Die Wärme für den Vorgang an der Ferrocyan/Ferricyanelektrode habe ich aus der Angabe hergeleitet, dass

Das zugehörige Potential stammt aus der schönen Arbeit von Schaum¹⁾. Die drei letzten Wärmen entnehme ich Ostwalds Berechnung und Zusammenstellung der Ionisationswärmen, die Potentiale den angezogenen Arbeiten von Sullivan, Peters und Luther. Diese drei Potentiale und das der Ferrocyan/Ferricyanelektrode sind epa -Werte und die Temperatur, für die sie gelten, ist beigesetzt.

Um die Werte für epa von einer Temperatur auf eine andere umzurechnen, ist die Helmholtzsche Formel anzuwenden. Geht der Vorgang unter Aufnahme negativer Ladungen, wie es bei den Vorgängen der Tabelle der Fall ist, voran, also nach dem Schema

so ist nach Helmholtz

$$-E = \frac{Q}{23110} - T \frac{dE}{dT},$$

wo Q die Teilwärme pro Valenz ist. Sind alle maassgeblichen Konzentrationen gleich 1, so ist $-E = -epa$, also

$$epa_T = \frac{-Q}{23110} + T \frac{dE}{dT}.$$

Die Kenntnis von epa_T , Q und T liefert $\frac{dE}{dT}$ und die Voraussetzung, dass Q in einem begrenzten Temperaturgebiet unabhängig von T , und somit $\frac{dE}{dT}$ in diesem Gebiet konstant ist, liefert aus diesen Daten den Gang von epa_T mit wechselnder Temperatur. Die Voraussetzung,

1) Diese Zeitschrift 5, 316.

dass $\frac{dE}{dT}$ in dem betrachteten Temperaturintervall konstant ist, liefert auch

$$\frac{epa_T + \frac{Q}{23110}}{epa_{T'} + \frac{Q}{23110}} = \frac{T}{T'}.$$

Zu demselben Resultate gelangen wir mit derselben Voraussetzung, dass Q in den Grenzen T und T' konstant ist, mittels der Formel des beweglichen Gleichgewichtes. Bekanntlich liefert deren Integration mit Hilfe der gedachten Voraussetzung für Q'

$$\ln K - \ln K' = \frac{Q'}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \right).$$

Nun ist $epa_T = -\frac{RT}{vF} \ln K$, wenn der Vorgang

unter Aufnahme negativer Ladungen erfolgt, also mit Einführung elektrischen Maasses

$$\frac{epa_T}{T} - \frac{epa_{T'}}{T'} = \frac{-Q'}{0,2394 \cdot v \cdot F} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \right).$$

Q' bedeutet hier die Teilwärme für v Valenzen. Setzen wir die Teilwärme für eine Valenz wie zuvor gleich Q , so wird

$$\frac{epa_T}{T} - \frac{epa_{T'}}{T'} = \frac{-Q}{23110} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T'} \right).$$

Das geht, wie man sogleich sieht, durch einfache Umformung über in

$$\frac{epa_T + \frac{Q}{23110}}{epa_{T'} + \frac{Q}{23110}} = \frac{T}{T'}.$$

Wie weit sich mit diesen Hilfsmitteln der Gang der elektrolytischen Potentiale stimmend berechnen lässt, hängt natürlich von dem Maasse der Brauchbarkeit ab, das im einzelnen Falle den gemessenen Zahlen innewohnt.

(Eingegangen: 14. November.)

REPERTORIUM.

NEUERE WASSERKRAFTANLAGEN.

(Ein Auszug aus der technischen Litteratur.)

Von H. Mahn, Karlsruhe.

Die Ausnutzung des Wassers als Triebkraft für industrielle Anlagen hat mit den Fortschritten, welche die Technik des Motorenbaues und die Anwendung hochgespannter Ströme in der letzten Zeit gemacht hat, in einem solchen Maasse zugenommen, dass eine Uebersicht über die bemerkenswertesten Veröffentlichungen in der

technischen Litteratur dem Leser dieser Zeitschrift willkommen sein dürfte. Ich folge daher gern der Aufforderung der Schriftleitung, alljährlich einige Berichte über diesen für jeden Elektrochemiker höchst wichtigen Gegenstand zu erstatten, wobei hauptsächlich, jedoch nicht allein, die für die elektrochemische Industrie

erbauten Wasserkraftwerke in ihren Hauptabmessungen und wichtigsten Einzelheiten entsprechend ihrer industriellen Bedeutung beschrieben werden sollen. Es ist wohl ohne weiteres klar, dass hierbei entsprechend dem geographischen Charakter Deutschlands — zur Hauptsache ein Flachland mit träge fliessenden Strömen, nur wenigen, schmalen Gebirgsketten mit kurzen, meist wasserarmen Flussläufen — wenig inländische, dagegen um so mehr ausländische Werke hervortreten werden.

Eine grössere, sehr verdienstvolle Arbeit allgemeinen Inhalts ist in den *Annales des ponts et chaussées* 1900 (2. trimestre) veröffentlicht. Der Oberingenieur René Tavernier, welcher im Auftrage des französischen Ministers der öffentlichen Arbeiten 1898 an Ort und Stelle eingehende Studien über die gesamten Wasserverhältnisse des Alpengebietes, soweit die Schweiz, Frankreich und Oberitalien in Frage kommen, gemacht hat, legt hier die Resultate derselben in höchst anregender und geistvoller Weise nieder, und zwar beschränkt er sich nicht nur auf die rein technischen Fragen und umfangreiche statistische Aufstellungen, sondern macht auch nach seinem im Auslande gesammelten Material Vorschläge über die rechtliche Gestaltung der Wasserkraftausnutzung in Frankreich. Tavernier zieht nur die sogen. grossen Wasserkräfte von 200 PS und mehr in den Kreis seiner Betrachtungen, die kleineren scheidet er, weil nach dem heutigen Stande der Grossindustrie und bei dem stetigen Abnehmen der Kleinbetriebe nicht mehr wirtschaftlich rationell, ohne weiteres aus. Bereits ausgenutzt sind nun durch derartige Kraftwerke in Italien rund 300000 PS, in der Schweiz und dem alpinen Frankreich je rund 200000 PS, während die noch schlummernden Kräfte nach neueren statistischen Angaben in Oberitalien 2640000 PS, in Frankreich sogar 3000000 PS bei Niedrigwasser (N. W.) und 5000000 bei Hochwasser (H. W.) betragen sollen. Für die Schweiz sind von dem Ingenieur Lauterburg die betreffenden Zahlen zu 250000 bei N. W. und 500000 bei M. W. (Mittelwasserstand) angegeben. Die um das Zehnfache grösseren Zahlen für Italien und Frankreich gegenüber der Schweiz erscheinen auf den ersten Blick vielleicht sonderbar, da man in einem Gebirgslande wie der Schweiz die meisten Wasserkräfte erwartet, die Richtigkeit derselben leuchtet indes sofort ein, wenn man bedenkt, dass die Wasserkräfte zur Hauptsache an dem Abfall des Gebirges in die Ebene vorhanden sein müssen, wo die Wassermengen bereits mehr konzentriert sind, nicht aber im Innern der Gebirgsstöcke. Wenn nun auch ein ziemlich grosser Prozentsatz dieser noch unausgenutzten Energie wegen ungünstiger örtlicher Verhältnisse sich nicht rationell verwenden lassen

