

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 127/128 (1946)
Heft: 7

Artikel: Die elektrische Eisenerz-Verhüttung in Choindez
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83795>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Die elektrische Eisenerz-Verhüttung in Choindéz

Schweizerisches Eisenerz wurde im Blashochofen von Choindéz in den Jahren 1846 bis 1918 und 1928 bis 1935 verhüttet. Die jährliche Leistung erreichte 20000 t. Im Juli 1935 musste der Hochofen endgültig ausgeblasen werden, weil bei der damaligen Wirtschaftslage das erzeugte Roheisen wesentlich teurer zu stehen kam, als das aus dem Ausland importierte Eisen¹⁾. Die Wiederaufnahme der Verhüttung bei Kriegsbeginn kam nicht mehr in Frage, weil der dazu nötige ausländische Zechenkoks fehlte. Dagegen beschloss man im Jahre 1941 einen *Elektroofen* aufzustellen, der gestattet, die einheimischen Erze mit elektrischer Energie als Wärmespender und unter Verwendung von Gaskoks, Koksgrüss oder Walliser Anthrazit als Reduktionsmittel zu verhütten. Der erste Eisenabstich erfolgte am 1. August 1943. In Würdigung dieses bedeutungsvollen Anlasses hat die Gesellschaft der L. von Roll'schen Eisenwerke A.-G. Gerladingen, ein mit Bildern reich ausgestattetes Heft Nr. 1/2, Juni 1945, ihrer «Mitteilungen» herausgegeben, der wir kurz zusammengefasst folgendes entnehmen:

Die Elektroofen-Anlagen

Die gesamte Verhüttungsanlage besteht aus der Silohalle, in der das ankommende Rohmaterial nach Sorten getrennt aufbewahrt wird, dem Ofenhaus, das den Elektroofen samt den zugehörigen Hilfseinrichtungen enthält und der Giesshalle, in der man das im Ofen erschmolzene Roheisen zu Masseln giesst.

Die Silohalle (in Bild 4, rechts), enthält zehn Silos aus Eisenbeton mit einem Inhalt von je 110 m³. Das per Bahn ankommende Rohmaterial (Eisenerz, Koks, Zuschläge) wird normalerweise mit dem Greiferkran in die einzelnen Silos entleert. Die Anordnung ist so getroffen, dass bei Störungen in der Krananlage die Bahnwagen auch von Hand in die Silos entleert werden können; dadurch ist die ununterbrochene Versorgung des Ofens auf alle Fälle gesichert. Die Silohalle hat eine Grundfläche von 14,4 × 43,2 m und ist, wie die beiden andern Gebäude, mit Rücksicht auf die Bodenbeschaffenheit und die grossen Lasten auf sog. Expresspfählen mit einer mittleren Länge von 8 m und einer Tragfähigkeit von 100 t pro Pfahl fundiert.

Das Ofenhaus bedeckt eine Fläche von 17,1 × 22,9 m und ist 26,5 m hoch (Bild 4, Mitte und links). Es enthält im wesentlichen den geschlossenen Niederschachtofen, der nach dem norwegischen System Tysland-Hole gebaut ist. Der Ofen kann täglich 50 t Roheisen erzeugen; seine elektrische Anschlussleistung beträgt 7500 kVA. Die drei im Dreieck angeordneten Elektroden, System Söderberg, bestehen aus 16 m hohen, mit einer besonderen Stampfmasse gefüllten Blechröhren von 800 mm Ø. Entsprechend dem Abbrand der Elektroden in der Schmelzzone des Ofens werden auf dem Stampfboden (Bild 4, Kote 18,00) ohne Betriebsunterbruch neue Rohrstösse angeschweisst und mit Stampfmasse gefüllt. Diese besteht aus kalziniertem, aschearmem Anthrazit und Koks; sie wird mit einer Teer-Pech-Mischung gebunden. Die aus Stahlblech zusammengeschweisste, kreisrunde Ofenwanne (Bild 4, Kote 0,00 bis 7,00, Mitte) mit 8,2 m Lichtweite und 4,8 m Höhe ruht auf einem armierten Betonfundament und ist mit Schamotte, verschiedenen Lagen Magnesitsteinen und zu innerst, gegen das flüssige Eisen, mit Kohlenstampfmasse ausgekleidet. Für die Beschickung des Ofens sind neun Füllschächte (Bild 4, zwischen Koten 7,00 und 14,00) vorhanden, nämlich drei einfache Beschickungsschächte ausserhalb der Elektroden und drei Doppelschächte zwischen den Elektroden.

