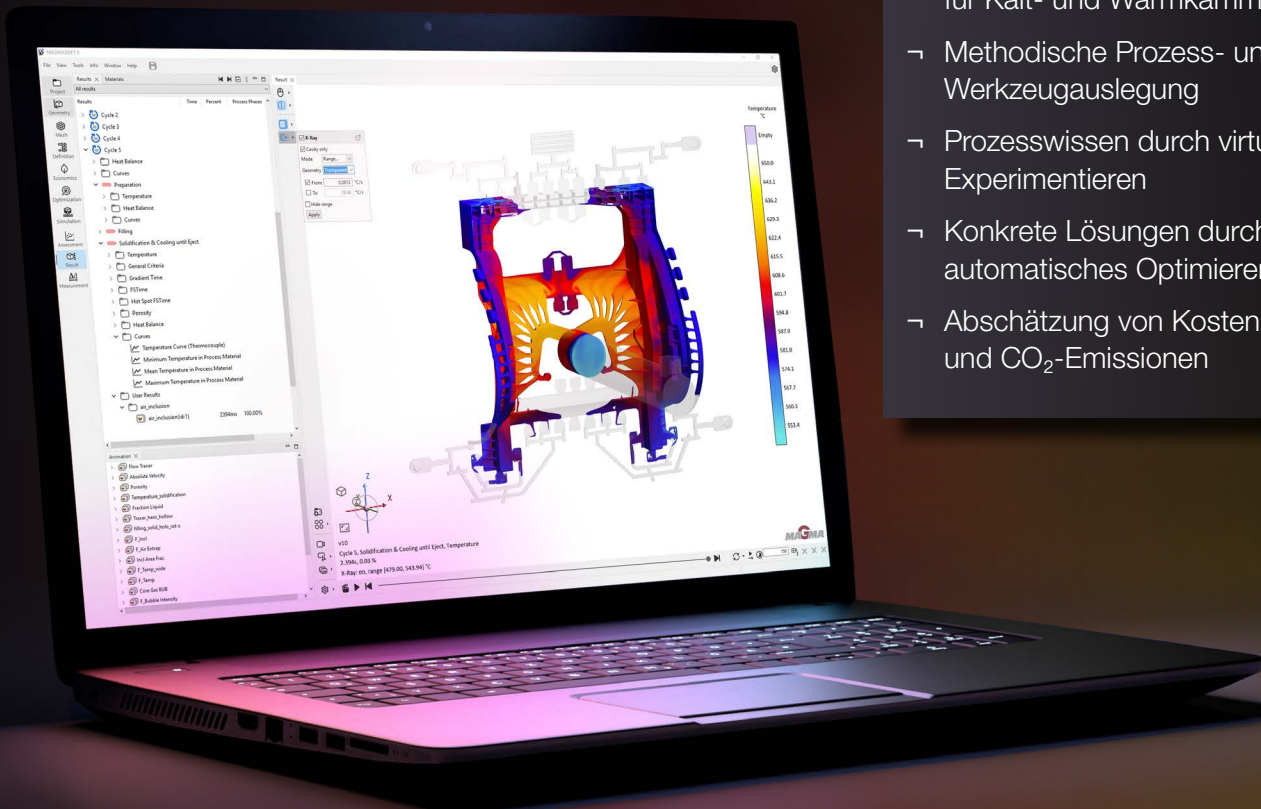


**MAGMA HPDC**

# Autonomous Engineering



## Druckguss



- Robuste Lösungen im Druckguss für Kalt- und Warmkammer
- Methodische Prozess- und Werkzeugauslegung
- Prozesswissen durch virtuelles Experimentieren
- Konkrete Lösungen durch automatisches Optimieren
- Abschätzung von Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen

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

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

MAGMASOFT® ist das umfassende und leistungsfähige Simulationswerkzeug zur Auslegung und Verbesserung der Gussteilqualität, der Werkzeugauslegung und robuster Prozessbedingungen bei optimaler Wirtschaftlichkeit. Im Mittelpunkt stehen hierbei immer 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 vollautomatisierte Entscheidungsfindung für Ihre Gießtechnik und die Fertigungsbedingungen.