wird, so bleiben doch immerhin, besonders für Frankreich und Italien, noch so ungeheure Werte über, dass die Industrie nicht zögern wird, baldigst an die Aufschliessung derselben zu gehen. Ebenso besitzt der Staat, als wasserrechtlicher Eigner, in diesen Wasserkraften ein grosses, sehr bald gute Zinsen bringendes Kapital. Bedingung für ihren Ausbau ist dabei — jedenfalls solange noch genügend Kohle als Kraftquelle vorhanden ist —, dass die kapitalisierten Anlage- und Unterhaltungskosten sich niedriger stellen als diejenigen einer Dampfmaschinenanlage. Aus den sehr ausführlichen Kostenangaben Taverniers sei hervorgehoben, dass die Gewinnungskosten der Krafteinheit, d. h. der Pferdestärke, gemessen auf der Turbinenwelle, entsprechend den verschiedenartigen lokalen Verhältnissen bedeutend, und zwar von 100 bis zu mehreren 1000 Frs. schwanken; in Savoyen rechnet man beispielsweise allgemein 300 Frs. als Höchstgrenze für noch rentable Anlagen, als Durchschnittswert dagegen nur 100 Frs. Die effektiven Jahreskosten — 8% Verzinsung und Amortisation, 2% Unterhaltungs- und Betriebskosten — schwanken entsprechend zwischen 10 und 200 Frs. Transport der Energie auf grössere Entfernung verteuert natürlich die Kosten sehr. Ueber die Mietspreise einer PS, gemessen auf der Turbinenwelle, sei noch angegeben, dass in der Schweiz 100 Frs., in Oberitalien noch mehr, in Savoyen dagegen nur 40 bis 50 Frs. bezahlt werden. Die Kosten einer Dampfmaschinen-Pferdestärke stellen sich durchweg bedeutend höher¹⁾. Tavernier behandelt dann die als Absatz der gewonnenen Energie in Betracht kommenden Industrien, unter denen die elektrochemische eine nicht unbedeutende Stelle einnimmt. In der Nutzanwendung seiner im Auslande gesammelten Beobachtungen auf das französische Alpengebiet verlangt er schliesslich einen Aufwand von $\frac{1}{3}$ PS pro Kopf der Bevölkerung für allgemeine Zwecke; der noch verbleibende grössere Restteil soll erst der Industrie zu gute kommen. Aus dem interessanten Schlusskapitel über die Wassergesetze und -Rechtsverhältnisse verdient die Thatsache Erwähnung, dass in Italien die Konzessionen zur Ausnutzung der als staatliches Eigentum geltenden Wasserkräfte auf 30 Jahre ausgestellt werden; eine Verlängerung auf weitere 30 Jahre erhält der Pächter nur, wenn er sich der vom Staate in Interesse der Landes- oder Gewässer-melioration geforderten Konzessionsänderung unterwirft. In der Schweiz liegen die Rechtsverhältnisse so, dass jeder einzelne Kanton das Eigentumsrecht der Wasserkräfte inne hat. Trotz verschiedentlicher Bemühungen ist es der

1) Vergl. den Aufsatz über „Kosten der Kraft-erzeugung“ in Jahrgang 1897 dieser Zeitschr. Nr. 7.

gemeinsamen Bundesregierung nicht gelungen, die Kantone auf dieses Besitzrecht zu Gunsten des Gesamtstaates zum Verzicht zu bringen. Bis ins einzelne gehende Vorschläge über künftige Ausgestaltung der französischen Wassergesetzgebung schliessen die umfangreiche, hohes Interesse verdienende Studie Taverniers ab.

Eine weitere, sehr ausführliche Arbeit eines deutschen Ingenieurs über die Wasserkraftverhältnisse der Alpen (einschliesslich der Tiroler Alpen) und Skandinavien ist in der Zeitschrift für Bauwesen (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin), Jahrgang 1900, Heft 9—12 und 1901, Heft 1—3 abgedruckt. Professor Holz, Aachen, der die betreffenden Gebiete ebenfalls auf einer Studienreise besucht hat und mehrfach gutachtlich in Wasserkraftanlagen daselbst thätig gewesen ist, behandelt in dieser, auch als Sonderdruck erschienen Abhandlung, deren Studium jedem Ingenieur und Elektrochemiker angelegentlichst empfohlen werden kann, besonders die technischen Einzelheiten der meisten neueren Kraftwerke im Gegensatz zu der vorerwähnten, hauptsächlich statistischen Arbeit. Aus dem reichen Inhalt, der durch eine grosse Anzahl trefflicher Abbildungen und Zeichnungen unterstützt wird, seien die bemerkenswertesten Angaben und Zusammenstellungen hier hervorgehoben. Holz bespricht zunächst in einer allgemeinen Einleitung die verschiedenen Arten der Flussthäger, in denen Wasserkräfte gewonnen werden können, und unterscheidet dabei „Stufenthäger“ und „ausgeschliffene Thäger“, d. h. solche, bei denen durch die Erosion ein kontinuierliches Sohlengefälle im Gegensatz zu dem sprunghaften der Stufenthäger bereits geschaffen ist. Für Wasserkraftanlagen sind die letzteren offenbar, da die zu gewinnende Kraft in direktem Verhältnis zu dem Produkt: Wassermenge mal Gefällhöhe steht, wegen der bereits von der Natur besorgten Konzentration des Wassergefälles die günstigeren; sie finden sich in Skandinavien in ausgesprochenem Maasse noch von der Quelle bis zur Mündung der Flüsse, während sie im Alpengebiet nur noch streckenweis, besonders unterhalb der durch die Seen bezeichneten Vorstufen zu finden sind (z. B. im Rhein bei Schaffhausen, Rheinfelden und Lauffenburg). Die geologischen Verhältnisse der skandinavischen Halbinsel sind wohl ziemlich bekannt; die Wasserscheide läuft rund 1000 m über dem Meeresspiegel in geringer Entfernung (100 bis 160 km) von der Westküste und bildet im nördlichen Teile, etwa bis Trondjhem südwärts, zugleich die Landesgrenze der beiden Reiche Schweden und Norwegen. Der Ostabhang ist flach abgedacht und bedeutend breiter als der westliche, bei dem der Abfall zum Meere in den steilen, oft senkrechten Wänden der das Land in viele einzelne Abwässerungsgebiete zerreißen-

