

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme  
**Herausgeber:** Schweizerische Vereinigung für Landesplanung  
**Band:** 26 (1969)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Die Staubbekämpfung in der schweizerischen Zementindustrie  
**Autor:** Eichenberger, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-782956>

### **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:** 13.02.2026

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

Ausserdem tragen die einzelnen Einschübe Signalleuchten, die bei eventueller Störung aufleuchten und somit die Störquelle anzeigen. Gleichzeitig wird akustisches Signal in einer zentralen Stelle gegeben.

Die Anlage ist mit einem Schreiber ausgerüstet, der die Werte der pH-Regelelektrode und der pH-Endkontrolle aufzeichnet. Man kann sofort überblicken, ob die Regelelektrode träge geworden und gereinigt werden muss. Die Reinigung ist sehr einfach, da die Elektroden mit Bajonettverschluss im Reaktorkessel befestigt sind und rasch und ohne Schwierigkeiten gelöst werden können.

Ferner werden auf dem Schreiber die effektive Laufzeit sowie eventuelle Störzeiten aufgeschrieben, um eine komplette Ueberwachung der Funktion der Anlage und deren Wartung zu haben.

### Betriebsergebnisse

Tab. 1 zeigt die Analysen des Abwassers vor der Behandlung, nach dem Ablauf aus dem Reaktor (Eingang Klärbecken) sowie am Klärbeckenauslauf.

Die vom Betreiber und der Stadt München an die Anlage gestellte Anforderung war zunächst nur die Beseitigung der petrolätherlöslichen Substanzen auf einen Wert gleich oder kleiner 20 mg/l sowie die Beseitigung der absetzbaren Stoffe auf 0,3 ml/l (n. Imhoff).

Beim Betrieb zeigten sich jedoch, wie aus Tab. 1 hervorgeht, eine Menge sehr willkommener Nebenerscheinungen: So ging der biochemische Sauerstoffverbrauch um 85 bis 90 Prozent zurück, der Detergentiengehalt verminderte sich (durch Adsorption an der entstehenden Schlammflocke) um durchschnittlich 83 Prozent, und die Phosphate reduzierten sich um 90 bis 95 Prozent.

Die Leistung dieser Anlage, die für eine maximale Durchsatzmenge von 6 m<sup>3</sup>/h gebaut wurde, aber nicht immer voll ausgefahren wird, zeigt, dass es auch bei Anschluss an eine Kanalisation durchaus sinnvoll sein kann, eine chemische Vorbehandlung zur Entfernung eines grossen Teils des BSB<sub>5</sub> durchzuführen. Eine

nachgeschaltete vollbiologische Anlage kann dadurch sehr stark entlastet werden.

Im Reaktor — Reaktionsvolumen 300 l — werden, wenn man als durchschnittlichen Eingangswert 7500 g/m<sup>3</sup> und als Ausgangswert 900 g/m<sup>3</sup> rechnet, pro Stunde 6 × 6,6 kg (Nennleistung) = 40 kg BSB<sub>5</sub> ausgeflockt. Rechnet man bei einer Mittellastbiologie mit einer Abbauleistung von 2 kg BSB<sub>5</sub> pro Kubikmeter Belüftungsraum und Tag (d.s. 83 g/m<sup>3</sup> Std.), so wäre für die stündliche Menge von 40 kg BSB<sub>5</sub> ein Belüftungsvolumen von 480 m<sup>3</sup> erforderlich. Bei einer Luftsauerstoffausnutzung von 15 Prozent (~ 43 g O<sub>2</sub>/N m<sup>3</sup> Luft) wären stündlich 950 N m<sup>3</sup> Luft erforderlich, oder bei einem Sauerstoffeintrag von 1,5 kg O<sub>2</sub>/kW wäre eine Belüfterleistung von etwa 27 kW erforderlich. Allein diese Ueberlegung zeigt, dass es — insgesamt gesehen — günstiger ist, bei extrem hochbelasteten Industrieabwässern eine Vorvernichtung von BSB<sub>5</sub> durchzuführen statt diesen der biologischen Kläranlage zuzuführen, wo er in verdünntem Zustand abgebaut wird.

### Chemikalienkosten

Zur Aufbereitung eines Kubikmeters Abwasser wird benötigt:

etwa 10 l Fällmittel I, bestehend aus 8 l Abfallbeize	
und 2 l 30prozentiger Salzsäure	DM —.50
400 g Calciumchlorid	DM —.16
2 g Separan	DM —.03
etwa 1,5 kg NaOH (als 50prozentige Lauge)	DM —.30

Chemikalienkosten pro Kubikmeter konzentriertes Abwasser	DM —.99
--	---------

Die Behandlungskosten sind enorm niedrig, wenn man bedenkt, dass im abwassertechnischen Sinn kein Wasser, sondern ein Konzentrat vorliegt. Auf den BSB<sub>5</sub> bezogen betragen die Chemikalienkosten (mit 6,6 kg Ausflockung pro Kubikmeter) nur 0,15 DM/kg BSB<sub>5</sub>. Die Stromkosten sind gering. Für Pumpleistung, Rührung, Förderungen werden etwa 2,5 KWh/Stunde bzw. 0,42 KWh/m<sup>3</sup> bzw. 0,063 KWh/kg BSB<sub>5</sub> benötigt.

