

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 30 (1939)
Heft: 18

Artikel: Erz-Verhüttung und Elektrolyse
Autor: Lorenz, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060874>

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: 25.04.2025

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

entwickelt und in grösserer Zahl in Betrieb gesetzt. Die schweizerische Praxis brachte bis jetzt zwei derartige Fahrzeugtypen heraus. In *Luzern* handelt es sich um zweiachsige Fahrzeuge für 34 Sitzplätze und 20 Stehplätze mit einer Tara von 8,2 t. Die elektrische Ausrüstung (BBC) umfasst den Generator mit gemischter Erregung und Gegenkompoundierung zur direkten Kupplung mit dem Dieselmotor von 75 kW und 1800 U/min, den fremderregten Triebmotor und die elektrische Apparatur. Im Fahr- und Bremsbetrieb wird eine selbsttätige Feldregulierung des Triebmotors verwendet. Auch in *Bern* wird ein dieselektrischer Omnibus mit elektrischer Ausrüstung der MFO mit im Heck quer zur Fahrtrichtung angeordneter Dieselmotorgeneratorkomplexe in Betrieb kommen. Der Führer hat bei beiden Ausführungen zum Anfahren nur auf ein Pedal zu treten, um die Anfahrt ohne Unterbrechung der Zugkraft völlig stoss- und stufenlos durchzuführen. Die mechanische Bremsung ist mit einer elektrischen kombiniert. Die Übertragungselemente sind die sonst üblichen: Kardanwelle, Winkelgetriebe und

Differential. Der Steuerung dienen drei Pedale: ein Fahrpedal, ein Bremspedal für die kombinierte elektrische und pneumatische Bremse und ein Notbremspedal für die Druckluftbremse allein. Gegenüber Benzin- oder Dieselmotornibussen weisen diese Fahrzeuge zweifellos mancherlei Vorteile auf, für unsere Verhältnisse kann ihnen jedoch nur eine sehr bedingte Berechtigung für Strecken mit schwachem Verkehr zugesprochen werden, wo doch der Trolleybus fahrtechnisch wesentlich grössere Vorteile bietet und dazu noch von ausländischem Brennstoff unabhängig ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die elektrischen Triebfahrzeuge nicht nur nicht am Ende ihrer Entwicklung stehen, sondern, wie hier nur in grossen Zügen angedeutet werden konnte, noch sehr bedeutende Entwicklungsmöglichkeiten besitzen, zu deren Verwirklichung die schweizerische Praxis kraft ihrer besonderen Erfahrung auf diesem Gebiete seit jeher einen sehr erheblichen Anteil zu leisten berufen war und ist.

Erz-Verhüttung und Elektrolyse.

Von G. Lorenz, Thuisis.

621.35

Die Frage «Roheisen und Stahl aus einheimischem Erz und einheimischer Wasserkraft» wird unter Bezugnahme auf frühere Veröffentlichungen im Bulletin SEV gestreift. Die Gewinnung von Leichtmetallen durch Schmelzelektrolyse, die Galvanotechnik und elektrische Oxydation des Aluminiums, verschiedene Salz-Elektrolysen, die elektrolytische Herstellung von Sauerstoff und Wasserstoff, die Erzeugung von Benzin aus Wasser und Kalkstein und die Herstellung synthetischer Speisefette werden kurz besprochen. Es handelt sich dabei zum Teil um Zukunftsprobleme, deren Lösung schwierig, aber nicht unmöglich scheint.

L'auteur touche tout d'abord au problème «fer brut et acier à partir des minerais et des forces hydrauliques indigènes», en se référant aux publications antérieures dans le Bulletin ASE. Il examine ensuite brièvement l'extraction de métaux légers par l'électrolyse de matières en fusion, la galvanoplastie et l'oxydation électrolytique de l'aluminium, l'électrolyse de différents sels, la production électrolytique d'oxygène et d'hydrogène, la synthèse de l'essence à partir d'eau et de calcaire, la fabrication de graisses comestibles synthétiques. Il s'agit là en partie de problèmes d'avenir, dont la solution est difficile, mais ne paraît pas impossible.

Etwa 5 % der Erdkruste werden vom Eisen, etwa 8 % vom Aluminium gebildet.

