

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme  
**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung  
**Band:** 32 (1975)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Abwasserreinigungsanlage im Bergsturzgebiet  
**Autor:** Fischer, Friedrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-782408>

### **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:** 14.03.2025

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

# Abwasserreinigungsanlage im Bergsturzgebiet

Die Erweiterung der ARA Engelberg stellt besondere Probleme

Von Friedrich Fischer, Tiefbauingenieur, c/o Ingenieurbüro Holinger AG, Liestal

Es ist eine Binsenwahrheit, Wasser fliesst nicht bergauf . . .

Auch Abwasser fliesst nur abwärts, und so sind Kanalisationen stets talwärts orientiert. Zwangsläufig müssen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) an das untere Ende von Kanalisationen zu liegen kommen. Damit liegen die ARA-Standorte häufig in der Talsohle, in Fluss- und Seeufernähe oder sonstigen, unwirtschaftlichen Gebieten. Zudem kommt noch, dass keine Gemeinde für ihre ARA teures Land kaufen oder hergeben möchte, und es stehen für die Abwasserreinigung oftmals Grundstücke zur Verfügung, die ausser der Landwirtschaft niemandem dienen. Schliesslich sind Grundwasser, morastiger Boden, Hochwassergefährdung und schlechter Baugrund Probleme, mit denen sich der Bauingenieur für die Erstellung der ARA auseinandersetzen muss.

Die Erweiterung der ARA Engelberg ist auf einem Grundstück vorgesehen, auf das die Kanalisationen ausgerichtet sind und auf dem bereits die mechanische Anlage seit einigen Jahren in Betrieb ist.

Der Platz für die Erweiterung der ARA Engelberg zu einer mechanisch-biolo-

gischen Reinigungsanlage liegt südwestlich der Kantonsstrasse an einer Tobelflanke. Das geologische Gutachten deutet unmissverständlich auf schlechten Baugrund: heterogenes Bergsturzmaterial aus dem Trübsee-Titlis-Gebiet, der gegenüberliegenden Talseite.

Die Mächtigkeit beträgt mehrere 100 m. An eine herkömmliche Gründung der Bauwerke ist unter solchen Umständen nicht zu denken.

Die Grösse der zu erstellenden ARA soll mit einigen Zahlen dargelegt werden:

Einwohner: hydraulisch, 25 000 EW

BSB<sub>5</sub>-Verschmutzung in Biologie

1500 kg/Tag

Trockenwetteranfall (TWA<sub>16</sub>)

