

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 95 (1977)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Klärschlammhygienisierung  
**Autor:** Fluri, Paul  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73384>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.02.2026

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

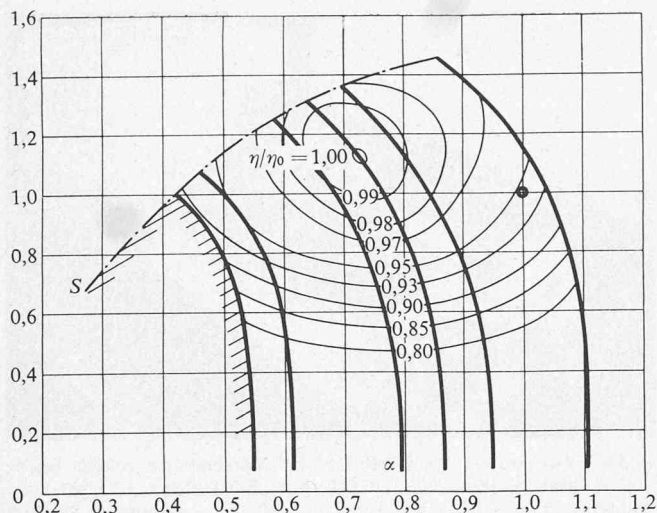


Bild 9. Druck-Volumen-Charakteristik eines Axialgebläses gemäss Bild 8. Die dünn gezeichneten Muschelkurven geben den Wirkungsgradverlauf an. Auf der Linie der relativen Druckerhöhung 1 (entspricht dem Betriebsdruck) variiert demnach der Wirkungsgrad von 93 bis 99 % des maximalen Wirkungsgrades bei einer Mengenvariation von 43 bis 104 % der Konstruktionsfördermenge.

die *Energiekosten* eine bedeutende Rolle, so dass bei der Entscheidung über die Typenwahl nicht nur die Anschaffungskosten, sondern auch der Leistungsbedarf berücksichtigt werden muss.

#### Radialgebläse

Bild 6 zeigt ein zweistufiges Radialgebläse ohne Gehäuseoberteil. Das Druckvolumendiagramm (Bild 7) zeigt den stabilen Arbeitsbereich dieses Gebläses, begrenzt durch die Pumpgrenze S. Daraus geht hervor, dass die Fördermenge bei guten Teillastwirkungsgraden in einem weiten Bereich geregelt werden kann, auch wenn der Förderdruck praktisch konstant bleibt, wie das bei Abwasserreinigungsanlagen wegen der zu überwindenden gleichbleibenden statischen Flüssigkeitshöhe im Klärbecken der Fall ist.

#### Axialgebläse

Die in Bild 8 gezeigte Maschine ohne Gehäuseoberteil ist mit einer Leitschaufelverstellung ausgerüstet, die es erlaubt, die Fördermenge des Gebläses zu regeln. Zu diesem Zweck

sind die Leitschaufeln in trocken schmierenden Büchsen gelagert und können über Hebel, die in den konzentrischen Verstellkorb greifen, gleichsinnig verdreht werden. Bild 9 zeigt die Druckvolumencharakteristik eines derartigen Gebläses. Das stabile Arbeitsgebiet wird auch hier durch die Pumpgrenze S begrenzt.

