

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 94 (1976)
Heft: 4

Artikel: Behandlung von Getreide mit Hochfrequenz
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73046>

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: 25.01.2026

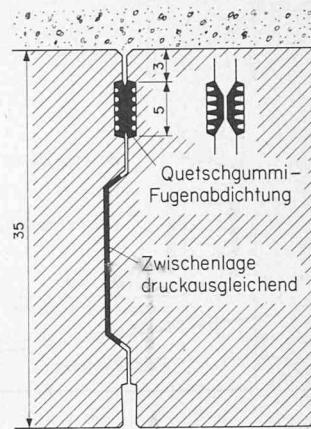
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mai 1974 bis Februar 1975 auf 1,3 km Länge mit einer im Schild eingebauten Tunnelfräse mit offenem Schneidrade im Druckluftbetrieb vorgetrieben und einschalig mit kassettierten Stahlbetontübbings ausgekleidet (Bild 1). Jeweils acht Tübbings und ein Schlussstein bilden einen 1 m breiten Tunnelring (vgl. Bild 2). Die Ringe sind gegenseitig um eine halbe Tübbinglänge versetzt. Zur Stabilisierung des Ausbau- systems sind in den Ringfugen durchlaufende, ineinander greifende Nuten und Federn angeordnet. Äussere Kennzeichen sind die aus statischen Gründen spiegelbildlich angeordneten trapezförmigen Kassetten (Bild 1).

Die Ringfugen und Tübbingstossfugen werden gegen das Grundwasser mit Neoprene-Zahnleisten abgedichtet, die zu Rahmen vorgefertigt geliefert und auf die Tübbings in umlaufende Nuten geklebt werden (Bild 3). Die Betonoberfläche der Nuten erhält zuvor als Schutz gegen Wasserauflaufigkeit einen Harzanstrich. Die äusseren Bedingungen sind außerdem für Gummi im Tunnel besonders günstig, da die schädigend auf sie wirkenden atmosphärischen Einflüsse, wie Sonneneinstrahlung und Temperaturwechsel, nicht auftreten. Diese Fugenabdichtung besitzt den Vorteil, dass alle Arbeiten mit Dichtungsmitteln außerhalb des Tunnels vorgenommen werden und die Dichtung sofort nach dem Einbau der Tübbings wirksam ist. Zur Rissesicherung der Stahlbetontübbings werden druckausgleichende, plastische Futterstücke aus Bitumen sowohl in Längs- als auch in Querfragen als Knautschzonen eingebaut (Bild 3), die bei örtlicher Überbeanspruchung Risse und Abplatzungen vermeiden.

Die rd. 20 000 Tübbings haben je 100 cm Breite, 35 cm Gesamtdicke und 12,5 cm Spiegeldicke bei den Kassetten sowie 1,8 t Einzelgewicht. Sie werden aus wasserdichtem Beton Bn 450 nach DIN 1045 (370 kg/PZ 550, 800 kg Sand 0/4 mm, 1157 kg Kies 8/16 mm je m³ FB; W/Z = 0,43; Konsistenz K 2) mit 97 bis 107 kg Stabstahlbewehrung BSt 42/50 je m³ FB in sehr genau gearbeiteten Stahlschalungen (53 Stück; 4 t/Schalungseinheit aus 70 mm Stahlblech; ± 0,2 mm) in zwei Betonwerken in der Nähe Münchens hergestellt. Für die Tübbingsfertigung waren als Toleranzen zugelassen: ± 0,5 mm an den Seitenflächen oder Tübbingfugen, ± 1,0 mm an den Kassetten und Einbauteilen außer Verpressöffnungen und ± 2,0 mm bei den Tübbingdicken. Die Erhärtungszeit des Betons musste durch Wärmebehandlung wesentlich abgekürzt werden. Im Werk Aichach lagerten die Paletten mit den frisch betonierten Tübbings zunächst eine Stunde lang unter Raumtemperatur; anschliessend wurden sie in den Heiztunnel gefahren. Unter der Wirkung von 85 °C heißer Luft erwärmte sich der Beton auf 50 °C. Während die Paletten den Tunnel in 4,5 Stunden durchlaufen, erhöht sich die Temperatur auf 60 bis 65 °C. Durch die schonende Erwärmung wurden Spannungsrisse im Beton vermieden. Nach dem Verlassen des Heiztunnels kühlten die Tübbings innerhalb einer Stunde auf 35 bis 40 °C ab und

