

Ueber die Entwicklung der schweizerischen Niederdruck-Wasserkraftanlagen in den letzten 50 Jahren

Autor(en): **Stambach, Ernst**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **123/124 (1944)**

Heft 26

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-54071>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

den. Für Baukosten über 30 000 Fr. ist eine Zusammenstellung der Uebernahmeforderungen, Unternehmer und Lieferanten einzureichen. Die subventionierten Bauten sind gegen Feuer- und Elementarschäden zu versichern und bei Zerstörung wieder aufzubauen oder der Beitrag ist zurückzuerstatten. Bei gewinnbringendem Verkauf oder Zweckentfremdung innert 20 Jahren seit der Auszahlung des Bundesbeitrages ist dieser ganz zurückzuzahlen. Diese Bedingungen sind im Grundbuch anzumerken. Dem Gesuch an das Eidg. Meliorationsamt sind beizulegen: Projektpläne, Baubeschrieb, detaillierter Kostenvoranschlag, Befundbericht der kantonalen Amtsstelle, detaillierter Ausweis über Vermögenslage, sowie der kantonale Beitragsbeschluss; bei Stall-Sanierungen ein zusätzlicher Bericht der Veterinärämterstelle. Die Aufträge dürfen erst nach Entscheid des Amtes vergeben und ausgeführt werden. Beim Inkrafttreten der Arbeitsbeschaffungsmassnahmen gelten auch für alle landwirtschaftlichen Bauten die BR.-Beschlüsse vom 29. Juli 1942 und 6. August 1943.

Bauvoranschlag der SBB für 1945

Nach wie vor konnten nur solche Arbeiten im Voranschlag Platz finden, die bei der starken Verkehrsbelastung nicht weiter verschiebbar sind. Zurückhaltung gebiete aber auch die finanzielle Lage, die Schonung der knappen Landesvorräte an Baustoffen und der Arbeitsmarkt der Landwirtschaft, dagegen bilde die vorsorgliche Bereitstellung von Projekten für Bau- und Unterhaltarbeiten im Rahmen des grossen Arbeitsbeschaffungsprogrammes eine besondere Aufgabe. Der Voranschlag 1945 hält sich daher im Rahmen des vorjährigen (vgl. SBZ Bd. 122, S. 222) und umfasst:

Bau neuer Linien (0,84 Mio für Genf/Cornavin-Eaux-Vives) *Elektrifikation* (6,4 Mio an die Strecken Yverdon-Lyss, Buswil-Herzogenbuchsee, Effretikon-Hinwil, Turgi-Koblentz, Stein/Säckingen-Eglisau und Bülach-Winterthur, Romanshorn-Schaffhausen, sowie Ergänzungen und Verbesserungen an elektrifizierten Linien; *übrige Neu- und Ergänzungsbauten an bestehenden Linien* (rd. 14 Mio); *Rollmaterial* (13,5 Mio); *Mobiliar und Gerätschaften* (1,2 Mio) und *Nebengeschäfte* (rd. 1,5 Mio), zusammen rd. 37,4 Mio Fr.

Unter den Neu- und Ergänzungsbauten sind aufgenommen: Ersatz von Niveauübergängen pro Kreis 0,1 Mio Fr., wozu noch Bundes-, Kantons- und Gemeindebeiträge kommen. Erstellung zweiter Gleise auf den Strecken Brunnen-Sisikon, Rivera-Taverne, Boudry-Auvernier, Lachen-Ziegelbrücke, Flums-Unterterzen. Neu in Angriff zu nehmende Arbeiten sind: Bahnhof Payerne, Stationen Charrat-Tully und Estavayer, Aufnahmegebäude Sempach, Erweiterungen in der Depotwerkstätte Meiringen und an der Station Magadino-Vira, Verbesserung der Stromversorgung im Bahnhof Zürich, Umbau und Nebenbau im Bahnhof Kreuzlingen, Gleisanlagen in Marthalen. Ausserdem sind eine grosse Zahl früher begonnener Bauten fertigzustellen und kleinere Umbauten und Renovationen vorzunehmen.

An Rollmaterial gelangen zur Bestellung 10 leichte Streckenlokomotiven, 6 elektrische Rangierlokomotiven, 4 bis 8 Traktoren, 30 Personen-, 100 Güter- und 30 Schotterwagen. Eine entsprechende Anzahl wird ausrangiert.

Bei Eintritt plötzlicher, erheblicher Arbeitslosigkeit können einige der veranschlagten Arbeiten beschleunigt werden; die SBB haben bereits einen umfangreichen Katalog von weiteren Bauobjekten aufgestellt, der aber nur bei Gewährung ausreichender Subventionen verwirklicht werden kann.

Ueber die Entwicklung der schweizerischen Niederdruck-Wasserkraftanlagen in den letzten 50 Jahren

Von Dipl. Ing. ERNST STAMBACH, Motor-Columbus A.-G., Baden

(Schluss von Seite 325)

Stauwehre. Um die gefahrlose Ableitung der stark schwankenden Wassermengen unserer Flüsse, die meistens geschwemmsel- und geschiebeführend sind und in kalten Wintern auch Eisgang aufweisen können, sicherzustellen, müssen die Wehre immer mit beweglichen Abschlüssen versehen sein. Dieser Erkenntnis entsprechend hat sich bei unseren grösseren Kraftwerken ein Stauwehrtyp entwickelt, der dem Wasser jederzeit ungehinderten Ablauf über die ganze Strombreite und, soweit erforderlich, bis zur vollen Stauhöhe gewährt. Die Lichtweiten der einzelnen Stauwehröffnungen, die bei den älteren Stauwehren 10 bis 15 m nicht überschritten, sind bei den modernen Anlagen, selbst bei Stauhöhen bis 12 m, auf 20 bis 25 m erhöht worden. Das Stauwehr Klingnau hat sogar Schützen von 30 m freier Durchflussweite, allerdings bei einer Stauhöhe von nur 7 m (Tabelle V). Diese ständige Steigerung der Lichtweiten, verbunden mit einer Verminderung der Anzahl der Wehröffnungen, hat sich durchgesetzt, obwohl die diesbezügliche behördliche Vorschrift dies sehr erschwerte. Sie schreibt nämlich vor, dass das grösste beobachtete Hochwasser, ohne schädlichen Ueberstau zu erzeugen, auch abgeführt werden muss, wenn eine der Wehrschützen geschlossen ist.

