

# Luftspeicher-Kraftwerke zur Spitzendeckung

Autor(en): **Lendorff, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **93 (1975)**

Heft 22

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72756>

## **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.

## Personalhaus

	Einerzimmer	Appartements	Total
Block A	112	14	126
Block B	68	—	68
Total	180	14	194

Grösse der Einerzimmer (Nettofläche) 13,6 m<sup>2</sup>

Grösse der Appartements mit Kochnische, Bad, WC (Nettofläche) 27,3 m<sup>2</sup>

Je 12 bis maximal 30 Mieter verfügen über eine *Wohnküche*. Dort steht *jedem* Mieter einzeln zu:

1 separater Kühlschrank (30 l), 1 Schrank für Lebensmittel, 1 Schrank für Geschirr und Besteck.

In den *Putzräumen*:

1 Schrank für Schmutzwäsche, 1 Schrank für Schuhe

Im *Untergeschoss*: 1 Kellerabteil

In jedem Zimmer eine verschliessbare Schublade für Wertgegenstände und Dokumente. Auf 16 Einerzimmer entfallen 2 Duschen, 1 Bad und 3 WC.

Im Block A stehen 4, im Block B 3 Waschautomaten sowie je 2 Trocknungsschränke, 1 Zentrifuge und ein Bügelzimmer zur Verfügung.

## Schule

2 Unterrichtszimmer zu 64 m<sup>2</sup> für 25 Schüler

2 Theoriezimmer, wovon eines zu 64 m<sup>2</sup> und eines zu 69,5 m<sup>2</sup> (65 Plätze) mit aufsteigender Bankreihe

1 Bibliothek (64 m<sup>2</sup>), Garderobe, Teeküche, Putzraum

2 Räume für Schulmaterial, 1 Raum für Schulsekretariat, Schulleiterbüro, 5 Büros für Lehrkräfte (je 12 m<sup>2</sup>)

2 Bastelräume im UG

## Allgemeine Anlagen

### Heizzentrale

Zwei Strebhel-Heizkessel, Leistung je 685 000 kcal/h, Temperaturen 90 °C Vorlauf, 75 °C Rücklauf

2 Warmwasserboiler, je im Block A und B, Leistung 4500 l/h, 60 °C, 2 Öltanks (zylindrisch), Unterflur, zu je 125 000 l, Länge 18,5 m, Aussendurchmesser 3 m

### Transformator

Spannung: primär 11 kV, sekundär 3 × 380/220 V

Strom: Aufnahme 13 A (primär), Abgabe 365 A (sekundär)

### Luftschutz

Für rd. 180 Personen im UG, Block A

### Einstellräume für Personenwagen

Drei für je 3 PW im UG Schule

Raum für Motorräder und Fahrräder im UG Schule.

## Am Bau wirkten folgende Fachleute mit:

Architekt: *Marti* u. *Kast*, Architekten und Planer, Zürich  
verantwortlicher Teilhaber: *J. Jenny*  
Bauführer: *B. Benacchio*

Bauingenieur für Statik und Zufahrtsstrasse

*Hünerwadel* u. *Häberli*, Ing., Zürich

Heizungsingenieur:

*Rothmayr & Co.*, Zürich

Sanitäringenieur:

*Goldenbohm & Co.*, Zürich

Elektroingenieur:

*A. Zaruski*, Ing., Zürich

Luftungsanlagen:

*W. Wegmann*, Ing., Zürich

Gartenarchitekt:

*Hans Nussbaumer*, Zürich

## Luftspeicher-Kraftwerke zur Spitzendeckung

DK 620.9:621.311.16

Von **B. Lendorff**, dipl. Masch.-Ing., Kilchberg ZH

(Schluss von Heft 21, S. 320)

### 3.5 Beziehung zwischen Speichervolumen, Arbeitsdruck und Turbinenschaltung

Unter Annahme heute erreichbarer Wirkungsgrade wurde vorerst der Luftbedarf in kg/kWh, sowie der Brennstoffbedarf für die einzelnen Gasturbinenschaltungen nach Bild 8 in Abhängigkeit vom Luftdruck vor der Gasturbine ermittelt. Aus Bild 9 geht im wesentlichen folgendes hervor:

a) Für alle Schaltungen nimmt der spezifische Luftbedarf mit zunehmendem Arbeitsdruck ab.

b) Der Luftbedarf bei einem bestimmten Arbeitsdruck ist bei einmaliger Lufterhitzung – sei es gemäss Schaltung a) oder c) – praktisch derselbe.

c) Zweimalige Lufterhitzung (gemäss Schaltung b) verringert den spezifischen Luftbedarf erheblich.

d) Ohne Wärmeaustausch zwischen Abgasen und der vom Speicher gelieferten Luft nimmt der Brennstoffbedarf bei Zunahme des Arbeitsdruckes ebenfalls ab. Die zweimalige Lufterhitzung erhöht übrigens den Brennstoffbedarf (hohe Abgastemperatur). Mit Wärmeaustausch zwischen den Abgasen und der vom Speicher gelieferten Luft unter Annahme einer Apparatur gleicher Grädigkeit (etwa 100 °C) bleibt der spezifische Brennstoffbedarf für die drei verschiedenen Schaltungen annähernd derselbe mit nur unbedeutender Abnahme mit zunehmendem Arbeitsdruck. Die Turbinenschaltung c) bedingt jedenfalls einen Wärmeaustausch mit den Abgasen. Inwiefern bei Schaltungen a) oder b) ein solcher wirtschaftlich ist, muss fallweise ermittelt werden. Es müssten eben dessen Mehrkosten durch die erreichbare Einsparung an Brennstoff kompensiert werden.

