

Development opportunities for fair-faced concrete in the precast industry

Entwicklungspotenzial bei Sichtbeton in der Fertigteilindustrie

Autor



Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn.
Christian Hofstadler,

Studium an der Technischen Universität Graz Wirtschaftsingenieurwesen/Bauwesen; 1999 Promotion an der TU Graz. Seit 2006 als Universitätsdozent für Baubetrieb an der TU Graz tätig, seine Habilitationsschrift zum Thema „Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb“ wurde im Springer-Verlag unter dem gleichnamigen Titel veröffentlicht; im Österreichischen Normungsinstitut im Fachnormenausschuss für Bauleistungen tätig; Außerdem ist er als „Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger“ für das Bauwesen in die Gerichtssachverständigenliste eingetragen, mit Fokus in der Bearbeitung baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Problemstellungen.

hofstadler@tugraz.at

In a diploma thesis [1], the theoretical basis for the manufacturing of face concrete was established, with a particular focus on production in the stationary industry (i.e. precast plants). The author mainly considered the specific influential factors and workflows involved in fair-faced concrete production at a precast facility. The thesis aimed at identifying development opportunities to further enhance the quality of exposed concrete by outlining currently existing conditions. It concentrated on error sources that were “avoidable” or “avoidable under certain conditions”.

The aim of this project was to determine development opportunities for the production of fair-faced concrete. This article provides an excerpt from the thesis containing several examples of such development opportunities.

The mastery of the production of exposed concrete as a building material imposes very high requirements on the utilization of the corresponding fundamental production factors. The effective use of these parameters is only possible in a well-functioning environment including the aspects of planning, organization, management, control, and communications. Compared to concrete cast in situ, a precast plant usually provides more favorable conditions to achieve the specified face concrete quality. Compared to the in-situ method, such a production facility offers the particular advantages of repetitive process steps that can be planned very precisely and of being independent of any weather impact.

The series of measurements carried out at three precast plants focused on raw materials, logistics, process planning, production, and storage. In this exercise, the manufacturing of a single batch was documented by means of measurement logs and photographs and videos, and was subsequently analyzed.

Production workflow

In general, the workflow at a precast facility can be outlined as shown in the process diagram in Fig. 1, i.e. reaching from costing to final acceptance.

Due to the sophisticated skills and competencies required in the fields of technology and manufacturing, it would be beneficial if precasters were involved already at the building design stage in order to further optimize the precast products with regard to their dimensions, concrete mix, reinforcement, and design

In einer Diplomarbeit [1] wurden die theoretischen Grundlagen zur Herstellung von Sichtbeton mit speziellem Fokus auf Produktion in der stationären Industrie (Fertigteilwerke) erarbeitet. Es wurde dabei besonders auf die spezifischen Einflussfaktoren und Arbeitsabläufe bei der Sichtbetonherstellung im Fertigteilwerk eingegangen. Ziel der Arbeit war es, durch Darstellung von Ist-Zuständen mögliche Entwicklungspotenziale für eine weitere Steigerung der Sichtbetonqualität aufzuzeigen. Der Fokus lag dabei auf den „vermeidbaren“ und „bedingt vermeidbaren“ Fehlerquellen.

Es waren Entwicklungspotenziale für die Herstellung von Sichtbeton zu ermitteln. Auszugsweise werden im Beitrag Entwicklungspotenziale exemplarisch dargestellt.

Die Beherrschung des Baustoffes Sichtbeton stellt sehr hohe Anforderungen an den entsprechenden Einsatz der elementaren Produktionsfaktoren. Der effektive Einsatz dieser Parameter kann nur in einem funktionierenden dispositiven Umfeld von Planung, Organisation, Steuerung, Kontrolle und Kommunikation erfolgen. Um die vereinbarte Sichtbetonqualität erreichen zu können, herrschen im Gegensatz zur Ort betonbauweise in der Regel im Fertigteilwerk bessere Voraussetzungen. Die genau planbare, sich zeitlich wiederholende Abfolge der Arbeitsschritte und die Witterungsunabhängigkeit in der Produktion können hier als besondere Vorzüge gegenüber der Herstellung vor Ort hervorgehoben werden.

Im Zentrum der Messserien in drei ausgewählten Fertigteilwerken standen die Ausgangsstoffe, Logistik, Arbeitsvorbereitung, Produktion und Lagerung. Dabei wurde jeweils eine Produktionsserie anhand von Messprotokollen, Bild- und Videoaufnahmen dokumentiert und in weiterer Folge analysiert.

