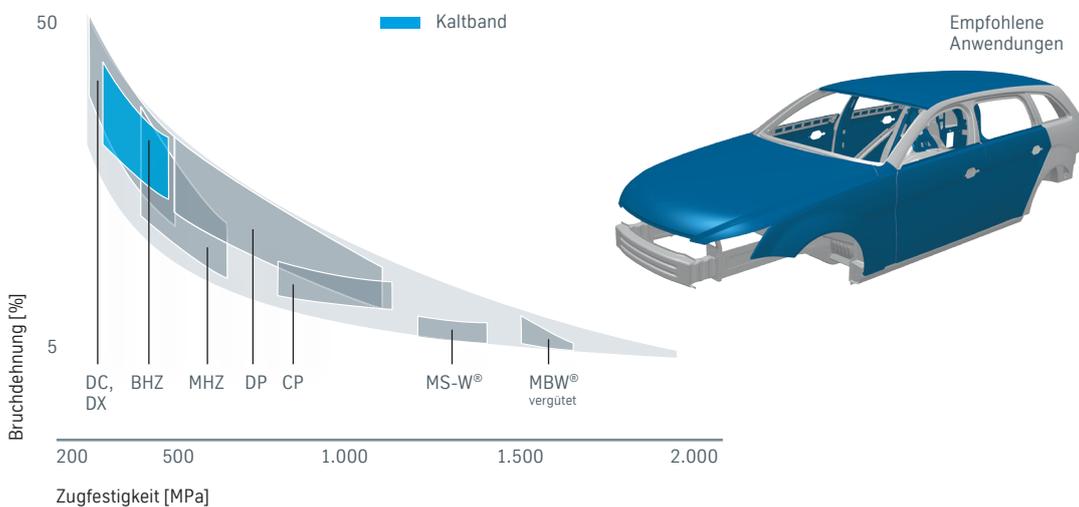




Stand: Mai 2016, Version 1

Stahlsortenübersicht



Inhalt

- 01 Anwendungsbereiche
- 02 Werkstoffcharakteristik
- 03 Technische Merkmale
- 05 Oberflächen
- 08 Hinweise für die Anwendung und Verarbeitung
- 11 Lieferbare Abmessungen

Anwendungsbereiche

Der besondere Vorteil von Bake-Hardening-Stählen liegt darin, dass sie im Anlieferungszustand eine gute Kaltumformbarkeit infolge ihrer verhältnismäßig niedrigen Streckgrenze und ihrer guten r- und n-Werte aufweisen. Dabei wird die Ausgangsfestigkeit durch Mischkristalle eingestellt. Ihre endgültige Festigkeit erhalten sie am bereits umgeformten Bauteil beim Lackeinbrennen. Mit Bake-Hardening-Stählen werden also gegensätzliche Anforderungen hinsichtlich des Umformverhaltens und der Bauteilfestigkeit hervorragend in Einklang gebracht. Besonders bei nur geringfügig umgeformten Bauteilen, die keine nennenswerte Verfestigung durch die Umformung erfah-

ren, bieten sich Bake-Hardening-Stähle auch für den Einsatz in Karosserieaußenteilen an, da durch den Bake-Hardening-Effekt im Vergleich zu anderen Stählen eine deutliche Verbesserung in der Beulfestigkeit und -steifigkeit erreicht werden kann.

Bevorzugte Einsatzmöglichkeiten sind flache Außenhautteile wie Dächer, Hauben und Türaußenbleche. Auf Wunsch sind Bake-Hardening-Stähle von thyssenkrupp für dauerhaften Korrosionsschutz in verschiedenen hochwertigen Oberflächenveredelungen erhältlich.

Stahlsortenbezeichnung und Oberflächenveredelungen

DIN EN 10152, 10268, 10346

Oberflächenveredelungen

– ZE Z ZF ZM AS

Nach DIN EN

Stahlsortenbezeichnung	Normbezeichnung					
● BHZ 180	HC180B/HX180BD	◎	◎	◎	◎	◎
● BHZ 220	HC220B/HX220BD	◎	◎	◎	◎	◎
● BHZ 260	HC260B/HX260BD	◎	◎	◎	◎	◎
● BHZ 300	HC300B/HX300BD	●	●	●	●	

Stahlsortenbezeichnung und Oberflächenveredelungen

VDA 239-100

Oberflächenveredelungen

UC EG GI GA ZM AS

Nach VDA

Stahlsortenbezeichnung	Normbezeichnung					
● CR180BH	CR180BH	◎	◎	◎	◎	◎
● CR210BH	CR210BH	◎	◎	◎	◎	◎
● CR240BH	CR240BH	◎	◎	◎	◎	◎