Eine ständige Sorge im Stauwehnbau bildeten die am Stauwehrrand auftretenden Kolke, die bei den älteren Wehren auch bei bescheidenen Stauhöhen ein unerwartet grosses Ausmass erreicht hatten. Bei vielen ungenügend tief fundierten Wehren erforderte die Konsolidierung der Kolke ständige Unterhaltarbeiten, die in der Hauptsache in Steinschüttungen am Stauwehrrand und längs der beidseitigen Ufer bestanden, zum Teil aber auch die nachträgliche Verbesserung und Sicherung des Wehrsturzbodens¹²⁾ und der Ufermauern notwendig machten. Inzwischen haben die in den letzten drei Jahrzehnten in den Forschungsinstituten durchgeführten Modellversuche zu wichtigen Erkenntnissen über die Entstehung der Kolke und deren Unschädlichmachung geführt, sodass man in der Lage ist, von vorneherein kolkvermindernde Massnahmen vorzuziehen. Bei keinem wichtigeren Wehnbau wird man versäumen, die angemessene Wehrschwelleform durch Modellversuche kontrollieren zu lassen, da die zuverlässige Kenntnis der unvermeidbaren Kolke auch für die Bemessung der Fundationstiefen unerlässlich ist. Ungünstige Durchflussverhältnisse, die unter Umständen gefährliche Auskolkungen des natürlichen Flussbettes zur Folge haben, können schon beim Bau des Wehres durch die das freie Profil stark einengenden Baugrubenabschlüsse hervorgerufen¹³⁾. Die Wahrung der Kolkssicherheit stellt auch in diesem

Fall eine wichtige Anforderung dar, der das Wehr zu genügen hat, und kann die Ausbildung des Unterbaues des Wehrkörpers massgebend beeinflussen. Um schwierige und teure Nacharbeiten an den Wehrbauten auszuschalten, um die Kunstbauten vor den Angriffen des Wassers dauernd zu schützen und um ferner dem Wehr auch die erforderliche Dichtigkeit und Sicherheit gegen Grundbruchgefahr zu geben, werden bei den Wehrbauten der letzten Zeit schon von Anfang an zweckentsprechende Vorkehrungen getroffen. Von ausschlaggebender Bedeutung ist zunächst die Höhenlage der Wehrschwelle. Um an Kosten für die beweglichen Wehrabschlüsse zu sparen, erlag man früher vielfach der Versuchung, diese nur gerade so tief anzusetzen, als es für die schadlohe Ableitung der Hochwasser notwendig ist, und im übrigen für die Abspülung des Geschiebes einen oder mehrere Grundablässe einzubauen. Die Erfahrungen und später die Modellversuche haben aber gezeigt, dass zu hoch liegende Schwellen die Tiefe und Ausdehnung der Kolke fördern. Bei den neueren Wehren wird die Schwelle deshalb ungefähr auf die mittlere Höhe der Flussole oder nur wenig darüber angelegt und erhält eine Länge, die etwa der zwei- bis zweieinhalbfachen Schützhöhe entspricht. Im Bestreben, die Länge der Schwellen durch geeignete Ausbildung ihres Querschnittes zu verkleinern, sind die mannigfaltigsten Formen entstanden. Neben ebenen Schwellen finden sich beidseitig abgedachte und solche mit abgesetzten, tieferliegenden oder trogförmigen Sturzböden. Letztgenannte kamen bei den Wehren Chancy-Pougny, Albruck-Dogern und Rapperswil-Auenstein zur Anwendung. Bei den Stauwehren Ryburg-Schwörstadt und Klingnau sind ausserdem noch Rehbock'sche Zahnschwellen¹⁴⁾ eingebaut worden. Die aus der Tabelle V ersichtlichen, verhältnismässig langen Wehrschwellen bei Klingnau und Rapperswil-Auenstein sind nicht durch die Sturzbodenlänge bedingt, sondern durch den aus andern Gründen angeordneten Vorboden oberwasserseits.

Wichtig im Kampf gegen die Unterkolkungsgefahr und zur Sicherung der erforderlichen Dichtigkeit ist eine genügende Fundamenttiefe des Wehrkörpers. Während alte Wehre nur wenig in den Untergrund eingebunden wurden, haben die rasch erfolgten Kolkungen und später auch die Untersuchungen an Wehrmodellen dazu geführt, die Pfeiler genügend tief zu gründen und die Schwellen ober- und meistens auch unterwasserseits mit ebenso tief greifenden Spornen abzugrenzen. Unliebsame Erfahrungen haben ferner gelehrt, dass auch die Flussufer unterhalb der Wehre auf längere Strecken gegen Unterspülungen gesichert werden müssen¹⁵⁾. Die endgültige Ausbildung des Kolkes

¹²⁾ Z. B. Wehr von Augst-Wyhlen, SBZ 1925, Bd. 85, Seite 329*.

¹³⁾ Vergl. SBZ 1934, Bd. 104, Seite 256 (Klingnau) und SBZ 1943, Bd. 121, Seite 174* (Reckingen und Rapperswil-Auenstein).

¹⁴⁾ Vergl. SBZ 1926, Bd. 87, Seite 27*.

¹⁵⁾ Z. B. beim Wehr Niederried des Kraftwerkes Kallnach, SBZ 1929, Bd. 94, Seite 137*.

