

# MAGMA Dauerformguss 6.1

# Autonomous Engineering



## Dauerformguss



- Robuste Lösungen im Schwerkraft- und Niederdruck-Kokillenguss
- Methodische Prozess- und Werkzeugauslegung
- Prozesswissen durch virtuelles Experimentieren
- Quantifizierung von mechanischen Eigenschaften im Gusszustand und für T6-Wärmebehandlung
- Abschätzung von Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen

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

**Optimieren Sie die Fertigung in Ihrer Gießerei ganzheitlich und finden Sie die beste Lösung für Ihre Anforderungen – mit MAGMASOFT® autonomous engineering.**

MAGMASOFT® ist die umfassende und leistungsstarke Simulationssoftware zur Prozess- und Werkzeugauslegung im Dauerformguss: angefangen bei der Verbesserung der Gussqualität über die Optimierung der Werkzeuge bis zur Einstellung robuster Prozessbedingungen, die eine optimale Wirtschaftlichkeit gewährleisten. Im Mittelpunkt stehen Ihre Ressourcen, Zeit und Kosten.

Mit MAGMASOFT® nutzen Sie Simulationen in einem automatisierten virtuellen Versuchsplan oder mit Hilfe von genetischer Optimierung. Das Ergebnis ist Autonomous Engineering: systematische und vollautomatische Entscheidungsfindung für Ihre Gießtechnik und die Fertigungsbedingungen.

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

stadium bis hin zur finalen Auslegung der Gießtechnik und der kontinuierlichen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit in der Fertigung.

MAGMASOFT® autonomous engineering

- unterstützt Sie bei der umfassenden Vorhersage aller Prozessschritte für Dauerformverfahren,
- bietet Ihnen ein virtuelles Versuchsfeld zur Vermeidung von Gussfehlern,
- ermöglicht Ihnen schnelle Entscheidungen und spart Zeit für alle Beteiligten,
- ermöglicht ein proaktives Qualitätsmanagement durch das Verständnis von Prozessschwankungen,
- verbessert die Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb Ihres Unternehmens 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.

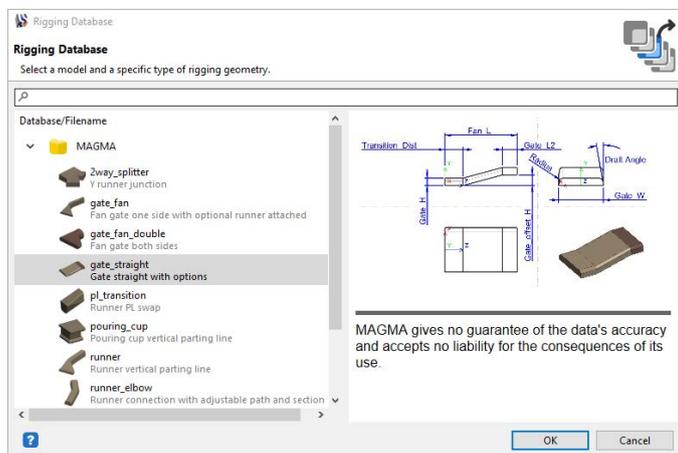
# Ziele setzen, Variablen definieren, Qualität festlegen

Die Qualität und Wirtschaftlichkeit von Kokillengussteilen wird vom Design, den Prozessbedingungen und der Gießpraxis bestimmt. Mit MAGMASOFT® autonomous engineering können Simulationen mit unterschiedlichen Qualitäts- und Kostenzielen durchgeführt und automatisiert bewertet werden. Das Ergebnis ist ein entsprechend Ihrer Ziele optimal ausgelegter, robuster Prozessablauf zur Vermeidung von Gussfehlern, Eigenspannungen, Bauteilverzug und Werkzeugverschleiß.

MAGMASOFT® für Gießverfahren in Dauerform ermöglicht eine umfassende Simulation und Optimierung des Kokillengussverfahrens mit allen wesentlichen Verfahrensschritten und Prozessbedingungen: von der vereinfachten Erstarrungsanalyse mit Gussteil und 'automatic mold' während der Angebotsphase bis zum detaillierten Prozessmodell mit Formhälften, Seitenschiebern, Sandkernen oder Einlegeteilen sowie komplexen Kühl- und Heizkanälen.

