

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 97 (1979)
Heft: 25

Artikel: Bauliche Besonderheiten und Einflüsse auf die Umwelt: das Heizkraftwerk im Wasserhaushalt der Umgebung
Autor: Fröhlich, U. / Glauser, E. / Lang, R.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85492>

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: 15.03.2025

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

Bauliche Besonderheiten und Einflüsse auf die Umwelt

Von U. Fröhlich, E. Glauser, R. Lang und S. Spadini, Zürich

Der vorliegende Beitrag beschreibt einige ausgewählte Probleme, die den Bauingenieur bei der Planung des Heizkraftwerkes und beim Entwurf und der Bemessung der Tragkonstruktion besonders beschäftigt haben. Dabei han-

delt es sich vorwiegend um Fragen, die aus der geforderten Verträglichkeit eines derart grossen Bauwerkes mit seiner Umgebung folgen. Hier sind es die Wechselbeziehungen des Heizkraftwerkes mit dem Grund- und Meteorwasser

sowie der Einfluss der ausgestossenen Schadstoffe auf die Luftqualität. Im weiteren wird das Hochkamin näher betrachtet, weil die aus den dynamischen Lastfällen Wind und Erdbeben folgenden Probleme nicht alltäglicher Art sind.

Das Heizkraftwerk im Wasserhaushalt der Umgebung

Jedes Bauwerk soll sich so in den Wasserhaushalt seiner näheren und weiteren Umgebung einfügen, dass der ursprüngliche Zustand so wenig wie möglich verändert wird und die Funktionstüchtigkeit der Anlage langfristig gewährleistet bleibt. Bei der Diskussion des Wasserhaushaltes geht es also sowohl um den Einfluss des Bauwerkes auf die Umgebung als auch um die externen Einflüsse auf das Bauwerk.

Wechselwirkungen zwischen der Energiezentrale und dem Grund- und Meteorwasser

Der *Boden* im Gebiet des Heizkraftwerkes besteht aus *glazial verstossenen Paketen von Moräne und Seablagerungen aus Silt und Sand* mit einzelnen *dünnen Kiesadern*. Das natürliche piezometrische Niveau des Grundwassers lag ursprünglich 1-3 m über der geplanten Höhenlage der Höfe Nord und Süd. Wegen der geringen Durchlässigkeit des Bodens ist das *Grundwasser nicht nutzbar*. Bloss in vereinzelt, über grössere Distanz durchlaufenden Kiesadern besteht ein nennenswerter Wasserfluss. Wegen des hohen Grundwasserniveaus war eine *dauernde Absenkung unumgänglich*. Eine Absenkung um 8-10 m bis unter die Grundplatte der Energiezentrale, d. h. 4 m unter die Sohle der Glatt, hätte die Abdichtung der Gebäudehülle überflüssig gemacht. Dies wurde aber als unzulässiger Eingriff in den Wasserhaushalt des umgebenden Bodens beurteilt. Auch war mit dem dauernden Anfall einer beträchtlichen Pumpwassermenge zu rechnen. Nach der Öffnung der Baugrube wurde ein ständiger Wasserandrang von rund 100 l/min gemessen. Der Grundwasserspiegel wird nun dauernd so tief gehalten, dass das anfallende Sickerwasser gerade noch frei zur Glatt abgeleitet werden kann. Er liegt damit etwa 1 m unter den Höfen Nord und Süd, was einer Absenkung gegen-

über dem natürlichen Zustand von 2-4 m entspricht.

Eine Filterschicht aus einer synthetischen Faserschicht und aus 50 cm gewaschenem Kies sorgt für gleichen Wasserdruck unter der ganzen Grundplatte der Energiezentrale. Ein System von in die Grundplatte eingebauten Druckentlastungstutzen und Ableitungsrohren führen die zufließende Wassermenge von rund 60-240 l/min zu einem auf der Kote der ständigen Absenkung überfließenden Standrohr. Damit ist gewährleistet, dass der auf die Grundplatte und die Wände wirkende Wasserdruck nie den für die Bemessung des Stahlbetons angenommenen Wert von 6 t/m² übersteigt und dass die Auftriebssicherheit der ganzen Energiezentrale genügend bleibt.

Der Betrieb eines mit derart grossen Mengen fossiler Brennstoffe arbeitenden Werkes bringt verschiedene Gefahren für die Grund- und Oberflächen-

wässer. Durch konstruktive und organisatorische Massnahmen können die Risiken jedoch sehr klein gehalten werden. Die erforderlichen Schutzmassnahmen sind zum grössten Teil gesetzlich verankert. Tabelle 5 gibt einen Überblick über Art, Qualität und Menge der anfallenden Abwässer.

