

# Schallschutztechnische Probleme und deren Lösung

Autor(en): **Braune, Bernard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 33/34

PDF erstellt am: **19.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75864>

## **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.

# Schallschutztechnische Probleme und deren Lösung

Von Bernard Braune, Binz

## Problemkreise und Lösungsschema

### Problemkreise

Bei der Erweiterung der Kläranlage Werdhölzli traten drei schallschutztechnische Problemkreise auf:

- Schutz der näheren Umgebung gegen Lärmimmissionen der Kläranlage,
- Begrenzung der Lärmimmissionen auf dem Areal und in Arbeitsräumen der Kläranlage selbst,
- Lösung besonderer schalltechnischer Probleme beim Betriebsgebäude und bei der Energiezentrale.

### Lösungsschema

Die Lösung der vielfältigen Schallschutzprobleme aus den drei erwähnten Problemkreisen erfolgte grundsätzlich nach folgendem Schema:

- ☐ Festlegen der zu erreichenden Ziele in Form von Schallimmissionsgrenzwerten für Aussen- und Innenlärm, von Schallemissionsgrenzwerten für Maschinen, Aggregate, Anlage- und Installationsteile, von Richtwerten für die Raumakustik,
- ☐ Identifizieren der wichtigsten Lärmquellen auf dem ganzen Areal der Kläranlage,
- ☐ Untersuchen der notwendigen und technisch möglichen Lärmschutzmassnahmen zur Erreichung der festgelegten Ziele,
- ☐ Schalltechnische Dimensionierung der auszuführenden Massnahmen unter Berücksichtigung der zu erwartenden Lärmimmissionen der Maschinen, Aggregate usw.,
- ☐ Durchführen von Ausführungskontrollen während der Bau-, Montage- oder Installationsphase,
- ☐ Ausführen der notwendigen schalltechnischen Kontrollmessungen nach Inbetriebnahme der Anlagen.

## Schutz der näheren Umgebung

### Lärm-Immissionsgrenzwerte

Die nähere Umgebung der Kläranlage liegt auf dem rechten Limmatufer im Gebiet der Bombach- und Winzerhalde, und auf dem linken Limmatufer umfasst sie das Gebiet der Bändlistrasse.

Zur Festlegung der Lärmimmissionsgrenzwerte wurden beide Gebiete als ruhige Wohnzone eingestuft.

Für eine ruhige Wohnzone gelten gemäss SIA-Norm 181 «Schallschutz im Wohnungsbau», die sich auf den Bericht der Eidgenössischen Expertenkommission an den Bundesrat vom Jahr 1963 «Lärmbekämpfung in der Schweiz» stützt, für von aussen in die Gebäude eindringenden Lärm folgende Immissionsgrenzwerte:

|                                                  | nachts | tags |
|--------------------------------------------------|--------|------|
| - Mittleres Geräusch<br>L <sub>50</sub> in dB(A) | 45     | 55   |
| - Häufige Spitzen<br>L <sub>1</sub> in dB(A)     | 55     | 65   |

Dazu vermerkt die erwähnte Norm und der zitierte Expertenbericht, dass die wünschbaren Werte um 10 dB(A) kleiner, jedoch nicht unter 30 dB(A) sein sollten.

Das Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich wendet betreffend Grenzwerte die gleiche Praxis wie das Bundesamt für Umweltschutz an und definiert die wünschbaren Werte als Planungswerte bei der Erstellung von neuen lärmzeugenden Gewerbebetrieben, Industriebauten oder Anlagen im Freien.

Als Planungswerte wurden daher für die Lärmimmissionen der Kläranlage in den näheren Wohngebieten folgende Grenzwerte festgelegt:

|                                                  | nachts | tags |
|--------------------------------------------------|--------|------|
| - Mittleres Geräusch<br>L <sub>50</sub> in dB(A) | 35     | 45   |
| - Häufige Spitzen<br>L <sub>1</sub> in dB(A)     | 45     | 55   |

Als Messort gilt das offene Fenster des jeweils betrachteten Raumes im entsprechenden Gebäude.

Die Grenzwerte beziehen sich somit auf die Lärmimmissionen im Freien direkt um ein dem Aussenlärm ausgesetztes Gebäude und nicht auf das Geräusch, das infolge von Schallübertragungen durch geschlossene Fenster und Türen, durch Fassaden und das Dach im Innern entsteht.

