

# AUTONOMOUS ENGINEERING



## Strangguss

- Robuste Lösungen für Aluminium-, Kupfer- und Stahlstrangguss
- Auslegung von Prozessbedingungen für Strömung und Erstarrung zur Optimierung der Produktqualität
- Einfache Bewertung von Gussspannungen und Beurteilung von Rissen
- Integrierte Prozesskette für Gießen und Umformen

5

**MAGMASOFT®**  
autonomous engineering



# Robust, wirtschaftlich, schnell, **optimiert**

**Optimieren Sie Ihren Stranggussprozess ganzheitlich und finden Sie die beste Lösung für Ihre Anforderungen – mit MAGMASOFT® autonomous engineering und MAGMA CC**

MAGMASOFT® und die eigenständige Prozess-Software MAGMA CC sind umfassende und leistungsstarke Simulationstools zur Auslegung des Stranggussprozesses und zur Einstellung von Produktqualität und robusten Prozessbedingungen bei optimaler Wirtschaftlichkeit. Im Mittelpunkt stehen hierbei immer Ihre Ressourcen, Zeit und Kosten.

Sowohl mit MAGMASOFT® als auch mit MAGMA CC nutzen Sie Simulationen in einem automatisierten, virtuellen Versuchsplan oder mit Hilfe von genetischer Optimierung. Das Ergebnis ist Autonomous Engineering: systematische und vollautomatisierte Entscheidungsfindung für prozesssichere Produktqualität und optimalen Arbeitspunkte

Mit Autonomous Engineering können Sie gleichzeitig unterschiedliche Qualitäts- und Kostenziele verfolgen. Dies gilt für die Absicherung von Produktqualität und Prozess, vom Kon-

zeptstadium bis hin zur kontinuierlichen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit während der Fertigung.

MAGMASOFT® und MAGMA CC autonomous engineering.

- unterstützen Sie bei der umfassenden Vorhersage aller Prozessschritte des Stranggussprozesses
- bieten Ihnen ein virtuelles Versuchsfeld zur Optimierung der Produktivität
- ermöglichen Ihnen schnelle Entscheidungen und spart damit Zeit bei allen Beteiligten
- erlauben proaktives Qualitätsmanagement durch das Verständnis von Prozessschwankungen
- verbessern Ihre Kommunikation und Zusammenarbeit im Unternehmen und mit Kunden



## Zielsicher und systematisch zum Erfolg

Das vollständig in MAGMASOFT® und MAGMA CC integrierte MAGMA PRINZIP ist eine systematische Methodik, um definierte Zielsetzungen mit Hilfe von virtuellen Experimenten zu erreichen. In Verbindung mit MAGMASOFT® autonomous engineering werden dabei kontinuierliche Verbesserungen durch Festlegung von abgesicherten Maßnahmen und ihre Umsetzung ohne wirtschaftliche Risiken realisiert.

Zu jedem Zeitpunkt des Produktentwicklungs- oder Verbesserungsprozesses unterstützt Sie das MAGMA PRINZIP durch eine methodische und systematische Vorgehensweise. Das Ergebnis ist ein für die jeweiligen Ziele optimal ausgelegter, robuster Prozessablauf zur Vermeidung von Gussfehlern.

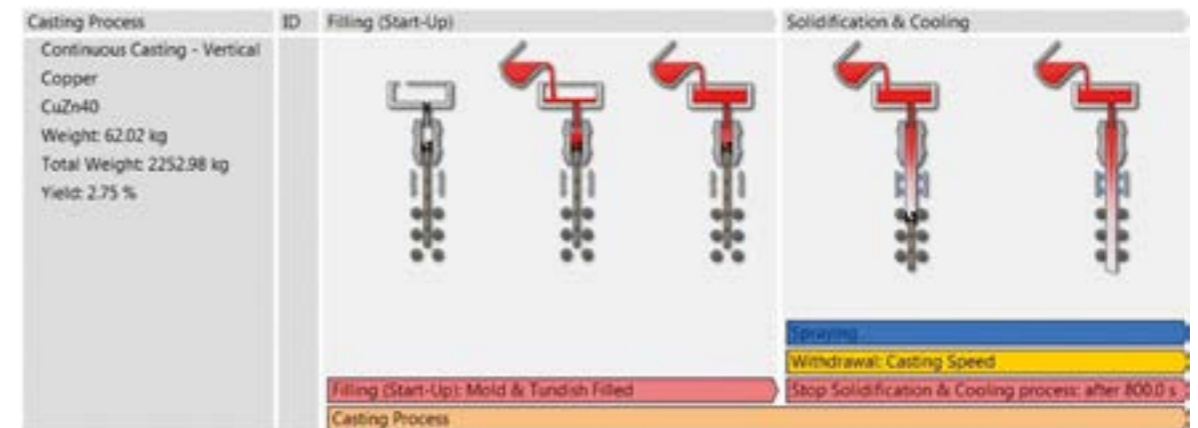
## Ziele setzen, Variablen definieren, Qualität festlegen