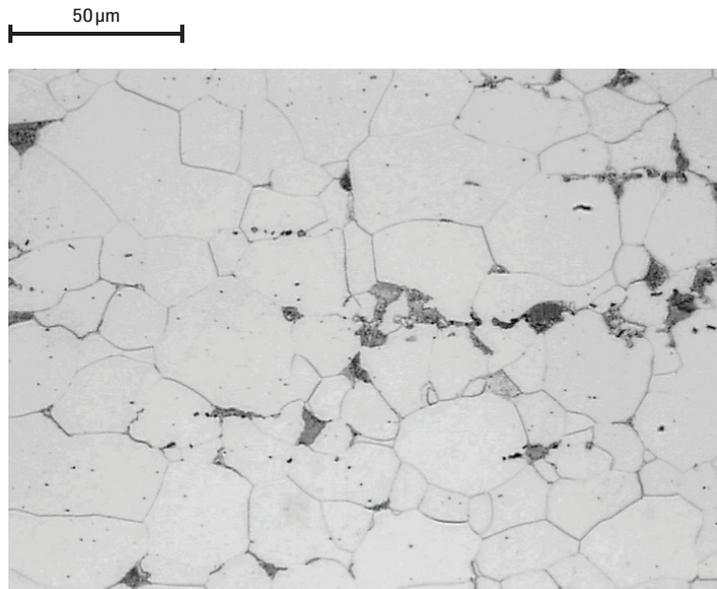
- Kaltband
- Serienfertigung für Innenteile
- ◎ Serienfertigung für Innen- und Außenteile
- /UC Unbeschichtet
- ZE/EG Elektrolytisch verzinkt
- Z/GI Schmelztauchverzinkt
- ZF/GA Galvannealed
- ZM ZM EcoProtect®
- AS Aluminium-Silizium-beschichtet

Werkstoffcharakteristik

Bake-Hardening-Stähle von thyssenkrupp sind bei Raumtemperatur über einen längeren Zeitraum alterungsbeständig. Mischkristallverfestigende Elemente wie P, Mn und Si werden zur Erreichung der gewünschten Ausgangsfestigkeit eingesetzt. Eine gezielt eingestellte Menge an gelöstem Kohlenstoff

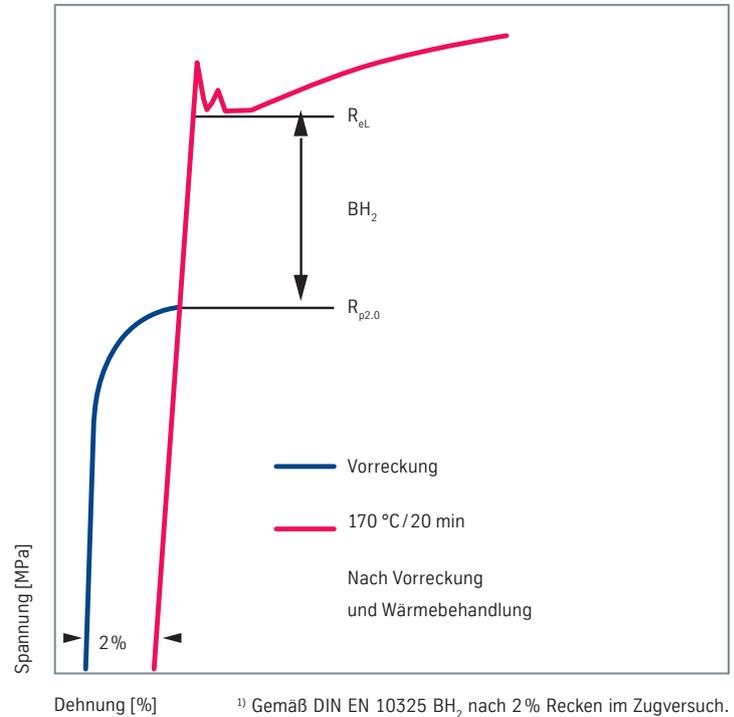
in ferritischer Matrix sorgt durch eine kontrollierte Kohlenstoffalterung beim Einbrennen des Automobillackes, in Verbindung mit der vorausgegangenen Verformungsverfestigung, für eine zusätzliche Streckgrenzensteigerung (BH-Effekt).

Beispielgefüge BHZ



Das Bild zeigt, nach einer Ätzung mit Nital, das typische Gefüge eines Bake-Hardening-Stahls mit Perlit und vereinzelt körnigem Zementit in der ferritischen Matrix.

Bestimmung des Bake-Hardening-Werts¹⁾



¹⁾ Gemäß DIN EN 10325 BH₂ nach 2% Recken im Zugversuch.

Technische Merkmale

Chemische Zusammensetzung

Massenanteile der Schmelzanalyse	Oberflächenveredelung	C [%] max.	Si [%] max.	Mn [%] max.	P [%] max.	S [%] max.	Al [%] total	Ti [%] max.	Nb [%] max.
Nach DIN EN									
Stahlsortenbezeichnung									
● BHZ 180	-/ZE	0,06	0,5	0,7	0,06	0,030	≥ 0,015	-	-
● BHZ 220	-/ZE	0,08	0,5	0,7	0,085	0,030	≥ 0,015	-	-
● BHZ 260	-/ZE	0,1	0,5	1,0	0,1	0,030	≥ 0,015	-	-
● BHZ 300	-/ZE	0,1	0,5	1,0	0,12	0,030	≥ 0,015	-	-
● BHZ 180	Z/ZF/ZM	0,06	0,50	0,70	0,06	0,025	≥ 0,015	0,12	0,09
● BHZ 220	Z/ZF/ZM	0,08	0,50	0,70	0,085	0,025	≥ 0,015	0,12	0,09
● BHZ 260	Z/ZF/ZM	0,10	0,50	1,00	0,10	0,03	≥ 0,010	0,12	0,09
● BHZ 300	Z/ZF/ZM	0,11	0,50	0,80	0,12	0,025	≥ 0,010	0,12	0,09

- Kaltband
- /UC Unbeschichtet
- ZE/EG Elektrolytisch verzinkt
- Z/GI Schmelztauchverzinkt
- ZF/GA Galvannealed
- ZM ZM EcoProtect®

Chemische Zusammensetzung

Massenanteile der Schmelzanalyse	C [%] max.	Si [%] max.	Mn [%] max.	P [%] max.	S [%] max.	Al [%] min.
----------------------------------	---------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Nach VDA

Stahlsortenbezeichnung

● CR180BH	0,06	0,50	0,70	0,060	0,025	0,015
● CR210BH	0,08	0,50	0,70	0,085	0,025	0,015
● CR240BH	0,10	0,50	1,00	0,10	0,030	0,010

- Kaltband

Mechanische Eigenschaften

Prüfrichtung quer zur Walzrichtung	Oberflächen- veredelung	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Senkrechte Anisotropie	Verfestigungs- exponent	Bake- Hardening
		R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A ₉₀ [%] min.	r ₉₀ min.	n ₉₀ min.	BH ₂ [MPa] min.

