

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschifffahrt
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	25 (1933)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Der elektrische Fischrechen
<b>Autor:</b>	Holzer, W.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-922402">https://doi.org/10.5169/seals-922402</a>

### **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](#)

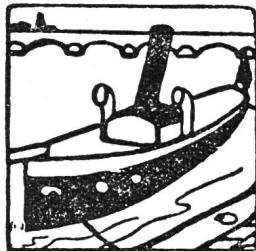
### **Terms of use**

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:** 15.02.2026

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

# SCHWEIZERISCHE WASSER- UND ENERGIEWIRTSCHAFT



Offizielles Organ des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, sowie der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt + Allgemeines Publikationsmittel des Nordostschweizerischen Verbandes für die Schifffahrt Rhein-Bodensee  
ZEITSCHRIFT FÜR WASSERRECHT, WASSERBAU, WASSERKRAFT-  
NUTZUNG, ENERGIEWIRTSCHAFT UND BINNENSCHIFFFAHRT

Mit Monatsbeilage «Schweizer Elektro-Rundschau»

Gegründet von Dr. O. WETTSTEIN unter Mitwirkung von a. Prof. HILGARI  
in ZÜRICH und Ingenieur R. GELPK in BASEL



Verantwortlich für die Redaktion: Ing. A. HÄRRY, Sekretär des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, in Zürich 1  
Telephon 33.111 + Telegramm-Adresse: Wasserverband Zürich

Alleinige Inseraten-Annahme durch:

SCHWEIZER-ANNONCEN A. G. + ZÜRICH  
Bahnhofstraße 100 - Telephon 35.506

und übrige Filialen

Insertionspreis: Annoncen 15 Cts., Reklamen 34 Cts. per mm Zeile  
Vorzugsseiten nach Spezialtarif

Administration: Zürich 1, Peterstraße 10

Telephon 33.111

Erscheint monatlich

Abonnementspreis Fr. 18.- jährlich und Fr. 9.- halbjährlich

für das Ausland Fr. 3.- Portozuschlag

Einzelne Nummern von der Administration zu beziehen Fr. 1.50 plus Porto

No. 2

ZÜRICH, 25. Februar 1933

XXV. Jahrgang

## Inhalts-Verzeichnis

Der elektrische Fischrechen — Das Problem der direkten Stahlerzeugung aus Erzen unter besonderer Berücksichtigung der elektrothermischen Verfahren — Schweiz. Wasserwirtschaftsverband — Wasserkraftausnutzung — Elektrizitätswirtschaft — Wasserbau und Flusskorrektion — Schifffahrt und Kanalbauten — Wärmewirtschaft — Kohlen- und Oelpreise

## Der elektrische Fischrechen.

Von Dr. Ing. W. Holzer, Wien.

Physiologisches Institut der Universität.

Fast jede energiewirtschaftliche und kulturtechnische Ingenieurarbeit auf dem Gebiete des Wasserbaus kann in den Lebensraum der Fische, die das betreffende Gewässer bewohnen oder durchwandern, durch Änderungen der Umweltbedingungen eingreifen. Gestützt auf die allgemeine, auch wirtschaftlich begründete Forderung, den freien Tierbestand zu erhalten und planmäßig zu bewirtschaften, schreiben die Fischereigesetzte in fast allen Ländern den Erstellern von Wasserkraftanlagen das Anbringen von Schutzvorrichtungen vor, welche die Tiere vor Schäden in den Turbinen schützen und die Erhaltung der Wanderungswege sichern sollen. Ausführungsbestimmungen der betreffenden Fischereigesetze fordern die Erstellung von Fischtreppe und Feinrechen. Beiden genannten technischen Hilfsmitteln haften trotz stetiger methodischer und konstruktiver Verbesserungsarbeit Nachteile an, die in Sonderfällen zu

durchaus berechtigten Zweifeln führen, ob der dadurch erzielte Erfolg in einem verantwortbaren Verhältnis zu den Erstellungskosten solcher Anlagen stehe.<sup>1)</sup> Im Besonderen führen die bekannten Nachteile des Feinrechens bei Niederdruckwerken, Verlust an Nutzhöhe, Reinigungskosten, Vereisungsgefahr u. a. m., zu einer Entwicklung der Feinrechenfrage<sup>2)</sup> in dem Sinne, daß die Spaltweiten immer größer wurden. In Schweden haben Versuche am Kraftwerk Lilla Edet schließlich dazu geführt, daß die Beseitigung der Feinrechentafeln auch im Sommer gestattet wurde.

