

Flexibler Leichtbau

ADI-Gusseisen geben der Konstruktion mehr Freiheitsgrade bei hoch belasteten Bauteilen

Typisches Erscheinungsbild eines ADI-Werkstoffgefüges: nadeliger Ferrit in einer mit Kohlenstoff übersättigten austenitischen Matrix.

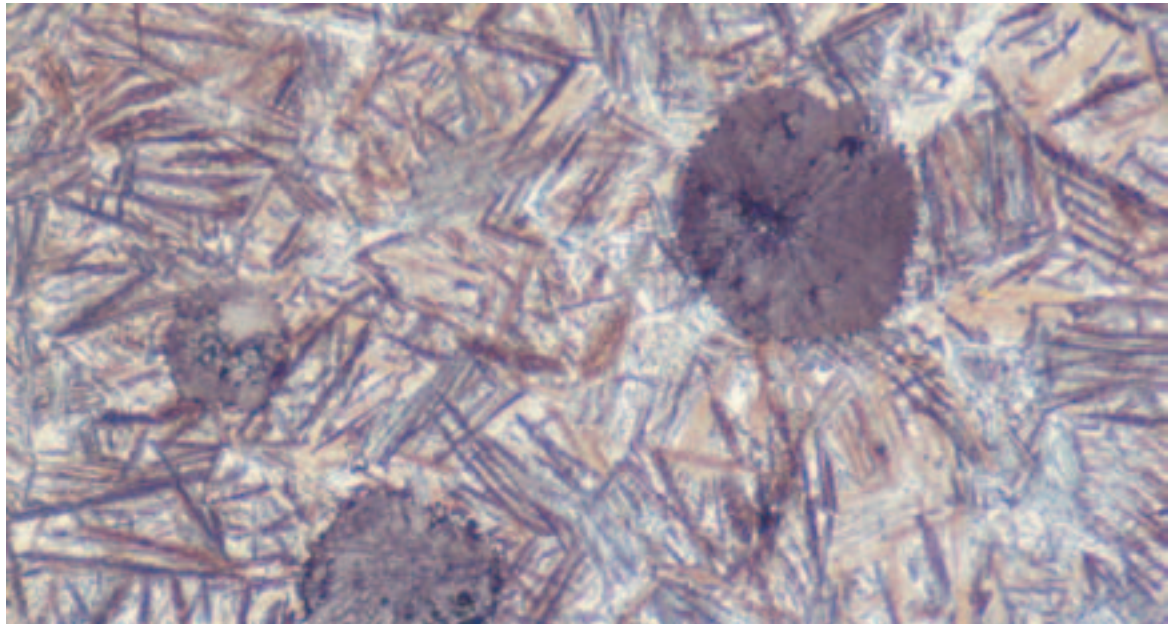


Bild: Claas Guss

CHRISTINE BARTELS UND LOTHAR MICHELBERGER

Auf der Suche nach einem geeigneten Werkstoff hat der Konstrukteur die Qual der Wahl: Klassische Konstruktionswerkstoffe sind im Allgemeinen hochfest oder sehr duktil. Maßnahmen zur Steigerung der Festigkeit führen in den meisten Fällen zu einer Reduzierung der Bruchdehnung. Eine Optimierung dieser gegenläufigen Eigenschaften schließt sich bei konventionellen Konstruktionswerkstoffen zumeist aus. In diesem Spannungsfeld eröffnet die Gruppe der ADI-Werkstoffe völlig neue Perspektiven, denn sie bietet

eine günstige Kombination von Festigkeit, Zähigkeit, Werkstoffdämpfung und Verschleißbeständigkeit (Tabelle). Hinzu kommt die Möglichkeit, die fast unbegrenzte Freiheit der Formgebung durch Gießen konstruktiv zu nutzen.