Direktor Dr. H. Eichenberger  
Verein schweizerischer Zement-, Kalk- und Gips-Fabrikanten

## Die Staubbekämpfung in der schweizerischen Zementindustrie

### 1. Einleitung

Die schweizerische Zementindustrie ist sehr klein; so klein, dass die Interessengegensätze vielfach überbrückt und auf vielen Gebieten eine einheitliche Willensbildung der Unternehmungen möglich wird. Auch für den Erlass von Staubnormen auf privatrechtlicher Basis war diese Gegebenheit eine gute Chance, und sie wurde von der Zementindustrie auch ausgenützt. Eine Lösung des Staubproblems wird ferner dadurch

erleichtert, dass die 18 Werke der Bindemittelbranche längs des Juras und der Kalkalpen dezentralisiert sind. Die Standortwahl ist weitgehend durch die Rohstoffvorkommen, die sich in breitem Band durch die Schweiz ziehen, gegeben. Die vom schweizerischen Kartellgesetz zugelassenen Horizontalkartelle, zu denen auch die EG Portland gehört, begünstigen zudem die unabhängige, selbständige Existenz mittlerer Werke und tragen damit zur Dezentralisierung bei. Der auf die Schweiz beschränkte Absatz von gegenwärtig

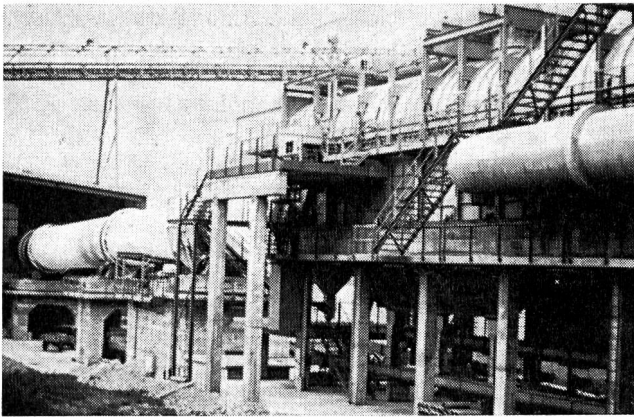


Abb. 1 Lepoloven mit Rostvorwärmer

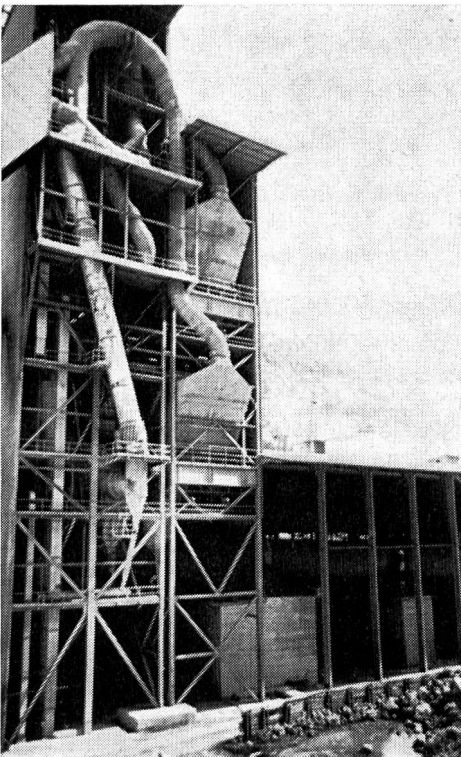


Abb. 2. Wärmetauscherofen mit stufenweiser Vorwärmung im Zykklonturm

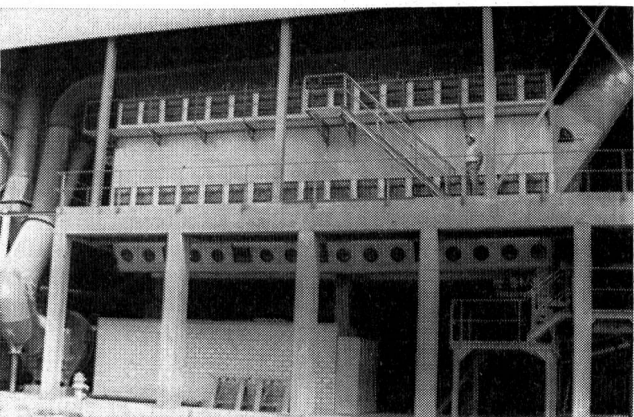


Abb. 3. Schlauchfilter für Trocknungsanlage

4,2 Mio t Zement pro Jahr lässt im übrigen keinen Kult des Kolossalen aufkommen. So läuft auch erst *ein* Werk mit einem Drehofen von über 1000 Tagestonnen in unserem Lande. Der Zementverbrauch pro Kopf der Bevölkerung ist mit 694 kg immer noch der höchste der Welt. Um diese 694 kg Portlandzement zu produzieren, muss pro Kopf gegen eine Tonne an Kalk und Mergeln vorerst gebrochen, zu Mehl oder Schlamm aufbereitet und bei Temperaturen um 1400 Grad abschliessend gebrannt werden. Alle diese Brech-, Zerkleinerungs- und Mahlvorgänge, vor allem aber der Brennprozess in den grossen Drehöfen, sind mit Staubeentwicklung verbunden, wobei der Anteil des Staubes mit einer Korngrösse unter 10 Mikron bei Lepolöfen rund 35 Prozent, bei Wärmetauscheröfen aber über 90 Prozent beträgt.

