

DISS. ETH Nr. 22351

**INDUSTRIELLE BAUORNAMENTIK DER SCHWEIZ UNTER BESONDERER
BERÜCKSICHTIGUNG VON KUNSTSTEIN AUS HOCHHYDRAULISCHEN
GUSSMASSEN**

Abhandlung zur Erlangung des Titels

DOKTORIN DER WISSENSCHAFTEN der ETH ZÜRICH

(Dr. sc. ETH Zürich)

vorgelegt von

PETRA DARIZ

Dipl.-Rest., Hochschule der Künste Bern

geboren am 01. Dezember 1978

von Italien

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr.-Ing. Uta Hassler
Prof. Dipl.-Rest. Erwin Emmerling

2014

Zusammenfassung

Im Hinblick auf Rohstoffe und Herstellungsverfahren ist die Bauornamentik des Historismus grundsätzlich von einer großen Diversität gekennzeichnet. Wie die Recherchen zur vorliegenden Arbeit zeigten, werden in der Schweiz in Analogie zu den benachbarten Ländern Roman- und Portlandzement, Gips, Ton, Zink und Papiermaché semiartisanal oder industriell zur Produktion von Dekorformen mittels Gusstechniken oder mechanischer Procédés herangezogen. Im historistischen Zeitalter wird also auch im eidgenössischen Bauwesen der gleichermaßen polemisierende wie enthusiastisierende Weg von der handwerklichen, objektbezogenen Einzelanfertigung zum seriell vervielfältigten Präfabrikat in Austauschbarkeit der Materialien beschränkt. Die Anzahl der in Schweizer Archiven, Bibliotheken und Antiquariaten überlieferten Musteralben mit zugehörigen Preislisten – Abkürzung zwischen Konzeption des Ornaments und Lieferung desselben, sowie probates Mittel der Firmen, sich stetig neue Kundenkreise zu erschließen und auf die Evolution der Nachfrage einzugehen – ist leider gering. Es konnten vier meist undatierte, um die Jahrhundertwende anzusiedelnde Musterbücher und ein Tarifheft von fünf verschiedenen Zinkornamentenfabriken in Zürich, Basel, St. Gallen und Chur ausfindig gemacht werden. Bewahrt sind ferner einige zwischen 1863 und 1872 gedruckte Auflagen des *prix courants* der Tonwarenfabrik Ziegler in Schaffhausen, desgleichen mehrere Ausgaben von Katalogen des Stuccolin fertigen Ateliers Ernst Haberer & Cie. in Bern. Der Großteil der Herstellung von architektonischen Zierelementen aus Gipsstuck und auch Papiermaché bzw. carton pierre oblag wohl Werkstätten, die zwar eine physische Muster- bzw. Negativsammlung unterhalten, jedoch keine Druckwerke vertrieben und hinterlassen haben. Eruiert werden konnten dagegen diverse Broschüren der Zementwarenfabrik Gottfried & Arnold Bangerter in Lyss aus den späten 1910er Jahren.

Mit dem beständig expandierenden und an Tempo gewinnenden Transportwesen entfällt im 19. Jahrhundert auch in der Schweiz die aufgrund der Rohstoffvorkommen örtliche Gebundenheit der Gewerbezweige, was mit einer Verbilligung des Güteraustausches und der zumindest in Ansätzen kosmopolitischen Ausrichtung des Marktes einhergeht. Von Importen vorgefertigter Bauornamentik, Annoncen in Fachpresse und -literatur zufolge v.a. aus den deutschsprachigen Nachbarländern, ist deshalb auszugehen, auch wenn Zollgebühren und Frachtkosten den Preis der ausländischen Waren erhöhen. Kontemporären Kommentaren und anlässlich der kantonalen Gewerbe- als auch Landesausstellungen oft in didaktischem Sinne verfassten Fachberichten gemäß ist der technologische Rückstand der schweizerischen Werke grundlegend für die Favorisierung bereits etablierter ausländischer Produkte. Wie die erhaltenen Musterbücher im direkten Vergleich belegen, ist das Angebot der einheimischen Firmen hinsichtlich Typen und Formgebung komparabel, doch fällt der Umfang des Sortimentes etwas bescheidener aus. In einzelnen Fällen lässt sich ein direkter Wissenstransfer über die Konsultation internationaler Fachliteratur bis hin zu Auslandsaufenthalten nachvollziehen, was sich in der Wahl der Ingredienzien und der fabrikmäßigen Umsetzung der Rezepturen niederschlägt.