Im Zuge dieser Entwicklung lenkt eine Sonderlösung der Frage die Aufmerksamkeit auf sich, es ist der elektrische Fischrechen.<sup>3)</sup> An Stelle des mechanischen Sperrwerkes eines Feinrechens tritt eine elektrische Sperrwand, welche in dem zu schützenden Bereich durch ein elektrisches Strömungsfeld hergestellt wird. Anlagen dieser Art wurden in Nordamerika in den letzten Jahren zahlreich in Betrieb genommen und haben sich gut bewährt. Die technische Ausführung einer solchen Anlage kann ohne be-

<sup>1)</sup> A. Härry. Publikationen d. Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes. 1917. Nr. 5.

<sup>2)</sup> A. Ludin. ETZ. 1929. S. 44. — A. Ludin. Die Nordischen Wasserkräfte. Berlin 1930.

<sup>3)</sup> J. N. Cobb. Trans. of the Am. Fish. Society 1923. S. 152. — F. O. Mc Millan. Bull. Un. States Bureau of Fisheries. 1928. S. 97. — J. A. Jates. El. World. 1930. S. 217.

deutenden Kostenaufwand erfolgen. Das elektrische Strömungsfeld wird durch Anordnung zweier weitmaschiger Gitterrechen mit zylindrischen Elektroden erzeugt. Energiewirtschaftlich liegt der Vorteil darin, daß der elektrische Rechen die Aufgaben eines mechanischen Grobrechens mitübernehmen kann. Der elektrische Anschlußwert, die notwendige Spannung und der notwendige Regulierbereich konnten auf Grund der Ergebnisse einer reizphysiologischen Untersuchung in leicht auswertbaren Formeln angegeben werden. Die Spannung beträgt 5 bis 25 V. Wechselspannung eff., der Leitungsbedarf ist je nach der Reinheit des Gewässers 1 bis 10 W. pro geschützten Quadratmeter. Der Anschlußwert auch großer Rechenanlagen dürfte also in seltenen Fällen den Wert von 1 kW überschreiten. Nachdem in Laboratoriumsuntersuchungen sowohl die reizphysiologischen Grundlagen, als auch die entwurfnotwendigen Kenngrößen entwickelt wurden, kann die Erprobung von großen Versuchsausführungen durchaus empfohlen werden. Die amerikanischen Betriebserfahrungen ergaben Schutzwirkungsgrade von 92 bis 99 %.

Die Klärung der reizphysiologischen Grundlagen des Verfahrens ergaben ein neues Reizgesetz. Dieses lautet: Für die Erzielung eines Reizerfolges, z. B. der Fluchtreaktion, ist die Spannung zwischen Schnauze und Schwanz des Tieres eine eindeutige und hinreichende Maßzahl. Diese Zahl, die sogenannte Gestaltspannung, ist von der Länge der Tieres praktisch unabhängig. Mit Hilfe dieses Gesetzes konnten die elektrischen Größen bei einem elektrischen Fischrechen leicht angegeben werden. Neben einer interessanten Bestätigung von Theorien des elektrischen Reizes ermöglicht aber dieses Gesetz der konstanten Gestaltspannung auch die Angabe von Reizgrößen für das Verfahren des **Fischfangs mittels Elektrizität**.

