



1 Overall view of the Reuchenette cement plant after completion of Project 880 RO3  
Gesamtansicht des Zementwerkes Reuchenette nach dem Projekt 880 RO3



2 Preheater tower and former filter tower  
Wärmetauscherturm und ehemaliger Filterturm

## Modernization of a kiln line within shortest shut-down period

Steffen Blümel<sup>1</sup>, Peter Lüchinger<sup>2</sup>, Peter Skarupa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bau Ing AG, Döttingen/Switzerland

<sup>2</sup> Vigier Cement AG, Péry/Switzerland

<sup>3</sup> ZMOP spol. s r.o., Modra/Slovakia

**Summary:** The existing kiln line at VIGIER CEMENT AG's Reuchenette cement plant has been modernized in the context of Project 880 RO3. The work involved renewal of the four cyclone stages, the riser ducts and the kiln hood, and also the installation of a new calcining channel, including the calcining chamber and tertiary air duct. The project implementation started in September 2008 and ended in August 2009, with a total kiln downtime of only seven weeks.

### Modernisierung einer Ofenlinie in kürzester Montagezeit

**Zusammenfassung:** Im Rahmen des Projektes 880 RO3 wurde im Zementwerk Reuchenette der VIGIER CEMENT AG die bestehende Ofenlinie modernisiert. Die Arbeiten umfassten die Erneuerung der vier Zyklonstufen, der Gasleitungen und des Ofenkopfes sowie den Neubau einer Kalzinierleitung mit Brennkammer und Tertiärluftleitung. Die Realisierung des Projektes erfolgte im Zeitraum von September 2008 bis August 2009, wobei die Phase des Ofenstillstandes nur sieben Wochen betrug.

### Modernisation d'une ligne de cuisson avec un temps de montage minimal

**Résumé:** La ligne de cuisson de la cimenterie Reuchenette de la société VIGIER CEMENT AG a été modernisée dans le cadre du projet 880 RO3. Les travaux comprenaient le remplacement des quatre étages de cyclone, les conduites de raccordement et du capot de chauffe ainsi que le montage d'une nouvelle gaine de calcinateur avec chambre de combustion et gaine d'air tertiaire. La réalisation du projet s'est passée durant la période de septembre 2008 à août 2009, la phase d'arrêt du four n'ayant duré que sept semaines.

### Modernización de una línea de horno en un breve tiempo de parada

**Resumen:** La línea de horno de la fábrica de cemento Reuchenette de VIGIER CEMENT AG fue modernizada en el contexto del proyecto 880 RO3. El trabajo consistió en la renovación de las cuatro etapas de ciclones, de las tuberías de gases y del cabezal del horno, así como la nueva instalación de un calcinador con cámara de combustión y una tubería de aire terciario. El proyecto se llevó a cabo en el periodo entre Septiembre del 2008 y Agosto del 2009, con un tiempo de parada del horno de únicamente siete semanas.

## 1 Introduction

In line with the overall trend in Swiss cement industry, Vigier Cement AG, of Péry (Canton of Berne, **Fig. 1**) took a decision to invest in the modernization of its existing kiln line in June 2007. The target for Project 880 RO3 was primarily that of increasing the production capacity of the plant, which had been in operation for forty-five years, from 1800 t/d to 2400 t/d of clinker, allowing the usage of new alternative fuels and thus increasing the thermal substitution rate of alternative fuels used. In order to achieve this objective it was necessary to enlarge all four cyclone stages and respective riser ducts, integrate a precalciner with an additional calcining chamber and tertiary air duct into the system, and replace the kiln hood.

Particular importance is attached in such projects to the technical and administrative planning of the installation work, in addition to that of the process-engineering arrangements, complete with the appurtenant dimensioning and design of the plant sections and static analysis and modification of the existing support structures. Specification of a maximum kiln downtime of seven weeks by the client thus necessitated, for example, performance of as much of the work as possible prior to the "fire off" period, and accurate day-by-day planning of the team's activities during the intensive conversion phase. It was also necessary, simultaneously, to map the boundary conditions imposed by the existing load-bearing structures, or to modify them by means of supplementary structures in such a way that the optimum balance between practicality and the saving of working time during the kiln "fire off" phase could be achieved, with a view to optimizing the level of preassembly of system components. The essential work involved in implementation of the project, and the experience gained from these procedures, are described below.

## 2 Existing plant and civil-engineering structure

The central element of the 1964 kiln line consists of a 68 m long three-tire rotary kiln with a design diameter of 4.4 m. A four-stage preheater was installed in a 71 m high steel structure at the kiln inlet (**Fig. 2**). The cyclones had diameters of 3.9 m, 5.6 m and (in two cases) 6.65 m. The cylindrical height of the cyclones varied between 4.6 m (Double Cyclone 1) and 3 m. A total of seven main platform structures, their surfaces each consisting of a 20 cm thick concrete slab, were created in the preheater tower. The maximum load permissible on these slabs was restricted to 5 kN per individual load and 5 kN/m<sup>2</sup>, due to the slabs' extremely low reinforcement content.

The two electrostatic precipitators were installed in the filter tower added to the side of the kiln, with a total height of 56 m. After conversion work in 2004, these filters were removed and the use of the building discontinued.

The kiln hood was positioned on a reinforced concrete burner platform. Two binding beams with a distance of 6 m apart were responsible for bearing the imposed loads, including axial movement of the kiln hood. This structure simultaneously defined the boundary conditions for the geometry of the new kiln hood.

## 3 The new process

The maximum fuel feed to the kiln by means of main burner is limited by the volume of the kiln. With the given kiln dimensions, further input of thermal energy, and an increase in production capacity, could be achieved only by means of a sec-

## 1 Einleitung

Im Einklang mit dem allgemeinen Entwicklungstrend in der Schweizer Zementindustrie hat die Vigier Cement AG in Péry (Kanton Bern/Schweiz, **Bild 1**) im Juni 2007 entschieden, in die Modernisierung der bestehenden Ofenlinie zu investieren. Das Ziel des Projektes 880 RO3 bestand dabei vorrangig darin, die Produktionskapazität der seit 45 Jahren in Betrieb befindlichen Anlage von 1800 t/d Klinker auf 2400 t/d zu steigern, den Einsatz neuer Ersatzbrennstoffe zu ermöglichen und somit den Anteil der Ersatzbrennstoffe insgesamt an den verwendeten Energieträgern zu erhöhen. Zur Erreichung dieser Zielsetzung war es erforderlich, alle vier Zyklonstufen und die Gasleitungen zu vergrößern, einen Vorkalzinator mit zusätzlicher Brennkammer und Tertiärluftleitung in das System zu implementieren und den Ofenkopf zu ersetzen.