200 l/sec

Vorklärbecken, Aufenthaltszeit

1 Stunde bei TWA<sub>16</sub>

Vorklärbecken, maximal für

1 + 1fachen TWA<sub>16</sub>

Biologische Reinigung für

1 + 1fachen TWA<sub>16</sub>

Belüftungsbecken, Aufenthaltszeit

2 Stunden bei TWA<sub>16</sub>

Nachklärbecken, Aufenthaltszeit

3 Stunden bei TWA<sub>16</sub>

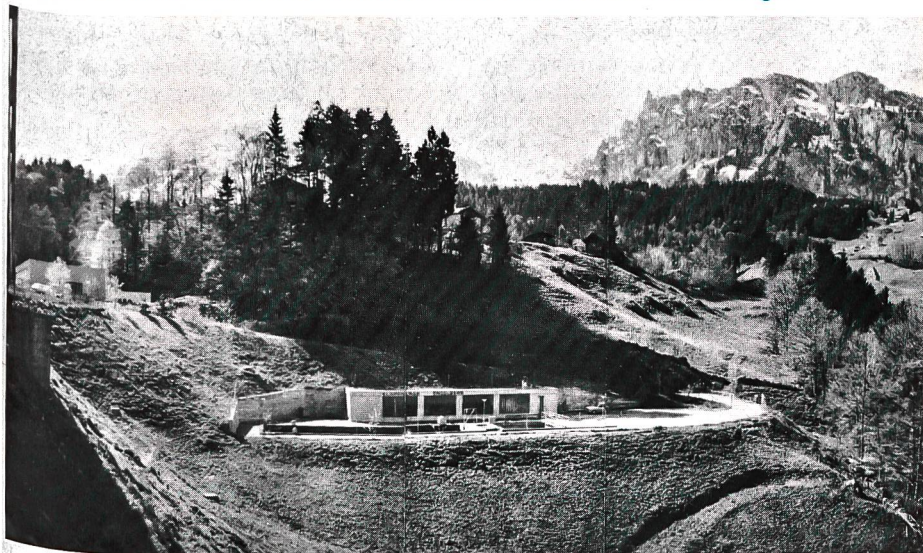
Unter Beachtung der im Kurort Engel-

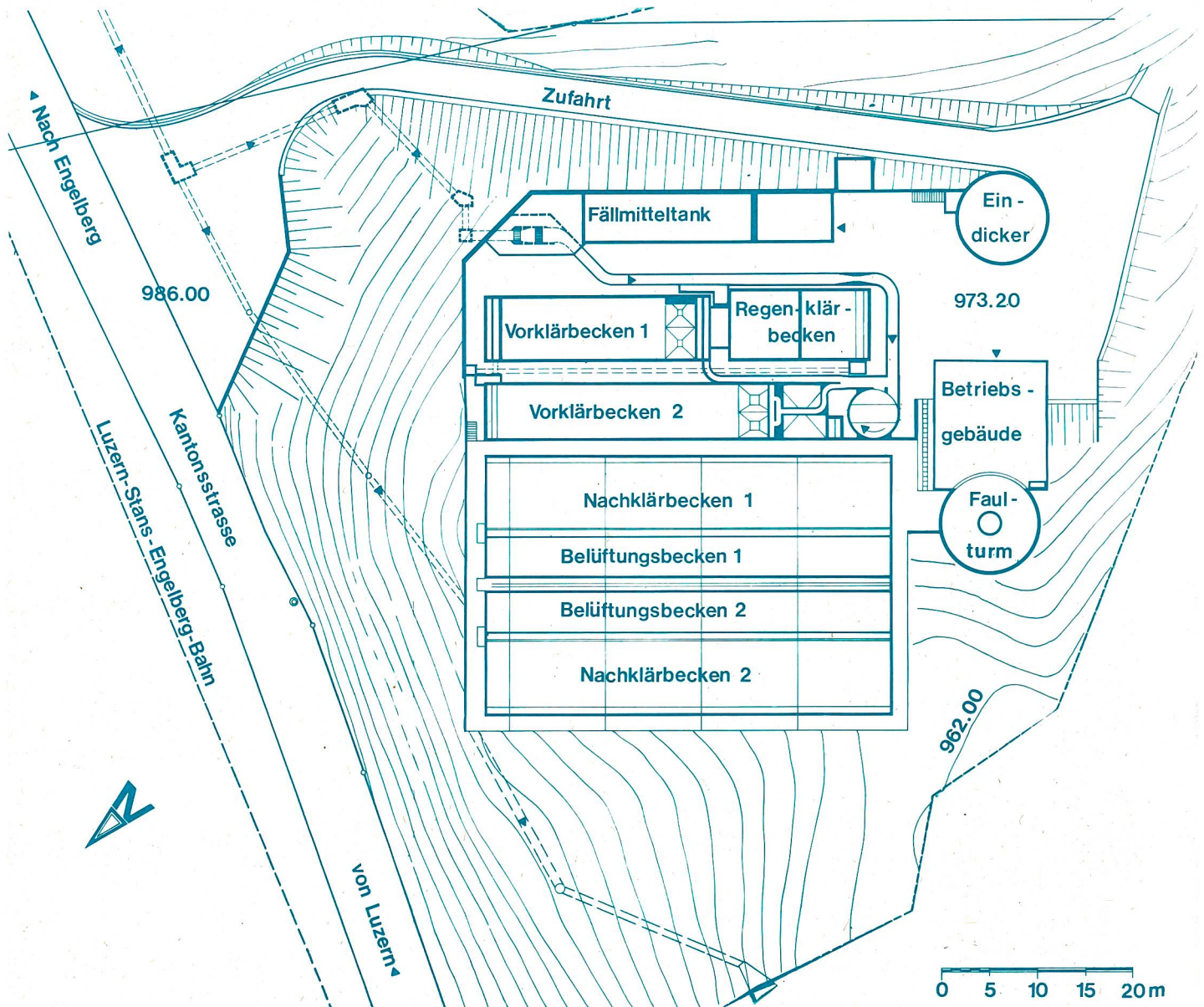
berg sehr starken Schwankungen der Einwohnerzahl zwischen Saison und Zwischensaison, wurde die Anlage zweisträssig geplant. Die prekären Platzverhältnisse und die Geländeformen einerseits, die Weiterverwendung der bestehenden mechanischen Anlageteile andererseits und nicht zuletzt die Aufrechterhaltung des Betriebs während der Bauzeit, zwangen den Projektverfasser zu einer platzsparenden Blockbauweise für den biologischen Teil der Anlage. Die für die Schlammbehandlung erforderlichen Bauwerke wurden zusammen mit dem Betriebsgebäude so placiert, dass kurze Bedienungswege entstanden und für eine weitergehende Abwasserreinigung im untersten Teil der Parzelle noch ausreichend Platz bei einer späteren Erweiterung zur Verfügung steht.