den, landschaftlich grosse Reize bietenden Fjorde geschieht; südlich von Trondjhem gehört ein Teil des Ostabhangs noch zu Norwegen. Die Niederschlagsverhältnisse, welche durch die Grösse der abfliessenden Wassermengen die Grösse der nutzbar zu machenden Energie direkt bestimmen, sind sehr wechselnde. Die jährlichen Regenhöhen schwanken im Mittel von 400 bis 2500 mm. Die Verluste beim Abfluss sind nicht sehr hoch. Bemerkenswert ist die grosse Zahl von Seen, die als Abflussregulatoren dienen und infolgedessen das Verhältnis des Hochwassers zum Niedrigwasser verkleinern. Da bei einem Kraftwerk mit dauerndem Betriebe das Minimum der jederzeit verfügbaren Pferdestärke von dem N. W.-Quantum des betreffenden Flusses abhängt, so ist der Vorteil dieser Seenkette ein nicht zu unterschätzender. Ein Vergleich der Wasserkraftstellen der östlichen und westlichen Abdachung der Halbinsel fällt nun wesentlich zu Gunsten der ersteren aus, einmal wegen der dem Westen fehlenden Seen, sodann wegen der bedeutend grösseren Flussgebiete und dementsprechend grösseren Wasserabflussmengen, und endlich wegen der besseren Lage der einzelnen Gewinnungsorte zu den Hauptverkehrspunkten. Das noch zum Ostabhang gehörige Südnorwegen, besonders die Umgebung von Christiania, zeichnet sich durch eine bedeutende Anzahl konzentrierter Wassergefälle aus, in denen noch ungeheure Kraftwerte schlummern. Die Wassergefälle haben durchweg 20 bis 50 m, einige sogar noch mehr Höhe, und Holz giebt in einer tabellarischen Zusammenstellung die in 30 bis 50 km Entfernung von Christiania noch unausgenutzt liegenden Wasserkräfte bei N. W. zu 92000 PS im Gebiete des Glommen und 28000 PS in dem des Drammenflusses an. Die Kosten für den Ausbau einer Pferdestärke haben bei den bisherigen Ausführungen rund 200 Mk. betragen, teilweise noch weniger; die Kraftmenge der meisten Werke betrug zu der Zeit, in der Holz Skandinavien bereiste, 1000 bis 6000 PS. Bekanntlich trägt man sich in Schweden mit dem Gedanken, als Triebkraft für die Eisenbahnen des Landes — jedenfalls für den Personenverkehr — Elektrizität durch Wasserkraftausnutzung zu verwenden; sicherlich wird man in diesem Falle Centralen von beträchtlich grösserer Leistung als bisher bauen. Die gewonnene Kraft wurde bisher, wie es bei dem Holzreichtum des Landes natürlich ist, hauptsächlich zur Herstellung von Holzschliff und Cellulosen benutzt, indessen sind auch eine grosse Anzahl anderer Rohstoffe in genügender Menge vorhanden, wie Kalk, Thon, Torf, und besonders Erze, so dass die neuerdings angelegten und geplanten Werke der elektrochemischen Industrie dienen. Ausser der Herstellung von Calciumcarbid und Aluminium ist ein spezieller Zweig dieser elektrochemischen

Industrie die Gewinnung von Torfkohle und andern Erzeugnissen aus dem Torf, wie sie z. B. in der Nähe von Bergen betrieben wird. Ueber die baulichen Anlagen der Kraftwerke, welche aus einem Stauwehr mit der Wasserentnahmeverrichtung, den Wasserleitungen zu und von der Maschinenanlage und letzterer selbst bestehen, sei erwähnt, dass die Stauwerke durchweg aus einem festen und einem darauf erbauten beweglichen Wehr (Nadelwehr) bestehen; eiserne Druckleitungen sind in sehr grossen Abmessungen, bis zu 5,1 m Durchmesser, zur Verwendung gekommen (Fig. 378). Die Wasserkraftmaschinen sind grösstenteils Kapselturbinen schwedischer und deutscher Herkunft, bei denen sich das Druckrohr direkt an das Gehäuse setzt, während die durchweg auf die Turbinenwelle gekuppelten Dynamos mit Hochspannung arbeiten. Eine Reihe der hervorragendsten Anlagen sind dann von Holz im einzelnen besprochen; die wichtigsten Angaben über dieselben mögen kurz in folgender Tabelle zusammengestellt werden.

Zweifelloos die bedeutendste Wasserkraftanlage Norwegens, vielleicht die grösste derartige Anlage Europas ist diejenige der Aktien-Gesellschaft Hafslund beim Sarpsfos mit vorläufig 24000 PS. Das Normalgefälle beträgt rund 18 m, die erzeugte Kraft — ausgenutzt werden

nur 17000 PS — dient vor allem zur Carbidproduktion (Jahresleistung 5000 Tonnen), ferner sind viele Ziegeleien und andere industrielle Werke angeschlossen. An Turbinen sind sechs à 1400 PS, vier à 2000 PS und zwei à 300 PS aufgestellt, die Dynamos mit 5000 Volt Hauptspannung sind direkt auf die senkrechte Turbinenwelle gekuppelt (Fig. 379 und 380). Endlich sei über die bekannten Trolhättanfälle noch erwähnt, dass jetzt nur 3000 bis 5000 PS daselbst ausgenutzt werden, bei dem vorhandenen N.W.-Quantum von 188 cbm/sek. indes 61000 PS, bei M. W. entsprechend den abfliessenden 512 cbm/sek. sogar 167000 PS erzielt werden können.

