Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 84 (1966)

Heft: 36

Artikel: Zur Frage der Beeinflussung des Grundwassers durch Ablagerungen von Verbrennungsrückständen und Müllkompost

Autor: Braun, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68980

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: 17.07.2025

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

beträgt 3000 U/min. Die vertikalen Eigenfrequenzen betragen: Grundschwingung 1100 U/min, erster Oberton 2100 U/min; die höheren Obertöne liegen über 3600 U/min. Man kann also sagen, dass das Fundament für die Grundschwingung und den ersten Oberton tief, für höhere Obertöne hoch abgestimmt ist.

Bild 2 zeigt die Schemazeichnung einer kleinen Anlage in Italien. Das Bild zeigt die übliche Konstruktion mit dem rahmenartigen Aufbau des Tisches.

Die Schemazeichnung in Bild 3 zeigt eigentlich 3 ineinandergeschachtelte Fundamente, die in Schweden aufgestellt wurden. Der im Grundriss unten dargestellte Teil dient zur Aufnahme einer Niederdruckanlage mit einer Maschinenumdrehungszahl von 3000 U/min. Der Teil oben rechts trägt den Hochdruckteil mit 4430 U/min, und der Teil oben links nimmt die zusätzlichen Apparate auf. Alle drei Gerüste stehen vollständig für sich, um gegenseitige Beeinflussungen zu vermeiden.

Bild 4 zeigt ein Stahlfundament für eine Gasturbinengruppe in Lima, Peru. Dieses Fundament wurde zusammen mit der ganzen Maschinenanlage im Prüfstand der BBC in Baden aufgebaut und untersucht[1]). Sie konnte auf diese Weise unter den gleichen Bedingungen ausprobiert werden wie am definitiven Standort. Das ist bei Neuentwicklungen wertvoll und kann wohl nur mit Stahlfundamenten erreicht werden. Während des Probebetriebes wurden durch das Institut für Baustatik an der ETH auch Schwingungsmessungen am Fundament selbst ausgeführt. Bei der normalen Drehzahl der Maschinen waren meistens Ausschläge gar nicht messbar (kleiner als 5/1000 mm). Beim Durchlaufen einer Resonanz wurde als grösste Amplitude 23/1000 mm gemessen. In den Bodenfundamenten waren keine messbaren Erschütterungen festzustellen.

Dass Turbinenfundamente Bauwerke beträchtlichen Ausmasses

[1]) siehe SBZ 1947, Nr. 32, S. 438

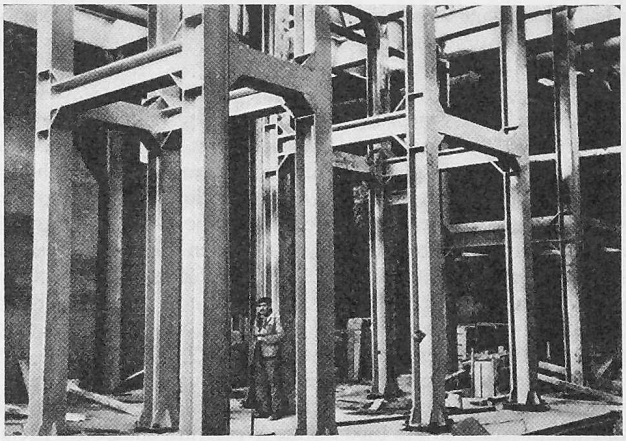

Bild 5. Ausschnitt eines Fundamentes für eine Dampfturbine und einen Veloxkessel

sein können, zeigt der Teilausschnitt eines Fundamentes in Luxemburg für eine Dampfturbine und einen Veloxkessel (Bild 5). Das Gewicht des Gerüstes beträgt rd. 135 t. Der auf dem Bild sichtbare Mann erlaubt, die Grössenverhältnisse abzuschätzen.