Dieser Kalkmergelstaub, der aus den Steinbrüchen, den Mühlen und teilweise bereits entsäuert im Gegenstrom der Abluft aus allen Öfen entweicht, ist grösstenteils nicht mit hydraulischem Zement identisch. Es handelt sich um einen Kalkmergelstaub, wie er auf einer sommerlichen Strasse im kalkreichen Jura auch auftreten kann. Daneben entweichen aus den Öfen, den Kühlern und Klinkerlagern aber auch noch Zementklinkerstäube, die die unangenehme Eigenschaft haben, mit Wasser zu binden. Sie haften infolge dieser Eigenschaft nach kurzer Zeit fest auf der Unterlage und vermögen auch inerten Staub daran festzuhalten. Der  $\text{SO}_2$ -Ausstoss, infolge Verwendung von Schweröl als Heizmittel, dürfte sich gemäss neueren deutschen Messungen mit Grössenordnungen von 100 mg pro Normalkubikmeter Abgas für die hauptsächlichsten Ofentypen unterhalb der Toleranzgrenzen für  $\text{SO}_2$  halten [1].

Das ganze Problem soll nicht verharmlost werden. Eine solche Haltung würde nur dazu reizen, das vermutete Böse gleichsam ins Objekt hineinzuprojizieren, wie das vor kurzem aus ärztlichen Kreisen geschehen ist, welche den Zementofenstaub kurzerhand zum Chromatstaub erklärten und eine Krebs- und Silikosegefährdung herausstrichen [2]. Man vergass ob diesem Eifer einfach, dass das Siliziumdioxid im Zementstaub in amorpher Form oder in andern Modifikationen, nicht aber in reiner Quarzform vorkommt. Dementsprechend hat die Suva keine Silikosefälle in der Zementindustrie beobachtet. Doch zurück zur Fragwürdigkeit jeder Exkulpation. Die schweizerische Zementindustrie hat sich natürlich nicht ohne Ursache eine so wesentliche Selbstbeschränkung, wie sie die Norm für die Emissionsbegrenzung beinhaltet, gegeben. Die Belästigung der Umgebung der Zementfabriken war noch vor wenigen Jahren offensichtlich. Der Grund dafür lag in der gewaltigen Produktionszunahme der Jahre 1958 bis 1964. Der Bauboom jener Zeit führte zu einer raschen Verdoppelung der Produktion, und es war offenkundig, dass die damalige Entstaubungstechnik mit der Absatzentwicklung nicht Schritt zu halten vermochte. Es kam zu Staubbiederschlägen von über einem Gramm pro Quadratmeter und Tag in den Hauptzentren unserer Branche, mit entsprechend starken Beschlägen auf Pflanzen, Dächern und Autos und den bekannten Verkrustungserscheinungen sowie entsprechenden Klagen von Gemeinden und Privaten. In dieser Situation war es die Zementindustrie ihrem Ruf schuldig, energisch zu handeln. 1962 wurde eine Studiengesellschaft ins Leben gerufen. Alle Zementfabriken unseres Landes, bis auf eine, traten ihr bei, mit dem Ziel, die lästigen Niederschlagsprobleme zu-