Mit Autonomous Engineering können Sie gleichzeitig unterschiedliche Qualitäts- und Kostenziele verfolgen. Dies gilt für die Absicherung von Gussteilqualität und Prozess, vom Konzeptstadium bis hin zur finalen Auslegung des Werkzeugs und

der kontinuierlichen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit in der Serienfertigung.

#### MAGMASOFT® autonomous engineering

- unterstützt Sie bei der umfassenden Vorhersage aller Prozessschritte im Kalt- und Warmkammer-Druckguss,
- bietet Ihnen ein virtuelles Versuchsfeld zur Verminderung von Bauteildefekten,
- ermöglicht Ihnen schnelle Entscheidungen und spart damit Zeit bei allen Beteiligten,
- erlaubt proaktives Qualitätsmanagement durch das Verständnis von Prozessschwankungen,
- verbessert 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 und kostengünstiger Fertigungsbedingungen.

# Ziele setzen, Variablen definieren, Qualitätskriterien festlegen

Druckguss verlangt heutzutage maximale Robustheit und Wirtschaftlichkeit bereits von der ersten Bemusterung an. 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.

## Prozessvorbereitung

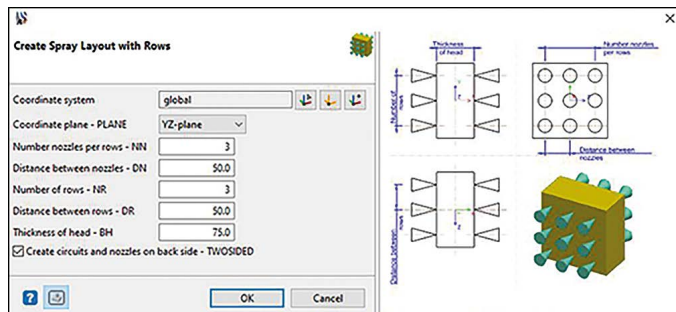
Untersuchen Sie den Einfluss des Sprühens auf die Gussteilqualität, den Verzug von Bauteil und Formteilen oder die Werkzeuglebensdauer zu jedem Zeitpunkt des Entwicklungsprozesses.

Drei Szenarien zum Sprühprozess begleiten Sie in der effizienten Werkzeug- und Prozessentwicklung.

