingenieur ETHZ/SIA, und *R. Weiss*, dipl. Bauingenieur ETHZ, beide c/o Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Bellerivest. 36, 8022 Zürich.

Abwassersanierung in der Region Trübsee-Jochpass-Gerschnialp

Von Heinz Schärer, Kilchberg, und Ernst Dietiker, Luzern

Heutige Verhältnisse

Seit 1967 ist beim Trübsee eine *mechanisch-biologische Abwasserreinigungsanlage* in Betrieb, der die Abwässer der näheren Umgebung (Hotel, Restaurant und Bahnstation) zufließen. Beim Bau der Luftseilbahn Trübsee-Titlis wurde auch die Zwischenstation Titlis-Stand über eine Sanierungsleitung angeschlossen. Beide Bauvorhaben stellten für die damalige Zeit bestimmte Pionierleistungen dar; heute kann allerdings der Reinigungsgrad der Anlage Trübsee aus verschiedenen Gründen nicht mehr genügen.

Die übrigen Berghäuser und Gastbetriebe in der Region Trübsee-Jochpass-Gerschnialp verfügen über *mehrkammerige Abwasserfaulräume*, die bisher in den meisten Fällen zu keinen eigentlichen Beanstandungen Anlass gaben. An zwei Orten traten zeitweise Probleme bezüglich Geruchsmissionen bzw. Vereisungen auf. Die Reinigungsleistung von Abwasserfaulräumen ist bekanntlich nicht sehr hoch und die Versickerung von teilgereinigtem Abwasser in bezug auf die tiefer liegenden Quellen bestimmt nicht unproblematisch.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Abwasserverhältnisse im

Raum Trübsee-Jochpass-Gerschnialp heute nicht mehr befriedigen können. Mit der im Bau befindlichen Gondelbahn Engelberg-Trübsee wird die Spitzenfrequenz von 5500 auf 9000 Personen pro Tag gesteigert, so dass sich die Situation noch weiter verschärfen wird. Ein grossräumiges Überdenken der Abwassersanierung war deshalb angezeigt. Das zu erschliessende Gebiet liegt zu rund 80% im Kanton Nidwalden, die übrige Fläche im Kanton Obwalden.

Aufgabenstellung

Die Gemeinden Wolfenschiessen NW und Engelberg OW sowie die Kantonalen Fachstellen haben das Problem rechtzeitig erkannt und unser Büro beauftragt, ein *Sanierungsprojekt* auszuarbeiten, welches über folgende Punkte detaillierte Auskünfte vermitteln soll:

- die heutigen Abwasserverhältnisse (Anlage Trübsee und provisorische Klärsysteme),
- den Zustand des Trübsees und dessen Belastbarkeit bezüglich der Einleitung von gereinigtem Abwasser sowie
- die hydrogeologische Situation und

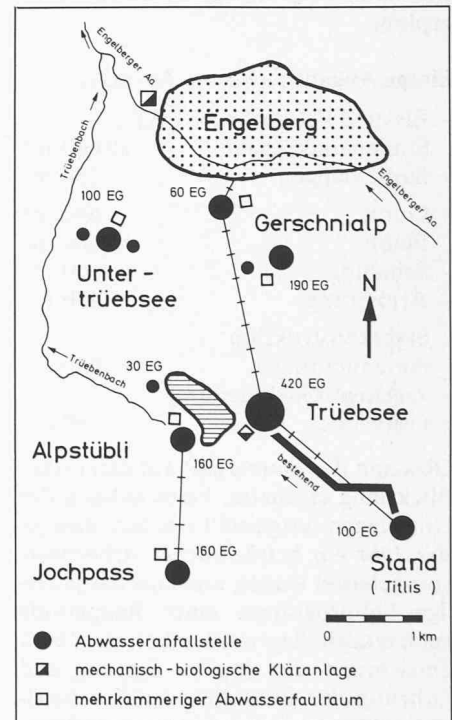


Bild 1. Bestandaufnahme

die Zulässigkeit von Abwasserversicherungen.

Ferner waren näher zu prüfen bzw. zu ermitteln:

- die Vor- und Nachteile verschiedener Sanierungsvarianten,
- die Gesamtkosten unter Berücksichtigung der subventionstechnischen Belange,
- der Vorschlag eines Kostenverteilers und
- die gewässerschutztechnischen Prioritäten sowie das Bauprogramm.