Der Name ADI steht für „Austempered Ductile Iron“ und be-

zeichnet eine Gruppe von Gusseisenwerkstoffen, bei denen durch Wärmebehandlung eine spezielle Mikrostruktur entsteht. Vergleicht man die Eigenschaften dieser Werkstoffgruppe mit denen konventioneller Gusseisensorten, so erhält man bei vergleichbaren Bruchdehnungswerten für ADI fast doppelt so

Aufgrund hoher Festigkeit und Duktilität sind ADI-Gusseisenlegierungen ein Ersatz für Schmiedestähle und Stahlguss.

Werkstoffbezeichnung	Zugfestigkeit R_m N/mm ²	0,2% Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm ²	Bruchdehnung A5 %	Brinellhärte HB _{5/250}	
Kurzzeichen	Nummer				
EN-GJS-800-8	EN-JS 1100	≥800	≥500	≥8	260–320
EN-GJS-1000-5	EN-JS 1110	≥1000	≥700	≥5	300–360
EN-GJS-1200-2	EN-JS 1120	≥1200	≥850	≥2	340–440
EN-GJS-1400-1	EN-JS 1130	≥1400	≥100	≥1	380–480

Proben aus getrennt gegossenen Probestücken mechanisch bearbeitet

Dr. Christine Bartels ist Leiterin des standortübergreifenden Bereichs Produktentwicklung der Claas Guss GmbH. Lothar Michelberger leitet das Qualitätswesen im Werk Saulgau. Weitere Informationen: Christine Bartels, 33330 Gütersloh, Tel. (0 52 41) 93 8-2 34, Fax (052 41) 93 8-2 41, c.bartels@claasguss.de

hohe Festigkeitswerte (Bild 1). Damit hat man nun einen Gusseisenwerkstoff zur Verfügung, der im direkten Wettbewerb zu Schmiedestahl und Stahlguss tritt.

Zunehmende Konkurrenz zu Schmiedestahl und Stahlguss

Wegen der Kombination aus hoher Festigkeit und Duktilität bei guter Verschleißbeständigkeit erobert ADI zunehmend Anwendungsgebiete, die bisher Schmiedestählen oder Stahlguss vorbehalten waren. Im Vergleich zu Stählen hat ADI jedoch eine etwa 10% niedrigere Dichte und ein höheres Dämpfungsvermögen. Verglichen mit Stahlguss zeigt ADI eine erheblich bessere Gießbarkeit und eine deutlich geringere Lunkerneigung im Gießprozess. Damit bietet dieser Werkstoff die Möglichkeit, filigrane Geometrien einfacher und für den Gießer in der Regel kostengünstiger zu erzeugen.

Im Gegensatz zu Stahlschmiedeteilen – typischerweise eher zweidimensional und massiv – kommt zusätzlich zum reinen Gewichtsvorteil noch hinzu, dass mittels Formgebung durch Gießen sich auch solche Geometrien fertigen lassen, die durch einen Schmiedeprozess nicht

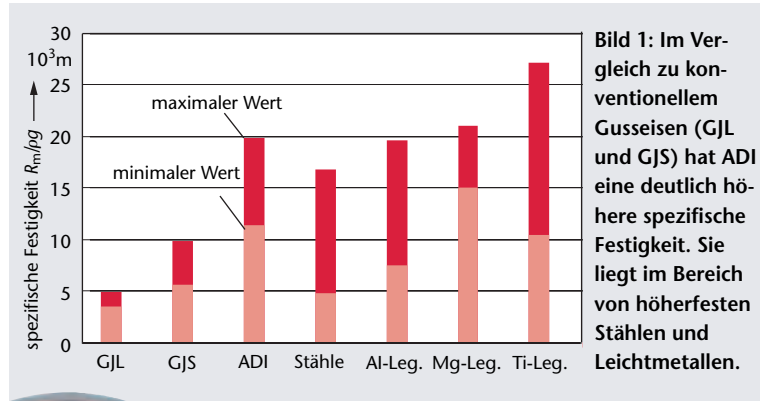


Bild 1: Im Vergleich zu konventionellem Gusseisen (GJL und GJS) hat ADI eine deutlich höhere spezifische Festigkeit. Sie liegt im Bereich von härtesten Stählen und Leichtmetallen.



