

MAGMA CC 6.1

Autonomous Engineering



Aluminiumstrangguss



- Robuste Lösungen für das Aluminiumstranggussverfahren
- Auslegen der Prozessbedingungen für Strömung und Erstarrung zur Optimierung der Produktqualität
- Integrierte Simulation von Spannungen, Rissen und thermisch induzierten Rissen
- Einfache Bewertung von Gießspannungen und Rissbewertung
- Integrierte Prozesskette für Gießen mit nachfolgenden Schmiede- und Walzprozessen
- Abschätzung von Kosten und CO₂-Emissionen

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 das eigenständige MAGMA CC sind umfassende und leistungsstarke Simulationswerkzeuge zur Auslegung und Verbesserung der Produktqualität. Im Fokus stehen robuste Stranggussprozesse – mit optimaler Wirtschaftlichkeit durch Einsparen von Ressourcen, Zeit und Kosten.

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

Mit Autonomous Engineering können Sie gleichzeitig unterschiedliche Qualitäts- und Kostenziele verfolgen. Dies gilt für die Absicherung von Produktqualität und Prozess, vom Konzeptstadium bis hin zur kontinuierlichen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit während der Fertigung.

MAGMASOFT® autonomous engineering und MAGMA CC

- unterstützen Sie bei der umfassenden Vorhersage aller Prozessschritte des Stranggussprozesses,
- bieten Ihnen ein virtuelles Versuchsfeld zur Optimierung der Produktivität,
- ermöglichen Ihnen schnelle Entscheidungen und sparen damit Zeit für alle 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® 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 mit einer methodischen und systematischen Vorgehensweise. Das Ergebnis ist ein für die jeweiligen Ziele optimal ausgelegter, robuster Prozessablauf zur Realisierung stabiler Fertigungsbedingungen unter Berücksichtigung von Legierungszusammensetzung, Schmelzpraxis und Metallurgie.

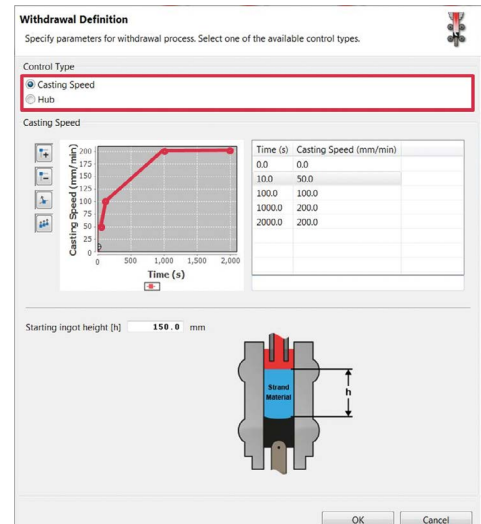
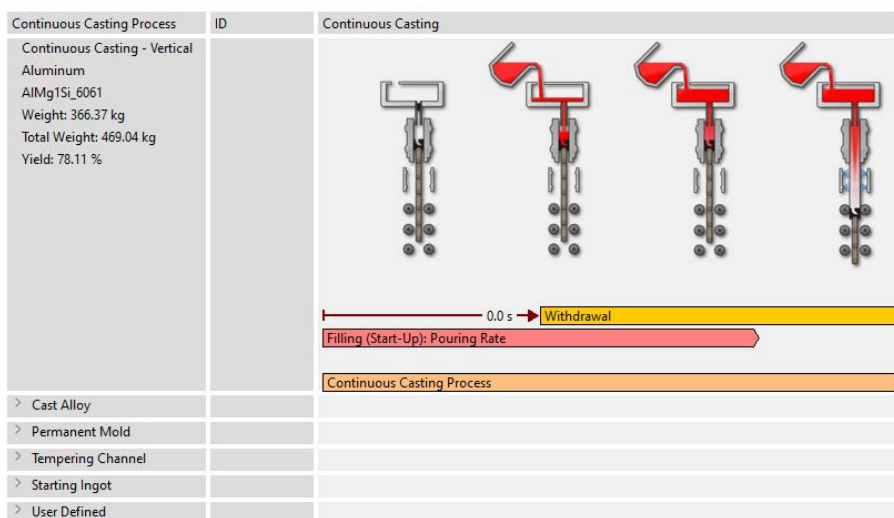
Ziele setzen, Variablen definieren, Qualität festlegen

MAGMA CC ist die voll integrierte Lösung zur virtuellen Auslegung und Optimierung von Stranggussprozessen für Aluminiumwerkstoffe. MAGMA CC bietet parametrische Geometrie-modellierung, 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.



