

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 81 (1989)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Klärwerk München II : Beton und Umweltschutz  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-940499>

#### **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:** 10.02.2026

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

## 5. Bewirtschaftungs- und Notfallmassnahmen

Im folgenden werden einige Beispiele vorgestellt.

### Sicherstellung der Erdgaszufuhr

Auf nationaler Stufe bzw. innerhalb der Verbundgesellschaften achtet die Gaswirtschaft darauf, die Bezugsquellen geographisch und politisch mit Schwerpunkt Westeuropa zu diversifizieren. Dies gilt auch für den Auf- und Ausbau der internationalen Zufuhrwege, die zudem weitgehend vermascht konzipiert sind, so dass gegebenenfalls Aushilfslieferungen möglich sind. In der Schweiz wird die Suche nach Erdgasvorkommen vorangetrieben; nach der erfolgreichen Bohrung im Entlebuch läuft zurzeit ein weiteres Programm mit Investitionen von rund 80 Millionen Franken. Gleichzeitig läuft auch die Suche nach geeigneten geologischen Strukturen für einen schweizerischen Untertagespeicher. Möglichkeiten für die Lagerung von Erdgas in flüssiger Form werden untersucht.

Auf der Stufe der Gasversorgung Zürich (GVZ) sind insbesondere die Zweistoffanlagen zu erwähnen, die bei Bedarf kurzfristig auf einen Zweitbrennstoff (Heizöl, Kohle, Holz) umgestellt werden können. Im Versorgungsgebiet der Zürcher Gasversorgung sind mengenmäßig etwa 60% Zweistofffeuerungen zu registrieren. Die GVZ selber baut zurzeit eine Anlage, die auch zur Überbrückung technisch bedingter Lieferunterbrüche geeignet ist. Sie investiert dafür rund 27,5 Millionen Franken.

### Strombewirtschaftungsmassnahmen

Die Strombewirtschaftung bei Mangellagen beruht auf dem Landesversorgungsgesetz vom 8. Oktober 1982. Dabei sind folgende bei Bedarf zu verordnende Massnahmen vorgesehen: Verbot bestimmter Anwendungen, Kontingentierung oder Rationierung, Netzausschaltungen. Die Elektrizitätswerke bereiten sich darauf vor, indem sie einerseits zweijährige Stromverbrauchsdaten der Konsumenten erheben, andererseits aber eine Liste lebenswichtiger Betriebe mit Sonderbehandlung und eine Liste der Eigenproduktionsanlagen nachführen und schliesslich Abschaltpläne erstellen.

In der Notfallplanung ist das EWZ mit den übrigen Werken und den Verkehrsbetrieben (VBZ) in die Notfallorganisation der Technischen Dienste der Stadt Zürich integriert. Im wesentlichen ist dadurch sichergestellt, dass nach kriegerischen Ereignissen von den Werkabschnitten aus dezentral in Form von Erkundungen, Sicherungen und Notreparaturen Sofortmassnahmen getroffen werden. Entsprechende Montagegruppen werden den jeweiligen Schadenplatzkommandanten zugewiesen. Unter deren Leitung laufen später die vom Stadtrat angeordneten Instandstellungsarbeiten an, wofür auch der Zivilschutz Unterstützung leistet.

### Trinkwasserversorgung in Notlagen

In normalen «Friedenszeiten» beträgt der mittlere Wasserverbrauch pro Einwohner rund 450 Liter, wobei etwa 220 Liter für die Hygiene und Haushaltzwecke verbraucht werden. Aufgrund einer Analyse wurden als Katastrophenfälle definiert: Sabotage, Naturkatastrophen, Unglücks- und Schadenfälle sowie kriegerische Einwirkungen.

Zur Meisterung dieser Fälle hat die Wasserversorgung Zürich ein dreistufiges Konzept erarbeitet: Für eine erste Phase, das heißt für die Dauer von zwei bis drei Tagen, sollte jeder Einwohner einen eigenen Notvorrat im Keller anlegen. Pro Person sollten 24 Liter Trinkwasser vorhanden sein, z.B. Mineralwasser oder in PET-Flaschen abgefülltes,

speziell konserviertes Notwasser. In einer zweiten Stufe wird es möglich sein, 5 bis 15 Liter Quellwasser pro Einwohner über das separate Brunnennetz zur Verfügung zu stellen. Dieses Quellwasser fließt der Stadt Zürich im freien Gefälle zu; zu seiner Verteilung ist also keine elektrische Energie nötig. Zurzeit stehen im Stadtgebiet 69 Notwasserbrunnen bereit; weitere 288 öffentliche Brunnen sind ebenfalls am separaten Brunnennetz angeschlossen. Der Ausbau erfolgt laufend. In der dritten Stufe, wenn z.B. die Seewasserwerke für längere Zeit ausfallen sollten, wäre es möglich, aus den geschützten Grundwasserbauten im Hardhof Trinkwasser ins normale Verteilsystem zu fördern. Mit einer Menge von 50 bis 100 Litern pro Tag und Einwohner wäre die «Aufbauphase» zu überbrücken.

