

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 79 (1961)
Heft: 49

Artikel: Die Faulschlammverbrennung
Autor: Palm, Robert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-65645>

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: 16.05.2025

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

wasserversorgungen und dergleichen mehr. Auch die Vorschriften zum Schutz des kantonseigenen Gewerbes sowie die finanzielle Beteiligung der Konzessions-Kantone und -Gemeinden an den neuen Partnerwerkgesellschaften mit Bestimmungen über Minimaldividenden usw. haben unweigerlich eine beträchtliche Verteuerung der Bau- und Betriebskosten zur Folge. Ganz besonders ins Gewicht fällt schliesslich, dass gewisse Bergkantone seit einigen Jahren dazu übergegangen sind, die Ertrags- und Vermögenssteuern der Kraftwerke ganz massiv zu erhöhen, wodurch in etlichen Fällen die fiskalische Belastung mit einem Schlag um 50 % angestiegen ist. So gibt es heute Kraftwerke, bei denen die Steuern und Wasserzinsen fast einen Drittel der gesamten Jahreskosten ausmachen! Die hin und wieder zu hörende Bemerkung, es handle sich bei diesen vielfältigen Sonderlasten im Grunde genommen um nichts anderes als um eine indirekte Erhöhung der gesetzlich festgelegten Maximalwasserzinsen, ist gewiss nicht aus der Luft gegriffen.

Wir legen uns über die schwierige finanzielle Lage mancher Gebirgskantone durchaus Rechenschaft ab und haben volles Verständnis für ihr Bestreben, aus der Nutzung ihrer Wasserkräfte möglichst hohe Einnahmen herauszuholen, doch läge es sicher auch in ihrem eigenen Interesse, Ueber-treibungen, wie sie jetzt vorkommen, zu vermeiden. Es wäre sehr bedauerlich und sowohl für die betreffenden Gemeinwesen als auch für die schweizerische Volkswirtschaft mit schwerwiegenden Nachteilen verbunden, wenn die Politik der Konzessions- und Steuerbehörden, immer neue und höhere Ansprüche zu stellen, eines Tages dazu führen würde, dass an sich noch nutzungswürdige Wasserkräfte nicht mehr ausgebaut werden könnten, weil der sonst schon hohe Energiegestehungspreis infolge der übersetzten zusätzlichen Lasten das tragbare Mass überschreitet und jede Konkurrenzfähigkeit verliert.

Ein anderer Aspekt des Problems muss aber auch noch erwähnt werden. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und damit der Nutzungswürdigkeit einer Wasserkraft spielen selbstverständlich die geltenden Verkaufspreise für elektrische Energie eine massgebende Rolle. Es ist nun eine Tatsache, dass die Elektrizitätstarife trotz gewisser Anpassungen, die in den letzten Jahren erfolgt sind, der beim Bau und Betrieb von Wasserkraftwerken eingetretenen Teuerung nach wie vor nur ungenügend Rechnung tragen. Nur nebenbei sei bemerkt, dass der Preis, den ein normaler Haushalt für die Elektrizität im Durchschnitt zu bezahlen hat, heute immer noch tiefer liegt als im Jahre 1939, wogegen sich im gleichen Zeitraum der allgemeine Lebenskostenindex um mehr als 80 % erhöht hat. Unter Berücksichtigung der geschilderten Umstände werden somit weitere Tarifanpassungen nicht zu umgehen sein, da sonst der wünschbare Vollausbau unserer Wasserkräfte auch von dieser Seite her ernstlich gefährdet werden könnte.

Vorgespannte Fertigteile in den USA

DK 624.012.47.002.22

In den Vereinigten Staaten von Amerika wurden die ersten Spannbetonwerke ¹⁾ 1952 errichtet; heute beträgt ihre Zahl rund 300 mit einem jährlichen Herstellungsvolumen von 4 Mio t, von denen je etwa 50 % auf den Brückenbau und den Hochbau entfallen. Der Materialverbrauch betrug dabei 1959 rd. 50 000 t Spannstahl, 710 000 t Zement und 1,7 Mio m³ Beton. Man kam sehr schnell zu einer weitgehenden Standardisierung der Grundquerschnitte, die jedoch nach Höhe, Breite und Stärke variabel sind. Die Fabrikation erfolgt in Stahlschalungen, Gleitfertiger sind kaum bekannt. Heute können Stahlformen und ganze Spannbetteinrichtungen nach Katalog bestellt werden. Gebräuchlichste Profile sind der TT-Querschnitt für Industriebau, Schulen, Warenhäuser bis rd. 30 m Spannweite, ferner I-, T- und Breitflansch-T-Querschnitte. Platten werden 5 bis 10 cm dick in Breiten von 60 und 120 cm hergestellt, neuerdings auch solche mit Längsaussparungen (Papp-

rohrschalung) und hohle stranggefertigte Dielen bis zu 11 m Länge.