MAGMA CC ist die voll integrierte Lösung zur virtuellen Auslegung und Optimierung von Stranggussprozessen für Aluminium-, Kupfer- und Stahlwerkstoffe. MAGMA CC bietet parametrische Geometriemodellierung, automatische Vernetzung, eine umfangreiche Datenbank sowie umfassende Werkzeuge zur Auswertung und statistischen Bewertung der Ergebnisse.

MAGMA CC berücksichtigt Strömung, Wärmetransport, Erstarrung und Spannungsentstehung in der einströmenden

Schmelze, dem erstarrenden Strang und der Kokille. Die Software erlaubt Berechnungen für vertikale und horizontale Gießprozesse von beliebigen Formaten.

MAGMA CC unterstützt Sie bei der Auslegung Ihrer Prozesse mit integrierten Möglichkeiten zur statistischen virtuellen Versuchsplanung. Hierdurch können robuste Prozessfenster identifiziert oder Arbeitspunkte autonom optimiert werden. Hohe Produktqualität wird dadurch prozesssicher gewährleistet.



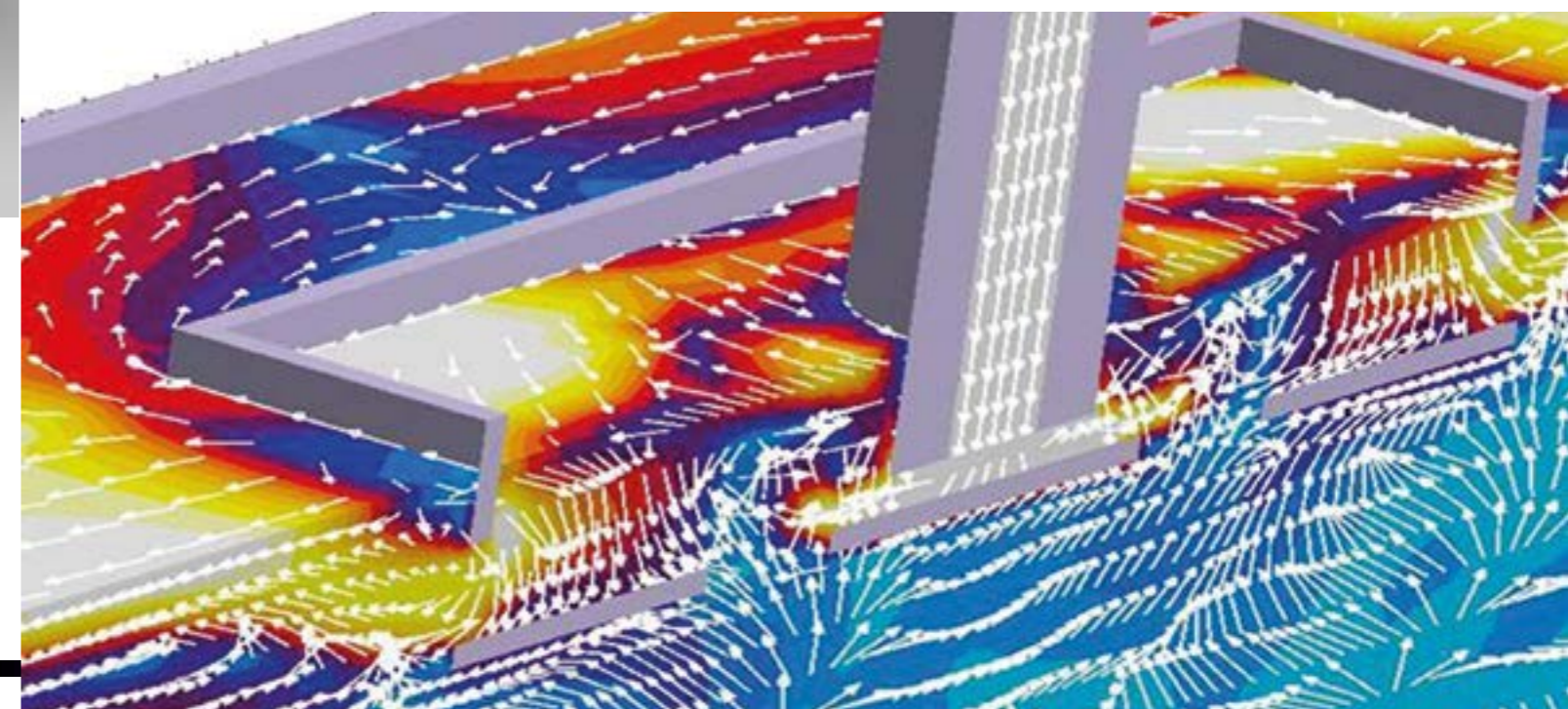
Umfassende Beschreibung des Stranggussprozesses und Festlegung der Gießgeschwindigkeit

