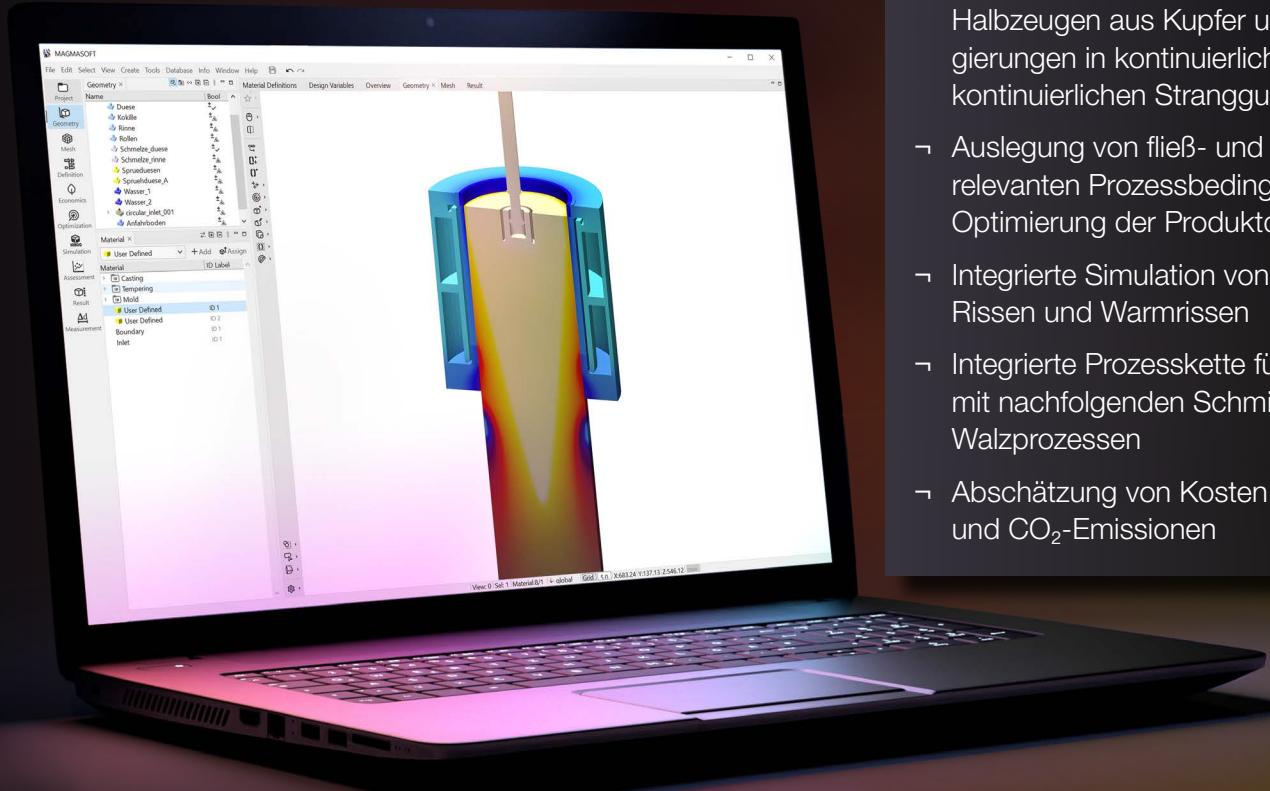


Autonomous Engineering



Strangguss von Kupfer und Kupferlegierungen



- Robuste Lösungen zur Herstellung von Halbzeugen aus Kupfer und Kupferlegierungen in kontinuierlichen und halbkontinuierlichen Stranggussverfahren
- Auslegung von fließ- und erstarrungsrelevanten Prozessbedingungen zur Optimierung der Produktqualität
- Integrierte Simulation von Spannungen, Rissen und Warmrissen
- Integrierte Prozesskette für das 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 die eigenständige Prozess-Software MAGMA CC sind umfassende und leistungsstarke Simulationswerkzeuge 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 Versuchspanel 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 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 sparen damit Zeit bei allen Beteiligten,
- erlauben proaktives Qualitätsmanagement durch das Verständnis von Prozessschwankungen,
- verbessern Ihre Kommunikation und Zusammenarbeit im Unternehmen und mit Kunden.