Bereits bei der Ausarbeitung des Projekts musste der Ingenieur auf die verschiedenen Gegebenheiten Rücksicht nehmen:

- Das zur Verfügung stehende Areal mit der vorhandenen mechanischen Reinigungsanlage sowie dem Kanalisationszulauf und dem Ablauf des später gereinigten Abwassers waren Zwangspunkte.
- Der Reinigungsbetrieb der bestehenden Anlage musste unter allen Umständen aufrechterhalten werden.
- Die eidgenössischen und kantonalen Richtlinien über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer bestimmten das mechanisch-biologische Reinigungssystem und zwangen zu Beckengeometrien, die aus der Abwassertechnik bekannt sind.
- Die spätere Abgabe des anfallenden Schlammes aus der Vorklärung und aus der biologischen Reinigung an die Landwirtschaft liessen einen Faulprozess mit ausreichendem Stapelvolumen sinnvoll erscheinen und gab das erforderliche Raumprogramm für den Betrieb.
- Die Tatsache, dass die als Vorfluter für das gereinigte Abwasser dienende «Engelberger-Aa» schliess-

Abb. 1. Blick von Norden auf die bestehende mechanische Kläranlage





lich in den Vierwaldstättersee mündet, der als Trinkwasserreservoir, Erholungsgebiet und Prunkstück der ganzen Schweiz unbedingt erhalten bleiben muss, zwang die Einplanung einer Phosphat-Elimination und zur Platzreservation für eine weitergehende Reinigung, die später zu erstellen sein wird.

- Die Anlage kommt unmittelbar an die einzige Zufahrt zum Kurort Engelberg zu liegen, weshalb gestalterische Gesichtspunkte für einen ästhetischen Anblick zu berücksichtigen waren.
- Der harmonische Verlauf des Abwassers von einer Reinigungsstufe zur nächsten sollte in der Anlage Grundsatz sein; lange Fließwege erhöhen die Baukosten.
- Besonderes Augenmerk war auf die Standsicherheit der Bauwerke unter