Bei der Betrachtung der Wasserkraftwerke des Alpengebiets stellt Holz fest, dass nördlich und südlich der Wasserscheide bis zu der Seenkette entsprechend dem starken Gefälle durchweg Hochdruckwerke, d. h. solche mit einem Nutzgefälle von 50 bis 550 m, unterhalb der Seenstufe dagegen Niederdruckwerke mit 2 bis 12 m Gefälle vorhanden sind. Werke mit mittlerem Nutzgefälle, von 20 bis 40 m, wie in Skandinavien allgemein, kommen höchst selten vor. Die bedeutendsten der besprochenen Kraftwerke sind in ihren Hauptdaten in den beiden Tabellen auf S. 1057 und 1058 zusammengestellt.

Bezeichnung des Werkes	Benutzer Wasserlauf	Nutzgefälle Meter	Gewonnene Pferde-stärken	Art des Stauwerkes	Durchmesser der Rohrleitung Meter	In Betrieb seit
1. Storemøle ¹⁾ bei Bergen . .	—	150	300	Staudamm aus Trockenmauern mit Torfdichtung	0,60	—
2. Bogemøle bei Vaxdal	—	13	525	desgl. ohne Torfdichtung	1 à 1,00 1 à 0,60	—
3. Dale	Bergdalselv	66	1800	—	1,26	—
4. Ulefos	Skienfluss (Bandak-Skienkanal)	10	2000	festes Steinkistenwehr mit Nadelwehr auf der Krone	4,1	1896
5. Löveid	desgl.	8	4000	Steinkistenwehr	5,1	—
6. Skien	desgl.	4,3	5000	Nadelwehr	—	—
7. Bergfos	Randselv	5,0	1000	Steinkistenwehr mit Damm-balkenaufsatz	5 à 1,20	—
8. Violfos	desgl.	18,3	3000	desgl. mit Nadelwehraufsatz	3,70	—
9. Hønefos	Bågnafloss	19	4000	festes Ueberfallwehr	1 à 3,00 1 à 2,70	1896
10. Hofsfos und Hensfos . . .	desgl.	24, bzw. 27	{ 4000 5000	—	—	—
11. Embretsfos . . .	desgl.	14	5000	festes Ueberfallwehr	3 à 2,00	im Jahre 1896 abgebrannt
12. Kongsfos	Simoafloss	16	1000	} niedriges Ueberfallwehr	1,25	noch im Bau
13. Haugsfos	desgl.	33	1000			
14. Kykkelsrudfos	Glommen	14,2 bis 18,7	28000	fester Damm mit Nadelwehraufsatz	—	noch im Bau
15. Sarpsfos	desgl.	18	17000 (24000)	nicht vorhanden	6 à 3,00 1 à 1,60	1899

1) Møle = Mühle, fos = Wasserfall.

a) Hochdruckwerke.

Bezeichnung des Werkes	Benutzer Wasserlauf	Nutzgefälle Meter	Gewonnene Pferde- stärken	Art des Stauwerkes	Durch- messer der Rohrleitung Meter	In Betrieb seit
1. E. W. an der Sihl	Sihl (Nebenfl. der Limmat)	77,0	1600	Betonwehr und Staudamm	1,40	1895
2. E. W. am Pitzel . .	desgl.	480	55000	—	—	geplant
3. K. W. im Val de Travers bei Neuchâtel	Reuse	230	10000	Entnahme in vier Stufen ohne Wehr	1,10, 1,20 und 1,60	1887
4. E. W. Davos	Sertig-Bach	100	250—800	—	0,70	1899
5. K. W. Gastein . . .	Gasteiner Aache	96	7500	Betonwehr	1,90	1898
6. E. W. Meran-Bozen	Etsch	70	6000 bis 7200	desgl.	3,00	1898
7. Brennerwerke bei Mauter	Sill	82	6000	festes Granitwehr	2 à 1,50	1900

Die gewonnene Energie wird teils zur Erzeugung von Licht und Kraft in weiterem Umkreise der Kraftgewinnungsorte, d. h. in Ent-

kommen zur Hauptsache die vertikalaxigen Formen der Jouval- und Francis-Turbinen mit Saugwirkung zur Anwendung. Auf eine selbst-

Fig. 378. Verzweigung eines Druckrohres.

fernungen bis zu 40 km und mehr, verwandt, wobei Hochspannungen bis zu 15000 Volt vorkommen, teils unmittelbar am Gewinnungsorte den Zwecken der elektrochemischen Industrie dienstbar gemacht.

Die massiven Bauteile sind fast überall aus Beton hergestellt, der dort, wo er dem Anprall des Wassers oder von Schwimmkörpern ausgesetzt ist, durch eine Holzschalung geschützt wird. Die Druckleitungen zu den Turbinen sind teils schmiedeeiserne Rohre bis zu 2,5 m Durchmesser, besonders häufig aber auch ausgesprengte Stollen mit Betonauskleidung. Die Turbinen selbst haben bei den Hochdruckwerken meist wagerechte Wellen und eine Maximalleistung von 1200 PS. Bei den Niederdruckwerken

thätige Regulierung wird bei allen Turbinen sehr grosser Wert gelegt. Die Dynamos sitzen überall direkt auf der Turbinenwelle, doch ist bei den schneller laufenden Hochdruck-Turbinen eine elastische Kuppelung eingeschaltet. Die Dynamos der Niederdruckwerke haben zur Erreichung einer möglichst grossen Umfangsgeschwindigkeit sehr grosse Durchmesser (in Rheinfelden z. B. 6 m) und sind über dem Flur des Maschinenhauses angebracht, die Turbinen direkt unter demselben. Von den Hochdruckwerken sind die Kraftwerke des Val de Travers bei Neuchâtel am bemerkenswertesten, da sie gleichsam aneinander gekuppelt sind, d. h. das Abwasser des höher gelegenen Werkes geht ohne längeren Aufenthalt im Flussbette sofort

b) Niederdruckwerke.

