Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 88 (1970)

Heft: 25

Artikel: Die Aluminiumhütte der Icelandic Aluminium Co. Ltd. in Straumsvik (Island). 2. Teil: Bau der Aluminiumhütte in Island

Autor: Streichenberg, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84542

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

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

beschäftigt. Dadurch konnte eine noch schwererwiegende Wirtschaftskrise vermieden werden. Auch nach Produktionsaufnahme ist ISAL für die isländische Volkswirtschaft von namhafter Bedeutung. Der Metallexport stellt gegenwärtig rd. 9,7 % der isländischen Gesamtausfuhr dar. Die Tätigkeit von ISAL bringt eine Erhöhung des Bruttosozialproduktes um 4,4 %, wobei allein die in Island verbleibenden Beträge für Steuern, Elektrizität, Löhne usw. 1,5 % des Bruttosozialproduktes ausmachen.

5. Schlusswort

Die Verwirklichung des Alusuisse-Projektes in Island ist ein Markstein in der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes. Es hat gezeigt, dass Island sich für die Ansiedlung neuer Industrien eignet. Das Land kann trotz fehlenden Rohstoffquellen, der weiten Entfernung zu den Märkten, des Fehlens eines Binnenmarktes und der weitgehenden Abwesenheit eines tiefgreifenden Versorgungsnetzes mit den dazugehörigen Dienstleistungsbetrieben, neuen Industriezweigen interessante Möglichkeiten bieten. Dabei sind wegen der günstigen Transportmöglichkeiten Betriebe, deren Rohmaterialien und Fertigprodukte als Massengüter verschifft werden, bevorzugt. Mit dem per 1. März 1970 vollzogenen Beitritt Islands zur EFTA ist auch ein erster Schritt zum Abbau der hohen Importzölle und zum Anschluss an die wirtschaftliche Entwicklung Europas getan. Die Anziehungskraft der Insel stützt sich insbesondere auf das Vorhandensein billiger elektrischer Energie und den hohen Bildungsstand des Volkes sowie die industriefreundliche Haltung der Regierung.

II. Teil: Bau der Aluminiumhütte in Island

Von **A. Streichenberg**, dipl. Bauing., Zürich

1. Geologie und Klima

Island liegt auf dem sogenannten mittelatlantischen Rücken, der sich vom Nordpol bis zum Südpol erstreckt. Die Insel befindet sich zwischen 63°24′ und 66°33′ nördlicher geographischer Breite und zwischen 13°28′ und 24°32′ westlicher geographischer Länge. Im Norden berührt sie also beinahe den Polarkreis. Verglichen mit dem stark vergletscherten Grönland ist das Klima relativ mild. Dies dank dem Golfstrom, der sich aus südwestlicher Richtung auf Island und die Faröer-Inseln zubewegt, und von dem ein Nebenstrom einen Teil der Insel umspült. Trotzdem (und mit Berechtigung) wird aber Island oft als Insel aus «Eis und Feuer» bezeichnet. Ein Neuntel der Inseloberfläche ist mit Gletschern bedeckt. Die durchschnittliche Jahrestemperatur in der Hauptstadt Reykjavík liegt bei +5 °C. Während 7 Monaten muss mit Frostwetter gerechnet werden. Der Sommer ist kurz und kühl. Dem Besucher fällt auch ein praktisch immer wehender Wind auf. Starke Stürme sind keine Seltenheit, und Windgeschwindigkeiten von Stärke 10 (nach Beaufort) werden oftmals erreicht.

Geologisch handelt es sich bei Island um ein junges, noch nicht fertiges Land. Es wirkt auf weite Strecken grob zugehauen und weist nicht jene Weichheit der Linien und Formen auf, die für alte Landschaften charakteristisch ist. Durch das fast gänzliche Fehlen von Wäldern fallen die scharfen Konturen besonders auf. Das ganze Land ist durch vulkanische Tätigkeit aufgebaut worden und ist heute noch eines der aktivsten vulkanischen Gebiete der Erde. Es gibt über 100 Vulkane und im Durchschnitt fand bis anhin jedes fünfte Jahr ein Ausbruch statt. Island lieferte in den letzten Jahrhunderten einen Drittel aller neuen Lavamassen. Im Jahre 1783 flossen aus den Laki-Kratern die grössten Lavamassen, die menschliche Augen je gesehen haben.

Nebst den Vulkanen sind die äusserst zahlreichen heissen Dampf- und Wasserquellen, denen man in Island auf Schritt und Tritt begegnet, zu erwähnen. So z. B. wird ganz Reykjavík mit Wasser geheizt. Andernorts verwendet man solche Quellen zum Wärmen von Treibhäusern und in einem Falle zum Betrieb eines thermischen Kraftwerkes.

Das Werksareal der Aluminiumhütte Straumvík liegt auf der Halbinsel Reykjanes, rd. 12 km südwestlich von Reykjavík. Im Jahre 1966 wurde das Gelände durch die isländische «State Electricity Authority» (SEA) mit Hilfe von 14 Sondierbohrungen (durchschnittliche Tiefe 24 m) geologisch eingehend untersucht. Das Hafengelände wurde in den Jahren 1964 und 1965 mit verschiedenen Methoden besonders begutachtet. Die Icelandic Aluminium Co. Ltd. (ISAL) veranlasste anfangs 1967 für bestimmte Bauwerke 10 weitere Bohrkernsondierungen.

Die Felsformationen auf der Reykjanes-Halbinsel können in drei Gruppen eingeteilt werden:

1. Dolerit-Formationen, bestehend aus grobkörnigem Olivinbasalt, die aus Lavaströmen der interglazialen Zeit entstanden sind. Diese Formationen sind die ältesten in Straumsvík und dort meist von jungen Lavaströmen überlagert. In der Nordostecke des Geländes traten diese Schichten allerdings auch an die Oberfläche. Sie bildeten oft Gewölbe mit beträchtlichen darunterliegenden Hohlräumen.
2. Moberg-Formationen, bestehend aus Tuffen und Breccien, die durch subglaziale Basalteruptionen vor allem während der letzten Eiszeit entstanden sind.
3. Postglaziale Lava-Formationen, bestehend aus Basalt-Lava. Obenauf liegt meistens lockere Lava, unterhalb stösst man aber auf kompakten Fels.

Die geologischen Untersuchungen haben bald gezeigt, dass die verschiedenen Lavaströme stark ineinander verflochten sind und somit das Gelände ausgesprochen inhomogen ist.

Nebst den Lavaströmen traten auch oberflächliche Humusablagerungen auf, und besonders im Hafengebiet stiess man auf Sand- und Lehmschichten, die oft von Lavaformationen überdeckt waren.

Diese Lage wies darauf hin, dass der Baugrundvorbereitung besondere Beachtung geschenkt werden musste.

2. Baugrundvorbereitung und Planierungsarbeiten (Bild 7)

Für einen Schweizer bedeutet es keine alltägliche Aufgabe, Bauwerke auf Lava zu erstellen. Dem Problem «Lava» wurde deshalb auch besondere Beachtung geschenkt. Einerseits erkundigte man sich, wie beim Bau der neuen Strasse von Reykjavík nach Keflavík vorgegangen wurde und anderseits

Bild 7. Ausführung der Spreng- und Planierarbeiten. Im Hintergrund ist die Hauptstrasse nach Keflavik ersichtlich

wurde ein Einbauversuch im Massstab 1 : 1 durchgeführt. Beruhend vor allem auf den Versuchsergebnissen wurden für die Baugrundverdichtung und Planierung die folgenden Spezifikationen festgelegt:

Planieren der lockeren Lavaschichten mit Bulldozern (es wurden Caterpillar D 7, D 8, D 9 mit Ripper verwendet). Die Lava wurde in maximalen Schichtstärken von 80 cm aufgeschüttet.

Verdichten dieser Schichten mit 5-t-Vibrowalzen (4 Passen). Um mit Sicherheit die Bedingungen zu erfüllen, wurde später mit einer 8-t-Walze gearbeitet.

Den Grad der Verdichtung stellte man mittels der E-Wert-Bestimmung fest. (Ermittlung der E-Werte mit Druckplatte von ⌀ 61 cm und schrittweiser Belastung von $\sigma = 6\ kg/cm^2$).

Es galten die folgenden Kriterien:

$E_1 \geqq 600\ kg/cm^2$ (Ergebnis aus Erstbelastung)

$E_2 \geq 1200\ kg/cm^2$ (Ergebnis aus Zweitbelastung)

$$\frac{E_2}{E_1} < 2{,}2$$

Die letzte Bedingung war im vorliegenden inhomogenen Material nicht immer leicht zu erfüllen, da oft für E_2 Werte von über 4000 kg/cm² erreicht wurden.

Zusätzlich musste oft mit der Fallbirne gearbeitet werden, um locker gelagerte Lava in Senkungen, zu der die Bulldozer keinen Zutritt fanden, zu zertrümmern. Ein weiteres Problem bildeten Hohlräume, die vor allem im Olivinbasalt entdeckt wurden. An einigen Stellen traten solche Hohlräume offen zu Tage, an anderen Stellen wurden sie durch Schlag- oder Bohrsondierungen gesucht. Bei starker Felsüberdeckung wurde Beton injiziert, bei schwacher Felsüberdeckung die Gewölbe weggesprengt und die Hohlräume mit Lava gefüllt.