Fertigungsablauf

Im Allgemeinen kann der Arbeitsablauf in einem Fertigteilwerk anhand des Ablaufdiagramms in Abb. 1 dargestellt werden, der sich von der Kalkulation bis zur Abnahme erstreckt.

Aufgrund der hohen Fach- und Fertigungskompetenz wäre es vorteilhaft, wenn bereits in der Planungsphase des Bauwerks Fertigteilwerke einbezogen werden, damit die Elemente hinsichtlich Abmessungen, Betonrezeptur, Bewehrung und Gestaltungsmerkmale weiter optimiert werden können. Im Zuge der Prüf-

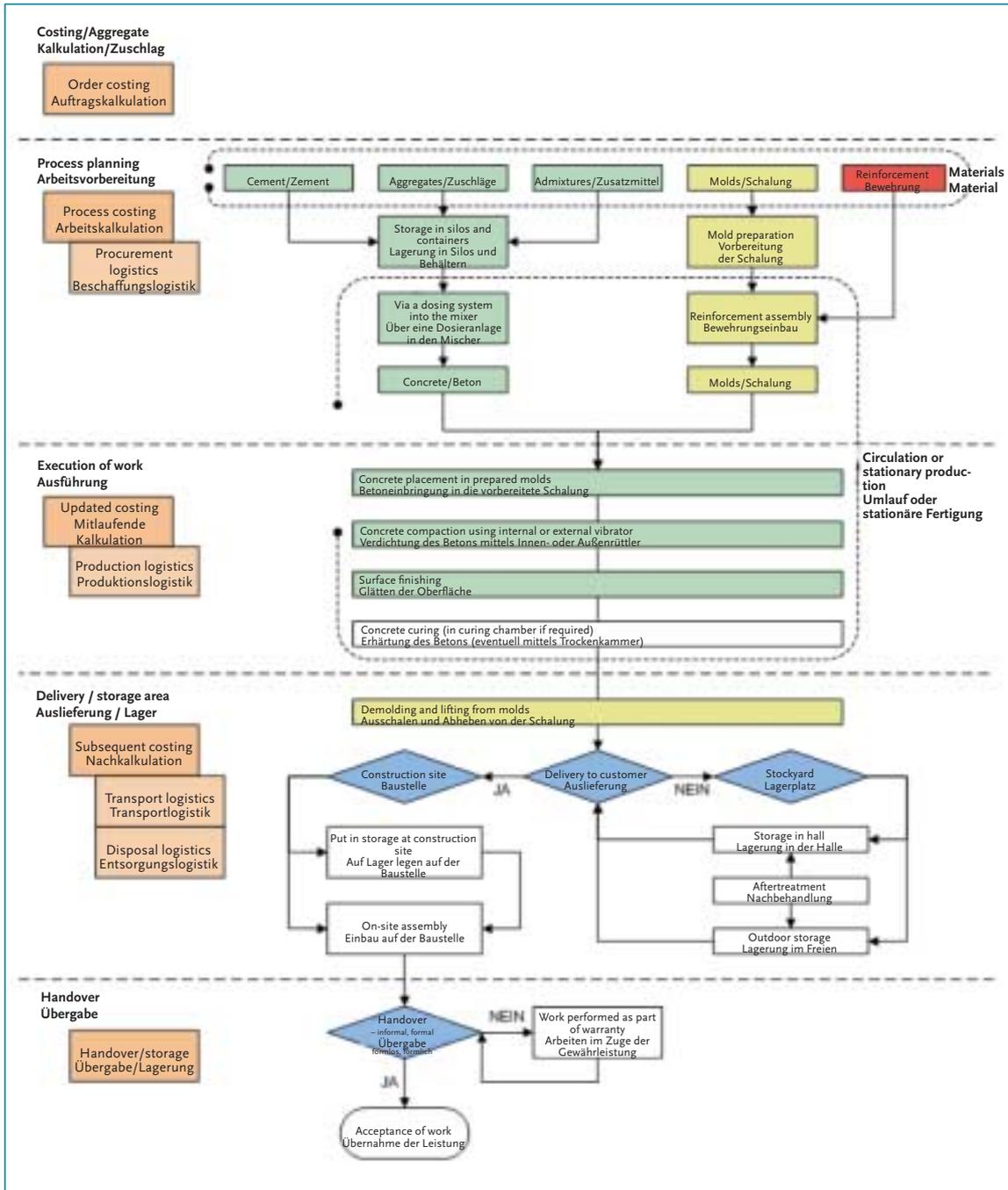


Fig. 1 Production workflow at the precast facility [Röck].

Abb. 1 Fertigungsablauf im Fertigteilwerk [Röck].

features. As part of their duty to inspect and warn, contractors are obliged to point out any errors (such as design errors), and must be able to provide evidence thereof.

In particular, the precast plants under study used the following manufacturing methods:

- » Circular manufacturing
- » Production using individual molds (tilt tables, steel molds etc.)
- » Production methods using long lanes

As a result of its specific characteristics (e.g. the degree of division of labor), each of these methods positively and negatively influences fair-faced concrete quality. However, this topic is not discussed in this article.

und Warnpflicht sind Auftragnehmer verpflichtet, auf etwaige Fehler (z. B. Planungsfehler) nachweislich hinzuweisen.

In den untersuchten Fertigteilwerken kamen im Speziellen folgende Fertigungsverfahren zur Anwendung:

- » Umlauffertigung
- » Fertigung auf einzelnen Schalungen (Kipptische, Stahlschalungen, etc.)
- » Fertigungsverfahren auf langen Bahnen

Jedes Verfahren hat durch seine spezifischen Eigenschaften (z. B. Grad der Arbeitsteiligkeit) negative oder positive Einflüsse auf die Sichtbetonqualität, dies ist jedoch nicht Gegenstand des Beitrags.

Influence of cement on fair-faced concrete quality

The color of the concrete is a key design feature of any face concrete surface. The type of cement used has a considerable influence on the color. At precast plants, care must be taken to use cement from only one cement plant for one and the same product batch (quality assurance). In conjunction with cement, the following points must be considered:

- » Check and assess supplier’s transport conditions
- » For example, a silo wagon must not be contaminated by other transported products. If other products are handled prior to cement transport, the wagon must be thoroughly cleaned. Any residual material remaining in the silo wagon must not contaminate the cement
- » As far as possible, insist on using freight contractors that transport only cement (specific loading, transport and unloading instructions to be agreed upon in a binding fashion)
- » Check of tolerance ranges agreed for material characteristics (e.g. Blaine fineness)

Cause-effect relationships in conjunction with the release agent

In the context of cause-effect relationships with regard to color uniformity, this article provides an abridged overview of factors relevant to the release agent. A technically appropriate use of the release agent is basic requirement to producing fair-faced concrete to the agreed specifications. Any excessive release agent application may cause adverse effects becoming visible on the exposed concrete surface and thus contributing to a situation where the fair-faced concrete may no longer comply with the contractually agreed features (color differences, voids etc.). When selecting the release agent, special care must be taken to use a release agent adapted to the type of mold used. In addition, the misbelief of the release agent being more effective if greater quantities are applied (“the more, the better”) must be countered very clearly.

Einfluss von Zement auf Sichtbetonqualität

Die Farbe des Betons ist ein wesentliches Gestaltungselement der Sichtbetonfläche. Der verwendete Zement hat wesentlichen Einfluss auf die Farbgebung. In Fertigteilwerken ist darauf zu achten, dass für eine Fertigungsserie ausschließlich Zement aus einem Zementwerk verwendet wird (Qualitätssicherung). Im Zusammenhang mit Zement ist Folgendes zu berücksichtigen:

- » die Transportbedingungen des Lieferanten sind zu überprüfen
- » beispielsweise darf ein Silowagen nicht durch andere Transportgüter verunreinigt werden; wenn vor dem Zementtransport andere Güter transportiert wurden, ist auf eine gründliche Reinigung zu achten; Reststoffe im Silowagen dürfen den Zement nicht verunreinigen
- » nach Möglichkeit auf Transportunternehmer bestehen, die nur Zement transportieren (eigene Lade-, Transport- und Entladeanweisungen sollen verbindlich vereinbart werden)
- » Überprüfung der vereinbarten Toleranzen in den Materialeigenschaften (z. B. Blaine-Wert)

Ursache-Wirkungsbeziehungen im Zusammenhang mit Trennmittel

Im Zusammenhang mit Ursache-Wirkungsbeziehungen hinsichtlich der Farbgleichheit wird auszugsweise auf das Trennmittel eingegangen. Ein fachlich richtiger Einsatz des Trennmittels ist Grundvoraussetzung zur Erzielung der vorgegebenen Sichtbetonqualitäten. Bei einer Überdosierung des Trennmittels können negative Folgewirkungen auftreten, die sich auf der Sichtbetonfläche abbilden und so dazu beitragen können, dass der Sichtbeton nicht mehr den vertraglichen Vereinbarungen entspricht (Farbunterschiede, Poren, etc.). Bei der Auswahl des Trennmittels ist besonders auf die Abstimmung des richtigen Trennmittels für die verwendete Schalhaut zu achten. Weiter gilt es, entschieden dem Irrglauben entgegen zu wirken, dass die Wirkung des Trennmittels umso besser ist, je mehr Trennmittel aufgetragen wird.