#### Allgemeine Anforderungen

Für die *Belüftung der Klärbecken normaler Kläranlagen* von kommunalen Abwässern sind Luftdrücke zwischen 0,3 bis 1 bar notwendig. Die geforderte Luft muss ölfrei sein, und die Luftmenge ist abhängig von der Kapazität der Kläranlage (ausgedrückt in Einwohner-Gleichwerten). Die Spannweite reicht von kleinen Anlagen mit einem Luftbedarf von etwa 100 m<sup>3</sup>/h bis zu Grossanlagen mit gegen 1 Mio m<sup>3</sup>/h. Für eine bestimmte Kläranlage variiert die notwendige Luftmenge sowohl nach einem Tages- als auch einem Jahreszeitenzyklus. Aus diesem Grunde muss die Fördermenge regulierbar sein. Ausserdem darf die Luftzufuhr zu den Klärbecken nie längere Zeit unterbrochen werden, d.h. für den Fall von Revisionen an den Maschinen muss eine gewisse Reservekapazität vorhanden sein. Andererseits soll die Luftmenge bei grossen Kläranlagen mit vielen Klärbecken nicht durch einige wenige Maschinen gefördert werden, damit beim Reinigen eines oder mehrerer Klärbecken die entsprechende Förderkapazität abgeschaltet werden kann. All diese Argumente zusammengenommen, machen es deutlich, dass für die meisten Anwendungen das *Rootsgebläse die geeignetste Maschine* ist. Nur für sehr grosse Kläranlagen mit einem Luftbedarf von schätzungsweise mehr als 3 × 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup>/h kommen Turbogebälse in Frage [5].

#### Literaturverzeichnis

- [1] Andersson, S. B.: «Compressors». Atlas Copco Air Compendium 1975, S. 287–304.
- [2] Kukla, F.: «Entwicklung einer neuen Gebläseriese». Technische Rundschau Sulzer, 1971, Nr. 4.
- [3] Ritter, U.: «Der Labyrinth-Kolbenkompressor für ölfreie Förderung von Gasen und Dämpfen». Technische Rundschau Sulzer, 1958, Nr. 2.
- [4] Kammerer, H.: «Betriebliche Merkmale der nach dem Verdrängerprinzip arbeitenden Verdichter». Drucklufttechnik heute und morgen. Bauverlag GmbH, Wiesbaden/Berlin, 1967.
- [5] Niedermann, E.: «Luftversorgung von Kläranlagen». Turboforum, 1972, Nr. 2.

Adresse des Verfassers: E. Müller, dipl. Ing. ETH, Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, 8401 Winterthur.

## Klärschlammhygienisierung

Von Paul Fluri, Winterthur

Zu den schwerwiegendsten Problemen dichtbevölkerter Regionen gehört die *unschädliche Beseitigung bzw. Verwertung von Abwasser und Klärschlamm*. In der Schweiz fallen zurzeit jährlich rund 2 Mio. Tonnen Klärschlamm an. Sie werden zu etwa 70 Prozent als Dünger von Acker- und Grünflächen verwendet. Das ist aber nicht ganz ungefährlich. Emil Hess, Professor für Bakteriologie und Hygiene am Tierspital Zürich, weist in seiner Veröffentlichung «Klärschlamm und Freilandbiologie von Salmonellen» nach, dass von 219 untersuchten Schlammproben aus 44 Kläranlagen in 83,6 Prozent der Fälle Salmonellen gefunden wurden. Die Zahl der Salmonellen erreichte im Maximum 10<sup>7</sup> je Liter. Ihre Überlebenszeit wurde in Modellversuchen überprüft. An Grashalmen, die mit künstlich kontaminiertem Schlamm behaftet waren, überlebten Salmonellen in trockener Atmosphäre während 40 bzw. 58 Wochen. Da *Infektketten* «Abwasser – Klärschlamm – Pflanze – Nutztier – Mensch» eindeutig nachgewiesen sind, wurden auch

die zurzeit verfügbaren Hygienisierungsverfahren von Klärschlamm überprüft.

#### Gamma-Hygienisierung

Bei der Gamma-Hygienisierung reduziert die Bestrahlung mit Isotopen bei Anwendung von 300 k<sub>rad</sub> – als Beispiel erwähnt – den Enterobakteriengehalt um 4 bis 8 bzw. 9 Zehnerpotenzen. Im Blick auf diese Tatsachen und Erkenntnisse hat Sulzer in Zusammenarbeit mit verschiedenen Fachleuten und Instituten ein Verfahren zur Hygienisierung von Klärschlamm entwickelt, das die hohen hygienischen Anforderungen erfüllt, ohne den Düngewert des Schlammes herabzusetzen (Bild 1).

