

Über Futterzerstörungen durch Alkalien in Zementdrehöfen
Von Dr. Fritz Köberich

Das Schleuderverfahren für Betonmasse, seine Entstehung und Weiterentwicklung
Von Direktor Curt Köhler

Die französische Zementindustrie im Jahre 1940

Die Zementindustrie im neuen Spanien
Von Adrian Margarit

Theodor Pierus †

Zement

WOCHENSCHRIFT FÜR HOCH- UND TIEFBAU

30. JAHRGANG

14. AUGUST 1941

HEFT 33

Bezugspreis für Deutschland jährlich 18.— RM, viertelj. 4.50 RM / Einzelheft 1.— RM / Anzeigen nach Preistabelle 5

ZEMENTTECHNISCHER TEIL

Über Futterzerstörungen durch Alkalien in Zementdrehöfen

Von Dr. Fritz Köberich

Nach der Inbetriebnahme eines neuen Lepol-Ofens vor etwa 7 Jahren traten frühzeitige Futterzerstörungen in der Sinterzone dieses Ofens auf, die um so rätselhafter waren, als in den Nachbaröfen derselben Fabrik die gleichen hochwertigen Futtersteine eine normale Betriebsdauer aufwiesen. Diese Nachbaröfen wurden mit teils granuliertem Rohmaterial beschickt, in welchem noch ein wesentlicher Prozentsatz mehlförmigen Aufgabegutes vorhanden war. Es lagen also in sämtlichen Öfen dieser Fabrik die gleichen Rohmehl- und Kohleverhältnisse vor, und daher erscheint der Gedanke zunächst richtig, die Ursache zur Ergründung dieser starken Futterzerstörungen in dem unterschiedlichen Brennverfahren zu suchen.

Die beiden Brennverfahren in dieser Fabrik unterscheiden sich nun darin, daß bei zwei normalen 3-m-Öfen von je 56 m Länge die Abgase mit einer Temperatur von 600—700° C ungehindert über eine Staubkammer in die dahinter geschalteten Trockentrommeln überführt werden, wo nach dem Gleichstromverfahren das Rohmaterial für sämtliche Öfen, also auch für den Lepol-Ofen, getrocknet werden konnte. Es ist bemerkenswert, daß die vor und nach den Trockentrommeln in Entstaubungsanlagen anfallenden Flugstaube teils dem getrockneten Rohmaterial, teils dem Ofenmehl zulaufen, so daß der Lepol-Ofen ständig mit Rohmehl beschickt wird, das z. T. die Flugstaube der alten 3-m-Öfen mit enthält.

Das Lepol-Verfahren unterscheidet sich nun bekanntlich durch den hinter den verkürzten Drehöfen geschalteten Wanderrost, wo Abgase und Flugstaube durch die Granalienschicht mit einer Oberfläche von 33 m² durchgesaugt werden, wobei die unter den Rost fallenden Staube und Grieße stetig dem Rohmehl für den Lepol-Ofen wieder zugeteilt und neu granuliert werden und auf diese Weise wieder in den Ofen gelangen.

Es ist nun verständlich, daß bei der Inbetrieb-

nahme eines neuen Ofens erschweringende Verhältnisse der brenntechnischen Führung eintreten, indem das Bedienungspersonal, insbesondere die Granulierer, erst allmählich lernen müssen, ihre Arbeitsfunktion in zufriedenstellendem Maße zu lösen; denn letzten Endes wird ja die Ofenleistung und die richtige Verbrennung der Kohle beim Lepol-Ofen stärkstens beeinflußt durch die Luftdurchlässigkeit der Granalienschicht, d. h. die gleichmäßige Qualität der Granalien.

Es kamen daher Überlegungen in verschiedener Richtung in Frage, um die Ursachen der frühzeitigen Futterzerstörungen zu erkennen.