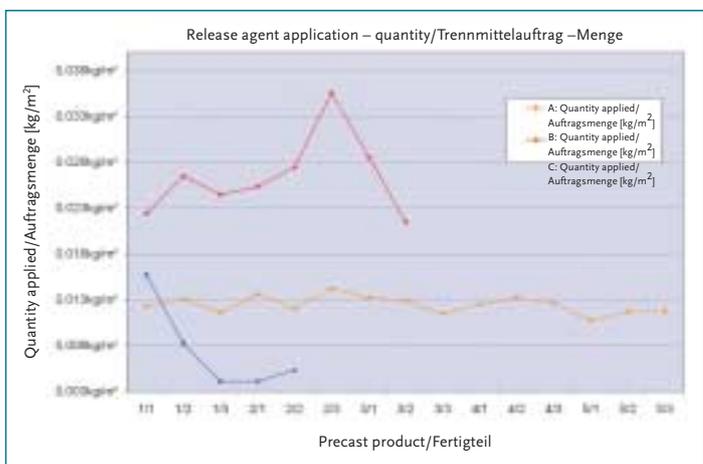


Fig. 2 Quantity of release agent applied at all three plants [Röck].

Abb. 2 Auftragsmenge des Trennmittels von allen drei Werken [Röck].

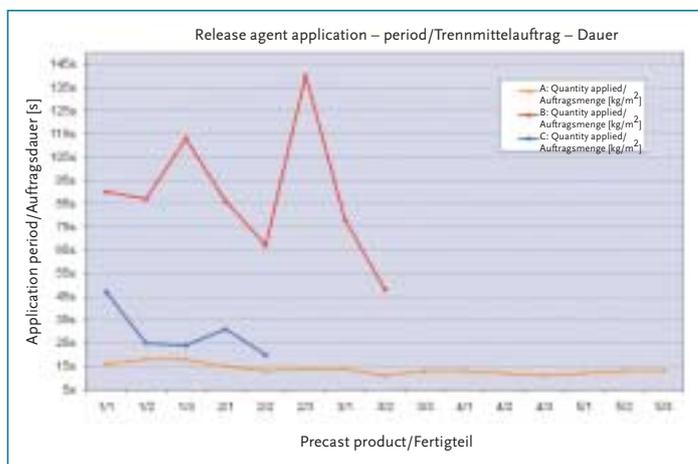


Fig. 3 Period of application of release agent at all three plants [Röck].

Abb. 3 Auftragsdauer des Trennmittels von allen drei Werken [Röck].

Fig. 2 shows the measured release agent quantities applied at the three precast facilities. At Plant A, quantities applied are close to 13 g/m². At Plants B and C, the quantities applied showed a greater variance. For example, the largest variance observed (at Plant C) exceeds 200%.

Fig. 3 shows the respective periods of release agent application. The nearly constant trend for the quantity applied observed at Plant A is in line with the period of application – this value shows a variance of about 15 seconds. Again, greater variances were observed at Plants B and C. This corresponds to the findings obtained for the quantities applied. When establishing a correlation between the quantities applied, the periods of application and the employees involved in the process, this resulted in the observation that, at Plant A, the release agent had always been applied by one and the same person. This was not the case at Plants B and C, which provided an explanation for the variances that were very large in some instances.

Fig. 4 shows the effects of avoidable errors that occurred during release agent application. As a result of varying filling and pressure levels in the sprayers, and – in particular – due to the non-uniform application of release agent depending on time and location, color differences became visible on the exposed concrete surface.

The technically appropriate application of release agent is crucial when it comes to achieving the contractually agreed fair-faced concrete quality. Any employees to whom such tasks have been assigned must be trained and instructed on a regular basis. In particular, the following points must be considered in conjunction with the handling and application of release agents:

- » Check if appropriate release agent is available for use
- » Sufficient mix liquid release agents prior to filling the sprayers
- » In each shift, the release agent must always be applied by one and the same person
- » For all precast products which are part of one and the same batch, an identical time of application must be chosen prior to commencement of casting
- » Care must be taken not to apply too much release agent (follow the “less is more” principle)
- » When applying the release agent, a uniform spraying pattern must be ensured
- » If a spraying pump is used, the following checks must be carried out: Condition of pump (e.g. impurity, condition of nozzle), pump pressure, specified quantity and period of application
- » After release agent application, the mold must not be accessed; any contact between reinforcement and formwork facing/release agent must be avoided

Development potential for fair-faced concrete

The following section briefly outlines the development opportunities identified for the individual phases. For the purpose of this overview, individual phases have been arranged in groups. In itself, this approach

In **Abb. 2** sind die gemessenen Auftragsmengen der drei Fertigteilewerke dargestellt. Die Auftragsmengen in Werk A variieren um den Wert 13 g/m². In den Werken B und C ist es zu größeren Schwankungen in der Auftragsmenge gekommen. Die größte Differenz beträgt z. B. mehr als 200 % im Werk C.