Um die Lärmsituation in der näheren Umgebung vor der Inbetriebnahme der erweiterten Kläranlage zu charakterisieren, wurden an einem Wochenende im Oktober 1981 an zwei Messpunkten im Gebiet der Bombach- und Winzerhalde Lärmmessungen in Form von

Stichproben vorgenommen. An diesen Messpunkten wurden sowohl am Tag wie in der Nacht Schallpegelwerte für das Grundgeräusch L<sub>50</sub> ermittelt, die über den festgelegten Grenzwerten von 45 bzw. 35 dB(A) lagen.

Unabhängig von der erfassten Lärmsituation wurde aber bei der Planung der Lärmschutzmassnahmen die Einhaltung der festgelegten Grenzwerte konsequent angestrebt. Dabei wurde jedoch berücksichtigt, dass allfällige Überschreitungen der Grenzwerte keine Störeinträge auf die nähere Umgebung ausüben können, solange der vorhandene Grundschallpegel nicht erreicht wird und die entstehenden Geräusche keine ausgeprägte Reintonkomponenten enthalten.

## Lärm-Emissionsgrenzwerte

Aufgrund der festgelegten Lärmimmissionsgrenzwerte für die nähere Umgebung wurden Lärmemissionsgrenzwerte für die Anlagenteile definiert, und zwar jeweils in 5 m Abstand von der jeweiligen Lärmquelle.

Unter Berücksichtigung der grossen Anzahl mehr oder weniger starker Lärmquellen, die auf dem ganzen Areal der Kläranlage verteilt sind, wurde ein allgemeiner Lärmemissionsgrenzwert von 40 dB(A) in 5 m Distanz von allen Öffnungen in der Aussenhülle von Gebäuden, in welchen lärmige Maschinen, Lüftungsanlagen oder andere Lärmquellen untergebracht sind, festgelegt.

Unter den Lärmquellen, welche direkt im Freien abstrahlen, erschienen nach einer Überprüfung der zu erwartenden Lärmemissionen nur die Hebewerke (Schneckenpumpen) kritisch, so dass keine weiteren Emissionsgrenzwerte definiert wurden.

Die Lärmabstrahlung der Hebewerke wurde mit Hilfe von Messungen an ähnlichen Hebewerken auf der Kläranlage Glatt eingehend untersucht, um die Lärmimmissionen in der Umgebung prognostizieren und allfällige schalltechnische Massnahmen planen zu können.

## Lärmbekämpfungsmassnahmen

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schallabstrahlung der verschiedenen Lärmquellen wurden zur Einhaltung der vorgängig angegebenen Lärmimmissions- bzw. Emissionsgrenzwerte im wesentlichen folgende Lärmbekämpfungsmassnahmen getroffen,

