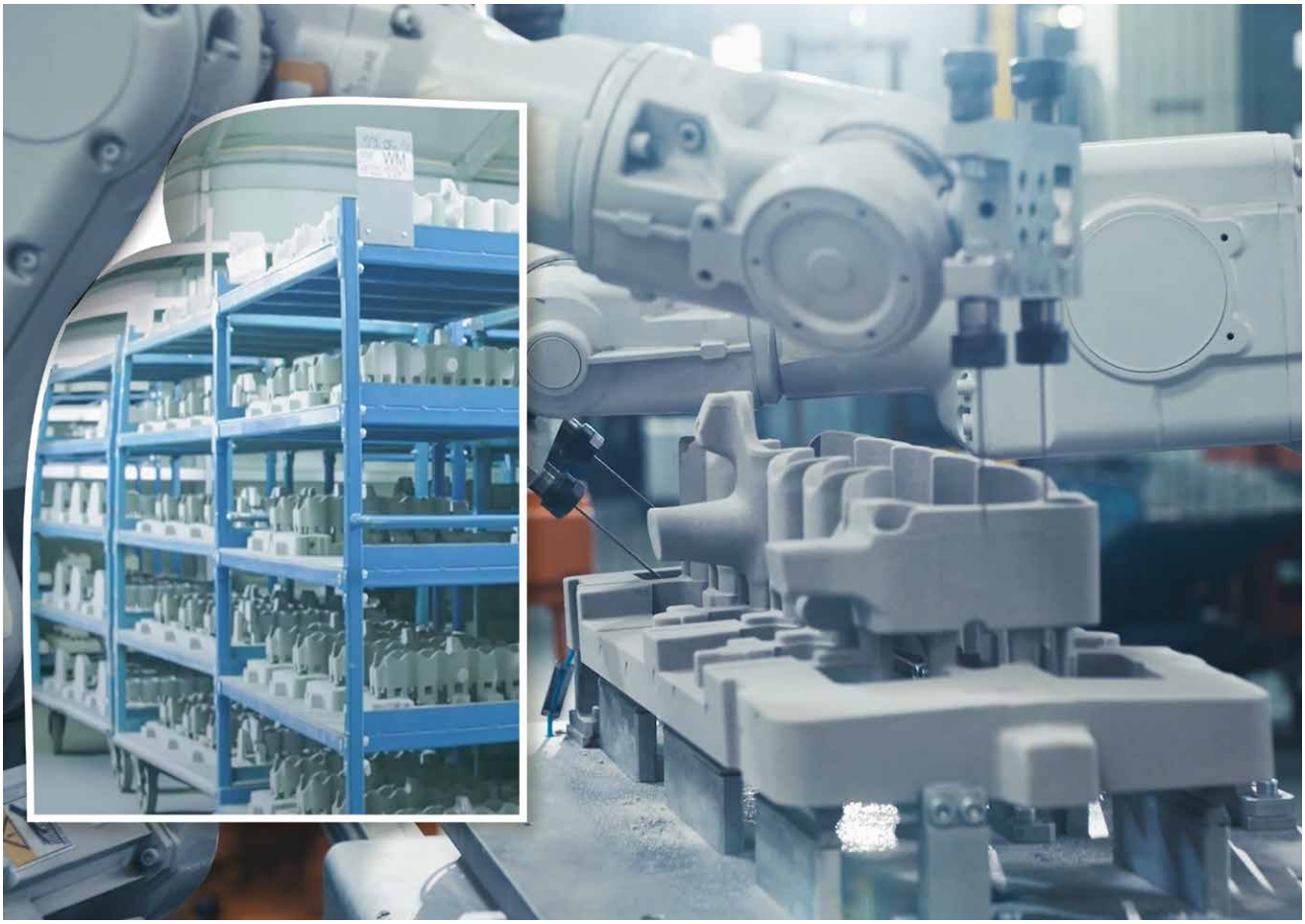
Auszug aus „GIESSEREI“ (2023), Heft 5, Seite 86 – 88.
Nachdruck verboten. © DVS Media GmbH, Düsseldorf



FOTOS: ASK

Neben gießtechnischen Vorteilen bietet Inotec auch prozessbedingte Verbesserungen und vermeidet umweltbelastende Emissionen.

