Die Aluminiumhütte der Icelandic Aluminium Co.Ltd. in Straumsvik (Island). 3. Teil: Beschreibung des mechanischen Teiles

Autor(en): **Reinert, P.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **88 (1970)**

Heft 25

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-84543

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Sand-Lehmschichten. Das Material war zu kompakt, um mit dem Greifer gefasst werden zu können. Sprengte man es, so sank es nach der Sprengung sofort wieder in sich zusammen. Erdbaumechanische Untersuchungen in Kopenhagen haben dann ergeben, dass diese Schichten im allgemeinen genügend Tragfähigkeit aufwiesen und unterhalb —12,00 m nicht ausgehoben werden mussten.

An der Spitze der Mole mussten grössere Mengen von feinem, teilweise organischem Material ausgepackt und durch tragfähiges Felsmaterial ersetzt werden. Als oberste Ausgleichsschicht, auf die die Senkkästen abgestellt wurden, brachte man kantiges Kiesmaterial ein. Zur genauen Nivellierung der Tragschicht bereitete der Unternehmer einen Stahlrahmen vor, über den mit einer Wasserlanze überschüssiger Kies abgespült wurde. Diese letzten Vorbereitungsarbeiten vor dem Verlegen der Kästen wurden durch Taucher im Schatten des endgültigen Felsschutzwalles ausgeführt.

Die Senkkästen brachte man mit einem schwimmenden Derrick in die endgültige Lage. Es folgten das Ballastieren und die Auffüllarbeiten zwischen Schutzdamm und den Senkkästen. Anfänglich traten an den Betonelementen noch einige Setzungen auf, die aber sehr rasch abklangen. Darüber wurde eine 80 cm starke armierte Platte betoniert, auf welche anschliessend die Kranbahnschienen verlegt wurden.

Bis heute hat sich dieses Bauwerk bewährt und auch schon schwere Stürme ausgehalten. Allfällige Setzungen müssten an den Kranschienen ausgeglichen werden. Ein erstes 15000-t-Tonerdeschiff lief Mitte Juni 1969 in den Hafen ein und wurde mit provisorischen Mitteln erfolgreich entladen.

III. Teil: Beschreibung des mechanischen Teiles

Von **P. Reinert**, Prok. der Schweiz. Aluminium AG, Zürich

1. Die Aluminium-Fabrikation

In der Aluminiumhütte der ISAL in Straumsvík wird vom gesamten Produktionsprozess zur Gewinnung von Aluminium nur die Reduktion von Aluminiumoxyd – auch Tonerde genannt – zu Rohaluminium in Form von Masseln, Walzbarren oder Pressbolzen durchgeführt. Das «Flow Sheet» (Bild 21) zeigt die verschiedenen Ausgangsstoffe und Stufen dieses Prozesses.

Die wichtigsten Rohmaterialien sind Tonerde, elektrische Energie und Anoden. Tonerde ist ein weisses, aus Bauxit gewonnenes Pulver. Bauxit wird hauptsächlich in subtropischen Gebieten abgebaut und meist auch an Ort und Stelle zu Tonerde aufbereitet, welche in Massegutschiffen transportiert wird. Im weiteren werden zur Herstellung von Aluminium sehr grosse Mengen elektrischer Energie gebraucht, sind doch für 1 Tonne Aluminium rund 14000 kWh notwendig.

Die hauptsächlich aus Petrolkoks und Pech hergestellten Anoden werden in einer Schwestergesellschaft der ISAL in Rotterdam hergestellt und gebrauchsfertig angeliefert.

2. Layout

Eine der ersten Planungsaufgaben, die durch die Projektierungsgruppe der Alusuisse in Zürich gelöst werden musste, war die Festlegung des Layouts der Anlage. Nachdem das entsprechende Gelände bestimmt worden war – wobei neben geologischen Gesichtspunkten vor allem die Möglichkeit des Hafenbaues eine ausschlaggebende Rolle spielte – mussten die einzelnen Anlageteile dem Gelände möglichst günstig angepasst werden. Dabei haben insbesondere transporttechnische Probleme und Materialflussstudien den Ausschlag für die endgültige Form gegeben.

