

FOTOS UND GRAFIKEN: PEAK

Qualitativ hochwertige, anorganisch gebundene Kerne können auch ohne beheiztes Kernwerkzeug hergestellt werden.

Anorganik für den Eisenguss

Auszug aus „GIESSEREI“ (2024), Heft 2, Seite 43 – 47.
Nachdruck verboten. © DVS Media GmbH, Düsseldorf

Erfahrungen mit innovativem warmlufthärtendem Bindersystem

Wasserglasgebundene Formstoffe können durch Warmluftbegasung durchaus die von anorganischen Bindersystemen geforderten Festigkeiten erreichen. In der Großserie haben sich beheizte Formkästen bewährt. Eine günstigere und dadurch auch für kleinere Lose geeignete Alternative bietet die Warmlufthärtung.

VON HARTMUT POLZIN,
THEO KOOYERS

Beginnend mit der GIFA 2003 wurden von verschiedenen Bindemittelherstellern Arbeiten zur Entwicklung neuer warmhärtender anorganischer Bindersysteme vorgestellt, die bis heute andauern. Grundlage dieser Entwicklun-

gen war die bekannte Tatsache, dass durch temperierte Formwerkzeuge wasserglasgebundene Formstoffe zu deutlich höheren Festigkeiten gebracht werden können als beispielsweise bei der klassischen Kohlendioxidbegasung. Diese hohen Festigkeiten wurden als grundlegende Anforderung an anorganische Bindersysteme gestellt, da einer der Haupt-

impulse zu dieser Entwicklung von der Automobilindustrie kam und damit aus der Großserienfertigung von teilweise hochkomplexen und filigranen Kernen für Fahrzeugkomponenten ausging. Hier wird über ein warmlufthärtendes anorganisches Kernherstellungsverfahren berichtet, das ohne ein aktiv beheiztes Kernherstellungswerkzeug arbeitet [1].

Stand der Technik

Der aktuelle Stand der Technik stellt sich nach wie vor so dar, dass üblicherweise ein silikatbasiertes Bindersystem mit dem Formgrundstoff vermischt und in ein auf 160 – 200 °C temperiertes Kernherstellungswerkzeug aus Stahl geschossen wird, in dem eine stabile Randschale gebildet wird. Durch eine Kombination mit einer Warmluftbegasung können die Taktzeiten in vertretbare Bereiche gebracht werden. Der Hauptnachteil dieser Verfahren besteht darin, dass sie aufgrund der hohen Werkzeug- und Energiekosten ausschließlich in der Großserienkernfertigung (i.d.R. im Automobilguss) eingesetzt werden können. Außerdem beschränkt sich die Anwendung aufgrund verschiedener unzureichender technologischer Eigenschaften (z.B. Restfestigkeiten / Zerfallsverhalten) auf die Herstellung von Aluminiumussteilen. Einen nach wie vor weitgehend gültigen Überblick über diese Verfahren gibt [2].

Warmlufthärtende anorganische Kerne

Mit der Entwicklung des vorgestellten Bindersystems soll Eisengießereien, die in vielen Fällen Kundengießereien mit häufig wechselnden Sortimenten und Losgrößen sind, eine Möglichkeit zum Einsatz anorganisch gebundener Kerne gegeben werden. Wesentlicher Aspekt dabei ist der Wegfall eines teuren beheizten Kernherstellungswerkzeuges aus Stahl, welches nur in der Großserienfertigung zu rechtfertigen ist. Bei dem eingesetzten Bindersystem handelt es sich um ein Bindemittel auf Alkalisilikat- bzw. Wasserglasbasis, das mit einer ganzen Reihe von Oxiden modifiziert wurde und keinerlei organische Bestandteile enthält [3]. Die Verfestigung des Formstoffs erfolgt ausschließlich durch eine Begasung mit ca. 160 °C warmer Luft. Das Bindemittel ist ein Einkomponentenbinder, der ohne zusätzliche Additive in Bereichen von weniger als 2,5 %, in vielen Fällen unter 2 %, dosiert werden kann.