Bild 3. Abdichtung der Tübbingstossfuge mit Neoprene-Zahnleiste nach dem Zusammenschrauben der Tübbings; oben Gebirge, unten Tunnelinneres. Masse in cm



wurden dann entschalt. Zu diesem Zeitpunkt besaßen sie bereits etwa 50 % ihre Endfestigkeit, d. h. bis 350 kp/cm². Die Tübbings verblieben noch mindestens einen Tag lang in der Halle bei Raumtemperatur, ehe sie auf dem Lagerplatz gestapelt wurden. Nach vier Wochen Erhärtungszeit erreichte der Tübbingbeton eine mittlere Würfeldruckfestigkeit von 653 kp/cm² bei einer Standardabweichung von nur 36 kp/cm². Im Werk Utting verwendete man anstelle von Warmluft Dampf für die Wärmebehandlung sowie feststehende Schalungen bei Bedämpfung mit Abdeckhauben. Die Tagesleistung im Zweischichtenbetrieb betrug im Werk Utting bei 20 Formen fünf Tunnelringe oder 40 Tübbings und im Werk Aichach bei 27 Formen sechs Tunnelringe oder 48 Tübbings.

Die Tübbings werden nach Durchgang durch die Materialschleuse mit Stollenzügen vor Ort gefahren und mit einem hydraulisch betätigtem Versetzgerät eingebaut (1 Ring = 1 m Tunnel/30 Minuten). Täglich wurden in Dreischichtbetrieb im Mittel 12 m, in der Spitze 20 m Tunnelstrecke aufgefahren (Vorschub mit 16 Pressen von je 150 Mp) und einschalig mit Tübbing ausgekleidet.

Nach dem Vortrieb wurde die Druckluft ohne zusätzliche Dichtungsmassnahmen abgelassen. Der Tunnel stand nun voll unter der Beanspruchung des Grundwassers. Es zeigten sich nur wenige Fehlstellen; diese konnten eindeutig erkannt und durch gezielte Injektionen beseitigt werden. Die Stahlbetontübbings des Bauloses 7.1 kosteten etwa die Hälfte von dem, was herkömmliche, gusseiserne Tübbings gekostet hätten.

-gb-

Literatur

- [1] H. Distelmeier: Die Montage von Stahlbetontübbings bei Tunnelbauten mit Schildvortrieb. «Beton- und Stahlbetonbau» 70 (1975), Nr. 5, S. 120-125.
- [2] V. Meldner: Zur Statik der Tunnelauskleidung mit Stahlbetontübbings. Beitrag in der Festzeitschrift «100 Jahre Wayss & Freytag AG», Juni 1975.

Behandlung von Getreide mit Hochfrequenz

DK 631.563

Das intensivere Umweltbewusstsein hat auch die Diskussion um die Entwesung von Getreidelagern neu belebt. Unter Entwesung versteht man dabei, eingelagertes Getreide von Schädlingen wie Insekten und deren Larven sowie von Schimmelpilzen frei zu halten.

Die heute gängigen Methoden

Das Problem ist alt. Über Trocknen, Räuchern und Salzen des Lagergutes kam man in der Zeit der Alchemie zu

den ersten eigentlich chemischen Methoden des Vorratschutzes. Chemische Substanzen bilden heute noch – selbstverständlich neben der Forderung nach unbedingter Sauberkeit und höchster Qualität des Lagergutes – den meistverwendeten Schutz von Getreidevorräten vor Schädlingen.