Bild 22 zeigt das Layout der Anlagen in Straumsvík. Das Gelände liegt zwischen dem Meer und der Hauptstrasse von Reykjavík zum Flughafen Keflavík. Auf dem Gelände ist noch genügend Raum, um die in einer ersten Stufe verwirklichte Produktionskapazität von 33000 t/Jahr auf insgesamt rund 190000 t/Jahr zu erhöhen. Die Elektrolysehalle musste parallel zur Strasse gebaut werden, denn die im Endausbau rund 960 m langen Hallen konnten nur in dieser Anordnung eingegliedert

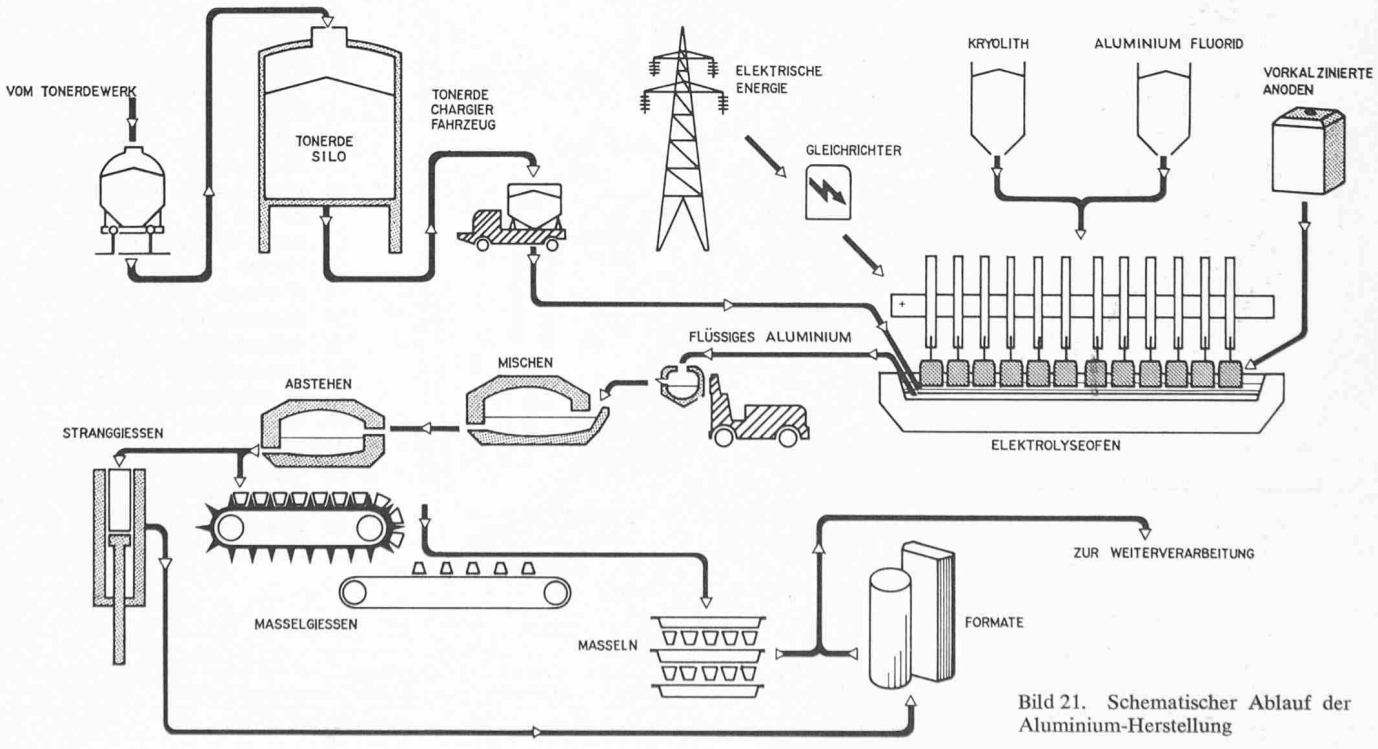


Bild 21. Schematischer Ablauf der Aluminium-Herstellung

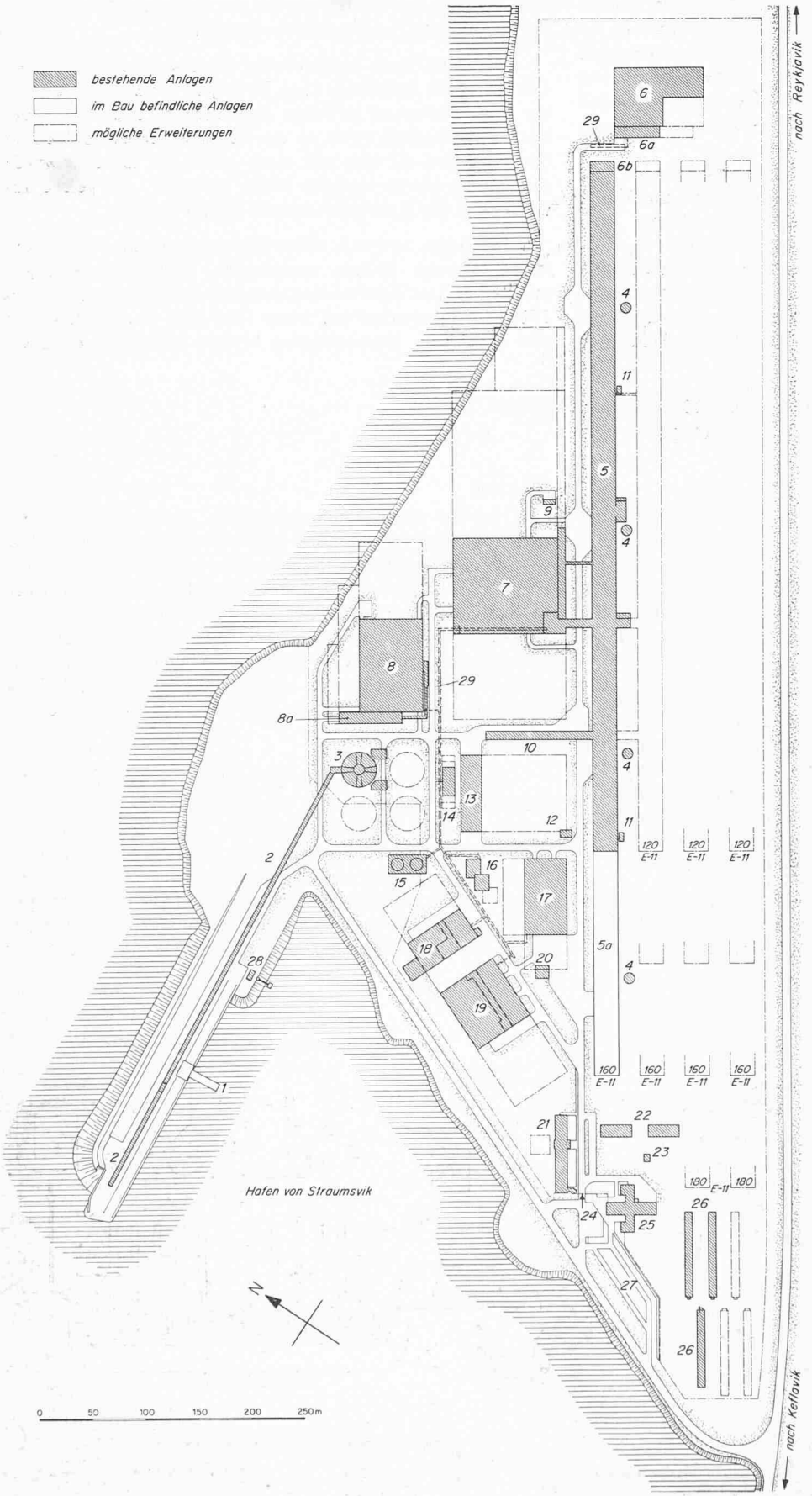


Bild 22. Lageplan 1:6000 der gesamten Anlagen für die Aluminium-Hütte in Island

1 Entladevorrichtung
2 Tonerde-Förderband
3 Tonerdesilo 30 000 t
4 Tonerde-Tagessilo (je 1000 t)
5 Ofenhalle für 120-E-11-Öfen
5a Ofenhallenverlängerung (Inbetriebnahme Frühjahr 1970)
6 Schaltanlage 220 kV
6a 20-kV-Anlage
6b Gleichrichter
7 Giesserei
8 Anodenanschlägerei
9 Krätzelager
10 Rampe
11 Transformatorenstationen
12 Propangasstation
13 Lagerhaus
14 Laboratorium
15 Öltankanlage
16 Heizungs- und Umkleidegebäude
17 Kathoden-Reparaturwerkstatt
18 Garage
19 Werkstatt
20 Ofenausbruch-Gebäude
21 Bürogebäude