Vorgehen

Vorerst erfolgte eine genaue *Bestandesaufnahme* sämtlicher Abwasseranfallstellen sowie der vorhandenen Abwasseranlagen (Bild 1). Parallel dazu liessen sich folgende Grundlagen beschaffen: Betriebsberichte der Anlage Trüebsee, Zustandsbericht des Trüebsees, Unterlagen über die hydrogeologischen Verhältnisse sowie Angaben über die heutigen und künftigen Bahnfrequenzen.

In der Folge wurden vier *Sanierungsmöglichkeiten* geprüft und die entsprechenden Kosten ermittelt (Bilder 2-5). Nachdem sich eine Lösung sowohl in finanzieller wie gewässerschutztechnischer Hinsicht deutlich von den übrigen Varianten abhob, erübrigten sich z.T. detailliertere Untersuchungen von Randproblemen.

Bestandesaufnahme

Abwasseranfallstellen

Bei der Bestandesaufnahme wurden alle massgebenden Parameter wie Bettenzahl, Sitzplätze, ständige Einwohner, sanitäre Einrichtungen, vorgesehene Erweiterungen usw. erfasst, die zur Festlegung der heutigen und künftigen Anschlusswerte von Bedeutung sind.

Beurteilung der ARA Trüebsee

Die Abwasserreinigungsanlage Trüebsee ist auf 375 EG (Einwohnergleichwerte) ausgelegt. Betriebsuntersuchungen des Laboratoriums der Urkantone [1] zeigen, dass die geforderten Abflussqualitäten der eid. Verordnung über Abwassereinleitungen in vielen Fällen *nicht erreicht* werden. So konnten beispielsweise die Abflusswerte bezüglich dem biochemischen Sauerstoffbedarf sowie den gesamten ungelösten Stoffen in den Jahren 1979-82 nur in vier von neun Fällen genügen, und die vorgeschriebene Abflussqualität bezüglich Phosphor liess sich nie erreichen. Bei Spitzenbelastungen lagen die gemessenen Abflusswerte z.T. um das drei- bis fünffache über den angestrebten Qualitätszielen der Verordnung. Flockungsversuche [2] haben allerdings gezeigt, dass sich die geforderten Abflusswerte bezüglich Phosphor durch die Zugabe von Eisensulfat einhalten lassen.

Der *ungenügende Reinigungseffekt* ist zur Hauptsache drei Ursachen zuzuschreiben: der Überlastung bei Spitzenfrequenzen (vergleiche Projektierungsgrundlagen), der Trägheit der Anlage bei Belastungsschwankungen - wie sie in Touristenregionen immer wieder