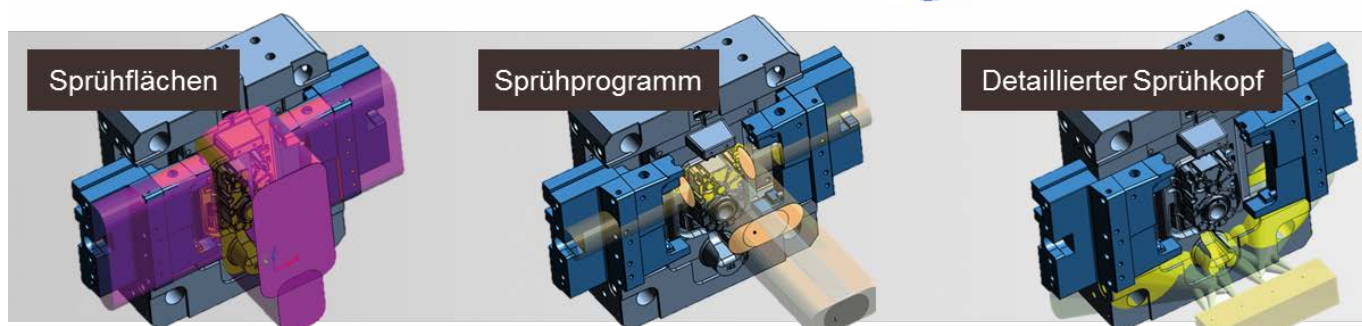
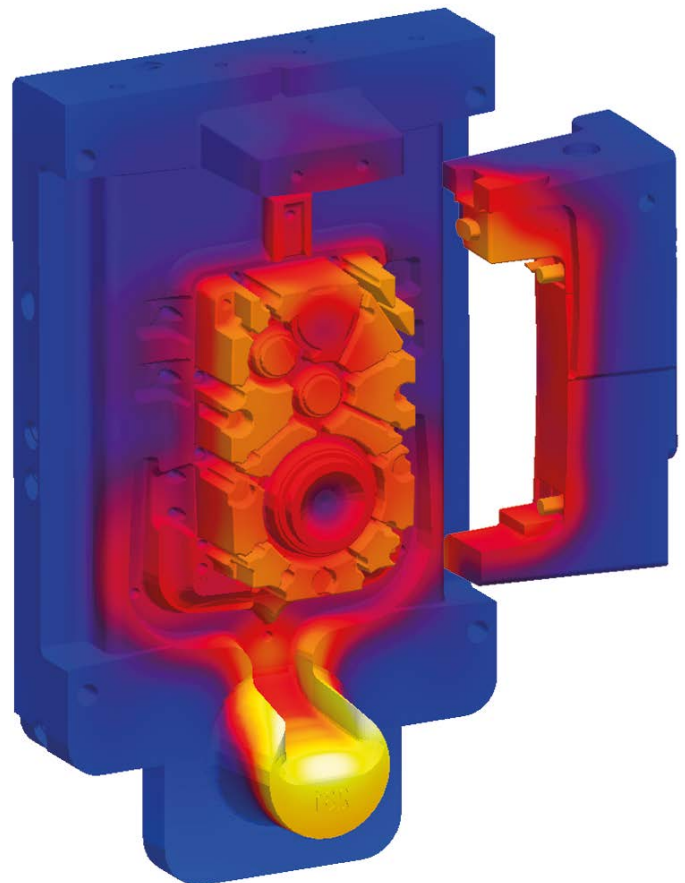
- in der frühen Produktoptimierung mit einem vereinfachten Wärmeentzug auf der Kavität
- während der konkreten Prozess- und Werkzeugauslegung mit beliebigen statischen oder beweglichen Sprühflächen
- bis zur realitätsgetreuen Abbildung des Sprühkopfes mit Kreisen, Düsen und dem Bewegungsablauf zur detaillierten Beurteilung der Benetzung einzelner Werkzeugoberflächen

## Einfaches Modellieren

Intelligente Assistenten und komfortable CAD-Funktionen unterstützen Sie bei der zielgerichteten und effektiven Modellvorbereitung und ermöglichen kurze Reaktionszeiten bei minimalem Aufwand.



MAGMASOFT® ermöglicht die Erzeugung eigener parametrischer Geometrien, bietet eine umfangreiche Geometriedatenbank und erlaubt eine einfache Segmentierung komplexer CAD-Modelldaten mittels der 'Cutting Knife'-Funktion.



Simulation des Sprühprozesses in unterschiedlichen Detaillierungsgraden für die Entwicklungsphasen

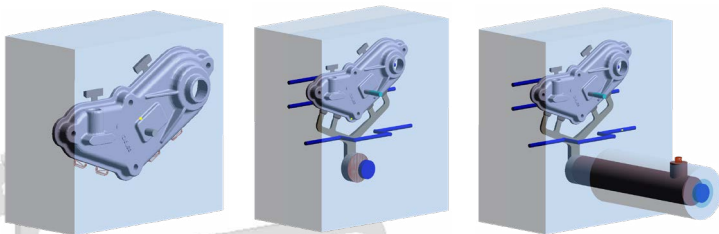


# Auslegung der Gießtechnik

Intelligente Assistenten unterstützen Sie bei der Berechnung, Vorauslegung und Optimierung von Maschinenparametern und Schusskurven für Kalt- und Warmkammer-Druckguss.

