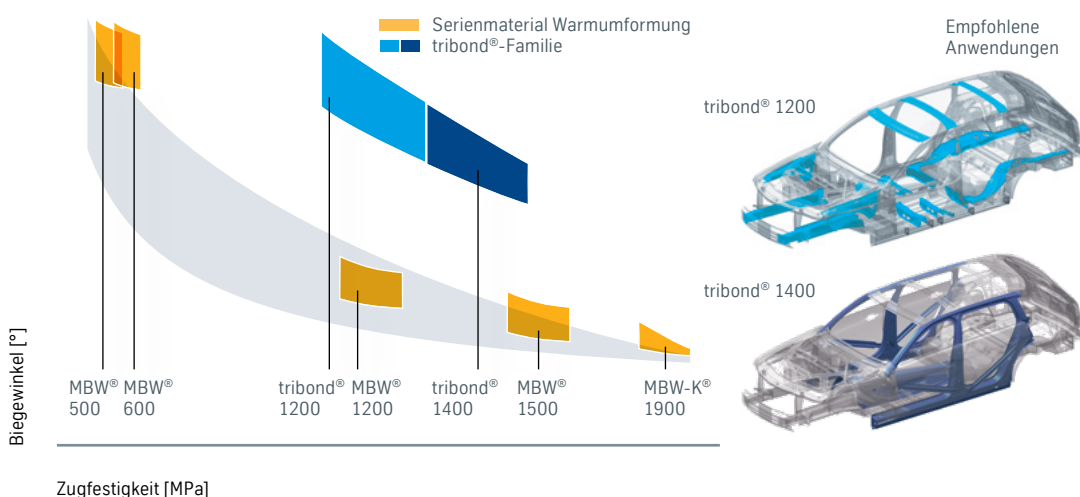




Stand: März 2016, Version 3

## Stahlsortenübersicht



## Inhalt

- 01 Anwendungsbereiche und Eigenschaften
- 02 Werkstoffcharakteristik
- 05 Technische Merkmale
- 06 Oberflächen
- 07 Hinweise für die Anwendung und Verarbeitung
- 09 Lieferbare Abmessungen

## Anwendungsbereiche und Eigenschaften

tribond® ist ein Stahl-Werkstoffverbund für die Warmumformung. tribond® kombiniert Festigkeit bei gleichzeitig hoher Energieabsorption und ermöglicht so deutliche Gewichtseinsparungen bei festigkeitsrelevanten Bauteilen mit komplexer Bauteilgeometrie.

In diesem Werkstoffverbund werden unterschiedliche Werkstoffe zu einem Produkt kombiniert, das am Bauteil Festigkeiten im Bereich von 1.200 bis 1.400 MPa aufweist. Die Innenschicht besteht aus höchstfestem Stahl; die beiden Außenseiten aus sehr gut umformbarem Stahl. Der dreischichtige Aufbau ist in unterschiedlichen Werkstoffkombinationen mit unterschiedlichen Schichtdicken erhältlich – funktionsoptimiert auf die jeweiligen erforderlichen Bauteileigenschaften.

Das Material bietet neben hoher Festigkeit eine deutlich höhere Duktilität als aktuelle Serienwerkstoffe und eignet sich daher besonders zur Energieabsorption, insbesondere für crash-relevante Bauteile in der Automobilindustrie wie beispielsweise A- und B-Säulen oder Querträger. Durch das hervorragende Umformverhalten und die guten Falteigenschaften ist der tribond® 1200 für einen Einsatz für axialbeanspruchte Bauteile prädestiniert. Je nach Belastungsfall unterliegen axialbeanspruchte Bauteile eher einer Knickbelastung, so dass auch der tribond® 1400 u. U. für einen Längsträger geeignet ist.