Der vorliegende Abriss konnte die Probleme, die beim Bau von Stahlfundamenten auftreten, nur streifen. Etwas überspitzt und idealisiert lassen sich die Hauptprobleme vielleicht so ausdrücken: Die Fundamente sind so zu entwerfen, dass sie unter den dynamischen Einwirkungen nicht dynamisch beansprucht werden, und dass sie möglichst wenig Platz einnehmen.

Adresse des Verfassers: *M. Meister*, dipl. Bauing., Vize-Direktor der AG Conrad Zschokke, 5312 Döttingen.

Zur Frage der Beeinflussung des Grundwassers durch Ablagerungen von Verbrennungsrückständen und Müllkompost

DK 628.191:628.496

Von Dr. **R. Braun**, EAWAG, Zürich

Die Redaktion der Schweizerischen Bauzeitung hat uns ersucht, zum Aufsatz «Einwirkung abgelagerter Müllasche und Müllkompostes auf das Grundwasser» von *O. Wolfskehl* und *E. Boye* (SBZ 1966, Heft 3, S. 61–63 und H. 19, S. 358) abschliessend Stellung zu nehmen.

Die Verfasser kommen auf Grund von Auslaugungsversuchen im Laboratorium mit Schlacken der Müllverbrennungsanlage Lausanne und mit Müllkompost des Kompostwerkes Bad Kreuznach (Deutschland) zum Schluss, dass für das Grundwasser die Ablagerung von Müllschlacke ganz wesentlich ungefährlicher sei als die Ablagerung von Müllkompost. Zu dieser Schlussfolgerung fühlen sich die Verfasser berechtigt, da die Auslaugungsversuche im Labor ergeben haben, dass aus dem Kreuznacher Kompost weit grössere Mengen an wasserlöslichen Stoffen extrahiert werden konnten als aus der Lausanner Schlacke.

Wir sind der Ansicht, dass die in diesem Artikel angeschnittene Frage nicht mit Hilfe einiger Experimente im Laboratorium – die wir zudem nicht als repräsentativ betrachten – endgültig beantwortet werden kann. Die Verhältnisse und Bedingungen eines Laborversuches sind doch von denjenigen einer Deponie solcher Stoffe im Gelände grundverschieden in bezug auf die mit dem Abfallmaterial in Berührung kommende Wassermenge, auf die Verdunstung, auf Wasserkapazität und Ionenhaltevermögen des abgelagerten Materials, Beschaffenheit des Untergrundes u. a. m.

Obschon auch wir keineswegs in der Lage sind, mit den folgenden Ausführungen diesen ganzen Fragenkomplex zu lösen, möchten wir uns zum erwähnten Aufsatz einige kritische Bemerkungen erlauben:

a) Zur Auswahl der untersuchten Proben

Schon die Wahl der Schlacken- bzw. Kompostprobe scheint uns fragwürdig. Es dürfte auch den Verfassern bekannt sein, dass sich deutscher und schweizerischer Hausmüll insbesondere im Aschegehalt wesentlich unterscheiden. Als Grundlage für eine solche Untersuchung, zumal, wenn man derart weitgehende und verallgemeinernde Schlussfolgerungen ziehen will, sollten zumindest Müllproben einigermassen gleicher Herkunft und gleichen Charakters miteinander verglichen werden.

Weiterhin sollte doch unterschieden werden zwischen Schlacken, die im rezirkulierenden Wasserbad und Schlacken, die im durchlaufenden Bad abgeschreckt werden. Ein grosser Teil der wasserlöslichen Stoffe aus Schlacke und Flugasche findet sich bereits gelöst im Wasserbad! Wird dieses rezirkuliert, so reichert es sich immer mehr an mit löslichen alkalischen Salzen, sodass sein pH-Wert auf über 12 ansteigen kann. Wird das Wasser des Schlackenbades ständig erneuert (also nicht rezirkuliert) und in die Kanalisation abgeführt, so enthält die Schlacke nachher weniger lösliche Salze als beim Rezirkulationsverfahren. Zumindest sollte doch in einer solchen Untersuchung auch über diesen Punkt etwas ausgesagt werden.