Bezeichnung des Werkes	Benutzer Wasserlauf	Nutzgefälle Meter	Gewonnene Pferde- stärken	Art des Stauwerkes	In Betrieb seit
1. Kraftwerk der Stadt Zürich	Limmat	1,5—3,0	600—1200	Nadelwehr	1892
2. Elektrizitätswerk Rathausen bei Luzern .	Reuss	4,12—4,82	1200—1500	nur bei N. W. Klappenwehr	1891
3. E. W. Zufikon-Bremgarten	Reuss	5,15—5,33	1300	desgl. von 1,2 m Stau	1894
4. E. W. Wynau	Aare	3—4,0	3000	Schützenwehr (Tafeln von $4,6 \times 2,36$ m)	1896
5. Kraftwerk Rheinfelden . .	Rhein	2,81—4,89	16000	Beton-Grundwehr	1898
6. E. W. Lyon	Rhône	10—12	20000	—	—
7. E. W. Chèvres bei Genf . .	Rhône	4,5—8,5	12000	Schützenwehr mit sechs Schützen von $8,5 \times 11,5$ m	1896
8. K. W. La Colouyrenière bei Genf	Rhône	1,7—3,7	3800	Jalousiewehr	1888

wieder als Triebwasser in den Oberwasserkanal des nächst tieferen Werkes. Das Wasser wird

von der in den Neuchateler See mündenden Reuse auf einer 6 km langen, 270 m Gefälle überwindenden Stromschnellstrecke entnommen. Die vier Kraftwerke Plan de l'eau, Champ du Moulin, Combe Garrot und Usine de Clées versorgen die Umgegend mit Licht und Kraft für Gewerbebetriebe; ausserdem dienen sie zum Antriebe von Pumpmaschinen für Wasserversorgungen. Von den vorgesehenen 10000 PS sind bisher 5250 ausgebaut. Interessant ist die Angabe, dass der Jahresmietspreis einer Pferdestärke bei Abgabe von nur $\frac{1}{10}$ PS 400 Frs., bei 40 PS dagegen nur 164 Frs. beträgt. Im Falle einer Ueberschreitung der auf 3300 Arbeitsstunden bemessenen Jahresleistung sind prozentualer kleine Zuschläge zu entrichten. Eine eingehende Beschreibung der ebenfalls sehr interessanten, man kann wohl sagen: mustergültigen Brennerwerke bei Matrei ist von dem entwerfenden und ausführenden Ingenieur O. von Miller-München bereits in einem Aufsatz im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift gegeben.

Von den Niederdruckwerken des Alpengebietes verdienen diejenigen von Rheinfelden und Chèvres bei Genf eine kurze Würdigung. Ersteres ist mit einer Leistung von 16000 PS zur Zeit das grösste deutsche Wasserkraftwerk und nutzt eine 1 km lange Stromschnellenstrecke des Oberrheins zwischen Schaffhausen und Basel mittels eines 1 km langen Oberwasserkanals von 50 m Breite und 4 m Tiefe aus. 20 Turbinen à 840 PS erzeugen in dem parallel zum Strom gestellten Maschinenhause die Kraft, deren Ueberschuss über 16000 PS für die

Fig. 379. Turbinenrohre in Hafslund.

Fig. 380. Dynamoraum in Sarpfos.

Erreger der Dynamos verwandt wird. Die Turbinen sind in der Mehrheit als Doppelturbinen konstruiert, die auf der 15 m hohen Turbinenaxe übereinander angeordnet sind (Fig. 381 und 382). Die erzeugte Kraft wird fast nur für elektrochemische Zwecke verwandt, und zwar von der Gesellschaft für Aluminiumindustrie, Neuhausen, die auch einen Teil des Rheinfalls bei Schaffhausen oder richtiger Neuhausen benutzt. In Chèvres werden in dem der Stadt Genf gehörenden Werke normal 12000 PS gewonnen; zu Zeiten des N. W., wo diese Leistung nicht ganz erreicht wird, stehen 120 cbm/sek. und 8,5 m Gefälle, bei H. W. 280 bis 300 cbm/sek., bzw. 4,5 m zur Verfügung. Von den 15 Turbinen zu je 800 bis 1200 PS Einzelleistung weist ein Teil dieselbe Form wie die Rheinfeldener Doppelturbinen auf, die Dynamos haben 4,5 m Durchmesser und beweglichen äusseren Ring. Hervorragendes Interesse bietet bei der gesamten Anlage die Art des Stauwehres, eine riesige Schützenwehrkonstruktion mit sechs eisernen Schütztafeln von je 8,5 m Höhe, 11,5 m Breite und 50000 kg Gewicht, die zwischen Betonpfeilern so eingehängt sind, dass sie trotz des 360 Tonnen betragenden Wasserdruckes durch zwei Mann leicht gehoben werden können (Fig. 383).

Aus dem reichen Inhalte der umfangreichen Holzschen Abhandlung liesse sich hier noch manches Interessante mitteilen, wenn ich nicht fürchten müsste, den Rahmen dieses kurzen Inhaltsauszuges zu überschreiten; jedem Gelehrten und Techniker, der sich ein Bild vom heutigen Stande der Wasserkraftgewinnung und ihrer technischen Einzelheiten verschaffen will, sei das Studium der sehr klaren und übersichtlichen Arbeit warm empfohlen.

Eine ganz neue deutsche Anlage beschreibt die Zeitschrift „Die Elektrizität“ vom 8. Juni 1901. Es handelt sich um die Lech-Elektrizitätswerke in Gersthofen bei Augsburg, die von Lahmeyer-Frankfurt a. M. erbaut und bereits ziemlich fertiggestellt sind. Die Werke entnehmen dem Lech bei N. W. 50 cbm/sek. was mit der Gefällhöhe von 10 m eine Minimalleistung von 5000 PS ergibt. Der Fluss wird an der Entnahmestelle von einem 80 m langen festen Wehr durchzogen, das mit einer Fischleiter, 8 m breitem Grundablass und 12,5 m breiter Flossgasse versehen ist und bei seiner Fundierung grosse Schwierigkeiten bot. Der 7,3 km lange Betriebswasserkanal liegt im Mittel 60 m vom Fluss und wird durch das in seiner Mitte liegende Kraftwerk in den Ober- und Unterwasserkanal getrennt; ersterer liegt teilweise in Aufschüttung und besitzt 35 m Spiegelbreite bei einer Tiefe, die von 2,5 m auf 3,5 m zunimmt, der Unterwasserkanal, streckenweise in 10 m hohem Einschnitt angelegt, hat 25 m