## Einfaches Modellieren

Intelligente Assistenten und komfortable CAD-Funktionen unterstützen Sie bei der zielgerichteten und effektiven Modellvorbereitung und ermöglichen kurze Reaktionszeiten bei minimalem Aufwand. Nutzen Sie die umfangreiche Datenbank mit parametrischen Geometrien oder die einfache Segmentierung komplexer CAD-Modelldaten mittels der 'Cutting Knife'-Funktion.

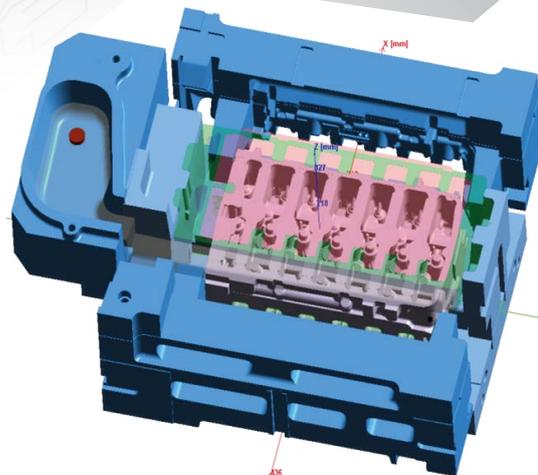


Umfangreiche Datenbank mit voll parametrischen Geometrien für alle wesentlichen Elemente des Kokillengießprozesses

## Intuitive Prozesssteuerung

Steuern Sie unkompliziert alle relevanten Prozessschritte zur Optimierung des Gießzyklus: von der Formvorbereitung durch Sprühen, Schichten und Ausblasen auf ausgewählten Formmaterialien, über die reale Abfolge des Schließzyklus der Formhälften oder einzelner Schieber bis zum Zeitverlauf mit Nebenzeiten bis zum Gießbeginn.

Optimieren Sie die zeitliche Kühlung beziehungsweise Temperierung des Formwerkzeugs oder den Ausformzeitpunkt des Gussteils mit Hilfe virtueller Thermoelemente.



Detailliertes Prozessmodell mit Formhälften, Seitenschiebern, Sandkernen oder Einlegeteilen sowie komplexen Kühl- und Heizkanälen

## Formfüllung und Erstarrung

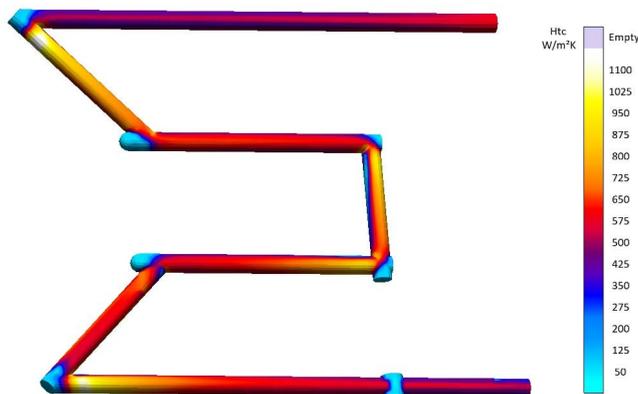
Die Formfüllung können Sie wahlweise als Funktion der Gießzeit, Gießleistung oder alternativ als automatische Füllsteuerung des Eingsusstümpels definieren.

Verwenden Sie für das Kippgussverfahren den zeitabhängigen Rotationswinkel als Optimierungsvariable.