Es werden vorwiegend zwei chemische Methoden angewendet, namentlich die Begasung der Getreidesilos mit Phosphor-Wasserstoff (Phosphin) oder mit Methylbromid, zwei Chemikalien, die insektentötende Substanzen ent-

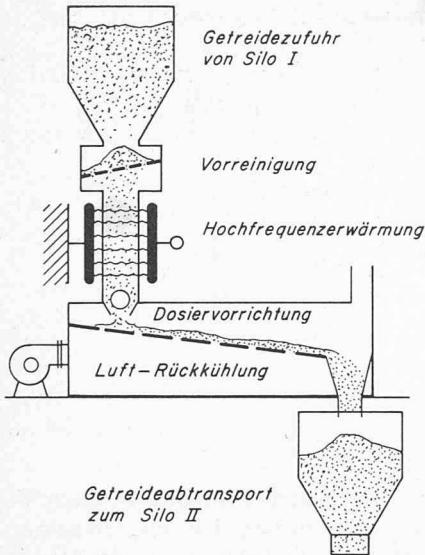


Bild 1. Schematische Darstellung einer Hochfrequenz-Entwesungsanlage

wickeln. Vorteil beider Methoden ist die leichte Dosierbarkeit und das einfache Beimengen der Chemikalien zum Lagergut. Phosphin zeichnet sich noch durch eine gewisse Langzeitwirkung aus. Backversuche haben dabei gezeigt, dass phosphinbehandeltes Getreide ein etwas zäheres Brot mit leicht verminderterem Volumen ergibt, während bei der Methylbromidbehandlung ein Brot entsteht, das krümeliger ist und das einen leicht abgestandenen Geschmack annimmt.

Beide Verfahren weisen den grossen Nachteil auf, dass das Getreide vor der Verarbeitung oder dem Transport sowie bei längerer Lagerung von Zeit zu Zeit gut belüftet werden muss. Dabei entstehen jedoch in beiden Fällen hochgiftige Gase, die jeweils an die Umwelt abgegeben werden.

Physikalische Verfahren

Ionisierende Strahlung

Der Übergang zu physikalischen Methoden des Lagerschutzes, die keine Rückstandsprobleme aufwerfen, wird immer stärker. Ionisierende Strahlungen unter Einsatz von Röntgen- und Gammastrahlen werden, schon aus der heute weitverbreiteten Abneigung gegen alles Atomare heraus, abgelehnt. Dazu kommt noch, dass einerseits wirklich grosse Dosen abgestrahlt werden müssen und anderseits auch dann noch keine Gewähr für einen 100 %igen Erfolg gegeben ist; Milben und Motten erwiesen sich beispielsweise als zu widerstandsfähig. Weiterhin besteht bei der genannten Bestrahlung die Gefahr der Beeinträchtigung des Lagergutes durch substantielle Veränderung, indem sich etwa Stärke und Eiweiss zersetzen können.

Infrarot und Ultraschall

Der Einsatz von Infrarot, sichtbarer und ultravioletter Strahlung beschränkt sich auf die Behandlung der Getreideoberfläche und vermag Milben und Pilze nicht zu bekämpfen. Diesem Verfahren ist bisher jeder Erfolg versagt geblieben. Ähnlich liegen die Grenzen bei der Anwendung von Ultraschall. In Zukunft lassen sich möglicherweise leere Silos damit behandeln; dabei werden jedoch so hohe Ansprüche an die Qualität der Bauten gestellt, dass die Wirtschaftlichkeit äusserst fraglich erscheint.

Temperaturänderungen

Mehrfach sind schon Methoden eingesetzt worden, die sich der Temperaturänderung bedienen. Günstige Ergebnisse wurden mittels Abkühlung erzielt, wobei allerdings nicht die völlige Vernichtung aller Parasiten erreicht werden konnte. Immerhin gelang es, Schäden, die Insekten durch das Anfressen des Lagergetreides verursachten, stark zu vermindern. Hier besteht allerdings die Gefahr, dass sich bei einer Erwärmung – erfolgt sie nun gezielt oder zufällig – die Schädlinge explosionsartig vermehren können.