Breite und 2,5 m Tiefe, die entsprechenden Wassergeschwindigkeiten sind 0,6 und 1,0 m/sek. Die Kraftcentrale, neben der eine Doppelkammerschleuse von 8,6 m Breite und 41 m Länge, mit elektrischem Antrieb der Thore, Schützen und Spille, den Schiffahrtsverkehr ermöglichen soll, hat fünf Turbinen zu je 1500 PS erhalten. Diese sind als Radial-Doppelturbinen mit horizontaler Welle ausgebildet, machen 96 Umdrehungen in der Minute und sind in den Leiträdern mit drehbaren Schaufeln ausgerüstet um die Beaufschlagung variieren und damit die Umdrehung genau regulieren zu können. Die Schützen vor den Turbinenzuflüssen lassen sich elektrisch bewegen und zeigen ihre Stellung automatisch am Schaltbrett an. Die sechs Dynamos liefern zur Hälfte Gleichstrom, und zwar drei Maschinen je 1000 KW bei 220 Volt und die drei übrigen je 1250 KW bei 5000 Volt. Die Kuppelung mit den Turbinen ist derart, dass vier Turbinen direkt zwei Gleich- und zwei Wechselstrommaschinen in fester Verbindung treiben, die fünfte kann sowohl mit der einen wie mit der andern der beiden übrigen Dynamos verbunden werden. Der erzeugte Gleichstrom wird der in der Nähe liegenden Chemischen Fabrik der Farbwerke von Meister Lucius & Brüning in Höchst a. M. durch unterirdische Aluminiumleitung zugeführt, während die Drehstromanlage Licht und Kraft für die Umgebung der Centrale liefern soll.

Eine neuere französische Wasserkraftanlage ist ferner von dem Ingenieur Claudet in „Le génie civil“ vom 9. Februar 1901 behandelt worden. Der benutzte Flusslauf ist der Ain, ein Nebenfluss der Rhône, im besonderen die Saut-Mortier-Fälle desselben im Jura-Departement. Da der Ain bei H. W. zwar 700, bei N. W. aber nur 4 cbm/sek. führt, so wären bei dem vorhandenen Gefälle von 19 m nur rund 750 PS zu erzielen gewesen, es ist deshalb der See von Chalain, der 45 km oberhalb der Fälle in 1,3 km Abstand vom Flusse 32 m über dem Wasserspiegel desselben liegt, so durch einen Stollen angezapft worden, dass ihm in trockenen Jahreszeiten rund 20 Millionen Kubikmeter entnommen und dem Ain zugeführt werden können. Das Niedrigwasser wird auf diese Weise auf 16 cbm/sek. gebracht, so dass jederzeit mindestens 3000 PS gewonnen werden können. Von der im November 1900 in Betrieb genommenen Anlage sind nun das 10 m hohe massive Stauwehr, das einen Schiffsdurchlass enthält, ferner die Wasserleitung zum Turbinenhaus und letzteres selbst in den Einzelheiten beschrieben und durch diverse Abbildungen dargestellt. Die Druckrohre speisen mit je 1,7 m Durchmesser je eine 700 PS-Turbine von Piccard und Pictet; die Dynamos von der Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich, sind direkt auf die horizon-

talen Turbinenwellen gekuppelt und erzeugen einen Wechselstrom von 7500 Volt, der die Ortschaften und industriellen Anlagen der Umgebung mit Licht und Kraft versorgt.

Die grössten und bedeutendsten aller Kraftwerke findet man in Amerika, dem Lande der riesenhaften Dimensionen und der kühnsten Konstruktionen. Mit dem gewaltigen Industriaufschwung der allerletzten Jahre, der eine immer drohendere Gefahr für ganz Europa wird, hat auch die Ausnutzung der Wasserkräfte gleichen Schritt gehalten und eine grosse Zahl von Kraftwerken, die zum Teil die kontinentalen an Leistungsfähigkeit weit übertreffen, sind in verhältnismässig kurzer Zeit „drüben“ entstanden. Aus englischen und amerikanischen Zeitschriften seien daher hier noch einige Angaben über einzelne dieser neueren Anlagen, die für den Elektrotechniker auch durch die bis auf 60000 Volt gesteigerte Stromspannung von höchstem Interesse sind, mitgeteilt. Der „Engineer“ vom 11. und 18. Januar 1901 bringt Nachrichten von zwei mittelgrossen Anlagen. In dem einen Falle sind die Montmorency-Fälle, welche den Abfluss des Snow-Sees in den St. Lorenz-Strom (Kanada) bilden, zur Gewinnung von vorläufig 5000 PS herangezogen, während die volle Leistungsfähigkeit der 86,6 m hohen Fälle das Doppelte beträgt. Das Druckrohr hat 795 m Länge und 2,45, bzw. 1,83 m Durchmesser, die 1000pferdigen, schnell laufenden Turbinen eines neueren amerikanischen Systems sind insofern bemerkenswert, als sie bei halber Kraftleistung den hohen Wert von 78 % Nutzeffekt aufweisen. Die Dynamos liefern Wechselstrom zum Betriebe der Strassenbahn, sowie für Beleuchtungs- und Industriezwecke im nahen Quebec.

Interessanter noch ist die zweite Kraftstation, am Snoqualmie-Flusse (Staat Washington) gelegen. Das Hochdruckwerk des rund 80 m hohen Falles erzielt durch Kapselturbinen 12000 PS in vier Wechselstrommaschinen zu je 3000 PS. Da es in der Nähe an grösseren Städten und Fabriken mangelt, wird der hochgespannte Strom bis zu 153 englische Meilen, d. h. 250 km landeinwärts an Dörfer, Farmen und kleinere Industriebetriebe abgegeben. Ueber die Versuche, welche an dieser Leitung bezüglich des Spannungsabfalles gemacht sind, berichtet die Elektrotechnische Zeitschrift vom 21. März d. J. nach einer amerikanischen Quelle, dass sich in dem teils aus Aluminium, teils aus Kupfer bestehenden Kabel ein Spannungsabfall von rund 25 % und ein Gesamtverlust an Leistung zwischen Generator und dem am Ende der Leitung aufgestellten Rheostat von 34,2 % ergaben. Dieselbe deutsche Zeitschrift berichtet nach dem „Western Electrician“ über kalifornische Kraftwerke, bei denen ebenfalls durch sehr hoch gespannte Ströme eine Uebertragung auf weite Entfernung erreicht,

bezw. beabsichtigt wird. Danach ist die Kraftstation zu Colgate am nördlichen Yubaflusse (Kalifornien), die bereits 1899 eröffnet wurde, auf 15000 PS vergrössert und demnächst betriebsfertig. Durch einen 12 km langen Kanal wird das Kraftwasser dem Maschinengebäude zugeleitet und treibt hier drei 3000pferdige und vier 1500pferdige Wasserräder der Risdon Iron Works, die direkt mit Dreiphasengeneratoren gekuppelt sind. Die Generatorspannung von 2400 Volt wird für den Stromtransport auf 24000 Volt durch Transformatoren erhöht und soll noch für eine 225 km lange Leitung nach Oakland auf 60000 Volt gesteigert werden. Die Eigentümerin des Kraftwerkes, die Bay Counties Power Company, besitzt ausserdem noch in 16 km Entfernung von Colgate ein zweites Werk, das

Fig. 381. Lageplan des Kraftwerkes Rheinfelden (1:10000).

einen 90 m hohen Wasserfall ausnutzt, und endlich ein drittes, die South Yuba-Station, durch welche zwei verschiedene Wasserfälle von 87 und 240 m Höhe erschlossen werden. Sämtliche drei Werke versorgen die Städte und eine grosse Zahl von Fabriken an der San Francisco Bay mit Licht und Kraft.

