führt werden
der Emscher,
deldorfschen
n, die in der
nergenossen-
t sind, ge-
gebiet durch
die Emscher
Wasser durch
fördern. Bei
bestehenden
mer größerem
zu poldern.
auch für die
ung abfinden,
u halten, das
r durch einen
tzen und das
r entwässern
ollte man die
fen, daß das
orflu
ser
ptim
nkur
ähnli
schon bei der
rfs der alten
dann nur das
iets des ver-
aufs in den
scher liegt, in

Abb. 65.

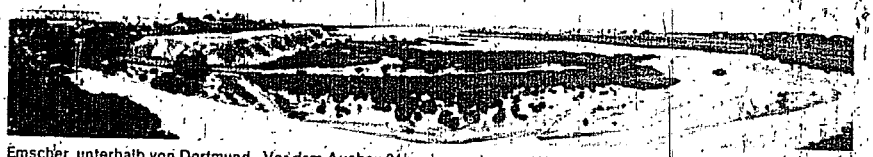
ihrem Unterlauf in einem dicht bebauten, von vielen Straßen und Eisenbahnen quer und längs der Emscher durchzogenen Gebiet. Die notwendigen, bis zu 8 m hohen Emscherdeiche hätten Verkehrshindernisse gebildet und Straßen- und Eisenbahnverlegungen in einem Umfang erforderlich gemacht, daß man an ihre Ausführung nicht denken konnte. Übrig blieben als Konkurrenzentwürfe nur die beiden letztgenannten Lösungen. Eingehende Berechnungen ergaben, daß die erneute Verlegung der Emscher wesentlich geringere Jahreskosten verursachen wird als jede andere Absicht. So hat die Genossenschaft die Linie für eine erneute Verlegung schon landespolizeilich festlegen lassen und hält sie durch entsprechende Maßnahmen von Bebauung frei. Der Lageplan Abb. 64 zeigt die Linienführung der künftigen neuen Emscher, Abb. 65 die bei Ausbildung des Querschnitts maßgebenden Gesichtspunkte.

BEISPIELE AUSGEFÜHRTER VORFLUTANLAGEN

A. Wasserläufe

a) Emschergebiet

Wiedergewonnenes, durch Kohlenabbau gesunkenes und versumpftes Acker- und Wiesengelände



Emscher unterhalb von Dortmund. Vor dem Ausbau 24 ha dauernd unter Wasser, angefüllt mit faulendem Schlamm. Abb. 1a

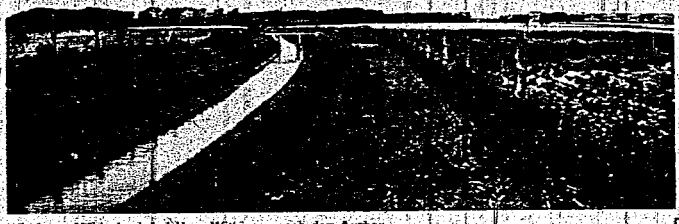
Emscher unterhalb von Dortmund nach der Vertiefung des Bettes. Flächen wieder in Kultur genommen und vor Hochwasserüberschwemmungen dauernd geschützt. Abb. 1b

Abb. 2a Alte Emscher in Duisburg-Hamborn. Schon von Natur tiefliegendes Mündungsgebiet der Emscher; bei Rheinrückstau 60 ha unter Wasser.

Abb. 2b Alte Emscher in Duisburg-Hamborn. Mündungsstrecke der Emscher nach Norden in höher gelegenes Gelände verlegt. Verlassener alter Unterlauf gegen den Rhein durch Hochwasserdeich abgeschlossen; Entwässerung durch Pumpwerk.

Wittringer Mühlenbach, der Hauptvorfluter der Stadt Gladbeck. Vor dem Ausbau 3 ha großer Senkungssumpf bei Haus Wittringen.

Abb. 3a



Wittringer Mühlenbach bei Haus Wittringen nach dem Ausbau.

Abb. 3b

1098

Abb. 4a Nettebach bei Haus Westhusen in der Nähe von Dortmund. Vor dem Ausbau [illegible] dauernd versumpft.

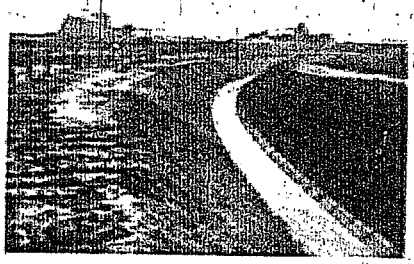
Abb. 4b Nettebach bei Haus Westhusen nach dem Ausbau.

1093

Nettebach im Stadtteil Dortmund-Niedernette. Vor dem Ausbau bei Hochwasser bis zu 10 ha überschwemmt. Abb. 5a

Nettebach im Stadtteil Dortmund-Niedernette nach dem Ausbau. Abb. 5b

Kreyenbach in Dortmund. Vor dem Ausbau 16 ha dauernd versumpft.



Kreyenbach in Dortmund nach dem Ausbau

Abb. 6a
Abb. 6b

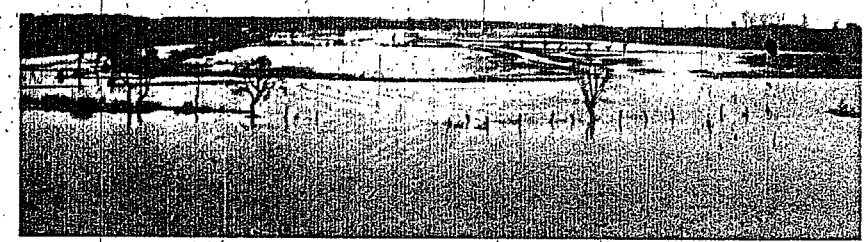


Abb. 7a Boye (Grenzbach zwischen Bottrop und Gladbeck). Vor dem Ausbau Senkungssumpf oberhalb der Eisenbahn Osterfeld—Hamm, bei Hochwasser 40 ha überflutet.

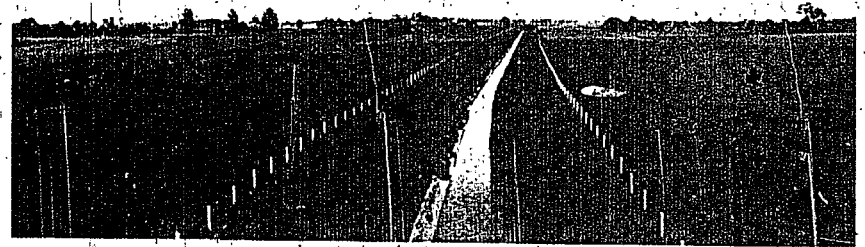


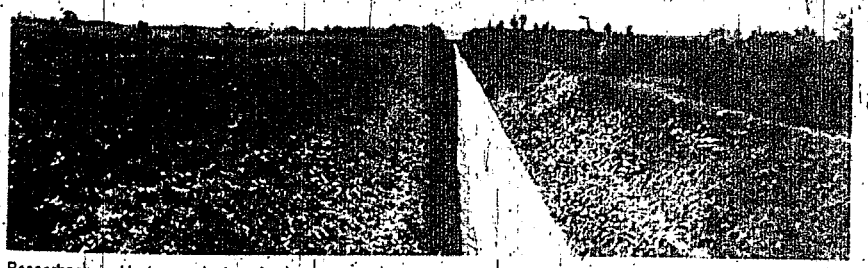
Abb. 7b Boye nach dem Ausbau.

Wieder aufforstbares, versumpftes Waldgelände

Resserbach in Herten. Vor dem Ausbau 15 ha versumpfte Waldflächen mit abgestorbenem Baumbestand.

Abb. 8a

oberhalb der Eisenbahn
wasser 30 ha überflutet.



Resserbach in Herten nach dem Ausbau

Abb. 8b

Abb. 9a
Holzbach im Schloßpark zu Herten. Vor dem Ausbau 12 ha dauernd versumpftes Gelände mit eingegangenen Bäumen.

Abb. 9b
Holzbach im Schloßpark zu Herten nach dem Ausbau.

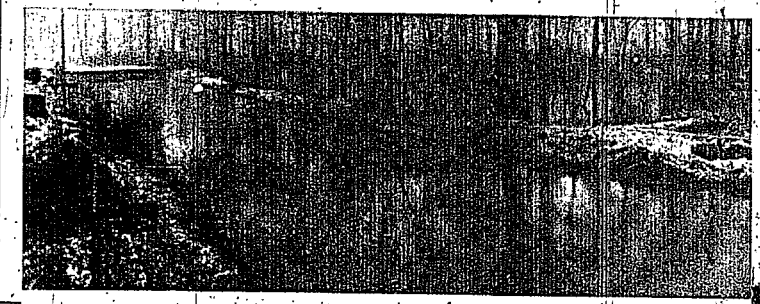


Abb. 10a
Aalbach in Dortmund am Fredenbaumer Wald, einer Volkserholungsstätte. Vor dem Ausbau 5 ha bei Hochwasser überschwemmt.

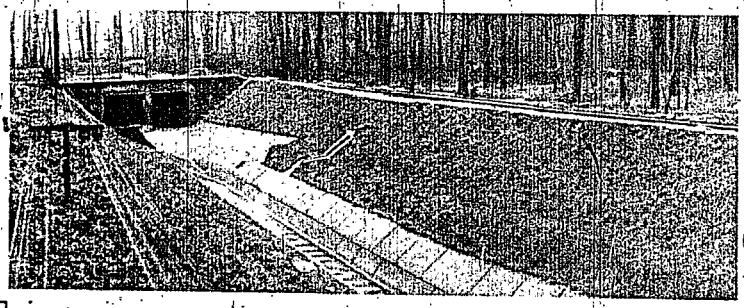
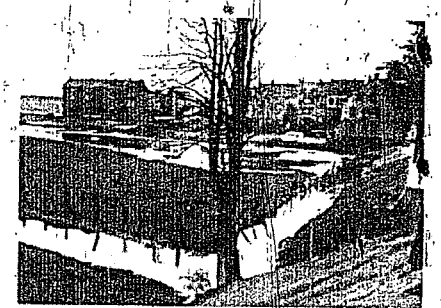
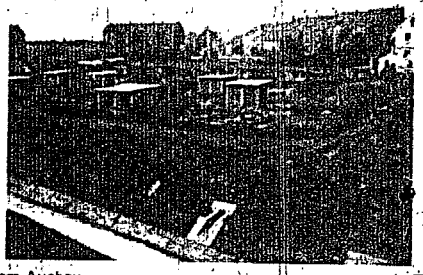


Abb. 10b
Aalbach in Dortmund am Fredenbaumer Wald nach dem Ausbau.

Neu erschlossenes Siedlungs- und Kleingartenland



Borbeckerbach an der Altendorfer Straße in Essen. Vor dem Ausbau mehr als 1 ha in der Nähe von Hauptstraßen unter Wasser. Abb. 11a



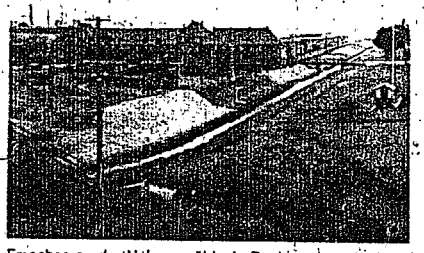
Borbeckerbach an der Altendorfer Straße in Essen nach dem Ausbau. Abb. 11b

Abb. 12a Katernberger Bach in Essen. Vor dem Ausbau 3 ha ständig versumpft.

Abb. 12b Katernberger Bach in Essen. Nach dem Ausbau entstandene Siedlungen.

Abb. 12c Katernberger Bach in Essen mit Bäumen und Sträuchern eingefaßt; Abwasserkanal dadurch der Sicht entzogen.

Emscher an der Hahnenmühle in Dortmund. Vor dem Ausbau bei Hochwasser 5 ha überschwemmt.



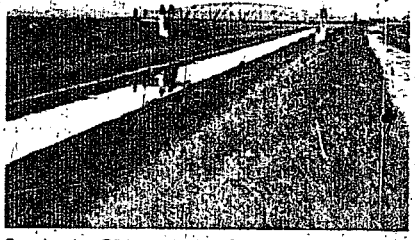
Emscher an der Hahnenmühle in Dortmund nach dem Ausbau. Durch Deiche Koloniegelände vor Überflutungen geschützt.

Abb. 13a
Abb. 13b

durch der Sicht entzogen.

Durch Regulierung erreichter vollkommener Hochwasserschutz

Emscher im Süden von Recklinghausen. Vor dem Ausbau 150 ha bei Hochwasser überflutet.



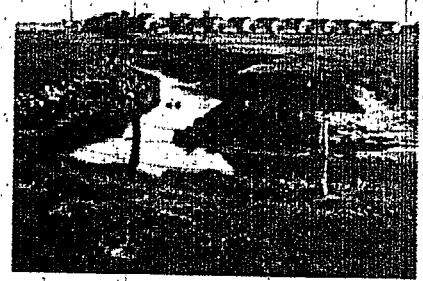
Emscher im Süden von Recklinghausen nach dem Ausbau.

Abb. 14a
Abb. 14b

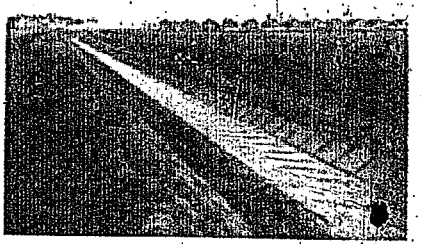
Abb. 15a Nettebach in Dortmund-Obernette. Vor dem Ausbau bei Hochwasser 15 ha überflutet.

Abb. 15b Nettebach in Dortmund-Obernette nach dem Ausbau.

Besitzsicherung an verwilderten Wasserläufen



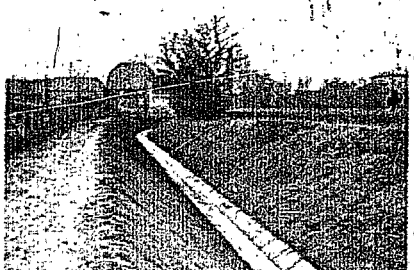
Boye-Oberlauf vor dem Ausbau.



Boye-Oberlauf nach dem Ausbau.

Abb. 16a
Abb. 16b

Oespelerbach-Oberlauf in Dortmund vor dem Ausbau.



Oespelerbach-Oberlauf in Dortmund nach dem Ausbau.

Abb. 17a
Abb. 17b

Durch Vertiefung der Wasserläufe erreichte Anschlußmöglichkeit für Stadtentwässerung

Abb. 18a
Emscher an der Strünkeder Straße in Herne vor dem Ausbau.

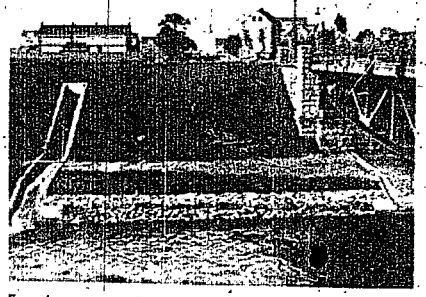


Abb. 18b
Emscher an der Strünkeder Straße in Herne nach dem Ausbau.

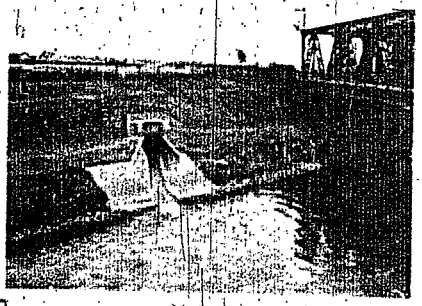


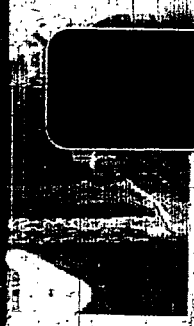
Abb. 19
Einmündung eines Hauptsammlers des Stadtteils Oberhausen-Sterkrade in die beim Ausbau um 3 m vertiefte Emscher.

1103

Ein vor Ausbau des Aplbachs unter Rückstau leidender Notauslaß der Stadt Dortmund.

Aplbach nach der Vertiefung. Sohle der Notauslaßes jetzt über Mittelwasser des Baches.

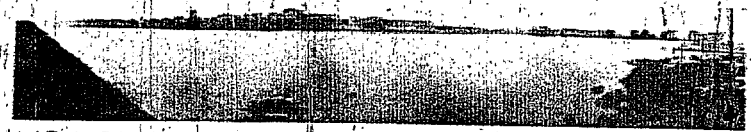
Abb. 20a
Abb. 20b



m Herne nach dem Ausbau.

b) Lippegebiet

Wiedergewonnenes, durch Kohlenabbau gesunkenes und versumpftes Acker- und Wiesengelände



Senkungssumpf bei Zeche Scharnhorst in der Nähe von Dortmund. Von Natur tiefliegendes, durch Kohlenabbau gesunkenes 80 ha großes Gelände vor dem Ausbau der Körne ständig unter Wasser.

Abb. 1a

Senkungssumpf bei Zeche Scharnhorst. Vorflut durch Vertiefung der Körne beschafft und im übrigen die tiefsten Stellen mittels Spülverfahrens aufgefüllt.

Abb. 1b

1110

Einzelheiten der Ausführung der Körnevertiefung und der Auffüllung des Senkungssumpfs

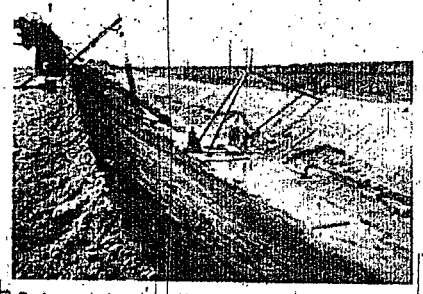


Abb. a
Bodenaushub des Kornebettes bis 4 m durch Bagger.

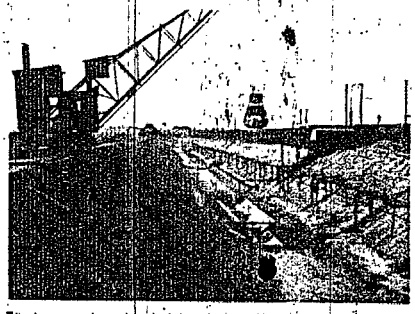


Abb. b
Förderung des durch künstliche Wasserhaltung (Rohrbrunnen) entwässerten feinen Fließbodens durch Greifer.

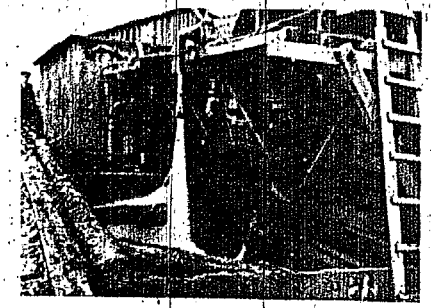
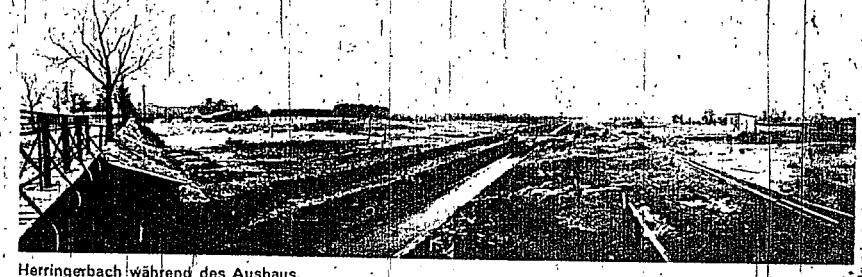


Abb. c
Verdünnen des Fließbodens mit Wasser bis zur Pumpfähigkeit.

Abb. d
Auffüllung des Senkungssumpfs durch Spülverfahren mit Fließboden.

Herringerbach in der Nähe von Hamm. Vor dem Ausbau 30 ha bei Trockenwetter versumpft, 110 ha bei Hochwasser überflutet.

Abb. 2a



Herringerbach während des Ausbaus.

Abb. 2b

Herringerbach nach dem Ausbau.

Abb. 2c

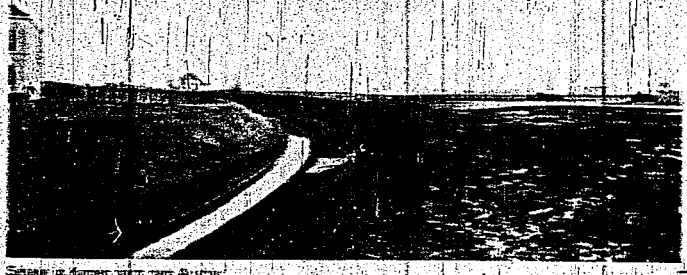
Neu erschlossenes Siedlungs- und Kleingartenland

Abb. 3a Körne bei Kurl. Vor dem Ausbau 5 ha ständig versumpft, bei Hochwasser 40 ha unter Wasser.

Abb. 3b Körne bei Kurl nach dem Ausbau.

Durch Kanalisierung erreichte vollkommene Hochwasserschutz- und Schiffahrt- und Kanalisationsmöglichkeit

Anm. 4a



Anm. 4b

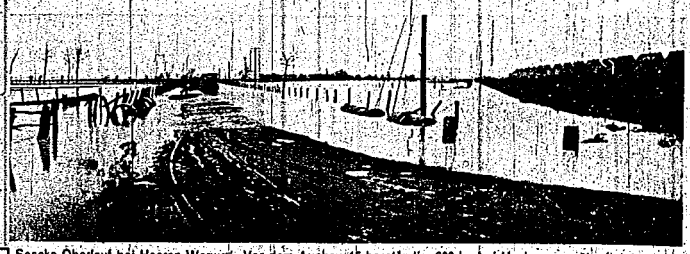


Abb. 5a Seseke-Oberlauf bei Heeren-Werwe. Vor dem Ausbau 15 ha ständig, 200 ha bei Hochwasser überflutet.

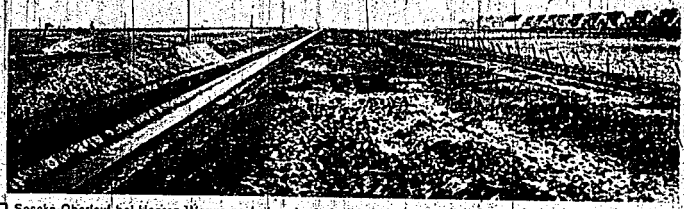
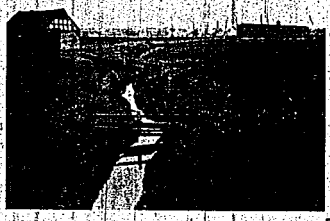


Abb. 5b Seseke-Oberlauf bei Heeren-Werwe nach dem Ausbau.

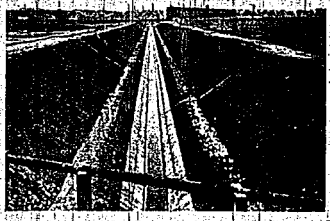
Abb. 5c Seseke-Oberlauf bei Heeren-Werwe. Sicherung des Verkehrs auch bei Hochwasser.

überflutet.



Afferderbach bei Saline Königsborn vor dem Ausbau.

Abb. 6a



Afferderbach bei Saline Königsborn nach dem Ausbau.

Abb. 6b

B. Pumpwerke

Abb. 1a Pumpwerk „Alte Emscher".

Abb. 1b Pumpwerk „Alte Emscher". Maschinenraum. Diesel-motoren und Kreiselpumpen.

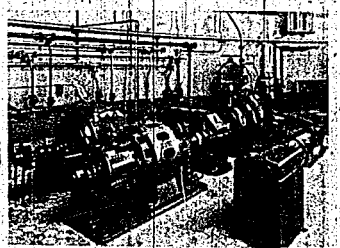
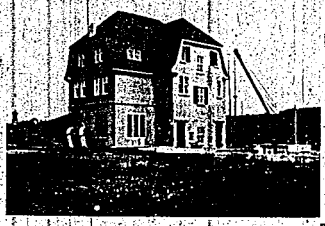
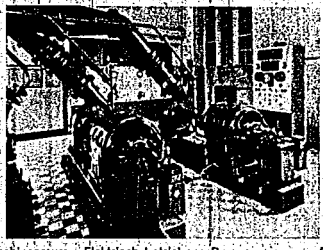


Abb. 1c Pumpwerk „Alte Emscher". Maschinenraum. Elektro-motoren und Kreiselpumpen.



Pumpwerk Gelsenkirchen-Altstadt.

Abb. 2a



Pumpwerk Gelsenkirchen-Altstadt. Maschinenraum. Elektrisch betriebene Pumpen.

Abb. 2b

Pumpwerk Habinghorst.

Abb. 3

schinenraum. Elektro- n und Kreiselpumpen.

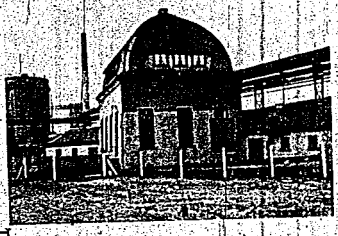


Abb. 4a Pumpwerk Huckarde.

Abb. 4b Motorenraum. Pumpwerk Huckarde.

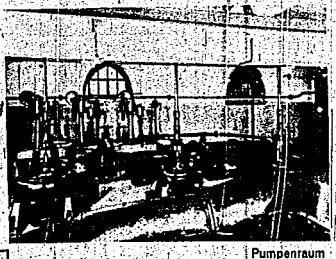


Abb. 4c Pumpwerk Huckarde.
Pumpenraum mit automatischer Anlage zum Einschalten der Pumpen

Pumpwerk Schmidthorst.

Abb. 5a

Pumpwerk Schmidthorst.
Motorenraum.

Abb. 5b

Pumpwerk Schmidthorst.
Dem Pumpwerk vorgeschaltetes Rückhaltebecken.

Abb. 5c

Abb. 6a
Pumpwerk Karnap.

Abb. 6b
Pumpwerk Karnap. Motorenraum.

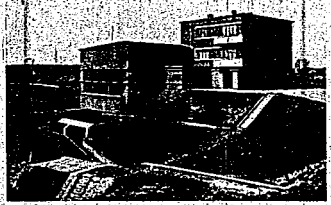


Abb. 7
Pumpwerk Schwelgern.

Abb. 8a
Pumpwerk Wanne-Crangerheide.

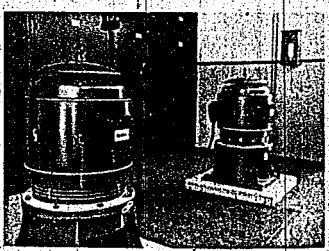


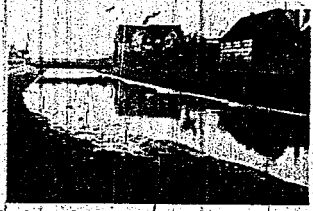
Abb. 8b
Pumpwerk Wanne-Crangerheide. Motorenraum.

C. Wiederherstellungsarbeiten

Emscher bei Ickern

Während der ersten Regulierung.

Abb. 1a



Nach dem Ausbau.
Durch Bodensenkung verursachte Vorflutstörung. Bermen unter Wasser und verschlammt.

Abb. 1b

Durch Auffüllung
der Bermen normales Bett wiederhergestellt und Verschlammungsgefahr beseitigt.

Abb. 1c

Alte Emscher zwischen Helmholtzstraße in Duisburg-Meiderich und Kaiserstraße in Duisburg-Beeck

Abb. 2a — Vor der ersten Regulierung.

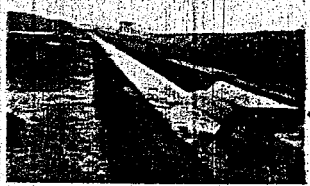
Abb. 2b — Bett um 4 m vertieft. — Während des ersten Ausbaus.

Abb. 2c — Infolge Kohlenabbaus Bach wieder gesunken und verschlammt.

Abb. 2d — Bermen aufgehöht, Bachbett auf normales Maß eingeengt.

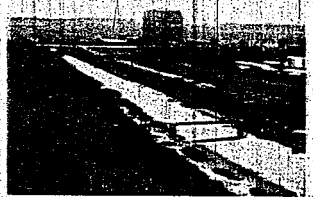
Schwarzbach bei der Kläranlage Gelsenkirchen-Altstadt.

Vor dem ersten Ausbau. Große Flächen infolge Kohlenabbaus gesunken und versumpft. Städtische Abwässer von Gelsenkirchen und Rotthausen ohne geregelten Abfluß.



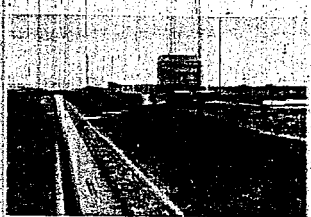
Nach dem ersten Ausbau. Bachsohle um 3 m vertieft.

Abb. 3a. Abb. 3b.



Vorflut durch Bodensenkungen wieder gestört, bei starken Niederschlägen Gelände überschwemmt.

Abb. 3c.



Bachsohle durchschnittlich um 3 m gehoben. Überschwemmungsgefahr durch Eindeichung beseitigt.

Abb. 3d.

Hüllerbach-Unterlauf in Gelsenkirchen

Abb. 4a Vor dem ersten Ausbau. Ausgedehnte Sümpfe infolge von Bodensenkungen.

Abb. 4b Nach dem ersten vertieften Ausbau 10 ha Kulturland wiedergewonnen.

Abb. 4c Durch weitere Bodensenkungen Vorflut wieder gestört.

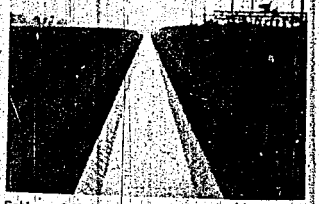


Abb. 4d Sohle um 0,90 m vertieft. Vorflutstörungen beseitigt.

Hat man mit dem kanalmäßigen Ausbau der Vorflut Gewähr für glatten Abfluß des Wassers geschaffen, so genügen im allgemeinen im Industriebezirk mechanische Kläranlagen, also Anlagen, die die absetzbaren Schwebestoffe aus dem Abwasser herausfangen. Schlammablagerungen in der Vorflut sind dann nicht mehr zu befürchten, Geruchsbelästigungen können bei Frischhaltung des Wassers nicht entstehen, und auch in ästhetischer Beziehung wird der Abfluß genügen. Nur für den Fall, daß etwa das Wasser der Vorflut noch in irgendeiner Weise genutzt werden soll, ist weitergehende Klärung notwendig, also im Falle, wenn etwa landwirtschaftliche, industrielle Nutzung oder gar Nutzung für Trinkwasserzwecke in Frage kommt. Dann muß, falls die Verdünnung nicht ausreicht, für noch weitergehende Reinigung, die meist in die Nähe der Schmutzquelle zu legen ist, gesorgt werden. Das ist zu überlegen bei der Mündung der Emscher in den Rhein und im Lippegebiet da, wo sich beim Heraustreten von Abwasserläufen aus Senkungs- und Industriegebieten der Charakter des Gebiets ändert.

Kläranlagen für häusliches Abwasser

Für das Emschergebiet war in dem Middeldorfschen Entwurf, bearbeitet von Wattenberg, angenommen worden, daß man den mechanischen Kläranlagen noch biologische Anlagen nachschalten sollte, ein Standpunkt, der auch, und zwar anfangs mit größter Schärfe, von den Behörden vertreten wurde. Durch den von Imhoff[1] später in der Abwassertechnik eingeführten Grundsatz der „Frischhaltung" des Abwassers konnte man, den kanalmäßigen Ausbau der Vorflut vorausgesetzt, die biologischen Körper ersparen, was sich für die Genossenschaft als außerordentlich wichtig und wirtschaftlich erwiesen hat[2]. Um diesen Grundsatz durchzuführen, konstruierte Imhoff, gestützt auf frühere Arbeiten und Konstruktionen von Clark, Birch und Travis, die späterhin als Emscherbrunnen weltbekannt gewordenen zweistöckigen Frischwasserkläranlagen. Soweit irgend möglich, wurde darin die Durchströmung des unter dem Absetzraum liegenden Schlammraums verhindert. Die im Jahr 1907 ausgeführte Kläranlage für Recklinghausen-Altstadt wurde vorbildlich für alle später sowohl bei der Emschergenossenschaft als auch im größten Umfang in und außerhalb von Deutschland, vor allem in Amerika ausgeführten derartigen Anlagen (Abb. 66). In Einzelheiten abweichend von dem Entwurf wurde im Jahr 1926 die Erweiterung der Kläranlage Bochum nach amerikanischem Vorbild mit quadratischem statt kreisrundem Querschnitt der Brunnen ausgestattet.

[1] Imhoff, Die Entwicklung der Abwasserreinigung im Emschergebiet, Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft".

[2] Beninde, Die Abwasserreinigung im Emschergebiet vom Standpunkt der Abwasserwissenschaft und der öffentlichen Gesundheitspflege, Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft".

Günther, Über offene Abwasserkanäle und Schlammtrockenplätze, Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft".

Bruns, Die Arbeiten der Emschergenossenschaft in hygienischer Beziehung, Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft".

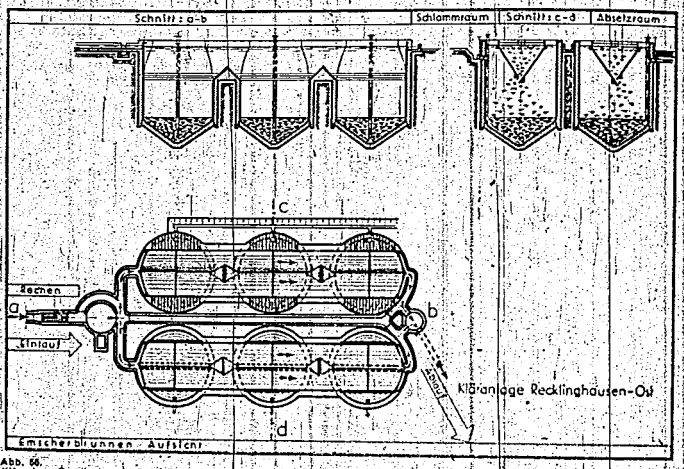


Abb. 66.
Kläranlage Recklinghausen-Ost. Erste Emscherbrunnenanlage, erbaut 1906 für 20 000 Einwohner. Faulraumgröße 654 m³.

Möglichst gleichmäßige Belastung der einzelnen Brunnen bzw. Schlammfaulräume wurde dabei durch Öffnungen in den Seitenwänden der Brunnen und durch die Möglichkeit des Überpumpens des Schlamms aus dem einen Brunnen in den andern angestrebt (Abb. 67). Zurzeit sind 24 Emscherbrunnenanlagen für rund 1 Million Einwohner im Emschergebiet in Betrieb, wozu im Lippegebiet noch 2 Anlagen für zusammen 15 000 Einwohner kommen. Die außerordentlichen Vorteile des Emscherbrunnens[24] liegen in seiner ungekünstelten, übersichtlichen Durchbildung, in der möglichsten Vermeidung von maschinellem Betrieb, in der einfachen, auf Anweisung durch jeden Ungeschulten möglichen Bedienung, damit im Zusammenhang in den niedrigen Unterhaltungs- und Betriebskosten. Die Nachteile, die vielfach behauptet werden, wie das oft gerügte Spucken, lassen sich bei zweckentsprechender Bedienung immer vermeiden. Die vielfach angepriesenen Verbesserungen stellen fast in allen Fällen nur eine umständlichere Konstruktion dar und verteuern den Bau und vielfach den Betrieb. Nicht verhindern läßt sich infolge der Schlitzverbindung das Eindringen von Faulraumwasser in den Absetzraum, von dem es dann in die Vorflut gelangt. Auch ist beim Bau infolge ungünstigen Untergrunds (hoher Grundwasserstand, Fließboden oder Fels) des öfteren die erforderliche Tiefe des Faulraums ein die Baukosten wesentlich erhöhender Umstand. Das Bestreben der Genossenschaft ging daher in den letzten Jahren dahin, Konstruktionen zu finden, die unter Aufrechterhaltung der durch den Emscherbrunnen gesicherten Vorteile billigere Ausführung möglich machten. Dabei spielte auch eine Rolle der Wunsch, andere Systeme zum Vergleich heranzuziehen, was ja bei den wasserwirtschaft-

[24] Imhoff, Die Schlammbehandlung in Emscherbrunnen, Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft".

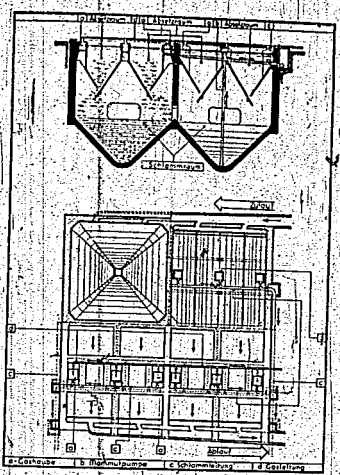


Abb. 67.
Kläranlage Bochum: Erweiterung der Emscherbrunnenanlage im Jahr 1928 für 80 000 Einwohner. Faulraumgröße 2500 m³.

lichen Verbänden in ganz andern Umfang durchführbar ist als bei andern Stellen. Der Leiter des Abwasseramts, Marinebaurat a. D. Dr.-Ing. Prüß, erhielt daher von dem Verfasser den Auftrag, Entwürfe für getrennte Schlammfaulung aufzustellen. Der Weg, der dabei zurückgelegt wurde, ist kenntlich durch die Erweiterung der Kläranlagen in Essen-Frohnhausen[27], Oberhausen und Essen-Nord[28], wo überall die Möglichkeit gegeben war, Vergleiche anzustellen für die verschiedenartige Ausführung bei sonst gleichen Abwasserverhältnissen. Als Ergebnis der Vergleiche glaubt der Verfasser feststellen zu können, daß — was ja eigentlich selbstverständlich ist — bei genügendem Absetzraum und zweckentsprechender Konstruktion überall die gleiche Klärwirkung erreicht werden kann. Bei kleineren Anlagen bis etwa 10 000 Einwohner wird der Emscherbrunnen vermöge seiner Einfachheit seine Überlegenheit über jedes andere System behalten. Bei größeren Verhältnissen werden meist Konstruktionen mit getrennter Schlammfaulung wirtschaftlicher sein, zumal bei ihnen künstliche Beheizung und damit größere Gasausbeute und kleinere Schlammfauträume billigere Herstellung ermöglichen und auch gegenüber mit Vorrichtungen für Gasverwendung versehenen Emscherbrunnen die Behandlung des Schwimmschlamms einfacher ist. Die bei getrennten Schlammfauträumen durch Heizung und Schlammtransport etwas größeren Betriebskosten spielen demgegenüber kaum eine Rolle. Bei getrennter Schlammfaulung gehört nach Ansicht des Verfassers die Zukunft wohl den Flachbecken mit maschineller Schlammausräumung[29], zum mindesten bei Großanlagen, wobei die in letzter Zeit vielfach erörterten Fragen, ob parallel verschiebbare oder kreisende Kratzer besser sind, ob parallele oder radiale Wasserführung[30] mehr zu empfehlen sei, insofern wohl müßig sind, als die meisten der im einzelnen in den Vordergrund gestellten Vorteile durch geschickte Konstruktion auch bei den andern Systemen erreicht werden können. Maßgebend für die zu wählende Ausführung wird immer die Wirtschaftlichkeitsberechnung sein. Durch Einziehung von Angeboten auf Grund verschiedener Entwürfe wird der Bauherr immer in der Lage sein, die für ihn günstigste Wahl zu treffen. Bei der konstruktiven Durchbildung der Anlagen der Genossenschaft ist Wert darauf gelegt, daß sich das zufließende Wasser schon kurz nach dem Einlauf beruhigt, daß möglichst wenig empfindliche Konstruktionsteile unter dem Wasserspiegel liegen, daß Maschinen grundsätzlich über diesem angeordnet und die in dem Wasser befindlichen gefährdeten Konstruktionsteile leicht auswechselbar sind, und daß sich der schwere Schlamm

[27] Prüß, Eine neue Frischwasserkläranlage für getrennte Schlammfaulung mit künstlicher Schlammumwälzung und künstlicher Beheizung; Ges. Ing. 1928, Nr. 7, 29 u. 44.
[28] Prüß, Die abwassertechnischen Maßnahmen der Emschergenossenschaft, Kleine Mitteilungen des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene 1927, Beiheft 5.
[29] Prüß, Flachbeckenkläranlagen mit Schlammkratzern, Ges. Ing. 1930, Nr. 18.
[30] Prüß, Flachbeckenkläranlagen mit Schlammkratzern, Meinungsaustausch mit Pöpel, Peters und Mader, Ges. Ing. 1930, Nr. 45 und 51.

in möglichster Nähe der Sammelstelle befindet. Eine wesentliche Rolle bei der Bauausführung der letzten Jahre spielte die Steigerung der Gasausbeute durch Temperaturerhöhung und durch Mischung des in den Faulräumen lagernden alten und des frisch ankommenden Schlamms[21]. Zum erstenmal wurde im rheinisch-westfälischen Industriegebiet bei der Kläranlage Essen-Nord der Versuch gemacht, das Faulgas zu verwerten. Die Konstruktion der Gashauben, die unter sich wieder durch Rohre verbunden waren, auf den einzelnen Emscherbrunnen zeigt die Abb. 68. Die von der Genossenschaft anfangs gehegte Hoffnung, daß sich für das hochwertige Faulgas eine besondere Verwendung finden ließe, ging nicht in Erfüllung. Sie war späterhin überall gezwungen, das Gas an Gasversorgungsanstalten abzugeben, soweit es nicht im eigenen Betrieb für Gasmas. inen benutzt werden konnte. Bei den erste. Anlagen der Emschergenossenschaft stellte sich im Durchschnitt die Gasausbeute aus den nicht durch großgewerbliche Schlammstoffe beeinflußten Faulräumen üblicher Größe (33 l/Einw.) auf 5 bis 7 l je Tag auf den Kopf der angeschlossenen Bevölkerung. Die an vielen Stellen durchgeführten Versuche und ihre Übertragung auf die Praxis zeigten, daß sich die Gasausbeute bei Belebung der Gärungsvorgänge in den Faulräumen durch Schaffung der hierfür günstigsten Temperatur wesentlich steigern läßt, und zwar unter den vorstehend genannten Voraussetzungen bei einer Temperatur von 25° C auf 10—12 l je Kopf und Tag aus etwa 33 l Faulrauminhalt je Einwohner. Bei der Beurteilung derartiger Zahlenwerte ist immer zu berücksichtigen, daß sie das Ergebnis von Beobachtungen an bestimmten Anlagen darstellen; sie können deshalb nicht verallgemeinert werden. Die Zusammensetzung des Abwassers ist bei verschiedenen Anlagen so abweichend voneinander, daß sehr wohl an andern Stellen auch andere Ergebnisse herauskommen können. Auf

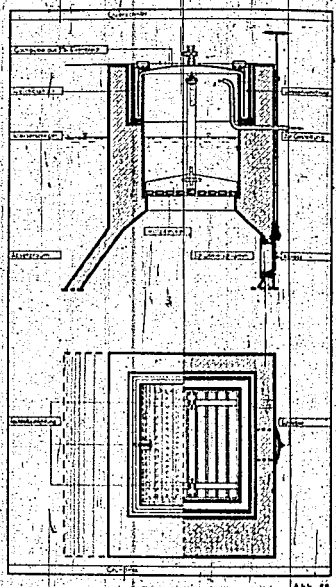


Abb. 68.
Gasfangvorrichtung für einen Emscherbrunnen.

diesen Umstand wird häufig bei Meinungsverschiedenheiten zu wenig Rücksicht genommen. Das Bestreben, die Temperatur zu beeinflussen, zeigt sich bei den von der Genossenschaft ausgeführten Anlagen in Essen-Frohnhausen und Oberhausen dadurch, daß der Faulraum zwischen die von warmem Abwasser durchflossenen Absetzräume gelegt und der Wärmedurchgang durch möglichst dünne Wände unterstützt wurde (Abb. 69 u. 70), bei den Kläranlagen Essen-Nord und Gelsenkirchen-Nord[22] durch Einschüttung der Faulräume (Abb. 71 u. 72). Da die Temperatursteigerung durch diese Maß-

[21] Blunk-Sierp, Gewinnung und Verwertung des Gases aus Faulräumen städtischer Kläranlagen, Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft".
Prüß, Fortschritte in der Ausfaulung von Abwasserschlamm, Verlag R. Oldenbourg, München 1928.

[22] Blunk, Schlammbehandlung auf der Kläranlage Gelsenkirchen-Nord, Ges. Ing. 1930, Nr. 16.

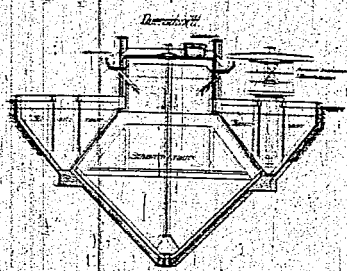


Abb. 69.
Kläranlage Essen-Frohnhausen. Erweiterungsbau mit 900 m³ großem, gemeinsamem Schlammlauftraum zwischen den Absetzräumen für 25 000 Einwohner. Tägliches Übernehmen des Frischschlamms durch verlegbare Klemmrohrpumpe. Gastangendecke oberhalb des Schlammspiegels, mit auf einer pochlegenden Saughaube. Zerstreuung des Schwimmschlamms durch 2 Absaugrohren. Wärmeisolierung des Faulraums gegen das Grundwasser und die Außenluft.

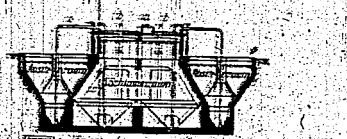


Abb. 70.
Kläranlage Oberhausen. Schnitt durch den Erweiterungsbau für 30 000 Einwohner. a) Gemeinde-Schlammlauftraum. Anstatt wie in Frohnhausen, Überleiten des Frischschlamms vom Absetzraum in den Faulraum durch drei fest angeordnete Mammutpumpen. c) Absetzraum. Absperrung des Frischschlamms in den Einlaßtaschen unter dem Absetzraum für 2–3 Tage. d) Gashaube. b) Mischpumpen.

nehmen immerhin nur gering sein kann, ging auch die Genossenschaft zu künstlicher Beheizung über[31].

In den Schlammraum eingebaute Heizrohre verkrusten mit der Zeit und vermindern so die Wärmeabgabe. Zweckmäßiger ist es, Heizschlangen in den vor dem Faulraumwasser eingenommenen Teil so anzuhängen, daß sie ohne Öffnung der Gastangdecke zur Reinigung herausgezogen werden können. Das macht die Durchmischung des ganzen Faulrauminhalts erforderlich, die bei der Genossenschaft mit einer Mischpumpe durchgeführt wird (Abb. 73). Auch läßt sich hier in die Faulbehälter zu pumpende Schlamm vor Eintritt in die Behälter auf eine Temperatur bringen, die bei Durchmischung den Schlamm des Faulbehälters die günstigste Temperatur mitteilt (Abb. 72).

Viel umstritten ist die Frage der Durchmischung alten und frisch ankommenden Schlamms[32]. Nach den Betriebserfahrungen der Genossenschaft läßt sich bei Durchmischen des frisch eingeführten mit reiferem Schlamm saure Gärung vermeiden und außerdem die Zersetzung des alten Schlamms beschleunigen[33]. Das ermöglicht eine entsprechend kleine Dimensionierung der Faulräume. Die Gefahr, daß etwa bei Ablassen des Schlamms bei Durchmischung nicht ausgefaulter Schlamm mitabfließt, was aber immer nur in prozentual unbedeutendem Umfang der Fall ist, läßt sich vollständig vermeiden, wenn man den untersten Teil des Faulraums, in dem sich der abzulassende Schlamm aufhält, von

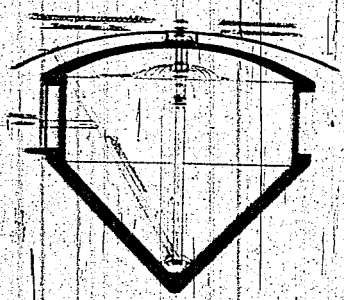


Abb. 71.
Kläranlage Essen-Nord. Mit Eisen eingedeckter, selbständiger Faulraum von 1350 m³ Inhalt, künstlicher Durchmischung des Schlammes.

[31] Prüß, Beschleunigung der Zersetzung in Schlammfaulräumen. Technisches Gemeindeblatt 1927/28, Nr. 5/6. Prüß, Zur Frage der Selbsterwärmung in Schlammfaulräumen. Ges. Ing. 1929, Nr. 16.

[32] Bach, Selbsterwärmung des Klärschlamms. Technisches Gemeindeblatt 1930, Nr. 9.

[33] Husmann, Wasserstoffionenkonzentrationen bei der Schlammzersetzung in Faulräumen. Ges. Ing. 1930, Nr. 6.

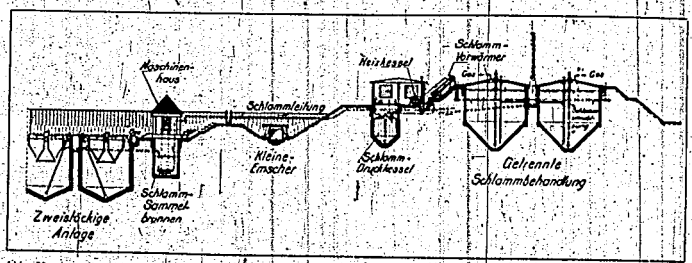


Abb. 72.
Kläranlage Gelsenkirchen-Nord. Schlammergänzungsbehälter von zusammen 3600 m³ Inhalt für den Schlammanfall von 100 000 Einwohnern, dem große Mengen Eisenschlamm und Kohlenschlamm beigemengt sind. Künstliche Beheizung der durch Erdeinschüttung wärmeisolierten Faulbehälter durch Einführen des in einem Vorwärmer außerhalb der Behälter überheizten Frischschlamms. Wärmeverteilung auf den ganzen Behälterinhalt durch künstliche Schlammdurchmischung.

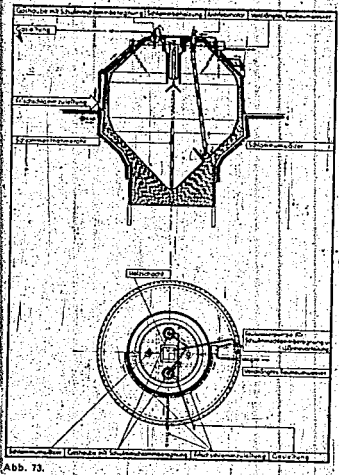


Abb. 73.

Kläranlage Essen-Nord. Künstlich beheizter Faulbehälter von 2000 m³ Inhalt. Heizrohre herausziehbar. Wärmeverteilung durch Schlammumpumpen, dabei Zerstörung der auf kleiner Oberfläche zusammengeführten Schwimmdecke, unten Eindickspitze für den reifen Schlamm.

der Durchmischung ausschließt, wie dies in Frohnhausen durchgeführt und auch bei den jetzt im Bau befindlichen Schlammbehältern in Essen-Nord vorgesehen ist (Abb. 73).

Bei den Anlagen der Verbände wurde festgestellt, daß der Kohlensäuregehalt des Faulgases bei getrennten Schlammräumen bis etwa 10% höher sein kann als bei zweistöckigem Betrieb, bei dem die Kohlensäure durch durchströmendes Wasser ausgewaschen wird. Eine weitere nennenswerte Steigerung des CO_2-Gehalts des Faulgases infolge der Durchmischung des alten mit dem frischen Schlamm wurde bei den Anlagen der Verbände nicht gefunden[36]. Auch hier sind bei anderer Beschaffenheit des Abwassers abweichende Ergebnisse durchaus denkbar. Die Beschaffenheit des von Zeit zu Zeit abzulassenden Faulraumwassers, das im Vergleich zu dem geklärten Abwasser an Menge nur gering ist, spielt nur eine untergeordnete Rolle. Wesentliche Unterschiede gegenüber demjenigen eines Faulraums mit ruhender Schlammzersetzung wurden nicht festgestellt. Hat man Bedenken gegen die Einleitung des Faulraumwassers in die Vorflut, so läßt es sich in einfacher Weise reinigen. Durchgeführt wird die

[36] Prüß, Faulgasmenge sowie Schwimmschlammbehandlung in Schlammfaulbehältern. Ges. Ing. 1930, Nr. 36.

Durchmischung, die sich natürlich auch auf anderm Wege erreichen läßt, bei der Genossenschaft mit einem Schraubenschaufler, dessen Einrichtung Abb. 74 kenntlich macht. Er bewirkt auch die für die Schlammzersetzung sehr günstige Zertrümmerung größerer Schlammteile. Die Versuche amerikanischer Abwasserfachleute zu einer weiteren Steigerung der Faulgeschwindigkeit durch Anwendung thermophiler Bakterien im Temperaturbereich von etwa 45° bis 55° C Faulraumtemperatur werden von der Genossenschaft aufmerksam verfolgt und nachgeprüft. Ein Versuch im großen in einem der neuen Faulbehälter der Kläranlage Gelsenkirchen-Nord ergab kein klares Bild[32], da hier die Schlammbeschaffenheit stark schwankt. Dem städtischen Schlamm werden dort stoßweise große Mengen von Eisensalzen und auch von teerhaltigem Kohlenschlamm zugeführt, Umstände, die anscheinend die Lebensmöglichkeit thermophiler Bakterien schädlich beeinflussen. Um ein klares Bild über die wichtige Frage der thermophilen Schlammzersetzung zu gewinnen, ist auf der Kläranlage Frohnhausen eine Versuchsanlage in Betrieb genommen worden, da hier eine schädliche Beeinflussung der Versuche durch gewerbliche Zuflüsse nicht vorkommen kann. Die Möglichkeit, die Faulvorgänge bei getrennter Schlammfaulung beschleunigt und daher in wesentlich kleineren Räumen durchführen zu können als bei zweistöckigen Anlagen, erscheint als ein besonderer Vorteil der getrennten Faulräume. Selbstverständlich lassen sich bei Emscherbrunnen durch Einschränkung des unter der Absetzrinne liegenden Faulraums und Ausführung von Ergänzungsbehältern annähernd ähnliche Verhältnisse schaffen wie bei getrennter Schlammfaulung, wenn dann auch der über dem Schlitz liegende verlorene Faulraum die Wirtschaftlichkeitsberechnung naturgemäß stark beeinflußt. Schwierigkeiten macht bei Faulräumen häufig die Schwimmdeckenbildung. Sie wird bei den getrennten Faulräumen der Genossenschaft in den letzten Jahren durch den oben beschriebenen Schraubenschaufler vermieden. Die Schwimmdecke wird täglich zertrümmert, sinkt mit dem aufgespritzten Bodenschlamm ab und wird auf diese Weise in den Faulprozeß mit einbezogen[33]. Der Betrieb der genossenschaftlichen Anlagen

[32] Bach, Über Gasungsfähigkeit von Schwimmdeckenmaterial (Schwimmschlamm) aus Faulräumen der Emscherbrunnen. Ges. Ing. 1930, Nr. 49.

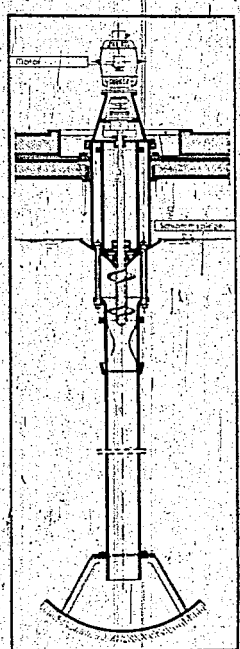


Abb. 74. Schraubenschaufler zur vertikalen Durchmischung des Schlamms in einem Faulbehälter. Die eigentliche Schraubenpumpe bei Überholung zur Behälterdecke herausziehbar. Zur Zertrümmerung der Schwimmdecke ist in der Auswurföffnung eine besondere Wurfschraube.