Neben der Planung der verfahrenstechnischen Abläufe mit der zugehörigen Dimensionierung und konstruktiven Ausbildung der Anlageteile und der statischen Überprüfung bzw. Modifikation der bestehenden Tragstrukturen hat bei einem solchen Bauvorhaben die technische und administrative Planung der Montagearbeiten einen besonders großen Stellenwert. So bedingte beispielsweise die Vorgabe einer maximalen Ofenstillstandszeit von sieben Wochen eine Ausführung aller im Vorfeld des Produktionsunterbruchs möglichen Arbeiten und eine tagesgenaue Planung der Aktivitäten der Teams während der intensiven Umbauphase. Gleichzeitig war es erforderlich, die durch die bestehende Tragstruktur gegebenen Randbedingungen zu erkennen bzw. durch Hilfskonstruktionen so zu verändern, dass in Bezug auf den Grad der Vormontage der Anlageteile ein Optimum zwischen Handhabbarkeit und Einsparung von Arbeitszeit in der Ofenstillstandsphase erzielt werden konnte. Die wesentlichen Maßnahmen in Zusammenhang mit der Realisierung des Projektes sowie die Erfahrungen aus den Abläufen werden nachfolgend beschrieben.

## 2 Die bestehende Anlage- und Gebäudestruktur

Das Kernstück der Ofenlinie aus dem Jahre 1964 besteht aus einem 68 m langen 3-Stationen-Drehofen mit einem Nenn-durchmesser von 4.4 m. Am Ofeneinlauf wurde in einer 71 m hohen Stahlkonstruktion ein vierstufiger Wärmetauscher installiert (**Bild 2**). Die Durchmesser der Zykclone betragen 3.9 m, 5.6 m und zweimal 6.65 m. Die Höhe des zylindrischen Teils der Zykclone variierte zwischen 4.6 m (Doppelzyklon 1) und 3 m. Im Wärmetauscherturm wurden insgesamt sieben Hauptbühnenkonstruktionen erstellt, deren Oberfläche aus einer 20 cm dicken Betondecke besteht. Aufgrund eines sehr geringen Bewehrungsanteils ist die maximale Traglast dieser Betondecken jedoch auf 5 kN Einzellast bzw. 5 kN/m<sup>2</sup> beschränkt.

Der ofenseitig angebaute Filterturm mit einer Gesamthöhe von 56 m diente der Aufnahme der beiden Elektrofilter. Nach einem Umbau im Jahr 2004 wurden diese Filter demontiert und das Gebäude seit diesem Zeitpunkt nicht weiter genutzt.

Der Ofenkopf wurde auf einer Brennerbühne aus Stahlbeton positioniert. Zwei im Abstand von 6 m angeordnete Unterzüge gewährleisteten dabei die Aufnahme der Lagerkräfte inklusive einer axialen Verschiebbarkeit des Ofenkopfes. Gleichzeitig definierte diese Konstruktion die Randbedingungen für die Geometrie des neuen Ofenkopfes.

and exothermic reaction. For this purpose, a separate calcining chamber and an approx. 85 m long calciner channel, extending the retention time of the raw meal by around five to six seconds, were installed in the preheater tower (Fig. 3).

Both the noble fossil fuel, coal and also alternative fuels can be fed into the calcining chamber. At the prevailing high temperatures, these energy sources can be burned without residue and, on the other hand, it is possible to reduce the percentage of expensive primary energy sources used. Hot air which is necessary for combustion process is routed from the clinker cooler by means of an additional tertiary air duct parallel to the kiln into the separate calcining chamber.

Connection of the new tertiary air duct and the planned increase in clinker production necessitated the installation of a new kiln hood. It was also necessary to select larger dimensions for the cyclones, the riser ducts and the material discharge chutes, to take account of the new process parameters. It proved possible, despite the concomitant increase in radiant surface area, to reduce energy consumption from 3600 to 3400 kJ/kg clinker. This was achieved primarily thanks to more efficient heat transfer within the system components, as a result of lower flow velocities.

## 4 Installation of the new plant elements

### 4.1 Definition of installation phases

The project was carried through between September 2008 and August 2009, and was split into four phases. All the preparatory work was performed during the first two phases, including, in particular, setting-up and equipping of the site, installation of the new plant elements which were independent of the existing kiln line, preassembly of the other components, and reinforcement and modification of the support structures. Phase 3 was the period of kiln shut-down. One essential aim of the project was that of keeping this phase, in particular, limited to only

## 3 Der neue verfahrenstechnische Prozess

Die maximale Menge der zugeführten Brennstoffe beim Ofenkopf ist durch das Volumen des Ofens limitiert. Eine weitere Zufuhr von thermischer Energie verbunden mit einer Steigerung der Produktionskapazität kann bei gegebenen Ofendimensionen somit nur durch eine zweite exotherme Reaktion erreicht werden. Zu diesem Zweck wurden im Wärmetauscherturm eine separate Brennkammer sowie eine ca. 85 m lange Kalzinatorleitung montiert, die die Durchlaufzeit des Rohmehls um ca. 5 bis 6 Sekunden verlängert (Bild 3).

