Dipl.-Wirts.-Ing. (FH) Klaus Oberpichler

Automatic plaster purging plant ARA: cleans plaster moulds quickly with low labour outlay

Automatische Gipsausspritzanlage ARA: Gipsformen schnell und mit geringem Personalaufwand reinigen

Franz Banke GmbH has installed a pair of automatic plaster purging plants at Röben's two roof tile factories in Sroda Slaska. All objectives in terms of capacity, savings potential, reliability and efficient cleaning of moulds were fully achieved. The automatic mould purging system ARA2 at the first roof tile factory was commissioned in 2009 and has been in productive service ever since with no considerable unscheduled outages. The ARA3 plant at the other factory was installed two years later and has also been running smoothly from the first day on.

Die Franz Banke GmbH hat in den beiden polnischen Röben-Dachziegelwerken in Sroda Slaska zwei automatische Gipsausspritzanlagen installiert. Dabei wurden alle Ziele hinsichtlich Kapazität, Einsparpotenzial, Zuverlässigkeit und rationeller Formenreinigung erreicht. Die automatische Ausspritzanlage ARA2 im ersten Dachziegelwerk wurde 2009 in Betrieb genommen und ist seitdem ohne erwähnenswerte Ausfälle im produktiven Einsatz. Die ARA3 im zweiten Werk wurde zwei Jahre später installiert und läuft seitdem ebenfalls reibungslos.

1 Introduction

In Central and Northern Europe, most high-quality clay roof tiles are made in plaster moulds. That way, clearly defined ribs and structures can be pressed into the tiles to give the roof the best possible water- and wind-repelling qualities. Plaster is also the

1 Einleitung

Qualitativ hochwertige Tondachziegel werden in Mittel- und Nordeuropa vor allem mit Gipsformen hergestellt. Mit diesem Herstellverfahren ist es möglich, Dachziegel mit klar definierten Rippen und Strukturen zu pressen, die eine möglichst regen-

Pictures/Bilder: Banke

»1 Röben standard roof tile

»1 Röben-Flächenziegel

moulding material of choice for flawless finishes and high frost resistance.

Plaster working moulds are shaped by casting or pressing. More than 1 000 tiles can be pressed with a single plaster liner. The actual end quantity, i.e., the service life of the plaster mould, is crucially dependent on the employed materials (grain size and shape, bat stiffness, abrasiveness) and the quality of the plaster formulation. When the plaster mould reaches a certain degree of wear, the worn-out plaster liner has to be removed from the mould. A few decades ago, when plaster moulds were just gaining acceptance in the production of roof tiles, the worn-out plaster liners were chiselled out of the moulds with pneumatic hammers. Eventually, that extremely loud, labour-intensive and time-consuming process was superseded by a process in which a 500–600-bar jet of water is lanced into the mould to remove the plastic liner by hydraulic action. A practiced employee following a routine procedure can remove the plastic liner from the working mould relatively quickly, although the purging work does remain monotonous, loud, wet and time-consuming.

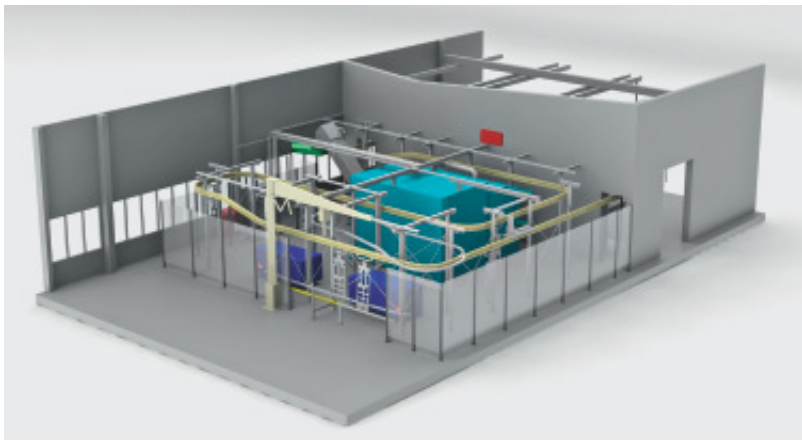
2 Substitution of automatic purging booths for manual cubicles at the roof tile factories in Sroda Slaska