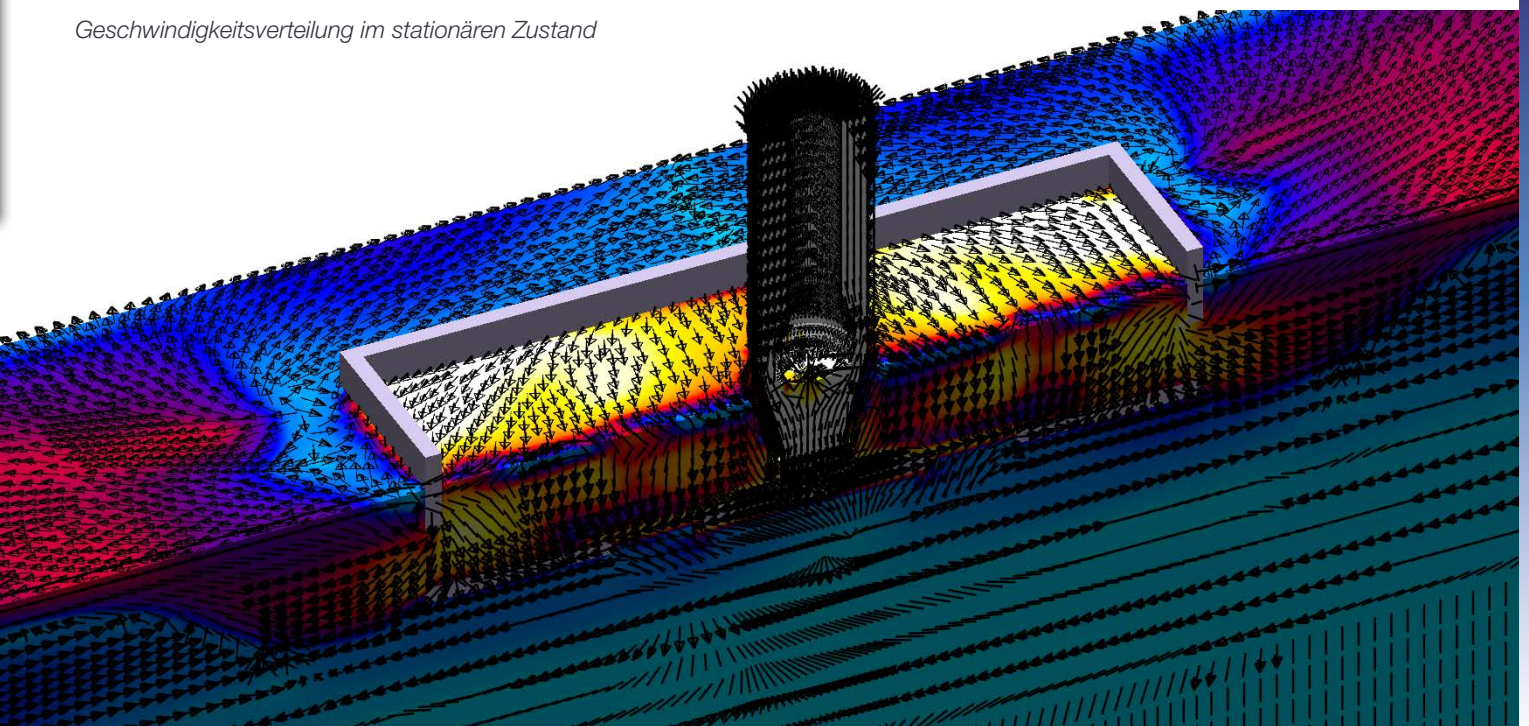
Umfassende Beschreibung des Stranggussprozesses und Festlegung der Gießgeschwindigkeit

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.