Aus dem spezifischen Luftbedarf nach Bild 9 lässt sich ohne weiteres die Speichergösse berechnen, die zur Abgabe einer bestimmten Leistung während einer bestimmten Anzahl Stunden erforderlich ist. Für die Schaltung a) und unter Annahme einer Lufttemperatur von 50 °C im Speicher zeigt Bild 10 die Speichergösse in m<sup>3</sup> für die Abgabe von 100 MW während einer Stunde, dies in Abhängigkeit vom Druck ab Speicher bzw. vor der Gasturbine sowie für verschiedene Druckspannen beim Gleitdruckverfahren. Ebenso ist die nötige Grösse für den Gleichdruckspeicher mit Wasserverdrängung eingezeichnet. Für einen solchen ist jedoch zusätzlich ein oberes Ausgleichsbecken nochmals gleichen Inhaltes erforderlich.

Da die Speicherung einen erheblichen Teil der Anlagekosten ausmacht, wurde untersucht, mit welchen Mitteln die Leistungserzeugung bei gegebener Speichergösse noch erhöht werden kann. Solche Möglichkeiten sind:

a) *Zweimalige Lufterhitzung*: Gemäss Bild 9, Kurven b und b', reduziert sich der spezifische Luftbedarf bei z.B. 50 bar vor der Turbine von 5,62 auf 5,0 bzw. 4,45 kg/kWh. Derselbe Speicher könnte somit eine um etwa 11 bzw. 23% erhöhte Leistung abgeben – oder dieselbe Leistung während entsprechend längerer Vollastbetriebszeit.

b) *Höhere Arbeitstemperatur vor der Turbine*: Die zurzeit vorgeschlagenen Ausführungen arbeiten – wie die heutigen grossen stationären Gasturbinen – mit 825 °C vor Turbineneintritt. Würden Sonderkonstruktionen z.B. 1200 °C erlauben, ergäbe sich eine Verringerung des spezifischen Luftbedarfes annähernd umgekehrt proportional der absoluten Eintritts-

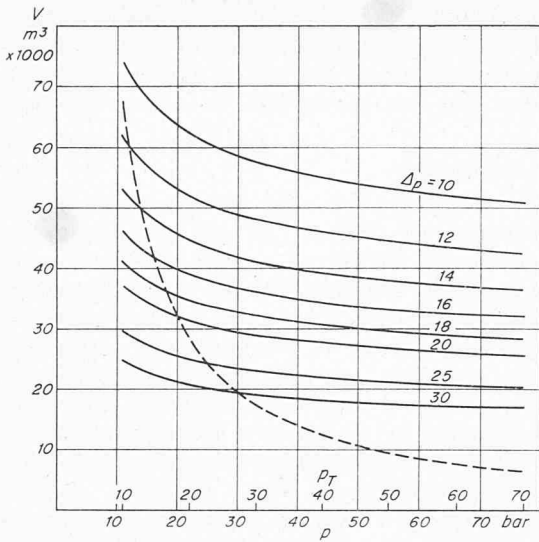


Bild 10. Erforderliches Speichervolumen  $V$ , um 100 MW während einer Stunde abzugeben, in Abhängigkeit vom minimalen Druck ab Speicher  $p$  bzw., vor Turbine  $p_T$  bei verschiedenen Druckspannen  $\Delta p$  im Speicher (Gleitdruckspeicher). Die gestrichelte Kurve bezieht sich auf den Gleichdruckspeicher nach Bild 7. Bei den Schaltungen b und b' verringert sich das erforderliche Speichervolumen auf etwa 90 bzw. 80 % der Kurvenwerte

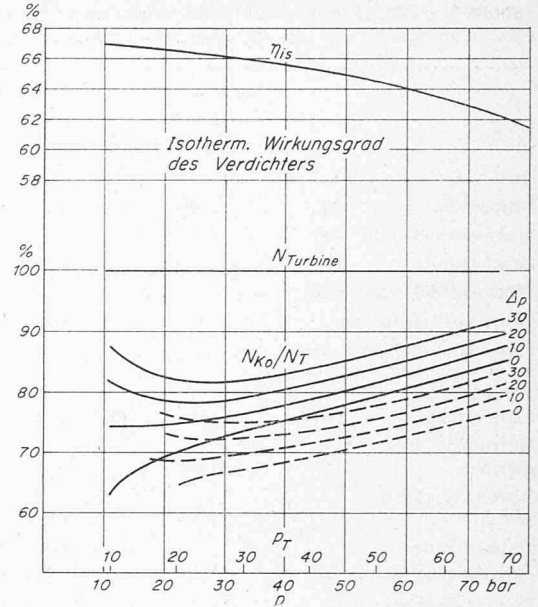


Bild 11. Isothermischer Wirkungsgrad  $\eta_{is}$  und Leistungsaufnahme des Verdichters  $N_{Ko}$  in Prozenten der Leistungsabgabe der Turbine  $N_T$  in Abhängigkeit vom minimalen Speicherdruck  $p$  bzw. vom Gasdruck vor der Turbine  $p_T$  bei verschiedenen Druckspannen  $\Delta p$  im Speicher. Die ausgezogenen Linien beziehen sich auf den Luftbedarf bei der Schaltung a (Bild 8), die gestrichelten auf den bei der Schaltung b

temperatur. Dies bedeutet, dass mit derselben Speicherfüllung das 1,34fache an Leistung zur Verfügung stünde.

c) *Wassereinspritzung*: Es wurde vorgeschlagen, die Luft in der Brennkammer wesentlich höher zu erhitzen und hierauf die Temperatur durch Wassereinspritzung auf den für die Gasturbine tragbaren Wert wieder abzukühlen [1d]. Mit etwa 20% Einspritzung ergäbe sich eine Leistungssteigerung auf etwa das 1,3fache bei 825 °C des Gas-Wasserdampfgemisches vor der Turbine, also ungefähr derselbe Effekt wie bei einer Temperaturerhöhung von 825 °C auf etwa 1200 °C. Ungünstig wäre hierbei aber eine Steigerung des spezifischen Brennstoffbedarfes auf das rund 1,5fache, ferner der Umstand, dass zur Einspritzung nur aufbereitetes Wasser verwendet werden dürfte und dass dieses Wasser mit den Abgasen verloren ginge, sich also auf keine wirtschaftliche Weise rekuperieren liesse.

### 3.6 Beziehung zwischen Abgabe- und Aufladeleistung

Für die wirtschaftliche Beurteilung einer Anlage mit Druckluftspeicherung muss das Verhältnis der für das Aufladen aufzubringenden Überschussenergie zu der Energieabgabe für Spitzendeckung bekannt sein. Die für die Verdichtung aufzubringende Leistung ist direkt proportional dem spezifischen Luftbedarf der Gasturbine und hängt ferner vom Verdichtungsverhältnis sowie von dem mit noch wirtschaftlicher Konstruktion erreichbaren Wirkungsgrad ab. Dieser wird weitgehend beeinflusst durch die Ausführungsart der Zwischenkühlung (Anzahl Zwischenkühler, Grädigkeit derselben) sowie durch Temperatur und Menge des zur Verfügung stehenden Kühlwassers.

Bild 11 zeigt unter Annahme des Gasturbinenluftbedarfs für Turbinenschaltung a) und b) (Bild 8) und unter Zugrunde-

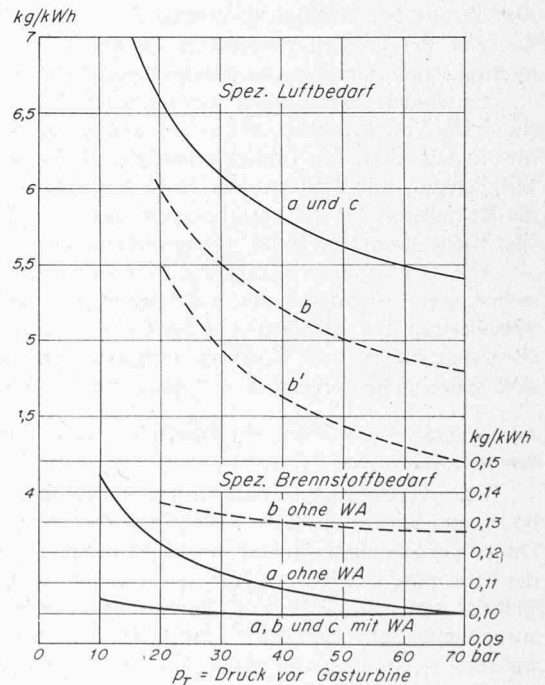


Bild 9. Spezifischer Luftbedarf und spezifischer Brennstoffbedarf in Abhängigkeit vom Druck vor der Gasturbine  $p_T$  bei den Schaltungen a, b und c nach Bild 8. Dabei wurden folgende Temperaturen nach den Brennkammern angenommen: Bei den Schaltungen a und c: 825 °C, bei Schaltung b nach BK1 550 °C, nach BK2 825 °C, bei Schaltung b' nach BK1 825 °C, nach BK2 825 °C, unterer Heizwert  $H_u = 10\,000$  kcal/kg

Tabelle 1. Charakteristische Grössen von zwei Speicherarten für eine Leistungsabgabe von 300 MW während täglich 4 Stunden

		Hydraulisches Pump- und Speicherwerk	Druckluftspeicherung mit Gasturbine	
			Gleichdruckspeicher	Gleitdruckspeicher
Nutzgefälle	M	450		
Speicherdruck min.	bar		44	44
Druckspanne	bar			20
Speicherdruck max.	bar			64
Druck vor Gasturbine			40	40
Leistungsaufnahme für Pumpen bzw. Verdichter bei Ladeverhältnis 1				
Nutzinhalt Ober-speicher	MW	390	206*-228	220*-245
	m <sup>3</sup>	1 120 000		
Oberes Ausgleichs-becken			145 000*	
			160 000	
Unterdirdischer Speichernutzinhalt			145 000*	300 000*
			160 000	335 000
Brennstoffverbrauch (H <sub>u</sub> = 10 000 kcal/kg)			Wärmeaustauscher mit ohne	
	kg/kWh		0,1	0,13
	kg/h		30 000	39 000

\* je nach Gasturbinenschaltung; tiefere Werte bei zweimaliger Luft-erhitzung (Schaltung b, Bild 8)

legung eines realisierbaren isothermischen Wirkungsgrades den Energieaufwand für die Aufladung in Abhängigkeit vom Speicherdruck.

### 3.7 Betriebsführung

Alle für die Betriebsführung von Gasturbinen mit Pressluftspeicherung erforderlichen Hilfsgeräte stehen in erprobter Ausführung zur Verfügung, ebenso die Erfahrungen, die in Anlagen mit grossen stationären Gasturbinen wie auch in hydraulischen Pumpspeicherwerken gesammelt worden sind.

Es werden Anfahrzeiten von 6 bis 11 Minuten aus Stillstand bis Vollastabgabe vorgesehen, ebenso etwa 6 Minuten für die Aufnahme des Verdichterbetriebes. Es besteht auch die Möglichkeit, nur Teillast abzugeben. Hierbei verlängert sich die Betriebszeit für die Lastabgabe, wobei sich allerdings der spezifische Brennstoffbedarf etwas vergrössert.

Die Bedienungsvorgänge für Anfahren, Belasten, Umstellen von Leistungsabgabe auf Leistungsaufnahme für die Speicherung usw. erfolgen wie bei Grossgasturbinen mittels Folgesteuern und Überwachungsautomatik; auch hiefür sind neuzeitliche und erprobte Apparaturen verfügbar.

### 3.8 Vergleich zwischen hydraulischer und pneumatischer Energiespeicherung

Die vorstehenden Ausführungen gestatten für eine bestimmte Leistungsabgabe während der benötigten täglichen Dauer die Speichergrösse zu bestimmen und dies sowohl für die hydraulische wie auch für die Druckluftspeicherung. Als Beispiel sind auf Tabelle 1 die charakteristischen Grössen zusammengestellt und zwar für eine Anlage, die täglich während 4 Stunden 300 MW abzugeben in der Lage ist. Ebenfalls beispielsweise wurde für die hydraulische Anlage ein mittleres Nutzgefälle von 450 m, für die Luftspeicherung ein Speicherdruck von 44 bar herausgegriffen. Für andere Drücke lassen sich die Änderungen leicht den Bildern 1, 10 und 11 entnehmen.

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass die hydraulische Speicherung derselben Energiemenge das 7- bis 7½fache an Speicherraum und das 1,7- bis 1,9fache an Aufladeenergie

gegenüber der Druckluftspeicherung mit Gasturbine erfordert. Diese braucht jedoch zusätzlich 0,1 bis 0,13 kg/kWh Brennstoff (1000 bis 1300 kcal/kWh); dies ist aber nur ungefähr 1/3 der Menge, die eine gewöhnliche Gasturbine erfordern würde.

### 3.9 Der Druckluftspeicher

Für die Ausführbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Energiespeicherung mit Druckluft ist eine geeignete Erstellung druckfester Räumlichkeiten weitgehend bestimmend. Überragend angeordnete Druckbehälter aus Stahl dürften bei den benötigten grossen Speichervolumina aus Kostengründen ausfallen. Es kommen somit vor allem natürliche vorhandene oder künstlich hergestellte unterirdische Kavernen in Frage. Zu den letztgenannten gehören durch Auslaugen von Steinsalzlagern gewonnene Hohlräume, aber ebenso bergmännisch hergestellte Kavernen, wie solche zur Unterbringung hydraulischer Kraftwerke üblich sind.

Druckfeste Kavernen werden in den letzten Jahren immer mehr als Ausgleichspeicher im Verteilsystem der Erdgasversorgung verwendet und zwar mit Rauminhalten, die ein vielfaches derjenigen betragen, die für eine ansehnliche Anzahl von Druckluft-Energiespeicher-Anlagen grosser Leistung in Frage kommen. Entsprechende Erfahrungen und Untersuchungen liegen somit vor [1b, f, i]. Druckluftspeicher grossen Rauminhaltes stellen dieselben Aufgaben wie solche für Erdgas, sind aber problemloser, da allfällige Undichtheiten für die Umwelt unschädlich wären.