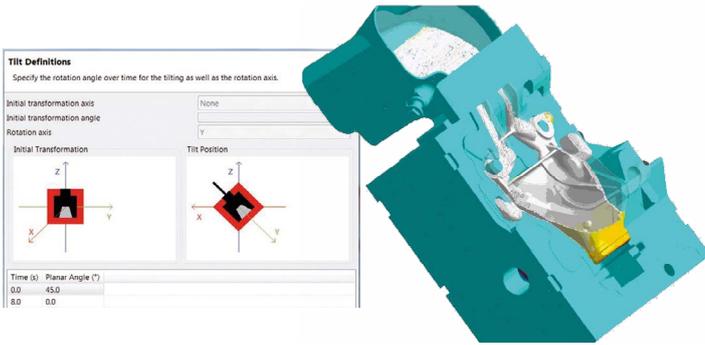
Die Formfüllung berücksichtigt die Oberflächenspannung, die Entlüftungsbedingungen und den gesamten zeitabhängigen Temperaturhaushalt in der Form. Die Speisung im Gussteil während der Erstarrung erfolgt als Funktion des lokalen metallostatistischen Drucks.

Mehrere Optionen für die Formtemperierung im Kokillenguss:

- Aufheizen der Form vor Produktionsbeginn
- Einfluss der Strömung durch Kühlkanäle auf den lokalen Wärmeübergang zwischen Gussteil und Kokille
- Wirkung von elektrischen Heizpatronen und Variotherm auf den Temperaturhaushalt der Form



Lokale Wärmeübergangskoeffizienten, berechnet auf Basis der Strömungsbedingungen in Kühlkanälen

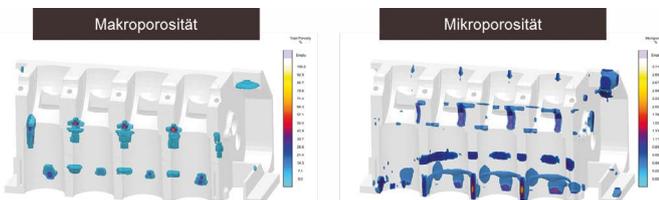


Definition der Rotationsbewegung im Kippgussverfahren

Bewerten und optimieren Sie Fragestellungen wie:

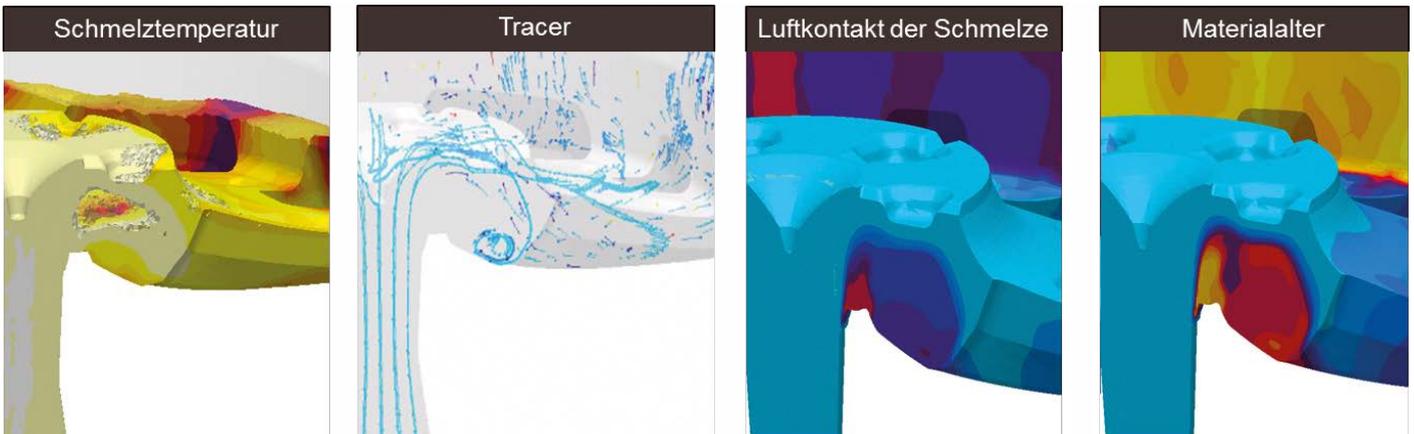
- > Wie wirken sich die Prozessschritte Sprühen, Schichten und Ausblasen auf den Temperaturhaushalt des Werkzeugs oder das Kaltlauf- und Oxidrisiko im Bauteil aus?
- > Was passiert mit eingeschlossener Luft im Gießsystem?
- > Welche Parameter für Gießtemperatur, Gießzeit und Werkzeugkühlung liefern das kleinste Porositätsrisiko?
- > Wie verhalten sich kritische Werkzeugbereiche im Hinblick auf vorzeitige Schädigung?