The family-owned enterprise Röben operates a brick factory and two roof tile plants in Sroda Slaska, Poland. The two roof tile plants together turn out 76 million standard roof tiles and 7 million accessory items per year via uninterrupted operation (three shifts per day). The first roof-tile factory (plant 2) went into operation in 1996. Its standard roof tile line and two accessory item lines turn out 32 million standard roof tiles and 7 million accessory items each year. The second roof tile factory (plant 3), which has been in operation since 2005, produces 44 million standard roof tiles annually.

2.1 ARA2 for plant 2

In 2007, the manual purging booths at the plant 2 plant had been in operation for a number of years and were gradually becoming trouble-prone, so plans were drawn up to replace them. Since manual spray purging is an extremely monotonous, loud and labour-intensive job, it was decided to replace the existing equipment as follows: Extensively automated cleaning of moulds with as little human effort as possible. The worn-out working moulds coming out of the press were to be simply "turned over to" the purging plant and then forwarded to the plaster casting shop in clean condition. Since the moulds have to be cleaned as gently as possible, the maximum purging pressure must not exceed 500 bar. It would have been easy, of course, to use a higher purging pressure from a stronger high-pressure pump to more quickly rid the moulds of their worn-out plaster liners, but that would have greatly increased the rate of wear and tear on the aluminium housing of the working moulds and significantly shortened the service life of the aluminium moulds. The default target for the first system installed at the plant 2 was to clean 200 working moulds for standard roof tiles and 100 for accessory items each day. Those were the numbers that were being achieved by three shift per day manual effort in the three purging booths prior to installation of the automatic mould purging system ARA2. The first mould purging system was designed and implemented according to those parameters (»2).

In this process, the worn-out working moulds proceed from the press to a mounting station, where they are suspended in workpiece carriers for conveyance to the purging booth via a



»2 ARA2 automatic spray purging plant concept

»2 Konzept automatische Ausspritzanlage ARA2

und winddichte Dachfläche bilden. Auch für eine makellose Oberfläche und eine hohe Frostbeständigkeit ist der Formgebungswerkstoff Gips die erste Wahl.

Der Gips in den Arbeitsformen wird über ein Gieß- oder Pressverfahren geformt. Mit einer Gipseinlage können über 1000 Ziegel gepresst werden. Die Stückzahl bzw. Standzeit der Gipsformen hängt wesentlich von der Art der eingesetzten Rohstoffe (Korngröße, -form, Batzenfestigkeit, Abrasivität) sowie von der geeigneten Gipsrezeptur ab. Ab einem gewissen Abnutzungsgrad der Gipsform muss die verbrauchte Gipseinlage aus der Arbeitsform entfernt werden. Als vor einigen Jahrzehnten Gipsformen in der Dachziegelherstellung Einzug hielten,

»3 Working mould in a workpiece carrier (at the entrance to the cleaning booth)

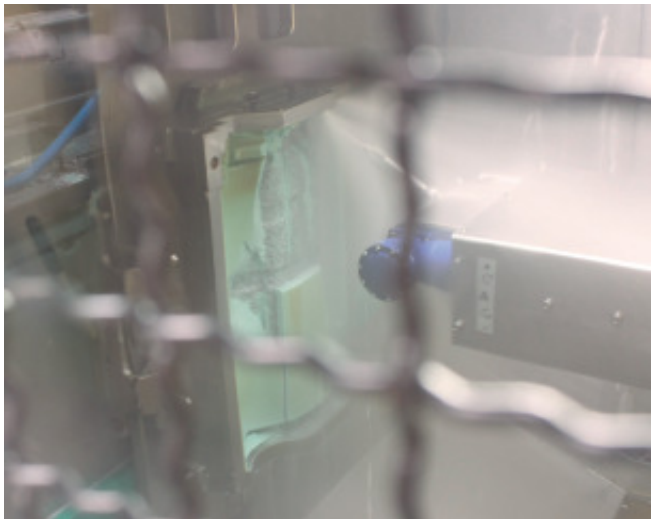
»3 Arbeitsform in einem Werkstückträger (vor der Einfahrt in die Reinigungskabine)