So lag anfänglich die Vermutung nahe, daß die Futterzerstörungen durch stark schwankende Unterzugverhältnisse, d. h. ungleichmäßige Granulierung, ihre Begründung fanden, was eine pendelartige Verlagerung der Sinterzone und unter Umständen auch reduzierenden Brand zur Folge hatte. Tatsächlich enthielten anfänglich die Ofenabgase, gemessen bei unmittelbarem Austritt aus dem Drehofen, schwankende Sauerstoffwerte bei teilweiser Anwesenheit von Kohlenoxyd. Ferner schien im Zusammenhang mit schlechter Granulierung die Vortrocknung und die Entsäuerungsarbeit in der Brennkammer starken Schwankungen unterworfen zu sein, was mit Sicherheit die Gasanalyse mit ebenfalls schwankenden Kohlen säurewerten bestätigte. Es konnte daher anfänglich von einer starken Überlastung der Sinterzone insofern gesprochen werden, als bei der hohen, doch gleichmäßigen Leistung des 300-t-Ofens stellenweise fast die gesamte Entsäuerungsarbeit im drehenden Teil des Ofens zu leisten war. Auch wurde der Widerstand auf dem Rost anfangs durch Verschmierungen der Rostplatten vergrößert, eine Erscheinung, die mit Auftreten von Wasserkondensationen in der Granalienschicht, d. h. in den zu geringen Luftmengen, die durch den Rost gesaugt werden, ihre Ursache findet.

Diese Gedanken mußten jedoch fallen gelassen

werden, weil allmählich durch Verbesserung der Granulierung und durch Beseitigung von Widerständen zwischen Rost und Ansaugestutzen des Ventilators diese Mängel behoben werden konnten. Durch diese Maßnahmen wurde die Temperatur in der Brennkammer auf 1000 ° C im Mittel gesteigert und es konnte nun von einer Überlastung der Sinterzone nicht mehr gesprochen werden.

Bei der hohen Leistung des Lepol-Ofens könnte man nun annehmen, daß in der Sinterzone desselben pro m³ Sinterzonenraum mehr Kohle verbrannt würde als dies bei den benachbarten Öfen der Fall ist. Dem ist aber nicht so. Nehmen wir die Länge der Sinterzone zu je 8 m an, dann werden pro Kubikmeter Raum pro Tag von einem alten Ofen etwa eine Tonne verbrannt, im Lepol-Ofen dagegen nur 0,6 t/24 h. Nach dieser Rechnung gibt also der Lepol-Ofen keine Veranlassung dazu, von einer außerordentlich hohen Beanspruchung des Sinterzonenfutters brenntechnisch zu sprechen. Optische Temperaturmessungen der Sinterzonen-temperatur, die allerdings nicht als fehlerfrei zu bezeichnen sind, haben immerhin zu dem Ergebnis geführt, daß die Temperatur im Lepol-Ofen nicht höher liegen kann als in den benachbarten Öfen nach dem Trockenverfahren.

Die Sachlage erfährt nun eine vollkommen andere Beleuchtung durch die Untersuchungen der anfangs beobachteten Rostverschmierungen und der Bildung starker Ansätze in der Schurre, d. h. im Übergang vom Ofen nach dem Rost.

Es zeigt sich, daß der Ansatz in der Schurre zunächst einige Tage noch verhältnismäßig weich war, nach 8 Tagen schon härter wurde und schließlich nach etwa 4 Wochen sich zu gesteinsartigen, harten Massen bis zu über 1 m Mächtigkeit verdichtete. Ähnliche Ansätze wuchsen, den Durchgang der Ofengase bereits stark behindernd, in dem gesamten Gewölbe der Brennkammer.