## VORBEREITUNG

Für die Auslegung des Stranggussprozesses sind neben der Gießgeschwindigkeit und der Gießtemperatur besonders die Kühlbedingungen in der Kokille (Primärkühlung) und im Bereich der Sekundärkühlung entscheidende Prozessgrößen.

Die realitätsnahe Abbildung des gesamten Prozesses erlaubt die Beurteilung der Strömungsverhältnisse beim Anfahren und beim anschließenden Strangabzug. Dabei können auch wahlweise die Strömungsbedingungen im Tundish mit berücksichtigt werden.

Geschwindigkeitsverteilung im stationären Zustand

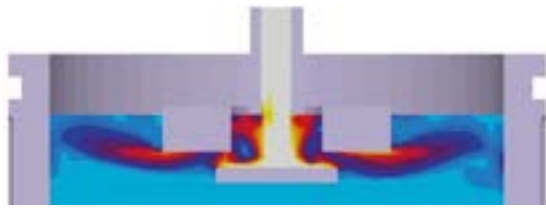




## EINGUSS- UND TAUCHROHRAUSLEGUNG

In MAGMA CC können Sie den Anfahrvorgang vollständig berücksichtigen: vom Befüllen der Kokille mit Schmelze bis zum Beginn des Strangabzugs:

- Beim Anfahren können Einguss und Tauchrohr in Bezug auf die Strömung optimiert werden
- Startpunkte für die nachfolgende Simulation des Strangabzugs sind Temperaturen und Strömung beim Anfahren
- Strömung und Wärmebilanz im Tundish/Verteiler können separat oder mit dem Gießprozess gekoppelt untersucht werden
- Optimierte Tundishauslegung unterstützt die Einstellung guter Reinheitsgrade



Strömung beim Eingießen, hier: Messingstrangguss

## ERZWUNGENE UND NATÜRLICHE KONVEKTION

MAGMA CC erlaubt die kombinierte Berücksichtigung von erzwungener und natürlicher Konvektion in der Schmelze und dem Erstarrungsintervall. Dabei werden sowohl das Einströmen als auch die Temperaturgradienten in der Schmelze berücksichtigt.

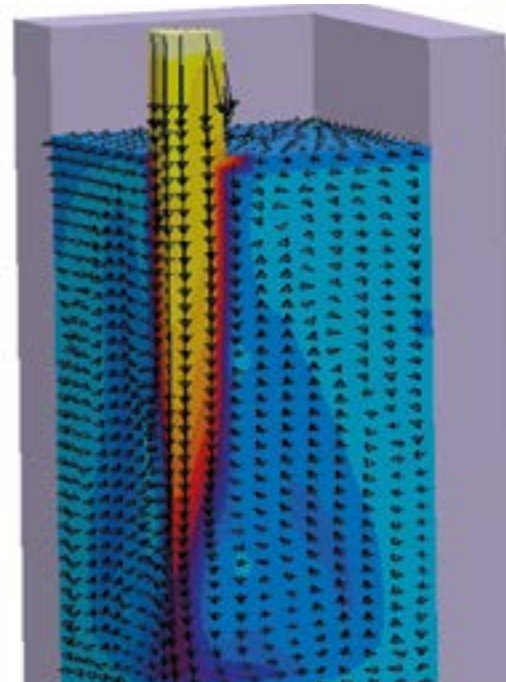
## VORHERSAGE VON EINSCHLÜSSEN

MAGMA CC berücksichtigt den strömungsbedingten Transport von Teilchen mit definierter Größe und Masse in der Schmelze. Dies erlaubt die Bewertung von Einschlüssen bei der Formfüllung und Reoxidationseinschlüssen aufgrund der Konvektion während der Erstarrung.