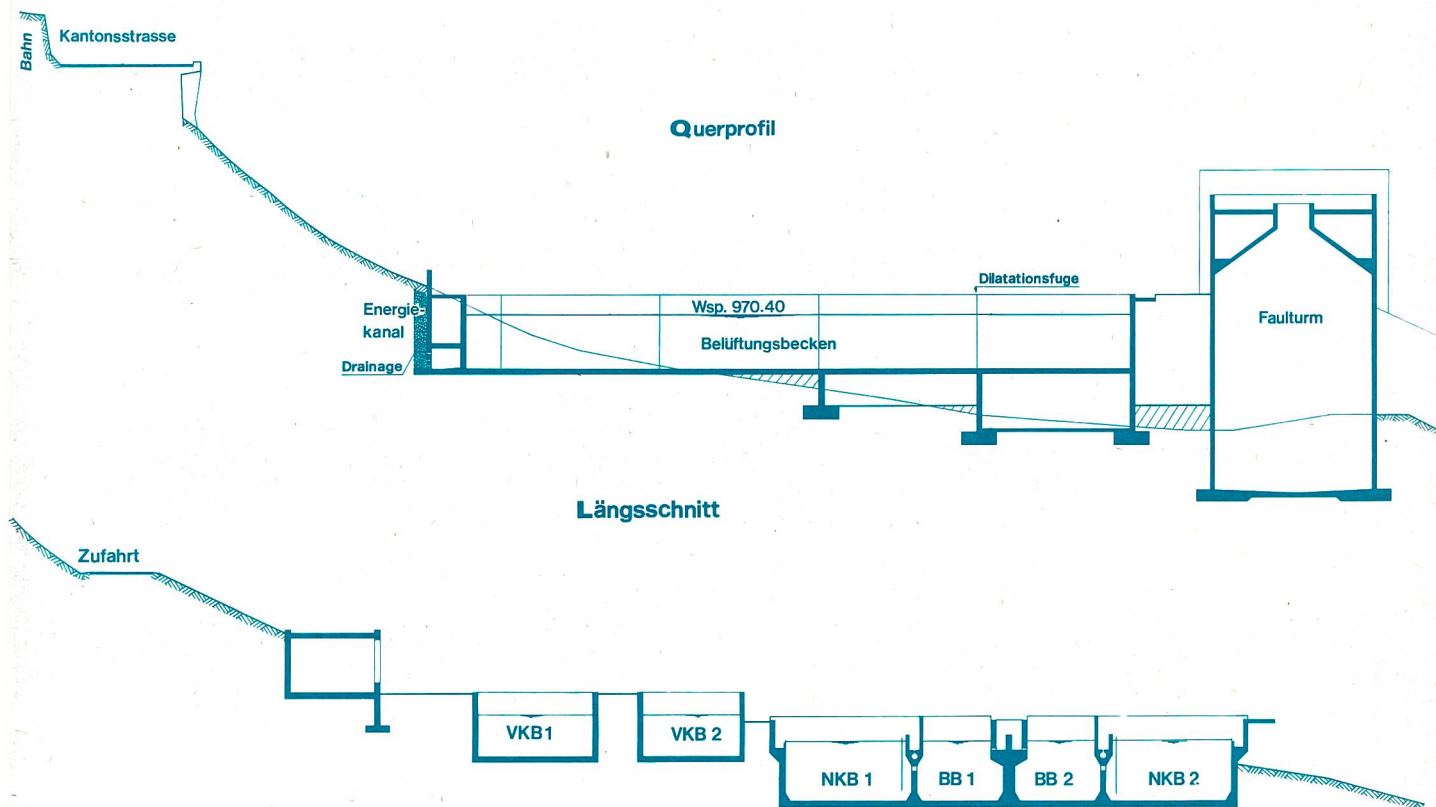
Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse zu werfen. Ungleichmässige Setzungen mussten weitgehend ausgeschaltet werden.

- Die Sicherung der Baugrubenböschungen im steilen, rutschgefährdeten Hang mit darüberliegender Kantonsstrasse, zum Teil auf Stützen fundiert und von einer Stützmauer getragen sowie das unmittelbar oberhalb der Strasse führende Trasse der Luzern-Stans-Engelberg-Bahn forderten besondere Sorgfalt in der Projektierung und späteren Ausführung.
- Die Abwicklung der einzelnen Bauvorgänge musste peinlich genau überdacht und festgelegt werden.
- Für die ausführende Bauunternehmung mussten, trotz gedrängter Bauweise, genügend Installationsplätze eingeplant werden.

- Nicht zuletzt musste ein Bauprogramm erstellt werden, das auf die winterlichen Verhältnisse in knapp 1000 Meter über Meer Rücksicht nahm und die Erstellung der ARA nicht zu einer «ewigen» Baustelle werden liess.

Was nun aus diesen Forderungen geworden ist, zeigt zum Teil der Situationsplan der ARA. Die bestehenden Anlagenteile wurden weitgehend in das neue Projekt integriert, die Anlage wurde in stark gedrängter Anordnung vorgesehen und für die Bedienung ergeben sich daraus kurze Wege. Eine ausreichende Platzreserve für eine spätere weitergehende Reinigung konnte ausgespart werden.