Tabelle V. Stauwehre schweizerischer Niederdruck-Kraftwerke (Max. Stauhöhe 16,0 m)

Hierzu Abb. 19

Stauwehr	Stauhöhe über der Schwelle h m	Lichte Öffnungsweite w m	Zahl der Öffnungen	Hochwasser Durchfluss		Wehrpfeiler			Wehrschwelle		Verhältniszahlen				Fundament-Untergrund	Schützen				
				Total m³/sec	pro m Öffnung Alle Öffn. offen m³/sec	Breite über der Wehrschwelle m	Länge über der Wehrschwelle L m	Windwerksbrücke üb. Schwelle H m	Länge l m	Urspr. max. Spornentiefe t m	Pfeilerhöhe H h	Schwellenlänge l h	Spornentiefe t h*	Kolkentiefe k h		Typ nach Abb.	Total G Tonnen	relativ G (h · w)² kg/m⁴		
Chèvres	8,5	10,0	6	1230	20,5	24,6	3,0	17,0	16,3	16,0	1,5	1,92	1,88	0,18	Molasse	12	50	6,9		
Hagneck 1)	6,1	8,0	2	1400	25,5	—	2,8	10,8	—	11,7	3,0	2,33	1,82	0,47	1,55	Molasse	12	18	7,6	
	6,1	7,0	1													12	13,6	7,5		
	7,3	10,0	2													12	36,8	6,9		
	3,8	12,0	1													12	18,5	8,9		
Beznau	6,3	15,0	7	1850	17,6	20,5	3,0	12,1	17,3	10,1	4,6	2,75	1,60	0,73	2,20	Mergel	12	57,5	6,4	
Augst-Wyhlen	9,0	17,5	10	5600	32,0	35,5	4,2	21,0	24,0	16,9	12,0	2,67	1,88	1,33	1,11	Kalk	13	112 3)	4,5	
Niederried (Kallnach)	4,4	10,0	3	1400	28,0	35,0	2,2	11,8	—	12,9 4)	5,9	—	—	—	—	Molasse	12	13,2	6,8	
	8,4	10,0	2													14	33,2	4,7		
Laufenburg	13,5	17,3	2	5400	78,0	104,0	4,5	24,2	—	29,9	25,5	9,0	1,87	1,59	0,56	0,75	Gneis	14	261	4,8
	16,0	17,3	2														14	296	3,9	
Olten-Gösigen	6,1	15,6	4	1200	15,4	19,2	3,0	16,5	—	14,1	11,5	—	—	—	—	Kies	14	78	8,6	
	6,5	15,6	1													14	88	8,6		
Eglisau	12,7	15,5	6	2500	26,9	32,3	4,3	22,3	29,2	20,8+30,0	15,0	2,30	4,00	1,18	0,57	Molasse	15	158	4,1	
Chancy-Pougny	11,0	12,0	4	1200	25,0	33,3	3,5	23,2	28,5	21,8	14,7	2,59	1,98	1,34	0,69	Molasse	15	89	5,1	
Ryburg-Schwörstadt	12,0	24,0	4	5400	56,3	75,0	5,0	30,0	22,2	24,5	11,0	1,85	2,04	0,92	0,72	Kalk	17	233 4)	2,8	
Albruck-Dogern	10,5	25,0	3	5400	43,2	54,0	5,0	26,4	—	24,3	12,0	—	—	—	—	Kalkmergel	16	200 4)	2,9	
	12,0	25,0	2													16	270 4)	3,0		
Klingnau	7,0	30,0	4	2200	18,4	24,5	4,5	24,0	18,0	24,5	16,0	2,57	3,50	2,29	—	Dolomit	16	138	3,1	
Reckingen	12,0	20,0	3	2600	43,3	65,0	4,5	31,7	22,8	24,4	14,2	1,90	2,03	1,18	0,8 2)	Mergelkalk	17	198	3,4	
Ropperswil-Auenstein	8,0	22,0	3	1300	19,7	29,6	5,4/3,1	22,9	10,0	22,1	18,6	1,25	2,76	2,33	1,75 2)	Kalk u. Molasse	18	113	3,7	

Bemerkungen: 1) Staukote 441,30 m. Die Schützen mit 6,1 m Höhe sind nachträglich an Stelle eines 23 m breiten Rolladenwehres eingebaut worden. 2) Nach Modellversuchen zu erwarten. 3) Schütze mit Bisklappe. 4) Teilweise mit hochwertigem Stahl.

hängt wenig von der Art des Untergrundes, sondern im wesentlichen nur von der Zeit ab. Wenn je, so gilt hier im wahrsten Sinne das Wort «Steter Tropfen höhlt den Stein». Ohne die in grosser Variation auftretenden Kolkbilder näher zu erörtern, sei nur auf die grössten beobachteten Kolkiefen hingewiesen. Ihre Gegenüberstellung zu den Spornentiefen in Tabelle V, beide im Verhältnis zur Stauhöhe betrachtet, gibt einen Aufschluß über die bezüglichen Zustände bei den einzelnen Wehranlagen¹⁶⁾. Erheblichen Einfluss auf die Kolkabfuhr hat ferner die Art und Weise der Ableitung der überschüssigen Wassermengen über das Wehr. Es kommt dabei darauf an, ob hiefür die ganze Wehrbreite oder nur ein Teil derselben benützt wird. Bei einseitigem Ueberströmen entwickeln sich grosse vertikale Wasserwalzen hinter der geschlossenen Wehröffnung, die beträchtliche Kolkungen in unmittelbarer Nähe der Wehrfundamente zur Folge haben können. Diese Erscheinungen treten immer auf; ihre Auswirkungen jedoch sind stark von den örtlichen Verhältnissen abhängig. Allgemein ist man aber auf Grund praktischer Erfahrungen und der Modellversuche zur Erkenntnis gelangt, dass die Wasserabfuhr nicht der Willkür des Wehrwärters überlassen werden darf, sondern nach ganz bestimmten Vorschriften über die Schützenbedienung erfolgen muss. Dabei gilt es, die nachgewiesenermassen günstige Wirkung des gleichzeitigen Ueber- und Unterströmens der Schützen auszunützen, sobald die zum Abfluss gelangende Wassermenge eine bestimmte Grösse überschreitet. Auch muss der Drosselung des Durchflusses durch die Seitenöffnungen zur Schonung der Uferverbauungen volle

16) Vergl. «Kolk- und andere Untersuchungen an schweizerischen Wehranlagen», Herausgegeben von Locher & Co., Zürich 1935. Ferner: Abhandlung über Wehrbauten von Dr. J. Büchi und Dipl. Ing. K. Jenny, anlässlich des XVI. internationalen Schiffahrtskongresses in Brüssel, 1935.