MAGMA PRINZIP



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.

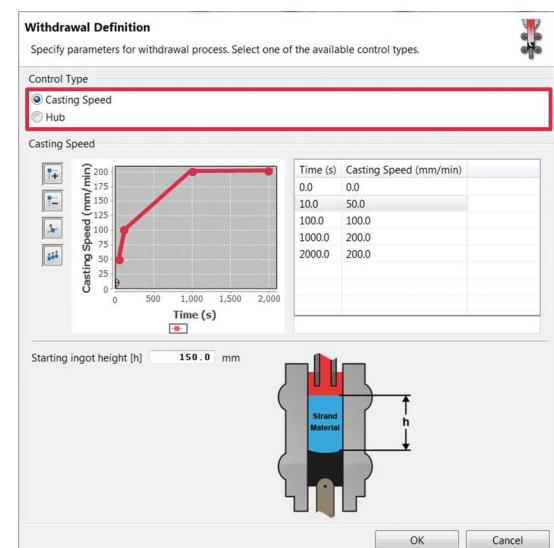
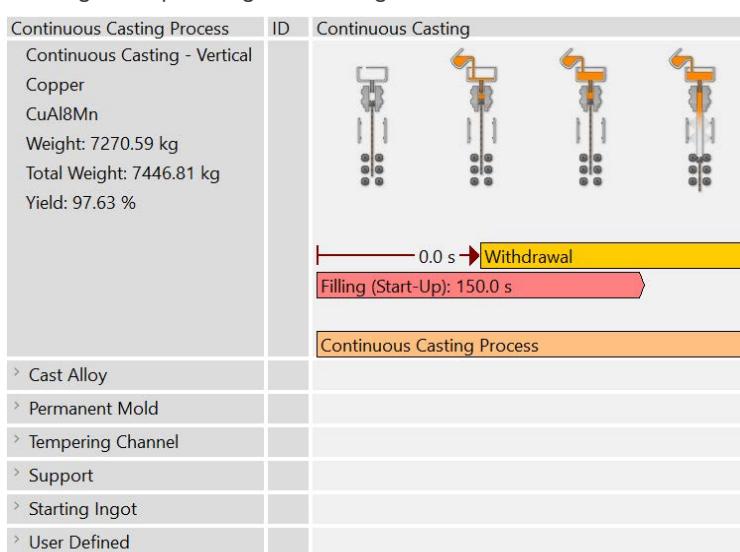
Ziele setzen, Variablen definieren, Qualität festlegen

MAGMA CC ist die voll integrierte Lösung zur virtuellen Auslegung und Optimierung von kontinuierlichen und halbkontinuierlichen Stranggussprozessen für Kupfer und Kupferlegierungen. 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

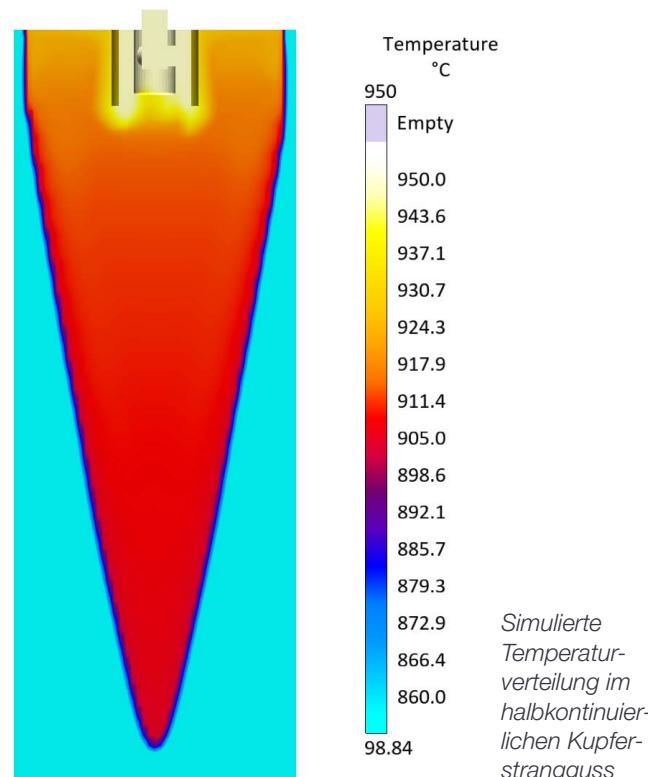
Vorbereitungsphase

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

MAGMA CC ermittelt die stationäre Temperaturverteilung im Strang und in der Kokille. Anhand von statistischer Versuchsplanung und autonomer Optimierung wird die Bedeutung von Einflussgrößen bewertet.