Erze sind metallhaltige Mineralien und Gesteine, aus denen Metalle lohnend gewonnen werden können. Die Metalle finden sich in den Erzen, entweder «gediegen», d. h. chemisch rein, wie z. B. die Edelmetalle Silber, Gold und Platin, oder in Form chemischer Verbindungen vor.

Mit der Reihe der dem Menschen nutzbar gemachten Metalle und dank der immer mehr entwickelten und verfeinerten Arbeitsmethoden ihrer Gewinnung ist die Zahl der als «Erze» zu bezeichnenden Mineralien und Gesteine immer grösser geworden. Wer weiss, ob die Zukunft unsere Kalkberge und Tonlager nicht auch noch zu Erz werden lässt?! Sicher ist die sprichwörtlich «steinreiche», aber «erzarme» Schweiz im Laufe der letzten Jahre immer «erzreicher» geworden.

Als *Verhüttung* bezeichnet man die Verarbeitung der Erze auf die in ihnen enthaltenen Metalle. Im Erz gediegen vorliegende Metalle können durch rein mechanische Verhüttung (Aufbereitung) gewonnen werden. Elektrische Energie findet dabei für Kraftantriebe ausgedehnte Verwendung.

Metallverbindungen erfordern ausserdem eine thermochemische oder elektrochemische Aufarbeitung.

Bei der *thermochemischen Verhüttung* spielt die elektrische Energie auch die Rolle des Wärmespenders und sie findet gelegentlich Verwendung als Magnetisierungsstrom zur Scheidung magnetischer Metalle und Metallverbindungen von der Gangart.

Elektrochemische Verhüttung ist Elektrolyse. Sie beruht auf der Trennung gelöster Metallverbindungen durch den elektrischen Strom (Gleichstrom). Dabei scheidet sich das elektrisch positive Metall-Ion an der negativen Elektrode (Kathode) und das elektrisch negative Sauerstoff- oder Säurerest-Ion an der positiven Elektrode (Anode) ab.

Für die Elektrolyse ist die elektrische Energie Wärmespendend und chemisches Agens (Reduktionsmittel) zugleich.

Aber nicht nur Metallverbindungen, sondern auch das metalloide Wasserstoffoxyd Wasser (H₂O) wird gewissermassen elektrolytisch «verhüttet» zu Wasserstoff und Sauerstoff.

Den heutigen Stand *der Erzverhüttung und Elektrolyse*, deren Entwicklungsmöglichkeiten und Zukunftsaussichten für die schweizerische Elektrotechnik halbwegs vollständig darzustellen, geht über den Rahmen eines kurzen Aufsatzes weit hinaus. Was hier folgt, ist deshalb auch kein ausgeklügeltes Buch, sondern es sind wenige Streiflichter und

Fragmente, die berechtigten Anspruch auf grösste Nachsicht des Lesers erheben.

Von den einheimischen Schwermetall-Erzen können im Rahmen einer so gedrängten Uebersicht selbst die *Eisenerze und ihre Verhüttung* nur kurz gestreift werden. Näheres darüber siehe Bulletin

Energie als Wärmesponder und mit elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff als Reduktionsmittel anstreben. Anfangserfolge konnten dabei bereits erzielt werden.

Die Problemstellung lautet deshalb: *Roheisen und Stahl aus einheimischem Erz und einheimischer Wasserkraft!* Möge die Zukunft ihre technisch-wirtschaftliche Lösung bringen!

Dass im elektrischen Niederschachtofen Eisen- und Mangan-Erze auf Ferromangan und Eisenerze mit Quarz auf Ferrosilizium verschiedener Zusammensetzung verarbeitet werden können, sei hier nur kurz erwähnt.

Andere metallurgische Elektro-Wärme-Anwendungen zu Legierungs- und Veredelungszwecken gehören nicht in den Rahmen dieses Aufsatzes und haben andernorts eine Würdigung gefunden.