Das Schutzverfahren, Getreide zu erhitzten, führt – erfolgt die Temperaturerhöhung nicht rasch und an allen Stellen gleichzeitig genug – bei Temperaturen über 40 °C zu Schädigungen, wie Herabsetzung der Backqualität oder Zerstörung von Vitaminen, Hormonen und Enzymen.

Der Schutz von Lagergetreide durch Änderung der atmosphärischen Zusammensetzung wird da und dort angewendet, sei es in Form von Stickstoff- oder Kohlesäuregas-Atmosphären. In Argentinien werden beispielsweise Tausende von Tonnen Getreide in luftdichten Untergrundzellen gelagert. Die Schäden konnten dabei stark herabgesetzt werden, doch ist die Wartung dieser Anlagen in der Regel technisch sehr anspruchsvoll und damit die Wirtschaftlichkeit in Frage gestellt.

Physikalische Schranken und Kräfte

Physikalische Schranken, wie etwa besondere Verpackungen mit Papier, Textilien oder Kunststoffen haben außer einer gewissen Kostenverminderung wenig Erfolg gezeigt und sind besonders für Länder ungeeignet, die in wärmeren Zonen liegen.

Auch physikalische Kräfte haben sich im Einsatz gegen Getreideschädlinge nicht bewährt. Die Behandlung des Lagergutes über schnell laufende Rotoren führte zu Kernbrüchen und zeigte auf Milben nur wenig und auf Schimmel pilze gar keinen Einfluss.

Hochfrequenzbehandlung

Es bleibt die Behandlung des zu lagernden Getreides mit hochfrequenten elektrischen Strömen. Schon über 15 Jahre beschäftigt sich Brown Boveri mit entsprechenden Verfahren, und zwar sowohl für offene wie verpackte Ware. In neuerer Zeit wurde eine entsprechende Anlage in einem Getreidesilo eingebaut, und im Sinne eigentlicher industrieller Grossversuche wurden damit über 100 t Weizen behandelt, der von Schädlingen befallen war. Ausgedehnte Untersuchungen des Entomologischen Institutes der ETH Zürich sowie Backversuche durch die Bäckereifachschule Luzern ergaben für den hochfrequenzbehandelten Weizen nur positive Ergebnisse: Die Abtötung der Eier, Puppen, Larven und der lebenden Käfer durch eine Art thermischen Schock war vollkommen, wobei von besonderer Bedeutung war, dass die Keimfähigkeit nicht beeinflusst wurde. Auch beim Backgut konnten keine Unterschiede zwischen behandeltem und nicht behandeltem Weizen festgestellt werden.

Prinzip und Aufbau des Hochfrequenzverfahrens

Eine Hochfrequenz-Entwesungs-Anlage muss die folgenden Anforderungen nahezu vollkommen erfüllen: Sämtliche Schädlinge in allen Entwicklungsstadien – die Eier eingeschlossen – müssen abgetötet werden, ohne das Lagergut zu schädigen. Die Entfernung von toten Insekten, Larven und Eiern aus dem Getreide erfolgt im übrigen später in der Mühle durch einen Prozess, der zum Reinigen des Getreides ohnehin notwendig ist.

Beim Hochfrequenzverfahren wird nichtleitendes Material im elektrischen Wechselfeld zwischen zwei Kondensatorplatten erwärmt. Der grosse Vorteil liegt darin, dass die Energieumwandlung und damit die Erwärmung innerhalb des zu behandelnden Lagergutes an allen Stellen gleichzeitig und nahezu augenblicklich stattfindet.