Temperatur

Eine numerische Simulation der Strömungsmechanik bildet die Temperaturverteilung von der Düse bis zum Ende der Sekundärkühlung ab. Dabei wird die Wechselwirkung zwischen Strömung und Erstarrung für die Vorhersage des Randschalenwachstums und des thermischen Gradienten berücksichtigt.

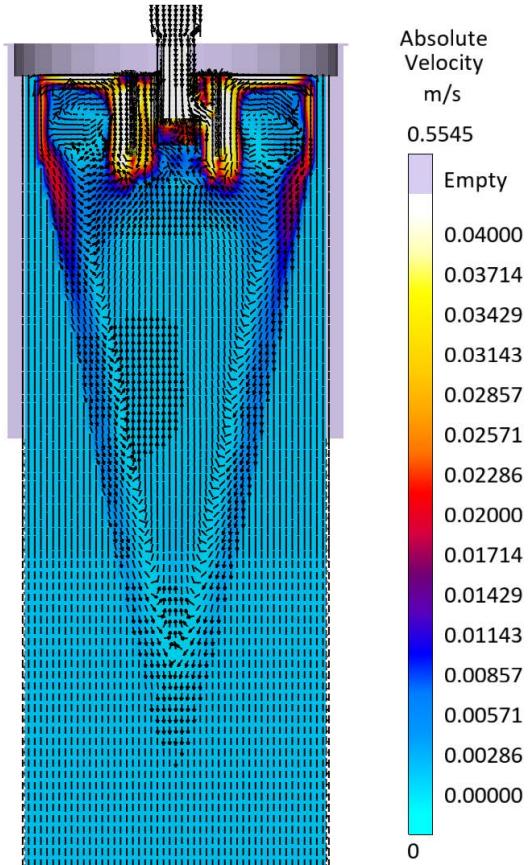


- Wärmeleitung und Konvektion
- Freisetzung latenter Wärme während der Erstarrung

Strömungsgeschwindigkeit

Die realistische Abbildung des gesamten Prozesses ermöglicht eine Bewertung der Strömungsbedingungen während des Anfahrens und anschließenden Strangabzugs. Optional lassen sich auch die Strömungsbedingungen im Tundish mitberücksichtigen.

- Optimierung der Gießtechnik
- Einblicke in Konvektionswärme und Massentransfer
- Anpassung der Düsenauslegung zur Optimierung der Strömungsbedingungen
- Elektromagnetisches Rühren (EMR)



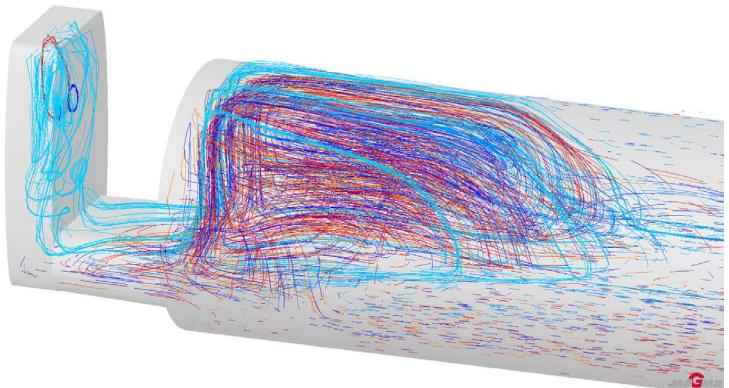
Strömungsverlauf in Düse und Schmelze während des Gießens

Die präzise Vorhersage von Strömungsverläufen in Düse und Kokille sorgt für eine gleichmäßige Füllung und reduziert dabei die Entstehung turbulenzbedingter Einschlüsse. Dies ist ein wesentliches Qualitätskriterium sowohl beim horizontalen als auch beim vertikalen Stranggießen.