Die Untersuchung dieser sich bildenden Ansätze ergab nun folgende analytische Zusammensetzung:

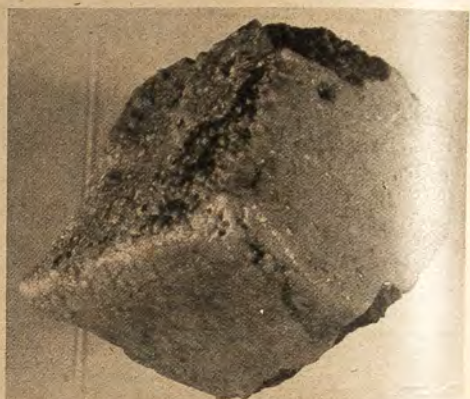
	weicher Ansatz	harter Ansatz
SiO ₂	24,99 %	19,99 %
Al ₂ O ₃	11,54 %	9,34 %
Fe ₂ O ₃	5,67 %	5,36 %
CaO	37,42 %	42,75 %
MgO	—,92 %	1,09 %
SO ₃	11,07 %	14,41 %
K ₂ O	4,64 %	5,61 %

Diese Zahlen beweisen, daß in dieser Ansatzsubstanz außerordentlich starke Mengen Kali und SO₃ eingewandert sind, die in Verbindung mit Kalzium die entsprechenden Sulfate in der Mehrheit bilden. Auf Kaliumsulfat umgerechnet enthält der harte Schollenansatz bis zu etwa 10 % Kaliumsulfat. Das Kaliumsulfat, welches bei der Temperatur des Ofenüberganges unter Umständen im geschmolzenen Zustande vorliegt, vermag nun infolge seiner starken Mineralisatorwirkung unter Bildung einer Schmelzphase die Flugstaube zu gesteinsartigen Massen zu verdichten, wobei die Bildung niedrig basischer Alumosilikate und eine Herabsetzung des Schmelzpunktes derartiger Massen unter Bildung eutektischer Schmelzen nicht unwahrscheinlich ist.

Es soll weiter noch erwähnt werden, daß es sowohl in der Rutsche, als auch in dem gesamten Ofenbetrieb, besonders auf dem Wanderrost, zu sekun-

därer Bildung von Anhydrit (CaSO₄) kommt. Bei einem Schwefelgehalt der Kohle von 1,5 % handelt es sich um schwellige Säuremengen von rund 1 t/Tag, die fast quantitativ in SO₃ im Leopoldbetrieb überführt werden. Außerordentlich starke Kali-Anreicherungen enthielten auch die bereits erwähnten Rostverschmierungen, die sich unter den Rippen der Rostplatten bilden und allmählich die Schlitze zu-

stehen. Die Rostverschmierungen wiesen in ihrem wässrigen Auszug neben wesentlichen Mengen von Kalziumsulfat bis zu 41 % Kaliumsulfat auf. Die in einem anderen Lepol-Ofen bestimmten SO₂- und Kalimengen, die ich meinem Mitarbeiter F. Rincke verdanke, führten zu dem Ergebnis, daß sich in Durchschnittsproben die Kali- und SO₃-Mengen (bezogen auf glühverlustfreie Materie) in den Granalien auf dem Rost verdoppelten, sobald sie auf ihrem



1. Durch Kaliumsulfat-Dämpfe glasierter Schamottestein

Wegen der Rost verließen. Weitere Durchschnittsproben von Granalien aus einem stillgesetzten Ofen ergaben ebenfalls eine Steigerung des SO₃-Gehaltes bis zu 1,8 %, der sich in den obersten Schichten auf dem Rost bis zu 2,7 % steigerte. Ferner ergaben Flugstaubansätze an einem frisch eingeführten Gasentnahmerohr bereits nach 2 Stunden einen Kaliumsulfatgehalt bis zu 7 %, so daß daraus geschlossen werden kann, daß selbst die ganz frisch aus dem Ofen geführten Flugstaube einen ähnlichen Prozentsatz an Kaliumsulfat besitzen müssen.