Die erste vollautomatisch arbeitende Gamma-Klärschlammhygienisierungsanlage wurde 1973 auf dem Gelände einer Kläranlage des Abwasserverbandes Ampergruppe München in Betrieb genommen. Die Hygienisierungsanlage wurde vorerst für einen täglichen Durchsatz von 30 m<sup>3</sup> Klärschlamm,

bei einer Quellenbestückung von 120000 Curie Kobalt 60 und einer Strahlendosis von 300000 rad eingerichtet. Bereits 1975 erfolgte die erste Quellenaufstockung. Nun wird die Anlage, dank der bisherigen guten Ergebnisse, weiter aufgestockt bis zu 600000 Curie Kobalt 60 und einem Durchsatz von durchschnittlich 150 m<sup>3</sup> je Tag. Damit wird praktisch die volle Wirtschaftlichkeit der Anlage erreicht.

Die Ergebnisse der seit rund vier Jahren in Betrieb stehenden Gammahygienisierungsanlage entsprechen den hohen Erwartungen. Bei den von der *Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau in München* während dieser Zeit durchgeführten Untersuchungen mit bestrahltem Schlamm ergaben sich positive Resultate: der *Hygienisierungseffekt* wurde *erreicht*; es fanden *keine Re-Infektionen* statt. Die mit hygienisiertem Schlamm gedüngten Kulturen brachten eine beachtliche Ertragsverbesserung, und die vorausgesehene gute Entwässerbarkeit sowie die durch den schnellen Wasserverlust erleichterte Bodenbearbeitung wurden bestätigt. Gamma-Hygienisierungsanlagen sind besonders umweltfreundlich. Es entstehen *keine Geruchsemissionen*, und der *Bedarf an konventioneller Energie* ist *gering*.

Bei 100 m<sup>3</sup> Schlammumschlag oder mehr je Tag liegen die Betriebskosten auf der Höhe konventioneller Verfahren. Um die Anfangskosten möglichst niedrig zu halten, können die erforderlichen Quellen im Leasing übernommen werden. Das inzwischen weiterentwickelte Anlagekonzept weist verschiedene Neuerungen und Verbesserungen auf. Die Umwälzung geschieht innerhalb des Bestrahlungsraumes, ein weiterer Einbau, aber auch der Ausbau der Quellen kann während des Betriebes erfolgen. Zudem wurde die Leistungsfähigkeit und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage nochmals erhöht.

#### Aerob-thermophiles Verfahren (Nasskompostierung)

Dieses von Sulzer neuentwickelte Verfahren *ersetzt die herkömmliche zweistufige Schlammbehandlung*, d.h. die aerobe oder anaerobe Stabilisierung mit separater Pasteurisierung. In einem einstufigen Prozess kann Klärschlamm mit dem neuen Verfahren wirtschaftlicher und umweltfreundlicher der Landwirtschaft verfügbar gemacht werden. Bei dieser Art der Schlammbehandlung – häufig als «Nasskompostierung» bezeichnet – handelt es sich um eine aerob-thermophile Fermentation. Klärschlamm mit einem Trocken-Rückstand von vorzugsweise 5 bis 8 Prozent wird in einem Reaktor belüftet. Dadurch entsteht eine starke mikrobielle Aktivität.

Dank der überaus kräftigen *Bioaktivität* findet ein *rascher Stoffumwandlungsvorgang* statt, der zu einer Stabilisierung des Schlammes innert weniger Stunden führt und die Entstehung unangenehmer Gerüche verhindert. Gleichzeitig erzeugt der biochemische Ab- und Umbau von organischen Substanzen *Wärme*. Bei dieser Selbsterhitzung werden Temperaturen von 60 bis 70 °C (thermophiler Bereich) erreicht und durch entsprechende Steuerung aufrechterhalten.

Die Biowärme dient zur Erhaltung der optimalen Temperaturbedingungen für die Vermehrung der thermophilen Mikroorganismen und bewirkt, bei entsprechender Einwirkungsdauer, eine Vernichtung der im Klärschlamm vorkommenden pathogenen Keime (z.B. Salmonellen und Enterobakterien). Gleichzeitig werden Wurmeier und Unkrautsamen vernichtet. Es findet eine Hygienisierung des Schlammes statt (Bild 2).