Legen Sie mit MAGMASOFT®-Ergebnissen robuste und wirtschaftliche Gießsysteme zu Aspekten wie Makro- und Mikroporosität oder Klebneigung unter Berücksichtigung des zyklischen Temperaturprofils aus.



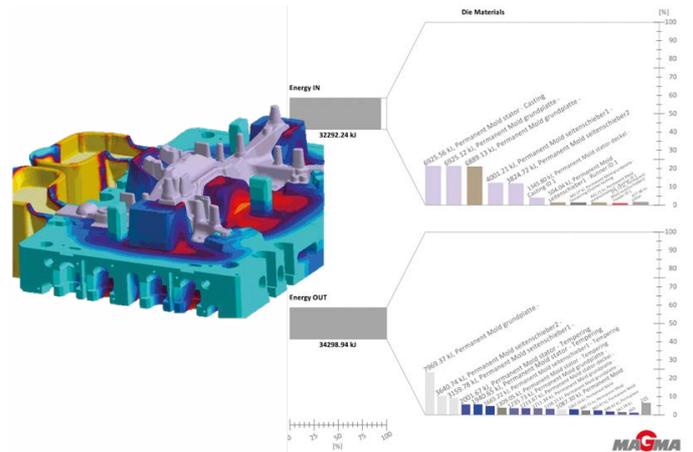
Darstellung von Makro- und Mikroporosität

Nutzen Sie die automatisierte Variation der Geometrie, Lage und Prozesseinstellungen von Werkzeugtemperierungen zur prozesssicheren Einhaltung der geforderten Gussteilqualität. Optimieren Sie die Energiebilanz einzelner Kühlungen oder des Gesamtsystems und vermindern Sie dadurch die Werkzeugbelastungen.



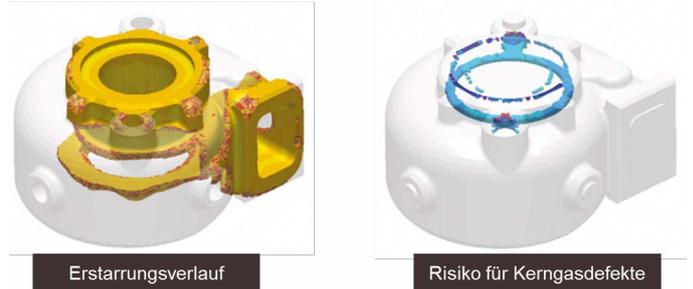
MAGMASOFT®-Ergebnissen zur Formfüllung und Analyse potentieller Gussfehler wie Kaltlauf oder Oxideinschlüsse

Der visualisierte Energieaustausch zwischen Materialien und Materialgruppen (Energiebilanz) über den ganzen Prozess, einzelne Prozessphasen oder definierte Zeitabschnitte ermöglicht es Ihnen, die Energie- und Kosteneffizienz Ihrer Kokillengussfertigung zu optimieren.



Visualisierung der Energiebilanz über alle Materialien und Prozessphasen – Optimierung der Energie- und Kosteneffizienz im Kokillenguss

Bei der Verwendung von Sandkernen führt der Energieeintrag durch die metallische Schmelze zur Zersetzung des Binders mit der Bildung von Kerngasen.