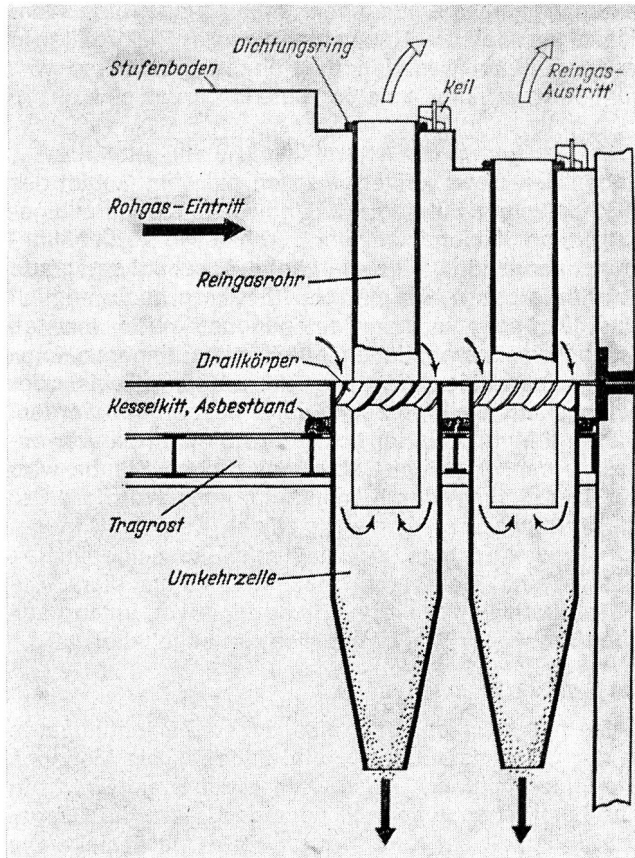


Abb. 4. Schema eines Multiklons

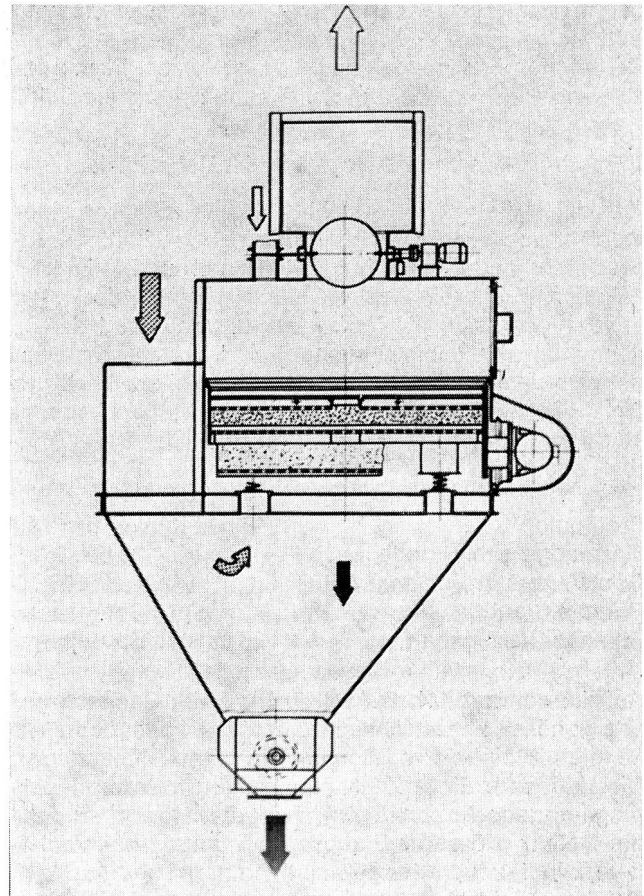


Abb. 5. Schema eines Mischbettfilters (Kiesbettfilter)

Tabelle I Staubquellen und Entstauber in der Zementindustrie

Art des Entstaubers	Ort oder Gebäude, maschinelle Einrichtung	Bemerkungen
Elektrofilter	Nassdrehofen: (Rohschlammaufgabe, 32 ÷ 40 % Wasser) Lepolofen: (Granalienaufgabe, 10 ÷ 12 % Wasser) Schachtofen	Guter Wirkungsgrad infolge hohen Feuchtigkeitsgehaltes des Gases Guter Wirkungsgrad infolge des Feuchtigkeitsgehaltes des Gases
Elektro- oder Glasfaserfilter	Trockendrehofen mit Mehlvorwärmer	Anfeuchten des Gases notwendig (nur beim Elektrofilter)
Elektro- oder Gewebefilter	Zementmühlen Materialtrocknung, Rohmehlmühlen, Mahltrocknung Kohlentrocknung und Kohlenmühle Steinbruch, Brecheranlagen Schottersilos und Materialhallen	Nur bei Trockenverfahren Entfällt bei Oelfeuerung Nur bei trockenem Material
Gewebefilter	Rohmehlsilos, Homogenisiersilos, Transportanlagen Granulierteller Klinkertransporte, Zementtransporte, Silos, Verladung, Packerei	Nur bei Trockenverfahren Nur bei Lepolöfen
Hochleistungszyklone oder Kiesbettfilter	Klinkerkühler	Nur bei Rostkühlern



sammen mit den Filterfabrikanten zu meistern und sich selbst durch verbindliche Weisungen auf dem Gebiet der brancheneigenen Emission zu beschränken, wie die Formulierung der Statuten sich ausdrückt.