Die jeweilige Auftragsdauer der Trennmittel ist in **Abb. 3** dargestellt. Der annähernd konstante Verlauf der Auftragsmenge in Werk A geht mit der Auftragsdauer konform, die Auftragsdauer variiert um etwa 15 s. In den Werken B und C konnten wieder größere Schwankungen gemessen werden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen bei der Auftragsmenge. Wird der Zusammenhang zwischen Auftragsmenge, Auftragsdauer und den handelnden Arbeitskräften hergestellt, zeigt sich, dass in Werk A der Auftrag des Trennmittels immer von ein und derselben Person durchgeführt wurde. In den Werken B und C war dies nicht der Fall, wodurch die teilweise sehr großen Abweichungen begründet sind.

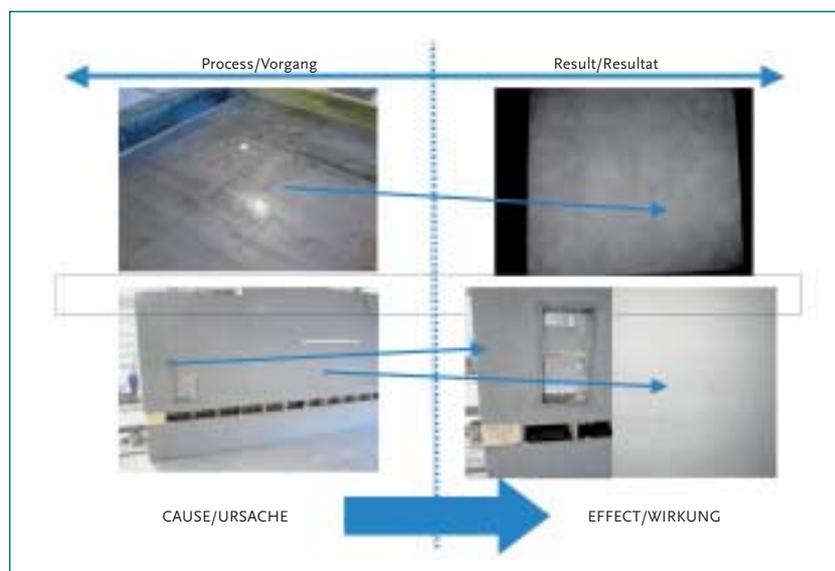
In **Abb. 4** sind die Auswirkungen von vermeidbaren Fehlern beim Trennmittelauftrag dargestellt. Aufgrund unterschiedlicher Füll- und Druckzustände in den Sprühgeräten und vor allem bedingt durch den zeitlich und örtlich ungleichmäßigen Trennmittelauftrag kam es zu Farbunterschieden an der Sichtbetonfläche.

Der fachgerechte Trennmittelauftrag ist sehr wichtig für die Erreichung der vertraglich vereinbarten Sichtbetonqualität. Die damit beauftragten Arbeitskräfte sind regelmäßig zu schulen und zu unterweisen. Für den Trennmittelauftrag und den Umgang mit Trennmitteln sind folgende Punkte besonders zu beachten:

- » überprüfen, ob das richtige Trennmittel zum Einsatz bereit steht
- » flüssige Trennmittel vor Befüllen des Sprühgerätes ausreichend durchmischen
- » der Trennmittelauftrag hat immer von der gleichen Arbeitskraft je Schicht zu erfolgen
- » der Zeitpunkt des Auftrages ist vor Betonierbeginn für alle Fertigteile einer Fertigungsserie gleich zu wählen

Fig. 4 Cause-effect diagram: excessive application of release agent [Röck].

Abb. 4 Schaubild Ursache/Wirkung: Überdosierung des Trennmittels [Röck].



already offers the most significant development opportunity as these phases should not be considered in isolation but rather be seen as interconnected. Ideally, this approach would have to include a continuous coordination activity that begins when an idea is implemented in a specific design. This coordination should then be continued from the tendering stage to final acceptance.

1. Design

The design stage specifies the design features to be used for the face concrete products.