22 Lagerschuppen
23 Transformatorenstation
24 Werkeingang
25 Kantine
26 Unterkünfte
27 Parkplätze
28 Hafenmeisterhaus
29 begehbarer Leitungskanal

werden. Am Kopfende der Halle angebaut ist der Gleichrichter. Diese Anordnung ergibt möglichst kurze Stromschienen, was bei den hohen Stromstärken äusserst wichtig ist. Schaltanlagen und Haupttransformatoren befinden sich ganz in der Nähe des Gleichrichters. Neben der Elektrolysehalle liegt – durch eine gedeckte Brücke verbunden – die Giesserei. Das flüssige Metall kann also auf geschlossenem Weg dorthin transportiert werden. Im gleichen Gebäude – Richtung Hafen – ist das Metallmagazin für die fertige Ware, die dort zum Versand bereit gemacht wird.

Die Anodenanschlägerei mit dem Lager für die von Rotterdam angelieferten Anodenkohlen liegt in der Nähe des Hafens, so dass die Transportwege relativ kurz sind.

Der Tonerdesilo steht aus transporttechnischen Gründen so nahe wie möglich am Hafen. Die Reparaturwerkstätte für Kathoden, allgemeine Werkstatt und Garage sowie die Öltankanlagen und die Kompressorenstation liegen nahe beieinander. Die ganzen Nebenbetriebe bilden so einen in sich geschlossenen Trakt. Bürogebäude, Kantine und das Camp für die Bauarbeiter befinden sich vorne beim Werkseingang.

