

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 111/112 (1938)
Heft: 7

Artikel: Mechanische Staubabschneider System van Tongeren
Autor: Hablützel, Emil
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-49899>

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: 01.04.2025

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

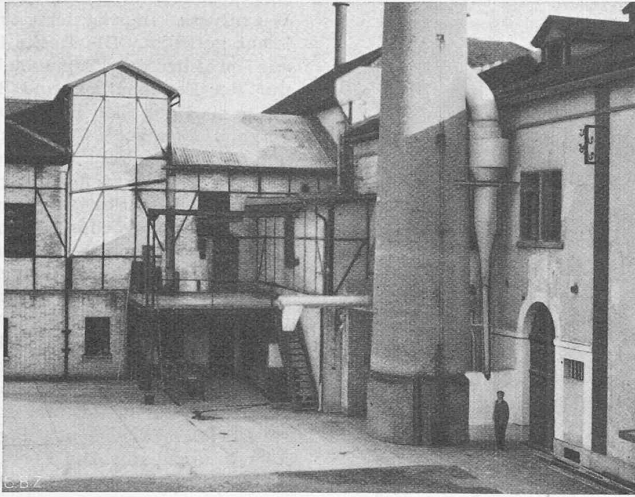


Abb. 6. Einfach-Zyklon van Tongeren, in einer Brauerei

eingang unter den Arkaden, das mit schmiedeisernem Gitter und einer Laterne von Schlossermeister O. Egli geziert ist, ist eine Sandsteinplatte mit einem Relief, ebenfalls von O. Kappeler, eingelassen.

Das Treppenhaus ist vollständig neu. Auf den Eisenbetonunterbau wurde eine eichene aufgesattelte Treppe von 1,20 m Breite verlegt; das eiserne Geländer von Schlossermeister Muhr (Zürich) ist dem Stil der oberen Räume des Hauses angepasst. Der Hauseingang und die Treppenpodeste sind mit rautenförmigen, hartgebrannten Klinkern von der Verblendsteinfabrik Lausen belegt, die dem früheren Bodenbelag dieser Partien entsprechen («Züriraute»), ausgeführt durch H. U. Bosshard, Zürich (Abb. 15). Die Unterseite des unteren Treppenpodestes ist in alten Balken aus dem Hause in altertümlichem Stil ausgeführt und entsprechend bemalt, während die Decke über dem oberen Podest eine Kopie der an gleicher Stelle früher vorhanden gewesenen Gipsdecke ist (Abb. 15).

Neben der Renovation der Innenräume war eine neue Zentralheizung und eine Lüftungsanlage einzubauen, die von Gebrüder Sulzer erstellt wurden; der Kessel ist ein Spezialkessel der von Roll'schen Eisenwerke für Kleinkoks mit automatischem Temperaturregler und Gebläse. Die Heizung ist als Pumpenheizung ausgebildet und liefert auch das warme Wasser für Küche, Toiletten, Bäder usw.; im untern und obern Saal und im Stübli sind die Heizkörper dem Raum entsprechend verkleidet. Der Einbau einer vollständigen Lüftungsanlage mit achtfacher stündlicher Lüfterneuerung in den Sälen bot erhebliche Schwierigkeiten. Für die Küche und deren Nebenräume wurde eine eigene Lüftungseinrichtung erstellt, die einen 35fachen Luftwechsel pro Stunde ermöglicht. Die Frischluft wird im Winter vorgewärmt; die Bedienung aller Ventilationsanlagen erfolgt von zentraler Stelle im 1. Stock. Die Lüftungskanäle mussten zum Teil in die Aussenmauer ausgespitzt werden; über dem gotischen Saal im 1. Stock konnten sie im Zwischenraum zwischen Decke und oberem Fussboden untergebracht werden. Der Eintritt der nach Bedarf vorgewärmten Frischluft erfolgt durch Schlitze, die in den Profilen der gewölbten Decke angebracht werden konnten. Im Rüdienstübli erfolgt der Luftetrtritt ebenfalls durch Schlitze in der Hohlkehle der Decke und im grossen Saal verdecken die flachen Beleuchtungskörper die Eintrittsöffnungen für die Frischluft (Abb. 19 und 20). Die Frischluft wird über Dach angesogen. Ventilator, Luftfilter und Luftvorwärmer sind im Dachstock in einem besonderen Raum mit der Aufzugswinde untergebracht.