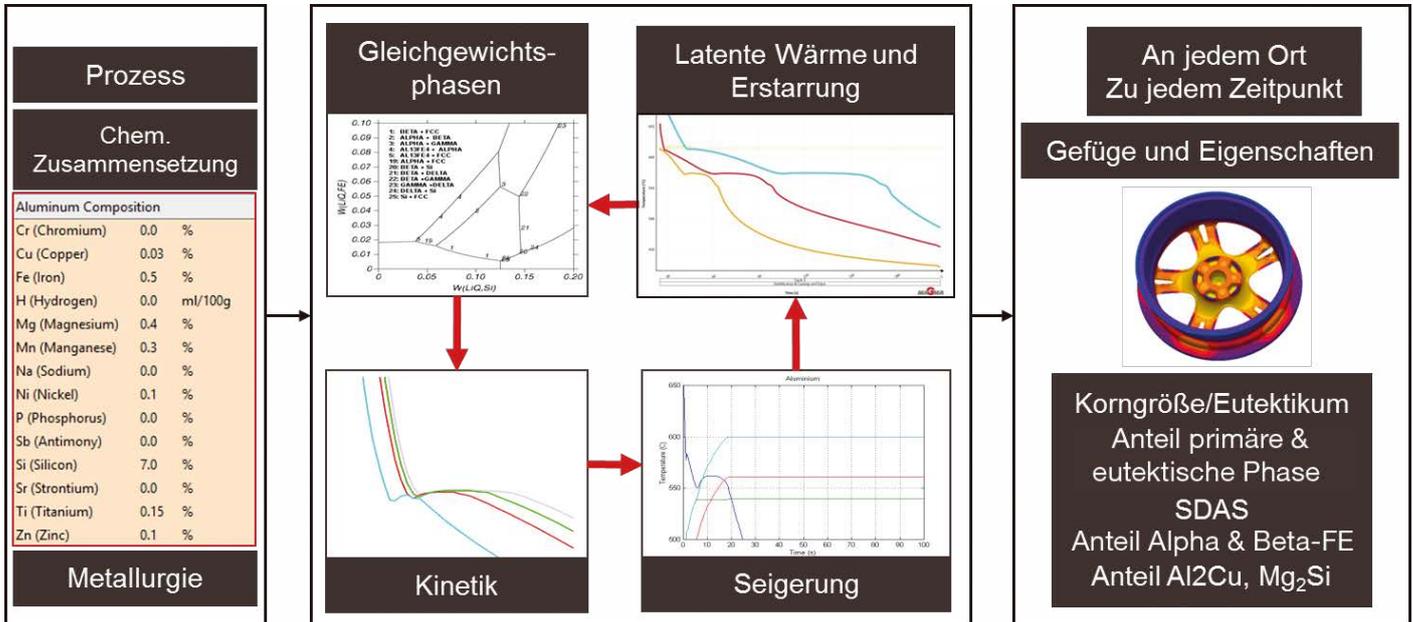


Risikobereiche für Kerngasdefekte in Abhängigkeit der lokalen Erstarrungsbedingungen und Binderzersetzung

Visualisieren Sie das lokale Risiko von Kerngasdefekten und analysieren Sie systematisch den Einfluss optimierter Entlüftungsbedingungen oder angepasster Sandparameter mit Hilfe automatisierter virtueller Versuchspläne.

# Gefügestructur und mechanische Eigenschaften

MAGMASOFT® ermöglicht eine umfassende Gefügesimulation während der Erstarrung von Aluminiumlegierungen. Dabei werden die Zusammensetzung, die Metallurgie und der Prozessablauf berücksichtigt. Dies erlaubt die quantitative Vorhersage des Gefüges und der lokalen mechanischen Eigenschaften.



Berechnungszyklus zur Vorhersage der lokalen Gefügestructur und resultierenden mechanischen Eigenschaften