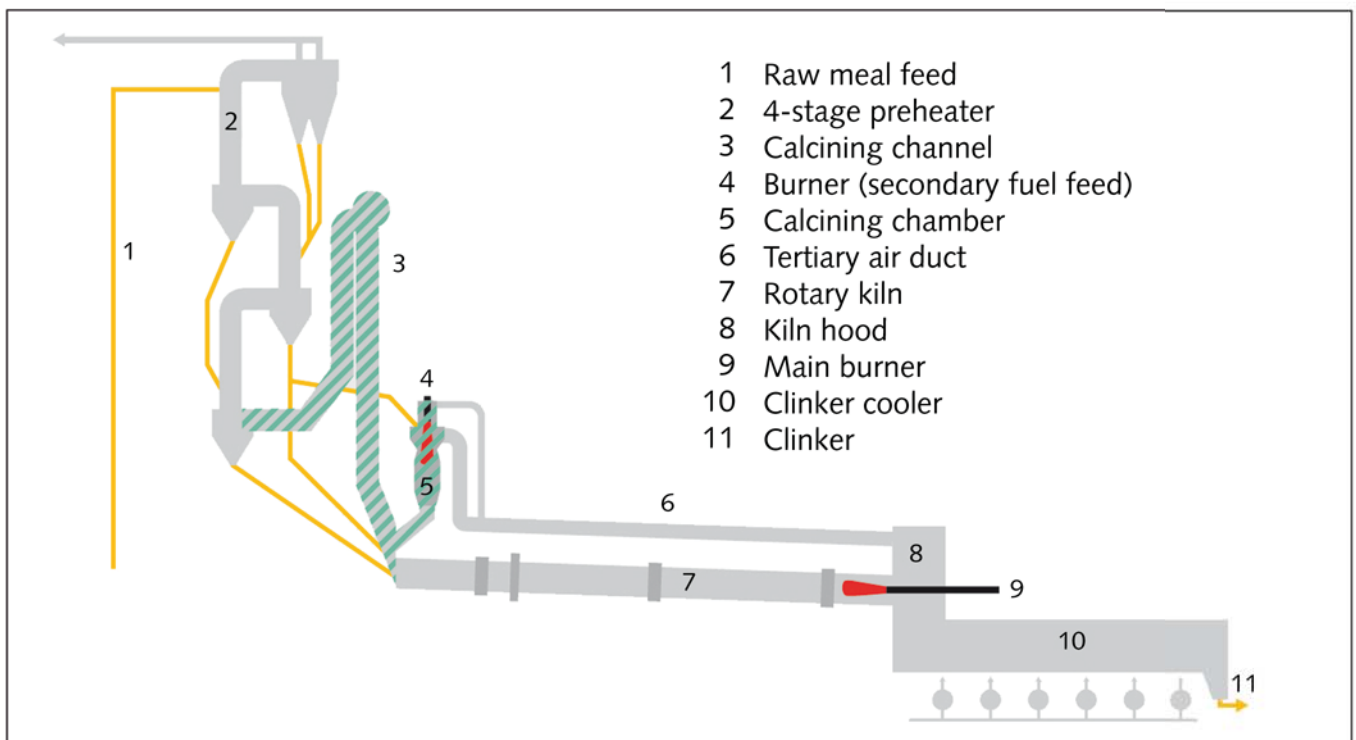
Der Brennkammer können sowohl der fossile, noble Brennstoff Kohle als auch Ersatzbrennstoffe zugeführt werden. Bei den vorherrschenden hohen Temperaturen lassen sich die Energieträger rückstandslos verbrennen und gleichzeitig ist es möglich, den Anteil der teuren primären Energieträger zu reduzieren. Die erforderliche Verbrennungsluft wird vom Klinkerkühler mittels einer zusätzlichen Tertiärluftleitung parallel zum Ofen der separaten Brennkammer zugeführt.

Der Anschluss der neuen Tertiärluftleitung und die geplante Vergrößerung der Klinkerproduktion erforderten einen Neubau des Ofenkopfes. Auch die Zyclone, Gas- und Mehlleitungen mussten unter Berücksichtigung der neuen Prozessparameter größer dimensioniert werden. Trotz der damit verbundenen Zunahme der abstrahlenden Oberfläche konnte der Energiebedarf von 3600 kJ/kg Klinker auf 3400 kJ/kg gesenkt werden. Die Begründung dafür ist vorrangig in einem effizienterem Wärmeübergang innerhalb der Anlagenteile infolge geringerer Strömungsgeschwindigkeiten zu sehen.

## 4 Die Montage der neuen Anlagenteile

### 4.1 Definition von Montagephasen

Die Realisierung des Projektes erfolgte im Zeitraum von September 2008 bis August 2009 und war in vier Phasen gegliedert. In den ersten beiden Phasen wurden sämtliche Vorbereitungs-



3 The new kiln process • Schematische Darstellung des neuen Ofenprozesses

seven weeks, and thus restricting interruption of production, and the thus necessary purchase of clinker from outside suppliers, to a minimum. All project elements not essential for operation of the plant were completed in the final, fourth, phase.

### 4.2 Phase 1: Setting-up and equipping of the site, installation of the calciner channel in the filter tower

Of the large range of activities undertaken for equipping of the site, two were of particular importance: the selection and positioning of the most suitable crane type, and the decision to use a large work tent for preassembly of the components.

The work tent was used in Phases 1 and 2 for the delivery and storage under covered conditions of components, the size of which was limited due to transport restrictions, and for the efficient performance, using the shielded-arc process, of a major portion of the necessary welds (Fig. 4). Without this protection, it would not have been possible to meet the tight schedule at this time of the year. It was necessary at the planning stage to ensure that both access for a telescopic handler and lifting out of the preassembled components using the site crane would be possible. For this purpose, scaffolding elements were used to create a U-shaped wall structure; this was cable-braced from the outside. The roof structure consisted of two independent elements made up of truss girders, which could be easily detached and removed using the crane.

A level luffing crane was selected for this work, on the basis of experience from previously completed projects (Fig. 5). This type permits significantly larger loads for short and medium reaches compared to conventional revolving tower cranes, due to the reduction of the moment resulting from the deadweight of the boom during its movement. In our case, maximum load for a radius of 21 m was no less than twelve tonnes. This limiting weight was, in fact, exactly equivalent to the weight of the upper section of the calcining channel, with the benefit that it was possible to weld this element in its entirety in the tent and then place it with only minimal effort in its final position.

The advantage of an existing support structure in the form of the filter tower, which by this time was of no further importance for the production process, was exploited in the design of the new system, and the calcining channel positioned in this building. This decision allowed complete assembly and refractory lining of this component during Phases 1 and 2, with the exception of the elements leading to the preheater tower. Thanks to the large deadweights and effective loads of the electrostatic precipitators – 960 t each – assumed for the original design of the filter tower, modifications of the support structure remained restricted to local reinforcements of individual girders and of the roof structure and existing bracing systems. Chronological coordination of the work on the structural steel and on the calcining channel, combined with stage-by-stage lifting in of all the appurtenant components via the already completed opening in the roof, assured an efficient installation sequence.

### 4.3 Phase 2: Preparation for the kiln shut-down phase

One of the essential questions in the planning of the installation work was that of movement of materials out of and into the preheater tower during Phase 3, the actual modification period. The idea of temporary removal of the roof structure, including the bifurcation and, possibly, the upper platform structures, in order to allow vertical access to the plant elements, was quickly

arbeiten durchgeführt. Dazu zählten insbesondere die Baustelleninstallation, die Montage der von der bestehenden Ofenlinie unabhängigen, neuen Anlageteile, die Vormontage der anderen Anlagenteile sowie die Verstärkung bzw. Modifikation der Tragkonstruktionen. Die Phase 3 umfasste den Zeitraum des Ofenstillstands. Eine wesentliche Zielsetzung des Projektes bestand darin, diese Phase auf nur sieben Wochen zu begrenzen und somit die Produktionsunterbrechung bzw. den erforderlichen Zukauf von Klinker auf ein Minimum zu beschränken. Alle für den Betrieb der Anlage nicht essentiellen Projektbestandteile wurden in der letzten Phase 4 umgesetzt.

