

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 81 (1989)
Heft: 4-5

Artikel: Der Geschiebesammler Tobel am Palanggenbach
Autor: Ammann, Eduard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940470>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Geschiebesammler Tobel am Palanggenbach

Eduard Ammann

Der Palanggenbach, welcher ungefähr gegenüber von Altdorf in die Reuss mündet, galt seit jeher als äusserst gefährlicher Wildbach, und sein flacher Unterlauf wurde entsprechend früh verbaut.

Trotzdem kam es weiterhin immer wieder zu Bachausbrüchen, die grosse Teile des Schwemmkegels überfluteten und in den Gemeinden Seedorf und Attinghausen beachtliche Schäden anrichteten.

Ein derartiges, im Jahre 1977 aufgetretenes Hochwasser sowie die Beschädigung der bestehenden Uferverbauungen in den Jahren 1978 bis 1983 bewogen das Kantonale Bauamt Uri, den Weiterausbau des Palanggenbachs in Angriff zu nehmen. Gleichzeitig wurde der Wunsch nach einer generellen Gesamtausbaustudie, die alle wasserbaulichen, forstlichen und meliorationstechnischen Hochwasserschutzmassnahmen zu einem sinnvollen Verbauungskonzept zusammenfügen sollte, wach.

Bereits die ersten diesbezüglichen Überlegungen zeigten, dass dem Palanggenbach nur mit Verbauungen im Unterlauf wohl kaum beizukommen ist, da die Geschiebetransportkapazität desselben sehr bescheiden, der Geschiebeanfall aus dem Oberlauf hingegen beachtlich ist.

Durch die Erhöhung einer alten Bruchsteinsperre konnte kurzfristig ein Geschiebeauffangvolumen von 25 000 m³ geschaffen werden, womit die Gefahr für die Unterlieger vorübergehend gebannt war und Zeit für die Erstellung des generellen Ausbauprojekts gewonnen wurde.

1. Das generelle Ausbauprojekt

Für das generelle Ausbauprojekt wurden vorerst umfassende hydrologische und geologische Abklärungen vorgenommen sowie der geomorphologische Zustand des gesamten Einzugsgebietes aufgenommen. Alsdann konnten die verschiedenen Schutzmassnahmen in bezug auf Wirkung, Realisierungsmöglichkeit und Aufwand untersucht werden.

Es zeigte sich, dass für den Palanggenbach mit seinem sehr steilen, felsigen Einzugsgebiet und den zahlreichen potentiellen Geschiebeherden als erste Massnahme ein grosser, entleerbarer Geschiebesammler vor dem Unterlauf am zweckmässigsten ist; für den Mittellauf sind weitere Massnahmen vorgesehen.

Unter vier möglichen Standorten für den Geschiebesammler wählte man aufgrund des grossen Nutzvolumens und der guten optischen Abschirmung den Standort im Tobel, obwohl für dessen Erschliessung zusätzlich zum bestehenden Netz ein neues, 550 m langes Strassenstück, welches ebenfalls der Forstwirtschaft dient, und ein 200 m langer Tunnel erforderlich wurden.

2. Topographie und Geologie

Im Tobel fliesst der Palanggenbach durch eine enge, tief eingeschnittene Schlucht mit weitgehend parallelen Flanken.

Die linke Flanke ist bis weit hinauf gleichmässig mit etwa 50° geneigt. Die rechte Flanke wird von einer über 10 m hohen, beinahe senkrechten Felswand, die dann in einen Steilhang mit rund 45° Neigung übergeht, gebildet.

Auf beiden Flanken ist der Fels weitgehend aufgeschlossen, während die Talsohle unter einer 10 bis 12 m mächtigen Bachschuttdecke liegt.

Beim Fels handelt es sich um gebankten Sandstein mit dün-

nen Tonschieferzwischenlagen aus der Gruppe «Altdorfer Sandsteine und Schiefer».

Auf der linken Flanke verläuft die Schichtung praktisch hangparallel, und die obersten anstehenden Sandsteinplatten sind auf der Höhe des Bachbettes z. T. unterschritten und streichen in die Luft aus.

