

Einsatz der Simulationstechniken bei der Kernkastenkonstruktion

Olof Hilger

Die Simulationstechniken sind seit vielen Jahren ein fester Bestandteil der Prozessoptimierung einer Gießerei. Die Simulationsmöglichkeiten beschränken sich seit einiger Zeit nicht nur auf die weit verbreiteten Möglichkeiten der Formfüllung- und Erstarrungssimulation, der Berechnung des Gefüges, der Härteverteilung oder der Analyse der Eigenspannungen und der Schwindung/Verzerrung des Bauteils.

Verschiedenste Softwaretools unterstützen heute übergreifend die Optimierung von einzelnen Prozessen der Gießerei, so auch die hier vorgestellte Kernschieß- und Begasungssimulation.



Wir unterscheiden drei verschiedene Vorgehensweisen beim Einsatz von Simulationstechniken:

- die Optimierung vorhandener Prozesse oder Prozessketten
- bei Neuteilen die Auslegung von Prozessparametern
- die Fehleranalyse vorhandener Produktionsteile

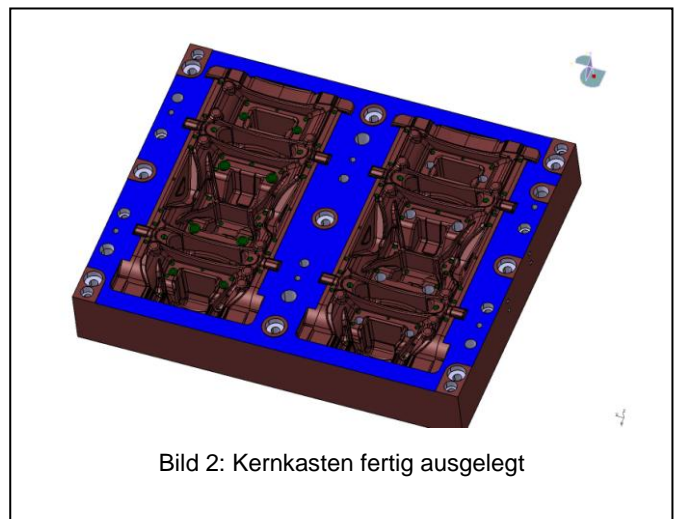
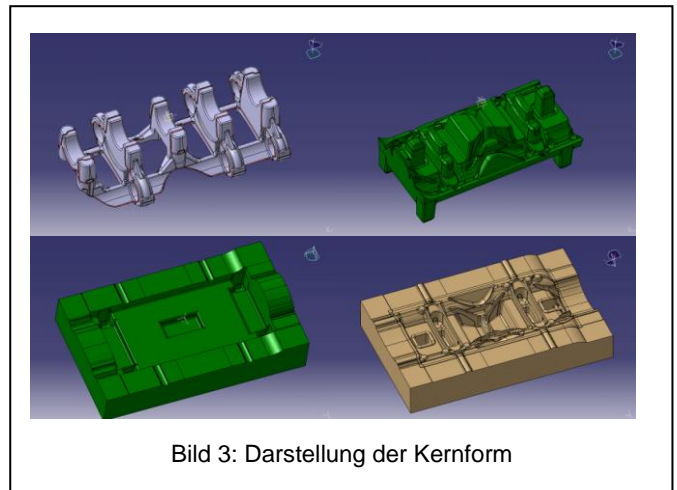
Die Zielsetzung aller dieser Vorgehensweisen ist ein optimales Bauteil in einem prozessoptimierten Verfahren zu erhalten.

Am Beispiel eines Lagergehäusekerns wird hier die Simulation des Kernschieß- und Begasungsprozesses für die Auslegung der Entlüftung eines COLD-BOX-KERNS eines Neuteiles vorgestellt.