Damit ist im Falle von Getreide eine der wesentlichen Anforderungen erfüllt, nämlich die gleichmässig in weniger als einer Minute zu erfolgende Erwärmung auf 63 °C und die ebenso rasche Wiederabkühlung auf mindestens die kritische Temperatur von 45 °C. Zudem sind Übertragungs-

verluste und Temperaturgefälle auf ein Mindestmass herabgesetzt.

Eine solche Anlage ist aus folgenden fünf Hauptteilen aufgebaut (Bild 1): Über die Getreidezufuhr gelangt das Lagergut in die Vorreinigung, wo es auch gleich vorgewärmt werden kann. Von dort kommt das Getreide in das eigentliche Kernstück, die Hochfrequenz-Anlage. Anschliessend wird es rückgekühlt und in die Lagerzelle weitertransportiert. Die Abwärme aus der Rückkühlung kann zur Vorwärmung wiederverwendet werden.

Bericht des Zürcher Ingenieur- und Architektenvereins (ZIA) für das Jahr 1975

Das Hauptproblem im vergangenen 137. Vereinsjahr stellte der enorme Beschäftigungsrückgang dar. Erstmals seit über 30 Jahren müssen wir uns ernsthaft wieder mit der *Arbeitslosigkeit* auseinandersetzen. Die Rezession, die ganz Europa erfasst und praktisch keine Berufsgattung verschont hat, dürfte laut Prognosen auch 1976 noch weiter andauern. Auch wenn wir heute erkennen, dass vor allem unser Baugewerbe in den Jahren der Hochkonjunktur allzustark gewachsen ist und somit einer *Strukturbereinigung* bedarf, so wissen wir doch, welche persönlichen Schicksale und Härten hinter den Worten Redimensionierung und Gesundschrumpfung stecken.

Der Vorstand hat sich im Berichtsjahr intensiv mit der Beschäftigungslage auseinandersetzt und eine Arbeitsgruppe mit der Behandlung der Konjunkturprobleme beauftragt. Allerdings dürfen wir von ihr keine Wunder erwarten; ein Rezept für garantierte Vollbeschäftigung wird es nicht geben. Die heutige Wirtschaftssituation darf aber auch nicht als eine Art von Naturkatastrophe betrachtet werden, der man wehrlos gegenübersteht. Ich bin fest davon überzeugt, dass es uns – in konstruktiver Zusammenarbeit mit den Behörden – gelingen wird, die noch anhaltende Talfahrt zu bremsen und die Entwicklung in normale Bahnen zu lenken. Der ZIA will sich hierfür vermehrt – neben den fachtechnischen Bereichen – an politischen und wirtschaftspolitischen Gesprächen beteiligen. Schon im vergangenen Vereinsjahr hat der Vorstand seine Tätigkeit in dieser Richtung ausgedehnt. Durch unser neu geschaffenes, halbjährlich erscheinendes Mitteilungsblatt wurden Sie über unsere Tätigkeit orientiert, so dass im Jahresbericht nur noch stichwortartig berichtet werden muss.

Zusammensetzung und Tätigkeit des Vorstandes

Präsident: Th. Huggenberger, Arch. Vizepräsident: A. Brun, Elektro-Ing. Quästor: P. Lüthi, Bau-Ing. Aktuar: R. Schoch, Arch. Mitglieder: H. Hofacker, Bau-Ing. R. Henauer, Bau-Ing. E. Meier, Masch.-Ing. H. Pfister, Arch. F. Richard, Forst-Ing. G. Sidler, Arch. H. R. Wachter, Bau-Ing.

Der Vorstand ist zu 15 Sitzungen zusammengetreten. Neben statutarischen Geschäften wurden folgende Probleme und Aktivitäten behandelt:

Kantonales Planungs- und Baugesetz. Durch Beteiligung am Vernehmlassungsverfahren und direkte Eingaben an die Kantonsräliche Kommission war es uns möglich, unmittelbar auf dieses Gesetz Einfluss zu nehmen, so dass ihm bei der internen Konsultativabstimmung eine grosse Mehrheit unserer Mitglieder zugestimmt hat. Wir haben uns in der Folge u. a. in der Presse für die Annahme eingesetzt und damit sicher zum positiven Volksentscheid vom 7. September 1975 beigetragen.