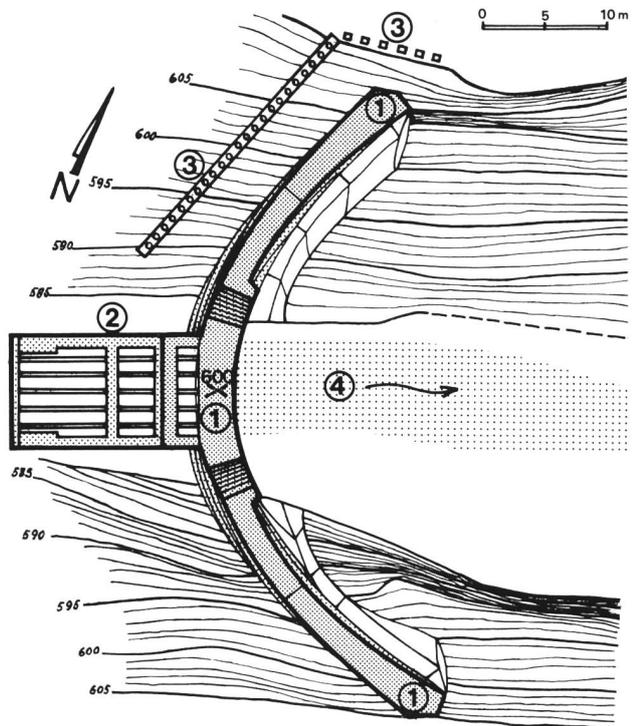


Bild 1. Lageskizze der Geschieberückhaltesperre am Palanggenbach im Kanton Uri. 1 einfach gekrümmte Bogensperre, 2 Rechenvorbau, 3 Felsanker, 4 Palanggenbach.

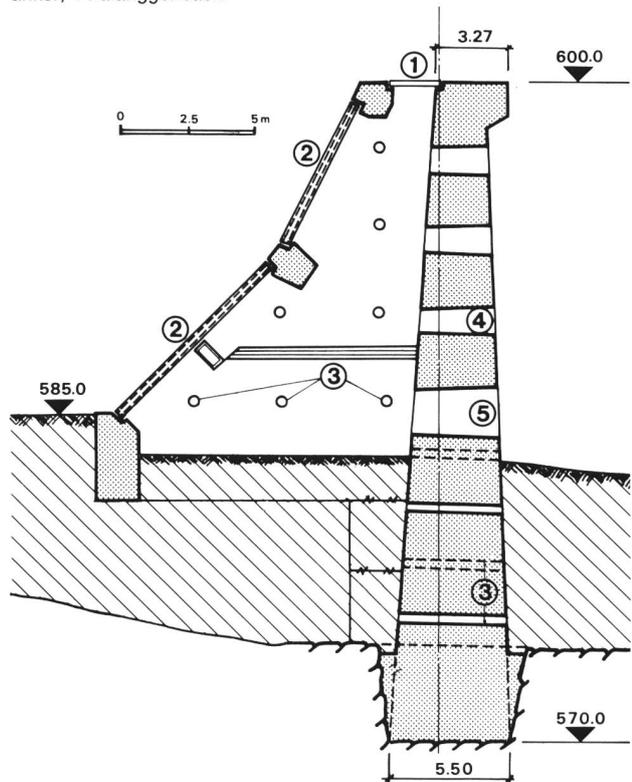


Bild 2. Vertikalschnitt durch die Bogenmauer. 1 Horizontalrechen, 2 Schrägrechen unten 1:1 geneigt, oben 2:1, 3 Runddolen in den Seitenwänden des Rechenvorbaus, die eine optimale Entwässerung von zurückgehaltenem Material gewährleisten sollen, 4 Entlastungsöffnungen, 5 Grunddole.

3. Die Form der Geschieberückhaltesperre

Nachdem der Standort und das Nutzvolumen des Sammlers schon im generellen Ausbauprojekt definiert worden waren, standen auch die Lage und die Höhe des erforderlichen Abschlussbauwerkes bereits fest. Es musste deshalb als erstes eine möglichst zweckmässige und passende Form für die Rückhaltesperre gefunden werden.

Nachdem sowohl armierte Plattensperren, reine Gewichtsmauern als auch Bogenmauern in den verschiedensten Ausführungsvarianten untersucht worden waren, fiel die definitive Wahl auf eine Bogensperre. Den Ausschlag dazu gab, dass dieser Sperrtyp weniger Probleme mit der hangparallelen Schichtung am linken Widerlager erwarten liess, billiger als andere Mauertypen war und über beachtliche Sicherheitsreserven verfügt.