Nach DIN EN

Stahlsortenbezeichnung

● BHZ 180	-/ZE	180–230	290–360	34	1,6	0,17	35
● BHZ 220	-/ZE	220–270	320–400	32	1,5	0,16	35
● BHZ 260	-/ZE	260–320	360–440	29	–	–	35
● BHZ 300	-/ZE	300–360	390–480	26	–	–	35
● BHZ 180	Z/ZF/ZM	180–240	290–360	34	1,5	0,16	30
● BHZ 220	Z/ZF/ZM	220–280	320–400	32	1,2	0,15	30
● BHZ 260	Z/ZF/ZM	260–320	360–440	28	–	–	30
● BHZ 300	Z/ZF/ZM	300–360	400–480	26	–	–	30

Die technologischen Merkmale sind gültig für den Dickenbereich 0,7 bis 1,2 mm.

Auf- und Abschlüge bei einzelnen Überzügen und Werten entsprechend der jeweils gültigen Norm.

Die festgelegten mechanischen Eigenschaften gelten für eine Zeitdauer von 3 Monaten, beginnend mit dem vereinbarten Datum der Verfügbarkeit der Erzeugnisse.

- Kaltband
- /UC Unbeschichtet
- ZE/EG Elektrolytisch verzinkt
- Z/GI Schmelztauchverzinkt
- ZF/GA Galvannealed
- ZM ZM EcoProtect®

Mechanische Eigenschaften

	Streckgrenze		Zugfestigkeit		Bruchdehnung		Senkrechte Anisotropie		Verfestigungs- exponent	Bake- Hardening
	$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	R_m [MPa]	A_{50} [%] min.	A_{80} [%] min.	$r_{0/20}$ min.	$r_{m/20}$ min.	n_{10-20/A_g} min.	BH_2 [MPa] min.	

Prüfrichtung in Walzrichtung

Nach VDA

Stahlsortenbezeichnung

● CR180BH	180–240	290–360	35	34	1,1	1,3	0,17	20/30
● CR210BH	210–270	320–400	34	32	1,1	1,2	0,16	20/30
● CR240BH	240–300	340–440	31	29	1,0	1,1	0,15	20/30

Einschränkungen entsprechend VDA 239-100 Absatz 7.2.

- Kaltband
- $R_{p0,2}$ Dehngrenze bei 0,2% plastischer Dehnung
- R_m Zugfestigkeit
- A_{50} Bruchdehnung bei einer Probe mit der Messlänge $L_0 = 50$ mm
- A_{80} Bruchdehnung bei einer Probe mit der Messlänge $L_0 = 80$ mm bei Blechdicken $S < 3,0$ mm
- n_{10-20/A_g} Verfestigungsexponent, ermittelt zwischen 10 und 20% plastischer Dehnung bzw. der Gleichmaßdehngrenze bei $A_g < 20\%$
- $r_{0/20}$ Senkrechte Anisotropie in Längsrichtung bei 20% plastischer Dehnung
- $r_{m/20}$ Mittlere senkrechte Anisotropie bei 20% plastischer Dehnung, $r_{m/20} = (r_{0/20} + r_{90/20} + 2 \times r_{45/20}) / 4$
- BH_2 Streckgrenzenerhöhung nach einer plastischen Vordehnung von 2%, hervorgerufen durch eine Wärmebehandlung

Oberflächen

Oberflächenveredelungen, elektrolytisch veredelt

	Spezifikation	Nennauflage je Seite an Einflächenprobe		Auflage je Seite an Einflächenprobe	
		Masse [g/m ²]	Dicke [µm]	Masse [g/m ²]	Dicke [µm]

Elektrolytisch verzinkt

Bezeichnung

ZE25/25	DIN EN	18	2,5	≥ 12	≥ 1,7
EG18	VDA 239-100	–	–	18–38	2,5–5,4
ZE50/50	DIN EN	36	5,0	≥ 29	≥ 4,1
EG29	VDA 239-100	–	–	29–49	4,1–6,9
ZE75/75	DIN EN	54	7,5	≥ 47	≥ 6,6
EG53	VDA 239-100	–	–	53–73	7,5–10
ZE100/100	DIN EN	72	10	≥ 65	≥ 9,1
EG70	VDA 239-100	–	–	70–90	9,9–13

Auf Anfrage auch einseitig verzinkt oder beidseitig mit unterschiedlicher Zinkauflage lieferbar.