Gesetz über die Erhaltung von Wohnungen für Familien in der Stadt Zürich. An einem Hearing mit der Gemeinderätlichen Kommission hat sich der ZIA zusammen mit den anderen Fachverbänden gegen die Einführung dieses Gesetzes in der Stadt Zürich ausgesprochen. Hier konnte ein Teilerfolg erreicht werden, indem die Laufzeit dieses Gesetzes beschränkt wurde.

Revision der Bauordnung der Stadt Zürich. Zusammen mit anderen Fachverbänden erfolgte eine Eingabe an die Gemeinde- rätliche Kommission mit Änderungswünschen. Die in nächster

Zeit stattfindende Gemeinderatssitzung über dieses Thema wird zeigen, welcher Erfolg unserer Eingabe beschieden ist.

Kantonsratswahlen. Wir dürfen annehmen, dass unsere Wahlpropaganda für die unserem Verein angehörenden Kandidaten mitgeholfen hat, die bisherige Vertretung von zwei auf fünf ZIA-Mitglieder im Kantonsrat zu erhöhen.

Nationalratswahlen. Auch bei den National- und Ständeratswahlen haben wir die Kandidaten aus dem ZIA unterstützt. Neben den zwei bisherigen Nationalräten Hans Rüegg und Willy Saurer, die wiedergewählt wurden, ist Konrad Basler zum ersten Ersatzmann vorgerückt.

Vortragsabende

15. 1. H. Haefner: «Erdekuindung mit Satelliten».
29. 1. Hauptversammlung, anschliessend Vortrag von Lorenz Moser: «Architektureindrücke aus amerikanischen Städten».
12. 2. E. Eichenberger, W. Stäger, H. R. Wachter: «Lärmprobleme und Lärmschutz an Verkehrsanlagen».
26. 2. H. Jäckli: «Aktuelle Grundwasserprobleme im Zürcherischen Limmatatal».
12. 3. H. Hartmann: «Probleme der Entscheidungsfindung im öffentlichen Verkehr am Beispiel der VBZ».
26. 3. W. Guldmann: «Systemplanung im internationalen Luftverkehr».
29. 10. P. Trachsel: «Entstehungsgeschichte und Tätigkeit der Heliswiss».
19. 11. D. Nievergelt: «Denkmalpflege in der Stadt Zürich».

Ausser Programm wurden noch folgende Veranstaltungen durchgeführt:

Gemeinsam mit BSA und FSAI

25. 3. Beat Nann: «Teilrevision der Bauordnung der Stadt Zürich».
23. 4. Podiumsgespräch: «Baugewerbe heute... und morgen?»
28. 8. Orientierung über Lehr- und Forschungstätigkeit an der Architekturabteilung ETH-Zürich

Ferner hat der Präsident zusammen mit Ed. Witta am 29. Mai an einem kontraktorischen Gespräch bei der Gewerkschaft Bau + Holz teilgenommen. Thema: «Arbeitslosigkeit, Arbeitsbeschaffung, Arbeitsplatzsicherung».

Gesellschaftliche Anlässe

9. 4. Schlussabend mit festlichem Nachessen. Anschliessend berichtet H. Hauri über die China-Reise des SIA.
6. 6. Kellerfest im Muraltengut.
22. 10. Altvorstandshock.

Exkursionen

28. 6. Besichtigung des Kernkraftwerkes Gösgen durch etwa 250 Teilnehmer (Leiter: P. Lüthi).
27. 9. Exkursion in den Kanton Obwalden mit dem Thema: «Integralprojekt zur Sanierung der Sarner Wildbäche» (Leiter: F. Richard und L. Lienert).