## Stahlsortenbezeichnung und Oberflächenveredelungen

VDA 239-100	Oberflächenveredelungen					
	UC	EG	GI	GA	ZM	AS

### In Anlehnung an VDA 239-100

#### Stahlsortenbezeichnung

● tribond® 1200	Werkssondergüte	●
● tribond® 1400	Werkssondergüte	●

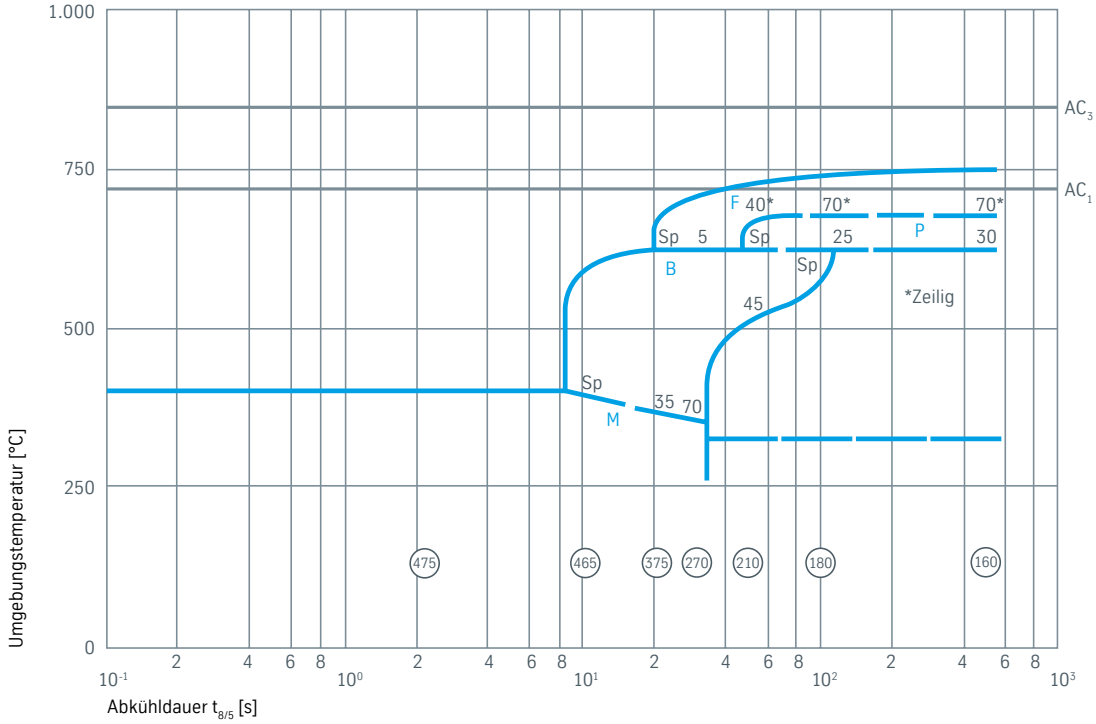
- Kaltgewalzte /schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse
- Serienfertigung für Innenteile

UC Unbeschichtet  
 EG Elektrolytisch verzinkt  
 GI Schmelztauchverzinkt  
 GA Galvannealed  
 ZM ZM Ecoprotect®  
 AS Aluminium-Silizium-beschichtet