Horizontaler Strangguss

Für eine gleichmäßige Füllung und eine Minimierung von turbulenzbedingten Einschlüssen ist die genaue Vorhersage von Strömungsverläufen im Tundish, in der Düse und im Bereich der Kokille entscheidend. Ein Verständnis der thermischen Konvektionseffekte ist besonders wichtig bei horizontalen Stranggussprozessen, bei denen Auftriebskräfte für Asymmetrien sorgen können.

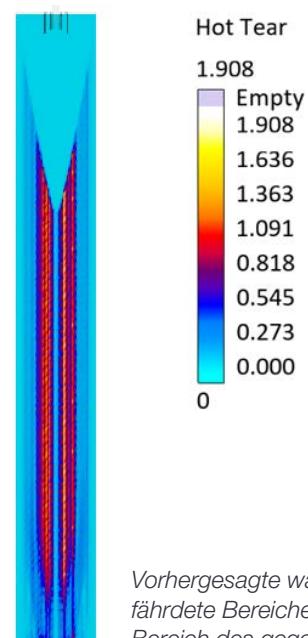
- Identifizieren von konvektionsbedingter Strömungsasymmetrie



Strömungsdynamik beim horizontalen Strangguss, einschließlich thermischer Konvektion

Analyse von Spannungen und Defekten

Bei der Erstarrung können ungleichmäßige Schwindungseffekte und mechanische Grenzen zu Warmrissen führen. Mit Hilfe von Simulationen lassen sich solche gefährdeten Bereiche identifizieren. Hierzu erfolgt eine Bewertung der Dehnrate und der thermischen Entwicklung.

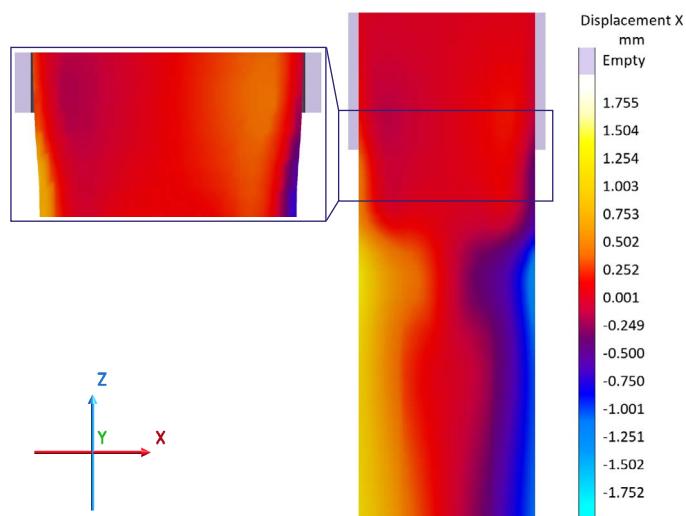


Vorhergesagte warmrissgefährdete Bereiche im mittleren Bereich des gegossenen Strangs

Verformung

Die Wechselwirkung zwischen Abkühlgeschwindigkeit und mechanischem Widerstand äußert sich in der Verformung des Strangs und in der Spaltbildung zwischen Strang und Kokille – beides entscheidende Indikatoren der Maßhaltigkeit.

- Quantifizieren der Spaltbildung zwischen Strang und Kokille
- Aktualisieren lokaler Wärmeübergangskoeffizienten analog zu Änderungen im Kontakt zwischen Strang und Kokille
- präzises Lokalisieren von Bereichen, die anfällig für Oberflächenrisse oder Maßabweichungen sind