Praktische Erfahrungen

Formstofffestigkeiten im Vergleich

In Bild 1 werden die Biegefestigkeiten des Bindersystems mit denen dreier anderer handelsüblicher anorganischer Binder verglichen (mit B1 bis B3 bezeichnet). Ein erster Unterschied wird dabei in den eingesetzten Bindergehalten deutlich, da man bei diesen Bindern den Binder selbst und mindestens ein Additiv als

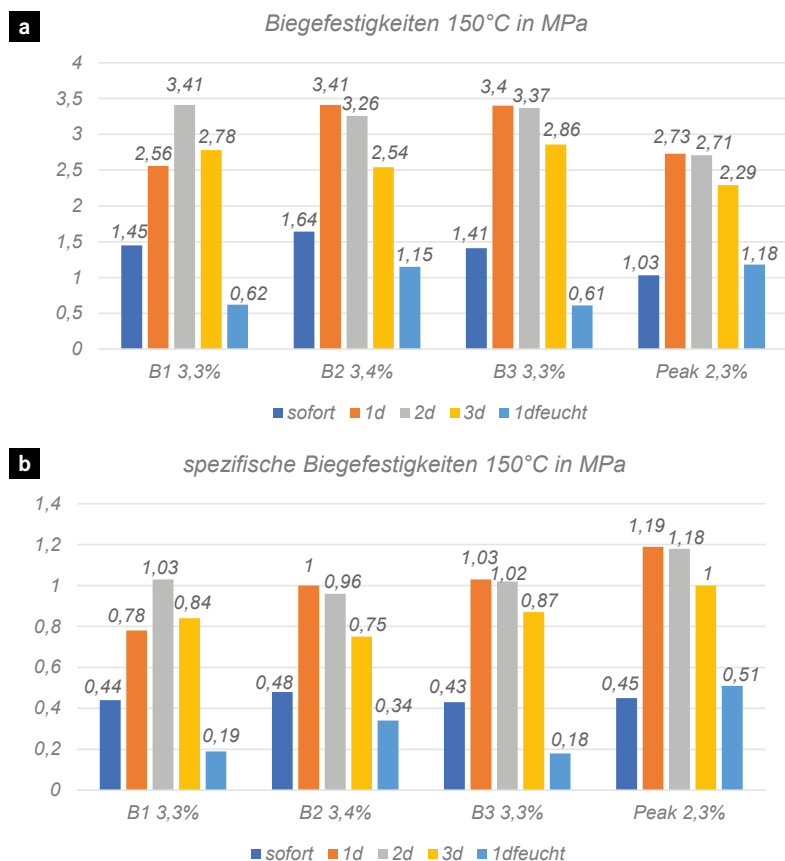


Bild 1: Bindersystem CC-VC im Vergleich mit anderen anorganischen Systemen, Härte-temperatur 150 °C: a) Biegefestigkeiten, b) spezifische Biegefestigkeiten.