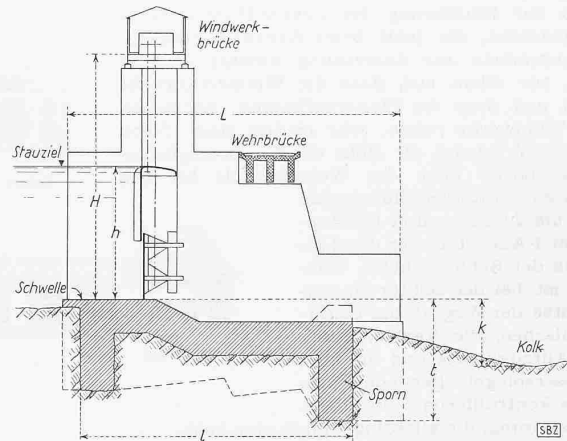


Abb. 19. Schematischer Wehrquerschnitt zu Tabelle V

Aufmerksamkeit geschenkt werden. Wenn es bisher auch nicht restlos gelungen ist, die hydraulisch sehr komplizierten Probleme des in Bezug auf die Kolkwirkung zweckmässigsten Wasserabflusses über Wehre rechnerisch zu ermitteln, so ist doch der Nachweis erbracht worden, dass mit Modellversuchen die in der Natur zu erwartenden Kolkzustände mit grosser Zuverlässigkeit bestimmt werden können¹⁷⁾.

17) «Experimentelle und theoretische Untersuchungen über das Kolkproblem» von W. Eggenberger und R. Müller. (Mitteilungen Nr. 5 aus der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H., Zürich 1944.)

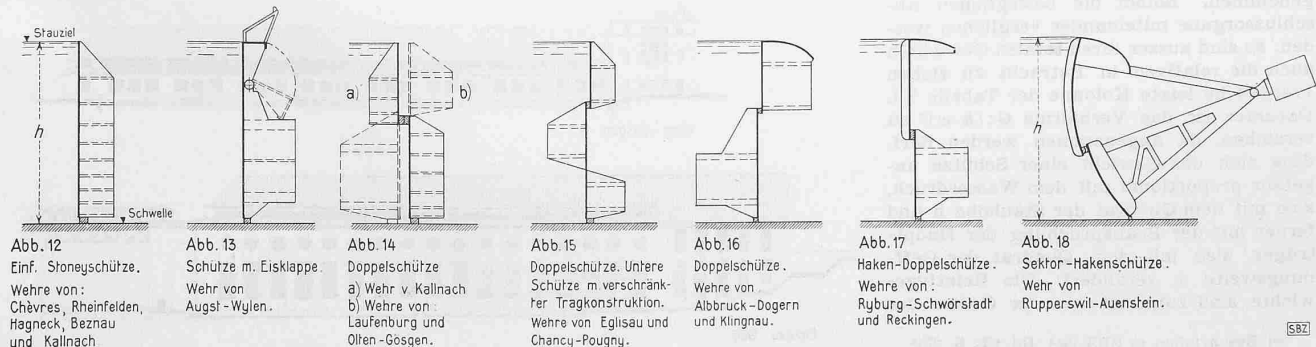


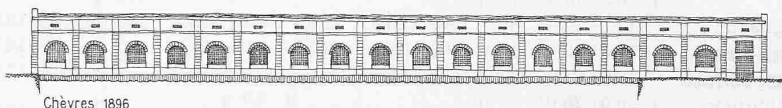
Abb. 12 Einf. Stoneuschütze. Wehre von: Chèvres, Rheinfelden, Hagneck, Beznau und Kallnach
 Abb. 13 Schütze m. Eisklappe. Wehr von Augst-Wyhlen.
 Abb. 14 Doppelschütze a) Wehr v. Kallnach b) Wehre von: Laufenburg und Olten-Gösigen.
 Abb. 15 Doppelschütze, Untere Schütze m. verschränkter Tragkonstruktion. Wehre von Eglisau und Chancy-Pougny.
 Abb. 16 Doppelschütze. Wehre von Albruck-Dogern und Klingnau.
 Abb. 17 Haken-Doppelschütze. Wehre von: Ryburg-Schwörstadt und Reckingen.
 Abb. 18 Sektor-Hakenschütze. Wehr von Ropperswil-Auenstein.

Die schon seit drei Jahrzehnten zur Anwendung gekommene Zweiteilung der Abschlusschützen ist durch die mit ihr erzielbaren günstigen Abflussverhältnisse zur Charakteristik der heutigen Schützenkonstruktionen bei grösseren Stauwehren geworden. Ursprünglich, unter den hier betrachteten Stauwehren erstmals beim Wehr Niederried des Kraftwerkes Kallnach, wurde die Unterteilung zur Verkleinerung des bei der Abflussregulierung zu hebenden Schützensgewichtes angeordnet, was die Verdrängung der bis dahin üblichen, einteiligen Stoney-Schützen zur Folge hatte. Bei Olten-Gösgen ist die unterteilte Schützenkonstruktion besonders im Hinblick auf die leichtere Geschwemmel- und Eisabfuhr gewählt worden, wobei man zum erstenmal den kolkvermindernden Einfluss des kombinierten Ueber- und Unterströmens erkannt hatte. Der Wandel, den die Bauart der Tafelschützen bei unseren bedeutenden Stauanlagen durchgemacht hat, ist aus den schematisch dargestellten Typen der Abbildungen 12 bis 18 ersichtlich. Andere Konstruktionen, wie Segment-, Dach- und Walzenwehre, sind in der Schweiz selten und nur mit kleineren Ausmassen zur Anwendung gelangt. Auf Einzelheiten der Schützenkonstruktionen und der Abdichtungen soll hier nicht eingetreten werden. Diese sind kürzlich in der Zeitschrift «Hoch- und Tiefbau» (1944, Heft 11 bis 13 und 17) zur Darstellung gekommen. Erwähnt sei jedoch, dass die einteilige wie auch die zweiteilige Schützenkonstruktion der normalen Ausführung eine unerwünscht hohe Lage der Windwerkbrücke mit sich bringt. Erst die Einführung der Hakendoppelschütze (Abb. 17), die nur eine Laufbahn für die Ober- und Unterschütze erfordert, gestattet, die Windwerkbrücke tiefer zu legen und ergibt damit ein besseres Aussehen des ganzen Wehrbaues. Da sie eine geringere Tiefe der Auflagnischen benötigt, wird auch die Schwächung des Pfeilers herabgesetzt. Zum Schluss sei noch auf erstmaligen Versuch zur Einführung der Sektor-Hakenschütze hingewiesen, die jetzt beim Wehrbau Ruppertswil-Auenstein zur Anwendung kommt¹⁵⁾. Hier fällt vor allem auf, dass die Windwerkbrücke fehlt und dass die Pfeileraufbauten, auf denen die Windwerke ruhen, sehr niedrig sind. Nach Tabelle V beträgt die Höhe des Windwerk-Bedienungsbodens über der Wehrschwelle bei den Wehren mit Rollenschützen das 1,8- bis 2,8-fache und bei Ruppertswil-Auenstein nur das 2,25-fache der Schützenshöhe. Günstig ist bei der Sektor-Hakenschütze der Wegfall der Schützensnischen, die Verkleinerung der Aufzugkräfte und die über Wasserspiegel liegende, also stets kontrollierbare Schützenauflagerung, die allerdings durch eine kostspielige Verankerung der ungünstig an den Pfeilern angreifenden Auflagerkraft erkaufte werden muss. Eine zuverlässige Beurteilung dieser Anordnung wird natürlich erst nach dem Vorliegen genügender Betriebserfahrungen möglich sein. Sie stellt indessen einen interessanten Versuch zur Weiterentwicklung der Stauweherschützen dar.