Erzverhüttung ist aber auch die elektrolytische Gewinnung

(Elektrolyse) der erdalkalischen und alkalischen Leichtmetalle aus ihren Oxyden, Hydroxyden und Salzen. *Aluminium* steht an ihrer Spitze. Seine schweizerische Urerzeugung ist Wurzel und Stamm einer zu grösster Weltgeltung entwickelten Industrie geworden, trotzdem wir dafür auf ausländische Rohstoffe angewiesen sind. Dies nicht etwa, weil im Schweizerlande Aluminiumverbindungen

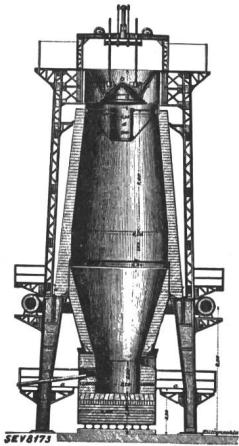


Fig. 1.
Kokshochofen,
schematischer Schnitt.

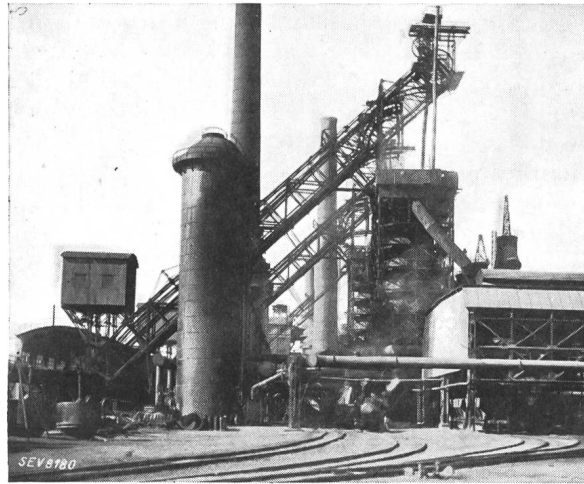


Fig. 1.
Hochofenanlage.

SEV 1938, Nr. 20, S. 541/563. Die Gegenwart stellt demnach fest, dass am Gonzen und im Fricktal eine genügende Erzbasis für eine einheimische Roheisen- und Stahlerzeugung vorhanden ist und dass die technischen Fragen der elektrischen Verhüttung selbst für das verhältnismässig «arme» Fricktaler Erz als gelöst betrachtet werden dürfen. Als Reduktionsmittel kommt wie beim Hochofenprozess Kohlenstoff in Form von Koks in Frage, der aber für den elektrischen Niederschachtofen von minderer Qualität sein darf. Als Wärmesponder tritt an die Stelle von Koks die elektrische Energie aus einheimischer Wasserkraft.

Je nach dem Eisengehalt des Erzes benötigt man zur Erzeugung von einer Tonne Roheisen ca. 400 Kilo Koks und dazu 2500 kWh bis 4500 kWh. Zur Zeit im Gange befindliche Studien lassen hoffen, dass die Weiterverarbeitung des Roheisens auf Stahl- und Walzwerk-Erzeugnisse auch unter normalen Verhältnissen den wirtschaftlichen Erfolg inländischer Eisenerz-Verhüttung zu sichern und dadurch den Weg frei zu geben vermag für eine unserem Lande neue, aber sehr erwünschte Industrie und Arbeitsbeschaffung.

Eine Kombination der Eisenerz-Verhüttung mit Benzin-Synthese und Ueberschuss-Energie-Verwertung ist ebenfalls im Bulletin SEV 1938, Nr. 20, S. 568/572 generell dargestellt und es mag deshalb hier dieser Hinweis genügen.

Es sind aber auch Versuche im Gange, die eine Verhüttung inländischer Eisenerze mit elektrischer

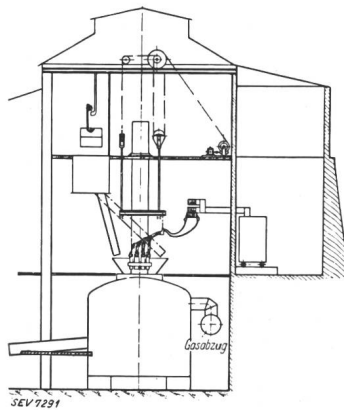
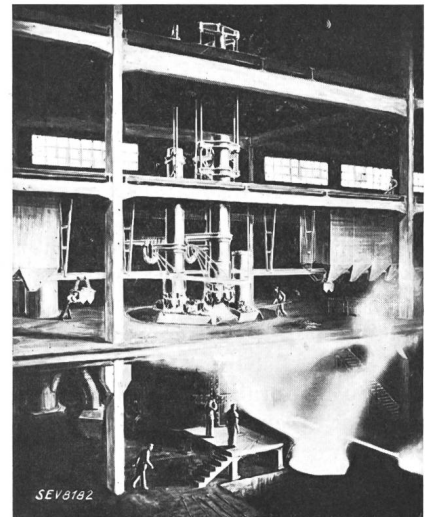


Fig. 3 (oben).
Elektrischer Niederschachtofen,
schematischer Schnitt.