Die technischen Anlagen und Installationen der Zürcher Wasserversorgung verfügen auch über einen guten Schutz gegen konventionelle, biologische und chemische Waffen sowie gegen Sabotage und Naturkatastrophen. Zudem sind die Pumpstationen teilweise mit autarken Notstromgruppen ausgerüstet.

Beim Aufbau der Notstandsdispositive geht es ja nicht nur darum, bedrohte Anlagen und Sachwerte zu schützen, sondern vor allem darum, das Überleben möglichst vieler Menschen unter erschwerten Bedingungen zu ermöglichen. Das Streben nach Schutz und Sicherheit zählt zu den elementarsten Bedürfnissen des Menschen; die Industriellen Betriebe versuchen, mit der Sicherstellung von Trinkwasser- und Energieversorgung dazu beizutragen.

Adresse des Verfassers: Stadtrat Dr. Jürg Kaufmann, Vorsteher der Industriellen Betriebe der Stadt Zürich, Bahnhofquai 5/Beatenplatz 1, CH-8023 Zürich.

## Klärwerk München II – Beton und Umweltschutz

In den Jahren 1984 bis 1988 wurde das Klärwerk München II im Norden der Stadt zur Erweiterung des einzigen, seit 60 Jahren bestehenden Klärwerks errichtet (Bild 1); den erhöhten Anforderungen für den Gewässerschutz und den daraus folgenden verschärften wasserrechtlichen Auflagen genügt die Reinigungsleistung des Klärwerks München I allein nicht mehr. Der Bau des neuen Klärwerks mit einem Anschlusswert von 1 Mio Einwohnergleichwerten (EGW) stellte für die Stadt München mit einem Gesamtkostenaufwand von über 420 Mio sFr. die grösste Investition im Be-

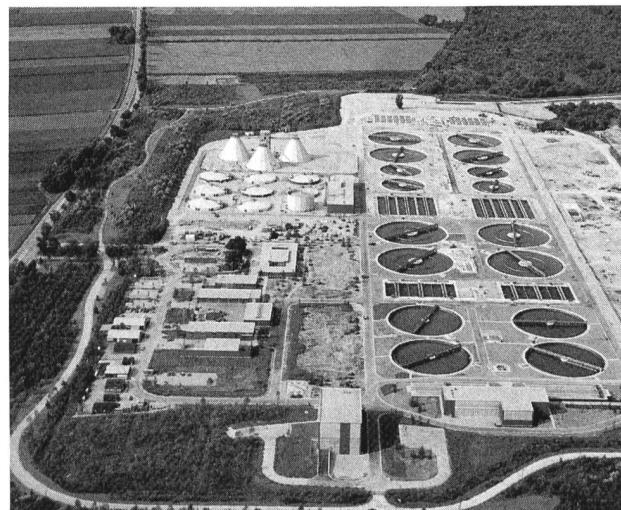


Bild 1. Das Klärwerk München II mit 32 rissefreien Betonbauwerken ohne Dehnungsfugen.