[33] Prüß, Neuerungen bei der mechanischen Abwasserklärung und der Schlammbehandlung. Bauamt und Gemeindebau 1930, Nr. 17.

hat sich seit einigen Jahren wesentlich verbilligen lassen durch Aufbringen des Schlamms unmittelbar auf Ablagerflächen, also ohne Vortrocknung auf Schlammbeeten. Hielt man die neu aufzubringende Schlammschicht unter 10 cm, so gelang es immer, diesen — vorausgesetzt, daß er gut ausgefault war — an der endgültigen Ablagerungsstelle zu trocknen. Die Kosten der Behandlung des Schlamms vom Herausholen aus dem Schlammraum bis zur endgültigen Lagerung ließen sich dabei um 60% ermäßigen. Gelungen ist es auch, vor allem bei den Flachbeckenanlagen mit maschineller Ausräumung, die Sandfänge zu vermeiden, da die hier geschaffenen Einrichtungen die Weiterbeförderung des Sandes ohne weiteres zulassen. Auch damit ist eine nicht unwesentliche Verbilligung der Betriebskosten verbunden.

Für häusliche und gewerbliche Abwässer gemeinschaftliche Kläranlagen

Im allgemeinen nehmen Emschergenossenschaft und Lippeverband die in ihrem Bezirk anfallenden gewerblichen Abwässer mit Ausnahme derjenigen der Hochofenwerke, der Kohlenwäschen und der Nebenproduktenanlagen der Kokereien, in ihren auch für die häuslichen Abwässer bestimmten Vorflut- und Reinigungsanlagen auf. Der Standpunkt, daß die Durchmischung beider Arten von Abwässern richtig ist, wird auch von ihnen vertreten. Die oben genannten Ausnahmen werden gemacht, da diese Abwässer die Ausfaulung des häuslichen Schlamms erschweren oder gar verhindern. In diesem Sinne sind mit wenigen Ausnahmen sämtliche für häusliches Abwasser ausgeführten Kläranlagen gemeinschaftliche. Als häusliche Kläranlagen werden sie geführt, wenn der Anteil des häuslichen Schlamms Ausfaulung notwendig macht. Die Zuführung von gelösten sauren Eisensalzen aus Werken wirkt fördernd auf den Kläreffekt, da auch die im Abwasser enthaltenen feinsten Schwebestoffe und z. T. auch Kolloide ausflocken und zum Absetzen gebracht werden. Verbunden damit ist aber erhöhter Anfall von Schlamm. Die Größe der Schlammräume geht daher in manchen Fällen weit über das normale Maß hinaus und beträgt stellenweise bis zu 60 l auf den Einwohner gerechnet. Um sie möglichst billig herstellen zu können, ging das Bestreben der Genossenschaft dahin, immer größere Einheiten zu bauen. Während die früher gebauten Ergänzungsbehälter auf den Kläranlagen der Emschergenossenschaft nur einen Inhalt von 500 bis 600 m³ hatten, hat der in Essen-Nord aufgestellte Ergänzungsbehälter 5 bei einer Länge von 40 m und einer Breite von 8 m schon einen Rauminhalt von 1500 m³ (Abb. 71). Die in Essen-Nord zurzeit im Bau befindlichen zwei neuen Faulbehälter mit der aus der Abb. 73 ersichtlichen Ausbildung werden einen Inhalt von je 2000 m³ haben. Die Kosten für den Kubikmeter Faulraum stellen sich bei den letzteren auf rund 50 RM.

Der Umstand, daß der ganze Emscherbezirk und auch die von dem Lippeverband in Behandlung genommenen Teile des Lippegebiets von Kohlenindustrie in großem Maße in Anspruch genommen sind, bringt es mit sich, daß die Vorflut trotz der Vorschrift, daß Kohlenschlamm auf den Zechen zurückzuhalten ist, davon große Mengen enthält. Es läßt sich gar nicht vermeiden, daß von mehr als 200 Schachtanlagen mit oder ohne Absicht Schlamm abgestoßen wird. Die Menge des in der Emscher enthaltenen absetzbaren Kohlenschlamms beträgt an der Mündung in den Rhein in nassem Zustand rund 500 000 m³ im Jahr. Auch gelangt Teer und Phenol, auf welch letzteres später noch des näheren eingegangen werden wird, in die Vorflut. Über den Einfluß, den diese Verschmutzung der Emscher auf den Rhein ausübt, ist in der Denkschrift eingehend berichtet worden[*]. Sie war mit der Anlaß, daß die Zurückhaltung des Schlamms in genossenschaftlichen Anlagen beschlossen wurde. Für einige Jahre konnte man sich durch Auflandungsbecken helfen. Das sind einfache Erdbecken, in denen der Schlamm liegen bleibt.

[*] Helbing und Bach, Das Abwasser der Kokereinebenproduktenanlagen im Emschergebiet.

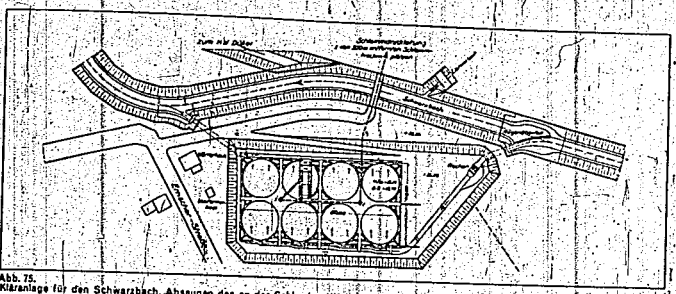


Abb. 75.
Kläranlage für den Schwarzbach. Absaugen des an der Sohle des Klärbeckens in etwa 1 m Stärke aufgespeicherten, nicht fäulnisfähigen Schlamms durch einen kreisenden Bagger unter Wasserzusatz und Fortdrücken auf die Trockenteiche.

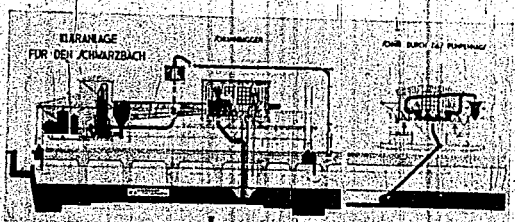


Abb. 76.
Kläranlage für den Schwarzbach. Schnitt durch den Schlammausräumungsbagger. Der Bagger von einer der kreisförmigen Kranbahnen zur andern durch Niederschraubenräder verfahrbar. Ansaugen des Schlamms durch Membranpumpe, Fortdrücken auf 800 m Entfernung durch Druckluft.

Ihre Lebensdauer war beschränkt durch ihre Aufnahmefähigkeit, da der einmal abgelagerte Schlamm nicht entfernt wurde. Sie sind inzwischen außer Betrieb gesetzt. Auch die Kläranlage Schwarzbach, die ebenfalls in der Denkschrift näher beschrieben worden ist (Abb. 75 u. 76), konnte außer Betrieb gesetzt werden, nachdem durch weitergehende Maßnahmen an anderer Stelle Sicherheit für das Herausfangen des Schlamms gegeben war. Diese wird gewährleistet durch die im Norden von Essen für das gesamte Emscherwasser errichtete Flußkläranlage Karnap, mit der jährlich 250 000 m³ Schlamm in stichfestem Zustand mit 50% Wassergehalt der Vorflut fern gehalten werden (Abb. 77 u. 78)[40]. Sie ist eine typische gemeinschaftliche Kläranlage, da auch das Abwasser von 850 000 Einwohnern, das bis dahin noch keine Kläranlage durchflossen hat, in ihr gereinigt wird. Der abgesetzte Schlamm, der

[40] Prüß, Die Emscherkläranlage bei Essen-Karnap, Ges. Ing. 1929, Nr. 35, 36 und 37.

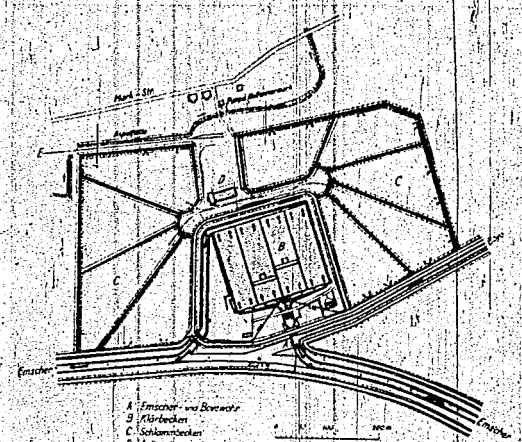


Abb. 77.

Emscherflußkläranlage bei Karnap. 2 Std. Absetzzeit der Emscher, Mittelwassermenge von 10 m³ s. Schwimmende Schlammsaugebagger zur Ausräumung von täglich 2000 m³ Naßschlamm auf die Trockenteiche.

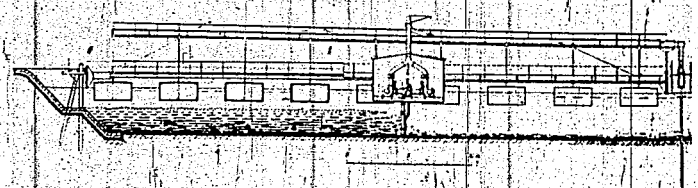


Abb. 78.

Emscherflußkläranlage bei Karnap. Schnitt durch den Schwimmbagger mit dem schwimmenden Führungssteg zwischen der äußeren geböschten Klärbeckenwand und dem mittleren Führungssteg aus Eisenspundbohlen. Saugekopf des Baggers mit Einrichtungen zum Verdünnen des fest abgelagerten Schlamms.

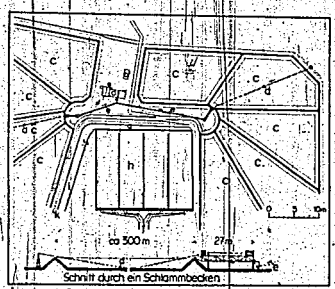


Abb. 79.
Emscherflußkläranlage bei Karnap. Schraperanlage zur Ausräumung von jährlich 250 000 m³ stichfesten Schlamms aus den Trockenbecken. a) Trockungsanlage, b) Schalthaus und Werkstatt, c) Schlammplätze, d) Schraper, e) Transportband, f) Einlauf der Kläranlage, g) Ablauf der Kläranlage, h) Kläranlage, i) Abfluß zur Emscher, k) Staubleitung zum Kraftwerk.

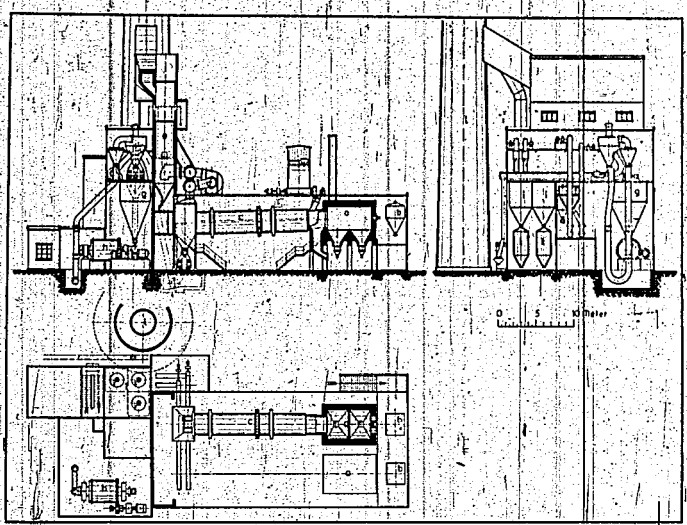


Abb. 80.
Emscherflußkläranlage bei Karnap. Trocken- und Mahlanlage für den Emscherschlamm. Austreiben des Wassergehalts in innenbeheizten Drehrohrtrockentrommeln. Entstaubung der Brüden durch Elektrofilter, Entgeruchung durch Chlorgas. Jahresleistung 125 000 t Trockenstaub. a) Brennkammer, b) Brennstaub, c) Trockentrommel, d) Ventilator, e) Elektrofilter, f) Vorsichter, g) Bunker für Trockenschlamm, h) Mühle, i) Staubbunker, k) Staubförderung, l) Schornstein.

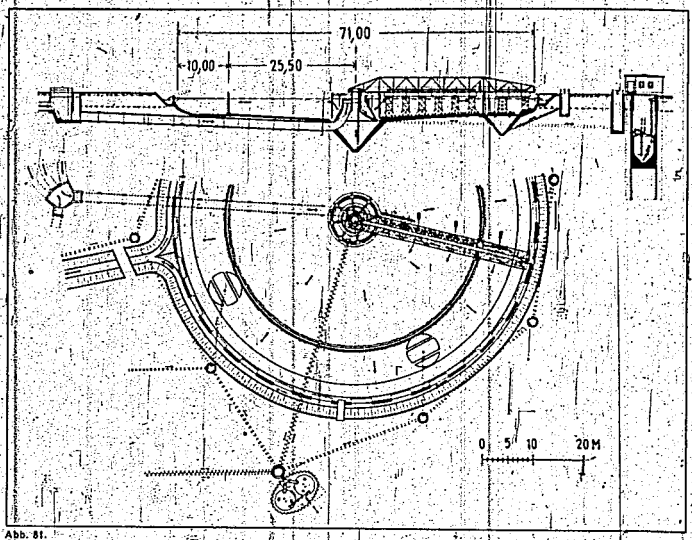


Abb. 81.
Geplante Kläranlage an der Mündung der alten Emscher in den Rhein zur Behandlung von tek. 3,5 m³ Abwasser mit 2 Stunden Absetzzeit in 2 Einheiten von 71 m ⌀. Schlammtransport in den mittleren Eindickbrunnen bzw. in kleinere Schlammsammelbrunnen in der äußeren Feinklärzone durch kreisende Schlammkratzer.

beladen ist mit Teer, Öl, Phenol und andern aus gewerblichen Betrieben stammenden Bestandteilen, enthält zwar viele fäulnisfähige Stoffe; er kann aber trotzdem durch Ablagerung in Erdbecken getrocknet werden, ohne daß Belästigungen entstehen. Die großen Mengen des gewonnenen Schlamms machen da er auf die Dauer in wirtschaftlich noch vertretbarer Entfernung nicht abgelagert werden kann, seine Vernichtung notwendig. Voraussichtlich wird dies durch Verbrennen erreicht werden können, da der Erlös hieraus bei der immerhin bedeutenden Kalorienzahl (etwa 4000) die Kosten für Zins und Tilgung einer Trocken- und Mahlanlage und für deren Betrieb deckt (Abb. 79 u. 80).

Besondere Schwierigkeiten können eintreten, wenn sich im Lauf der Zeit die beim Entwerfen einer Anlage gemachten Voraussetzungen ändern. In Zeiten des Aufschwungs, beim Neuentstehen von industriellen Werken ist diese Gefahr besonders groß. Bei einer für das untere Emschergebiet gebauten Emscherbrunnen-Kläranlage wurde der Anteil des industriellen Abwassers so groß, daß die Fäulnisvorgänge vollkommen unterbunden wurden und

die Entfernung des Schlamms aus den Faulräumen der Emscherbrunnen technisch unmöglich wurde. Die Anlage mußte aufgegeben werden. In Fällen, in denen mit derartigen Umständen zu rechnen ist, kann mit Vorteil das Flachbecken mit maschineller Ausräumung Anwendung finden. Hier wird man es immer in der Hand haben, sich etwa veränderten Verhältnissen anzupassen. Hat man im Anfang Ausfaulung nicht vorgesehen, kann man bei Änderung der Verhältnisse nachträglich Ergänzungsfaulbehälter bauen oder ihren Betrieb aufgeben, hat man sie von vornherein vorgesehen und erweisen sie sich als unnötig. So hat die Genossenschaft nunmehr an Stelle der eben erwähnten aufgegebenen Kläranlage im unteren Emschergebiet jetzt eine Flachbeckenanlage in Aussicht genommen, die auch schon die ministerielle Genehmigung gefunden hat. Vielfache Versuche haben gezeigt, daß am billigsten Anlagen mit möglichst großem Fassungsraum werden. Schwierig ist bei derartig großen Einheiten die Ausschaltung der schädlichen Folgen der durch Bergbau verursachten Bodensenkungen, was sich aber mit ausreichender Sicherheit durch zweckentsprechende konstruktive Ausbildung erreichen läßt (Abb. 81).

Biologische Reinigung

Biologische Reinigung spielt in dem Arbeitsgebiet der Emschergenossenschaft eine nachgeordnete Rolle; im Lippegebiet dagegen kommen des öfteren Fälle vor, in denen die mechanische Reinigung nicht ausreicht, vielmehr die Erreichung von Fäulnisunfähigkeit des Abwassers erforderlich ist. Die Geschäftsführung hat daher die Fortschritte auf dem Gebiet der biologischen Reinigung in mehreren Versuchsanlagen verfolgt und auch einige Gebrauchsanlagen ausgeführt.

Der Ansicht, daß ganz allgemein das Belebtschlammverfahren Tropfkörpern vorzuziehen ist, können die Verbände nicht zustimmen, wenn auch nicht verkannt wird, daß das Belebtschlammverfahren gegenüber Tropfkörpern wesentliche Vorteile besitzt, daß es insbesondere die Reinigung bis zu einem Grad durchzuführen vermag, der bei Tropfkörpern nicht erreichbar ist. Zweifelsohne verlangt aber das Belebtschlammverfahren, ständige hochwertige Überwachung. Auch kleinere Betriebsfehler, Temperaturschwankungen, Zuführung schädlicher Substanzen können den Reinigungsprozeß zunichte machen, während man den Tropfkörperanlagen größte Betriebssicherheit und Unempfindlichkeit nachrühmen muß. Fliegenplage hat sich auf den von den Verbänden betriebenen Tropfkörperanlagen nicht besonders unangenehm bemerkbar gemacht. Man kann wohl annehmen, daß

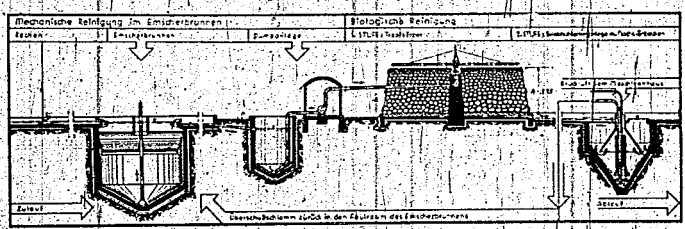


Abb. 82.

Biologische Kläranlage Holzwickede für 5000 Einwohner. Belebtschlammanlage dem Tropfkörper nachgeschaltet.

Tropfkörperanlagen – genügt als Reinigungseffekt Fäulnisunfähigkeit des Abwassers – bei einem Anschluß von weniger als 30 000 Einwohnern sehr wohl in Wettbewerb treten können und häufig vorzuziehen sind, da bei diesen im allgemeinen genügend geschultes Aufsichtspersonal gestellt werden kann[41].

Gut bewährt hat sich die Kombination von biologischen Tropfkörpern mit nachgeschaltetem Belebtschlammbecken. Sie hat den Vorteil, daß durch die Tropfkörper die Belebtschlammanlage vor Zufälligkeiten durch stoßweise Belastung oder Zuleitung von Giftstoffen geschützt wird (Abb. 82).

Reinigung des Abwassers durch landwirtschaftliche Ausnutzung hat sich bei den beiden Verbänden bis jetzt noch nicht durchführen lassen, trotzdem das Gesetz des Lippeverbands die Förderung der Landeskultur vorschreibt, und infolgedessen bei jedem neuen Entwurf die Frage der Möglichkeit landwirtschaftlicher Nutzung geprüft wird. Die Durchführung scheiterte immer an den hohen entstehenden zusätzlichen Kosten. Aussicht auf Verwertung dürfte sich nur da ergeben, wo die Höhenverhältnisse Verrieselung ohne Pumpbetrieb gestatten und wo gleichzeitig der Boden für die Aufnahme des Abwassers geeignet ist. Die großen Hoffnungen, die von mancher Seite auf die Gewinnung der „Riesenwerte, die im Abwasser stecken", gesetzt werden, dürften nur in den seltensten Fällen in Erfüllung gehen[42].

Als ähnlich unempfindlich gegen schädigende Zuflüsse wie die Tropfkörper haben sich auch Tauchkörper in Form von „Emscherfiltern" erwiesen[43], die die Verbände mehrfach zur biologischen Reinigung organisch verschmutzten gewerblichen Abwassers (Phenolabwasser, Preßhefeabwasser) in Betrieb gehalten haben. Bei diesen Abwasserarten ist die einzublasende Luftmenge so groß, daß die Gefahr der Verschlammung der Tauchkörper vermieden wird. Zur Reinigung normal verschmutzten städtischen Abwassers sind die Tauchkörper nicht verwendet worden, da billige, betriebssichere Einrichtungen zur Vermeidung der Verschlammung kaum zu finden sind.

Industrielle Abwässer[44]

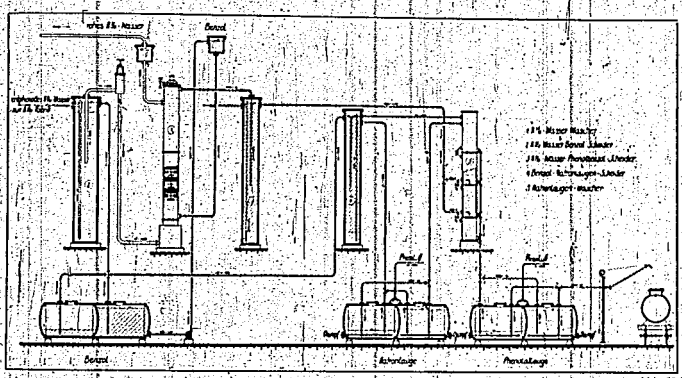
Das für den Geschäftsbereich der Emschergenossenschaft und des Lippeverbands gefährlichste ist das aus den Nebenproduktenanlagen der Kokereien stammende phenolhaltige Abwasser. Es gibt, wenn es auch nach dem Ausbau der Vorflut im Bezirk selbst an sich nicht schädlich ist, immerhin Anlaß zu dem vielfach auftretenden starken, widerlichen Geruch nach Karbol, vor allem aber in Verbindung mit den aus den industriellen Betrieben stammenden Abgängen von Teer, Öl, Benzin und andern Substanzen zur Schädigung der Fischerei- und Wasserversorgungsinteressen des Rheins. Die absetzbaren, durch die Emscher in den Rhein gelangenden Schmutzstoffe führen zur Sterilisierung der Ufer, zerstören die Fischnahrung und vertreiben so die Standfische. Die gelösten Stoffe sind vor allem schädlich für die Wanderfische, Lachs und Aal, die einen widerwärtigen Geschmack annehmen und unverkäuflich werden. Beeinträchtigung der Wasserversorgung aus dem Rhein durch Abwässer, die mit Bestimmtheit zum großen Teil aus dem Industriebezirk stammen, machen sich bis nach Holland bemerkbar. Dieser Umstand in Verbindung mit der Absicht, den Rhein als reinen Fluß zu erhalten, machen es den Verbänden zur Pflicht, die schädlichen Stoffe fernzuhalten. Wesentliche Besserung bringt schon die obengenannte Emscherflußkläranlage bei Karnap, die in Verbindung mit dem niedergeschlagenen Kohlen-

[41] Prüß, Über die Entwicklung der neuen Abwasserreinigungsverfahren, Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen 1928.

[42] Prüß, Reinigung oder landwirtschaftliche Verwertung städtischen Abwassers? Grünland und Landeskultur 1930, Nr. 23.

[43] Bach, Der Emscherfilter, eine neue Form des biologischen Körpers für Abwasserreinigung, Wasser und Gas 1925 26, Nr. 9.
Bach, Zur Wirkungsweise von Tauchkörpern, Technisches Gemeindeblatt 1928, Nr. 16.

[44] Prüß, Die Behandlung des gewerblichen Abwassers im Emschergebiet, Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft".



Schema einer Entphenolungsanlage für das Gasrohwasser einer Zechenkokerei nach dem Benzolwaschverfahren. Abb. 83.

schlamm nach sorgfältigen Feststellungen außerdem einige 100 t Phenol und 2300 t sonstige schädliche Substanzen, wie Teer und Öl, zurückhält.

An gelöstem Phenol flossen dem Rhein, bevor die Genossenschaft eingriff, jährlich etwa 10 000 t zu. Alle Versuche, das Phenol durch Behandlung des Abwassers zu vernichten, schlugen fehl. Behandlung in Emscherfiltern ließ sich mit wirtschaftlichen Mitteln nicht durchführen, wäre im Erfolg auch immer unsicher gewesen, da der Betrieb der Anlagen sorgfältigste Wartung erfordert, die man den einzelnen Zechen hätte überlassen müssen[45]. Der einzig gangbare Weg schien daher, die Fabrikationsmethode der Nebenproduktenbetriebe so umzugestalten, daß Phenole mit dem Abwasser nicht mehr abgestoßen wurden. Dies gelingt bis zu 90% durch Auswaschen des Phenols im Fabrikationsbetriebe mit einem Waschmittel, am zweckmäßigsten mit Benzol[46]. Dabei kann dies letztere, durch Destillation oder durch Waschen mit Natronlauge von aufgenommenem Phenol befreit, erneut in den Fabrikationsprozeß zurückgeführt werden. Wirtschaftlich aber läßt sich dieses Verfahren, das nach einem Patent Pott-Hilgenstock arbeitet, nur durchführen, wenn in dem Ammoniakwasser der Kokereien, dessen Prozentgehalt zwischen 1 g/l und 5 g/l schwankt, mindestens 1,5 g/l enthalten sind (Abb. 83). Dann gelingt es, die entstehenden Kosten für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals der Extraktionsanlagen, für Betrieb und Verwaltung durch Verkauf des gewonnenen Produkts bei normalen Wirtschaftsverhältnissen zu decken. Im Emscher- und Lippegebiet ließe sich dann

[45] Bach, Phenolhaltige Abwässer und ihre Reinigungsmöglichkeit, Zeitschrift für angewandte Chemie 1926, Nr. 37.
Bach, Über die Reinigungsmöglichkeit der Abwässer aus Nebenproduktenanlagen der Kokereien und Gaswerke, Gas- und Wasserfach 1926, Nr. 42.

[46] Wiegmann, Die Arbeiten der Emschergenossenschaft zur Gewinnung des Phenols aus Ammoniakabwasser der Ruhrzechen, Glückauf 1928, Nr. 13 und 14.
Wiegmann, Weitere Ergebnisse der Anlagen zur Gewinnung des Phenols aus Ammoniakwasser, Glückauf 1928, Nr. 19.
Wiegmann, Die Auswaschung der Phenole aus dem Gaswasser der Kokereien im Hinblick auf die bekanntesten Verfahren zur Gewinnung der Nebenprodukte, Brennstoffchemie 1930, Nr. 14 und 15.

nach den Produktionsverhältnissen der Kokereien in Verbindung mit den Verkaufsmöglichkeiten am Phenolmarkt etwa die Hälfte des dem Rhein zufließenden Phenols gewinnen. Die Emschergenossenschaft stellte ein Programm auf, wonach auf 24 Kokereien mit 30 000 t Ammoniakerzeugung und 6000 t Phenol im Jahr Anlagen errichtet werden sollten. Der Erfolg mußte in Verbindung mit der Wirkung der Emscherflußkläranlage der sein, daß dem Rhein nicht mehr schädliche Substanzen zuflossen als vor dem Jahre 1910, das ist der Zeitpunkt, vor dem Klagen über die Beeinflussung des Rheins nicht bekannt sind. Der Niedergang der Wirtschaft, der zurzeit (Mai 1931) die Koksproduktion auf etwa die Hälfte der Produktion des Jahres 1929 hat sinken lassen, der außerdem den Preis für Phenol und Kresol um ebenfalls etwa 50% gedrückt hat, mußte die Emschergenossenschaft veranlassen, das Herstellungsprogramm zu strecken, und nötigte den Lippeverband, von dem Bau von Extraktionsanlagen vorläufig abzusehen. Ausgeführt sind zurzeit nur 12 Anlagen, von denen wegen endgültiger Aufgabe des Kokereibetriebs zwei, wegen vorübergehender Aufgabe zurzeit weitere zwei stilliegen. Auf den noch in Betrieb befindlichen Extraktionsanlagen werden, der Einschränkung der Produktion entsprechend, zurzeit nur 1100 t, auf das Jahr gerechnet, gewonnen. Da aber, der verringerten Kokserzeugung entsprechend, zurzeit nur 6000 t Phenol anfallen, müssen die Verhältnisse im Rhein in Verbindung mit der Wirkung der Emscherflußkläranlage zurzeit günstiger sein als vor dem Jahre 1910. Bei Eintritt einer besseren Wirtschaftskonjunktur wird die Genossenschaft ihr Bauprogramm wieder aufnehmen.

Die Geschäftsführung verfolgt eifrig alle von anderer Seite vorgeschlagenen Wege zur Gewinnung des Phenols. Sie hat bis jetzt aber feststellen müssen, daß keine der anderweitig empfohlenen Methoden mit billigeren Mitteln zu dem von ihr erreichten Erfolg führen können.

Große Schwierigkeiten haben sowohl die Emschergenossenschaft als auch der Lippeverband mit den Abwässern von Hefefabriken. Diese enthalten ungewöhnlich große Mengen von leicht zersetzlichen, Schwefelwasserstoff bildenden organischen Substanzen und Schwefelsalzen. Grundsätzlich sollten derartige Werke nur an großen Vorflutern liegen, da das Abwasser dann, gelangt es unzersetzt in diese, bei einer Verdünnung von 1 : 25 — wie durch Versuche im Laboratorium der Emschergenossenschaft festgestellt wurde — fäulnisunfähig und von dem Vorfluter verdaut wird. In einem Fall wird die Lösung der Abwasserfrage gefunden durch Herstellung eines besonderen Abwasserkanals von dem Werk bis unmittelbar in den Lippestrom. In einem andern Fall aber, wo nur kleine Vorfluter in wirtschaftlich erreichbarer Nähe zur Verfügung standen, mußte versucht werden, das Abwasser unschädlich zu machen. Festgestellt wurde, daß dies mit Emscherfiltern gelingt. Da die Anlage- und vor allen Dingen die Betriebskosten dem in Frage kommenden Werk zu hoch erschienen, änderte es seinen Betrieb insofern ab, als das bis dahin in die Vorflut abgestoßene Abwasser nunmehr verdampft wird unter Gewinnung von Pottasche. Nach den Angaben des Werks soll der Erlös für das gewonnene Produkt die Gewinnungskosten decken. Trifft dies zu, so muß dieser Weg als der für die Hefefabriken richtigste bezeichnet werden.

Zu großen Mißständen führte auch das Abwasser einer ebenfalls an einem nur kleinen Vorfluter im Lippegebiet gelegenen Zuckerfabrik. Die Genossenschaft hat umfangreiche Versuche angestellt über die Möglichkeit der Landbehandlung des nicht vorbehandelten Abwassers. Die Diffusions- und Schnitzelpreßwässer, von denen während der Kampagne täglich etwa 1500 m³ anfallen, wurden mit Rücksicht auf das stark wellige Gelände durch einen Weitstrahlregner verteilt, der sich technisch durchaus bewährt hat. Die Abb. 84 zeigt die Beregnungsanlage in Betrieb. Es wurde eine tägliche Wassermenge von im Durchschnitt 20 mm Regenhöhe auf die Felder verteilt; trotz des stark lehmhaltigen Bodens versickerte das Wasser in den ersten Wochen

Bezeichnung der Anlage	Jahr	Stand bei Inbetriebnahme und Erweiterungen					Bestand 1930				
		Einwohner	Absetzraum	Wasser am Tage	Schlammraum	Naßschlamm im Jahr	Einwohner	Absetzraum	Wasser im Tage	Schlammraum	Naßschlamm im Jahr
			m³	m³	m³	m³		m³	m³	m³	m³
1. Recklinghausen-Ost	1907	20 000	330	9 000	654	1 300					
Recklinghausen-Ost	1928	23 000	670	10 000	1 360	4 000	23 000	670	10 000	1 360	4 000
2. Holzwickede	1907	3 500	40	650	135	200	3 900	40	800	135	290
3. Schwerin	1908	3 100	54	220	277	90	4 200	54	260	277	150
4. Essen-Nordwest	1908	60 000	975	25 000	1 671	5 800					
Essen-Nordwest	1912	90 000	2 400	30 000	2 205	8 000					
Essen-Nordwest	1914	98 000	2 400	30 000	2 615	11 000	111 000	2 400	52 000	2 615	24 500
5. Bochum	1908	130 000	2 350	45 000	3 600	7 000					
Bochum	1921	182 000	2 350	45 000	4 100	16 000					
Bochum	1929	182 650	4 100	46 000	6 560	20 000	183 700	4 100	60 000	6 560	20 000
6. Westhausen	1909	2 000	45	400	126	120	3 200	45	600	126	200
7. Teutoburgia	1910	3 000	34	320	145	170	6 500	34	900	145	280
8. Frohnhausen	1910	30 000	380	5 000	1 296	1 300					
Frohnhausen	1921	50 000	380	9 000	1 796	4 000					
Frohnhausen	1927	54 000	720	9 000	2 860	4 700	56 700	720	8 600	2 660	5 400
9. Lütgendortmund	1911	4 000	65	370	355	150	5 400	65	670	355	300
10. Aplerbeck	1911	3 000	37	650	163	140	5 600	37	1 200	163	80
11. Suderwich	1911	4 000	45	910	216	250	6 340	45	600	216	120
12. Essen-Nord	1911	123 000	2 520	40 000	6 500	15 000					
Essen-Nord	1913	140 000	2 520	40 000	7 400	15 000					
Essen-Nord	1915	170 000	2 520	40 000	7 900	16 000					
Essen-Nord	1920	170 000	2 520	40 000	8 400	19 000					
Essen-Nord	1925	180 000	2 520	50 000	9 850	27 000					
Essen-Nord	1930	180 000	3 420	58 000	9 850	26 000	180 000	3 420	58 000	9 850	26 000
13. Sodingen	1911	7 000	117	2 000	377	340	10 300	117	2 300	377	600
14. Stoppenberg	1912	16 600	540	5 200	540	1 200					
Stoppenberg	1914	17 500	540	7 500	1 040	2 200	23 570	540	9 800	1 040	1 850
Kray	1912	26 000	512	11 200	800	2 000	ab 1925 ausgeschaltet				
15. Oberhausen	1912	25 000	480	3 700	1 080	1 500					
Oberhausen	1928	57 200	860	11 400	2 228	4 200	57 200	860	11 000	2 228	4 300
16. Herne-Nord	1913	50 000	855	13 000	1 955	3 600	75 900	855	27 500	1 955	5 800
17. Altenessen-West	1913	30 000	573	7 500	1 050	1 500	39 700	573	7 000	1 050	2 100
18. Gelsenkirchen-Nord	1913	90 000	1 235	10 000	3 295	10 000					
Gelsenkirchen-Nord	1914	92 000	1 235	10 000	4 200	10 000					
Gelsenkirchen-Nord	1928	100 900	1 235	25 900	7 365	26 320	100 900	1 235	26 000	7 365	26 500
19. Wanne	1913	12 000	180	1 700	700	500	14 221	180	3 000	700	850
20. Recklinghausen-S.-O.	1914	23 000	400	15 500	420	1 000	19 450	400	18 500	420	2 150
21. Horst	1915	20 000	296	4 000	795	3 500	20 000	296	4 600	795	2 850
22. Gelsenkirchen-Altst.	1919	58 000	1 070	5 400	3 240	2 000	25 400	1 070	7 400	3 240	4 800
Alte Emscher	1924	142 480	32 000	220 000	51 200	100 000	142 500	32 000	220 000	51 200	100 000
Haarbach	1924	6 500	2 000	15 000	2 000	32 000	ausgeschaltet seit Inbetriebnahme der Emscherflußkläranlage				
23. Wattenscheid	1924	33 000	720	9 700	1 418	4 200	34 500	720	7 500	1 418	8 500
Landwehrbach	1924	51 300	600	52 000	600	18 000					
Schwarzbach	1925	96 000	5 440	90 000	3 200	48 000					
Boye	1926	81 200	22 680	110 000	22 680	50 000	ausgeschaltet seit Inbetriebnahme der Emscherflußkläranlage				
Hüllerbach	1926	120 000	6 950	100 000	4 170	30 000					
Roßbach	1927	27 300	10 000	25 000	10 000	10 000					
24. Emscherflußkläranlag.	1928	650 460	64 000	660 000	48 000	500 000	856 650	64 000	660 000	48 000	500 000
25. Steele-Haferfeld	1928	2 000	26	150	120	150	2 000	26	150	120	150

Tabelle 3

Abb. 84.
Weitstrahlregner zur Verregnung von Abwasser mit fliegenden Rohrleitungen, System Hydor-Phönix.

fast restlos in den Untergrund, gegen Schluß der 2—3monatigen Kampagne kam dann ein Sickerwasser zum Abfluß, in dem die organischen Stoffe auf 440 mg/l abgebaut waren, gegenüber einem Gehalt des Rohwassers von 1700 mg/l. Eine Entkalkung des Bodens konnte während der Versuchszeit nicht festgestellt werden; ebenso war eine Schädigung der Kulturen auf den beregneten Flächen nicht zu erkennen. Da aber das recht ausgedehnte Gelände für diese reine Landbehandlung in der Nähe der Fabrik nur schwer zu beschaffen war, wurde durch die Fabrik die Behandlung der Diffusions- und Schnitzelpreßwässer nach dem Doppelgärverfahren eingeführt. Das so vorbehandelte Wasser wird auf einer Geländefläche von nur 15 Morgen zur Versickerung gebracht. Über den Dauererfolg dieser Behandlung können heute noch keine Angaben gemacht werden.

In der Tabelle auf Seite 109 wird eine Zusammenstellung der im Geschäftsbereich der Emschergenossenschaft bisher errichteten genossenschaftlichen Kläranlagen gegeben. Die Tabelle zeigt alle wichtigen Daten der einzelnen Kläranlagen und deren Verschiebung im Lauf der Jahre durch Anwachsen der Bevölkerung, durch Veränderung der gewerblichen Zuflüsse und die durch beides bedingten Erweiterungsbauten. Die graphische Auftragung der Abb. 85 zeigt, daß sich nach dem Krieg der in den genossenschaftlichen Kläranlagen vorhandene Absetzraum gegenüber 1914 mehr als verdoppelt hat, und daß die jährlich zurückgehaltene Schlammenge im nassen Zustande von 61 000 t im Jahr 1914 auf 737 000 t im Jahr 1930 gestiegen ist.

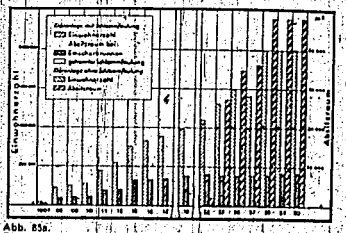


Abb. 85a.
Die an Kläranlagen der Emschergenossenschaft angeschlossenen Einwohner und die Gesamtgröße der Absetzräume.

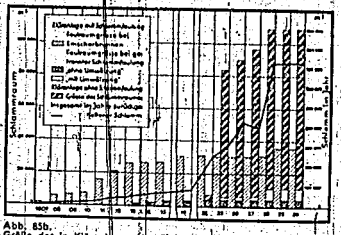


Abb. 85b.
Größe der in Kläranlagen der Emschergenossenschaft insgesamt vorhandenen Schlammfaulräume und der jährliche Anfall von Naßschlamm.

BEISPIELE AUSGEFÜHRTER KLÄRANLAGEN

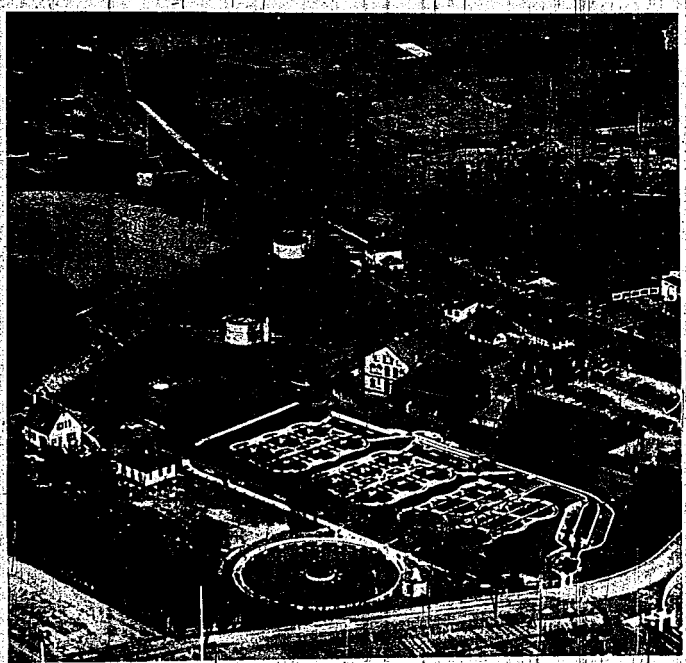


Abb. 1

Kläranlage Essen-Nord. Luftbild. 180 000 Einwohner. 18 Emscherbrunnen und neuer getrennter Absetzraum von 30 m ⌀ mit Schlammausräumung durch kreisenden Kratzer. Im Hintergrund Schlammtrockenplätze und Schlammergänzungsbehälter.

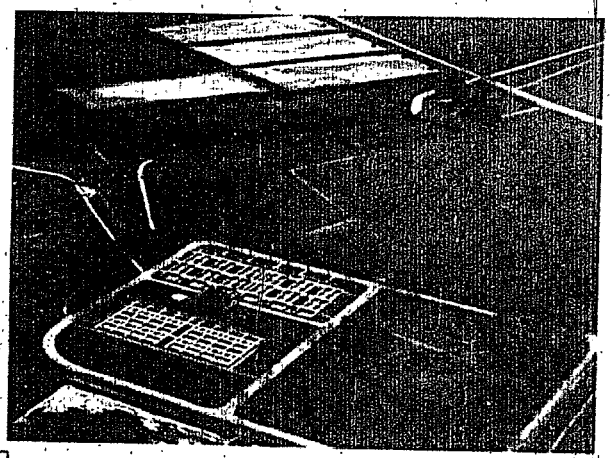


Abb. 2

Emscherbrunnenanlage Bochum für 184000 Einwohner. 26 Emscherbrunnen.
Im Hintergrund Erdbecken zur Aufnahme des ausgefaulten Schlamms.

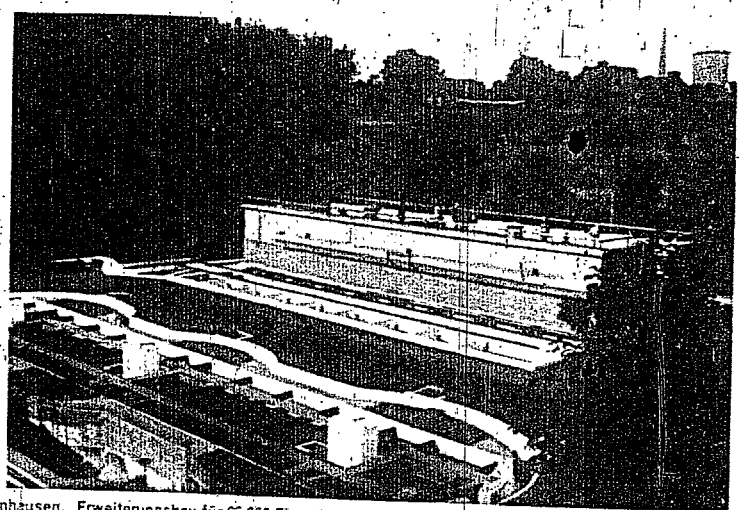
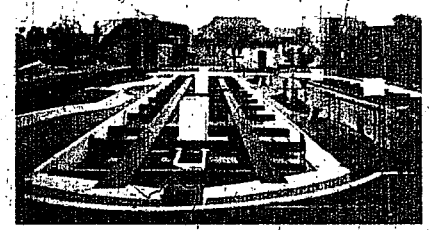
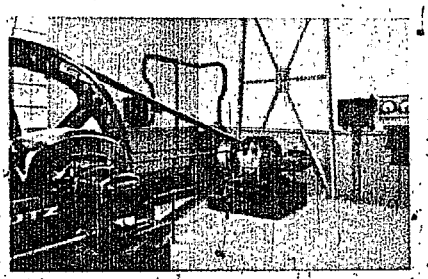


Abb. 3

Kläranlage Frohnhausen. Erweiterungsbau für 25 000 Einwohner, getrennter zwischen den Absetzräumen liegender Faulbehälter, gegen Grundwasser und Außenluft wärmeisoliert. Warmhaltung des Faulraums durch das am Behälterfuß vorbeifließende Abwasser. Faulraumgröße 33 l/Einwohner.

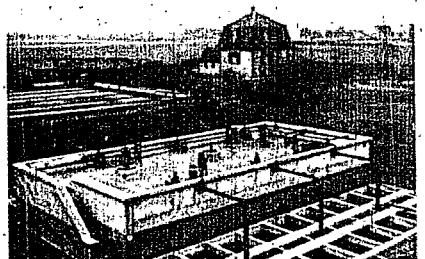


Kläranlage Frohnhausen. Gasverwertung. Im Hintergrund links Schlammergänzungsbehälter für die Emscherbrunnenanlage, daneben das Pumpenhaus für die Schlammpumpen, daneben der Gasometer von 50 m³ Inhalt zum Ausgleich des schwankenden Gasanfalls, dahinter das Maschinenhaus für die 50-PS-Gasmaschine der Abb. 5.

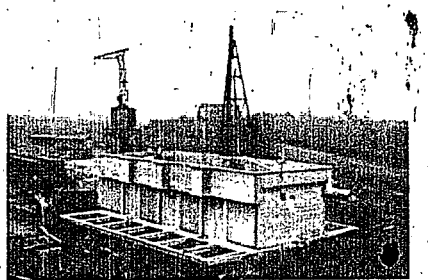


Kläranlage Frohnhausen. Gasmotor von 50 PS Leistung. Zur Erzeugung von elektrischem Strom aus den Faulgasen. Aus 1 m³ Faulgas werden 2,2 PS-Std. Kraft erzeugt.

Abb. 4
Abb. 5

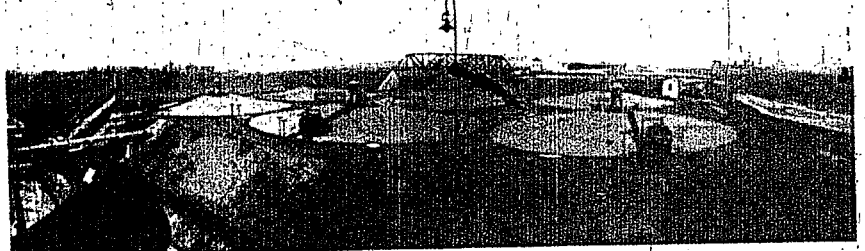


Kläranlage Oberhausen. Erweiterungsbau für 30 000 Einwohner. Gasfangdecke oberhalb des Faulraumspiegels. Künstliche Schlammumwälzung. Feststehende Mammutpumpen zum Herüberheben des Frischschlamms in den Faulraum.



Kläranlage Soest des Lippeverbands. Mechanische Vorreinigung für 25 000 Einwohner im Bau. Querschnitt und Ausrüstung wie Kläranlage Oberhausen der Abb. 6.

Abb. 6
Abb. 7



Kläranlage Gelsenkirchen-Nord. 6 getrennte Nachfaulbehälter mit zusammen 3600 m³ Inhalt für den stark mit Eisensalzen und Kohle durchsetzten Schlamm von 100 000 Einwohnern. Vorfaulung in den bestehenden Emscherbrunnen von 3300 m³ Faulraumgröße. Künstliche Beheizung durch Vorerwärmung des in die Behälter einzubringenden Schlamms. Wärmeverteilung auf den ganzen Behälterinhalt durch künstliche Schlammumwälzung. Wärmeisolierung durch Erdeinschüttung.

Abb. 8

...rbrunnenanlage Bochum
...00 Einwohner. 26 Emscher-
...grund Erdbecken zur Auf-
...es ausgefaulten Schlamms.

...Absetzräumen liegender
...ulraum, durch das am
...mgröße 33 l/Einwohner.

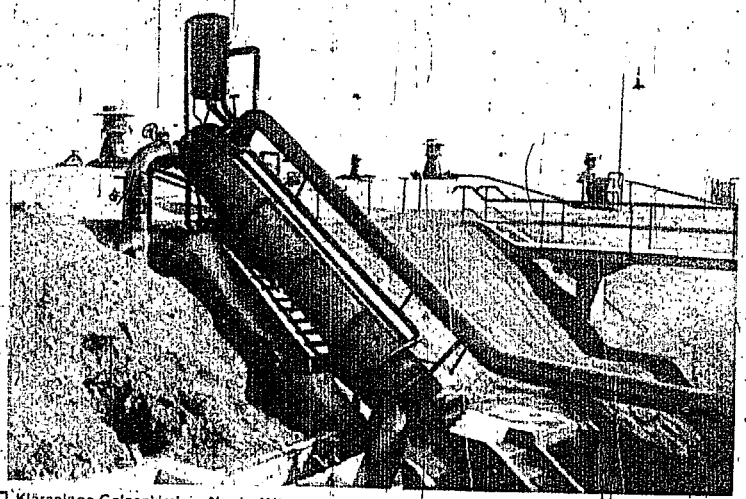


Abb. 9 Kläranlage Gelsenkirchen-Nord. Wärmeaustauscher zur Vorbeheizung des in die getrennten Faulräume einzubringenden Schlamms.

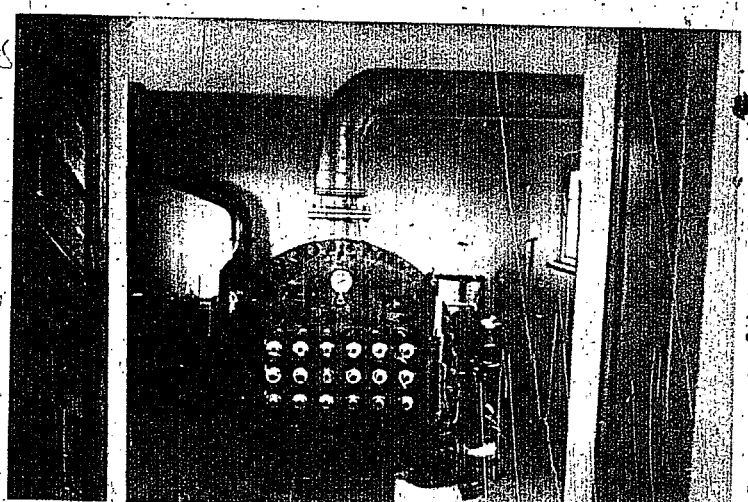
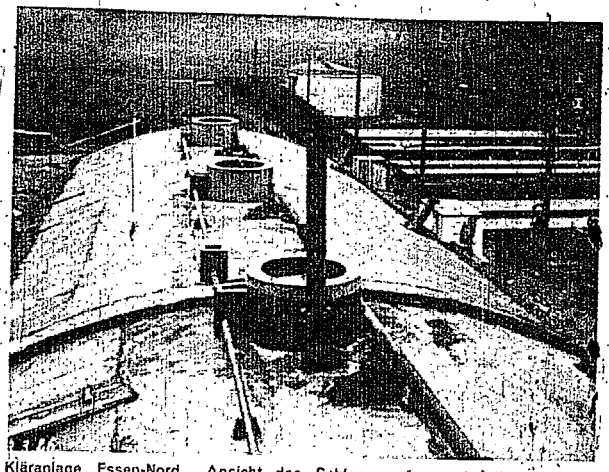


Abb. 10 Kläranlage Gelsenkirchen-Nord. Gasheizkessel für Faulgas zur Erzeugung von Heizwasser für den Wärmeaustauscher. 50 m³ Gasverbrauch je Stunde.



Kläranlage Essen-Nord. Ansicht des Schlammergänzungsbehälters 5 vor Überschüttung. Abb. 11

Innenansicht der unteren Behälterspitze des Behälters der Abb. 11, senkrechte Rohre der Schraubenschaufler, schräggestellte Schlammabzugsrohre. Abb. 12

Innenansicht des unteren Behälterspitze des Behälters der Abb. 11, senkrechte Rohre der Schraubenschaufler, schräggestellte Schlammabzugsrohre. Abb. 12.

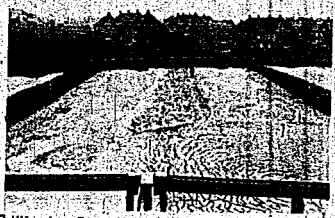


Abb. 13 Kläranlage Essen-Nordwest. Schlammlagerfläche. Aufpumpen des reifen Schlamms aus den Faulräumen unmittelbar auf die Lagerplätze und Auftrocknen in dünnen Schichten.

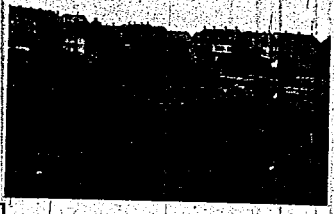


Abb. 14 Die Schrebergärten auf den Plätzen der Abb. 13.

Kläranlage Essen-Nord. Neues Klärbecken von 30 m ⌀ mit Kratzerentschlammung. Kratzerträger aus Schwimmkörpern auf dem Beckeninhalt. Außenantrieb nach Dorr. Radiales Durchfließen des Klärbeckens. Abstreifen der Schwimmschicht in eine mit den Schwimmern kreisende Rinne.

Abb. 15

Kratzerklärbecken Essen-Nord im entleerten Zustand. Schwimmer auf Böcke abgestützt. In der Mitte Schlammeindickbrunnen mit Schlammabzugsschacht darüber.

Abb. 16

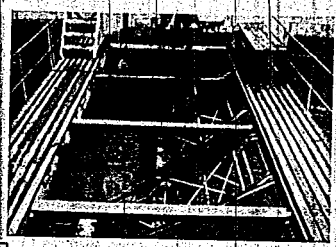
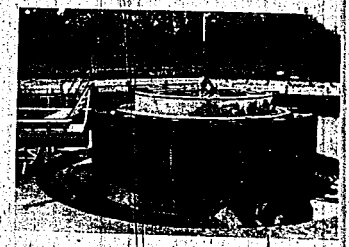


Abb. 17, Abb. 18

Kratzerklärbecken Essen-Nord. Entleerter Zustand. Blick auf die schräggestellten Kratzertafeln. Kratzerrahmen über dem Wasserspiegel gelenkig befestigt, daher bei gefülltem Becken über den Wasserspiegel hochziehbar.



Kratzerklärbecken Essen Nord. Entleerter Zustand. Beruhigungsrechen zur gleichmäßigen Verteilung des in der Beckenmitte zugeleiteten Wassers auf die Beckentiefe.

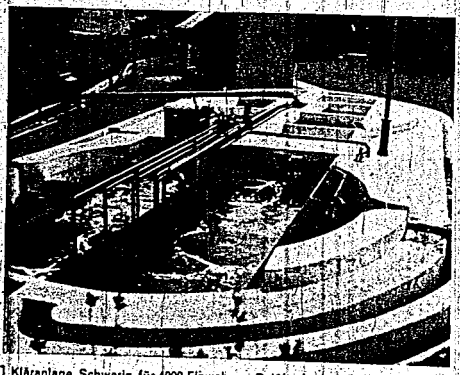
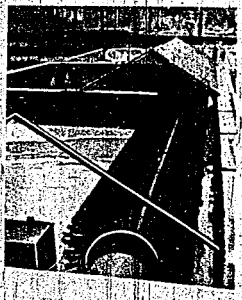


Abb. 19

Kläranlage Schwerin für 4000 Einwohner. Belüftungsraum zur biologischen Reinigung des Abwassers mit Belebtschlamm. Einleitung feinverteilter Preßluft in der Mitte der steilgeneigten Beckensohle. Belüftungszeit 5 Stunden.