Es hat sich gezeigt, dass durch die kurzfristige Stabilisierung die wertvollen, düngerwirksamen Stickstoffkomponenten dem Klärschlamm erhalten bleiben. Durch die intensive Behandlung wird der Schlamm ausserdem homogenisiert und in einen für den Nassaustrag optimalen Zustand gebracht.

Der stabilisierte, hygienisierte u. homogenisierte Schlamm mit seinem P- und N-Düngergehalt eröffnet sowohl dem Klär-

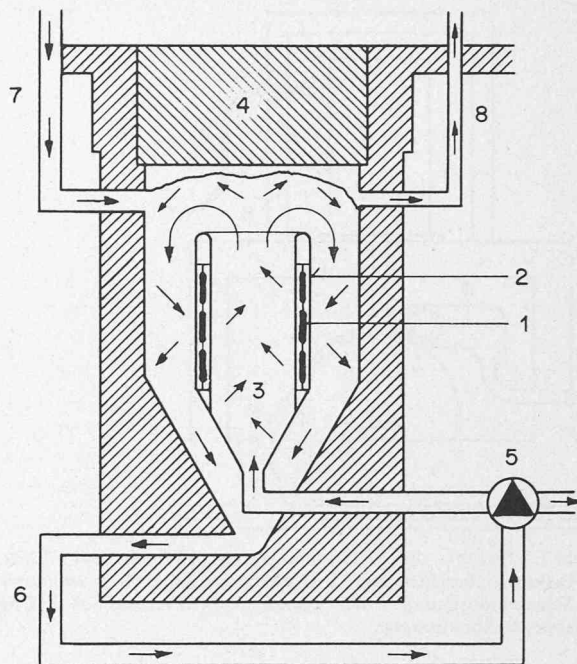


Bild 1. Schematische Darstellung der Klärschlammhygienisierungsanlage mit Gammastrahlen. 1 Kobaltquelle, 2 Quellenträger, 3 Schlammbehälter, 4 Abschirmung, 5 Umwälzpumpe, 6 Umwälzsystem, 7 Schlammzufuhr, 8 Entlüftung

anlagebetrieb als auch der Landwirtschaft neue Möglichkeiten. Erstmals können mittlere und kleinere Kläranlagen ohne zusätzlichen Aufwand pasteurisierten Schlamm *ganzjährig* der Landwirtschaft zur Verfügung stellen. Das neue einstufige Verfahren erlaubt bedeutende Investitions- und Betriebskosteneinsparungen gegenüber konventionellen Methoden. Teure isolierte Bauten entfallen, und der Betrieb erfordert weder Druckluft noch Heizöl, noch Dampf. Dieses Verfahren eignet sich in erster Linie für *neue Abwasserreinigungsanlagen* für etwa 2000 bis 20000 Einwohnergleichwert (entsprechend etwa 3 bis 30 m<sup>3</sup> Schlamm je Tag) sowie für *Erweiterungen* bestehender, schlechtfunktionierender und überlasteter Anlagen.