Der kontinuierlich dem Lepol-Ofen zugeführte Zyklonstaub weist ebenfalls die ganz bemerkenswerte Anreicherung aus verschiedenen Proben bis zu 4,86 % SO₃ und 4,18 % Kalium- und Natriumoxyd auf. Hingegen wurden in dem Klinker vom Lepol-Ofen schwankende Mengen von Kali zwischen 0,7 und 0,12 % K₂O und Na₂O festgestellt, während die dazu gehörigen Rohmehle, auf glühverlustfreie Materie bezogen, einen Alkaliegehalt von 0,9 bis 1,3 % aufweisen. Es besteht hier sicherlich ein Zusammenhang über die Höhe des in der Sinterzone verdampfenden Kalis mit dem Brenngrad (Litergewicht, Porosität des er-

brannten Klinkers). Insbesondere scheint auch die Mineralzusammensetzung des Klinkers und die Höhe der Schmelzphase und des Tricalciumsilikatgehaltes von entscheidendem Einfluß auf die Mengen des aus dem Klinker in der Sinterzone verdampfenden Kalis zu sein. Individuelle Unterschiede sind daher in dieser Beziehung in den einzelnen Portland-Zementfabriken zu erwarten.

Dieses Zahlenmaterial beweist bereits, daß sich auf dem Wanderrost wesentliche Alkalimengen anreichern und zwischen Sinterzone und Rost einem stetigen Kreislaufprozeß unterworfen sind. Diese Anreicherungen gaben die Veranlassung, in einem anderen Lepol-Ofen eine möglichst genaue Kalibilanz aufzustellen. Auch diese ergänzenden Untersuchungen verdanke ich meinem Mitarbeiter F. Rincke, der in gewissenhafter, sorgfältiger Arbeit sowohl die gesamten zugeführten als auch die abgeführten Kalimengen im Rohmehl, Kohle, Klinker und ausgeblasenen Staub auf die Summe von K_2O und Na_2O untersuchte. Zur Analyse der Alkalien wurde unter fast ausschließlicher Verwendung von Platingeräten das allgemein gültige Alkali-Aufschlußverfahren nach Smith zur Anwendung gebracht. Es wurden ferner in einem Blindversuch unter Anwendung der gesamten analytischen Stoffe die Alkalien in Rechnung gesetzt, die durch destilliertes Wasser, $CaCO_3$ usw. in den Analysengang mit hineingeschleppt wurden. Für die Aufstellung der Kalibilanz war es insofern günstig, als auch die Mengen der ausgeblasenen Staube von 2 verschiedenen Kommissionen mit fast gleichen Ergebnissen in dieser Fabrik festgestellt worden waren.

Kalibilanz eines Lepol-Ofens

	$K_2O + N_2O$ %	Anfallende Materialien t/24 h	zugeführte Kalimengen t/24 h	abgeführte Kalimengen t/24 h
Rohmehl geglüht ¹⁾ . . .	0,94	300	+ 2,82	
Klinker geglüht ¹⁾ . . .	0,70	300		- 2,1
Asche (17,5 % Kohle)	1,92	10,385	+ 0,199	
Staub aus Ausblauschl. .	3,84	10,3		- 0,395
			+ 3,019	- 2,495
			- 2,495	
Im Lepol-Ofen verbleibende Kali- mengen pro Tag			+ 0,524 t	

¹⁾ Selbstverständlich wurden die Analysen von der ungeglühten Materie angefertigt und dann auf die geglühte Substanz bezogen.

Es ergibt sich also nach dieser Kalibilanz ein Überschuß von ca. 0,5 t Alkali oder umgerechnet etwa 1,0 t Kaliumsulfat pro Tag, der im Lepol-Ofen zur Zeit der Probenentnahme verbleiben muß.

Damit ist erwiesen, daß in einem Drehofen starke Kalianreicherungen in Form von Kaliumsulfat bei oxydierender Atmosphäre auftreten, so daß das gesamte Futter ständig starken Kaliumsulfatdämpfen ausgesetzt ist. Es ist also nicht zu verwundern, daß das Kaliumsulfat in Dampfform auch in die Futtersteine selbst eindringt, weil in denselben von innen

nach außen bis zum Mantelblech ein starkes Temperaturgefälle herrscht, so daß Kondensationen auftreten können und eine ständige Wirkung auch von kondensiertem, aber noch heißem Kaliumsulfat auf die Futtersteine zu erwarten ist.

Schon von Natur aus wird die Wirkung eine ganz verschiedenartige sein, bei Futtersteinen aus tonerdereicher Schamotte, bei denen eine Zersetzung durch Kaliumsulfat erfolgt, oder bei Futtersteinen auf der Basis Magnesit, die sich zunächst rein chemisch betrachtet indifferent verhalten.

Die Wirkung ersterer Art soll sich an einem Beispiel aus der Praxis ergeben, wo reine Kaliumsulfatdämpfe bei Abwesenheit von Calciumoxyd auf Schamottesteine einwirkten. Die primäre Wirkung von Kaliumsulfatdämpfen auf hochfeuerfeste Schamottesteine ist so beweiskräftig und läßt den Zusammenhang mit Vorgängen im Drehofen so klar



2. Glasuren an einem Schamotte-Abprengling aus der Sinterzone eines Lepol-Ofens

erkennen, daß es notwendig ist, auf die Vorgeschichte dieses speziellen Falles näher einzugehen.

Als in den vergangenen Jahren zeitweilig nur schwer Magnesitfutter zu beschaffen waren, lag der Gedanke nahe, frühzeitig zu Bruch gegangene Futter aus einem Lepol-Ofen sorgfältig von Klinkerstaub und Ansatz zu reinigen und sie als Ausgangsmaterial in einer Schamottefabrik zu neuen Steinen umzuformen. Die Steine wurden daher in bestimmten Fraktionen gebrochen und gemahlen, in ein entsprechendes Format gepreßt und sodann in einem keramischen Ofen bei 1450° C gebrannt. Bei dem ersten Versuch, wo etwa eine Menge von 25 t umgeformte Magnesitsteine eingebaut wurde, zeigte sich nun, daß das Schamottemauerwerk des keramischen Ofens und die mit den Magnesitsteinen zum Brennen eingesetzten Schamotte-Drehofensteine stark durch Kalidämpfe und Kaliumaufnahme glasiert waren. Bei einem zweiten Versuch wurde die Steine in einer Menge von ca. 60 t zunächst mit Wasser ausgelaut, um das Kali möglichst zu entfernen, und sodann umgeformt und gebrannt. Die neugebrannten Magnesitsteine wiesen entsprechend dem Brenngrad eine gute mechanische Festigkeit auf, aber die Ausmauerung des Ofens wie auch der

restliche Einsatz von Schamottesteinen zeigten wieder starke Glasierungen, so daß eine gesamte Neuausmauerung des keramischen Ofens notwendig war. Selbst nach Wasserbehandlung der Magnesit-



3. Schmelzbildung eines Tonerdesteines durch Auflösung desselben aus Lepol-Ofenmitte

steine war das Herauslösen von Kaliumsulfat unvollständig, so daß noch genügende Mengen Kaliumsulfat eine Glasierung der Ofensteine bewirken konnten. Abb. 1 zeigt einen derartig glasierten Schamottestein.

Die Kaliglasur hat sich bis zu einer Tiefe von ca. 3–4 mm gebildet. Sie besitzt einen Kaligehalt im Mittel von ca. 3% K_2O . Auf anderen eingebauten Schamottesteinen ist diese Kaliglasur direkt tropfenförmig zum Fließen gekommen, ein einwandfreier Beweis dafür, daß dieser Kaligehalt bereits bei 1450° C den hochtonerdereichen Schamotte-



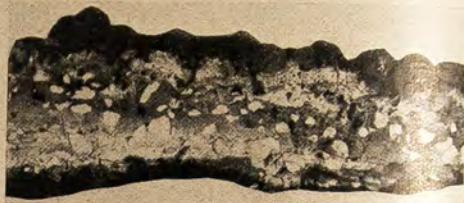
4. Rückseite des Steines von Bild 3 mit Eindrücken und Einlagerungen von Granalien in der Schmelze

stein unter Bildung leichtflüssiger Kalium-Alumosilikate oberflächlich zum Fließen bringt.