Abb. 20

Kläranlage Holzwickede für 5000 Einwohner, biologische Reinigung in 2 Stufen, erste Stufe Tropfkörper, 2 Teile Abwasser auf 1 Teil Brockenmaterial, zweite Stufe nachgeschaltete Belebtschlammanlage, 30 Minuten Belüftungszeit, 0,75 kW Kraftbedarf.



Biologische Abwasserreinigungsanlage mit belebtem Schlamm für das Kloster Hiltrup. Oberflächenbelüftung des Abwasserschlammgemisches durch eine oberhalb des Wasserspiegels rotierende Bürstenwalze (nach Kessener). Ansicht der stillstehenden Bürste.

Abb. 21

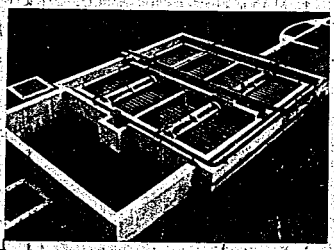


Abb. 22

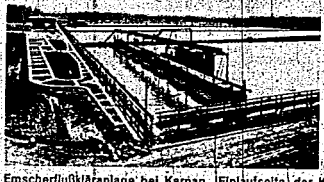
Emscherfilter (Tauchkörper) zur biologischen Reinigung des Abwassers einer Zechenwaschkaue im Lippegebiet. Gleichmäßige Verteilung des Abwassers durch Kipprinne auf das aus Kesselschlacke bestehende Körpermaterial.

Abb. 23

Emscherflußkläranlage bei Karnap. Nachbehandlung der ganzen Emscher mit 10 m³/s Mittelwasserführung. Geländebedarf der Kläranlage mit Trockenbecken 120 Morgen. Klärbecken 200 m breit, 160 m lang, 3,5 m tief. Schlammausräumung von der flachen unbefestigten Sohle durch schwimmende Bagger zu einem tieflegenden Pumpenhaus. Schlammdruckrohrleitung zu den Trockenbecken von 750 000 m³ Inhalt.

Emscherflußkläranlage bei Karnap. Hochwasserüberfall im Bett der Emscher und Boye. Höchstes Hochwasser 150 m³/s.

Abb. 24



Emscherflußkläranlage bei Karnap. Einlaufseite der Klärbecken. Verteilungsrinne zur gleichmäßigen Verteilung des ankommenden Wassers auf die 200 m lange Einlaufseite. Schwimmsteg zur Führung des Schlammsaugebaggers. Stationäres Pumpenhaus zum Weitertransport des Naßschlamms in die Trockenbecken.

Abb. 25

Emscherflußkläranlage bei Karnap. Ablaufseite der Klärbecken mit freiem Überfall von 200 m Länge. Überfallbretter zum Ausgleich der Bodensenkungen auf Schraubenspindeln höhenverstellbar.

Abb. 26

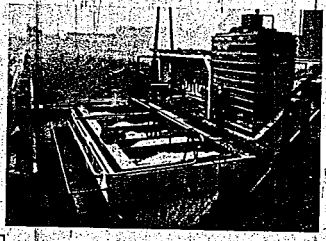


Abb. 27

Emscherfilter zur biologischen Zerstörung der Phenole im Abwasser der Kokerei Helene. Vorkühlturm für das heiß ankommende Ammoniakabwasser. Künstliche Belüftung des biologischen Kontaktmaterials aus Schlacke bzw. Holzlatten.

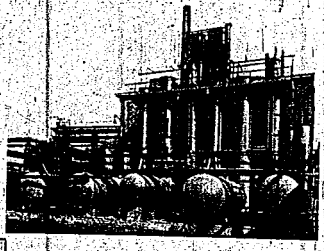


Abb. 28

Anlage zum Auswaschen der Phenole aus dem Gasrohwasser der Kokereien auf der Zeche Emil (Hoesch-Köln-Neuessen). Täglicher Durchsatz 450 m³ Wasser. Wascheffekt 90%. Im Vordergrund Lagerbehälter, am Giebel der Ammoniakfabrik Wäscher und Scheider.

SCHLUSSWORT

Betrachtet man den Werdegang und die Erfolge der Emschergenossenschaft und des Lippeverbands, so muß man feststellen, daß bei der ersteren alle bei der Gründung gehegten Hoffnungen in Erfüllung gegangen sind. Berücksichtigt man beim Lippeverband, daß sein Bestehen in eine sehr unglückliche Zeit unseres Vaterlands, insbesondere unseres rheinisch-westfälischen Industriebezirks, fällt, muß man auch bei diesem mit dem Erreichten zufrieden sein. Der Vorgang bei der Emschergenossenschaft gibt die Gewähr, daß auch bei ihm bei Eintritt günstigerer Verhältnisse alle berechtigten Forderungen erfüllt werden. Bei der Emschergenossenschaft ist der Leistungsgrundsatz in vollem Umfang, beim Lippeverband mit verhältnismäßig geringer Einschränkung gewahrt, d. h. in den Organen der Verbände sind die Kostenträger der Höhe ihrer Lasten entsprechend vertreten. Sie tragen also die Verantwortung für das, was zur Erfüllung der gesetzlichen Aufgabe zu geschehen hat. Seit der Gründung der Verbände sind aus diesem Umstand niemals Schwierigkeiten entstanden. In keinem einzigen Fall haben etwa die Kostenträger das, was als erforderlich erkannt und von der Geschäftsführung vorgeschlagen wurde, durch Nichtbewilligung der notwendigen Mittel versagt. Ganz allgemein muß man feststellen, daß sowohl die beteiligten Kommunen als vor allem auch die bei der Genossenschaft unmittelbar veranlagten privatwirtschaftlichen Unternehmungen immer ihre freudige Mitarbeit in jeder Beziehung, auch außerhalb der Genossenschaftsorgane, zur Verfügung gestellt haben. Bei den in den letzten Jahren gegründeten Genossenschaften ist man von dem Leistungsgrundsatz, zum Teil in sehr großem Umfang, abgewichen, wie ich glaube, nicht zu deren Segen. Bei der überragenden Bedeutung, die in einem Industriegebiet neben den Kommunen die industriellen Werke auf allen Gebieten, insbesondere auf demjenigen des Grundeigentums, haben, ist man auf reibungsloses Zusammenarbeiten angewiesen, sollen nicht die Arbeiten unmöglich oder wenigstens außerordentlich erschwert werden. Die Gründung neuer Genossenschaften wird sich überall da nicht vermeiden lassen, wo gegenseitige Interessen so miteinander verflizt sind wie in einem Industriebezirk. Für Wassergenossenschaften sind ja nicht die politischen, sondern vielmehr die durch die Wasserscheiden gegebenen Grenzen maßgebend. Selbst im rheinisch-westfälischen Industriebezirk, in dem in den letzten 10 Jahren die Entwicklung zu immer größeren Stadtbezirken, zur Bildung von immer größeren industriellen Konzernen geführt hat, so daß zur Zeit der Emschergenossenschaft nur 24 Kommunen gegenüber 132 zur Zeit der Gründung der Genossenschaft, nur 51 Industriegesellschaften gegen früher 82 angehören, wäre auch heute noch die Gründung von Wassergenossenschaften unbedingt notwendig. Auch die Unterhaltung und der Betrieb der genossenschaftlichen Anlagen müssen in einer Hand sein, sollen sie sowohl an sich als auch in ihrer Verwaltung wirtschaftlich gestaltet werden, vor allem in Bergbaugebieten auch mit Rücksicht darauf, daß bei eintretenden Bodensenkungen fortwährend Neubauten gleichkommende Nacharbeiten notwendig werden. Die durch die genossenschaftliche Konstruktion bedingten unvermeidlichen Verwaltungskosten, die nur wenige Prozent der übrigen Kosten ausmachen, werden um ein Vielfaches wettgemacht durch die großen Ersparnisse, die in jeder anderen Beziehung erzielt werden.

Das hiermit der Offentlichkeit übergebene Ergänzungsheft zu der Denkschrift „25 Jahre Emschergenossenschaft" ist in einer Zeit der tiefsten wirtschaftlichen Depression verfaßt worden. Die bei den Verbänden beteiligten Kommunen stecken in den schwierigsten finanziellen Nöten. Sämtliche Industrien kämpfen um ihr Dasein. Äußerste Sparsamkeit, Beschränkung auf das unbedingt für das Leben des Bezirks Notwendige ist das Gebot der Stunde. Möge ein baldiger Umschwung in den wirtschaftlichen Verhältnissen die Verbände wieder in die Lage setzen, über das Lebensnotwendige hinaus auch das Wünschenswerte zur Ausführung zu bringen.

123

INHALTSVERZEICHNIS DER DENKSCHRIFT „25 JAHRE EMSCHERGENOSSENSCHAFT"

Vorwort: Die Emschergenossenschaft als besondere Verwaltungsform des Ruhrgebiets, von Dr. Luther, Reichskanzler, stellvertretendem Vorsitzenden der Emschergenossenschaft.

Nachruf: Karl Gerstein, von Bergrat Dr.-Ing. e. h. Funcke und Baudirektor Helbing, mit Porträt Gerstein.

1 Tiefdrucktafel mit den Porträts der Gründer der Emschergenossenschaft (Erich Zweigert, Oberbürgermeister von Essen; Bergrat Karl Behrens; Dr. Wilhelm Hammerschmidt, Landrat von Gelsenkirchen; späterer Landeshauptmann von Westfalen; Wilhelm Middeldorf, erster Baudirektor der Emschergenossenschaft).

Verzeichnis der Vorstandsmitglieder der Kommission zur Aufstellung eines generellen Entwässerungsprojekts für das Emschertal.

Vorstandsmitglieder der Emschergenossenschaft und Mitglieder der Berufungskommission der Emschergenossenschaft.

Ehrentafel der Gefallenen.

Die Emschergenossenschaft, Essen (Ruhr), von Baudirektor Helbing.

Gesetz und Statut der Emschergenossenschaft.

Die Emscher und die Emschergenossenschaft im Recht, von Direktor Selbach und Dr. jur. Stöve.

Haushaltsplan und Veranlagung der Emschergenossenschaft, von Baudirektor Helbing.

Die Berufungskommission der Emschergenossenschaft, von dem Vorsitzenden der Berufungskommission Weber, Vizepräsidenten des Oberpräsidiums Münster.

Arbeitsmethoden und Ersparnisse in der Kassen- und Buchführung der Emschergenossenschaft, von Abteilungsvorsteher Everling (Allgemeine Verwaltungsabteilung der Emschergenossenschaft).

Über die Buchführung und Rechnungslegung bei der Emschergenossenschaft, von Oberbürgermeister Dr. Sporleder, Herne.

Die Vorflutregelung im unteren und mittleren Emschergebiet, von Regierungsbaumeister a. D. Steckhan, Vorstand des Bauamts Essen.

Die Vorflutregelung im oberen Emschergebiet, von Regierungsbaumeister a. D. Drape, Vorstand des Bauamts Dortmund.

Niederschlag und Abfluß im Emschergebiet, von Oberingenieur Dipl.-Ing. v. Bülow (Abteilungsvorsteher der technisch-wissenschaftlichen Abteilung der Emschergenossenschaft).

Die Entwicklung der Abwasserreinigung im Emschergebiet, von Dr.-Ing. Imhoff.

125

Die Abwasserreinigung im Emschergebiet vom Standpunkt der Abwasserwissenschaft und der öffentlichen Gesundheitspflege, von Geheimem Medizinalrat Dr. Beninde, Präsidenten der Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem.

Über offene Abwasserkanäle und Schlammtrockenplätze, von Professor Dr. Karl Günther, ehemaligem Vorsteher der Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung zu Berlin, der jetzigen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem.

Die Arbeiten der Emschergenossenschaft in hygienischer Beziehung, von Professor Dr. Hayo Bruns, Direktor des Instituts für Hygiene und Bakteriologie in Gelsenkirchen.

Die Behandlung des gewerblichen Abwassers im Emschergebiet, von Marinebaurat Prüß, Vorstand des Abwasseramts der Emschergenossenschaft in Essen.

Das Abwasser der Kokereinebenproduktenanlagen im Emschergebiet, von Baudirektor Helbing und Oberchemiker Dr. Bach.

Das chemisch-technische Versuchswesen der Emschergenossenschaft, von Oberchemiker Dr. Bach, Vorsteher der chemischen Abteilung.

Die Versuchskläranlage der Emschergenossenschaft in Essen, von Oberchemiker Dr. Bach.

Abwasserpumpwerke im Emschergebiet, von Oberingenieur Dipl.-Ing. Beyenburg, Vorsteher der maschinentechnischen Abteilung.

Vermessungswesen und Grunderwerb, von Oberlandmesser Hellwieg, Vorsteher der Liegenschaftsabteilung.

Wertberechnung der Wasserkräfte beim Mühlenerwerb, von Regierungsbaumeister a. D. Drape und Oberingenieur Dipl.-Ing. v. Bülow.

Die Berechnung von Bodensenkungen im Emschergebiet, von Markscheider Keinhorst.

Die Sesekegenossenschaft, von Baudirektor Helbing und Regierungsbaumeister a. D. Drape.

Die Lippegenossenschaft, von Baudirektor Helbing.

Der Ruhrverband, von Dr.-Ing. Imhoff.

Die linksniederrheinische Entwässerungsgenossenschaft zu Mörs, von Baudirektor Fehring.

Der geplante Wupperverband, von Dr.-Ing. Imhoff.

Der Rawaverband, von Dr.-Ing. Imhoff.

Literaturverzeichnis.

NACHDRUCKE

Zweckverbände in Preußen, von Selbach.
(Die Zukunftsaufgaben der deutschen Städte, Deutscher Kommunalverlag Berlin 1922.)

Über die Abgrenzung der Aufgaben der Bezirkswirtschaftsräte, von Selbach. (Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraftverbands 1922 Heft 2.)

Die Entwässerung von Siedlungen im Ruhrkohlenbezirk, von Dr. Imhoff. (Technisches Gemeindeblatt 1921/22 Nr. 6.)

Über Zerstörung von Betonbauwerken durch Sickerwässer, von Helbing-Dr. Bach. (Zentralblatt der Bauverwaltung 1919 Nr. 87.)

Chemische Angriffe auf Beton, von Helbing-v. Bülow. (Bauingenieur 1925 Nr. 3.)

Die Desinfektion von Trinkwasser mit Chorkalk, von Dr. Imhoff.
(Internationale Zeitschrift für Wasserversorgung, 1. Jahrgang, Heft 12 und 13.)

Desinfektion des Abwassers mit Chlor, von Dr. Bach.
(Wasser und Gas 1922/23 Nr. 47/48.)

Die Schlammbehandlung in Emscherbrunnen, von Dr. Imhoff.
(Technisches Gemeindeblatt 1910/11 Nr. 13.)

Betriebsergebnisse aus mechanischen Kläranlagen der Emschergenossenschaft, von Dr. Spillner-Blunk. (Technisches Gemeindeblatt 1910/11 Nr. 20/24.)

Gewinnung und Verwertung des Gases aus Faulräumen städtischer Kläranlagen, von Blunk-Dr. Sierp. (Gesundheitsingenieur 1923 Nr. 40.)

Beitrag zur Berechnung von Faulräumen, von Blunk.
(Gesundheitsingenieur 1925 Nr. 4.)

Über den Einfluß der Temperatur auf die Zersetzungsvorgänge in den Schlammfaulräumen, von Dr. Sierp.
(Technisches Gemeindeblatt 1924/25 Nr. 17/18.)

Über den Dungwert von Faulschlamm und Frischschlamm, von Dr. Sierp.
(Technisches Gemeindeblatt 1924/25 Nr. 1, 2, 3.)

Die neue Klär- und Mischanlage für die Kohlenschlämme der Gewerkschaft Constantin der Große, von Prüß. (Glückauf 1923 Nr. 42.)

Die Einleitung der Emscher in den Rhein, von Prüß. (Bauingenieur 1925 Nr. 5.)

Zahlentafeln zur günstigen Formgebung und statischen Berechnung von nach der Stützlinie geformten Bauwerken, von v. Bülow.
(Gesundheitsingenieur 1924 Nr. 23.)

Inhaltsverzeichnis. 127

TITLE PAGE

PART C

I. Catalogs and drawings for Büttner Dryer, Büttner Werke A.G., Uerdingen, collected by Solid Fuels Team.

1. Kohle-Trocknung und -Kühlung.
Coal drying and cooling (booklet).

Frame Nos. 1159 - 1199

Bütten I

1159

Kohle-Trocknung und -Kühlung

- Wenn es auf die Beschaffenheit der getrockneten Kohle ankommt,
- wenn höchste Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Gutes gestellt werden,
- wenn das Gut zu Verpuffung und Entzündung neigt,
- wenn die Abgase den Trockner praktisch staubfrei verlassen sollen,

dann der.....

Fritzmeyer AG
Ludwigs-Kalpetz
z. Hd. Herrn Dipl.-Ing. H. Reed (K)
40 Düsseldorf
Leerstr. 47

Nr. 222

1160

Turbinen-Trockner
und
Turbinen-Kühler
DRP.

Inhalt

Vorwort ... 3
Merkmale des Turbinen-Trockners ... 4
Zwei Ausführungsformen ... 5
Der Turbinen-Ringscheiben-Trockner ... 6
Der Turbinen-Band-Trockner ... 12
Wärme- und Energiebedarf ... 17
Anwendungsbeispiele:
a) Trocknung stückiger Kohle ... 19
b) Vollständige Trocknung und Erhitzung vorgetrockneter Braunkohle ... 20
c) Trocknung von Rohbraunkohle ... 23
d) Trocknung von Steinkohle ... 28
e) Trocknung von Kohlenschlämmen ... 29
f) Trocknung von Steinkohlenkoks ... 32
g) Kühlung von Brikettierbraunkohle ... 34
h) Alterung von Braunkohlenschwelkoks ... 35
Zusammenfassung ... 38
Stichwortverzeichnis ... 40

Schrifttum

1. K. Fritzsche: Quellerscheinungen bei Braunkohlenbriketts und ihre Bekämpfung; „Braunkohle" 37 (1938), S. 561 bis 577.
2. K. Fritzsche: Der Turbinentrockner in der Braunkohlenaufbereitung; „VDI-Zeitschrift" 83 (1939), S. 277 bis 280.
3. K. Fritzsche: Einzelheiten über die Verwendung von Turbinentrocknern und -kühlern in Brikettfabriken; „Braunkohle" 38 (1939), S. 281 bis 285.
4. H. Plotzeck: Neue Wege der Braunkohlentrocknung; „Verfahrenstechnik", Folge 1939, Nr. 8, S. 181 bis 186.
5. E. Kammler, K. Breitling und C. Leo: Versuche zur Trocknung von Rohbraunkohle auf dem Turbinentrockner; „Braunkohle" 1942, Heft 48, S. 533 bis 535, Heft 47, S. 547 bis 552, Heft 48, S. 561 bis 564.

Vorwort

1162

Die vielseitigen Aufgaben der Kohleveredlung und deren Lösung durch den Turbinen-Trockner und -Kühler.

Der Ausbau der Kohlenverarbeitungs- und Kohleveredlungstechnik hat von allen Zweigen der Verfahren, nicht zuletzt auch von der Trocknungstechnik, die Lösung vielseitiger Aufgaben verlangt.

Braunkohle muß für Brikettierung, Verschwelung, Hydrierung und für besondere Vergasungszwecke (Synthesegaserzeugung, Stadtgasgewinnung) getrocknet werden. Dabei sind die Anforderungen an die Trocknung verschieden.

Auch zur Beseitigung hoher Quellfähigkeit einzelner Braunkohlen zwecks Erhöhung der Wetterbeständigkeit der Briketts hat sich eine tiefgreifende Wärmeeinwirkung (vollständige Trocknung und Überhitzung) als erfolgreich erwiesen. Hartbraunkohlen und Lignite sollen in manchen Fällen durch schonende Trocknung von ihrem Wasserballast befreit werden, z. B. wenn es sich darum handelt, Stückkohle für Lokomotiven zu gewinnen oder die Standfestigkeit der Kohle bei Schwelung und Vergasung zu erhöhen.

Steinkohle bedarf der Trocknung für die Herstellung von Markt- und Schwelbriketts und für die Hydrierung.

Steinkohlenkoks ist für manche Verwendungszwecke, wie z. B. für die Elektrodenherstellung, einer Trocknung zu unterwerfen.

In zunehmendem Umfange werden Kohlenschlämme für die Brennstaubgewinnung sowie als Zusatz zur Koks- oder Brikettkohle getrocknet.

Im Rahmen dieser Aufgaben der Trocknungstechnik bei Verarbeitung und Veredlung der Kohle hat sich der **Turbinen-Trockner** als anpassungsfähige Trocknungseinrichtung erwiesen, wobei die im Einzelfalle über die Wasserentziehung hinaus gestellten Sonderforderungen, wie Vermeidung von Kornzerfall bei der Trocknung stückiger Braunkohle, Gleichmäßigkeit in der Abtrocknung der verschiedenen Korngrößen, Verhütung von Entzündungen bei explosiblen und feinen Kohlen, weitgehend erfüllt wurden.

Die Wandlungsfähigkeit dieser Trocknungsapparatur ermöglicht es auch, ihre technischen Mittel als Kühler für die Kühlung der verschiedenen Kohlesorten und für die Alterung des Braunkohlenschwelkokses nutzbar zu machen.

Es werden zunächst Aufbau und Arbeitsweise der in der Kohlenindustrie verwendeten Turbinen-Trockner behandelt, während anschließend an Hand von Beispielen sowie von Ausführungs-, Versuchs- und Betriebsergebnissen der Einsatz dieser Trockner in der Kohlenindustrie gekennzeichnet wird.

Start here

Warum die Bezeichnung »Turbinen«-Trockner?

Ihren Namen erhielten die Turbinen-Trockner von den zur Belüftung dienenden Turbinen, die auf einer gemeinsamen Welle im Mittelraum des Trockners angeordnet sind.

Die charakteristischen Merkmale des Turbinen-Trockners

Der Turbinen-Trockner ist ein mit Feuergasen oder Warmluft beheizter Umwälz-Zonen-Trockner, dadurch gekennzeichnet, daß über das auf Tellern oder Horden lagernde, von oben nach unten den Trockner durchwandernde Trockengut wagerecht gerichtete, im Zickzack hin- und hergeführte Gasströme von mäßiger Temperatur, 100–300° C, und geringer Geschwindigkeit, 1–2 m/Sek., geleitet werden. Dabei erfolgt eine mehrfache Aufheizung durch stufenweise zugesetztes Frischgas (bei Dampfbeheizung durch wiederholte Erwärmung an Heizbatterien). Siehe Strömungsschema, Bild 1.

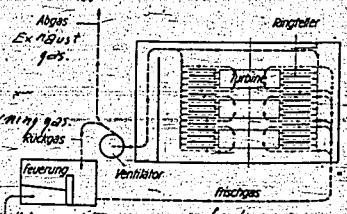


Bild 1. Schema der Gasströmung im Turbinen-Trockner.

flue gases in Turbo-dryer

Zwei Ausführungsformen des Turbinen-Trockners

Die Vielseitigkeit der Aufgaben, die der Turbinen-Trockner bei der Kohleveredlung zu erfüllen hat, führte zu der Entwicklung von zwei Ausführungsformen, die sich grundsätzlich dadurch voneinander unterscheiden, daß bei der einen Ausführung das Gut beim Durchgang durch den Trockner in regelmäßigen Zeitabständen bewegt wird, und daß bei der anderen Ausführung das Gut während des ganzen Durchganges durch den Trockner **unbewegt** auf seiner Unterlage ruhen bleibt.

Der Turbinen-Ringscheiben-Trockner

Der Turbinen-Ringscheiben-Trockner (Bild 3) ist die eine der beiden Ausführungsformen; er findet Anwendung, wenn eine Bewegung des Gutes während der Trocknung zulässig ist, also z. B. wenn es sich um die Trocknung von Feinkohle oder Schlamm handelt.

Das Gut bleibt auch bei dieser Ausführung des Turbinen-Trockners fast während des ganzen Trocknungsvorganges in ruhendem Zustand. Es wird nur in den kurzen Zeiten bewegt, wo es durch einen der feststehenden Abstreifer von einer Scheibe auf die nächst tiefere gebracht und daran anschließend durch einen Glattstreicher wieder zu einer gleichmäßigen, dünnen Schicht ausgebreitet wird.

Der Turbinen-Band-Trockner

Der Turbinen-Band-Trockner (Bild 6) ist die andere der beiden Ausführungsformen. Diese findet Anwendung, wenn das zu trocknende Gut **unbewegt auf seiner Unterlage ruhend** durch die verschiedenen Abschnitte des Trockners geführt werden muß, also z. B. wenn es sich um die Trocknung von Stückkohle oder Schwelbriketts handelt.

Beide Ausführungsformen des Turbinen-Trockners können als Kühler verwendet werden. Dann fällt die Beheizung fort, und an Stelle von heißen Gasen werden kalte Gase oder kalte Luft eingeführt.

Der Turbinen-Ringscheiben-Trockner

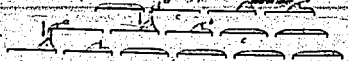
Der Turbinen-Ringscheiben-Trockner besteht im wesentlichen aus einem sich langsam um eine zentrale Achse drehenden Ringgerüst mit übereinander angeordneten Ringscheiben. Die Ringscheiben werden durch einzelne segmentartige Platten gebildet, die durch Spalte von einander getrennt sind.

Die Führung des Gutes

Das zu trocknende Gut wird durch eine Aufgabevorrichtung gleichmäßig auf die oberste Scheibe des Ringgerüstes aufgegeben. Es bildet dann auf der obersten Scheibe eine Schicht, die während einer vollen Umdrehung der Scheiben in Ruhe verbleibt und erst kurz vor der Naßgutaufgabestelle mittels eines elastisch pendelnden Abstreifers auf die Segmentplatten der darunter befindlichen zweiten Ringscheibe geführt wird. Auf der zweiten und auch auf den weiteren Ringscheiben bildet das Gut zunächst einen Kegel, der dem Schüttwinkel des Gutes entspricht (s. Bild 2). Dieser Kegel wird durch einen Glattstreicher zu einer dünnen Schicht ausgebreitet. Das Gut bleibt dann wieder unbewegt liegen bis zum Abstreifer. Dieser Vorgang wiederholt sich, bis das Gut auf der untersten Ringscheibe angelangt ist und ausgetragen wird.

Im Turbinen-Ringscheiben-Trockner durchwandert das Gut also immer abwechselnd lange waagerechte Strecken, auf denen es unbewegt bleibt, und kurze senkrechte Strecken, auf denen es frei abrieselt.

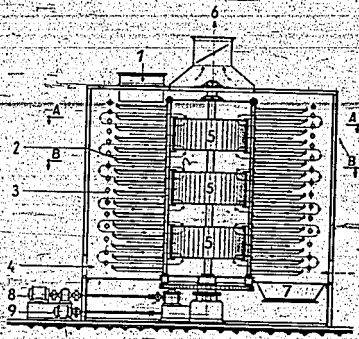
coal admission from upper shelf

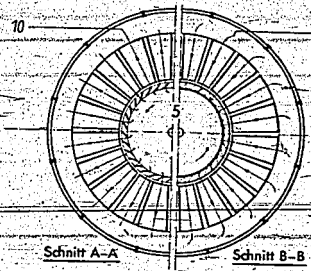


Distribution of material in turbo-disc dryer.

Bild 2. Schematische Darstellung der Anordnung der Abstreifer und Glattstreicher sowie der Verteilung des Gutes im Turbinen-Ringscheiben-Trockner
a Abstreifer, b Glattstreicher, c Segmentplatten, d Spalte.

6 a. scraper b. distributing scraper c. shelves d. gaps





Schnitt A–A Schnitt B–B

Bild 3.
Schema des dampfbeheizten Turbinen-Ringscheiben-Trockners

1. Naßgutaufgabe
2. Ringscheibengerüst
3. Heizbatterien
4. Frischlufteintritt
5. Turbinen
6. Abluftstutzen
7. Trockengutauslaß
8. Ringscheibenantrieb
9. Turbinenantrieb
10. Vorströmzone
11. Rückströmzone

Die Führung der Trocknungsgase

Auf den waagerechten Strecken wird das Gut von den Trocknungsgasen in Querströmen in abwechselnder Richtung überspült. Während des Abrieselns von Scheibe zu Scheibe wird das Gut kurz durchspült.

Die im Innern des Trockners angeordnete Turbinenwelle wird unabhängig vom Ringgerüst angetrieben. Sie trägt mehrere übereinander angeordnete Turbinen. Jede einzelne Turbine beherrscht den zugehörigen Abschnitt des Trockners.

Die Glatt- und Abstreifer sind ebenso wie die Spalte von Ring zu Ring versetzt angeordnet. Das Abstreifen und Glattstreichen des Gutes geschieht unter größter Schonung, da sich das Scheibengerüst sehr langsam dreht.

Entstaubung der Abgase nur in den seltensten Fällen erforderlich

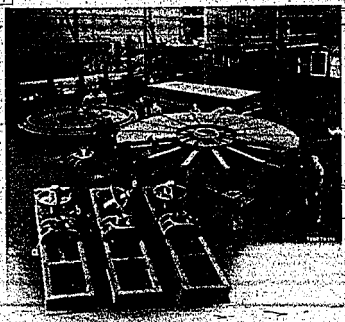
Gut- und Gasführung in einem Trockner beeinflussen den Staubgehalt der Abgase. Dieser ist beim Turbinen-Trockner so gering, daß auf eine Entstaubung der Abgase verzichtet werden kann. Bei der ruhenden Lage des Gutes auf den Ringscheiben und der geringen Geschwindigkeit der von den Turbinen erzeugten Wälzgasquerströme tritt in der Ruhelage eine Staubbildung und auch ein Mitreißen von Staub nicht auf. Nur an den Überleitstellen der einzelnen Ringscheiben, wo die Kohle im freien Fall von Scheibe zu Scheibe fließt, kann Staub in den Wälzgasstrom gelangen; aber auch da in der Hauptsache nur im unteren Teil des Trockners bei fortschreitender Trocknung des Gutes. Der Staub kann aber nur durch eine größere Zahl von Querströmen nach oben wandern. Auf diesem Wege wird er durch die vielfachen Richtungsumkehrungen, die an der Gehäusewand und innerhalb der Turbinen erfolgen, abgeschieden.

Lagerung in nur zwei Hauptlagern

Der Turbinen-Trockner hat nur 2 Hauptlager. Diese sind mit Kugel- oder Tonnenlagern versehen und als Hohlzapfen ausgebildet. Die Turbinenwelle durchdringt die Hauptlager und wird selbst oben und unten in Kugellagern geführt. (Bild 4.)

Anordnung der Lager außerhalb des Gehäuses

Beachtenswert ist die Anordnung der Lager außerhalb des Trockners, wodurch gute Zugänglichkeit und Beobachtungsmöglichkeit auch während des Betriebes gegeben ist.



a/bearing for shelve frame

Bild 4

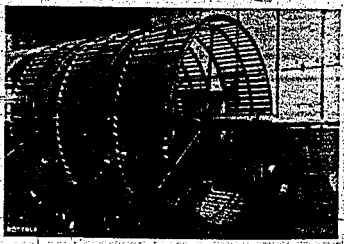
Grundstern, Grundrahmen, untere und obere Lagerung a Lager zum Drehgerüst, b Lagerzapfen zum Drehgerüst, c Zapfen zum oberen Drehgerüstlager, d Unteres Turbinenlager, e Oberes Turbinenlager.

Leichte Auswechselbarkeit der Lager

Ein Lagerwechsel kann leicht vorgenommen werden, indem der Sattel mit der unteren Lagerung für das Drehgerüst und die Turbinen nach einer Schwenkung um 90° und vorheriger Abstützung des Ringgerüstes abgesenkt wird. Das Lagergehäuse der Turbinenwelle ist ohne Schwenkung des Sattels zu lösen, ebenso kann die obere Lagerung der Turbinen ohne Demontage anderer Teile leicht ausgewechselt werden.

Das Drehgerüst Die materialtragenden Ringscheiben, die aus den inneren und äußeren Winkelringen und den eingelegten Segment-Tragscheiben bestehen, können in einfacher Weise vom Bedienungspersonal ausgewechselt werden.

Die Turbinenwelle Die Turbinenwelle besteht aus einem Rohr mit großem Durchmesser, ohne Zwischenlagerung, und dem oberen und unteren Lagerzapfen. An den Turbinen tritt kein nennenswerter Verschleiß auf. Die Naben und Schaufelkränze der Turbinen können im übrigen ohne Schwierigkeit vom Mittelraum des Trockners aus überprüft werden, da ein Mann bequem zwischen den Speichen der Turbinen Platz hat. Das nachstehende Bild 5 läßt die offene Bauart und die gute Zugänglichkeit der Turbinen deutlich erkennen.



Turbo rotor for a large coal dryer.

Bild 5. Turbinensatz für einen großen Kohle-Trockner

Der Antrieb Die Antriebe für Ringgerüst und Turbinen sind voneinander unabhängig. Das Ringgerüst wird vom zugehörigen Motor über ein Regelgetriebe, Schneckengetriebe sowie Ritzel- und Zahnkranz angetrieben. Die große Untersetzung ergibt sich daraus, daß der Zeitbedarf für eine Umdrehung je nach Trocknergröße und Kohlensorte in der Größenordnung von 1 bis 3 Minuten liegt.

Weitgehende Regelmöglichkeit

Die Regelbarkeit des Antriebes ermöglicht die Anpassung der Trocknungszeit an die schwankenden Eigenschaften des Gutes. Füllung, Behandlungsdauer und Leistung des Trockners sind außer von der Drehzahl des Ringgerüstes auch noch von der Schichthöhe abhängig, die wiederum durch Einstellung der Glattstreicher regelbar ist.

Zwischen Motor und Turbinenwelle befindet sich nur ein Reduziergetriebe, da die Turbinen mit fester Drehzahl betrieben werden. Für die Regelung der Wärmezufuhr und Temperaturverteilung kommt einerseits die Frischgaszufuhr nach Menge und Temperatur in Betracht, andererseits kann die Temperaturabstufung der Trockenwälzgase über die Trocknerhöhe durch Regelklappen beliebig beeinflußt werden.

Die Ummantelung

Das Gehäuse des Trockners besteht aus einer Eisenkonstruktion, deren einzelne Felder mit Mauerwerk ausgefüllt werden. Neben gutem Wärmeschutz ergibt sich dadurch eine korrosionsfeste Ausführung des Gehäuses; denn nur am Gehäuse können Kondensationen von Trocknerbrüden und damit Korrosionen auftreten. Für Sonderzwecke z. B., wenn äußerste Dichtheit gefordert wird, erhält der Trockner noch einen geschlossenen Blechmantel. Die Anforderungen an Dichtheit zwecks Vermeidung von Falschluftzutritt, die bei Kohle-Trocknern besonders hoch sind, erfüllt der Turbinen-Trockner leicht. Falschluft könnte hierbei außer mit dem Aufgabegut nur an der Durchführungsstelle des Tragzapfens zum Ringgerüst eintreten. An dieser Stelle ist daher eine absolut wirksame Abdichtung vorhanden. Im Gegensatz zu vielen anderen Trocknern arbeitet der Turbinen-Trockner mit nur geringem Unterdruck; bei Gasbeheizung sogar mit Überdruck, wodurch die Gefahr des Falschluftzutritts vermieden wird.

Möglichkeit der Aufstellung im Freien

Die Ausbildung des Trockner-Mantels in Eisenfachwerk mit Ausmauerung gestattet es ohne Schwierigkeit, die Trocknungsanlage im Freien zu errichten. (Bilder Seite 23 und 33). Die empfindlichen Antriebselemente des Trockners liegen vollständig geschützt, aber gut zugänglich, unter dem Trocknerboden.

Leichtes Befahren des Innenraumes

Zwischen Trockner-Mantel und Ringgerüst ist ringsherum ein freier Gang vorhanden, der während des Betriebes zur Umlenkung der Turbinenwälzgase dient, und bei Stillstand ein Befahren des Trockners zuläßt. Der Innenraum des Trockners ist frei und gut übersichtlich, denn die Turbinen bestehen aus nur schmalen Schaufelkränzen, die von einzelnen Speichen gehalten werden.

Der Turbinen-Band-Trockner

Der Turbinen-Band-Trockner unterscheidet sich vom Turbinen-Ringscheiben-Trockner nur in der Führung des zu trocknenden Gutes. Während beim Ringscheiben-Trockner das Gut auf seinem Wege von oben nach unten im freien Fall von einer Ringscheibe zur folgenden gelangt, wird beim Band-Trockner das Gut auf Tragflächen von oben nach unten durch den Trockner gefördert. Das Gut selbst bleibt auf diesen Flächen während des ganzen Durchlaufes durch den Trockner vollkommen unbewegt liegen (Bild 6).

Drehgerüst und Tragflächen

Der Turbinen-Band-Trockner besitzt ein vertikales Führungsgerüst, dessen Querschnitt ein Vieleck ist. In jeder Ecke dieses Vielecks ist ein Führungsstab angebracht, um den sich die einseitig angeordnete Kette der Tragfläche legt, wobei die Kettenteilung der Seitenfänge des Vielecks entspricht. Die Kette wird in schraubenförmigen Windungen um das Führungsgerüst geschichtet und bildet mit den einseitig daran befestigten Tragflächen eine frei stehende Ringsäule, die im unteren Teil auf einer schraubenförmigen Absenkbahn ruht. Mit dem

zentralen Führungsgerüst wird diese Ringsäule mitgedreht und sinkt der Steigung der Absenkbahn entsprechend bei jeder Umdrehung um eine Teilung nach unten. Die unten frei werdenden Tragflächen werden nach selbsttätiger Entleerung umgeleitet und zu erneuter Beschickung dem Trockner oben wieder zugeführt.

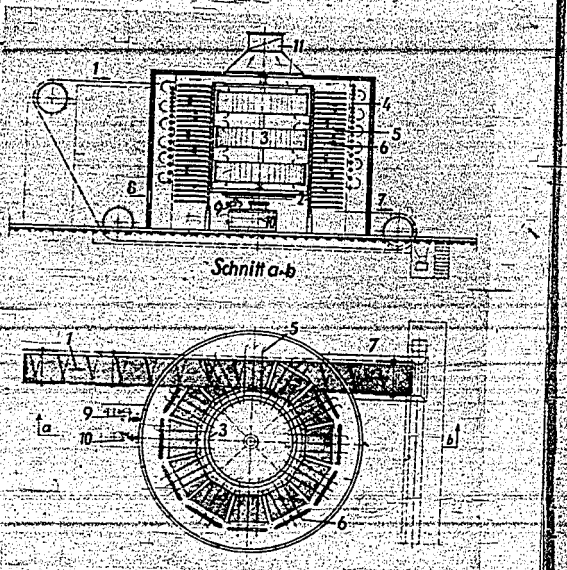


Bild 6.
Schema eines dampfbeheizten Turbinen-Band-Trockners mit selbsttätiger Entleerung
1 Materialaufgabe, 2 Drehgerüst, 3 Turbinen, 4 Heizelemente, 5 Rückströmzone, 6 Vorströmzone, 7 Trockengutauslaß, 8 Frischlufteintritt, 9 Bandantrieb, 10 Turbinenantrieb, 11 Abluftschlot.

Geniale Lösung der Führung der Horden durch den Trockner in einer Schraubenlinie

Die Tragflächen sind miteinander gelenkig und freitragend verbunden angeordnet. Durch den Fortfall der äußeren Führung und jeder Eigenbewegung der Kettenteile während des Durchganges durch den Trockner wird erreicht, daß eine große Bandfläche reibungsfrei in engen Windungen durch den Trockner geschleust wird.

1173

Die übrigen Bauteile des Turbinen-Band-Trockners, wie Lagerung, Turbinen, Antriebe und Gehäuse, entsprechen denen des Turbinen-Ringscheiben-Trockners.

Die Beheizung der Turbinen-Trockner

Grundsätzlich zu unterscheiden ist die Beheizung durch Warmluft oder durch Rauchgase. Dabei können beide Arten der Turbinen-Trockner in gleicher Weise beheizt werden.

Die Warmluftbeheizung wird man bei der Trocknung von Brennstoffen vermeiden, um jede Entzündungsmöglichkeit auszuschließen. Ohne Gefahr kann eine solche jedoch bei der Trocknung von Koks angewendet werden. Die Erzeugung der Warmluft wird durch Dampfheizbatterien vorgenommen, die stufenweise und ringförmig im Trockner angeordnet sind.

Die Rauchgasbeheizung steht bei der Trocknung von Brennstoffen im Vordergrund. Maßgebend hierfür ist nicht nur der vorerwähnte Sicherheitsgedanke, sondern auch die Tatsache, daß eine höhere spezifische Leistung erzielt wird, was bei den großen Mengen, die bei der Kohletrocknung durchweg zu verarbeiten sind, von Bedeutung ist. Dabei kann eine Feuerung für feste, flüssige oder gasförmige Brennstoffe zur Anwendung kommen.

Turbinen-Ringscheiben-Trockner mit Gasbeheizung. 1174

Einen Turbinen-Ringscheiben-Trockner mit Gasbeheizung zeigt die folgende Schemazeichnung

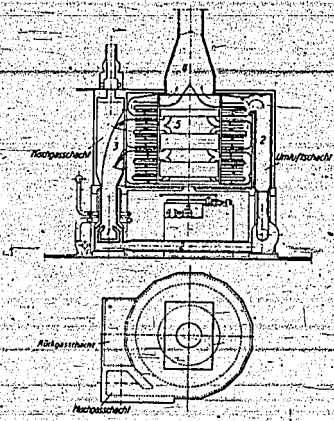


Bild 8. Gasbeheizter Turbinen-Ringscheiben-Trockner mit Rückgas- und Mischgasschacht.

Der besseren Übersicht wegen sind im Aufriß Rückgasschacht und Mischgasschacht auf gegenüberliegenden Seiten dargestellt, in Wirklichkeit liegen diese beiden Schächte, wie im Grundriß abgebildet, auf derselben Seite.

1 Gasfeuerung und Mischkammer, 2 Rückgasführung, 3 Mischgas, 4 Abgas, 5 Turbinenwälzgas.

Der Temperaturverlauf

Die in der Feuerung erzeugten Heizgase werden vor dem Trocknereintritt mit Rückgas gemischt, wodurch eine starke Temperaturreduzierung erfolgt. Die so abgekühlten Gase gelangen durch einen tangentialen Schlitz in den Trockner, werden

Mäßige Wälzgastemperaturen

aber auch hier noch nicht direkt auf das Gut geführt, sondern nur allmählich dem Turbinenwälzgas zugemischt, das sich in seiner Temperatur in weiten Grenzen regeln läßt. So ist z. B. trotz Anwendung höchster Feuerraumtemperaturen und einem dadurch gegebenen hohen thermischen Wirkungsgrad eine Arbeitstemperatur (das ist die Temperatur, mit der das Gut tatsächlich in Berührung kommt), von 150° und weniger ohne weiteres möglich. Wie der bei Untersuchungen festgestellte Temperaturverlauf, Bild 9, zeigt, waren trotz der Mischgastemperaturen von 400 bis 500° in allen Zonen über die ganze Trocknerhöhe die Wälzgastemperaturen nur 180 bis 230°.

Der Turbinen-Trockner ist also, unabhängig von der Feuerungs- und Einströmtemperatur, ein Niedrigtemperatur-Trockner.

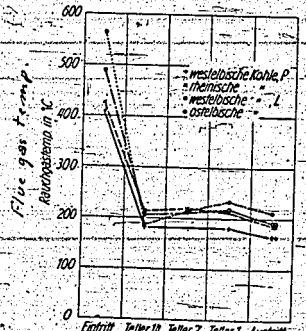


Bild 9. Temperaturverlauf im rauchgasbeheizten Turbinen-Ringscheiben-Trockner.

Wärme und Energiebedarf des Turbinen-Trockners.

Mit Rücksicht darauf, daß der Wärme- und Energiebedarf die wichtigsten Faktoren für die Betriebskostenrechnung einer Trocknung sind, lassen wir eine eingehendere Betrachtung über diese beiden Faktoren folgen.

Beim Turbinen-Trockner wird zwar mit geringer Arbeitstemperatur getrocknet; infolge der starken Brüdenrückführung wird aber tatsächlich mit dem höchstmöglichen Temperaturgefälle gearbeitet, da nur soviel Verbrennungs- und Kühlluft zugeführt wird, wie für die vollständige Verbrennung und mit Rücksicht auf die Haltbarkeit der Feuerungswände unbedingt notwendig ist.

Ausnutzung des gesamten Temperaturgefälles

Es kommt also das gesamte Temperaturgefälle zwischen der Feuergastemperatur beim Verlassen des Feuerraumes und der Abgastemperatur des Trockners zur Wirkung. Die Abgasmenge je Kilogramm verdampftes Wasser ist daher beim Turbinen-Trockner kleiner als bei Trocknern, bei denen die Feuergastemperatur ausschließlich durch Kühlluft auf die zuträgliche Eintrittstemperatur herabgesetzt oder bei denen nur mit geringer Brüdenrückführung gearbeitet wird.

Geringer Abgasverlust

Setzt man bei einem Vergleich eine gleiche Austrittstemperatur voraus, so ist der Abgasverlust beim Turbinen-Trockner geringer. Derselbe ist aber bei der Wärmebilanz eines Trockners der wichtigste Faktor. Bei Gasfeuerung kann der Turbinen-Trockner auch unter Überdruck arbeiten, was wichtig ist bei der Trocknung besonders empfindlicher Kohlen, z. B. bei starker Überhitzung. Der Wärmeverbrauch des Trockners bleibt in erträglichen Grenzen, wo Sonderprozesse eine erhöhte Abgastemperatur von z. B. 180 bis 200° C fordern. Der Leitungs- und Strahlungsverlust des Trockners ist wegen des günstigen Verhältnisses von Oberfläche zu Inhalt und der guten Isoliermöglichkeit mäßig.

Niedriger Gesamtwärmeverbrauch

Der Gesamtwärmeverbrauch je Kilogramm verdampftes Wasser ist bei den verschiedenen Arbeitsprozessen unterschiedlich. Er hängt ab vom Anfangswassergehalt des Aufgabegutes, von den Bedingungen hinsichtlich der Höhe der Abgastemperatur und von der Trocknergröße sowie dem Feuerungswirkungsgrad; er ist damit bei einem Gut mit nur geringer Anfangsfeuchtigkeit immer höher als bei einem solchen mit hohem Anfangswassergehalt. Der Gesamtwärmeverbrauch des Turbinen-Trockners bewegt sich etwa zwischen 800 und 1100 kcal je Kilogramm verdampftes Wasser.

Geringer Energiebedarf

Der Energiebedarf des Turbinen-Trockners setzt sich aus dem Einzelkraftbedarf für die Bewegung des Ringscheibengerüstes, der Turbinenwelle und der Feuerungsventilatoren, außerdem für die Abschlußelemente, z. B. Zellenräder am Ein- und Austritt, zusammen. Der Energiebedarf des mit Kohle beschickten Ringgerüstes ist besonders gering und beträgt z. B. bei einem Trockner von 50 t/h Durchsatz noch nicht 5 PS. Die Turbinen benötigen ebenfalls nur einen geringen Energieaufwand, weil sie zwar eine große Gasmenge, diese aber nur mit geringer Geschwindigkeit bewegen, so daß die erforderlichen statischen Drücke nur klein sind. Das gleiche gilt für den Kraftbedarf der Feuerungsventilatoren. Aus den vorgenannten Umständen erklären sich die günstigen Energiebedarfszahlen, die bei den Anwendungsbeispielen genannt sind. Auch hier sind die auftretenden Schwankungen der Werte, die auf die Tonne Durchsatz bezogen sind, auf den Einfluß des Anfangswassergehaltes zurückzuführen.

Anwendungsbeispiele für Turbinen-Trockner und -Kühler bei der Kohleveredlung

a) Trocknung von stückiger Kohle

Bis 60 mm im Turbinen-Ringscheiben-Trockner
Über 60 mm im Turbinen-Band-Trockner

Für die schonende Trocknung stückiger Lignite und Hartbraunkohlen unter tunlichster Erhaltung der Stückform kommt der Turbinen-Band-Trockner in Frage, soweit es sich um größere Stücke, z. B. über 60 mm, handelt, während für Knorpel unter 60 mm der Turbinen-Ringscheiben-Trockner eine genügend schonende Trocknung gewährleistet. Die Hauptaufgabe ist, die Trocknung so zu führen, daß ein Kornzerfall durch unterschiedliche Schrumpfungen in der Außen- und Innenzone der Kohlenstücke weitgehend vermieden wird. Die niedrige Arbeitstemperatur der Wälzgase und die verhältnismäßig lange Trockenzeit kommen hier zur Geltung. Durch zweckmäßige Stufung und vorsichtige Bemessung der Temperatur und Sättigung der Wälzgase in den einzelnen Zonen kann der Trocknungsprozeß so geleitet werden, daß die Durchwärmung der Stücke und ihre langsame Trocknung milde genug erfolgen, um Kornzerfall durch Schrumpfung einzuschränken. Vor allem wird dafür gesorgt, daß im oberen Teil des Trockners eine langsame Anwärmung der Stückkohle in einer Zone mit hohem Feuchtigkeitsgehalt erfolgt. Eine mechanische Beanspruchung der Stückkohle wird beim Turbinen-Band-Trockner überhaupt vermieden.

Großanlagen für die Trocknung stückiger Lignitkohle, die zur Lokomotivheizung dienen soll, sind im Bau; desgleichen auch eine größere Anzahl Turbinen-Band-Trockner für die Vortrocknung von Ölschiefer-Preßlingen und Stückschiefer, die mit Rücksicht auf die anschließende Verschwelung ohne Abrieb anfallen müssen.

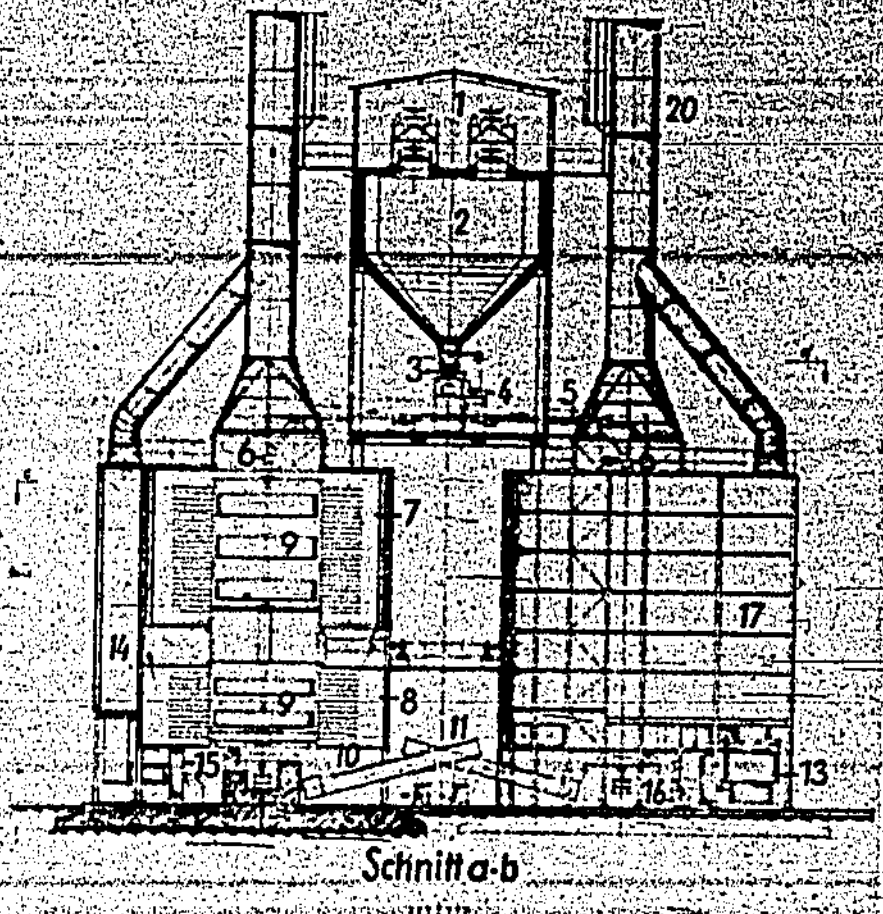
Kombination von Trockner und Kühler

Es wurde schon erwähnt, daß für die schonende Trocknung kleinerer Knorpel der Turbinen-Ringscheiben-Trockner Anwendung finden kann, beispielsweise dann, wenn Hart-Braunkohlen für die Vorbereitung eines Schwel- oder Vergasungsprozesses vorgetrocknet werden sollen. Eine solche Anlage für die Verarbeitung sudetendeutscher Kohle ist nebenstehend abgebildet. Sie besteht zunächst aus zwei Trocknern und zeigt außerdem die interessante Lösung einer Kombination von Trockner und Kühler in einem Aggregat. Die Trocknung der Kohle erfolgt im oberen Teil der Apparatur durch Feuergase aus einer Gasfeuerung, während im unteren Teil anschließend eine Kühlung durch Frischluftbespülung vorgenommen wird.

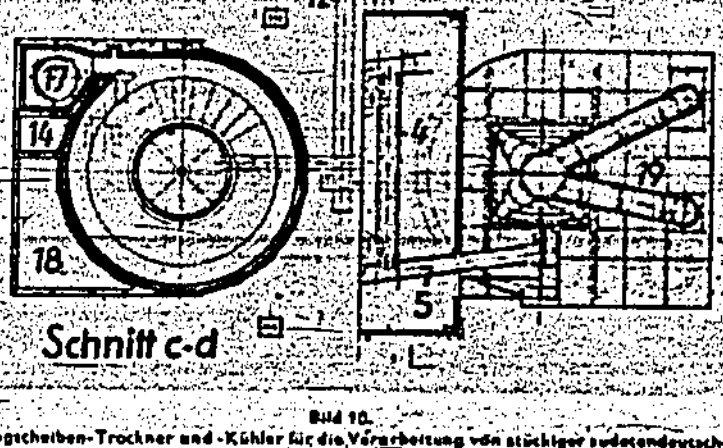
Da die Stückigkeit und Festigkeit des Braunkohlenschwelkokses hauptsächlich von den Bedingungen abhängt, unter denen die Resttrocknung, also die völlige Entwässerung der Schwelbriketts oder der stückigen Hartbraunkohle erfolgte, empfiehlt es sich, den Turbinen-Band-Trockner als Vortrockner vor dem Schweler da einzusetzen, wo ein Sonderschwelkoks von bester Stückigkeit und Abriebfestigkeit erzeugt werden soll, also z. B. für Koks, der für Fahrzeug-Generatoren Verwendung findet.

b) Vollständige Trocknung und Erhitzung vorgetrockneter Braunkohle

Die vollständige Trocknung von feinkörniger Geiseltal-Braunkohle wird bereits seit mehreren Jahren im Turbinen-Trockner ausgeübt. Zur Beseitigung der Quellfähigkeit, die zu mangelnder Wetterbeständigkeit der daraus hergestellten Briketts führt, hat Dr. K. Fritzsche das sogenannte U-B-Verfahren entwickelt. Nach diesem Verfahren wird die in Dampftrocknern auf 15 bis 20% vorgetrocknete Braunkohle von 0 bis 4 mm Körnung in Turbinen-Ringscheiben-Trocknern zunächst restlos entwässert und dann weiterhin auf eine Eigentemperatur von 230 bis 250° C gebracht.



Schnitt a-b



Schnitt c-d

Bild 10.
Turbinen-Ringscheiben-Trockner und -Kühler für die Verarbeitung von stückiger sudetendeutscher Kohle.
1 Naßgut-Zufuhr, 2 Naßgutbunker, 3 Tellerspeiser, 4 Umkehrbares Verteilerband, 5 Naßgut-Zufuhrbänder, 6 Material-Einfallschleusen, 7 Trockenzone, 8 Kühlzone, 9 Turbinen, 10 Materialsammler, 11 Querrechen, 12 Abfuhrrechen, 13 Walzgaserhitzer, 14 Rückgasschacht, 15 Rückgas-Ventilator, 16 Brenner-Ventilator, 17 Mischgasschacht, 18 Abluftschacht für Kühlluft, 19 Rückgasleitung, 20 Abluftschlot.