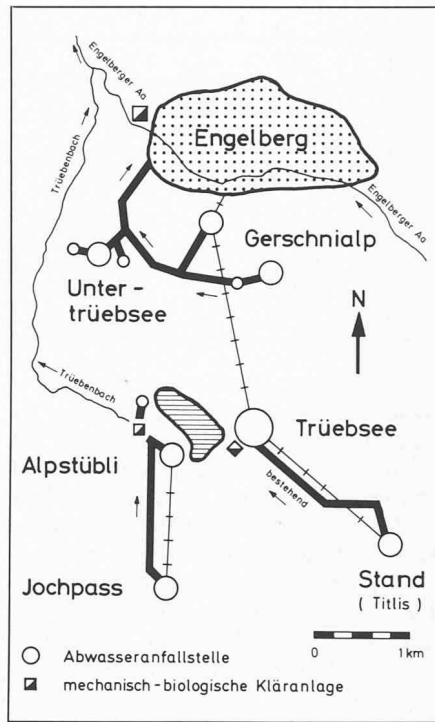


Bild 2. Variante 1

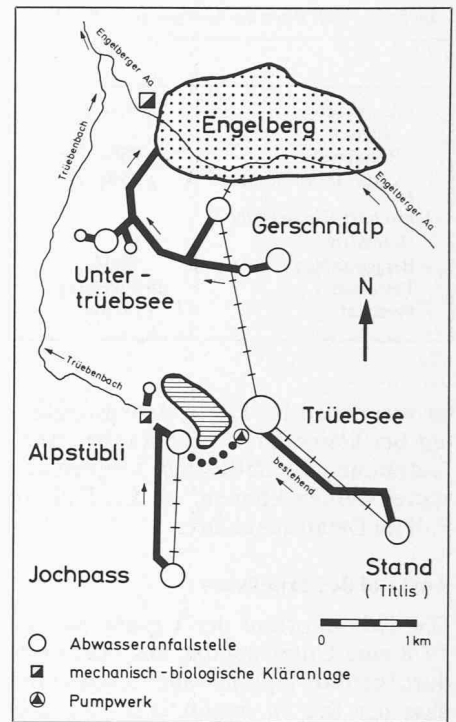


Bild 3. Variante 2

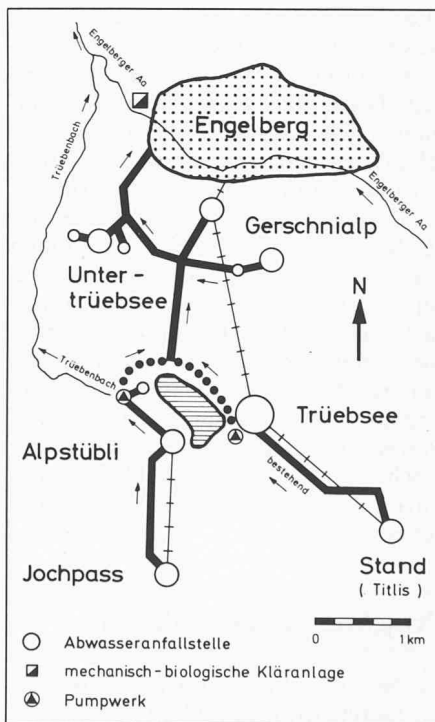


Bild 4. Variante 3

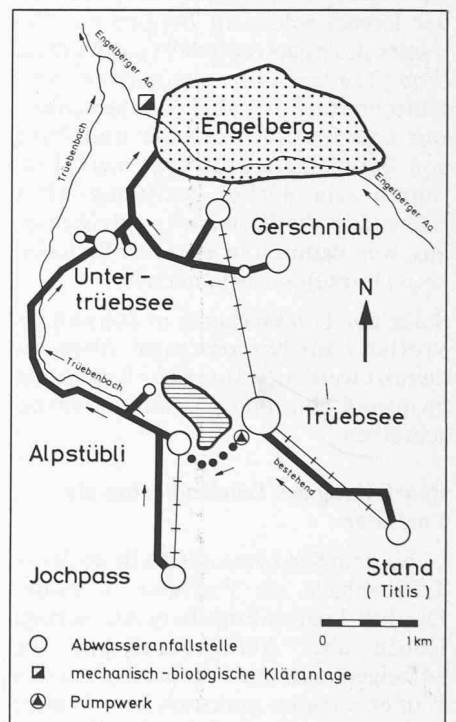


Bild 5. Variante 4

aufzutreten - sowie der ungenügenden Wartung speziell bei grossen Bahnfrequenzen. Diese drei Hauptursachen zeigen die Problematik von Kläranlagen in Touristenregionen auf.

Zum Schluss sei noch auf die umfassende bauliche Renovation hingewiesen, die der schlechte Zustand der Anlage zwingend erfordert.

Beurteilung der übrigen Klärsysteme

Wie Bild 1 zeigt, sind an verschiedenen Orten mehrkammerige Abwasserfaul-

räume vorhanden, die aber z.T. *nur als vorübergehende Lösung toleriert* sind. Erfahrungsgemäss ist bei solchen Anlagen lediglich ein Reinigungseffekt (bezogen auf den BSB₅) zwischen 30 und 50% zu erwarten.

Der Abfluss *versickert* in den meisten Fällen in der näheren Umgebung, und ein Nachweis über dessen Auswirkungen auf die tieferliegenden Wasserfassungen ist bis heute nicht erbracht. Es ist daher naheliegend, dass der Einsatz dieser Klärsysteme nach Möglichkeit

Tabelle 1. Definition der Einwohnergleichwerte

		VSA	Projekt
- hydraulisch	1/EG · d	170	100
- biologisch			
· Rohabwasser	g BSB ₅ /EG · d	75	75
· vorgeklärtes Abwasser	g BSB ₅ /EG · d	50	50
<i>Einwohner-Gleichwerte:</i>			
- Hotels usw.	1 Bett	1 EG	1 EG
- Berggasthäuser	1 Sitzplatz	2 EG	½ EG
- Terrassen	20 Sitzplätze	1 EG	1 EG
- Personal	1 Person	1 EG	1 EG

zu vermeiden ist. Ob in Ausnahmefällen bei kleineren Objekten Abwasserfaulräume oder abflusslose Gruben gestattet werden können, ist von Fall zu Fall im Detail abzuklären.

