

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 33/34 (1899)
Heft: 22

Artikel: Bericht über die Konstruktion und Wirkungsweise der
Transformatorturbine
Autor: Prášil, Franz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-21429>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

INHALT: Bericht über die Konstruktion und die Wirkungsweise der Transformorturbine. II. — Der Backsteinbau romanischer Zeit in Ober-Italien und Norddeutschland. V. (Schluss). — Das neue Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren. VI. — Nekrologie: † Karl Arnold Séquin-Bronner. † Jakob Bächli. † Alfred Brandt. — Miscellanea:

Neues Verfahren zur Erzeugung von Calciumcarbid und Metallen. — Konkurrenzen: Evangelische Kirche in Rorschach. Entwürfe für Arbeiterwohnhäuser in Kirchdilmold bei Kassel. — Vereinsnachrichten: Basler Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Polytechniker: Stellenvermittlung.

Bericht über die Konstruktion und Wirkungsweise der Transformorturbine.

(Pat. Nr. 16218, D. R. P. Nr. 101145.)

Von Prof. Franz Prásil in Zürich.

II. Alle Rechte vorbehalten.

C. Die Versuche.

a. Versuchseinrichtungen.

Die Bremsung der Turbine fand an einer auf der Hauptwelle aufgekeilten Bremscheibe von 0,76 m Dmr. und 0,2 m Breite mittels eines Bremszaumes statt, dessen Bremsband mit einer durch Schneckengetriebe bethätigten Spanngarnitur ausgerüstet und mit Holzbacken armiert war; denselben wurde behufs Schmierung und Kühlung Seifenwasser kontinuierlich zugeführt.

Am freien Ende des schmiedeisernen Bremshebels war ein über eine sehr leicht bewegliche Rolle gelegtes Drahtseil befestigt, dessen zweites Ende die Wagschale zur Aufnahme der Belastungsgewichte trug; die Wagschale und das

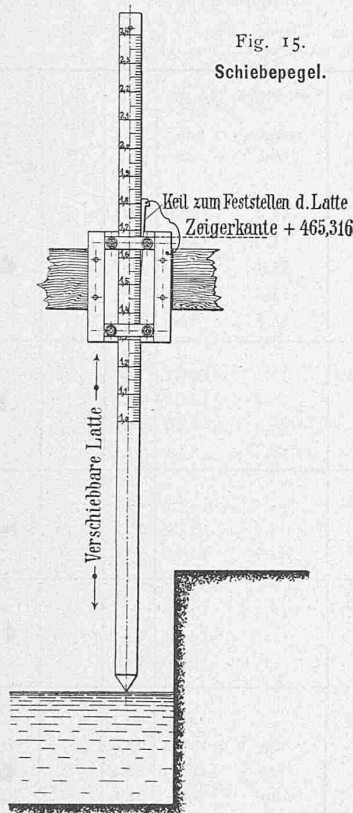


Fig. 15. Schiebepegel.

hängende Tragseil hatten zusammen ein Gewicht von 13,1 kg; das zwischen dem Bremshebel und der Rolle befindliche, horizontale Drahtseilstück wurde senkrecht zur Vertikalebene eingerichtet, die durch die geometrische Achse der Turbine und der Seilbefestigung bei Mittellage des Bremshebels bestimmt ist. Die senkrechte Entfernung der Seilachse von der Turbinenachse, d. i. die wirksame Bremshebellänge wurde mit 2,948 m während der Versuche im April, mit 2,960 m während der Versuche im September gemessen. Der gesamte Bremszaum war gut ausbalanciert.

Die Gefällsmessung wurde durch Beobachtung der Wasserstände an einer Reihe von Schiebe-Pegeln durchgeführt, deren Konstruktion aus Fig. 15 ersichtlich ist. Die verschiebbare Latte läuft in eine Spitze aus, die eine genaue Einstellung auf dem Wasserspiegel erlaubt und ist mit einer von der Spitze ab zählenden Einteilung versehen;

die Oberkante der oberen Führungsleiste dient als Zeiger und es ist deren Höhenlage für jeden solchen Pegel durch Nivellement bestimmt und auf einen angenommenen Horizont bezogen.