Der Fokus der Studie lag insbesondere auf Fertigung, Bedeutung und Verbreitung früher zementgebundener Kunststeinelemente, da die Verfügbarkeit hochhydraulischer Mörtelbinder deren wirtschaftliche und einfache Fabrikation ex situ erst bedingt. Der Auftakt der gewerblichen Herstellung von Romanzementen fällt in der Schweiz in die 1830er Jahre, wohingegen der Startschuss für die Portlandzementproduktion erst 1871 und damit im europäischen Vergleich relativ spät erfolgt. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erwirbt sich der hochhydraulische Kalk aufgrund des rapiden Wachstums der Städte und der kontinuierlichen Verbesserung und Erweiterung der Infrastrukturen den Rang eines essentiellen Werkstoffs der Ingenieur- und Bautechnik; zumindest in der deutschsprachigen Schweiz scheint man ihn jedoch nicht vordergründig als Bindemittel in der Fassadendekoration zur Imitation von Naturstein oder Terrakotta heranzuziehen. Erst der Portlandzementmörtel entwickelt sich aufgrund der hinsichtlich Abbindezeit als auch Form- und Manipulierbarkeit vergleichbaren Eigenschaften zum Äquivalent des Gipsstuckes an der Häuserfront. Der Übergang zur ausschließlichen Verwendung des künstlichen Zementes lässt sich nicht klar eingrenzen und ist wohl ein fließender. Betrachtet man die Statistiken zur Bindemittelproduktion, so behält die Erzeugung von Romanzement zahlenmäßig bis Anfang der 1880er Jahre die Oberhand.

Auf die Fertigung und Vermarktung von zementgebundenen Kunststeingüssen spezialisierte Manufakturen sind in der Gewerblandschaft der Schweiz bis in die frühen 1840er Jahre nachzuvollziehen, doch begegnet man ihren Fabrikaten bis in die Zeit des in Gegenüberstellung mit dem europäischen Ausland verzögert einsetzenden Baubooms nicht zuletzt aufgrund ästhetischer Vorbehalte mit Skepsis. Es finden sich kaum Nachlässe der Werke in privaten oder staatlichen Archiven, weshalb sich die Diversifikation der Mörtelrezepturen sowie die Evolution und

Mechanisierung der Abform- und Gusstechnologien bzw. Produktionsverfahren nur indirekt über die vom Eidgenössischen Amt für geistiges Eigentum seit dem Jahre 1887 vergebenen Patente erschließen lassen. Diese bilden den Herstellungsprozess von der Aufbereitung der Rohmaterialien bis zur Galvanisierung der Zementsteinoberfläche ab, betreffen jedoch selten ausdrücklich die Fertigung von natursteinimitierendem Baudekor. Während architektonische Gliederungselemente seriell präfabriziert werden, bleibt die Vervielfältigung von komplexen und aufwendigen Zierformen aus zementhaltigen Gussmörteln den traditionellen handwerklichen Abläufen des Stuckateurgewerbes verhaftet. In der (experimentellen) Anfangsphase der Kunststeinerzeugung kommen noch diverse mineralische Bindemittel kombiniert mit einem bunten Spektrum an organischen Zuschlägen zum Einsatz, wohingegen nach der Jahrhundertwende Portlandzement als Mörtelbinder die patentrechtlich geschützten Rezepturen dominiert. Ebenso lässt sich der produktionstechnische Wechsel vom Gießen zum Stampfen der hochhydraulischen Mörtelmischung und damit vom monolithischen Gussstück zum zweischichtigen Aufbau von Kunststeinen und Zementwaren anhand der alljährlich publizierten Verzeichnisse beobachten. Die erste explizite Beschreibung findet sich in dem 1890 von Theodor Gohl beantragten Brevet für künstliche Steine, zudem eines der seltenen Exemplare mit der Deklaration präziser Mischungsverhältnisse. Die schweizerische Maschinen- und Metallindustrie ist durchwegs in der Lage, dem Bedarf an Einrichtungen und Geräten für die Bindemittelproduktion als auch die Fabrikation von Bauornamentik zu entsprechen und treibt, wie zahlreiche Patentschriften belegen, die technologische Weiterentwicklung durch eigene innovative Konstruktionen voran.