»4 Conveying system for the high-pressure nozzle
»4 Bewegungseinheit für die Hochdruckdüse

power and free overhead conveying system with an appropriate buffer section. The moulds are cleaned in a booth in which the high-pressure water jet nozzles are controlled by multi-axial linear drives. Having reached the end of the cleaning cycle, the moulds move onto the unloading station in the plaster casting shop for removal and preparation for their return to service (»3).

Originally, there was a choice of two options for the purging booths' kinematic configuration:

› a multi-axial robot for handling the high-pressure nozzle
› linear drives for spray purging the moulds



»5 Aerial view of the spray-purging booth (with swivel-mounted high-pressure nozzle)
»5 Einblick in die Ausspritzkabine (mit der dreh- und schwenkbaren Hochdruckdüse)

wurden die verbrauchten Gipseinlagen mit Presslufthammern aus der Form gemeißelt. Mit dem Einsatz des Hochdruckwasserstrahls wurde dieses extrem arbeitsintensive, laute und zeitlich aufwendige Verfahren abgelöst. Mit einer Lanze wird manuell ein Wasserstrahl von 500–600 bar geführt und die Gipseinlage aus der Arbeitsform entfernt. Mit der entsprechenden routinierten Vorgehensweise kann die Gipseinlage dabei von einem Mitarbeiter relativ zügig aus der Arbeitsform entfernt werden. Die Ausspritztätigkeit an sich bleibt jedoch monoton, laut, feucht und zeitintensiv.

2 Ersatz der manuellen Kabinen durch automatische Ausspritzkabinen in den Dachziegelwerken in Sroda Slaska

Das Familienunternehmen Röben betreibt am polnischen Standort Sroda Slaska ein Klinkerwerk und zwei Dachziegelwerke. In den beiden Dachziegelwerken werden 76 Mio. Flächenziegel und 7 Mio. Zubehörteile an 365 Tagen im Jahr im Dreischichtbetrieb hergestellt. Das erste Dachziegelwerk (Werk 2) wurde 1996 in Betrieb genommen. Dort werden auf einer Flächenziegellinie und zwei Zubehörlinien 32 Mio. Flächenziegel und 7 Mio. Zubehörziegel produziert. Im zweiten Dachziegelwerk (Werk 3), das seit 2005 in Betrieb ist, werden 44 Mio. Flächenziegel pro Jahr hergestellt.

2.1 ARA2 für Werk 2

Die manuellen Ausspritzkabinen in Werk 2 waren im Jahr 2007 bereits seit einigen Jahren im Betrieb und aufgrund der Einsatzdauer störanfällig, sie sollten deshalb ersetzt werden. Da die manuelle Ausspritztätigkeit äußerst monoton, laut und personalintensiv war, lautete die Aufgabenstellung für den Ersatz der vorhandenen Anlage wie folgt: Reinigung der Formen weitestgehend automatisiert und mit geringem Personalaufwand. Die abgenutzten Arbeitsformen sollen im Prinzip von der Presse kommend einfach an der Reinigungsanlage „abgegeben" werden und nach dem Reinigen der Gipserei zur Verfügung stehen. Da die Formen möglichst schonend gereinigt werden sollen, darf der maximale Ausspritzdruck 500 bar nicht überschreiten. Es wäre natürlich leicht gewesen, mit einem höheren Ausspritzdruck bzw. einer stärkeren Hochdruckpumpe zu arbeiten, um die Formen schneller von den abgenutzten Gipseinlagen zu reinigen. Allerdings wäre dadurch der Verschleiß am Aluminiumkörper der Arbeitsformen wesentlich stärker und die Standzeit der Aluminiumformen deutlich kürzer. Für die erste Anlage in Werk 2 galt die Vorgabe, dass pro Tag 200 Flächenziegelarbeitsformen und 100 Zubehörformen gereinigt werden. Diese Formenanzahl wurde vor Inbetriebnahme der automatischen Ausspritzanlage ARA2 in drei manuell bedienten Ausspritzkabinen in täglich drei Schichten durchgeschleust. Entsprechend diesen Randbedingungen wurde die erste Ausspritzanlage konzipiert und umgesetzt (»2).