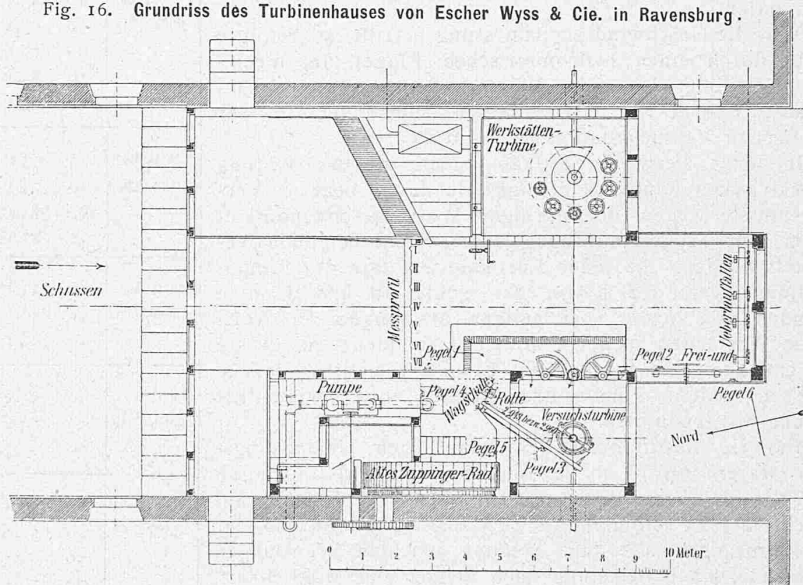
Bei den aus der Grundrissfigur 16 ersichtlichen Pegelverteilungen waren hienach folgende Wasserstände bestimmt.

1. Höhenquote des Oberwasserspiegels am Wassermessprofil
2. " " Oberwasserspiegels an der Freifalle
3. " " Oberwasserspiegels im Wasserkasten
4. " " Unterwasserspiegels ober der Turbine
5. " " Unterwasserspiegels an der Turbine
6. " " Unterwasserspiegels unter der Turbine.

Durch die Höhenquote 1 war der Wasserstand am Wassermessprofil fixiert, die Einstellung war des ruhigen Wasserspiegels halber gut durchführbar, ebenso bei Pegel 2. Das arithmetische Mittel beider Höhenquoten giebt den jeweiligen mittleren Wasserstand vor dem Rechen; die Einstellung bei Pegel 3 war jeweilen und namentlich bei tiefen Oberwasserständen sehr unsicher und zwar wegen der teils durch den Durchfluss zwischen den Drehthoren, teils durch senkrechte Ablenkung vom Zulaufkanal in den Wasserkasten verursachten und nicht zu eliminierenden Wirbel.

Um der Unsicherheit der Einstellung am Pegel 3

Fig. 16. Grundriss des Turbinenhauses von Escher Wyss & Cie. in Ravensburg.



1 : 200.

zu begegnen, wurde am Blech-Zulaufrohr der Turbine ein Wasserstandsrohr angeschlossen und dasselbe mit dem Pegel 5 derart in Verbindung gebracht, dass dort eine direkte Ablesung zwischen Unterwasserspiegel und der der Anschlussstelle des Wasserstandrohres entsprechenden Piezometerhöhe durchgeführt werden konnte.

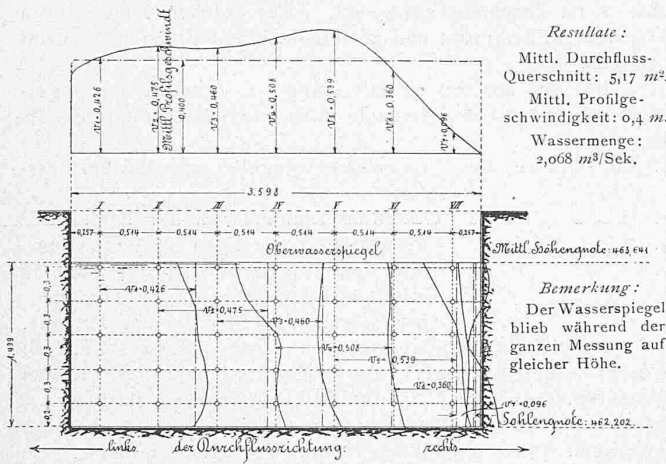
Die Pegelstellungen bei 4 und 5 waren gut durchführbar und fast durchweg übereinstimmend. Bei Pegel 6 war die Einstellung unsicher und der grossen Entfernung halber unbrauchbar. Die Pegelablesungen erfolgten während sämtlicher Versuche in Zeitintervallen von 5 Minuten.