Zudem haben Sie je nach Detaillierungsgrad Ihres Modells drei unterschiedliche Möglichkeiten, die Füllrandbedingungen zu definieren:

- Frühe Konzeptphase: Bestimmen Sie mit Hilfe von virtuellen Anschnitten die optimalen Anschnittspositionen, ohne das Gießsystem auszukonstruieren
- Mittlerer Detaillierungsgrad: Simulieren Sie das Gießsystem inklusive Pressrest und Schusskurve.
- Höchster Detaillierungsgrad: Vollständige Abbildung der Gießkammer des Schussaggregats möglich



Detaillierungsgrade der Füllrandbedingungen: Konzept mit virtuellen Anschnitten, Gießsystem, Pressrest und vollständige Abbildung inkl. Gießkammer

Die Simulation des Dosierprozesses in die Gießkammer und die Abbildung des Schussprofils mit Kolbenbewegung sind der Startpunkt der Formfüllung. Erzeugen Sie die Gießkammer als CAD-Import oder parametrisches Modell in MAGMASOFT®.

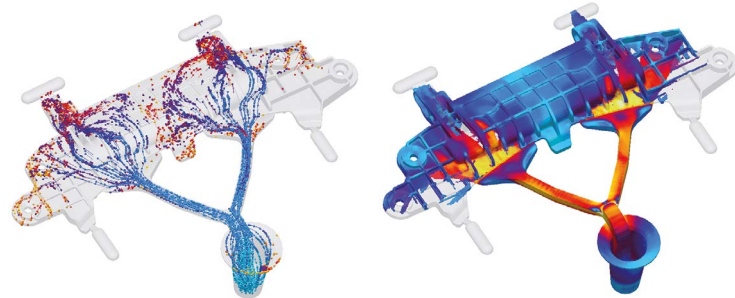
Analysieren Sie das System aus Geometrie der Gießkammer, Dosierung, Abstehtzeiten, Kolbengeschwindigkeiten und Umschaltpunkten systematisch.

Bewerten und optimieren Sie Fragestellungen wie:

- Wie wirkt sich der Temperaturverlust der Schmelze auf das Kaltlauf- und Oxidrisiko im Bauteil aus?
- Was passiert mit Luft in der Gießkammer?
- Wie verzieht sich die Gießkammer?

Simulieren Sie die Formfüllung des Gussteils unter Berücksichtigung des gesamten Temperaturhaushaltes in der Form, der Entlüftungsbedingungen sowie der verfügbaren Maschinenleistung (PQ<sup>2</sup>-Diagramm).

Mit den MAGMASOFT®-Ergebnissen legen Sie robuste und ressourceneffiziente Gießsysteme aus.