Oberflächenveredelungen, schmelztauchveredelt

	Spezifikation	Mindestauflage zweiseitig [g/m ²]		Auflage je Seite an Einflächenprobe		Informativ Typische Dicke [μm]
		Dreiflächenprobe	Einzelflächenprobe	Masse [g/m ²]	Dicke [μm]	

Schmelztauchverzinkt

Bezeichnung

Z100	DIN EN	100	85	–	5–12	7
GI40	VDA 239-100	–	–	40–60	5,6–8,5	–
Z140	DIN EN	140	120	–	7–15	10
GI60	VDA 239-100	–	–	60–90	8,5–13	–
Z200	DIN EN	200	170	–	10–20	14
GI85	VDA 239-100	–	–	85–115	12–16	–

Galvannealed

ZF100	DIN EN	100	85	–	5–12	7
GA40	VDA 239-100	–	–	40–60	5,6–8,5	–
ZF120	DIN EN	120	100	–	6–13	8
GA50	VDA 239-100	–	–	50–80	7–10	–

ZM EcoProtect®

ZM070	SEW022	70	60	–	–	–
ZM30	VDA 239-100	–	–	30–55	4,5–7,7	–
ZM100	SEW022	100	85	–	–	–
ZM40	VDA 239-100	–	–	40–65	6,2–9,2	–
ZM120	SEW022	120	100	–	–	–
ZM50	VDA 239-100	–	–	50–80	7,7–12	–

Es wird das Auflagengewicht von 100 g/m² empfohlen. Für besonders korrosiv belastete Innenteile sind nach Vereinbarung auch höhere Auflagen oder die innovative Zink-Magnesium-Beschichtung ZM EcoProtect® lieferbar.

Oberflächenausführungen und Oberflächenarten

	Oberflächenausführung	Oberflächenart
Feinblechsorten		
Kaltgewalzte Flacherzeugnisse	Unbeschichtet	A Normale Oberfläche
		U Unexposed (Innenteile)
		B Beste Oberfläche
		E Exposed (Außenteile)
Elektrolytisch veredelte Flacherzeugnisse	Elektrolytisch verzinkt	A Normale Oberfläche
		U Unexposed (Innenteile)
		B Beste Oberfläche
		E Exposed (Außenteile)
Schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse	Schmelztauchverzinkt	B Verbesserte Oberfläche
		U Unexposed (Innenteile)
		C Beste Oberfläche
		E Exposed (Außenteile)
	Galvannealed	B Verbesserte Oberfläche
		U Unexposed (Innenteile)
		C Beste Oberfläche
		E Exposed (Außenteile)
	ZM EcoProtect®	B Verbesserte Oberfläche
		U Unexposed (Innenteile)
		C Beste Oberfläche
		E Exposed (Außenteile)

A/B/C nach DIN EN
U/E nach VDA 239-100

Oberflächenbehandlungen

Art der Oberflächenbehandlung		-/UC	ZE/EG	Z/GI	ZF/GA	ZM	AS
O	Geölt	●	●	●	●	●	
P	Phosphatiert		●				
µPhos	Mikrophosphatiert		●				
JAZ®	JFE Advanced Zinc				●		
PO	Phosphatiert und geölt		●				
µPhosO	Mikrophosphatiert und geölt		●				

● Serienfertigung	-/UC Unbeschichtet	ZF/GA Galvannealed
	ZE/EG Elektrolytisch verzinkt	ZM ZM EcoProtect®
	Z/GI Schmelztauchverzinkt	AS Aluminium-Silizium-beschichtet

Hinweise für die Anwendung und Verarbeitung

Umformen

Bei Bake-Hardening-Stählen wird die Diffusion der freien Kohlenstoffatome genutzt, die üblicherweise durch die Wärmebehandlung bei dem Lackeinbrennen an einer Automobilkarosse erfolgt, um die Festigkeit des fertigen Bauteils zu steigern. Sie haben den großen Vorteil, dass ihre Fertigungsteile mit geringen Formänderungen durch den anschließenden Lackierprozess eine zusätzliche Festigkeitssteigerung erfahren. Bake-Hardening-Stähle eignen sich daher besonders für flache und nicht stark ausgestreckte Teile. Die Auswahl der einzusetzenden Sorte für ein bestimmtes Festigkeitsniveau muss auch mit besonderem Blick auf die tatsächlich zu erwartende Umformbeanspruchung getroffen werden. Auf diese Weise können die individuellen Vorteile optimal genutzt und damit die Stähle auch für schwierige Ziehteile eingesetzt werden.