### 4.2 Phase 1 – Baustelleninstallation und Montage der Kalzinatorleitung im Filterturm

Von den vielen Aktivitäten im Rahmen der Baustelleninstallation waren zwei von besonderer Bedeutung – die Wahl des Krantypes inklusive des Standortes und der Entscheid für ein Vormontagezelt.

Das Vormontagezelt diente in den Phasen 1 und 2 der witterungsgeschützten Zusammenstellung der durch den Transport in der Größe begrenzten Anlageteile sowie der effizienten Ausführung eines Großteils der Schweißnähte im Schutzgasverfahren (Bild 4). Ohne eine solche Schutzhülle wäre die Einhaltung der engen Terminvorgaben in dieser Jahreszeit nicht möglich gewesen. Bei der konstruktiven Gestaltung musste darauf geachtet werden, dass sowohl eine Einfahrt mit einem Teleskopstapler als auch das Ausheben der vormontierten Teile mit dem Baukran möglich war. Zu diesem Zweck wurde mit Gerüstbauelementen eine U-förmige Wandkonstruktion erstellt und diese nach außen abgespannt. Die Dachkonstruktion bestand aus zwei unabhängigen durch Gitterträger gebildeten Elementen, die man mit wenigen Handgriffen lösen und mit dem Kran entfernen konnte.

In Bezug auf den Krantyp wurde auf der Grundlage der Erfahrungen aus analogen Projekten ein Wippkran gewählt (Bild 5). Gegenüber den konventionellen Turmdrehkränen weist diese Konstruktionsart bei kleinen und mittleren Ausladungen deutlich größere Traglasten auf, was auf die Reduktion des Momentes aus dem Eigengewicht des Auslegers beim Aufstellen desselben zurückzuführen ist. Im vorliegenden Fall betrug die maximale Traglast bei einem Radius von 21 m noch 12 t. Dieser Grenzwert entsprach exakt dem Gewicht des Kopfteils der Kalzinatorleitung, so dass dieses Element vollständig im Vormontagezelt verschweißt und anschließend mit minimalem Aufwand in der Endposition montiert werden konnte.

Bei der konstruktiven Ausbildung der neuen Anlage wurde der Vorteil einer bereits bestehenden und zu diesem Zeitpunkt für den Produktionsprozess unbedeutenden Tragstruktur in Form des Filterturms genutzt und die Kalzinatorleitung in diesem Gebäude platziert. Diese Entscheidung ermöglichte eine vollständige Montage und Feuerfest-Auskleidung dieses Anlageteils in der Phase 1 bzw. Phase 2 mit Ausnahme der in den Wärmetauscherturm führenden Elemente. Aufgrund der schon ursprünglich im Filterturm berücksichtigten großen Eigen- und Nutzlasten der Elektrofilter von jeweils 960 t beschränkten sich die Anpassungen an der Tragstruktur auf lokale Verstärkungen einzelner Bodenträger und Modifikationen der Dachkonstruktion bzw. bestehender Verbandssysteme. Die zeitliche Koordination der Arbeiten an der Stahlkonstruktion und an der Kalzinatorleitung verbunden mit einem gestaffelten Einheben aller

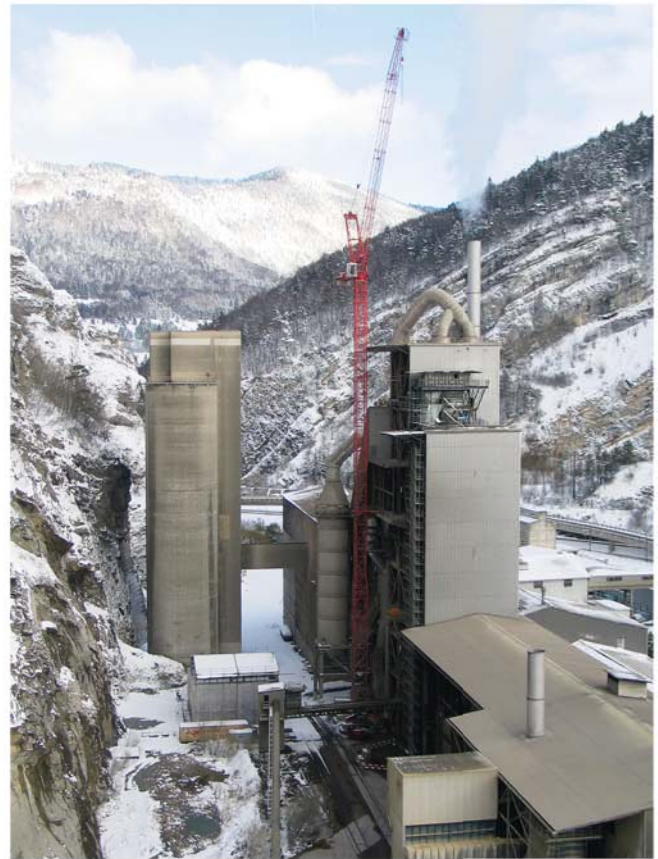


4 Preassembly of components  
Vormontage der Anlagenteile

discarded, due to the amount of work which would have been necessary, and the time required for it. There thus remained only the alternative of lateral inward and outward movement of the material via the only unclad Axis A of the preheater tower. This concept, however, necessitated an auxiliary structure which would permit „parking“ of the elements in front of the preheater tower at the corresponding platform levels, and access to all levels for operation. The stepped installation platforms developed for this purpose (Fig. 6) were dimensioned for all payloads of twice 5 t acting simultaneously at any position and an additional 500 kg/m<sup>2</sup> distributed load, in order that the material could be temporarily positioned during the dismantling and installation work, and that the working operations could be made largely independent of crane availability.

A further milestone during Phase 2 was the installation and masonry lining of the tertiary air duct between the position selected for the new calcining chamber and the old kiln hood (Fig. 7). For this purpose, the steel pipes were welded together to form elements of between 14 and 18 m in length and, after installation of the lightweight insulation, lifted in five sections into their ultimate position. Lining with refractory bricks was accomplished in this final position, the necessary material being brought into the duct from both ends.

The preassembly of the components of the preheater tower consisted essentially of the positioning and welding of the cylindrical and conical shells to create elements of around 4 m in height, and a projection of up to 8 m. These dimensions were limited primarily by the triangular openings in Axis A of the preheater tower, since it was not possible to remove the di-



5 WK 160B level luffing crane and work tent  
Wippkran WK 160B und Vormontagezelt

zugehörigen Teile durch die frühzeitig erstellte Dachöffnung gewährleistet einen effizienten Montageablauf.