Bilder: Claas Guss

Bild 2: Statt aus konventionellem Gusseisen (GJS) wird dieser Filterkopf nun aus ADI-Gusseisen hergestellt. Grund sind die hohen Lastwechselzahlen im Hydrauliksystem von Spritzgießmaschinen bei Drücken bis zu 250 bar.

oder nur sehr kostenintensiv darstellbar sind. So können bei Sicherheitsbauteilen eines Lkw-Fahrwerks Bauteilbereiche über eine entsprechende Kerngestaltung hohl bleiben – bei gleicher Betriebsfestigkeit wie ein entsprechendes Vollprofil. Hoch-

belastete Partien können sogar noch partiell verstärkt werden. Lastangepasstes Design ist bei komplexeren Lastfällen verfahrensbedingt eher durch Gießen als durch Schmieden zu erreichen. Wegen seiner hohen spezifischen Festigkeit bietet ADI damit das Potenzial, vergleichsweise kostengünstig Leichtbau zu ermöglichen.

Daher haben inzwischen auch in Europa unterschiedlichste Industriebranchen ADI entdeckt und erproben zurzeit die Leistungsfähig-

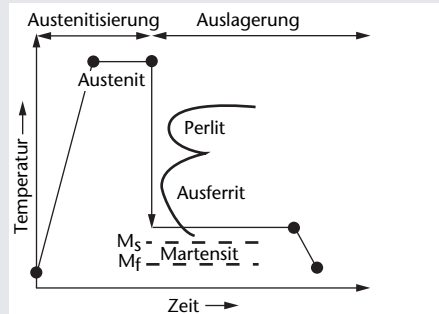
FAZIT

- ▶ ADI-Werkstoffe dringen in Stahlguss- und Schmiedestahl-Anwendungen ein
- ▶ Filigrane Bauteilgeometrien können hergestellt werden
- ▶ Aus dem lastangepassten Designs ergeben sich Kostenvorteile

WÄRMEBEHANDLUNG

Was ist ADI?

ADI (Austempered Ductile Iron) entsteht durch mehrstufige Wärmebehandlung aus Sphäroguss. Ziel der Wärmebehandlung ist



Temperaturführung zur Herstellung von ADI-Gusseisen.

Bild: Claas Guss

die Einstellung eines Gefüges aus nadeligem Ferrit in einer mit Kohlenstoff übersättigten Austenitmatrix. Als Bezeichnung für das Gefüge hat sich „Ausferrit“ eingebürgert. Dieser Begriff wird mit den aktuell überarbeiteten Normen offiziell festgelegt werden. Der Ablauf: Das Gussstück wird im Schutzgasofen bei 840 bis 950 °C völlig austenitisiert. Dann erfolgt ein schnelles Abkühlen – in der Regel im bewegten Salzbad – auf eine Umwandlungstemperatur von 235 bis 425 °C. Über die Badtemperatur wird die Güte von ADI eingestellt. Wichtigste Bedingung für eine einwandfreie Vergütung ist die Vermeidung der Perlitbildung während der Abkühlung.



Bild 3: Trägerplatten für 10-Zylinder-Dieselmotoren. Extrem begrenzter Bauraum, hohe Festigkeit, Steifigkeit und Dämpfungseigenschaften erfordern die Herstellung aus ADI-Gusseisen.

keit des Werkstoffs im Hinblick auf verschiedenste Anwendungen. Grundsätzlich gehören höher und hoch belastete Bauteile – das heißt Bauteile, bei vorgegebenem Bauraum die Festigkeitsanforderungen steigen – zu den potenziellen ADI-Anwendungen: zum Beispiel Federarme, Radträger, Achsträger, Lenkungs- und Fahrwerkteile aus dem Automotivbereich, Hydraulikbauteile mit steigenden Druckstufen sowie Bauteile, deren Bauraum bei gleichbleibender Last verringert wird.

Weitere Anwendungen sind für Zahnräder und Getriebe bereits bekannt, wobei in diesen Fällen häufig außer der Festigkeit sowohl die hohe Verschleißbeständigkeit als auch das Dämpfungsverhalten von ADI ausgenutzt werden. Als Gusseisenwerkstoff mit etwa 3,5 bis 3,8 Gew.-% Kohlenstoffgehalt liegt ein signifikant höheres Dämpfungsvermögen – mehr als doppelt so hoch bezogen auf das logarithmische Dekrement –

als bei Stahlguss und Schmiedestählen vor, die aufgrund des niedrigeren Kohlenstoffgehalts keine Graphitausscheidungen enthalten. Das Dämpfungsvermögen von Eisenwerkstoffen wird nämlich signifikant durch Menge und Ausscheidungsform des enthaltenen Graphits bestimmt.

Substitutionspotenzial birgt auch Kostenersparnis

Etliche Projekte auf Basis dieser Eigenschaften laufen mittlerweile bereits in Serie. ADI öffnet mit seinem Leistungsspektrum den Weg für völlig neue Gusseisenanwendungen. Ein Beispiel dafür ist ein Filterkopf, der im Hydrauliksystem von Kunststoff-Spritzgießmaschinen zur Anwendung kommt (Bild 2). Der Filterkopf, so die Anforderung, soll 100 Mio. Lastwechsel bei einer Druckbelastung von 250 bar ertragen. Dieses Ziel war mit konventionellen Gusswerkstoffen nicht erreichbar, und auch konstruktive Maßnahmen waren bereits ausgeschöpft. Alternative Verfahren wie Schmieden oder eine Bearbeitung „aus dem Vollen“ schießen aus, weil im Inneren des Filterkopfs aus strömungstechnischen Gründen gekrümmte druckführende Kanäle verlaufen, die sich nur

durch Gießen formen lassen. ADI eröffnet hier neue Leistungsperspektiven, so dass sich der Kunde für den Werkstoff EN-GJS-800-8 entschied.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel sind die Trägerplatten für den 10-Zylinder-Dieselmotor, den der Automobilbauer Volkswagen für das Modell Phaeton und den Touareg entwickelt hat (Bild 3). Die Trägerplatten werden zu einer Räderkassette montiert, in die die Zahnräder zum Antrieb der Nockenwelle und der Nebenaggregate eingefasst sind. Die Räderkassette wird im Einsatz dynamisch hoch belastet. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an Festigkeit und Dauerfestigkeit. In Anbetracht des extrem eingeschränkten Bauraums und der zur Funktionserfüllung notwendigen Festigkeit, Steifigkeit und Dämpfungseigenschaften bot ADI eine optimale Lösung.

Das gute Dämpfungsvermögen gab den Ausschlag für die Verwendung eines ADI-Zahnrads zum Antrieb eines Bodenverdichters. In diesem Fall musste der Hersteller die Geräuschentwicklung der Maschine deutlich reduzieren. Eine der getroffenen Maßnahmen war die Substitution des bisher verwendeten gradverzahnten geschmiedeten Stahlzahnrad aus 42CrMo4 durch ein schrägverzahntes ADI-Zahnrad. Im Nachhinein zeigt sich, dass bereits dieser Wechsel die notwendige dB-Reduzierung erbrachte.

ADI-Anwendungen gehen also häufig über eine reine Werkstoffsubstitution hinaus. Die Beispiele zeigen vielmehr, dass sich mit ADI neue technische Lösungen bieten, die andere Werkstoffe und/oder Fertigungsverfahren nicht ermöglichen können. Bei der Substitution von Schmiedestählen kommt häufig noch eine Kostenersparnis hinzu. Diese Möglichkeiten lassen für die Zukunft auch in Europa einen erheblichen Wachstumsmarkt für ADI-Werkstoffe erwarten. **MM**

www.maschinenmarkt.de

► Leichtbauteile von Claas Guss aus ADI-Gusseisen