Die abgenutzten Arbeitsformen werden von der Presse an einem Bestückungsplatz angeliefert und in Werkstückträger eingehängt. Mit diesen Werkstückträgern werden die Formen über ein Power and Free-Kreisfördersystem mit einer entsprechenden Pufferstrecke zur Reinigungskabine transportiert. Gereinigt werden die Formen in einer Kabine, in der der Hochdruckwasserstrahl bzw. die -düsen über mehrachsige Linearantriebe geführt werden. Die gereinigten Formen werden nach Abschluss des Reinigungszyklus zur Entnahmestation in die Gipserei befördert und können dort abgenommen und neu vorbereitet werden (»3).

»6 System at plant 2
»6 Anlage Werk 2

Thanks to their superior performance and, above all, their ruggedness and ease of maintenance, the choice fell on the latter. In this linear-drive solution, a CNC unit controls and moves a total of 4.5 axes. The purging lance is controlled three-dimensionally through axes x, y and z and can be adjusted (5th axis) and turned (4th axis) directly out of its home position. This logic allows definition and deposition of different cleaning cycles similar to an efficient manual cleaning procedure. The lance can be moved up very close to the face of the worn-out plaster to run over the moulds in both spatial directions and tilted to rotate around its longitudinal axis for removing plaster from under the rim or from out of the front-end openings (**»4, 5**).

The employed pumps are Uraca spray-cleaning models with sufficient spray pressure for the job at hand. Naturally, it would be no problem to integrate available high-pressure pumps. Indeed, three extant pumps were used for the ARA3 system.

Dedicated cleaning cycles were devised and deposited for each different type of mould (model-A bottom mould for standard roof tiles, model-B top mould for verge tiles, etc.). The cycles were optimized to achieve an appropriate degree of cleanliness for each and every mould of a given type. Hence, freshly cleaned moulds can be immediately returned to the plaster casting shop for processing with no further touching up required. The various mould types are labelled with RFID chips for positive identification prior to entering the purging booth. At the plant 2, two spray purging stations occupy a single booth. The stations are arranged in series and can handle one or two moulds per cycle (**»6, 7**).

2.2 ARA 3 for the plant 3

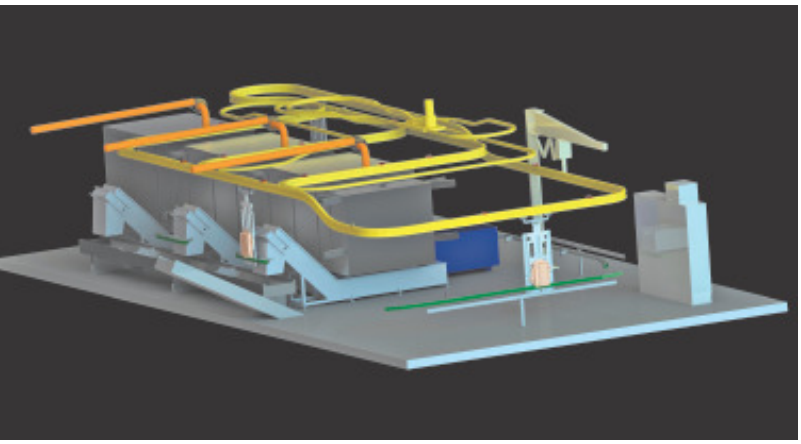
Following successful commissioning of the first mould purging system, work commenced on designing a second such system

Für die Kinematik der Ausspritzkabinen standen anfänglich zwei Konzepte zur Auswahl:

- Führung der Hochdruckdüse mittels eines mehrachsigen Roboters
- Ausspritzen der Formen mittels Linearantrieben