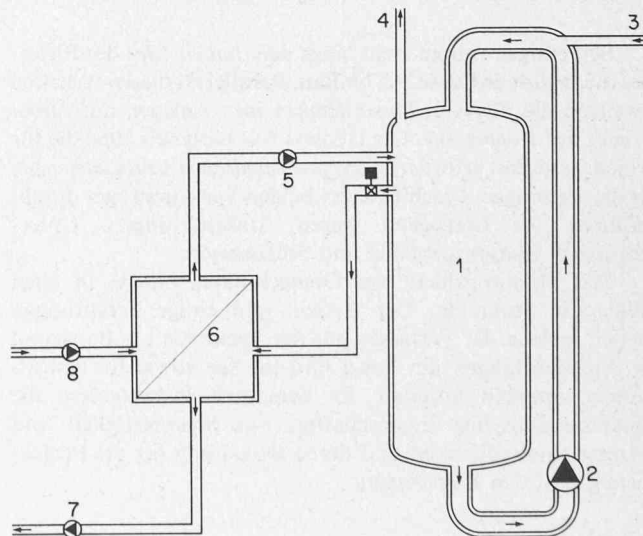


Bild 2. Prinzipschema für das aerob-thermophile Klärschlammhygienisierungsverfahren. 1 Reaktor/Fermenter, 2 Umwälzpumpe, 3 Luftzufuhr, 4 Luftabfuhr, 5 Füllpumpe, 6 Wärmetauscher, 7 Abfuhrpumpe, 8 Zubringerpumpe (Rohschlamm)



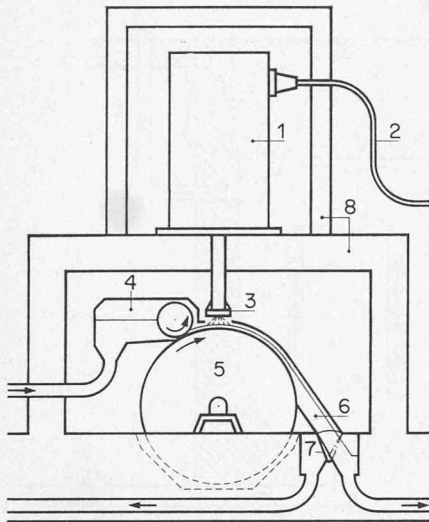


Bild 3. Prinzip der Klärschlammhygienisierung mit Elektronen. 1 Elektronenbeschleuniger, 2 Hochspannungskabel, 3 Scanner-System, 4 Schlamm dosierung, 5 Förderwalze, 6 Schlammauslauf, 7 Umsteuerklappe, 8 Abschirmung

### Verwendung von Elektronen

Neben dem aerob-thermophilen (Nasskompostierung) und dem Verfahren mit Gammastrahlen gewinnt die *Klärschlamm-Hygienisierung mit Elektronen*, insbesondere für grössere Durchsatzmengen ab etwa 200 m<sup>3</sup> Schlamm je Tag, an Bedeutung. Die Anlage zum Hygienisieren von Klärschlamm mit Elektronen besteht im wesentlichen aus dem *Elektronenbeschleuniger mit Scannersystem* (einer dreieckförmigen Vakuumkammer mit Ablensystem), sowie der *Schlammführung mit Dosier- und Regelungssystem*, die durch eine gemeinsame Steuerungs- und Überwachungseinrichtung miteinander verbunden sind (Bild 3).

Das Prinzip des Elektronenbeschleunigers beruht auf Strahlbildung, Strahlbeschleunigung und Strahlauffächerung. Aus einer Elektronenquelle mit Glühkathode tritt ein fein

gebündelter Elektronenstrahl mit geringer Energie aus. Beim Durchlaufen einer Beschleunigungsstrecke im Vakuum gewinnen die Elektronen ihre maximale Energie, die in keV bzw. MeV gemessen wird. Die Anpassung des Elektronenstrahls an die gewünschte Arbeitsbreite erfolgt im Scanner, der am unteren Ende durch eine für die Elektronen durchlässige, dünne Titanfolie abgeschlossen ist. In dieser Kammer wird der Elektronenstrahl durch ein magnetisches Wechselfeld in rascher Folge seitlich abgelenkt und zu einem breiten Fächer auseinandergezogen. Die auf die Schlammschicht auftreffenden Elektronen werden abgebremst und lösen dabei chemische Reaktionen und biologische Prozesse aus. Die *ionisierende Wirkung der energiereichen Elektronen* wird ausgenutzt, um die im Klärschlamm enthaltenen Krankheitserreger auf die gewünschten Werte zu vermindern. Die Strahlenergie ist massgebend für die maximale Dicke der Schlammschicht, während die Durchsatzgeschwindigkeit durch den Strahlstrom bestimmt wird.