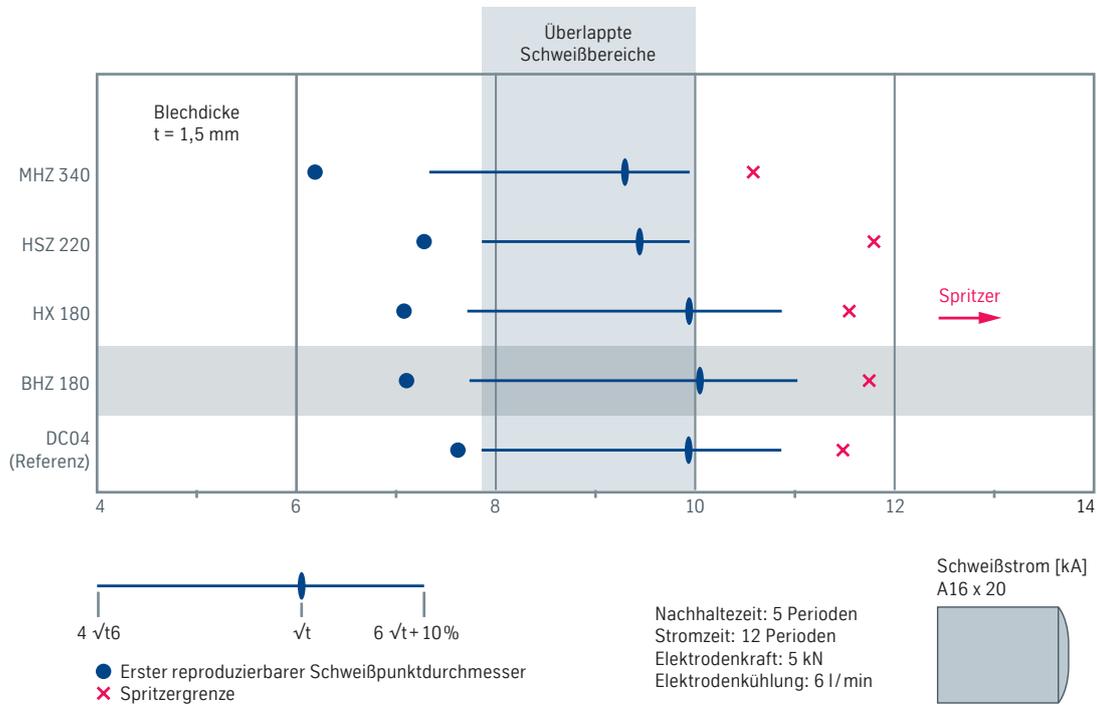
Verarbeitungshinweise zum Fügen

Für die fügetechnische Verarbeitung von Bake-Hardening-Stählen steht dem Verarbeiter eine große Palette an Fügeverfahren zur Auswahl. Sie sind sowohl in Verbindung mit sich selbst als auch in Mischverbindung mit anderen gängigen Stahlsorten gut schweißgeeignet. Voraussetzung sind auf den Werkstoff abgestimmte Schweißparameter.

Widerstandspunktschweißen

Speziell im Karosseriebau steht traditionell das Widerstandspunktschweißen im Vordergrund. Vor allem Feinbleche mit Dicken unter 3 mm können durch dieses Verfahren in der Massenfertigung wirtschaftlich und prozesssicher gefügt werden. Hierzu ist jedoch in der Regel eine Anpassung der Fügeparameter Schweißstrom, Schweißzeit und Elektrodenkraft erforderlich. Von besonderem Interesse ist dabei der Einfluss der Elektrodenkraft und der Schweißzeit auf den Schweißbereich. Für einen ausreichend großen Schweißbereich werden mit zunehmender Blechdicke und -festigkeit in der Regel auch höhere Elektrodenkräfte und längere Schweißzeiten benötigt. Analog kann sich Mehrimpulsschweißen in Anlehnung an SEP 1220-2 günstig auf die Breite des Schweißbereichs auswirken. Bei Zink- und Zinklegerungsüberzügen sind die Elektrodenkräfte, Schweißströme und Schweißzeiten gegenüber dem unveredelten Grundwerkstoff anzuheben, um eine Verengung des Schweißbereichs durch den Überzug zu kompensieren. Die Breite des Schweißbereichs hängt nicht nur von der Blechsorte, -oberfläche und -dickenkombination ab, auch Prozessparameter wie die Stromart und Elektrodengeometrie sind maßgeblich daran beteiligt. Die folgende Abbildung zeigt, dass die Schweißbereiche der BHZ-Stähle mit denen anderer konventioneller höherfester Stähle in einem vergleichbaren Schweißstrombereich liegen. Neben einer guten Schweißbeignung der einzelnen Stahlsorten ist somit auch bei ähnlicher Parametereinstellung eine Schweißbeignung für die Kombinationen der unterschiedlichsten heute von der Stahlindustrie angebotenen Werkstoffe gegeben.

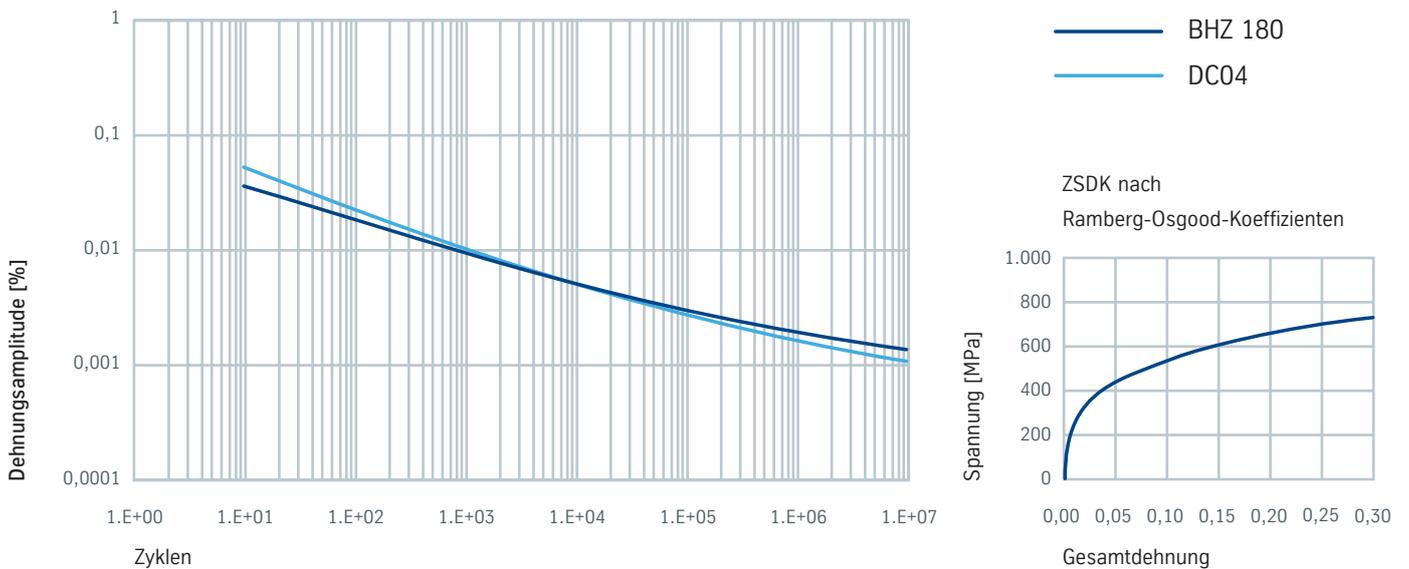
Schweißbereiche konventioneller höher- und hochfester Stähle im Vergleich