Zustand des Trüebsees

Das Laboratorium der Urkantone hat 1978 eine Untersuchung des Trüebsees durchgeführt [3] und dabei festgestellt, dass der See in qualitativer Hinsicht dem *oligotrophen bis mesotrophen Produktionsstypus* entspricht. Nach Ansicht des Labors sollte ein Bergsee ein Gewässer des oligotrophen Typus bleiben. Eine Tendenz zur qualitativen Verschlechterung ist aber unübersehbar, was ausschliesslich auf die Einleitung von gereinigtem Abwasser zurückzuführen sein dürfte. Nachteilig wirkt sich zudem die Verwendung als Stausee aus, weil dadurch in gewissen Perioden kein Durchfluss vorhanden ist.

Sollte der Trüebsee auch in Zukunft als Vorfluter für das gereinigte Abwasser benutzt werden, wäre in der Kläranlage zwingend eine Phosphatfällung vorzuschreiben.

Beurteilung des Trüebenbaches als Vorfluter

Nebst dem See käme allenfalls noch der Trüebenbach als Vorfluter in Frage. Das EW Luzern-Engelberg AG verfügt jedoch über Abflussmessungen, die aufzeigen, dass der Trüebenbach in den Wintermonaten praktisch kein Wasser führt. Die erforderliche Verdünnung bei Einleitung von gereinigtem Abwasser wäre demnach nur zwischen Frühjahr und Herbst vorhanden. In den Wintermonaten müsste der Abfluss von der Anlage zum Trüebsee hochgepumpt werden, was allerdings vertretbar ist, lässt sich doch das Wasser anschliessend auf einer Höhendifferenz von rund 760 m energetisch nutzen.

Hydrogeologische Verhältnisse

Zur Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse stand die hydrogeologische Karte des Kantons Nidwalden zur Verfügung, die die erforderlichen Grundlagen sowie die Standorte der

Wasserfassungen vermittelt. Dabei ist festzustellen, dass die Geologie im Raum Trüebsee problematisch und schwer überschaubar ist. So musste beispielsweise der See abgedichtet werden, damit sich die Wasserverluste in Grenzen halten. Wegen des *stellenweise sehr durchlässigen Bodens* verzichteten die Kraftwerke Engelberger AG zudem auf eine Vergrösserung des Stauvolumens.

EW-Stollen Trüebsee-Gerschniboden

Die Druckleitung Trüebsee-Engelberg ist auf dem Steilstück zwischen See und Gerschniboden in einem Stollen verlegt. Dieser bietet sich im ersten Moment auch als ideale Möglichkeit zur Ableitung der Abwässer nach Engelberg an. Umfangreiche Abklärungen haben aber gezeigt, dass damit eine ganze Reihe von Problemen verbunden wäre. So ist das Platzangebot äusserst knapp und das Einziehen einer Abwasserleitung aufwendig und schwierig, weist doch der Stollen eine Neigung von rund 45° auf. Zudem wäre beim oberen Stolleneingang ein zusätzliches Pumpwerk notwendig. Trotz dieser Nachteile ist diese Möglichkeit in der Variante 3 kostenmässig näher untersucht worden.

Projektierungsgrundlagen

In den Projektierungsstudien werden Varianten, die eine Ableitung aller Abwässer zur Anlage Engelberg vorsehen, und Lösungen mit Kläranlagen im Raum Trüebsee verglichen. Damit eine einwandfreie Kostengegenüberstellung möglich war, mussten vorerst die Ausbaugrössen dieser Anlagen festgelegt werden. Erste Berechnungen nach Richtlinien VSA [4] ergaben sehr hohe Werte, die in keiner Relation zu den Bahnfrequenzen standen. Daher war ein anderer Schlüssel zu suchen, der die Verhältnisse dieser Touristenregion besser berücksichtigt. Aufgrund einer Studie [5], die das Kantonale Amt für Gewässerschutz Graubünden im Auftrag der Diavolezza-Bahn AG verfasste, sowie aufgrund der Betriebsberichte

Tabelle 2. Einwohnergleichwerte in der Projektierungs-Region

Teilgebiet	1983	Zukunft
Trüebsee/Titlis-Stand	520	710
Alpstübli/Jochpass	350	490
Untertrüebsee	100	140
Gerschnialp	250	250
Aufrundung und Reserve	80	110
Total EG (Gesamte Region)	1300	1700

der Anlage Trüebsee liessen sich gebietsbezogene Grundlagen ermitteln, die nachstehend den Werten nach VSA gegenübergestellt sind.