Der Anspruch für diesen Simulationsprozess stellt sich folgendermaßen dar:

- qualitativ hochwertige Kerne in einer optimierten Taktzeit zu produzieren
- eine Einsparung von Energie und Ressourcen zu erhalten

- die Umwelt geringstmöglich zu belasten
- eine möglichst schnelle und verschleißarme Füllung des Kernkastens zu erreichen

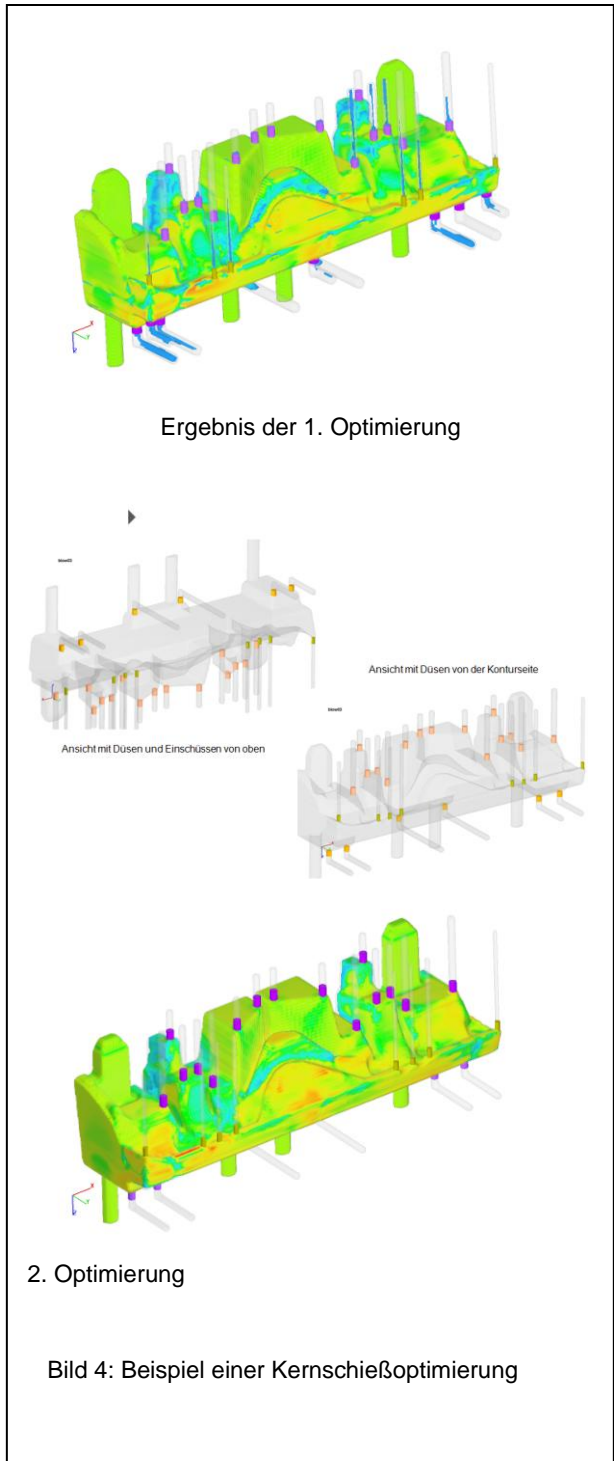
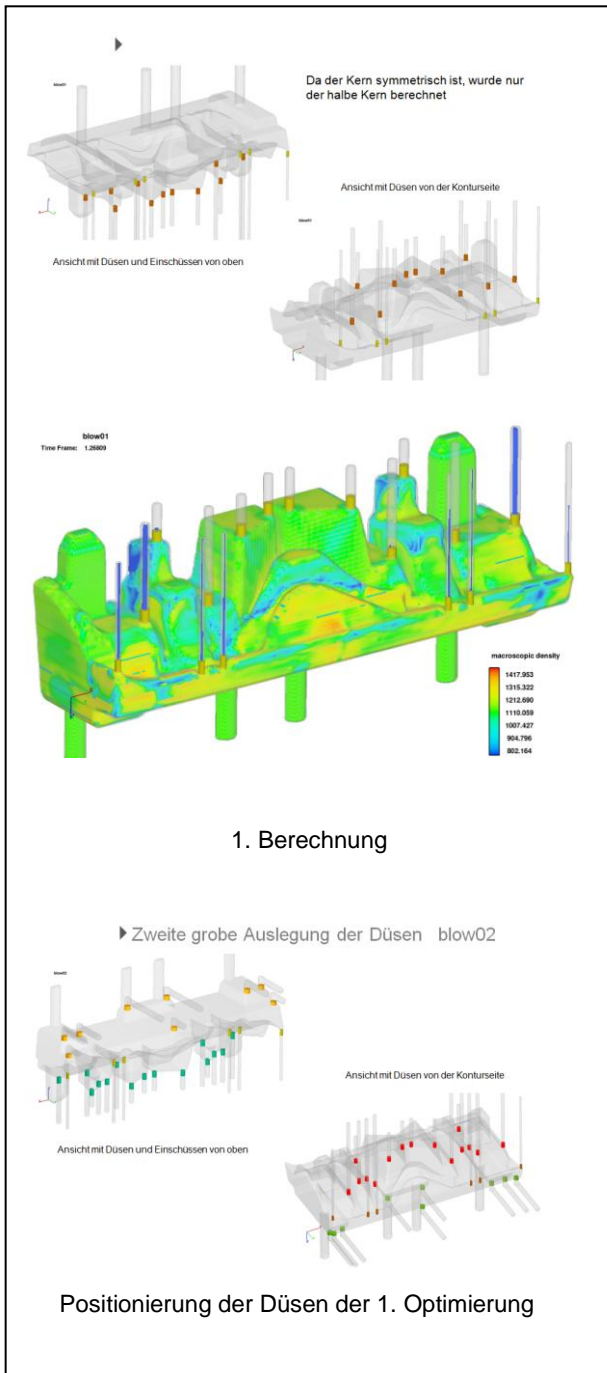


