

Eine neue Art der Dampfspeicherung

Autor(en): **Goldstern, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **115/116 (1940)**

Heft 17

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-51168>

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.

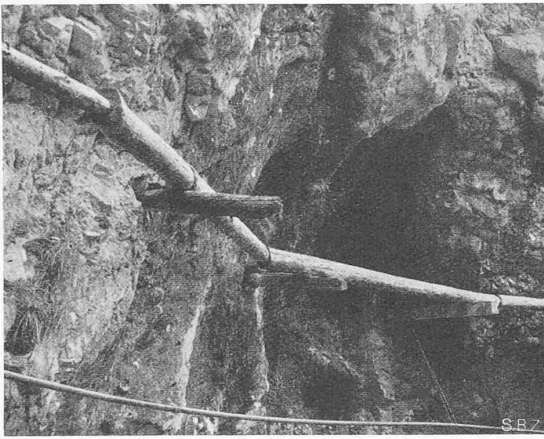


Abb. 14. Alte Holzrohrleitung zum Bad Weissenburg

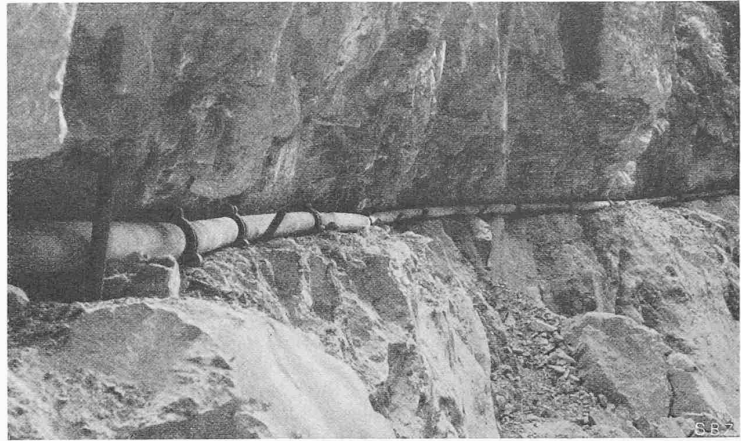


Abb. 15. Neue Eternitrohr-Zuleitung des Mineralbades Weissenburg

sie den Nachteil, die Nacherhärtung des Eternits zu behindern, die natürlich nur bei einem Austausch von Feuchtigkeit mit der Umgebung des Rohres ungestört vor sich geht. Nur bei leicht aggressiven Böden oder Wasser empfehlen wir die Rohre zu teeren. — Ein Vorteil der Gibault-Kupplung soll hier noch erwähnt werden. Es ist möglich, jedes auch noch so kleine Leitungs- oder Formstück mit Leichtigkeit auszubauen, was bei Revisionen oder Abänderungen eine grosse Erleichterung bedeutet.

Eternit-Ventilationskanäle. Mit der Entwicklung der Lüftungstechnik und Luftkonditionierung haben auch unsere Ventilationskanäle einen mächtigen Aufschwung genommen. Die Wärmeisolation und die schallschluckende Eigenschaft haben sich dabei vorzüglich bewährt. Meistens befindet sich die konditionierte Luft nahe am Taupunkt. Schon eine kleine Verbesserung der Wärmeisolierung genügt unter diesen Umständen oft, um eine Kondensation zu verhindern. Tritt eine solche aber trotzdem auf, so ist beim Eternit wenigstens keine Korrosion zu befürchten. Im Preise waren schon vor dem Kriege grosse Kanäle in Eternit billiger als in Blech; seit der Verteuerung der Metalle hat sich dieses Verhältnis noch verbessert. In bezug auf Reibungswiderstand stellen sich die geraden Eternitkanäle etwa gleich wie Blechkanäle, zum Teil sind sie ihnen sogar etwas überlegen. Dagegen ist es dank der Formbarkeit des Eternits möglich, den Spezialstücken die strömungstechnisch günstigsten Formen zu geben und so in den Krümmungen und Abzweigungen die Druckverluste auf ein Minimum herabzudrücken. Auch in die zu ventilierenden Räume lassen sich die Eternitkanäle einwandfrei einpassen. In der Post in Lausanne z. B. (Abb. 18) mussten wir in einem bestehenden Raum einen Ventilationskanal 600×1200 einbauen, was ästhetisch befriedigend gelungen ist. Das geringe Gewicht und die Verwandtschaft des Eternits mit andern Baumaterialien ist uns dabei zustatten gekommen. Die Eternitkanäle werden im Werk fertig hergestellt und können auf Montage nur in sehr beschränktem Masse angepasst werden. Solche Anlagen bedingen deshalb zu ihrer Vorbereitung eine gründliche und interessante Ingenieurarbeit.