Dieses, mit vollem Recht durch ein Gesetz von der allgemeinen Anwendung ausgeschlossene Verfahren lenkte immer wieder die Aufmerksamkeit der Fischereifachleute auf sich. Das hat folgende Gründe: Es gibt viele Gewässer, die dank ihrer Bodenbeschaffenheit praktisch unabbischbar sind. Solche Gewässer sind aber oft sehr fischreich und der Wunsch ist naheliegend, durch ein neues Verfahren die fischereitechnische Bewirtschaftung zu ermöglichen. Auch der Umstand, daß die Seenwirtschaft fischereitechnisch auch heute noch hinter

dem Ertrag der Teichwirtschaft empfindlich zurücksteht, drängte zu der Anwendung des Verfahrens. Die Erfolge waren teilweise sehr enttäuschend. Der Grund liegt darin, daß weder die reizphysiologischen Grundlagen bekannt waren, noch die elektrotechnischen Grundregeln beobachtet wurden. Die Auswertung des Gesetzes der konstanten Gestaltspannung ergab nun handliche Formeln, um den Arbeitsbedarf für den elektrischen Fischfang abzuschätzen. In einem Verbrauch von 5 kWh für 1000 m<sup>3</sup> Fischwasserraum kann man eine mittlere Angabe des Arbeitsbedarfes erkennen. Besonders vorteilhaft aber ist noch, daß das Verfahren in dem Sinne selektiv ist, daß die junge Brut und die niedere Tierwelt von dem elektrischen Felde in keiner Weise angegriffen werden. Die Anwendung des Verfahrens wurde lediglich für Sonderfälle empfohlen, weiter wurde auch nachdrücklich darauf hingewiesen, in jedem Falle die gesetzlichen Vorschriften zu erfüllen. Für die einwandfreie Weiterentwicklung des Verfahrens bürgt die Tatsache, daß sich die preußische Zentralanstalt für Fischerei mit seiner Weiterentwicklung beschäftigt.

Es blieb einer einzigen Stelle<sup>4)</sup> vorbehalten, über die Arbeiten mit einer mehr als unsachlichen Kritik zu berichten. Es sei dabei darauf hingewiesen, daß Studienarbeiten über dieselbe Frage nicht nur in Deutschland ausgeführt werden.<sup>5)</sup> Ferner wurde von unserer Seite<sup>6)</sup> mehrfach und eindringlich darauf hingewiesen, daß die Arbeiten u. a. das Ziel hätten, eine planmäßige Bewirtschaftung des Fischbestandes zu ermöglichen und so seiner Erhaltung zu dienen. Schließlich möge im Hinblick auf die tierschützerische Seite der Fangfrage darauf hingewiesen werden, daß die Betäubung beim elektrischen Fischfang auf dem Wege einer idealen Narkose erfolgt. Die Physiologie spricht deshalb auch vom narkotischen Schlaf der elektrischen Reizung. Daß die Anwendung einer Narkose gegenüber den meisten üblichen Fangarten weit aus „humaner“ ist, kann nicht ernstlich bestritten werden. (W. Holzer, Der elektrische Fischrechen. Wasserkraft und Wasserwirtschaft. Bd. 26, S. 203. 1931; W. H. Fischfang mit Elektrizität. Elektrotechnische Zeitschrift, Bd. 52, S. 1442. 1931; W. H. Ueber eine absolute Reizspan-

<sup>4)</sup> Tribune de Genève vom 15. Dez. 1931.

<sup>5)</sup> L. Kuentz, La Nature Nr. 2861, S. 74. 1931. Techn. Zeitschriftschau 1931, Nr. 21, S. 506. Referat Nr. 8670. Die Woche, Heft 48. 1930. S. 1426. Kraft u. Stoff, Beil. z. Dt. Allg. Ztg. v. 30. 4. 1931. Nr. 17.