Kernherstellung

Inotec: Steigerung der Feuchtestabilität anorganischer Binder

Die Inotec-Technologie von ASK Chemicals hat sich als umweltfreundliches und hoch produktives Kernherstellungsverfahren zur Fertigung von Leichtmetallgusskomponenten weltweit durchgesetzt. Der Einsatz dieser heißhärtenden anorganischen Bindersysteme in Großserienanwendungen der Automobilindustrie vermeidet Emissionen bei der Kernherstellung, während der Kernlagerung und bei der Gießanwendung.

VON MARKUS JONEK UND CHRISTIAN APPELT

Die Wertschöpfungskette in Aluminium-Niederdruckkokillen- und Schwerkraftgießverfahren basiert zusätzlich auf ökonomischen und technologischen Vorteilen: Es entstehen keine Kondensate aus der Pyrolyse des Bindersystems. Dieses generiert zusätzliche Freiheitsgrade bei der Temperaturführung im Gießprozess. Die schnellere Erstarrung kann zu Aluminiumgusskomponenten mit verbesserter Mikrostruktur des Metallgefüges führen. Zusätzlich sind Reinigungs- und Wartungsaufwand der Kokillen reduziert, wodurch die Anlagenverfügbarkeit und damit auch die Produktivität gesteigert werden.

Bisher wurden anorganische Bindersysteme vor allem zur Herstellung von Zylinderköpfen und Kurbelgehäusen für Verbrennungsmotoren eingesetzt. Im Zuge der Diversifizierung des Antriebsstrangs in der Automobilindustrie haben sich neue Anwendungsfelder ergeben, sodass heute zusätzlich Zentralgehäuse für Elektromotoren und Strukturkomponenten (Subframes, Achsträger) auf Basis anorganischer Bindersysteme produziert werden. Damit hat sich die Inotec-Technologie von einer Spezialität zu einem divers einsetzbaren Bindersystem für die Kernherstellung wei-

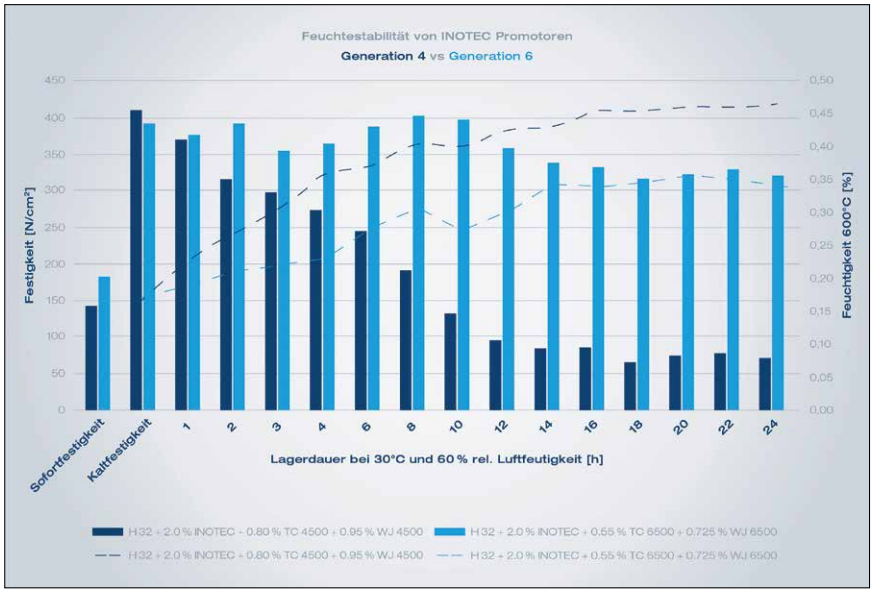


Bild 1: **Absolute Festigkeits- (Balken) und Feuchtigkeitsentwicklung (Linie) für anorganisch-gebundene Sandkerne auf Basis von Inotec-Promotoren der 4. (dunkelblau) und 6. Generation (hellblau).**

terentwickelt. Dabei bleiben sandkernspezifische Eigenschaften wie beispielsweise Feuchtestabilität, Zerfallseigenschaften und thermische Stabilität zentrale Kenngrößen für das Leistungsprofil anorganischer Bindersysteme.