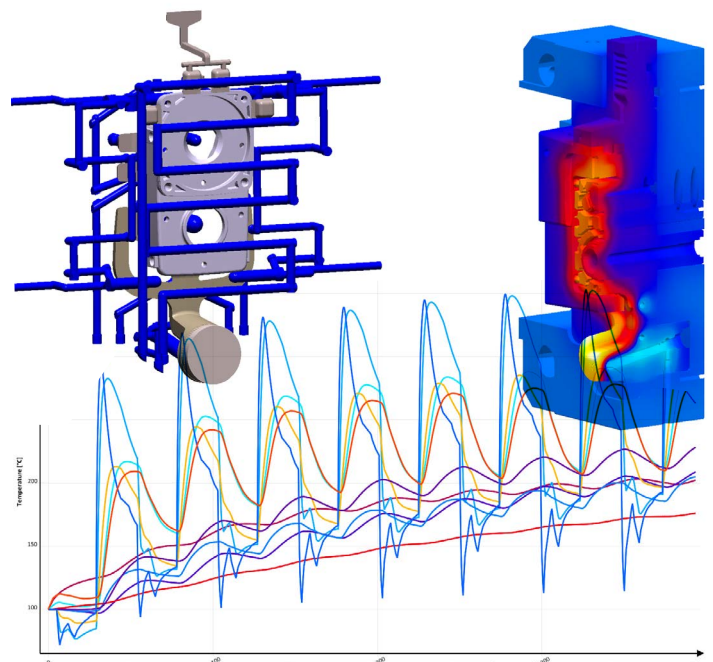


Visualisierung der Formfüllung: Tracer und Strömungsgeschwindigkeiten

Optimieren Sie die Bauteilqualität hinsichtlich Kaltlafrisiko oder Gaseinschlüssen und Porosität mit Hilfe automatisierter Parameterstudien, angefangen von der Variation der Kolbengeschwindigkeit bis zur Intensität der zeit- und druckabhängigen Speisung in der Nachdruckphase.

Vakuum oder lokale Speisung durch Squeezen können ebenfalls als Variablen zur Optimierung genutzt werden.

Nutzen Sie je nach Entwicklungsphase angepasste Szenarien zur Abbildung der thermischen Randbedingungen in der Form. Verwenden Sie die umfangreiche MAGMASOFT®-Geometriedatenbank zur schnellen Definition vereinfachter Temperierungen.

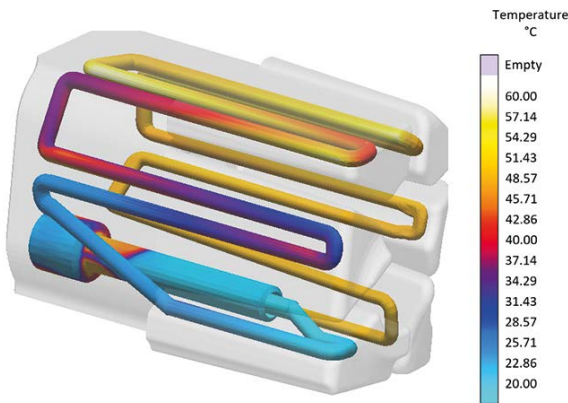


Realistische Abbildung des Temperaturhaushaltes im Werkzeug

Simulation der Dosierphase in der Gießkammer

# Werkzeug- und Prozessentwicklung

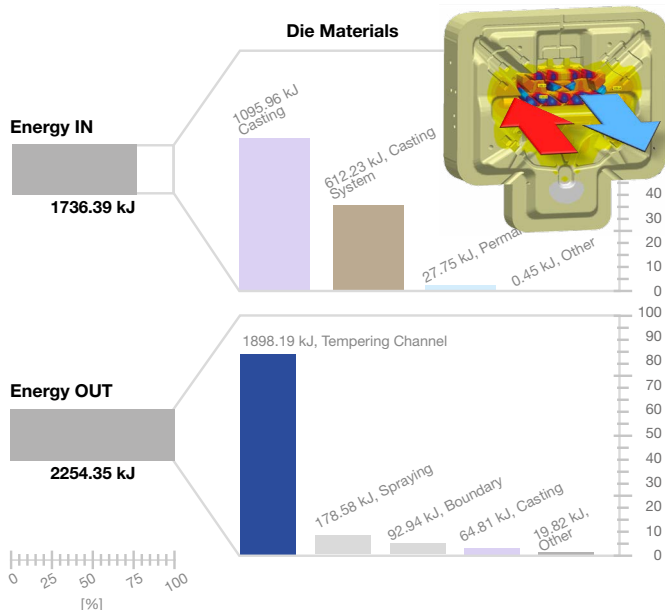
Die lokalen thermischen Bedingungen im Werkzeug beeinflussen den Erstarrungsverlauf des Gussteils. Analysieren Sie im Detail die lokale Kühlleistung der Werkzeugtemperierung für beliebige Geometrien (Kühlkanäle, Punkt- und konturnahe Kühlungen) unter Berücksichtigung des Ein-/Auslaufs, Mediums, der Temperaturen und Durchflussraten.



