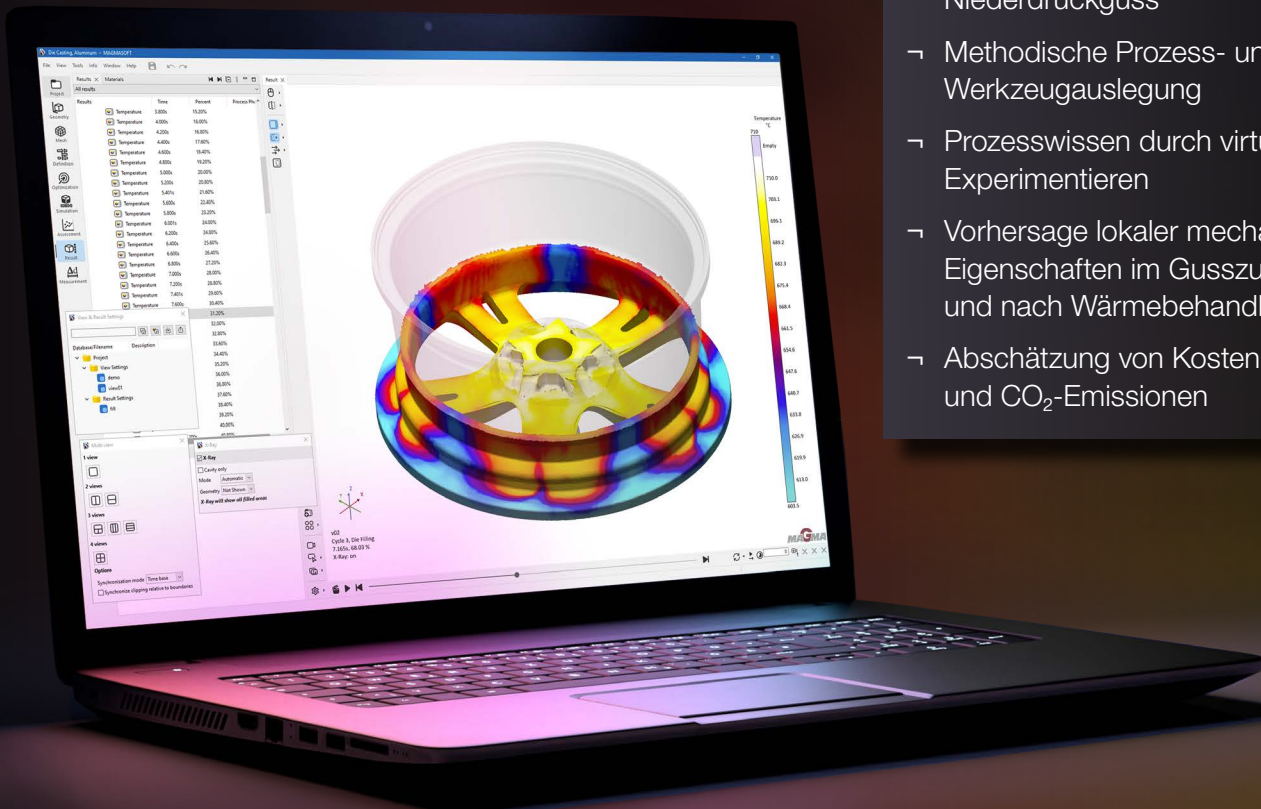


**MAGMA Niederdruckguss**

# Autonomous Engineering



## Niederdruckguss



- Robuste Lösungen im Niederdruckguss
- Methodische Prozess- und Werkzeugauslegung
- Prozesswissen durch virtuelles Experimentieren
- Vorhersage lokaler mechanischer Eigenschaften im Gusszustand und nach 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 Niederdruckguss: 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

Konzeptstadium 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 Niederdruckgussverfahren,
- 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