3. Ofenhalle

In der Ofenhalle in Straumsvík befinden sich 120 Elektrolyseöfen. Eine Erweiterung auf 160 Öfen ist im Bau. Bild 23 vermittelt einen Einblick in diese Halle. An den Elektrolyseöfen erkennt man, wie an den Anodenträgern die Anodenstangen mit den dazugehörigen Anodenkohlen befestigt sind. Die Anoden reichen in das flüssige Bad, bestehend aus Kryolith und Aluminiumfluorid. In diesem sogenannten Elektrolyten ist die Tonerde (Al_2O_3) aufgelöst. Durch den Gleichstrom, der diese Elektrolysezelle durchfliesst, wird die Tonerde reduziert und das Aluminium sammelt sich am Boden der Kathode, während der Sauerstoff aufsteigt und die Anode zu Kohlenoxyd verbrennt. Dies bedingt, dass die Anodenkohlen nach einer gewissen Einsatzdauer ausgewechselt und durch neue ersetzt werden müssen. Die Kathode des Elektrolyseofens besteht hauptsächlich aus einer Stahlwanne, welche innen mit feuerfesten Steinen ausgemauert und mit Kunstkohle ausgekleidet ist. Die eigentliche Kathode jedoch bildet das flüssige Aluminium, das im Prozess gewonnen wird. Mit Hilfe von besonderen Vakuumtiegeln wird das Aluminium täglich einmal aus der Wanne herausgesaugt.