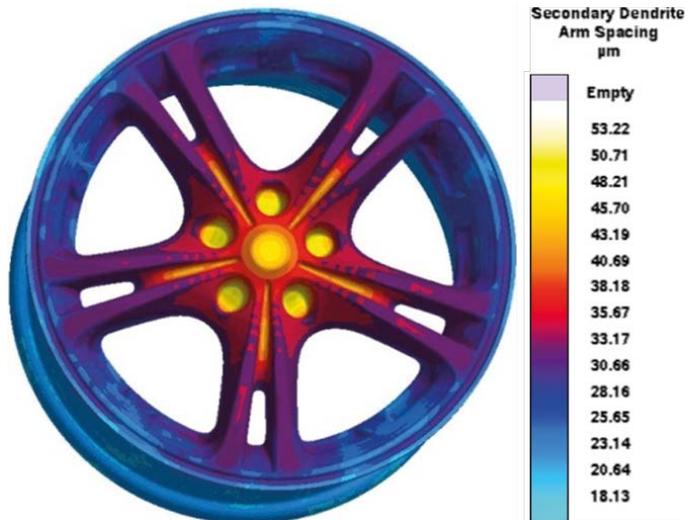
Optimieren Sie die lokalen mechanischen Eigenschaften Ihrer Bauteile beispielsweise hinsichtlich:

- Erzielung maximaler Zugfestigkeit, Streckgrenze oder Dehnung
- Vermeidung unerwünschter Phasenanteile
- Minimierung kritischer Stellen für Mikroporosität
- Ausschöpfung des prozesssicheren Werkstoffpotentials

Die Vorhersage der prozessspezifischen Gefügestructur liefert folgende Informationen:

- Anteil von primären und eutektischen Phasen
- Anteil intermetallischer AlFeMnSi-, AlFeSi-, Al<sub>2</sub>Cu- und Mg<sub>2</sub>Si-Phasen
- lokaler sekundärer Dendritenarmabstand (SDAS)
- Korngrößenverteilung der Primärphase
- Zellengrößen für das Eutektikum
- Porositätsverteilung
- lokale Streckgrenze, Bruchfestigkeit und Bruchdehnung im Gusszustand und für eine T6-Wärmebehandlung

Nutzen Sie die Informationen zur frühzeitigen Kommunikation im Produktentstehungsprozess und zur Reduzierung von kostenintensiven Prototypen.

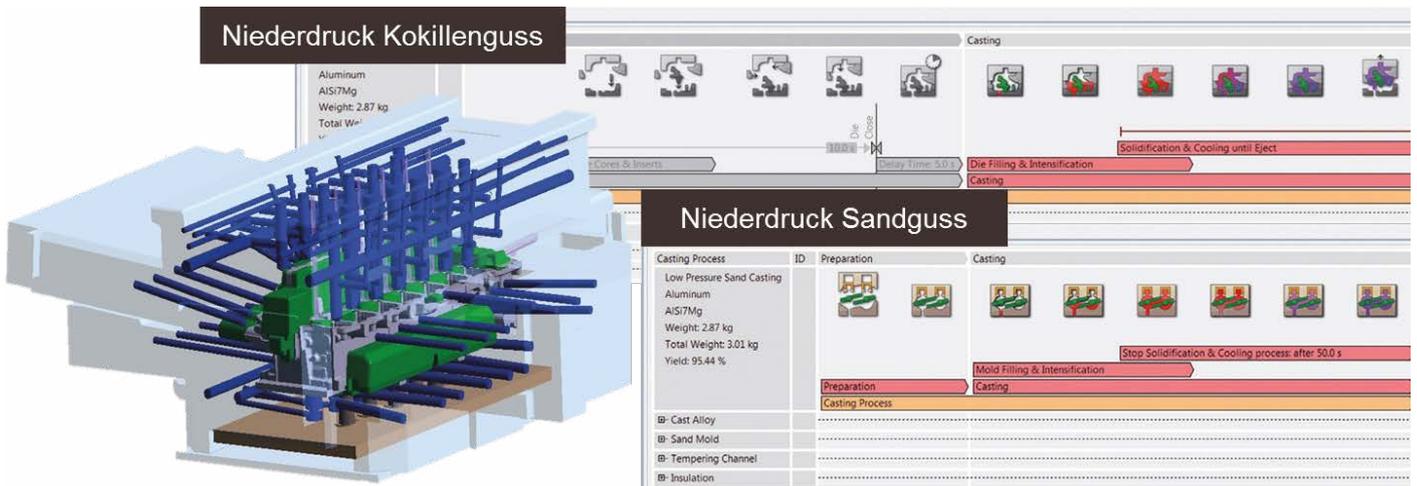


Berechneter lokaler sekundärer Dendritenarmabstand

## Eigenstressungen und Verzug

MAGMASOFT® erlaubt die umfassende Simulation und Optimierung von Niederdruck-Sand- und Kokillengussprozessen sowie Rädergießverfahren mit allen wesentlichen Prozessschritten und Randbedingungen.