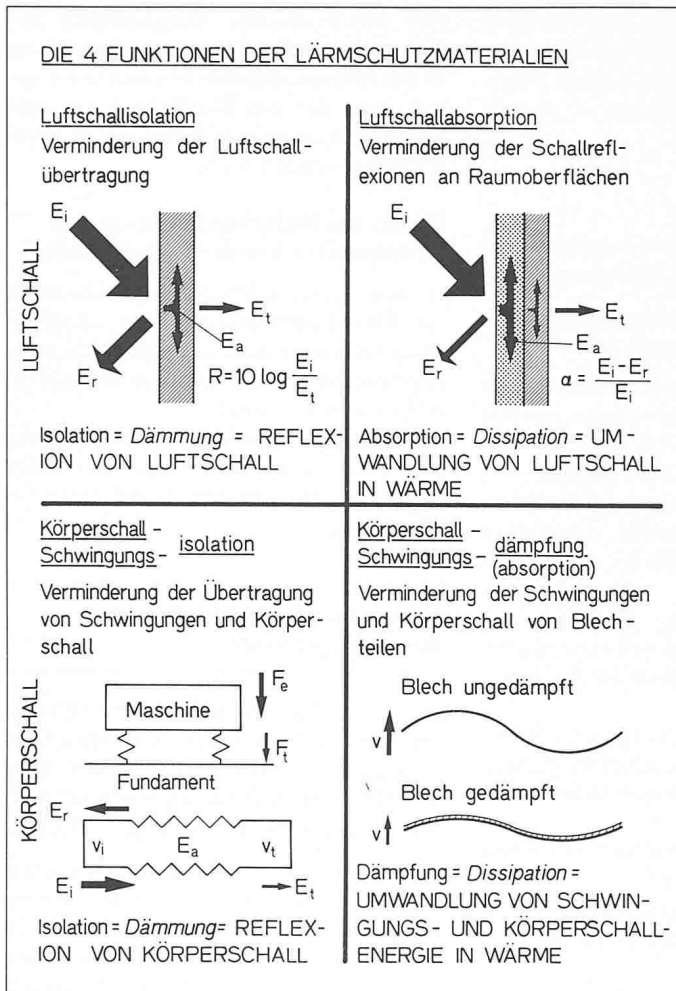


Bild 1. Die vier Funktionen der Lärmschutzmaterialien

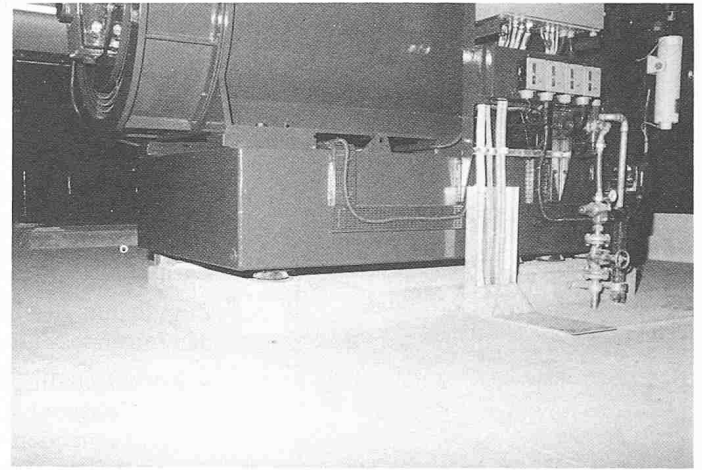


Bild 2. Elastische Lagerung eines Turboverdichters in der Gebläsestation

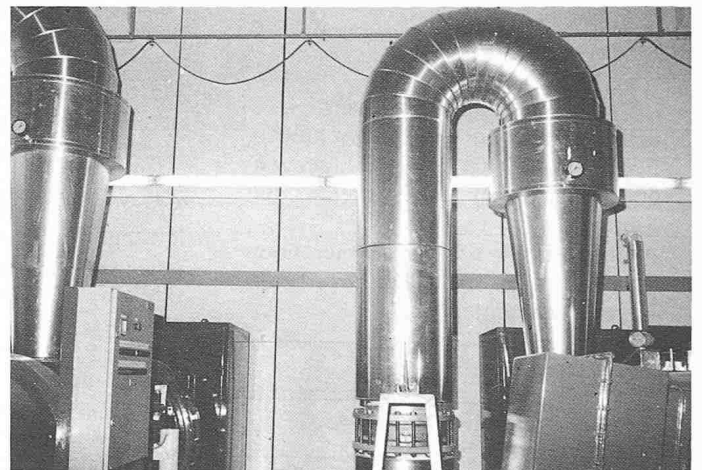


Bild 3. Schallabsorbierende Wandverkleidung im Turboverdichterraum

die auf der technischen Anwendung der im Bild 1 erläuterten Funktionen der Lärmschutzmaterialien basieren:

- Wahl genügend schalldämmender Fassaden- und Dachkonstruktionen bei allen Gebäuden, in welchen intensive Lärmquellen untergebracht sind;
- Einbau von teilweise hochschalldämmenden Tür- und Fensterkonstruktionen, insbesondere bei der Energiezentrale und bei der Gebläsestation;
- Einbau richtig dimensionierter Schalldämpfer auf allen Luftein- und Austrittsöffnungen einschliesslich jener am Austritt des Kamins der Energiezentrale;
- Schalldämmende Verkleidung oder Kapselung von Anlageteilen beim Bau der Anlagen oder - wenn möglich und als wirklich notwendig erwiesen - nach deren Inbetriebnahme;
- Elastische Lagerung aller schwingungserregten Maschinen, Aggregate oder Installationen zur Schwingungs- und Körperschallisolation. Bild 2 zeigt z. B. die elastische Lagerung der Turboverdichter in der Gebläsestation.