Trotz der engen Raumverhältnisse konnte eine für die Bedürfnisse des gesamten Restaurationsbetriebes genügende Gas-küche mit allen modernen Hilfsmaschinen eingebaut werden. Vorräte und kalte Küche mussten teilweise im Zwischengeschoss untergebracht werden, um für das Office, in dem auch Spülmaschine, Kaffee- und Teemaschine untergebracht sind, genügend Raum zu erhalten. Ein doppelter elektrischer Speiseaufzug verbindet das Office für den oberen Saal mit dem unteren Office. Eine Autofrigor-Kühlanlage im Keller bedient einen grossen Kühlraum im Keller und einen ebenso dort aufgestellten grossen Kühlschrank, sowie die Kühlschränke im Office und im Buffet und die Glacemaschine. Trotz des beschränkten Raumes konnten alle notwendigen Einrichtungen bei dem geschickten Grundriss

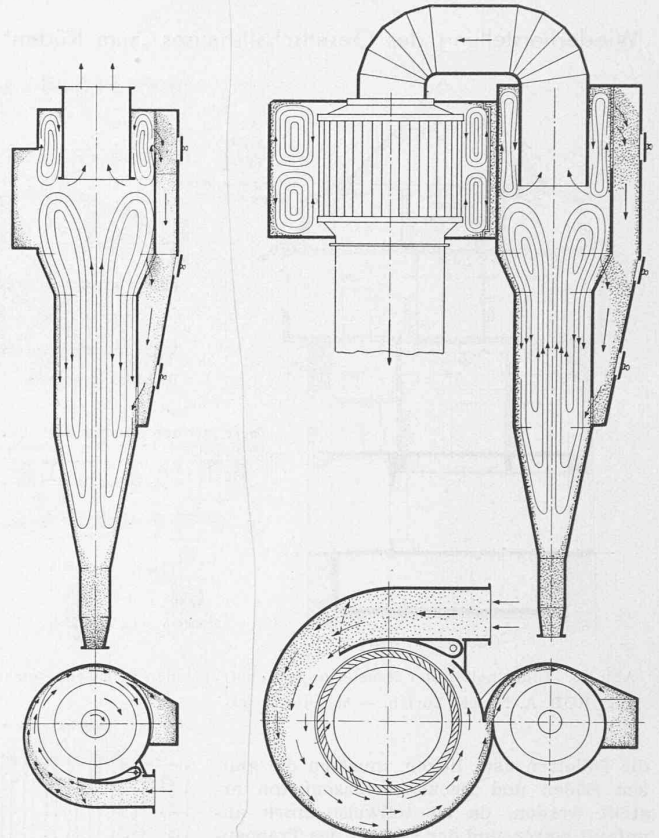


Abb. 5. Einfach-Zyklon

Abb. 8. Doppelzyklon-Abscheider

und unter Ausnützung des kleinsten Winkels untergebracht werden. Geschirr, Tischwäsche, Besteck und das übrige Wirtschaftsinventar sind dem Hause angepasst.

Der untere und der obere Saal haben je 100 Sitzplätze, das Rüdienstübli deren 30. Die «Belastungsprobe» am letzten Sechseläuten hat der «Rüden» gut bestanden. Die Constaffel freut sich des neuen alten Hauses, das ihr hoffentlich auf lange Zeit zur Freude und der Stadt Zürich zur Ehre gereichen wird.

Quod felix faustumque sit!

F. Escher.

Mechanische Staubabscheider System van Tongeren

In industriellen Betrieben verschiedenster Art steht der Ingenieur vor der Aufgabe, mehr oder weniger feinen Staub aus Gasen auszuscheiden, sei es zur Rückgewinnung wertvoller Materialien oder zur Vermeidung einer Verschmutzung und Belästigung der Umgebung. Apparate mannigfaltiger Wirkungsweise und Konstruktion, wie Elektro- und Tuchfilter, Nassentstauber, Prallplatten- und ähnliche Abscheider werden z. T. mit sehr gutem, z. T. aber auch mit ungenügendem Erfolg zum Ausfällen des Staubes aus den Gasströmen gebaut. Schon Ende des letzten Jahrhunderts hat man auch die Zentrifugalwirkung herbeigezogen, um die relativ schweren festen Partikel aus einer rotierenden Gasströmung auszuschleudern; damit ist man zum Bau der sog. Zyklone gelangt.