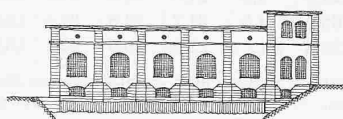
Mit der schon erwähnten Vergrößerung der freien Durchflussöffnungen der Wehre haben die Abmessungen und damit die Gewichte der Schützen ganz erheblich zugenommen. Sollen die beweglichen Abschlussorgane miteinander verglichen werden, so sind ausser ihren totalen Gewichten auch die relativen in Betracht zu ziehen (vergleiche letzte Kolonne der Tabelle V). Darunter ist das Verhältnis $G:(h \cdot w)^2$ zu verstehen, da angenommen werden darf, dass sich das Gewicht einer Schütze ungefähr proportional mit dem Wasserdruck, also mit dem Quadrat der Stauhöhe h und ferner mit der Beanspruchung der Hauptträger, also mit dem Quadrat der Öffnungsweite w verändert. Die Relativgewichte sind zunächst von der Grösse der

Schütze abhängig und zwar stehen sie im umgekehrten Verhältnis zu ihr. Im weiteren werden sie aber auch von der Güte und Zweckmässigkeit der Eisenkonstruktion und schliesslich von der Qualität des verwendeten Stahlmaterials beeinflusst. Das kommt bei den Schützen der Kraftwerke Ryburg-Schwörstadt und Albruck-Dogern zum Ausdruck, da bei diesen teilweise Spezialstähle höherer Festigkeit zum Einbau gelangten. Es durften hierfür Zugspannungen von 1400, 1800 und sogar 2100 kg/cm² zugelassen werden, während für Normalstahl die zulässigen Zugspannungen je nach Objekt und Bauteil auf 1100 bis 1400 kg/cm² begrenzt sind. Eine Zusammenfassung der in Tabelle V aufgeführten Schützentypen ergibt folgende mittlere Relativgewichte: 7,3 kg m⁴ aus 10 Schützen mit $(h \cdot w)^2 = 10000$, erstellt vor 1917
 4,4 " " 6 " " " = 17000-77000, " " 1925
 3,4 " " 3 " " " = 31000-58000, " nach 1935
 2,9 " " 3 " " " = 69000-90000, " 1930/33
 letztgenannte unter teilweiser Verwendung von Spezialstählen.

Zur Abrundung vorliegender Betrachtung soll noch die architektonische Entwicklung der Hochbauten unserer Kraftwerke, wenigstens der Maschinenhäuser, gestreift werden.



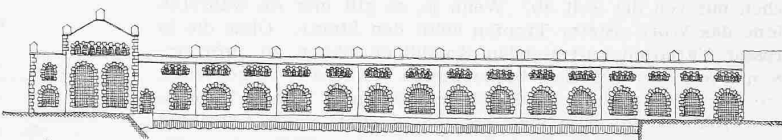
Chèvres 1896



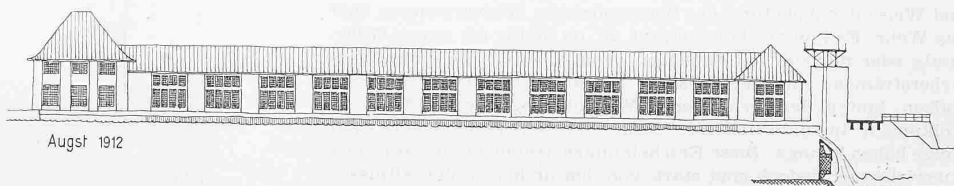
Hagneck 1899



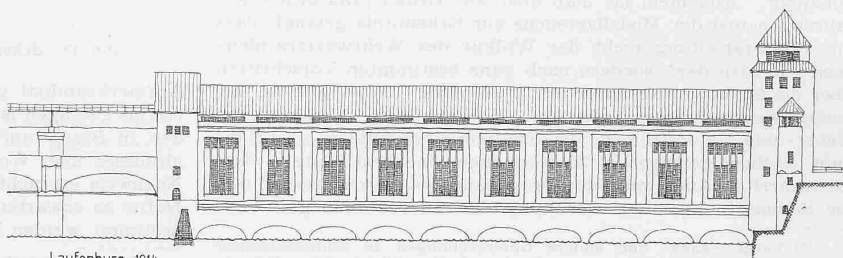
Kallnach 1913



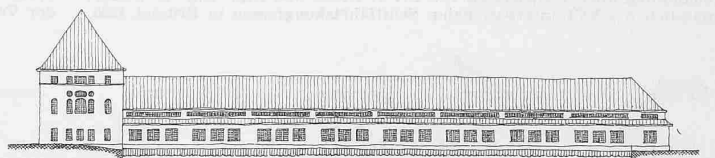
Beznau 1902



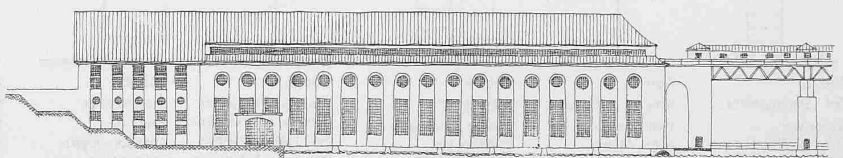
Augst 1912



Laufenburg 1914



Olten-Gösgen 1917



Egliu 1920

¹⁵⁾ Beschrieben in SBZ 1944, Bd. 123, S. 275*.