## Begrenzung der Lärmimmissionen

### Begrenzung der Lärmimmissionen auf dem Areal der Kläranlage

Die Ausführung der oben erwähnten Lärmschutzmassnahmen zum Schutze der näheren Umgebung begrenzte gleichzeitig auch die Lärmimmissionen auf dem Areal der Kläranlage auf ein genügendes Mass. Somit drängten sich bis anhin keine weiteren Massnahmen auf.

### Begrenzung der Lärmimmissionen in Arbeitsräumen der Kläranlage

Die besonderen Probleme, die beim Bau des Betriebsgebäudes und der Energiezentrale zu lösen waren, werden im nächsten Abschnitt behandelt.

Die lärmexponierten Arbeitsräume in anderen Teilen der Kläranlage sind in erster Linie die Maschinenräume, Kommandoräume und Schaltwarten. In Maschinenräumen, in welchen sich Personen nur kurze Zeit für Kontrollen oder zum Durchführen zeitlich begrenzter Arbeiten aufhalten, wurden

im allgemeinen keine besonderen Schallschutzmassnahmen getroffen.

Eine Ausnahme bildet der Turboverdichterraum in der Gebläsestation. In diesem Raum wurden grosse Teile der Wandflächen mit einer hochwirksamen schallabsorbierenden Verkleidung versehen (Bild 3). Diese Schallschluckverkleidung besteht aus einer 4,0 cm dicken Lage aus Mineralfaserplatten, die auf den rohen Betonwänden appliziert wurde, und aus absorbierenden Holzwolle-Akustikplatten von 3,5 cm Dicke, die auf einem Lattenrost vor den Mineralfaserplatten angebracht wurden. Diese Verkleidung setzt die Halligkeit des Turboverdichterraumes stark herab und reduziert den Luftschallpegel im Raum.

In den Kommandoräumen und Schaltwarten sollte der Schallpegel die Grenze von 50 dB(A) möglichst nicht überschreiten. Wo solche Räume in direkter Nähe von lärmigen Maschinen oder Anlagen liegen, wurden sie mit Hilfe folgender Massnahmen speziell isoliert:

- Wahl von genügend dicken Wand- und Deckenkonstruktionen,

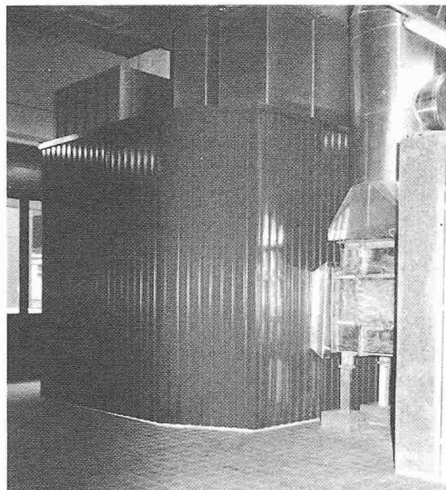


Bild 4. Schallschutzkabine über einer Gasturbine in der Energiezentrale

- Einbau von Schalldämmtüren,
- Schwingungs- und körperschallisolierte Aufstellung der lärm erzeugenden Maschinen in angrenzenden Räumen,
- Anbringen von schallabsorbierenden Verkleidungen an der Decke oder auf Teilen der Wände.

### Besondere schalltechnische Probleme

Folgende Probleme waren beim Betriebsgebäude und bei der Energiezentrale besonders zu lösen:

- Schutz des Betriebsgebäudes gegen Luftschall-, Körperschall- und Schwingungsmissionen, welche von der direkt angrenzenden Energiezentrale herrühren;
- Schutz der empfindlicheren Räume im Betriebsgebäude gegen Luftschall-, Körperschall- und Schwingungsmissionen aus den im Gebäude selbst untergebrachten Technikräumen;

- Dimensionieren der notwendigen Luftschall- und Trittschallisolationen sowie der empfohlenen raumakustischen Massnahmen im ganzen Betriebsgebäude.