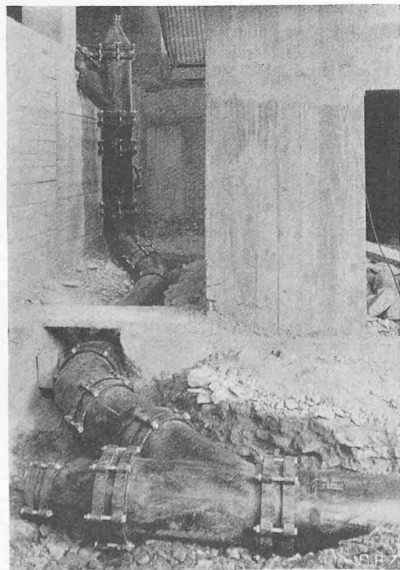


Abb. 17. Kombination von Eternit und Guss-Formstücken im Kantonspital Chur

Eternit-Kabelröhren. Eternit hat seit langem in der Elektrotechnik die verschiedensten Anwendungen gefunden. Den Ingenieur interessieren hauptsächlich die Kabelröhren und -Träger. Abb. 19 zeigt solche Kabelröhren bei einer Strassenüberführung der SBB. Es handelt sich hier um Halbschalen; man versetzt zuerst die untere Schale, legt das Kabel hinein und deckt es mit der

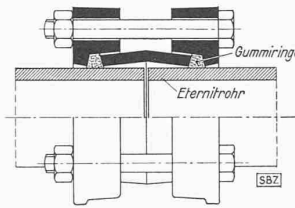


Abb. 16. Gibault-Kupplung

oberen Schale zu. Besondere Kupferbriden oder Kupferdrähte halten die beiden Rohrhälften zusammen. Gerade bei den SBB haben sich die elektrischen Eigenschaften des Eternits, verbunden mit seiner Korrosionsfestigkeit, gut bewährt. Oft werden Kabelröhren auch in Städten verwendet, wo ihre völlig glatte Innenfläche das Durchziehen der Kabel erleichtert. Ein Kabelträger in U-Form wurde im Gotthardtunnel verwendet (Abb. 20). Er ist bemessen für vier Kabel und eine Nutzlast von 20 kg/m ; die Spannweite war durch bestehende Stützen mit $3,35 \text{ m}$ gegeben. Die Kabelleitung ist 8 km lang und führt vom Nordportal bis Tunnelmitte. Sehr wichtig war in diesem Fall die dünne Wandstärke des Eternits. Die vorhandenen Tragkonsolen bestimmten die Abmessungen des Trägers. Die Eternitwandungen sind so dünn, dass vier Kabel in dem Träger Platz fanden, statt nur drei, wie bei dem ursprünglich vorgesehenen Kanal aus Beton.