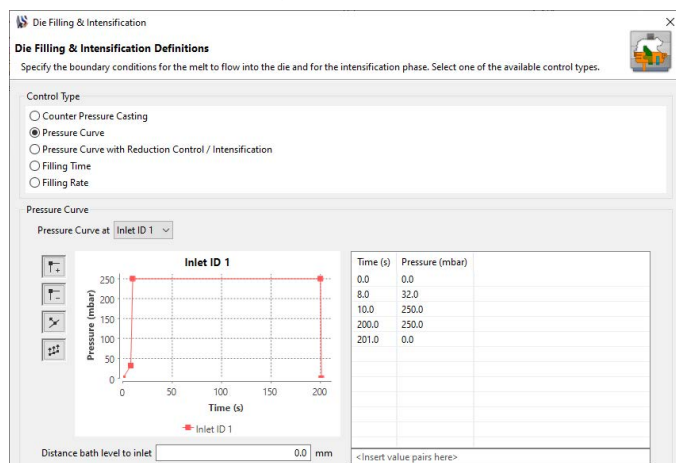
Die Qualität und Wirtschaftlichkeit von Niederdruckguss wird vom Design, den Prozessbedingungen und der Gießpraxis bestimmt. Mit MAGMASOFT® autonomous engineering können Simulationen mit unterschiedlichen Qualitäts- und Kostenzielen durchgeführt und automatisiert bewertet werden. Das Ergebnis ist ein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

MAGMASOFT® für Gießverfahren im Niederdruckguss ermöglicht eine umfassende Simulation und Optimierung des Verfahrens 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 Temperierkanälen.

## Einfaches Modellieren

Intelligente Assistenten und komfortable CAD-Funktionen unterstützen Sie bei der zielgerichteten und effektiven Modellvorbereitung und ermöglichen kurze Reaktionszeiten bei minimalem Aufwand. Die Formfüllung können Sie wahlweise als Druckkurve oder alternativ als Gießzeit oder als Funktion der Gießleistung definieren.

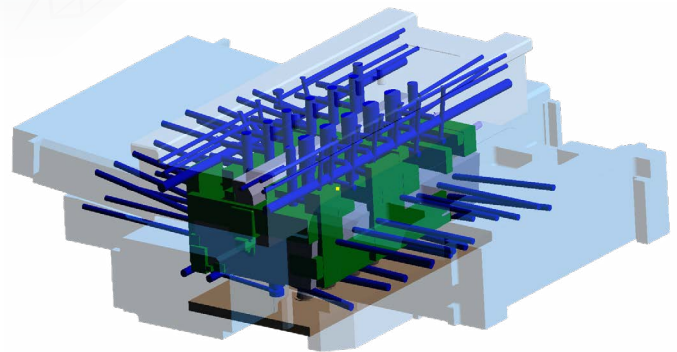
Beim Ermitteln der optimalen Füllrandbedingung hilft Ihnen ein Assistent für die Druckkurve oder wahlweise besteht die Möglichkeit der manuellen Eingabe.



Definition der Füllrandbedingung

## 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 hin zum Zeitverlauf mit Nebenzeiten bis zum Gießbeginn.

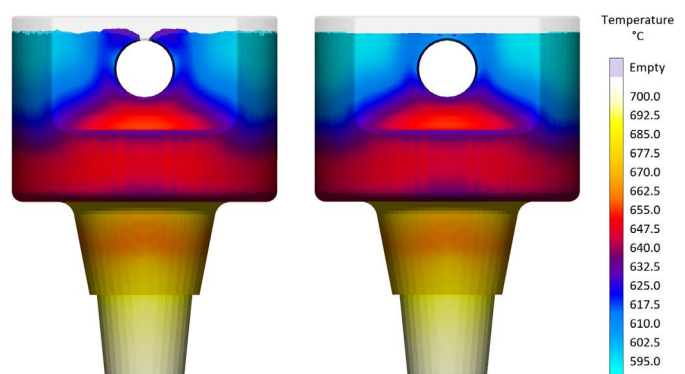


Detailliertes Prozessmodell mit Formhälften, Seitenschiebern, Sandkernen oder Einlegeteilen sowie komplexen Temperierkanälen

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

## Formfüllung und Erstarrung – unter Druck

Die Formfüllung berücksichtigt die Oberflächenspannung, die Entlüftungsbedingungen und den gesamten zeitabhängigen Temperaturhaushalt im Werkzeug. Die Speisung im Gussteil während der Erstarrung erfolgt als Funktion des lokalen metallostatischen Drucks und des definierten Nachdrucks.