Auf Wunsch des Bauherrn und mit Rücksicht auf kleinere ortsansässige Unternehmungen ohne Erfahrung im Stau-mauerbau wurde auf eine Mauerkrümmung im vertikalen Sinn verzichtet und die Sperre als einfach gekrümmte Bogen-mauer ausgebildet. Die Mauerachse wird in den Horizontalschnitten jeweils durch einen zentralen und zwei äussere Kreisbogen gebildet. Die Bogenradien nehmen von oben nach unten leicht ab, wobei der Radius der äusseren Bogen jeweils das 1,5- bis 2fache des zentralen Radius beträgt.

Den geologischen Randbedingungen wurde durch die Wahl möglichst grosser Krümmungsradien und die Anordnung von Widerlagerverstärkungen Rechnung getragen. Die Mauerstärke variiert im mittleren Teil von 1,75 m auf Kronenhöhe bis 5,5 m am Mauerfuss und ist bei den Wider-lagern den statischen Anforderungen entsprechend etwas grösser.

Zur Ableitung extremer Hochwasser besitzt die Sperre in der Mitte einen festen Überfall von 12 m Breite und 2,5 m Höhe. Mittlere Wassermengen fliessen durch eine Grund-dole von 4 × 2 m und drei weitere über die Höhe verteilte Entlastungsöffnungen von 4 × 1 m.

Die Hauptdaten des Sperrkörpers lauten:

| | | |
|---|----------------------------|-------------------|
| Kote der Krone | 602,5–605 m | ü. M. |
| Kote des Überfalls | 600 m | ü. M. |
| Kote des Bachbettes | ca. 585 m | ü. M. |
| Kote des Mauerfusses | 570 m | ü. M. |
| Grösste Höhe | 30 m | |
| Kronenstärke | 1,75–2 m | |
| Stärke am Mauerfuss | 5,5 m | |
| Kronenlänge | rd. 60 m | |
| Aushubvolumen (Fels und Lockermaterial) | 4800 m ³ | } ohne Rechen- |
| Betonvolumen | 4700 m ³ | |
| Beckeninhalt (Geschiebe) bei einem Auflandungs- gefälle von 15% | ca. 100 000 m ³ | |

4. Die statische Berechnung

Es stand praktisch von Anfang an fest, dass die Geschieberückhaltesperre der Oberaufsicht der Bundesbehörden unterstellt wird und deshalb den strengen Anforderungen, die an Stau-mauern gestellt werden, genügen muss. So mussten der volle Wasserdruck für ein 1000jähriges Hochwasser (120 m³/s), der Erddruck der Hinterfüllung, die Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter wie auch ein Erdbeben mit einer Beschleunigung von 0,1 g als Lasten eingeführt werden.

Etwas unklar war bei der vorliegenden Sperre, deren Stau-raum ja meistens leer ist, die Definition der verschiedenen Lastfälle. Schlussendlich wurde folgendes festgelegt:

| | |
|-------------------|--|
| Normallastfall 1: | Sammler leer, Bach fliesst durch die Grunddole ab. |
| Normallastfall 2: | Sammler voll, Entlastungsöffnungen verstopft, Bach fliesst über die Sperrkronen. |

| | |
|------------------------------|---|
| ausserordentlicher Lastfall: | 1000jähriges Hochwasser tritt während eines Erdbebens in den leeren Sammler ein und füllt ihn unter Verstopfung aller Entlastungsöffnungen. |
|------------------------------|---|

Die Sperre wurde statisch mit einem auf der für Stau-mauern gebräuchlichen «Trial-Load-Methode» des US Bureau of Reclamation basierenden Rechenprogramm berechnet. Im Prinzip handelt es sich um ein an die Stau-mauerprojek-tierung angepasstes Trägerrostverfahren, bei welchem die Sperre in horizontale Bogen und vertikale Konsolen aufgeteilt wird und dann durch Gleichsetzen der Verformungen an den Knotenpunkten die Belastung bzw. die Beanspruchung der einzelnen Bogen und Konsolen ermittelt wird. Die resultierenden Druckspannungen sind für alle Lastfälle kleiner als 30 kg/cm², die Zugspannungen erreichen im Normallastfall 9,5 kg/cm², im ausserordentlichen Lastfall bis 12 kg/cm². Die maximalen Radialverschiebungen betragen –3,8 mm und +3,65 mm.