Für die Reduktion von Eisenerzen ist eine hohe Temperatur notwendig, die im Elektroofen durch elektrischen Strom von niederer Spannung und sehr grosser Stromstärke (Widerstands-Erhitung) erzeugt und aufrecht erhalten wird. Die für den Ofenbetrieb notwendige elektrische Energie liefern die Bernischen Kraftwerke über eine 45 kV-Freileitung. In unmittelbarer Nähe des Ofens befindet sich die Schalt- und Transformatoren-Station mit Uberspannungsableitern, 45 kV-Druckluftschalter und Ofentransformator samt den zugehörigen Mess- und Reguliereinrichtungen. Der Ofen-Reguliertransformator mit einer Leistung von 7500 kVA setzt die Spannung von 45000 Volt auf die Ofen-

¹⁾ Vgl. SBZ Bd. 106, S. 195*.

spannung von 80 bis 150 Volt herunter. Dabei kann die Sekundärspannung in 31 Stufen zwischen 80 und 150 Volt verändert werden. Diese Regelung erfolgt primärseitig durch einen unter Last schaltbaren Sternpunkt-Stufenschalter. Bild 2 zeigt das einpolige Prinzipschema dieses Schalters, der zufolge der Unterteilung der Regulierung auf einen dreistufigen Grobwähler und einen siebenstufigen Feinwähler den ganzen Bereich von 31 Stufen mit 12 Anzapfungen bewältigt. Der Transformator weist Aluminiumwicklung und ein wassergekühltes Oelbad auf. Die Sekundärströme erreichen pro Phase den Höchstwert von 21700 Amp. Bild 3 zeigt die gewaltigen Abmessungen der Schienepakete für das Uebertragen dieser grossen Ströme vom Transformator nach den rd. 10 m davon entfernten Elektroden des Ofens. Die Stromzuleitung von den festen Aluminiumschienen auf die Elektroden erfolgt durch biegbare Kupferseile und durch wassergekühlte Kontaktplatten (Bild 4, etwa auf Kote 9 m), die ohne Unterbrechung des Betriebes mit Hilfe einer besonderen Einrichtung entsprechend dem Abbrand der Elektroden auf diesen verschoben werden können. Der Gang des Ofens kann durch Verändern der Eintauchtiefe der Elektroden und der Spannung gesteuert werden. Um ein gleichmässiges Produkt zu erhalten, sollen die einmal eingestellten Werte möglichst konstant gehalten werden, was durch eine automatische elektro-hydraulische Elektrodenregulierung sehr zuverlässig erreicht wird.

Die Giesshalle (Bild 1), ist ohne Trennwand direkt an das Ofenhaus angebaut. Hier wird das Roheisen des Ofens normalerweise alle vier Stunden abgestochen und direkt in eisernen Kokillen zu Masseln von 50 kg gegossen. Die Kokillen sind, wie Bild 1 zeigt, drehbar gelagert und doppelseitig ausgebildet. Mit einem besonderen Giesstrog werden gleichzeitig je sieben Kokillen miteinander gegossen. Sobald das Eisen genügend abgekühlt ist, werden die Kokillen gedreht und die Masseln fallen in den mit Sand bedeckten Mittelgang, von wo sie mit einem Kran mit Hilfe einer Magnetplatte von 1,5 t Tragfähigkeit direkt in die Bahnwagen verladen werden.

Der Betrieb der Ofenanlage

Der Elektro-Niederschachtofen in Choindéz wird ausschliesslich mit Materialien schweizerischer Herkunft betrieben. Es werden vier Sorten einheimischer Erze geschmolzen, nämlich Bohnerz aus der Nähe von Delsberg mit 40 %, Fricktalererz mit 29 %, Gonzenerz mit 48 % und Erze vom Mont Chemin bei Martigny (Wallis) mit 45 % Eisengehalt. Ausserdem wird ein Abfallprodukt