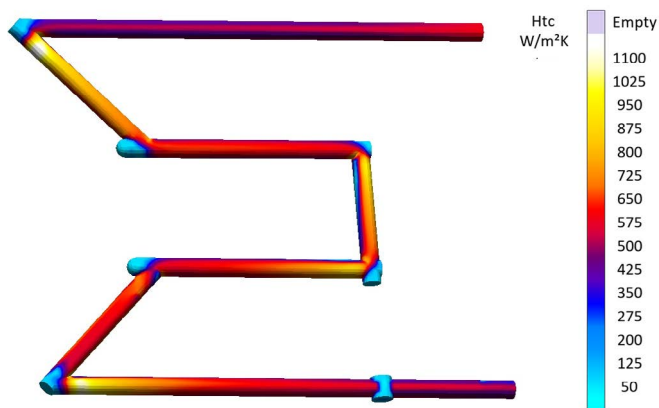


Auswirkungen der Oberflächenspannung auf die Schmelzfront: links aktiviert, rechts deaktiviert

Mehrere Optionen für die Formtemperierung im Niederdruckguss:

- 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





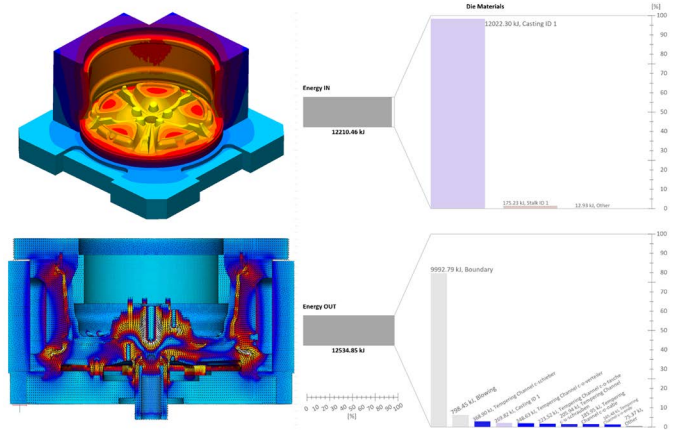
Lokale Wärmeübergangskoeffizienten, berechnet auf Basis der Strömungsbedingungen in Kühlkanälen

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, Werkzeugkühlung und Speisungsdruck liefern das kleinste Porositätsrisiko?
- Wie verhalten sich kritische Werkzeugbereiche im Hinblick auf vorzeitige Schädigung?

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.

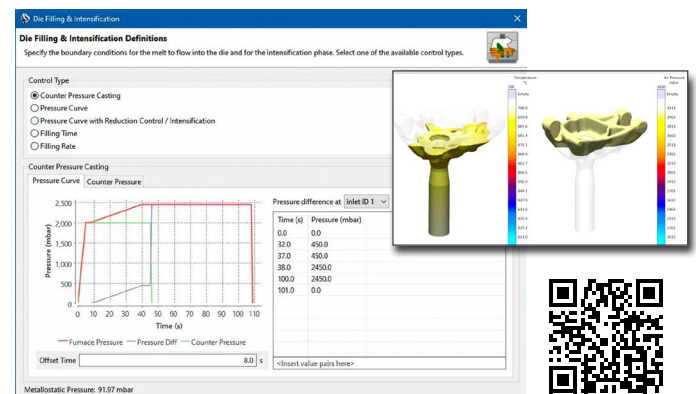
Der visualisierte Energieaustausch zwischen Materialien und Materialgruppen (Energiebilanz) über den ganzen Prozess, einzelne Prozessphasen oder definierte Zeitabschnitte ermöglicht es Ihnen, die Energie- und Kosteneffizienz Ihrer Niederdruckguss-Fertigung zu optimieren.