Nach der Definition des Fachausschusses für Staubtechnik im VDI hat man unter Staub feste Körper zu verstehen, deren Fallgeschwindigkeit in strömungsfreiem Gas infolge ihrer Kleinheit wesentlich geringer ist, als dem allgemeinen Fallgesetz entspricht. In einer rotierenden Strömung unterliegt also ein Staubteilchen der Einwirkung der Zentrifugalkraft und der Luftreibung, und unter Anwendung der bekannten Gleichung für die erste und der Formel von Stokes für die Luftreibung lässt sich die Bahn eines Staubteilchens von bestimmtem Volumen und spezifischem Gewicht berechnen. Wenn laminare Strömung vorliegt, kann also in einem gekrümmten Kanal der Ort genau angegeben werden, wo das Staubteilchen an die Wand prallt. Nun herrscht aber in Zyklonen stets turbulente Strömung, und unter Einwirkung der Turbulenz bildet sich längs eines gekrümmten Gasweges

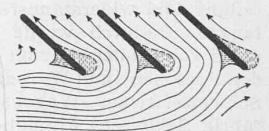


Abb. 9. Umkehrschaufeln

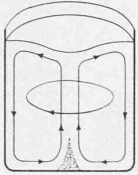


Abb. 2

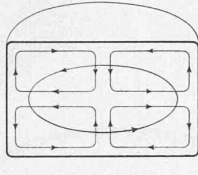


Abb. 3

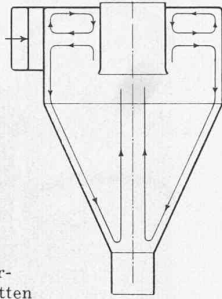


Abb. 4

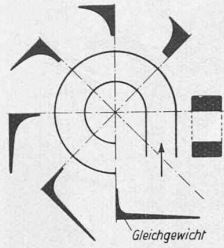


Abb. 1 (links).
Staubverteilung in verschiedenen Querschnitten eines gekrümmten Kanals

nach und nach ein Staub-Gas-Gleichgewicht mit erhöhter Staubkonzentration in den äussersten Schichten und abnehmender Konzentration gegen das Zentrum hin, wie aus Abb. 1 ersichtlich ist. Ist dieser Gleichgewichts-

zustand einmal erreicht, so hat eine Verlängerung des gekrümmten Weges keinen Einfluss mehr auf die Staubverteilung über den ganzen Querschnitt, und es ist darum mit der Zentrifugalwirkung allein unmöglich, alle Staubteilchen an die Wand zu bringen. Diese unerwünschte Wirkung der Turbulenz wird unter gewissen Voraussetzungen bei der rotierenden Strömung aufgehoben durch eine sekundäre Rotation, die sich senkrecht zur Hauptrotation vollzieht, und die wieder eine ganz bestimmte Staubströmung verursacht.

Im Jahre 1896 machte Ing. J. Isaachsen aus Dresden in einer Abhandlung über die Wirkungen von Zentrifugalkräften in Flüssigkeiten und Gasen im «Civilingenieur» auf diese Sekundärströmung aufmerksam. Versetzt man in einem offenen Gefäss mit Sand verunreinigtes Wasser in Rotation, so sollte man glauben, dass der spezifisch schwerere Sand nach aussen getrieben werde. Das Gegenteil tritt aber ein, der Sand sammelt sich infolge der in Abb. 2 angedeuteten Sekundärströmung in der Mitte an. Infolge der Verschiedenheit der Flüssigkeitsreibung an der freien Oberfläche und am Gefässboden sind die Zentrifugalwirkungen unten und oben ungleich, und es entsteht die erwähnte Sekundärströmung. Ist die rotierende Flüssigkeit oben und unten durch eine feste Wand eingeschlossen, so ist die Zentrifugalwirkung in der Mitte stärker als in den durch Reibung an der Wand gehemmten obersten und untersten Schichten, sodass sich die in Abb. 3 dargestellten Doppelwirbel bilden. Ing. Isaachsen erwähnte auch bereits das Auftreten dieser Doppelwirbel in den als Staubabscheider gebauten Zyklonen, und er deutete darauf hin, dass der obere Sekundärstrom einen geschlossenen Staubring bildet, während der untere den Abtransport des Staubes besorgt (Abb. 4). Der obere Wirbel erklärt die häufig beobachtete starke Abnützung am Deckel der Apparate und die bisweilen sich bildenden kompakten Staubpolster dasselbst.