5. Der Rechenvorbau

Im generellen Ausbauprojekt und selbst noch in der An-fangsphase der Sperrprojek-tierung war lediglich von Entlastungsöffnungen im Sperrkörper selbst die Rede. Im Verlauf der Detailprojek-tierung kristallisierte sich dann als Zielvorstellung eine Sperre heraus, die wohl das grobe Geschiebe, das im Unterlauf nicht mehr abtransportiert werden kann, zurückhält, aber trotzdem soviel feineres Ma-terial passieren lässt, dass unterhalb des Sammlers keine Erosionsschäden auftreten. Damit wurde aber ein Rechen für die Geschiebesortierung unumgänglich. Es wurden zahlreiche Rechentypen und verschiedenste Anordnungs-möglichkeiten geprüft: in den Entlastungsöffnungen mon-tierte vertikale Rechen mit horizontalen oder vertikalen Stä-ben, halbrunde oder konische, vor der Mauer plazierte Re-chen, Betonvorbauten mit geneigten oder seitlich angeord-neten Rechen usw.

Die grösste Sicherheit gegen das Verlegen des Rechens mit Schwemmholz bietet offensichtlich ein möglichst flacher Rechen mit vertikal angeordneten Stäben. Laut Erfahrun-gen bei österreichischen Wildbachsperrn sind bei einer Rechendurchflussfläche, welche etwa das 3fache der Do-lenfläche beträgt, die Verhältnisse für das Aufrollen des Schwemmholzes ideal, weil der Wasserspiegel vor und nach dem Rechen etwa gleich hoch ist und das Holz damit nur wenig gegen den Rechen gepresst wird.

Im vorliegenden Fall wurde dementsprechend ein gerader Rechenvorbau aus Beton mit einem schräg angeordneten Stahlrechen mit folgenden Hauptabmessungen gewählt:

| | |
|---------------------|-------------|
| Länge | 15 m |
| Breite | 7 + 2 = 9 m |
| Höhe | 15 m |
| Rechenneigung unten | 1:1 |
| Rechenneigung oben | 2:1 |
| Lichter Stababstand | ca. 80 cm |
| Stababmessungen | 50 × 21 cm |

Die Rechenstäbe bestehen aus INP-Profilen mit aufge-schweissten Seitenblechen und liegen auf durchlaufenden Auflagerbalken. Als Distanzhalter dienen einfache Winkel-eisen; gehalten werden die Stäbe von einer Klemmplatte, die mit Spannschrauben gegen den Auflagerbalken ge-

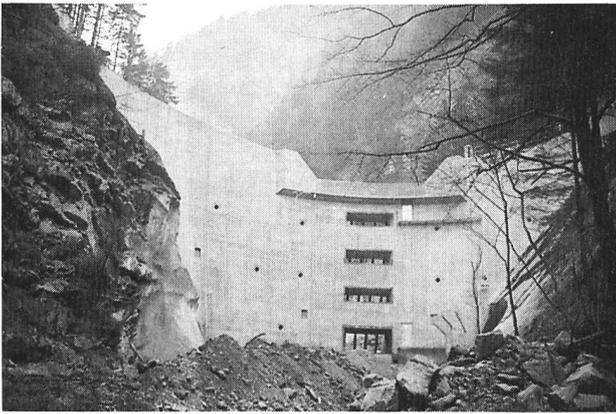


Bild 3. Die Palanggenbachsperre von unten. Über der Grunddole sind drei Entlastungsöffnungen und der Überfall angeordnet.



Bild 4. Die Palanggenbachsperre von oben. Im Rechenvorbau erkennt man die je fünf Rechenstäbe, die auf durchlaufenden Auflagerbalken liegen.

presst wird. Dank diesem Befestigungssystem kann der Stababstand jederzeit verkleinert oder vergrössert werden, falls die durchgelassene Geschiebemenge nicht den Erwartungen entsprechen sollte.

Damit diese Arbeiten gegebenenfalls auch ohne Behinderungen ausgeführt werden können, lässt ein Umleitungsrohr ein Niederwasser von $5 \text{ m}^3/\text{s}$ passieren.