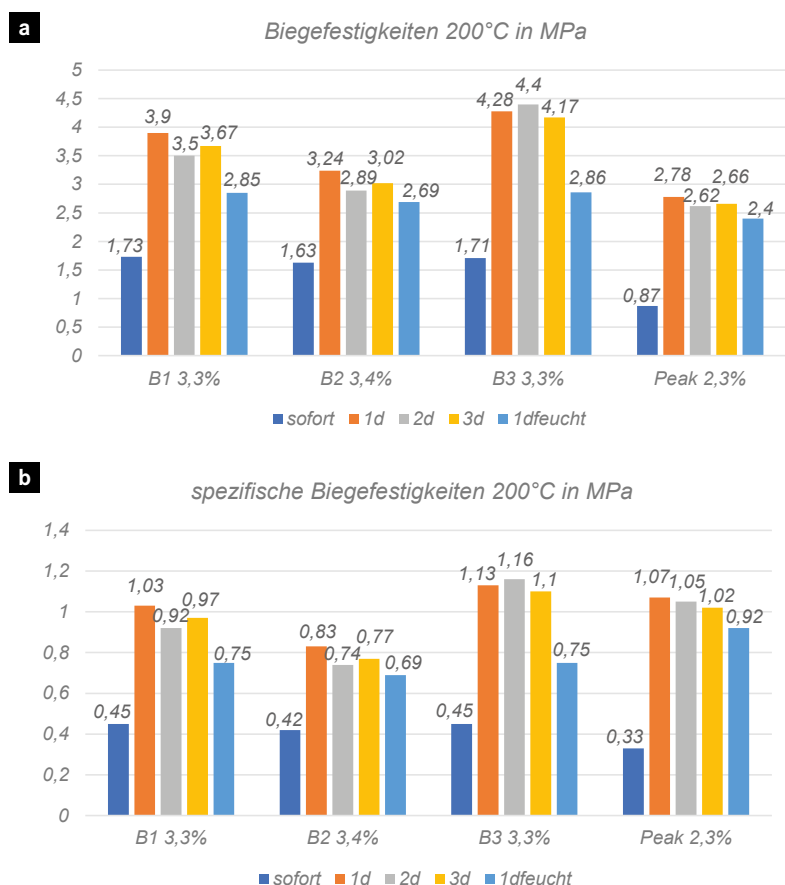


Bild 2: Bindersystem CC-VC im Vergleich mit anderen anorganischen Systemen, Härte-temperatur 200 °C: a) Biegefestigkeiten, spezifische Biegefestigkeiten.

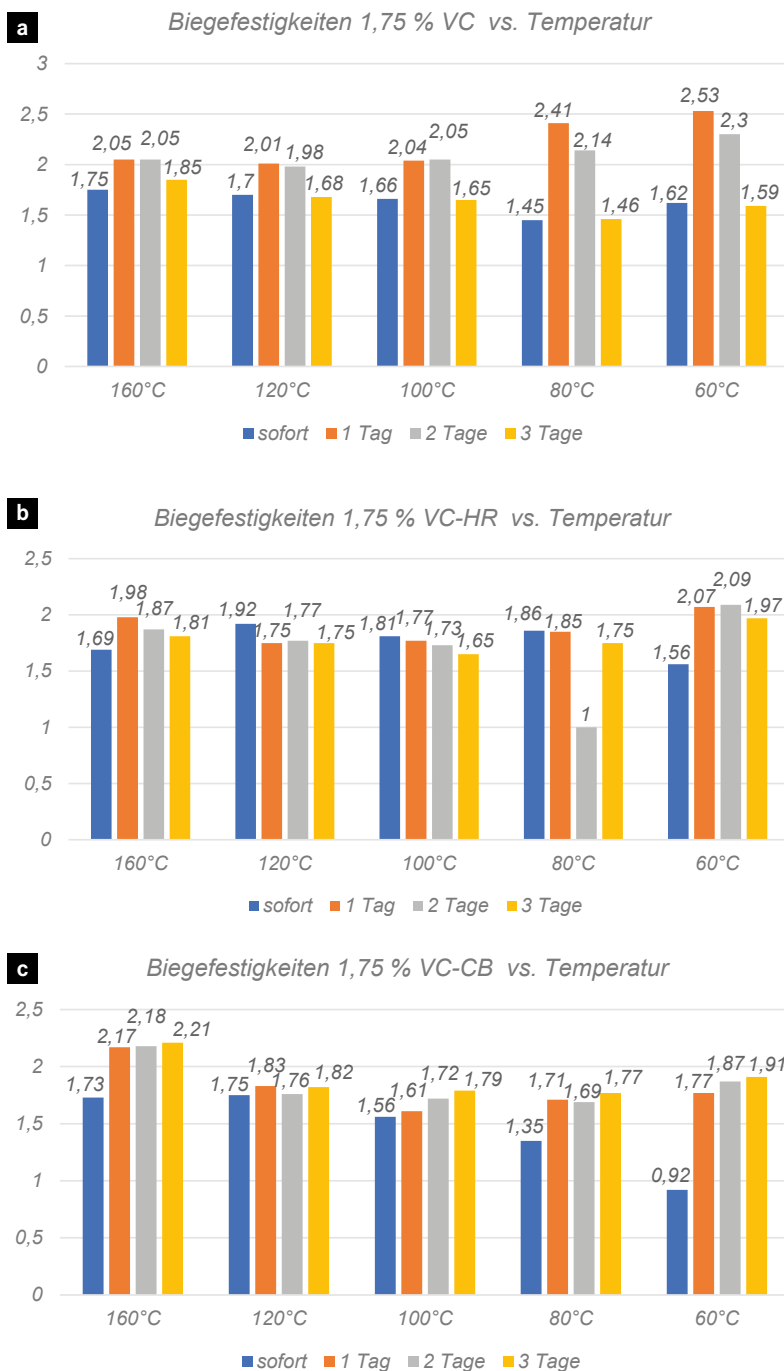


Bild 3: Biegefestigkeiten in MPa bei verschiedenen Härtetemperaturen, Bindergehalt 1,75 %: a) Binder CC-VC, b) Binder CC-VC-HR, c) Binder CC-VC-CB.