Einzel Tendenzen hinsichtlich der Umstände und Beweggründe für die Wahl zementgebundener mimetischer Dekorelemente wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit an Fallbeispielen verfolgt; deren Anzahl ist jedoch zu gering, um für die gesamte Schweiz gültige bzw. repräsentative Schlüsse ziehen zu können. Die Rekonstruktion der jeweiligen Lieferanten von verbauten Exemplaren erwies sich als schwierig und nur bei im Vergleich zu privat finanzierten Maßnahmen besser dokumentierten Bauprojekten der öffentlichen Hand möglich. Auffallend an der Entscheidungsfindung ist die oft ausschlaggebende, da vertrauensfördernde Rolle der 1880 eröffneten Eidgenössischen Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am Polytechnikum in Zürich, insbesondere der Gutachtertätigkeit deren Leiters Ludwig von Tetmajer. Die häufige vertragliche Regelung von Rezeptur als auch Art und Herkunft der Komponenten bei hohen Garantieleistungen durch den Hersteller zeugt jedoch von beharrlichen Bedenken auf Seiten der Konsumenten. Neben den das natürliche Vorbild deutlich übertreffenden mechanisch-physikalischen Eigenschaften werden in der historischen Fachliteratur immer wieder ökonomische Argumente als grundlegendes Motiv für die auflagenstarke Produktion und Verbreitung zementgebundener Fertigteile angeführt, während durch die Gusstechnik bedingte gestalterische Einschränkungen unerwähnt bleiben. Die im *Schweizerischen Baukalender* festgehaltenen Richtpreise lassen darauf schließen, dass der Kostenpunkt für die Ausführung architektonischer Gliederungs- und Zierformen direkt an der Fassade höher liegt als der Kauf von präfabrizierten Verzierungen diverser Materialität. In Zementmörtel umgesetzt sind alle in situ gezogenen Gesimse und Profile das gesamte historistische Zeitalter hindurch jeweils doppelt so teuer als die gipsgebundene Variante; dies ändert sich erst Ende der 1920er Jahre mit einer Divergenz der Quadratmeterpreise um nur noch etwa zwei Franken. Auch Versetzstück aus Gipsmörtel bedeutet für den Bauherrn den geringsten finanziellen Aufwand, denn selbst Elemente aus Papiermaché werden zu bis zu zwanzig Prozent höheren Beträgen gehandelt. Grundsätzlich bleiben die ab 1879 in alljährlich aktualisierter Form nachvollziehbaren Bezugskosten relativ konstant und steigen erst aufgrund der Hyperinflation in den Ersten Weltkriegsjahren rapide an.