Die Wassermessung wurde wie die Grundrissfigur der Anlage zeigt, an einem Profil in der Nähe des Einlaufes zur Turbine vorgenommen, da ein anderer Ort nicht gefunden werden konnte; es machte sich bei den Messungen

die unregelmässige Strömung im Profil auch bemerkbar (Fig. 17).

Die Sohle des Profils wurde in neun Punkten nivelliert und bei den geringen Höhenunterschieden (± 5 mm) die

Fig. 17. Diagramm der Wassermessung während der Dauerbremsung am 3. September 1899; 6^h33—6^h45 Nm.



mittlere Sohlenhöhenquote als Höhe einer horizontal ausgeglichenen Sohle fixiert.

Das rechteckige Profil wurde im April in sieben fast gleiche, im September in acht gleiche Felder geteilt und in der Mitte jedes Feldes die Vertikale für die Aufstellung des hydrometrischen Flügels eingemessen und durch Winkeleinschnitte an einem über den Kanal gelegten Balken fixiert.

Was die Geschwindigkeitsmessung betrifft, so erfolgte dieselbe durch einen hydrometrischen Flügel der mech. techn. Abteilung des eidg. Polytechnikums (Amsler'sches Fabrikat, Fabrik-Nr. 219), dessen Konstanten in der Amsler'schen Versuchsstation bestimmt waren.

In der 5. bzw. 6. Vertikale konnte die Beobachtung am elektrischen Lätwerk erfolgen, in der 6. bzw. 7. Vertikale musste wegen der geringen Wassergeschwindigkeit an dem jede Flügelumdrehung anzeigenden Téléphon beobachtet werden. In jeder Vertikale erfolgte die Flügelseinstellung zuerst 0,2 m von der Sohle ab und dann in Abständen von 0,3 m (bei einigen Messungen im April auch in Abständen von 0,4 m). Sofern nicht zu grosse Abweichungen eine Störung am Flügel vermuten liessen, wurde in jedem Punkte grundsätzlich eine zweimalige Ablesung vorgenommen.

Für die Bestimmung der minutlichen Umdrehungszahlen waren sowohl an der Turbinenwelle als auch an der Welle des Transformatorrades akustische Signale angebracht und es erfolgten die Beobachtungen während der Dauerbremsungen alle fünf Minuten bei den Bremsungen mit veränderlicher Belastung nach Bedarf und Möglichkeit. Die Uhren sämtlicher Beobachter wurden gleichgestellt und bei allen Beobachtungen die Zeit notiert. Bei beiden Versuchsreihen wurde vor Beginn der eigentlichen Versuche ein Vorversuch zur Orientierung über die Zweckmässigkeit der getroffenen Dispositionen und der Verwendbarkeit der einzelnen Messapparate durchgeführt.

b. Zusammenstellung der Versuchsreihen und deren Ergebnisse.

Die angestellten Versuche teilen sich der Hauptsache nach 1: in Bremsversuche bei veränderlicher Bremsbelastung ohne Wassermessung zur Bestimmung des Abhängigkeitsgesetzes zwischen Umdrehungszahl der Turbine und der Leistung derselben unter sonst gleichbleibenden Verhältnissen und in diesem Fall auch zur Beobachtung eventuell Bestimmung des Einflusses des Motorrades auf das Transformatorrad;

2: in Bremsversuche mit konstanter Bremsbelastung mit gleichzeitiger Wassermessung zur Bestimmung des Wirkungsgrades.

TABELLE I.

Dauerversuche mit Wassermessungen vom 30. April 1899.