Einwandfreie Lösung dieser schwierigen Aufgabe

Der Turbinen-Trockner hat für diese bislang schwierigste Aufgabe der Braunkohlentrocknungstechnik die einwandfreie Lösung gebracht. Dabei war für diesen Prozeß von Vorteil, daß der Trockner mit Überdruck arbeiten kann und daß Kohlensäuregehalt, Rauchgastemperatur, Druck, Trocknungs- und Erhitzungsverlauf über die ganze Trocknerhöhe leicht überwacht werden können. Die Trockner besitzen eine Durchsatzleistung von 30 t/h. Der Energieverbrauch beträgt 2,25 kWh je Tonne Durchsatz, und der Wärmeverbrauch stellt sich auf 200 kcal/kg durchgesetzte Kohle bzw. 100 kg Feuerkohle für jede Tonne Durchsatz. Die auf dieser Grube errichtete Anlage (s. auch Bild 11 u. 12) wird auf vier Trockner erweitert.

Sicherung gegen Verpuffung und Entzündung

Obwohl die Einströmtemperatur der Rauchgase in den Trockner nur 450° C beträgt, wird bei reichlicher Brüdenrückführung die mit mechanischen Treppenrosten ausgestattete Rohbraunkohlenfeuerung so betrieben, daß eine genügende Schutzwirkung gegen Verpuffungen durch einen CO_2-Gehalt im Trockner von 11 bis 12% eingehalten wird.

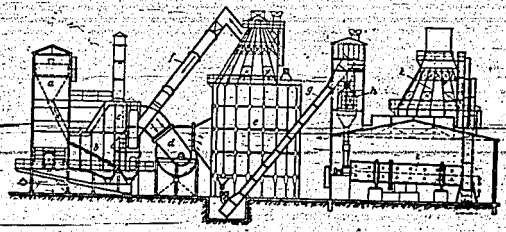


Bild 11. Untertrocknungs- und Benetzungsanlage mit Turbinen-Ringscheiben-Trockner und Turbinen-Ringscheiben-Kühler sowie Benetzungstrommel.
a Kohlenbunker, b Feuerung zur Erzeugung der Rauchgase für den Trockner, c Mischgasschacht, d Rauchgasgebläse, e Turbinen-Trockner, f Rückgasleitung, g Kettenförderer, h Bunker, i Benetzungstrommel, k Turbinen-Kühler.

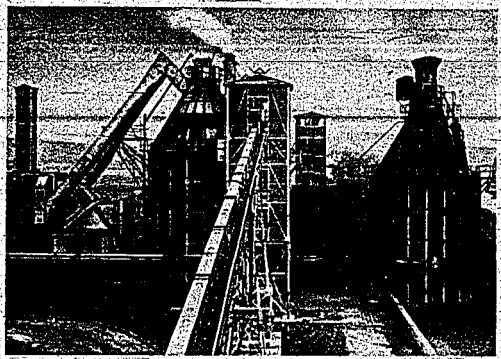


Bild 12. Ansicht des ersten Ausbaues der Untertrocknungs- und Benetzungsanlage mit Büttner-Turbinen-Ringscheiben-Trockner und -Kühler

c) Trocknung von Rohbraunkohle

Nachdem mit Hilfe der Pionierarbeit von Dr. K. Fritzsche der Turbinen-Trockner in die Braunkohlen-Trocknungstechnik eingeführt war, entstand die Frage nach seiner Eignung für die Trocknung von Rohbraunkohle.

Diese Frage konnte eigentlich schon auf Grund der guten Ergebnisse bei der vollständigen Trocknung und Erhitzung nach dem U-B-Verfahren positiv beantwortet werden. Sie wurde aber gleichfalls im bejahenden Sinne beantwortet durch mehrere Versuche, die im Auftrage des Ausschusses für Brikettfabriken des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins von Herrn Dr. Rammler mit ost- und westelbischer sowie rheinischer Braunkohle von 53 bzw. 59% Wassergehalt in einem Versuchstrockner mit 14 Ringscheiben durchgeführt wurden.

Trocknung ohne Anstände auf 14-16% Wassergehalt

Die Versuche zeigten, daß sich die Rohbraunkohle anstandslos auf 14 bis 16% Wassergehalt herabtrocknen läßt. Bei diesen Versuchen betrug die Trockenkohletemperatur rd. 95° C bei einer Einströmtemperatur der Mischgase von 400 bis 500° C, während die Wälzgase Arbeitstemperaturen von 180 bis 230° aufwiesen. Schon früher ergab sich, daß bei der völligen Entwässerung von Braunkohle und der anschließenden Überhitzung im Turbinen-Trockner keine merkliche Zerkleinerung auftritt. Das bestätigten auch die Versuche mit der Trocknung von Rohbraunkohle, wie aus dem Vergleich der Körnungskurven von Aufgabe- und Trockengut in Bild 13 hervorgeht.

Vermeidung von Zerkleinerung, Kornzerfall und Kantenabrundung

Im Turbinen-Trockner tritt also bei der Trocknung von Rohbraunkohle nicht nur praktisch keine mechanische Zerkleinerung auf, es erfolgt vielmehr auch die Erwärmung und Trocknung der Kohle bei langer Trockendauer und mäßiger Arbeitstemperatur so langsam und vorsichtig, daß der Kornzerfall durch ungleichmäßiges Schrumpfen von Schale und Kern in ganz geringen Grenzen bleibt. Wegen der fortfallenden mechanischen Beanspruchung der Kohle wird eine Abrundung der Körner durch Abrollen und Abreiben vermieden, was preßtechnisch vorteilhaft sein dürfte.

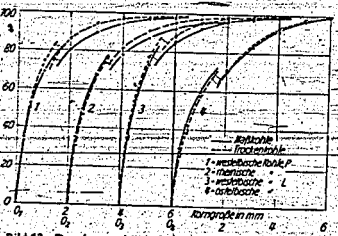


Bild 13. Durchgangskörnungskennlinie von Naß- und Trockenkohle bei Verarbeitung im Turbinen Ringscheiben-Trockner.

Geringe Wasserspanne ... Für die brikettiertechnische Bewertung der Trockenkohle ist die verhältnismäßig geringe Wasserspanne der Trockenkohle aus dem Turbinen-Trockner beachtenswert. Aus dem Streifendiagramm Bild 14 entnimmt man z. B. für die ostelbischen Kohlen, daß für alle Korngrößen bis zu 4 mm, die 97% des Gesamtgutes ausmachen, die Wasserspanne nur 2,9% beträgt, während das Gesamtgut eine Wasserspanne von 8,7% aufweist.

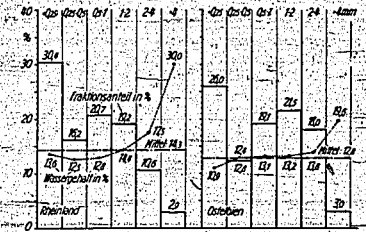


Bild 14. Wasserspanne bei rheinischen und ostelbischen Kohlen nach Trocknung im Turbinen-Ringscheiben-Trockner.

... und deren Erklärung Zur Erklärung des hohen Gleichförmigkeitsgrades der Trocknung der verschiedenen Korngrößen ist darauf hinzuweisen, daß infolge der zwangläufigen Gutführung ein Vorlaufen oder Zurückbleiben einzelner Körner oder Kornklassen nicht vorkommt. Das Gut wird im Turbinen-Trockner in dünner, auf den Tragscheiben ausgebreiteter Schicht getrocknet und während des Durchganges gleichmäßig gewendet, wobei jedoch alle Kornklassen stets innig gemischt und in einer Schicht vereint sind. Die verhältnismäßig lange Trockenzeit und die niedrige Arbeitstemperatur bewirken, daß sich Feuchtigkeitsspannen der einzelnen Korngrößen nicht halten können.

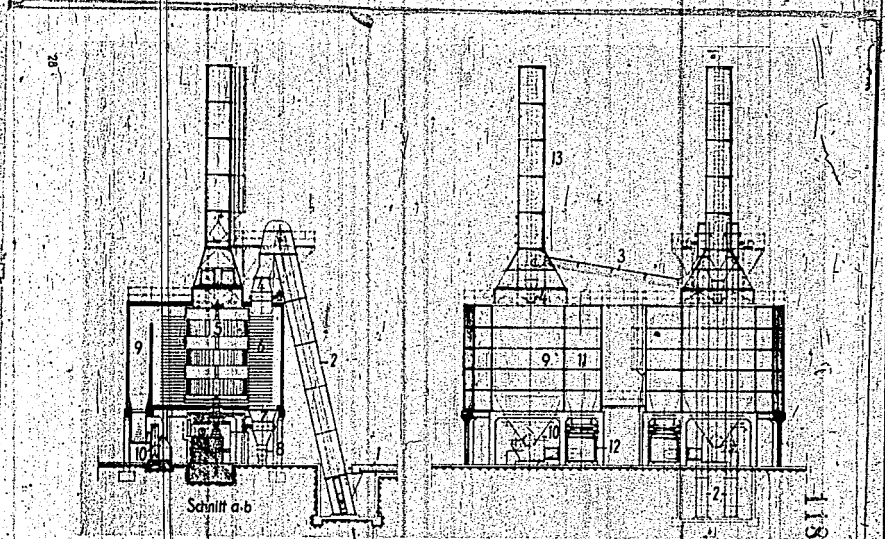


Bild 17. Zwei gasbeheizte Turbinen-Ringscheiben-Trockner für die Trocknung von Feinkohle.
1 Naßgut-Zufuhr, 2 Naßgut-Elevator, 3 Zufuhrband, 4 Einfall des Gutes, 5 Turbinen, 6 Ringscheibengerüst, 7 Ausfall des Gutes, 8 Abfuhr des Gutes, 9 Rückgasschacht, 10 Rückgas-Ventilator, 11 Mischgasschacht, 12 Walzgaserhitzer, 13 Abluftschlot.

e) Trocknung von Kohlenschlämmen

Die Verarbeitung von Schlämmen aller Art aus der chemischen Industrie hat sich der Turbinen-Trockner bereits seit mehreren Jahren erschlossen. Es handelt sich dabei durchweg um größere Anlagen, wie sie z. B. für die Trocknung von Rotschlämmen aus der Aluminiumindustrie, Weiß- und Buntfarbschlämmen, Tonerdegel, Kontaktmassen und ähnliche Produkte errichtet wurden. Man kann hier sagen, daß für die Schlammtrocknung der Turbinen-Trockner an erster Stelle steht.

Da man nun im letzten Jahrzehnt der Verwertung der in den Steinkohlewäschen und ihren Flotationsanlagen anfallenden Kohlenschlämme erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt hat, war es naheliegend, auch für diesen Arbeitsprozeß der Kohleverarbeitung den Turbinen-Trockner einzusetzen. Es kann dabei darauf hingewiesen werden, daß hinsichtlich der Schlammverarbeitung in der chemischen Industrie größtenteils noch wesentlich höhere Forderungen gestellt werden, als sie normalerweise bei der Kohlenschlammverarbeitung auftreten.

Starkklebende Schlämme bieten keine Schwierigkeiten

Die Aufgabe des Naßgutes in den Trockner wird der unterschiedlichen Konsistenz der verschiedenen Schlämme angepaßt. Auch für stark klebende Schlämme ist diese Frage gelöst, und es findet auch kein Verkleben des Trockners statt, wobei besonders der zwangläufige Transport des Gutes durch den Trockner von Vorteil ist. Bild 18 zeigt eine Kohlenschlamm-Trocknung für eine belgische Zeche für die Verarbeitung von Flotationsschlamm. Jeder der beiden Trockner besitzt eine Stundenleistung von 20 t Naßgut mit etwa 25% Anfangswassergehalt, und es erfolgt die Abtrocknung auf 3% Restfeuchtigkeit. Die Beheizung wird durch den aus dem Trockner anfallenden getrockneten Schlamm bzw. Staub mit einer Staubfeuerung vorgenommen.

Gutes; 8 Abfuhr des Gutes; 9 Rückgasschacht; 10 Rückgas-Ventilator; 11 Mischgasschacht; 12 Wärmeaustauscher; 13 Abluftschlot.

Den Trocknungsverlauf zeigt Bild 15. Bemerkenswert ist die deutlich erkennbare Haltezone, die der Vorbereitung für die Trocknung dient und die wesentlich dazu beiträgt, daß der Kornzerfall gering ist. Auch bei der Trocknung stückiger Hartbraunkohlen in den Korngrößen von 5 bis 40 mm wurden nur geringe Wasserspannen von wenigen Prozenten festgestellt. Der bei dieser Kohle durch Kornzerfall während der Trocknung gebildete Anteil unter 5 mm war gering und dürfte je nach der Kohlensorte in den meisten Fällen kaum groß genug sein, um als Feuerkohle den Wärmeaufwand für die Trocknung zu decken.

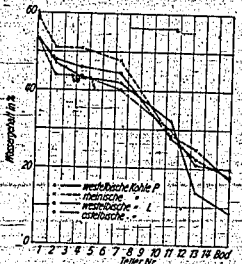


Bild 15. Trocknungsverlauf bei der Verarbeitung von Rohbraunkohle von normaler Brikettierfeinheit im Turbinen-Ringscheiben-Trockner

In Brikettfabriken können Abgase von nur 350° C benutzt werden

Für die Ausnutzung der mit etwa 350° C anfallenden Abgase der meisten Braunkohlenbrikettfabriken für die Trocknung von Braunkohle ist der Turbinen-Trockner insofern besser geeignet als andere Trockner, da sein Trocknungsverfahren an sich auf der Verwendung von Wälzgasen von mäßiger Temperatur beruht.

d) Trocknung von Steinkohle . . .

1186

Für die Trocknung von Steinkohle wurden Turbinen-Trockner geliefert, die die für die Hydrierung bestimmte vorzerkleinerte Gasflammkohle verarbeiten.

. . . ohne Verpuffung und Entzündung

Bei der Verarbeitung der Feinkohle ist vor allem darauf zu achten, daß die selbstentzündliche und verpuffungsfähige Gasflammkohle betriebssicher auf die gewünschte Restfeuchtigkeit gebracht wird. Hierbei besteht die Gefahr einer Entzündung. Die vorerwähnten Trockner sind mit Gasbeheizung ausgerüstet, und es ist hier ohne Schwierigkeit möglich, im Betrieb einen Kohlensäuregehalt von etwa 14% einzustellen, so daß eine ausreichende Schutzwirkung vorhanden ist. Beim Anfahren und Abstellen wird zweckmäßig Schutzgas zugegeben, oder aber, wo dieses nicht zur Verfügung steht, wird Dampf zugesetzt. Bild 17 zeigt das Schema einer solchen Anlage mit zwei Trocknern für je 30 bis 50 t Aufgabegut je Arbeitsstunde.

Erwähnenswert ist noch die große Feinheit der verarbeiteten Kohle in den vorbeschriebenen Anlagen, die aus der Körnungskurve Bild 16 zu ersehen ist.

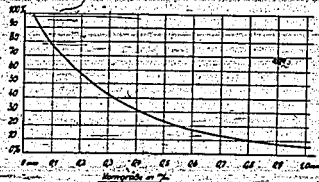
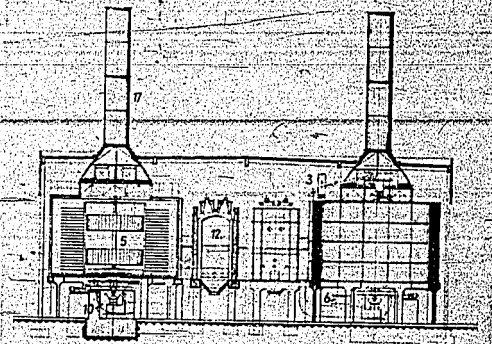
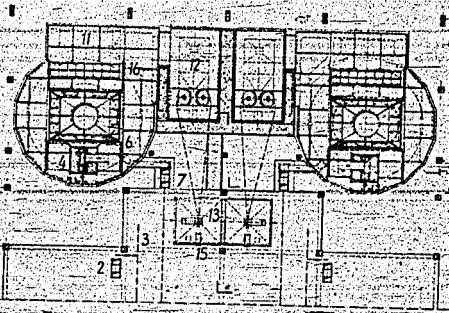


Bild 16 Siebanalyse einer im Turbinen-Ringscheiben-Trockner verarbeiteten Feinkohle

Auch Steinkohle für andere Verwendungszwecke, beispielsweise für die Brikettierung, für Vermahlung oder Vergasung, wird zweckmäßig im Turbinen-Ringscheiben-Trockner vorgetrocknet.



Schnitt a-b



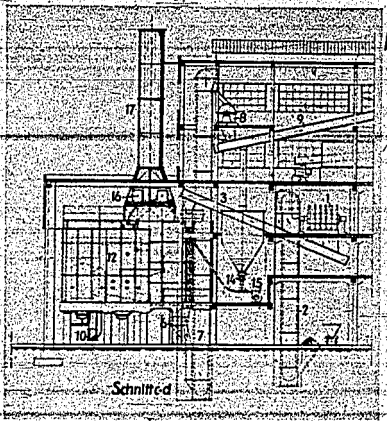


Bild 18. Trocknungsanlage für Flotations-Kohlenschlamm auf einer belgischen Zeche mit zwei Turbinen-Ringscheiben-Trocknern.

1 Filter, 2 Zusatz-Elevator, 3 Naßgut-Zufuhr, 4 Material-Einfallschleusen, 5 Turbinen, 6 Ausfall-Schleusen, 7 Trockengut-Elevatoren, 8 Desintegratoren, 9 Trockengut-Abfuhr, 10 Rückgasventilator, 11 Rückgasschacht, 12 Kohlstaubfeuerung, 13 Kohlenstaubbunker, 14 Kohlenstaub-Zuteiler, 15 Brenner-Ventilator, 16 Explosionsklappen, 17 Abluftschlot.

Interessant ist eine Gegenüberstellung des hier abgebildeten Trockners mit dem in Bild 20 wiedergegebenen. Während dieser Trockner im Vergleich zum Durchmesser eine geringe Höhe hat, hat jener im Vergleich zum Durchmesser eine große Höhe. Wir verweisen auf die Ausführungen auf Seite 37 unten.

Zusätzliche Entstaubungsanlagen nicht erforderlich

Es ist ein mißlicher Umstand, daß bei der Trocknung von Kohlenschlämmen meist hochwertige, trockenarbeitende und daher teure Entstaubungsanlagen, wie Elektrofilter, notwendig sind, wenn nicht durch Naßentstaubung ein merklicher Anteil des trockenen Staubes wieder als Schlamm niedergeschlagen und nach nutzlos aufgewendeten Trocknungskosten wieder in den Schlammteich zurückkehren soll. Es ist daher auch bei der Schlammtrocknung die geringe Staubführung der Abgase des Turbinen-Trockners besonders wichtig.

f) Trocknung von Steinkohlenkoks

Der Steinkohlenkoks bedarf für manche Verwendungszwecke, wie beispielsweise für die Elektrodenherstellung, der Trocknung. Nun ist Steinkohlenkoks ein stark schleißender, schmirgelnder Stoff, und dieser Punkt ist bei der Wahl einer Trocknungsanlage besonders zu beachten. Es ist nicht nur eine solche Trocknung zu wählen, bei der der Verschleiß ein Minimum beträgt, sondern es ist auch darauf zu achten, daß verschlissene Teile in einfacher Weise ausgewechselt werden können. Einer Schleißwirkung kann vorgebeugt werden, wenn der Koks im Trockner eine möglichst geringe Bewegung ausführt, und dies ist im Turbinen-Trockner der Fall. Eine Reihe Turbinen-Trockner für die Verarbeitung von Koks wurde bereits erstellt, und zwar durchweg für Koks, der für Sonderzwecke bestimmt ist. Abb. 19 zeigt eine Anlage, die auf einer rheinischen Zeche errichtet wurde und die für die Verarbeitung von Koksgrus für die Magerung von Kokskohle bestimmt ist. Die Leistung der gasbeheizten Anlage beträgt 10 t Feuchtgut je Arbeitsstunde, und zwar Koksgrus von 0 bis 10 mm bei einer Abtrocknung von 25% Anfangswassergehalt auf 10 bis 12% Restfeuchtigkeit.

Geringer Verschleiß

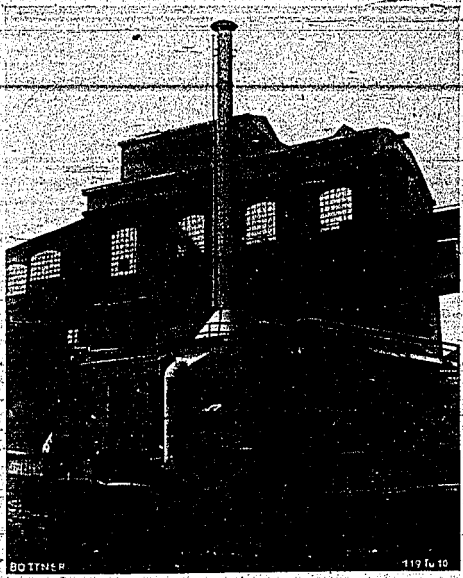


Bild 19. Turbinen-Ringscheiben-Trockner für die Verarbeitung von Koksgrus mit Gasbeheizung.

Auch dieser Trockner steht im Freien: ebenso wie die auf den Seiten 22 und 23 wiedergegebenen Trockner und Kühler.

g) Kühlung von Brikettierbraunkohle

Mehrjährige Erfahrung hat gezeigt, daß bei Fortfall der Heizung, der Turbinen-Trockner für die Kühlung der Kohle in Braunkohlenbrikettfabriken bestens geeignet ist. In anderen Industrien wird dieser Trockner als kombinierter Trockner und Kühler angewandt in gleicher Art, wie die für die Trocknung und Kühlung von Hartbraunkohle in Bild 10 gezeigte Kombination.

Bei großen Leistungen, wie sie durchweg bei der Kohleverarbeitung auftreten, wird man aber die Trocknung und Kühlung in getrennten Einheiten durchführen. Nach den Erfahrungen auf Grube Elisabeth, wo die bereits beschriebene U-B-Anlage errichtet ist, sind die Anschaffungskosten eines solchen Kühlers nur etwa die Hälfte und der Platzbedarf ist wesentlich geringer als bei den üblichen Jalousiekühlern. Es erfolgt ein gut geregelter Durchsatz des Gutes bei gleichzeitiger häufiger Wendung, und damit ist eine gute Entwrasung und guter Feuchtigkeitsausgleich der Kohle gegeben. Die Temperatur der Kohle hinter dem Kühler kann leicht und bequem gesteuert und damit in jeder Jahreszeit gleichmäßig gehalten werden.

Gleichmäßigkeit der Kühlung. Vermeidung einer Entmischung der Korngrößen

Ein Vorteil ist neben der Gleichmäßigkeit der Kühlung die Vermeidung der Entmischung der Kornklassen, wie sie bei anderen Kühlern häufiger zu beobachten ist.

Da in vielen Braunkohlen-Brikettfabriken das Bedürfnis nach einem Ersatz überalteter Kühlanlagen bestehen dürfte, sei auf diese brikettiertechnisch vorteilhaften Eigenschaften des Turbinen-Kühlers noch besonders hingewiesen. Dabei ist es wesentlich, daß der Turbinen-Kühler ohne besondere Gebäude an Stelle veralteter Jalousie-Kühlhäuser im Freien aufgestellt werden kann. Der Kraftbedarf eines Turbinen-Ringscheiben-Kühlers von 30 t/h Durchsatz beträgt rd. 12 kW, entsprechend einem Energieverbrauch von 0,4 kWh je Tonne. Die Abkühlung erfolgt bei etwa 25° C Außentemperatur von 88 auf 43° C.

h) Alterung von Braunkohlenschwelkoks

Der am Schwelofen anfallende Braunkohlenschwelkoks ist heiß und außerdem in hohem Grade selbstentzündlich. Er muß daher vor der Verwendung oder Verfrachtung gekühlt und gealtert werden, wozu er mit Luft, der er einen Teil des Sauerstoffs entzieht, und mit Wasser behandelt wird.

Für die Alterung des Schwelkokses hat man bislang vielfach Trommeln verwendet. Ein großes Schwelwerk hat aber nunmehr sechs Turbinen-Ringscheiben-Kühler in Sonderausführung für die Alterung von Braunkohlenschwelkoks erstellt (s. Bild 20). Zur Vermeidung der Selbstentzündung wird bei diesen Alterungsanlagen Inertgas zugesetzt, und da mit Rücksicht auf die Kühlung ein entsprechender Gaswechsel erforderlich ist, wird nur ein Teil des Gases ins Freie geleitet, der andere aber im Kreislauf geführt und rückgekühlt. Der Kreislauf ist erforderlich, weil andernfalls zu große Mengen Inertgas und auch große Entstaubungseinrichtungen benötigt würden. Beim Turbinen-Ringscheiben-Kühler läßt sich die Kombination zwischen dem eigentlichen Kokskühler und der Gaskühlung organisch sehr einfach durchführen, wie aus der Schnittzeichnung zu ersehen ist. Auf eine zusätzliche Entstaubung kann verzichtet werden. Ein weiterer Vorteil ist der geringe Verschleiß.

Weitgehende Regelmöglichkeit

Da die Führung des Alterungsprozesses bei den verschiedenen Schwelkoksarten unterschiedlich ist und vielfach endgültig erst nach Inbetriebnahme der Anlage selbst festgelegt werden kann, ist eine weitgehende Regelmöglichkeit wünschenswert. Diese Regelmöglichkeit ist beim Turbinen-Kühler in besonderem Maße gegeben. So kann z. B. der Wasserzusatz an beliebiger Stelle des Behandlungsvorganges vorgenommen werden und auch der Zusatz des Alterungsgases ist nicht an eine bestimmte Stelle gebunden, sondern kann unterschiedlich erfolgen.

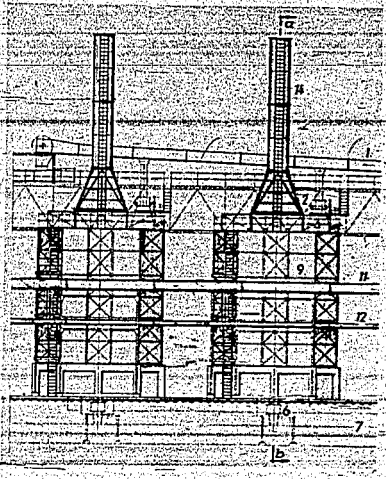
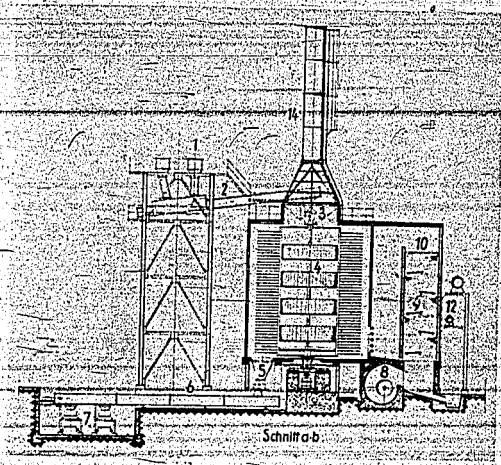


Bild 20. Alterungsanlage mit Büttner Turbinen-Ringscheiben-Kühler, kombiniert mit Rückgaskühlung, für die Verarbeitung von Schwelkoks.

1 Material-Zufuhrredler, 2 Quer-Redler, 3 Einfall-Schleuse, 4 Turbinen, 5 Ausfall-Schleuse, 6 Abfuhr-Redler, 7 Sammel-Redler, 8 Rückgas-Ventilator, 9 Kühlschacht, 10 Filter, 11 Stickstoffleitung, 12 Wasserleitung, 13 Abflußkanal, 14 Abluftschlot.



Schnitt a-b

Ein Vergleich dieser Anlage mit der in Bild 18 Seite 30/31 wiedergegebenen, zeigt die große Anpassungsfähigkeit des Turbinen-Trockners in bezug auf die Abmessungen von Durchmesser und Höhe.

Während der oben wiedergegebene Trockner eine im Verhältnis zum Durchmesser große Höhe hat, hat der Trockner in Bild 18 eine im Vergleich zum Durchmesser geringe Höhe.

Die Abmessungen von Durchmesser und Höhe des Trockners werden in erster Linie durch die Eigenschaften und Erfordernisse des zu behandelnden Gutes bestimmt. Es können aber auch Rücksichten auf örtliche Verhältnisse mitsprechen. Wo für die Aufstellung des Trockners wenig Höhe verfügbar ist, aber keine Beschränkung in bezug auf die Bodenfläche besteht, kann der Durchmesser auf Kosten der Höhe verringert werden. Wo wenig Bodenfläche verfügbar ist, aber keine Beschränkung inbezug auf die Höhe besteht, kann umgekehrt verfahren werden.

Zusammenfassender Überblick über die Eigenschaften des Turbinen-Trockners und Turbinen-Kühlers

Die vorstehend aufgeführten Anwendungsbeispiele haben die vielseitige Anwendungsmöglichkeit des Turbinen-Ringscheiben-Trockners und des Turbinen-Band-Trockners als eine Einrichtung zum Trocknen, Kühlen, Klimatisieren und Altern im Rahmen der Kohlenverarbeitung sowohl für feinkörniges als auch stückiges und für schlammförmiges Gut gezeigt.

Der Turbinen-Trockner ist eine universelle Apparatur, die die so unterschiedlichen Forderungen auf dem Gebiete der Kohleverarbeitung bei geringer eigener Abwandlung nicht nur beherrscht, sondern sogar mit Vorteil erfüllt.

Faßt man die Haupteigenschaften nochmals zusammen, so sind von besonderer Bedeutung:

- der einfache, durchsichtige Aufbau und die gute Zugänglichkeit des Trockners,
- die zonenweise regelbare Zufuhr der Wärme bei niedrigen, abstufbaren Arbeitstemperaturen,
- die zwangsläufige Führung des Gutes,
- die gleichmäßige Abtrocknung bei geringen Unterschieden im Wassergehalt der Kornklassen,

ferner:

- die schonende Behandlung des Gutes in mechanischer und thermischer Beziehung, die die Vermeidung von Abrieb und Kornzerfall im Gefolge hat,
- mäßiger Verschleiß bei mechanisch aggressivem Gut,
- geringer Staubanfall im Abgas, der eine nachgeschaltete Entstaubung entbehrlich macht.

In sicherheitstechnischer Beziehung wichtig sind:

- die gute Abdichtungsmöglichkeit und
- die niedrigen Drücke im Trockner.

Da bei den direkt beheizten Trocknern nur mit Rückgasen gearbeitet wird, ist es möglich, die Feuerung nur mit jenem Luftüberschuß arbeiten zu lassen, der für die einwandfreie Verbrennung und für die Haltbarkeit der Feuerung notwendig ist. Es kann daher mit hohem Kohlensäuregehalt gefahren werden, der zusammen mit den verhältnismäßig niedrigen Arbeitstemperaturen im Wälzgasbereich einen wirksamen Schutz gegen Entzündungen und Verpuffungen bei empfindlicher Kohle bildet, zumal der hohe Dichtheitsgrad und die niedrige Lage der statischen Drücke einen Falschluftzutritt verhindern.

Kennzeichnend gegenüber anderen Kohletrocknern ist die längere Trockenzeit. Sie ermöglicht im Verein mit der Regelbarkeit der Zonentemperaturen und der Gesamtgasbeaufschlagung einen guten Ausgleich von Schwankungen des Aufgabegutes im Wassergehalt und der physikalischen Beschaffenheit derart, daß eine zeitlich gleichmäßige Abtrocknung des Enderzeugnisses erreicht wird.

Auf den Wärme- und Energiebedarf als die wichtigsten Einflußfaktoren der Betriebskosten sind wir bereits in einem besonderen Kapitel eingegangen (Seite 17).

Wie die beigebrachten Anwendungsbeispiele, Versuchs- und Betriebsergebnisse lehren, kann der Turbinen-Trockner mit Vorteil die besonderen Aufgaben der Kohleverarbeitung und Kohleveredlung hinsichtlich Trocknung und Kühlung erfüllen.

Abgasbeheizung ... 26
Abrieb, Vermeidung von ... 19
Alterung von Braunkohlen-Schwelkoks ... 35
Antriebe ... 10
Anwendungsbeispiele ... 19–37
Arbeitstemperatur ... 16, 24
Aufgabevorrichtung ... 29
Aufstellung im Freien ... 12, 21, 31

Beheizung ... 14
durch Abgase ... 26
„ Dampf ... 7, 13
„ Rauchgase ... 15
Braunkohle ... 3, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 34, 35, 36, 37
Braunkohlenschwelkoks ... 35
Brikettierkohle ... 20, 25, 34

Charakteristische Merkmale der Turbinen-Trockner ... 4

Dampfbeheizung ... 7, 13
Dichtheit des Gehäuses ... 11
Drehgerüst ... 10, 12
Durchgangskörnung ... 24

Eigentemperatur der getrockneten Kohle ... 24
Einströmtemperatur der Heizgase 22, 24
Elektrodenherstellung ... 32
Entglühbedarf ... 22, 34
Entleerung (selbsttätige) ... 13, 14
Entmischung der Korngrößen ... 34
Entzündung ... 14, 27

Feinkohle ... 27
Feuerung ... 14
Flotationsschlamm ... 29

Gasflammkohle ... 27
Gehäuse ... 11

Hydrierkohle ... 3, 27

Inertgas ... 27, 35

Kantenabrundung ... 24
Kohlensäuregehalt der Wälzgase 22, 27
Kohlenschlamm ... 29, 30, 31
Koks ... 32, 33
Körnung ... 24, 27
Kornzerfall ... 19, 24, 26
Kraftbedarf ... 22, 34
Kühlung ... 3, 5, 20, 21, 34

Lagerung ... 8
Lagerwechsel ... 9
Lignitkohle ... 19

Merkmale der Turbinen-Trockner ... 4
Mischgas ... 15

Rauchgasbeheizung ... 15
Regelbarkeit des Trockners 10, 35, 38
Rohbraunkohle ... 23
Rückgas ... 15

Schlammkohle ... 29, 30, 31
Schrumpfung ... 19, 24
Schutzgas ... 27, 35
Schwelkoks ... 35
Selbstentzündung ... 14, 27, 35
Staubfreiheit der Abgase ... 8, 32
Steinkohle ... 3, 27
Stückkohle ... 19

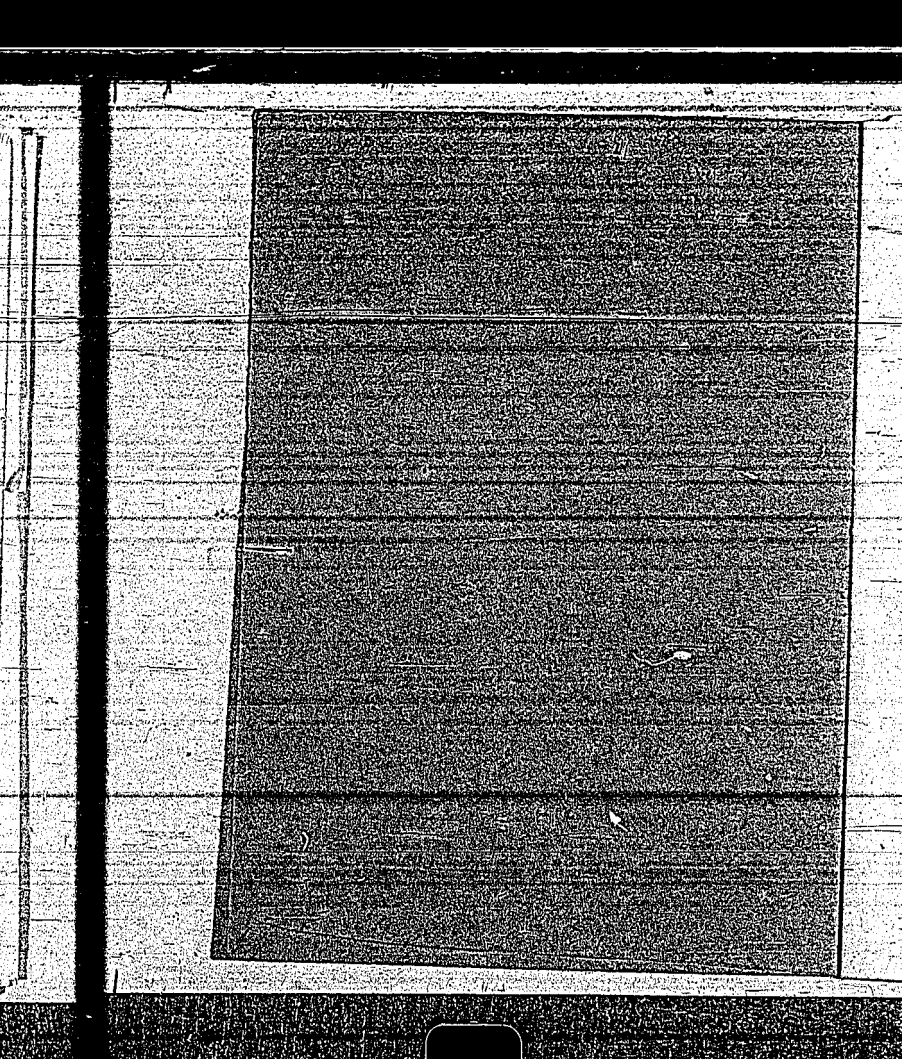
Temperaturverlauf ... 18, 22
Trocknungsverlauf ... 26
Turbinen ... 4, 10
Turbinen-Band-Trockner 5, 12-14, 19, 27
Turbinen-Ringscheiben-Trockner 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 19, 20, 21
Turbinenwelle ... 10

UBT-Verfahren ... 20, 21
Ummantelung ... 11

Verpuffung ... 14, 27
Verschleiß ... 32, 35

Wärmebedarf ... 22
Wasserspanne ... 23

Zerkleinerung ... 24
Zugänglichkeit der Lager ... 9
Zugänglichkeit des Trockners ... 10, 12



TITLE PAGE

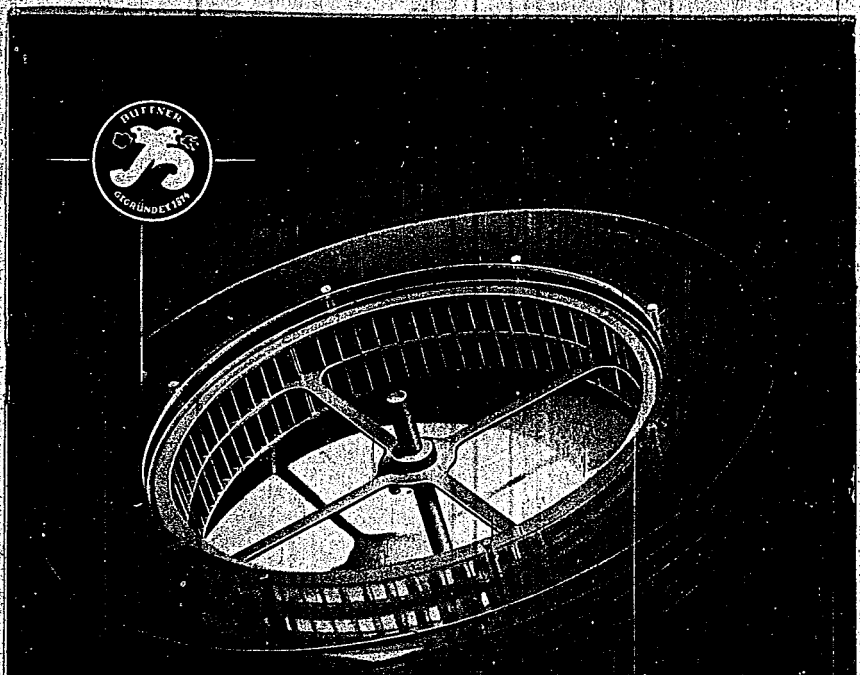
2. Der Turbinen Trockner - "Büttner".
The turbine dryer (pamphlet).

Frame Nos. 1200 - 1219

TITLE PAGE

2. Der Turbinen Trockner - "Büttner".
The turbine dryer (pamphlet).

Frame Nos. 1200 - 1219



Der

Turbinen Trockner

ist eine exakt arbeitende Trockenmaschine, in der die Luft- oder Gastemperaturen, die Eigentemperaturen und der Durchlauf des zu trocknenden Gutes in jedem Abschnitt des Trocknens vollkommen beherrscht werden.

...ER

Allgemeines

Die in den verschiedenen Industriezweigen hergestellten Produkte kann man, von trockentechnischer Seite aus gesehen, einreihen in

pulverförmige	kristallinische	krümel- oder stückförmige
pastenförmige	faserartige	bandartige
plattenförmige	oder geformte Produkte	

Werden derartige Produkte im Entstehungsprozeß getrocknet, dann bildet die Trocknung ein Glied in der Fabrikation, das auf die Leistung der vorausgehenden oder folgenden Arbeitsprozesse abgestimmt sein muß.

Eine Trockenanlage läßt sich aber nur auf einen beharrlichen Zustand einstellen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

① Aufgabe des zu trocknenden Gutes in gleichen Mengen und gleicher Beschaffenheit.

② **Zwangläufige Bewegung des zu trocknenden Gutes durch den Trockner,** damit jedem Abschnitt die gleichbleibende Material- bzw. Feuchtigkeitsmenge zugeleitet wird, die der Berechnung entsprechend in jedem Abschnitt des Trockners verdunstet werden soll.

③ **Beherrschung der Temperatur- bzw. Wärmezufuhr** in den einzelnen Abschnitten des Trockners.

④ Damit nicht nur die gewünschte Verdunstungsleistung, sondern auch **die bedeutungsvolle gleichmäßige Abtrocknung erreicht wird,** müssen alle Teile des zu trocknenden Gutes den Trockner unter der gleichen Temperatureinwirkung durchlaufen.

Es genügt aber nicht, daß eine Trockenanlage nur die gewünschte Verdunstungsleistung bringt, der Trockenprozeß muß auch so geleitet werden, **daß alle Forderungen hinsichtlich Beschaffenheit des getrockneten Gutes erfüllt werden.**

Folgende Funktionen haben Einfluß auf die Beschaffenheit des zu trocknenden Gutes:

a) **Die Eigentemperatur,** die man durch eine regulierbare Wärmezufuhr, hauptsächlich im letzten Abschnitt der Trocknung, beherrscht.

b) **Der Feuchtigkeitsgehalt** der gewälzten Luft, den man durch Regulierung der Abluftmenge beherrscht.

c) **Die ungleichmäßige Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit,** die dann eintritt, wenn der Temperaturabfall im Strömungskreis der wärmetragenden Luft zwischen der Anströmstelle des Naßgutes und der Abströmstelle zu groß ist.

d) **Eine ungleichmäßige Belüftung** des zu trocknenden Gutes, die eine Übertrocknung eines Teiles zur Folge hat.

e) **Die mechanische Führung** des zu trocknenden Gutes durch den Trockner muß der Beschaffenheit des Gutes angepaßt werden.

Zur Leistungsfrage und Sicherung der geforderten Beschaffenheit des getrockneten Gutes **tritt die Frage der Wirtschaftlichkeit.**

Der Wärmeaufwand für die Wasserverdunstung und Materialanwärmung ist in jedem Trockner gleich und durch Naturgesetze bestimmt. Die Strahlung ist von der Oberfläche des Trockners und dem gewählten Isoliermaterial abhängig. Unterschiedlich ist der Wärmeaufwand für die Ableitung der verdunsteten Feuchtigkeit durch die erwärmte Luft. Je höher die Temperatur und die Sättigung der Abluft, um so geringer sind die Abluftverluste.

Die Abluftverluste und der Kraftbedarf eines Trockners werden bestimmt durch den bedeutungsvollen Temperaturabfall im Strömungskreis der gewälzten Luft zwischen der ersten Berührungsstelle mit dem Naßgut und der Abströmstelle.

Unter a wurde bemerkt, daß ein größerer Temperaturabfall eine ungleichmäßige Trocknung zur Folge hat, die noch durch die mit der Temperatursenkung verbundene Steigerung der Luftsättigung vergrößert

wird. Da außerdem die Abluft bei einem kleinen Temperaturabfall im Strömungskreis der Wälzluft mit hoher Temperatur und höchster Sättigung ins Freie geleitet werden kann, muß dieser Temperaturabfall so klein wie möglich gehalten werden.

Der bedeutungsvolle Temperaturabfall im Strömungskreis der zirkulierenden Luft ist abhängig von der Größe der gewälzten Luftmenge und von der Länge des Weges über das zu trocknende Gut. **Je größer die gewälzte Luftmenge und je kürzer der Weg über das Gut, um so kleiner ist der Temperaturabfall.** Soll die Vergrößerung der gewälzten Luftmenge ohne eine Steigerung des Kraftaufwandes durchgeführt werden, **dann müssen die Widerstände aus dem Strömungskreis der Luft so weit wie möglich beseitigt werden.**

Das bedeutet: **Ruhiger Fluß der kreisenden Luftströme bei gleichbleibender Geschwindigkeit,**
Beseitigung der Luftstau- und Leitvorrichtungen,
Auflösung der Heizelemente und eine möglichst widerstandsfreie Einfügung des zu trocknenden Gutes in den Strömungskreis der zirkulierenden Luft.

Diese Forderungen in Verbindung mit dem Vorstehenden führten zur Entwicklung des Turbinen-Trockners. Die einzelnen Elemente, aus denen sich ein Trockner normalerweise zusammensetzt, **wurden diesen Forderungen entsprechend gestaltet und organisch zusammengefügt.** Alle Faktoren, die auf den Gang der Trocknung oder die Wirtschaftlichkeit der Anlage einen günstigen Einfluß haben, werden durch die zweckmäßige Gestaltung und die organische Verbindung der einzelnen Elemente zur höchsten Wirkung gebracht.

Wir liefern den Turbinen-Trockner mit Ringscheiben
für pulverförmige, kristallinische, pastenförmige oder stückige Produkte.
Turbinen-Trockner mit ringförmig geschichteter Hordensäule
für geformtes Gut.
Turbinen-Trockner mit ringförmig geschichteter Bandsäule
für band- oder strangartiges Gut.

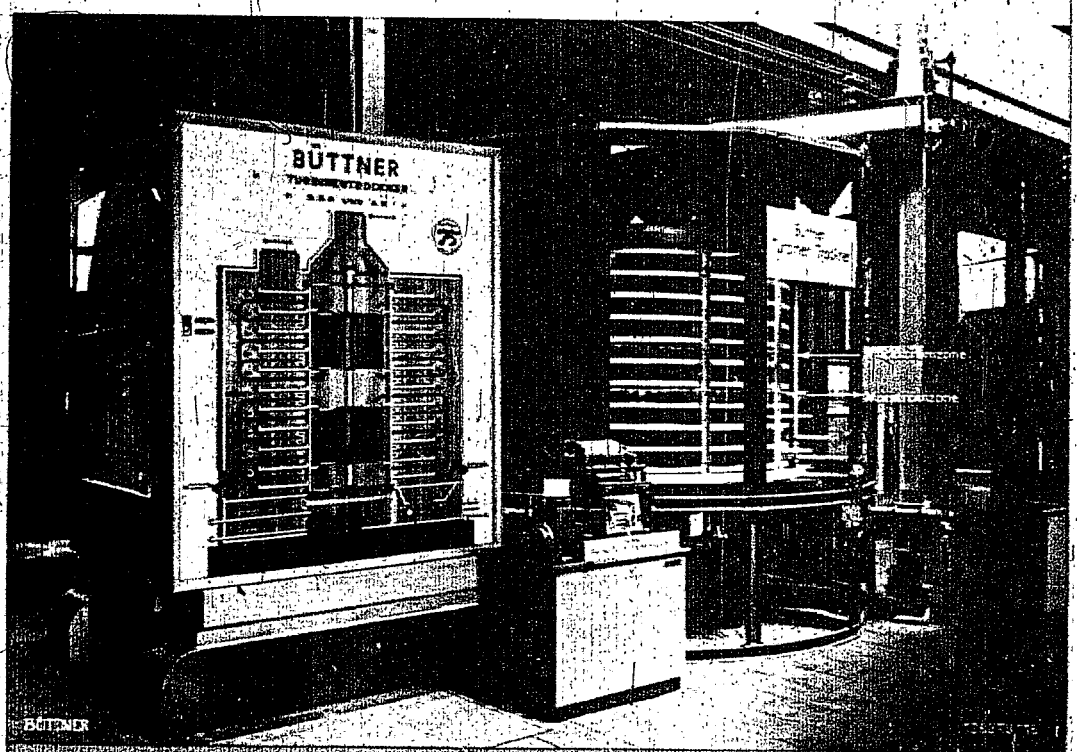
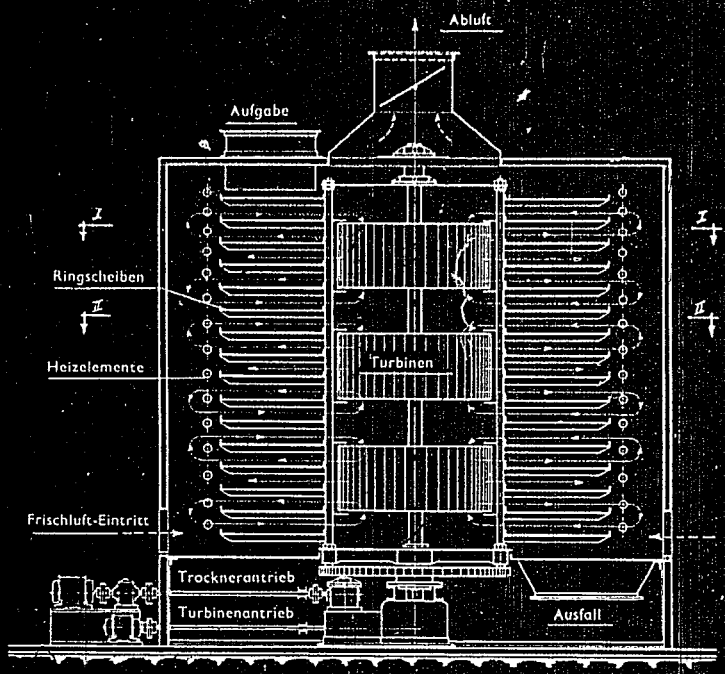
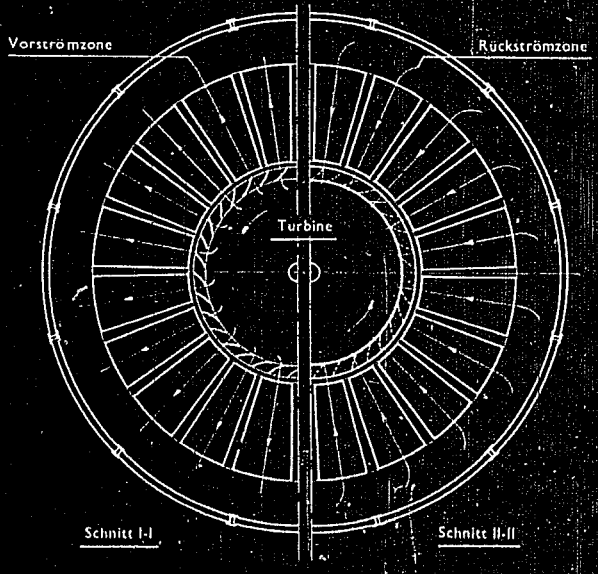


Abb. 1: Ausstellungsstand auf der Achema 1936.
(Die eingezeichneten Pfeilchen zeigen die radiale Vor- und Rückströmung der gewälzten Luft)

Abb. 1 Ausschnitt aus der Anlage (Die eingetragenen Pfeilchen zeigen die radiale Vor- und Rückströmung der gesamten Luft)





Schema-Zeichnung des Turbinentrockners mit Ringscheiben

Der TURBINEN-TROCKNER MIT RINGSCHEIBEN

besteht im wesentlichen aus einem sich langsam um einen Zentralpunkt drehenden Ringgerüst mit übereinander angeordneten Ringscheiben. Die Ringscheiben werden durch einzelne segmentförmige Platten gebildet, die in kurzen, spaltartigen Abständen voneinander angeordnet sind (siehe Schemazeichnung u. Abb. 2).

Das zu trocknende Gut wird durch eine, dem Material angepaßte Aufgabevorrichtung gleichmäßig auf die obere Scheibe des sich langsam drehenden Ringgerüstes aufgegeben. In dünner Schicht ruht das Material während einer Umdrehung des Ringgerüstes und wird dann vor der Naßgutaufgabestelle durch einen elastischen Abstreifer durch die Spalten auf die darunterliegenden Segmentplatten der nächsten Ringscheibe abgeleitet, ruht wieder während einer Umdrehung und wird dann auf die nächste Scheibe und weiter in der gleichen Art bis zur Austragstelle geführt.

Die Umdrehungszahl des Ringgerüstes, das ist gleichzeitig die Zahl der Materialwendungen, wird der hygroskopischen Leitfähigkeit des zu trocknenden Gutes angepaßt.

Im Zentralpunkt des Trockners dreht sich die Turbinenwelle mit mehreren übereinander angeordneten Turbinen, welche die Wälzluft in radialer Richtung im Vor- und Rückstrom über die Ringflächen bewegen. Jede Turbine beherrscht einen Abschnitt des Trockners (siehe Schemazeichnung und Abb. 3).

Das zu trocknende Gut durchwandert in vertikaler Richtung die Vor- und Rückströmzone jeder Turbine, wird dementsprechend in wechselnder Richtung überströmt.

Die Frischluft tritt an der Stelle ein, wo das getrocknete Gut ausläuft. Das Trockengut verläßt bei entsprechender Vergrößerung der Kühlzone abgekühlt den Trockner und kann gleich gelagert werden.

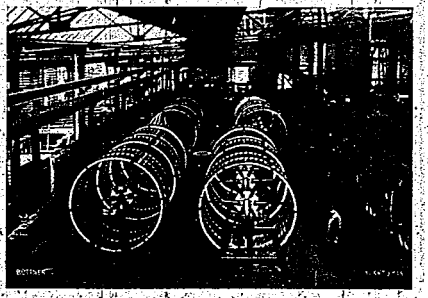


Abb. 3. Turbinen in der Werkhalle

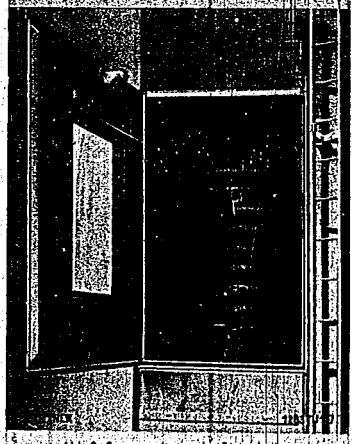


Abb. 2. Segmentplatten der Ringscheiben

Innerhalb des Trockners wird ein Vielfaches der eintretenden Frischluftmenge durch die zentral angeordneten Turbinen ständig gewälzt. Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt jedes Kreisluftstromes sind dem zu trocknenden Gut angepaßt. Nach oben zur Einlaufstelle des Naßgutes hin steigt die Temperatur und auch die Sättigung der gewälzten Luft. An dieser Stelle wird die Abluftmenge, die der eintretenden Frischluftmenge oder Heizgasmenge entspricht, mit höchster Sättigung ins Freie abgeleitet.

Durch das angewandte, uns patentierte Belüftungsverfahren — das ist die in radialer Richtung vor- und zurückströmende Luft — erreichen wir eine praktisch staubfreie Arbeitsweise des Trockners, d. h. es ist keine besondere Entstaubungsapparatur für die Reinigung der Abluft vorzusehen. Über 300 ausgeführte Anlagen dieser Art arbeiten auch bei der Trocknung von stark zur Staubung neigenden Produkten, wie Magnesiumkarbonat, Stärke, Farben usw., ohne eine Entstaubungsapparatur.