Die Elektrolyseöfen sind elektrisch in Serie geschaltet und in Island für eine Nennstromstärke von 107000 A gebaut. Der Spannungsabfall eines Ofens beträgt im normalen Betriebszustand etwas mehr als 4 V. Zur Bedienung des Elektrolyseofens sind verschiedene Spezialgeräte notwendig. Eine der wichtigsten Arbeiten ist das Einbringen von Tonerde in das Bad. Die Ideallösung wäre ein kontinuierliches Beschicken der Elektrolysezelle, was sich technisch jedoch kaum mit einem wirtschaftlich tragbaren Aufwand verwirklichen lässt. Die Arbeit muss deswegen in einem stets wiederkehrenden Rhythmus durchgeführt werden. Dazu ist es notwendig, die sich bildende harte Kruste auf dem Bad aufzubrechen und nachher frische Tonerde in das Bad einzuschütten. Alusuisse hat hierzu eine besondere Maschine – den Ofenmanipulator – entwickelt.

Noch vor etwa 20 Jahren wurde die Kruste von Hand eingeschlagen und die Tonerde in Säcken aufgegeben. Heute übernimmt der Ofenmanipulator diese Arbeit.

Beim Wechseln der Anoden wird ein eigens zu diesem Zweck entwickeltes Anodendienstfahrzeug eingesetzt. Alle notwendigen Arbeiten wie Heben der Anodenstangen, Öffnen und Schliessen des Schlosses am Ofen sowie Reinigen der Kontaktfläche am Stromleiter und des Bades können damit ausgeführt werden.

Der elektrische Widerstand der einzelnen Öfen wird mit elektronischen Geräten überwacht und geregelt, indem der Abstand zwischen Anode und Kathode verändert wird.

Die Arbeit des Ofenmanipulators sowie der Spannungsabfall der einzelnen Öfen kann in einer Überwachungszentrale kontrolliert werden. Dieser Raum hat sowohl Fernsprech- als auch Fernsehverbindung mit der Ofenhalle. Diese Verbindungen dienen unter anderem auch der Arbeitssicherheit, kann doch damit kontrolliert werden, ob die Fahrbahn des Ofenmanipulators frei ist.

4. Giesserei

Das flüssige Metall wird mittels Vakuum-Schöpftiegeln aus den Elektrolysezellen gesaugt und in Sammeltiegeln über eine geschlossene Passerelle in die Giesserei in einen der vier Mischöfen gebracht. Diese ölbeheizten Herdöfen haben eine Kapazität von je 25 t. Sobald genügend Metall in einem Ofen ist, wird es in den Abstehofen überführt. Die Abstehöfen sind Induktionsrinnenöfen, die um die Giessschnauze kippbar ge-

Bild 23. Blick in eine Ofenhalle

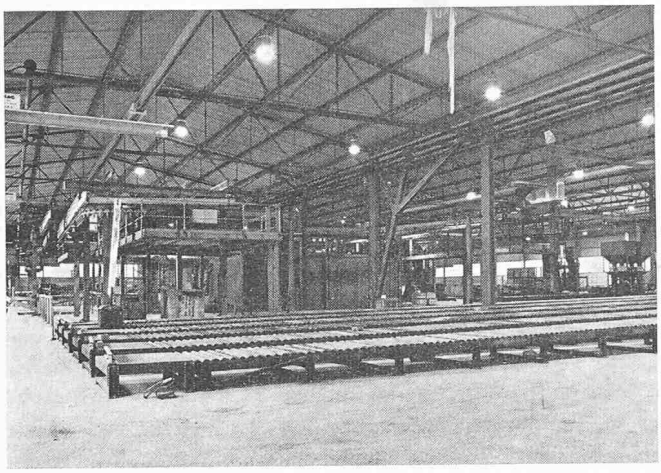


Bild 24. Blick ins Innere der Anodenanschlägerei während der Montage

lagert sind. Im Abstehofen werden aufgrund von Analysen die Legierungselemente zugegeben.