Definition der Einwohnergleichwerte

Tabelle 1 enthält die Einwohnergleichwerte nach VSA und jene des Projekts. Der Vergleich zeigt *zwei Unterschiede*: Der spez. Wasserverbrauch sowie die Gleichwerte für die Sitzplätze in Berggasthäusern sind für dieses Projekt tiefer angesetzt als in den Richtlinien VSA. Diese Reduktionen sind durch das beschränkte Wasserangebot sowie die gebietsbezogene Belegung der Sitzplätze begründet. Die gewählten Ansätze sind für andere Regionen nicht unbeschweren zu übernehmen; sie müssen vielmehr durch geeignete Erhebungen erhärtet werden.

Einwohnergleichwerte in der Projektierungsregion

Aufgrund der detaillierten Bestandaufnahme liessen sich Einwohnergleichwerte gemäss Tabelle 2 festlegen. Diese Bemessungsgrössen sind im folgenden Variantenvergleich berücksichtigt.

Möglichkeiten der Abwasserbeseitigung

Aus der grossen Zahl von Lösungsmöglichkeiten sind folgende Varianten ausgewählt und sowohl in gewässerschutztechnischer wie in finanzieller Hinsicht näher untersucht worden:

Variante 1 (Bild 2): Konzept mit *zwei* Kläranlagen im Raum Trüebsee und Anschluss von Gerschnialp und Untertrüebsee an die ARA Engelberg.

Variante 2 (Bild 3): Konzept mit *einer* Kläranlage im Raum Trüebsee und Anschluss von Gerschnialp und Untertrüebsee an die ARA Engelberg.

Variante 3 (Bild 4): Anschluss der gesamten Region an die ARA Engelberg. Ableitung Trüebsee-Gerschniboden im EW-Stollen.

Variante 4 (Bild 5): Anschluss der gesamten Region an die ARA Engelberg. Ableitung Trüebsee-Untertrüebsee entlang dem Trüebenbach.

Grundsätzlich sind also Lösungen mit Kläranlagen im Raum Trüebsee Konzepten gegenübergestellt, die eine Ableitung sämtlicher Abwässer zur Anlage Engelberg vorsehen. In gewässerschutztechnischer Hinsicht sprechen allerdings verschiedene Punkte eher für einen Anschluss an die bestehende Grossanlage:

- auf der Anlage Engelberg ist genügend freie Kapazität vorhanden;
- eine einwandfreie Klärschlammverwertung ist gewährleistet;
- für die Phosphatfällung und eine allfällige weitergehende Reinigung sind bessere Möglichkeiten gegeben;
- die Belastungsschwankungen sind gedämpfter und lassen sich besser auffangen (Ausgleich mit dem Dorf Engelberg);
- eine zuverlässige Wartung und Erfolgskontrolle ist sichergestellt;
- die ARA Engelberg liegt an einem leistungsfähigen Vorfluter;
- das Konzept ist flexibel und trägt einer künftigen Entwicklung im touristisch intensiv genutzten Gebiet weitgehend Rechnung;
- die Trinkwasserfassungen in Untertrüebsee und im Talboden werden nicht gefährdet.

Neben den gewässerschutztechnischen Kriterien sind auch die Erstellungskosten und Betriebskosten von Bedeutung, die daher in der Gesamtbetrachtung ebenfalls zu berücksichtigen sind.

Die Beurteilung der Varianten 1 und 2 stützt sich speziell auf neuere Publikationen über die Abwasserreinigung in kleineren Kläranlagen [6, 7, 8, 9]. Aufgrund dieser Unterlagen und unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten ist das im Bild 6 dargestellte Anlagenkonzept kostenmässig eingerechnet worden.