Feuchtestabilität

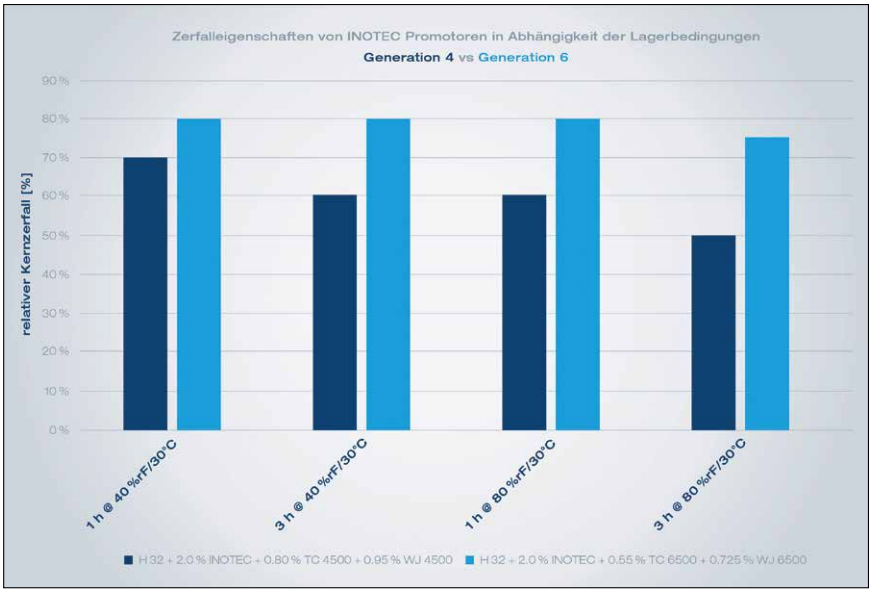
Die Feuchtestabilität (auch Lagerstabilität genannt) von anorganisch-gebundenen Sandkernen beschreibt im Allgemeinen die Stabilität des Bindersystems gegenüber absoluter Luftfeuchtigkeit während der Kernlagerung. Bei mangelnder Feuchtestabilität können Rissbildungen am Sandkern bis hin zum Kernbruch während der Lagerung auftreten. Eine unkontrollierte Aufnahme von (Luft-)Feuchtigkeit resultiert dabei in einem erhöhten Gaspotenzial des anorganisch-gebundenen Sandkerns, sodass Gaseinschlüsse während der Gießprozesse in der Aluminiumgusskomponente verbleiben können. Nach dem Abguss beeinflusst das Verhalten der anorganisch gebundenen Sandkerne gegenüber absoluter Luftfeuchtigkeit die Zerfallseigenschaft bei der Rohteilbearbeitung. Bei ungenügender Feuchtestabilität kann eine Reaktivierung des Bindersystems erfolgen und ein Festigkeitsanstieg bzw. ein vermindertes Zerfallsverhalten beobachtet werden. Die Feuchtestabilität von anorganischen Bindemittelsystemen ist damit ein zentrales Leistungskriterium für die gesamte Prozesskette der Gussteilerzeugung, vor allem für filigrane und komplexe Sandkerngeometrien wie beispielsweise Wassermäntel für Zylinderköpfe und Elektromotoren. Üblicherweise wird die Feuchtestabilität anorganischer Bindersysteme durch den Zusatz von Lithiumsalzen im flüssigen Binder gesteuert. Jedoch resultieren hierbei geringere Kaltfestigkeiten als Eingangswert für die Kernlagerung, sodass im Vergleich höhere Einsatzquoten des flüssigen Binders notwendig sind, um ein geeignetes Festigkeitsniveau zu erhalten. Gleichzeitig sind vor allem Lithiumsalze aufgrund der hohen Bedarfsnachfrage aus der Batterieindustrie nicht wirtschaftlich einsetzbar.

Neue Generation macht's besser

Die 6. Generation der Inotec-Promotoren verbessert die Feuchtestabilität von anorganisch-gebundenen Sandkernen als zentrales Leistungsmerkmal der pulverförmigen Binderkomponente. Die Feuchtestabilität von anorganisch-gebundenen Sandkernen kann durch die Ermittlung von Festigkeit und Feuchtigkeit während der Kernlagerung bei hoher absoluter Luftfeuchtigkeit verfolgt werden. Dabei wird die Feuchtigkeit bei 600 °C gemessen, um die Gesamtheit des im Sandkern gebundenen Wassers zu erfassen. Bild 1 zeigt die Entwicklung der beiden Parameter „Festigkeit" (Balken und linke Skala) sowie „Feuchtigkeit 600 °C" (gestrichelte Linien und rechte Skala) beider Promotorgenerationen in Abhängigkeit der Lagerdauer bei einer absoluten Luftfeuchtigkeit von ca. 18 g Wasser/m^3 Luft (30 °C, 60 % relative Luftfeuchtigkeit).