Geschwindigkeitsverteilung im stationären Zustand

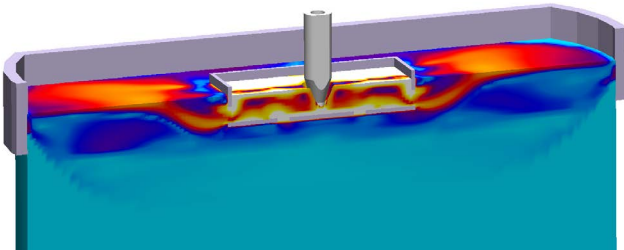
Die realitätsnahe Darstellung des gesamten Prozesses erlaubt es, Strömungsverhältnisse beim Anfahren und anschließenden Strangabzug zu beurteilen. Optional können auch die Strömungsverhältnisse in der Gießrinne mitberücksichtigt werden.



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 kann das Tauchrohr in Bezug auf die Strömung optimiert werden.
- Startpunkte für die nachfolgende Simulation des Strangabzugs sind Temperaturen und Strömung beim Anfahren.
- Strömung und Wärmebilanz in Kokille und Gießrinne können separat oder mit dem Gießprozess gekoppelt untersucht werden.
- Eine optimierte Gießbrinnenauslegung unterstützt die Einstellung guter Reinheitsgrade.



Strömung beim Eingießen für einen Aluminiumstranggussprozess

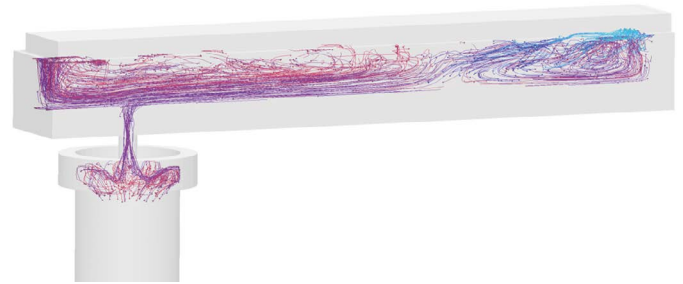
Erzwungene und natürliche Konvektion

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

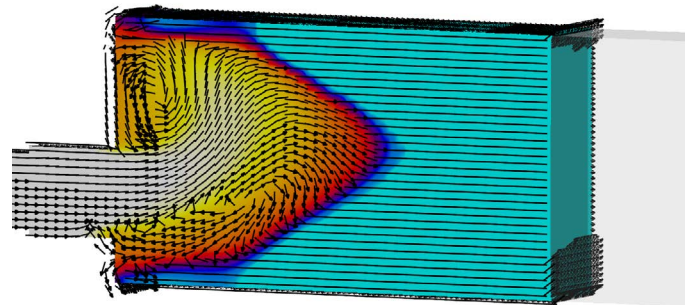
Vorhersage von Einschlüssen

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

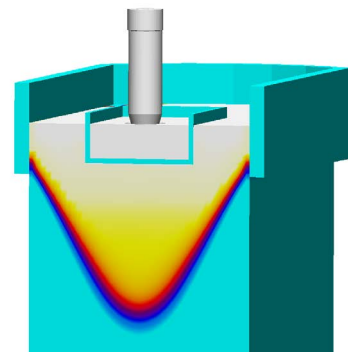
- Berechnung von Keimbildung, Wachstum, Transport und Agglomeration von Einschlüssen unter Berücksichtigung der potentiellen Sauerstoffaufnahme sowohl in der Gießrinne als auch in der Kokille beim Eingießen