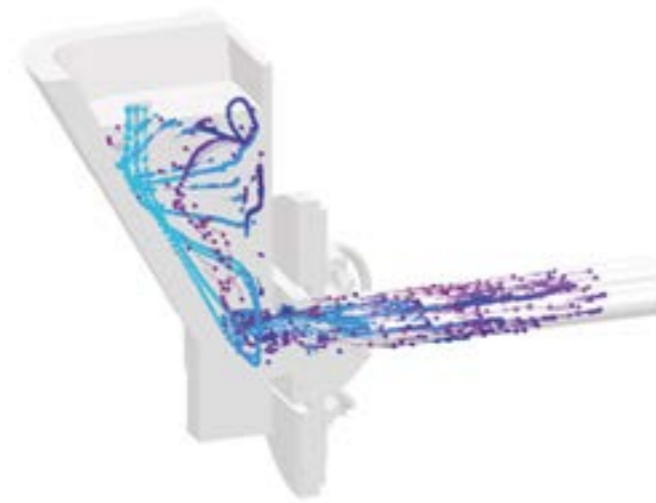
- Berechnung von Keimbildung, Wachstum, Transport und Agglomeration von Reoxidationseinschlüssen im Stahl unter Berücksichtigung der potentiellen Sauerstoffaufnahme im Tundish, beim Eingießen und in der Kokille



Tracerteilchen visualisieren Strömung in der Gießrinne



Strömung beim Eingießen, hier: Stahlstrangguss

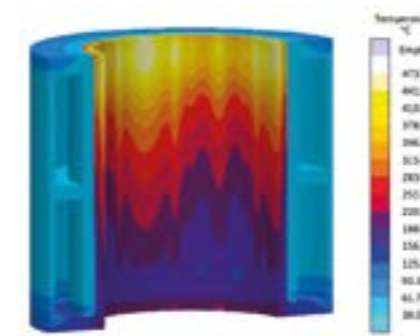


Partikelströmung am Beispiel horizontaler Strangguss

## PRIMÄRKÜHLUNG

Die thermischen Bedingungen in der Kokille sind entscheidend für Abkühlung und Erstarrung des Strangs. MAGMA CC erlaubt:

- Einstellen prozessspezifischer Parameter wie Wasserdurchfluss in Kühlkanälen, Trennmittel und Graphiteinsätze in der Kokille
- Vorhersage von Temperaturen in Strang und Kokille mit quantitativer Bewertung der thermischen Bilanz für den gesamten Prozess



Temperaturverteilung in der Kokille

## SEKUNDÄRKÜHLUNG

Die Sekundärkühlung kann für zahlreiche separate Kühlzonen mit empfohlenen Wärmeübergängen aus der Datenbank definiert werden. Derzeit unterstützt das Programm drei verschiedene Arten von Wärmeübergängen:

- Strahlung und/oder Konvektion
- Sprühhühlung
- Filmkühlung nach Sprühen

## STATIONÄRE TEMPERATURVERTEILUNG

MAGMA CC ermittelt die stationäre Temperaturverteilung in Strang und Kokille und bewertet wesentliche Einflussgrößen unter Nutzung statistischer Versuchsplanung und autonomer Optimierung.