Die Forderung für die Elimination von Phosphor zum Schutze des Vierwaldstättersees wurde mit einer Simultanfällung erfüllt. Damit wird der im Ab-



Wasser hauptsächlich aus Waschmitteln anfallende Phosphor durch Zugabe von Fällungsmitteln ins Belüftungsbecken und Absetzung im Nachklärbecken weitgehend eliminiert. Den geologischen Verhältnissen mit dem schlechten Baugrund aus heterogenem Bergsturzmaterial wurde grundsätzlich mit weitgehender Entlastung durch Abfuhr von Aushubmaterial begegnet. Damit werden die zukünftigen Bodenpressungen aus den Beckenlasten eher geringer und diejenigen unter den Fundamenten nur un-

wesentlich grösser als die ursprünglichen Pressungen aus den Erdauflasten waren. Dies wird leicht verständlich, wenn man bedenkt, dass ein Kubikmeter Erdmasse rund zwei Tonnen wiegt, während ein Kubikmeter Wasser nur eine Tonne Gewicht hat. Im gesamten entspricht das Gewicht, welches in Zukunft auf dem Untergrund ruhen wird, etwa dem abgefahrenen Aushubmaterial. Damit werden grossflächig gesehen keine neuen Auflasten entstehen und somit durch den Bau der ARA keine Rutschgefahren des unterliegenden Hanges hervorgerufen.

Unter den Becken entstandene Hohlräume wurden für Installationen von Maschinen und für die Gemeinde als allgemein verwendbare Lagerräume ausgenutzt. Auch die erforderlichen Öllager konnten in diesen Hohlräumen

unter den Becken untergebracht werden.

Spezielle grosse Lasten ergeben sich aus dem mit 1000 m<sup>3</sup> Schlamm gefüllten Faulraum. Diesem und dem anschliessenden Betriebsgebäude musste ebenfalls besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Einerseits war, entsprechend dem grossen Gewicht des gefüllten Faulraumes von rund 1600 Tonnen, eine genügend grosse Erdmasse auszuheben und andererseits musste das Betriebsgebäude funktional mit dem Faulraum verbunden werden. Die wechselnden Lasten des Faul-

Abb. 2. Blick talauswärts. Im Bild rechts oben Strasse nach Engelberg und darüber das Trassee der Luzern-Stans-Engelberg-Bahn. Im Vordergrund die alte mechanische Kläranlage. Bauzustand Ende 1974

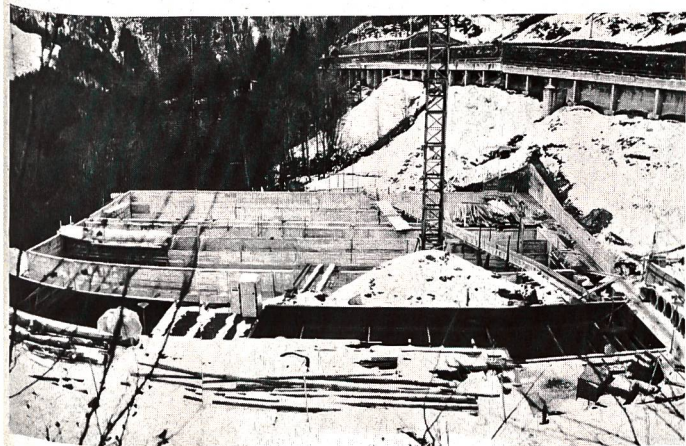
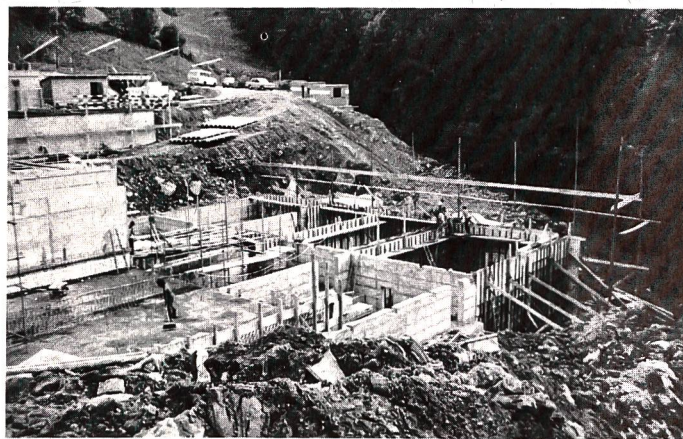


Abb. 3. Blick auf die Belüftungs- und Nachklärbecken. Der Standort für den Faulraum mit Betriebsgebäude liegt rechts ausserhalb des Schnurgerüsts. Bauzustand August 1974