Bremshebellänge: 2,948 m Tara: 13,1 kg
 Bremsgleichung: $Nb = \text{Bremsleistung} = \frac{P \cdot n}{243}$, $P = \text{totale Bremsbelast. in kg}$, $n = \text{minutl. Umdr. d. Motorrad.}$

Zeit	Belastung kg		Beaufschlagung		Umdrehungen pro Min. des		Bremsleistung P. S.	Mittl. Gefälle m	Wassermenge m³/Sek.	Absolute Energie P. S.	Wirkungsgrad %
	Aufgelegtes Gewicht	Total	Kranz ausserer	innerer	Transformatorrades	Motorrades					
Vm.											
9 ^h 55—11 ^h 20	65	78,1	voll	voll	53,63	123,17	39,6	2,782	2,055	76,4	51,9
11 ^h —12 ^h 40	70	83,1	«	«	53,11	115,60	39,5	2,771	1,980	73,2	53,9
Nm.											
2 ^h 20—3 ^h 15	60	73,1	«	«	52,12	128,0	38,5	2,769	2,024	74,9	51,5
4 ^h 25—5 ^h 25	60	73,1	«	11/12	58,56	112,16	34,2	2,778	1,932	71,5	47,9
6 ^h 5—6 ^h 55	45	58,1	«	10/12	63,36	117,36	28,1	2,781	1,685	62,5	45,0
7 ^h 25—8 ^h 10	55	68,1	28/30	voll	41,95	123,6	34,7	2,765	1,809	66,6	52,1

TABELLE II.

Bremsversuche mit veränderlicher Belastung ohne Wassermessung am 29., 30. April und 1. Mai 1899.

Bremshebellänge: 2,948 m. Tara: 13,1 Kilogramm.

Bremsgleichung: $Nb = \text{Bremsleistung} = \frac{P \cdot n}{243}$
 $P = \text{totale Belastung in Kilogramm.}$
 $n = \text{minutliche Umdrehungen des Motorrades.}$

Zeit	Belastung kg		Beaufschlagung		Umdrehungen p. Min. des		Bremsleistung P. S.	Mittl. Gefälle m	Bezeichnung der Versuchsreihe im Diagramm
	Aufgelegtes Gewicht	Total	Kranz ausserer	innerer	Transformatorrades	Motorrades			
29/IV Nm.									
6 ^h 35—7 ^h 15	40	53,1	voll	voll	53,5	157,0	34,3		●
	50	63,1	«	«	55,0	143,7	37,3		
	60	73,1	«	«	55,4	128,6	38,7	2,72	
	70	83,1	«	«	55,5	114,5	39,2		
	80	93,1	«	«	55,2	98,5	37,7		
30/IV Nm.									
4 ^h —1 ^h 25	40	53,1	voll	11/12	60,0	144,5	31,6		◐
	50	63,1	«	«	58,2	128,0	33,2	2,77	
	60	73,1	«	«	59,0	113,3	34,1		
	70	83,1	«	«	58,5	97,0	33,1		
30/IV Nm.									
5 ^h 30—6 ^h 5	30	43,1	voll	10/12	63,3	145,8	25,8		◐
	40	53,1	«	«	63,8	125,6	27,4	2,78	
	50	63,1	«	«	62,8	107,6	27,9		
30/IV Nm.									
6 ^h 55—7 ^h 25	40	53,1	28/30	voll	42,5	140,8	30,8		◐
	50	63,1	«	«	41	124,7	32,3	2,78	
	60	73,1	«	«	41	109,0	32,9		
1/V Nm.									
10 ^h 35—11 ^h	30	43,1	26/30	voll	30	147,0	26,1		
	40	53,1	«	«	29	127,3	28,8		
	50	63,1	«	«	29	109,5	28,4	2,7	●
	60	73,1	«	«	29	96	28,8		
1/V Nm.									
11 ^h 30—11 ^h 45	20	33,1	18/30	voll	4,3	120,5	16,4		
	30	43,1	«	«	4-5	105,0	18,6		
	40	53,1	«	«	4-4,3	86,5	18,9	2,7	⊕
	50	63,1	«	«	Teilweise Stillstand	68,0	17,65		
	15	28,1	«	«	?	126,0	14,55		
1/V Nm.									
2 ^h 30—2 ^h 47	10	23,1	0	voll	13-13 1/2	119,0	11,3		
	20	33,1	«	«	15 1/2	101,0	13,75		
	30	43,1	«	«	13-14 1/4	89,0	15,75	2,84	⊗
	40	53,1	«	«	11 1/2	71,0	15,50		
	50	63,1	«	«	9 1/3	0	0		

Im April wurden solche Versuche sowohl bei voll beaufschlagter Turbine als auch bei teils am Innenkranz, teils am Aussenkranz partiell beaufschlagter Turbine vorgenommen. Das Gefälle war hiebei fast konstant. Im

September wurde nur bei konstanter Beaufschlagung, jedoch verschieden eingestellten Gefällen gemessen. Ausserdem fanden an der Erstauführung in der Zwischenzeit noch einige Orientierungsversuche statt, über die an geeigneter Stelle berichtet wird.