Fig. 4 (rechts).
Elektrische Niederschachtofenanlage.



fehlen, sondern weil die vorhandenen verhältnismässig arm und unrein und deshalb bis heute einer technisch-wirtschaftlichen Aufbereitung für die Schmelz-Elektrolyse verschlossen geblieben sind. Bei der Schmelz-Elektrolyse bewirkt die elektrische Energie als Wärmesponder und Reduktionsmittel den Schmelzfluss und die Dissoziation des Aluminiumoxyds in metallisches Aluminium und Sauerstoff. Sauerstoff hat den Abbrand der Kohlenelek-

trogen zur Folge. Zum Schmelzfluss des Aluminiumoxyds bedarf es des Zusatzes eines Flussmittels in bedeutenden Mengen. Diesem Umstand und der Doppelfunktion der elektrischen Energie ist es zuzuschreiben, dass zur Gewinnung von einer Tonne Aluminium etwa 24 000 kWh aufgewendet werden müssen. (Näheres hierüber siehe Bulletin SEV 1936, Nr. 25.)

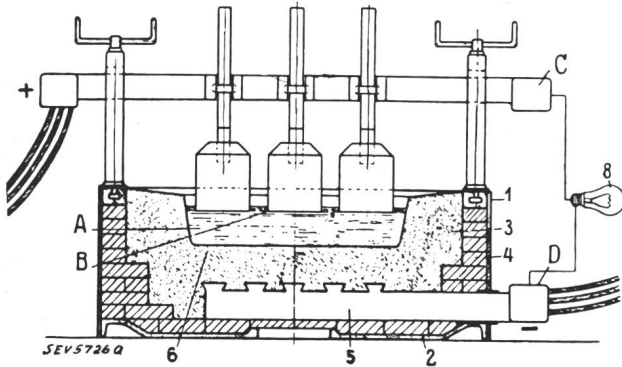


Fig. 5.

Zelle für Aluminium-Elektrolyse für 8000 A.

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| A Elektrolysiergefäss. | 3 Aufgestampftes Bodenfutter |
| B Anoden. | 4 Mantel aus Mauerwerk. |
| C Stromleiter. | 5 Bodenplatte (Kathode), |
| D Kathode. | 6 Badboden, |
| 1 Blechmantel, | 8 Glühlampe als Spannungsmesser. |
| 2 Bodenplatte, | |

Dem Aluminium und seinen Legierungen, insbesondere auch dem sogenannten Elektron, das etwa 12% Aluminium und etwa 88% Magnesium enthält, stehen noch grosse Entwicklungsmöglichkeiten und Verwendungsgebiete offen.

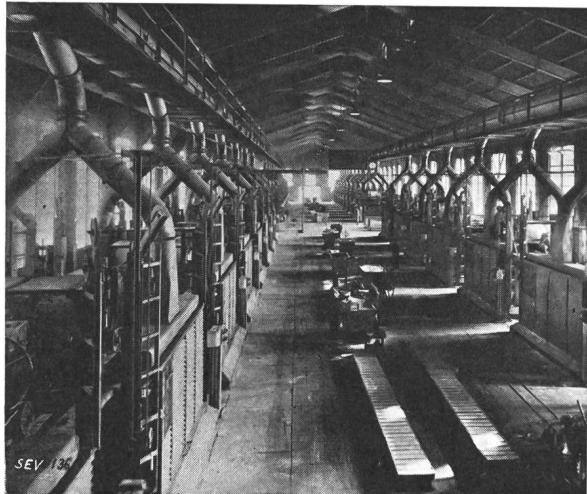


Fig. 6.

Elektrolysierraum in Chippis.

Magnesium, sowie die Alkalimetalle Kalium und Natrium werden ebenfalls durch Schmelzelektrolyse gewonnen.