<sup>6)</sup> W. Holzer, Nie Naturwissenschaften, Bd. 19, S. 992. 1931. W. Holzer, Die Umschau, Bd. 35, S. 494. 1931.

nung bei Fischen. Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 229, S. 153, 1931; W. H. Der elektrische Fischrechen. 1932; Selbstverlag des Institutes für Wasserbau der technischen Hochschule Berlin.)<sup>7)</sup>

## **Das Problem der direkten Stahlherzeugung aus Erzen unter besonderer Berücksichtigung der elektrothermischen Verfahren.**

**Protokoll der 13. öffentlichen Diskussionsversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes vom 17. November 1932 in Zürich.**

Referent: Prof. Dr. Ing. Alfred von Zeerleder, Neuhausen.\*)

Der Vorsitzende, Ständerat Dr. Wettstein, heißt im Namen des Vorstandes des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes die Anwesenden herzlich willkommen. Das Thema stellt einen Ausschnitt dar aus dem großen Gebiet, dessen Bearbeitung der Wasserwirtschaftsverband sich zur Aufgabe gesetzt hat. Diese Aufgabe hat sich in den letzten Jahren eigenartig verschoben. Bis vor wenigen Jahren war eine Hauptaufgabe der Wasserwirtschaftspolitik, neue Energiequellen zur Deckung der außerordentlich rasch ansteigenden Bedürfnisse aufzufinden. Seit einiger Zeit ist nun die Sache umgekehrt: wir haben nunmehr eine sehr starke überschüssige Energieproduktion, für die wir neue Verwendungsmöglichkeiten suchen müssen. Es ist unsere Pflicht, das Möglichste zu tun, um alles das in den Kreis der Befreiung zu ziehen, was dazu dient, diesem Überschuss Absatz zu verschaffen.

Dazu gehört das Thema, das wir heute zu besprechen haben. Gerade in diesem Jahr ist ein Buch herausgekommen, das uns auf diese neue Verwendungsmöglichkeit hinweist. Es handelt sich um die Publikation: «Die schweizerische Eisenerzerzeugung, ihre Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung.» Der Verfasser dieses interessanten Werkes ist Ingenieur H. Fehlmann. Wir haben es nach Ingenieur Fehlmann in der Schweiz mit ganz bedeutenden Erzlagern zu tun; für ausbaufähig hält er namentlich diejenigen am Gonzen, die ja bereits abgebaut werden, und im Fricktal. Den Erzvorrat schätzt er mindestens auf 24 Mill. Tonnen. Die im Gonzenbergwerk gewonnenen Erze werden nicht bei uns verhüttet, sondern sie werden exportiert, womit wir gleichzeitig die Rheinschiffahrt befruchten. Die Fricktal-Lager sind bis jetzt nicht ausgenutzt, aber man spricht ernstlich von einer Ausbeutung. Der erste Versuch, der eine solche Ausnutzung einleitete, ist allerdings mißlungen, weil die eidgenössischen Räte vor einigen Jahren die Finanzierung ablehnten. Sie hatten offenbar nicht das Vertrauen, daß hier auf die Dauer etwas Positives geschaffen werden könne. Sicherlich bietet uns diese Erzverhüttung die Möglichkeit, bedeutende Energiemengen rationell zu verwenden, und deshalb ist es unsere Pflicht, alle diese Möglichkeiten ernsthaft ins Auge zu fassen.

### **Diskussion.**

Direktor F. Meyer (Winterthur) dankt dem Vorstand des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes für die freundliche Einladung an einige Mitglieder der Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung der schweizerischen Erzlagerstätten. Die Studiengesellschaft ar-

7) Sämtliche Arbeiten sind als Mitteilungen des Wasserbauinstitutes der techn. Hochschule Berlin, herausgegeben von Herrn Prof. Dr. A. Ludin, erschienen.

\*) Das Referat ist publiziert in Nr. 12/1932 der «Schweizer. Wasser- und Energiewirtschaft».