Wichtig für eine erfolgreiche Strahlenbehandlung ist die *Schlammführung*. Die Behandlung erfolgt im *Durchlaufbetrieb*. Das *Dosiersystem* hat die Aufgabe, die zu behandelnde Schlammmenge in vorbestimmter Zeit und Schichtdicke der Bestrahlung zuzuführen. Der durch ein Dosiersystem auf die Förderwalze aufgetragene Klärschlamm wird in der oberen Peripherie der Walze in einer Breite von etwa 2000 mm und einer der Strahlenenergie angepassten Dicke durchstrahlt. Die Durchsatzmenge wird bestimmt durch Schichtdicke, Schichtbreite sowie Rotationsgeschwindigkeit der Förderwalze. Ein besonderes Regelsystem verhindert, dass im Falle eines Bestrahlungsunterbruches nicht-hygienisierter Schlamm in den Stapelbehälter gelangt.

Diese Klärschlamm-Hygienisierungsverfahren bilden einen positiven Beitrag zur *Ertragsverbesserung in der Landwirtschaft* und ermöglichen für Mensch und Tier *gefahrloses und energiesparendes Recycling* des in grossen Mengen anfallenden Klärschlammes.

Adresse des Verfassers: P. Fluri, Abt. Kessel- und Kernenergieanlagen, Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Allg. Pressedienst, 8401 Winterthur.

## Die Seekreide am Bielersee

Von Hans Zeindler und Hans-Jörgen Jacobsen, Zollikofen

Seit einigen Jahren steht längs dem *linken Ufer* des Bielersees die Nationalstrasse N5 im Bau. Parallel zu diesen Arbeiten erweitern die *Schweiz. Bundesbahnen* ihre Anlagen auf dieser Strecke auf *Doppelspur*. Die Geotest AG hatte seit 1964 die für Projekt und Bau erforderlichen *geotechnischen Untersuchungen* für die seeseitigen Abschlüsse der beiden Verkehrsträger durchzuführen. Zu bearbeiten waren Aufschüttungen, Unterführungen, Stationsgebäude und Stützmauern.

Das Hauptproblem des Geotechnikers bildete in allen Fällen die Seekreide. Der Artikel gibt einige Erfahrungen wieder, welche die Verfasser mit der Seekreide als Baugrund für Aufschüttungen am Land und im See sowie für Kunstbauten sammeln konnten. Er behandelt insbesondere die bodenmechanischen Eigenschaften, wie Scherfestigkeit und Setzungsempfindlichkeit und deren Bedeutung für die Projektierung und den Bauvorgang.

### Das Projekt

Die Linienführung der N5 und der SBB sind aus dem Situationsplan (Bild 1) ersichtlich. Zwischen *Ligerz* und *Twann* ist der Verlauf der Strasse noch nicht im Detail festgelegt. In

den folgenden Abschnitten verläuft mindestens einer der Verkehrsträger über Seekreideablagerungen: bei *La Neuveville*, *Brunnmühle*, *Twann*, *Wingreis* und *Tüscherz*. Von *Tüscherz bis Biel* ist die Bahn bereits 1969 in einen Tunnel (*Vingelz-Tunnel*) verlegt worden.

Im Zusammenhang mit den Bauarbeiten planten die durchfahrenen Gemeinden neue Seeufergestaltungen, so z. B. Biel, Vingelz, Wingreis, Twann, Ligerz und La Neuveville. In den meisten Fällen wurden Geländeänderungen durch Aufschüttung von überschüssigem Aushubmaterial im See vorgesehen.

### Geotechnische Untersuchungen

Als Grundlage für die Projektierung wurden zahlreiche *Sondierungen am Land und im See* abgeteuf. Im allgemeinen zeigten sie, dass der Seeboden vielerorts steil abfällt, und dass die Mächtigkeit der Seekreide mit zunehmendem Abstand vom Ufer stark ansteigt. Beide Tatsachen erschwerten die Ausföhrung bzw. Verbreiterung von Bahn- und Strassendämmen im Uferbereich erheblich.