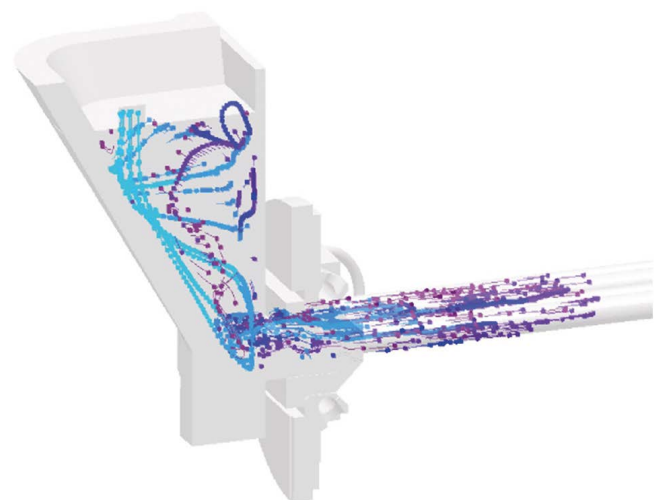
Tracerteilchen visualisieren Strömung in der Gießrinne



Geschwindigkeiten beim Eingießen für horizontale Stranggussprozesse



Temperaturen während des Eingießens, Anzeige des erstarrten Schalenprofils

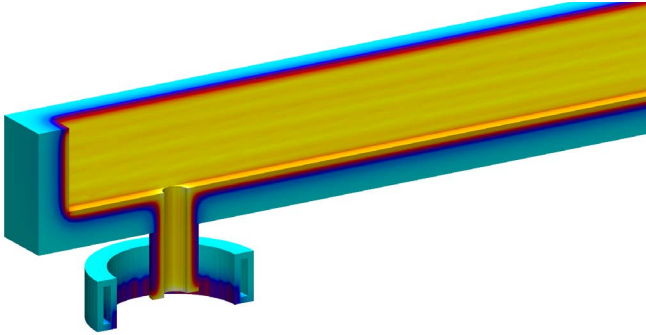


Partikelströmung für einen horizontalen Stranggussprozess

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 oder für die Sekundärkühlung
- Vorhersage von Temperaturen in Strang und Kokille mit quantitativer Bewertung der thermischen Bilanz für den gesamten Prozess



Temperatur in Kokille und Gießbrinne

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
- Sprühekühlung
- Filmkühlung nach Sprühen

Stationäre Temperaturverteilung

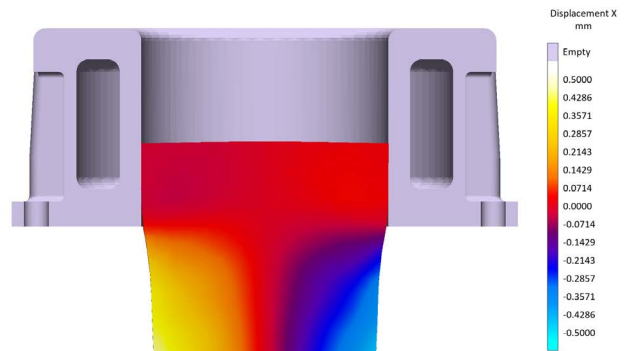
MAGMA CC ermittelt die stationäre Temperaturverteilung in Strang und Kokille und bewertet wesentliche Einflussgrößen unter Nutzung statistischer Versuchsplanung und autonomer Optimierung.

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

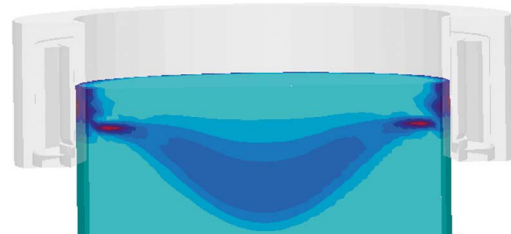
Spannungsverteilung im Strang

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:

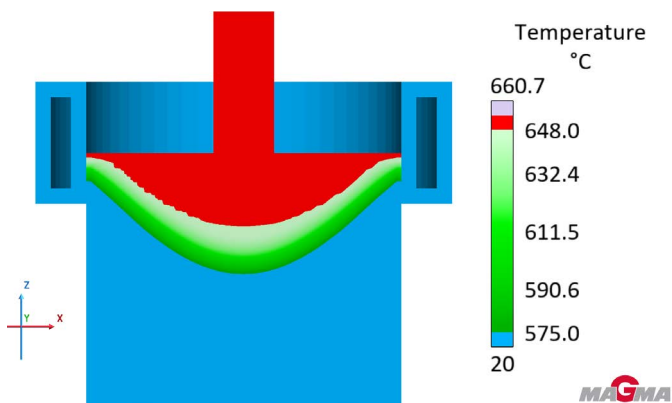
- gekoppelte Simulation von Temperaturen und Spannungen in Strang und Kokille
- Berücksichtigung des Luftspalts zwischen Strang und Kokille und des resultierenden verminderten Wärmeübergangs aufgrund von thermischer Schwindung
- Unterstützung der Kokillenauslegung z. B. durch optimierte Konizität
- Auslegung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