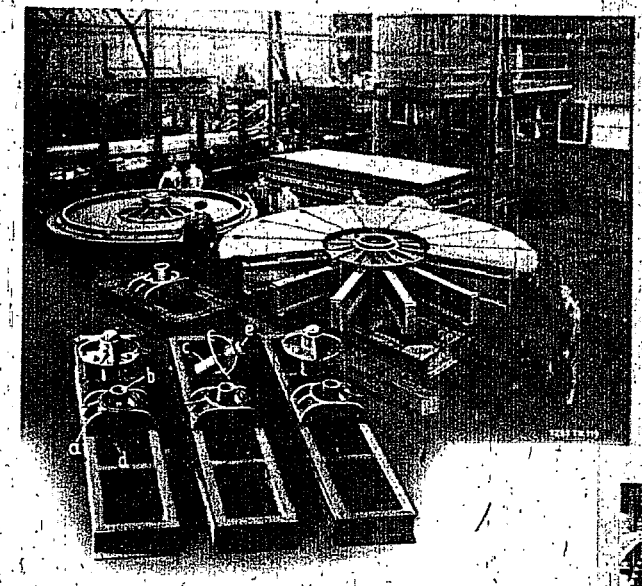


Abb. 4. Grundstern und Lagerring einer Großanlage

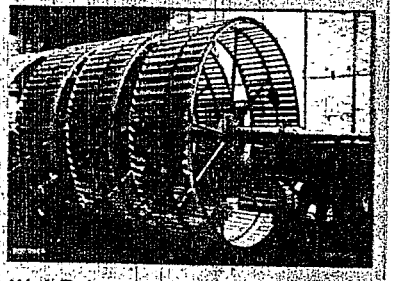


Abb. 6. Turbinensatz für eine Großanlage

Abb. 5. Untere Lagerung und obere Führungszapfen für mittlere Anlagen

Konstruktion

Die ganze Bewegung des Trockners – das ist die Drehung des Ringgerüstes und der Turbinenwelle – wird auf den Zentralpunkt in nur einem unteren und oberen Lager zusammengezogen. (Abb. 4 und 5.) In dem Sattel a dreht sich auf einem Kugel- oder Rollenlager das Ringgerüst um den Zapfen b, und im oberen Teil um den in der Gehäusedecke fest eingebauten Führungszapfen c.

Die Turbinenwelle wird unten und oben durch die hohl ausgebildeten Führungszapfen geführt und ruht unten in einem unter dem Sattel befestigten, mit Kugellagern ausgestatteten Lagergehäuse d. Im oberen Teil wird die Turbinenwelle in der ebenfalls mit Kugellagern ausgerüsteten Lagerkappe e geführt.

Der Sattel mit der unteren Lagerung für das Drehgerüst und Turbinenwelle kann bei einer Schwenkung um 90° nach vorheriger Abstützung des Ringgerüstes abgesenkt werden, so daß der allenfalls notwendige Wechsel eines Lagers leicht durchgeführt werden kann. Das Lagergehäuse der Turbinenwelle kann ohne Abnahme des Sattels gelöst werden. Die obere Lagerung ist ebenfalls leicht zu wechseln ohne die Demontage anderer Teile. **Wichtig ist die Anordnung der beiden Lager außerhalb des Trockners, weil dadurch Verschmutzungen des Trockengutes durch Lagerschmiermittel nicht vorkommen.**

Die Turbinenwelle besteht aus einem Rohr mit großem Durchmesser, so daß Lagerungen zwischen dem Zapfen nicht notwendig sind. Unten und oben wird der Lagerzapfen angeflanscht (Abb. 6), so daß auch dieser bei einer allenfalls auftretenden Beschädigung leicht gewechselt werden kann.

Die Grundelemente des Ringgerüstes sind so durchgebildet, daß nach erfolgtem Zusammenbau der einzelnen Elemente der exakte Lauf der Ringscheiben gesichert ist. Erreicht wird das durch die in dem Grundstern befestigten vertikalen Zentrierstangen, von denen mehrere auf dem Umfang angeordnet werden. Auf diese Zentrierstangen werden die an besonderen Hülsen befestigten Tragarme während der Montage nur aufgesteckt und durch die Kopfplatte zusammengezogen. Auf diese Art wird ohne jegliche Zwischenarbeit der exakte Lauf der Ringscheiben erzielt (s. Abb. 7).

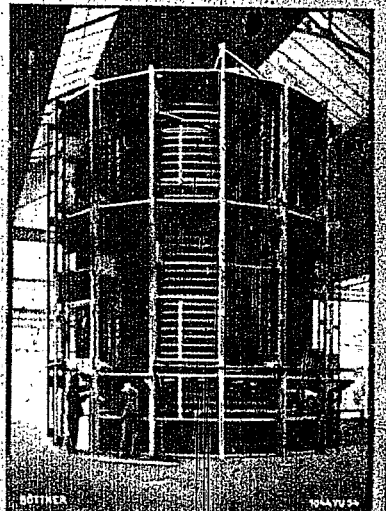


Abb. 7. Montage des Ringscheibensystems

* Wichtige eingehende Ausführungen über den Aufbau der Trockner im allgemeinen und Auswirkung der besonderen Gestaltung der einzelnen Elemente unseres Turbinen-Trockners siehe Prospekt 216.

Der Antrieb des Ringgerüstes erfolgt über einen unter dem Grundstern des Ringgerüstes befestigten Zahnkranz. In diesen greift das Ritzel eines Schneckengetriebes, das von einem Elektromotor oder einem vorhandenen Vorgelege über ein zwischengeschaltetes Stufengetriebe angetrieben wird. Die Regulierung der Drehzahl des Ringgerüstes bedeutet Regulierung der Durchlaufzeit, und damit der Trockenzeit.

Der Antrieb der sich langsam drehenden Turbinenwelle erfolgt über ein Kegelradpaar und ein Reduziergetriebe direkt durch einen Motor oder von einem Vorgelege aus (Abb. 8).

Der Turbinen-Trockner wird für alle Beheizungsarten ausgeführt. Wird die Trocknung vermittels Luft durchgeführt, dann erfolgt die Beheizung durch innerhalb des Trockners angeordnete Heizelemente, die aufgelost in einer Rohrreihe über den ganzen Umfang des Trockners in den Strömungskreis der zirkulierenden Luft eingeschaltet werden. Auf diese Art wird der Widerstand in dem Strömungskreis der Luft stark gemindert und der Kraftbedarf ganz bedeutend herabgesetzt. Außerdem kann sich eine so angeordnete Heizfläche nie mit Staub versetzen, auch nicht teilweise, wenn die Heizfläche dem zu trocknenden Gut entsprechend gestaltet wird.

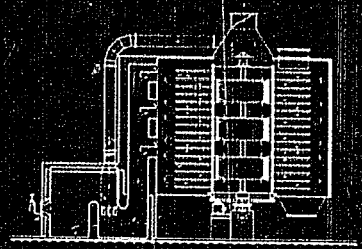
Bei der Trocknung mit direkten Feuergasen durch eine Kohlen-, Koks-, Gas- oder Ölfeuerung werden die Heizgase durch Umluft auf die zulassige Einströmtemperatur gebracht und unmittelbar in die verschiedenen Temperaturzonen des Trockners eingeleitet (siehe schematische Zeichnung). Durch Regulierklappen wird die in jede Zone eintretende Heizgasmenge und damit die Temperatur reguliert.

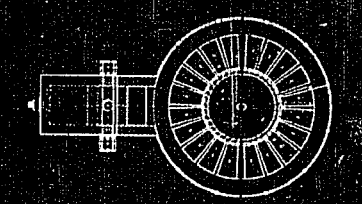
Die Ummantelung des Trockners besteht aus einer Profileisenkonstruktion, deren einzelne Felder bei Dampfbeheizung mit Isolierplatten ausgefüllt werden, die vermittels Klemmleisten an der Eisenkonstruktion befestigt werden. Wird mit direkten Feuergasen gearbeitet, dann wird die Profileisenkonstruktion so ausgebildet, daß die einzelnen Felder mit isolierendem Mauerwerk ausgefüllt werden können.

Zwischen der Ummantelung des Trockners und dem Ringgerüst ist soviel Raum gelassen, daß man den Trockner leicht begehen kann. Dasselbe gilt von dem Innenraum des Ringgerüstes. Die Turbinen bestehen aus einem schmalen Schaufelkranz, der durch mehrere von der Turbinenwelle ausgehende Arme getragen wird. Der Raum innerhalb der Turbinen ist von der Decke bis zum Boden vollständig frei und leicht zugänglich.

Innerhalb des Trockners gibt es keine Staubablagerstellen. Der im unteren Teil an den Materialüberleitstellen auftretende Staub sinkt auf den Boden des Trocknergehäuses und wird selbsttätig dem fertig getrockneten Gut zugeleitet.

Wir weisen nochmals darauf aufmerksam, daß bei dem Turbinen-Trockner eine Entstäubung der Abluft nicht notwendig ist.





Turbinen-Trockner mit Beheizung durch direkte Feuergase

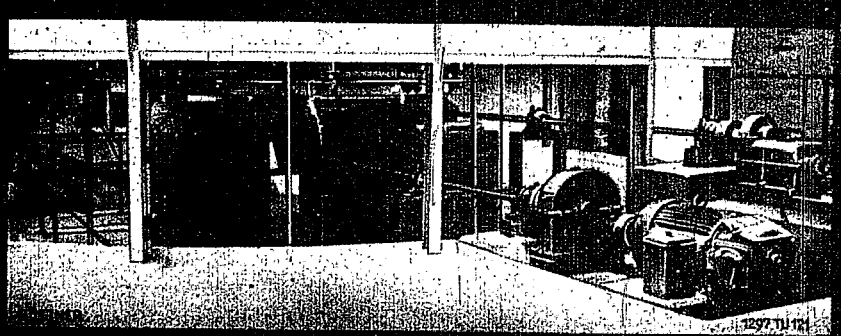


Abb. 8. Antriebe der Ringscheiben und der Turbinenwelle

Aufgabevorrichtung

Der Turbinen-Trockner mit Ringscheiben eignet sich ganz hervorragend für pulverförmige, kristallinische, stückige und pastenförmige Produkte. Jedes dieser Produkte bedingt aber eine besondere Aufgabevorrichtung, wenn der Trockner exakt und gleichmäßig arbeiten soll. Deshalb haben wir diesem Punkt unsere besondere Aufmerksamkeit geschenkt und für jedes dieser Produkte eine Aufgabevorrichtung entwickelt. Die Konstruktion aller dieser Vorrichtungen wird bestimmt durch den Grundsatz:

Gleichmäßiger Ablauf des zu trocknenden Gutes über die Breite der Ringscheibe des Trockners. Schwankt der Zulauf des Naßgutes, dann wird eine Bunkeranlage eingeschaltet, die in den meisten Fällen mit Aufgabevorrichtung verbunden werden kann.

Die Auflösung des Gutes erfolgt in einer dem Material angepaßten Art, wobei die gewünschte Form des Trockengutes berücksichtigt wird. Die Abbildungen 9–11 zeigen einige verschiedenartige Aufgabevorrichtungen, und die Abbildung 12 die Verbindung einer Aufgabevorrichtung mit dem vorausgehenden Arbeitsprozeß und unserer Trockenanlage. **Diese Verbindung, die bei allen von uns ausgeführten Anlagen durchgeführt ist,** diene als Beweis für die exakte Arbeitsweise des Turbinen-Trockners.

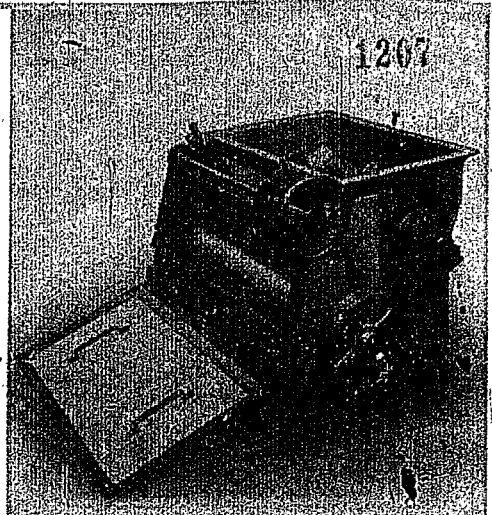


Abb. 9. Auflöse- und Aufgabevorrichtung für zusammenhängendes Gut

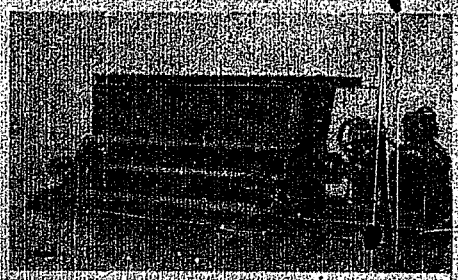


Abb. 10. Aufgabevorrichtung für stückiges Gut

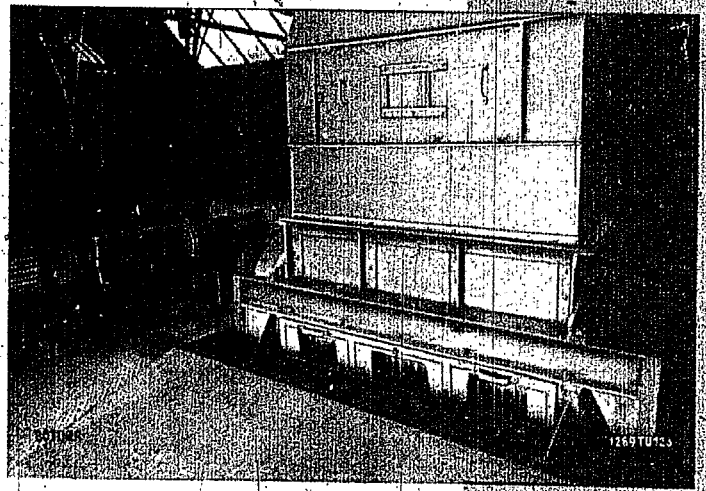


Abb. 11. Aufgabevorrichtung für pastenförmiges Gut

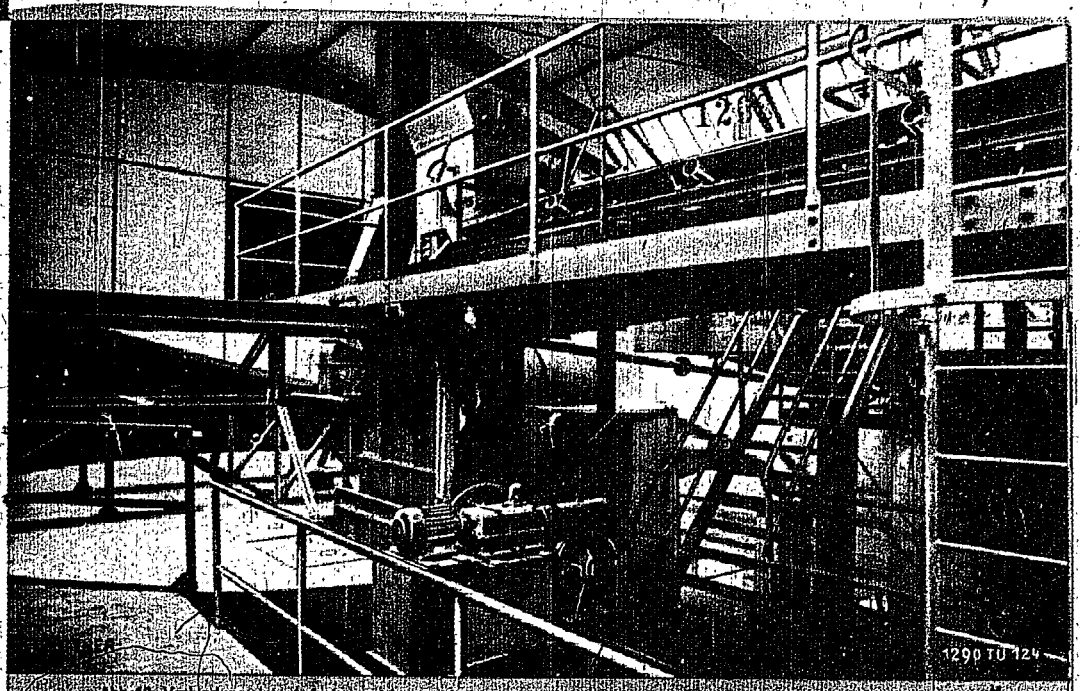


Abb. 12. Verbindung einer Aufgabevorrichtung mit dem vorgeschalteten Arbeitsprozeß und der Turbinen-Trockenanlage

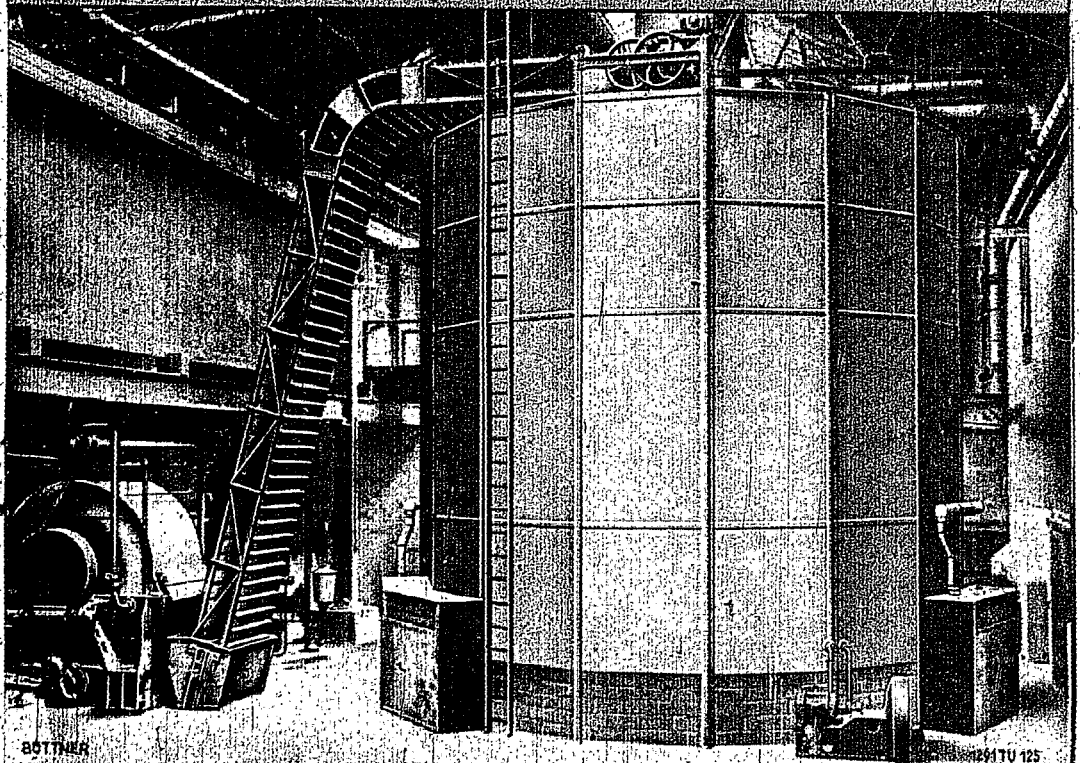


Abb. 13. Turbinen-Trockner in Verbindung mit einem Filter

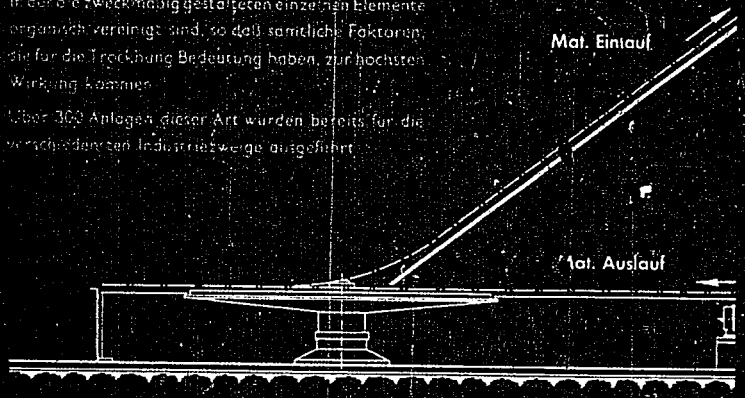
Abb. 13. Turbinen-Trockner in Verbindung mit einem Filter.

1269

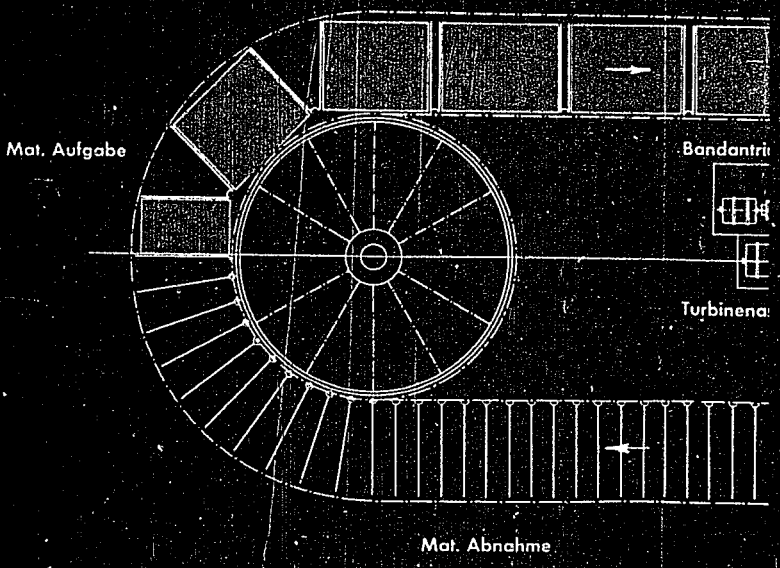
DRP. und Auslandspatente

[illegible] ist vom trockentechnischer wie auch mechanischer Hinsicht aufs höchste durchgebildet und doch äußerst einfache Konstruktion, in der die zweckmäßig gestalteten einzelnen Elemente organisch vereinigt sind, so daß sämtliche Faktoren, die für die Trocknung Bedeutung haben, zur höchsten Wirkung kommen.

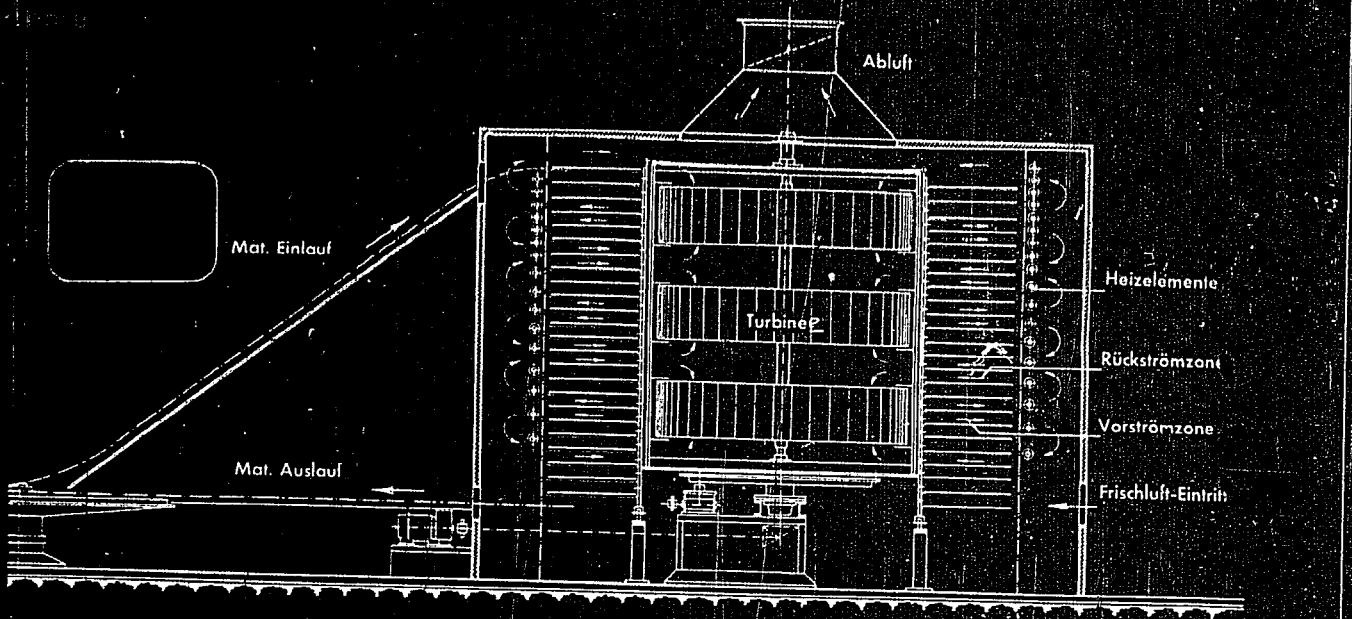
Über 300 Anlagen dieser Art wurden bereits für die verschiedensten Industriezweige ausgeführt.

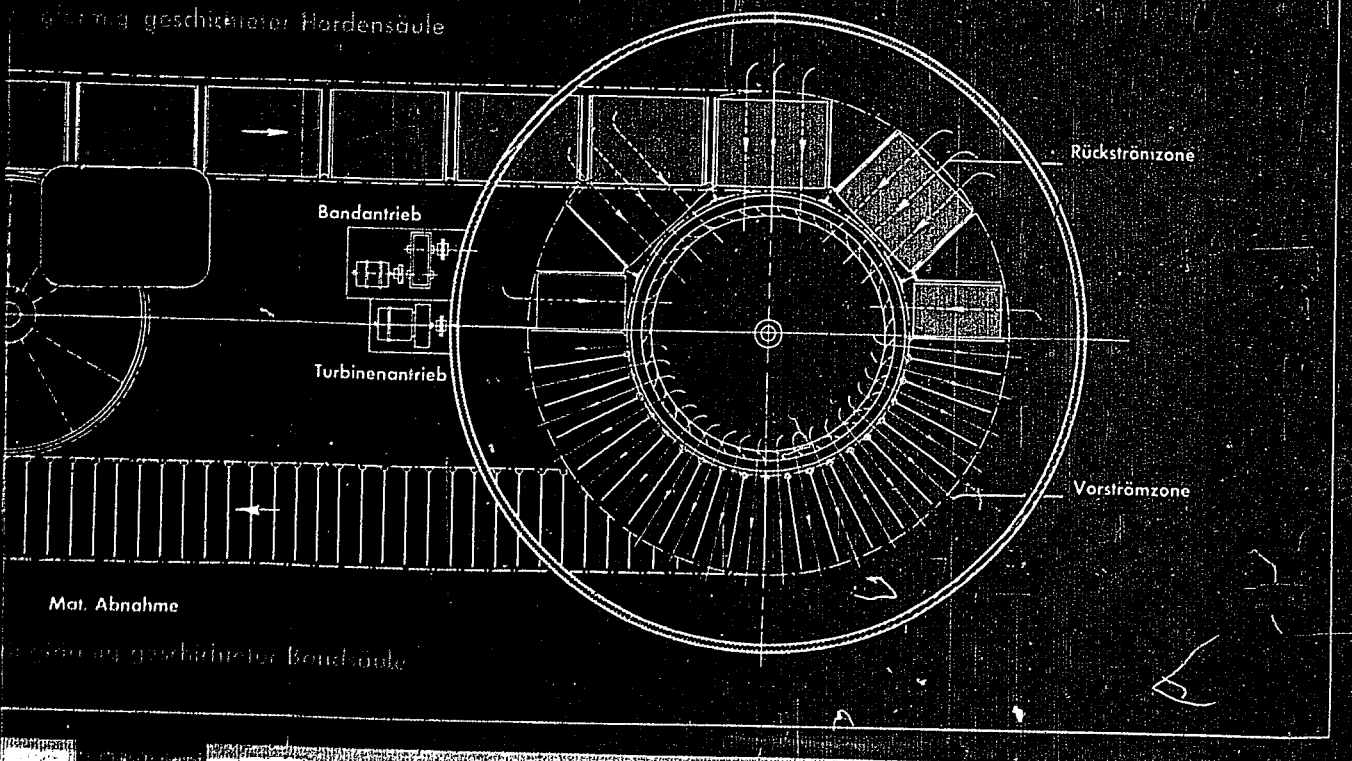


Turbinentrockner mit ringförmig geschichteter Hordensä



Turbinentrockner mit ringförmig geschichteter Bandsäul


Abluft
Mat. Einlauf
Heizelemente
Turbine
Rückströmzone
Vorströmzone
Mat. Auslauf
Frischluft-Eintritt


Rückströmzone
Bandantrieb
Turbinenantrieb
Vorströmzone
Mat. Abnahme

Der TURBINEN-TROCKNER
mit ringförmig geschichteter Hordensäule

wurde entwickelt für Produkte, die während der Trocknung nicht bewegt werden sollen.

Dieser Trockner unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen nur in der Führung des zu trocknenden Gutes. In dem Trockner mit Ringscheiben bewegt sich das Gut in vertikaler Richtung durch den Trockner. **In diesem Trockner werden die Flächen, auf denen das Gut ruht, von oben nach unten oder auch in umgekehrter Richtung durch den Trockner geleitet.** Das vertikale Führungsgerüst hat in diesem Fall den Querschnitt eines Vielecks. In jeder Ecke ist eine Führungsstange angebracht, um die sich die einseitig angeordnete Kette der Tragflächen legt, deren Gliedteilung der Seitenlänge des gewählten Vielecks entspricht. Die Kette wird in schraubenförmigen Windungen um das Führungsgerüst geschichtet und bildet mit den einseitig daran befestigten Tragflächen eine frei stehende Ringsäule. Die Ringsäule ruht auf einer im unteren Teil des Trockners angeordneten schraubenförmigen Absenkbahn. Bei einer Umdrehung des zentralen Führungsgerüstes wird die Ringsäule mitgedreht und sinkt der Neigung der Absenkbahn entsprechend um eine Steigung nach unten. Die unten frei werdenden Tragflächen werden dem Trockner nach entsprechender Umleitung oben wieder zugeführt.

Durch die besondere Ausbildung der Glieder, die die Tragflächen miteinander verbinden, ist es möglich, die Flächen **freitragend** anzuordnen. Das bedeutet Fortfall der äußeren Führung, **also eine reibungsfreie Bewegung einer praktisch unbegrenzt großen Bandfläche,** die nur auf einer kurzen Strecke außerhalb des Trockners eine Eigenbewegung hat.

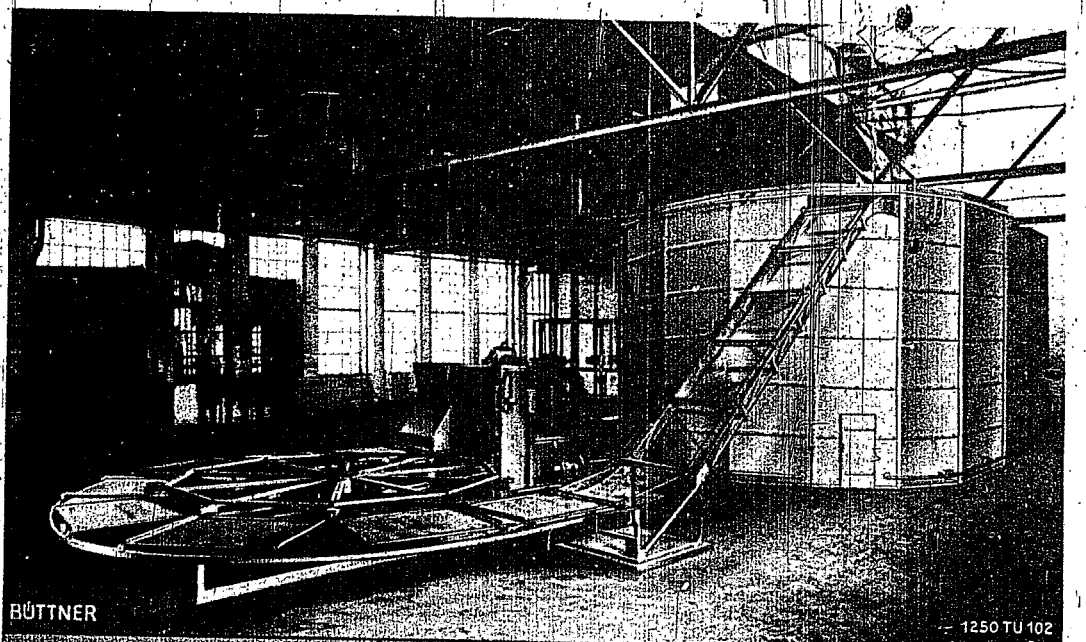


Abb. 14 Trockenanlage für plattenförmiges oder aufgelöstes Gut

1211

Auf eine äußerst einfache Art wurde so die sehr schwierige Aufgabe gelöst, ein Band von größter Länge ohne Eigenbewegung fortlaufend zu bewegen.

Diese Konstruktion hat in Verbindung mit dem auf das vollkommenste durchgebildeten luft- bzw. trockentechnischen Teil für die Trocknung vieler Produkte eine überragende Bedeutung. Das kommt auch bereits in einer größeren Zahl ausgeführter Anlagen zum Ausdruck, die in verhältnismäßig kurzer Zeit erreicht wurden. Die Bedeutung wird noch durch die überaus einfache Konstruktion erhöht, **die den Einsatz in sogenannte rauhe Betriebe ermöglicht, oder solche, in denen fachmännisch geschultes Personal nicht vorhanden ist.**

TURBINEN-TROCKNER mit ringförmig geschichteter Bandsäule

wurde für band- oder strangartiges Gut entwickelt (s. Schemazeichnung Seite 10 und 11 und Abb. 16 und 18.)

Dieser Trockner unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen nur durch kürzere Kettenglieder, an die statt der Tragflächen Stäbe befestigt werden. Auf diese Stäbe wird das zu trocknende bandartige Gut in kurzen Bögen abgelegt. Innerhalb des Trockners spreizen sich die Stäbe der Rundführung entsprechend, und die Bögen werden etwas geöffnet. Wenn das zu trocknende Gut sich nicht selbst trägt, dann bildet ein über die Stäbe gelegtes Geflecht die Unterlage.

Auch bei diesem Trockner werden die Stäbe auf Grund der besonderen Kettenausbildung freitragend angeordnet. Das

1212

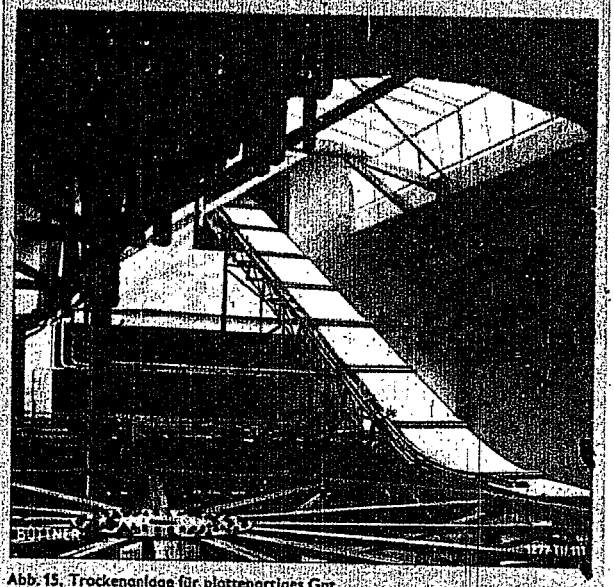


Abb. 15. Trockenanlage für plattenartiges Gut

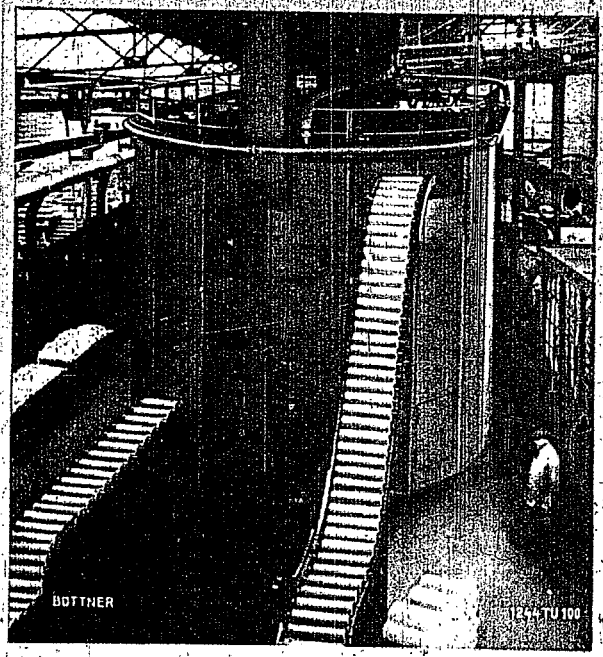


Abb. 16. Trockenanlage für bandartiges Gut

ist in diesem Fall besonders wichtig, weil das bandartige Gut in den meisten Fällen mit hohen Geschwindigkeiten läuft, die für den Trockner bedeutungslos sind, da das Band nur außerhalb desselben auf einer kurzen Strecke eine Eigenbewegung ausführt.

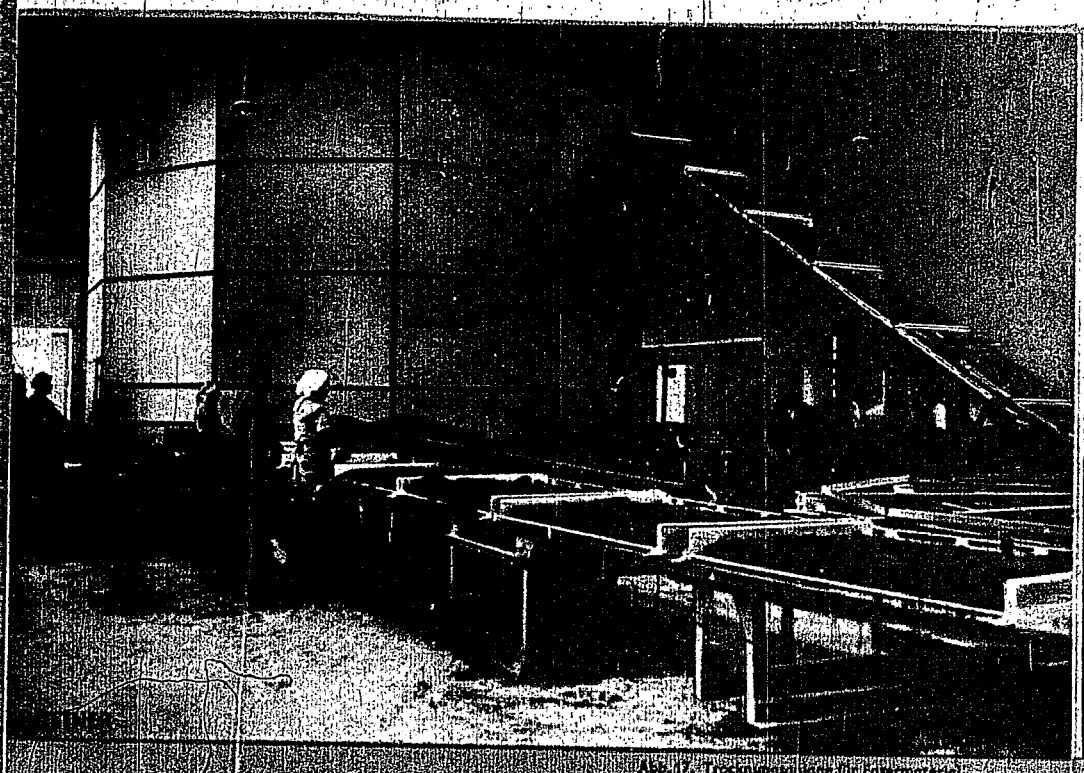


Abb. 17 Trockenanlage für Gewebe

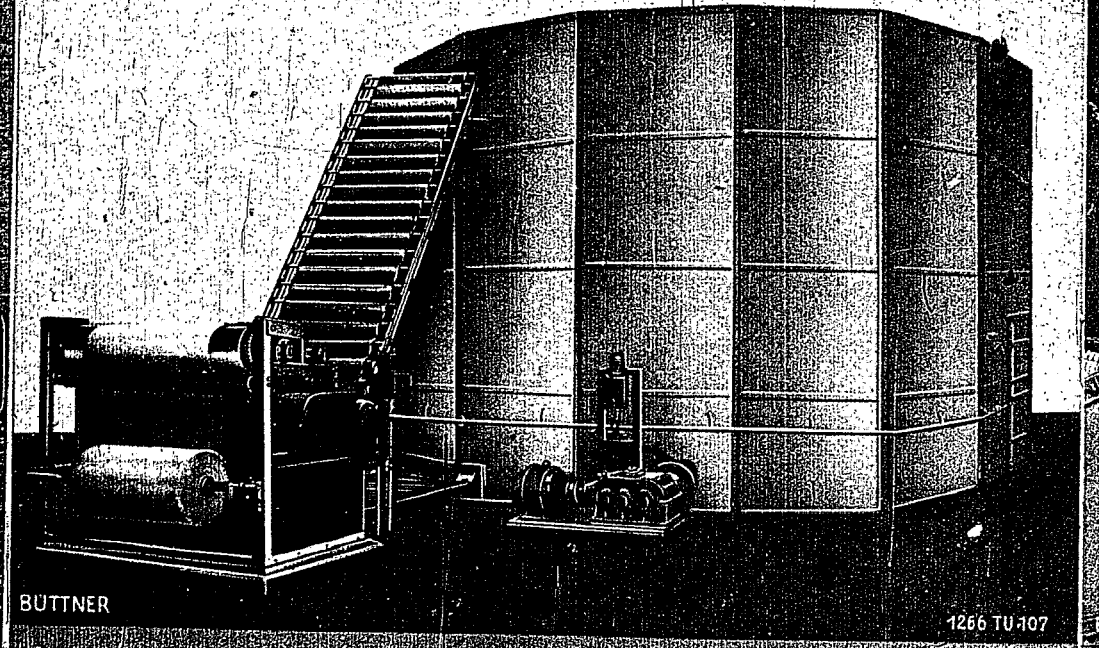
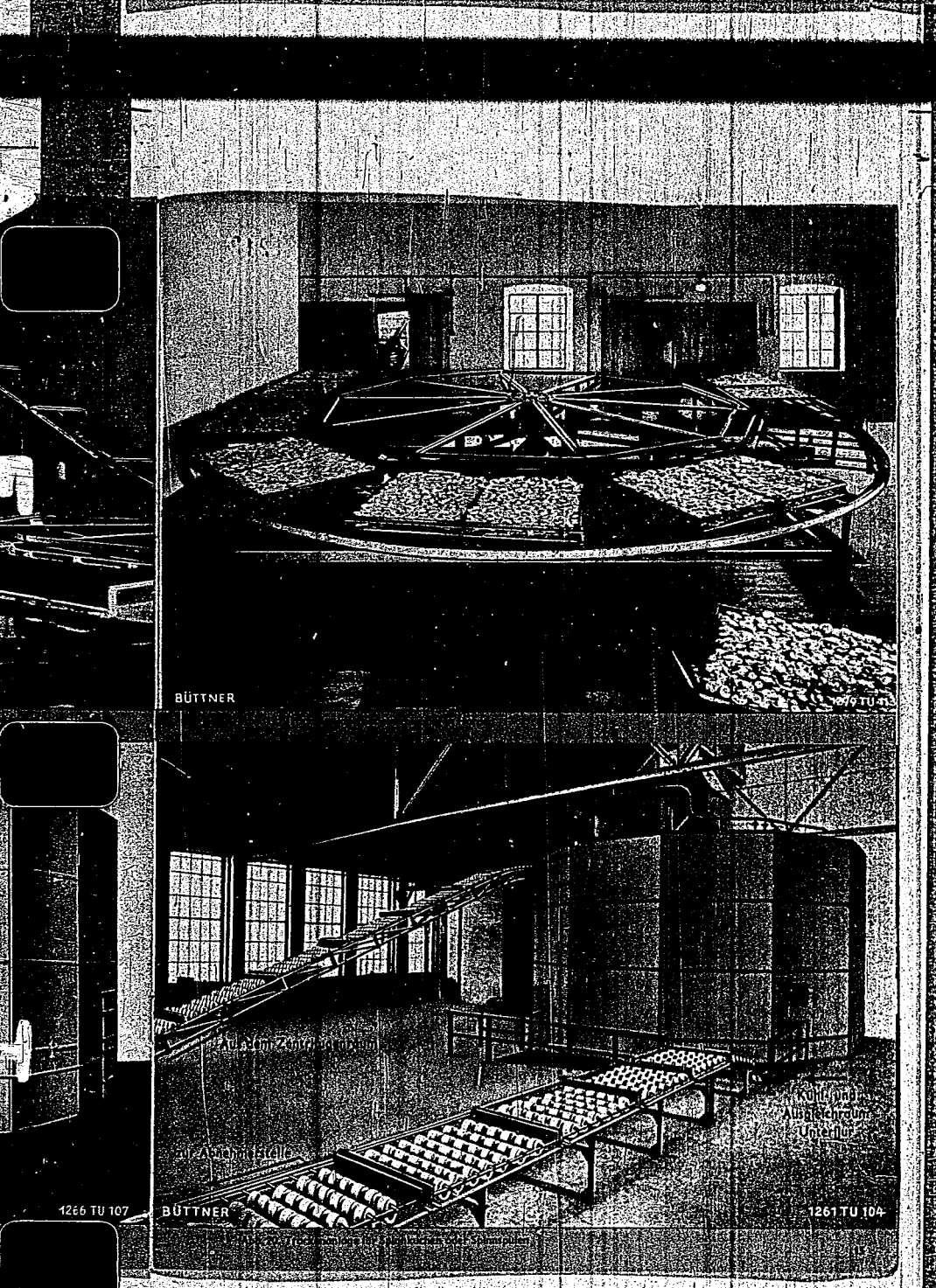


Abb. 18 Trockenanlage für Gewebe


BÜTTNER
1266 TU 107
1261 TU 104

1215

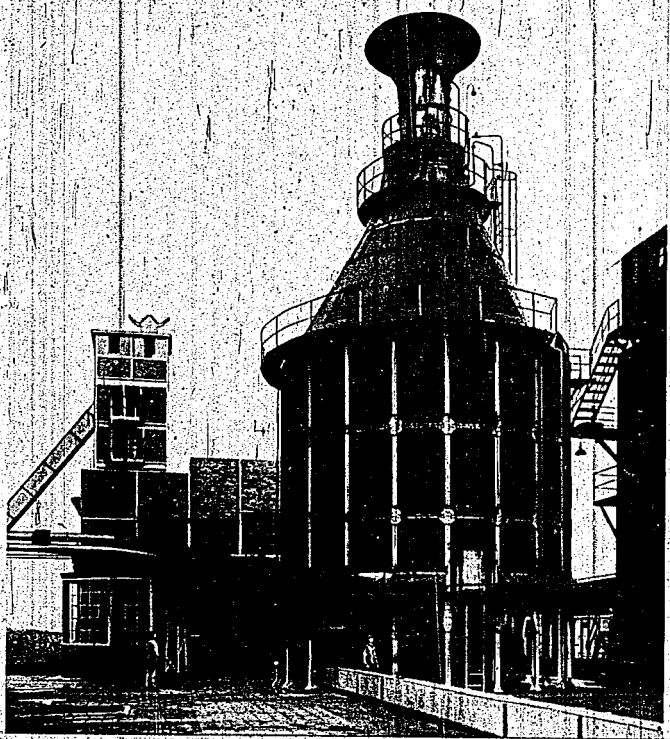
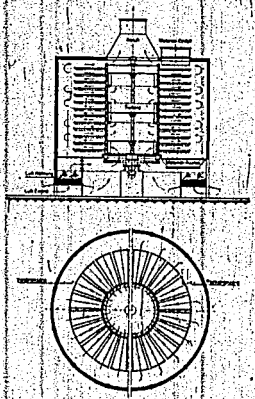


Abb. 21.
Turbinen-Kühler
für Braunkohle

Der TURBINEN-KÜHLER

Die Konstruktion des Kühlers ist genau so durchgebildet wie die Konstruktion des Turbinen-Trockners mit Ringscheiben (siehe schematische Zeichnung). Auch diese Apparatur wird beherrscht von dem Grundsatz: **Ausbreitung des zu behandelnden Gutes über eine große Fläche, die von einem ruhig fließenden Luftstrom überspült wird.** Das Material ruht während der Kühldauer in dünner Schicht auf den Segmentplatten der Ringscheiben und wird nur zeitweilig bei der Ableitung von einer Segmentplatte auf die darunterliegende gewendet.



Die Abkühlung kann durch Regulierung der eintretenden Kühlluftmenge auf jeden gewünschten Grad eingestellt werden (siehe Kühlluftklappe K). Ist eine besonders tiefe Abkühlung notwendig, dann wird eine besondere Luftkühlvorrichtung eingeschaltet. Diese wird entsprechend der radialen Einströmung der Luft über den ganzen Umfang des Kühlers angeordnet und besteht aus einer mit Wasser berieselten Filterschicht, die von der Kühlluft durchströmt wird. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft steigt durch die Abkühlung bis an die Sättigungsgrenze und wird durch eine leichte Wiedererwärmung der Luft so weit wie notwendig herabgesetzt.

Der Kühler wurde in allen Größen für die verschiedenartigsten Produkte ausgeführt und zwar für Salze, Zucker, Stärke, Extraktionsrückstände, Kohle usw.

Die exakte Arbeitsweise des Turbinen-Kühlers wird von den belieferten Werken besonders hervorgehoben.

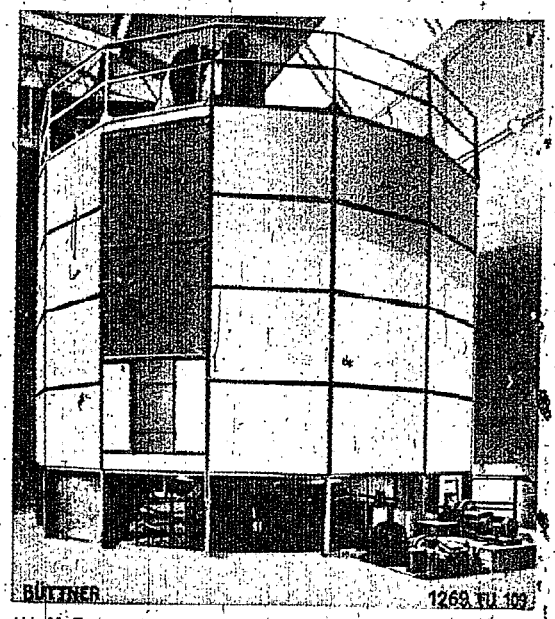


Abb. 22. Turbinen-Trockner kombiniert mit Kühlzone

Abb. 21. Turbinen-Kühler für Braunkohle

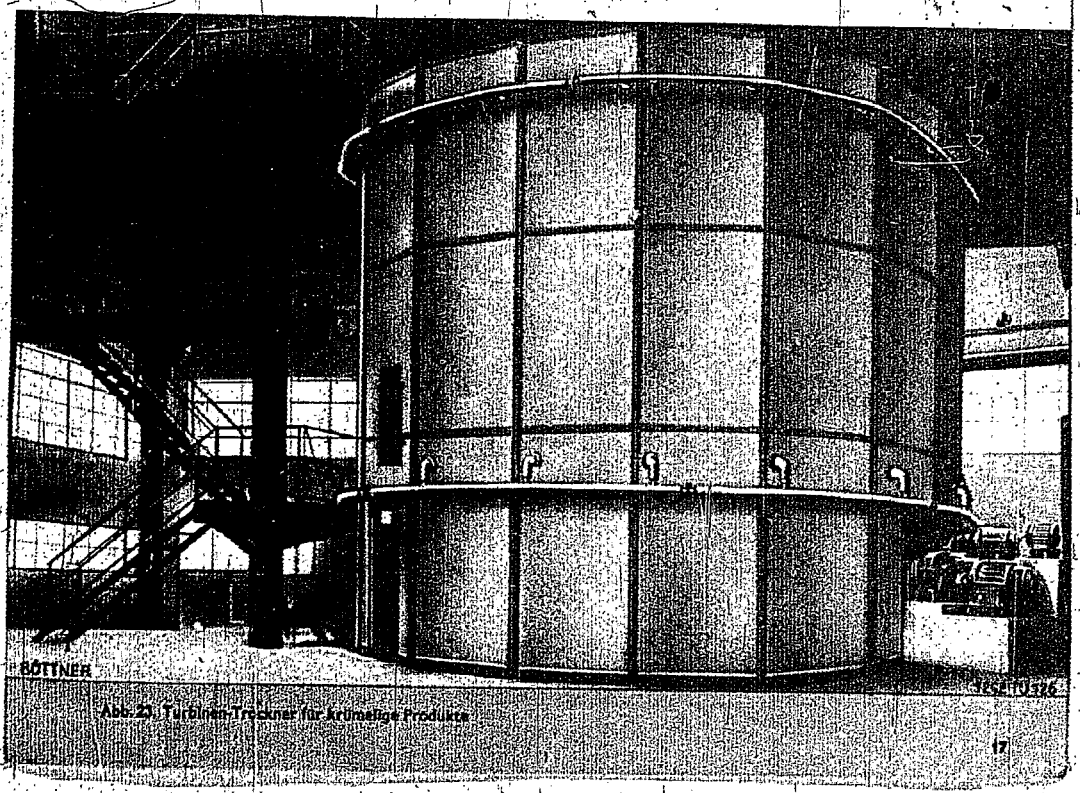


Abb. 23. Turbinen-Trockner für krümelige Produkte

Abb. 23: Turbinen-Trockner für krümelige Produkte

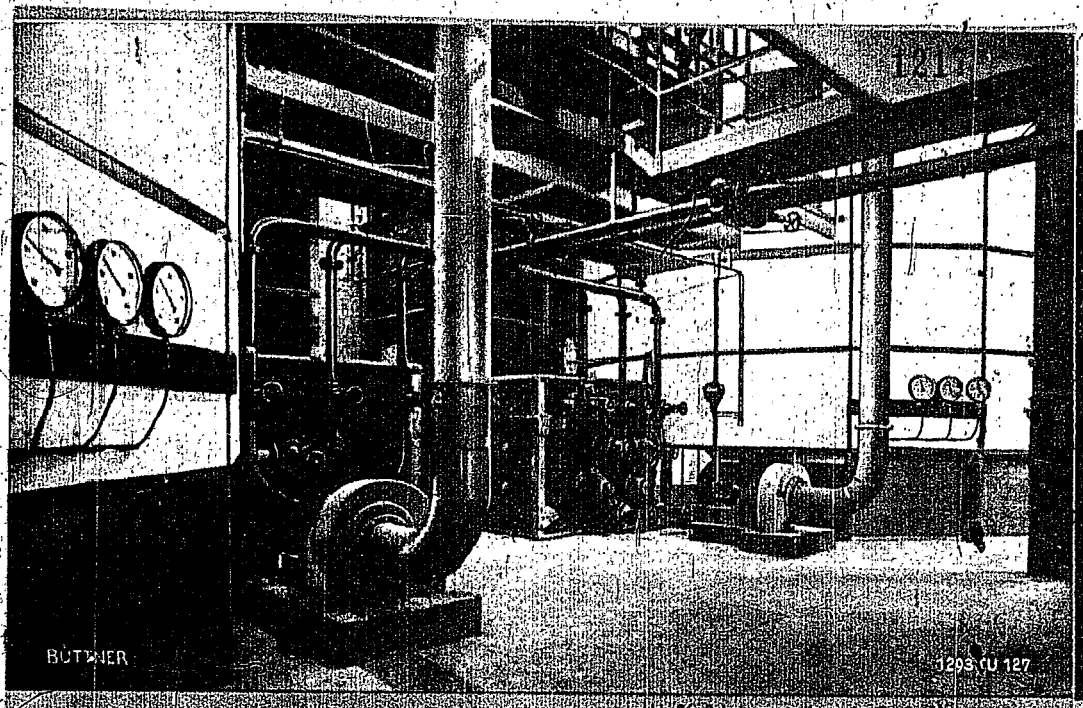


Abb. 24: Bedienungsseite zweier Großmaschinen

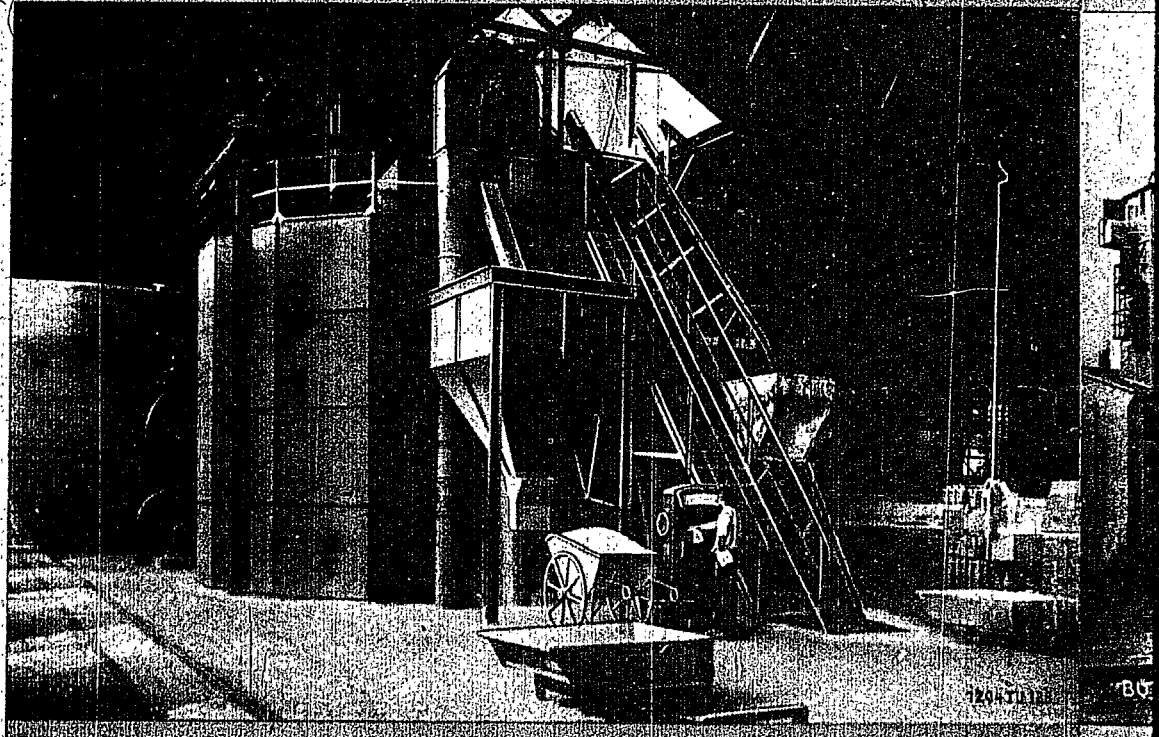
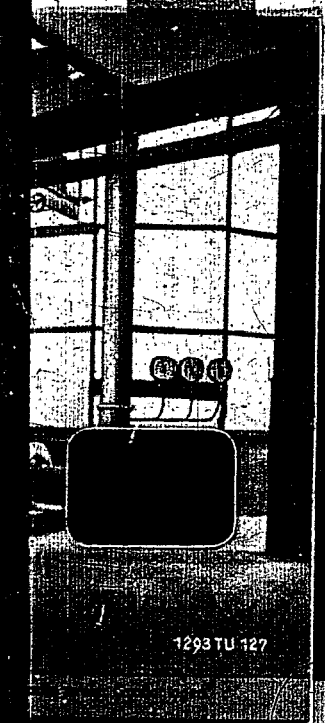


Abb. 25: Turbinentrockner für pastenartiges Gut



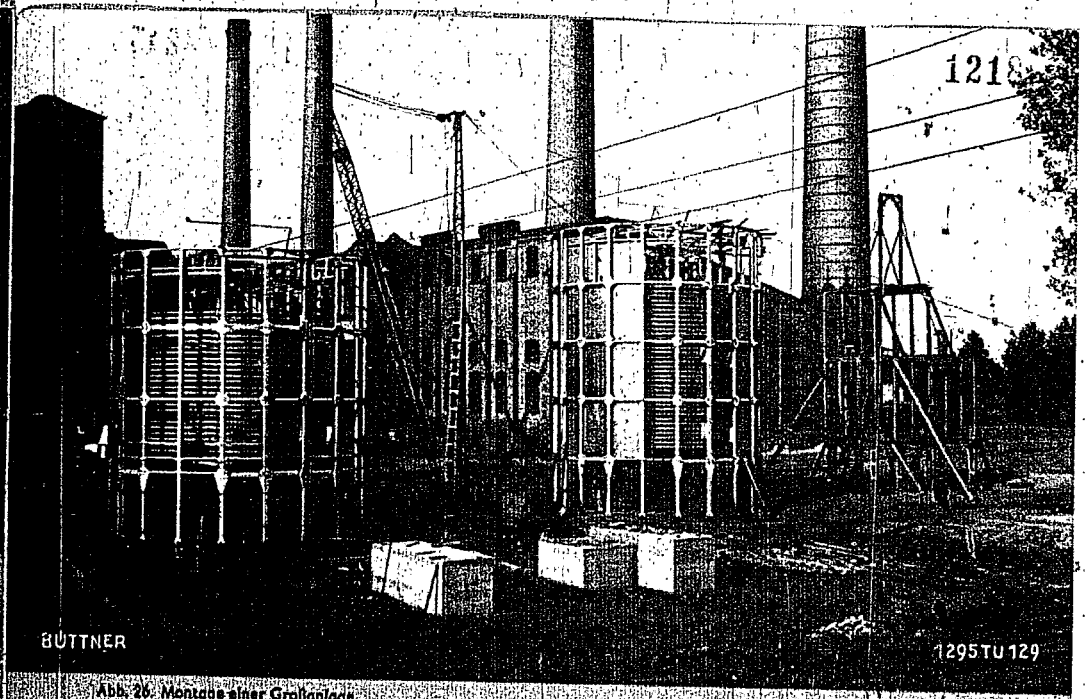


Abb. 26. Montage einer Großanlage.

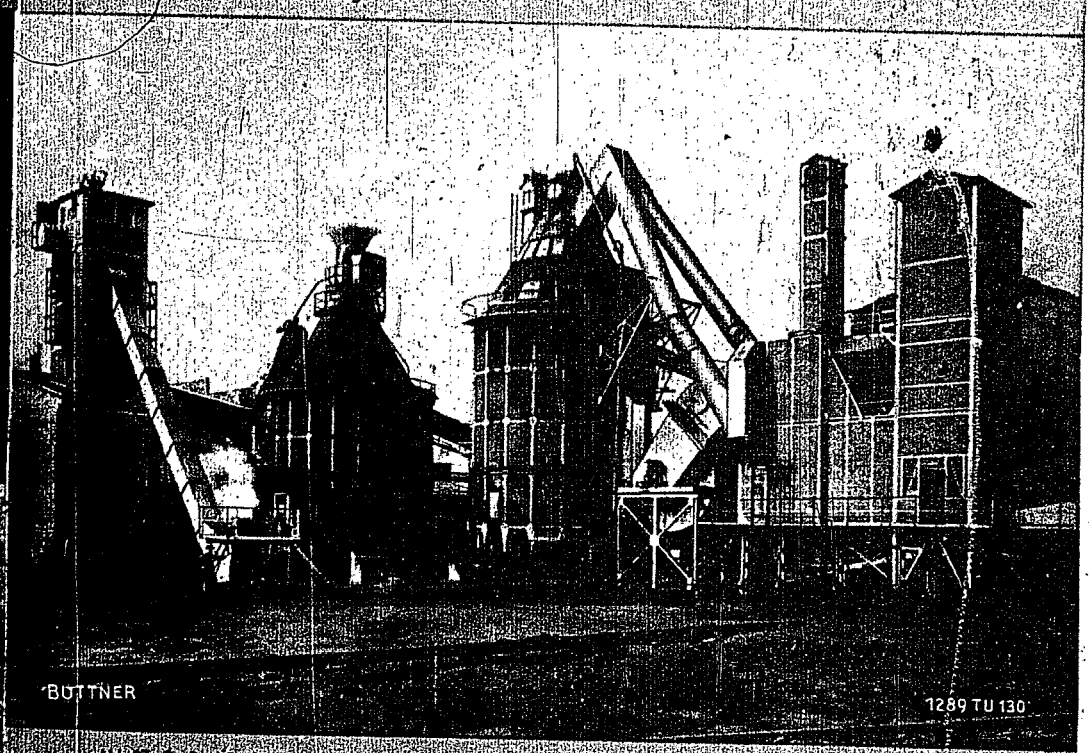
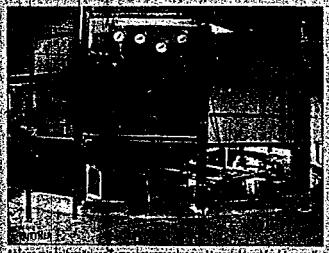


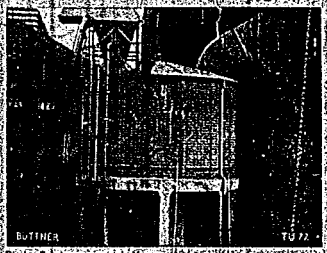
Abb. 27. Großanlage für Braunkohle-Aufbereitung.
(Diese Anlage wurde für die ganze Grubenleistung auf den dreifachen Umfang ausgebaut.)

Item II Büttner Werke - Uerdingen - Krefeld
Team Leader: Dr. F.H. Reed (US) c/o Birkbeck Ltg. London W1, 1219

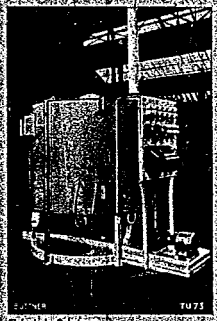
Teilansichten von gelieferten Trockenanlagen für verschiedene Beheizungsarten



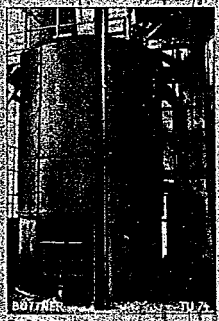
Anlage mit Isolierstein-Temperaturregelung u. Messerfolgurschlußkontrolle



Direkte Beheizung vermittels Abgase



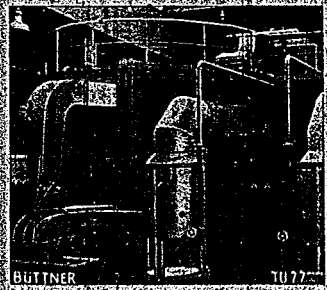
Elektrische Beheizung



Gas-Beheizung

Beheizung durch Frischluft und Abluft

Beheizung vermittels Dampfheizung Dampf (heiße Gase)



Beheizung vermittels Gas und Luftheizer

CARLONGE VERLAG, WERBUNG UND PRESSE DÜSSELDORF

TITLE PAGE

3. Farben - Pasten - Schlamm jeder Konsistenz.
Colors - Pastes - Sludges of every consistency.

Frame Nos. 1220 - 1227

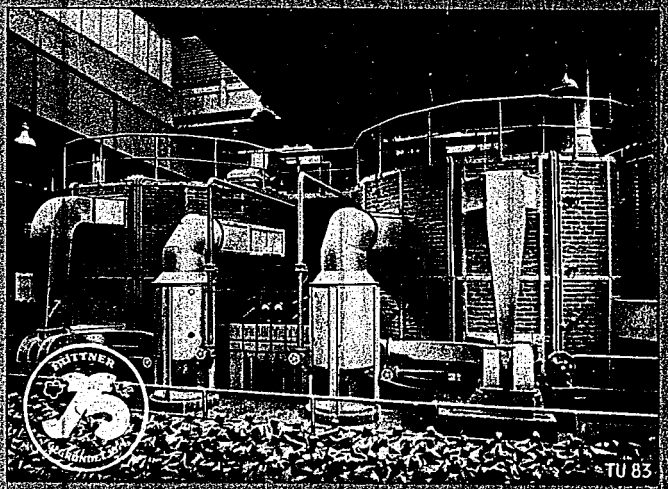
1223

Farben - Pasten - Schlamm jeder Konsistenz

in

Büttner-Turbinen-Trockner

getrocknet bringt große Vorteile



Bei der Trocknung von Farben:
Leichte Überführbarkeit in ein feinst-disperses Pulver • Kurze Trocknungszeiten • Hohe Produktivität • Keine Veränderung der Farbe

Bei der Trocknung von Schlamm, Pasten und Farben:
Vollständig gleichmäßige Abtrocknung auf jeden gewünschten Endwassergehalt • Staubfreies Arbeiten in der Apparatur • Über 100 ausgeführte Anlagen arbeiten ohne Entstaubung der Abluft • Kleinster Kraft- und Wärmeaufwand, größte Wirtschaftlichkeit, betriebssicherer Apparat, einfache Bedienung • Vollständige Mechanisierung des Arbeitsganges vom Filter bis zur Verpackung

Nr. 211

Herrn Ing. Büttnerwerke AG. Mondingen-Krefeld
Sea Loans: Dr. F. H. Head C.D.
40 Sackville Ave.
London W.1.

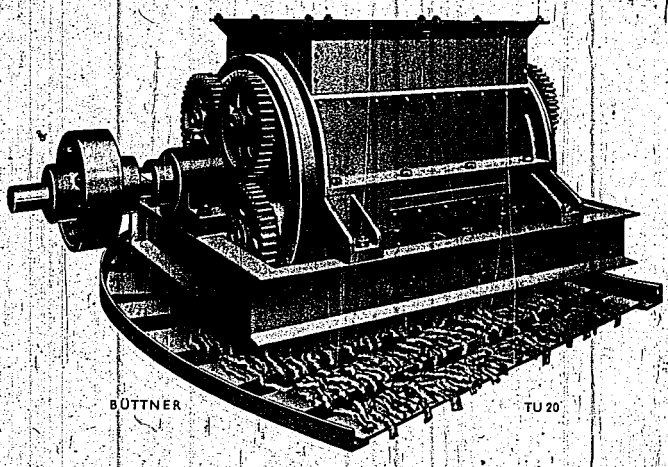
Bei der Trocknung von Schlamm, Pasten und Farben:

Vollständig gleichmäßige Abtrocknung auf jeden gewünschten Endwassergehalt • Staubfrei • Arbeitsweise der Apparatur • Über 100 ausgeführte Anlagen arbeiten ohne Entstaubung der Abluft • Kleinster Kraft- und Wärmeaufwand, größte Wirtschaftlichkeit, betriebssicherste Apparatur, einfache Bedienung • Vollständige Mechanisierung des Arbeitsganges vom Filter bis zur Verpackung

Nr. 211

1221

Das Naßgut wird zunächst durch eine der Konsistenz angepaßte Aufgabevorrichtung geleitet, die das zu trocknende Gut in Stränge oder in eine gleichmäßige Stückform auflöst und dem Trockner kontinuierlich zuleitet.



Eine der verschiedenen Aufgabevorrichtungen D. R. P. und Ausl.-P.

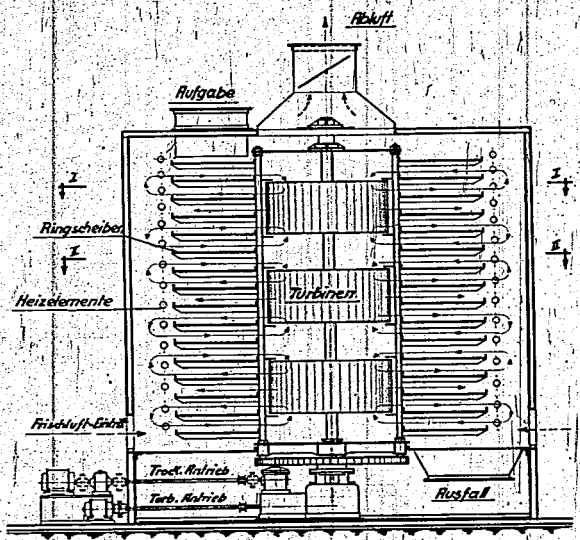
Die Abbildung zeigt die Auflösung des Naßgutes in Strangform. Die Stränge werden auf die mit Zwischenraum angeordneten Segmentplatten der sich drehenden Ringscheibe abgeleitet. Man erreicht so eine große Verdunstungsfläche bei geringer Stückstärke, und das Naßgut wird schnell und gleichmäßig durchgetrocknet.

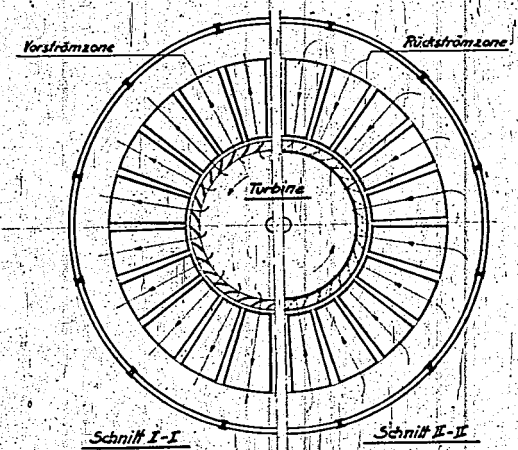
Mit einer dem zu trocknenden Material angepaßten Temperatur wird Luft oder Heizgas auf das Naßgut geleitet.

Nach einer Umdrehung ist das Naßgut soweit angetrocknet, daß es von den schmalen Segmentplatten durch die Spalte auf die nächste Scheibe abgeleitet werden kann, ohne untereinander zu verbacken.

In Stückform mit nur geringem Staubanteil verläßt das vollständig gleichmäßig abgetrocknete Gut den Trockner.

2

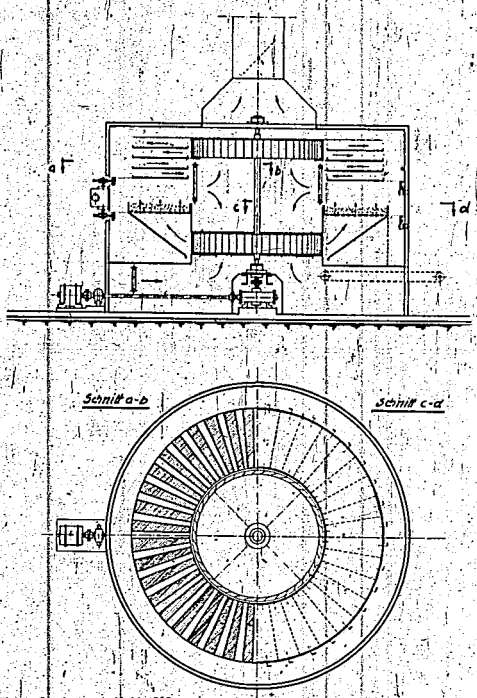




Schema eines Büttner-Turbinen-Trockners (Näheres Sonderprospekt Nr. 209)

Erhaltung der Stückform

erreichen wir durch die Kombination eines Teiles unseres Ringscheibentrockners mit unserem Ringschicht-Trockner. D. R. P. und Ausl.-P.



Näheres Sonderprospekt Nr. 209

Das Naßgut wird hier ebenfalls durch eine der Konsistenz angepaßte Aufgabevorrichtung geleitet, die das zu trocknende Gut in Strängen oder in gleichmäßiger Stückform auf die Segmentplatten der sich drehenden Ringscheibe leitet. Nach erfolgter Antrocknung werden die Stücke in den sich unter den Scheiben langsam drehenden Ringkasten abgeleitet und in einer höheren Schicht gelagert.

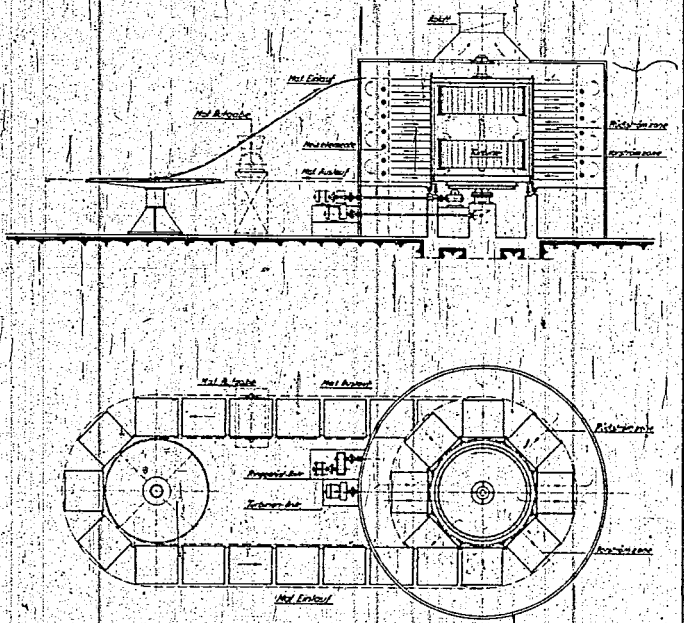
Die von der unteren Turbine ausgehende Luft durchströmt diese Schicht. Ein Teil der kreisenden Luft wechselt in die obere Turbine, überspült das Naßgut und verläßt dann hochgesättigt den Trockner.

Der Boden des Ringkastens besteht aus Klappsegmenten, die vor der Materialeinlaufstelle durch Anschlag in eine schräge Lage gebracht werden. Das abrutschende Material wird durch einen Transporteur in einen Sammelbehälter geleitet.

Geformtes Naßgut

trocknen wir auf unserem Spiralband-Turbinen-Trockner. D. R. P. und Ausl.-P.

Das Naßgut wird auf die fortlaufenden Tragflächen dieses Trockners abgelegt und bleibt bis zur Fertigtrocknung liegen.



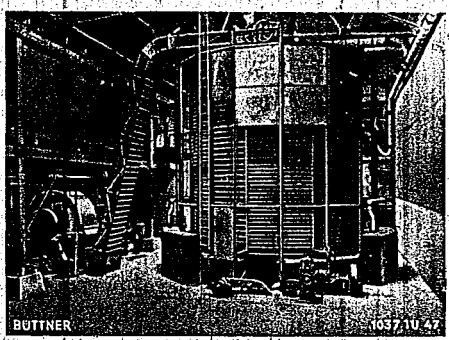
Näheres Sonderprospekt Nr. 212

Die Konstruktion dieses Trockners ist sehr einfach, weil die einlaufenden Tragflächen innerhalb des Trockners eine Ringsäule bilden. Diese sinkt nach einer Umdrehung des zentral gelagerten Führungsgerüstes um den Abstand der Tragflächen nach unten. Die unten auslaufenden Tragflächen werden nach erfolgter Abnahme des getrockneten Materials wieder mit Naßgut beschickt.

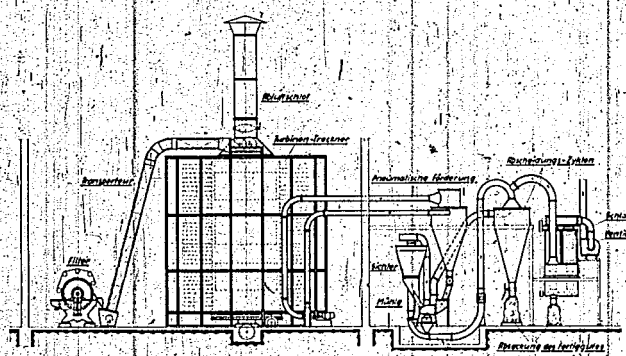
Stückiges Filtergut

wird durch unsere Spezialauflösevorrichtung in maximale Stückgrößen zerlegt und so dem Trockner kontinuierlich zugeleitet.

Die untenstehende Abbildung zeigt den Trockner mit vorgeschaltetem Filter.



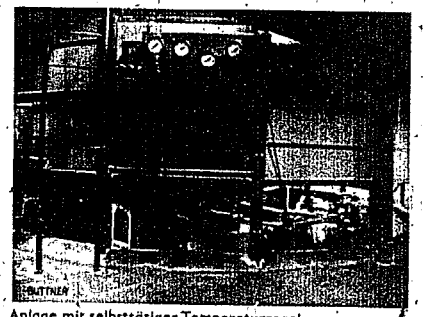
Diese Anlage wurde von uns komplett von der Filterstelle bis zur Verpackung errichtet, entsprechend der untenstehenden Abbildung.



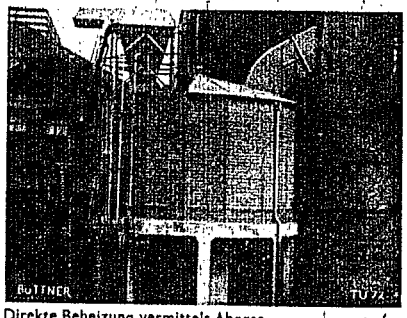
1225

1226

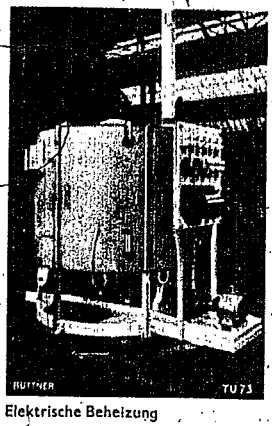
Nachstehende Abbildungen zeigen Teilansichten von gelieferten Trockenanlagen für verschiedene Beheizungsarten.



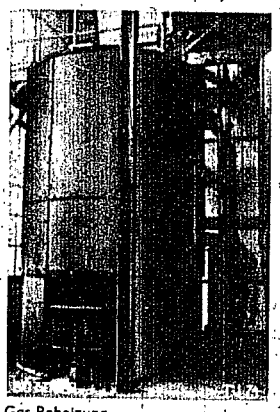
Anlage mit selbsttätiger Temperaturregelung und Kontrolle des Materialdurchlaufs



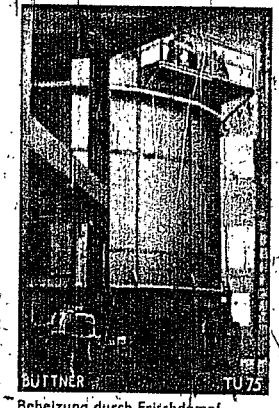
Direkte Beheizung vermittels Abgase



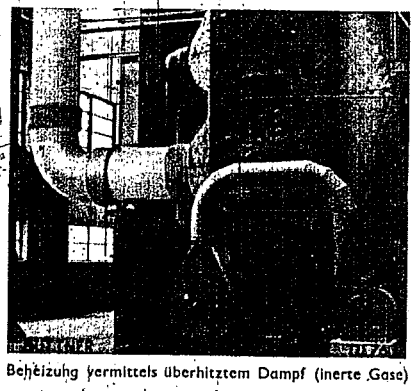
Elektrische Beheizung



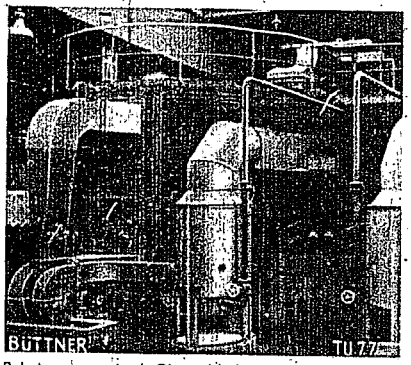
Gas-Beheizung



Beheizung durch Frischdampf bzw. Abdampf



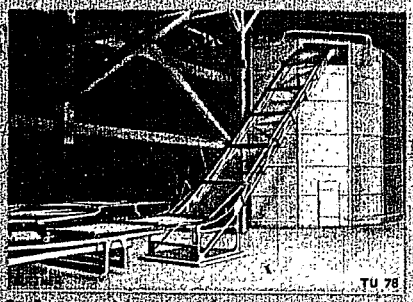
Beheizung vermittels überhitztem Dampf (inerte Gase)



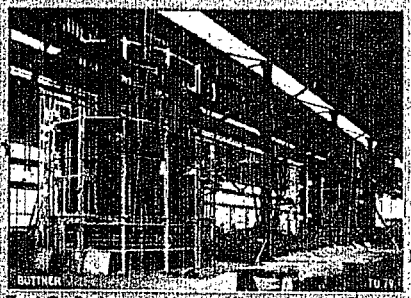
Beheizung vermittels Gas und Lufterhitzer

1227

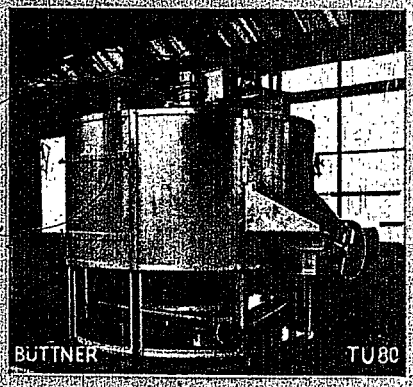
Über 200 Turbinen-Trockneranlagen wurden in wenigen Jahren ausgeführt.
Nachstehende Abbildungen zeigen einige dieser Ausführungen.



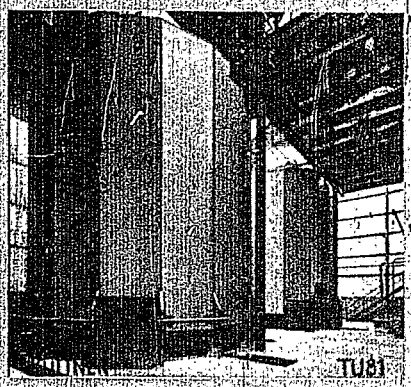
Für Fasermaterial



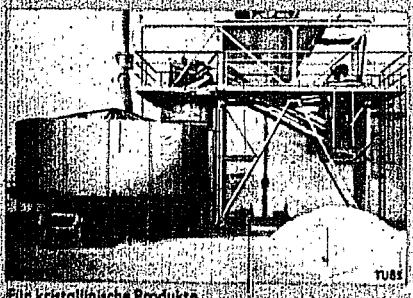
Zwei Großanlagen in Montage für ein breiiges Produkt



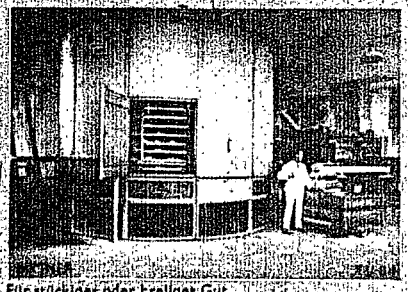
Präparierte Zellulose



Für ein pulverförmiges Produkt



Für kristallinische Produkte



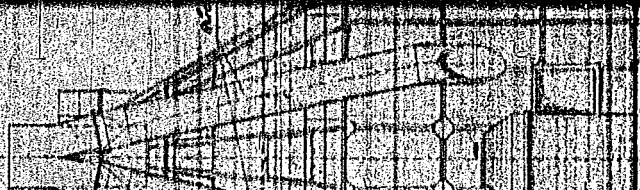
Für stückiges oder breiiges Gut

BÜTTNER-WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
KREFELD-UERDINGEN (NIEDERRHEIN)

TITLE PAGE

4. Büttner-Werke - Drawing 81868 - Anordnung der U.B. Anlage der Grube Elisabeth.
Lay-out of the U.B. Plant of mine "Elizabeth".

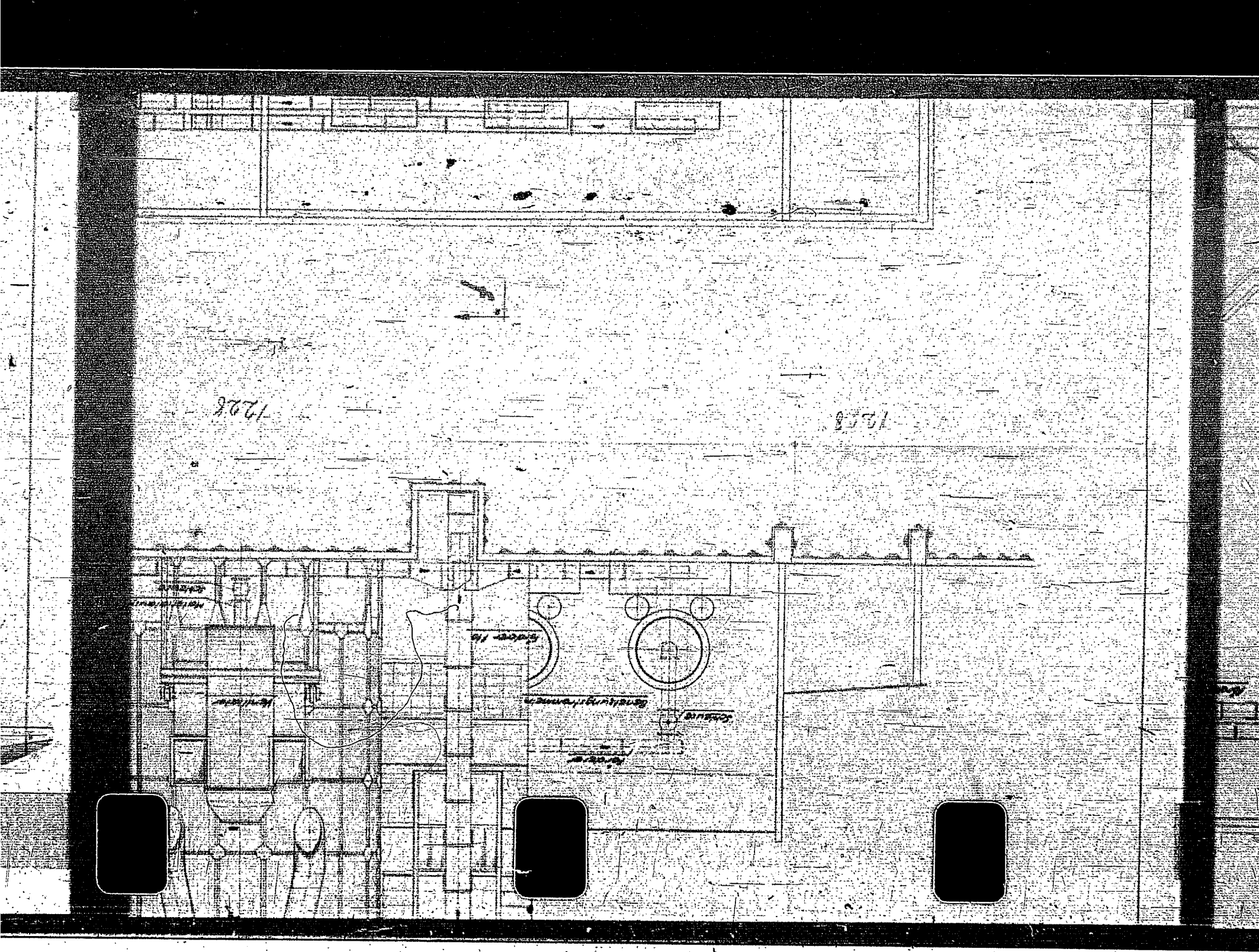
Frame No. 1228

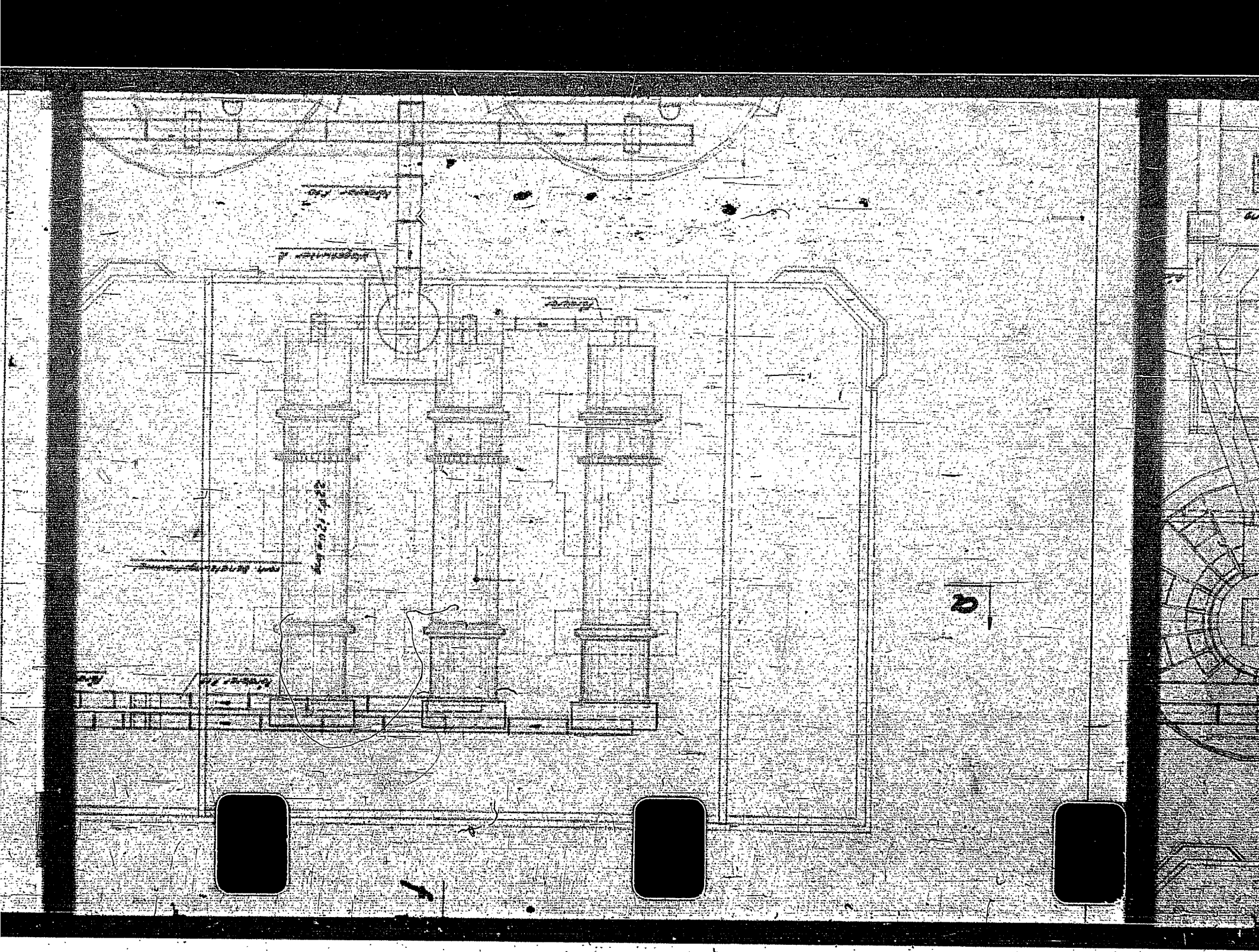


[redacted]

[redacted]

[redacted]





[redacted]

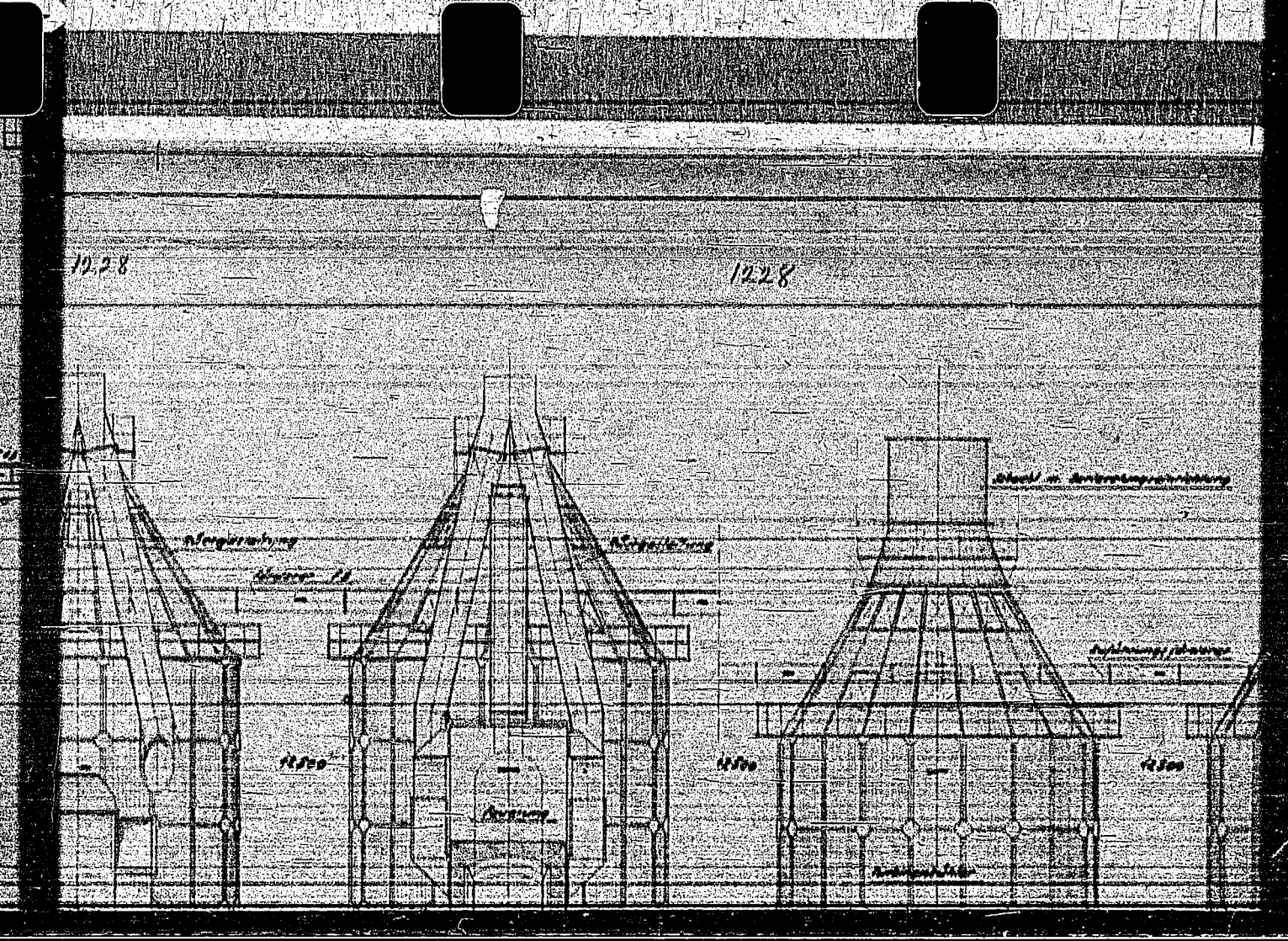
[redacted]

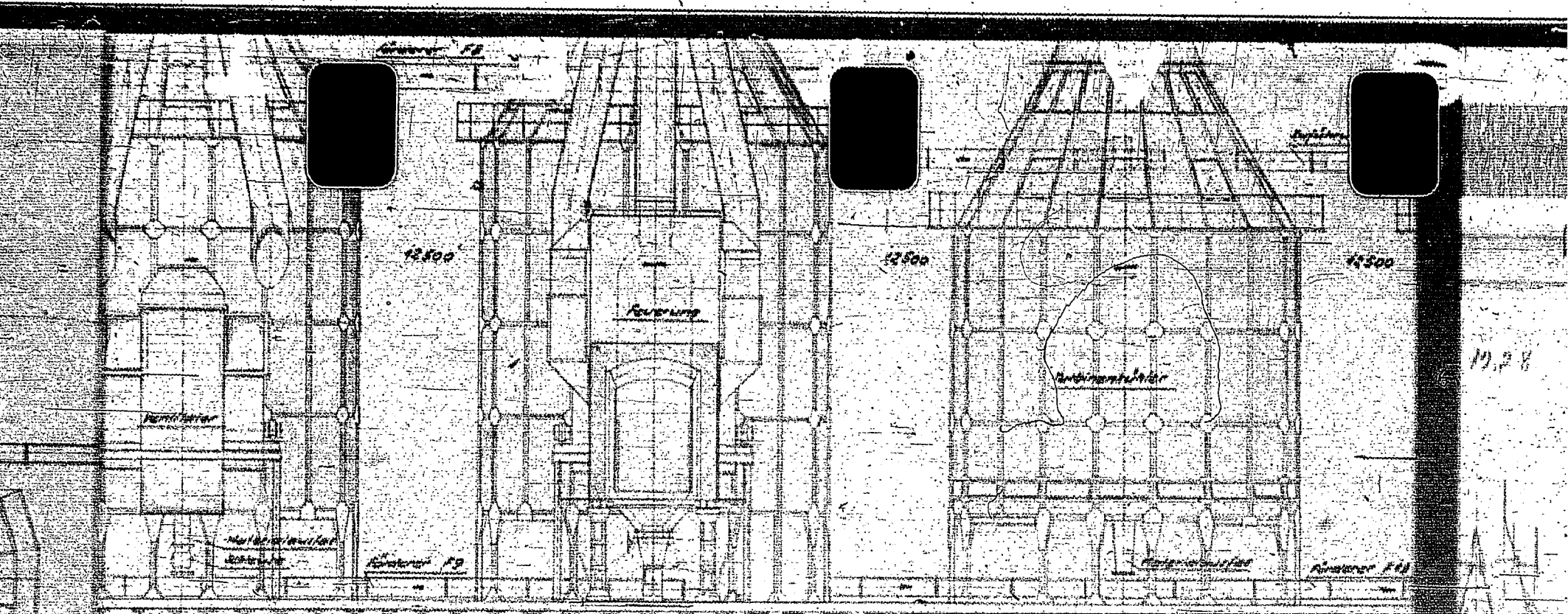
[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]


1928
1928

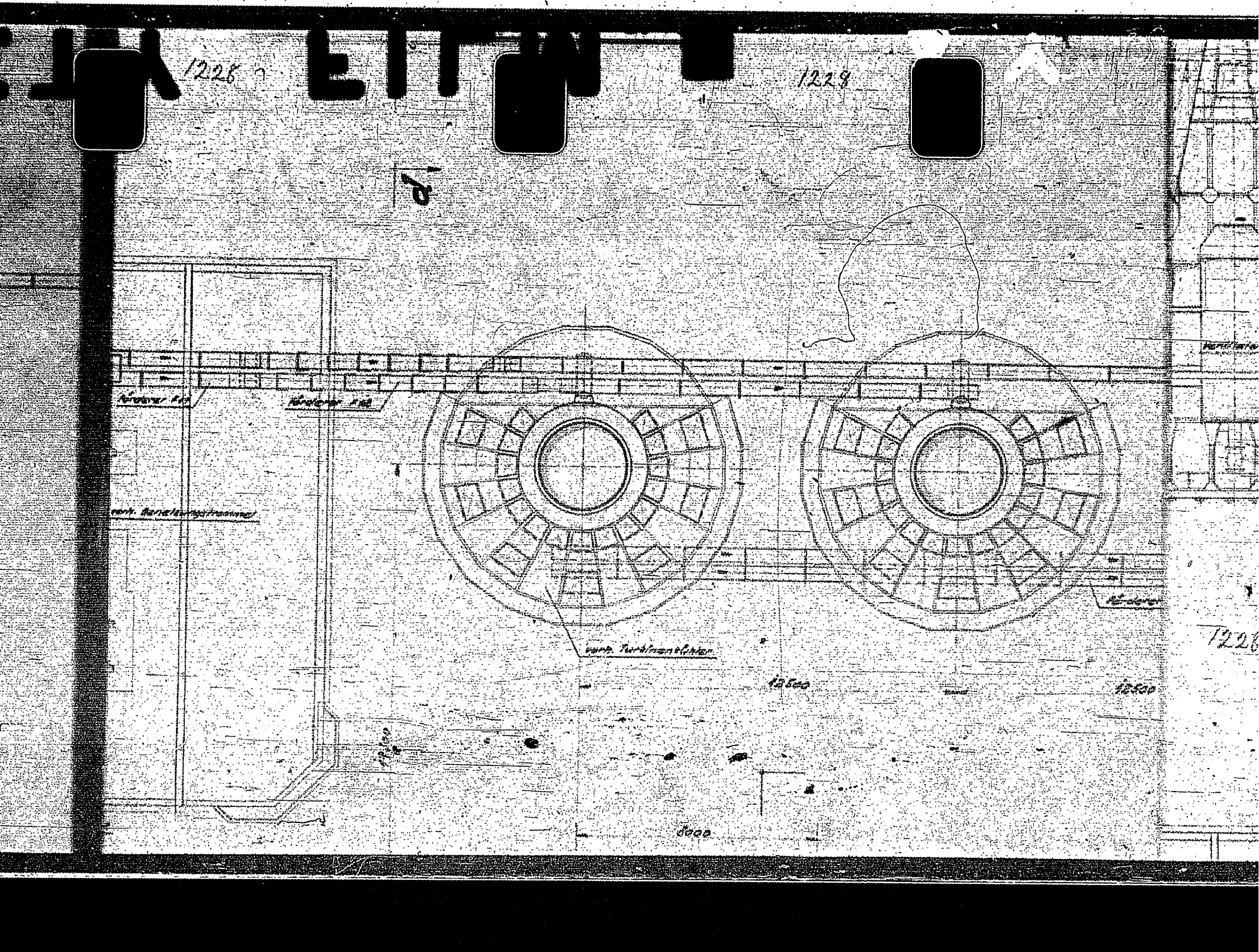


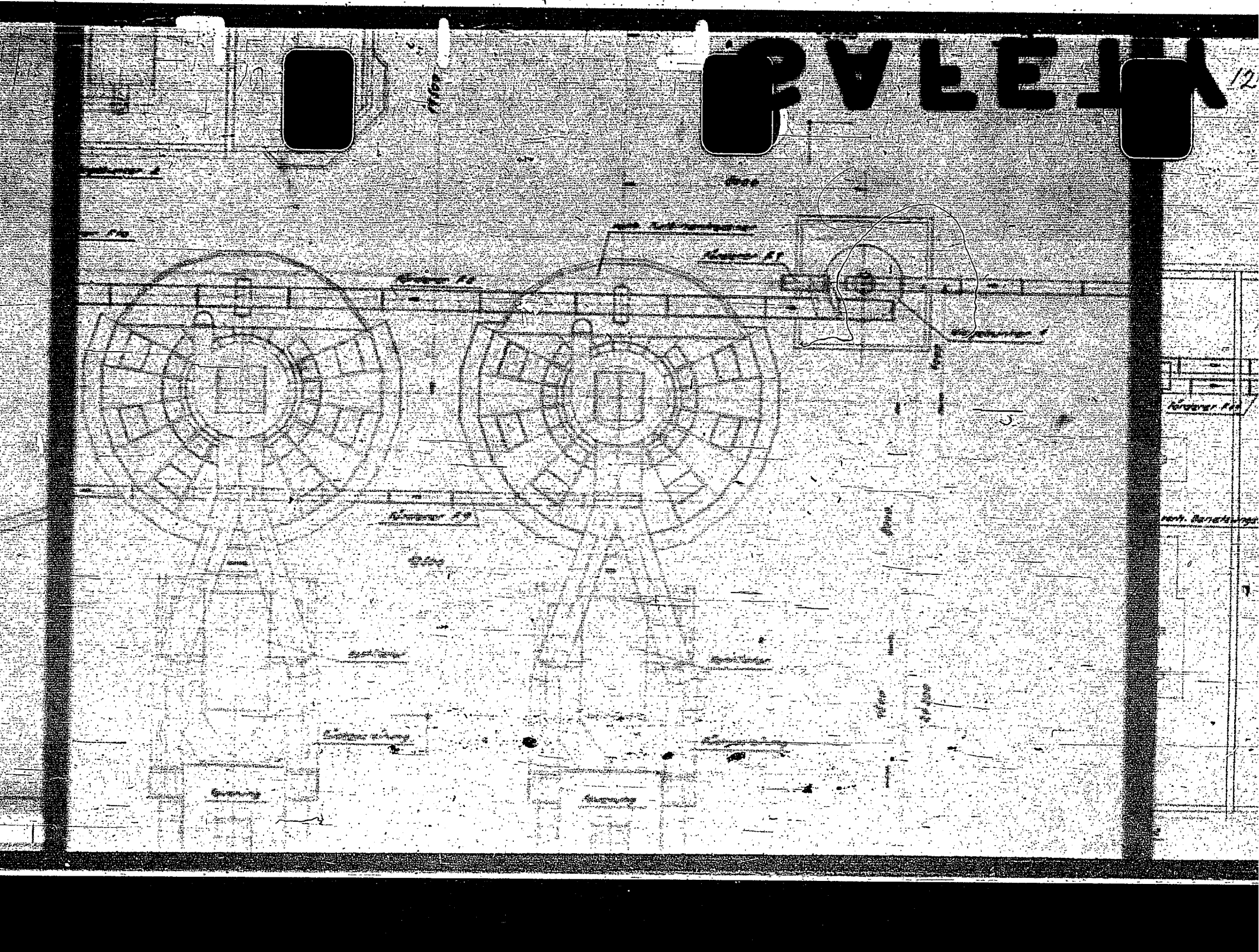
Aufriß a-b

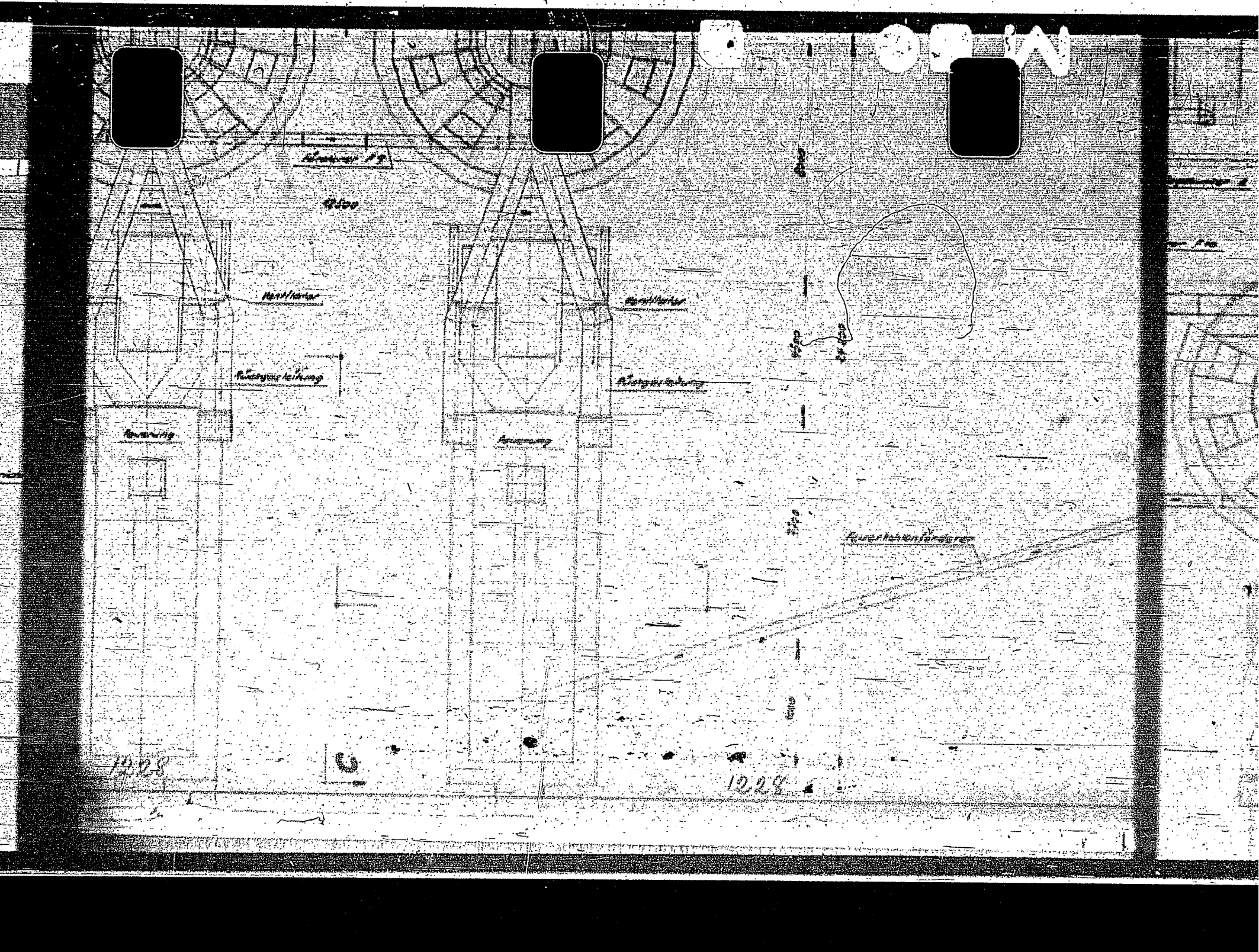
1228

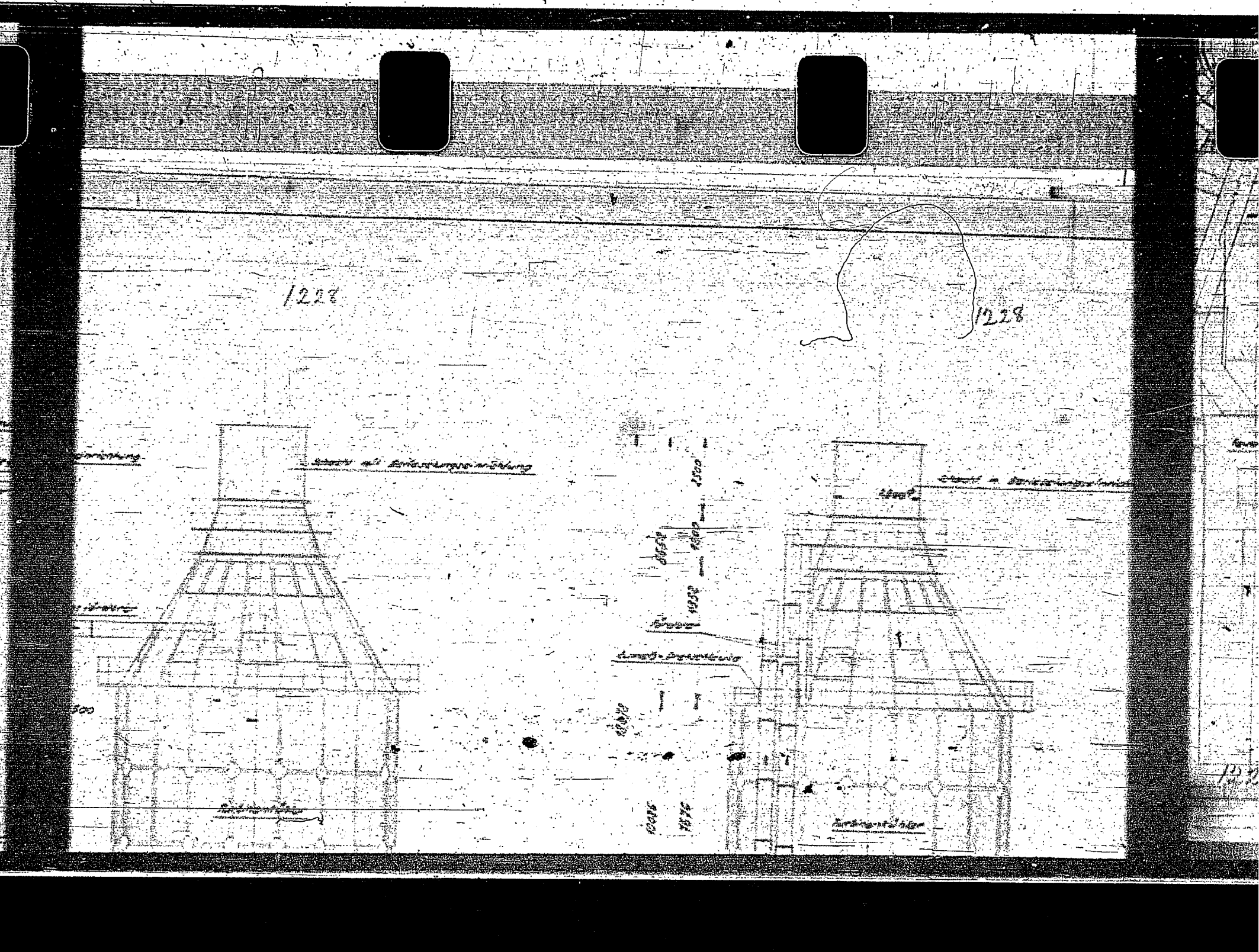
1228

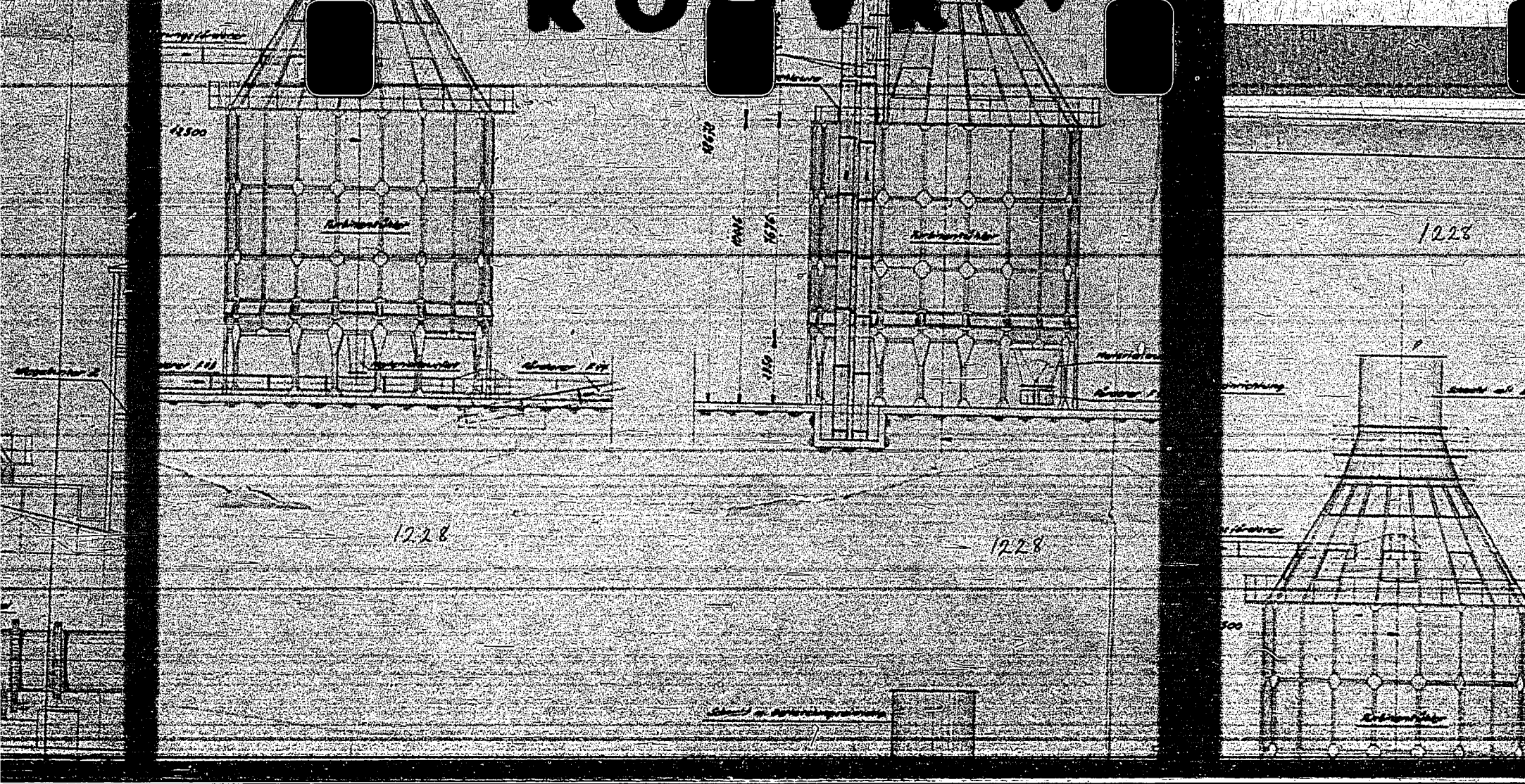
12500

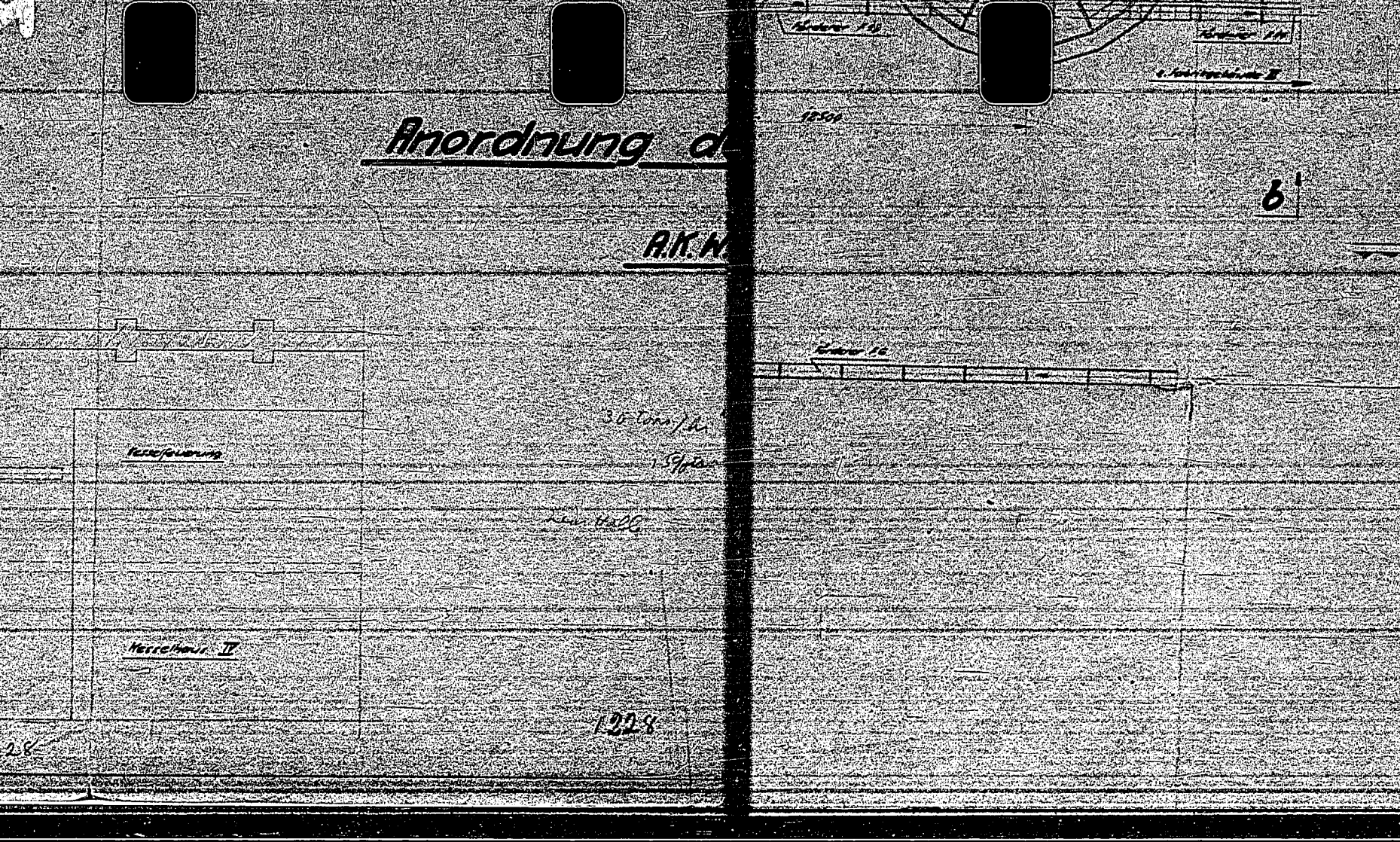

1225
1228
1226






1227
1228

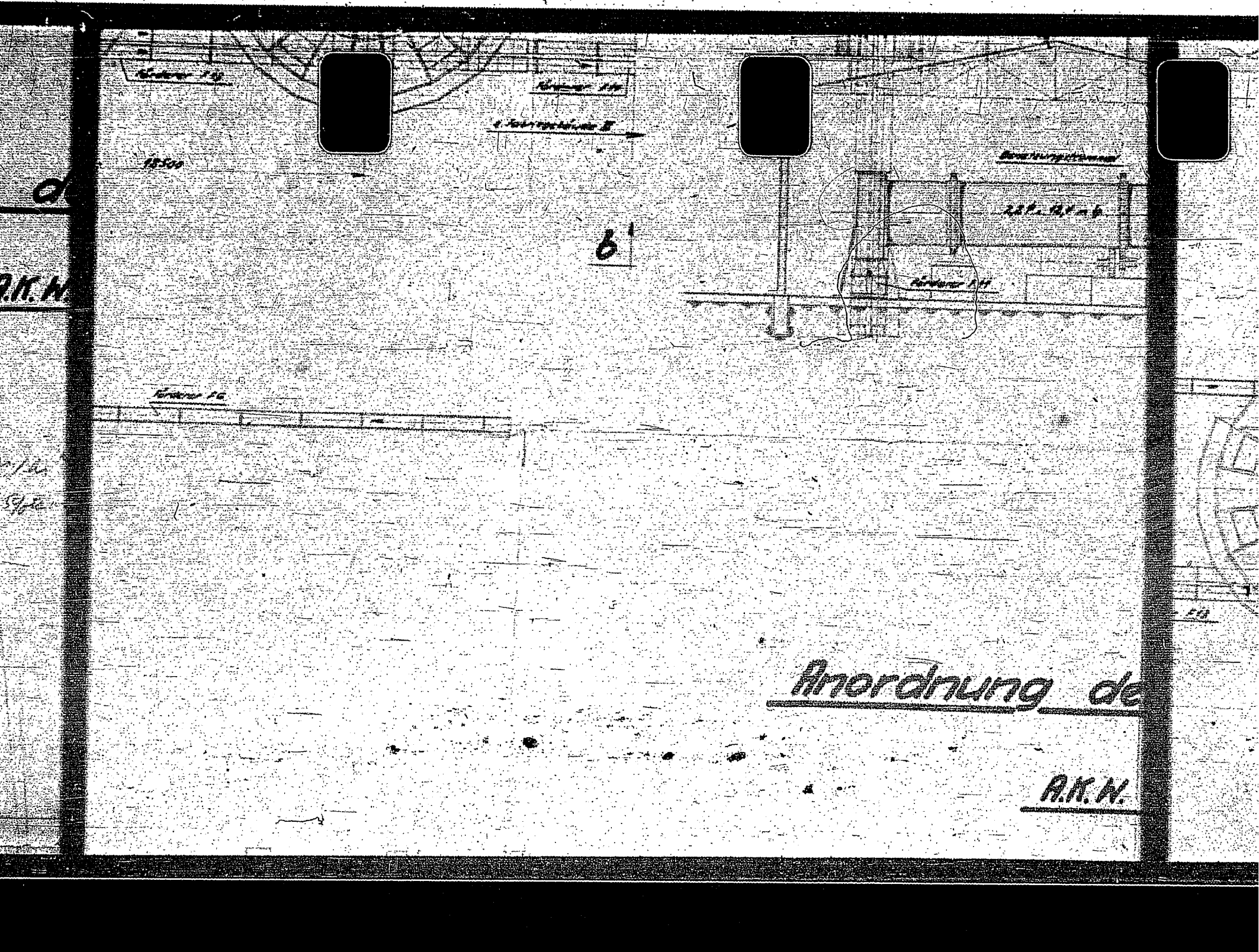

1228
1228
1228


Anordnung d
A.K.W
Kesselhaus IV
1228
6

[redacted]

[redacted]

[redacted]


Anordnung de
R.K.H.

Anordnung d

R.K.H.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Herrenhaus III

Kanzleigebäude

Park [illegible]

696

1228

1228

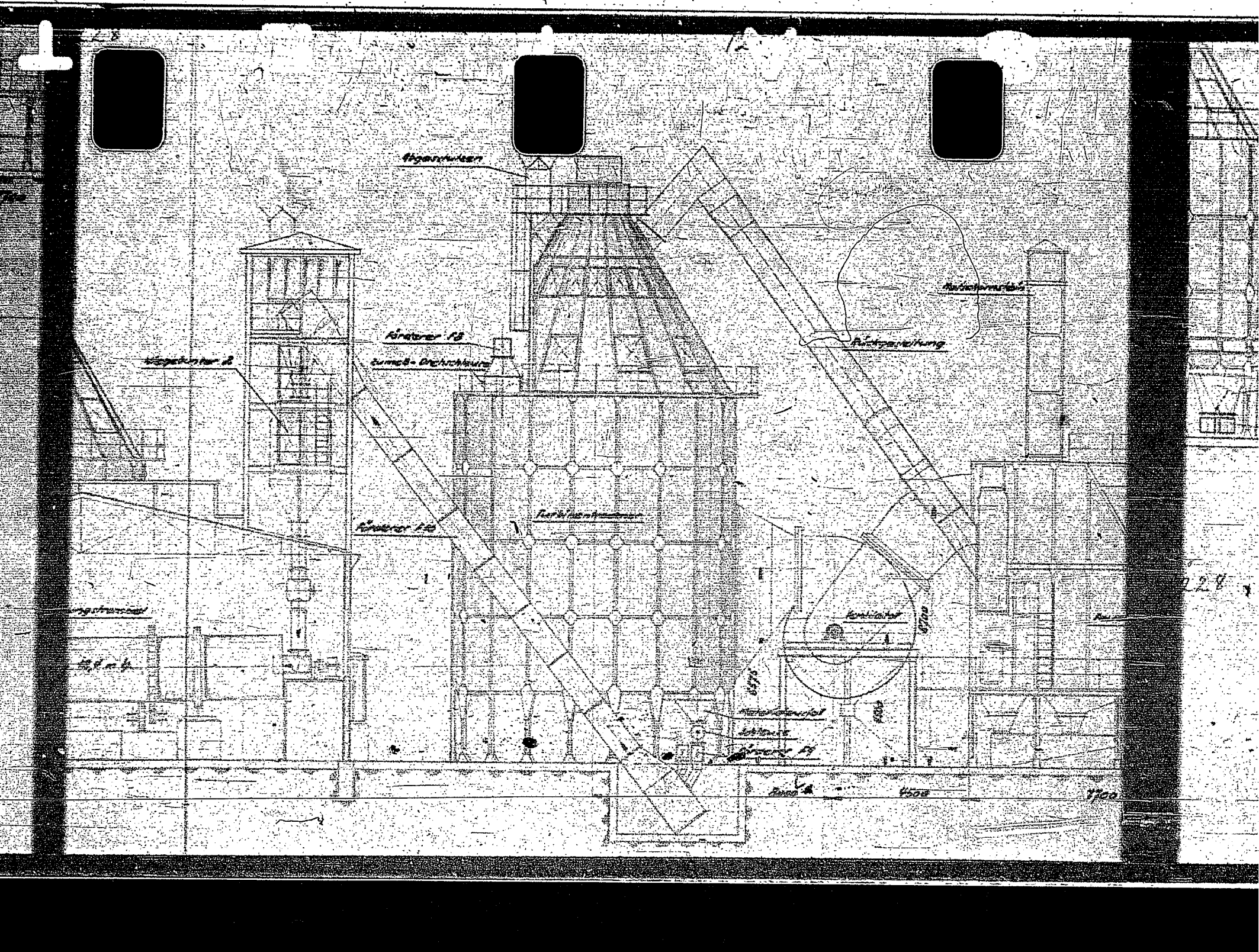
1228

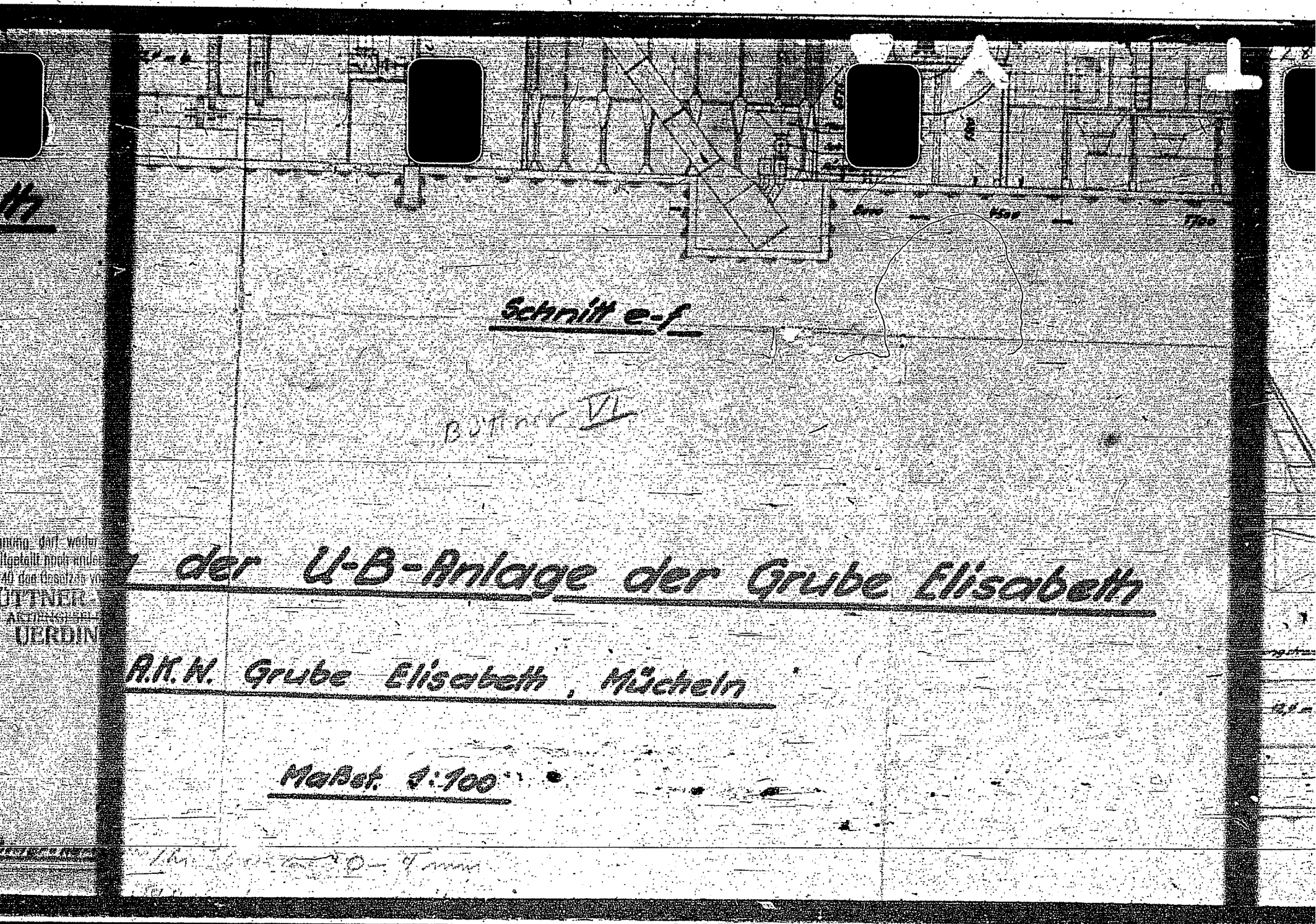
[redacted]

[redacted]

[redacted]

Schnitt c-d





Schnitt e-f

Buttner D

der U-B-Anlage der Grube Elisabeth

A.K.N. Grube Elisabeth, Mücheln

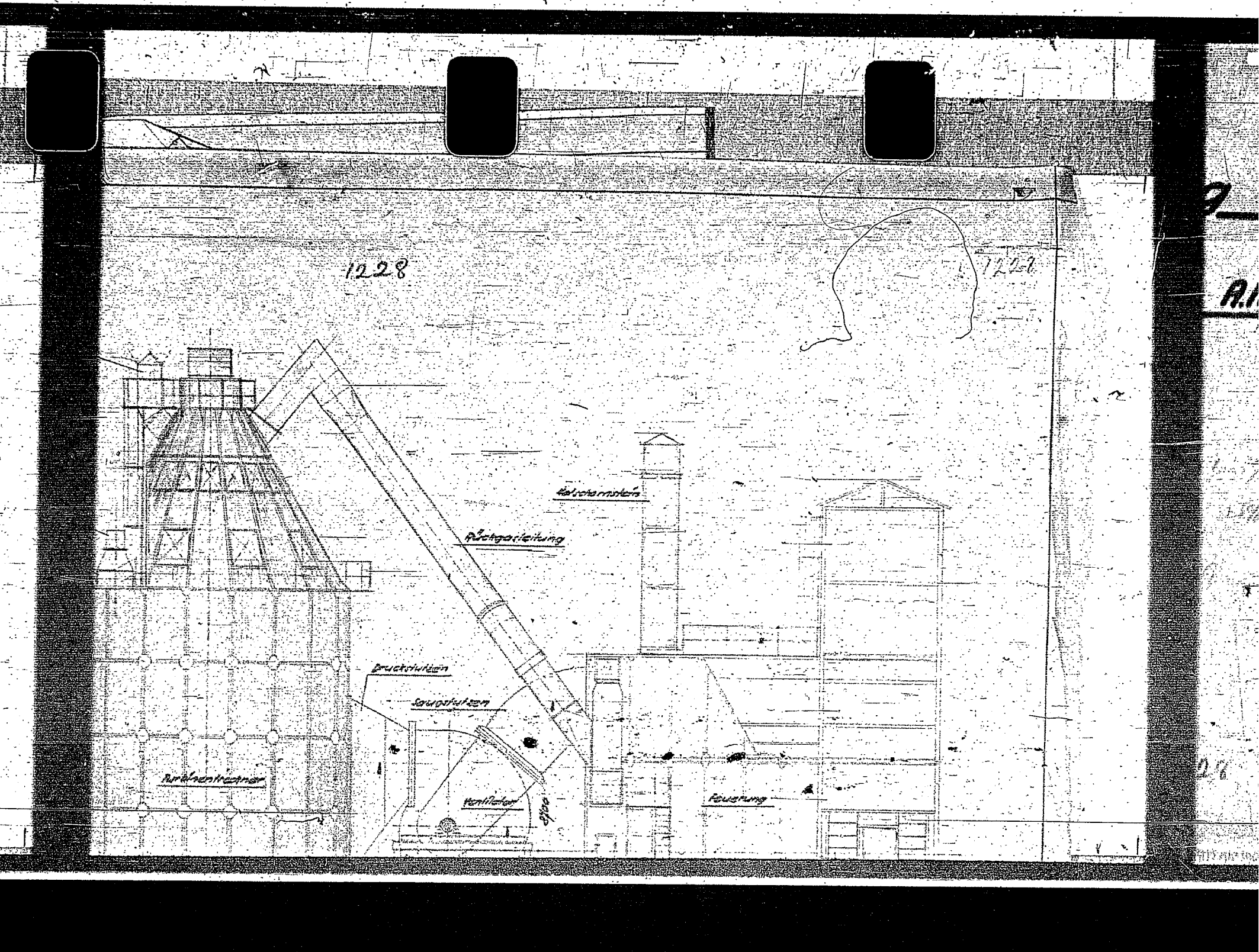
Maßst. 1:100

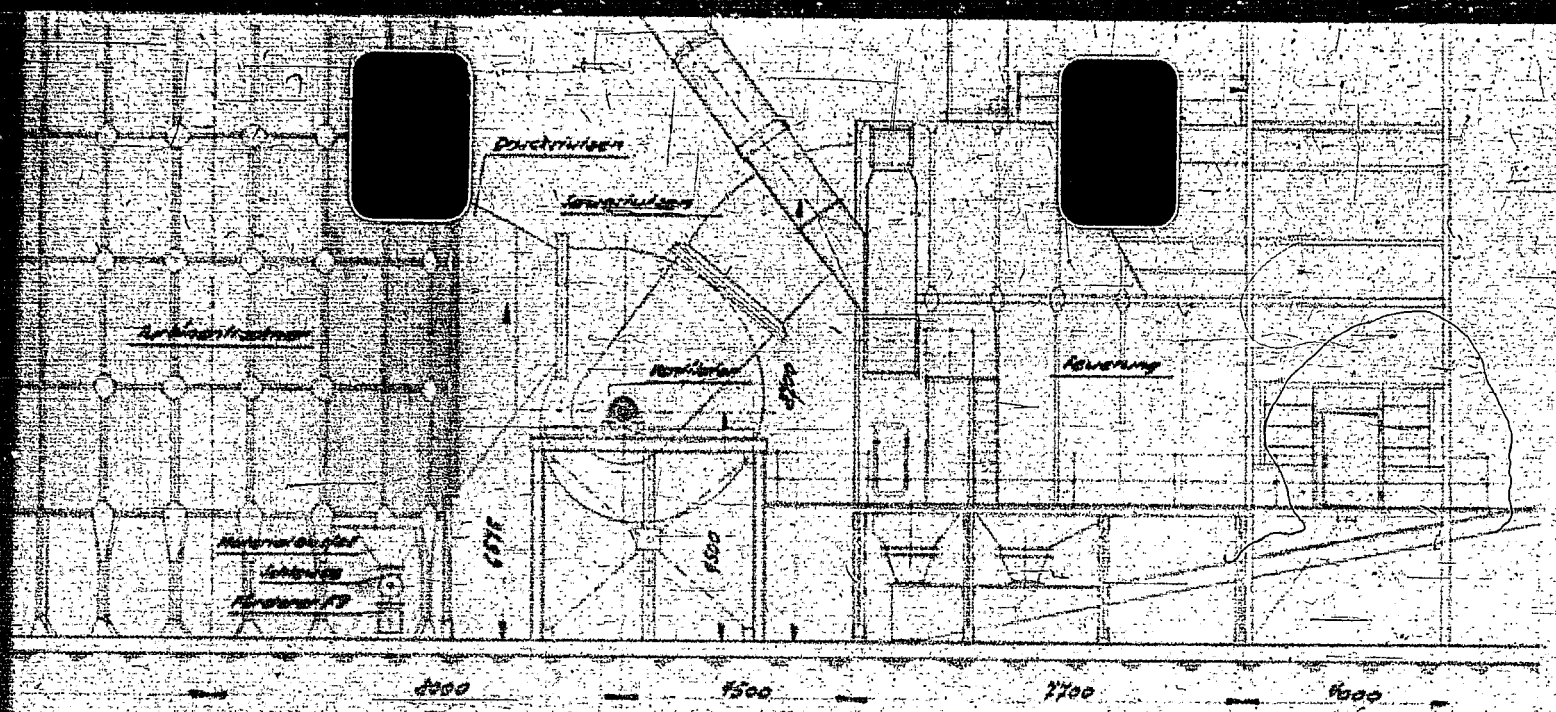
g der U-B-Anlage der Grube Elisabeth

R.K.N. Grube Elisabeth, Mücheln

MaBst. 1:700

Diese Zeichnung darf weder
Personen mitgeteilt noch anderen
(§ 99-40 des Gesetzes vo
BÜTTNER
AKTIENGESELL
UERDIN


1228
1227
Rückgasleitung
Druckstutzen
Saugstutzen
Ventilator
Feuerung



Schnitt c-d

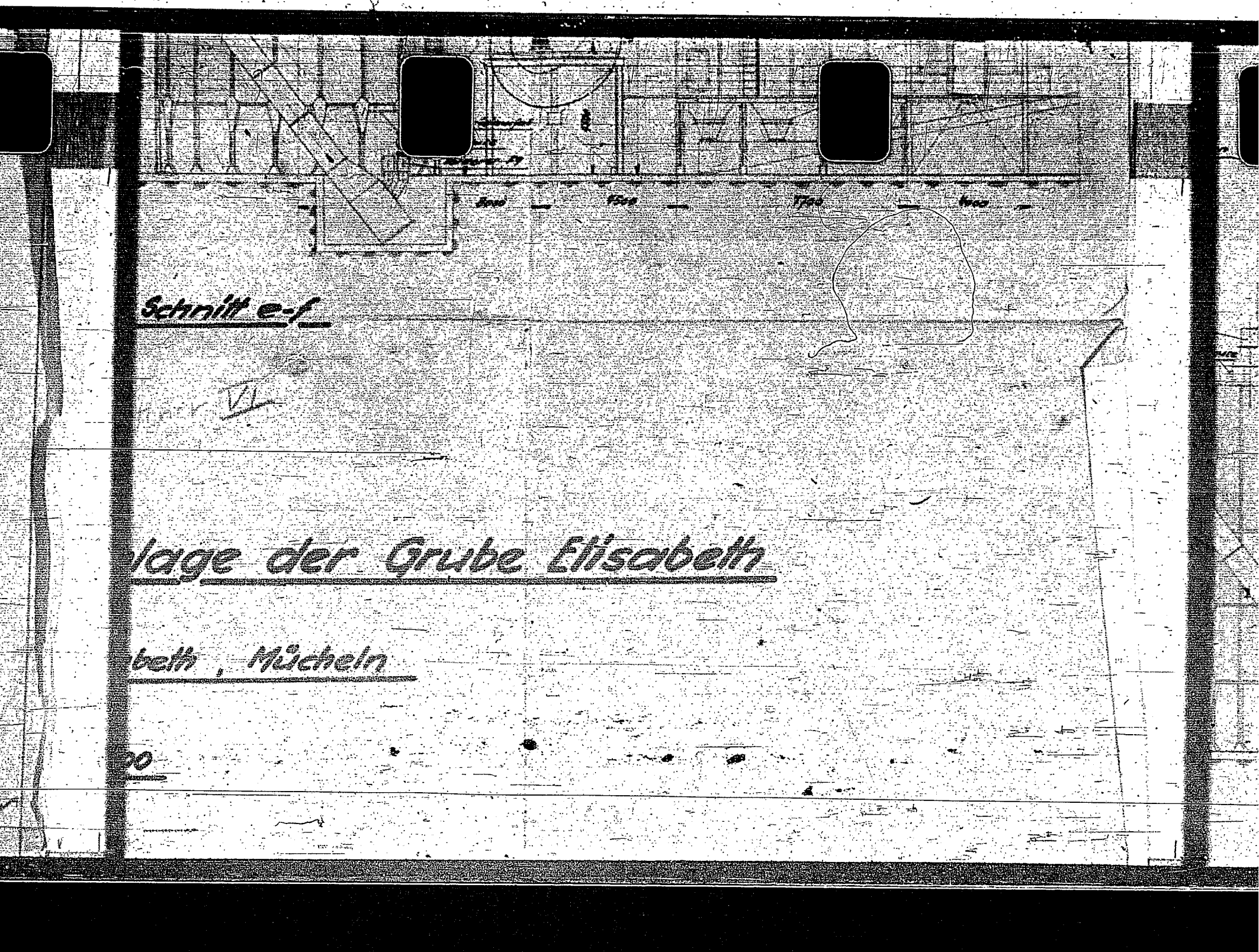
1228

1228

[redacted]

[redacted]

[redacted]


Schnitt e-f
lage der Grube Elisabeth
beth, Michels

...age der Grube Elisabeth

...eth, Mücheln

...Hdg. Welle 4/5

...dlung = Erfurt

...Freed (US)

...o. Fertig 5/9

...Landstr

...1826

Diese Zeichnung darf weder kopiert noch anderen Personen mitgeteilt noch widerrechtlich benutzt werden. (§ 35-40 des Gesetzes vom 9.1.1876.)

BÜTTNER-WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
UERDINGEN

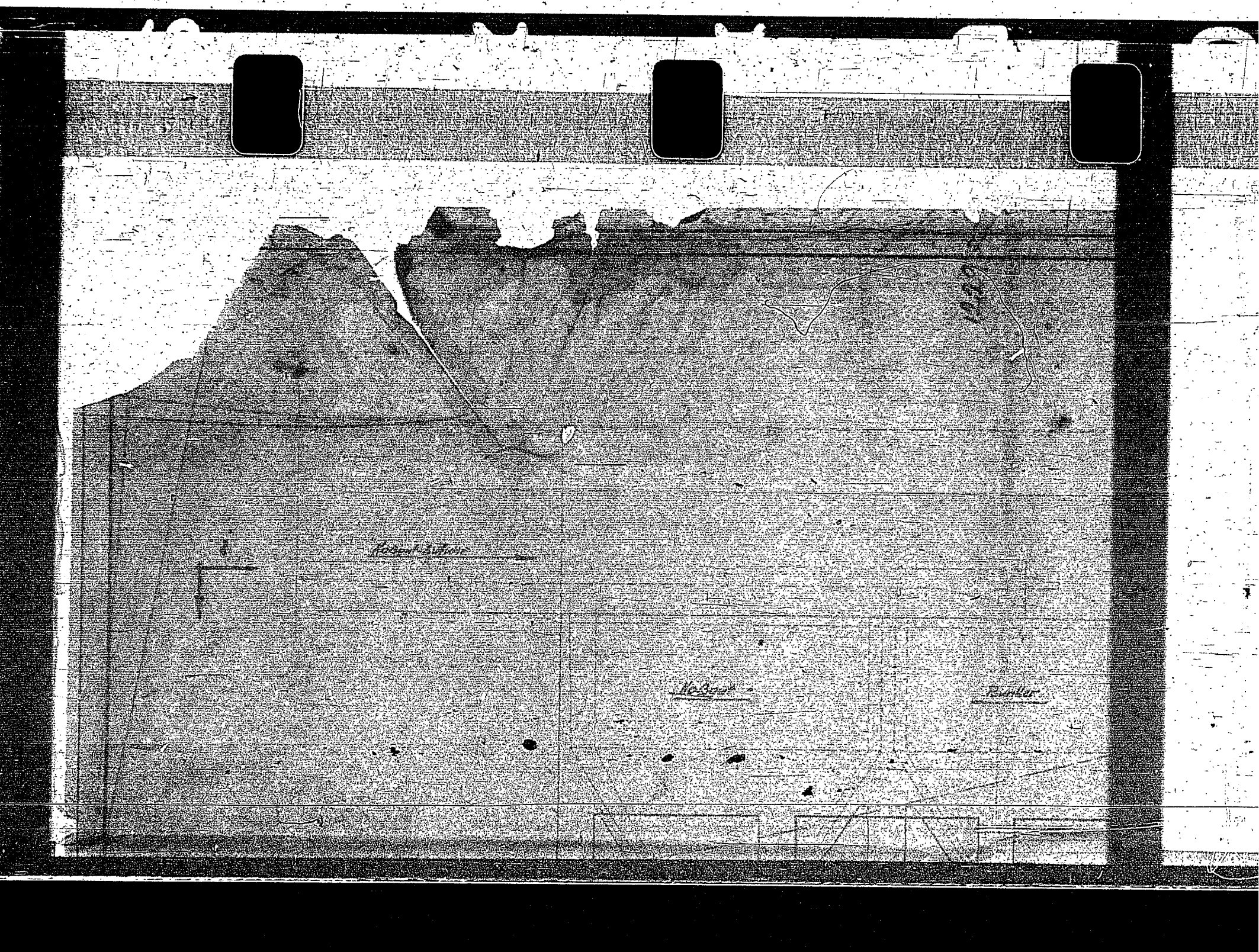
8166

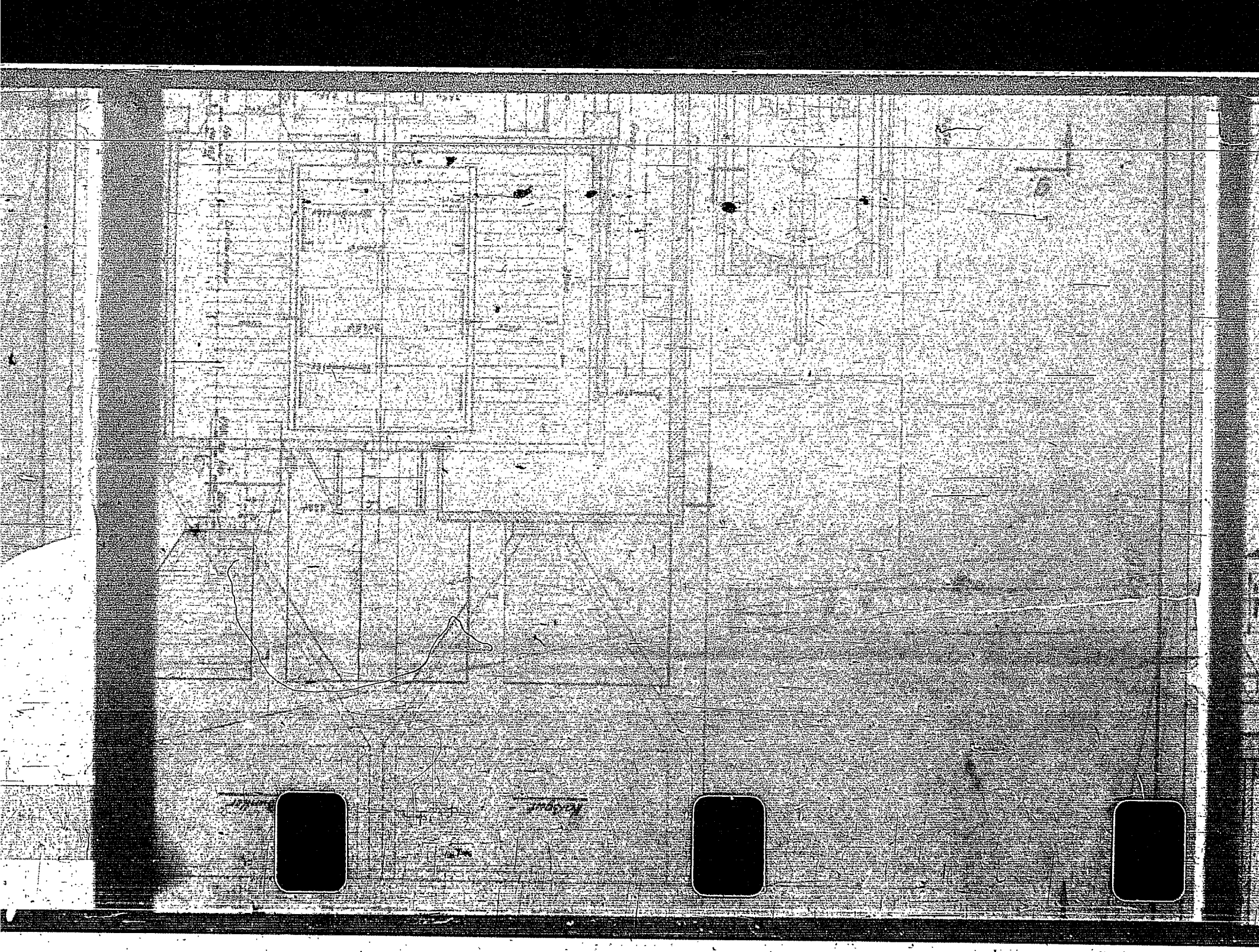
Büttner-Werke AG Uerdingen am Rhein

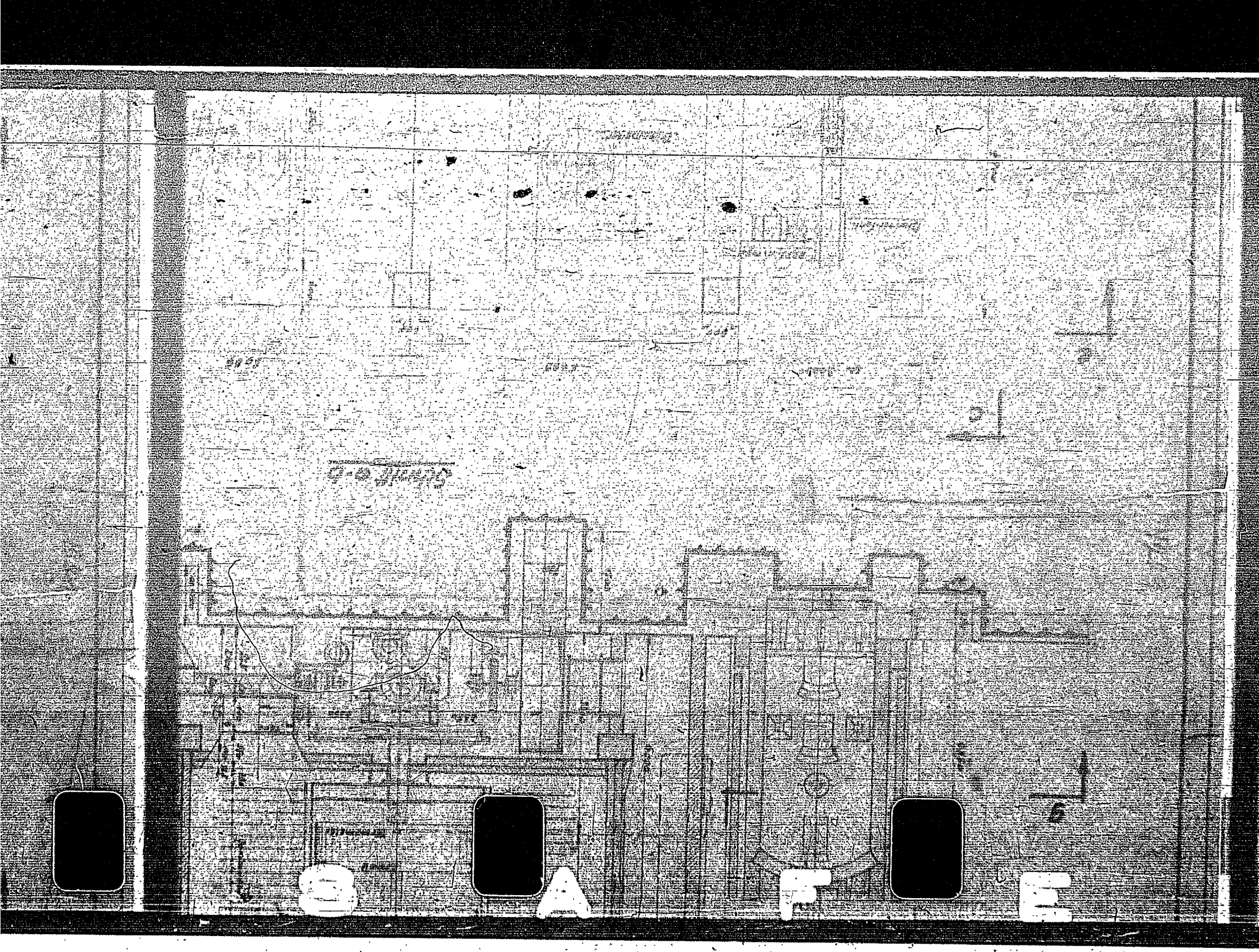
TITLE PAGE

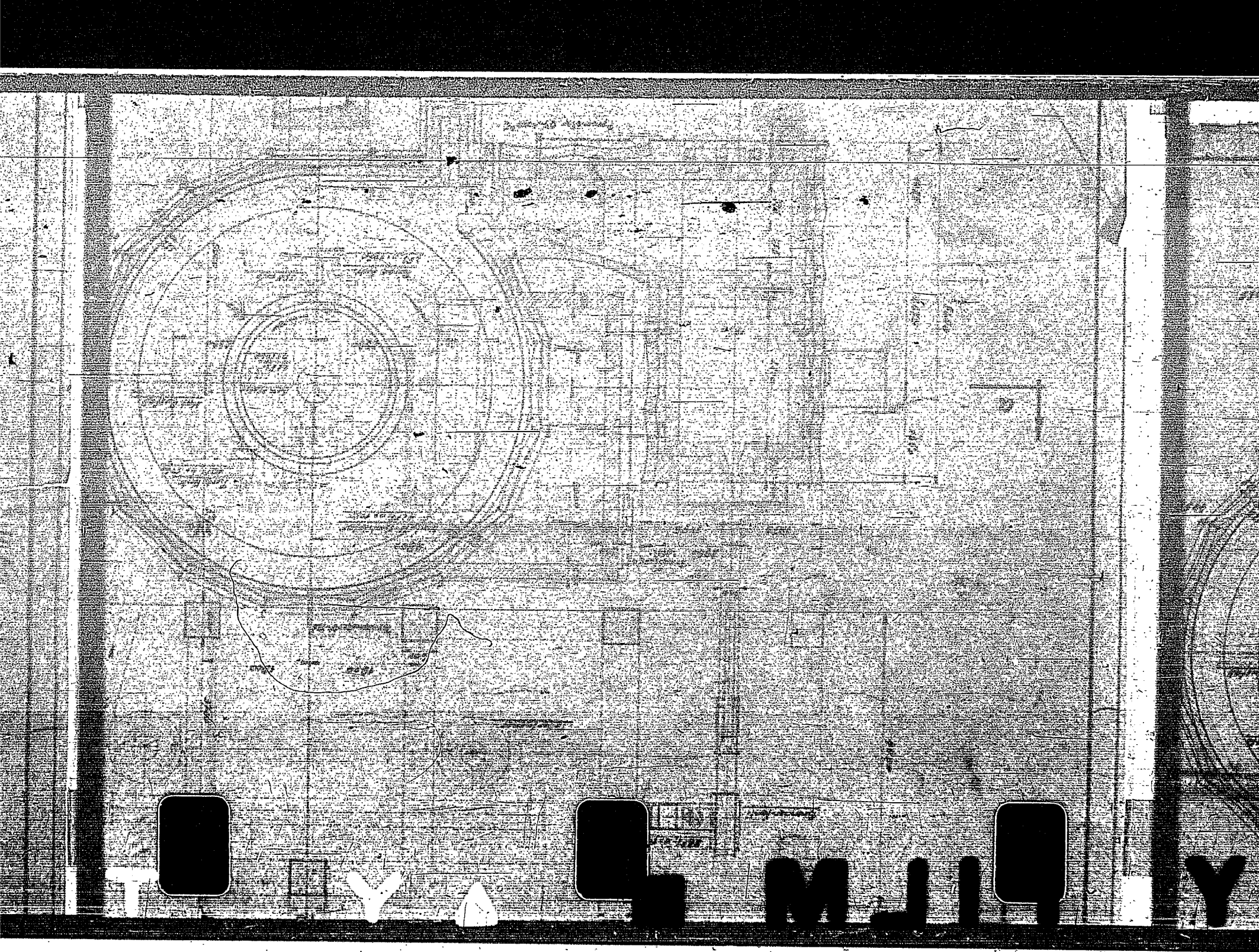
5. Aufstellungsplan des Büttner-Vert.Turb. Trocknens für Feinkohle - Drawing Otu 85518. Cross sectional view of Büttner vert. turb. dryers for fine coal.