#### 4.3 Phase 2 – Vorbereitung der Ofenstillstandsphase

Eine der wesentlichen Fragen bei der Planung der Montagearbeiten betraf den Materialtransport aus bzw. in den Wärmetauscherturm während der eigentlichen Umbauphase 3. Die Variante einer temporären Demontage der Dachkonstruktion inklusive des Hosenrohrs und eventuell der oberen Bühnenkonstruktionen zwecks Schaffung eines vertikalen Zugangs zu den Anlagenteilen wurde aufgrund des daraus resultierenden Aufwands und der dafür benötigten Zeit sehr schnell verworfen. Folglich blieb nur die Alternative eines seitlichen Ein- und Ausfahrens des Materials durch die einzige unverkleidete Achse A des Wärmetauscherturms. Dieses Konzept erforderte jedoch eine Hilfskonstruktion, die ein Abstellen der Teile vor dem Wärmetauscherturm in der Höhe der entsprechenden Bühnen und eine Bedienbarkeit aller Ebenen ermöglichte. Die so entwickelten, treppenförmig abgestuften Montagebühnen (Bild 6) wurden alle für gleichzeitig wirkende Nutzlasten von zweimal 5 t an beliebiger Position und zusätzlich 500 kg/m<sup>2</sup> Flächenlast bemessen, so dass bei der Demontage und Montage das Material zwischengelagert und der Arbeitsprozess von der Verfügbarkeit des Krans weitgehend entkoppelt werden konnte.

Ein weiterer Meilenstein der Phase 2 bestand in der Montage und Ausmauerung der Tertiärluftleitung zwischen der Position der neuen Brennkammer und dem alten Ofenkopf (Bild 7). Dazu wurden die Stahlrohre zu Elementen mit Längen zwischen 14 m und 18 m zusammengeschweißt und nach Einbringen des leichten Isolationsmaterials in fünf Zügen in die



6 Stepped installation platforms  
Treppenförmig abgestufte Montagebühnen



7 Installation of the tertiary air duct during Phase 2  
Montage der Tertiärluftleitung in Phase 2

agonals in this axis even temporarily. The discharge chutes and the top air duct (connection of the tertiary air duct to the top of the calcining chamber) – with the exception of the transition pieces and the conical lower sections of Cyclones 2 and 3 – were, in addition, also concrete lined. Finally, the orderly and recorded temporary storage of a major portion of the new components around 500 m to the north of the preheater tower ultimately assured adequate space for maneuver and a storage area during the dismantling phase, and systematic delivery of the necessary elements during reconstruction.

Not only installation of the working platforms, but also the major portion of the modification work on the structural steel, were also performed during Phase 2. The focus here was on modification of the wall of Axis 1 to the filter tower, which needed to be significantly altered, due to the necessary penetration for the calciner channel, the creation of all the new floor penetrations, and the modification and reinforcement of the entire planking system. It was ascertained in the course of the static calculation that uniform load transmission of the cyclone loads, in particular, at four points had been taken as the basis for the original dimensioning. This assumption is not realistic when the differing stiffnesses of the girders and the tolerances for their production and installation are taken into account, and could have resulted in serious damage. For this project, all girders were therefore dimensioned for primary load transmission at only two opposing points. Achievement of the optimum static solution of three-point support was not possible, due to the reuse of the support elements.

#### 4.4 Phase 3: Dismantling and assembly of the components

The demanding time schedule for Phase 3 was reason enough to seek methods of achieving rapid cooling of the kiln line. For this purpose, the large double doors above the kiln inlet chamber were opened and cold air drawn in from both directions (rotary kiln and cyclones) using the fan of the clinker-cooler dedusting system and the kiln ID fan. Flame cutting of holes in the roofs of the cyclones and in the riser ducts was started only

Endposition gehoben. Die Ausmauerung mit den Feuerfeststeinen erfolgte in dieser Endlage, wobei das Material von beiden Seiten in die Leitung eingebracht worden ist.

Die Vormontage der Anlagenteile des Wärmetauscherturms umfasste im Wesentlichen die Zusammenstellung und Verschweißung der zylindrischen und kegelförmigen Schalen zu Elementen mit einer Höhe bis ca. 4 m und einer Abwicklung bis zu 8 m. Diese Abmessungen wurden hauptsächlich durch die dreieckförmigen Öffnungen in der Achse A des Wärmetauscherturms begrenzt, da die Diagonalen in dieser Achse auch temporär nicht entfernt werden konnten. Weiterhin wurden die Mehlleitungen und die Top Air-Leitung (Verbindung der Tertiärluftleitung zum Kopfteil der Brennkammer) mit Ausnahme der Passstücke sowie die konusförmigen Unterteile der Zykclone 2 und 3 ausbetoniert. Die geordnete und protokollierte Zwischenlagerung eines Großteils der neuen Anlagenteile ca. 500 m nördlich des Wärmetauscherturms gewährleistete schließlich einen ausreichenden Umschlag und Sammelplatz während der Demontagephase und eine zielgerichtete Zulieferung der benötigten Elemente beim Wiederaufbau.

In der Phase 2 wurde neben der Installation der Montagebühnen auch der Hauptteil der Umbaumaßnahmen an der Stahlkonstruktion durchgeführt. Im Mittelpunkt standen dabei die Modifikation der Wand Achse 1 zum Filterturm, die man infolge der Durchdringung der Kalzinatorleitung erheblich anpassen musste, die Erstellung aller neuen Bodenöffnungen und die Anpassung und Verstärkung des Bodengebälkes. Bei der statischen Berechnung stellte man fest, dass der ursprünglichen Bemessung eine gleichmäßige Lastabtragung insbesondere der Zyklonlasten in vier Punkten zugrunde gelegt wurde. Diese Annahme ist unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Steifigkeiten der Bodenträger und der Toleranzen bei der Herstellung und Montage unrealistisch und kann zu erheblichen Schäden führen. Folglich wurden im Rahmen dieses Projektes alle Bodenträger für eine vorrangige Lastabtragung in lediglich zwei gegenüberliegenden Punkten dimensioniert. Die Umset-

24 h later. Thanks to this concept, the cooling-down process had progressed sufficiently within 48 h to permit the commencement of modification work on a 24/7 basis.

The following procedure was selected for dismantling and removal of the components: The discharge chutes were firstly removed, and chutes were fixed to the cone outlets of the cyclones and used to transfer the refractory material into hoppers of 4 m<sup>3</sup> capacity, which were then used to transport the material away. Climbing experts then removed the encrustations on the cyclone walls, riser ducts and roof linings. Subsequent dismantling and removal of the components, alternating with breaking out of the refractory lining and cutting of the steel shell into smaller pieces, then progressed downward, and was completed within a period of nine days (Fig. 9).