Eine neue Art der Dampfspeicherung

Von Dipl. Ing. WALTER GOLDSTERN, London

1. Grundsätze der Dampfspeicherung. Die Zweckmässigkeit der Dampfspeicherung ist im wesentlichen durch zwei Tatsachen begründet: Erstens ist der Dampfverbrauch in den meisten Industrien nicht gleichmässig, sondern mehr oder weniger heftigen Schwankungen unterworfen und zweitens erreicht eine Kesselanlage ihren besten Wirkungsgrad, wenn sie dauernd gleich und voll belastet ist. Sobald die Dampflieferung nicht wenigstens für längere Zeiträume gleichmässig gehalten werden kann, entstehen zusätzliche Brennstoffverluste. Daher ist es einleuchtend, dass man durch Dampfspeicherung den Kesselbetrieb verbessern und den Brennstoffverbrauch verringern kann. Ja, in manchen Fällen lässt sich überhaupt erst mit Hilfe der Dampfspeicherung eine zweckmässige Wärmeversorgung erreichen. Man unterscheidet zwei hauptsächliche Arten der Dampfspeicherung: Speicher, die mit Dampf und solche, die im wesentlichen mit Heisswasser (über 100°C) gefüllt sind. Dampfspeicher nach der ersten Art

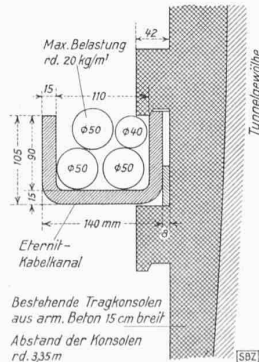


Abb. 20. Tunnel-Kabelkanal

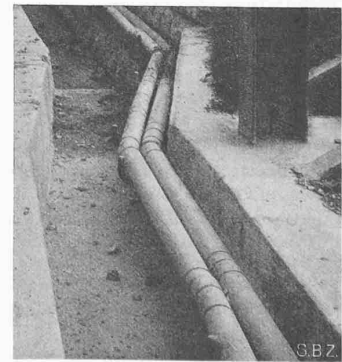


Abb. 19. Halbschalen-Kabelröhren

werden heute kaum mehr ausgeführt, abgesehen von sogenannten Dampfpuffern zum Ausgleich von sehr kurzzeitigen Schwankungen (Dampfmaschinen). Sie wurden vielfach vor etwa 30 Jahren angewendet, wobei Behälter bis zu 20 m Höhe und 12 m Durchmesser zur Speicherung von Maschinenabdampf, besonders in Grubenbetrieben, zur Aufstellung kamen.

Der Grund für die Bevorzugung von Dampfspeichern mit Heisswasserfüllung liegt darin, dass Heisswasser eine viel grössere Wärmemenge speichern kann, als ein Dampfraum von gleichem Volumen. Abb. 1 zeigt die Dampfmen- gen, die für das gleiche

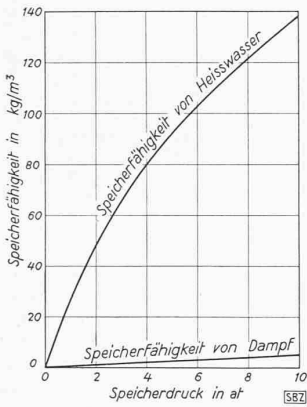


Abb. 1. Speicherfähigkeit von Dampf und Heisswasser

Druckgefälle, zum Beispiel bei einem Höchstdruck von 10 at, bei Entspannung bis auf Atmosphärendruck, gespeichert werden können. Während der letzten 20 Jahre kam daher fast ausschliesslich Dampfspeicherung mit Heisswasser unter Druck zur Verwendung, zuerst eingeführt von Prof. Rateau für Abdampf und später durch Dr. Ruths für Frischdampf bis zu Drücken von etwa 15 at. In neuerer Zeit wurden auch einige Anlagen für ein Druckgebiet bis über 100 at ausgeführt.

