

## 2-Takt-Aluminium-Zylinderblöcke

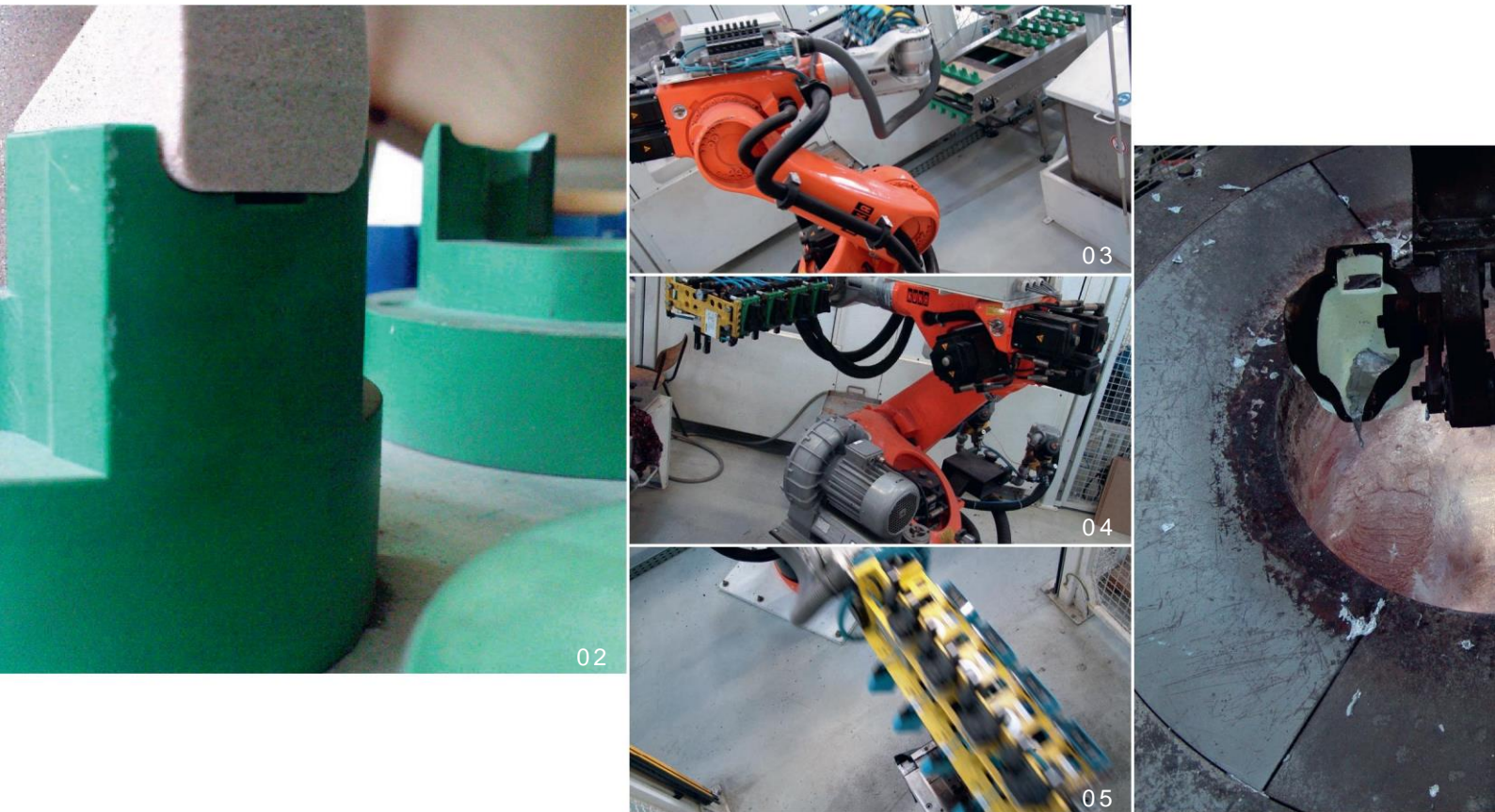
Deutschland

**MAC GmbH | Consulting and Engineering** wurde von einem Hersteller von Verbrennungsmotorenkomponenten beauftragt, zwei hochautomatisierte Anlagen für das endkonturnahe Gießen eines Aluminium-Zweitakt-Motorblocks zu konzipieren und zu realisieren. Das Gussteil wird in Kettensägen, Unkrautschneidern und anderen Gartengeräten eingesetzt. Ziel war es, die Produktionslinien in einem bestehenden Betrieb zu implementieren, den Automatisierungsgrad der Anlage zu erhöhen und damit den Betrieb zukunftsfähig zu machen. Die Auslegungskapazität für die erste Produktionslinie betrug 1,1 Millionen Zylinder pro Jahr und 0,8 für die zweite Linie.

---

Foto 01 // Anorganisches Kernpaket für eine Wandstärke < 3mm, beschichtet mit Graphit und Tellur auf Alkoholbasis, Montage mittels Roboterzelle.

Foto 02 // Kernbefestigung zur Positionierung der Brennkammer Kern; für Kernfamilien zu verwendende Vorrichtung.



Die in die Anlage zu integrierenden Produktionsschritte waren die Kernherstellung unter Verwendung eines anorganischen Bindemittels, die Kernpaketmontage und -beschichtung, das Einsetzen des Kernpakets in die Schwerkraftkokillen, die Schmelzeförderung und -dosierung, die Filtereinstellung, der Abguss, die Entnahme des Gussteils aus den Formen und die Reinigung der Kokillen. Das Projekt stellte das Projektteam vor eine Reihe von Herausforderungen: **empfindliche Kerne, die ein netzförmiges Design des Gussteils ermöglichen**, das anorganische Bindemittelsystem, ein neues Schwerkraftkokillenkonzzept, das Design des Kerns und der Kernpaketgreifer, die automatisierte Montage und Verklebung von Kernpaketen, die Beschichtung von Kernpaketen mit automatisierter Qualitätskontrolle und die Minimierung von Stillstandszeiten für die Reinigung von Kernkästen und Gießwerkzeugen.