Gesamtbindergehalt betrachten muss. Weiterhin handelt es sich bei den Vergleichssystemen ausschließlich um Warm-Box-Systeme. Die Verfahrensparameter des Peak-Systems CC-VC waren hier: 150 °C Härtelufttemperatur, Härtezeit 45 s, Sandtemperatur 23 °C, relative Luftfeuchte 45 %.

Die Festigkeiten wurden jeweils sofort und nach 1 bis 3 Tagen ermittelt. Die Versuchsbedingungen für die Werte „1d feucht“ lagen bei 25 °C und 75 % relativer

Luftfeuchte. Bei den Bindern B1 bis B3 ist mit der Temperatur die Kernkastentemperatur gemeint. Die erreichten Festigkeiten sprechen für sich:

- > Alle Binder erfahren in den ersten Tagen der Lagerung unter Normalbedingungen Festigkeitssteigerungen, die auf fortschreitende Trocknung zurückzuführen sind.
- > Auf Lagerung in feuchter Umgebung reagieren zwei der Vergleichssysteme empfindlicher.
- > Die Festigkeiten des Peak-Bindersystems

liegen niedriger als die der anderen Systeme, was auf den geringeren Bindergehalt zurückzuführen ist. Diese Werte könnten durch höhere Binderzugaben bei Bedarf erhöht werden, die hier dargestellten Festigkeiten reichen aber für viele Anwendungsfälle aus. Das Potenzial des Systems wird in Bild 1b deutlich, das die nach einem Tag ermittelten, deutlich höheren spezifischen Festigkeiten erreicht.

Prinzipiell wird angenommen, dass bei Verwendung höherer Temperaturen auch die Festigkeiten steigen. In Bild 2 wird dies für eine Temperatur von 200 °C (wieder Kernkasten- bzw. Begasungstemperatur) dargestellt. Eine Festigkeitssteigerung ergibt sich tatsächlich nur bei den Bindern B1 und B3, bei dem System von Peak bleiben die Festigkeiten etwa gleich. Dies ist zur Bestimmung der optimalen Begasungstemperatur im Hinblick auf Kosten- und Umweltschutzgründe interessant. Bei Lagerung von Kernen in feuchter Umgebung kommt der Vorteil einer höheren Härtetemperatur deutlich zum Tragen. Bei den spezifischen Festigkeiten hat hier der Binder B3 die besseren Werte.

Einfluss der Begasungstemperatur

Da die Temperatur der Härteluft einen Kostenfaktor darstellt, wurden Untersuchungen zur Variation der Lufttemperatur für die Begasung bzw. Härtung durchgeführt. Bild 3 zeigt die Ergebnisse dieser Versuche für drei Bindersysteme. Dabei handelt es sich bei dem mit VC bezeichneten Binder um das Ausgangssystem, während VC-HR und VC-CB für spezielle Anwendungsfälle konzipierte Binder sind. Folgende Parameter fanden in dieser Versuchsreihe Anwendung:

- > Begasungstemperatur 160 °C bis 60 °C in fünf Stufen,
- > Begasungszeit 60 s,
- > Sandtemperatur 25 °C,
- > Quarzsand QQs 26,
- > relative Luftfeuchte 45 %.

Aus Bild 3 geht hervor, dass bis zu einer Begasungstemperatur von 60 °C mit einigen Ausnahmen brauchbare Ergebnisse erzielt werden können. Interessant an dieser Stelle ist auch der sehr niedrige Bindergehalt von 1,75%! Die Ursache für dieses Verhalten liegt in der Verwendung von sehr trockener Luft für die Begasung der Probekörper. Dadurch kann auch bei geringeren Temperaturen eine zufriedenstellende Wasser- bzw. Wasserdampfabfuhr aus dem Kern während der Aushärtung erreicht werden. Diese Zusammen-



Bild 4: a) Kern für Bremsscheibe, ca. 15 kg, b) gegossene Bremsscheibe aus Gusseisen, anorganischer Kern, Sandanhaftungen, c) gegossene Bremsscheibe aus Gusseisen, PUR-Cold-Box-Kern.

hänge werden in nächster Zeit noch intensiver beleuchtet.