Warmrissneigung im Strang



Warmrissneigung im Strang



Anteil flüssiger Schmelze als Information während des gesamten Prozesses

Verbesserte Erstarrung

- Berechnung der Erstarrungsfront zur Vermeidung von Strangdurchbrüchen
- Bewertung des thermischen Gradienten und der Abkühlrate

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 ermittelt.

Prozesse mit Versuchsplänen absichern

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

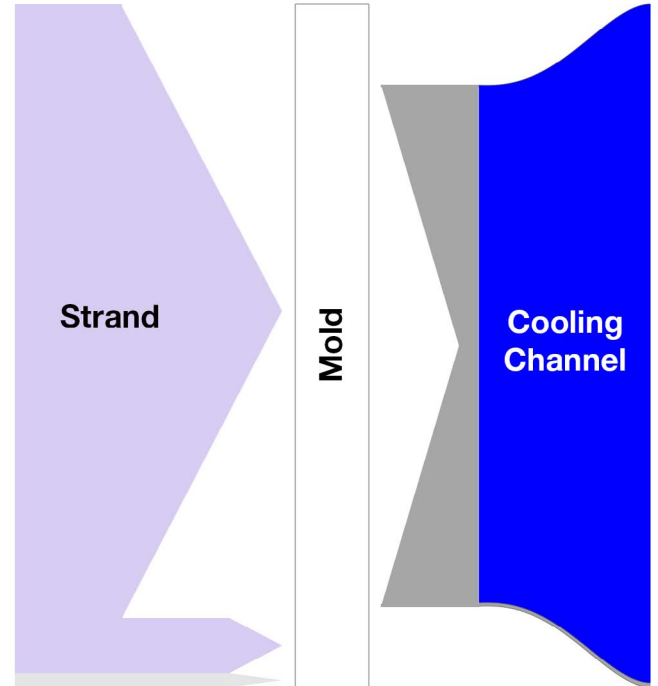
Robuste Prozesse

Finden Sie durch systematische Versuchsplanung heraus, wie Prozessschwankungen das Erstarrungsverhalten Ihrer Produkte beeinflussen. MAGMA CC autonomous engineering ermittelt quantitativ Haupteffekte und Korrelationen und leitet konkrete Maßnahmen für Ihre Fertigung ab.

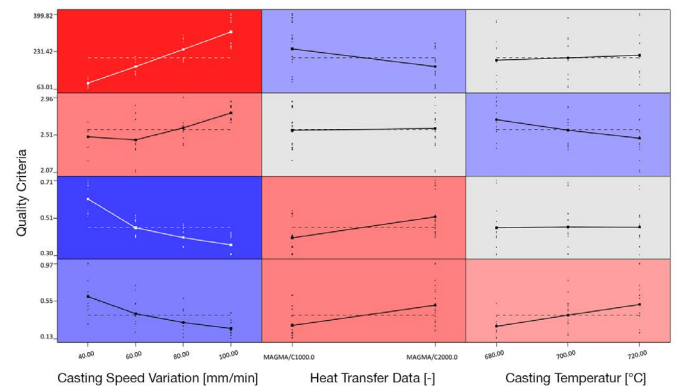
- hohe Produktivität (maximale Gießgeschwindigkeit)
- Kosten- und Energieeffizienz
- Reduzierung von Porosität und Schwindung
- Verringerung des Risikos für Strangdurchbrüche
- Reduzierung von Eigenspannungen und Rissneigung
- Designoptimierung von Gießrinne und Verteiler

Energy IN

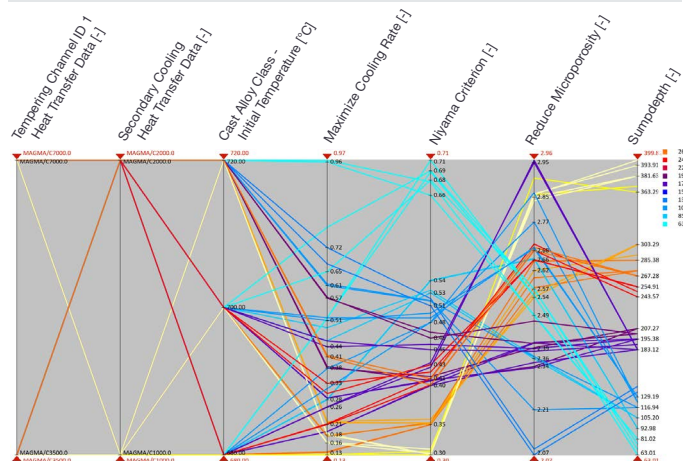
Energy OUT



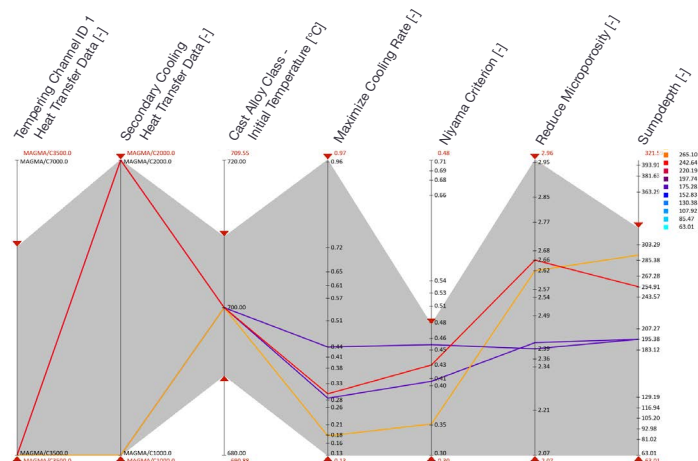
Sankey-Diagramm zur Darstellung der Wärmebilanz in der Kokille



Haupteffektmatrix zur Darstellung des Einflusses verschiedener Prozessparameter auf die Produktqualität



Parallel-Koordinatendiagramme mit Prozessparametern und Zielen



Effizient und mit Methodik vorgehen

Sie haben keine Zeit! Nutzen Sie alle Möglichkeiten des umfassenden Werkzeugkastens von MAGMASOFT® methodisch und effizient. Das ist entscheidend, damit Sie Ihre Ziele erreichen.



Intuitive Prozesssteuerung

Nutzen Sie die Steuerung aller relevanten Prozessschritte zur Optimierung von Stranggussprozessen: angefangen beim Schmelzestrom in Gießrinne, Verteiler und in die Kokille zur Beschreibung des Anfahrvorganges bis hin zum Abziehen und kontinuierlichen Gießprozess unter Berücksichtigung der Sekundärkühlung.



Continuous Casting Process
Specify parameters for filling and withdrawal process control.

Continuous Casting Process Control

☒ No Flow
☐ Consider Flow with Prefilled Launder
☐ Consider Flow with Filling of Launder

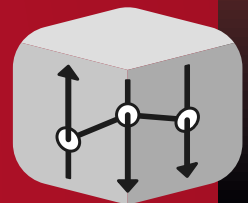
Start Withdrawal
Directly with simulation of process

Stop Withdrawal

☒ Strand material filled
☐ After start of withdrawal 1600.0 s
☐ Strand length 0.0 mm



MAGMA ECONOMICS Technik & Wirtschaftlichkeit



MAGMA ECONOMICS erweitert die technische Optimierung mit MAGMASOFT® um wirtschaftliche Entscheidungskriterien. Dadurch können Einsparpotenziale identifiziert werden, die in rein technischen Simulationen oft übersehen werden. Die Informationen aus MAGMASOFT® schaffen so zusätzliche Möglichkeiten als Managementwerkzeug im Unternehmen.