Das Projekt begann mit einer eingehenden Analyse des bestehenden Produktionsprozesses mit dem Ziel, die manuelle Bedienung zu reduzieren, die Robustheit des Prozesses zu verbessern und die Produktivität der Prozessschritte unter Aufsicht und in nachgelagerten Bereichen zu erhöhen. Diese Analyse, die eine Woche dauerte, wurde zusammen mit den Produktspezialisten des Kunden durchgeführt. Das Ergebnis war eine ganzheitliche Betrachtung des Gesamtprozesses und die Aufdeckung aller offenen und versteckten Potentiale.

Während der Kunde das Projekt anfangs auf die Kernherstellung und den Gießvorgang beschränkte, wurde bald deutlich, dass **auch die vor- und nachgelagerten Prozesse einbezogen werden mussten, um das volle Potenzial auszuschöpfen**. Auf der vorgelagerten Seite bestand die wichtigste Änderung in der Umstellung auf ein anorganisches Bindemittelsystem. Hier musste das richtige Bindemittel bestimmt und auf den Prozess abgestimmt werden.

---

Foto 03–05 // Entnahme-, Montage- und Beschichtungsroboter des Kerns  
Paketmontagezelle mit Greifer für 4 Kerne und Vakuumausrüstung.

Foto 06 // Aluminium-Halteofen mit Keramik-Gießlöffel montiert auf einem  
7-Achsen-Roboter, der die Schmelze für den Schwerkraftguss liefert.





06



07

Der Hauptvorteil bestand darin, dass die Reinigung von Kernkästen und Kokillen auf einmal pro Tag reduziert werden konnte, was die Gesamtbetriebszeit der Anlage verbesserte und den Bedarf an zusätzlichen Werkzeugsätzen eliminierte. Auf der nachgeschalteten Seite forderte der Kunde eine Toleranz von 0,2 mm für die Steuerkanten im Zylinder. Die Erfüllung dieser Anforderung würde es ermöglichen, das manuelle Entgraten im nachgelagerten Prozess zu eliminieren.

Bald wurde klar, dass der kritische Punkt die Schwerkraftgießformen war. Das derzeitige Kokillenkonzzept war für die geforderten geringen Toleranzen nicht geeignet und konnte nicht automatisiert betrieben werden. **Es wurde ein neues Kokillenkonzzept entwickelt**, in das bestimmte Merkmale integriert wurden, die bei Schwerkraftgusswerkzeugen nicht üblich sind. Mit dem neuen Formkonzept wurden Tests auf einer Versuchsmaschine durchgeführt und Prototypen des 2-Takt-Zylinders gegossen. Diese Tests minimierten das Risiko, das mit dem neuen Formkonzept verbunden ist.

Die Kernmacherei bestand aus 3 Kernschießmaschinen mit robotergestützter Kernentnahme, Entgratung und Übergabestation, so dass eine zentrale Kernpaketaufnahme installiert werden konnte. Nach der automatischen Beschichtung wurden die Kernpakete durch ein Bildverarbeitungssystem zu 100 % auf Qualität geprüft. Ursprünglich wurde die Anlage mit einem manuellen Puffer zwischen Kernherstellung und Gießen installiert. Ein Upgrade dieser Funktion auf Automatisierung war bereits im Konzept der Produktionslinie vorgesehen, wurde aber in der ersten Phase ausgelassen, um sicherzustellen, dass die Organisation in der Lage sein würde, die Komplexität der Linie zu bewältigen. Heute ist der Kunde sehr zufrieden mit der Installation, die schließlich zu einer Reihe weiterer Verbesserungen im übrigen Betrieb führte.

---

Foto 07 // Schwerkraftgießen mit 4 Gießmaschinen mit automatischer Kerneinstellung, 7-Achsen-Roboter für Schmelzezufuhr und automatische Entnahme des Gussteils; Gießmaschinen sind mit automatischer Formreinigung ausgestattet.

Foto 08–09 // Rohgussteile, die in der Gießzelle abgekühlt und entkernt werden.



08



09

**Der Umfang der von MAC im Rahmen dieses Projekts erbrachten Leistungen:**

- ▶ Entwicklung eines integrierten Produktionslinienkonzepts, das für eine schrittweise Automatisierung geeignet ist
- ▶ Internationales Sourcing und Evaluierung von Lieferpartnern für die Anlagen und das Bindersystem
- ▶ Anpassung des anorganischen Bindemittelsystems für empfindliche Net-Shape-Kerne
- ▶ Design von Kernkästen, Kernpaket und Füge-technik
- ▶ Kernpaketfügetechnik für die robotergestützte Verarbeitung
- ▶ Werkzeugkonzeptentwicklung und -erprobung
- ▶ Greiferauslegung für Automatisierungsroboter
- ▶ Definition von Schnittstellen zwischen Ausrüstungslieferanten
- ▶ Erstellung von Anlagenspezifikationen mit umfassenden Abnahmetestverfahren
- ▶ Leitung von Werksabnahmen und Endabnahmen
- ▶ Überwachung der Montage und Inbetriebnahme der Anlagen
- ▶ Leitung der Hochlaufphase
- ▶ Schulung und Qualifizierung von Bedienern, Schichtleitern und Management