Erwähnt sei der Einwand, wonach es wirtschaftlicher sei, eine bereitgestellte Kaverne für Erdgas und nicht für Druckluft zu verwenden, da hiemit pro m<sup>3</sup> Speicherraum ein vielfaches an Energie gespeichert werden kann. Tatsächlich liesse sich z.B. unter 45 bar gespeichertes Erdgas auch zur Spitzendeckung der elektrischen Energieversorgung mittels Gasturbinen verwenden. Man erhielte je m<sup>3</sup> Speicherraum annähernd das zwölffache an elektrischer Leistung gegenüber einer Gleichdruckspeicherung von Druckluft (wobei ein thermischer Wirkungsgrad der Gasturbine von 30% angenommen wurde). Das wertvolle Erdgas würde aber hiebei für die Energieerzeugung allein vollständig verwendet, was vielfach nicht gestattet ist. Die Ausnützung billiger elektrischer Nacht-Überschussenergie zur Speicheraufladung wäre nicht möglich, mit deren Hilfe ja bei der Druckluftspeicherung der Brennstoffbedarf je kWh Spitzenenergie auf etwa 1/3 reduziert wird. Die Aufgabe der Veredlung von Abfallenergie in hochwertige Energie zur Spitzendeckung wird somit bei Erdgaspeicherung keineswegs erfüllt.

Die Möglichkeiten für die wirtschaftliche Erstellung unterirdischer Speicher wurden vor allem in den USA, Frankreich und Deutschland für die Erdgasspeicherung und Lagerung flüssiger Brennstoffe untersucht. In gleicher Weise kommen für die Druckluftspeicherung in Frage:

a) *Acquifer*, d.h. genügend tief unter der Oberfläche liegende poröse Gesteinsschichten, deren Hohlräume normalerweise mit Grundwasser ausgefüllt sind, und welche durch wasser- und gasdichte Sedimentschichten in Kuppelform überdeckt werden (Bild 12). Durch Einführen von Druckluft wird das Wasser verdrängt, und es bildet sich im oberen Teil der Wölbung der Pressluftvorrat. Beim Ablassen desselben wird das Grundwasser wieder nachströmen oder aber es lässt sich durch eine Kommunikation mit einem oberen Becken ein genügend rascher Ausgleich herstellen. *Acquifers* eignen sich somit ausschliesslich für Gleichdruck-Anlagen; Grundbedingung ist das Vorhandensein entsprechender Sedimentschichten in genügender Tiefe (vorzugsweise mindestens 300 m) [1b, 1c, 1f, 1i].

b) *Hohlräume in ausgelaugten Steinsalzlagern*. Solche finden sich in Deutschland, Frankreich und den USA und werden



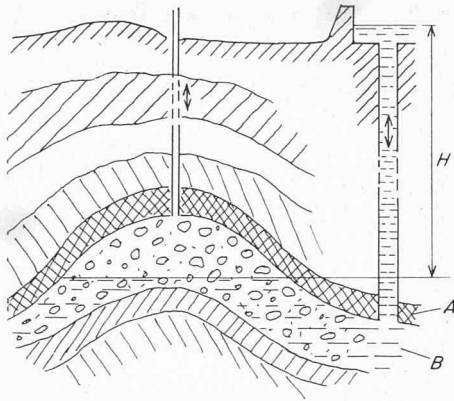


Bild 12. Prinzipschema eines Aquifers, der als Luft- oder Gasspeicher dient. A dichte Gesteinsschicht, B poröse Schicht

Bild 13 (Mitte). Bergmännisch hergestellter Druckluftspeicher in Aufriss und Grundriss

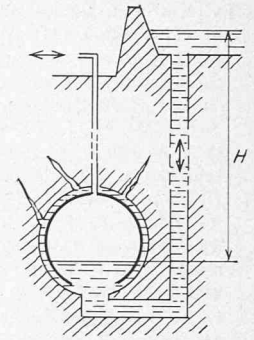
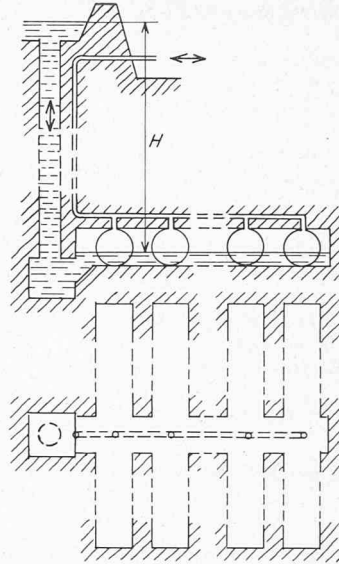


Bild 14. Druckluft-Speicherraum mit Dichtungshaute aus Plastik

bereits für Erdgasspeicherung verwendet. Die im Bau befindliche 300-MW-Druckluft-Speicheranlage der NWK benützt diese Möglichkeit. Vorzugsweise wird das Gleitdruckverfahren verwendet. Auch das Gleichdruckverfahren mit hydraulischer Kommunikation mit einem Oberspeicher ist denkbar, doch dürfte der zweifellos unvermeidliche Salzgehalt des Wassers Unzukömmlichkeiten bereiten [1c, 1f].