An einigen der recherchierten Beispiele konnten kleine Proben für eine mikroskopische und spektroskopische Bestimmung der hochhydraulischen Bindemittel anhand nicht hydratisierter Klinkerrelikte und der mineralischen Zuschlagsstoffe des Kunststeinmörtels entnommen werden. Die um die Wende vom 19. ins 20. Jahrhundert in der Schweiz erbrannten Portlandzemente weisen aufgrund der im Vergleich zum heutigen Verfahren niedrigen und innerhalb einer Ofenfüllung inhomogen verteilten Brenntemperaturen einen hohen Belitanteil auf. Zur Magerung wurden dem Mörtelbinder (vermutlich meist inländischer Provenienz) durchwegs regionale Sande und Kiese beigemischt – die petrographische Charakterisierung des Zuschlags steht jeweils in Korrespondenz zu den gesichteten Bauakten oder vervollständigt die archivalischen Informationen –, ferner Steinmehle, Ziegelsplitt oder alkalibeständige Pigmente zur Farbgebung. Mittels Ramanmikroskopie konnte darüberhinaus der Gebrauch von granulierter bleihaltiger Hochofenschlacke, Zuschlag mit latent hydraulischen Eigenschaften, belegt werden. Diese im Laufe der Dissertation erstmals an Zementsteinen angewandte Kombination von Bildgebung und chemischer Analyse zeitigte vielversprechende Ansätze zur Aufschlüsselung der komplexen Phasenverteilung in historischen zementgebundenen Fabrikaten, die Deduktion der Zusammensetzung und Aufbereitung der Rohmaterialmischung sowie des Brandregimes im Schacht- bzw. Drehrohfen erlaubend.

Summary

Building ornaments manufactured in the course of the 19th century are characterised by a great variety regarding raw materials and production methods. Like in the neighbouring countries, Roman and Portland cement, gypsum, clay, zinc and *papier mâché* are processed in Switzerland using casting techniques or mechanical procedures, reflecting the equally polemicizing and enthusiasming tendency from individual, custom made to mass-produced items. Unfortunately, the quantity of sample books and corresponding scale of rates of local manufactories kept in archives, libraries and antiquarian bookshops is rare. Four albums and one price list of five different makers of zinc ornaments in Zurich, Basel, St. Gall and Chur, mostly undated, but probably published around the turn of the century, could be traced in the frame of the dissertation project. Furthermore, several editions of the *prix courants* of the Tonwarenfabrik Ziegler in Schaffhausen, printed between 1863 and 1872, are preserved, likewise six issues of the catalogue of the Stuccolin producing workshop Ernst Haberer & Co. in Bern and several brochures of the fabrication plant specialised in cement castings of Gottfried and Arnold Bangarter in Lyss, distributed in the late 1910s.

During the 19th century, as a result of the steadily expanding and accelerating transportation, the branches of trade gain independence from the local raw material deposits, which in turn causes price-reductions in the exchange of goods and a cautious cosmopolitan orientation of the Swiss market. The import of prefabricated building ornaments, particularly from the German-speaking neighbouring countries, is not unusual, although customs duties and freight charges raise their costs. Contemporary statements, frequently on the occasion of national industrial exhibitions, mention the technological backwardness of Swiss facilities as being constitutive for the consumer preference for well-established foreign articles. The comparison of preserved sample books reveals analogies in models and design, but a limited range of products of the native factories. In some cases direct transfer of knowledge via international technical literature or temporary employment abroad can be followed, for example, regarding the choice of ingredients and the implementation of the multitudinous recipes in the local plants.

The study focuses on the manufacture, importance and distribution of early artificial stone elements made out of cement mortars, as the economical and simple fabrication of building ornaments *ex situ* is based on the broad availability of active hydraulic binders. Roman cement was produced in Switzerland since the early 1830s. The binder established through increasing use as a major material for engineering works and hydraulic constructions, but despite advantageous properties for the casting of decorative elements for architectural purposes it could not compete with Portland cement in the imitation of natural stone or *terra cotta* in the long term. The change to the exclusive use of Portland cement, burned for the first time in Switzerland in 1871 – quite late compared to other European countries –, is not abrupt, but fades out (user-dependently) over several years. According to the federal production statistics, the manufacture of Roman cement prevails until the early 1880s.