Für das aktuelle Beispiel des Lagergehäusekerns waren die Konstruktionsarbeiten komplett beendet und nach Freigabe durch den Kunden konnten die Simulationsarbeiten und auch die Fertigung beider Kernkästen beginnen. Um einen optimalen Ablauf in der Fertigung zu erreichen, sollten die optimierten Ergebnisse der Kernschieß- und Begasungssimulationen vor dem Ende der Fräsbearbeitung der Fertigung zur Verfügung gestellt werden. Somit könnten dann die Düsenbohrungen auf der CNC – Fräsmaschine direkt gebohrt und auch die Düsen bei Bedarf Kontur gefräst werden. Nach Beendigung der maschinellen Bearbeitung sollte anschließend sofort mit der Montage der Kernkästen begonnen werden.

Vorgehensweise für die Auslegung der Kernkastenbedüsung:

Kernschießberechnung

Bei der ersten Kernschießberechnung erhält die Kerngeometrie nur eine minimale, vom Anwender festgelegte und positionierte Anzahl von Düsen. Diese sollen die Füllung des Kernkastens erlauben und auch das Füllen der Eckbereiche sicherstellen. Eine Analyse dieser Kernschießsimulation erlaubt es dann weitere Entlüftungsdüsen gezielt dort zu platzieren, wo sich Lufteinschlüsse bilden um diese dann abzuführen.



Bei einer weiteren Berechnung zeigen sich dann erste Optimierungsergebnisse, die aber bei komplexen Kavitäten sicherlich noch nicht zufrieden stellend sein können.