Betriebsfestigkeit und Crashverhalten

Für die BHZ-Stahlsorten wird neben den spezifischen Umformei-
genschaften eine höhere Festigkeit zugesichert. Mit zunehmen-
der Streckgrenze und Zugfestigkeit nehmen entsprechend auch
die Dauerfestigkeit und die Crashenergieabsorptionsfähigkeit
zu. Durch den Bake-Hardening-Effekt werden zusätzlich erhöhte
Streckgrenzenwerte geliefert, die vor allem in Festigkeitsbe-
trachtungen eine Rolle spielen. Ein Beispiel hierfür ist die Erhö-
hung der Beulfestigkeit.

Dehnungswöhlerkurve von Bake-Hardening-Stahl BHZ 180 im Vergleich mit einem Tiefziehstahl DC04

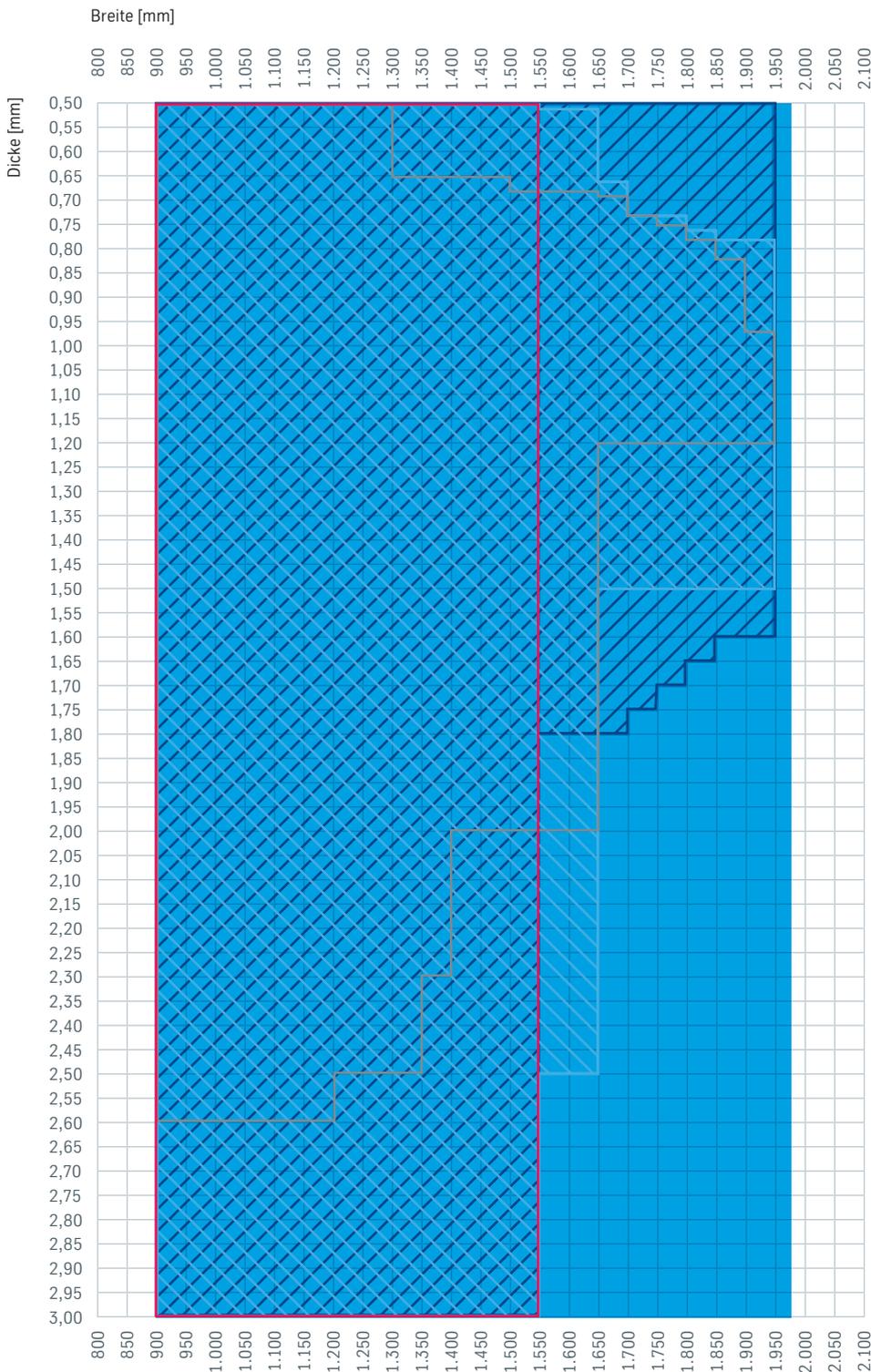


BHZ 180
Manson-Coffin-Parameter
 $\sigma_i' = 485 \text{ MPa}$
 $b = -0,09$
 $\epsilon_i' = 0,061 \text{ mm/mm}$
 $c = -0,34$