„Electrical World and Engineer“ beschreibt in der Ausgabe vom 13. Juli d. J. die in Canon Ferry, Montana, gelegene Kraftstation der Missouri River Power Company in Helena, Montana. Sie diente bislang zur Licht- und Kraftversorgung von Helena und erzeugte in sechs Generatoren je 1200 PS; die Hochspannung der Leitung betrug 12000 Volt. Neuerdings wird nun noch eine 110 km lange Leitung nach der Stadt Butte gelegt, welche den auf 50000 Volt

transformierten, durch vier neue Westinghouse-Dynamos erzeugten Strom auf diese Entfernung übertragen soll. Die Generator- und Gebrauchsspannung beträgt 2200 Volt. Eine kleinere Anlage von 2500 bis 3000 PS am Yaakin-Fluss bei Winston-Saben beschreibt dieselbe Zeitschrift in ihrer Nummer vom 7. September d. J. Hier ist durch einen gemauerten, quer durch den Fluss gezogenen Damm die Kraft mittels 16 Turbinen gewonnen, die zu je acht 2 Dreiphasen-Generatoren von 12000 Volt Spannung und 166 Umdrehungen treiben. Einen ähnlichen Damm beabsichtigt man auch in der Nähe von Fremont, Nebraska, über einen Nebenarm des Platte River zu ziehen (siehe „Engineering News“ vom 9. August d. J.) und dadurch 30000 bis 50000 PS zu gewinnen. Es lassen sich hier

aus den oberhalb gelegenen Stromschnellen insgesamt 48 m Gefälle ausnutzen; die Gebäude der Kraftstation sollen direkt auf den 385 m langen massiven Damm gesetzt werden und die

aller amerikanischen Wasserkraftcentralen — neben den Niagarawerken — ist die grossartige Kraftstation am St. Lorenz-Strom in der Nähe des industriereichen Massena, welche „The Iron

Fig. 38a. Querschnitt des Turbinenhauses im Rheinfelden (1 : 150).

Flüsse an den Long-Sault-Fällen durch einen 5 km langen Kanal, dessen Querschnittsabmessung ungefähr das Doppelte derjenigen des Kaiser Wilhelm-Kanals (Nordostseekanals) beträgt, 770 cbm/sek. entzogen und mit 9,6 m Gefällhöhe in den Grass-River abgeleitet. In dem 100 m langen und 46,5 m breiten Maschinenhaus sind acht riesige Westinghouse-Dynamos von je 5000 PS aufgestellt, die einzeln von je sechs auf dieselbe Welle gekuppelten Turbinen angetrieben werden. Ausführungen in solch riesenhaften Abmessungen sind in Europa bisher noch nicht erfolgt, und man muss dem Unternehmungsgeist unserer westlichen Konkurrenten volle Bewunderung zu teil werden lassen.

Zum Schlusse mögen noch einige Angaben über ein neues europäisches Werk hier Platz

nehmen die Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vormals Schuckert & Co. in Nürnberg die ersten Vorarbeiten zur Ausnutzung der vorhandenen Wasserkraft, und im nächsten Jahre wurde mit dem Bau begonnen; die Betriebseröffnung erfolgte im März 1899. Die Leistungsfähigkeit der Anlage beträgt rund 8500 PS, welche zur Erzeugung von Calciumcarbid benutzt wurde. Von den einzelnen Bauwerken sei zunächst das am Ende des Jezero-Sees gelegene Stauwehr mit der Wasserentnahmevorrichtung erwähnt. Das Wehr ist in Beton hergestellt und so eingerichtet, dass im Bedarfsfall ein Aufstau des Seespiegels durch Bohlen, die zwischen eiserne Ständer gelegt werden, erfolgen kann. Die Schützenvorrichtung, welche das Betriebswasser in den Oberwasserkanal eintreten lässt, besteht aus ein-

Fig. 383. Chèvres, Stauwehr und Maschinenhaus.

finden, das durch den Zusammenbruch der Leipziger Bank und den unerwarteten Kurssturz eines unserer ersten deutschen Elektrizitätswerke innerhalb wie ausserhalb der technischen Welt eine gewisse Berühmtheit erlangt hat, nämlich das Elektrizitätswerk zu Jaice in Bosnien. Dasselbe nutzt das Gefälle der Pliva, eines sehr stromschnellenhaltigen Bergstromes an einer Stelle aus, wo dieselbe aus einem natürlichen See, dem Jezero-See, über eine Anzahl von Stufen aus Tuffgestein in rund 3,5 km langem Laufe bei der Stadt Jaice sich in den Urbas-Fluss ergiesst. Die Pliva hat ein Zuflussgebiet von insgesamt 750 qkm, ihre Wassermenge von 300 cbm/sek. bei H. W. kann in den trockensten Jahreszeiten bis auf 14 cbm/sek. sinken, und das vom Spiegel des Jezero-Sees bis zur Einmündung in den Urbas zur Verfügung stehende Gefälle beträgt 80 m. Im Jahre 1896 unter-

fachen eisernen Tafeln, die von einem Wärter mittels Winde leicht gehoben werden können. Daneben liegt ein ebenfalls durch Schützen verschlossener Grundablass, um Sand und Schlamm fortspülen zu können. Der Oberwasserkanal folgt nun mit einem Gefälle 1 : 1000 dem stark serpentinierenden Lauf der Pliva in einer Länge von 3,1 km, wovon 950 m als Tunnel ausgebildet sind, der Rest als offenes Gerinne mit Betonauskleidung, bzw. — bei Ueberführung über Schluchten — als Holzgerinne auf Pfahljochen. Die Wassergeschwindigkeit in demselben beträgt 2,0 cbm/sek. Am Ende des Kanals liegt eine mit einer Leerlaufvorrichtung versehene Wasserkammer, aus der zwei aus Siemens-Martin-Blech hergestellte Druckrohre von je 1,6 m direkt in das in Stampfbeton erbaute Maschinenhaus führen. Hier sind acht Turbinen mit horizontaler Welle zu je 1000 PS und zwei zu je