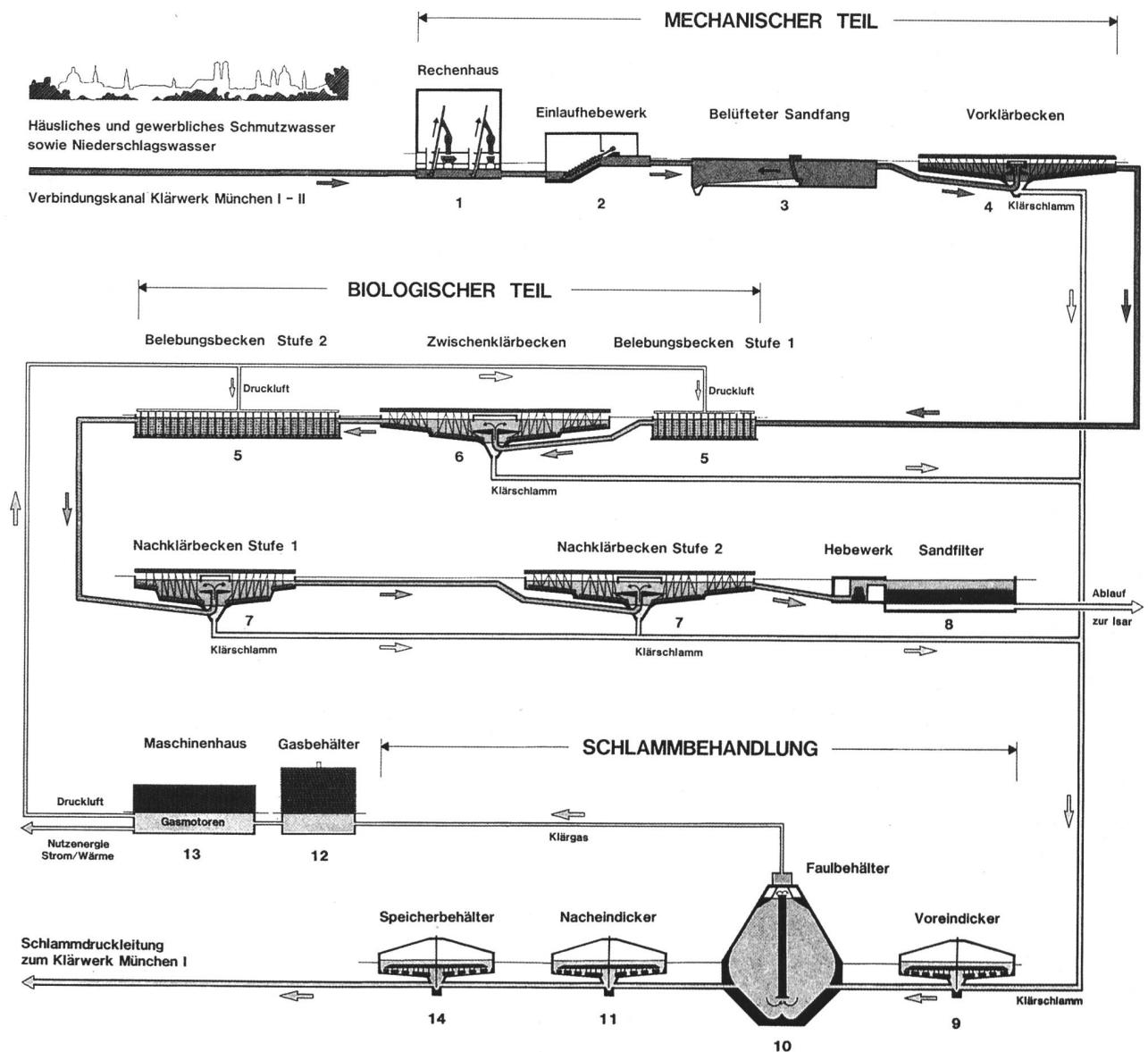


Bild 2. Abwasserreinigung im Klärwerk München II mit einer mechanischen Stufe (1–4) und zwei biologischen Stufen (5–8) sowie Schlammbehandlungsanlage (9–12).

reich des Umweltschutzes dar. Das Abwasser wird in einer mechanischen Stufe mit vier Vorklärbecken und zwei biologischen Stufen mit vier Belebungs-, vier Zwischenklärb- und acht Nachklärbekken gereinigt; daran schliesst sich eine Schlammbehandlung mit sechs Eindickern, drei Faul- und zwei Speicherbehältern an (Bild 2).

Wegen der Forderung des Bauherrn nach rissefreien Bauwerken ohne Dehnungsfugen mussten alle 32 grösseren Betonbauwerke (Becken und Behälter) dieses Grossklärwerks vorgespannt werden; deshalb waren die Bauwerkssohlen auf einer Gleitschicht (dreischichtige Bitumenbahn mit Glasgewebeeinlage, geklebte Überlappungsstösse) aufzulagern. An den Baustoff Beton waren neben der erforderlichen Festigkeit besondere Anforderungen gestellt; sie betrafen die Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse, besonders gegen Frost, hohen Widerstand gegen chemische Angriffe und einen hohen Abnutzungswiderstand. Zum Schutz der schlamm- und gasberührten Betonflächen war darüber hinaus bei allen Behälterbauwerken eine Auskleidung mit HDPE-Platten in einer Stärke von 5 mm vorzusehen. Die Mindestüberdeckung der Bewehrung beträgt 4 cm. Ein weiteres Kriterium war eine hohe Massgenauigkeit der Bauwerke und der Einbauteile als Voraussetzung für ordnungsgemässes Arbeiten der maschinentechni-