Um eine möglichst optimale Entwässerung des zurückgehaltenen Materials, das ja ausgeräumt und wiederverwendet werden soll, zu gewährleisten, wurden sowohl in die Sperre als auch in die Seitenwände des Rechenvorbaus zusätzliche Runddolen verlegt.

6. Die Überwachungseinrichtungen

Wie bereits erwähnt, wurde die Sperre der Oberaufsicht des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Sektion Talsperren, unterstellt. Für die periodische Überwachung des Bauwerkes wurden folgende Messeinrichtungen angeordnet:

- Ein Schwimmpendel zur Kontrolle der Mauerdeformationen sowie zwei Rocmeter (3fache Extensometerstangen) zur Messung allfälliger Widerlagerdeformationen.
- Ein geodätisches Vermessungsnetz, mit dem gegebenenfalls auch grossräumige Bewegungen von Bauwerk und Fundation erkannt werden können.
- Eine Anzahl Thermometer, welche die für den Vergleich der gemessenen mit den berechneten Verschiebungen unerlässlichen Betontemperaturen sowie Luft- und Wassertemperatur liefern.

Gemessen wird anfänglich alle drei Monate, später noch zweimal im Jahr und nach jedem Hochwasser.

7. Die Bauausführung

Die *Bauarbeiten* wurden von der ortsansässigen Unternehmung Gasparini AG ausgeführt, die Aufgabe der Bauleitung übernahm das Personal des Kantonalen Bauamtes Uri weitgehend selbst. Beide wurden vom projektierenden Ingenieurbüro, vor allem bei den stau-mauerspezifischen Spezialarbeiten, beraten und unterstützt.

Die *Installation der Baustelle* war mit Ausnahme der provisorischen Bachumleitung konventionell. Es kamen unter anderem ein grosser Turmdrehkran, verschiedene Hydraulik- und Seilbagger, schwere Lastwagen und die heute gebräuchlichen Grossflächenkletterschalungen zum Einsatz.

Die *provisorische Bachumleitung* bestand aus einem 70 m langen Holzkanal mit rund $3 \times 1 \text{ m}$ Querschnitt, welcher der linken Talflanke entlang führte. Der Kanal war auf Ortsbetonscheiben aufgelegt und konnte die Spitzenabflüsse des

Winterhalbjahres (bis $30 \text{ m}^3/\text{s}$) gefahrlos ableiten. Vor der Sommerperiode mit den grossen Hochwassern hatte die Sperre die Höhe des Bachbetts erreicht, so dass der Kanal abgebrochen und der Bach durch die Grunddole geleitet werden konnte.

Die *Aushubarbeiten* gestalteten sich vorwiegend auf der linken Talflanke schwierig. Wegen der hangparallelen Schichtung des Altdorfer Sandsteins mussten Vorkehrungen getroffen werden, um die unterschrittenen Felspakete am Abgleiten zu hindern. So wurde der Aushubrand mit einem verankerten Betonriegel fixiert und der restliche Teil des Arbeitsbereiches flächenhaft mit Stabankern gesichert. Daraufhin konnte konventionell gesprengt werden, wobei selbstverständlich kleine Abschlüge und bescheidene Lademengen vorgeschrieben waren. Die Sprengerschüttungen wurden an verschiedenen Stellen laufend registriert, die Vorspannkraft an einigen der 29 Felsanker periodisch kontrolliert.

Eine erste Aushubetappe wurde von unten nach oben, die zweite dann von oben nach unten ausgeführt. Es wurde besonderes Gewicht auf präzise, kontinuierliche und saubere Fundamentaufstandflächen gelegt, was mit zahlreichen Profilaufnahmen und entsprechendem Nachprofilieren erreicht wurde.

Auf einen eigentlichen Injektionsschirm wurde aufgrund der vorliegenden Verhältnisse, und weil an eine Geschieberückhaltesperre keine speziellen Anforderungen bezüglich Dichtigkeit gestellt werden, verzichtet. Der Felsuntergrund im Bereich der Fundation wurde hingegen flächenhaft mittels kurzen *Injektionen* konsolidiert. Zum Schluss der Bauarbeiten wurden dann auch noch *Drainagebohrungen* abgeteuft, damit allfälliges Wasser, das die Widerlager umfliessen könnte, keine Felsabsprengungen verursachen kann.