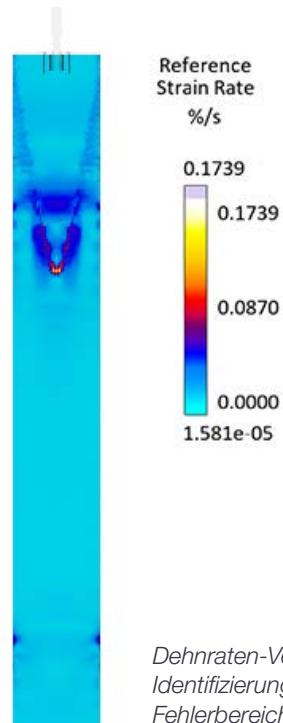


Strangverformung und Spaltbildung an der Grenzfläche Schmelze / Kokille

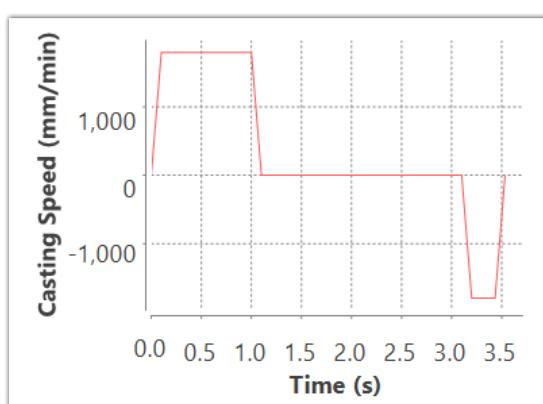
Dehnrate

Die Finite-Elemente-Kopplung von Temperaturverteilung und Festkörpermechanik liefert lokale Dehnraten sowohl für horizontale als auch für vertikale Stränge. Lokale Maxima entsprechen Abweichungen zwischen Strangschale und Schwingung und sind zuverlässige Indikatoren für warmriss- oder oberflächenrissgefährdete Bereiche.

- Lokalisierung riss- und warmrissgefährdeter Bereiche
- Unterstützung bei der Optimierung von Abzugs geschwindigkeit und Kühlzonen

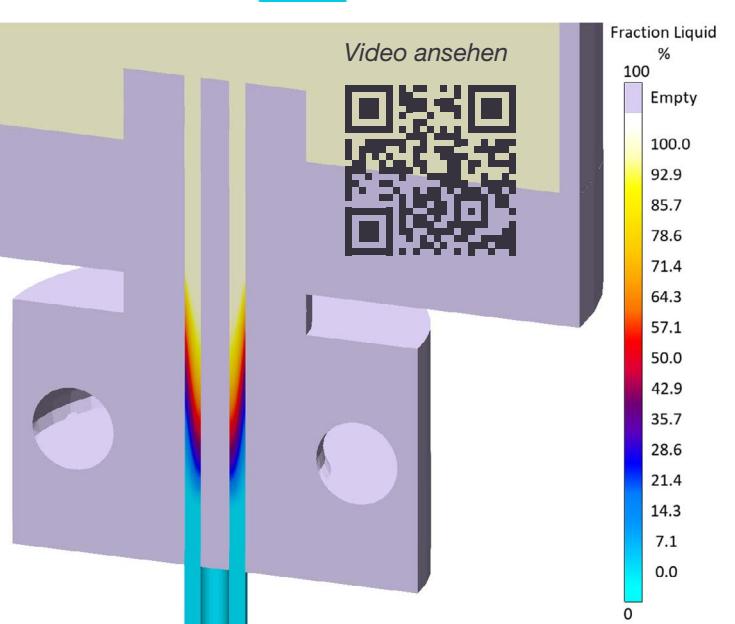


Dehnrate-Verteilung zur Identifizierung potenzieller Fehlerbereiche



„Stop & Go“

Eine flexible Auslegung der Gießgeschwindigkeit berücksichtigt auch Pausen sowie einen möglichen Rückhub im Abzugsprozess. Somit können zyklische Bewegungen im Gießprozess simuliert werden. Dieser „Stop & Go“-Zyklus lässt sich über den gesamten Strangabzug hinweg abbilden und vereinfacht somit die Untersuchung komplexer Prozessabläufe.