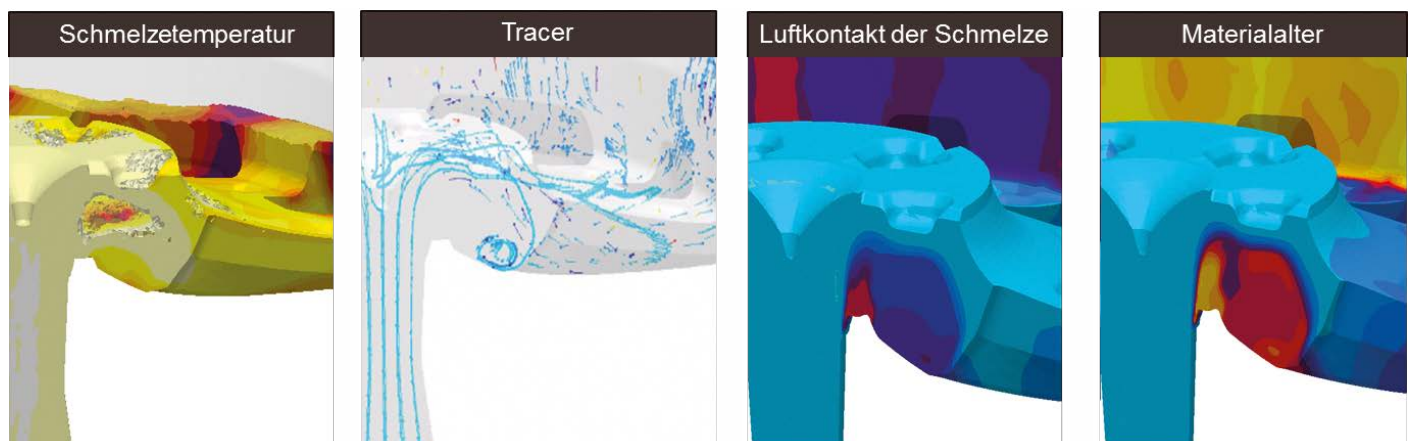
Visualisierung der Energiebilanz über alle Materialien und Prozessphasen – Optimierung der Energie- und Kosteneffizienz im Niederdruckguss

## Sonderverfahren: Gegendruck-Gießverfahren

MAGMASOFT® bietet die Möglichkeit, den Gegendruck-Gießprozess (Counter-Pressure-Casting) abzubilden. Der Unterschied zum klassischen Niederdruckguss-Projekt besteht in der unterschiedlichen Definition der Füllung durch das Setzen eines Gegendrucks:



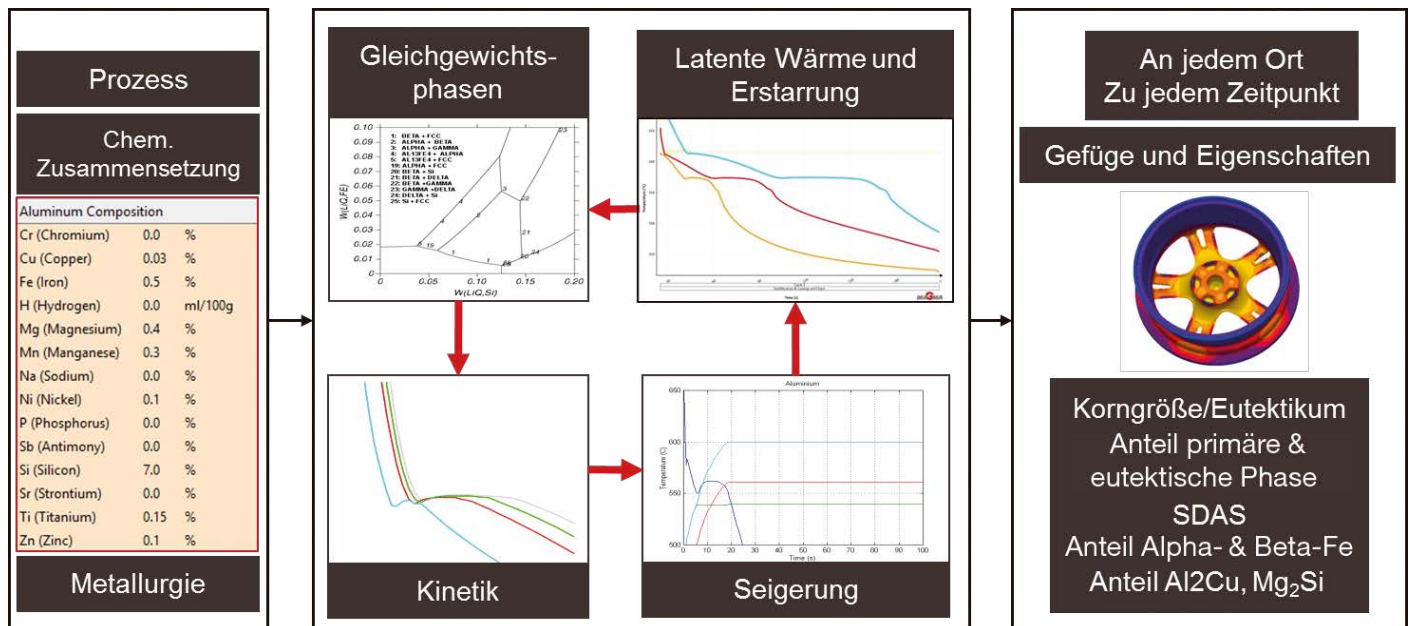
Definition des Gegendruck-Gießprozesses



MAGMASOFT®-Ergebnisse zur Formfüllung und Analyse potenzieller Gussfehler wie Kaltlauf oder Oxideinschlüsse

# Gefügestruktur 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 der Gefügestruktur und der resultierenden lokalen mechanischen Eigenschaften.



Berechnungszyklus zur Vorhersage der lokalen Gefügestruktur und resultierenden mechanischen Eigenschaften

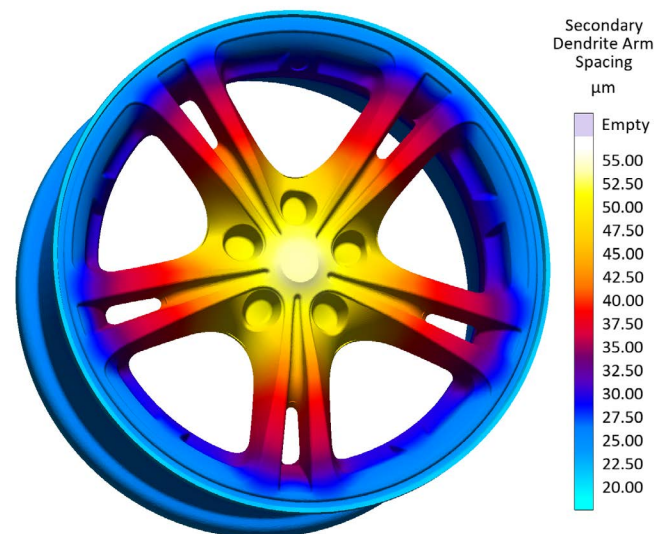
Optimieren Sie die lokalen mechanischen Eigenschaften Ihrer Bauteile beispielsweise hinsichtlich:

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

Die Vorhersage der prozessspezifischen Gefügestruktur 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 nach einer Wärmebehandlung

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



Berechneter lokaler sekundärer Dendritenarmabstand

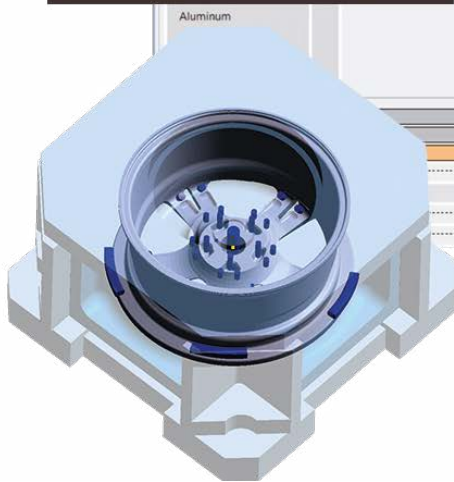
## Eigenspannungen und Verzug

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.