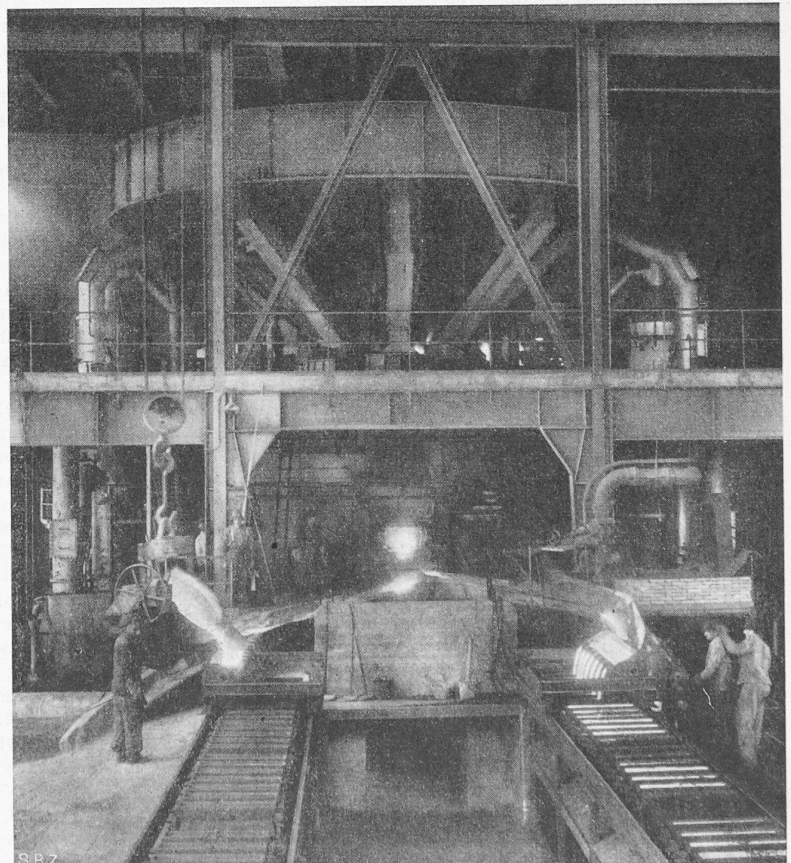
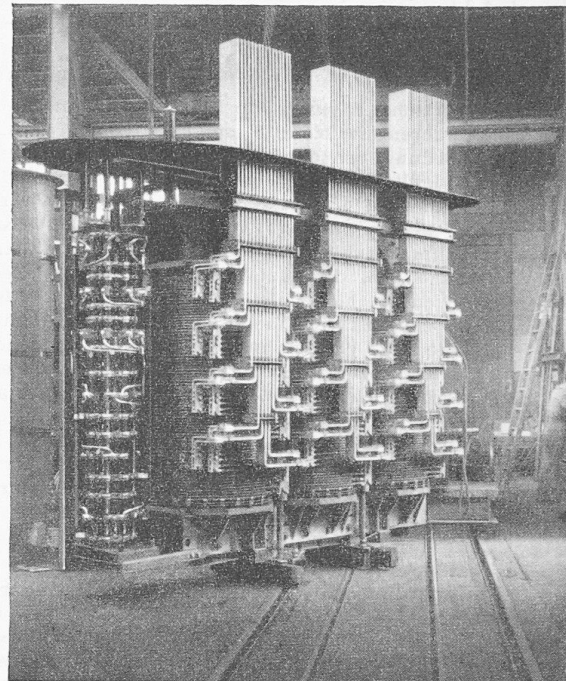
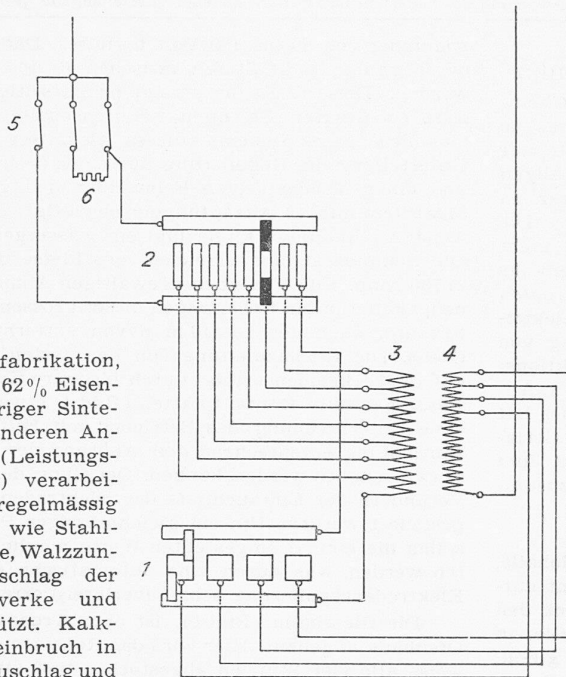