Verzeichnis der in der SBZ erschienenen Aufsätze über schweizerische Niederdruck-Kraftwerke

Kraftwerk	Jahr	Band	Seite	Inhalt
Chèvres	1892	20	96	Projekt
	1896	28	167	Turbinen
	1896	28	1	Vor- und Bauprojekte
Rheinfelden	1899	34	127	Turbinen
	1926	88	29	Maschinenhaus-Querschnitt
	1931	93	129	Dammichtung
Hagneck	1907	49	67	Allgemeine Beschreibung
	1926	88	28	Wehrquerschnitt
Augst-Wyhlen	1907	50	306	Projekt
	1913	61	167	Allgemeine Beschreibung
	1914	63	1	Maschinenhaus Augst
	1925	86	329	Kolksicherungen am Wehr
Kallnach	1926	88	29	Maschinenhaus-Querschnitt
	1909	54	126	Allgemeine Beschreibung
Laufenburg	1929	94	137	Ufermauer-Gründung
	1926	88	28	Wehr-Querschnitt
Olten-Gösigen	1926	88	45	Turbinen-Wirkungsgrade
	1920	75	1	Allgemeine Beschreibung
Eglisau	1926	88	28/29	Querschnitte Maschinenhaus
	1927	90	27	Allg. Beschreibung und Wehr
Mühleberg	1919	74	301	Turbinen
	1926	87	275	Allgemeine Beschreibung
Chancy-Pougny	1925	86	305	Allgemeine Beschreibung
	1926	87	241	Abnahme-Versuche
	1926	88	87	Wehr-Modellversuche
	1927	89	314	Vortrag
Ryburg-Schwörstadt	1930	96	261	Wehrbau
	1928	92	181	Vom Bau
Albruck-Dogern	1932	99	197	Allgemeine Beschreibung
	1933	101	249	Turbinen
Wettingen	1932	100	61	UW-Stollen, Modellversuche
	1934	103	36/224	Abnahme-Versuche
Klingnau	1934	104	256	Baugeschichte, Modellversuche
	1939	113	27	Vom Bau
Reckingen	1939	114	318	Projekt
	1943	122	126	Vom Bau
Verbois	1943	122	246	Projekt
	1944	123	275	Sektor-Hakenschütze

Verschiedene Aufsätze betreffend Turbinen

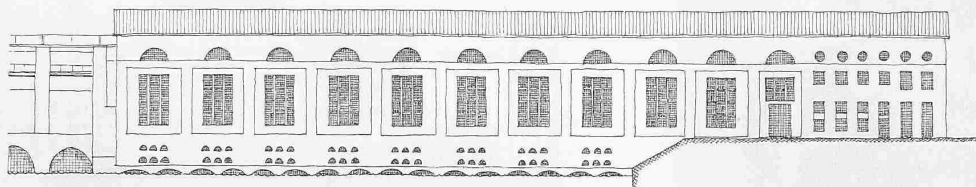
Jahr	Band	Seite	Inhalt
1925	85	55, 197	Turbinentypen und Saugrohre
1925	85	160	Nomogramme zur Berechnung von η_s
1926	88	138	Wirkungsgrad
1926	88	179	Technischer und wirtschaftlicher Wirkungsgrad
1926	88	333	Neue Turbinenkonstruktion (Propeller)
1927	89	46	Erste Kaplan-Turbine in der Schweiz
1927	90	24	Erste Turbine anno 1827
1928	91	135	Maximales Sauggefälle
1931	98	309	Korrosion infolge Kavitation
1933	101	243	Korrosion infolge Kavitation
1935	106	71	Kaplan-Turbinen
1935	106	298	Spaltkavitation
1936	108	105	Korrosion infolge Kavitation
1938	111	328	25 Jahre Kaplan-Turbine

Verschiedene Aufsätze betreffend Wehrbau

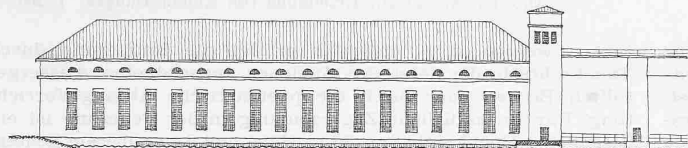
Jahr	Band	Seite	Inhalt
1925	85	329	Kolksicherung Augst-Wyhlen
1926	87	27/85	Zahnschwelle von Rehbock
1927	89	108	Wehrtypen
1943	121	174	Wehrmodell-Vers. für Reckingen u. Rapperswil
1943	122	161	Kolksicherungen beim Ueber- u. Unterströmen

Veröffentlichungen ausserhalb der Schweizerischen Bauzeitung

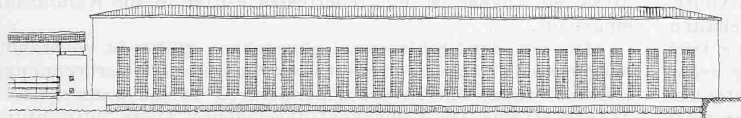
Hagneck	Das Elektrizitätswerk Hagneck der Bernischen Kraftwerke AG, Bern 1914, BKW.
Kallnach	Sonderdruck der «Schweiz. Wasserwirtschaft» 1916/17.
Albruck-Dogern	«Schweiz. Wasser- und Elektrizitätswirtschaft» 1934, Bd. 26, Seite 31.
Wettingen	«Escher-Wyss-Mitteilungen» 1936, No. 4. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1934.
Klingnau	«Escher-Wyss-Mitteilungen» 1933, No. 2.
Verbois	J. Osterwalder, Aarau. Das Kraftwerk Klingnau, 1937.
Rapperswil-Auenstein	«Bulletin Technique de la Suisse Romande» 1943, Seite 206.
	«Schweiz. Wasser- und Energiewirtschaft» 1943, Bd. 35, Seite 70.



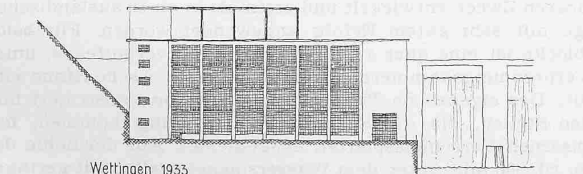
Mühleberg 1921



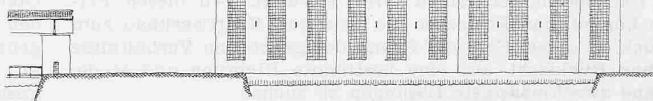
Chancy-Pougny 1925



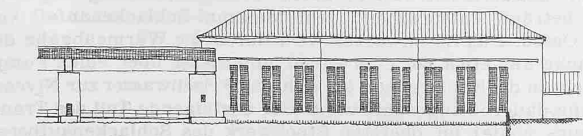
Ryburg-Schwörstadt 1930



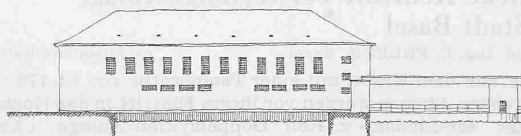
Wettingen 1933



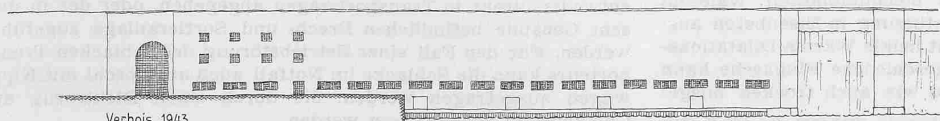
Klingnau 1935



Reckingen 1941



Rapperswil-Auenstein 1945 (Nach Projekt)



Verbois 1943

Die Gestaltung der meist langen, schmalen und hohen Baukörper bildet für den Architekten eine interessante Aufgabe. Sie hat je nach dem baukünstlerischen Empfinden der betreffenden Zeit die verschiedensten Lösungen gefunden. Diese

lassen sich in drei deutlich voneinander unterscheidbare Gruppen unterteilen. Die erste, bis zur Jahrhundertwende mit Einschluss des Kraftwerkbaues von Beznau reichende, zeigt einfache Formen mit ziemlich flachen oder nach aussen durch Aufbauten abgeschirmten Dächern (S. 338). Zur Belebung und Gliederung der Fronten sind Fenstereinfassungen, Gebäudeecken und Lisenen durch Hausteine, bisweilen mit starker Farbbetonung, hervorgehoben worden. Bei der zweiten Gruppe, in der Zeitspanne, die durch den Bau der Kraftwerke Augst-Wyhlen und Chancy-Pougny begrenzt ist, setzt sich eine reichere architektonische Gestaltung durch. Man erfreut sich vorerst an Monumentalbauten mit hohen Dachstühlen und Türmen, die in den burgähnlichen Gebäuden des Kraftwerkes Laufenburg ihren Höhepunkt gefunden haben.

Ansichten der Maschinenhäuser Schweizerischer Niederdruck-Wasserkraftanlagen
 Masstab 1 : 1250
 nach Skizzen von Dipl. Arch.
 H. STAMBACH, Rorschach

Die Kehricht-Verwertungsanlage der Stadt Basel

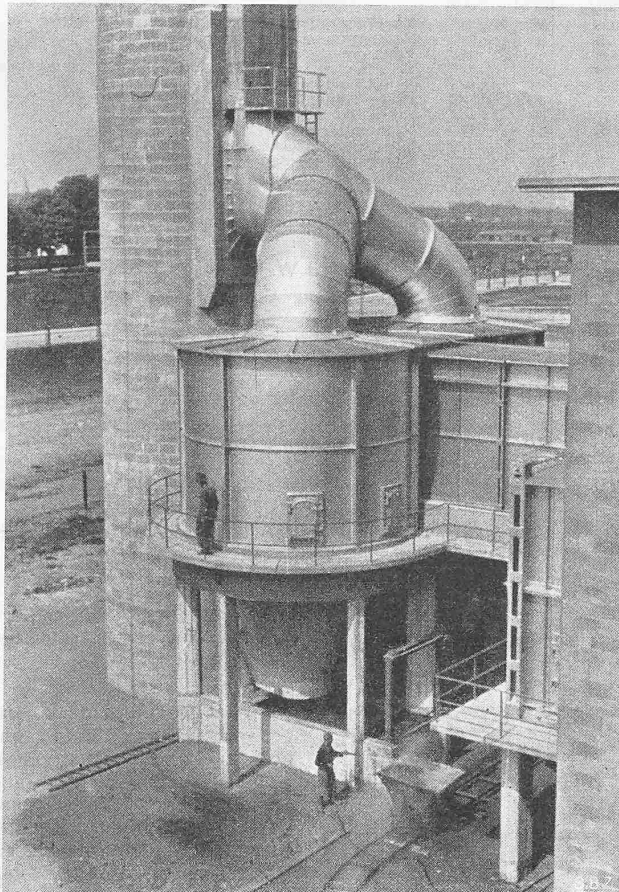


Abb. 11. Rauchgas-Reinigungsanlage, System ter Linden - von Roll

Später, nach Ende des ersten Weltkrieges, macht sich eine etwas anspruchslosere Auffassung geltend, die den Maschinenhastrakt deutlich als einraumiges Bauwerk erkennen lässt. Eine Ausnahme aus der Mitte dieser zweiten Periode manifestiert sich im Maschinenhaus des Kraftwerkes Kallnach, das als stark gegliederter Betonbau dasteht. Es stellt einen Uebergang dar zur dritten Epoche, die sich 1930 in dem sachlichen, sich auf das Notwendige beschränkenden Kraftwerkbau von Ryburg-Schwörstadt ausdrückt. Das Dach ist hier sehr flach gehalten, sodass das Ganze als einfaches Rechteck in Erscheinung tritt, das nur durch den straffen Rhythmus der Fensterteilung belebt wird. Die Behandlung der Fensterfläche als architektonisch wirkendes Element hat bei den neuesten Kraftwerken die grössten Variationen erfahren. Als Extreme in dieser Hinsicht seien das Kraftwerk Wettingen, dessen ganze Fassadenhöhe als Glaswand erscheint, und das «Talsperren-Maschinenhaus» Verbois, dessen Maschinsaal fast fensterlos ist¹⁹⁾ und im wesentlichen nur durch Dachoberlichter erhellt wird, erwähnt. An diesen Beispielen kommt das Bestreben im heutigen Kraftwerkbau zum Ausdruck, in jedem Fall, auf Grund der gegebenen Verhältnisse und ohne Rücksicht auf eine bestimmte Richtung und Mode, beste und zweckmässigste Lösungen zu suchen.