Da die Glatt nicht in der Lage ist, Abwärme aufzunehmen, sind geschlossene Kühlwasserkreisläufe oder Luftkühlsysteme vorgesehen worden. Eine Ausnahme bilden die Lagerkühlungen an Speisewasserpumpen und Heisswasserförderpumpen: Hier wird eine bescheidene Kühlwassermenge von 4-6 m³/h gebraucht. Das Abwasser weist eine Temperatur von 30 °C auf und entspricht im übrigen der Zusammensetzung des verwendeten Trinkwassers.

Die Wechselwirkungen zwischen der Glatt und den Wasserableitungen sind in Bild 30 dargestellt. Wesentliche Teile des HKW liegen im *Hochwasserbereich*

Tabelle 5. Beschreibung der Abwasserarten und mittlere Abwassermengen bei Endausbau mit 400 Gcal/h.

	Abwasserart Kesselabwasser (Abschlammung und Filterrückspülung) m ³ /Tag	Kühlwasser m ³ /Tag	Sickerwasser und Grundwasserab- senkung m ³ /Tag	Meteorwasser von Dächern, Strassen, Höfen u. Umgebung m ³ /Tag	Häusliche Abwässer m ³ /Tag	Meteorwasser via Ölabscheider m ³ /Tag	Kondensat- abwässer m ³ /Tag
Vorbehand- lung (vor Ableitung)	Neutralisation	—	—	Schlamm- samm- ler	—	Ölabscheider	Abkühlung Ölabscheider
Abwasserquali- tät bei Ableitung	2500 mg Mineralsalze/l (max.) 1-2 mg Phosphat/l ph 7; Temp. 15+20 °C Os-Gehalt 70-80%	Temp. 30 °C Im übrigen Trinkwasserquali- tät	Grundwasser	Übliche Verunreinigun- gen	Fäkalien Putzmittel Masch-Tropf- wasser Ev. Sickerwasser Kote -6m	Ev. Ölsuren	Ev. Ölsuren
Abwassermenge in m ³ /Tag							
Energiezentra- le + Dienstgebäude	200	120	—	—	74	—	—
Hof Nord + Hof Süd	—	—	80-350 (grobe Schätzung 1-4 l/sec	40	—	1/4 (Ölumschlag- platz gedeckt)	—
Tankanlage	—	—	—	—	—	1/4	—
Bahnentlade- station (späterer Ausbau)	—	—	—	—	*) (ev. geringe Mengen Kühlwasser)	4	2 *) (An- wenigen Tagen pro Jahr: 17 m ³)
Totaler Anfall m ³ /Tag	200	120	200	40	74	6	2
560 m ³ /Tag in Glatt						82 m ³ /Tag in Kan. Wallisellen	

*) In Ausnahmefällen, da Bahnhöfe aufgeheizt werden müssen

der Glatt. Da ein weiterer Ausbau dieses Gewässers, wenn überhaupt, erst in 10 bis 20 Jahren zu erwarten ist, musste für die Überlegungen zur Hochwassersicherheit vom heutigen Glattprofil ausgegangen werden.

Planung und Bemessung der Bauwerksentwässerung

Die Grundüberlegung bei der Planung und Bemessung des Entwässerungsnetzes war die folgende: Es wäre unwirtschaftlich, das Netz und die Pumpen so zu dimensionieren, dass während eines Hochwassers der Glatt das gesamte anfallende Wasser eines aussergewöhnlichen starken Regens laufend zur Glatt gepumpt werden könnte. Auf dieser Basis wurde das nachfolgend beschriebene Entwässerungssystem entworfen (Bild 30).

Eine unzulässige Rückspeisung von Wasser der Glatt in das Entwässerungsnetz wird durch in Abhängigkeit vom Glattwasserspiegel gesteuerte Rückstauverschlüsse verhindert. Im Zustand von geöffneten Rückstauklappen funktioniert das ganze Netz der Regen- und Sickerwasserleitungen als normale Freispiegelkanalisation. Die Ableitung mündet knapp unter dem heutigen Mittelwasserspiegel in die Glatt. Bei Überlastung der Kanalisation oder im Falle geschlossener Rückstauverschlüsse fliesst das abzuleitende Wasser via Überlauf in ein Regenausgleichsbecken unter dem Hof Süd. Das durch Pumpen geförderte Wasser wird unterhalb der Rückstauklappen unter Druck eingepreist. Die Höfe Nord und Süd und so-