Erzeugen Sie niederdruckspezifische Materialgruppen und Funktionen für Seitenschieber, Ober- oder Unterteil als CAD-Import oder parametrisches Modell in MAGMASOFT®. Sandkerne oder Einlegeteile zu verwenden, ist ebenso möglich wie Kühlungen und Temperiersysteme individuell zu konfigurieren.



Intuitive verfahrensspezifische Prozessschaubilder für Niederdruck-Kokillen- und Sandguss

Als Folge des Temperaturfeldes im Werkzeug und dem individuellen Erstarrungsverlauf ergibt sich eine lokale Eigenspannungsverteilung im Gussbauteil.

Analysieren Sie in Abhängigkeit der Ausformzeit oder Robustheit einer Werkzeugkühlung das aus dem Fertigungsprozess resultierende Risikopotential von Warm- und Kaltrissen, den Verzug des Gussteils oder die lokale Lebensdauer kritischer Werkzeugbereiche.

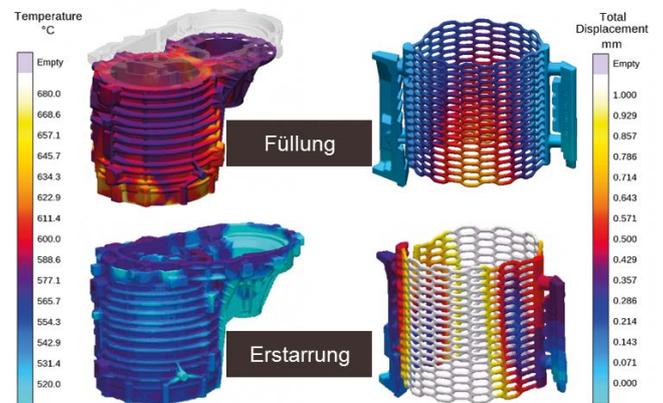
MAGMASOFT® ermöglicht die Vorhersage der lokalen Deformation von Sandkernen.



Lokale Formlebensdauer im Hinblick auf thermo-mechanische Belastung

Bei der Verzugsberechnung werden die Kernlagerung, die während der Formfüllung wirkenden Strömungs- und Auftriebskräfte sowie die Schwindungskräfte bei der Erstarrung und die zeit- und temperaturabhängigen mechanischen Eigenschaften des Sandkerns berücksichtigt.

## Der robuste Prozess

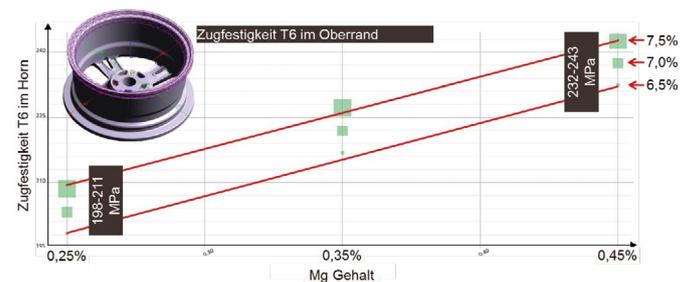


Deformation von Sandkernen über Formfüllung und Erstarrung

MAGMASOFT® hilft bei der Auslegung, Bewertung und effizienten Gestaltung Ihrer Wärmebehandlungsprozesse mit integrierten Möglichkeiten, virtuelle Experimente statistisch auszuwerten.

Die frühzeitige, virtuelle Analyse von Prozessschwankungen auf die Qualität und Funktion des Produktes vermeidet zeitaufwändiges und kostenintensives Ausprobieren an der Maschine.