Die Ableitungen sind grösstenteils als Sanierungsleitungen vorgesehen, und

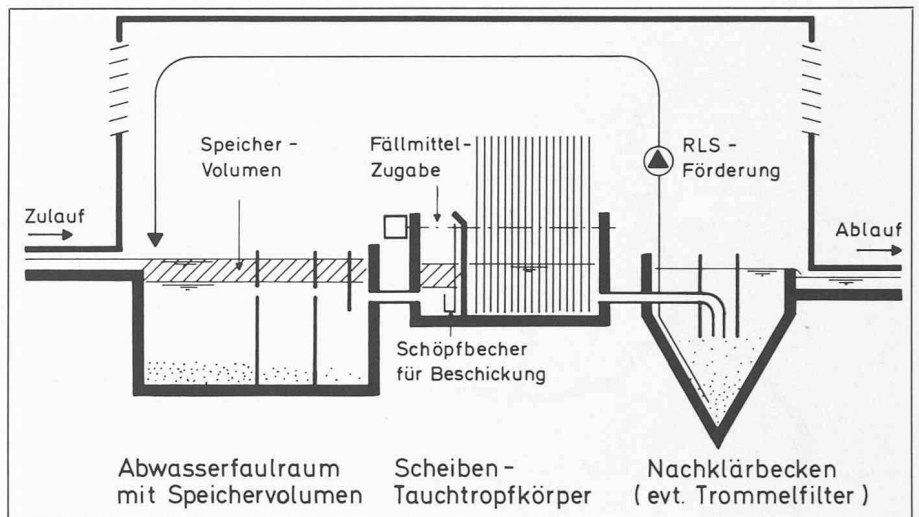


Bild 6. Vorschlag für eine Kläranlage im alpinen Raum

die Ausführung entspricht dem üblichen Standard, der in verschiedenen Veröffentlichungen festgehalten ist [10, 11, 12].

Kostenberechnungen

Die Kostenberechnungen berücksichtigen die Preisbasis 1983, wobei bei den Sanierungsleitungen folgende Laufmeterpreise zugrunde gelegt sind:

Sammelleitungen:

- normale Verhältnisse Fr. 150.-/m¹
- schwierige Verhältnisse Fr. 180.-/m¹
- im EW-Stollen Fr. 200.-/m¹

Endstränge und Druckleitungen:

- einfache Verhältnisse Fr. 100.-/m¹
- normale Verhältnisse Fr. 120.-/m¹
- schwierige Verhältnisse Fr. 140.-/m¹

Die Baukosten der Abwasserreinigungsanlagen basieren auf der Kostenkurve von Bild 7, die den Verhältnissen im alpinen Raum sowie den Auswer-

tungen des Bundesamtes für Umweltschutz [13] gerecht wird.

Für die vier geprüften Lösungen ergeben sich folgende Gesamtaufwendungen (unter Berücksichtigung des anteilmässigen Einkaufs in die ARA Engelberg):

- Variante 1: Konzept mit zwei Klein-Kläranlagen Fr. 2 385 000.-
- Variante 2: Konzept mit einer Klein-Kläranlage Fr. 2 240 000.-
- Variante 3: Anschluss an die Anlage Engelberg (über EW-Stollen) Fr. 2 030 000.-
- Variante 4: Anschluss an die Anlage Engelberg (entlang Trüebenbach) Fr. 1 980 000.-

Die Kostengegenüberstellung zeigt deutliche Vorteile zugunsten des Anschlusses an die Anlage Engelberg. Neben den Erstellungskosten interessieren auch die Betriebskosten. Für die kleinen Kläranlagen ist wiederum eine gebietsbezogene Kostenkurve aufgezeichnet (Bild 8), die etwas über den Auswertungen des Bundesamtes für Umweltschutz liegt. Für die gegebenen Ausbaugrößen von 550 bis 1300 EG liegen die spez. Betriebskosten zwischen

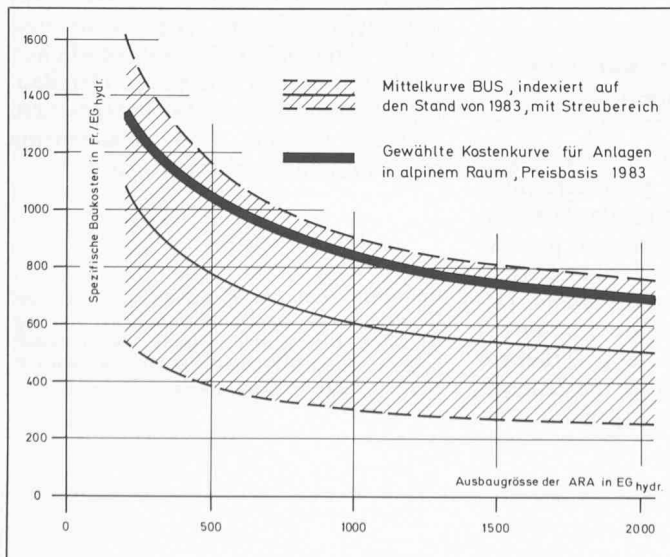
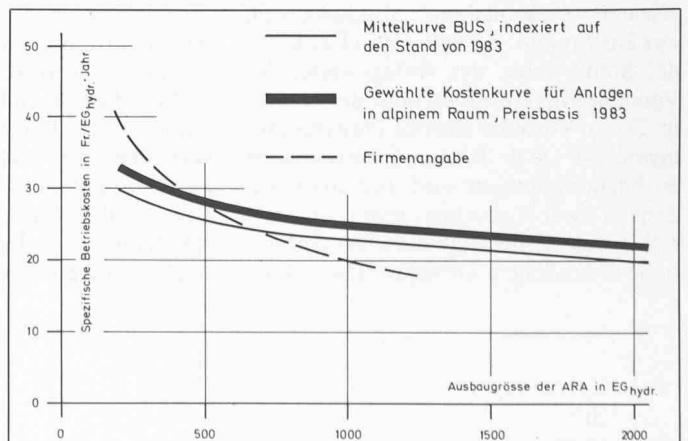