### Schutz des Betriebsgebäudes gegen Lärmmissionen der Energiezentrale

Zum Schutz des Betriebsgebäudes wurden folgende Massnahmen getroffen:

- Körperschallisolation zwischen beiden Gebäuden in Form einer vertikal durchgehenden Trennschicht aus 2 cm dicken Mineralfaserplatten;
- Erzielung einer hohen Luftschallisolation zwischen beiden Gebäuden durch eine zweischalige Konstruktion;
- Elastische Lagerung aller Maschinen, Aggregate und schwingungserregten Installationsteile in der Energiezentrale;
- Körperschallisolation für alle Rohrleitungs- oder Kanalbefestigungen und Durchbrüche durch Wände und Decken;
- Montage von Schallschutzhauben über den Ölbrennern;
- Kapselung der Gasturbinen in je einer hochschalldämmenden Kabine (Bilder 4 und 5).
- Bild 5 zeigt das Innere der einen Kabine sowie die Gummielemente zwischen dem Grundrahmen und dem darunterstehenden Betonsockel. Zur Lärmreduktion in der aus 18 cm dicken Kalksandsteinwänden und einer 20 cm dicken Betondecke bestehenden Kabine wurden die Kabinendecke und der obere Teil der Wandflächen mit einer schallabsorbierenden Verkleidung versehen, die im Bild 5 teilweise zu sehen ist.
- Wahl von Aussentüren, Fenstern und Dachkuppeln mit erhöhter Luftschalldämmung;
- Schalldämpfereinbau wo notwendig.

Die beschriebenen Massnahmen zur Begrenzung der Luftschallabstrahlung in der Energiezentrale wurden so ausgelegt, dass der auf 80 dB(A) festgelegte Grenzschaallpegel im Raum nicht überschritten werden sollte.

### Schutz des Betriebsgebäudes gegen Lärmmissionen der Technikräume

In den verschiedenen Technikräumen im Betriebsgebäude wurden ähnliche Massnahmen wie in der Energiezentrale getroffen, die hier nicht nochmals erwähnt werden müssen.

Als einziges Beispiel sei im Bild 6 die elastische Lagerung der Pumpen in der Brauchwasseraufbereitungszentrale im UG gezeigt.

### Bau- und Raumakustik im Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude als Verwaltungs- und Bürogebäude der Stadtentwässerung Zürich muss in bezug auf Bau- und Raumakustik die an einen solchen Bau gestellten Anforderungen erfüllen.

So wurden die notwendigen Massnahmen zum Erreichen der gewünschten Luftschall- und Trittschallisolation in horizontaler Richtung zwischen den verschiedenen Räumen und in vertikaler Richtung zwischen den einzelnen Geschossen getroffen.

Was die Raumakustik anbelangt, so wurde versucht, optimale Verhältnisse zu schaffen, die dem Verwendungszweck der verschiedenen Räume angepasst sind.

Zum Beispiel wurde im Vortragsraum eine möglichst gute Sprechakustik angestrebt, ohne den Raum zu dumpf werden zu lassen, da dieser auch als Mehrzweckraum dient. Die Decke wurde zu je 50% schallreflektierend und schallabsorbierend gestaltet. Der reflektierende Teil bildet einen Mittel-

Bild 5. Gasturbine auf schwingungs isoliertem Rahmen in der Schallschutzkabine

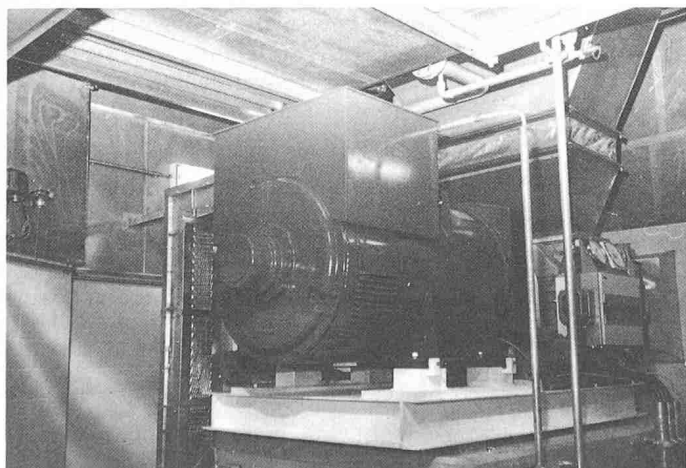
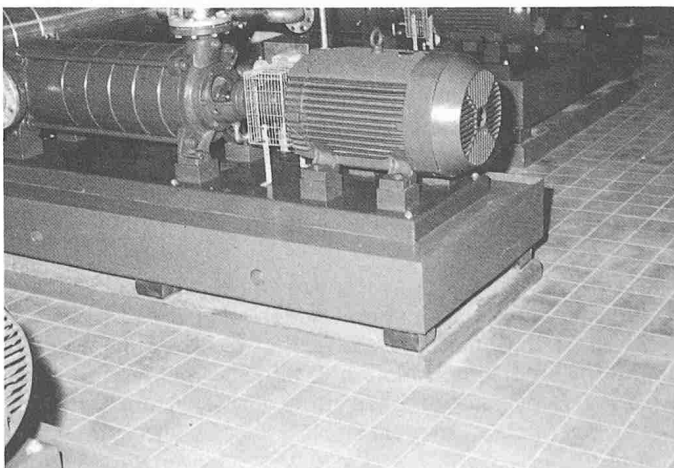