Die Sperre wurde in *fünf unabhängigen Blöcken*, die in Etappen zu 2,5 m Höhe hochgezogen wurden, betoniert. Der Werkbeton wurde direkt aus der Aufbereitungsanlage Flüelen antransportiert und enthielt 250 kg Portlandzement pro m^3 sowie einen luftporenbildenden Zusatz zur Erhöhung der Frostbeständigkeit. Auf die ursprünglich vorgesehenen grobkörnigen Zuschlagstoffe (0–60 mm) musste wegen Liefer- und Preisproblemen verzichtet werden.

Die grössten Betonieretappen am Mauerfuss erreichten bis 170 m^3 und konnten in einem etwas verlängerten Arbeitstag gerade noch eingebracht werden. Selbstverständlich wurde die Betonqualität ab Werk kontinuierlich überwacht, und auf der Baustelle wurden periodisch Prüfkörper für die erforderlichen Labortests hergestellt.

Die *Fugen* zwischen den fünf Blöcken wurden mit Fugenbändern in verschiedene Felder aufgeteilt und mit Injektionsventilen ausgerüstet. So konnten die Fugen nach Abschluss der Betonarbeiten bei tiefer Aussentemperatur mit Zementmilch ausgepresst und damit ein monolytisch zusammenwirkendes Schalentragswerk geschaffen werden. Ausser im Bereich der Entlastungsöffnungen, wo eine Armierung für die Kraftumlenkung nötig war, und zur Rissebeschränkung im Kronenbereich, ist die Sperre, wie bei Stauauern üblich, nicht armiert.

Das erste Bauprogramm, das der Ausschreibung zugrunde gelegt wurde, sah den Baubeginn im April 1986 und den Abschluss der Arbeiten im Mai 1988 vor.

Der Baubeginn verzögerte sich dann aus verschiedenen Gründen bis zum Herbst 1986. Das Bauprogramm, welches ja auf die Winterpause, auf den Hochsommer mit möglichen Hochwasserereignissen und auf ideale Temperaturverhältnisse für die Fugeninjektionen Rücksicht nehmen muss, wurde deshalb bis Juni 1989 verlängert.

Günstige Witterungsverhältnisse, eine ausgezeichnete Baustellenbelegschaft und eine gewisse Risikobereitschaft der Unternehmung erlaubten hingegen, ohne nennenswerte Unterbrechung zu arbeiten, so dass das Bauwerk noch 1988 fertiggestellt werden konnte.

Die reinen Werkkosten beliefen sich auf 2,7 Mio Franken und lagen bei Berücksichtigung der aufgelaufenen Teuerung nur unwesentlich höher als das Angebot vom September 1986.

Am Bau Beteiligte

Bauherr: Baudirektion Uri

Projektierung: AG Ingenieurbüro Maggia, Filiale Altdorf

Bauleitung: Kantonales Bauamt Uri

Geologie: Dr. T. Schneider, Geologische Beratung, Altdorf

Vermessung: Swissair Photo + Vermessungen AG, Altdorf

Bauarbeiten: Viktor Gasperini AG, Altdorf

Bohrarbeiten und Injektionen: Stump Bohr AG, Giubiasco

Vorspannanker: Stahlton AG, Zürich

Stahlbau: Griesemer AG, Altdorf

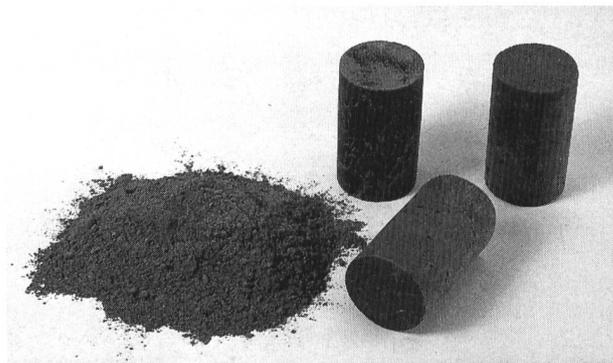
Messgeräte: Huggenberger AG, Horgen

Adresse des Verfassers: *Eduard Ammann*, dipl. Ing. ETHZ, AG Ingenieurbüro Maggia, Postfach 55, CH-6601 Locarno.