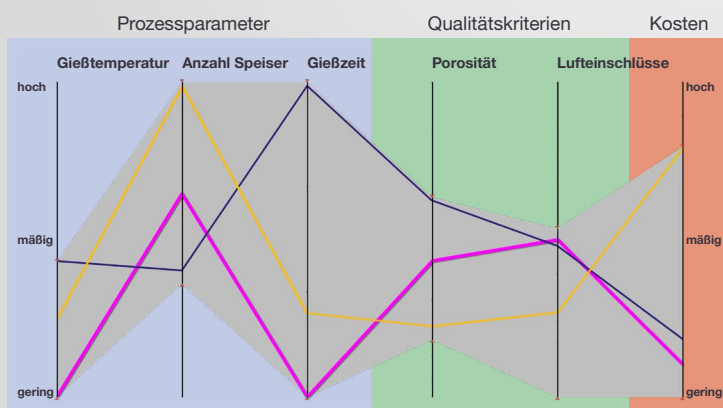
Optimieren Sie Qualität, Kosten & CO₂-Fußabdruck

MAGMA ECONOMICS berechnet und vergleicht Kosten, Energieverbrauch, Materialeinsatz und CO₂-Emissionen unterschiedlicher Szenarien. Dabei greift die Perspektive auf vorhandene Geometrie-, Werkstoff- und Prozessdaten sowie Simulationsergebnisse zurück.

Anpassbare Vorlagen für gängige Werkstoffe und Verfahren beinhalten spezifische Kosten- und Emissionsfaktoren, die eine schnelle Analyse des Ressourcenverbrauchs sowie der Fertigungs- und Bauteilkosten über den gesamten Gießprozess hinweg ermöglichen – von der Werkzeugvorbereitung zum tatsächlichen Gießen und möglichen Nacharbeitungsschritten.

Hauptmerkmale

- **Neue Perspektive:** umfassende quantitative Analyse von Kosten, Energie- und Ressourceneinsatz sowie CO₂-Emissionen gekoppelt mit Qualitätskriterien in MAGMASOFT®
Intuitive Bewertung von Qualität, Produktivität, Projektkosten und Nachhaltigkeit als Schlüsselwerkzeug für Ihre Wettbewerbsfähigkeit
- **Datenbasis:** Evaluierung basierend auf vorhandenen Geometrien, Werkstoffen, Prozessen und Simulationsergebnissen
- **Individualisierbare Vorlagen:** Vorlagen für Werkstoffe und Verfahren mit spezifischen Kosten- und Emissionsfaktoren
- **Szenarienvergleich:** individuelle Variation von Prozessparametern und Vergleich verschiedener Szenarien – über intuitive Regler – ohne zusätzliche Simulationszeiten
- **Autonomous Engineering:** nahtlose Integration in Optimierung und virtuelle Versuchsplanung

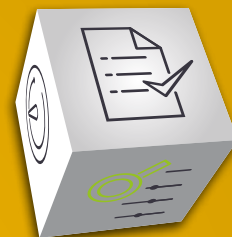


Das Parallelkoordinatendiagramm als bewährtes, interaktives Werkzeug zur Analyse von Prozessvariationen und Qualitätsmerkmalen wird durch MAGMA ECONOMICS um unternehmerische Merkmale wie Kosten, Energie-/Ressourceneinsatz und Nachhaltigkeit erweitert.

Finden Sie zielsicher und schnell den besten Kompromiss aus Qualität und Kosten (violette Linie) sowie die Grenzen Ihres robusten Fertigungsprozesses (grau hinterlegtes Prozessfenster).

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!

MAGMASupport

MAGMASupport 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.

MAGMAacademy

Die MAGMAacademy 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.

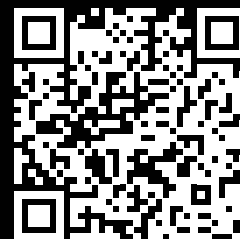
MAGMAengineering

Als unabhängiger und kompetenter Partner unterstützt Sie MAGMAengineering 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 mit langjähriger gießtechnischer Kompetenz zur Lösung Ihrer Herausforderungen.



Mehr Informationen:



6.1

 **MAGMASOFT®**