Frame No. 1229





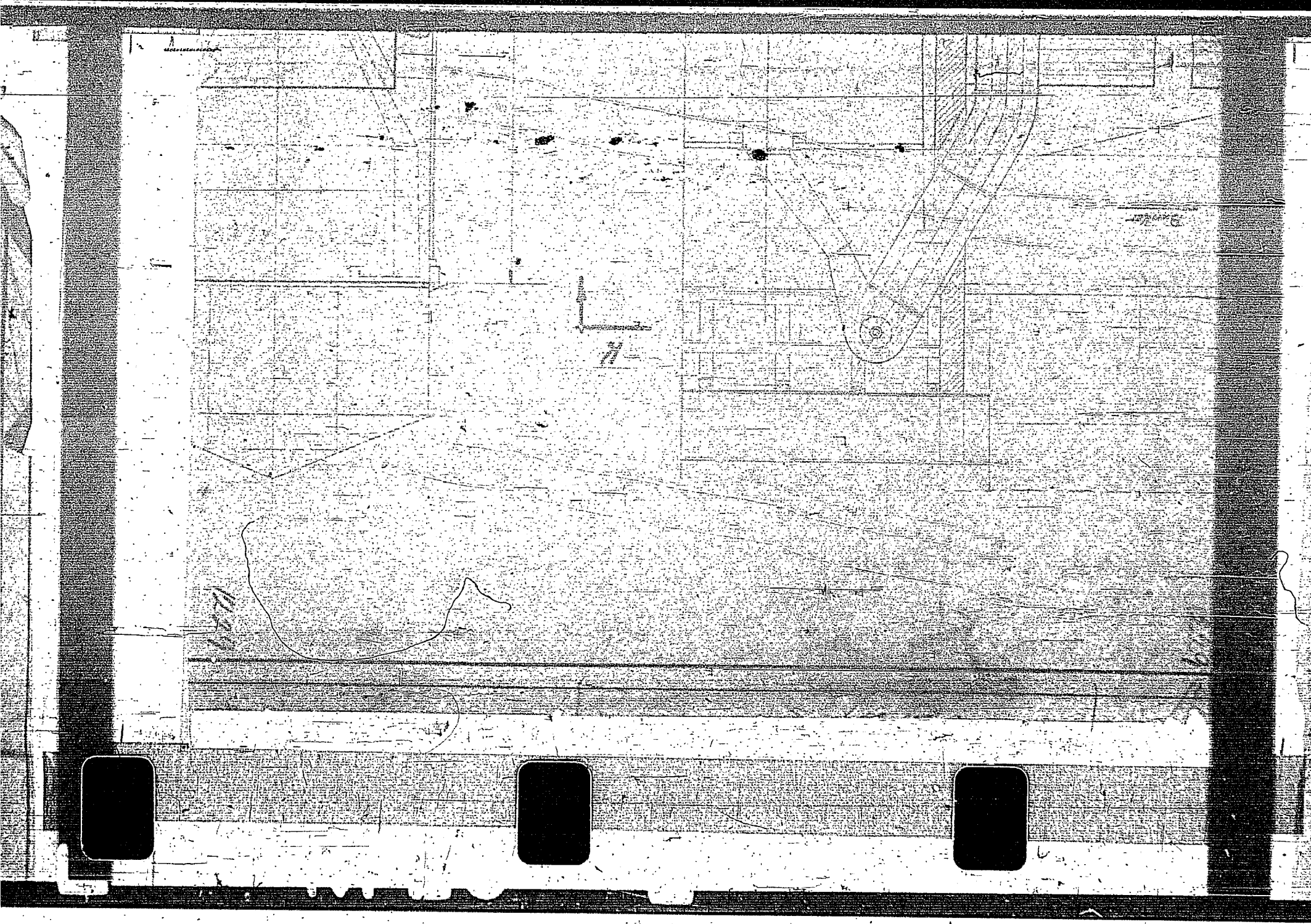

SAFE



[redacted]

[redacted]

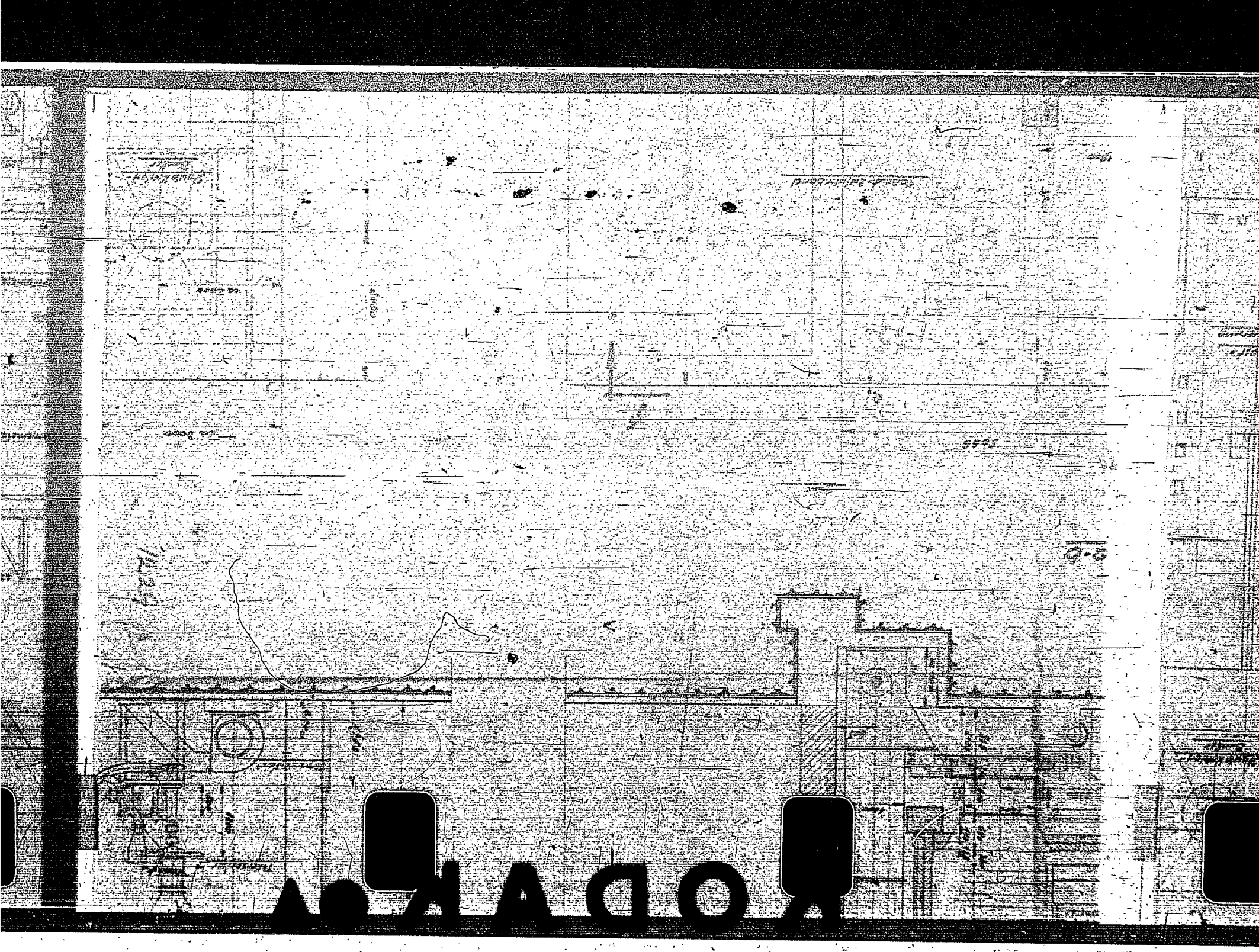
[redacted]

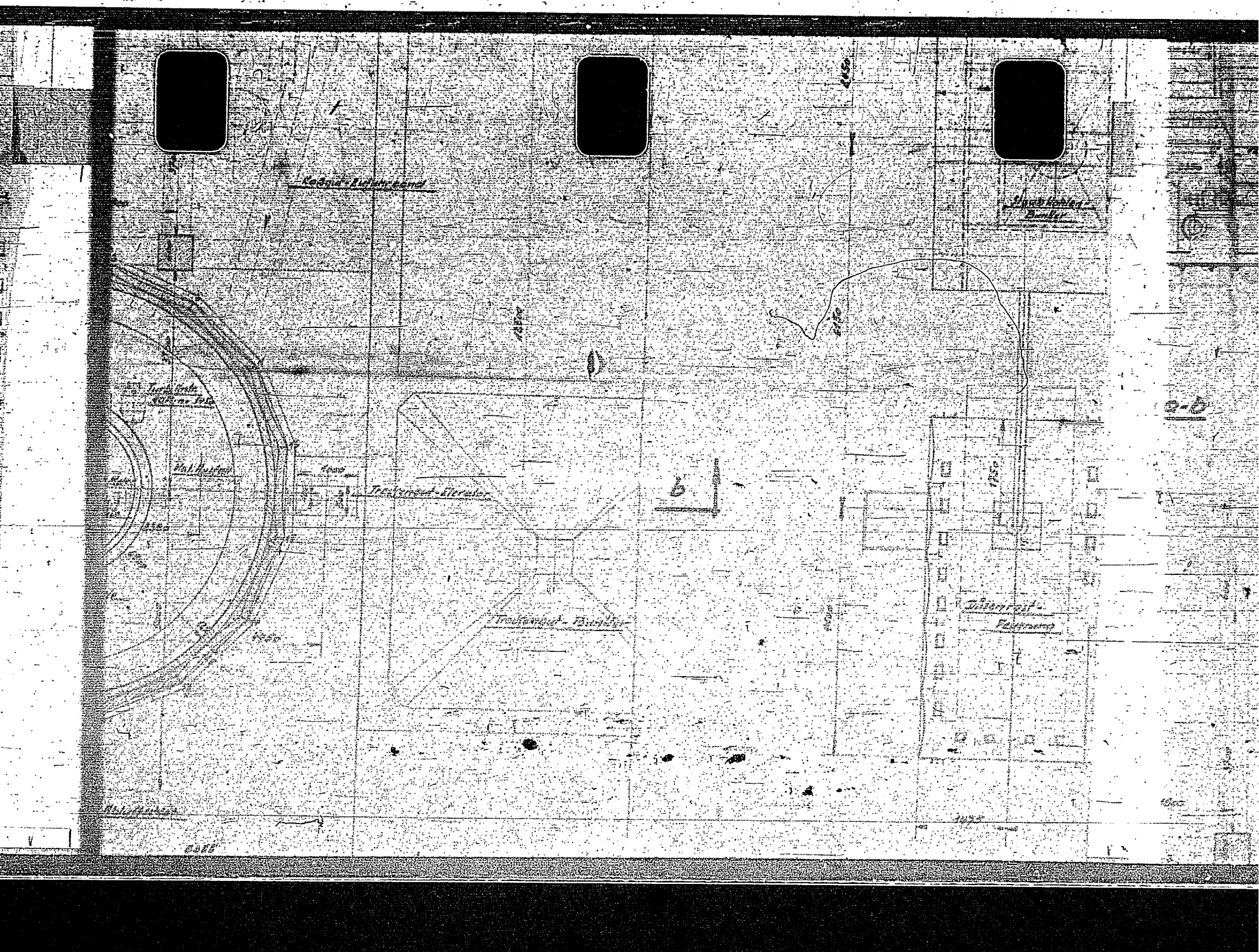


[redacted]

[redacted]

[redacted]



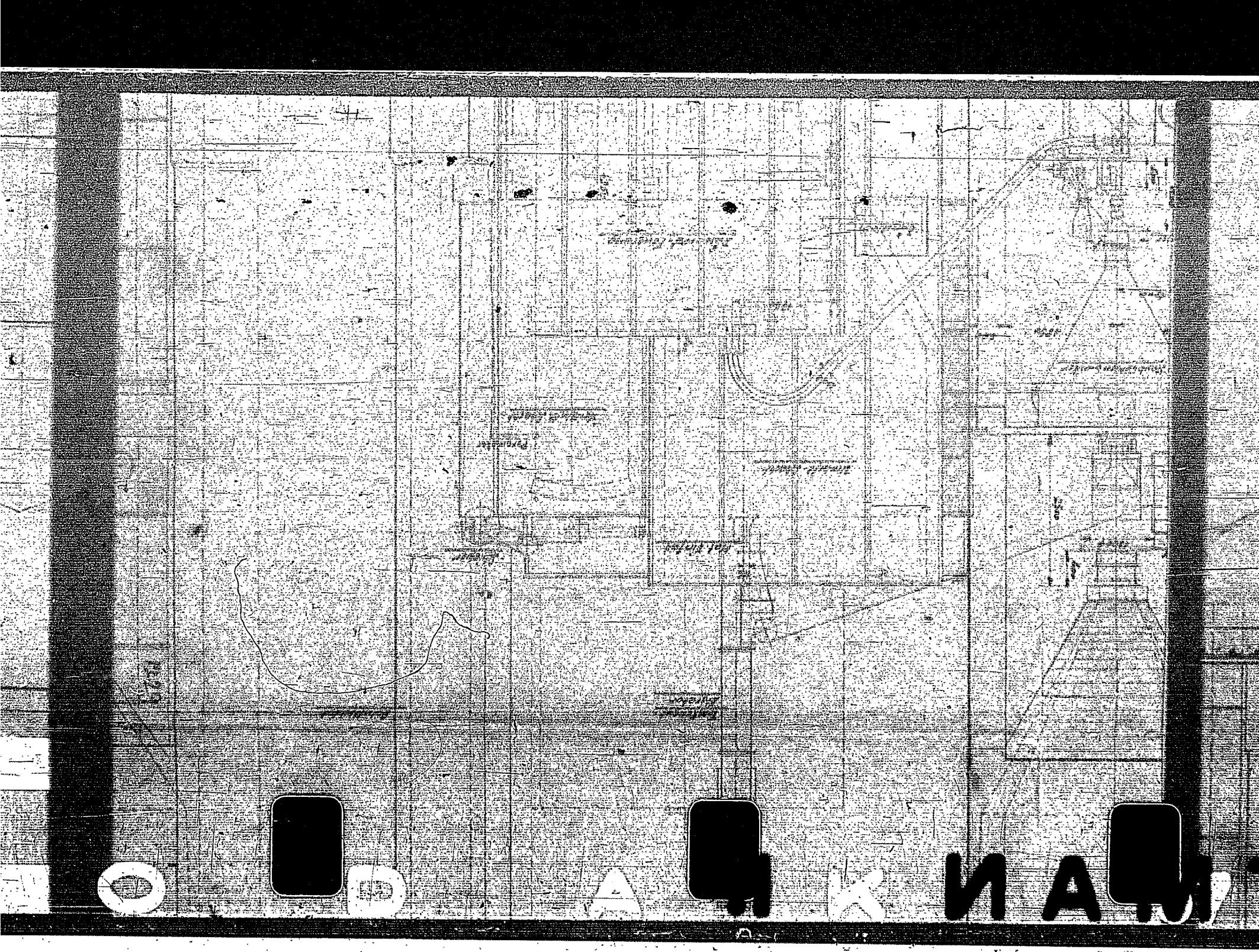


1829

[redacted]

[redacted]

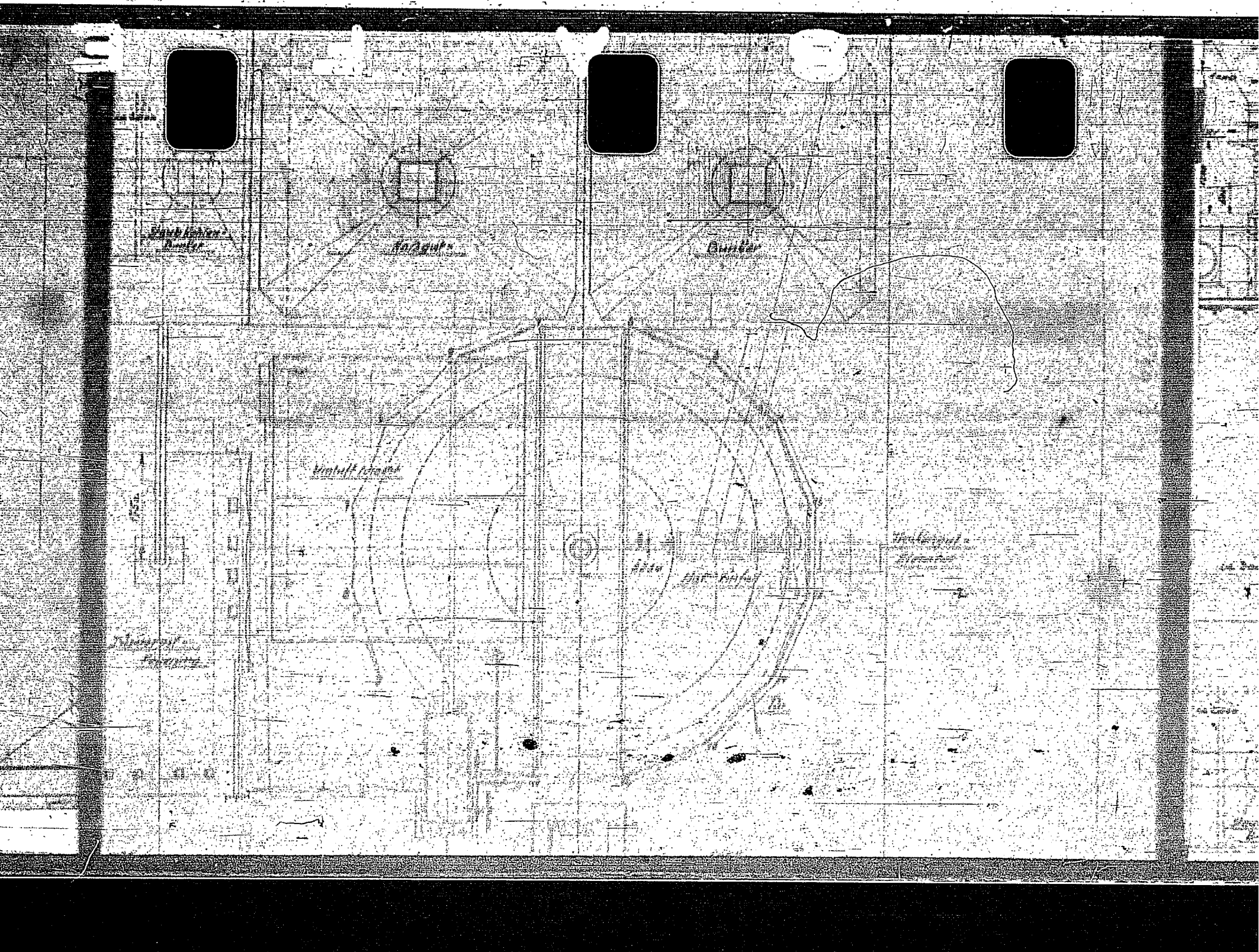
[redacted]

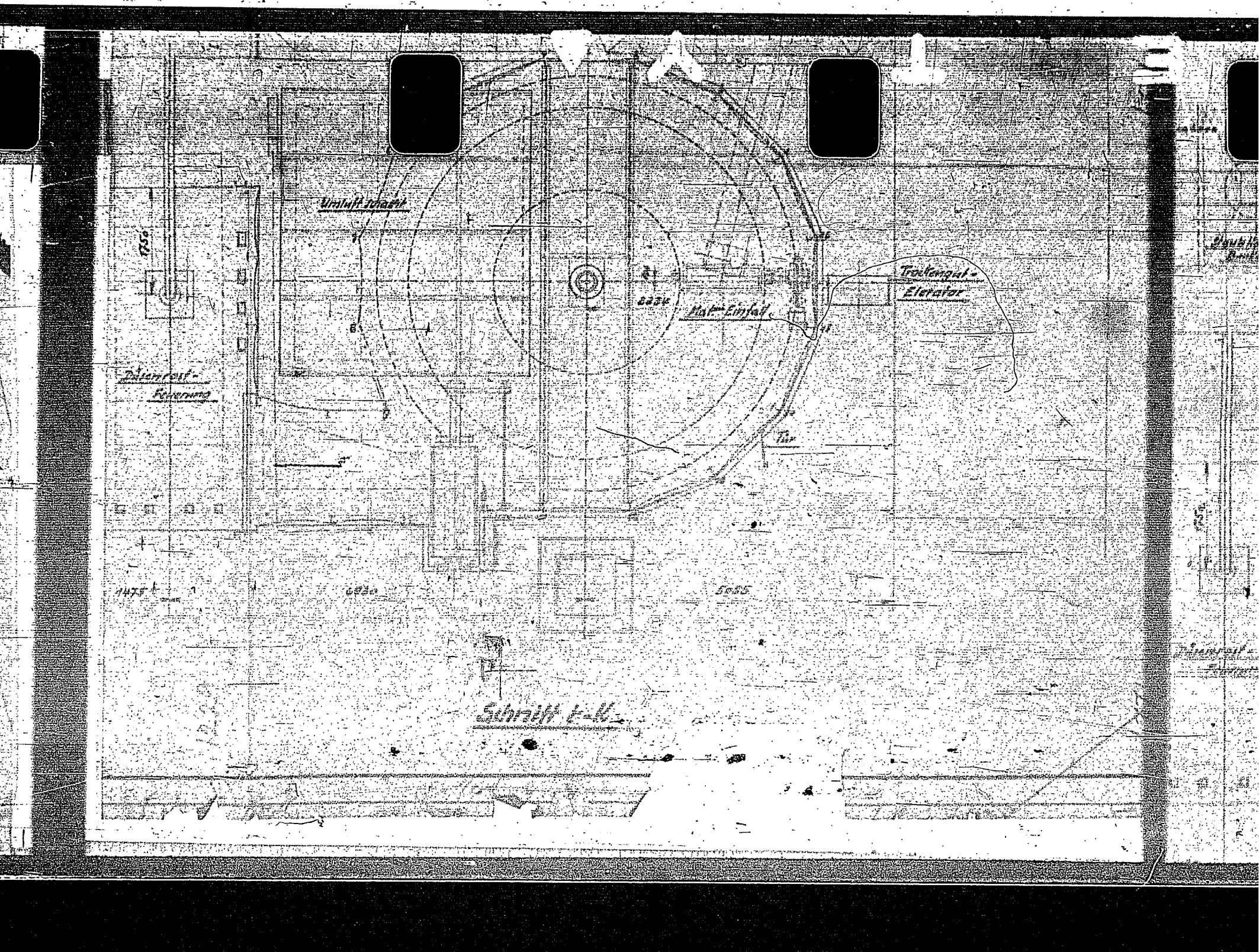


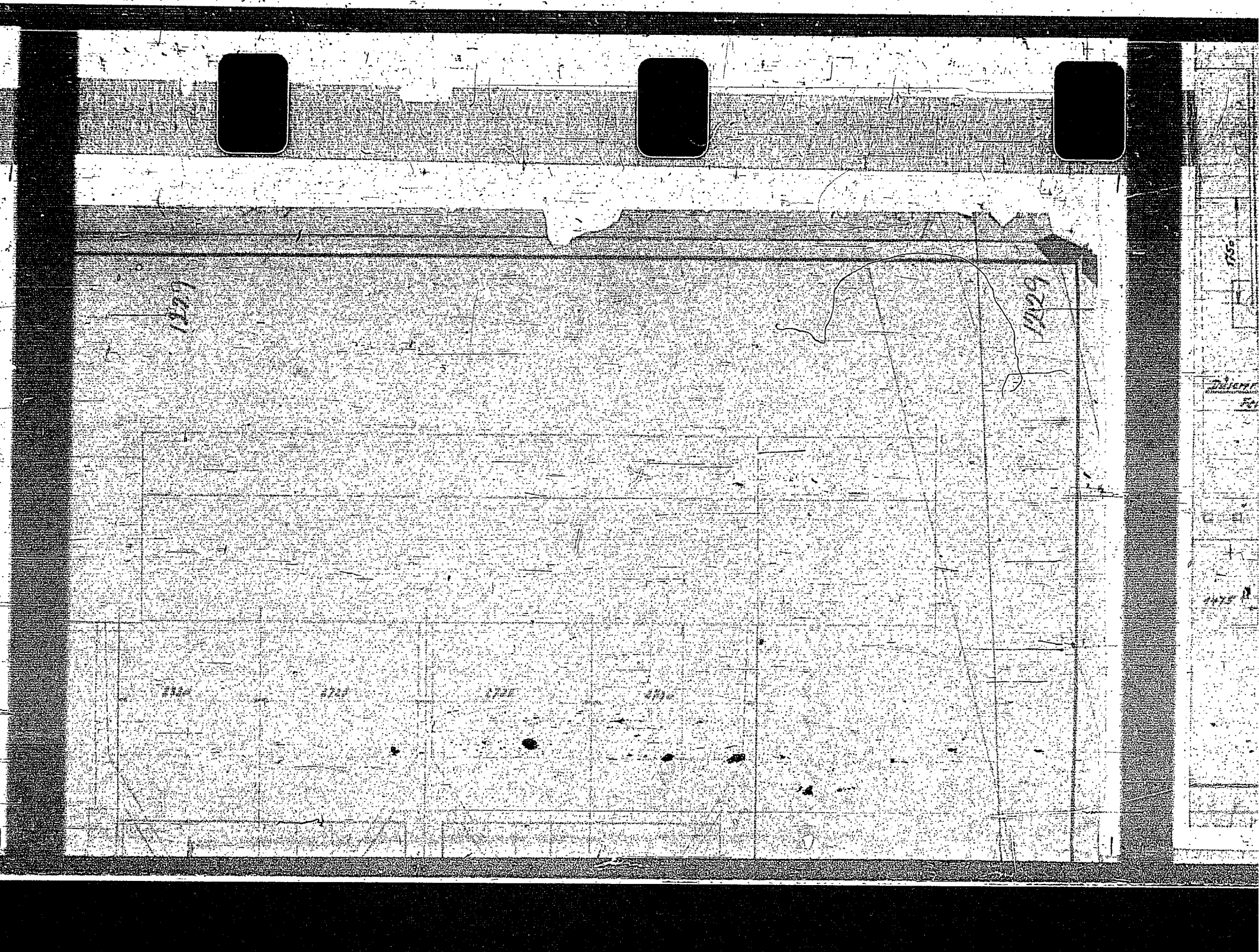
[redacted]

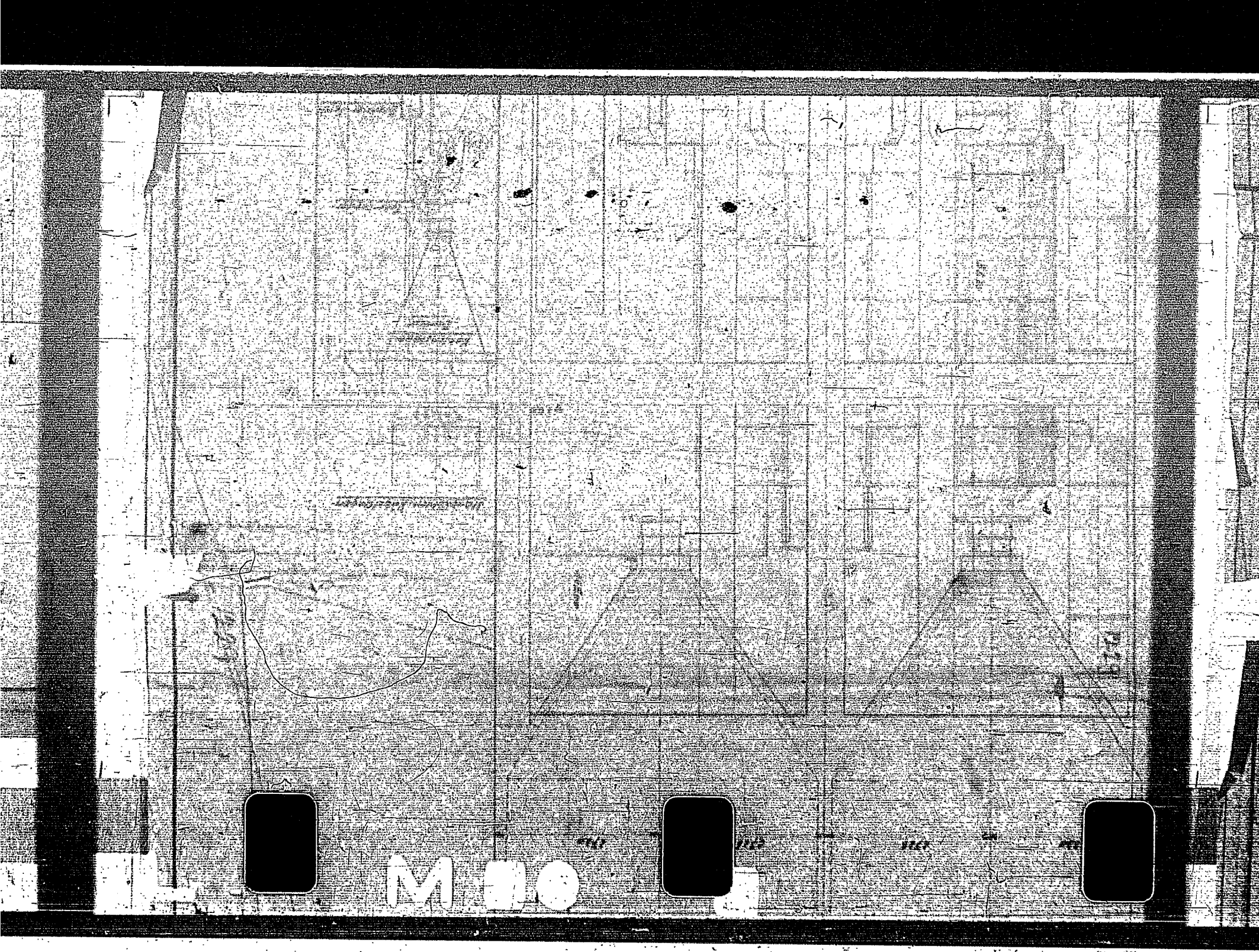
[redacted]

[redacted]




Umluft-Schacht
Trockenguh-
Elevator
Schnitt E-E





[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Publikationsorgan des Bundes Deutscher Radfahrer

Für Feld Heide

Anlagen: Turnen, Schwimmen, Ball- und Wintersport

Nr. 115

Amtliches Organ des Gaues Niederrhein

1229

Bülner LE

Aufstellungsplan des Bülner-Ferl. Turb.-Traktors

für Einkohle

Anlage: Tu 38/35. Gebrüder Sulzer, Ges. Deutschland

M. 1:50

Bülner-Werke A.G. Hennigsdorf bei Berlin

Tu 38/35

Bülner-Ferl-Einkohlen-Kessel

Tu 2838

TITLE PAGE

6. Aufstellungsplan einer Lignit-Trock. Anlage mit Büttner - Vertical - Turbinentrocknern - Drawing OTu 88860.

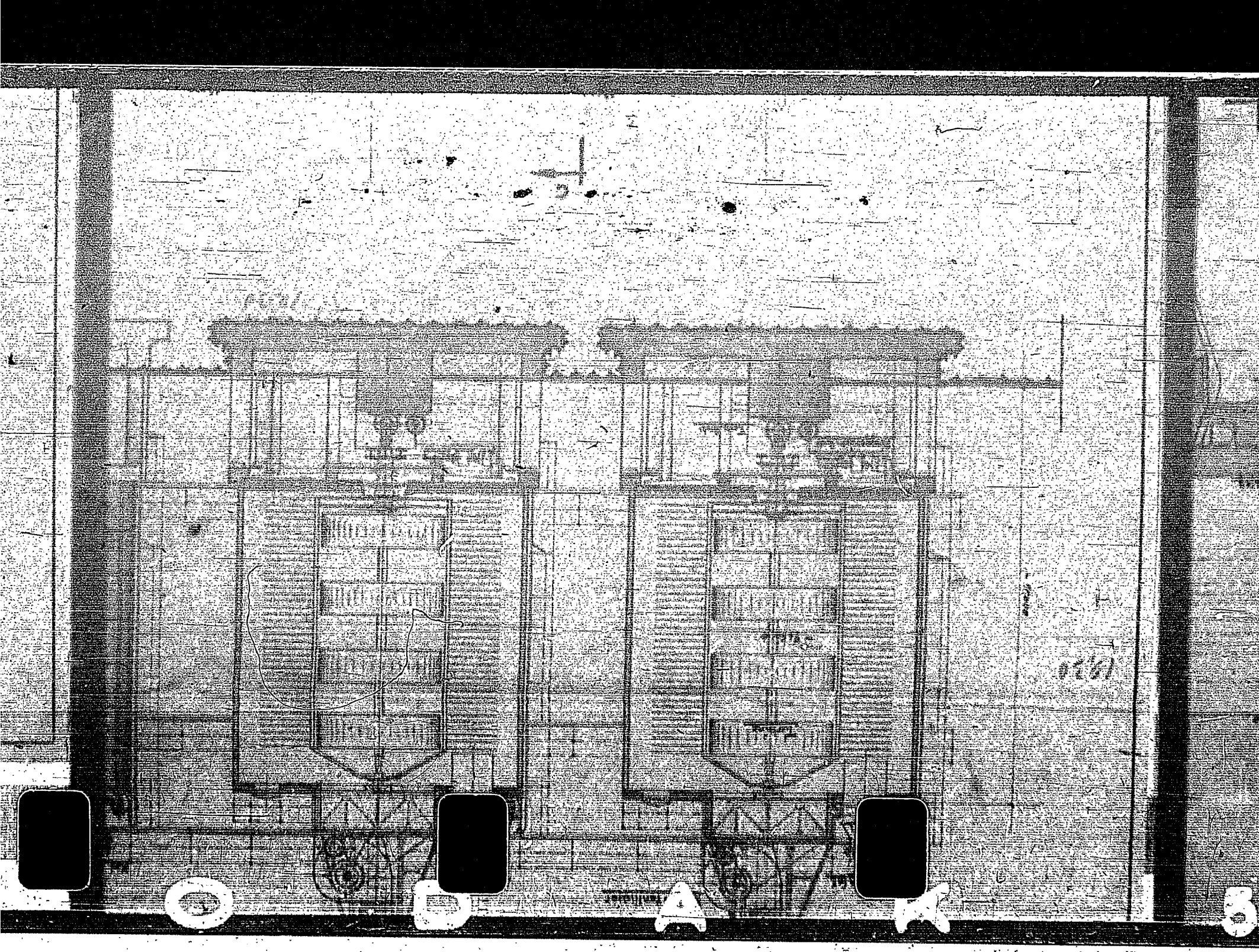
Cross sectional view of a lignite drying installation with Büttner - vertical turbine dryers.

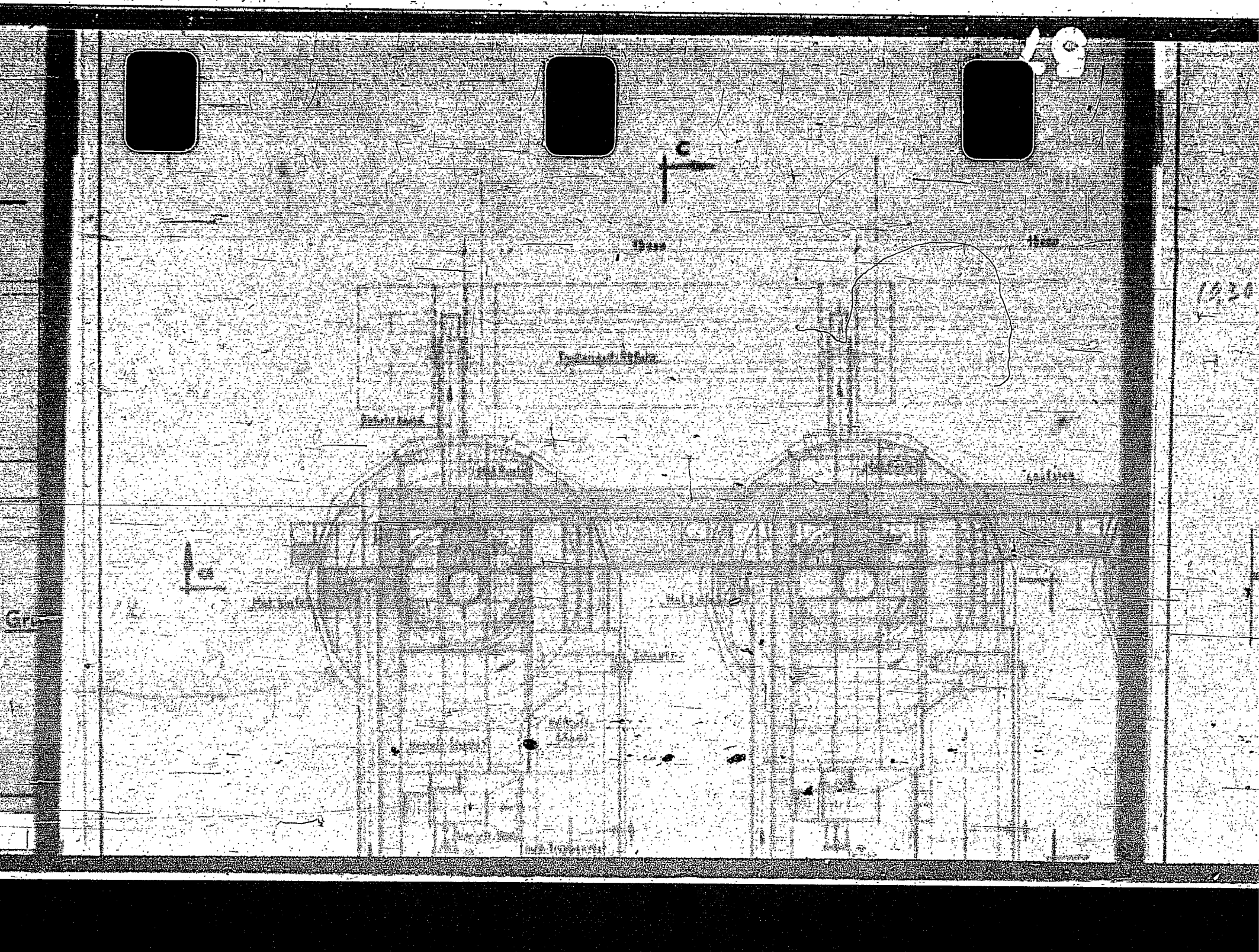
Frame No. 1230

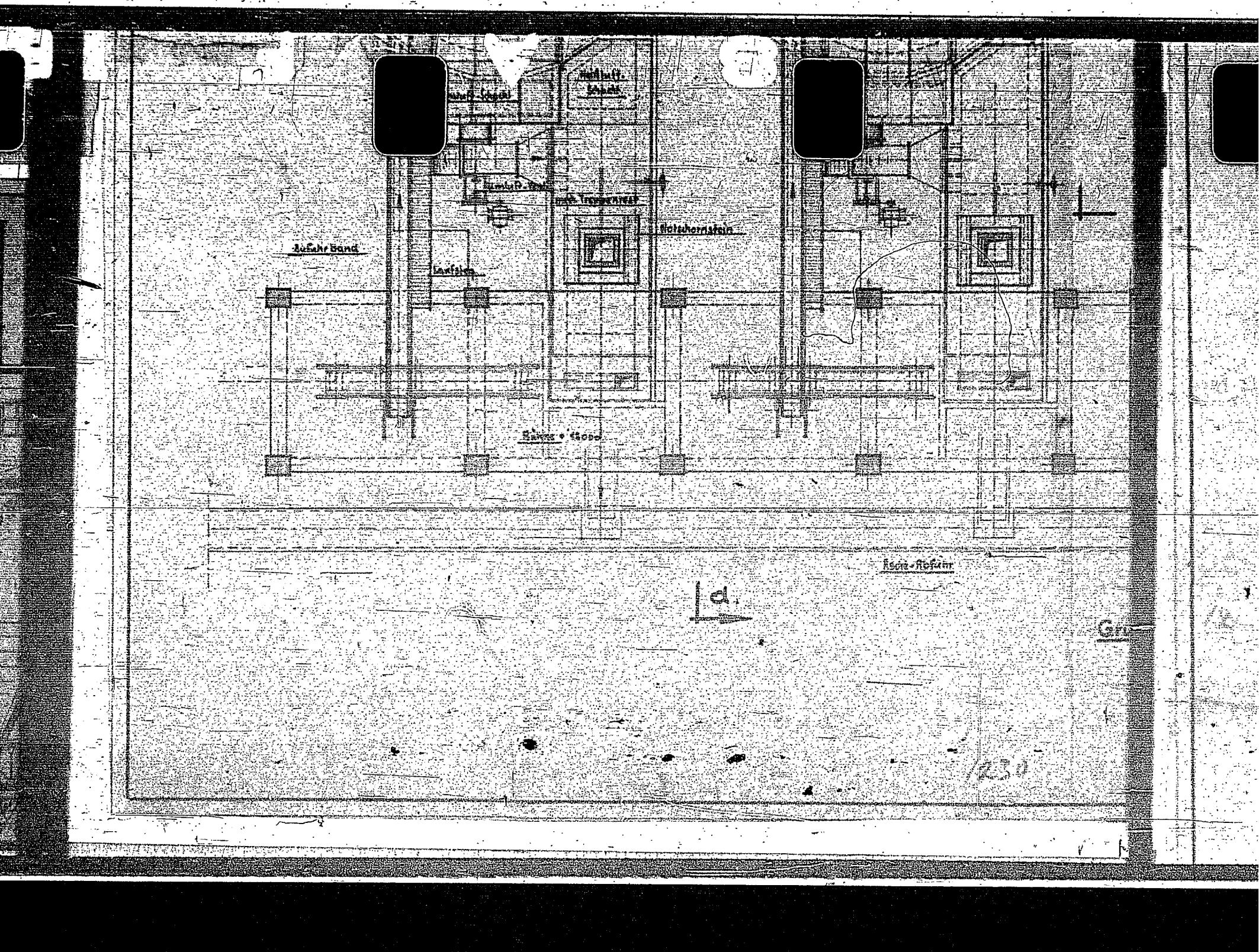
[redacted]

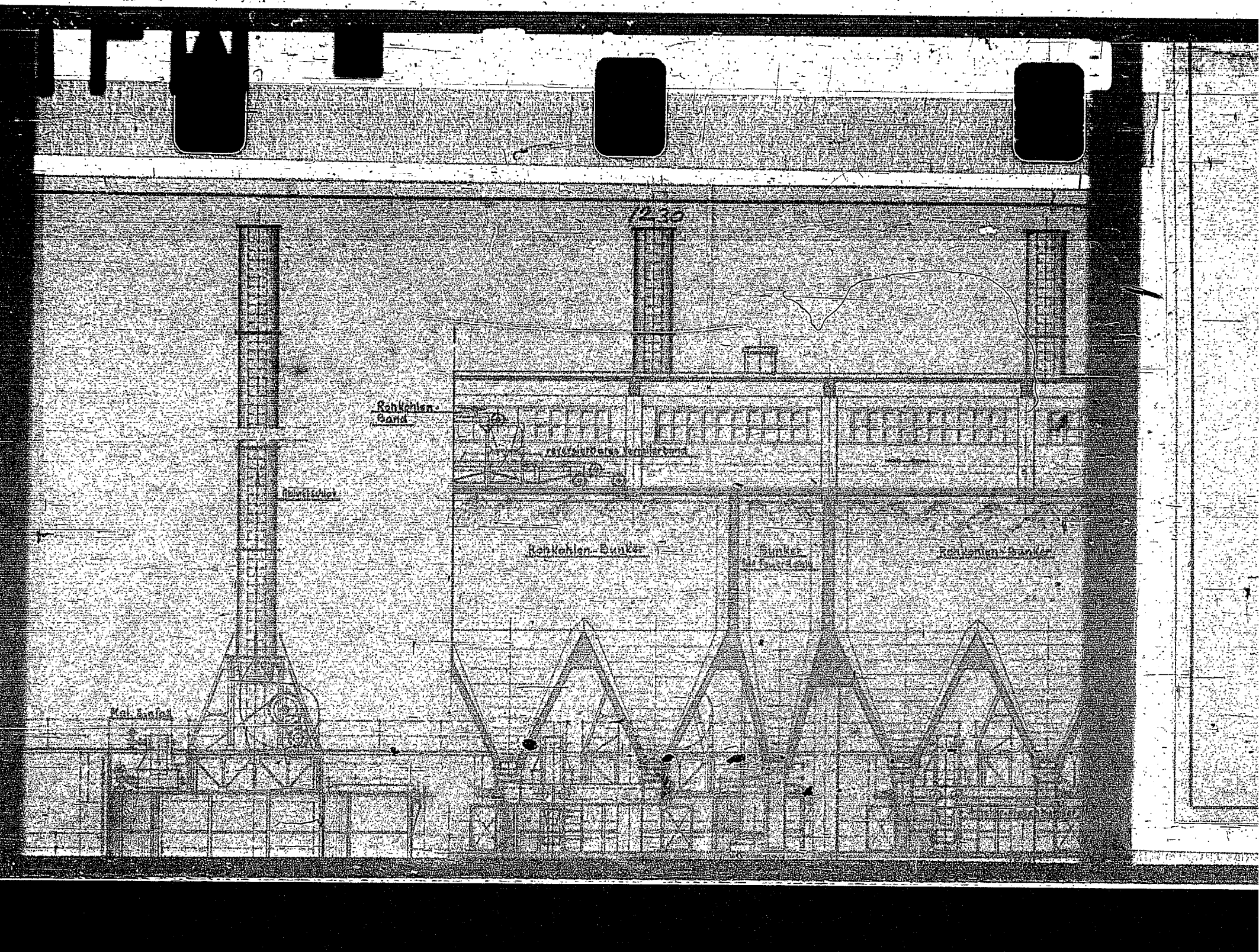
[redacted]

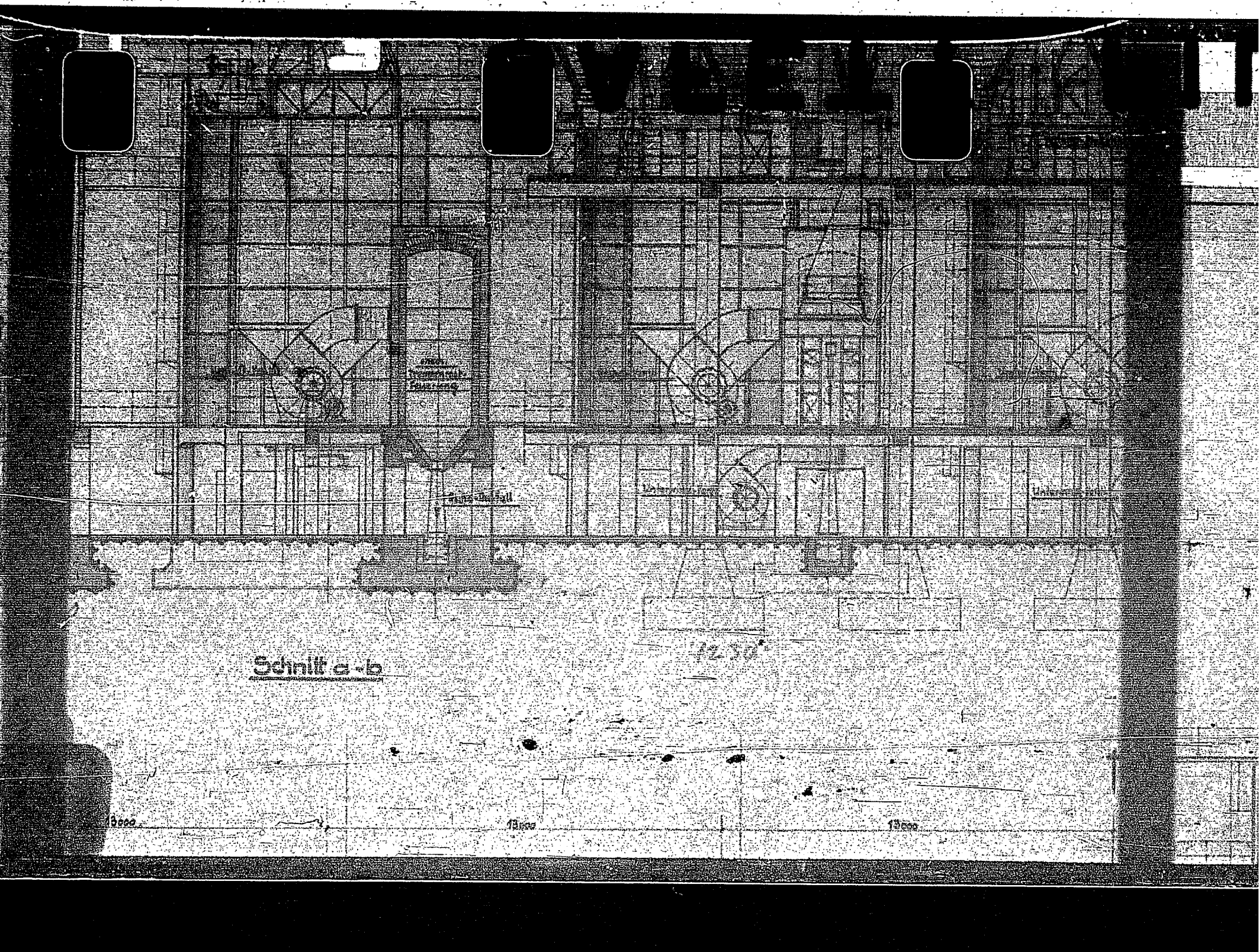
[redacted]

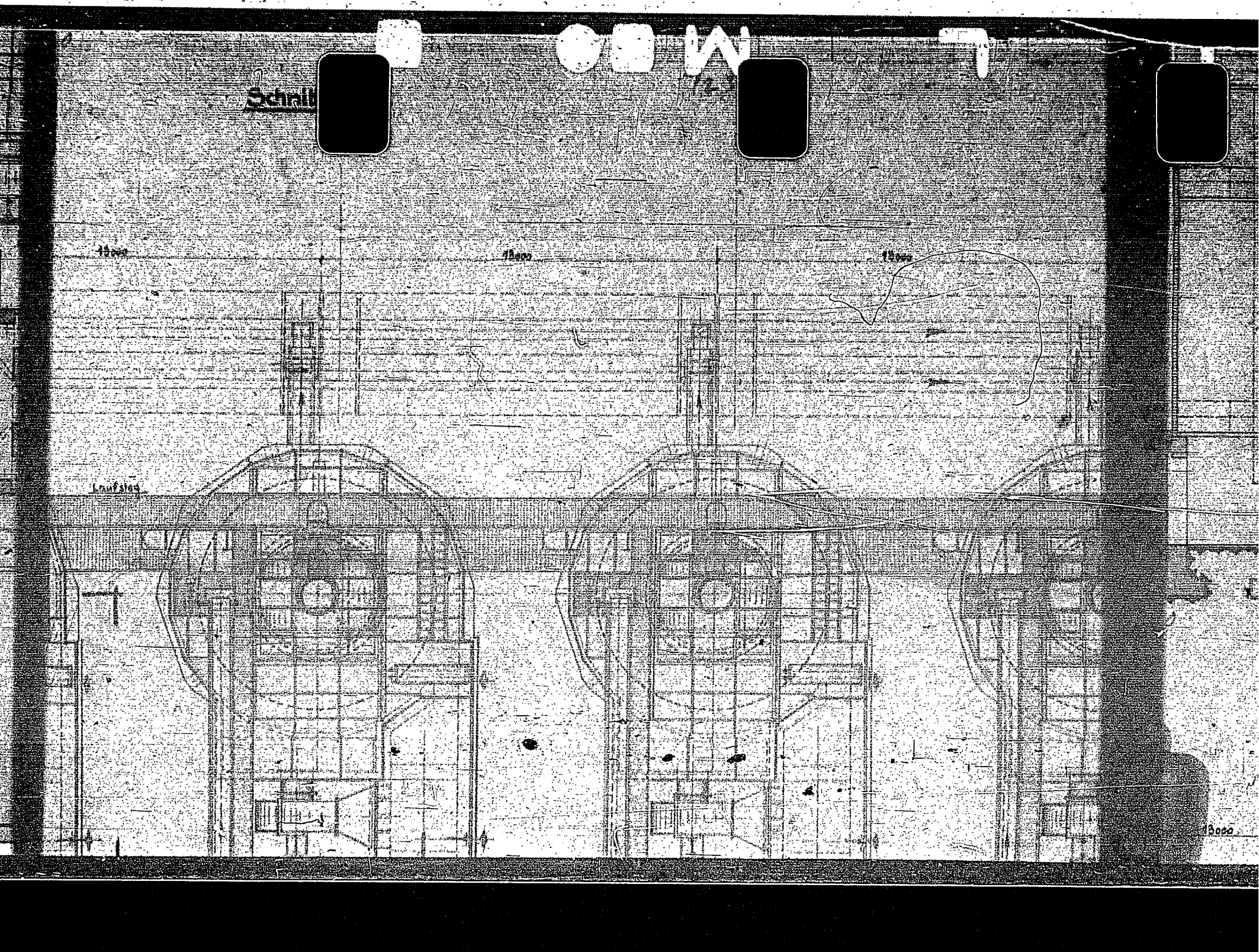


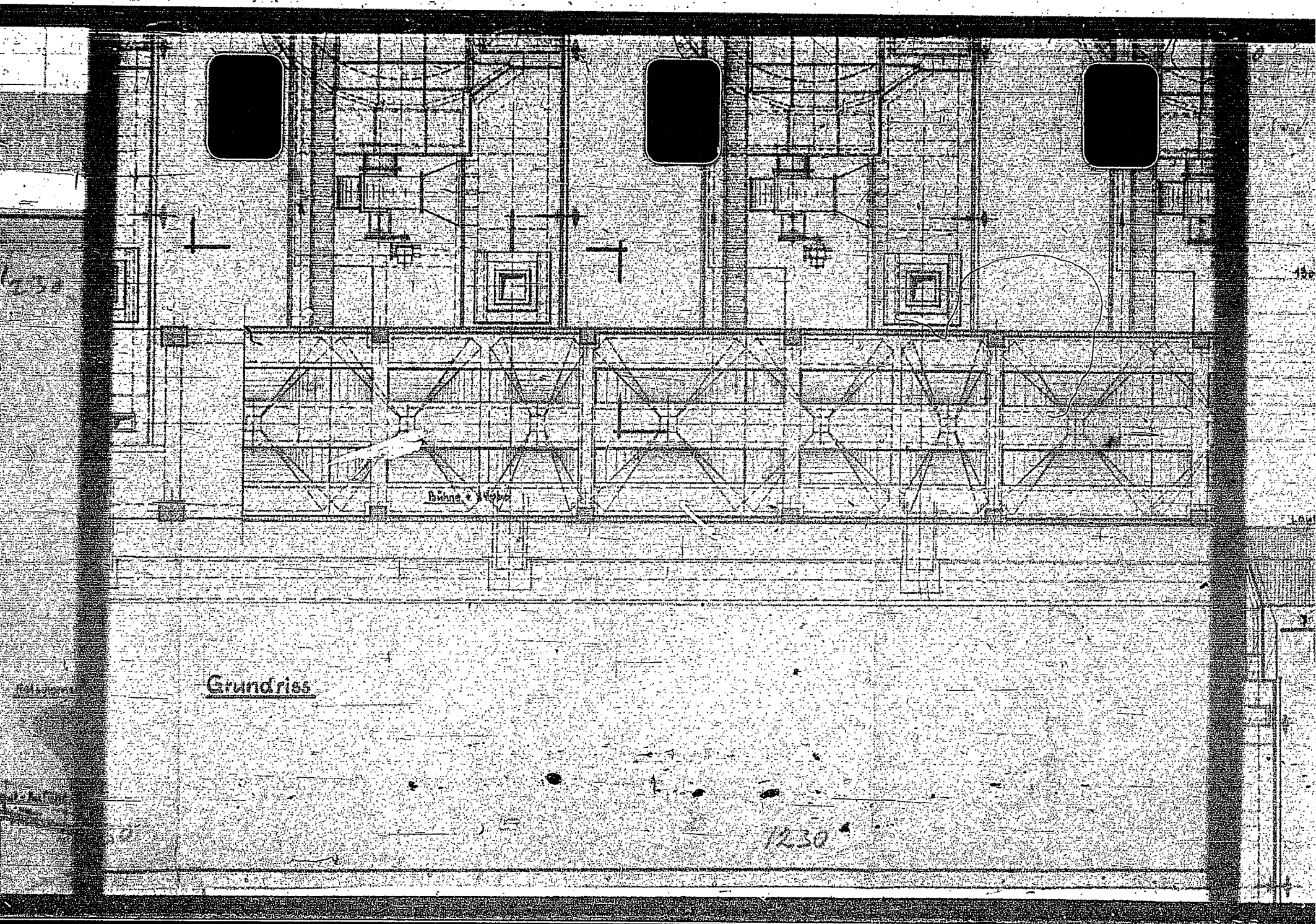



Zufuhr Band
Laufsteg
Rücklauf-Rohre
Rohre-Rohren


1230
Rohkohlen-
Band
Rohkohlen-Bunker
Bunker
Rohkohlen-Bunker

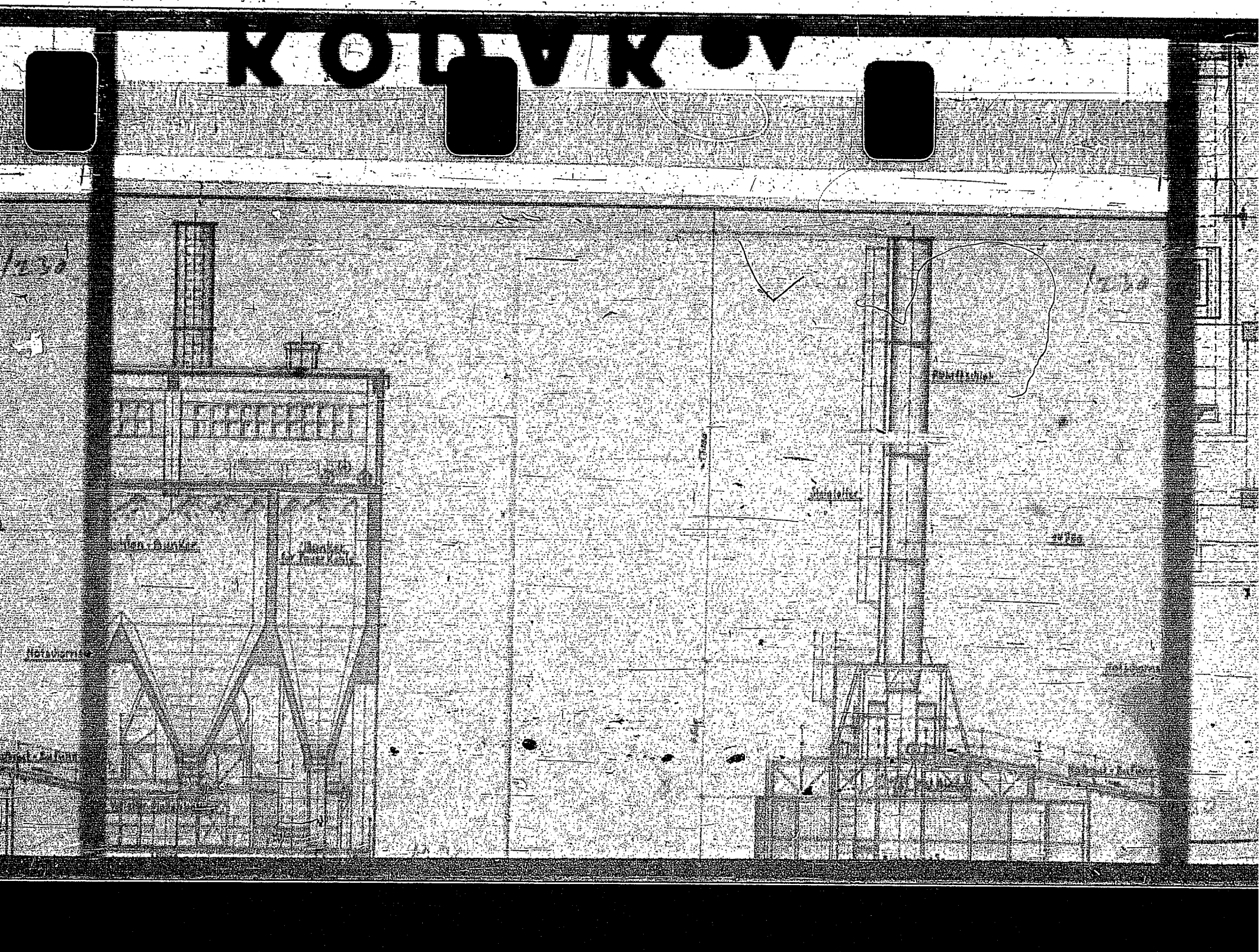

Schnitt a-b


Schnitt
Laufsteg



Grundriss

1230



[redacted]

[redacted]

[redacted]