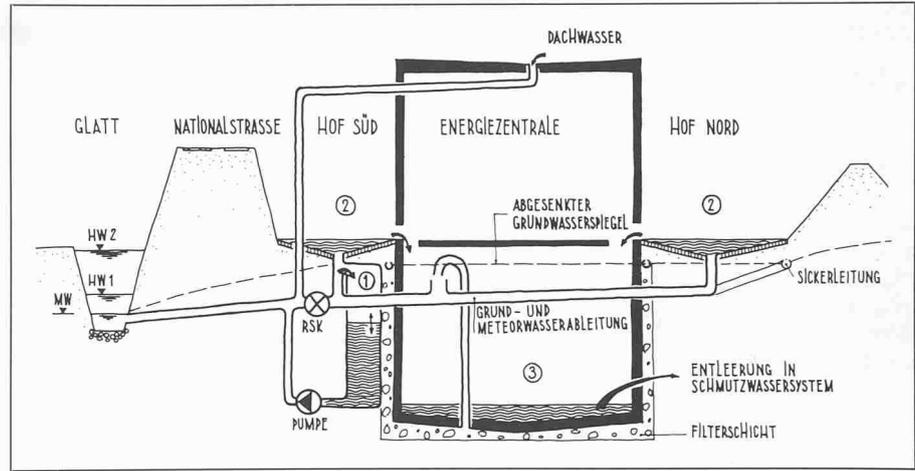


Bild 30. Schema des Entwässerungssystems

- HW 1 Hochwasser 423.60 (5 Tg./1 Jahr); RSK geschlossen
- HW 2 Höchstes Hochwasser 425.00; RSK geschlossen
- MW Mittelwasser 423.00
- RSK Automatische Rückstauklappe
- 1 Ausgleichsbecken mit Pumpe (Speicher 1 = 100 m³)
- 2 Höfe Süd und Nord (Speicher 2 = 300 m³)
- 3 Energiezentrale (Speicher 3 = 900 m³)

gar der Boden der ganzen Energiezentrale sind so ausgebildet, dass sie als zusätzliche Not-Wasserspeicher wirken. Das Regenwasser von hochliegenden Flächen und Dächern wird in druckdichten Leitungen separat gefasst und ebenfalls unterhalb der Rückstauklappen eingeleitet.

Anschliessend sind die wichtigsten Annahmen zusammengestellt, welche die Dimensionen des Entwässerungssystems festlegen.

- Das Rohrleitungsnetz ist für das intensivste, im Durchschnitt alle 10 Jahre einmal vorkommende Niederschlagsereignis (10jähriger Starkregen; Kurve Uster, z=10 Jahre) rückstaufrei dimensioniert.
- Die Rückstauklappen sind so eingestellt, dass sie bei einem Glatt-Hoch-

wasserspiegel von 423,60 m ü. M. schliessen. Diese um 60 cm über dem Mittelwasserspiegel liegende Kote wird im Durchschnitt je Jahr während fünf Tagen erreicht oder überschritten.

- Regenbecken und Pumpen sind für einen zweijährigen Starkregen bemessen (Inhalt des Beckens 100 m³; Pumpenleistung 2x25 l/s).
- Die maximal zulässigen kurzzeitigen Stauhöhen sind im Hof Süd 15 cm, im Hof Nord 25 cm und auf dem Boden der Energiezentrale 20 cm. Die Oberflächenspeicher der Höfe von total ca. 300 m³ werden gefüllt, bevor jener der Energiezentrale von weiteren 900 m³ beansprucht wird.

Überflutungsrisiko

Wie oben dargelegt wurde, wird es in relativ seltenen Fällen vorkommen, dass die Kapazität des Ableit- und Pumpsystems überschritten wird. Besonders kritisch würde die Situation, wenn zusätzlich zu extremen Niederschlägen und hohem Glattwasserstand noch die Rückstauklappen und/oder die Regenwasserpumpen ihren Dienst versagten.

Nachfolgend werden verschiedene Kombinationen seltener Ereignisse beschrieben und die zu erwartenden Überflutungen abgeschätzt. Um den bei längerem Extremregen erhöhten Abflussbeiwerten Rechnung zu tragen, wurden der normale mittlere Abflusskoeffizient von 0,65 auf 0,8 erhöht, was zu einer vergrösserten «Reduzierten Fläche» von 1,0 ha führt.