BHZ 180
Ramberg-Osgood-Parameter
 $K' = 1020$
 $n' = 0,266$

Lieferbare Abmessungen

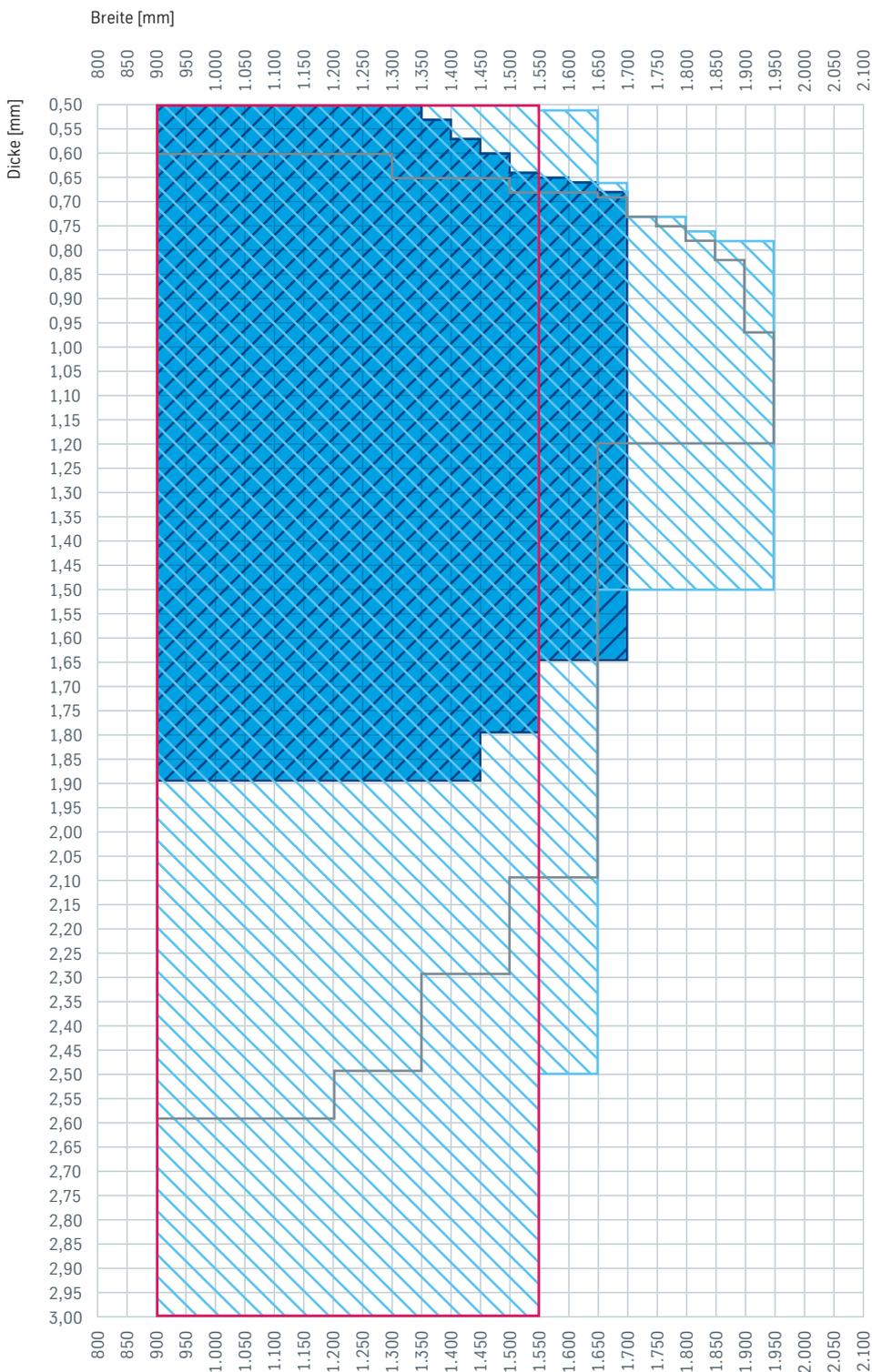
BHZ 180, BHZ 220, CR180BH, CR210BH



- ZE/EG Elektrolytisch verzinkt
- Z/GI Schmelztauchverzinkt
- ZF/GA Galvannealed
- ZM ZM EcoProtect®
-  ZM-besäumt
-  ZF/GA-besäumt
-  Z/GI-besäumt
-  ZE/EG-besäumt
-  Unbeschichtet mit Naturkante

Für Innenteile
 Übliche Abmessungen für Automobilkunden. Stahlsorten gemäß VDA 239-100
 ggf. nur eingeschränkt. Weitere Abmessungen auf Anfrage.