Ein normierter Prüfkörper (Biegeriegel) weist 1 h nach Kernherstellung eine Kaltfestigkeit von 375 bis 400 N/cm² und einen Feuchtigkeitsgehalt (600 °C) von ca. 0,20 % unabhängig von der eingesetzten Promotorgeneration als Eingangsgrößen für die Kernlagerung auf. Bei der 4. Generation der Inotec-Promotoren nimmt die Festigkeit bereits zu Beginn der Lagerdauer kontinuierlich ab. Die Halbwertszeit der Kaltfestigkeit ist bereits nach einer Lagerdauer von 8 h erreicht. Gleichzeitig ist eine starke Zunahme der Feuchtigkeit im Sandkern erkennbar und beträgt nach einer Lagerdauer von 8 h bereits 0,40 %. Die Promotorgeneration 6 zeigt hingegen bis zu einer Lagerdauer von 10 h ein konstantes

Bild 2: **Relative Zerfallseigenschaften für anorganisch-gebundene Sandkerne auf Basis von Inotec Promotoren der 4. (dunkelblau) und 6. Generation (hellblau) bei unterschiedlichen Bedingungen.**



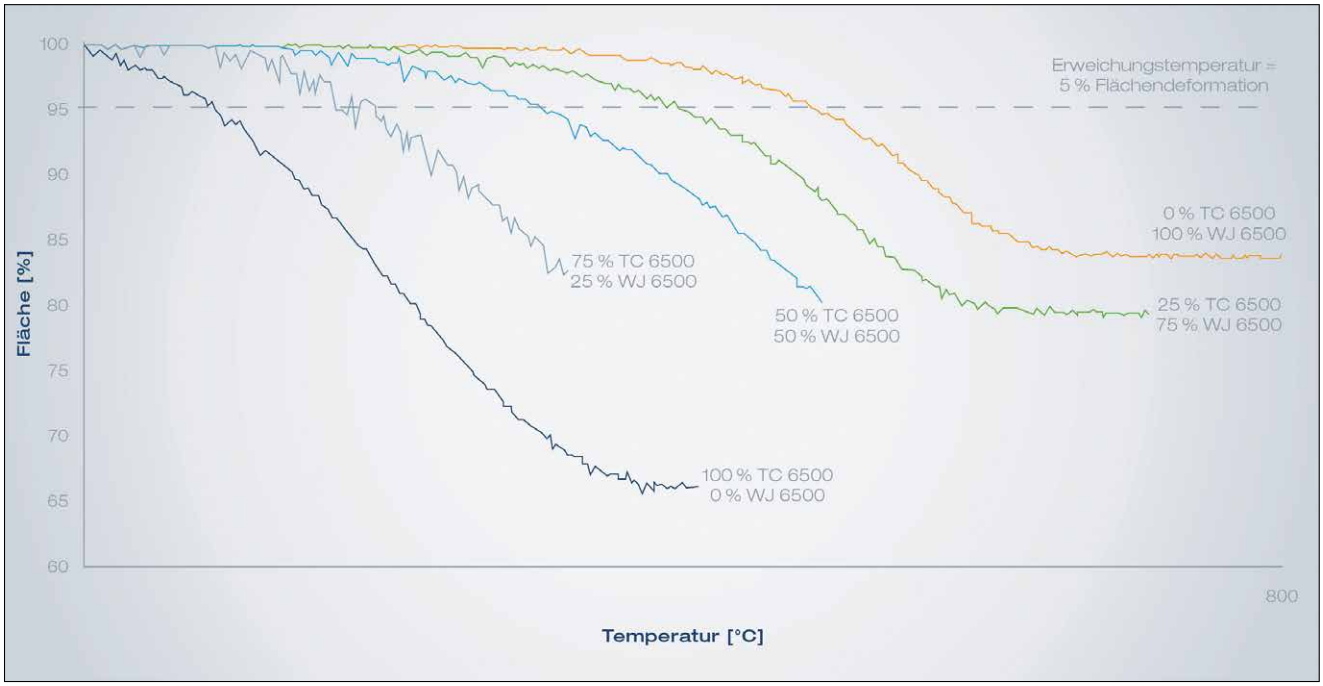


Bild 3: Einfluss der Mischungsverhältnisse der Inotec-Promotoren TC 6500 und WJ 6500 auf die Erweichungstemperatur.