Den Kopf der Spannbetonindustrie bildet das Prestressed Concrete Institute, eine Gesellschaft, in der Hersteller, Ingenieure und Wissenschaftler um die technische Förderung des Spannbetons bemüht sind. Viele der Werke sind selbstständige Zweigbetriebe von Bauunternehmungen, eine grosse Anzahl weitere von Transportbetonwerken, die bei Tag die Baustellen und nachts das Vorspannwerk beliefern. Anfangs waren die Fabrikationsanlagen meist unter freiem Himmel, heute bevorzugt man Hallen mit Laufkranen für die inneren Transporte. Einige Hersteller besitzen transportable Spannbetten, die bei grossen Lieferentfernungen direkt an den Baustellen arbeiten. Es gibt zwei Arten von stationären Spannbetten: solche für die Massenproduktion eines Standardelementes und Universal-Betten für kleinere Serien unterschiedlicher Bauteile wie Säulen, Rahmen usw.

Der häufigste Vorspannstahl sind 7-drähtige Litzen von 6,3 bis 12,7 mm Ø. Die Fabrikation verläuft meist im 24-Stunden-Turnus, so dass die Spannkraft schon nach 16 Stunden auf den jungen Beton übertragen werden müssen. Dies ist nur durch hochwertigsten Beton und sorgfältige Nachbehandlung (meist mit entspanntem Dampf von 45 bis 60° C) möglich. Man bevorzugt mehr und mehr die Einzeldrahtspannung, die Litzen werden danach durch die «Strandvise»-Keilverankerung gehalten.

Die Lagertransporte erfolgen im allgemeinen mittels beweglicher Kranfahrzeuge, nur bei schwersten Brückenträgern sind Spezialeinrichtungen erforderlich, Gabelstapler bei kleinen Bauteilen. Die Entfernungen von der Fabrik zur Baustelle betragen häufig 200 km und mehr, Wassertransport wird für grosse, schwere Baukörper angestrebt. Etwa die Hälfte der Spannbetonwerke führt die Montage selbst aus, im Hochbau üblicherweise mittels Kranfahrzeug mit Ausleger.

Ausführliche Angaben mit Skizzen, Photos und Ausführungsbeispielen bringt «Der Bauingenieur» Heft 7/1961.

Adresse des Verfassers: H. Jobst, Dipl.-Ing., Langhag 45, Liestal/BL

Die Faulschlammverbrennung

Von Robert Palm, dipl. Ing., Basel

DK 662.69

Anlässlich der Tagung «Wasser, Abwasser und Wärme» vom 2. Juni 1961 in Zürich wurde auf die in gewissen Fällen notwendige Verbrennung des Faulschlammes aus Kläranlagen hingewiesen. Sie kommt in Frage, wenn z. B. in Textilfabriken im Schlamm Stoffe enthalten sind, welche die Gärung verhindern, oder wenn für die Methangasgewinnung zu wenig Fäkal Schlamm vorhanden ist.

Der Schlamm wird in mechanischen Einrichtungen auf 70 bis 75 % Wassergehalt getrocknet und soll mit Stadtmüll gemischt verbrannt werden. Der Kehrriecht lässt sich bekanntlich auch bei hohem Feuchtigkeitsgehalt (40 % und mehr) in den neuen Müllverbrennungsöfen zünden und verfeuern. Der Faulschlamm hingegen muss vor der Beimischung getrocknet werden. Die Trocknung erfolgt durch heisse Gase, welche dem Müllverbrennungsöfen entnommen werden. Sie darf jedoch nicht zu weit, d. h. unter etwa 20 % Feuchtigkeit hinab getrieben werden, denn staubiges, zu weitgehend entwässertes Material entzündet sich leicht in den Trocknungseinrichtungen, insbesondere wenn diese mit heissen Gasen betrieben werden; ja es kann zu Staubverpuffungen kommen. Die Trocknungsgase sollen beim Eintritt eine Temperatur von 650 bis 800° C aufweisen, weil so der Geruch beim Austritt der Gase und der Brüden aus den Trocknern am wenigsten stört.

Die Faulschlamm-Verfeuerungseinrichtung ist in Bild 1 schematisch dargestellt; dort sind auch die zu erwartenden Rauchgastemperaturen eingetragen.

Die Mischung des Mülls mit dem angetrockneten Schlamm erfolgt vor dem Ofen im Mülltrichter 3 mit einer nicht eingezeichneten Verteilschnecke. Eine Mühle zur Mischung und Zerkleinerung des Kehrriechts ist nicht zweckmäs-

¹⁾ Vgl. den Aufsatz von G. Caprez in SBZ 1959, Nr. 31, S. 502.