Es liegt ausserhalb des Rahmens dieses Berichtes, das gesamte, sehr umfangreiche Beobachtungszahlen-Material vorzulegen; es wird genügen, in tabellarischen Auszügen und Diagrammen die Messungsergebnisse für die Diskussion übersichtlich zu gruppieren.

Die Versuche im April fanden hinsichtlich der Gefällsverhältnisse und des Wasserzuflusses unter günstigen Bedingungen statt, da es leicht war, durch entsprechende Beaufschlagung der Werkstättenturbine das Gefälle ziemlich unveränderlich zu halten und durch das Messprofil nur jene Wassermenge strömen zu lassen, die von der Versuchsturbine konsumiert wurde, einschliesslich derjenigen, welche

angegebenen Gefällsgrenzen bei voller Beaufschlagung beider Kränze folgende Werte beobachtet:

$$n_m = 115 \text{ bis } 120$$

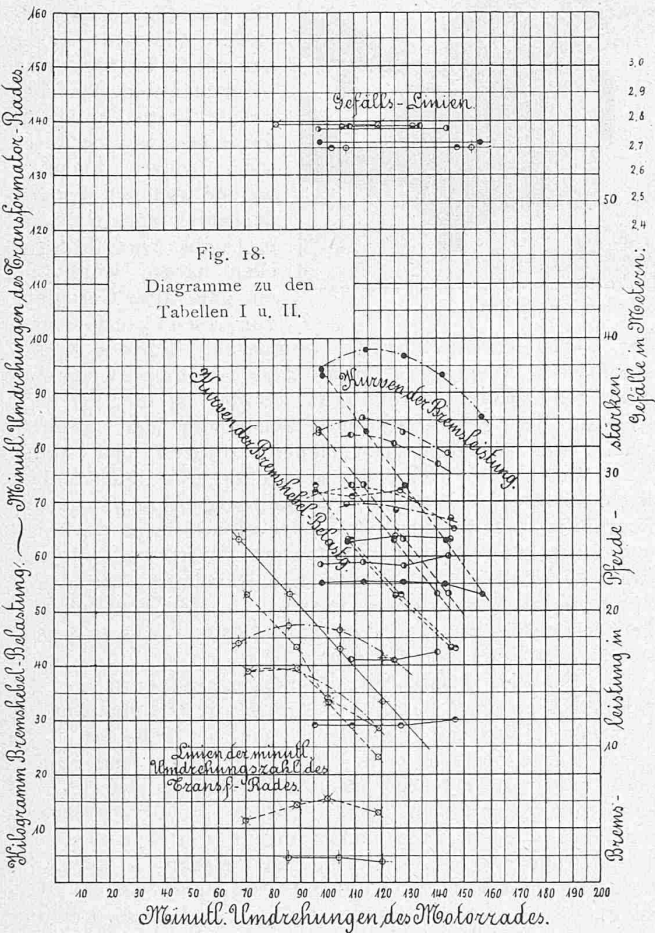
$$n_f = 53 \text{ bis } 55, \text{ dies jedoch bei den}$$

verschiedenen Belastungen und Umdrehungszahlen des Motorrades.

Die günstigste Bremsleistung der Turbine betrug hiebei etwa $39\frac{1}{2}$ P. S. und es arbeitete die Turbine mit einem totalen Wirkungsgrad von ungefähr 53%, wobei die disponibele Energie aus der totalen gemessenen Wassermenge (ohne Abzug irgend welcher Verluste) und dem am Wasserstand gemessenen Gefälle berechnet ist.