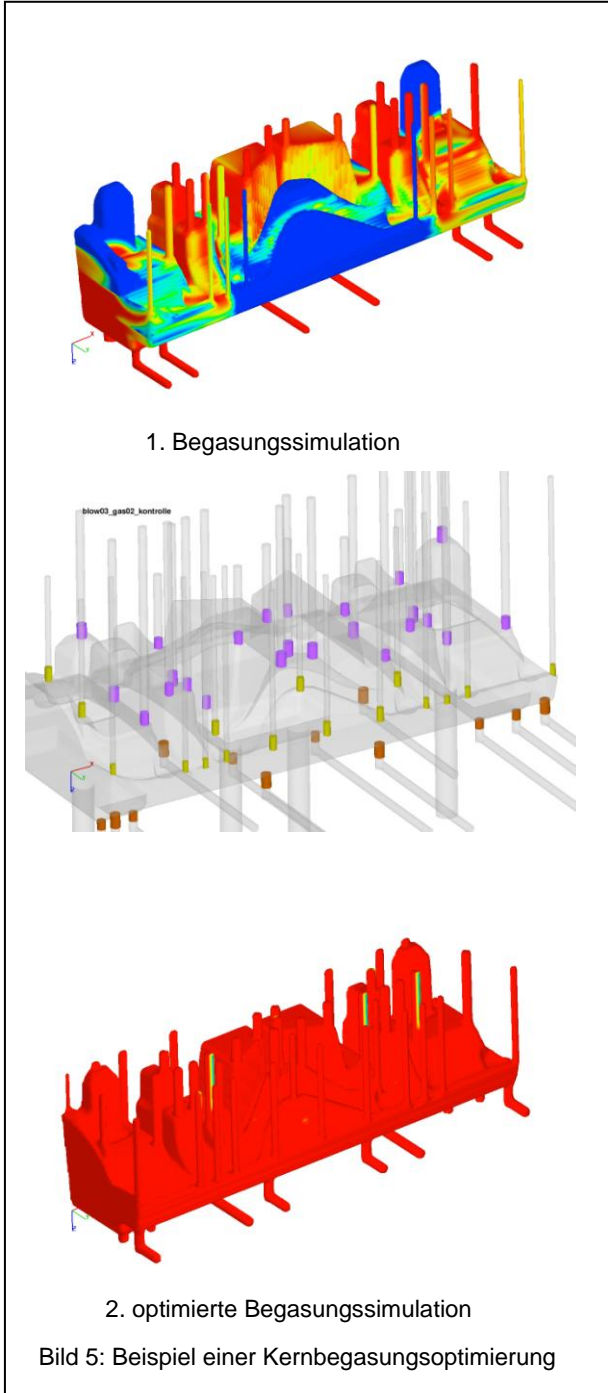
Erfahrungsgemäß benötigt man mindestens 2 Optimierungszyklen um eine gute Kernkastenfüllung zu erhalten.

Begasungsberechnung

Bei der Begasungssimulation, basierend auf der obigen Kernschießsimulation, zeigt es sich sehr oft, dass die für

den Kernschuss benötigten Düsen nicht für eine vollständige und zeitlich angemessene Durchströmung des Gases durch den Kernsand ausreichen.

Auch hier kann man ein bis zwei Optimierungszyklen für ein optimales Ergebnis der Begasungssimulation ansetzen.