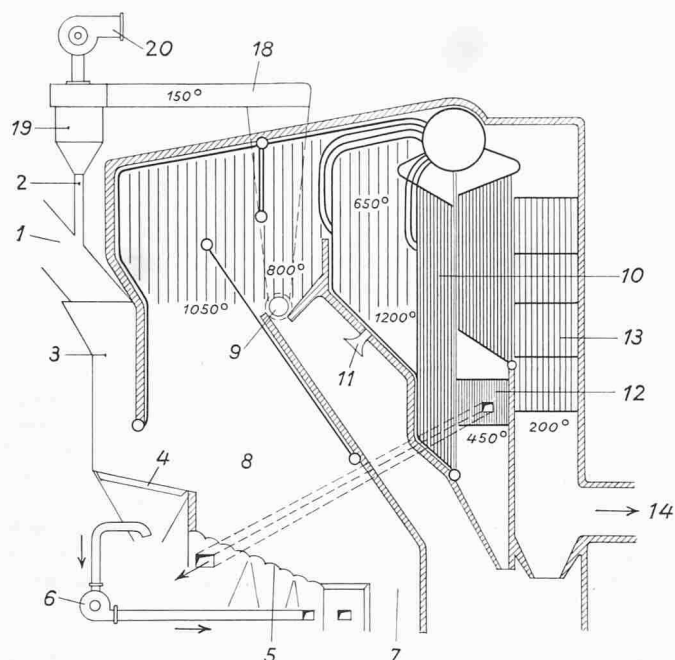


Bild 1. Faulschlamm-Verfeuerungs-Einrichtung

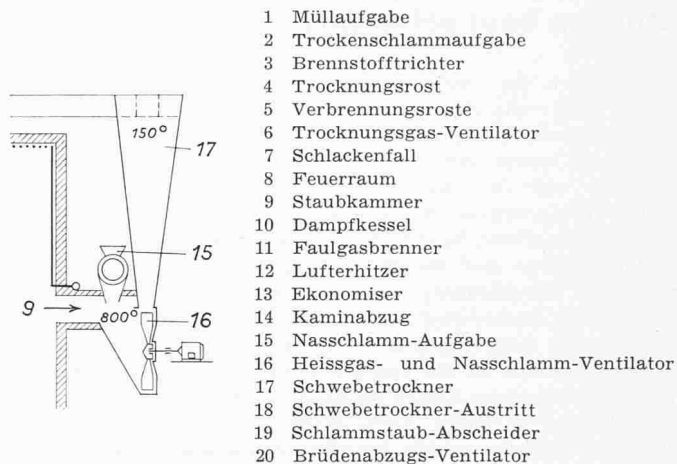
sig. Dieser enthält immer Eisen- und andere Metallteile, die man vor der Mühle entfernen müsste, um Störungen zu vermeiden. Dabei bleiben an dem zackigen Material viel Stoff- und Papierreste hängen. Solche Abfälle sind äusserst unhygienisch. Eine Auslese des Brennbares von Hand, um es in die Feuerung zurückzuführen, darf heute niemandem mehr zugemutet werden. Lagert man diese Rückstände in einer Grube ab, so können sie das Grundwasser verunreinigen.

Das dem Verbrennungs-Ofen in den Brennstofftrichter aufgegebenes Material ist noch feucht. Eine Vortrocknung in einer gesonderten Anlage kommt nicht in Frage. Solche Anlagen sind teuer, brauchen viel Platz und entwickeln einen unzulässigen Geruch. Auch treten in Trockentrommeln leicht Staubentzündungen auf. Der Verschleiss und die Kosten für die Antriebsenergie sind gross. Der Trocknungsvorgang wird daher auf einen der Feuerung vorgeschalteten Trocknungsrost verlegt.

Wie andernorts vom Verfasser beschrieben und begründet¹⁾, ist es vorteilhaft, die Wärme für die Trocknung aus der Flammenstrahlung der der Zündung nachfolgenden Verbrennung zu entnehmen, die Trocknungsbrüden jedoch nicht in den Feuerraum 8 austreten zu lassen, sondern durch den Trocknungsrost 4 abzusaugen. Sie werden an geeignetem Ort mit den Unterwindgasen der Feuerung wieder zugeführt. Hierzu dient der Ventilator 6. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Schwierigkeiten, welche bei der Verfeuerung von Müll und Schlamm namentlich dann entstehen können, wenn darin chemische Bestandteile enthalten sind, sich durch das Einblasen von Dampf vermeiden lassen.