b) Zur Methodik der Untersuchung

Wir vermissen in der Untersuchung Angaben über die bei den Auslaugungsversuchen verwendete Wassermenge, und es ist uns nicht klar, wie auf Grund der 10 Extraktionen, die mit jeder Probe durchgeführt wurden, das Resultat «mg/1» verstanden werden soll. Wäre es nicht eindeutiger, das Resultat in % der Trockenschlacke anzugeben? Unklar erscheint auch, wie bei der 8., 9. und 10. Extraktion aus der Schlacke immer noch genau dieselben, nicht unwesentlichen Mengen löslicher Stoffe (gemessen am Abdampfrückstand) extrahiert werden konnten. Auch bei den Untersuchungen mit Kompost scheint uns die Differenz von Extraktion zu Extraktion (namentlich bei den 3 letzten) auffallend gering. Wie verläuft die Auswaschkurve weiter, d. h. bei welcher Anzahl von Extraktionen wäre das Material endlich wasserunlöslich?

Da die Frage der eventuellen Beeinflussung des Grundwassers durch abgelagerte Schlacke einerseits oder durch abgelagerten Kompost anderseits von weittragender Bedeutung ist, hat auch unsere Anstalt seit fast zwei Jahren Untersuchungen in dieser Richtung durchgeführt. Obschon eine grössere Anzahl von Schlacken- und Kompostproben aus den verschiedensten Verbrennungs- und Kompostierungsanlagen auf ihren Gehalt an löslichen Stoffen geprüft worden sind, hätten wir nicht den Mut gehabt, auf Grund von Laborversuchen derartige Schlussfolgerungen zu ziehen, wie es die Verfasser getan haben.

Bei unseren Untersuchungen wurden die Schlacken- und Flugasche-Proben jeweils bei 105 °C getrocknet und 50 g der feingemahlenen Probe in 400 ml destilliertem Wasser 24 Stunden lang ausgeschüttelt. Mit den Kompostproben wurde gleich verfahren, jedoch

wurde die Einwaage so gewählt, dass sie 50 g Asche enthielt. Das von den ungelösten Stoffen mittels Zentrifugation befreite Wasser wurde eingedampft.

Aus der grossen Zahl von Bestimmungen, deren Resultate sowohl bei den Schlacken als auch bei den Komposten verschiedenster Herkunft bis zu 100 % differieren können, greifen wir hier nur die Resultate der auch von den Verfassern untersuchten Lausanner Schlacke heraus. Wir fanden darin einen Gehalt an löslichen Stoffen (Abdampfrückstand) von 2,3 %, bezogen auf getrocknete Schlacke. Bei der Flugasche allein stieg der Gehalt bis auf 15 % an. Bei den Untersuchungen der Komposte verschiedenster Herkunft und verschiedenen Alters stellten wir Gehalte an löslichen Stoffen fest, die zwischen 3 und 6 % schwankten, wiederum berechnet auf Trockensubstanz. Natürlich gelagerter, ungedüngter Boden wies einen Gehalt von 0,4 % auf.

Ferner erscheint uns auch die Behauptung der Verfasser sehr unvorsichtig, dass bei den in konventionellen Müllöfen herrschenden Temperaturen von 800 bis 1000 °C die Wasserlöslichkeit der Metallsalze absinken soll und dass aus diesem Grunde eine Müllverbrennungsanlage die Aufgabe übernehmen könne, u. a. auch Neutralisationsschlämme der galvanischen Industrie in wasserunlösliche und damit deponierbare Form überzuführen. Jahrelange Untersuchungen mit den verschiedensten Schlämmen aus der Metallveredlungsindustrie, wobei jeweils die Schlämme einer steigenden Hitzebehandlung zwischen 200 und 1400 °C unterzogen wurden, haben uns gezeigt, dass alle geprüften Metallschlämme bei Temperaturen zwischen 600 und 900 °C eine wesentlich erhöhte Wasserlöslichkeit aufwiesen. Erst bei Temperaturen über 1000 °C sank die Wasserlöslichkeit eindeutig ab.