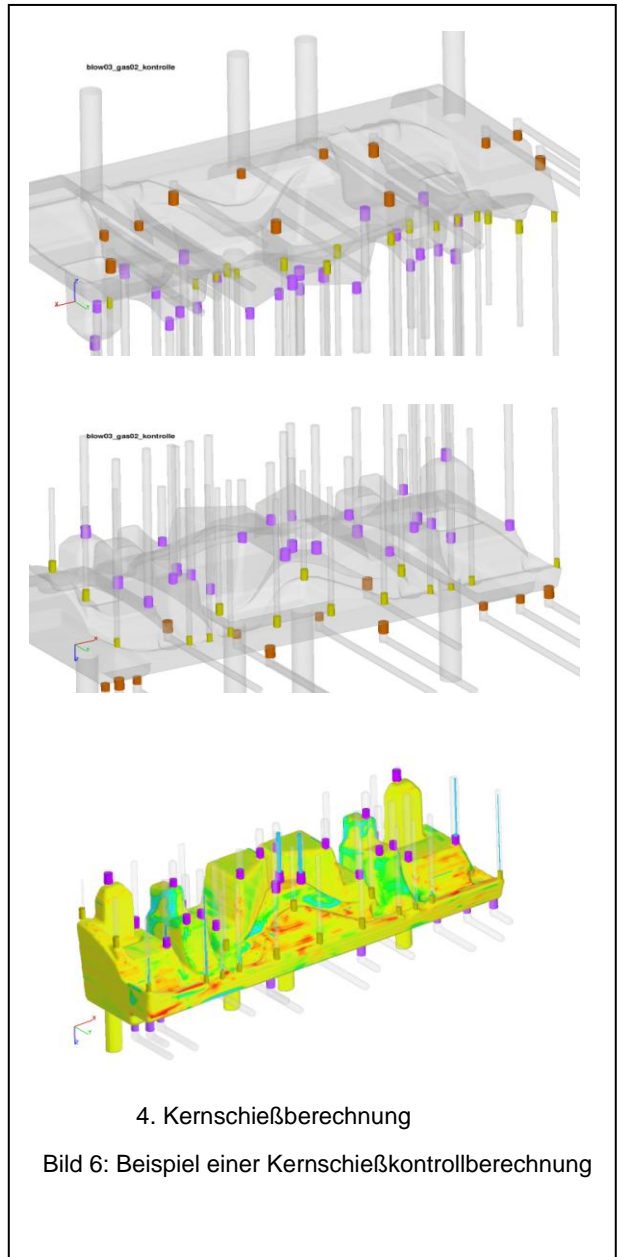
Kontrolle der Kernschießberechnung

Da die, für die Kernkastenfüllung, notwendige Bedüsung nunmehr durch die Bedüsung für den Begasungsprozess ergänzt worden ist, gilt es sicherzustellen, dass der Kernschießprozess hierdurch nicht negativ beeinflusst wird.

Somit wird eine weitere Variante der Kernschießsimulation mit allen für die Herstellung des Kerns notwendigen Entlüftungsdüsen durchgeführt.

Im Bedarfsfall kann so auch ganz gezielt eine Bedüsung des Kernkastens getrennt nach den Anforderungen für den Kernschuss, wie auch für die Kernbegasung definiert werden.

An diesem Beispiel zeigt sich, dass der Kernkasten virtuell gut gefüllt und auch begast wird.



Auf Basis dieses Ergebnisses wurde der Kernkasten ausgelegt und kam im Jahr 2007 auch so zum Einsatz. Die Kerne aus der ersten Fertigung waren direkt für die Produktion geeignet und im Zuge mehrerer Produktionstage wurden nur 2 Düsen ergänzt.

So kann die virtuelle Realität sein.

Abgleich der Simulationsergebnisse

Die Beurteilung der Simulationsergebnisse im Vergleich zu der Realität stellt sich bei der Kernschießberechnung als nicht so einfach und eindeutig dar, wie zum Beispiel bei dem Vergleich der Erstarrungssimulationsergebnisse zum Sägeergebnis, dem Metalcheck oder dem Röntgenbild.