Zyklone dieser Bauart haben aber keine befriedigenden Entstaubungsgrade ergeben, weshalb vor ungefähr 10 Jahren der holländische Ingenieur van Tongeren systematische Versuche aufnahm. Er stellte einen pulsierenden Staubauswurf aus den Zyklonen fest, der sich damit erklären liess, dass der obere Staubring sich absenkt und in den Gasstrom zurückfällt, wenn seine Konzentration zu gross wird. Im weiteren beobachtete er eine Staubanreicherung beim Uebergang vom zylindrischen Teil in den Konus und rotierende Staubringe im Konus selber. Wie die Versuche zeigten, liessen sich die letztgenannten erfolgreich bekämpfen durch einen längeren und wesentlich schlanke-

ren Konus. Den Gas-eintritt verlegte van Tongeren in die Mitte des zylindrischen Teiles und unterstützte damit die Ausbildung besonders des oberen Doppelwirbels. So schuf er auf Grund

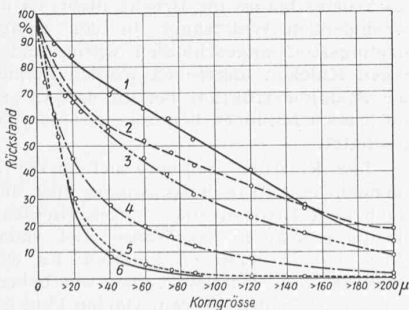


Abb. 7. Körnungsanalyse für 6 verschiedene Staubarten: 1 Kessel mit Wanderrost für Koksgrus, 2 Stockerfeuerung (Feinkohle), 3 Zementdrehofen (Trockenbetrieb), 4 desgl. bei Nassbetrieb, 5 Kessel mit Staubfeuerung, 6 Zementdrehofen mit Trockentrommel

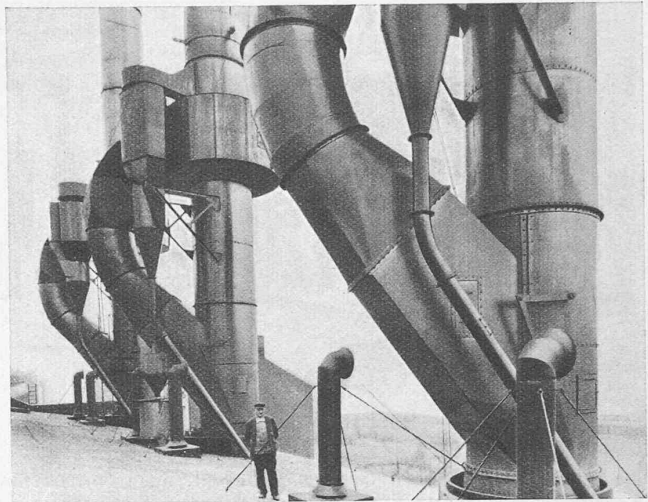


Abb. 11. Kaminabscheider eines Rheinischen Kraftwerks

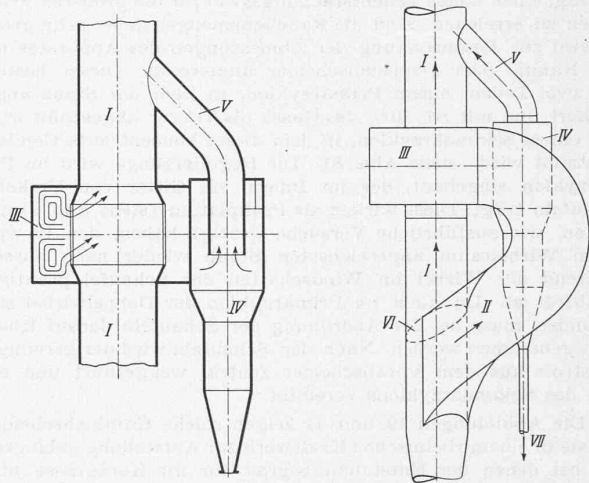


Abb. 7. Schema des van Tongeren Kaminabscheiders. — I Kamin, II Zuleitung zum Primärzyklon III, IV Sekundärzyklon, V Reingasleitung vom Sekundärzyklon, VI Klappe (im Betrieb ohne Staubabscheider geöffnet), VII Staubablassrohr