Diese Arbeiten wurden durch die Arbeitsgemeinschaft Strabag-Hochtief, Köln, ausgeführt, zeitweise mit Unterstützung der isländischen Firmen OK und Veltaekni.

Am 15. März 1967 arbeiteten bei eisiger Kälte die ersten Bulldozer. Bis zum 20. August 1967 wurden bei den Planierungsarbeiten die folgenden Volumina bewältigt: Abtrag: 546641 m³; Auftrag: 256995 m³; Sprengfels: 132855 m³. Die Sprengfelsmengen lagen weit höher als ursprünglich erwartet. Trotzdem wurde der Beginn der Tiefbauarbeiten durch die Planierarbeiten nicht verzögert.

Auf Grund der beim Einbauversuch gesammelten Erfahrungen wurde die zulässige Bodenpressung für die statischen Fundamentberechnungen auf 4 kg/cm² festgelegt. (Zugehörige Setzung 3 mm).

3. Tiefbauarbeiten

a. Allgemein

Zur Zeit der Ausschreibung fand sich in Island kein Unternehmer, dem die Hauptbetonarbeiten im Werte von insgesamt 27 Mio Fr. hätten allein anvertraut werden können. Die Arbeiten wurden deshalb international ausgeschrieben.

Die Wahl fiel im Mai 1967 auf die schwedische Firma Svenska Industribyggen AB (SIAB). Dies nicht allein aus ökonomischen Gründen, sondern weil man auch auf die Erfahrung der Firma in der Ausführung von Winterarbeiten zählte.

Es seien hier einige Hauptpositionen des Leistungsverzeichnisses wiedergegeben:

Aushub	30100 m³	(theor. Netto-Volumen)
Sprengfels	11850 m³	(theor. Netto-Volumen)
Schalung	64000 m²	(Nettoflächen)
Armierung	2700 t	(ohne vorfab. Elemente)
Beton	30000 m³	(ohne vorfab. Elemente)
Strassen und Plätze	22000 m²	
Vorfabr. Wandelemente	2300 Stk.	(~0,4 m³ Beton pro Element)
Elemente für vorfabr. Gebäude	1850 Stk.	(~0,4 m³ Beton pro Element)
Vorfabr. Elemente für Ofenhalle:		
Platten	506 Stk.	(~2 m³ Beton pro Elem.)
Stützen	806 Stk.	(~2 m³ Beton pro Elem.)

Die schwedische Unternehmung arbeitete fast ausschliesslich mit isländischen Arbeitern, einesteils unter einem gewissen Druck der lokalen Gewerkschaften, anderseits weil eine Versetzung von ausländischen Facharbeitern recht kostspielig war. Die Beschaffung von isländischen Arbeitskräften war manchmal problematisch, da die gutzahlende, saisonbedingte Fischindustrie oft gerade die besten Kräfte absorbierte.

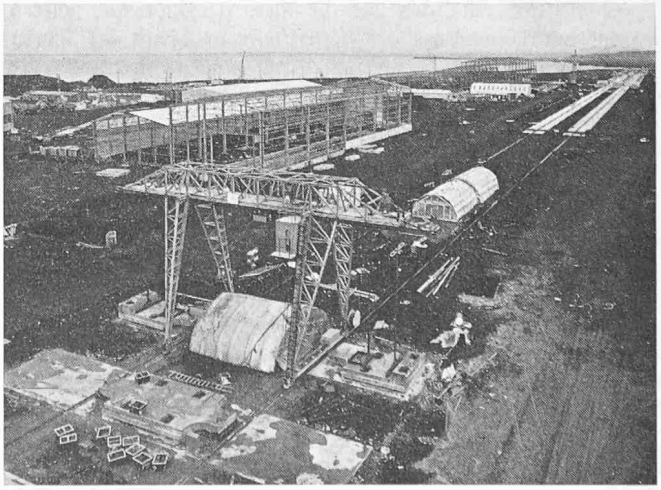
Die restlichen Tiefbauarbeiten, die etwa 15% des obigen Volumens darstellten, wurden an kleinere lokale Unternehmer vergeben.

b. Bau- und Montageprogramm

Der Fertigstellungstermin der Anlage richtete sich nach dem Datum der Stromlieferung, das heisst, nach dem Fertigstellungstermin des Wasserkraftwerkes Búrfell, das in der ersten Ausbaustufe mit drei Francisturbinen 105 MW leistet. Die isländischen Energiereserven reichen für den Betrieb der

Bild 8. Montage des vorfabrizierten Büros (Vordergrund), der Kantine und der Schlafbaracken (Hintergrund)

Bild 9. Die vorfabrizierten Tischplatten für die Ofenhalle werden von der Fabrikationsstelle abgehoben



Hütte, die mit einer Produktion von 33000 t pro Jahr 60 MW benötigt, ohne die neue Anlage Búrfell momentan nicht aus. Da der Bau des Kraftwerkes relativ viel Zeit benötigte, schien das allgemeine Programm, verglichen mit mitteleuropäischen Verhältnissen eher weitmaschig. Man war indessen recht froh, über gewisse Zeitreserven verfügen zu können, da man während dem Bau doch auf verschiedene Schwierigkeiten stiess wie z. B.:

- Harte Wetterbedingungen, im Winter 1967–1968 mit Temperaturen, die weit unter den Jahresmitteln lagen
- Wenig Tageslicht während den Wintermonaten
- Verschiedene Streiks in ganz Island
- Verschiedene Schiffahrtsstreiks
- Zeitraubender Antransport für alle Materialien
- Zeitweises Fehlen von qualifizierten Arbeitskräften.

Der zeitliche Ablauf sei hier in kurzen Zügen wiedergegeben:

15. März 1967	Beginn mit den Planierungsarbeiten, die bis zum 20. Aug. 1967 dauerten
Mai–Juni 1967	Aufstellen der Arbeiterunterkünfte
10. Juli 1967	Inbetriebnahme der Kantine
Juli 1967	Eintreffen der ersten Baustelleninstallationen und Materialien des Tiefbauunternehmers
August 1967	Beginn der eigentlichen Tiefbauarbeiten
Oktober 1967	Montieren der ersten Stahlkonstruktionen
Mai 1968	Beginn der Montage des mechanischen Teiles der Anlage
Mai 1969	Inbetriebnahme der Giesserei (Übungsbetrieb mit gekauftem Metall)
Juni 1969	Inbetriebnahme der Anodenanschlägerei und Entladung des ersten Tonerdeschiffes
1. Juli 1969	Inbetriebnahme der ersten 20 Elektrolyseöfen (Stromlieferung 10 MW aus bestehendem Netz)
September 1969	Vollbetrieb mit 120 Öfen.

c. Baustelleninstallationen

Installationen des Bauherrn. Es war von grosser Wichtigkeit, die Arbeiter so rasch wie möglich auf der Baustelle unterzubringen und verpflegen zu können, da in der näheren Umgebung dazu keine Gelegenheit bestand. Für die Schlafunterkünfte, die Kantine und das Bürogebäude der Bauherrschaft wurde eine vorfabrizierte Konstruktion der Firma ATCO (Calgary, Kanada) gewählt, die in kürzester Zeit auf einfache Betonfundamente montiert werden konnte. Bei allen drei Gebäudetypen handelt es sich um schlüsselfertige Konstruktionen (Bild 8). Die Räume ohne Sanitär- oder Kücheninstallationen waren für den Transport vollständig zusammengeklappt, wogegen die Küchen, Toiletten, Dusch- und Waschräume als fertige Einheiten geliefert wurden, die nur noch auf den Fundamenten verankert werden mussten.

Frischwasser wurde durch eine in ein älteres, bestehendes Bohrloch montierte Pumpe geliefert, Fördermenge 40 l/s.

Die Baustromversorgung erfolgte von der nahen Gemeinde Hafnarfjördur über eine neue 6-kV-Leitung. Auf dem Werksgelände wurde ein weitverzweigtes Versorgungsnetz aufgebaut mit 12 Anschlusstellen für 380/220 Volt. Da infolge von Schneestürmen oft mit Stromunterbruch gerechnet werden musste, wurden das Camp und das Bürogebäude an eine 175-kVA-Notstromgruppe angeschlossen. Auch die Wasserpumpstation wurde mit einem besonderen Notaggregat gekuppelt.

Installationen des Unternehmers. Nebst einem grossen Bürogebäude, zahlreichen Wellblechrundhütten Typ Romney für Materialien und Vorfabrikation, brachte der Unternehmer vor allem eine leistungsfähige Betonmischanlage (Typ Pfister Waagen) mit einer theoretischen Leistung von 45 m³ Beton/h. Etwa die Hälfte der Baumaschinen und Geräte wurde ebenfalls importiert, die andere Hälfte örtlich angemietet.

d. Ofenhalle

Die Ofenhalle, in der die eigentliche Aluminium-Elektrolyse stattfindet (120 Stück E-11-Öfen), ist so konstruiert, dass die Öfen, die nach einigen Jahren neu ausgekleidet werden müssen, ohne weiteres ein- und ausgefahren werden können. Um dies zu ermöglichen, wurde die ganze Konstruktion unterkellert. In diesem Unterbau bestehen zwei Längsfahrbahnen, auf welchen ein Spezial-Ofentransportanhänger verkehren kann.

Um während dem Ofenausbau an die Elektrolyseöfen gelangen zu können, muss ein Teil des Arbeitsbodens beweglich gebaut werden, was zur Vorfabrikation der Längsplatten führte. Der grösste Teil der Arbeiten fiel in die Winterzeit und deshalb entschloss man sich, die Vorfabrikation noch weiter als bis anhin zu entwickeln, um möglichst viel von fest installierten Heizvorrichtungen am Boden profitieren zu können. Um die Baustelle zu entlasten, wurden die Kathoden- und Wandstützen in einem norwegischen Werk vorfabriziert und auf dem Seeweg antransportiert. Das gleiche gilt für die vorgespannten Betonplatten.

Neu ist die Vorfabrikation der sogenannten Tische. Es wäre recht schwierig und kostspielig gewesen, diese auf Kote + 4,20 m liegende Konstruktion nach dem Betonieren wirksam zu heizen. Die Ofenhalle ist 650 m lang und in 68 Stützenachsen aufgegliedert. Für vier Stützenachsen bereitete der Unternehmer auf Kote 0,0 mit Heizschlangen (Dampf) versehene Grundplatten vor, auf denen die Tische betoniert wurden, Bild 9. Der Frischbeton wurde mit Polyesterschalen abgedeckt.

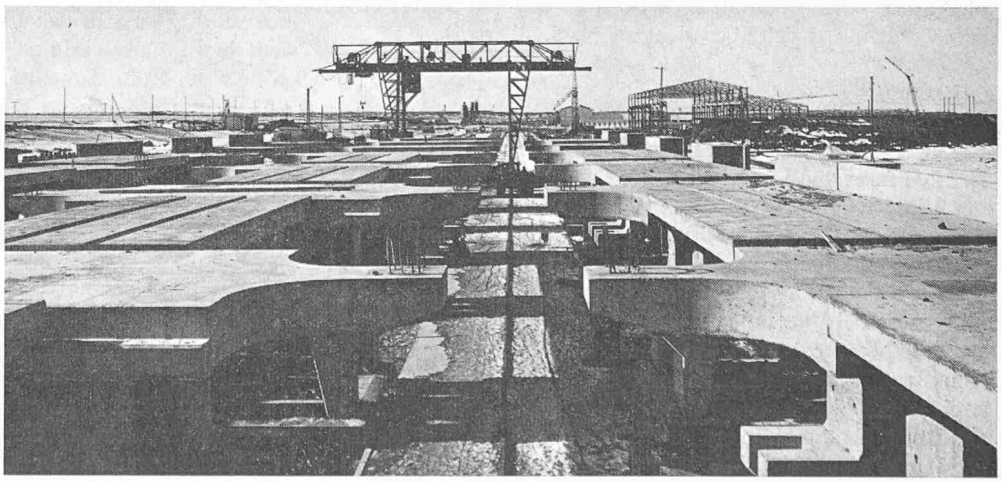
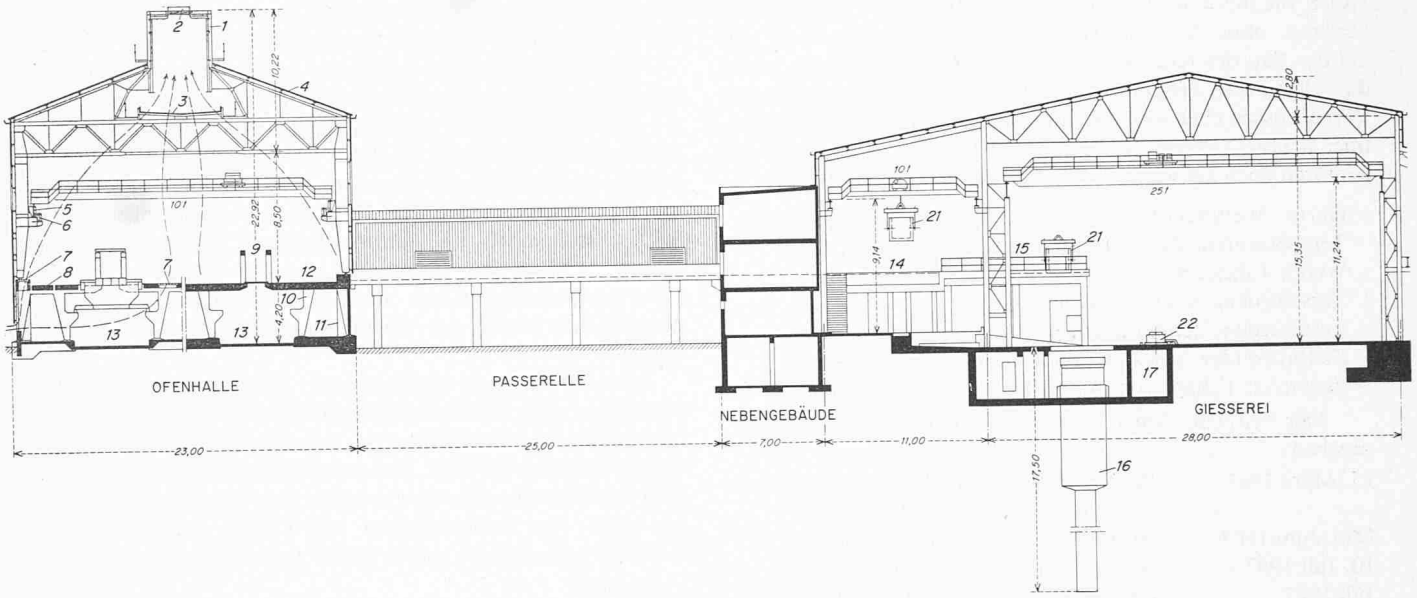
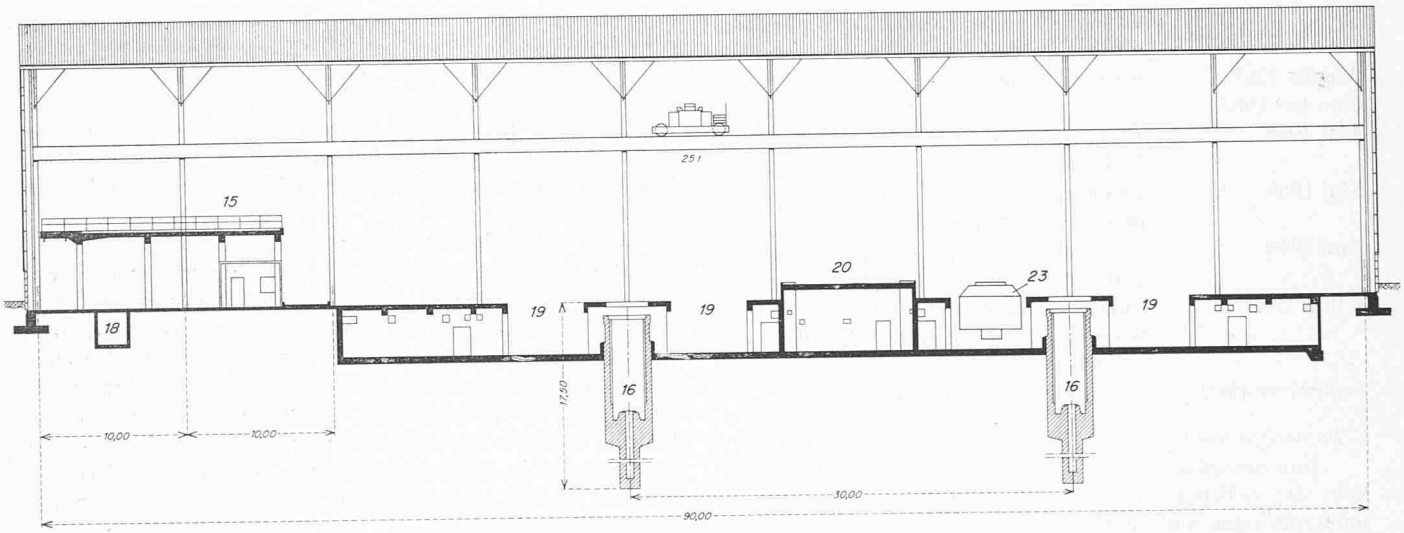


Bild 10. Die «Tische» der Ofenhalle werden auf die Kathodenstützen abgesetzt





Nach sechs Tagen Abbindezeit transportierte ein Spezialportalkran die Tische zur Montagestelle. Für die ersten Elemente betrug die Transportentfernung 850 m, für die letzten noch 200 m. Die Anschlussstelle zwischen Stütze und Tisch wurde anschliessend ausbetoniert. Als Fundation für den Montagekran wurde die Kathodenwagenfahrbahn benützt, die man anfangs mit einem Strassenfertiger hergestellt hatte, Bild 10.