Entkernverhalten und Restfestigkeit

Einer der aus der Literatur bekannten „klassischen Nachteile“ der Wasserglasbindersysteme ist die hohe Restfestigkeit von Kernen oder Formen nach dem Gießen, verbunden mit einem hohen Entkernaufwand. Nicht zuletzt hat dieser Nachteil entscheidend zum starken Rückgang der Verfahrensanteile ca. ab den 1970er Jahren geführt. Ziel der Entwicklung moderner anorganischer Bindersysteme muss daher neben anderen Eigenschaften die Verbesserung des Entkernverhaltens sein. Da das vorgestellte Bindersystem insbesondere für den Einsatz im Bereich des Eisen- und Stahlgusses entwickelt wurde, musste diesem Punkt besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dazu wurden Gießversuche in einer Eisengießerei durchgeführt, bei denen geschichtete und ungeschichtete Testkerne (Bild 4a) beim Gießen einer belüfteten Bremsscheibe aus Gusseisen mit Lamellengrafit zum Einsatz kamen (Masse Kern ca. 15 kg). Als Vergleich dienten die serienmäßig eingesetzten PUR-Cold-Box-Kerne.

Zunächst ist festzustellen, dass es zwischen geschichteten und ungeschichteten Kernen keine deutlichen Unterschiede gab. Bei der visuellen Betrachtung des Zerfalls- bzw. Entkernungsverhaltens zeigte sich, dass bei den anorganischen Kernen die Kanäle der Gussteile mit Formstoffanhaftungen gefüllt waren, was bei den Cold-Box-Kernen nicht der Fall war (Bilder 4b,c). Nach dem normalen Sandstrahlprozess waren aber auch diese Sandanhaftungen restlos entfernt. Die weiteren Kerne dieser Serie wurden normal in die Produktion eingeschleust und führten zu keinerlei Beanstandungen.

Bei der Bewertung der Gussteile wurde ein nicht zu unterschätzender Vorteil



Bild 5: Gussteil aus Bild 4 nach dem Strahlen: a) anorganischer Kern ohne Blattrippe, b) PUR-Cold-Box-Kern mit Blattrippe.

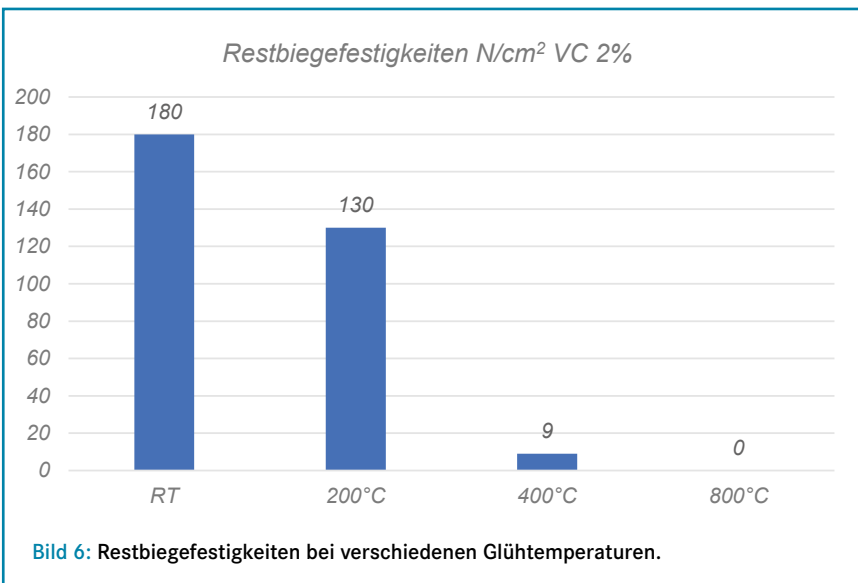


Bild 6: Restbiegefestigkeiten bei verschiedenen Glüh Temperaturen.

der anorganischen Bindersysteme auf Wasserglasbasis deutlich: Das weitgehende Fehlen von Blattrippen. Dieser insbesondere für das PUR-Cold-Box-Verfahren typische Formstoffausdehnungsfehler tritt bei wasserglasbasierten Bindersystemen aufgrund der dort vorhandenen thermoplastischen Bindung nur in sehr geringem Umfang und bei speziellen Guss sortimenten auf (Bild 5).

Um dieses subjektiv positive Verhalten mit Zahlen zu unterlegen, sollte das Ent-

kernverhalten anhand der Restbiegefestigkeit bewertet werden:

> Dazu wurden Biegeriegel hergestellt, die 24 h nach ihrer Herstellung für 5 min der Prüftemperatur ausgesetzt und 2 h nach der Entnahme aus dem Ofen geprüft wurden.