von Tausenden von Versuchen den in Abb. 5 abgebildeten Zyklon, dessen Entstaubungsgrad denjenigen der früheren Ausführungen um ein Vielfaches übertrifft. Er ordnete überall da, wo der Staub sich anreichert und Staubringe bildet, Abschäl-schlitze an und führte das mit hoher Staubkonzentration entweichende Gas durch aussen liegende Kanäle nach unten ins Sammelrohr. Da die Ausscheidung auf der Zentrifugalwirkung beruht, ist ihre Intensität von der tangential gerichteten Eintrittsgeschwindigkeit abhängig. Eine verstellbare Zunge am Eintritt in den Zyklon erlaubt es, bei stark veränderlichem Gasvolumen die Geschwindigkeit praktisch konstant zu halten.

Seit verschiedenen Jahren werden diese van Tongeren Staubabscheider von einer Reihe von Lizenznehmern hergestellt. Für die Schweiz hat sich die Firma Gebr. Sulzer A. G. Winterthur das alleinige Ausführungsrecht erworben. Abb. 6 zeigt einen sog. Einfachzyklon, in einer Brauerei aufgestellt, von Sulzer geliefert.

Bei Staubabscheidern wird der Entstaubungserfolg durch den Gesamtentstaubungsgrad angegeben, der definiert ist als Verhältnis der im Entstauber abgeschiedenen zur eingeführten Staubmenge. Daneben ist aber auch der Teilentstaubungsgrad von grosser praktischer Bedeutung. Er gibt die Entstaubungswirkung des Abscheiders in Bezug auf eine Teilmenge des Staubes an, deren Korngrösse oder Fallgeschwindigkeit oberhalb eines bestimmten Betrages liegt. Um sich ein Bild darüber machen zu können, wie gross der Gesamt- bzw. der Teilentstaubungsgrad sein muss, um für die gewünschten Zwecke einen bestimmten Erfolg zu erzielen, ist die Kenntnis der Körnungsanalyse notwendig, wie z. B. in Abb. 7 für verschiedene Staubarten angegeben ist. Der Teilentstaubungsgrad ist im allgemeinen von Interesse, wenn es sich um die Abscheidung von wertlosem Staub handelt. So ist es z. B. bei der Rauchgasentstaubung nur wichtig,

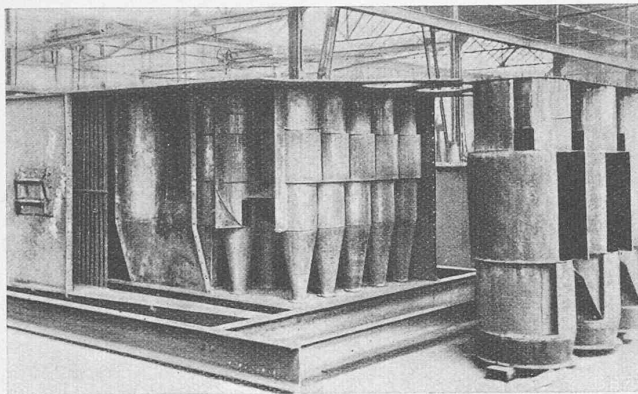


Abb. 14. Van Tongeren Multi-Aërodyne

die größeren Fraktionen über 60, 40 event. auch 30/1000 mm Korngrösse abzuschneiden. Die feineren Fraktionen werden in der Regel vom Wind so weit verteilt, dass eine störende Wirkung praktisch nicht eintritt. Es ist also bei Rauchgasabscheidern wichtig, einen hohen Teilentstaubungsgrad für die größeren Fraktionen zu erreichen. Sind die Rauchgasmengen dabei sehr gross, so wird zur Beschränkung der Abmessungen des Apparates der sog. Kamin- oder Doppelabscheider angewandt. Dieser besteht aus zwei Teilen, einem Primärzyklon, in dem der Staub angereichert und mit rd. 10% des Gases als Träger abgeschält wird, und einem Sekundärzyklon, in dem dieses konzentrierte Gemisch entstaubt wird (siehe Abb. 8). Die Regulierzunge wird im Primärzyklon eingebaut, der im Innern ein Gitter von Umkehrschaufeln trägt. Diese wirken als Prallplatten (siehe Abb. 9) und lenken, wie ausführliche Versuche gezeigt haben, den im vorderen Wirbelraum angereicherten Staub wieder nach aussen, während der Wirbel im Windschatten der Schaufel praktisch staubfrei ist. Da auch im Primärzyklon der Doppelwirbel sich ausbildet, muss bei der Anordnung der Schaufeln darauf Rücksicht genommen werden. Nach den Schaufeln wird der gereinigte Gasstrom aus dem Vorabscheider zentral weggeführt und mit dem des Sekundärzyklons vereinigt.

Die Abbildungen 10 und 11 zeigen solche Kaminabscheider, wie sie in einem rheinischen Kraftwerk zur Aufstellung gelangten, und bei denen der Entstaubungsgrad für die Korngrösse über 60/1000 mm zu 97,57% und der Gesamtentstaubungsgrad zu 78,39% gemessen wurde. Besonders grosse Abmessungen weist der in Abb. 12 dargestellte Doppelabscheider auf, der für eine Ruhrzeche mit einem Gasdurchsatz von 232 000 m³/h gebaut wurde. Er scheidet pro Stunde 252 kg Staub ab und erreicht einen Gesamtentstaubungsgrad von 87,12%.

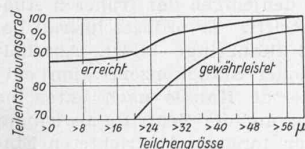


Abb. 13

für die verschiedenen Korngrößen sind aus den Kurven in Abb. 13 ersichtlich. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse ist zu bedenken, dass z. B. ein Würfel mit 20/1000 mm Kantenlänge und einem spezifischen Gewicht von 2 kg/l nur 16/10⁶ Milligramm wiegt.

Wenn es sich um die Abscheidung von wertvollem Staube handelt, so wird der Teilentstaubungsgrad zum nichtssagenden Begriff, denn hier zählt nur die gesamte ausgeschiedene Staubmenge. Sind dabei im Rohstaub besonders die feinen Fraktionen stark vertreten, so werden besondere Vorkehrungen getroffen, um auch diese in hohem Masse auszuschneiden. Ausgehend von der Ueberlegung, dass in einem Apparat mit kleinem Durchmesser der Weg des Staubeilchens kleiner und die Zentrifugalkraft wegen des kleineren Radius grösser wird, teilt man den Gasstrom und vollzieht die Entstaubung in mehreren bis vielen parallel geschalteten Kleinzyklonen. Dies führt zum sog. van Tongeren-Multi-Aërodyne, wie er in Abb. 14 abgebildet ist. Dieser erreicht auch dann höchstmögliche Entstaubungsgrade, wenn der Staub vorherrschend sehr feine Körnung hat. Um die kleinen Zyklone vor starkem Verschleiss zu schützen, ist ihnen ein Grobabscheider vorgeschaltet.

(Die Abbildungen stammen z. T. von der Fa. Gebr. Sulzer A.G., z. T. aus einem Aufsatz von Obering. F. Wellmann, Krefeld, in der «Feuerungstechnik» vom 15. April 1937 und aus dem Aufsatz von Ing. J. Isaachsen im «Civilingenieur» vom Jahr 1896.)