Bild 6. Elastische Lagerung einer Pumpe der Brauchwasseranlage mit dickem Sockel auf Gummielementen



streifen, der die Schallausbreitung vom vorderen zum hinteren Saalbereich begünstigt.

Absorbierend ausgeführt wurden zwei Streifen von je rund 2 m Breite längs der Seitenwände des Saales. Zwischen den Fenstern sind Vorhangpakete angeordnet, die zur Schallabsorption beitragen und die Gefahr störender Flatterechos stark herabsetzen. Mit diesen Absorptionsmassnahmen konnte ein harter Bodenbelag gewählt werden.

Im Personalrestaurant wurde dagegen eine möglichst kurze Nachhallzeit mit entsprechender Verminderung des bei starker Besetzung durch die Benutzer erzeugten relativ hohen Schallpegels erzielt. Hier wurde die ganze Deckenfläche schallschluckend gestaltet; dies um so mehr, als nur ein harter Boden in Frage kam.

## Schlussfolgerung

Die geplanten und fachgerecht ausgeführten Schallschutzmassnahmen, wie sie beschrieben wurden, sollten erlauben, die gesetzten Lärmimmissionsgrenzwerte nicht zu überschreiten.

## Literatur

- [1] *Fasold, W.; Kraak, W.; Schirmer, W.*: Taschenbuch Akustik, Teile 1 u. 2. VEB Verlag Technik Berlin (1984)
- [2] *Gösele, K.; Schüle, W.*: Schall, Wärme, Feuchtigkeit. Bauverlag, Wiesbaden/Berlin, 7. Aufl. (1983)
- [3] Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein. Schallschutz im Wohnungsbau, Norm SIA 181. Zürich (1977)
- [4] *Kurtze, G.*: Physik und Technik der Lärmbekämpfung. G.-Braun-Verlag, Karlsruhe, 2. Auflage (1975)
- [5] *Heckl, M.; Müller, H. A.*: Taschenbuch der technischen Akustik. Springer-Verlag, Heidelberg/Berlin/New York (1975)
- [6] Lärmarm konstruieren. VDI-Bericht 239, VDI-Tagung Stuttgart (1975). VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf
- [7] *Schmidt, K. P.*: Lärmarm konstruieren – Beispiele für die Praxis. Forschungsbericht Nr. 129 im Auftrag des Bundesmini-

sters für Arbeit und Sozialordnung. Hrsg. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Dortmund (1974)

- [8] *Braune, B.*: Raum- und Bauakustik. Kapitel IV, Bauphysikalische Grundlagen aus der «Dokumentation Holz»; Hrsg. Lignum, Zürich (1974)
- [9] *Furrer, W.; Lauber, A.*: Raum- und Bauakustik, Lärmbekämpfung. Birkhäuser Verlag, Basel (1972)
- [10] Autorenkollektiv, Leitung *Schirmer, W.*: Lärmbekämpfung. Verlag Tribüne, Berlin (1971)
- [11] VDI-Richtlinien für den Bereich «Lärm-minderung». Beuth Vertriebs GmbH, Berlin und Köln
- [12] *Beranek, L. L.*: Noise and Vibration Control. McGraw-Hill Book Company, New York (1971)
- [13] *Lienard, P.; François, P.*: Acoustique Industrielle et Environnement, Editions Eyrolles, Paris (1983)

Somit sollten der Schutz der näheren Umgebung der Kläranlage gegen störende Geräuschimmissionen sowie die Begrenzung solcher Immissionen auf dem Areal und in den Arbeitsräumen der Kläranlage gewährleistet sein.