Für die Zukunft möchte man auch dem Kalzium zunehmende metallurgische Verwendungsmöglichkeiten und unseren Kalken und Tonen eine technisch-wirtschaftliche Verhüttung auf die in ihnen in grossen Mengen vorkommenden Erdalkalimetalle wünschen.

Elektrolyse ist ferner die Galvanotechnik, die metallische und nichtmetallische Gegenstände als Kathoden in Metallsalzbäder einsetzt und mit Hilfe des elektrischen Stromdurchganges verzinkt, verkupfert, vernickelt, verchromt, versilbert, vergoldet oder plattiniert. Dies zur Oberflächenveredelung und zum Schutze der Unterlage gegen chemische Korrosion.

Beim Aluminium, das sich an der Luft mit einer schützenden Oxydschicht überzieht, wird das gleiche in verstärkter Masse und für viel weiter reichende Verwendungsmöglichkeiten, ebenfalls elektrolytisch erreicht. Das Metall wird als Anode in ein beim Stromdurchgang Sauerstoff entwickelndes Bad eingesetzt. Die dabei sich bildende Oxydschicht ist chemisch und physikalisch ausserordentlich widerstandsfähig. Sie kann undurchlässig für chemische Agenzien und dennoch an der Oberfläche fein porös sein. Letztere Eigenschaft erlaubt sehr schöne und haltbare Färbungen. Aber nicht nur als Farbträger, sondern auch als Träger für Verspiegelungen, für Desinfektions- oder Sterilisationsmittel und namentlich für Katalysatoren er-

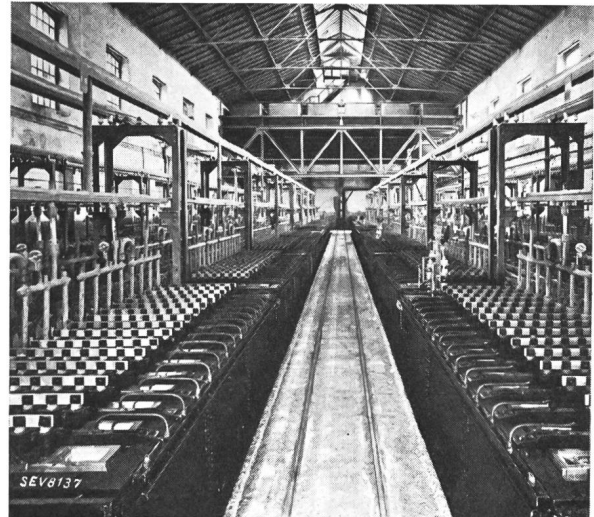


Fig. 7.

Elektrolysierranlage in Monthey.

öffnen sich aussichtsreiche Anwendungen. Diese elektrolytische Oxydation des Aluminiums lässt sich nicht nur mit Gleichstrom, sondern auch mit Wechselstrom verschiedener Frequenz durchführen, und es ergeben sich daraus viele Variationsmöglichkeiten für die Dicke, Dichte, Härte, Oberflächenporosität und Eigen-Farbtönung der Oxydschicht.

Es ist damit gewissermassen ein Kreislauf geschlossen worden, bei dem wir von der Verhüttung der Erze auf ihre Metalle ausgegangen und zur Rückbildung des Metalles in sein Erz zurückgekehrt sind.

In diesen Kreislauf reihen sich ein die elektrolytische Gewinnung von Natronlauge und Chlor, dieses zur Erzeugung synthetischer Salzsäure, aus Kochsalz, die Regeneration von Chromsulfatlösungen zu Chromsäure, die Oxydation von Mangansulfat zu Mangansulfat, die Reduktion von Nitro-

benzol zu Benzidin und ferner die Herstellung einer grossen Zahl chlorsaurer und borsaurer Salze. Die Verschiedenheit dieser Erzeugnisse und die Vielseitigkeit ihrer technischen Verwendung legt Zeugnis ab für die mannigfaltigen chemischen Wirkungen der elektrischen Energie und ihre künftigen Entwicklungsmöglichkeiten.