In Bild 31 sind die Beziehungen zwischen den Extremniederschlägen verschiedener Häufigkeit und den Abflussregimes graphisch dargestellt. Die Niederschlagssummenkurven der Häufigkeiten z=10, 20, 50 und 100 Jahre

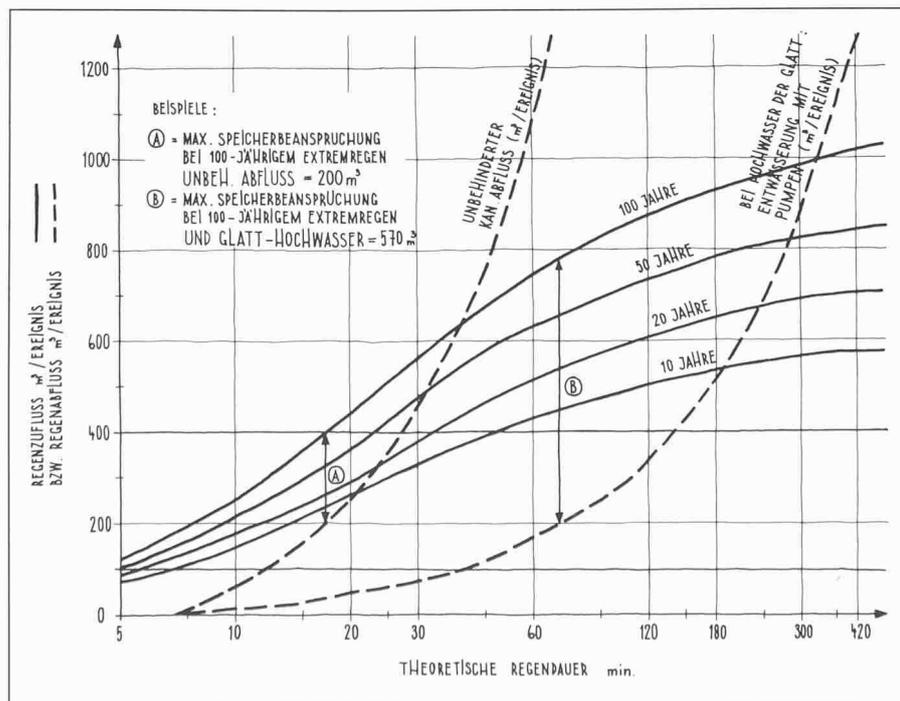


Bild 31. Speicherbeanspruchung unter extremen Niederschlagsverhältnissen und bei verschiedenen Abflussbedingungen

entsprechen den Umhüllenden der theoretischen Berechnungsregen variabler Dauer. Das beanspruchte Speichervolumen und der Zeitpunkt des maximalen Staus lassen sich aus der Darstellung herausmessen.

Die massgebenden Niederschlags- und Speicherfälle sind in Tabelle 6 dargestellt. Folgende drei Konstellationen sind wesentlich:

Fall A: Extreme Niederschlagsereignisse bei ungehindertem, rückstaufreiem Kanalisationsabfluss in die Glatt.

Fall B: Extreme Niederschläge gleichzeitig mit Glatthochwasser; Rückstauklappen geschlossen; Entwässerungspumpen in Funktion.

Fall C: *Notfall*

Extreme Niederschläge gleichzeitig mit Glatthochwasser; Rückstauklappen geschlossen; Entwässerungspumpen defekt.

Wenn im Falle B zusätzlich die automatischen Rückstauklappen versagen, müssen sofort die manuellen Verschlüsse betätigt werden. Wird diese Notmassnahme nicht getroffen, so entsprechen die Verhältnisse dem Fall C, wobei aber noch die 100 m³ Speichervolumen des Regenbeckens wegen Füllung mit rückgespiesenem Glatt-Wasser verloren gehen.

Bild 31 und Tabelle 6 zeigen deutlich, dass mit dem gewählten Konzept äusserst seltene Niederschlagsereignisse beherrscht werden. Im Falle freien Abflusses zur Glatt können selbst 100jährige Regenereignisse in den Hofspeichern ausgeglichen werden. Bei geschlossenen Rückstauverschlüssen lassen sich Regenmengen, die durchschnittlich alle 20 Jahre einmal eintreten, noch ohne Retention in der Energiezentrale abführen. Im Fall C, wenn ein hundertjähriger Starkregen, Glatthochwasser und Pumpenausfall gleichzeitig einträt, würde die vorgesehene Speicherkapazität in der Energiezentrale in sechs Stunden erst zu etwa 70 Prozent beansprucht. Es bliebe also genügend Zeit, um eine externe Katastrophenhilfe zu mobilisieren.