Der Unterschied zwischen den gemessenen und berechneten Umdrehungszahlen ist nun zu gross, als dass derselbe allein durch die Ringzapfenreibung begründet erscheint; dasselbe gilt von Leistung und Wirkungsgrad. Die Stabilität der Umdrehungszahl des Transformatorrades stellte sich aber vollkommen, und das Verhältnis der Umdrehungszahlen von Motorrad und Transformatorrad mit guter Annäherung der Erwartung entsprechend ein. Dazu ergaben die Versuche mit veränderlicher Belastung einen derart regelmässigen, einer Turbine mit festem Leitrad ähnlich kommenden Verlauf, dass die Berechtigung vorhanden war, das quantitativ ungünstige Resultat nicht dem System selbst, sondern einer eliminierbaren Ursache zuzuschreiben. Ich entschloss mich daher auch, die Versuche programmässig weiter zu führen, in der Meinung, einerseits noch weitere Bestätigungen für das richtige Funktionieren des Systems zu erhalten, andererseits auf die erwähnte Ursache selbst geführt zu werden.

Aus den Tabellen und Diagrammen ist zu ersehen, dass sich auch bei anderen Beaufschlagungen innerhalb jeder einzelnen Versuchsreihe die Konstanz der Umdrehungszahl des Transformatorrades gut einstellte, und zwar ergab naturgemäss eine Verminderung der Beaufschlagung des Innen- oder Aussenkranzes eine grössere bzw. kleinere Umdrehungszahl des Transformatorrades; bei $\frac{18}{30}$ Beaufschlagung des Aussenkranzes stand das Transformatorrad still, von da ab drehte es sich in entgegengesetzter Richtung, und machte bei geschlossenem Aussenkranz etwa 12 Umdrehungen pro Minute, wobei das Motorrad bei 89 Min.-Umdrehungen die Leistung von $15\frac{3}{4}$ P. S. an der Bremse ergab. (Schluss folgt.)



durch die unvermeidlichen, jedoch unwesentlichen Undichtigkeiten des hölzernen Gerinnes und Wasserkastens für die Versuchsturbine verloren ging.

Der Schaufelkonstruktion entsprechen bei Ausserachtlassung des Einflusses der Ringzapfenreibung folgende Formeln für die günstigste Umdrehungszahl n_m des Motorrades und für diejenige n_f des Transformatorrades:

$$n_m = 80 \sqrt{H}$$

$$n_f = 42 \sqrt{H},$$

wobei H das Gefälle in Meter bedeutet. Es ist also n_m fast doppelt so gross als n_f ; mit $H = 2,7$ bis $2,8$ folgt

$$n_m = 131\frac{1}{2} \text{ bis } 134$$

$$n_f = 69 \text{ bis } 70\frac{1}{4}.$$

Es war nun schon mit Rücksicht auf die Ringzapfenreibung vorauszusehen, dass diese Umdrehungszahlen nicht erreicht werden können.

Wie aus den Tabellen I und II und den Diagrammen Fig. 18 ersichtlich ist, wurden denn auch innerhalb der

Der Backsteinbau romanischer Zeit in Ober-Italien und Norddeutschland.

Eine technisch-kritische Untersuchung von O. Stiehl, Regierungs- und Stadtbaumeister in Berlin.

Besprochen von Prof. G. Lasius.

V. (Schluss.)

Die Zeitstellung der norddeutschen Backsteinbauten. Karl Schäfer hat zuerst das Alter der Klosterkirche von Jerichow im Centralblatt der Bauverwaltung 1887 richtig nachgewiesen. Nicht in das zwölfte, sondern in das dreizehnte Jahrhundert gehört dieser Bau. Als älteste Nachricht, durch welche wir von einem Backsteinbau im Norden glaubhafte Kunde erhalten, haben wir die Meldung der Slavenchronik anzusehen, dass Heinrich der Löwe mit Bischof Heinrich im Jahre 1173 den Grundstein vom Dom zu Lübeck legte und diesen Bau, sowie den von Ratzeburg, mit jährlichen Geldbeiträgen unterstützte.

Mit diesen Bauten beginnt die Uebertragung der Backsteinbauten nach Norddeutschland. Dass der grosse Welfenherzog in Italien die Entwicklung des Backsteinbaues kennen gelernt hat, ist kaum zu bezweifeln, sie war dort mitten in jugendkräftiger Entfaltung begriffen, vieles an ihr noch so neu, dass ihre Werke sicherlich vornehmen Fremden als bedeutende Errungenschaften mit Stolz vorgeführt wurden; dies gilt aber ebenso für andere einflussreiche Personen; so wissen wir dies von König Waldemar I von Dänemark. Lübeck und Ratzeburg gerieten beide nach