These include:

- » Surface texture
- » Color
- » Surface classification
- » Structural details,
- » Design of formwork facing joints etc

When developing the design features, technical, construction-related and economic factors must be considered. Design features that cannot be implemented must be abandoned. In this step, the development potential is to demonstrate what is feasible from a technical point of view. Using cause-effect relationships, designers should be provided with a transparent overview showing the raw materials and equipment that can be used to achieve certain fair-faced concrete qualities while at the same time indicating an associated cost range.

2. Tendering

Such a tendering procedure is based on a complete design or on a contractor that takes over the detailed design of the fair-faced concrete products to the quality standard specified. These quality characteristics must be described in the bill of materials. On the basis of an (ideally) unambiguous and complete description, the precast producer is able to select, at the process planning stage, a suitable mold system with an appropriate formwork facing (if not specified in a binding fashion in the tender documents) for production, and to effectively plan the utilization of molds. In the tendering phase, the greatest development opportunities exist when it comes to providing an unambiguous and complete work specification. If the client has not taken care of this step, it is advisable for the precast producer to specify the work, to prepare a corresponding manufacturing plan, and to make sure that this entire set of documents be approved by the client prior to commencement of production.

3. Process planning

At the process planning stage, all actions are implemented that are required to achieve the agreed face concrete quality. Requirements with respect to process planning can be met by considering the following planning steps:

- » Selection of molds and formwork facing, considering aesthetic, technical, safety and construction-related parameters,

- » es ist darauf zu achten, dass nicht zu viel Trennmittel aufgetragen wird (nach dem Motto „weniger ist mehr“)
- » beim Trennmittelauftrag ist auf ein einheitliches Sprühbild zu achten
- » wird mit einer Sprühpumpe aufgetragen, sind folgende Prüfungen vorzunehmen: Zustand der Pumpe (z. B. Verunreinigungen, Düse), Pumpendruck, vorgegebene Auftragsmenge und -dauer
- » nach dem Trennmittelauftrag darf die Schalhaut nicht betreten werden, Kontakt von Bewehrung und Schalhaut/Trennmittel ist zu vermeiden

Entwicklungspotenzial für Sichtbeton

Auszugsweise werden im Folgenden die Entwicklungspotenziale der verschiedenen Phasen dargestellt. Die einzelnen Phasen sind hierbei in Gruppen zusammengefasst. Hierin liegt schon das größte Entwicklungspotenzial, denn diese einzelnen Phasen sollten nicht isoliert, sondern miteinander vernetzt betrachtet werden. Ideal wäre dabei eine ständige Koordination, die beginnt, sobald die Idee in eine konkrete Planung umgesetzt wird. Anschließend sollte diese Abstimmung von der Ausschreibung bis zur Abnahme fortgesetzt werden.

1. Planung

Durch die Planung werden die Gestaltungsmerkmale für die Sichtbetonfertigteile vorgegeben.

Zu den Merkmalen zählen z. B.:

- » Oberflächenstruktur
- » Farbgebung
- » Flächengliederung
- » konstruktive Details
- » Ausbildung der Schalhautstöße, etc.

Bei der Planung der Gestaltungsmerkmale sind technische, baubetriebliche und wirtschaftliche Randbedingungen zu berücksichtigen. Auf nicht umsetzbare Gestaltungsmerkmale muss verzichtet werden. Das Entwicklungspotenzial liegt hier im Aufzeigen des technisch Möglichen. Anhand von Ursache-Wirkungszusammenhängen soll den Planern transparent dargestellt werden, mit welchen Ausgangsmaterialien und Geräten welche Sichtbetonergebnisse erzielt werden können, verknüpft mit der Angabe einer Bandbreite der damit verbundenen Kosten.

2. Ausschreibung

Basis einer solchen Ausschreibung bildet eine lückenlose Planung oder ein Auftragnehmer, der die Detailplanung der Sichtbetonfertigteile in der entsprechenden Qualität übernimmt. Diese Qualitätsmerkmale sind im Leistungsverzeichnis zu beschreiben. Aufgrund einer (idealerweise) eindeutigen und vollständigen Beschreibung, kann das Fertigteilwerk in der Arbeitsvorbereitung das geeignete Schalungssystem mit der entsprechenden Schalhaut (wenn dies nicht durch die Ausschreibung zwingend vorgegeben) für die Ausführung ausgewählt und damit der Schalungseinsatz effektiv geplant werden. In der Phase der

- » Planning of manufacturing process (production workflow planning)
- » Planning of resource utilization – people, equipment and machinery, and building materials (logistics)
- » Planning of production equipment

At this stage, development opportunities have been identified mainly in terms of the coordination of individual work steps, and with regard to the selection of suitable materials (e.g. release agents) and equipment (such as vibrators).