Berücksichtigung von „Stop & go“-Zyklen beim Strangabzug

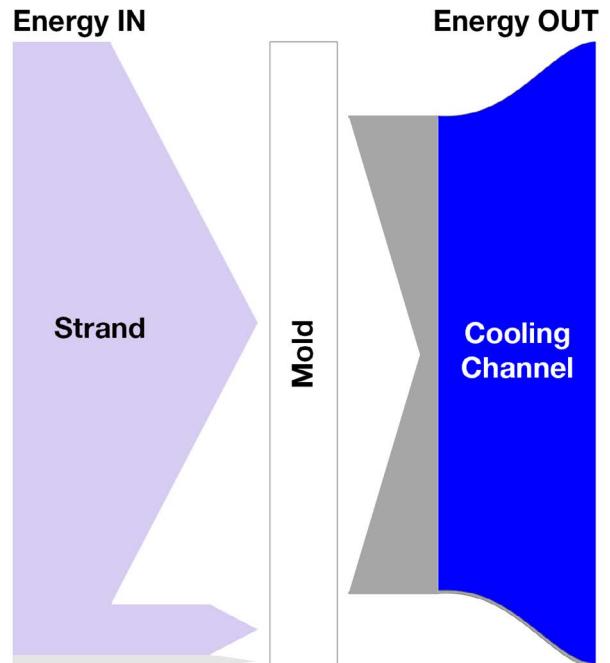
Wärmebilanz

In MAGMA CC kann z. B. die Effizienz einer Kokille als Qualitätskriterium für einen robusten Gießprozess genutzt werden. Die Effizienz ist das Verhältnis der gesamten eingebrachten und abgeführten Wärme.

Mit der Berechnung der Wärmebilanz ist es auch möglich, die Wirksamkeit der Sekundärkühlung zu untersuchen. Schließlich können Sie die gewünschte Wärmeabfuhr zwischen Primär- und Sekundärkühlung ausgleichen.

Prozesse mit Versuchsplänen absichern

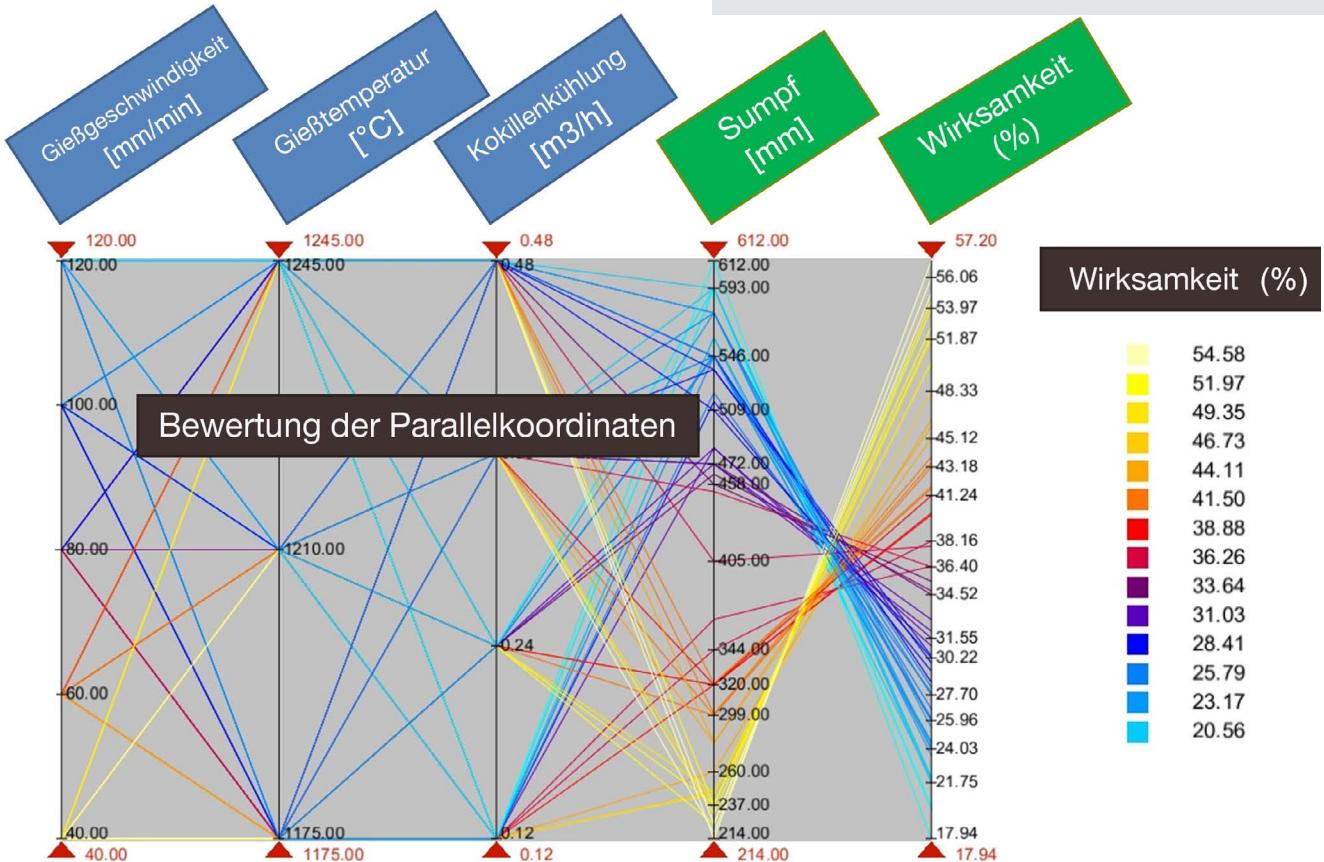
In MAGMA CC können Sie Ihren Prozess beliebig und systematisch variieren, um den Einfluss unterschiedlicher Fertigungsbedingungen auf Qualität und Wirtschaftlichkeit zu bewerten.