Und schliesslich schafft das Wasser noch die Kraft zu seiner eigenen Auflösung (Elektrolyse) in Wasserstoff und Sauerstoff. Etwa 4,5 kWh Gleich-

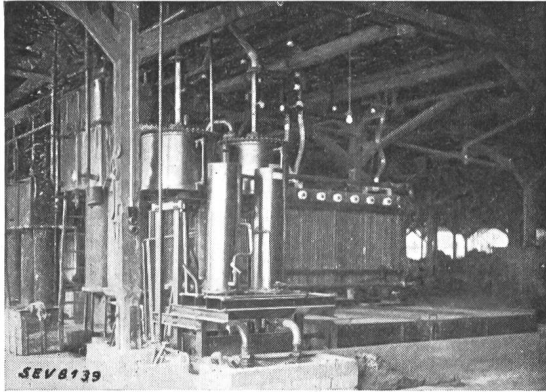


Fig. 8.
Filterpresse-Elektrolyseur.

strom erzeugen aus ca. 750 g Wasser rund 1 m³ (~ 85 g) Wasserstoff und rund 0,5 m³ (~ 665 g) Sauerstoff. Die Gasgewichte beziehen sich auf trockene Gase bei 15° Celsius und 760 mm Quecksilbersäule. Die Gasreinheit kann mit 99,5 . . . 100 % gewährleistet werden, was sicherheits- und verwendungstechnisch von grosser, oft ausschlaggebender Bedeutung ist.

Reichlich $\frac{1}{5}$ der Luft, fast die Hälfte der Erdkruste und $\frac{8}{9}$ des Wassers sind Sauerstoff. Der Sauerstoff ist ein ausgezeichnetes Oxydationsmittel.

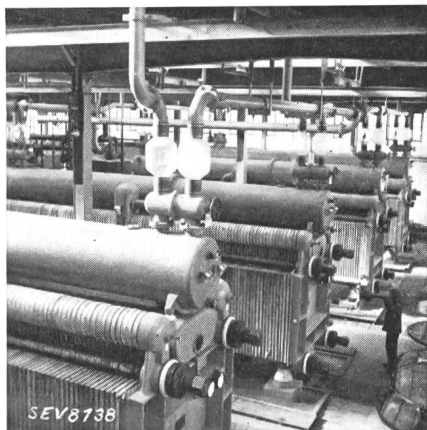


Fig. 9.
Elektrolysieranlage in Visp.

Der Wasserstoff ist ein ebensogutes Reduktionsmittel. Wasserstoff und Sauerstoff verbrennen, d. h. sie verbinden sich unter sehr hoher Temperaturentwicklung wieder zu Wasser. Wasserstoff wiegt spezifisch nur $\frac{1}{12}$ der Luft.

Aus diesen Eigenschaften ergeben sich im wesentlichen die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten beider Gase.

Die Gegenwart kennt Wasserstoff als Traggas für Frei- und Lenk-Ballons.

Wasserstoff und Sauerstoff werden in grossen Mengen zum autogenen Schweiessen und Schneiden von Metallen verwendet. Das Gleiche kann der Sauerstoff in Verbindung mit Azetylen-dissous leisten.

Sauerstoff dient der künstlichen Atmung in Spitälern, bei Brandfällen, beim Ausströmen giftiger Gase, bei Grubenkatastrophen usw.

In der Knallgasflamme (Wasserstoff-Sauerstoffflamme) schmilzt das Aluminiumoxyd bei ca. 2000° Celsius und baut sich auf zu synthetischen Rubinen und Saphiren. Diese sind als echte Kristalle den natürlichen Edelsteinen in Zusammensetzung, Aufbau, Härte, Farbe, Lichtbrechung usw. völlig gleich und hinsichtlich Reinheit und Fehlerfreiheit sogar überlegen. Der Techniker kennt und schätzt diese Edelsteine als Uhrensteine, Zählersteine, Kompass-Steine, Ziehsteine und Spritzdüsen-Steine, Schleifmittel usw. Die Frau zeigt sich so gern in ihrem Schmuck. Als Schmuckstein dient auch der Spinell, der aus Aluminium-Magnesium-Oxyd ebenfalls in vorbeschriebener Art und Weise und in den verschiedensten Farben erzeugt werden kann.

In grössten Mengen dienen Wasserstoff und Sauerstoff zur Ammoniak-Synthese und zur Herstellung von Salpetersäure für die Kunstdünger-Fabrikation. Die Lonza-Werke im Wallis verfügen für solche Zwecke über die grössten Wasser-Elektrolyseur-Anlagen der Schweiz.

Wasserstoff hat weiter die Fähigkeit, sich im Beisein bestimmter Katalysatoren an Oele anzugliedern und diese durch Wasserstoff-Anreicherung in feste Fette überzuführen. Diese sogenannte Fett-härtung hat erst die Herstellung von Fetten aus Oelen ermöglicht und sie bildet eine der Hauptgrundlagen der heutigen Speisefett-Industrie.

Heute schon dient Wasserstoff als Motortriebstoff und zur Herstellung synthetischer Kohlenwasserstoffe. Es sind dies Heizöle, Motortriebstoffe, Schmiermittel und künftig vielleicht sogar synthetische Speisefette. Der dazu erforderliche Kohlenstoff wird durch teilweise Verbrennung bzw. Vergasung von Brennstoffen zu Kohlenoxyd mittels Luft oder mittels elektrolytisch gewonnenem Sauerstoff erzeugt. Wieder ist es die elektrische Energie, die bei diesen Prozessen als Wärmespende und chemisches Agens wertvolle Dienste leistet und nützliche Verwendung findet. Zur Kohlenoxyd-Erzeugung braucht man keineswegs nur an ausländische Brennstoffe zu denken, sondern es können dafür auch einheimisches Holz, und zwar namentlich Abfallholz, sowie Torf, Walliser Anthrazit und dergl. in Betracht gezogen werden.

Halten wir noch weiter Umschau, wie es auch in den nordischen Ländern heute schon geschieht, dann stellen wir fest, dass wir in ungeheuren Mengen über ein Gestein verfügen, welches weder Erz noch Kohle ist und dennoch ein wertvolles Metall,

nämlich ca. 40 % Kalzium und dazu noch ca. 12 % Kohlenstoff enthält. Es ist der Kalkstein, der zurzeit fast ausschliesslich als Baumaterial, zur Kalkbrennerei und Zement-Fabrikation Verwendung findet. Es ist aber beim heutigen Stand der Technik kaum daran zu zweifeln, dass seine Ausnützbarkeit damit bei weitem noch nicht erschöpft ist. Man wird deshalb an eine Verhüttung des «zu Erz gewordenen» Kalksteines in Zukunft wenigstens denken dürfen.

Benzin aus Wasser und Kalkstein herzustellen ist jedenfalls heute schon nur noch zum kleineren Teil ein technisches, dagegen ein noch sehr schwerwiegendes, wirtschaftliches Problem, dessen Lösung wohl nur von neuen Gewinnungs- und Verwendungsmöglichkeiten des Kalziums, seiner Legierungen und Verbindungen erwartet werden darf. Denn zur Gewinnung von nur 12 % Kohlenstoff allein kann man nicht «Berge verhütten».

Damit sind wenigstens einige der wichtigsten Aufgaben und Probleme der Erzverhüttung und Elektrolyse in Gegenwart und Zukunft ins Rampenlicht gestellt worden. Elektrische Energie spielt bei ihrer Lösung nicht nur eine grosse, sondern sogar eine ausschlaggebende Rolle, und da sie in jedem Fall möglichst billig sein muss, ist vorzugsweise die Verwertung von 24stündiger Jahreskonstantenergie oder Saisonüberschuss-Energie für solche Zwecke ins Auge zu fassen. Derzeit werden in der Schweiz für Elektrolysen verschiedenster Art bei normalem Beschäftigungsgrad gegen 1 000 000 000 kWh jährlich verbraucht. Erzverhüttung und Benzin-Synthese bescheidensten Ausmasses könnten leicht einen ähnlich hohen Energiebedarf aufweisen, für dessen Deckung allerdings nur Saison-Ueberschussenergie billig genug zu haben sein dürfte. Die Schweiz wird aber auch künftig stets über grosse Mengen von Saison-Ueberschussenergie während im Mittel etwa 8 Monaten des Jahres verfügen, denn es ist gar nicht daran zu denken, durch Wasser-Akkumulierung einen auch nur annähernd vollständigen Ausgleich

der Leistungsfähigkeit der Kraftwerke über das ganze Jahr herbeizuführen.

Zusammenfassung.

Einleitend wurden die Begriffe «Erz», «Erz-Verhüttung» und «Elektrolyse» ihrem Wesen und ihren Zusammenhängen nach kurz erläutert. Es folgte eine knappe Darstellung des heutigen Standes und der Entwicklungsmöglichkeiten der Verhüttung einheimischer Eisenerze, gleichzeitig als Beispiel der bei der Gewinnung von unedlen Schwermetallen allgemein und fast ausschliesslich gebräuchlichen thermochemischen Verhüttung, bei welcher die elektrische Energie nur die Rolle des Wärmespenders spielt und Kohlenstoff als chemisches Agens dient. Die Verwendung elektrolytisch erzeugten Wasserstoffes als Reduktionsmittel für die Eisenerzverhüttung wurde als Zukunftsproblem aufgezeigt.

Uebergend auf die Verhüttung der erdalkalischen und alkalischen Leichtmetall-Erze im Wege der Schmelz-Elektrolyse wurde auf die Verwendung der elektrischen Energie als Wärmespenders und chemisches Agens hingewiesen.

Die Galvanotechnik und die elektrische Oxydation des Aluminiums leiteten über zur Elektrolyse, die unter Umständen sogar Metall wieder in Erz verwandelt und dann nicht mehr unter den Begriff «Erzverhüttung» fällt. Sie lässt die elektrische Energie bei Reduktions-, Oxydations- und Dissoziations-Vorgängen eine sehr vielgestaltige Rolle als chemisches Agens spielen.

Daraus ergab sich der Uebergang zur elektrolytischen Selbstauflösung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff, auf die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten dieser Gase und auf interessante Kombinationen derselben mit der Erzverhüttung und Benzin-Synthese bis zur Herstellung synthetischer Speisefette auf dem Wege der Fetthärtung.

Von der Erzverhüttung zur Elektrolyse und zurück zur Synthese bis zum Benzin aus Wasser und Kalkstein führte der Weg einem Zukunftsproblem entgegen, das schwer, aber nicht unlösbar erscheint.

4. Fernmeldewesen.

Von F. Fischer, Zürich, J. Forrer, Zürich, A. Muri, Bern, F. Tank, Zürich.

621.39

Die Grundlagen der neuesten Entwicklung der Schwachstrom- und Hochfrequenztechnik werden in knappen Zügen dargelegt: Elektronenröhre, Elektronenvervielfachung, Ikonoskop, Braunsche Röhren. Dann folgt eine Darstellung der modernen Fernsprechtechnik, der heute alle Mittel zur einwandfreien Ueberwindung jeder praktisch wünschbaren Entfernung zur Verfügung stehen; der Stand und die Entwicklungstendenzen dieser Mittel, nämlich pupinisierte Kabelleitungen und Hochfrequenzkabel für verschiedene Grenzfrequenzen, Verstärker und Trägerfrequenzsysteme, welche die Uebertragung mehrerer Gespräche auf zwei Drähten gestatten, werden besprochen. Zum Schlusse folgt ein Ueberblick über die drahtlose Nachrichtentechnik mit all ihren Problemen der Millionstelsekunde, die Radio- und Fernsehtechnik.

Cette étude donne un aperçu succinct des progrès récents de la technique des courants faibles et de la haute fréquence: tubes électroniques, multiplicateurs d'électrons, iconoscopes, tubes de Braun. Suit un exposé de la téléphonie moderne qui dispose aujourd'hui de tous les moyens nécessaires pour franchir toutes les distances pratiquement désirables, puis un aperçu du développement de ces moyens et de ses tendances: câbles pupinisés, câbles à haute fréquence pour différentes fréquences-limites, amplificateurs et systèmes à ondes porteuses qui permettent de faire passer simultanément plusieurs conversations par deux fils. L'étude passe finalement en revue l'état actuel de la radiotéléphonie et de la télévision avec leurs problèmes spéciaux de l'ordre du millionième de seconde.

I.

M. — Die Anwendung der Sprache zur Vermittlung von Gedanken unterscheidet den Men-

schen von allen andern Wesen der Schöpfung. Aufgabe des Ingenieurs ist es, die Ausbreitung des gesprochenen Wortes mit Hilfe der elektrischen