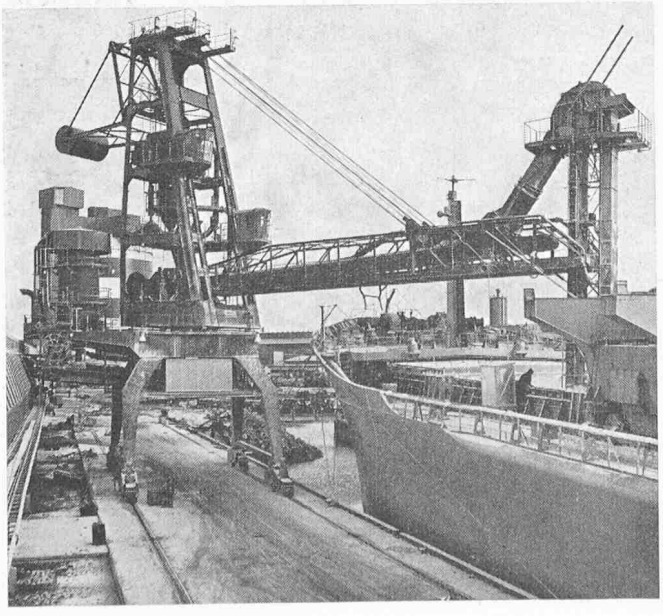
Jedem Mischofen ist ein Abstehofen mit der gleichen Kapazität zugeordnet. Für je zwei Abstehöfen steht eine Vertikal-Stranggiessanlage zur Verfügung, die es erlaubt, Stranggussprofile bis zu einer Länge von 7,5 m herzustellen. Anstelle von Stranggussprofilen können auch Masseln zu 20 kg vergossen werden. Dazu ist eine Masselgiessmaschine vorgesehen, die längs der Giessöfen auf Schienen verfahrbar ist. Mit der Maschine gekoppelt ist eine Stapelanlage, die die Masseln automatisch zu Stapeln von rund 1 t Gesamtgewicht zusammenstellt.

Walzbarren werden normalerweise nicht in der Gesamtlänge verschifft, sondern in die vom Kunden gewünschte Länge gesägt. Dazu ist eine Säge mit Rollgängen installiert worden, so dass der Quertransport von einem Hallenschiff in das nächste, wo sich das Metallager befindet, bewerkstelligt werden kann. Die Späne dieser Säge werden in einer Presse zu Spänepaketen zusammengepresst. Zur Wiedereinschmelzung der Späne und Enden der Walzbarren dient ein Induktionstiegelschmelzofen mit 5 t Kapazität.

5. Laboratorium

Das Laboratorium ist mit Apparaten ausgerüstet, die Analysen des Metalls und der Rohmaterialien ermöglichen.

Bild 25. Die Tonerde-Entladeanlage im Hafen Straumsvík



Die auf physikalischen Gesetzen aufgebauten Spektrometer sind soweit automatisiert, dass sie von Hilfskräften bedient werden können.

6. Anodenanschlägerei

Wie schon im Abschnitt 3 erläutert, verbrennen die Anoden in der Elektrolyse. Es müssen also an den Anodenstangen nach einer gewissen Zeit die verbleibenden Kohlenreste abgeschlagen und durch neue Anoden ersetzt werden. Dies geschieht in der Anodenanschlägerei, deren Ausrüstung weitgehend eine Eigenentwicklung der Alusuisse ist, wobei verschiedene Einrichtungen von spezialisierten Firmen hergestellt werden. Eine umfangreiche Hängebahnanlage transportiert die Anodenstangen zu den einzelnen Arbeitsplätzen wie Restebrecher, Stangenreparatur, Stahlstrahlanlage, Einstampfpresse usw. Auf Flurförderanlagen werden die Anoden zur Presse gebracht und die fertigen Stangen alsdann zum Platz, wo sie auf Anhänger verladen werden (Bild 24).