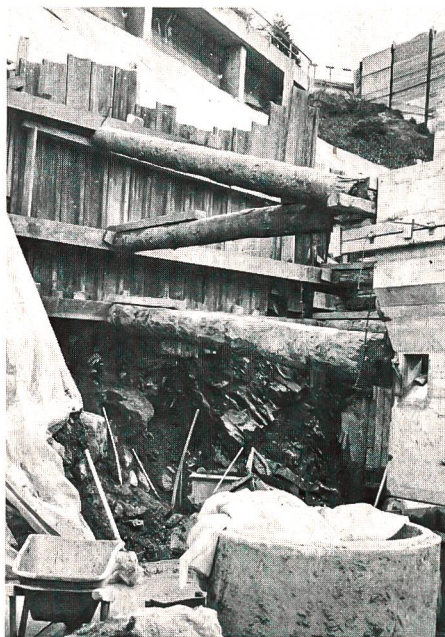
raums, bedingt durch leeren und vollen Zustand, lassen ungleichmässige Setzungen vorhersehen, aber in dem heterogenen Baugrund nicht vorausberechnen. Zudem muss eine ungleiche Setzung des Faulraumes einkalkuliert werden. Ein «schiefer Turm» wäre vielleicht eine Attraktion von Engelberg, aber keinesfalls eine Freude für den Ingenieur oder für den Bauherrn. Mit einem übertrieben grossen Fundament könnte den Setzungen zwar begegnet werden, da aber alle vom Ingenieur veranlassten Massnahmen in einem vernünftigen Verhältnis zum Aufwand stehen müssen, wurde ein auskragender Fundamentring mit einem kreisförmigen Anschluss an die Faulraumsohle vorgesehen und zudem der Faulraum mit dem Betriebsgebäude konstruktiv fest verhängt.

Unter dem Faulraumfundament wurde eine gut verdichtete Kiesschicht eingebracht, die ungleiche Bodenverhältnisse zumindest teilweise ausgleichen soll.

Für die Erstellung der Belüftungs- und Nachklärbecken war es erforderlich, den rutschgefährdeten Hang zur Kantonsstrasse hin anzuschneiden. Um ein Eindringen von Oberflächenwasser zu vermeiden, wurde eine Abdeckung des ganzen Hanges mit einer Kunststoffolie vorgesehen. Damit konnte eine kleine Gefahrenquelle für die Stabilität des Hanges gebannt werden.

Während der Bauzeit musste die jeweils offene Hangpartie abgespriesst werden. Als Tragelement hiezu dienten die Beckenlängswände, die so den Erd- druck aufzunehmen vermochten. Für diesen Zweck konnte der Wunsch der Bauherrschaft, alte Leitungen in begehbaren Kanälen zu installieren, mit den statischen Belangen des Erdbaues kombiniert werden. Die Stirnwände der Becken wurden als in sich stabile Hohlkästen ausgebildet und der auftretende Erddruck konnte somit in die Beckenlängswände und schliesslich in das Erdreich übertragen werden.

Bei der Erstellung dieses Hohlkastens musste in Abschnitten vorgegangen werden, damit jeweils nur ein kleiner Teil des Hanges abgegraben werden musste. Die Aushubstirn musste unbedingt kraftschlüssig gespriesst werden, damit auch nicht die kleinste Bewegung in den Hang kommen konnte. Die Erddruckkräfte wurden bis zur Erhärtung des Betons gegen jeweils zwei vorher erstellte Beckenelemente abgespriesst. Dabei wurden die Spriesse so angeordnet, dass sie in höhenmässigen Etappen nach dem Einbringen und Erhärten des Betons wieder entfernt



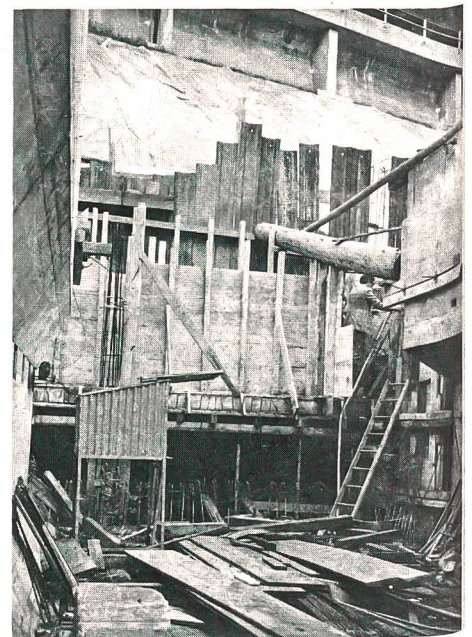
*Abb. 4. Hangsicherung mit Abstützung gegen die Beckenlängswand. Absicherung gegen Niederschlagswasser mit Plasticfolie, oben Strasse und Bahn. Bauzustand September 1974*