## Niederdruck-Kokillenguss



## Niederdruck-Sandguss

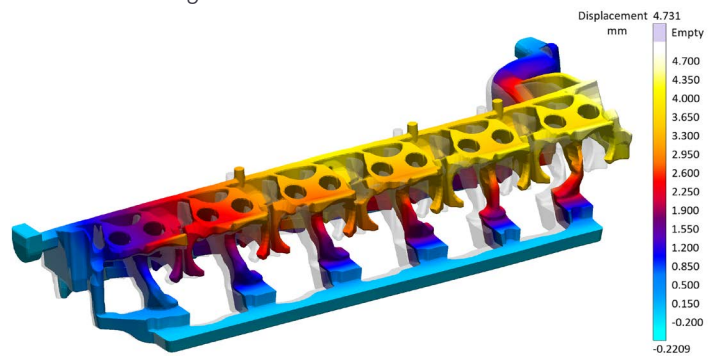


Intuitive verfahrensspezifische Prozessschaubilder für Niederdruck-Kokillen- und Sandguss

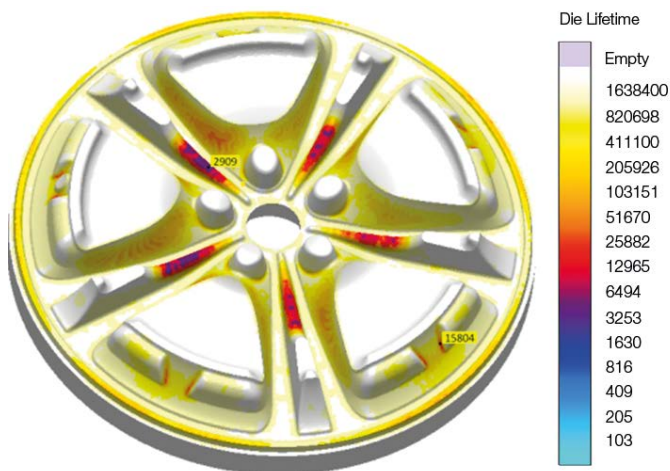
Als Folge des Temperaturfeldes im Werkzeug und des individuellen Erstarrungsverlaufs ergibt sich eine lokale Eigenspannungsverteilung im Gussbauteil.

Analysieren Sie das Risikopotenzial von Warm- und Kaltrissen in Abhängigkeit der Ausformzeit oder Robustheit einer Werkzeugkühlung. Bewerten Sie den Verzug des Gussteils oder die lokale Lebensdauer kritischer Werkzeugbereiche.

MAGMASOFT® ermöglicht die Vorhersage der lokalen Deformation von Sandkernen.



Deformation von Sandkernen, 2,25-fach überhöht dargestellt



Lokale Formlebensdauer im Hinblick auf die thermo-mechanische Belastung

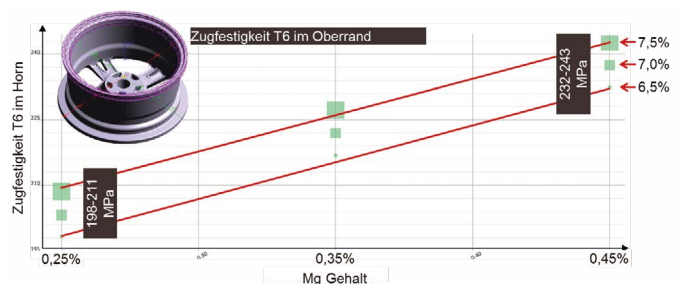
Bei der Verzugsberechnung werden die Kernlagerung, die während der Formfüllung wirkenden Strömungs- und Auftriebskräfte sowie die Schwindungskräfte bei der Erstarrung und die zeit- und temperaturabhängigen mechanischen Eigenschaften des Sandkerns berücksichtigt.

## Der robuste Prozess

Mit den integrierten Möglichkeiten zum automatisierten virtuellen Experimentieren hilft MAGMASOFT® bei der Auslegung, Bewertung und effizienten Gestaltung Ihrer Wärmebehandlungsprozesse.

Wirtschaftlichkeit erhöhen und Ressourcen schonen – optimieren Sie den Lösungsglüh- und Abschreckprozess hinsichtlich robuster mechanischer Bauteileigenschaften und minimalen Verzugs. Ersetzen Sie zeitaufwändiges und kostenintensives Ausprobieren bei der Gestellauslegung durch systematische virtuelle Optimierung.