## 2. Staubquellen und Filtersysteme im Ueberblick

Aus der Tabelle I ist ersichtlich, dass man vor einer Vielzahl von Staubquellen im Zementproduktionsprozess steht, angefangen beim Steinbruch und aufgehört bei der Packerei. Die gleichsam konzentriertesten Staubquellen sind die Oefen, von denen Abb. 1 den in der Schweiz meistverwendeten Lepolofentyp mit Rostvorwärmer wiedergibt und Abb. 2 einen Vertreter des Wärmetauscherofens mit stufenweiser Vorwärmung im Zyklonturm. Die Ofendaten für einen grösseren Lepolofen sind etwa die folgenden:

Produktion . . . . .	950 t Klinker pro Tag
Gasmenge pro Stunde . . . .	133 500 B/m <sup>3</sup>
Gastemperatur vor dem Filter . .	133 °C
Rohgas-Staubgehalt . . . . .	2,8 g pro Betriebs-m <sup>3</sup>
Reingas-Staubgehalt . . . . .	25 mg pro Betriebs-m <sup>3</sup>

Auf die schwarze, bzw. weisse Liste der Zementbranche gehören natürlich auch die *offenen Staubquellen*, nämlich Steinbrüche, Rohmaterial- und Klinkerlager. Die Hallen für diese Zwischenprodukte werden neuerdings abgedeckt oder seitlich abgeschlossen, so dass die Gefahr grösserer Staubverfrachtungen bei trockenem, windigem Wetter gebannt wird.

Bei der Wahl der Filtersysteme halten sich in der Zementfabrik Gewebefilter und Elektrofilter, je nach Staubquellenart, gleichsam die Waage [3].

### 2.1 Gewebefilter

In einer mittleren Zementfabrik sind meistens gegen etwa 20 Einheiten mit total etwa 1500 Schläuchen oder gegen 3000 m<sup>2</sup> Filterfläche vorhanden. Sie dienen vor allem zur Entstaubung der Brech- und Trocknungsanlagen oder Mühlen, der Abfüll- und Verladeeinrichtungen. Dieses Prinzip kommt auch in zahlreichen andern Industrien zur Anwendung. Ich brauche hier nicht auf die Hauptprobleme aller Schlauchfilter einzutreten, wie die übliche Reinigung durch das Gegenstromprinzip und die kritischen Grössen der Gewebe-, Temperatur- und Säurebeständigkeit und Beschränkung des Druckverlustes auf rund 150 mm Wassersäule. Hingegen gestatte ich mir, einen raschen Exkurs zu den *Glasfaserfiltern* hinter Oefen zu machen. Es handelt sich um silikonisierte und allfällig graphitierte Garnschläuche, mit denen heute Temperaturbeständigkeiten bis zu etwa 400 °C erreicht werden. Das Anwendungsgebiet dieser Schlauchgewebe sind die Abgase von hoher Temperatur, denn es muss im Dauerbetrieb vermieden werden, dass infolge Abkühlung der Abgase in Zuleitungen und im Filtergehäuse selbst der Taupunkt erreicht wird, was zu einem Verkleben der Schlauchgewebe führen würde. Es können somit nur Trockenöfen oder allfällig Nassdrehöfen mit entsprechender Temperaturreserve für diesen Filtertyp in Frage kommen. Wir verwenden ihn bis heute nicht, auch nicht hinter den vorhandenen Wärmetauscheröfen, trotzdem die Zementindustrie eine eigene Expertengruppe nach den USA schickte und insbesondere auch die Unterhaltskosten dieses Systems sehr genau überprüfte. In den Staaten wurden bekanntlich in den frühen sechziger Jahren sehr viele Glasfaserfilter ein-

gebaut. Meiner persönlichen Meinung nach vor allem deswegen, weil die Abscheidegrade der Elektrofilter in jenem Zeitpunkt in den Staaten noch nicht so wirkungsvoll waren, wie sie es heute in Europa sind.

### 2.2 Zyklone, Multiklone und Kiesbettfilter

Neben den Gewebefiltern werden auf dem Gebiet der mechanischen Filter die Zyclone und die parallelgeschalteten Zyclone kleinen Durchmessers, die Multiklone, verwendet, mit denen hohe Abscheidungsgrade bei Korngrössen hinunter bis 10 Mikron noch möglich sind. Da aber in der Zementindustrie die meisten Stäube einen erheblichen Anteil mit geringerer Korngrösse aufweisen, ist das Verwendungsgebiet der Zyclone auf die Vorabscheidung beschränkt worden, während Multiklone für schwerere Staubarten verwendet werden. Auf dem Gebiet der groben Stäube wird der Zyklon durch den Kiesbettfilter konkurrenziert. Der Kiesbettfilter besteht aus einzelnen Kammern, in denen in waagrechten, schwingungsfähig aufgehängten Kästen eine Kiesschicht als Filtermedium dient. Die Gase durchwandern diese Kiesschicht von unten nach oben, wobei der Staub vom Kies zurückgehalten wird.

### 2.3 Elektrofilteranlagen

Diese haben in der schweizerischen Zementindustrie in der Ofenentstaubung heute eindeutig ein Monopol. Die ungereinigten Abgase werden dabei am Eintritt in das Filtergehäuse so weit verzögert, dass die Gasgeschwindigkeit auf rund 1 m pro Sekunde absinkt. Die Gase werden dann durch Gassen hindurchgeleitet, die von je zwei parallelen Niederschlagsplatten begrenzt werden und in welchen, elektrisch von den Niederschlagsplatten getrennt, Sprühelektroden in Form von Drähten aufgehängt sind.