Aufgrund der höheren Leistungsfähigkeit und vor allem der höheren Robustheit und Wartungsfreundlichkeit entschied man sich für Linearantriebe. Bei dieser Lösung werden insgesamt 4,5 Achsen von einer CNC-Steuerung kontrolliert und bewegt. Die

»7 ARA2 purging booth
»7 Ausspritzkabine ARA2



»8 ARA3 concept, incl. three individual cubicles
»8 Konzept ARA3 mit drei Einzelkabinen

for the plant 3, where approximately 360 standard roof tile moulds have to be cleaned every day. With deference to the plant's higher capacity, three booths were installed in parallel. The ARA3 control system was fully implemented with Siemens hardware and software. Mould logistics and processing sequences are now controlled by a well-known, time-tested S7 control system, and the high-pressure lance is piloted by a Siemens Sinumerik 840Dsl. Since plant 3 only produces standard roof tiles, so that the sole necessary differentiation is between top and bottom moulds, manual mould recognition suffices.

The new ARA3 configuration with three individual cubicles made it possible to replace all three manually operated mould purging systems (»8, 9, 10).

3 Additional instruments implemented

In the course of engineering both systems, Franz Banke GmbH generated a number of interesting "by-products". For one thing, a type-FTZ mould gripper suspended from a slewing jib is being used to load and unload the moulds into and out of the workpiece carriers. The mould gripper meets all work safety requirements and is nonetheless practical to use (»11).

Another spinoff achievement of the work invested in developing the mould purging system was a regeneration process for worn – but not worn out – working moulds: In order to ensure that a high level of cleanliness is reached within an acceptable

Ausspritzlanze wird in den drei Raumrichtungen x, y und z bewegt. Die Lanze kann aus der Grundstellung angestellt (5. Achse) und gedreht werden (4. Achse). Mit dieser Logik können Reinigungszyklen entwickelt und hinterlegt werden, die ähnlich wie ein effizienter manueller Reinigungsablauf arbeiten. Die Lanze kann sehr nahe an die abgenutzte Gipsoberfläche gefahren werden, die Formen in den beiden Raumrichtungen abfahren und mit angestellter und sich drehender Längsachse den Gips unterhalb der Randleiste oder in den stirnseitigen Öffnungen entfernen (»4, 5).

Verwendet wurden die bereits in Dachziegelwerken bewährten und bekannten Uraca-Ausspritzpumpen, die eine ausreichende Ausspritzleistung zur Verfügung stellen. Natürlich können auch problemlos vorhandene Hochdruckpumpen integriert werden. Für die Anlage ARA3 wurden beispielsweise drei vorhandene Pumpen verwendet.

Für jeden Formentyp (Flächenziegel Unterform Modell A, Ortgang Oberform Modell B, etc.) wurden eigene Reinigungszyklen entwickelt und hinterlegt. Die Zyklen sind so optimiert, dass für jede Form eines Typus ein entsprechend sauberer Reinigungsgrad erzielt wird. So können die Formen ohne weitere Nacharbeit sofort wieder in der Gipserei weiterverarbeitet werden. Die verschiedenen Formentypen sind mit RFID-Chips gekennzeichnet und werden vor dem Einfahren in die Ausspritzkabine identifiziert. In Werk 2 arbeiten zwei Ausspritzstationen in einer Kabine. Die beiden Stationen sind in Reihe angeordnet und reinigen zwei oder auch nur eine Form pro Zyklus (»6, 7).

2.2 ARA 3 für Werk 3

Im Anschluss an die erfolgreiche Inbetriebnahme der ersten Ausspritzanlage wurde mit dem Konzept für die zweite Anlage in Werk 3 begonnen. In diesem Werk müssen ca. 360 Flächenziegelformen pro Tag gereinigt werden. Um diese entsprechend höhere Kapazität bereitzustellen, arbeiten in Werk 3 drei parallel installierte Kabinen. Die Steuerung der zweiten Anlage ARA3 wurde komplett mit Hard- und Software von Siemens realisiert. Die Formenlogistik und -abläufe werden von einer bekannten und bewährten S7-Steuerung kontrolliert, die Steuerung der Hochdrucklanze übernimmt eine Siemens-Sinumerik 840Dsl. Da in Werk 3 nur Flächenziegel produziert werden und so nur zwischen Unter- und Oberformen unterschieden werden muss, erfolgt die Formenerkennung mechanisch.