Bild 7 (links). Spezifische Baukosten von Abwasserreinigungsanlagen in Abhängigkeit der Ausbaugröße (Preisbasis 1983)

Bild 8 (unten). Spezifische Betriebskosten von Abwasserreinigungsanlagen in Abhängigkeit der Ausbaugröße (Preisbasis 1983)



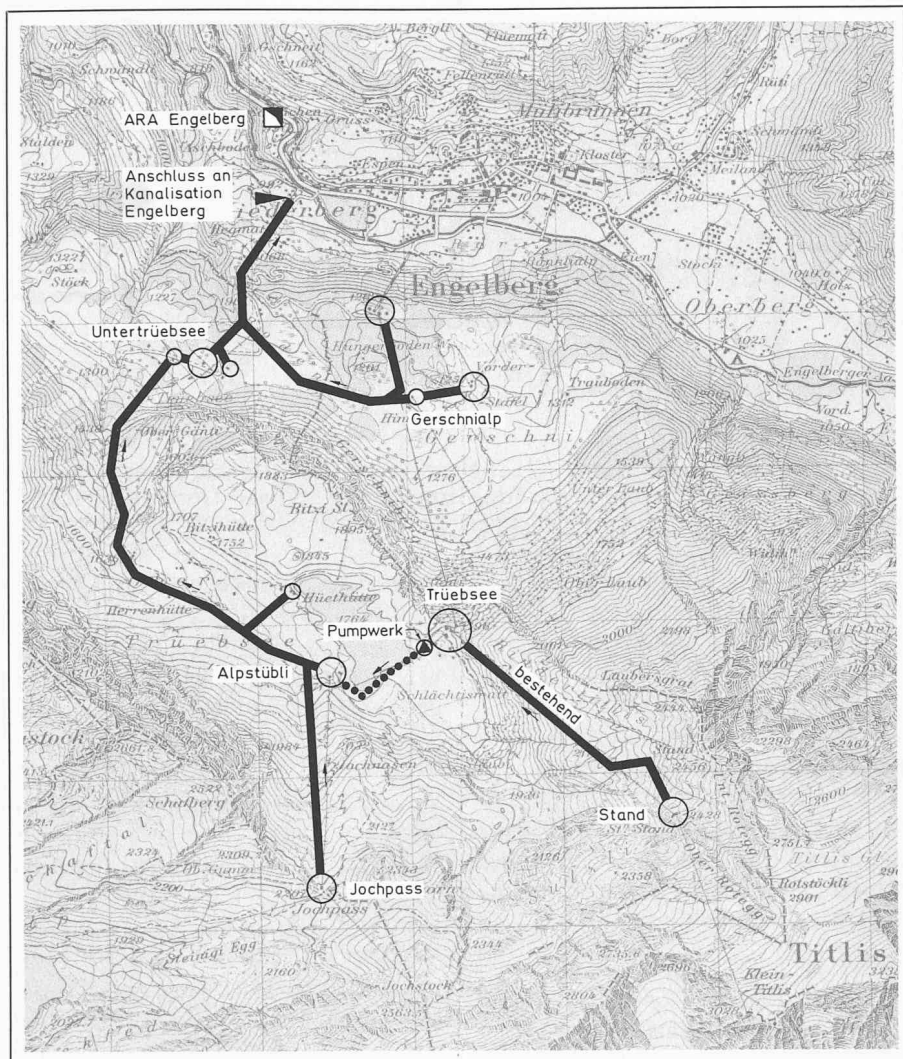


Bild 9. Abwassersanierungskonzept mit Anschluss an die Anlage Engelberg. Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 9. Juli 1984

Fr. 23.— und Fr. 27.— pro EG und Jahr; demgegenüber beträgt der Betriebskostenanteil auf der Anlage Engelberg lediglich Fr. 16.— pro EG und Jahr, d.h., auch in dieser Beziehung sind die Anschlussvarianten kostengünstiger, und speziell die Jahreskosten sprechen deutlich für diese Lösung.