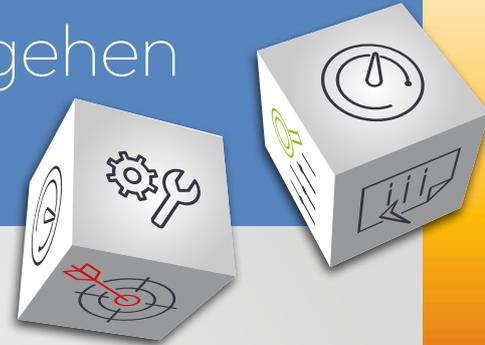
MAGMASOFT® autonomous engineering zeigt Ihnen das Prozessfenster der lokalen Mikrostruktur und resultierende mechanische Eigenschaften. Robustheit generiert Wirtschaftlichkeit – von Ihrer ersten Designidee bis zum sicheren Produktanlauf!



Einfluss von Mg und Si auf die Variation der Zugfestigkeit nach T6

# Effizient und mit Methodik vorgehen

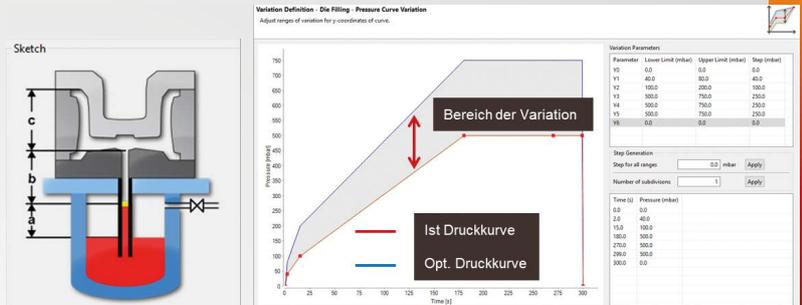
Sie haben keine Zeit! Nutzen Sie alle Möglichkeiten des umfassenden Werkzeugkastens von MAGMASOFT® methodisch und effizient. Das ist entscheidend, damit Sie Ihre Ziele erreichen.



## Intuitive Prozesssteuerung

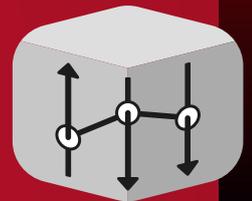
Intelligente Assistenten unterstützen Sie bei der Abschätzung der Druckbedingungen für Füllung von Steigrohr, Gussteil und Kavität.

Nutzen Sie die automatisierte Variation der Füllbedingungen als Funktion des Drucks im Ofen oder am Anschnitt zur ganzheitlichen Optimierung der Gussteilqualität oder Reduzierung der Zykluszeit.



Assistenten zur Abschätzung der Druckbedingungen für Füllung von Steigrohr, Gussteil und Kavität

# 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.

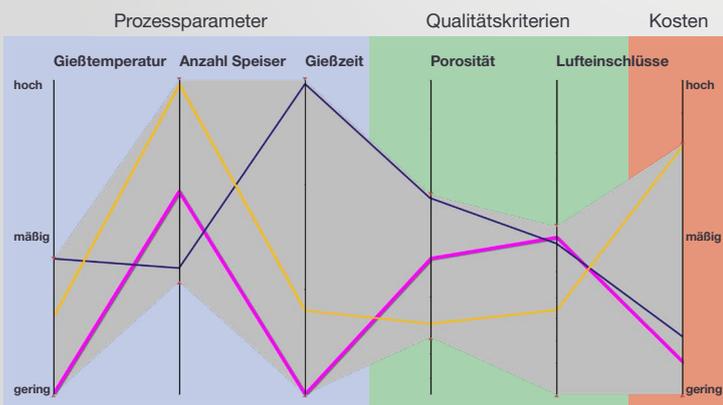
## Optimieren Sie Qualität, Kosten & CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

MAGMA ECONOMICS berechnet und vergleicht Kosten, Energieverbrauch, Materialeinsatz und CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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