Die Verbrennung dieser Stoffe, welche einerseits schwer zünden, andererseits viel und oft leichtflüssige Schlacken ergeben, ist nicht als ein einheitlicher Vorgang anzusehen; es ist notwendig, sie in die feuerungstechnischen Abläufe: Trocknung, Zündung, Durchbrand und Ausbrand zu unterteilen. Nur so ist es — wie früher beschrieben wurde — möglich, die Massnahmen zu erkennen, die zu einer wirtschaftlichen Feuerführung notwendig sind.

Je mehr Faulschlamm im Verhältnis zum Müll anfällt, um so weitgehender ist er zu trocknen. Dazu eignen sich Rauchgase, welche aus dem, dem Verbrennungs-Ofen nachgeschalteten Dampf- oder Heisswasserkessel bei einer Temperatur von 700 bis 800° C zur Verfügung stehen. Die Entnahmestelle lässt sich zweckmässig dort anbringen, wo Flug-



aschenablagerungen in hierzu vorgesehenen Auffangtaschen 9 vorhanden sind. Mit den Rauchgasen wird noch ein Teil des heissen Flugkokes durch einen Gasförderer 16, in dessen Ansaugraum 15 der nasse Schlamm in geeigneter Weise eingeführt wird, abgezogen und in einen Schwebetrockner 17 eingeblasen. Der Schwebetrockner muss sich nach oben trichterförmig erweitern. Menge und Geschwindigkeit der Rauchgase müssen ausreichen, um die mit 20 % Feuchtigkeit belasteten Schlammflocken auszublenden. Der in einem Staubabscheider 19 von den Gasen getrennte Schlamm fällt in den Aufgabetrichter 3 des Müll-Ofens, die Gase mit den Trocknungsbrüden gelangen durch einen Ventilator 20 zum Schornstein.

Es ist durchaus möglich, den getrockneten Schlamm beim Auslaufen des Füllgreifers so beizugeben, dass er dem Rost mehr oder weniger als Zwischenschicht zwischen dem Müll zuläuft. Der Durchfall des Feinen durch die Rostspalten und das Aufblasen des Staubes lässt sich auf diese Weise vermeiden.

Es ist vorteilhaft, den Flugkoks wiederholt aus der Auffangtasche 9 über den Schwebetrocknern durch den Feuerraum 8 zu führen, damit der Flugkoks weiter zu Flugasche verbrennt, bevor er an die Kesselrohre 10 gelangt. Ausgebrannte Flugasche sintert weit weniger an den Rohren an als Flugkoks, welcher in den angesinterten Schichten abrennt und den Staub fester anhaften lässt.

Die Massnahmen zum Verhindern des Ansinterns gehören zu den wichtigsten Aufgaben der Schlamm- und der Müllverfeuerung. Eingangs wurde darauf hingewiesen, dass in dem zur Verfeuerung kommenden Schlamm chemische Bestandteile enthalten sein können. Diese erniedrigen die Schmelzpunkte der Schlamm Schlacke über das hinaus, was schon beim Müll zu erwarten ist.

Ausser durch einen guten Ausbrand des Flugkokes lassen sich die Ansinterungen durch Beigabe von Dampf in die Verbrennung vermindern. Wird die Trocknung des aufzugebenden Materials nicht zu weit getrieben, so gelangt etwas Wasserdampf in den Feuerraum. Dadurch wird dort die Gas-temperatur etwas herabgesetzt. Erwünscht ist es aber, die Feuerbettemperatur zu erniedrigen, nicht nur um das für den Rostbetrieb störende Fliessen der Schlacken zu verhindern, sondern auch um die Gase und Dämpfe, welche bei hohen Temperaturen aus den Schlacken entweichen und die Ansinterungen verursachen, zu vermeiden.

In begrenzten Mengen zugegeben, unterstützt die Faulgasverbrennung die Trocknung und die Zündung des aufgegebenen Materials. Zu beachten ist dabei, dass die Erwärmung nicht so hoch wird, dass sich auf der Schicht eine Kruste bildet, die den Luftdurchtritt verhindert. Der Hauptanteil wird in der Nachverbrennungskammer 11 verbrannt und erst zugeführt, nachdem ein Grossteil der Flugasche abgeschieden und die Rauchgastemperatur erniedrigt worden ist. Diese Anordnung wird getroffen, um die Verschmutzung der Kesselrohre möglichst zu vermeiden.

¹⁾ Ein Aufsatz über den Müllverbrennungs-Ofen erscheint demnächst in der Zeitschrift «Gesundheits-Ingenieur».

Adresse des Verfassers: R. Palm, dipl. Ing., General-Guisan-Strasse 42, Basel.