7. Kathodenreparaturwerkstatt

Die Kathoden der Elektrolyseöfen müssen von Zeit zu Zeit, etwa alle 4 Jahre erneuert werden. Nach einem Alusuisse-Patent können die Kathodenwannen aus der Elektrolysehalle ausgefahren und in die Kathodenreparaturwerkstatt gebracht werden, wo sie unter wesentlich besseren Bedingungen neu ausgekleidet werden können. In dieser Werkstatt sind alle notwendigen Spezialeinrichtungen für solche Arbeiten vorhanden. Angrenzend an das Gebäude ist ein Lager für die benötigten Materialien.

8. Garagen und Werkstätten

Für die laufenden Reparaturen und Unterhaltsarbeiten wurden umfangreiche Werkstätten und Garageanlagen eingerichtet. Die mechanische Werkstatt verfügt über einen gut ausgerüsteten Maschinenpark, eine Spenglerei und eine Schlosserei. In der Elektrowerkstatt und der Mess- und Regelabteilung können praktisch alle elektrischen Instrumente geeicht und repariert werden. Die Fahrzeugreparaturwerkstatt ist mit allen Anlagen für die Reinigung und den Unterhalt versehen, doch können auch die wichtigsten Revisionen und Reparaturen an Motoren und Getrieben vorgenommen werden. An die Werkstatt angegliedert ist ein reichlich bemessenes Ersatzteillager.

9. Krananlagen

Im ganzen Werk wurden soweit als möglich Standard-Krane eingebaut. Die Tragkraft variiert zwischen 2 t im Ersatzteillager bis zu 25 t in der Giesserei. Eine Spezialkonstruktion ist der 80-t-Bockkran, der die Kathoden auf- und ablädt. Bei dieser Konstruktion musste beachtet werden, dass die Wanne gleichmässig angehoben wird, da sonst Risse in der Auskleidung entstehen. Die beiden Hafenkrane sind als Stückgut-Wipp-Dreh-Krane ausgeführt.

10. Tonerde-Entladeanlagen und Tonerdetransport

Die Tonerde wird in Massegutschiffen, vorläufig von etwa 20000 t Tragfähigkeit, angeliefert. Gelagert wird sie in einem 30000-t-Silo und von dort auf drei Hallensilos verteilt, aus denen sie den Ofenmanipulatoren zugeführt wird. Eine wesentliche Forderung an die Entladeanlage war die minimale Entladeleistung von 5000 t/Tag. Die Anlage in Island ist auf einem fahrbaren Portal, das auf den gleichen Schienen wie die Hafenkrane läuft, aufgebaut (Bild 25). An einem Ausleger ist ein senkrecht fördernder Becherelevator angebracht. Durch Lufteinblasen wird die Tonerde im Schiff verflüssigt, so dass sie von selbst diesem Elevator zufliesst. Mittels Trogkettenförderer und Gummigurtbändern wird die Tonerde zum Fuss des Silos gefördert und dort wieder durch einen Becherelevator übernommen, der sie bis zur Höhe des Silos hebt. Mit einem

anschliessenden Gummiförderband gelangt die Tonerde in die Mitte des Silos, von wo sie in diesen entladen wird.

Am Boden des Silos sind Fluidisierrinnen eingebaut, durch welche Luft in die Tonerde geblasen wird. Dadurch fliesst die Tonerde durch die Ausläufe und über Fliessrinnen in einen pneumatischen Elevator, der sie in einen Zwischensilo fördert, von wo die Transportfahrzeuge beladen werden. Diese Fahrzeuge sind als Druckkessel ausgebildet, so dass die Tonerde direkt in die Hallensilos geblasen werden kann. Der Auszug dieser Hallensilos und die Zufuhr zu den Ofenmanipulatoren erfolgt wiederum mit Fluidisierrinnen.