- Ermittlung des Einflusses parametrisierter Prozessvariablen auf den Wärmehaushalt, Kontaktbedingungen zwischen Strang und Kokille, Strömung der Schmelze, Primär- und Sekundärkühlung, Abzugsgeschwindigkeit über der Zeit
- Genaue Vorhersage der Sumpftiefe
- Bewertung optimaler Prozessparameter für die Verbesserung der Energieeffizienz des Prozesses

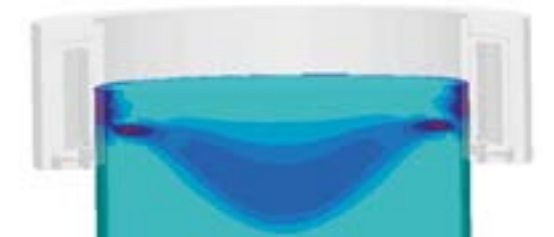
## SPANNUNGSVERTEILUNG IM STRANG

Temperaturverteilung und Eigenspannungen im Bereich der Primärkühlung werden entscheidend durch den Kontakt und den Wärmeübergang zwischen Strang und Kokille bestimmt. MAGMA CC unterstützt die genaue Prozessauslegung durch:

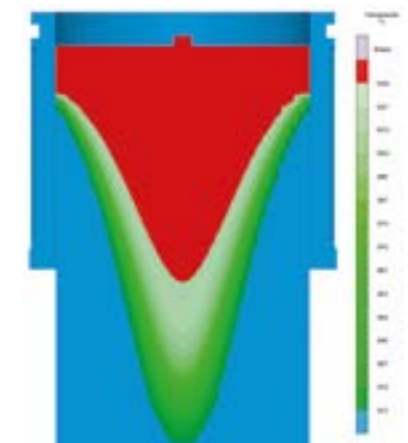
- Berücksichtigung des Luftspaltes zwischen Strang und Kokille und des resultierenden verminderten Wärmeübergangs aufgrund thermischer Kontraktion
- Gekoppelte Simulation von Temperaturen und Spannungen in Strang und Kokille
- Unterstützung der Kokillenauslegung z. B. durch optimierte Konizität
- Auslegung der Primär- und Sekundärkühlung bei Sicherstellung der erforderlichen Strangkühlung zur Vermeidung von Fehlern wie Rissbildung



Berücksichtigung von Schwindung und Spaltbildung



Warmrissneigung im Strang



Ermittlung des Sumpfprofils inklusive des teilerstarrten Bereichs



## VERBESSERTER ERSTARRUNG

- Bewertung von Mittellinienlunkern und Porosität zur Abschätzung unterschiedlicher Prozessbedingungen
- Vorhersage von Makroseigerungen

## WÄRMEBILANZ

In MAGMA CC kann der Wirkungsgrad, z. B. der Kokille als Qualitätskriterium für einen stabilen Gießprozess genutzt werden. Dieser wird aus dem Verhältnis der gesamten eingebrachten und abfließenden Wärme bestimmt.