Installation work in the preheater tower comprised the creation of five cyclone housings (with Cyclone Stage 1 in the form of a double cyclone) above the reused support elements, renewal of the outlets of Cyclones 2 and 3, the installation of three riser ducts, and of the discharge chutes, the installation of the calcining chamber, including connection of the tertiary air duct, installation of the missing elements of the calcining channel, and the not yet accomplished modifications to the support structure (Figs. 8 and 10). Particular attention was devoted in the planning and execution of these activities to stage-by-stage completion of the individual elements, since only an early start and virtually continuous performance of the refractory work would allow on-time installation of the 240 t of insulation concrete and 750 t refractory concrete.

The integration of the new tertiary air duct into the system also necessitated reconstruction of the kiln hood. This installation task was performed by another contractor, independently of the activities taking place in the preheater tower. Removal of the old kiln hood took three days, while installation of its replacement, after repair of the refractory lining in the rotary kiln, was accomplished in three prepared segments in a total of five days. The kiln hood seal was installed and the tertiary air duct connected simultaneously to the refractory lining work.

#### 4.5 Digression: Ceramic dip tube in Cyclones 3 and 4

After weighing up the advantages and disadvantages, VIGIER CEMENT AG decided to install ceramic dip tubes manufactured by HASLE/Denmark, in Cyclones 3 and 4. Assessment of the condition of these elements under the prevailing operating conditions, and thus the efficiency of this investment, will be the subject of the upcoming inspections. As far as their installation is concerned, the around 1,200 bricks were installed without complications by four men working under the instructions of a supervisor in just sixteen hours.

#### 4.6 Phase 4: Conclusion of the work

All project work not absolutely necessary for the production process, such as the completion of the service platforms, repair of the surfaces on the main platforms, and concluding reinforcement work on the support structure, was performed in Phase 4. Commissioning of the new burner was also completed on schedule two weeks from starting of the kiln. This procedure made it possible to meet the requirement of a maximum interruption to production of sixty days. Work on and close to hot plant components did, however, impose significant extra burdens on the persons performing this work.

zung einer statisch optimalen Dreipunktagerung war aufgrund der Wiederverwendung der Auflagerteile nicht möglich.

#### 4.4 Phase 3 – Demontage und Montage der Anlagenteile

Die engen Zeitvorgaben in der Phase 3 gaben Anlass dazu, nach Lösungen hinsichtlich einer schnellen Abkühlung der Ofenlinie zu suchen. Zu diesem Zweck wurde die große Doppel-türe oberhalb der Ofeneinlaufkammer geöffnet und mit dem Ventilator der Klinkerkühlerentstaubung sowie dem Ofenventilator Kaltluft in beide Richtungen (Drehofen und Zyklone) angesaugt. Erst 24 Stunden später hat man begonnen, zusätzlich Löcher in die Decken der Zyklone und Gasleitungen zu brennen. Mit diesem Konzept war innerhalb von 48 h der Abkühlungsprozess ausreichend voran geschritten, um mit den Umbauarbeiten im kontinuierlichen Schichtbetrieb zu beginnen.

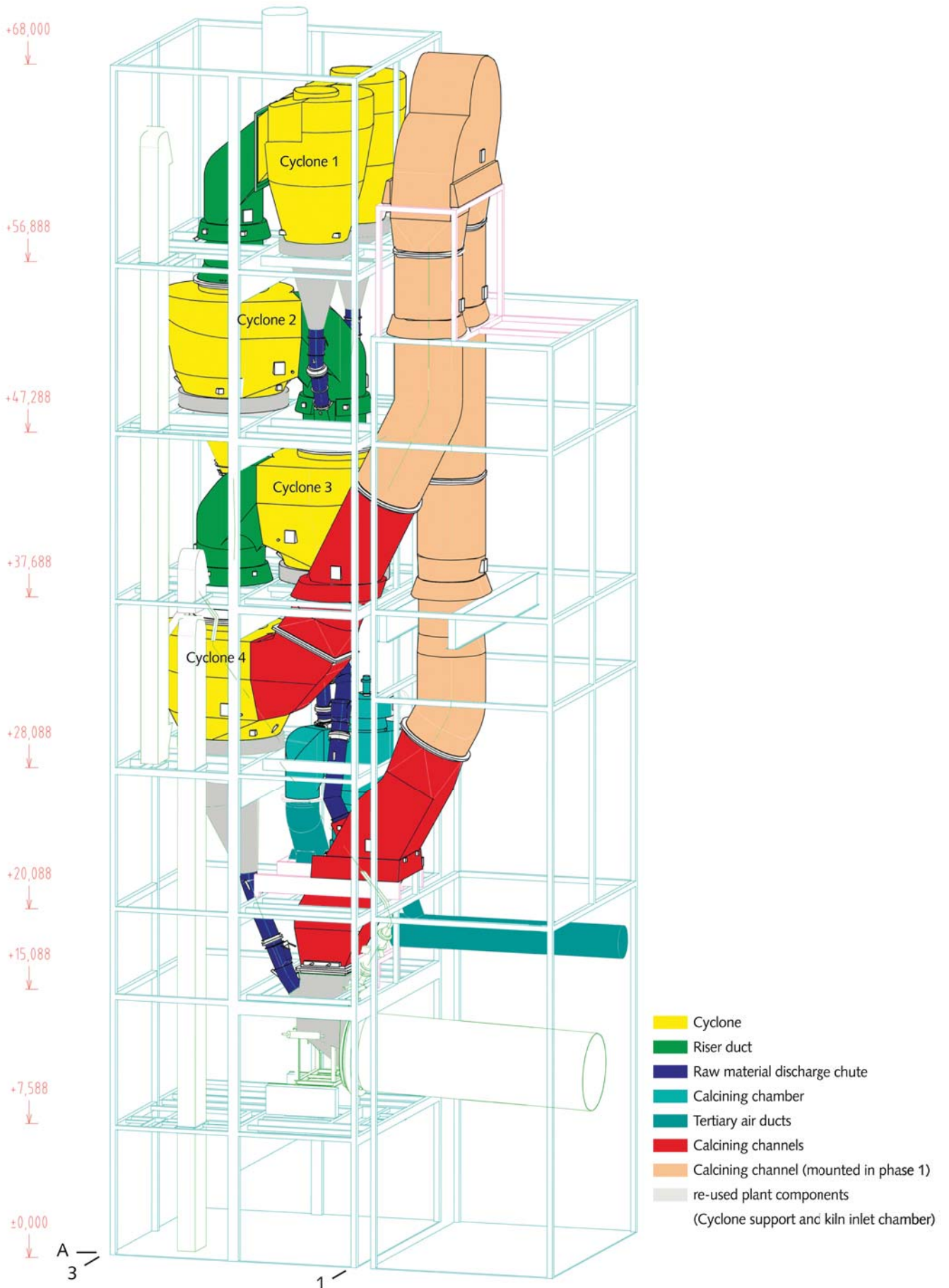
Für die Demontage der Anlagenteile wählte man folgendes Vorgehen: Zuerst wurden die Mehlleitungen entfernt und Materialrutschen an den Konusausläufen der Zyklone befestigt, mit denen das Feuerfest-Material in fahrbare, vier Kubikmeter große Mulden geführt und abtransportiert werden konnte. Danach wurden durch Bergsteiger die Anbackungen an den Zyklonwänden und Gasleitungen beseitigt und die Deckenausmauerung ausgebrochen. Die anschließende Demontage der Anlagenteile mit abwechselndem Abbruch der Feuerfest-Verkleidung und Zerschneiden der Stahlhaut erfolgte von oben nach unten und war nach neun Tagen vollständig abgeschlossen (Bild 9).