#### c) Künstlich geschaffene Speicherkavernen:

Bergbau, Tunnel- und Stollenbau, ebenso die Herstellung unterirdischer Kavernen für hydraulische Kraftwerke ergaben genügend Erfahrungen, so dass unterirdische Kavernen für Druckluftspeicherung ohne weiteres erstellt werden können. Erreicht doch bereits der Ausbruch für Kavernen hydraulischer Kraftwerke vielfach Volumina derselben Grössenordnung, wie dies für die Gleichdruckspeicherung mit Druckluft einer 300-MW-Anlage mit 4 bis 5 Stunden täglicher Vollastabgabe benötigt würde. In Vorschlag gebracht wurden Anordnungen gemäss Bild 13 [1a, c, e]. Eine Verbilligung soll die Abdichtung des Luftraumes mit einer als Taucherglocke wirkenden Plastik-Dichtungshaut ergeben (Bild 14) [7]. Vorzugsweise kommt bei künstlich erstellten Kavernen das Gleichdruckverfahren in Frage, da dies für dieselbe gespeicherte Leistung geringeren Ausbruch verlangt, und da ja ohnehin ein Vertikalschacht von der Erdoberfläche bis zur Ausbruchstelle notwendig ist. Dieser muss schon aus bautechnischen Gründen einen Durchmesser erhalten, der für die spätere Verwendung als hydraulischer Ausgleich mit einem Oberbecken weitgehend genügt.

Die Ausnützung von Aquifers sowie von Steinsalz-kavernen bedingt eine Aufstellung des Spitzenkraftwerkes in unmittelbarer Nähe solcher Vorkommen, während künstliche Speicherkavernen örtlich eher in der Nähe des Bedarfsschwerpunktes erstellt werden können.

#### 4. Zusammenfassung

Die vermehrte Notwendigkeit, in Ergänzung zur eigentlichen Erzeugung elektrischer Energie, Vorrichtungen zu schaffen, um den Belastungsschwankungen des Bedarfes zu folgen, ist genügend bekannt. Bevorzugt sind Vorrichtungen, welche Überschussenergie der Schwachlastzeiten zu speichern gestatten, um bei Bedarfsspitzen zusätzlich Energie abgeben zu können.

Das verbreitetste Verfahren ist die hydraulische Pumpspeicherung. Die Schweiz verfügt über zahlreiche bereits ausgebauten Saisonspeichersysteme, von denen schon mehrere

durch Pumpvorrichtungen zur Aufnahme von Überschussenergie und deren Verwendung zur Deckung täglicher Bedarfsspitzen ergänzt wurden. In Ländern aber, die über kein ausgebautes hydraulisches System verfügen, sind eigentliche Pumpspeicherwerke mit höher gelegenen künstlichen Stau-becken erstellt worden. Der Aufwand hierfür kann aber untragbar hoch werden, und die wirtschaftlich brauchbaren Möglichkeiten sind begrenzt. Die Kombination mit Gasturbinen und Pressluftspeicherung mag mehr und mehr als Ergänzung oder an Stelle einer hydraulischen Lösungen eingesetzt werden. Kosten und Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen hängen aber auch weitgehend vom Charakter der zu versorgenden Netze und von den örtlichen Verhältnissen ab, so dass Verwirklichungen fallweise zu studieren sind. Die vorstehende Studie zeigt, dass Lösungen mittels Pressluftspeicherung und Gasturbinen für Grossanlagen bestehen, dass solche Anlagen mit den heute verfügbaren Hilfsmitteln durchaus realisierbar sind und dass sie in vielen Fällen gegenüber anderen Verfahren konkurrenzfähig sein können. Bei dem hierfür erforderlichen Bedarf an fossilen Brennstoffen ist zu beachten, dass dank der Beihilfe von elektrischer Überschussenergie der spezifische Brennstoffverbrauch derart niedrige Werte ergibt, wie dies in keinem anderen Verfahren möglich ist.

#### Literaturverzeichnis

- [1] a) E. K. A. Olsson: Air Storage Power Plant. «Mechanical Engineering» 92 (1970), No. 11, p. 20-24 (Schwed. Pat.-Nr. 138 026, 1949).
- b) D. L. Ayers and D. Q. Hoover: Gas Turbine Systems using underground Air Storage. American Power Conference, Chicago, 1974.
- c) F. C. Rogers and W. E. Larson: Underground Energy Storage. American Power Conference, Chicago, 1974.
- Aufsätze in «La Houille Blanche» 27 (1972), No 6/7:
- d) A. Charrier, J. Mascarello et R. Roudier: «Techniques générales utilisant le stockage d'air comprimé, perspectives d'avenir». p. 581 à 586.
- e) J. Raud: Problèmes de Genie civil concernant certains types d'installations pneumatiques de transfert d'énergie. p. 587-591.
- f) Ch.-B. Roux: L'expérience du «Gaz de France» en matière de réservoirs souterrains de gaz comprimés. p. 593-599.
- g) G. Rigollot: Quelques exemples d'avant-projets d'accumulation pneumatique. p. 601-606.
- h) Kraftwerksunion (KWU): Gasturbinen-Luftspeicherwerke. «Elektrotechnische Zeitschrift» 24 (1972), H. 18.
- i) William S. Lang: Underground Energy Storage for Electrical Power. International Salt Symposium, Houston (Texas), April 10, 1973, dazu US-Pat. 3523.192 und 3538.340 (1970).
- k) R. Hohl: Einwirkung der Energieerzeugung auf die Umwelt. «SBZ» 92 (1974), H. 17, S. 408.

- [2] a) *H. Obrist*: Escher Wyss-Grossspeicherpumpen. «SBZ» 80 (1962), H. 25, S. 445–450, H. 26, S. 465–471.  
 b) *A. Robert*: L'aménagement hydro-électrique de la Gougria; les caractéristiques générales de l'aménagement et les ouvrages d'adduction et de dérivation. «SBZ» 80 (1962), H. 15, S. 249–255, H. 26, S. 276–280, H. 17, S. 289–296.  
 c) *A. Hoeffleur*: L'aménagement hydro-électrique de la Gougria: les centrales et leur équipement électro-mécanique. «SBZ» 80 (1962), H. 27, S. 477–483, H. 28, S. 493–500, H. 29, S. 510–512, H. 31, S. 543 bis 548, H. 32, S. 564–567.  
 d) *P. Pingoud*: Considérations sur le choix des solutions d'équipement de la Centrale de Veytaux de la chute Hongrin-Léman. «SBZ» 85 (1967), H. 49, S. 893–897.  
 e) *J.-E. Graesser*: Die elektromechanische Ausrüstung der Kavernenzentrale Robiei. «SBZ» 88 (1970), H. 11, S. 219–230.  
 f) *F. Zingg*: Der Weiterausbau der Kraftwerke Oberhasli. «SBZ» 92 (1974), H. 44, S. 1002–1005.  
 g) *G. Innerhofer, A. Eder, R. Gstettner*: Die Pumpspeicheranlage Rodund II. «SBZ» (in Vorbereitung).

[3] *Eidg. Amt für Wasserwirtschaft*: Pumpspeichermöglichkeiten in der Schweiz. Heft 46, 1972.

- [4] a) *L. Wehenkel*: Der Endausbau des Pumpspeicherwerkes Vianden. «SBZ» 89 (1971), H. 15, S. 341–354.  
 b) *L. Wehenkel*: La centrale de Vianden, Problèmes causés par l'exploitation et résultats obtenus. «SBZ» 90 (1972), H. 22, S. 505 bis 517.  
 [5] a) *K. Goldsmith* und *B. Gilg*: Die Rolle der Pumpspeicherwerke in unserer künftigen Energieversorgung. «Schweiz. Handelszeitung» 1973, Nr. 51/52.  
 [5] b) Tagungsbericht: Die Projekte für ein Pumpspeicherwerk Zugerberg. «Bulletin SEV» 64 (1973), Nr. 7.  
 [6] a) *A. Loebell*: Belastungs- und Entlastungsversuche an der Anlage Mancalieri. «Escher Wyss-Mitteilungen», 1967, H. 1.  
 [6] b) *K. Meiners*: Automatisches Anfahren von Dampfturbinen. «Escher Wyss-Mitteilungen», 1967, H. 2.  
 [7] *G. Lenssen*: Luft-Pumpspeicherung. «Energie und Technik», 1972, H. 7/8.

Adresse des Verfassers: *B. Lendorff*, dipl. Ing., Eichenweg 3, 8802 Kilchberg ZH.

## Umschau

### Informationszentrum für Bürobauten

Während Baumessen und Fachzeitschriften auf dem Wohnbausektor für den Informationsfluss sorgen, fehlen heute immer noch systematische Informationen über Bürobauprobleme. Obschon die Forschung beweist, dass sich Raumgestaltung, Einrichtung und Klima ganz wesentlich auf die Arbeitsatmosphäre und damit auch auf die Leistungsfähigkeit auswirken, fehlt eine systematische Orientierungshilfe. Architekt und Bauherr sehen sich vielmehr einem Angebot zahlreicher Spezialfirmen gegenüber, welche immer nur eine ganz kleine Sparte des Problemkreises «Bürobau» lösen. Um die Sicherheit zu haben, dass die einzelnen Elemente am Schluss als harmonisierendes Ganzes wirken, sind Besichtigungen und Vergleiche jedoch unerlässlich. Damit die spezifischen Beziehungen zwischen Raumklima und Decke, Decke und Wänden, Wänden und Böden, Böden und Möbeln in Zukunft stimmen, haben sich sechs national und international tätige Unternehmen zusammengetan und an der Weltpoststrasse 17 in 3015 Bern eine neue Dienstleistung geschaffen: das Informationszentrum für Bürobauten (ifb). Beteiligt am ifb sind:

- C. Gartenmann & Cie. AG als Spezialisten für Decken- und für Schallsolationen
- W. Geelhaar AG für Spann- und Verlegeteppiche
- die Griesser AG für Storen und Kipptore
- die Strafor AG für Büromöbel und Stahl-Innenausbau
- die Strafor+Hauserman SA für mobile Trennwände
- die Gebrüder Sulzer AG für Heizungs-, Klima- und Sanitäranlagen sowie Brandschutztechnik. DK 061.66:725.23

### Mehrere Hochspannungsleitungen auf einem Gestänge?

Am 14. Aug. des letzten Jahres wies der Bundesrat eine Beschwerde der Gemeinde Kaisten gegen das Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement ab. Den Nordostschweizerischen Kraftwerken (NOK) und der Aare-Tessin AG für Elektrizität (ATEL) war der Ersatz einer Höchstspannungsleitung zur Sicherung der Stromversorgung der Kantone Basel-Stadt, Basel-Landschaft und Aargau bewilligt worden. Gleichzeitig war dem Begehren der Gemeinde Kaisten nicht Folge gegeben worden, die geplante Leitung in einem bestimmten Gebiet mit einer bestehenden Leitung auf einem Gestänge zu vereinigen. Die bestehende Leitung gehört einem Konsortium von drei Partnern; ein Partner ist die NOK. Über das Kaisterfeld führen derzeit insgesamt sechs

Leitungen. Der Bundesrat anerkennt denn auch, dass das Bestreben der Gemeinde Kaisten, eine Vermehrung der ihr Gebiet durchquerenden Leitungen zu verhindern, grundsätzlich zu berücksichtigen sei. «Eine Koordination beim Leitungsbau drängt sich gebieterisch auf.» Die NOK und die Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg haben denn auch bereits verbindlich zugesichert, die in den Kernkraftwerken Kaiser-augst und Leibstadt erzeugte Energie über die vorhandenen, nun vor dem Umbau stehenden Leitungen nach Laufenburg überzuführen. «Verständlich ist das Begehren der Gemeinde auch unter dem Gesichtswinkel des Landschaftsschutzes», erklärte der Bundesrat. Er wies deren Begehren vorab aus betrieblichen Gründen ab, da bei der Vereinigung beider Leitungen auf einem Gestänge bei Revisionen und Reparaturen der oberen Leitung zugleich die unterliegende Leitung abgeschaltet werden müsste. Zudem würden halb so viele, aber weiter ausholende Gestänge eher mehr Boden beanspruchen. Schliesslich stehen einer Vereinigung beider Leitungen rechtliche Schwierigkeiten gegenüber. Eine Möglichkeit, eine solche Vereinigung zu erzwingen, wenn das Gestänge nicht den gleichen Gesellschaften gehört, besteht nicht. («Schweiz. Zentralblatt für Staats- und Gemeindeverwaltung» 1974, H. 12, S. 517 ff.) DK 621.315.1 VLP

### Neuer Generalsekretär des STV

An der kürzlich in Zürich durchgeführten Delegiertenversammlung des Schweizerischen Technischen Verbandes (STV) wurde *H. A. Hafner*, lic. oec. publ., zum neuen Generalsekretär gewählt. Der Gewählte hat als Rektor die Handelsschule der Akademikergemeinschaft geleitet und später eine leitende Funktion bei einer bedeutenden Industrieunternehmung ausgeübt. Der STV ist mit beinahe 13 000 Mitgliedern die grösste paritätische Berufsorganisation der Schweiz und rekrutiert sich aus Absolventen von Höheren Technischen Lehranstalten (Ingenieurschulen). DK 061.2:62

### Bauwirtschaft heute und morgen

Am 23. und 24. Januar führte der SIA und seine Fachgruppe für Industrielles Bauen (FIB) die Tagung «Bauwirtschaft heute und morgen» in Engelberg durch. Mit dieser Veranstaltung orientierte der SIA die Öffentlichkeit und die Fachwelt über die Zusammenhänge der Bauwirtschaft mit der Gesamtwirtschaft. Die Referate dieser Tagung, die in verschiedenen Fachzeitschriften erschienen teils aber auch nicht veröffentlicht wurden, können als Sammelband für 45 Fr. beim SIA-Generalsekretariat, Postfach, 8039 Zürich, Tel. 01 / 36 15 70, bezogen werden. DK 03:69.003.1