Genau dieselben Kaliglasuren geben nun die folgenden Bilder von hochtonerdereichen Schamottesteinen aus einem Lepol-Ofen wieder. Abb. 2 stellt einen Schamotte-Absprengling aus dem Lepol-Ofen

dar, der durch die Sinterzone gewandert und äußerlich mit Ansatz verkrustet ist. Beim Abschlagen eines Teiles des Ansatzes ist der Schamotte-Absprengling in seiner ursprünglichen Struktur noch vollständig zu erkennen, jedoch weisen die einzelnen Schamottkörner glasklare Glasuren durch Kalidämpfe auf. (Beginn der Auflösung.)

Hochinteressant ist nun eine weitere Probe (Abb. 3), die eine fast vollständige Auflösung eines ursprünglich ca. 2,5 cm starken Schamotte-Absprenglings zeigt. Der Schamotte-Absprengling haftete noch am ursprünglichen Futterstein. Dieser Stein stammt aus der Mitte des Ofens, etwa 5 m hinter der Sinterzone, wo also noch gar nicht die höchste Sinterzonen-Temperatur geherrscht haben kann. Die Schamotteschale ist dabei bis zu einer Stärke von 2 mm unter Bildung reiner Glasschmelze vollständig aufgelöst.



5. Auflösung eines Schamotte-Absprenglings aus der Sinterzone. Zwischen Granalienansatz und dem Tonerdestein starke Schmelzbildung durch aufgelöste Schamotte

Die analytische Zusammensetzung dieser Glasschmelze ist folgende:

SiO_2	27,4 %
Al_2O_3	24,9 %
Fe_2O_3	0,4 %
CaO	43,4 %
MgO	0,3 %
SO_3	0,9 %
K_2O	2,3 %
Na_2O	0,7 %

Aus der Zusammensetzung ist zu erkennen, daß sich dabei eine tonerdereiche und kalkarme Schmelze wieder mit etwa 3% Alkali bildet, die ihrer ganzen Zusammensetzung nach einen erheblich niederen Schmelzpunkt besitzt als das zu brennende Gut. Diese Schmelze, die infolge Gasbildung stark zerklüftet und aufgebläht ist, besitzt nun auf der Kehrseite in folgendem Bild (Abb. 4) kugelförmige Eindrücke und Einlagerungen von noch nicht gargebrannten Granalien als Beweis dafür, daß der Stein einer nicht sehr hohen Temperatur ausgesetzt war, und daß andererseits die Schmelze in der Lage ist, die Granalien ebenfalls einer allmählichen Auflösung entgegenzuführen.

Als letztes Bild bringt die Abbildung 5 den Vorgang einer Aufzehrung von hochtonerdereichen Sinterzonensteinen. Der Schamotte-Absprengling stammt direkt aus der Sinterzone. Es ist deutlich der Ansatz zu erkennen, der aus vollständig gargebrannten Granalien besteht. Auch in diesem Bild ist die Zerstörung des Futteres in seiner Zwischenphase zu sehen. Die untere Schicht zeigt noch die

ursprüngliche Struktur des Schamottesteines, die Zwischenschicht jedoch die leicht schmelzende kalireiche Phase unter Auflösung des Steines und teilweise auch die Auflösung der gar gebrannten Klinkergranalien.

Es ist nun für den Lepol-Ofenbetrieb bei Verwendung von Schamottfutter von außerordentlichem Nachteil, daß die Zwischenschmelze nicht in der Lage ist, sich mit Rohmehl unter Bildung kalkreicherer und daher schwerer schmelzender Materie anzureichern, wie es bei dem normalen Trockenverfahren der Fall ist. Ganz im Gegenteil können sich an dem nur langsam sich zersetzenden Granalienansatz mit seiner kugelige Oberfläche schwer weitere Granalien ansetzen, so daß in dieser Zeit bei vorübergehendem heißen Gang des Ofens der

schwache Ansatz unter Erweichen der Zwischenschmelze leicht abfällt. Damit ist aber eine neue Schamottesteinfläche einem weiteren Angriff von Kalidämpfen sofort ausgesetzt, so daß sich dieser Vorgang unter relativ schneller Zersetzung des Steines wiederholt.