Die auf den Tischen stehenden Anodenstützen mussten infolge der Vorfabrikation der Tische an Ort und Stelle betoniert werden, was sich aber nicht als Nachteil erwies.

e. Giesserei

Die Giesserei weist eine Grundfläche von 90 × 99 m auf, wovon etwa 50% als Lagerraum verwendet werden. Im Betriebsteil fallen die Fundamente der Öfen und Giessmaschinen durch ihre Kompliziertheit auf, siehe Bild 11. Im Bereich der kippbaren Absteh- und Induktionsöfen drängte sich eine Unterkellerung auf, die für die elektrischen und mechanischen Anlagen benötigt wird. Während der Bauzeit stand der untere Teil des Kellers bei Flut unter Wasser, während bei Ebbe normal gearbeitet werden konnte. Eigentümlicherweise handelte es sich beim Grundwasser praktisch um Süsswasser, das die Meeresgezeiten auf leicht erhöhtem Niveau mitmachte. Hinderlich für die Bauarbeiten erwies sich sodann bei kaltem Wetter eine starke Eisbildung. Nach dem Absinken der Flut blieb oft eine Eisdecke liegen, die sich für den Baufortschritt hemmend auswirkte. Mit Dampfaggregaten mussten solche Eisschichten entfernt werden.

Bei jeder Hütte stellt der Bau der Vertikalstranggiessmaschinenfundamente je nach Baugrund ein mehr oder weniger grösseres Problem dar. In Straumsvík steht der grösste Teil dieser Fundamente im Grundwasser, Bild 12. Für den oberen Teil, der als Kasten von 3,15 × 3,00 m und 8,45 m Tiefe ausgebildet ist, wurde eine wasserdichte schwimmende Schalung erstellt. Während dem fortschreitenden Betonieren senkte sich diese schrittweise auf den plan vorbereiteten Untergrund ab. Nach dem Erhärten erfolgte die Rückfüllung. Für den unteren Teil, der ein Rohr darstellt, dessen unteres Ende auf –17,50 m liegt, wurde, wie bei der Wasserversorgung, für die Felsbohrung die Firma Swissboring verpflichtet. Die Probleme lagen auch hier bei der Unregelmässigkeit des Baugrundes. Die weichen, zwischen harten Felsschichten gelagerten Lava- und Sandschichten erschwerten durch Nachbröckeln den Bohrfortschritt erheblich.

f. Andere Gebäude

Bei den grösseren Hallen wurde versucht, die Konstruktionsart möglichst zu vereinheitlichen. Die Giesserei, Anodenanschlägerei, Werkstatt, Garage, Kathodenreparaturwerkstatt und die Lagerhalle gleichen sich äusserlich stark. Je nach dem Verwendungszweck der Gebäude wurden die soliden Betonwandelemente mehr oder weniger hoch erstellt, immer aber

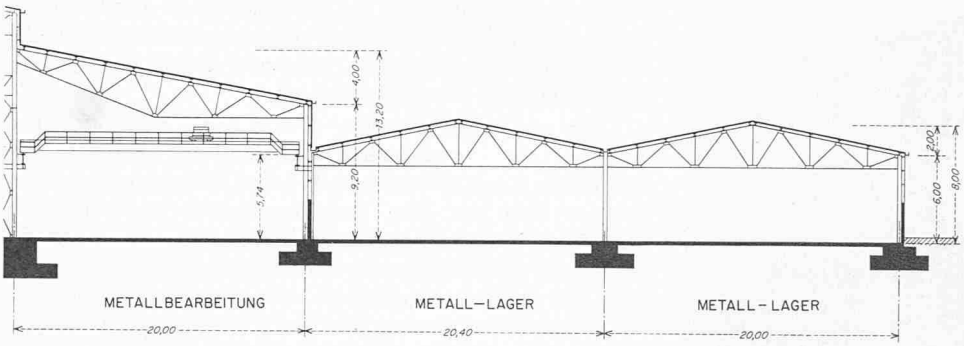


Bild 11. Quer- und Längsschnitt 1:500 durch die Ofenhalle und durch die Giesserei

1 Aufbau für die allfällige Installation einer Gasreinigungsanlage
2 Axialventilator
3 Sammelrinne
4 Aluman-Dach und -Wandverkleidung
5 Kranbahn für Brückenkrane
6 Kranbahn für Ofenmanipulator (Halbportalkran)
7 Gitterroste für Ventilation
8 vorgespannte-vorfabrizierte Platten
9 Anodenstützen
10 Kathodenstützen
11 Wandsttützen
12 Tisch
13 Kathodenwagen-Fahrbahnen
14 Waagenfundamente
15 Balkon für die Verteilung von Flüssigmetall
16 Vertikalstranggiessmaschine
17 Unterkellerung
18 Haupt-Leitungskanal
19 Öffnung für Abstehöfen
20 Fundament für Induktionsofen
21 Tiegel
22 Masselgiessmaschine
23 Abstehofen

hoch genug, um die Aluminiumverkleidung vor dem rauhen Werksbetrieb zu schützen, vgl. Bild 13.

Die Bodentypen wurden ebenfalls dem Verwendungszweck der Hallen angepasst:

- In den Lagerteilen: normale monolitische Platten (d=20 cm)
- In den Fabrikationsteilen der Gebäude: «Master Plate»-Beläge (feine Metallsplitter in die Betonoberfläche eingestreut, rd. 5 kg/m²)
- In der Garage: Korrodur-Beläge (Quarzkörner in die Betonoberfläche eingestreut, rd. 5 kg/m²)
- Überall dort, wo mit Flüssigmetall gearbeitet wird: Basaltinplättchen (30×30×5 cm) auf Beton verlegt.

Bei den kleineren Gebäuden (Giessereinebengebäude, Laboratorium, Heizungs- und Umkleidegebäude, Innengebäude von Garage und Werkstatt), die geometrisch weniger auf einen gleichen Nenner gebracht werden konnten, wurde mit Hilfe vorfabrizierter Betonteile trotzdem ein einheitlicher Stil geschaffen. Darüber soll im nächsten Abschnitt berichtet werden.

g. Vorfabrikation (Bild 14)

Wie bereits erwähnt, muss in Island während 7 Monaten mit Frostwetter gerechnet werden. Die Anwendung des allgemein billigsten Bauelementes, des Back- oder Zementsteins, wurde mit dem vorliegenden Bauprogramm fraglich. Man schritt deshalb aus programmlichen Gründen zur Vorfabrikation (unter Dach mit Dampfnachbehandlung für rasche Erhärtung des Betons). Es galt, etwa 4150 Elemente zu fabrizieren (durchschnittlich 0,4 m³ Beton), ohne kleinere Betonelemente der Ofenhalle mitzuzählen. Die Anzahl der Typen belief sich auf etwa 200, wobei sich diese oft nur durch kleine Einzelheiten unterschieden. Wiederum aus zeitlichen Gründen konnten aber nicht immer die gleichen Typen in der gleichen Serie betoniert werden, was die Herstellung wesentlich verteuerte.

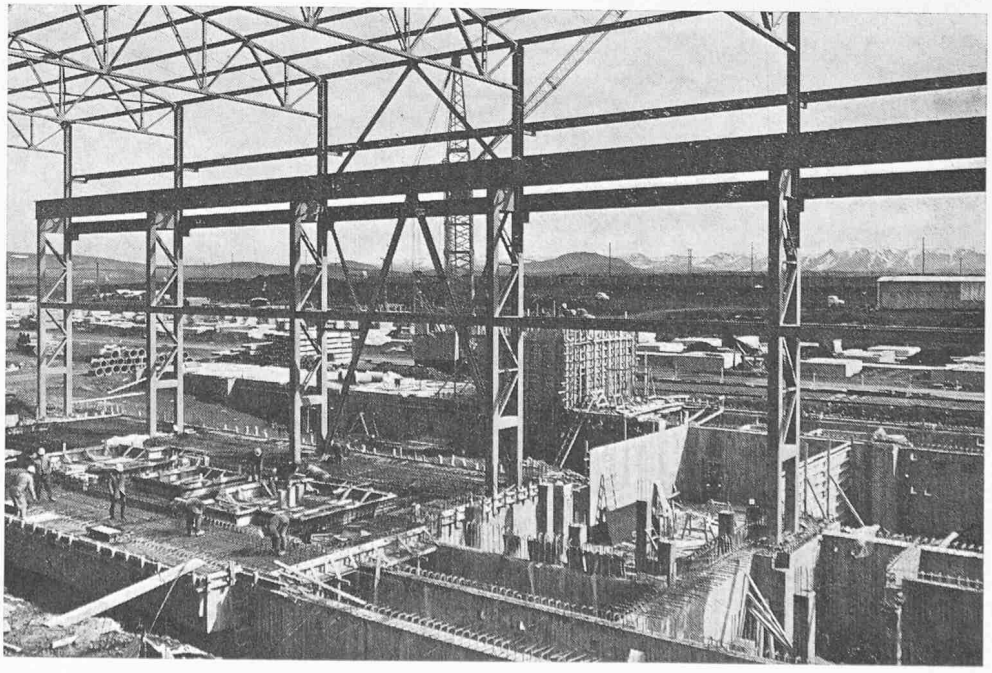


Bild 12. Schalungs- und Armierungsarbeiten für die Giessereiunterkellerung

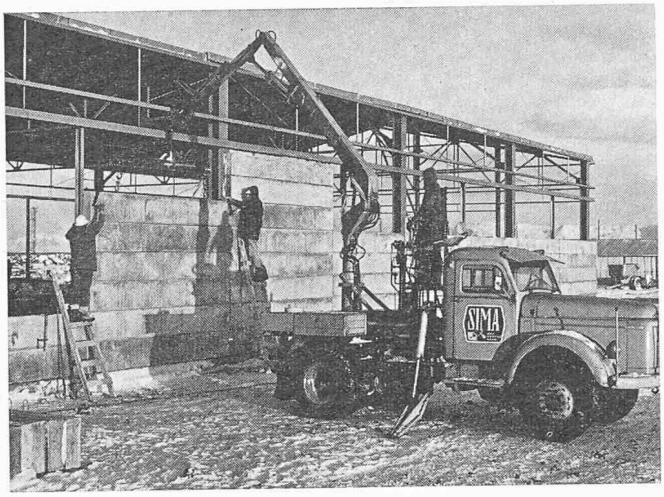


Bild 14. Montage von vorfabrizierten Wandelementen

In der Vorfabrikation lagen also keine direkten ökonomischen Vorteile; hingegen konnte damit das Bauprogramm eingehalten werden.