Festigkeitsniveau und eine reduzierte Feuchtigkeitsaufnahme von 0,30 %. Erst im weiteren Verlauf der Lagerdauer nimmt die Festigkeit ab, jedoch beträgt der Festigkeitserhalt innerhalb der Lagerdauer von 24 h ca. 82 % der Kaltfestigkeit. Der bei 600 °C ermittelte Feuchtigkeitsgehalt beträgt dann 0,35 %. Beide Kenngrößen demonstrieren die verbesserte Feuchtestabilität der Promotorgeneration 6. Neben dieser verbesserten Feuchtestabilität bei der Kernlagerung führt der Einsatz der Promotorgeneration 6 auch zu einer verbesserten Prozessstabilität bei der Rohteilbearbeitung. Bild 2 zeigt die Zerfallseigenschaft eines normierten Prüfkörpers (Biegeriegel) auf Basis der Promotorgenerationen 4 und 6 bei Lagerung der Rohgussteile bei unterschiedlicher Luftfeuchtigkeit. Der Prüfkörper wurden bei 650 °C thermisch belastet, entsprechend bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen gelagert und die Zerfallseigenschaft nach mechanischem Krafteintrag bestimmt. Das Zerfallsverhalten von anorganisch-gebundenen Sandkernen auf Basis der Promotorgeneration 4 wird mit zunehmender Lagerdauer und höherer absoluter Luftfeuchtigkeit negativ beeinflusst. Die Zerfallseigenschaft von anorganisch-gebundenen Sandkernen auf Basis der Promotorgeneration 6 bleibt hingegen konstant.

Das Konzept der thermischen Stabilität ist in den Inotec-Promotoren der 6. Generation durch das bewährte Baukastensystem unverändert berücksichtigt. Die thermische Stabilität beschreibt die Widerstandskraft des Bindersystems gegenüber mechanischen und thermischen Einflüssen der Gießanwendungen. Dabei weist der Inotec-Promotor WJ 6500 eine außerordentlich hohe thermische Stabilität auf, die einer Deformation vor allem von filigranen und thermisch beanspruchten Kerngeometrien, beispielsweise Wassermantelkerne, bei der Gießanwendung entgegengewirkt. Dem gegenüber weist der Inotec-Promotor TC 6500 eine geringe thermische Stabilität auf und ist besser zur Produktion von voluminösen Kerngeometrien geeignet. Dabei sind die komplementären Produktformulierungen in jedem Verhältnis mischbar, sodass in Abhängigkeit der Sandkerngeometrie eine spezifische thermische Stabilität eingestellt werden kann. Der Effekt unterschiedlicher Mischungsverhältnisse der Inotec-Promotoren TC 6500 und WJ 6500 auf die thermische Stabilität des Bindersystems kann beispielsweise mit einem Erhitzungsmikroskop beobachtet werden (Bild 3). Dabei wird die Flächenänderung eines kubischen Prüfkörpers, bestehend aus Inotec-Binder und Inotec-Promotor, mit zunehmender Temperatur aufgezeichnet. Als sogenannte Erweichungstemperatur ist eine 5 %ige Flächenänderung definiert, sodass aus dem Kurvenverlauf Rückschlüsse auf die beginnende Erweichung des Bindersystems gezogen werden können. Die sukzessive Erhöhung der Einsatzquote des thermostabilen Inotec-Promotors WJ 6500 führt zu einer Steigerung der thermischen Stabilität, erkennbar an der zunehmenden Erweichungstemperatur.

Neben diesen sandkernspezifischen Eigenschaften ist außerdem eine reduzierte Einsatzquote bei Promotoren der 6. Generation und dadurch eine erhöhte Materialeffizienz hervorzuheben. Bei alleiniger Anwendung der Produktformulierung werden hier im Vergleich zu Promotoren der 4. Generation um 31 % (TC 6500) bzw. 24 % (WJ 6500) reduzierte Einsatzquoten erzielt.

Zusammengefasst bietet das vorgestellte Inotec-Promotorsystem der 6. Generation eine optimierte Feuchtestabilität und kann aufgrund des bewährten Baukastensystems weiterhin flexibel an die unterschiedlichen Kundenanforderungen angepasst werden. Durch den Einsatz der 6. Generation der Inotec-Promotoren wird die Prozessstabilität während der Kernlagerung, der Gießanwendung und der Rohteilbearbeitung erhöht.

www.ask-chemicals.com

Dr. Markus Jonek, Laborleiter Anorganische Bindemittel, Dr. Christian Appelt, Head of Business Line Management Europe, ASK Chemicals GmbH, Hilden