Bild 1 (rechts). Giessvorgang

Bild 2.
Einpoliges Prinzip-
schema des
Sternpunkt-
Stufenschalters

- 1 Grobwähler
- 2 Feinwähler
- 3 Regulierwicklung
- 4 Hauptwicklung
- 5 Lastschalter
- 6 Ueberbrückungs-
widerstand

Bild 3 (rechts).
Dreiphasen-Ofen-
transformator von
7500 kVA



der Schwefelsäurefabrikation, die Pyritasche mit 62% Eisen-gehalt nach vorheriger Sinterung in einer besonderen Anlage in Choindéz (Leistungsfähigkeit von 4 t/h) verarbeitet. Ferner werden regelmässig andere Eisenträger wie Stahl- und Schweisschlacke, Walzunder und Hammerschlag der Stahlwerke, Walzwerke und Schmieden ausgenützt. Kalkstein aus einem Steinbruch in Choindéz dient als Zuschlag und schweizerischer Gaskoks in den Körnungen 5/15 und 20/40 mm als Reduktionsmittel. Bei einer Produktion von täglich 50 t Roheisen ist ein Durchsatz von 165 t Rohmaterial notwendig. Zur *Beschickung* des Ofens wird das Rohmaterial aus den Silozellen in Hängebahnwagen von 300 l Inhalt (Bild 4, rechts unten) abgefüllt und auf einer in die Hängebahnschiene eingebauten Waage gewogen. Abwechslungsweise entleeren die Hängebahnwagen Erz, Koks und Zuschläge in der vorgeschriebenen Dosierung in den Kübel von 4,5 t Fassungsvermögen des Mölleraufzuges (Bild 4, rechts oben). Ist der Kübel gefüllt, so wird er hochgezogen und in einen der neun Möllersilos (Bild 4, zwischen Koten 14,00 und 18,00) entleert. Diese auf den Ofen aufgebauten Silos fassen zusammen rd. 150 t Möller, so dass also trotz durchgehendem Ofenbetrieb nur eine einschichtige Bedienung der Möllertransport-Anlagen nötig ist. Der durchgehende Betrieb des Ofens erfordert drei Schichten zu je neun Mann und eine Tagesschicht zu zwölf Mann, also total 39 Mann.

Die Ofenerzeugnisse

Der Elektroofen liefert Roheisen, Schlacke und Gichtgas. Das in Choindéz erzeugte Roheisen enthält normalerweise folgende Beimischungen: 3,6 bis 4,2% Kohlenstoff; 1,0 bis 3,0% Silizium; 0,2 bis 1,0% Mangan; 0,2 bis 0,3% Phosphor und weniger als 0,05% Schwefel. Für die Reduktion sind pro Tonne Roheisen rd. 400 kg Koks und für die Erzeugung der Reduktionswärme rd. 3000 kWh erforderlich. Pro Tag entstehen aus dem Ofenbetrieb bei 50 t Roheisenerzeugung rd. 35 t Schlacke (rd. 70% des Eisengewichtes). Die Schlacke wird jeweilen unmittelbar vor dem Abstieg des Eisens durch eine besondere, 30 cm höher liegende Oeffnung abgelassen und in einer Rinne mit fliessendem Wasser granuliert. Entsprechend den kriegswirtschaftlichen Vorschriften muss sie restlos an die Zementfabriken abgeliefert werden, wo sie dem Portlandzement zugemalen wird. Falls später diese Verwendung nicht mehr möglich sein sollte, ist die Herstellung von Thermosit vorgesehen; Thermosit ist ein Leichtbaustoff, der durch Aufblähen der flüssigen Schlacke mit wenig Wasser hergestellt wird. Der elektrische Ofen in Choindéz erzeugt bei Normalbetrieb im Tag rd. 30 000 m³ Gichtgas mit einem Heizwert von 2500 kcal/m³ und von ungefähr folgender Zusammensetzung: 72% CO, 16% CO₂, 10% H₂, 2% CH₄. Es ist wegen seinem hohen CO-Gehalt sehr giftig und bildet mit Luftanteilen zwischen 20 und 80% explosive Gemische. Dies zwingt, die Gasanlagen dauernd auf Dichtheit zu prüfen. Das Gas wird dem Ofen mit einer Temperatur von 200° C durch zwei Oeffnungen von 500 mm l.W. im Ofendeckel entnommen und in der anschliessenden, vollständig doppelt ausgeführten Gasreinigungs- und Kühlanlage (Bild 4, zwischen Koten 0,00 und 14,00, links und rechts des Ofens) gereinigt und gekühlt. Durch eine automatische Askania-Druck-Regulieranlage wird im Ofen ein Ueberdruck von einigen mm Wassersäule aufrecht erhalten. Bei Unterdruck würde durch die Füllschächte Luft in den Ofen gelangen (Explosionsgefahr!); zu hoher Druck bedeutet Gasverlust durch die Einfüllschächte; beides ist also zu vermeiden. Das

Gichtgas wird zum Heizen der Pyritsinteranlage, des Glühofens der Röhrengiesserei, der drei Teeröfen, der Trockenöfen der Gieserei und der Fernheizzentrale des Eisenwerks Choindéz verwendet. Schliesslich kann bei Wassermangel der werkeigenen Turbinenanlagen der Reserve-Dieselmotor von 500 PS nach dem Zündstrahlverfahren mit Gichtgas betrieben werden. Der Ofen erfordert im Normalbetrieb für die Kühlung des Transformators, der verschiedenen Ofenteile und für die Gasreinigung und Gaskühlung eine Kühlwassermenge von 140 m³/h. Das Wasser wird der Birs entnommen, in einer Filtertrommel mit Metallfiltern gereinigt und mit drei Druckpumpen an die verschiedenen Verbrauchsstellen gefördert. Das Ofenkühlwasser, das auf 50 bis 60° C erwärmt wird, muss in einer für 60 m³/h dimensionierten Jonatoranlage vorbehandelt werden. Der Kalk fällt dadurch als feiner Schlamm aus, den das Kühlwasser fortspült. Ein Teil des erhitzten Kühlwassers wird über Wärmeaustauscher für die Erwärmung von Waschwasser und für Raumheizung verwertet.

Aus den Betriebserfahrungen, die während der ersten Kampagne von rd. 16 Monaten gesammelt werden konnten, ergeben sich folgende Feststellungen: Der Möller muss gleichmässig aufbereitet und gut gemischt sein, Körnung 10 bis 50 mm. Grössere Stücke lassen sich schlechter reduzieren und führen zu Verstopfungen der Siloausläufe und der Zuführungsrinnen. Staubfeines Material sintert, bildet Brücken, die dann einstürzen, wodurch Störungen durch Druckstösse und Verspritzen flüssiger Schlacke auftreten; dadurch bilden sich keramisch isolierte Stellen und es dauert mitunter Wochen, bis solche Stellen wieder am normalen Umlauf teilnehmen. Feuchtigkeitunterschiede, verursacht durch Einbringen der Rohstoffe bei Regen, ergeben unerwünschte Unterschiede in der Möllerszusammensetzung, da das anhaftende Wasser mitgewogen wird; sie könnten durch Heizen der Silos vermieden werden. Von grosser Bedeutung sind die elektrischen Widerstände der Möllerbestandteile, die, nach Messungen von Brown Boveri & Cie., wie Bild 5 zeigt, mit zunehmender Temperatur sehr stark sinken. Der Gesamtwiderstand und damit die Elektrodenstellung kann durch Zugabe entsprechender Erze verändert werden. Die Temperaturen (Bild 6) beeinflussen weitgehend die Vorgänge im Ofen; sie sind ihrerseits wieder vom Weg des Stromes, also von den Spannungen und den Widerstandsverhältnissen abhängig. So konnte festgestellt werden, dass der Si-Gehalt, der von etwa 0 bis 4% variiert, sich mit dem Verhältnis der Stromstärke zur Spannung verändert, offenbar weil SiO₂ bei weitem die grösste Reduktionswärme erfordert (7450 kcal/kg gegenüber rd. 1200 bis 1750 kcal/kg der verschiedenen Eisenoxyde). Die Elektroden müssen sehr gut aufgestampft werden. Durch die starke Erwärmung an der Stromeinführungsstelle schmilzt die Masse; Hohlräumbildung kann nur dadurch eingedämmt werden, dass man die Mäntel ohne Nachfüllen lässt, bis die Oberfläche der Füllmasse in den Bereich der Kontaktplatten gelangt ist, dort weich wird und in den vorhandenen Hohlraum hineinstürzt. Erst jetzt wird die Elektrode wieder ganz aufgefüllt. Dieses Spiel wiederholt sich

etwa alle zwei Monate. Im Mittel werden an Elektrodenmasse 15 bis 16 kg/t Eisen verbraucht.

Ueber die Aussichten der elektrischen Verhüttung berichtet Prof. Dr. R. Durrer, dass sie sich im grossen Masstab nicht wird einführen können, weil zur Dekung des jährlichen Weltbedarfes von rd. $130 \cdot 10^6$ t etwa $300 \cdot 10^9$ kWh/Jahr nötig wären, während gegenwärtig an Wasserkraftstrom insgesamt nur rd. $200 \cdot 10^9$ kWh/Jahr verfügbar sind. Aber auch in den an Wasserkraften reichen Ländern ist die elektrische Verhüttung an sich nur wirtschaftlich, wenn die elektrische Energie zum Paritätspreis des metallurgischen Kokes bezogen werden kann. Dieser betrug vor dem Krieg nur 1 Rp./kWh, entsprechend 60 Fr./t Koks; auch wenn nach dem Kriege der Koks zu 90 Fr./t erhältlich sein wird, wird wohl eine konstante Energielieferung zum Preise von 1,5 Rp./kWh von den Elektrizitätswerken nicht übernommen werden können. Bei dem zu erwartenden Energiepreis von 2,5 Rp./kWh steigen die Stromkosten pro t bereits auf den früheren Roheisenpreis. Eine Verbesserung ergäbe sich bei Bezug von Ueberschussenergie, wobei allerdings einfachere und billigere Oefen zu benützen wären. Ueber diesen Berechnungen der Wirtschaftlichkeit steht aber die Tatsache, dass unser Land auch bei gestörter Kohlenversorgung Eisen braucht, und wir nicht mehr von der Hand in den Mund leben dürfen, sondern eine krisenunempfindliche Produktionsstätte auch im Frieden in Betrieb halten müssen, selbst wenn sie im rein kaufmännischen Sinne nicht als wirtschaftlich bezeichnet werden kann.