»9 Rear view of ARA3 (with Uraca high-pressure pumps)
»9 Rückansicht von ARA3 (mit Uraca-Hochdruckpumpen)

»10 Unloading station for cleaned working moulds
»10 Entnahmestation der gereinigten Arbeitsformen

Mit der ARA 3 in der Konfiguration mit drei Einzelkabinen konnten die drei manuell betriebenen Ausspritzanlagen ersetzt werden (»8, 9, 10).

3 Umsetzung weiterer Maßnahmen

Im Rahmen der Konzipierung der beiden Anlagen wurden von der Franz Banke GmbH einige interessante „Nebenprodukte" entwickelt. So werden die Formen aus den Werkstückträgern mit der Formentransportzange FTZ, die an einem Schwenkkran arbeitet, eingehängt und abgenommen. Die Formentransportzange erfüllt alle Anforderungen hinsichtlich Arbeitssicherheit und ist trotzdem noch praktikabel in der Anwendung (»11).

Eine weitere Errungenschaft bei der Entwicklung der Ausspritzanlage war das Regenerierverfahren für bereits angegriffene Arbeitsformen: Um auch bei schon stark abgenutzten, porösen und rauen Formeninnenkonturen einen hohen Reinigungsgrad bei akzeptabler Reinigungsdauer zu erreichen, werden die Arbeitsformen regelmäßig regeneriert. Dabei wird die Formenoberfläche mit einem Strahlverfahren geglättet und verdichtet. Dabei wird kein zusätzliches Material in die Form eingebracht. Mit diesem Verfahren erreicht man einen ähnlichen Effekt wie bei der ursprünglichen Reinigung der Formen mit dem Pressluft-hammer: Die Aluminiuminnenkontur wird regelmäßig verdichtet, was die Haltbarkeit und Standzeit der Formen verbessert. Durch die Glättung von sehr rauen Oberflächen können Arbeitsformen wieder in vertretbaren Zeiten gereinigt werden. Das System kann auch bei manuellen Ausspritzanlagen eingesetzt werden. Natürlich ist die Griffigkeit für die Gipseinlage nach der Regenerierung weiterhin gegeben, sodass kein Gipsbruch auftritt. Bei einem Austausch der Randleisten kann die Regenerierung der Arbeitsformen äußerst wirtschaftlich durchgeführt werden. Die dabei entstehenden Aufwendungen amortisieren sich durch eine kürzere Reinigungsdauer der Formen (sowohl bei manueller als auch bei automatisierter Reinigung) und eine etwas längere Standzeit der Arbeitsformen.

4 Fazit

Alle Zielsetzungen in Bezug auf Kapazität, Einsparpotenzial, Zuverlässigkeit und rationelle Formenreinigung wurden durch die beiden Anlagen der Franz Banke GmbH erreicht. ARA2 im Werk 2 wurde im Jahr 2009 in Betrieb genommen und ist seitdem ohne größere Ausfälle im produktiven Einsatz. Die Anlage ARA3 in Werk 3 wurde zwei Jahre später installiert und läuft seitdem ebenfalls reibungslos. Der Geschäftsführer Technik der Röben Polska Sp. z o.o.i Wspólnicy Sp.k., Sroda Slaska, Matthias Grziwa blickte anlässlich der 35-Jahr-Feier der Franz Banke GmbH im September 2013 zufrieden auf die Entwicklung, Inbetriebnahme und den Betrieb der beiden Ausspritzanlagen ARA2 und ARA3 der Franz Banke GmbH zurück. Die Franz Banke GmbH und ihre Partner konnten in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber bei diesen Projekten das gesammelte technische Know-how und ihre Erfahrungen sowohl im Hinblick auf einen anspruchsvollen Maschinen- und Anlagenbau einbringen als auch in Bezug auf die Erarbeitung von praktikablen, wirtschaftlichen und zuverlässigen Lösungen für die Aufgabenstellung der Kundschaft. Die Ausspritzanlage wird entsprechend den jeweiligen Anfor-