4. Stahlbau (Bild 15)

a. Allgemeines

Vorerst musste wiederum die Frage geklärt werden, inwieweit isländische Firmen in der Lage wären, sich an Fabrikation und Montage zu beteiligen. Es zeigte sich bald, dass Island wohl über einige gute Werkstätten verfügt, dass aber deren Kapazität nie ausreichen würde, den terminlichen Anforderungen zu genügen. So erfolgte die Ausschreibung international, im wesentlichen in drei Pakete aufgeteilt:

Die erste Ausschreibung (3390 t) umfasste: Ofenhalle, Lagerhalle, Garage, Werkstatt und Magazin, Kathodenreparaturwerkstatt, Giesserei und Anodenanschlägerei. Der Lieferant war ein Konsortium der vier Schweizer Firmen Wartmann, Geilinger, Tuchschmid und Zschokke. Die Aufteilung der Lieferung dieser Firmen erfolgte weniger nach Gebäuden, sondern nach Bauelementen wie Stützen, Binder, Kranbahnen, Pfetten, Riegel usw. Es war erfreulich, wie gut diese Aufteilung organisiert war und wie es trotz Transportschwierigkeiten zu keiner wesentlichen Verspätung kam. Unter dem Druck der Gewerkschaften wurde das Konsortium angehalten, etwa 50% isländische Monteure einzusetzen. Obschon es manchmal mit der internationalen Verständigung nicht ganz klappte, kann doch von einer zufriedenstellenden Zusammenarbeit gesprochen werden. Termine und Qualität entsprachen den Vertragsbedingungen.

Die zweite Ausschreibung (930 t) bezog sich auf: Überdeckung der Hochspannungsschaltanlage, Rampe und Passerellen, Tonerdeförderbandbrücken, Elevatorturm am Silo, Brücken über den Silo, Tonerdeentladestationen, Anodenrestenförderbrücke und Ausbrechgebäude. Die Wahl fiel diesmal auf die deutschen Firmen Stahlbauwerk Müller Offenburg und Stahlbau Greschbach. Der schwierigste Teil dieses Auftrages war die Montage des 65 m hohen Elevatorturmes, der in den unteren Stellen mit Mobilkran und im oberen Teil mit Kletter-Kran aufgebaut wurde. Durch starken Wind und Dunkelheit wurde die Montage stark erschwert, aber trotzdem mit Erfolg durchgeführt.

Die Montage der Tonerdeförderbrücke wurde durch die spätere Fertigstellung des Hafens und durch Streiks verzögert. So bereitete man die 20 m langen Brücken auf dem Lande vor und transportierte sie erst am Schluss auf die Hafenmole zur Montage. An einem Tage montierte der Unternehmer 100 m Brückenlänge. Auch bei diesem Auftrage wirkten isländische Monteure mit.

Dritte Ausschreibung (1080 t). Diese letzte grössere Lieferung umfasste einen 30000-t-Tonerdesilo, drei Tagessilos von 1000 t, einen Wasserturm und zwei Ölbehälter von 900 m³.

Die beiden Ölbehälter wurden durch die isländische Firma Stálsmidian geliefert und montiert, die anderen Behälter durch Salzgitter Stahlbau GmbH. Die Montage des 30000-t-Silos wird im Abschnitt c beschrieben.

b. Technische Angaben

Es mussten alle Konstruktionen für Island statisch neu berechnet werden. Dies besonders wegen einigen Grundangaben, die von den SIA-Normen 160 und 161 abweichen:

Erdbebenzuschlag $E_i = 0{,}08\ G_i$,

worin $G_i = 100\%$ Eigengewicht $+$ 50% Schneelast $+$ 100% bewegliche Lasten.

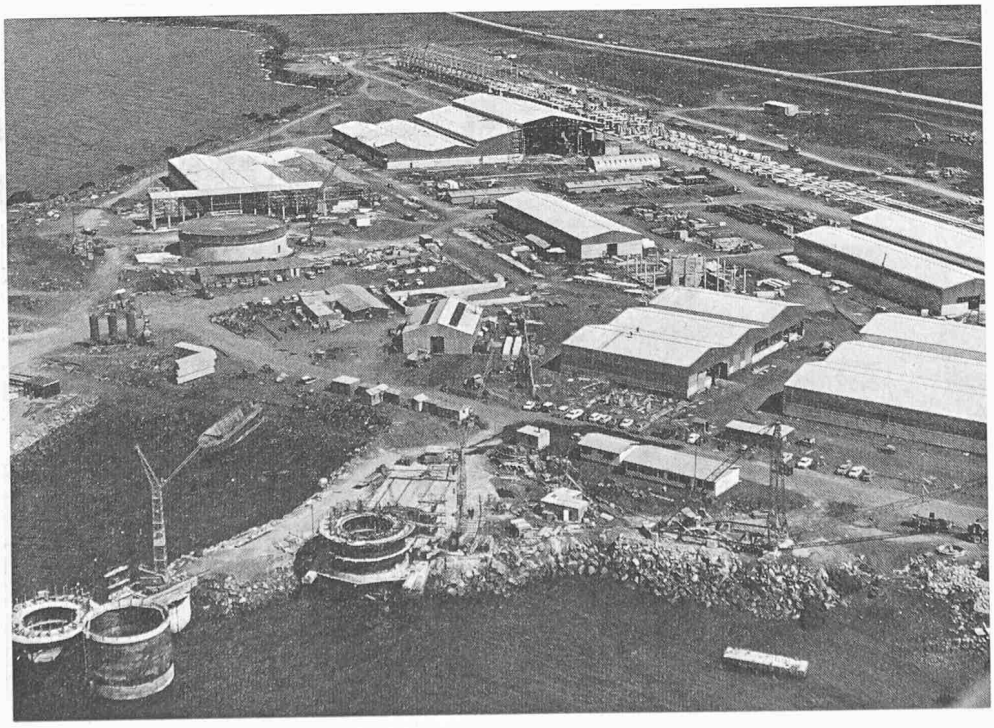


Bild 13. Für die Bauten der Hilfsbetriebe wurden äusserlich sehr ähnliche Konstruktionen angewendet

Die Kraft E_i musste im Schwerpunkt des Gewichtes G_i in allen Richtungen eingesetzt werden.

Für Schnee wurde eine verteilte Last von $s = 90$ kg/m² eingesetzt und für Wind eine Grundlast von $q = 130$ kg/m², die mit veränderlichen C-Werten multipliziert den einzelnen Konstruktionen gemäss SIA-Normen angepasst wurde. Für die Gebäude wurde der übliche Stahl St. 37 verwendet.

c. 30000-t-Tonerdesilo (Bild 16)

Die Wirtschaftlichkeit von Beton- und Stahlkonstruktion wurde vorgängig untersucht. In unserem norwegischen Werk in Husnes wie auch in Steg (Wallis) entschied man sich für eine Betonkonstruktion, die jeweils mit Gleitschalung ausgeführt wurde. Überraschenderweise erwies sich aber in Island die Stahlvariante als 25% billiger. Der Grund liegt wohl in den schwierigen klimatischen Verhältnissen und in den in den Jahren 1967 und 1968 sehr günstigen Stahlpreisen.

Bemerkenswert war die Montagemethode. Der Silomantel gliederte sich in 16 Schüsse von je 2,02 m Höhe. Vorerst wurden 2 Schüsse auf die Betonfundation montiert. Innerhalb dieses Stahlringes setzte man auf der Betonplatte die Silodachkuppel zusammen. Auf dieser Dachkuppel sass ein Axialventilator, der unter der Kuppel einen kleinen Überdruck erzeugte, welcher gross genug war, um das Eigengewicht der Schale zu überwinden und diese langsam in die Höhe zu heben. So erfolgte die Montage Schritt für Schritt, indem abwechslungsweise ein Schuss montiert und die Kuppel nachgehoben wurde. Die Kuppel diente auf diese Weise als bequeme Arbeitsbühne bei der Blechmontage. Die Bleche brachte man mit einem Turmdrehkran in die Höhe. Die Nähte wurden automatisch geschweisst. Die Röntgenprüfungen zeigten ausgezeichnete Ergebnisse, indem alle Schweissnähte in der Güteklasse I lagen.