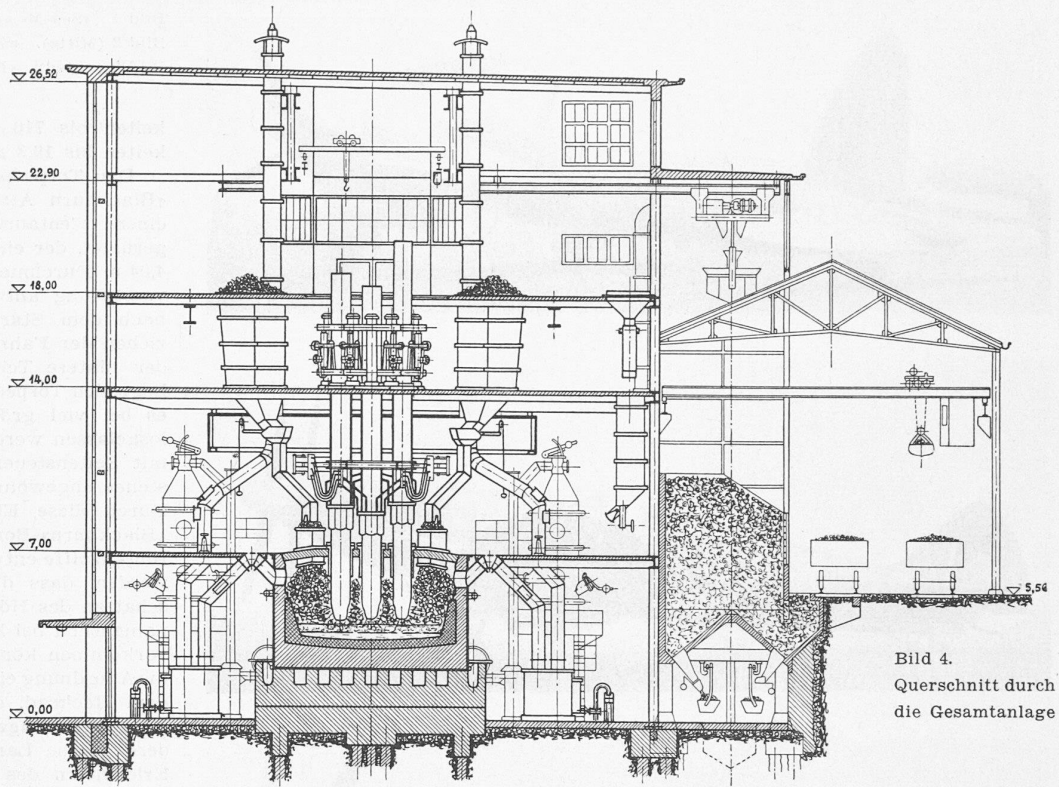


Bild 4. Querschnitt durch die Gesamtanlage

Kampfflugzeuge der Englischen Marine

Am 2. Oktober 1945 fand im Flughafen von Heston in England eine Demonstration der im Krieg von der Englischen Marine verwendeten Flugzeuge statt, über die im «Engineering» vom 5. und 19. Oktober 1945 interessante Einzelheiten veröffentlicht sind. Marineflugzeuge, die auf Flugzeugträgern transportiert werden und dort mit minimalen Bahnlängen starten und landen müssen, sind diesen besonderen Bedingungen anzupassen. Sie sind stärker zu bauen und fallen daher schwerer aus als Landflugzeuge, weil sie den wesentlich höheren Beschleunigungskräften beim Starten und den Bremskräften beim Landen stand zu halten haben. Die Flügelenden sind in der Regel aufklappbar, wodurch sie wiederum schwerer und komplizierter ausfallen. Die Apparate sind mit Navigations- und Signaleinrichtungen der Marine auszurüsten. Die Flächenbelastungen sind verhältnismässig klein, weil mit kleinen Geschwindigkeiten gestartet und gelandet werden muss. Solange Marineflugzeuge nur für Aufklärung und als Unterseebootjäger eingesetzt wurden, konnte eine gewisse flugtechnische Unterlegenheit gegenüber Landflugzeugen in Kauf genommen werden. Bald aber mussten sie für den Luftkampf gegen diese eingesetzt werden, und so entstand ein grosser Bedarf an schnellen Träger-Flugzeugen, dem in grösster Eile entsprechen werden musste. Man ging dabei naturgemäss von den bewährten Landflugzeugen aus. So entwickelte die «De Havilland Aircraft Co. Ltd.» aus dem bekannten «Mosquito»-Jäger, den die Royal Air Force (R.A.F.) in sehr grosser Zahl verwendete, den «Sea Mosquito» (Bild 1), der insgesamt 900 kg Bomben oder ein Torpedo oder unter jedem Flügel je vier Raketen mitnehmen kann.

Vickers wandelte den «Spitfire», von dem bis Kriegsende etwa 22000 Apparate gebaut worden

waren, in verschiedene Typen «Seafire» um, die sich hauptsächlich durch das Triebwerk, die Bewaffnung und die allgemeine Ausrüstung von einander unterscheiden. Die Seafire III ist mit einer Brems- und Katapult-Einrichtung und zu beiden Seiten des Rumpfes mit je einem Hilfs-Raketen-Antrieb zum Starten ausgerüstet. Diese Raketen werden elektrisch gezündet, brennen etwa vier Sekunden und erzeugen je 540 kg Schubkraft. Ihr Austritt wird durch je ein Venturirohr gebildet, und zwar bestehen drei verschiedene Grössen, das kleinste für arktische, das grösste für tropische Bedingungen; jedes wiegt geladen etwa 30 kg, nach dem Abbrennen nur noch 18 kg. Durch ihre Anwendung wird die Startlänge von 230 auf 100 m verringert. Die Ausführungen 45, 46 und 47 (Bild 2) der Seafire stellen die letzte Entwicklungsstufe dieses Typs dar. Sie sind, wie Tabelle 1 zeigt,

Bild 5. Elektrischer Widerstand der Möllerbestandteile in Abhängigkeit von der Temperatur.
1 Fricktaler Eisenerz
2 Delsberger Bohnerz
3 Gonzenerz
4 Mont-Chemin-Erz
5 Pyritasche, gesintert
Bild 6 (unten). Temperaturverteilung im Ofen