An die Gesamtkosten von Fr. 1 980 000.— sind Beiträge von Bund und Kantonen in Aussicht gestellt; die Restkosten werden auf die Abwasserlieferanten aufgeteilt. Beim Kostenverteiler standen verschiedene Möglichkeiten zur Diskussion: Aufteilung in Funktion der Steuerwerte, der Anlagewerte, der Versicherungssummen oder der Rendite. Da im Verteiler sowohl Transportanlagen wie auch Restaurationsbetriebe zu berücksichtigen sind und diese zudem in zwei Kantonen liegen, ergaben sich einige Schwierigkeiten, bis einheitliche Grundlagen vorlagen. Diese wur-

den zum Schluss in bereinigten Anlagewerten gefunden. Zu erwähnen ist, dass im endgültigen Kostenverteiler sämtliche Transportanlagen erfasst sind, d.h. auch solche, die über keine eigenen sanitären Einrichtungen verfügen und somit als indirekte Verursacher zu taxieren sind.

Wahl des Sanierungskonzeptes und weiteres Vorgehen

Nachdem ein Anschluss an die Anlage Engelberg sowohl in gewässerschutztechnischer wie in finanzieller Hinsicht eindeutig in den Vordergrund gerückt war, stand nur noch die Linienführung des Sammelkanals zur Diskussion. Dabei fiel die Wahl auf die Variante 4 «Ableitung entlang dem Trüebbach», da diese Lösung für die Zukunft

Literatur

- [1] Laboratorium der Urkantone: Untersuchungsberichte der ARA Trüebsee (Jahre 1979–82).
- [2] Laboratorium der Urkantone: Bericht über die Flockungsversuche auf der ARA Trüebsee mit Eisensulfat (Juli 1978).
- [3] Laboratorium der Urkantone: Untersuchungsbericht über den Zustand des Trüebsees (1978).
- [4] VSA: Richtlinien für die Entwässerung von Liegenschaften. Dritter Teil: Abwasser-Einzelreinigungsanlagen.
- [5] Amt für Gewässerschutz Graubünden: Untersuchungsbericht der ARA Diavolezza, Pontresina (Oktober 1982).
- [6] Gujer W., Krejci V.: «Abwasserreinigung in kleinen Kläranlagen». Neue Zürcher Zeitung, 15.9.1982.
- [7] Fleckseder H.: «Sind kleine Abwasserreinigungsanlagen tatsächlich so schlecht wie ihr Ruf?». Gas-Wasser-Abwasser, Nr. 11, 1982.
- [8] Fleckseder H., Gujer W., Krejci V.: «Abwasserreinigung bei stark schwankendem Anfall». Gas-Wasser-Abwasser, Nr. 11, 1982.
- [9] Fleckseder H., Krejci V.: «Absetzen, anaerobe Abwasserreinigung, Schlammfäulung und Schlammfäulung bei kleinen Abwasserreinigungsanlagen». Gas-Wasser-Abwasser, Nr. 11, 1982.
- [10] Deplazes G.: «Probleme mit Sanierungsleitungen». Wako-Abwasserkurs, Januar 1980.
- [11] Naef H., Tobler U.: «Kosten von Sanierungsleitungen». Gas-Wasser-Abwasser, Nr. 9, 1980.
- [12] VSA: Richtlinien für die Entwässerung von Liegenschaften. Erster Teil: Grundstückentwässerung.
- [13] Bundesamt für Umweltschutz (BUS): «Stand der kommunalen Abwasserreinigung in der Schweiz am 1. Januar 1979».

flexibler ist und zudem geringere Pumpkosten aufweist (Bilder 5 und 9).

In der Folge konnte auf detailliertere Abklärungen betreffend die hydrogeologischen Verhältnisse und die Auswirkungen der Versickerung von teilgereinigtem Abwasser (z.B. Färbversuche) verzichtet werden.

Die kantonalen Fachstellen haben dem gewählten Konzept zugestimmt und beide Gemeinden den erforderlichen Baukredit bereits genehmigt. Der Baubeginn ist im Sommer 1984 vorgesehen, und die gesamte Abwassersanierung soll bis 1986 abgeschlossen sein.

Adresse der Verfasser: H. Schärer, Ing., HTL, und E. Dietiker, Ing., c/o Desserich + Funk, dipl. Ing., ETH/SIA, Ingenieurbüro Luzern, Zürich, Kilchberg ZH, Stans NW, Engelberg OW, Erstfeld UR, Langensandstr. 74, 6005 Luzern.