632 PS aufgestellt, von denen die ersteren je eine Schuckertsche Drehstromdynamo, die letzteren je eine Doppel-Gleichstromdynamo treiben. Das Turbinen-Abwasser geht mittels eines kurzen Kanals in den Urbas-Fluss. Die Drehstrommaschinen liefern bei 155 Volt Spannung 3000 Ampère und speisen drei Carbidöfen der in der Nähe gelegenen Carbidfabrik. Zur Felderregung dienen ihnen je eine Gleichstrommaschine von 30 Ampère bei 80 Volt, die auch die Turbinenregulierung mit besorgen. Die anfangs erwähnten Gleichstromdynamos erzeugen einen Strom von 120 Volt und 720 Ampère, der

zur Fabrikation von Chlor Verwendung findet. Die Ueberleitung des Stromes von dem Maschinenhaus nach der Carbidfabrik geschieht durch 96 blanke Kupferkabel. Die gesamte Anlage ist in ihren technischen Einzelheiten bis ins kleinste vorzüglich durchgebildet, und es ist nur zu bedauern, dass der erwartete finanzielle Erfolg ausgeblieben ist. Nach neueren Mitteilungen scheint indes eine Sanierung des Unternehmens durch die Aufnahme neuer Fabrikationszweige bereits im Gange zu sein.

(Eingegangen: 30. Oktober.)

NEUERUNGEN AUF DEM GEBIETE DER ELEKTROLYTISCHEN OBERFLÄCHEN-BEHANDLUNG, GALVANOPLASTIK UND VERWANDTES.

I. Ueber die **elektrolytische Reinigung** metallischer Oberflächen hat Burgess im Jahre 1898 ausführliche Mitteilungen gemacht¹⁾, die wir zum besseren Verständnis des folgenden hier kurz rekapitulieren wollen. Er verweist zunächst auf ein schon im Jahre 1841 erteiltes englisches Patent, welches sich mit galvanoplastischen Verfahren beschäftigt und bereits eine Methode der kathodischen Reinigung erwähnt. Hier scheint ein Irrtum vorzuliegen. Der Hinweis von Burgess bezieht sich nämlich wahrscheinlich auf das englische Patent Nr. 9077²⁾ von Barratt, „**Verbesserungen an galvanoplastischen Verfahren**“, in welchem ausdrücklich gesagt ist: „Wenn es sich um einen Gegenstand aus Kupfer oder aus einer Kupferlegierung handelt, so wird er behufs Reinigung in eine Kupferlösung gesenkt und mit dem Kupferpol oder dem negativen³⁾ Metall der stromliefernden Primärbatterie verbunden, während eine Kupferplatte mit einer das Ausmaass seiner eigenen übersteigenden Oberfläche mit dem anderen Pole der Batterie in Verbindung gebracht wird, um das während des Prozesses in Lösung gehende Metall aufzunehmen.“ In fünf bis zehn Minuten ist dann die Oxydschicht auf der Oberfläche des Gegenstandes verschwunden.“ Es handelt sich also hier um die erstmalige Anwendung einer anodischen Säuberung metallischer Flächen, wie sie jetzt jedem Elektrochemiker geläufig ist⁴⁾ und in zahlreichen Varianten häufig benutzt wird. Sonderbarerweise ist ganz das gleiche, nur durch die Hinzuziehung von Hilfsanoden etwas kompli-

zierte Verfahren im D.R.-P. Nr. 74402¹⁾ Hatfield wieder geschützt worden. — Im weiteren beschreibt Barratt in seinem Patente, unseres Wissens zum ersten Male, die galvanoplastische Verzinkung in Zinksulfatlösung mit Zinkanoden, sowie die Verkupferung in Cyankalumbädern, die Vermessingnung aus den gemischten heissen Kupfer-Zinklösungen, und ferner ein Verfahren zum galvanischen Platinieren, Vergolden und Versilbern in den Lösungen der Sulfide dieser Metalle in Schwefelkalium.

Burgess bespricht sodann die Verwendung von Kochsalzlösung als Elektrolyten, in welcher die von Oxyd- oder Fettschichten zu befreienden Metallgegenstände, Platten, Bleche u. s. w. als Anode, bzw. Kathode, zwischen Kohle-Elektroden eingehangen werden. Im ersten Falle geht die Oxydschicht in Lösung, während die Fettschicht unbeeinflusst bleibt, im andern Falle werden die Oxyde reduziert und die Fette verseift, so dass die kathodische Methode vorzuziehen ist. Das Kochsalzbad bietet jedoch als elektrolytische Beize gegenüber den schon lange bekannten sauren Bädern, in welchen anodische Behandlung die Regel ist, keine Vorteile, denn wie aus diesen, bei den in der Praxis erforderlichen hohen Stromdichten und der durch sie veranlassten heftigen Gasentwicklung nicht unbedeutliche Säuremengen mechanisch mit den Gasblasen mitgerissen werden und die Atmosphäre verpesten, so stört hier das massenhafte Auftreten von Chlorgas. Vorteilhafter erwies sich deshalb Natronlauge als Elektrolyt, wenn schon mit ihrer Verwendung der Nachteil starken Schäumens und die ständige Gefahr einer Explosion verbunden ist, da die Schaumblasen Knallgas einschliessen.

Burgess war also anfänglich wohl auf dem ganz richtigen Wege der Anwendung eines Neutralsalzes als Beizmittel — wobei übrigens nicht vergessen werden darf, dass Jordis schon

1) Electrical World 1898, 32, 445ff. Diese Zeitschrift 5, 333.

2) Von 1841.

3) Daher wohl Burgess' Irrtum. Die anodische Reinigung von Metallflächen in saurer Lösung ist n. a. auch in einem englischen Patente von Boult (Personne) beschrieben (Nr. 20109 von 1889). Der Erfinder benutzt hier das Metallstück als die Lösungselektrode eines Primärelementes, dessen andere Elektrode von einem Kohlenstabe gebildet ist, beide in verdünnter Säure.

4) Siehe z. B. Japing, Die Elektrolyse 1883, 262.

1) Vom 31. 1. 92.