time span despite heavily attrited, porous, badly roughened inner contours, the working moulds are reconditioned at regular intervals. This includes smoothing and compacting the mould surfaces via a blasting process that introduces no additional material into the mould. This process has an effect similar to that of the original pneumatic-hammer cleaning process: routine recompaction of the aluminium inner contours improves the moulds' durability and longevity. Also, smoothing down very rough surfaces keeps the time requirement for purging the working moulds within reasonable limits. The system is also suitable for integration into a manual mould purging process. Naturally, the reconditioned plaster liners retain the requisite "grip" for ruling out fractured plaster. If the rims are replaced at the same time, the reconditioning of working moulds can be extremely economical. The cost of the process is more than offset by the time saved in cleaning the moulds (either manually or by automated means) and by extending the service life of the working moulds.

4 Conclusions

All goals regarding capacity, savings potential, reliability and efficient cleaning of moulds were achieved by both systems installed by Franz Banke GmbH. ARA2 at the plant 2 was commissioned in 2009 and has been in productive service ever since with no major unscheduled outages. System ARA3 at the plant 3 was installed two years later and has also been running smoothly from the first day on. On the occasion of the 35th founding year celebration of Franz Banke GmbH in September 2013, Matthias Grziwa, chief technology officer at Röben Polska Sp. z o.o.i Wspólnicy Sp.k., Sroda Slaska, looked back with satisfaction on the development, installation, commissioning and operation of both mould purging systems, ARA 2 and ARA3, from Franz Banke GmbH. In close cooperation with the customer, Franz Banke GmbH and its partners were able to draw on their entire repertoire of technical know-how and collective experience in sophisticated mechanical and plant engineering and in the elaboration of practical, economical, reliable solutions for achieving their clientele's objectives. Each mould purging system is designed to fit the respective set of requirements concerning capacity, number of mould types and spatial situation. The requisite conveying and buffer sections are defined around the given space and mould requirements, and the individual cubicles are planned to cover the individual capacity requirements. The economic efficiency of an automated system presumes a central mould cleaning station, a plaster casting shop and a certain minimum mould requirement.

For Franz Banke GmbH, as a partner in the realm of roof tile engineering and mould-making, the ARA automatic mould purging systems and practice-proven plaster casting equipment (including the AVM20 plaster mixer) round out the company's portfolio of solutions for roof tile shaping and plaster processing.

Many thanks to the staff and management of Röben Polska Sp. z o.o.i Wspólnicy Sp.k., Sroda Slaska, for their helpful assistance.

Franz Banke GmbH
www.banke-gmbh.de

»11 Type-FTZ mould gripper at the mould loading station

»11 Formentransportzange FTZ an der Formenbeladung

derungen an Kapazität, Anzahl an Formentypen und räumlichen Gegebenheiten ausgelegt. Die benötigte Förder- und Pufferstrecke wird ja nach Raum- und Formenbedarf definiert und mit den entwickelten Einzelkabinen kann der Kapazitätsbedarf individuell gedeckt werden. Die Wirtschaftlichkeit einer automatischen Anlage setzt eine zentrale Formenreinigung und Gipserei sowie einen gewissen Formenbedarf voraus.

Als Partner im Bereich der Dachziegelentwicklung und des Formenbaus rundet die automatische Ausspritzanlage ARA, zusammen mit den bewährten Gipsereianlagen (unter anderem dem Gipsmischer AVM20), das Lösungsportfolio der Franz Banke GmbH im Bereich der Dachziegelformgebung bzw. Gipsverarbeitung ab.

Gedankt wird den Mitarbeitern und der Geschäftsleitung der Röben Polska Sp. z o.o.i Wspólnicy Sp.k., Sroda Slaska, für deren Unterstützung.

»12 Reconditioned working mould (left half reconditioned, right half prior to cleaning)

»12 regenerierte Arbeitsform (linke Hälfte regeneriert, rechte Hälfte im Ausgangszustand)