> Die Prüftemperaturen lagen bei 200, 400 und 800 °C.

Die in Bild 6 dargestellten Ergebnisse belegen die bereits aus den Gießversuchen deutlich gewordenen positiven Eigen-



Bild 7: Anorganisch gebundene Kernpaketkerne für den Eisenguss.

schaften in dieser Richtung. Die Prüftemperatur 400 °C soll dabei die Tendenz im Bereich Aluminiumguss darstellen, die Temperatur 800 °C steht für den Eisenguss. Daraus kann gefolgert werden, dass das vorgestellte anorganische Bindersystem ein dem PUR-Cold-Box-Verfahren ähnliches Zerfalls- bzw. Entkernverhalten aufweist.

Beispiele aus der Praxis

Bisher wurden in einer ganzen Reihe von Gießereien Kerne mit dem vorgestellten anorganischen Bindersystem hergestellt und erfolgreich eingesetzt. Exemplarisch für den Bereich des Eisengusses stehen dabei die in **Bild 7** gezeigten Kerne. Die Palette reicht von Außenkernen für Kernpakete über den bereits erwähnten Bremsscheibenkern bis hin zum filigranen Kern für Armaturenguss. Der bisher nicht im Fokus dieses Artikels stehende Bereich des Nichteisengusses wird eindrucksvoll durch das in **Bild 8** gezeigte Beispiel illustriert. Auch hier reicht die realisierbare Palette vom einfachen Kern z. B. für Ansaugkrümmer bis zum hochkomplexen Kern eines Zylinderkopfes. Die gezeigten Beispiele finden dabei Anwen-



Bild 8: Anorganisch gebundene Ansaugkrümmerkerne für den Nichteisenguss.

dung in den Bereichen Kupfer- und Aluminiumguss.

Zusammenfassung

Das vorgestellte anorganische Bindersystem auf Wasserglasbasis stellt eine im Eisen- und Stahlguss anwendbare Alternative zum PUR-Cold-Box-Verfahren dar. Der flüssige Einkomponentenbinder wird geringer dosiert als vergleichbare Bindersysteme: bisher eingesetzte Bindermengen liegen zwischen 1,5 und 2,5 %, können bei Bedarf aber auch erhöht werden.

Das Einkomponentensystem erleichtert die Binderdosierung an der Kernschießmaschine, die gewünschten Festigkeiten werden über vergleichbar höhere spezifische Festigkeiten sichergestellt. Die Aushärtung der hergestellten Kerne erfolgt über 160 °C warme Begasungsluft. Das Kernherstellungswerkzeug wird dabei nicht beheizt. Bei der Wahl des Kernkastenmaterials ist auf entsprechend thermobeständige Kunststoffe zu achten. Kernkästen aus Metall (Aluminium oder Stahl) bieten Vorteile hinsichtlich kürzerer Taktzeiten.

Bei Verwendung besonders trockener Luft kann die Aushärtung bei geringeren Temperaturen realisiert werden. Das Bindersystem kann selbst-

verständlich auch im Warm- bzw. Hot-Box-Verfahren eingesetzt werden. Dass nur in Ausnahmefällen bei den anorganisch gebundenen Kernen Blattrippen auftreten, ist ein in der Putzerei sicherlich gern gesehener Vorteil.

Das Restfestigkeits- bzw. Entkernverhalten ist dem des PUR-Cold-Box-Verfahrens sehr ähnlich. Außer den für den Eisen- und Stahlgussbereich konzipierten Bindern sind auch Varianten für Aluminium- oder Kupferguss verfügbar.

www.peak-giesserei.de

Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut Polzin, Dr.-Ing. Theo Kooyers, Peak Deutschland GmbH, Nossen

Literatur:

- [1] Polzin, H., Kooyers, T.: *Anorganisches Kernbindersystem für den Eisenguss – ein neuer Ansatz*, GIESSEREI 105, 2018, Nr. 10, S. 70-75.
- [2] Polzin, H.: *Anorganische Binder zur Form- und Kernherstellung in der Gießerei*. Fachverlag Schiele & Schön Berlin, 2012
- [3] *Europäisches Patent Nr. 2916976 – Verfahren zur Herstellung von verlorenen Kernen oder Formteilen zur Gussteilproduktion.*