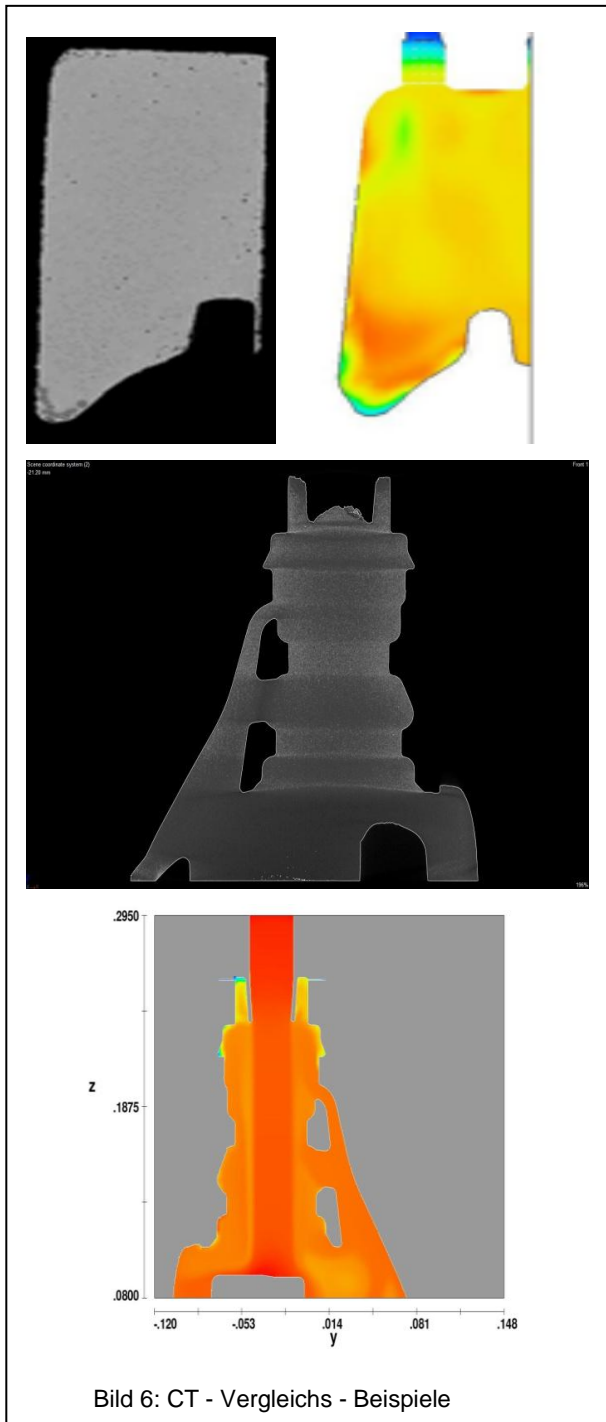


Bild 6: CT - Vergleichs - Beispiele

Hier wird mit Hilfe des CT – Scan – Verfahrens versucht die Simulationsergebnisse der Verteilung der Packungsdichte des Kerns zu verifizieren. Dies ist auf Grund der Einflussfaktoren der Graustufendarstellung der CT-Auswertung nicht einfach.

Diese sind:

- die Wandstärke des Kerns
- die Packungsdichte des Kerns
- nicht rotations symmetrische Konturen ergeben „Absätze“ in der Darstellung

Bei dem Teilbereich des Lagergehäusekerns erkennt man eindeutig den Bereich der Fehlstelle auch im CT Scan, bei dem Hinterachsgehäusekern ist weder bei der Simulation noch beim Scan eine Fehlstelle zu erkennen, hier erkennt man jedoch die „Absätze“ in der Graustufendarstellung.

Gasstoßsimulation

Das ein Kern nicht nur bei seiner Herstellung einer direkten Optimierung bedarf zeigt die Simulation eines Gasstoßes bei der Formfüllung und Erstarrung eines LKW-Hinterachsgehäuse-Kerns. Die gezielte Entlüftung von Kerngasen aus dem Formhohlraum hilft Fehlstellen im Gussstück zu vermeiden.

Die Entstehung der Gase durch den Binderabbau in dick- und dünnwandigen Bereichen, bedingt durch die Hitzeeinwirkung der Schmelze, ist hier zu erkennen. Auch die Gasstromentwicklung, wesentlich beeinflusst durch den metallostatistischen Druck der Schmelze, ist zu beobachten. Wenn der Druck der Schmelze groß ist, strömt das Gas eher durch den Kernbereich, es sei denn, dass der Gasdruck, zum Beispiel auf Grund von partiellen „Inseln“ in der Kernkontur, größer als der Druck der Schmelze ist.

Sobald jedoch zum Beispiel ein Formbereich an den Kern angrenzt, wird das Gas zum Formstoff geleitet. Dies wäre dann der ideale Platz zur Gasentlüftung.