Strömung durch Kühlkanäle und lokale Temperierleistung

Nutzen Sie die automatisierte Variation der Geometrie, Lage und Prozesseinstellungen von Werkzeugtemperierungen zur Verbesserung der Gussteilqualität, Reduzierung der Zykluszeit, Optimierung der Energiebilanz einzelner Kühlungen oder des Gesamtsystems sowie zur Verminderung von Werkzeugbelastungen.

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



Detaillierte Visualisierung der Energiebilanz für jeden Prozessschritt und Werkzeugbestandteil

Bewerten Sie Qualitätsmerkmale wie Makro- und Mikroporosität, porenfreie Randschicht (Speckschicht) oder Klebneigung unter Berücksichtigung des zyklischen Temperaturprofils.



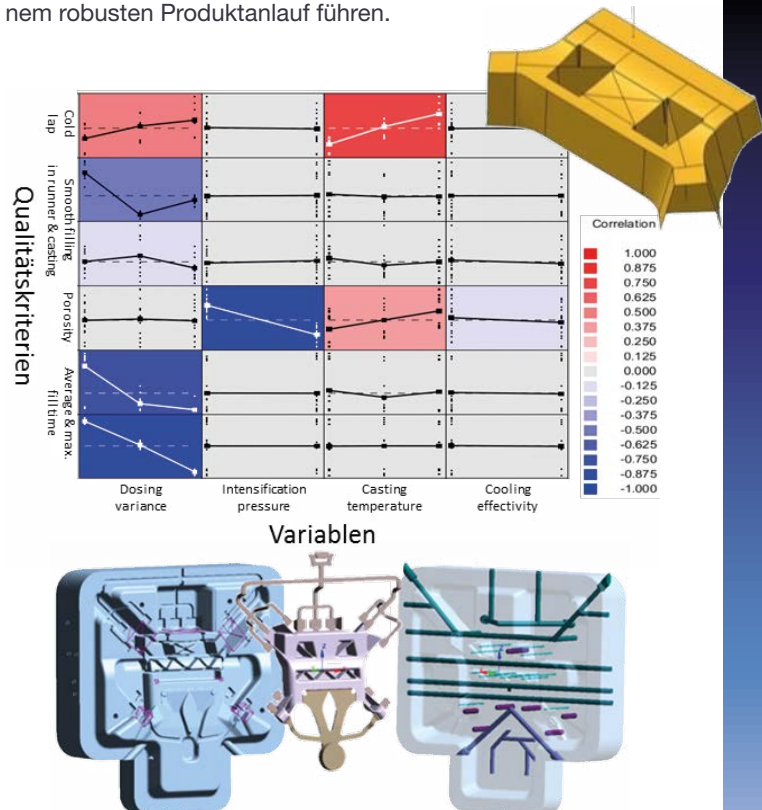
Vorhersage kritischer Werkzeugbereiche und deren Lebensdauer

Nutzen Sie die in MAGMASOFT® integrierte parametrische Geometrievariation von Gussteil oder Werkzeug für die Minimierung von Formverschleiß durch Erosion und Kavitation.

## Der robuste Prozess

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

MAGMASOFT® autonomous engineering zeigt Ihnen die kritischen Prozessparameter, die von der ersten Designidee zu einem robusten Produktanlauf führen.