c) Fragwürdigkeit solcher Laboratoriums-Untersuchungen

Ein gewisser Wert solcher Auslaugungsversuche im Laboratorium kann sicher nicht bestritten werden. Aus diesem Grunde führten und führen wir weiter solche Untersuchungen durch. Sie lassen jedoch unseres Erachtens keineswegs bindende Schlussfolgerungen auf die Verhältnisse in der Natur zu. Ob natürliche Niederschläge aus einem abgelagerten Abfallmaterial Stoffe zu lösen und diese Eluate in das Grundwasser zu transportieren vermögen, hängt doch von einer grossen Zahl von Einzelvorgängen ab, die von Fall zu Fall verschieden sind und die wir noch nicht genügend kennen. Ausserdem sollten doch bei solchen Diskussionen auch die Wasserkapazität und das Ionenhaltevermögen des abgelagerten Materials berücksichtigt werden. Beide sind zweifellos beim Kompost bedeutend grösser als bei der Schlacke. Erfahrungsgemäss sind Humusstoffe in der Lage, in Ionenform vorhandene Salze zu binden, was von der Schlacke mit ihrem mineralischen Charakter sicher nicht behauptet werden kann. Aus diesem Grunde gilt ja eine Humusdecke als bester Schutz des Grundwassers!

d) Weiteres Vorgehen

Nachdem erkannt wurde, dass die erwähnten Laborversuche nicht in der Lage sind, uns eine Beurteilung der Beeinflussung des Grundwassers durch abgelagerte Stoffe zu erlauben, möchten wir nun in Zusammenarbeit mit dem Verband Schweizerischer Abwasserfachleute (VSA) versuchen, in der Station Tüffenwies der EAWAG einen Schritt weiterzukommen. In einer mehr den natürlichen Verhältnissen angepassten Versuchseinrichtung, die eine quantitative Erfassung der Eluate gestattet, sollen über einer rd. 1,5 m mächtigen Kiesschicht verschiedene Stoffe (Schlacke, Kompost, Rohmüll, Schlämme, Industrieabfälle) in Mengen von mehreren Kubikmetern abgelagert und der natürlichen Auswaschung durch Niederschläge ausgesetzt werden. Mit dieser Versuchsanordnung sollen gewissermassen die Verhältnisse in einer bis auf 1,5 m über dem Grundwasserspiegel ausgebeuteten Kiesgrube nachgeahmt werden. Obschon auch bei diesen Versuchen mit zahlreichen Imponderabilien zu rechnen ist, hoffen wir doch, dass die erhaltenen Resultate eher zu einer Beurteilung dieser Fragen geeignet sind. Ähnliche Versuche, jedoch in weit grösserem Ausmass als bei uns, sind bereits in einer Anlage des Institutes für Wasser-, Boden- und Lufthygiene (Prof. Dr. *Langer*) in Berlin-Dahlem im Gange.

Die eindeutigste und klarste Antwort auf die Frage, ob und wie abgelagerte Müllasche einerseits und Müllkompost anderseits das Grundwasser beeinflussen, kann uns nur die Natur selber geben. Umfassende, über längere Zeiträume auszudehnende Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse unter bestehenden und neu zu schaffenden Deponien drängen sich unseres Erachtens geradezu auf! Wenn wir bedenken, dass in den nächsten Jahren zahlreiche Müllanlagen entstehen und deren Rückstände nur mit Hilfe der Deponie beseitigt werden können, sollte man diesem Problem doch mehr Beachtung schenken.

Die Frage der Ablagerung von Asche, Schlacken und anderen Abfallstoffen sollte u. E. von einem anderen Gesichtspunkt aus beurteilt werden. Eine Abfalldeponie sollte so gestaltet werden, dass keine nennenswerten Eluatmengen entstehen und in eine Trinkwasserfassung gelangen. Die Deponie sollte daher möglichst trocken gehalten oder so angelegt werden, dass die Eluate ohne Tangierung einer Trinkwasserfassung in einen Vorfluter mit genügender Verdünnungsmöglichkeit geführt werden können.