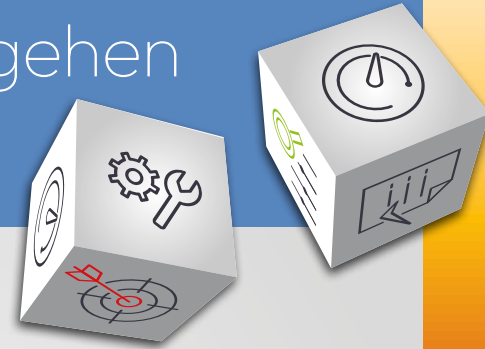
MAGMASOFT® autonomous engineering zeigt Ihnen das Prozessfenster der lokalen Mikrostruktur und resultierende mechanische Eigenschaften. Robustheit generiert Wirtschaftlichkeit – von Ihrer ersten Designidee bis zum sicheren Produktanlauf!



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

# Effizient und mit Methodik vorgehen

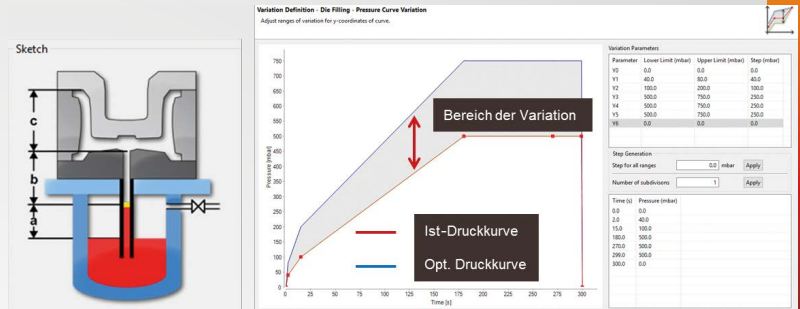
Sie haben keine Zeit! Nutzen Sie alle Möglichkeiten des umfassenden Werkzeugkastens von MAGMASOFT® methodisch und effizient. Das ist entscheidend, damit Sie Ihre Ziele erreichen.



## Intuitive Prozesssteuerung

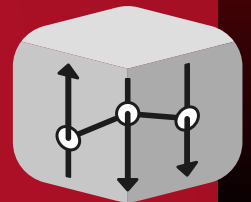
Intelligente Assistenten unterstützen Sie bei der Abschätzung der Druckbedingungen für Füllung von Steigrohr, Gussteil und Kavität.

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.

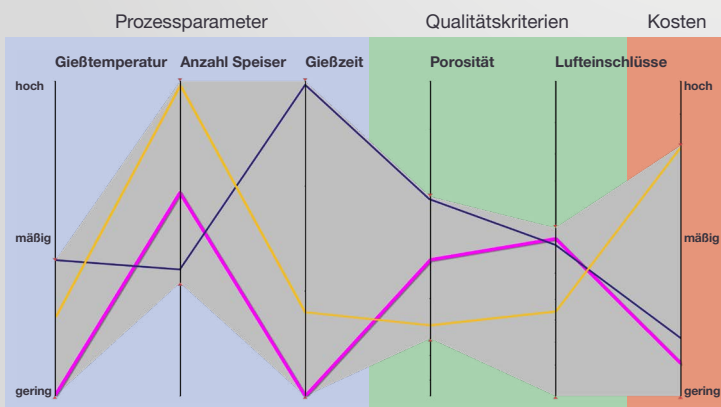
## Optimieren Sie Qualität, Kosten & CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

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 Nachbearbeitungsschritten.

## 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

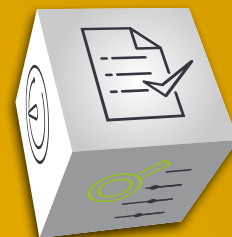


Das Parallelkoordinatendiagramm als bewährtes, interaktives Werkzeug zur Analyse von Prozessvariationen und Qualitätsmerkmalen wird durch MAGMA ECONOMICS um unternehmerische Merkmale wie Kosten, Energie-/Ressourceneinsatz und Nachhaltigkeit erweitert.

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.

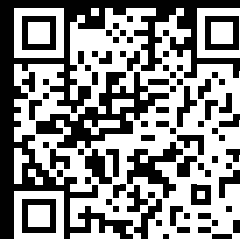
## MAGMAengineering

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:



**MAGMASOFT®**