Ein Hauptproblem der Dampfspeicherung in der Form von Heisswasser ist die Wärmeübertragung vom Dampf auf das Wasser (Ladung) und umgekehrt (Entladung). Zur Lösung

dieser Frage wurden verschiedene Methoden der Wärmeübertragung verwendet, die indirekte durch Heizflächen, häufiger aber die direkte Uebertragung durch Einblasen von Dampf ins Wasser

Die Entladung bietet dabei keine besonderen Schwierigkeiten, da Heisswasser bei Druckabsenkung die zur Verdampfung notwendige Wärmemenge unmittelbar abgibt. Sobald das Entladeventil am Speicher geöffnet wird, strömt zunächst aus dem Dampfraum eine gewisse Dampfmenge ab, wodurch sich der Dampfdruck im Speicherbehälter etwas absenkt. Das Heisswasser besitzt daher eine Temperatur, die höher ist als die Sättigungstemperatur bei diesem niedrigeren Druck. Dies führt zur Verdampfung einer gewissen Dampfmenge, da Heisswasser keine höhere Temperatur als die Sättigungstemperatur entsprechend dem Druck innerhalb des Behälters behalten kann. Jeder m³ Heisswasser gibt dabei eine gewisse Wärmemenge zur Verdampfung ab.

Bei der Ladung von Dampfspeichern sind gewisse Schwierigkeiten zu überwinden, da es darauf ankommt, die gesamte speichernde Heisswassermenge mit dem zu ladenden Ueberschussdampf aufzuwärmen. Es genügt nicht, diesen Dampf irgendwie in das Wasser einzuleiten, da er zum grossen Teil auf kürzestem Wege durch das Wasser in den Dampfraum durchströmen würde, wobei das Wasser vor allem in den unteren Teilen des Speichers kalt bliebe. Eine wesentliche Vorbedingung für eine wirksame Dampfspeicherung ist daher die Erzielung einer guten Zirkulation des speichernden Heisswassers.

In den Anfängen der Dampfspeicherung glaubte man, dass besondere Pumpen für die Umwälzung des Wassers notwendig seien; die praktische Erfahrung hat jedoch sehr bald gezeigt, dass es durchaus möglich ist, den gesamten Wasserinhalt des Speichers gleichmässig zu erwärmen, sofern eine zweckmässige Ladevorrichtung vorgesehen wird, wobei man im wesentlichen zwei Arten unterscheidet: 1. Ladevorrichtungen mit innerer Zirkulation, bei welchen der Dampf in den Wasserraum des Speichers eingeblasen wird und 2. solche mit äusserer Zirkulation, wobei man den Dampf in einen ausserhalb des Speichers befindlichen Apparat einführt.

2. Dampfspeicher mit innerer Zirkulation. Innere Zirkulation kann bei Dampfspeichern angewendet werden, für die ein besonderer Behälter für vollen Speicherdruck gebaut wird, in dem die Ladevorrichtung ohne Schwierigkeiten angeordnet werden kann; dies gilt z. B. für den Ruthsspeicher, der in Bd. 79, S. 203* dieser Zeitschrift (22. April 1922) ausführlich beschrieben und mit vielen Abbildungen erläutert wurde.

Aus einer Mitteilung in Bd. 93, S. 290 (8. Juni 1929) dieser Zeitschrift geht hervor, dass der Ruths-Dampfspeicher auch in vertikaler Bauart verwendet wird. Dampfspeicheranlagen mit innerer Zirkulation können für jede beliebige Speicherkapazität gebaut werden, die einzelnen Behälter haben gewöhnlich bis zu etwa 400 m³ Inhalt.