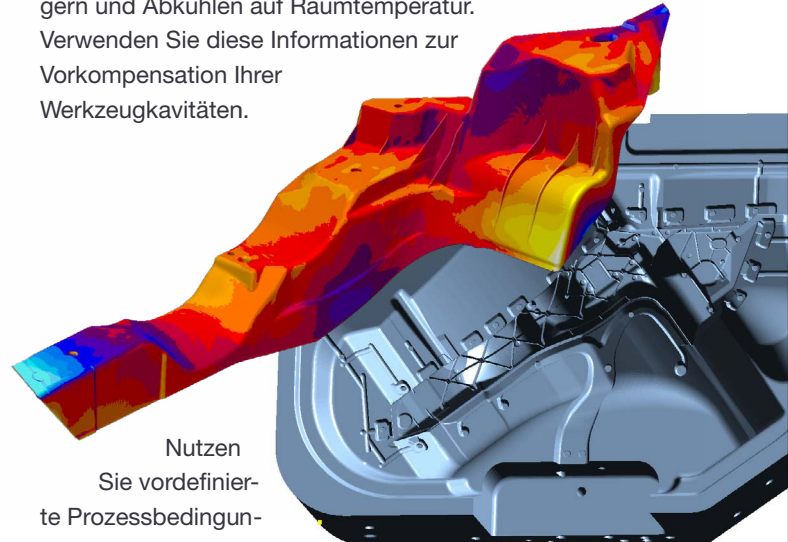


Die Haupteffektmatrix visualisiert relevante Einflussgrößen auf die Bauteilqualität – virtuell erzeugtes Prozesswissen auf einen Blick, lange bevor der erste Prototyp gegossen ist



## Wärmebehandlung

Die detaillierte Simulation der Wärmebehandlung ist nahtlos in die virtuelle Prozesskette im Druckguss integriert. Bewerten Sie die lokalen thermischen Eigenspannungen und den Bauteilverzug. Berücksichtigen Sie alle Prozessschritte vom Aufheizen über das Lösungsglühen, Abschrecken bis zum Auslagern und Abkühlen auf Raumtemperatur. Verwenden Sie diese Informationen zur Vorkompensation Ihrer Werkzeugkavitäten.



Nutzen

Sie vordefinierte Prozessbedingungen und gängige Abschreckmedien zur Optimierung der bauteilspezifischen Aufheizsequenz, der idealen Lösungsglühzeit und -temperatur sowie des Abschreckverhaltens.

Während des Lösungsglühens und Auslagerns wird der Eigenspannungsabbau durch Kriechen ebenso berücksichtigt wie der Bauteilverzug durch die Schwerkraft.

Bewerten Sie auch die erweiterte Prozesskette nach der Wärmebehandlung, wie den Verzug durch Spannungsumlagerung im Bauteil aufgrund von mechanischer Bearbeitung. Konstruieren Sie hierdurch robuste Wärmebehandlungsgestelle, lange bevor erste Gussteile gefertigt sind!

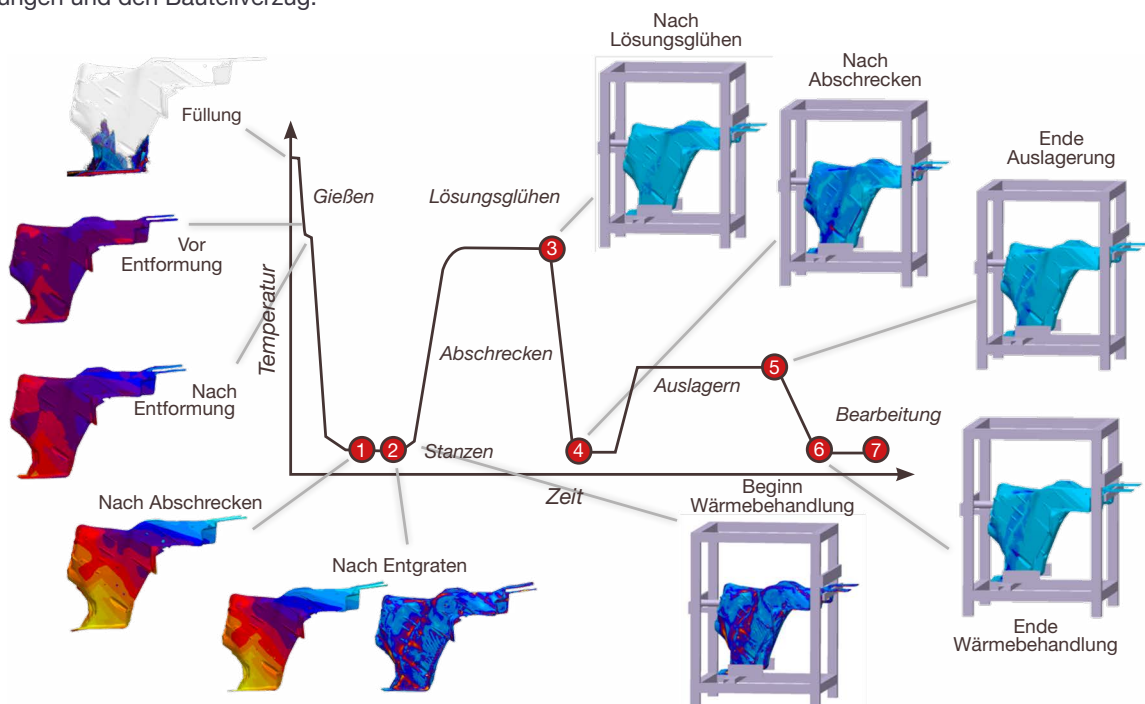
Von-Mises-Spannungen und resultierender Kraftverlauf der Auswerfer während der Entformung