Für die Bemessung der Mantelbleche war allein der Lastfall Erdbeben massgebend. Sie wurden auf die Erbebenkraft des gesamten Siloinhalts berechnet:

$E = 0{,}08 \times (G + P + 0{,}5\,S)$,

worin G=Eigengewicht Stahl, P=Tonerde, S=Schneelast.

Die Kraft E wurde ungefähr auf halber Höhe des Silomantels angesetzt.

Diese Lastannahme ist recht theoretisch, indem ein Teil der Erdbebenkraft in Wirklichkeit durch die Nachgiebigkeit der Silofüllung aufgehoben würde. Zum Ausgleich kombinierte man die Erdbebenbelastung nicht mit der Windbelastung.

Die beim pneumatischen Fördern der Tonerde möglicherweise entstehenden Drücke wurden wie folgt angenommen:

Überdruck 200 kg/m²; Unterdruck 100 kg/m².

Für die statische Berechnung des Behälters war ebenfalls die Firma Salzgitter verantwortlich.

5. Hochbau

a. Allgemeines

Die gesamte Projektierung des Hochbaus oblag der Architektengruppe der örtlichen Bauleitung. Es wäre von Zürich aus unmöglich gewesen, zu beurteilen, wie, wo und was in Island bestellt werden konnte und welche Artikel aus dem Auslande hätten bezogen werden müssen. Ferner beeinflussten die örtlichen Gewerkschaftsgesetze die ganze Planung, besonders im Hinblick auf Aufenthaltsräume, Kaffeestuben, Duschen- und Garderobenräume. Als Beispiel seien die Kaffeeräume erwähnt: Es ist isländischer Brauch, dass morgens und nachmittags den Arbeitern Kaffee und Kuchen gratis abgegeben wird. Die Geschäftsführung der ISAL hat natürlich alles Interesse, dabei die An- und Rückmarschwege der Arbeiter so kurz wie möglich zu halten, damit die Zeitverluste gering werden. So zwang sich eine Dezentralisierung der Kaffeeräume auf. In folgenden Gebäuden mussten solche Säle oder

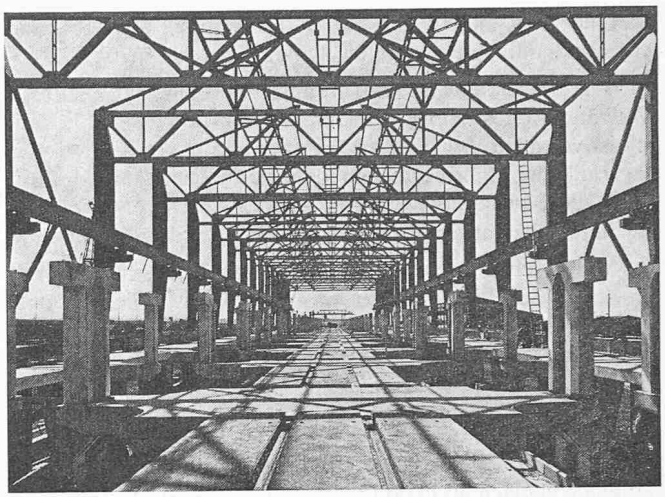


Bild 15. Ansicht der Ofenhalle während der Stahlmontage

Stuben eingerichtet werden: Giesserei-Nebengebäude (für Ofenhallen- und Giessereiarbeiter), Anodenanschlägerei, Kathodenreparatur, Garage und Werkstatt.

Ferner stand von Anfang an die Kantine zur Verfügung. Grössere Wasch- und Duschanlagen mit Umkleidegelegenheit wurden an den folgenden Orten geschaffen: Arbeiter-Camp, Giessereinebengebäude, Garage und Umkleidegebäude. Sämtliche Garderobekästen sind belüftet und mit zwei Fächern ausgeführt, so dass Arbeits- und Strassenkleidung immer getrennt deponiert werden können.

Bei der Ausführung aller dieser Räume wurden meistens Bodenfliesen und Keramikplatten für Wände verwendet, um die Reinigung möglichst zu erleichtern. In praktisch allen Gebäuden wurden Toiletten mit Heiss- und Kaltwasser installiert.

Bild 16. Der 30 000-t-Tonerdesilo während des Baues. Im Vordergrund die Förderbandbrücke

Man hat sich allgemein bemüht, für sanitäre Anlagen und Aufenthaltsräume einen guten Standard zu schaffen.

Die Fabrikhallen wurden ausschliesslich mit Alumanwellbändern aus dem Werk Chippis verkleidet, Bild 17. Baulich ist vor allem der rasche Montagevorgang von Vorteil. Die Lagerteile der Hallen erhielten keine zusätzliche Isolation, wogegen die Fabrikationsteile mit einer 2 cm starken Isolation aus Steinwolleplatten (Huntoral) versehen wurden (k-Wert 1,4).

Im weiteren wurde rund $^1/_6$ der Fassadenoberflächen mit Fenstern oder Lichtbändern versehen. Es ist wichtig, dass der Isländer, der sich oft und gerne über das Wetter unterhält, in den grossen Hallen die Verbindung mit der Aussenwelt nicht ganz verliert!

b. Korrosionsschutz

Man versuchte in Island, aus den in anderen Werken diesbezüglich gemachten Erfahrungen möglichst viel zu profitieren und die entsprechenden notwendigen Massnahmen zu ergreifen. Da die klimatischen Bedingungen in Island hart sind, und eine Aussenluftkombination von Meeres- und Fabrikklima besonders gefährlich ist, hat man sich schon von allem Anfang an mit diesem wichtigen Thema beschäftigt.

Wird in der Fabrikationswerkstätte für Stahlkonstruktionen nicht schon zu Beginn eine scharfe Kontrolle geführt, so kann die Qualität des Korrosionsschutzes bereits dort in Mitleidenschaft gezogen werden. Nach der Montage müssen Farbschäden peinlichst genau ausgebessert werden, wobei im allgemeinen die Drahtbürste ungenügend ist, da diese kaum je wirkungsvoll gehandhabt wird. Befriedigend für die Ausbesserung ist nur das Sandstrahlen.

Alle Stahlkonstruktionen wurden mit zwei Zinkstaubanstrichen versehen (minimale Schichtstärke 70 μm). Der Ventilationskamin der Ofenhalle wurde mit Perpalon-Anstrich behandelt.

Wie auch in anderen Werken wurden die Aluminiumdächer ebenfalls mit einem Grundanstrich von Etokat und zwei bis vier Deckanstrichen Perpalon versehen. Vorsichtshalber wurden die der Meeresatmosphäre ausgesetzten Wandverkleidungsbleche (Salzsprühwasser) auf die gleiche Weise behandelt.

Die Stahlbehälter mussten nach dem Zusammenschweissen vollständig überarbeitet werden, wobei ISAL gleich zu Beginn über eine neue Sandstrahlanlage verfügte. Der Zinkstaubanstrich wurde ausgebessert und erhielt noch eine zweite Schicht des selben Materials. Darauf folgten zwei Deckanstriche mit Kunstharzfarbe. Die gesamte Schichtstärke (Zink- und Kunstharzfarbe) soll minimal 200 μm betragen.

Es wird in Island nicht zu vermeiden sein, dass exponierte Stellen wie bei einem Meerschiff jährlich nachbehandelt werden müssen. Eine besondere werkseigene Unterhaltsgruppe wird diese Arbeiten besorgen.

Tabelle 2. Angenommene Wasserverbrauchsmengen

Verbraucher	jährliche Aluminium-Produktion 30 000 t	60 000 t
Gleichrichter	32 l/s	62 l/s
Giesserei	60 l/s	120 l/s
Kompressor-Gebäude	2 l/s	4 l/s
Verschiedene	18 l/s	36 l/s
Gesamtverbrauch	112 l/s	222 l/s

6. Wasserversorgung

Der Bedarf an Frischwasser für eine Aluminiumhütte ist beträchtlich. Es wurde in Island mit den Verbrauchszahlen nach Tabelle 2 gerechnet.

Das System muss so geplant sein, dass ein Unterbruch der Wasserzufuhr praktisch unmöglich wird. Ein Ausfall des Kühlwassers für Gleichrichter, Transformatoren und Giesserei würde sich katastrophal auswirken. Man hat deshalb das Hauptsystem als Ring mit zahlreichen Schiebern geplant. Bei einem Rohrbruch ist auf diese Weise grosse Flexibilität gewährleistet. Bei Stromunterbruch schaltet sich ein 175-kVA-Notstromaggregat automatisch ein.

Man ist in Straumsvík in der glücklichen Lage, über grosse Mengen von ausgezeichnetem Grundwasser zu verfügen. Der mittlere Chloridgehalt beträgt 13,3 mg/l, was gegenüber einem zulässigen Gehalt von 250 mg/l gering ist. Es kann ohne jede mechanische oder chemische Aufbereitung als Trink- und Kühlwasser verwendet werden. Das Grundwasser bewegt sich aus nordöstlicher Richtung durch die durchlässigen Lavaschichten (K-Wert nach *Darcy* 100 cm/s) gegen Straumsvík. Bei Ebbe kann an einigen Stellen am Meeresufer der Stromaustritt festgestellt werden. Die «SEA» schätzte den Durchfluss mit 150 l/s km wahrscheinlich sehr pessimistisch. Vom 30. Sept. bis 22. Okt. 1966 wurde ein Pumpversuch (44 l/s) durchgeführt. Ein 15 m entferntes Piezometer zeigte Wasserspiegelabsenkungen an, die 3 cm niemals überschritten.