Rückstände aus Rauchgasreinigungen werden zu problemlosen, endlagerfähigen Reststoffen

Rauchgasreinigungsrückstände aus Kehrlichtverbrennungsanlagen lassen sich nach Aufbereitung mit Zement zu umweltverträglichen, endlagerfähigen Reststoffprodukten verfestigen. Ein mehrmonatiger Pilotversuch in Oberwinterthur hat dies, unabhängig des gewählten Rauchgasreinigungssystems, bestätigt. Gestützt darauf werden im Laufe der nächsten zwei Jahre verschiedene Kehrlichtverbrennungsanlagen in der Schweiz mit derartigen Anlagen ausgerüstet.

Heute fallen in der Schweiz jährlich rund 40000 t Rückstände aus der Rauchgasreinigung an, wenn Siedlungsabfälle in den Kehrlichtverbrennungsanlagen verbrannt werden. Sie enthalten Schwermetalle in konzentrierter und zum Teil leicht löslicher Form, so dass sie nicht direkt deponiert werden können. Gemäss dem Leitbild für die Schweizerische Abfallwirtschaft sind diese Abfälle so zu behandeln, dass daraus endlagerfähige Reststoffe entstehen. Damit



Rückstände aus der Rauchgasreinigung von Kehrlichtverbrennungsanlagen fallen in Pulverform an und werden nach Aufbereitung mit Zement vermischt und verfestigt. Pilotversuche und Analysen zeigten, dass die so entstandenen Reststoffprodukte umweltverträglich und endlagerfähig sind. Sie können problemlos in Reststoffdeponien gelagert werden und führen zu keinen Beeinträchtigungen von Boden, Wasser und Luft.

soll vor allem das Auslaugen von Schwermetallen stark herabgesetzt werden, so dass die Reststoffe in eigens dafür vorgesehenen Deponien auch über längere Zeiträume zu keinen Beeinträchtigungen von Boden, Wasser und Luft führen.

Bau und Betrieb dieser Pilotanlage standen unter der Leitung der Gebrüder Sulzer AG (Winterthur) und der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG (Zürich). Auftraggeber waren das Bundesamt für Umweltschutz, die Kantone Zürich, St. Gallen, Glarus und Thurgau, das Abfuhrwesen der Stadt Zürich, das Tiefbauamt der Stadt Winterthur und der Zweckverband Kehrlichtbeseitigung Linthgebiet. Diese Auftraggebergemeinschaft übernahm auch die Versuchskosten von rund 1,8 Mio Franken.

Für die Versuche wurden Rückstände aus den KVA Müllheim und Winterthur (Elektrofilterasche), Josefstrasse/Zürich (Quasitrockenrückstand) und St. Gallen (Nassverfahren mit Sprühtrocknung) verwendet. Die Rauchgasreinigungsrückstände werden ansatzweise in Wasser aufgeschlämmt und die leicht löslichen Neutralsalze dabei herausgewaschen. Die nicht gelösten Rückstände werden von der salzhaltigen Mutterlauge abfiltriert, mit Zement vermischt und verfestigt. Die Mutterlauge wird in einer Abwasseranfertigungsanlage von den mitextrahierten Schwermetallen gereinigt und direkt oder über eine Kläranlage einem Vorfluter zugeleitet. Der schwermetallhaltige Schlamm wird entwässert und gemeinsam mit den ausgelaugten Rückständen verfestigt.

Die Versuche haben für die Rückstände aus allen drei Rauchgasreinigungssystemen gezeigt, dass die Anforderungen an endlagerfähige Reststoffe gemäss Entwurf der Technischen Verordnung über Abfälle des Bundes eingehalten werden können. Aufbereitung und Verfestigung der Rückstände führen jedoch zu einer Verdoppelung der Masse an endzulagernden Produkten. Insgesamt belegen die Versuche, dass die erforderlichen technischen Grundlagen für den Bau industrieller Anlagen vorhanden sind. Solche Behandlungsanlagen lassen sich (mit einer Bauzeit von etwa einem Jahr) insbesondere gut in KVA mit nasser Rauchgasreinigung integrieren oder auch freistehend verwirklichen. Weitere Versuche sind geplant und sollen zeigen, welche Form (zum Beispiel Briketts, Blöcke usw.) die günstigste ist für die Deponierung und wie der Deponiebetrieb zu organisieren ist.

Gebrüder Sulzer AG, CH-8401 Winterthur (*G. Ghelfi*) und Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, CH-8022 Zürich (*Dr. U. Dietler*).