Die effektiven Eintretenshäufigkeiten der einzelnen Überflutungsfälle

Die Wahrscheinlichkeiten gleichzeitiger Hochwasserereignisse in der Glatt und im Ableitungssystem des HKW sind schwierig zu erfassen. Ihre Bestimmung würde einen grossen Aufwand an statistischen Auswertungen und Modellrechnungen erfordern. Immerhin sind die folgenden *qualitativen* Aussagen möglich: Aufgrund der verschiedenen Einzugsgebiete (Grössenverhältnis

Tabelle 6. Speicherbeanspruchung bei extremen Niederschlagsereignissen

	Speicher Nr.	Starkregen-Ereignis Z = Anz. Jahre				
		10	20	50	100	
Fall A Normale, ungehinderte Abflussbedingungen	①	100	100	100	100	s
		7	6	5	<5	f
	②	-	10	20	33	s
		-	8	10	17	f
	③	-	-	-	-	s
		-	-	-	-	f
Fall B Hochwasser in Glatt; Rückstauklappen zu; Pumpen in Betrieb	①	100	100	100	100	s
		7	6	5	<5	f
	②	60	90	100	100	s
		50	58	30	22	f
	③	-	-	10	35	s
		-	-	65	75	f
Fall C Hochwasser in Glatt; Rückstauklappen zu; Pumpen defekt	①	100	100	100	100	s
		7	6	5	<5	f
	②	100	100	100	100	s
		50	35	25	18	f
	③	25	35	50	70	s
		360	360	360	360	f

① = Kanalisation und Regenbecken
 ② = Höfe Nord und Süd
 ③ = Energiezentrale

s = Speicherbeanspruchung in % der Kapazität
 f = Füllzeit in Minuten
 Raster: Speicher voll beansprucht

20 000:1) unterscheiden sich die beiden hydraulischen Systeme grundsätzlich. In der Glatt mit einem Einzugsgebiet von ca. 240 km² verursachen länger dauernde Starkregen die massgebenden Hochwässer, während die Kanalisation des HKW mit einem Einzugsgebiet von ca. 1,2 ha durch kurze Gewitterregen am stärksten belastet wird. Die Auswertung von Wetterlagen zeigt tatsächlich, dass die intensivsten Kurzregen (50- oder 100jährige lokale Gewitterregen) nicht mit allgemeinen Niederschlagsperioden zusammenfallen. Es ist demnach sehr wenig wahrscheinlich, dass ein solcher Gewitterregen in die Zeit geschlos-

sener Rückstauklappen der HKW-Ableitung fällt (Fälle B und C, Tab. 6).

Die Häufigkeit der in Fall A beschriebenen Starkregenereignisse und die genannten Überflutungsfolgen entsprechen etwa den effektiven Eintretenswahrscheinlichkeiten. Die Notspeicher des HKW dürften im Durchschnitt alle 10-20 Jahre einmal teilweise beansprucht werden. Ein beschränkter Aufstau in der Energiezentrale ist höchstens alle 100 Jahre einmal zu erwarten. Noch seltener wird jenes Ereignis eintreten, da ein Wasserstand von 20 cm in der Energiezentrale erreicht wird.

Sperrbeton oder elastische Grundwasserisolation?

Die Fundationsfläche der Energiezentrale liegt 6 m unter dem abgesenkten und mit den Entlastungstutzen konstant gehaltenen Grundwasserspiegel. Die Bodenplatte und die Aussenwände sind demnach gegen eindringendes Grundwasser zu isolieren.

Der Grundsatzentscheid zugunsten einer der beiden Isolationsarten, Sperrbeton oder elastische Isolation, fusst nicht nur auf der Beurteilung der ingenieur- und ausführungstechnischen Aspekte und der Kosten. Eine ebenso grosse Rolle spielt der verlangte *Trockenheitsgrad* im Gebäudeinnern. Beim Heizkraftwerk darf die Funktionssicherheit der elektrischen und maschinellen Installationen durch eindringen-

de Feuchtigkeit nicht beeinträchtigt werden; eine «staubtrockene» Oberfläche wird aber nicht verlangt.

Die Bodenplatte der Energiezentrale ist 96x54 m gross. Ihre Dicke beträgt 110 cm, die der erdberührten Wände 60 cm bis 80 cm.

Kriterien für die Wahl des Isolationsystems

Für die Beurteilung der zwei zur Wahl stehenden Isolationsarten sind die folgenden Kriterien massgebend:

- *Kosten* (Baukosten, Pumpbetriebskosten, Reparaturaufwand bei Wassereintritten, evtl. Betriebsbehinderungen bei nachträglichen Reparaturen)