Die hauptsächlichsten Probleme der Elektrofilter sind die folgenden:

1. Die Schwierigkeiten, die durch ungenügende Ionisationsfähigkeit des Gases auftreten.
2. Die schlechten elektrischen Eigenschaften der Stäube.
3. Die Schwierigkeiten, die durch eine schlechte Aufteilung der Abgasmenge auf die verschiedenen Kammern entstehen. Ueberlastungsfragen. Ungenügend abgestimmte Klopferperioden des Reinigungsmechanismus sowie Falschlufteinbrüche.

Tröstlich ist, dass in den letzten fünf Jahren an den elektrischen Gasreinigungsanlagen durch die Filterfabrikanten erfreuliche Verbesserungen erreicht wurden, wie etwa die Verwendung von Selen- und Silizium-Hochspannungsgleichrichtern, die Fortschritte auf dem Gebiet der nicht brechbaren Sprühelektroden und die Verwendung von sogenanntem aluminiumberuhigtem Stahl, mit welchem Schäden infolge interkristalliner Korrosion und Materialversprödung beseitigt werden sollen. Je nach Ofentyp gibt es aber noch verschiedene Hindernisse zu überwinden: Während der Lepolofen sich dank tieferer Abgastemperaturen einfacher entstauben lässt, ist bei Wärmetauscheröfen die Reinigung der Abgase erschwert. Seine Abgase und Stäube liegen im üblichen Temperaturbereich von 300 bis 350 °C. Von 200 bis 330 °C tritt nun aber eine eindeutige Verschlechterung des Wirkungsgrades im Elektrofilter auf. Der Wirkungsgrad fällt vor allem dann, wenn der Staubwiderstand den kritischen Wert von 10<sup>11</sup> Ohm mal Zentimeter überschreitet. Man behilft

sich heute einerseits mit Wassereindüsung in den einfacheren Fällen oder dann mit Anbauten von Kühltürmen, welche die Gase auf rund 150 bis 180 °C vor Eintritt in den Elektrofilter abkühlen und befeuchten.

### 3. Rechtliche und organisatorische Grundlagen

#### 3.1 die Emissionsbegrenzung

Die schweizerische Zementindustrie kennt seit dem 17. Dezember 1963 eine interne Entstaubungsnorm [4]. Es handelt sich um ein verbindliches Vereinsstatut mit Bussanktionen, dem alle schweizerischen Fabriken bis auf eine beigetreten sind. Diese Norm unterscheidet einmal zwischen Neuanlagen und bestehenden Pro-

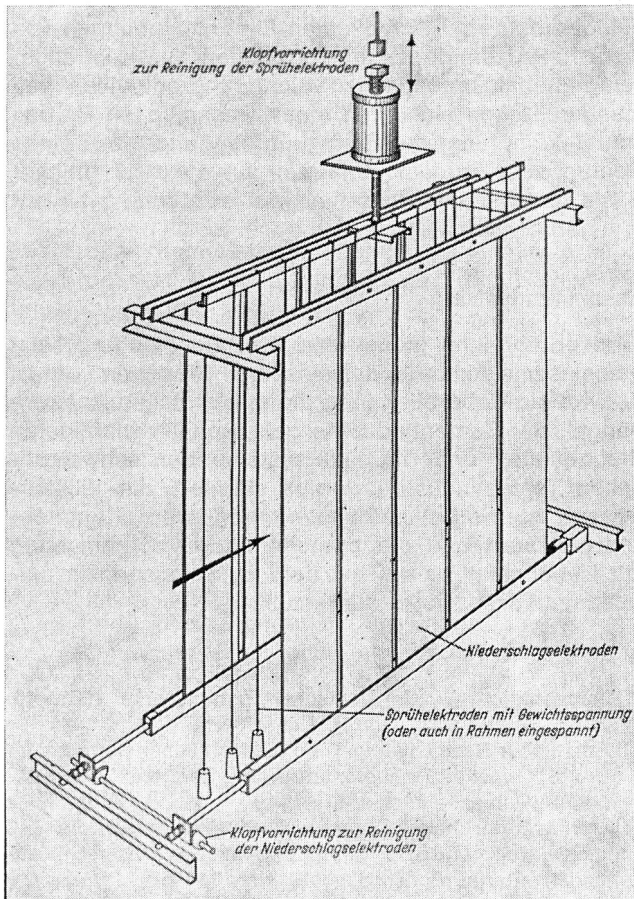


Abb. 6. Elektrofiltergasse mit Sprüh- und Niederschlagselektroden

duktionseinheiten, die im Januar 1964 bereits im Betrieb waren. Für Neuanlagen lautet die grundlegende Bestimmung dahin, dass für neue Ofeneinheiten, Klinkerkühler, Mahltrocknungsanlagen im Verbundbetrieb, mit und ohne Hilfsfeuerung, ohne Rücksicht auf die Wahl des Ofensystems und des Filtertyps, eine maximal zulässige Staubausswurfmenge im Dauerbetrieb von 100 mg pro Betriebskubikmeter effektive Gasmenge zugelassen sei. Für Mühlen, kombinierte Mahltrocknungsanlagen, Brecher, Packmaschinen (also kleinere Anlagen mit geringerem Durchfluss) wird die Grenze noch tiefer auf 75 mg pro Betriebskubikmeter Staub gesenkt. Mit diesen Maximalwerten für den Ausstoss hat sich die Zementindustrie auf das Emissionsprinzip festgelegt. Auf Immissionswerte wird ver-