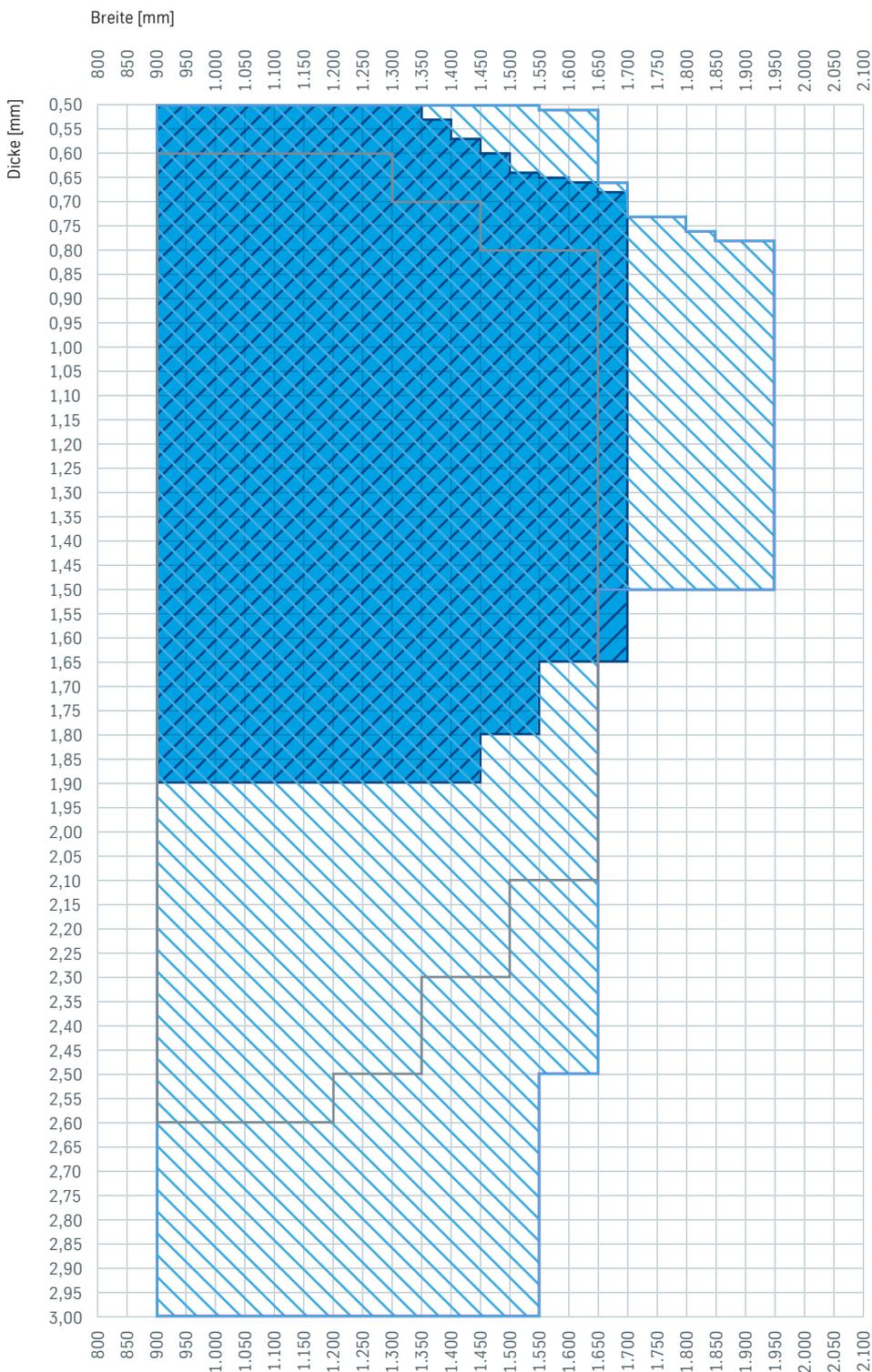
BHZ 260, CR240BH



- ZE/EG Elektrolytisch verzinkt
- Z/GI Schmelztauchverzinkt
- ZF/GA Galvannealed
- ZM ZM EcoProtect®
- ZM-besäumt
- ZF/GA-besäumt
- Z/GI-besäumt
- ZE/EG-besäumt
- Unbeschichtet mit Naturkante

Für Innenteile
 Übliche Abmessungen für Automobilkunden. Stahlsorten gemäß VDA 239-100
 ggf. nur eingeschränkt. Weitere Abmessungen auf Anfrage.

BHZ 300



ZE/EG Elektrolytisch verzinkt
 Z/GI Schmelztauchverzinkt
 ZF/GA Galvannealed

- ZF/GA-besäumt
- Z/GI-besäumt
- ZE/EG-besäumt
- Unbeschichtet mit Naturkante

Für Innenteile
 Übliche Abmessungen für Automobil-
 kunden. Weitere Abmessungen auf
 Anfrage.

Werkssondergütern werden mit den besonderen Eigenschaften von thyssenkrupp geliefert. Weitere, hier nicht angegebene Lieferbedingungen werden in Anlehnung an die jeweils gültige Spezifikation ausgeführt. Zur Anwendung kommen die zum Ausgabedatum dieser Produktinformation gültigen Spezifikationen.

Allgemeiner Hinweis

Angaben über die Beschaffenheit oder Verwendbarkeit von Materialien bzw. Erzeugnissen dienen der Beschreibung. Zusagen in Bezug auf das Vorhandensein bestimmter Eigenschaften oder einen bestimmten Verwendungszweck bedürfen stets schriftlicher Vereinbarungen. Technische Änderungen vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der thyssenkrupp Steel Europe AG. Die aktuellste Version der Produktinformation finden Sie unter: www.thyssenkrupp-steel.com/publikationen