Im an die Energiezentrale direkt angrenzenden Betriebsgebäude sollten, dank der Lösung der besonderen schalltechnischen Probleme, die sich bei die-

sen beiden Gebäuden gestellt haben, keine untolerierbaren Störeinträge von Lärm und Körperschall vorhanden sein und angenehme raumakustische Verhältnisse in den verschiedenen Räumlichkeiten der Stadtentwässerung geschaffen worden sein.

Adresse des Verfassers: B. Braune, dipl. Phys. ETH/SIA, Ing.-Büro für Akustik und Bauphysik, Hausacherstrasse 42, 8122 Binz.

# Architektur und Umgebung

Von Arnold Winzer, Zürich, und Peter Voser, Männedorf

## Rolle des Architekten

Das Schaffen des Architekten hat für ihn selbst wie auch für seine Umwelt eine starke idealistische Prägung. Er muss gestalten und alle Ideen, die sich in der Auseinandersetzung mit seiner Aufgabe ergeben, zu einem möglichst klaren Bild verschmelzen. Beginnt er seine Vorstellungen zu ordnen, so beschäftigen ihn meistens die schöngeistigen Faktoren, die ihn faszinieren. Die Vielseitigkeit der Aufgabe, ganz besonders im Industriebau, bringt ihn jedoch bald auf das Niveau der Realität, die er mit den tatsächlichen Bedürfnissen, der notwendigen Technik, der Umwelt und dem idealistischen Gedanken vereinen muss. Dabei hat sich der Architekt von Kleinlichkeiten zu lösen, um seine Unabhängigkeit bewahren zu können.

Das Stadium der vielgerühmten Freiheit wird er aber bald verlassen müssen. Der Bauherr sieht am Anfang das Ethos

der architektonischen Berufsauffassung; er prüft den Menschen, dem er eine Aufgabe übertragen will, nach seinem Charakter, seiner Bildung, nach seiner Integrität. Vom Architekten wird ja verlangt, dass er die Interessen des Bauherrn vollumfänglich wahrte. Er muss also das absolute Vertrauen des Bauherrn geniessen.

Als Ziel und Aufgabe für die Erweiterung der Kläranlage Werdhölzli der Stadt Zürich wurde eine «einheitliche architektonische Handschrift bei der Gestaltung des Äusseren mit Einbezug der notwendigen Begründung» gefordert. Und es sollte sich auch bald zeigen, dass diese Aufgabe unwahrscheinlich vielseitig war. Die bestehende Anlage mit einer Landfläche von rund 10 000 m<sup>2</sup> und relativ wenig Hochbauten wurde nahezu verdoppelt und vor allem mit neuen, notwendigen Hochbauten erweitert. So die Überdeckung der Rechenanlage, Erweiterung der Voreindicker, Faulanlage und Nachein-

dicker, neues Betriebsgebäude und Einstellhalle für den Kanalnetzbetrieb und, ganz wesentlich, im Westen des Areals die neuen Belebungs- und Nachklärbecken mit der Filteranlage, die aus technischen Gründen mit 5,40 m Höhe in Erscheinung treten und ein Ausmass von etwa 250×180 m haben. Hier galt es, mit dem Betrieb, mit den Spezialisten und vor allem mit den Bauingenieuren eng zusammenzuarbeiten. Technik und Architektur verschmelzen und zeichnen sich dort, wo die klare Konstruktion gezeigt wird, mit dem besonderen Etwas des Architekten aus.

## Die Ausführung

Beginnen wir, dem Betriebsablauf entsprechend, im Osten des Areals. Da haben wir zunächst die Erweiterung und Überdeckung der Rechenanlage mit einer Hallenhöhe von 10,25 m und, nach aussen sichtbar, 27,8 m langen und 2,75 m hohen Fachwerkträgern, damit das Raumvolumen und somit auch die Abluft möglichst gering gehalten werden konnten. Die Fassadenaus-senhaut besteht aus isolierten Sandwichblechen und Faltdorfront bei der Zufahrtsseite.