Diese Methode der Dampfspeicherung hat jedoch den schwerwiegenden Nachteil hoher Anlagekosten. Zu den Ausgaben für die grossen Behälter für beträchtlichen Druck kommen noch die Kosten für Fundamente, Isolierung, Ausrüstung und Rohrleitungen. In vielen Fällen haben daher wirtschaftliche Gesichtspunkte die Verwendung solcher Dampfspeicher auch dort unmöglich gemacht, wo sie aus technischen und betrieblichen Gründen vielleicht erwünscht wären. Weil die neuzeitlichen Kesselanlagen und vor allem auch die Feuerungen sehr anpassungsfähig sind und in den letzten Jahren verschiedenerlei andere Wege gefunden wurden, um die Schwierigkeiten schwankender Dampflieferung zu überwinden, wie z. B. die automatische Kesselregelung, so kommt eine Dampfspeicheranlage nur dann noch ernstlich in Frage, wenn sie diesen Mitteln gegenüber wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt.

3. Dampfspeicher mit äusserer Zirkulation. Jedenfalls kann für einen kleineren oder mittlern Betrieb mit etwa ein bis drei Flammrohrkesseln die Dampfspeichermethode mit innerer Zirkulation, für die zusätzliche neue Behälter notwendig sind, im allgemeinen keine Lösung bedeuten, und der Kesselbetrieb muss trotz starken Schwankungen in Dampfverbrauch und Kesseldruck und trotz zusätzlicher Kesselverluste ohne wirksame Dampfspeicherung weitergeführt werden. Der Verfasser hat daher versucht, hier einen neuen Weg zu finden und nach jahrelangen Versuchen und Berechnungen eine neue Dampfspeicher-Methode mit äusserer Zirkulation entwickelt, die als «B. B. A.-Dampfspeicherung» immer breitere Verwendung findet. (Generalvertretung für die Schweiz: Gebrüder Sulzer, Winterthur; Patente der British Boiler Accessories Ltd., London.)

In Abb. 2 ist die allgemeine Anordnung des B. B. A.-Dampfspeichers mit äusserer Zirkulation gezeigt, unter Verwendung eines als Reservekessel verfügbaren Zweiflammrohrkessels. Da keinerlei Veränderungen oder Einbauten innerhalb des Kessels erforderlich sind, behält er seine Eigenschaft als Dampferzeuger ohne jede Beschränkung. Der B. B. A.-Aufladeapparat ist mit dem Kessel durch eine Zirkulationsleitung verbunden, die an der Abschlammeleitung beginnt und zur Speiseleitung zurückführt. Zur Dampfzufuhr dient die Ladeleitung mit Regel- und Rückschlag-Ventil, und die Entnahme erfolgt ab Dampfdom.

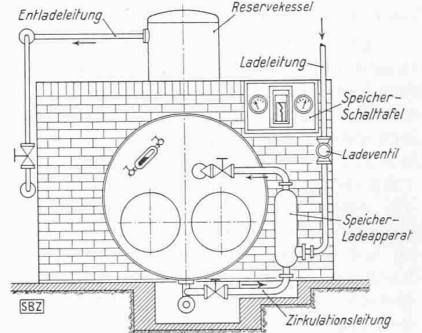


Abb. 2. B. B. A.-Dampfspeicheranlage

Der als Dampfspeicher dienende Reservekessel ist ungefähr bis zum Normal-Wasserstand mit Wasser gefüllt. Zu Zeiten niedriger Kesselbelastung (und steigenden Kesseldruckes) wird das Ladeventil geöffnet, sodass Ueberschussdampf in den Aufladeapparat strömen kann. Innerhalb des Apparates wird der Dampf durch zweckmässige Einbauten in das Wasser eingeleitet, das zwischen dem Speicher selbst und dem Aufladeapparat zirkuliert. Dabei gibt der Dampf gleichzeitig seine Wärme und Bewegungsenergie an das Wasser ab und dieses wird dadurch sowohl umgewälzt als auch erwärmt. Mit steigender Wassertemperatur erhöht sich auch der Speicherdruck, sodass der Ladezustand unmittelbar am Speichermanometer erkennbar ist. Die Ladung wird beendet, sobald der Kessel Druck wieder auf normale Höhe gesunken ist.

Der als Dampfspeicher dienende Reservekessel ist ungefähr bis zum Normal-Wasserstand mit Wasser gefüllt. Zu Zeiten niedriger Kesselbelastung (und steigenden Kesseldruckes) wird das Ladeventil geöffnet, sodass Ueberschussdampf in den Aufladeapparat strömen kann. Innerhalb des Apparates wird der Dampf durch zweckmässige Einbauten in das Wasser eingeleitet, das zwischen dem Speicher selbst und dem Aufladeapparat zirkuliert. Dabei gibt der Dampf gleichzeitig seine Wärme und Bewegungsenergie an das Wasser ab und dieses wird dadurch sowohl umgewälzt als auch erwärmt. Mit steigender Wassertemperatur erhöht sich auch der Speicherdruck, sodass der Ladezustand unmittelbar am Speichermanometer erkennbar ist. Die Ladung wird beendet, sobald der Kessel Druck wieder auf normale Höhe gesunken ist.

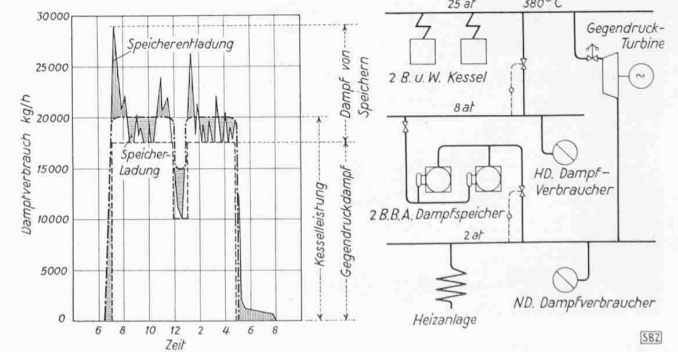


Abb. 3. Dampfspeicher für Spitzendeckung und Schwankungsausgleich

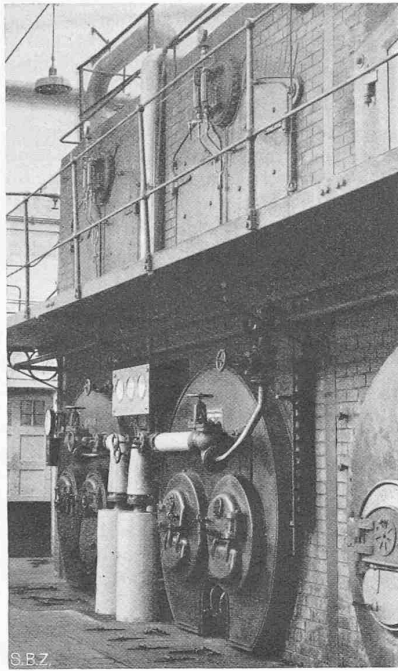


Abb. 4. B. B. A.-Dampfspeicheranlage mit zwei Reserve-Tischbeinkesseln

Beim Oeffnen des Entladeventils erfolgt die Lieferung einer zusätzlichen Dampfmenge aus dem Speicher zur Entlastung der Betriebskessel während der Spitzen des Dampfverbrauches. Der entnommene Dampf strömt zunächst aus dem Dampfraum des Speichers ab; dadurch erniedrigt sich der Dampfdruck im Speicher und es wird ständig durch Nachverdampfung aus dem Heisswasser die entladene Dampfmenge wieder neu gebildet. Dieser Vorgang kann in fast beliebig kurzer Zeit erfolgen und daher ist die Entladeleistung solcher Dampfspeicher (in kg/h) ausserordentlich gross. Zur Kontrolle des Speichervorganges wird ein schreibendes Manometer für Kessel-

druck und Speicherdruck vorgesehen. Die Regelung kann dabei, je nach den vorliegenden Betriebsverhältnissen, entweder von Hand oder automatisch erfolgen.

Der Unterschied zwischen der neuen Art der Dampfspeicherung und jener mit innerer Zirkulation (z. B. Ruths-Gefällspeicher) besteht also nur darin, dass Reservekessel benützt werden anstatt besonders zu bauender Druckbehälter, und dass ein aussenliegender Aufladeapparat anstelle der innenliegenden Dampfdufen angeordnet wird. Wesentlich ist dabei noch, dass der als B. B. A.-Dampfspeicher verwendete Reservekessel als Dampfkessel erhalten bleibt, da am Kessel selbst nichts verändert wird und einfach durch Schliessen zweier Ventile in der Zirkulationsleitung der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden kann. Ja, der Reservekessel kann sogar die Dampferzeugung in kürzester Zeit aufnehmen, da er in allen Teilen — Wasser- raum, Eisenteile und Mauerwerk — heiss ist und nicht erst viele Stunden lang angeheizt werden muss.

4. Ausführungsbeispiele. Abb. 3 zeigt den Dampfbedarf und die Einschaltung von zwei Dampfspeichern zum Ausgleich der starken Belastungsschwankungen und besonders zur Deckung der ausgeprägten Bedarfsspitzen in einer grossen Textilfabrik. Vor Einbau der Speicheranlage wurde der zusätzliche Dampfverbrauch während der Spitzenzeit über ein Reduzierventil an die Färberei geliefert. Die Heizflächenbelastung war daher während der Spitzenzeit ausserordentlich hoch und verursachte Schwierigkeiten mit der Feuerung. Unmittelbar nach der Verbrauchsspitze stieg dann der Kesseldruck schnell an und die Sicherheitsventile bliesen ab.

Nach Einbau der Dampfspeicher hatten die Kessel nur noch eine im Mittel verhältnismässig kleine Dampfmenge an die Spei-

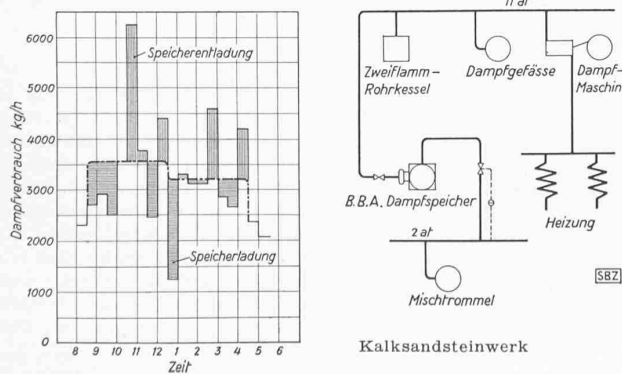


Abb. 5. Dampfspeicher für indirekten Ausgleich

cher abzugeben, und sowohl Kesselbelastung als auch Kessel- druck konnten fast dauernd gleichmässig und innerhalb der zu- lässigen Grenzen gehalten werden. Ausserdem deckten die Speicher den geringen Dampfverbrauch in den Abendstunden, sodass die Babcock-Kessel drei Stunden früher stillgesetzt werden konnten. Aehnlich wird der Dampfbedarf an Samstagen, wenn die Fabrik nicht arbeitet und nur Dampf zur Heizung der Bureauräume nötig ist, den Speichern entnommen. Abb. 4 zeigt die Reserve- Tischbein-Kessel, die je 30 m³ Inhalt und eine Speicherfähigkeit von 5000 kg Dampf besitzen.

Eine weitere interessante Anlage in einem Kalksandstein- werk zeigt Abb. 5, wo der Speicher zum indirekten Ausgleich der Verbrauchsschwankungen der mit vollem Kesseldruck arbei- tenden Dampfgefässe dient. Die ausserordentlich scharfe Ver- brauchsspitze um 11 Uhr entsteht durch Zusammentreffen der Anheizperiode eines solchen Dampfgefässes mit dem kurzzeitigen Einsatz der Mischtrammel, wodurch die Kesselbelastung bis auf etwa den doppelten Wert des mittleren Verbrauches ansteigt. Nach Einbau des Dampfspeichers konnte nicht nur der Kessel- wirkungsgrad wesentlich verbessert, sondern weiterhin dauernd der volle Kesseldruck eingehalten und damit die Umlaufzeit der Dampfgefässe verkürzt werden.

Schliesslich ist in Abb. 6 noch die Anordnung und der Dampf- verbrauch in einer Teppichfabrik gezeigt, die Wasch- und Trocken- einrichtungen für Rohwolle in ein 200 m vom Kesselhaus ent- ferntes Fabrikgebäude verlegt hat. Statt den dort vorhandenen alten Zweiflammrohrkessel zur Dampferzeugung zu benützen, wurde dieser als Speicher eingerichtet und durch eine Lade- leitung mit dem Kesselhaus verbunden. Wie das Dampfverbrauch- Diagramm deutlich zeigt, wird nun die zusätzlich erforderliche Dampfmenge vom Betriebskessel während der Zeiten niedriger Belastung, besonders in der Mittagszeit abgegeben, ohne dass die Höchstleistung dieses Kessels überschritten werden muss. Durch Verbesserung des Kesselwirkungsgrades infolge der gleich- mässigen Belastung wird diese zusätzliche Dampfmenge prak- tisch ohne Mehrverbrauch an Kohle vom Betriebskessel abge- geben. Die Ersparnisse an Brennstoff zusammen mit der Ein- sparung der sonst nötigen Betriebskosten des zweiten Kessels, insbesondere des Heizerlohnes, machen den Einbau der Speicher- anlagen in längstens einem Jahr vollständig bezahlt.

Es gibt unzweifelhaft eine grosse Anzahl von Fabriken, wo Dampfspeicherung von grösstem Wert sein kann. Die Beschrei- bung des neuen Speichersystems und verschiedener ausgeführter Anlagen soll den Betriebsleitern solcher Werke die Möglichkeit für die Lösung einer so wichtigen Frage zeigen.

Imitation «stark gefragt»

Ein bekannter Zürcher Architekt schreibt der «NZZ»: „Diese Erkenntnis brachte mir ein Ausflug ins Engadin, ein Winteraufenthalt im Parsennggebiet und nicht zuletzt das Dörfli der LA.

Ein herrlich strahlender Herbsttag führte mich von Italien nach dem Engadin. Ein Abstecher nach Soglio mit seinen schönen alten Häusern vermittelte tiefe Eindrücke. Von Zeit zu Zeit immer wieder in die herbe Landschaft eingebettete Engadiner- häuser. Alles urwüchsig, nicht wegen der Aelte, sondern wegen der Güte. Von Maloja aus noch ein Blick gegen Italien und dann ins Wirrwar eines Kurplatzes. Zum Mittagessen führt mich ein Freund in ein berühmtes Gasthaus. Ein altes Bauernhaus mit Stall wurde zu einer Wirtschaft für vornehme Besucher, die

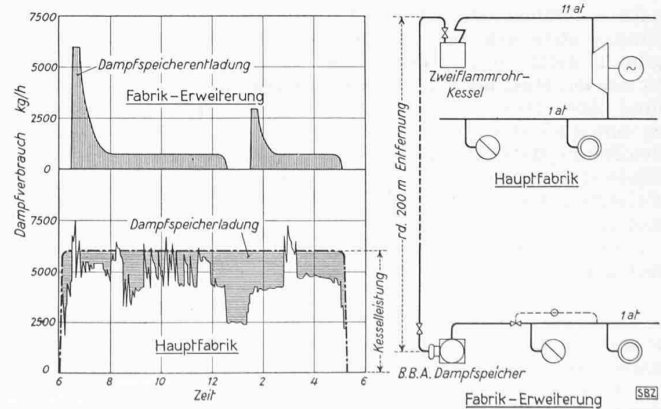


Abb. 6. Dampfspeicherung für Erweiterung einer Teppichfabrik