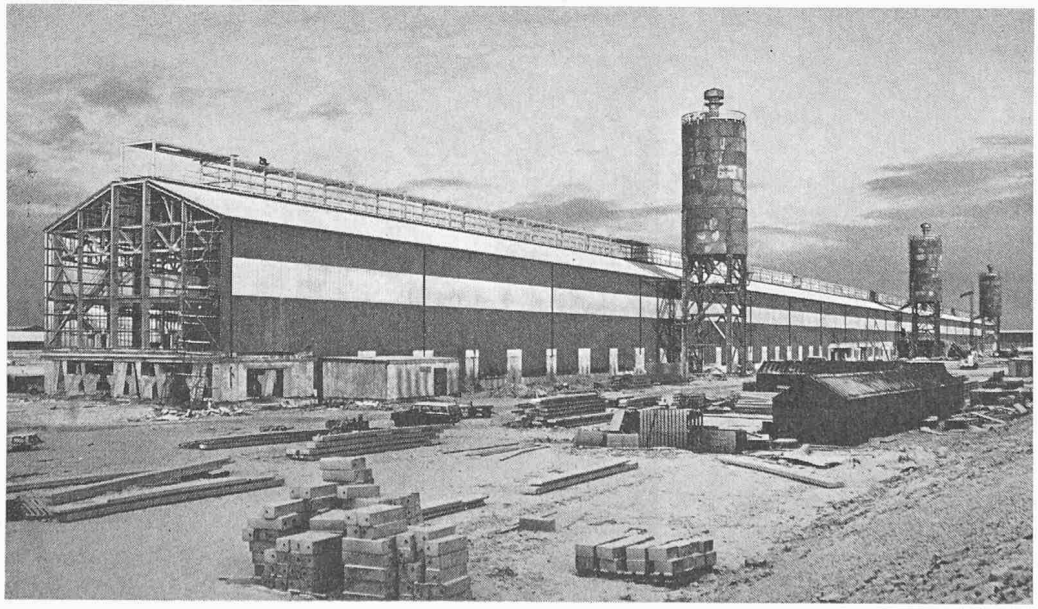


Bild 17. Die Ofenhalle mit den drei Tagessilos (Bauzustand Januar 1969)

Unter diesen günstigen Bedingungen wurden die Brunnenpumpen für eine Fördermenge von je 60 l/s bemessen. Bei der Standortwahl musste darauf geachtet werden, dass die Pumpen nie mit einer späteren Werkserweiterung kollidieren. Die Entfernung vom Meer muss so gross sein, dass keinesfalls Brackwasser gepumpt wird. Der Übergang Süsswasser-Brackwasser, der mit Hilfe elektrischer Widerstandsmessungen festgestellt wurde, liegt etwa 500 m vom Meer entfernt. Mit 300 m Sicherheitszuschlag ergab sich dann ein Meeresabstand von 800 m. In Anbetracht der äusserst geringen Grundwasserspiegelabsenkung wurde der Brunnenabstand auf 150 m festgelegt (vgl. Bild 18).

Mit dem Bohren der 27,0 m tiefen Brunnen wurde die Firma Swissboring beauftragt. Es wurde mit einem Schwengel-Freifallbohrgerät Typ B2 gearbeitet. Die heterogenen Fels- und Lavaschichten erschwerten diese Aufgabe. Die lockeren Schichten bröckelten oft nach und blockierten das Absenken des Mantelrohres. Ursprünglich war vorgesehen, von anfangs ⌀ 70 cm auf ⌀ 52 cm hinunter zu teleskopieren. Glücklicherweise entschloss man sich aber gleich zu Beginn bei ⌀ 110 cm anzufangen, was sich in dem schwierigen Baugrund als richtig erwies. In die Brunnenlöcher wurden Schlitzbrückenfilterrohre von 40 cm Durchmesser eingesetzt und mit Kies hinterfüllt. Die drei Grundwasserpumpen lieferte die Firma Gebr. Sulzer. Die Installation erfolgte durch isländische Facharbeiter unter Aufsicht von Sulzer und ISAL. Das Verlegen der Rohrleitungen besorgte die deutsche Firma Bochumer zusammen mit isländischen Arbeitern.

7. Hafen Straumsvík

a. Allgemeines

Wie bereits erwähnt, wurde der Hafen nicht durch Alusuisse oder ISAL geplant und gebaut, sondern durch die Stadt Hafnarfjördur, die ein Projekt durch die dänische Firma Christiani & Nielsen, Kopenhagen, ausarbeiten liess. Auch die Bauleitung wurde dieser Firma anvertraut. ISAL besitzt die Priorität bei der Hafenbenützung, Bild 20.

Die Quailänge beträgt 220 m. Das Hafenbecken wurde auf eine Tiefe von —12,00 m unter MLWS (Mean low water spring) ausgebaggert. Diese Tiefe reicht für teilbeladene 60000-t-Tonerdeschiffe aus. Die Hafeneinfahrt ist allerdings recht eng und das Einfahrmanöver für solche Schiffsgrössen dürfte einige Geschicklichkeit erfordern.

Die Entladeeinrichtungen wurden von Aulusuisse projektiert und durch ISAL finanziert. Die wichtigsten Einrichtungen sind zwei Hafenturmdrehkräne (Tragkraft 8 t bei 20 m Auslage), ein mechanischer Tonerdeheber, der auf den gleichen Schienen wie die Kräne fährt und die Tonerde auf ein Förderband von 445 m Länge bringt (über die Tonerdeentladung wird in einem anderen Aufsatz berichtet). Eine Transformatorstation wurde ebenfalls durch ISAL gebaut. Die Stadt Hafnarfjördur plant auf der Hafeninnenseite noch ein Bürogebäude für den Hafenmeister mit Aufenthaltsräumen für die Entlademannschaften. Die Bauarbeiten für die Hafenmole wurden Ende 1966 international ausgeschrieben und anfangs 1967 wurde die deutsche Unternehmung Hochtief AG zusammen mit dem isländischen Unterakkordanten Veltaekni mit den Bauarbeiten betraut.

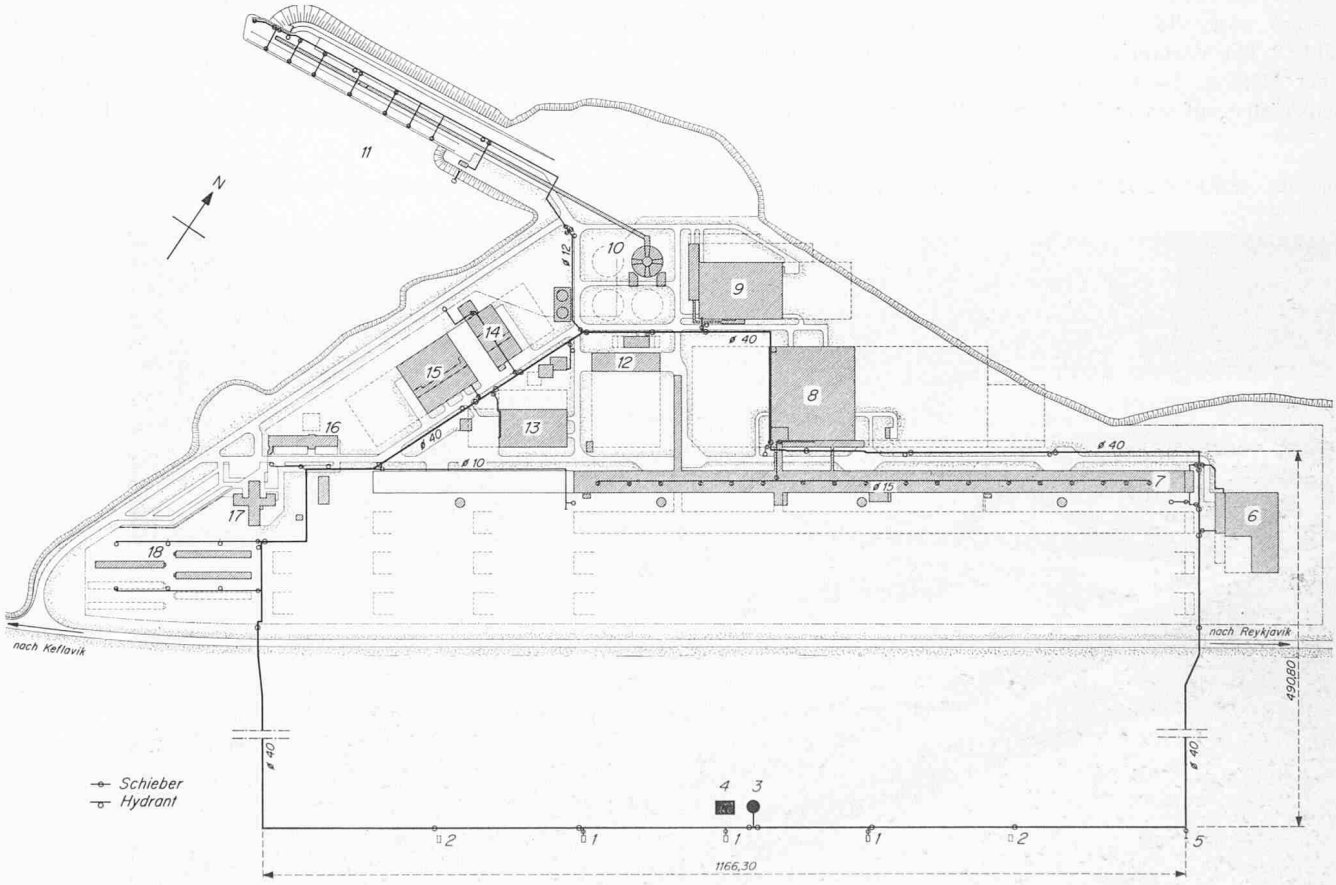


Bild 18. Das System der Wasserversorgung (schematisch, 1:8000)