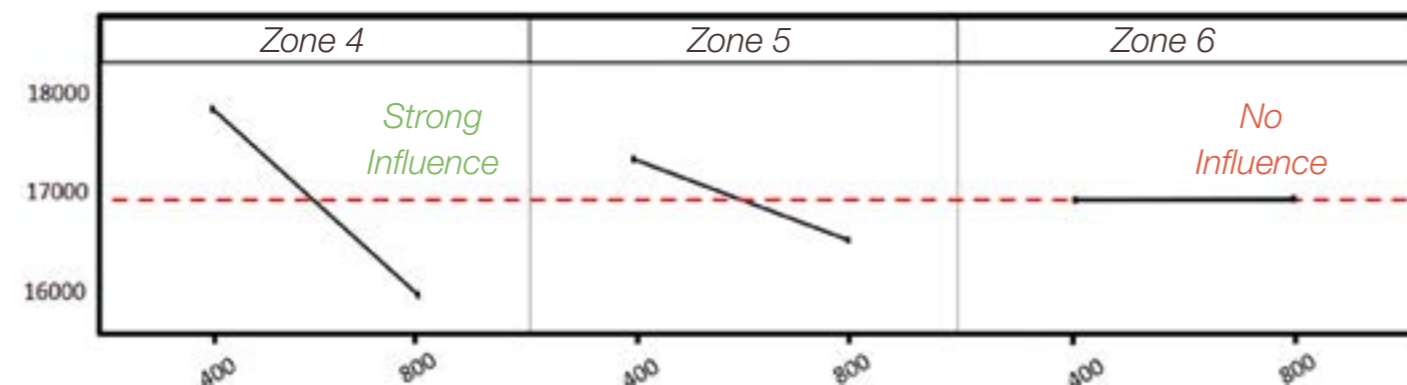
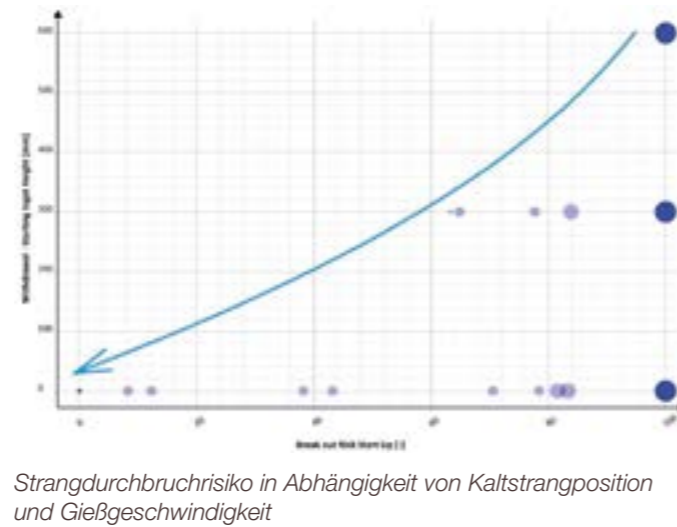
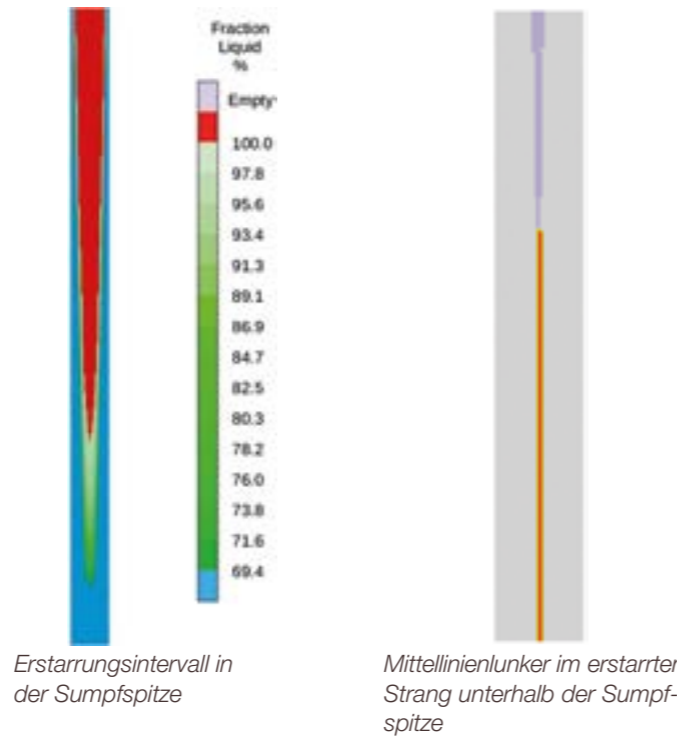
## PROZESSE MIT VERSUCHSPLÄNEN ABSICHERN

In MAGMA CC können Sie Ihren Prozess beliebig und systematisch variieren, um den Einfluss unterschiedlicher Fertigungsbedingungen auf die Qualität und die Wirtschaftlichkeit zu bewerten.

## ROBUSTE PROZESSE

Finden Sie durch systematische Versuchsplanung den Einfluss von Prozessschwankungen auf das Erstarrungsverhalten Ihrer Produkte heraus. Mit MAGMA CC autonomous engineering ermitteln Sie quantitativ Haupteffekte, Korrelationen und konkrete Maßnahmen für Ihre Fertigung.

- Hohe Produktivität (maximale Gießgeschwindigkeit)
- Kosten- und Energieeffizienz
- Reduzierung von Mittellinienlunkern und Makroseigerung
- Verminderung des Risikos für einen Strangdurchbruch
- Reduzierung von Eigenspannungen und Rissneigung
- Designoptimierung von Tundish und Verteiler



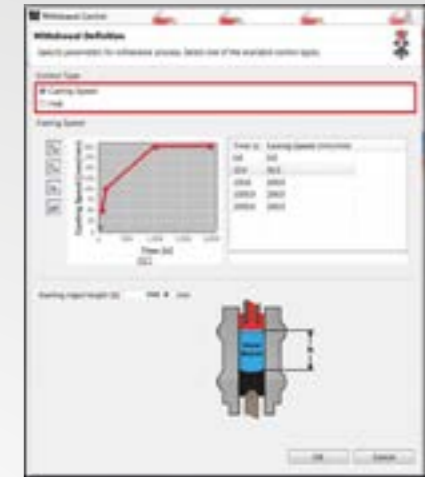
Haupteffekte-Diagramm zur Bewertung des Einflusses der Sprühintensität in verschiedenen Sekundärkühlzonen auf die metallurgische Länge

# Effizient und mit Methodik vorgehen

Sie haben keine Zeit! Umso wichtiger ist es, alle Möglichkeiten des umfassenden Werkzeugkastens von MAGMASOFT® entsprechend Ihrer Ziele methodisch und effizient zu nutzen.