Die Montagearbeiten im Wärmetauscherturm umfassten die Erstellung von fünf Zyklongehäusen (Zyklonstufe 1 als Doppelzyklon) oberhalb der wiederverwendeten Auflagerelemente, die Erneuerung der Ausläufe beim Zyklon 2 und 3, die Erstellung von drei Gasleitungen, die Installation der Mehlleitungen, die Errichtung der Brennkammer inklusive Anschluss der Tertiärluftleitung, die Montage der fehlenden Elemente der Kalzinatorleitung und die noch erforderlichen Anpassungen an der Tragkonstruktion (Bilder 8 und 10). Bei der Planung und Ausführung dieser Aktivitäten wurde besonders auf eine gestaffelte Fertigstellung der einzelnen Teile geachtet, da nur durch einen frühzeitigen Beginn und nahezu kontinuierlichen Verlauf der Feuerfest-Arbeiten die termingerechte Installation der 240 t Isolationsbeton und 750 t Feuerfestbeton möglich war.

Die Einbindung der neuen Tertiärluftleitung in das System erforderte auch den Neubau des Ofenkopfes. Diese Montageaufgabe wurde unabhängig von den Aktivitäten im Wärmetauscherturm von einem anderen Unternehmen ausgeführt. Die Demontage des alten Ofenkopfes dauerte drei Tage während die Montage des Neuen nach der Instandsetzung der FF-Auskleidung im Drehofen in drei vorbereiteten Segmenten in fünf Tagen erfolgte. Zeitgleich zur Feuerfest-Auskleidung wurde die Ofenkopfdichtung installiert und die Tertiärluftleitung abgeschlossen.

#### 4.5 Exkurs – Keramische Tauchrohre in den Zyklonen 3 und 4

Unter Abwägung der Vor- und Nachteile hat sich die VIGIER CEMENT AG entschieden, in den Zyklonen 3 und 4 keramische Tauchrohre der Firma HASLE/Dänemark einzubauen. Die Beurteilung des Zustands dieser Elemente bei den vorherrschenden Betriebsbedingungen und somit der Effizienz dieser Investition wird Gegenstand der nächsten Revisionen sein.



8 Schematic view of the new system components in the preheater tower and filter tower (based on a graphic provided by PSP Engineering a.s.)  
 Schematische Darstellung der neuen Anlagenteile im Wärmetauscharturm und Filterturm (nachbearbeitete Grafik der PSP Engineering a.s.)





9 Dismantling of the riser duct GL32  
Demontage der Gasleitung GL32



10 Installation of Cyclone C4  
Montage des Zyklons C4

### 5 Conclusion

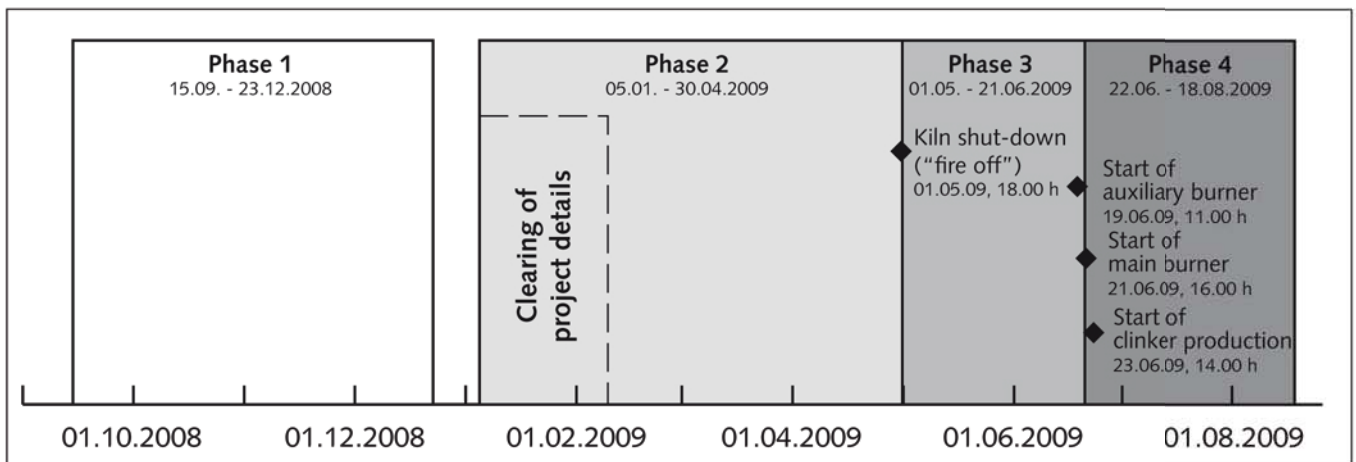
Project 880 RO3 demonstrated that, with detailed planning of all work and construction phases, assignment of all work not relevant to the production process to a preparatory and a completion phase, the assistance of highly capable partners and flexible conduct by all those involved, a kiln line can be modified with an extremely short kiln downtime (Fig. 11). The quality of the work performed is reflected, inter alia, in the production quantities and process data achieved since the restart. A figure of 1800 tonnes clinker/day (equal to the previous production capacity) was achieved, for example, after only seven days of renewed operation, and 90 % of the target of 2400 tonnes of clinker/day within twenty-nine days. At this point, energy consumption was already below the guaranteed figure.