1 Pumpstationen
2 Pumpstationen für Weiterausbau
3 Wasserturm 72 m³
4 Transformatorenstation
5 Anschluss für Gasturbinenstation
6 Hochspannungsanlage
7 Ofenhalle
8 Giesserei
9 Anodenanschlägerei
10 Tonerdesilo 30 000 t
11 Hafenanlage
12 Lagerhaus
13 Kathoden-Reparaturwerkstatt
14 Garage
15 Werkstatt
16 Bürogebäude
17 Kantine
18 Unterkünfte

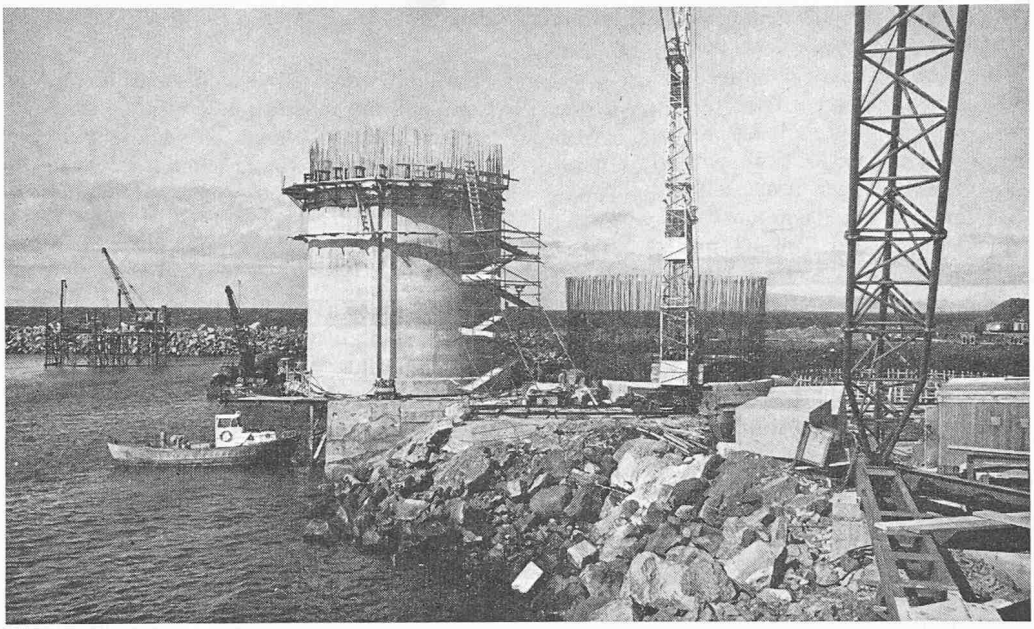


Bild 19. Bau der Hafenmole. Die Senkkästen werden an Land hergestellt und nachher auf den Meeresboden abgesetzt

b. Baumethode

Die Konstruktion der Mole musste in hohem Masse den Untergrundverhältnissen angepasst werden. Lösungen mit Spundwänden oder Pfählung schienen im unregelmässigen Untergrund unzuverlässig. Man wählte deshalb eine Methode, bei der vorfabrizierte Bauelemente ohne Verankerung nur auf den Meeresboden abgestellt zu werden brauchten. Die vorfabrizierten Betonteile wurden als runde Betonbehälter (Senkkästen) ausgebildet (Aussen-⌀ 12,50 m, Höhe 18,15 m), Bild 19. Die Vorfabrikation erfolgte zu rund $^2/_3$ am Lande auf einer Helling. Nach dem Erhärten des Betons wurden die Senkkästen auf einem Schlitten ins Wasser befördert und anschliessend mit Sand und Wasser ballastiert. In diesem Zustande wurden die oberen Wandteile auf die volle Höhe betoniert und nachher im Meer auf einen Lagerplatz geschwommen. 20 solche Elemente bilden die Innenseite der Hafenmole. Die dem Meer zugewandte Aussenseite der Mole besteht aus einem Steinwall aus Felsblöcken von je etwa 10 t Gewicht.

Gleichzeitig wurde der Baugrund vorbereitet. Es mussten grosse Mengen Fels gesprengt werden, um die 12 m Hafentiefe zu erreichen, wobei auch hier im heterogenen und zerklüfteten Material Schwierigkeiten auftraten. Der Sprengeffekt war infolge von Ausblasen oder Verpuffen der Ladungen oft sehr klein. Noch mehr Schwierigkeiten bereiteten aber kompakte

Bild 20. Ansicht des Hafens Straumsvík (Zustand September 1969). Im Vordergrund der Hafenquai mit der bedeckten Förderbandbrücke

Die Aluminiumhütte der Icelandic Aluminium Co. Ltd. in Straumsvik

Die Tonerde-Ladung wird mit Hilfe des besonderen Hebers gelöscht. Rechts die gedeckte Förderbandbrücke

Bau der Hafenmole. Zustand vom 5. Februar 1969

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

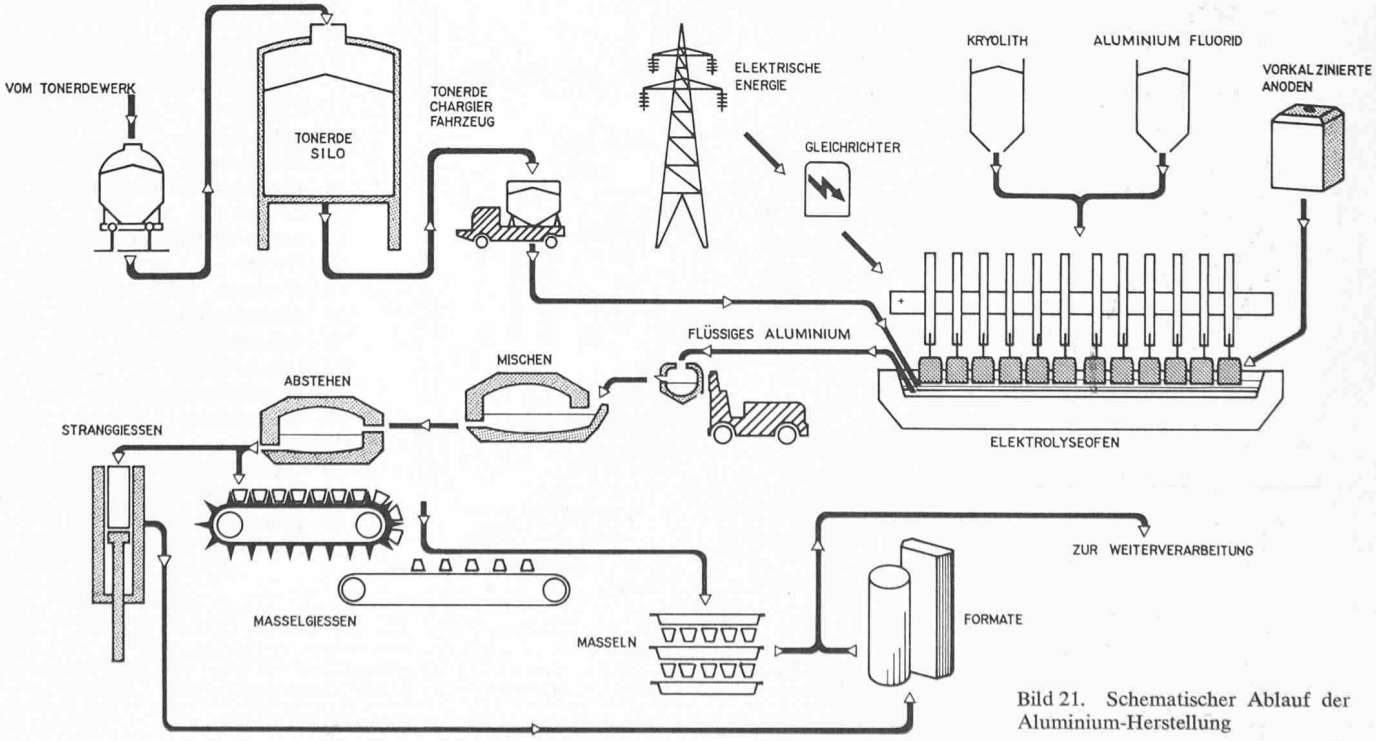


Bild 21. Schematischer Ablauf der Aluminium-Herstellung