## Entformung

Berechnen Sie die Auswerferkräfte über die Entformungszeit unter Berücksichtigung lokaler Kontaktdrücke zwischen Guss- teil und Formwerkzeug. Analysieren Sie die Ausformkräfte in Abhängigkeit der Formschräge sowie der Startzeit und Dauer der Entformung.

Optimieren Sie die Anzahl und Lage der Auswerferstifte oder minimieren Sie die Deformation des Bauteils bei der Entformung.

Verbessern Sie die nachfolgende Prozesskette im Hinblick auf Eigenspannungen und den Bauteilverzug.



Berücksichtigung der gesamten Prozesskette auf die Teilequalität

# 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 des Druckgießzyklus: angefangen bei Sprüh-, Einlege- und Dosierzeiten über die Öffnungssequenz der Formhälften und Schieber bis hin zu Handlingszeiten beim Entformen und Abschrecken des Bauteils.



## 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.

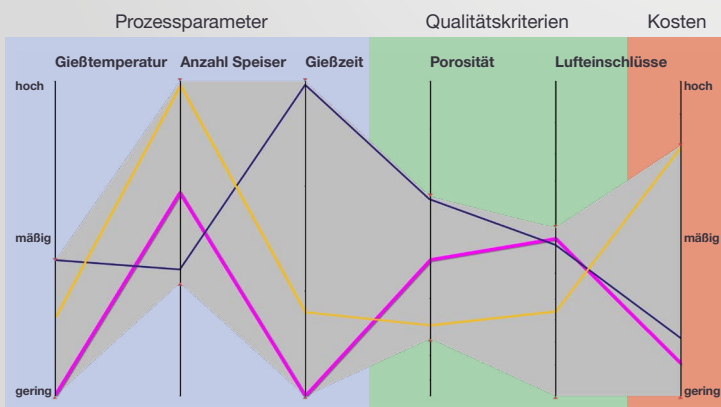
### Optimieren Sie Qualität, Kosten & CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

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

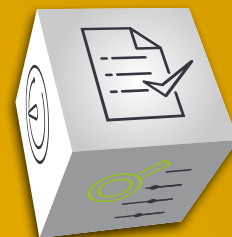


Das Parallelkoordinatendiagramm als bewährtes, interaktives Werkzeug zur Analyse von Prozessvariationen und Qualitätsmerkmalen wird durch MAGMA ECONOMICS um unternehmerische Merkmale wie Kosten, Energie-/Ressourceneinsatz und Nachhaltigkeit erweitert.

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.

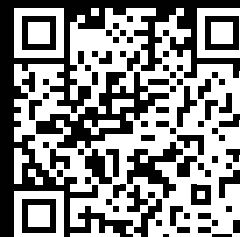
## MAGMAengineering

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:



**MAGMASOFT®**