E. Hablützel.

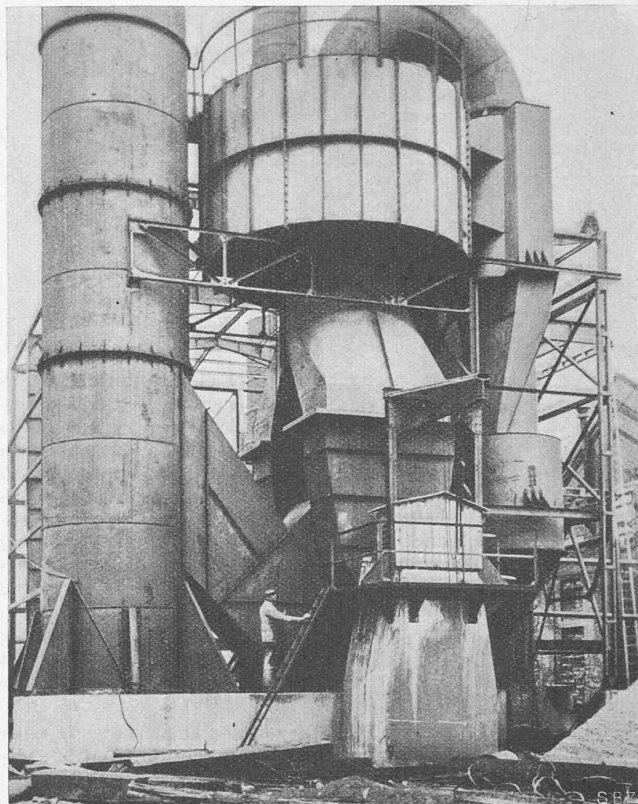


Abb. 12. Doppelabscheider, 252 kg/h Staub, Entstaubungsgrad 87%

Einsturz der geschweissten Stahlbrücke bei Hasselt, Belgien

Von Dr. Ing. K. HAJNAL KONYI, London

Der am 14. März 1938 erfolgte Einsturz einer Strassenbrücke über den Albert-Kanal bei Hasselt hat in Fachkreisen grosses Aufsehen erregt. Der Unfall, dem glücklicherweise kein Menschenleben zum Opfer gefallen ist, dürfte in der Geschichte des neuzeitlichen Brückenbaues ohne Beispiel sein.

Die Brücke wurde am 19. Januar 1937 eröffnet. Sie war ein Vierendeelträger von 74,52 m Stützweite, mit parabolisch gekrümmtem Obergurt von 10,90 m Systemhöhe in Brückenmitte. Auf der einen Seite der 9,50 m breiten Fahrbahn war ein Strassenbahngleise angeordnet. Die im Axabstand von 10,40 m stehenden Hauptträger waren in 12 Felder unterteilt; Querträger mit beiderseitigen Gehwegkonsolen waren nicht nur in den Knotenpunkten, sondern auch in den Feldmitten (in Abständen von 3,105 m) vorhanden. Die Gurtungen besaßen zweiwändige Querschnitte mit 750 mm Axabstand zwischen den 20 mm starken Stegblechen, deren Höhe im Obergurt 1000 mm, im Untergurt 1200 mm betrug. Die Pfosten waren aus je 2 Breitflanschträgern von 700 mm Höhe und 300 mm Flanschbreite mit ebenfalls 750 mm Axabstand zusammengesetzt. Die grösste Stärke der Gurtlamellen war 55 mm. Der untere Windverband bestand aus einem doppelten System sich kreuzender Diagonalstäbe. Einen oberen Windverband im eigentlichen Sinne des Wortes besaß die Brücke nicht, da die die beiden Obergurte verbindenden Walzträger in der waagerechten Ebene nicht biegegesteif angeschlossen waren und nur als Aussteifungen gegen Knicken angesehen werden können. Das Gesamtgewicht der Stahlkonstruktion betrug 646 t, der Gesamtschaden wird auf 3 bis 4 Millionen belgische Franken (etwa 500 000 Schw. Fr.) geschätzt.

Der Einsturz ereignete sich in der Früh um etwa 8 h 20, nachdem ein Strassenbahnwagen über die Brücke gefahren war. Nach dem Ertönen eines lauten Knalles dauerte es 6 Minuten, bis die Brücke in das Wasser fiel, sodass die Fussgänger das Ufer bequem erreichen konnten. Es wird vermutet, dass der Einsturz vom Untergurt des westlichen Hauptträgers ausgegangen sei, und zwar vom vierten Feld auf der Südseite. Augenzeugen behaupten, dass man gesehen habe, wie ein klaffender Riss im Untergurt entstanden sei. Der Obergurt des so beschädigten Hauptträgers wirkte zunächst als ein Bogen, wie dies am abgesicherten Widerlager (Abb. 1) zu erkennen ist. Wahrscheinlich hat der östliche Hauptträger kurz nachher eine ähnliche Formänderung erlitten, bis schliesslich die Obergurten