Die neue Kehricht-Verwertungs-Anlage der Stadt Basel

Von Dipl. Ing. C. FELBER, Basel

(Schluss von Seite 330)

Die aus dem Kessel mit einer Temperatur von rd. 170–220 °C austretenden Abgase werden vor ihrem Eintritt in das Hochkamin in einer ter-Linden - v. Roll Doppelzyklon-Anlage (Abb. 11) weitgehend entstaubt. Die als Fliehkraftabscheider arbeitenden Zyklone sind inwendig ganz in feuerfestem Material gebaut und in ihrem oberen zylindrischen Teil blechummantelt, während der konische untere Teil und die Abstützung in Eisenbeton ausgeführt wurden, wobei zum Teil recht heikle Wärme-Dilatations-Probleme zu lösen waren. Die abgeschiedene Flugasche kann aus der Zyklon-Anlage sowohl nass wie auch trocken ausge-

¹⁹⁾ «Zur Architektur des Kraftwerkes Verbois» SBZ 1943, Bd. 122, S. 131*.

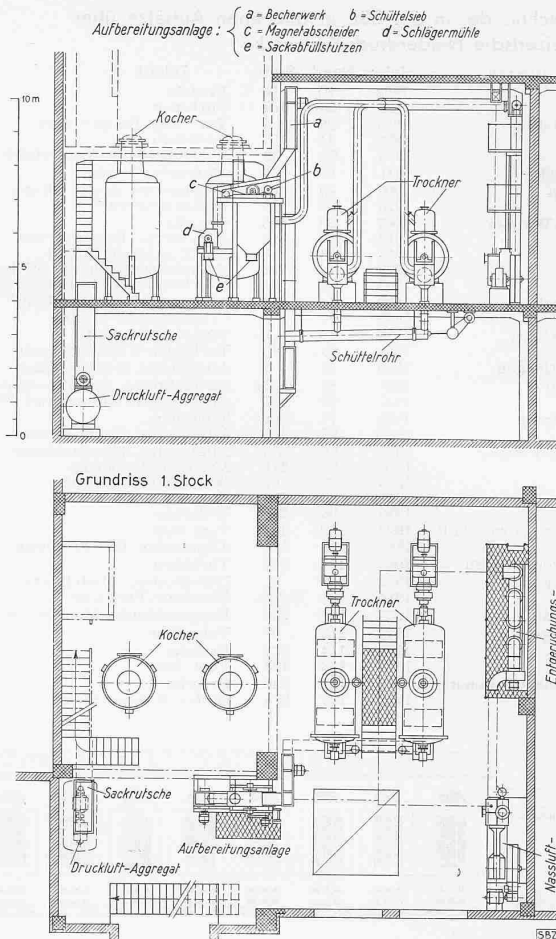


Abb. 12. Anlage zur Erzeugung von Humus-Dünger. 1 : 200

tragen werden, d. h. entweder erfolgt die Entleerung durch Tauchrohre in die unter den Zyklonen angeordneten, wassergefüllten Becken oder durch die pneumatische Absaug-Vorrichtung. Für die natürliche Zugerzeugung in der Feuerung ist ein Eisenbeton-Hochkamin von 70 m Höhe und 2,4 m oberem lichten Durchmesser ausgeführt. Zum Schutze der Betonkonstruktion des Kaminschaftes gegen chemischen Angriff der äusserst aggressiven Abgase ist ein feuerfestes Futter in die Kaminsäule eingebaut.

Die von der Drehtrommel abgegebene, glühende, vollständig ausgebrannte Schlacke gelangt über den unter der Verbrennungskammer angeordneten Schlackenaustrag in die wassergefüllte Transportrinne des Schlackentransporteurs. Diese Vorrichtung, die sich durch absolut staub- und geruchfreien Austrag der Schlacke auszeichnet, ist von der Erstellerfirma eigens für diesen besonderen Zweck entwickelt und erstmals in einer ausländischen Anlage mit sehr gutem Erfolg angewendet worden. Für beide Ofenblöcke ist eine quer zu ihren Längsachsen verlaufende, unter den Verbrennungskammern angeordnete geschlossene Rinne eingebaut. Der eigentliche Trog ist in Eisenbeton konstruiert und an den Stellen, die mit Schlacke in Berührung kommen, mit gusseisernen Verschleissplatten ausgekleidet. Auf der Sohle der Rinne, rd. 800 mm unter dem Wasserspiegel, gleitet mit geringer Geschwindigkeit eine endlose Kratzerkette, nach Art eines Redlers in Sonderkonstruktion, deren Transportleistung ungefähr 6 t/h beträgt, entsprechend dem Maximal-Schlackenfall von zwei Oefen. Das Löschwasser wird durch die Wärmeabgabe der Schlacke auf etwa 60 °C erwärmt und fliesst über einen Pumpschacht in die Kanalisation ab, während Frischwasser zur Niveauehaltung dauernd zugeführt wird. Der ansteigende Teil des Transporteurs endigt im obersten Stockwerk des Schlackenaufbereitungsgebäudes, wo sich der Antrieb-Motor mit Rutschkupplung und Zahnradvorlege befindet. Von dort aus kann die Schlacke entweder direkt in Transportwagen abgeben, oder der in diesem Gebäude befindlichen Brech- und Sortieranlage zugeführt werden. Für den Fall einer Betriebsstörung des Schlacken-Transporteurs kann die Schlacke im Notfall auch ungelöscht mit Kippwagen ausgetragen werden, die durch einen Elektrozug auf Geländehöhe hochgezogen werden.