schen Anlagen. Für die Ebenflächigkeit der Sohle und der räumerbefahrenen Wandoberkanten waren nur Massabweichungen von  $\pm 2$  mm zugelassen. Aufgrund der Vorgabe fugenloser, vorgespannter Bauwerke ergaben sich vor allem für die Beckensohle sehr grosse Betonierabschnitte; sie wurden im allgemeinen in einem Abschnitt, bei Becken mit Sohlsprung und bei den Belebungsbecken der Stufe 2 in zwei Abschnitten hergestellt. Die grössten Sohlab schnitte traten bei den Zwischenklärbekken bzw. den Nachklärbekken (Stufe 2) mit etwa  $2000 \text{ m}^2$  Sohlfläche und  $900 \text{ m}^3$  Beton auf und die grössten Wandabschnitte ebenfalls dort. Der dichte Anschluss der Wand an die Sohle wurde mit einem in die Betonaufkantung eingebetteten Fugenblech erreicht und als Anschlussmischung ein Beton der Körnung 0/16 mm und mit einem Gehalt von 380 kg Zement und 70 kg Füller/ $\text{m}^3$  Beton eingebaut. Für die Wände mit einer dicht geschlossenen, glatten Sichtbetonoberfläche verwendete man einen Beton mit Zuschlagstoff 0/32 mm (340 kg Zement und 40 kg Füller/ $\text{m}^3$  Beton). Gegenüber den Rundbecken werden die acht nahezu bau gleichen Eindickerbauwerke und Speicherbehälter mit einem flachgeneigten Kegeldach überspannt. Die Sohlen sind wieder kreuzweise vorgespannt und die Wände horizontal, wobei die volle Vorspannung der Wände erst nach

entsprechender Erhärtung des Kegeldachbetons aufgebracht wurde. Die in der Abwicklung 90 m langen Wände wurden wegen ihrer Auskleidung mit HDPE-Platten in einem Arbeitsgang betoniert. Es wurde eine sogenannte Borstenplatte verwendet, die auf etwa 20% Fläche streifenförmige Polygripstreifen hat – ähnlich einem Klettverschluss. Diese haben eine Haftfestigkeit im Beton von etwa 0,7 N/mm<sup>2</sup>. Gefordert war eine dichte Verschweisung der Platten zu einer gas- und wasserdichten Haut, die durch Hinterblasen mit Luft mit 0,4 bar Überdruck nachgewiesen werden musste. Die Platten haben außerdem elektrostatische Aufladungen zu verhindern, denn bei ungünstigen Verhältnissen können sich explosive Gasgemische im Behälter bilden. Die drei 37 m hohen Faulbehälter sind aus optischen Gründen auf etwa halber Höhe unter Geländeoberkante angeordnet und architektonisch besonders gestaltet. Nach Bewuchs der um die Kläranlage aufgeschütteten Erddämme fallen sie von ausserhalb kaum noch ins Auge. Gegenüber den Becken und übrigen Behältern wurden an den *Beton für die Faulbehälter* weitergehende Anforderungen gestellt (W/Z = 0,48; HOZ 35 HS); so sollte der Unter-

schied zwischen Luft- und Betonoberflächentemperatur nicht mehr als 20°C und die Frischbetontemperatur weniger als +15°C betragen. Deshalb verwendet man frisch gewonnene Zuschlagstoffe mit im Mittel +14°C, Zugabewasser von +8°C und Zement, den man beim Einblasen in die Silos mit flüssigem, 196°C kaltem Stickstoff von +70°C auf +20°C abkühlte. Die niedrige Frischbetontemperatur war eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass keine Risse beim Abbinden auftraten. Bei der Betonherstellung wurde für alle Bauwerke mit Ausnahme der Faulbehälter ein Portlandzement PZ 35 F verwendet, um möglichst frühzeitig die Schwindvorspannung aufbringen zu können. Insgesamt wurden 90 000 m<sup>3</sup> Beton, 4800 t Bewehrung BSt 500 S und 1300 t Spannstahl eingebaut.