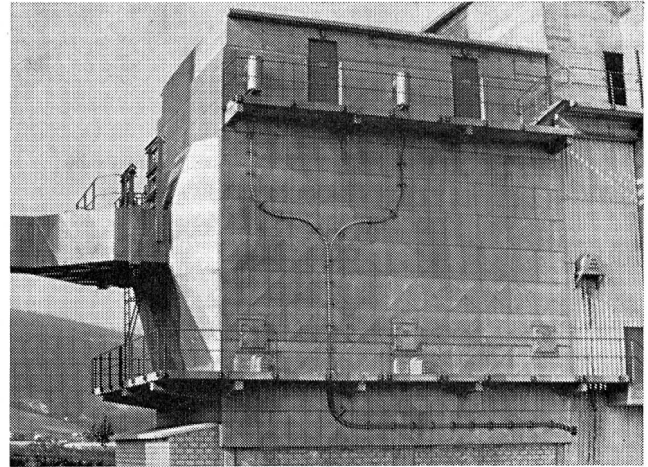


Abb. 7. Ansicht eines Elektrofilters hinter Zementdrehofen

zichtet, aus der Ueberlegung, dass bei so straffer Erfassung der Emission eine primäre Immissionsüberprüfung sich erübrige, ferner auch aus der Erfahrung heraus, dass Niederschlagswerte für einzelne Fabriken und Staubquellen infolge Ueberdeckung verschiedener Emissionsquellen und Veränderung der Isokonten je nach Topographie, Windturbulenz, Temperatur und Niederschlag in der Zeit vielfach nicht repräsentativ sind, geschweige denn sich dauernd mit einem erträglichen Aufwand überprüfen lassen.

Die Begrenzung macht ferner, wie bereits erwähnt, nicht etwa vor Altanlagen halt. Auch diese werden erfasst, in dem Sinne, dass innerhalb von 10 Jahren, also bis Ende 1973, deren Entstaubung insoweit verbessert werden muss, als die Abgase aus Öfen, Klinkerkühlern und Mahltrocknungsanlagen im Verbundbetrieb nicht mehr als 150 mg pro Betriebskubikmeter im Dauerbetrieb emittieren dürfen. Eine Uebergangsfrist von zehn Jahren drängte sich aus ökonomischen

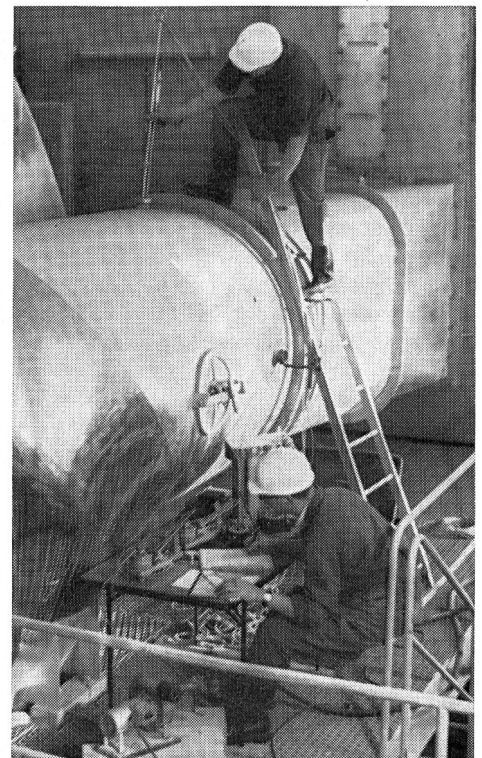


Abb. 8  
Staubgehaltsmessung an einem Abgaskanal vor dem Ventilator

Ueberlegungen auf, denn der Platzmangel für die Erstellung geeigneter zusätzlicher Entstaubungsanlagen in bereits bestehenden Fabriken wird durch die Normierung noch nicht beseitigt. Schon an der amerikanischen National Conference on Air Pollution im Dezember 1962 kam diese Auffassung klar zum Ausdruck:

«It is far simpler and cheaper to include modern control equipment in the design of a new plant than to find space in an old one for even a much smaller unit. In fact, in some old plants it is almost impossible to make any kind of equipment alteration. So a higher total cost for control is involved than there would be in a new plant [5]».