4. Execution of work

The specifications and requirements set forth in the construction agreement and the process planning documentation are implemented at the work execution stage. Development opportunities are seen in more comprehensive training programs and information to be provided to precast plant employees. Each employee must be aware of the significance of the work steps assigned to them, and of the overall production process. Demonstrating causes and effects, the people involved in the activity can be instructed as to the “correct” and “incorrect” way of working in conjunction with the manufacturing of precast products. Particular emphasis should be placed on the process interfaces so as to ensure that employees also be made aware of processes or situations beyond their own area of work.

Ideally, employees should receive continuing training to also acquire theoretical knowledge pertaining to compaction, release agent application, and the interactions between release agent, formwork facing and concrete. However, training programs should focus on practical demonstrations of the “correct” and “incorrect” way of working in conjunction with manufacturing fair-faced concrete products. Sample precast elements can be used to demonstrate to employees various problems that may occur in the production of fair-faced concrete.

5. Acceptance (handover)

The acceptance procedure should be carried out on the basis of the defined acceptance criteria. The point in time at which acceptance is to take place should be contractually agreed (e.g. the point in time from which the product can be inspected after demolding, and the point in time by which the inspection must have been completed). Acceptance must be recorded in a related document. In the case of complaints, these must be clarified with the client as soon as possible in order to remedy any causes for justified complaints prior to production of the following batch. At this stage, development opportunities are seen in determining measurable acceptance criteria and in defining the time or period of acceptance.

Summary

In future, a relatively insignificant effort (such as providing training to employees) could suffice to further enhance exposed concrete quality within a short period. As part of this activity, all people involved should be

Ausschreibung liegt das größte Entwicklungspotenzial in der eindeutigen und vollständigen Beschreibung der Leistung. Wenn dies vom Auftraggeber nicht übernommen wurde, ist es ratsam, dass das Fertigteilwerk die Leistung beschreibt, diese in einem Fertigungsplan darstellt und sich all das vor der Ausführung vom Auftraggeber bestätigen lässt.

3. Arbeitsvorbereitung

In der Arbeitsvorbereitung werden alle Maßnahmen getroffen, um die vereinbarte Sichtbetonqualität zu erzielen. Die Anforderungen an die Arbeitsvorbereitung können anhand folgender Planungsmaßnahmen verwirklicht werden:

- » Auswahl der Schalung und der Schalhaut unter Berücksichtigung der ästhetischen, technischen, sicherheitsrelevanten und baubetrieblichen Randbedingungen
- » Planung des Fertigungsablaufes (Fertigungsablaufplanung)
- » Planung des Ressourceneinsatzes von Arbeitskräften, Maschinen und Baustoffen (Logistik)
- » Planung der Fertigungseinrichtung

Entwicklungspotenzial besteht hier vor allem in der Abstimmung der einzelnen Arbeitsschritte und der Auswahl der geeigneten Materialien (z. B. Trennmittel) und Geräte (z. B. Rüttler).

4. Ausführung

Die Vorgaben aus dem Bauvertrag und der Arbeitsvorbereitung werden in der Ausführung umgesetzt. Entwicklungspotenzial steckt hier in einer verstärkten Schulung und Information der Arbeitskräfte im Fertigteilwerk. Jede Arbeitskraft muss Kenntnisse über die Bedeutung ihrer Tätigkeit haben und darüber hinaus auch über den Gesamtprozess. Anhand von Darstellungen über Ursachen und Wirkungen kann den Beteiligten „richtiges“ und „falsches“ Arbeiten im Zusammenhang mit der Herstellung von Fertigteilen verdeutlicht werden. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Schnittstellen zu legen, so dass die eingesetzten Arbeitskräfte über die Grenzen des eigenen Arbeitsbereiches hinausgehend zu informieren sind.

Idealerweise sollten den Arbeitskräften im Zuge von weiterführenden Schulungen auch die notwendigen theoretischen Grundkenntnisse über Verdichtung, Trennmittelauftrag und die Wechselwirkungen zwischen Trennmittel, Schalhaut und Beton näher gebracht werden. Das Hauptaugenmerk sollte aber in der praktischen Darstellung von „richtigem“ und „falschem“ Arbeiten in Zusammenhang mit Sichtbeton liegen. Anhand von Musterfertigteilen könnten den Arbeitskräften diverse Problematiken bei der Sichtbetonerstellung anschaulich vermittelt werden.

5. Abnahme (Übernahme)

Die Abnahme soll anhand der definierten Abnahmekriterien vorgenommen werden. Der zeitliche Verlauf der Abnahme ist vorher vertraglich festzulegen (z. B. ab welchem Zeitpunkt nach dem Ausschalen die Beur-

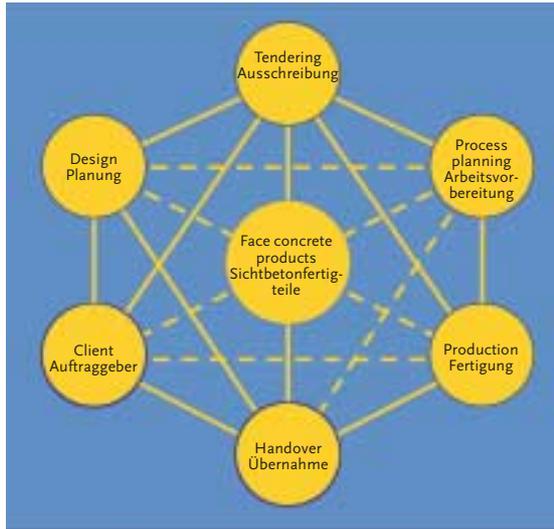


Fig. 5 Fair-faced concrete – interconnected view [Hofstadler].

Abb. 5 Sichtbeton – Vernetzte Betrachtung [Hofstadler].

made familiar with the overall fair-faced concrete production process. Any quality improvement should initially focus on avoidable error sources. Only then should error sources avoidable under certain conditions be dealt with.

Production should be seen as an overall, interconnected process (see diagram in Fig. 5), with the intensity of relationships depending on the specific nature of the work (e.g. structural or functional specification). Ideally, all phases should be coordinated. Such a coordination should also take place between all skilled workers involved in the fair-faced concrete production process.

This thesis formed part of a research project carried out on behalf of the “Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke” (Association of Austrian Concrete and Precast Plants) chaired by Dipl.-Ing. Paul Kubezko and of the “Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie” (Association of the Austrian Cement Industry) at the Department of Building Administration and Management at Graz University of Technology chaired by Dr. Christian Hofstadler.

teilung erfolgt und wann die Beurteilung spätestens abgeschlossen sein muss). Bei der Abnahme ist ein entsprechendes Protokoll zu führen. Gibt es Beanstandungen, sind diese rasch mit dem Auftraggeber abzuklären, um eventuelle berechtigte Beanstandungen vor einer weiteren Fertigungsserie zu beheben. Entwicklungspotenzial liegt bei dieser Phase im Festlegen messbarer Abnahmekriterien und des zeitlichen Verlaufs der Übernahme.

Zusammenfassung

Mit relativ geringem Aufwand (z. B. Schulung der Mitarbeiter) ließen sich in Zukunft in kurzer Zeit weitere Steigerungen bei der Sichtbetonqualität erzielen. Der Gesamtprozess der Sichtbetonherstellung soll dabei allen Beteiligten kenntlich gemacht werden. Der Fokus der Qualitätssteigerung sollte vorerst bei den vermeidbaren Fehlerquellen liegen. Erst dann sollte auf die bedingt vermeidbaren Schwachpunkte abgezielt werden.

Die Herstellung ist als vernetzter Gesamtprozess (schematisch in Abb. 5) zu sehen, wobei die Intensität der Beziehungen von der jeweiligen Aufgabenstellung (z. B. konstruktive oder funktionale Ausschreibung) abhängt. Ideal ist eine Abstimmung aller Phasen und eine Koordination aller an der Verwirklichung von Sichtbeton beteiligten Fachkräfte.

Diese Diplomarbeit fand im Rahmen eines Forschungsprojektes – im Auftrag des „Verbandes Österreichischer Beton- und Fertigteilwerke“ unter der Leitung von Dipl.-Ing. Paul Kubezko und der „Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie“ – am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft an der TU Graz unter der Leitung von Dr. Christian Hofstadler statt.

Christian Hofstadler

References/Literatur

- [1] Röck, Gernot (2007). Sichtbeton in der Fertigteilindustrie – Darstellung des Verbesserungspotenzials zur Steigerung der Sichtbetonqualität mit besonderem Fokus auf die Herstellung, Diplomarbeit, Technische Universität Graz
- [2] Hofstadler, Christian (2003). Qualitätsverbesserung und Konfliktreduktion bei Sichtbeton durch Einführung von vernetzten Regelkreisen. In: 1. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium, Graz, Technische Universität, 28.03.2003