Adresse des Verfassers: Dr. *R. Braun*, Sektionschef der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH, Physikstrasse 5, 8044 Zürich.

Trennwände

DK 729.311.3

Von **Urs Hettich**, dipl. Arch., S.I.A., Zürich

1. Einleitung

Die Raschlebigkeit unserer Zeit wirkt sich auch auf das Bauwesen aus. Es wird im Büro- und Industriebau immer schwieriger, eine Entwicklungsprognose zu stellen, welche als Grundlage für ein Raumprogramm dienen kann. Diese Schwierigkeit wird mit dem Verzicht auf starre Grundrisse umgangen. Die angestrebte Anpassungsfähigkeit wird mit Hilfe von nichttragenden Raumunterteilungen verwirklicht.

Um die für die Beratung der Bauherrschaft notwendigen Grundlagen zu erlangen, wurden im Auftrage des Architekturbüros Dr. R. Steiger und P. Steiger in Zusammenarbeit mit Firmen im Frühjahr 1965 an der EMPA[1]) vergleichende Messungen an demontablen Trennwänden durchgeführt. Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Luftschalldämmung, die Montagezeit und die Flexibilität der Wände. Ferner wurden die Leistungen in Beziehung zum finanziellen Aufwand gesetzt. Die Resultate sind im folgenden zusammengestellt.

[1]) An dieser Stelle sei dem Vorsteher der Akustikabteilung der EMPA, *A. Lauber*, und seinen Mitarbeitern M. Mosimann und W. Wehrle für die gute Zusammenarbeit gedankt.

Tabelle 1. Anforderungen an Trennwände

Messwerte $\overline{R}'$ (dB) (125–4000 Hz)	*LSM* (dB)	Subjektive Beurteilung der Dämmung	Vergleichsbasis
25	— 25	Schlecht	Unterhaltungssprache gut verständlich
30	— 20	Ungenügend	
35	— 15	Für geringe Ansprüche genügend	Unterhaltungssprache verständlich
40	— 10	Gut	
45	— 5	Sehr gut	Unterhaltungssprache nicht verständlich

2. Einige bauakustische Begriffe

Als Schall bezeichnet man mechanische Schwingungen und Wellen in einem elastischen Medium im Frequenzbereich des menschlichen Hörens (16 ÷ 20000 Hz). Zur Bestimmung der Intensität eines Schalles wird meistens der sogenannte Schalldruck gemessen. Es handelt sich dabei um den das Schallfeld bestimmenden Wechseldruck, der dem statischen (atmosphärischen) Druck der Luft überlagert ist. Da Schalldrucke in einem Umfang von $1:10^6$ vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden, ist es praktischer, das logarithmische Mass des Schallpegels zu verwenden, das diesen Bereich durch einfache Dezibel-Zahlen beschreibt. Der Schallpegel ist international definiert als der 20fache Logarithmus des Verhältnisses vom gemessenen Schalldruck zu einem genormten Referenzschalldruck.

Die Prüfung der Schalldämmung erfolgt gemäss der internationalen Norm ISO R 140. Dabei interessieren zunächst die Schalldifferenzen zwischen Sende- und Empfangsraum. Für die Berechnung der gesuchten Schalldämmzahl R werden diese Schallpegeldifferenzen auf 1 m² Fläche des Bauelementes und auf 1 m²

Tabelle 2. Ungefähre Dämmwerte einiger Bauteile

Einfachtüre mit Schwelle	20 dB	EV-Fenster ohne Dichtung	15 dB
Einfachtüre mit Dichtung	30 dB	DV-Fenster ohne Dichtung	25 dB
Doppeltüre mit Dichtung	bis 40 dB	DV-Metallfenster	bis 35 dB