Einen wesentlichen Bestandteil des materiellen Teils der Norm bildet das Messreglement, das die Grundlage für die Ueberprüfung der Grenzwerte bildet. Die rechtsgleiche Behandlung aller dieser Norm unterworfenen Fabriken verlangt eine dem jüngsten Stand der technischen Entwicklung einigermassen angepasste einheitliche Messtechnik, die sich zudem mit ausländischen Werten vergleichen lässt. Ich darf an dieser Stelle auf die umfangreichen technischen Reglementsdaten verweisen, die vom Verein schweizerischer Zement-, Kalk- und Gips-Fabrikanten unter Mithilfe der Technischen Stelle Holderbank publiziert worden sind. Sie bilden einen wichtigen Bestandteil der Entstaubungsnorm.

### 3.2 Organisatorisches

Abschliessend noch ein Wort zum Organisatorischen und den Kontrollmassnahmen. Begrenzen bedeutet vor allem kontrollieren. Die Zementindustrie hat dafür als oberstes Ueberwachungsorgan ein «Inspektorat für Emissionen» mit grosser Entscheidungsbefugnis eingesetzt, welches in grundsätzlichen Fragen auch eng mit sachkundigen öffentlichen Stellen zusammenarbeitet. Dem Inspektorat beigegeben ist eine gegenüber den einzelnen Fabriken streng neutrale Messequipe der Technischen Forschungs- und Beratungsstelle in Wildeggen, die periodisch die Entstaubungsanlagen aller Fabriken auf ihren Zustand überprüft und nötigenfalls den Staubauswurf mit der Filtersonde misst.

Sämtliche Messresultate aller Staubquellen der einzelnen Fabriken werden bei der Geschäftsleitung des Inspektorates in Zürich in einem sogenannten Staubkataster laufend erfasst, so dass wir über das normgerechte Verhalten der einzelnen Betriebsanlagen bzw. Staubquellen (Abweichungen zwischen den Messdaten vorbehalten) im Bilde sind.

Die Fortschritte, die seit der Einführung der Norm erzielt worden sind, verdienen Beachtung. Im Zentrum der schweizerischen Zementproduktion im Raume Holderbank—Wildeggen wurden von staatlichen Stellen in den «schlimmen weissen Zeiten» der Jahre 1962/63

Immissionswerte von über 1 g pro Quadratmeter und Tag ermittelt. Heute bewegen sich diese Werte in der Grössenordnung von durchschnittlich 200 mg pro Quadratmeter und Tag. Die Umgebung dieser Werke ist relativ sauber, und von einer Belästigung der Bevölkerung kann gemäss Zusicherung der Gemeindebehörden nicht mehr gesprochen werden. Dabei ist dieser Fall Holderbank—Wildeggen nicht vereinzelt; andere Werke weisen noch bessere Resultate auf, einige Fabriken sind andererseits mit einzelnen Staubquellen noch nicht normgetreu.

### 3.3 Kostenfolgen

Der finanzielle Aufwand für diese Verbesserungen seit dem Inkrafttreten der Norm im Zeitraum 1964 bis 1967 belief sich auf dem Entstaubungssektor bereits auf 23,2 Mio Fr. Die einzelnen Fabriken rechnen bei Neuanlagen heute mit Totalkosten für Entstaubungen von 6 bis 10 Prozent der Erstellungskosten. Diese im engeren nationalökonomischen Sinne unproduktiven Leistungen stellen sicherlich einen wesentlichen Beitrag zur Bekämpfung der Luftverunreinigung dar, einen Beitrag, der zudem auf rein privatwirtschaftlicher Basis und Initiative fusst und auf staatliche Intervention gerne verzichtet.

### Zusammenfassung

Eine erfolgreiche industrielle Staubbekämpfung setzt gemeinsame Aktionen der einzelnen Branchen voraus. Es wird ein Ueberblick über die erfolgreichen Anstrengungen der Zementindustrie geboten. Die wichtigsten Staubquellen und die Filtersysteme der schweizerischen Zementindustrie werden skizziert, die 1964 erlassene interne Entstaubungsnorm in ihrem Grundkonzept erläutert und die brancheninterne Organisation zur Ueberwachung der auf dem Emissionsprinzip aufgebauten Grenzwerte dargestellt.

[1] Jahresbericht Verein Deutscher Zementwerke 1965—66, S. 52, Beton-Verlag GmbH, Düsseldorf.

[2] Aerztlicher Bezirksverein Thun, Gutachtlicher Bericht zum Projekt einer Frischbetonfabrik im Zentrum Thun, undatiert, wahrscheinlich 1967.

[3] vgl. aus der neuen Literatur: «Entstauber für die Zement-, Kalk- und Gipsindustrie», Bauverlag GmbH, Wiesbaden—Berlin, Sonderausgabe Nr. 13, 1968.

[4] Entstaubungsnorm und Messreglement, Verein Schweizerischer Zement-, Kalk- und Gips-Fabrikanten, Zürich, 1964.

[5] National Conference on Air Pollution, Proceedings, Dec. 10—12, 1962, S. 92, U. S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Division of Air Pollution, Washington 25, D. C.