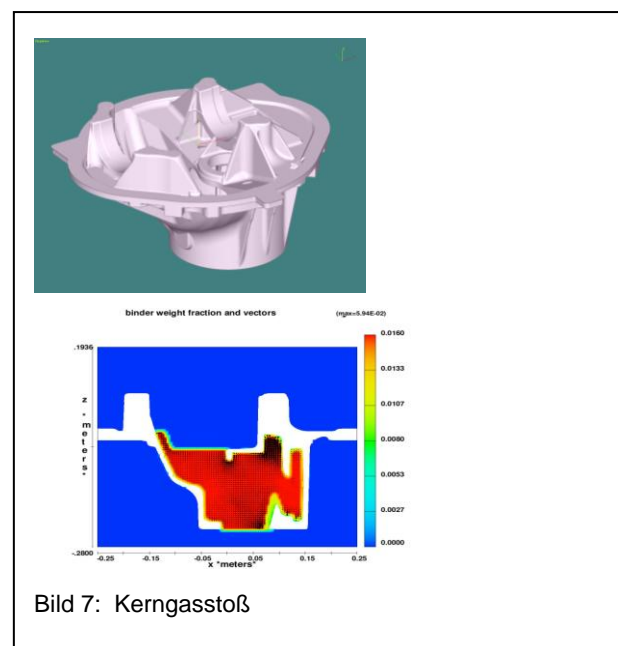


Bild 7: Kerngasstoß

Prozesssimulationenmöglichkeiten

Wie schon eingangs erwähnt gibt es heute eine Vielzahl von Möglichkeiten Prozesse einer Gießerei realitätsnah zu simulieren. Die immer leistungsstärkeren Rechner erlauben hier, größtenteils auch ohne den Einsatz von "Clustern", komplexe und räumlich große Geometrien in einer akzeptablen Zeit zu berechnen.

Hier als Beispiel ein kompletter Kernkasten mit vier Kavitäten, ein Kernkasten mit Schießkopf und der Prozess der Kerntrocknung eines anorganischen Kernes.

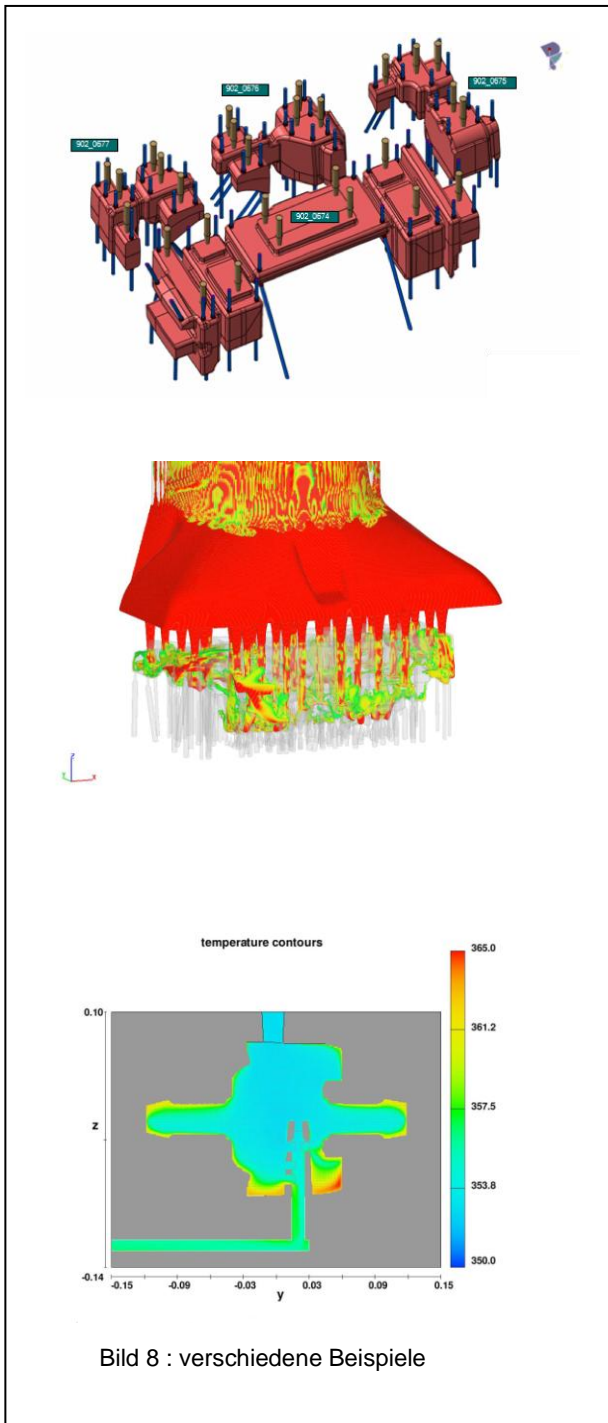


Bild 8 : verschiedene Beispiele

Weitere Beispiele sind hier dargestellt:

- das Fallen von versandfertigen Kurbelwellen in einen Behälter
- das Fallen von Ausschussteilen in den Ofen
- das Einschmelzen der Ausschussteile im Ofen