It should be noted in conclusion, that the "Clinker-silo bucket conveyor dedusting system" were also completed alongside Project 880 RO3, with around two hundred and twenty external workers, and the annual inspection also performed. Despite

Hinsichtlich der Installation der insgesamt rund 1200 Steine ist festzuhalten, dass unter Anleitung des Supervisors die Arbeit mit vier Mann in 16 Stunden ohne Komplikationen geleistet werden konnte.

#### 4.6 Phase 4 – Abschlussarbeiten

Die Ausführung sämtlicher für den Produktionsprozess nicht zwingend erforderlicher Projektbestandteile, wie beispielsweise die Fertigstellung der Servicebühnen, die Instandsetzung der Bodenabdeckungen auf den Hauptbühnen und abschließende Verstärkungsarbeiten an der Tragstruktur erfolgte in Phase 4. Auch die Inbetriebnahme des neuen Brenners wurde planmäßig zwei Wochen nach dem Ofenstart terminiert. Mit diesem Vorgehen war es möglich, die Vorgabe einer Produktionsunterbrechung von maximalen 60 Tagen einzuhalten. Allerdings bedeutete die Arbeit an bzw. in der Nähe von den heißen Anlageteilen eine erhebliche physische Zusatzbeanspruchung der Monteure.



11 Project schedule • Projektterminplan

in some cases difficult logistical problems, all tasks were completed successfully and on time, thanks to supra-project planning and extremely good communication between the project managers.

## 6 Main project data

### 6.1 Materials characteristics data

Steel content of newly installed components	
Cyclones, riser ducts and raw material discharge chutes .....	150 t
Calcining chamber.....	21 t
Tertiary air duct, including support structures .....	99 t
Calcining channel .....	117 t
Kiln hood.....	51 t
Service platforms .....	34 t
Weight of refractory lining installed (all phases)	
Refractory bricks.....	900 t
Insulation concrete.....	340 t
Fireclay bricks.....	113 t
Ceramic anchors.....	78 t
Structural steel	
Modification of steel structures for the preheater and filter towers.....	208 t
Flooring plates in the preheater and filter towers .....	62 t
Installation platforms, inc. flooring plates .....	51 t

### 6.2 Main project participants

Client:  
 VIGIER CEMENT AG, CH-2603 Péry, Switzerland

Planning and fabrication of components:  
 PSP Engineering a.s., CZ-750 53 Prerov, Czech Republic

Planning of structural steel modification and reinforcement, structural steel and plant-engineering project management:  
 Bau Ing AG, CH-5312 Döttingen, Switzerland

Installation of structural steel and components, Phase 1:  
 BFE AG, CH-8488 Turbenthal, Switzerland

Installation of structural steel and components, Phases 2 to 4:  
 ZMOP spol. s r.o., SK-900 02 Modra, Slovakia

Kiln hood installation:  
 TEUTRINE GmbH, D-59302 Oelde-Stromberg, Germany

Supply and installation of refractory lining:  
 CALDERYS France SAS, F-92446 Issy les Moulineaux Cedex, France

## 5 Schlussbemerkung

Mit dem Projekt 880 RO3 konnte gezeigt werden, dass der Umbau einer Ofenlinie bei detaillierter Planung aller Arbeitsschritte und Bauphasen, Auslagerung aller nicht den Produktionsprozess betreffenden Arbeiten in eine vor- bzw. nachgelagerte Phase, Bezug leistungsfähiger Partner und flexiblem Verhalten aller Beteiligten in einer sehr kurzen Ofenstillstandszeit realisierbar ist (Bild 11). Die Qualität der geleisteten Arbeit findet u. a. Ausdruck in den seit Ofenstart zu verzeichnenden Produktionsmengen bzw. Prozesskennwerten. So wurden bereits nach sieben Tagen 1800 Tonnen Klinker/Tag (entspricht der früheren Produktionskapazität) und nach 29 Tagen 90 % des Zielwertes von 2400 Tonnen Klinker/Tag hergestellt. Der Energiebedarf hingegen lag zu diesem Zeitpunkt bereits unter dem garantierten Wert.

Abschließend ist zu erwähnen, dass neben diesem Projekt 880 RO3 mit ca. 220 externen Arbeitern das Projekt „Entstaubung Becherwerk Klinkersilo“ realisiert und die jährliche Revision durchgeführt wurde. Trotz teilweise großer logistischer Probleme konnten alle Aufgaben infolge einer projektübergreifenden Planung und sehr guter Kommunikation zwischen den Projektleitern erfolgreich und termingerecht beendet werden.

## 6 Wichtige Projekt-Kenndaten

### 6.1 Material-Kenndaten

Stahlgewicht der neu montierten Anlagenteile	
Zyklone, Gas- und Mehlleitungen. ....	150 t
Brennkammer .....	21 t
Tertiärluftleitung mit Auflagerkonstruktionen .....	99 t
Kalzinatorleitung. ....	117 t
Ofenkopf .....	51 t
Servicebühnen .....	34 t
Gewicht der installierten Feuerfest-Auskleidung (für alle Phasen)	
Feuerfest-Beton .....	900 t
Isolationsbeton .....	340 t
Feuerfest-Steine .....	113 t
Keramische Anker. ....	78 t
Konstruktionsstahl	
Modifikation der Stahlkonstruktion Wärmetauscherurm (WTT) und Filterturm (FTT) .....	208 t
Bodenbleche im WTT und FT .....	62 t
Montagebühnen inkl. Bodenbleche .....	51 t

### 6.2 Wesentliche Projektbeteiligte

Bauherr:  
 VIGIER CEMENT AG, CH-2603 Péry

Planung und Herstellung der Anlagenteile:  
 PSP Engineering a.s., CZ-750 53 Prerov

Planung der Umbau- und Verstärkungsmassnahmen Stahlkonstruktion und Projektleitung Stahlbau und Anlagenbau:  
 Bau Ing AG, CH-5312 Döttingen

Montage der Stahl- und Anlagenteile Phase 1:  
 BFE AG, CH-8488 Turbenthal

Montage der Stahl- und Anlagenteile Phase 2 bis 4:  
 ZMOP spol. s r.o., SK-900 02 Modra

Montage des Ofenkopfes:  
 TEUTRINE GmbH, D-59302 Oelde-Stromberg

Lieferung und Installation der Feuerfest-Auskleidung:  
 CALDERYS France SAS, F-92446 Issy les Moulineaux Cedex

# ZKG Offprints

Take the opportunity of presenting your published articles in four parallel language versions (English, German, Russian and Chinese) to a broad specialist readership in the form of offprints. Or, as an alternative, we can supply data files that permit printing of your publications whenever and as often as you wish.

For further information, call +49 (0)5241 80 893 68 or mail zkg-office@bauverlag.de