beitet im Fricktal weiter. Davon zeugen unsere Bilanzen! Noch mehr aber unsere fortwährenden Bestrebungen und Studien, die Fricktal-Erze nutzbar zu machen. Dies ist freilich nicht so einfach, wie man glauben könnte. Auch wir haben die Stahlerzeugung nach den direkten Verfahren studiert, sind jedoch der Meinung, daß sich unsere Fricktal-Erze hiefür nicht eignen, weil sie zu viel schädliche Verunreinigungen enthalten, denn für Eisenschwamm, der besonders für Qualitätsstahl Verwendung findet, ist in erster Linie ein reines Erz notwendig. Dagegen sind wir der Ueberzeugung, daß die Verhüttung unserer Fricktal-Erze auf Roheisen durchführbar ist. Wir haben sehr kostspielige Versuche mit der Erzreicherung gemacht. Die Fricktal-Erze haben bekanntlich nur 32 % Eisengehalt und wir würden den Hochöfen bei der Verhüttung große Mengen schlackenbildende Gangart zuführen, die einen großen Wärmeverbrauch bedingen. Ausgedehnte Versuche haben aber gezeigt, daß man diese Erze bis zu 55 % Eisengehalt anreichern kann, indes ist es wirtschaftlicher, mit der Anreicherung nur auf 40 oder 45 % Eisengehalt zu gehen, was leicht durchführbar ist. Wir haben die Versuche und alles, was damit zusammenhängt, weiter verfolgt; leider verfügen wir aber nur noch über bescheidene Mittel, da wir für unsere Aufgabe schon sehr viel Geld ausgegeben haben. Die Mitglieder der Studiengesellschaft, als Initianten für die Verhüttung unserer einheimischen Erze, werden sich freuen, wenn der schweizerische Wasserwirtschaftsverband seine Hilfe leistet, weiter zu arbeiten. Es wäre zu begrüßen, wenn wir einmal in einer kleinen Kommission zusammenkommen könnten, um diese Frage weiter zu verfolgen.

Ingenieur G. Keller, Brown Boveri, Baden: Die Firma Brown Boveri hatte durch Lieferungen nach Schwerden Gelegenheit bekommen, in den letzten zwei Jahren noch ein weiteres Verfahren für die direkte Herstellung von Stahl aus Erzen kennen zu lernen. Es ist das Flodin-Verfahren, das erstmals im Stahlwerk Hagfors der Munkfors Bruk A. B. in einem größeren Ofen ausprobiert worden ist. Als zweiter Ofen kam ein solcher in Längshyttan in Betrieb. Bei der Herstellung von Eisen aus Erzen nach dem Eisenschwamm-Verfahren erhält man zuerst nur Eisenschwamm; dieses Produkt ist noch nicht direkt in der Industrie verwertbar, sondern muß noch umgeschmolzen werden. Diese Umschmelzung beansprucht aber wieder, wenn sie in einem elektrischen Ofen vorgenommen wird, einen weiten Wärmebedarf von 600 bis 800 kWh für die Tonne. Dieser Mehrbedarf müßte eigentlich den Wärmeziffern, die Dr. von Zeerleder genannt hat, hinzugefügt werden, wenn wir wirklich daran trachten wollen, verwertbares Eisen auf elektrischem Wege direkt aus Erzen zu verhütteten. Um nun diesen Verschmelzungsprozeß zu umgehen, ist Ing. Flodin wieder auf den alten Wunsch zurückgekommen, flüssigen Stahl unmittelbar aus den Erzen herzustellen. Er hat die alten Versuche von Stassano eigentlich mit den neueren Apparaten wiederholt. Dieses Verfahren besteht darin, daß man aus gut gemahlenen, fein verarbeiteten Erzen mit Kohlenstoff stöchiometrisch Brikette mischt, preßt und im Ofen schmilzt und reduziert. Die entstehenden Kohlenoxyde entzieht er diesem Ofen. Der Ofen arbeitet gewissermaßen unter Druck, und das entstehende Kohlenoxyd wird im Hüttenwerk noch weiter verwandt, indem es zur Erwärmung von Walzbarren, zur Trocknung der Erze usw. benutzt wird.

Sie sehen da den Vierelektrodenofen. Links und rechts von der Säule für die Führung der Elektroden des Vierelektrodenofens befinden sich Türme und Rohrleitungen. Das Erz wird durch diese Türme in den Ofen eingeführt und durch Schnecken in den Schmelzraum transportiert und der ganze Ofen hermetisch abgeschlossen. Das Gas wird, wie erwähnt, aus dem Ofen abge-