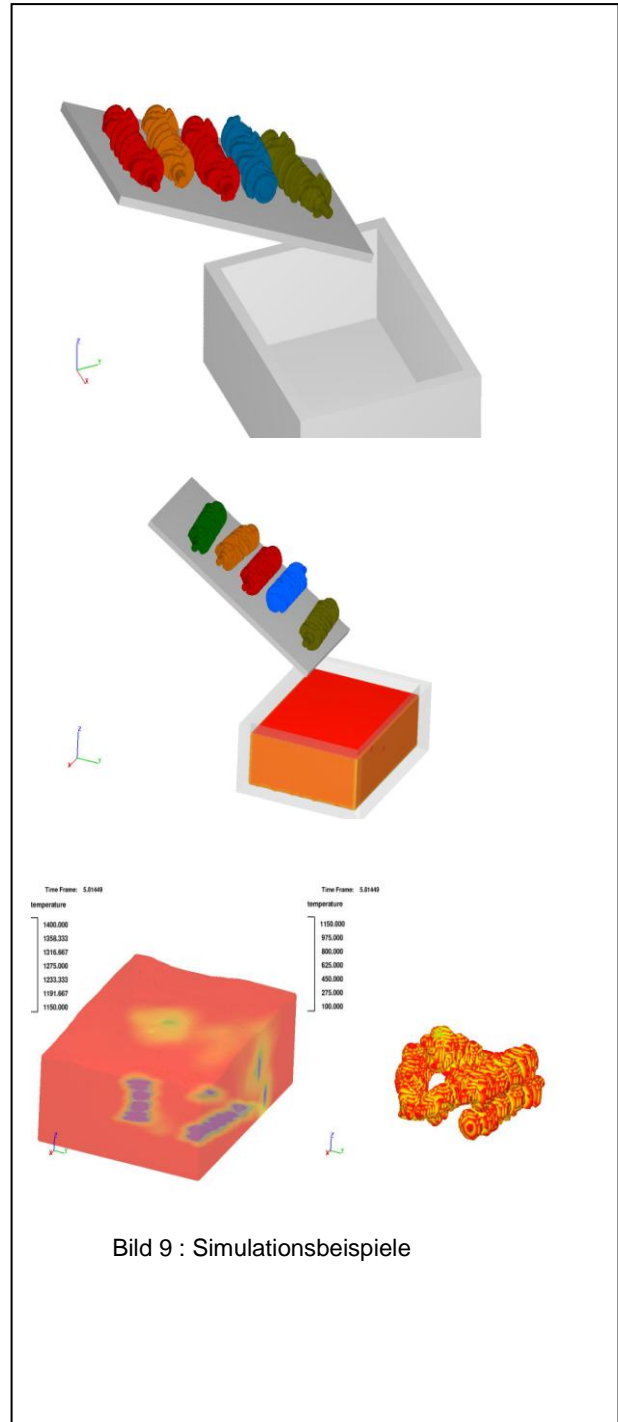


Bild 9 : Simulationsbeispiele

In wie weit dies natürlich den jeweiligen Prozess sinnvoll begleiten kann muss jeder für sich entscheiden. Wichtig ist in meinen Augen jedoch, dass viel mehr „Simulationstechnisch“ möglich ist, als derzeit verbreitet. Um einzelne Prozesse zu optimieren muss man sie zuerst einmal analysieren.

Ausblick

All dies zeigt, das eine Vielzahl von Prozesssimulationsmöglichkeiten für verschiedenste Prozesse einer Gießerei zur Verfügung stehen. Der Einsatz der Kernherstellungssimulation, übrigens auch für andere Kernherstellungsverfahren möglich, ist ein mittlerweile erprobtes Tool zur Optimierung des Herstellungsprozesses von Kernen.

Aber nicht die Betrachtung eines Einzelnen (Kernschuss, Kernbegasung) oder eines kombinierten Prozesses (Kernschuss + Kernbegasung) steht im Focus unseres Anspruches.

Unser Ziel ist es in absehbarer Zeit eine durchgängige Prozesskette der Herstellung eines Gussteiles simulieren zu können.

Autor

Olof Hilger

simcast gmbh

(vormals HiCAD Olof Hilger)

Westring 401
42329 Wuppertal

info@simcast.de, www.simcast.de