BG

#### Literatur

- [1] Bauen für den Umweltschutz. Informationsschrift der Held & Francke, München.
  - [2] Stöver, R.: Klärwerk München II – Moderne Bautechnik für den Umweltschutz. Betontag, Hamburg, 21. April 1989.
- (Bildnachweis: Held & Francke, München)

## Die Versorgung mit elektrischer Energie der BLS und der Südrampe der Gotthardlinie

Die Versorgung der Bern–Lötschberg–Simplon-Bahn BLS mit Traktionsenergie beruht auf folgenden Elementen:

- Frequenzumformer Wimmis I und II, 10 und 30 MVA
- Kraftwerk Kandergrund, 3 × 3,3 MVA
- Übertragungsleitung Wimmis–Kandersteg mit 66 kV
- Unterwerk Kandersteg, 33 MVA
- Unterwerk Frutigen (geplant)
- Noteinspeisung durch die SBB im Norden
- Unterwerk Gampel, gemeinsam mit den SBB, 20 MVA

### Noteinspeisung

Der Ausfall eines oder zweier Elemente der Energieversorgung oder ein starker Verkehr auf der Nordrampe (schwere Güterzüge mit zusätzlichen Schnellzügen) können zu prekären Situationen führen.

Um die Noteinspeisung in Starklastfällen nicht übermäßig zu beanspruchen, wird während der kritischen Lage per Funk befohlen, die Zuggeschwindigkeit von 80 auf 60 km/h vorübergehend zu reduzieren. Eine Verbesserung dieser Situation wird am besten erreicht durch:

- zweiseitige Anspeisung der Unterwerke Kandersteg und Frutigen,
- Möglichkeit der Speisung aus dem Wallis, wo genügend Energie und Leistung zur Verfügung stehen.

### Das Gemmi-Projekt

Eine Übertragungsleitung mit 132 kV über die Gemmi, Wimmis–Kandersteg–Lenk, würde gleichzeitig die Versorgung der BLS und der SBB wesentlich verbessern. Die beiden Bahnen kämpfen seit Jahren für die Erstellung dieser Leitung, die erlauben würde, auf dem direkten Weg Energie vom Wallis nach Wimmis, Thun-Uetendorf (wo ein neues Unterwerk erstellt wird) und Bern-Wylerfeld zu verschieben, anstatt den heutigen Umweg über Massaboden–Puidoux –

Bern zu nehmen. Nach heftiger Opposition verschiedener Naturschutz- und regionaler Planungsgruppen hat das Eidgenössische Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement im Oktober 1985 dem Projekt «Gemmi» die Bewilligung vorerst verweigert. Diese Gemmileitung wird dringend benötigt, um das Netz der Übertragungsleitungen zu vermaschen und die Betriebssicherheit wesentlich zu erhöhen, denn zurzeit besteht nur ein Trassee für die Übertragung zwischen Rhonetal und Mittelland.

Sollte diese Leitung nicht gebaut werden können, müsste auf andere Lösungen zurückgegriffen werden, wie zum Beispiel Kabel durch einen separaten Dienststollen des zukünftigen Lötschbergbasistunnels.

### Die Gotthard-Südrampe

Auch auf der Südrampe der Gotthardbahn ist die Lage der Energieversorgung alles andere als komfortabel. Ein Ausfall eines Teils des Kraftwerks Ritom (4 × 11 MVA) oder der Frequenzumformer Giubiasco (33 MVA), oder der Übertragungsleitungen, wie des durch den 16 km langen Gotthardtunnel verlaufenden 66-kV-Kabels, das nicht nur alt und leistungsschwach, sondern auch außerordentlich störungsanfällig ist, hätte schlimme Folgen. Das Kabel lässt nur eine Leistung von zirka 20 MW durch, und ein Ausfall ist schnell möglich: Bereits offene Wagentüren im Tunnel können zu dessen Defekt führen. Fallen gleichzeitig zwei der drei speisenden Elemente (Kabel, Kraftwerk Ritom, Frequenzumformer Giubiasco) aus, sind die Möglichkeiten für die Speisung der Leventinabahn eingeschränkt, und der Betrieb muss zwischen Chiasso und Airolo reduziert werden.

Um eine 132-kV-Übertragungsleitung vom Kraftwerk Ritom zum Kraftwerk Göschenen bauen zu können, warten die SBB für die Kabelführung über den Gotthard auf den Entscheid des Bundesrates. Heimat- und Naturschutzkreise fordern nämlich für den Passübergang eine unterirdische Kabelführung auf einer Strecke von rund 2 km. Die Stellungnahme der Landesregierung wird noch für dieses Jahr erwartet. Bis die Leitung steht, könnten leider noch gut und gerne zehn Jahre vergehen... und inzwischen nimmt der Verkehr ständig zu!

FD