11. Druckluft, Öl- und Gasversorgung, Heizung

Im gesamten Werksareal werden zwischen 30 und 60 m³/min Druckluft verbraucht. Diese relativ grosse Menge rechtfertigte den Bau einer zentralen Druckluftversorgungsanlage. Es wurden drei direkt mit Elektromotoren gekuppelte Kompressoren von 30 m³/min mit einem Enddruck von 7 atü gewählt. Die Versorgung aller Anlagen ist durch ein Ringnetz sichergestellt.

Bei dem für Giesserei und Heizung, aber auch für die Kathodenreparatur lebenswichtigen Schweröl wurde ein Lager für rund 1½ Monate vorgesehen. Die zwei Ölbehälter können direkt von kleinen Küstentankern oder von Tankwagen gefüllt werden. Bei den wichtigsten Verbrauchern liegen Tagesbehälter, die durch Stichleitungen gefüllt werden. Erst in diesen Behältern wird das Öl auf die eigentliche Temperatur, die beim Brenner notwendig ist, gebracht. Im Hauptbehälter selbst wird die Temperatur lediglich so weit erhöht, dass das Öl gut gepumpt werden kann. Für die Begleitheizung der Rohre wurden elektrische Heizkabel installiert.

Besondere Schwierigkeiten bei der Projektierung bereitete die Gasversorgung. In Island wurde bis anhin nur Gas in Flaschen von maximal 50 kg eingeführt. Das Aufheizen von Rinnen und das Vorwärmen der Kathodenblöcke ist praktisch nur mit Gas durchführbar; doch erwies sich ein Import mit Tankschiffen im Projektierungsstadium als zu teuer. Man wählte daher die Lösung, Grossbehälter mit einer Kapazität von 2 t Flüssiggas einzusetzen, die ständig zwischen Rotterdam und Island zirkulieren und den Bedarf an Gas sicherstellen. Die Behälter werden dann mittels Kreiselpumpen in einen Haupttank entleert. Von dort gelangt das Gas über Verdampfer zum Verbraucher in Giesserei, Elektrolysehalle und Kathodenreparaturwerkstatt.

Für die Heizung wurde ein System mit Druckwasser und Temperaturen bis 130 °C gewählt. In den Betriebsbüros wurden besondere Wärmeumsetzer mit einem sekundären Kreislauf eingebaut, damit die Radiatoren nicht zu heiss werden. In den Betriebsräumen und Werkstätten jedoch werden die Luftvorwärmer direkt mit dem Heisswasser beaufschlagt. Die Heizung wurde so bemessen, dass in allen Räumen, in denen gearbeitet werden muss, Mindesttemperaturen von 16 °C gehalten werden können. In der Zentrale stehen zwei Kessel zur Verfügung, die bei Normalbetrieb mit Schweröl betrieben werden.

IV. Teil: Energieversorgung und elektrische Anlagen

Von **K. Forrer**, Prok. der Schweiz. Aluminium AG, Zürich

1. Kraftwerksanlage

Inmitten einer Lavalandschaft, rund 100 km östlich von Reykjavík (siehe Bild 26) hat Landsvirkjun (staatl. Elektrizitäts-Gesellschaft) das Kraftwerk Búrfell errichten lassen. Der Fluss Thjórsá weist mit seinem Einzugsgebiet von 6400 km² die grössten Wasserreserven Islands auf. Die ausbaubare jährliche Energieproduktion wird auf 9600 Mio kWh geschätzt, wovon 30% im Gebiet Búrfell anfallen. Im Endausbau des Kraft-

Bild 26. Übersicht über die Kraftwerksanlagen in Búrfell