Aus diesen Beweisstücken kann also geschlossen werden, daß die Ursache der schlechten Haltbarkeit eines Schamottefutters auf Tonerdebasis im Lepol-Ofen auf die primäre Einwirkung starker Kaliumsulfatdämpfe und auf das Fehlen ansatzbildenden Rohmehlstaubes in der Sinterzone zurückzuführen ist.

(Schluß folgt.)

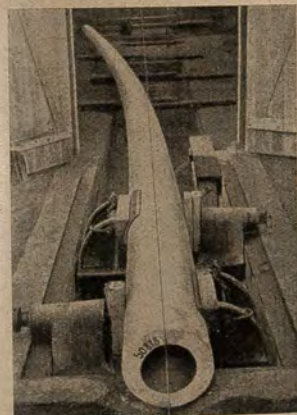
BAUTECHNISCHER TEIL

Das Schleuderverfahren für Betonmaste, seine Entstehung und Weiterentwicklung

Von Direktor Curt Köhler

Die Verwendung von Betonmasten als Leitungsträger für Licht- und Kraftleitungen ist bekannt. Die verschiedenen Verfahren, nach denen Betonmaste hergestellt werden, sind in Veröffentlichungen und Vorträgen zwar wiederholt behandelt worden, trotzdem soll im nachstehenden das Schleuderverfahren für Betonmaste, seine

zunächst von Anfang an angezweifelt. Es wurde die Auffassung vertreten, daß die dauernden Bewegungen Rissebildungen erzeugen. Durch die Risse würde Wasser eindringen, was zur Rostbildung der Eiseneinlagen führt, und nun seien die Zerstörungen des Mastes von innen her nicht mehr aufzuhalten. Es gab sogar Kreise, die eine verirrte Kugel aus dem Jagdgewehr als verderbenbringend für den Schleuderbetonmast ansahen, weil dort, wo die Kugel am Mast angeschlagen war, die Zerstörungen beginnen sollten. Die Prophezeiungen, daß der Betonmast nicht haltbar und demzufolge nicht lebensfähig ist, haben sich aber nicht bewahrheitet, denn seit

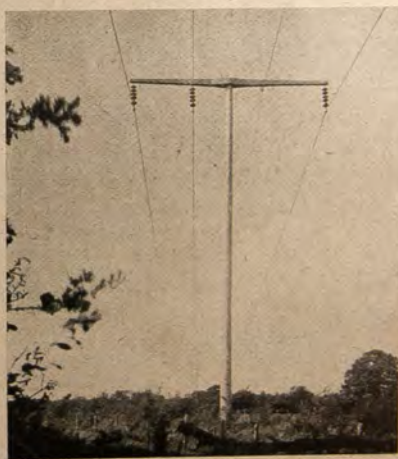


1. Abbiegeversuch eines 19,45 m langen Schleuderbetonmastes

Entstehung und Weiterentwicklung näher beschrieben werden.

Mit der Konstruktion einer Schleudermaschine hat sich in Meißen Ingenieur Rentzsch um die Jahrhundertwende eingehend befaßt, und später hat die Firma Otto & Schlosser in Meißen die Auswertung dieser Schleudermaschinen-Patente neben eigenen Patenten auf diesem Gebiet übernommen und zu diesem Zweck zunächst eine Versuchsanlage bei Meißen errichtet. Die Firma Otto & Schlosser hat sich um die Entwicklung und die Einführung des Schleuderverfahrens für Betonmaste ganz zweifellos große Verdienste erworben. Aus dieser Versuchsanlage konnten bereits im Jahre 1905 die ersten Masten für Ortsnetz-Leitungen und Beleuchtungen geliefert werden.

Die Haltbarkeit des Schleuderbetonmastes wurde



2. Tragmast einer 60 KV-Leitung

dem Jahre 1905 sind viele Tausende von Masten in Schleuderwerken hergestellt und geliefert worden, und bis zum heutigen Tag haben sich die Masten bewährt, ganz gleich in welchen Gegenden von Deutschland und auch im Ausland sie stehen. Selbst in den Rauhreif-Gebieten haben sich keinerlei zerstörende Einflüsse be-