Robuste Prozesse

Finden Sie durch systematische Versuchsplanung heraus, wie Prozessschwankungen das Erstarrungsverhalten Ihrer Produkte beeinflussen. 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 Porosität und Schwindung
- Verminderung des Risikos für Strangdurchbrüche
- Reduzierung von Eigenspannungen und Rissneigung
- Designoptimierung von Tundish und Verteiler



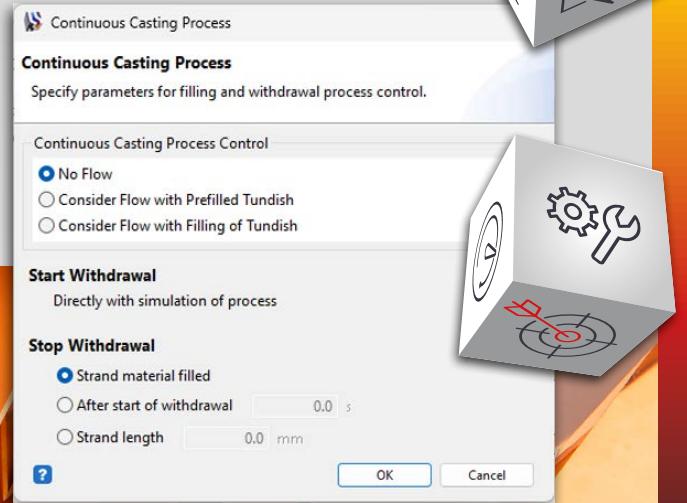
Parallelkoordinatendiagramm zur Untersuchung der Wirksamkeit der Primärkühlung in der Kokille

Effizient und mit Methodik vorgehen

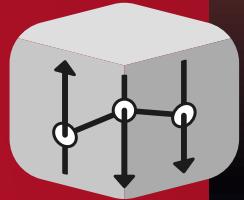
Sie haben keine Zeit! Nutzen Sie alle Möglichkeiten des umfassenden Werkzeugkastens von MAGMASOFT® methodisch und effizient. Das ist entscheidend, damit Sie Ihre Ziele erreichen.

Intuitive Prozesssteuerung

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



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.

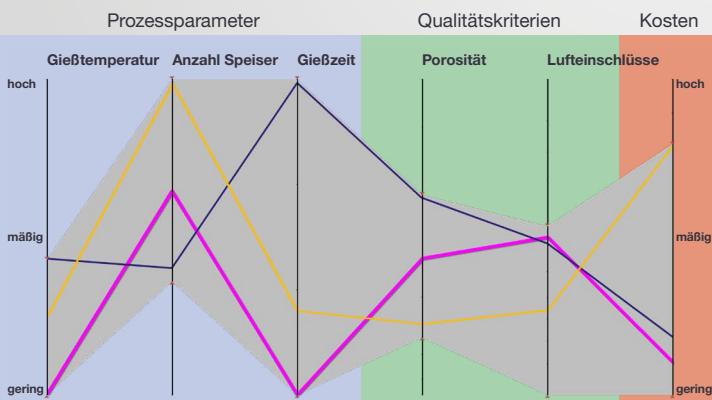
Optimieren Sie Qualität, Kosten & CO₂-Fußabdruck

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 Nachbearbeitungsschritten.

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 (graue hinterlegtes Prozessfenster). 7

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:

