

## ADI - Ausferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit nach DIN EN 1564:2011

Ausferritic spheroidal graphite cast iron, Fontes ausferritiques à graphite sphéroïdal

ADI ist eine Weiterentwicklung des am Markt seit langem etablierten Sphärogusses. In Amerika unter dem Namen ADI (Austempered Ductile Iron) bekannt, ist er in Europa unter dem Namen Ausferritisches Gusseisen genormt, da er metallurgisch aus einem Mischgefüge aus stabilisiertem Austenit und nadeligem Ferrit besteht. Der Werkstoff wird aus speziell legiertem Sphäroguss durch eine nachgeschaltete Wärmebehandlung erzeugt und steht durch seine (für Gusseisen) herausragenden Werkstoffeigenschaften im Wettbewerb zu Guss- und Schmiedebauteilen aus Stahl (vergleichbare Verschleißseigenschaften und Festigkeiten bei geringeren Kosten) und Aluminium (Gewichts-, Volumen- und Kostenvorteile bei hochbelasteten Bauteilen).



Bremsbrücke Eisenbahnanwendung



Kurvenscheibe einer Landmaschine



Gehäuse Straßenbahnbremse



hochbelastetes Lagergehäuse

### Eigenschaften

Der Werkstoff zeichnet sich durch hohe statische und dynamische Festigkeiten (bis  $1400 \text{ N/mm}^2$ ) bei gleichzeitig guter Dehnung (bis 10%) und hoher Zähigkeit aus.

Die dynamische Dauerwechselbeständigkeit ist mit der von Stahl vergleichbar; die Schwingungsdämpfung (und damit die Geräuschemission) ist aber um bis zu 40% besser.

Über die geringere Dichte des Gusseisenwerkstoffs sind gegenüber Stahl Gewichtsreduzierungen um 10% üblich; die bessere Gießbarkeit führt zu lastfallangepassten Konstruktionen mit weiterer Gewichtsersparnis. Außerdem ist die mechanische Bearbeitung im Vergleich zu Stahlbauteilen gleicher Härte günstiger.

Beim Ersatz von Aluminiumbauteilen sind Volumen- und Gewichtsvorteile zu erwarten; hier steht aber eher der Kostenvorteil von bis zu 20% im Vordergrund.

### Anwendungen

Typische Anwendungsgebiete sind Förder-technik, Land-, Bau- und Bergbaumaschinen, Schienen-(verkehrs-)technik, sowie die Bereiche Nutz- und Personalfahrzeuge und Armaturen, Getriebe und Pumpen.

Neben Verschleißteilen wie Zahnrädern, Pflugspitzen, Kettengliedern, Schneiden, Führungsschienen und Baggerzähnen sind hochbelastete Bauteile wie Fahrwerksbauteile und Antriebskomponenten (Hohlräder, Achsen/Achsbrücken, Bremsträger, Nockenwellen für Schwerlastmotoren, Rollen, Räder) häufige Einsatzfälle.

Beachtet werden müssen die realen Einsatztemperaturen - oberhalb  $250^\circ\text{C}$  kann es zu Gefüge- (und Eigenschaftsveränderungen) kommen.

### Normung

Der Werkstoff ist sowohl in Europa (DIN EN 1964), als auch international (ISO/TR 15931) und in den USA (ASTM A897 M-03) genormt.

Die Materialkennwerte der 6 genormten Qualitäten reichen von 800 bis  $1.400 \text{ N/mm}^2$  bei Dehnungswerten von 10 bis 1 % (Kenndaten gemäß Norm siehe Rückseite).

EN-GJS-800-10

EN-GJS-800-10 RT

EN-GJS-900-8

EN-GJS-1050-6

EN-GJS-1200-3

EN-GJS-1400-1

Zwei weitere verschleißbeständige Sorten mit hohen Zugfestigkeiten sind über ihre Brinellhärte definiert:

EN-GJS-HB400 mit ca.  $1400 \text{ N/mm}^2$

EN-GJS-HB450 mit ca.  $1600 \text{ N/mm}^2$

Üblicherweise werden die Kennwerte an einem getrennt gegossenen Probestück ermittelt.

Für ADI-Gussteile gelten zusätzlich die gängigen Gusseisennormen :

- DIN EN ISO 8062 Toleranzen und Bearbeitungszugaben
- EN 10204:2004, Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen
- EN ISO 148-1:2010, Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy - Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1:2009)
- EN ISO 945-1:2008, Mikrostruktur von Gusseisen - Teil 1: Graphitklassifizierung durch visuelle Auswertung (ISO 945-1:2008)
- EN ISO 6506-1, Härteprüfung nach Brinell - Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:2005)
- EN ISO 6892-1:2009, Zugversuch Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2009)

## Werkstoffeigenschaften nach DIN EN 1654 : 2012-01

mechanische Eigenschaften ermittelt an getrennt gegossenen Probestäben durch mechanische Bearbeitung hergestellt (Ø 14 mm)  
alle Daten für Wandstärken  $t < 30$  mm; Einzelwerte sind zwischen Kunde und Hersteller ggf. im Detail festzulegen

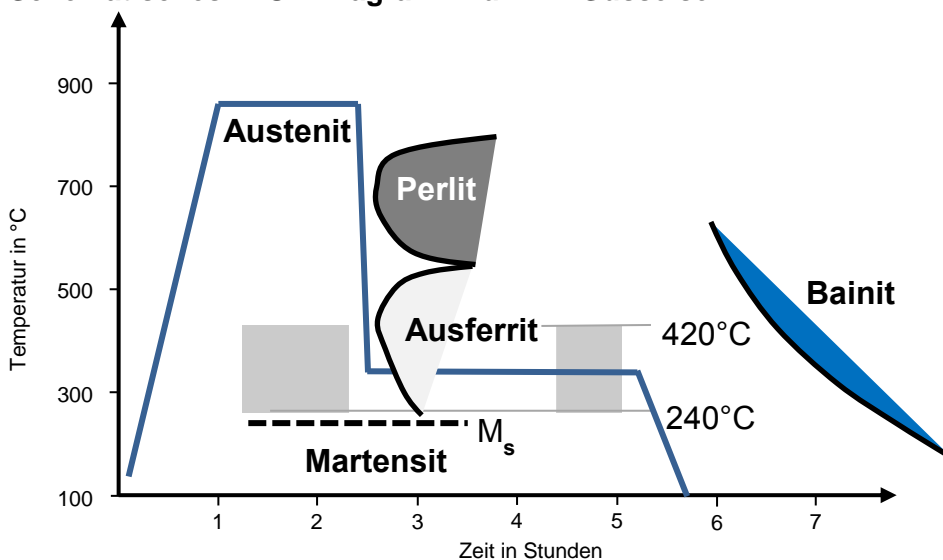
Werkstoff-Kurzzeichen		EN-GJS-800-10	EN-GJS-900-8	EN-GJS-1050-6	EN-GJS-1200-3	EN-GJS-1400-1
Werkstoffnummer		5.3400	5.3402	5.3403	5.3404	5.3405
Zugfestigkeit	$R_m$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	800	900	1050	1200	1400
Bruchdehnung	A %	10	8	6	3	1
0,2% Dehngrenze	$R_{p0,2}$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	500	600	700	850	1100
Informative Kennzahlen / Richtwerte						
Härte*	HB	250-310	280-340	320-380	340-420	380-480
Druckfestigkeit	$\sigma_{dB}$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	1300	1420	1675	1900	2200
0,2% Stauchgrenze	$\sigma_{d0,2}$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	620	700	840	1040	1220
Scherfestigkeit	$\sigma_{sB}$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	720	800	940	1080	1260
0,2% Schergrenze	$\sigma_{s0,2}$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	350	420	510	590	770
Torsionsfestigkeit	$\sigma_{tB}$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	720	800	940	1080	1260
0,2% Torsionsgrenze	$\sigma_{t0,2}$ MPa (N/mm <sup>2</sup> )	350	420	510	590	770
Bruchzähigkeit	$K_{IC}$ MPA m <sup>1/2</sup>	62	60	59	54	50
Dauerbiegewechselfest., ungek.	MPa (N/mm <sup>2</sup> )	375	400	430	450	375
Dauerbiegewechselfest., gekerbt	MPa (N/mm <sup>2</sup> )	225	240	265	280	275
Elastizitätsmodul	E GPa (kN/mm <sup>2</sup> )	170	169	168	167	165
Poisson-Zahl	$\nu$	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Schermodul	GPa (kN/mm <sup>2</sup> )	65	65	64	63	63
Dichte	$\rho$ g/cm <sup>3</sup>	7,1	7,1	7,1	7	7
Längenausdehnungskoeff.	$\alpha$ $\mu$ m (mK)	18 bis 14 (höhere Werte bei geringerer Festigkeit)				
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$ W (m K)	23 bis 20 (höhere Werte bei geringerer Festigkeit)				

\* Härte kann durch mechanische Oberflächenverfestigung (bspw. Kugelstrahlen, Festwalzen) erheblich gesteigert werden

weitere über zusätzliche Werkstoffeigenschaften genormte ADI-Qualitäten (Werte für Wandstärke  $t < 30$  mm)

über Schlagenergie J	EN-GJS-800-10-RT 5.3401	mit $J_{min} = 10$ (Mittelwert aus 3 Prüfungen) und $J_{min} = 9$ (Einzelwert)	rest. Werte wie EN-GJS-800-10
verschleißbeständige Sorten auf Basis der Härte	EN-GJS-HB400 5.3406	Brinellhärte HB mind. 400 $R_m = 1400$ N/mm <sup>2</sup>	$R_{p0,2} = 1100$ N/mm <sup>2</sup>
	EN-GJS-HB450 5.3407	Brinellhärte HB mind. 450 $R_m = 1600$ N/mm <sup>2</sup>	$R_{p0,2} = 1300$ N/mm <sup>2</sup>

## Schematisches ZTU – Diagramm für ADI-Gusseisen



### Wärmebehandlung der Gussstücke

Die Bauteile werden auf über 720° C erwärmt (AC1 –Temperatur) und eine ausreichende Zeit bei dieser Temperatur gehalten, um den Kohlenstoffgehalt des Austenits zu erhöhen.

Darauf folgt eine schnelle Abkühlung mit einer Geschwindigkeit und bis zu einer Temperatur (oberhalb der Martensit-Start-Temperatur), die ausreicht, um die Bildung von Perlit zu verhindern.