werden konnten. Soweit war der Bauvorgang für diesen Abschnitt bereits in der Projektierungsphase festgelegt. Bei der Ausführung kam dann tatsächlich stark wechselndes Bergsturzmaterial zum Vorschein, das aus kleineren und grossen Felsbrocken besteht. Die teilweise in der Hangwand verbliebenen Felsstücke sind stark durchsetzt mit Lehm-, Ton- und Kiesschichten, die zum Teil Hangwasser führen. Die Ungewissheit über die Grösse der im Hang verbliebenen Felspartien machte das stetige Nachschlagen der Spundspriesse erforderlich.

Nach einer gewissen Verzögerung im Bauprogramm rückte der Winter 1974/75 ständig näher, und eine grosse Sorge der Bauleitung war die rechtzeitige Fertigstellung dieser Bauetappe vor dem Wintereinbruch. Obwohl die Schneefälle bereits im Oktober einsetzten, konnte die Sicherung des Hanges vor Einstellung der Bauarbeiten im Dezember abgeschlossen werden.

Für sämtliche Becken sind Dilatationsfugen vorgesehen, so dass unterschiedliche Setzungen oder Abschwinden des Betons in diesen Fugen aufgenommen werden können. Der Fugenabstand beträgt maximal 10 Meter.

Während der Hangsicherungsphase sind regelmässig Kontrollen an den Fundamenten der Kantonsstrasse durchgeführt und von neutraler Seite mehrere Präzisionsnivelements erstellt worden. Damit sollten eventuelle Be-



*Abb. 5. Nachklärbeckenpartie gegen Hangseite, darüber der Lehnenviadukt der Strasse. Bauzustand Oktober 1974*

wegungen im Hang möglichst frühzeitig erkannt werden, um Gegenmassnahmen treffen zu können.

Die für die Ausführung von der Baunternehmung geforderten Installationsplätze konnten nur mit starken Einschränkungen zur Verfügung gestellt werden. Die Bau- und Mannschaftsbaracken waren auf dem Dach des bestehenden Betriebsgebäudes vorgesehen. Die Betonmischanlage musste unmittelbar neben der Kantonsstrasse, auf steiler Böschung, installiert werden.

Für die Aufstellung des Baukrans wurde ein Stück Beckensohle definitiv erstellt, auf welchem der Baukran aufgerichtet werden konnte. Lagerplätze standen am Anfang der Bauzeit nur wenige zur Verfügung, während mit fortschreitender Fertigstellung die Becken selbst mitbenutzt werden konnten. Infolge der auf rund 1000 Meter Höhe herrschenden langen Winterzeit musste praktisch mit einem vollständigen Arbeitsunterbruch gerechnet werden. Das Bauprogramm musste unbedingt darauf Rücksicht nehmen. Im ersten Winter 1974/75 konnte, begünstigt durch milde Witterung, der Ableitungskanal erstellt werden, während im Winter 1975/76 die meisten Bauarbeiten abgeschlossen sein werden und ein Teil der Anlage bereits dem Betrieb übergeben werden soll. Im nächsten Winter sind nur noch Inneninstallationen zu verrichten, und im Frühjahr 1976 sind die restlichen Umbau-, Umgebungs- und Fertigstellungsarbeiten auszuführen.

# ROMAG ROHRE

## leicht, elastisch, schnell verlegt.

Niedrige Rohrleitungskosten helfen Projekte realisieren, die sonst Budgeteinsparungen zum Opfer fallen. Romag Rohre werten den Baufranken auf. Wenn es auf Wirtschaftlichkeit und Stabilität ankommt, dann sind Romag Rohre richtig.

### ROMAG

Röhren- und Maschinen AG  
3186 Düringen

Verkaufsdirektion Zürich

**Neue Adresse:** Splügenstrasse 3, 8027 Zürich  
Telefon 01 25 05 00