## INTUITIVE PROZESSSTEUERUNG

Nutzen Sie die Steuerung aller relevanten Prozessschritte zur Optimierung des Stranggussprozesses: angefangen von der Gießrinne über Tundish und Düse in die Kokille zur Beschreibung des Anfahrvorganges bis hin zum Abziehen und kontinuierlichen Gießprozess unter Berücksichtigung der Sekundärkühlung.



# Handeln und Erfolg prüfen

Erfolg heißt mehr als Software und Hardware zu nutzen. MAGMA bietet Ihnen ein professionelles Team, das Sie umfassend bei der Realisierung Ihrer Ziele unterstützt. Hierzu profitieren Sie von den Angeboten unserer MAGMAacademy, des Engineerings und unseres Supports aus einer Hand, so wie es für Sie am besten passt.

## IMPLEMENTIERUNG

Alle MAGMASOFT® Programme sind mehr als Software. Sie bieten eine Methodik zur Optimierung von Technik, Kommunikation und Wirtschaftlichkeit in Ihrem Unternehmen.

Noch vor der Einführung des Programms besprechen wir mit Ihnen die für Ihre Situation passenden Maßnahmen zur effektiven und abgesicherten Nutzung der Software: von der Hardware über die Qualifizierung und Schulung der Anwender bis zur Festlegung gemeinsamer Ziele, wo Sie im nächsten Jahr sein wollen.

Egal ob Neukunde oder langjähriger Nutzer unserer Programme: Wir haben etwas mit Ihnen vor!

## MAGMA SUPPORT

MAGMA Support steht für die kompetente, methodische und schnelle Unterstützung unserer Kunden weltweit zu allen Fragestellungen in der Anwendung und Problemlösung rund um unsere Produkte. Mit dem MAGMA PRINZIP helfen Ihnen unsere qualifizierten Supportmitarbeiter die Programme jeden Tag besser zu nutzen.

## MAGMA ACADEMY

Die MAGMA Academy unterstützt Sie bei der methodischen Implementierung der Gießprozess-Simulation und virtuellen Optimierung von der Einführung bis hin zur umfassenden Anwendung von Autonomous Engineering im gesamten Unternehmen.

In unseren systematischen Schulungen, Workshops und Seminaren vermitteln wir abteilungs- und prozessübergreifendes Verständnis zur bestmöglichen Nutzung von MAGMASOFT® - in Aachen oder durch eine maßgeschneiderte Lösung bei Ihnen vor Ort.

## MAGMA ENGINEERING

Als unabhängiger und kompetenter Partner unterstützt Sie MAGMA Engineering bei der erfolgreichen virtuellen Produktentwicklung, Werkzeugauslegung und Optimierung Ihrer robusten Gießereiprozesse im Rahmen von Engineering-Projekten.

Unser Engineering bietet Ihnen ein interdisziplinäres und internationales Expertenteam und langjähriger gießtechnischer Kompetenz zur Lösung Ihrer Herausforderungen.

# SCHNELL ~~ODER~~ GUT

MAGMA steht weltweit für innovative Lösungen in Guss und verlässliche Partnerschaften mit der Gießerei- und gussverbrauchenden Industrie.

MAGMASOFT® autonomous engineering unterstützt Sie bei der Auslegung robuster und wirtschaftlich optimierter Lösungen in Produktplanung, Werkzeugauslegung und Serienfertigung.

Mit dem MAGMA PRINZIP sowie unserem breiten Angebot zur Kundenunterstützung, Engineering Services und der MAGMAacademy bieten wir eine umfassende Methodik zur Implementierung und effektiven Nutzung von MAGMASOFT® in Ihrem Unternehmen.

Zielgerichtet gelangen Sie so zu klaren Kosten- und Wettbewerbsvorteilen.