Swiss works specialised in the fabrication and commercialisation of (Roman) cement stones and building ornaments can be traced back to the early 1840s, but the widespread application of cement castings is strongly linked to the building boom before the turn of the century. Documents concerning the diversity of the recipes, the adopted moulding and casting techniques or the degree of mechanisation in the works are merely kept by way of exception in private or public archives. Therefore, the evolution of the production methods can only be indirectly followed via the patents issued by the Swiss federal patent office since 1887, which display the process steps as a whole from the preparation of the raw materials to the electroplating of the surface of the surrogate. In the initial (experimental) phase diverse mineral binders are used in combination with a varied range of organic additives, whereas Portland cement prevails in the recipes protected by patent after the turn of the century. Likewise, the annually published patent lists reflect the production-related modification from the casting to the compacting of the highly hydraulic mortar mixture and by that from a monolithic to a layered composition. The patent for artificial stone applied by Theodor Gohl in 1890, one of the rare examples declaring the exact ratio of ingredients, comprises the first explicit description of the fabrication of a cement stone by compaction of the mortar. The Swiss machine building industry is definitely able to meet the local requirements (facilities, equipment, etc.) for the binder production as well as for the manufacture of cement stones and building ornaments respectively, and promotes the technological development by own innovative design. (Whilst functional architectural elements are suitable for serial prefabrication, the reproduction of complex decorations can be realised only by means of the traditional manual procedures of stucco plasterers.)

Circumstances and motives for the choice of cement castings were observed closer by selecting

examples located in different regions of Switzerland; however, the number of these buildings is too small for drawing representative deductions valid for the entire Swiss building industry. To trace each producer of the surrogates is rather difficult and feasible only in the case of better-documented building projects financed by the public sector. Conspicuous in the decision-making is the repeatedly decisive part of Ludwig von Tetmajer, head of the Swiss federal institute for the testing of building materials, established in 1880 at the Polytechnic in Zurich. Recipe as well as nature and provenance of the mortar components are frequently laid down in a contract, including quite costly warranty assurances by the manufacturer, which reflect the very sceptical attitude of the customers. The contemporary specialist literature mentions economical arguments as – besides from the favourable mechanical and physical properties of cement stone, surpassing the natural example by far – fundamental motives for the increasing circulation of prefabricated elements, whilst restrictions or problems of design arising from the casting techniques are not discussed. The since 1879 yearly in the *Schweizerische Baukalender* announced price indications suggest, that structuring and decorative architectural elements accomplished directly on the façade are more costly than prefabricated building ornaments, regardless of their materiality. Throughout the 19th century run elements produced *in situ* using a cement mortar are twice as expensive as comparable cornices or mouldings realised with plaster; this relation changes at the end of the 1920s, when the orientation prices per square meter diverge for just two Swiss Francs. Plaster castings (stucco) represent the most reasonable alternative, as even ornaments executed in *papier mâché* are up to twenty per cent more expensive. The costs remain relatively constant during the 19th century, rising suddenly due to the hyperinflation in the years of the First World War.

Sample material for the microscopic and spectroscopic examination of the components was taken from façade elements of nine buildings in Switzerland erected between 1889 and 1920. The Portland cement mortar mixtures contain numerous clinker remnants with a comparatively high amount of belite because of the limitations of the production technology available in the 19th century (comminution and homogeneity of the feedstock, calcination temperature and residence time in intermittently operated shaft kilns, grinding machinery, etc.). Regional sands and gravel were added to the active hydraulic binder, in most of the cases a home product, in order to prevent or at least reduce the formation of shrinkage cracks, furthermore rock meal, powdered bricks or alkali-resistant pigments for colouration. (The petrographic observations of the mineral aggregates agree with or accomplish the records and archived documents.) The use of granulated blast furnace slag as latent hydraulic aggregate was verified by Raman spectroscopy. The first investigation of cementitious materials by Raman microscopic imaging in samples of artificial stone demonstrated the high potential of this analytical approach to provide deeper understanding of the heterogeneous phase assemblage and by that of setting time, strength development as well as physical and mechanical characteristics of historic cement mortars and stones, respectively.