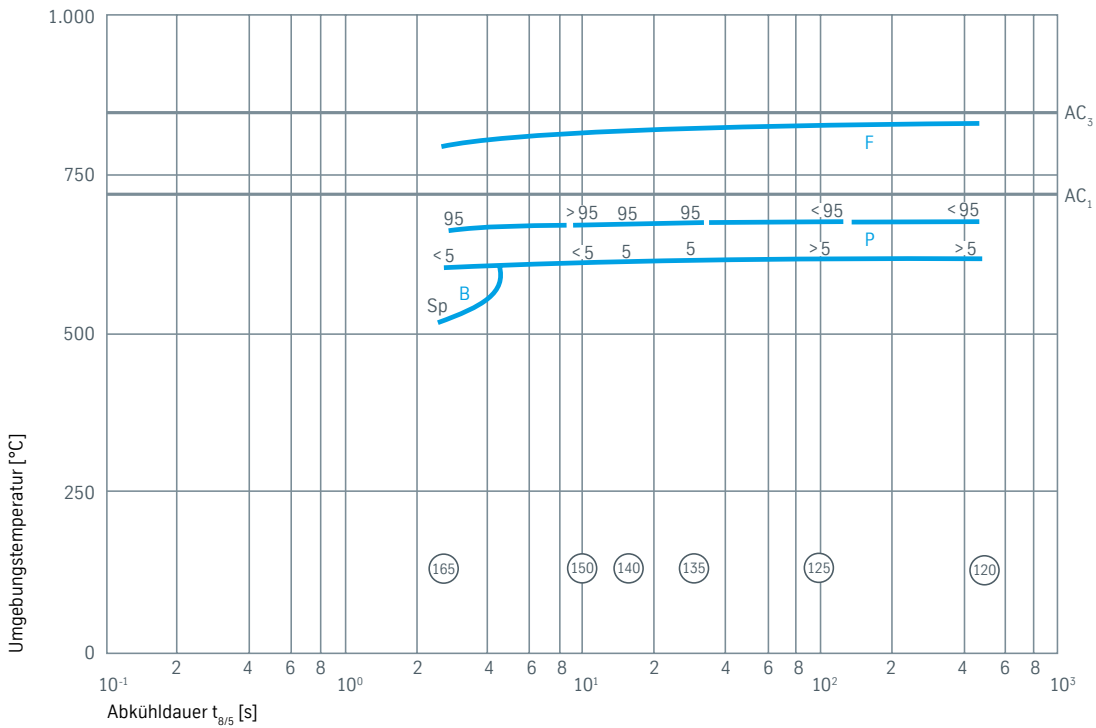
## Werkstoffcharakteristik

Die verwendeten Stähle für den Schichtaufbau im tribond® weisen eine ausgewählte und aufeinander abgestimmte chemische Zusammensetzung auf, die nach der Warmumformung die gewünschten Eigenschaften haben. Das im Lieferzustand vorliegende ferritisch-perlitische Gefüge wird dabei im Kernbereich vollständig in Martensit umgewandelt. Im Randbereich des Werkstoffverbundes bleibt ein ferritisch-perlitisch-bainitisches Gefüge bestehen. Diese Gefügekombination führt zu extrem hohen Festigkeiten (Martensit) verbunden mit einer unter Biegebelastung sehr hohen Duktilität.

ZTU-Diagramm: Umwandlungsverhalten des tribond®-Kernmaterials



ZTU-Diagramm: Umwandlungsverhalten des tribond®-Auflagenmaterials



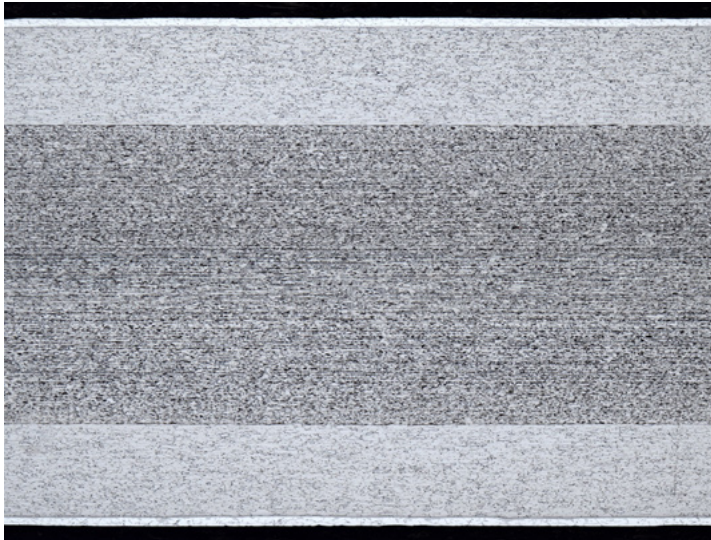
Die ZTU-Schaubilder der verwendeten Stähle (Kernschicht wie Auflagenschicht) veranschaulichen das Umwandlungsverhalten.

- Härtewerte HV
- AC<sub>1</sub>/AC<sub>3</sub> Start/Ende Austenitisierung
- AC<sub>1</sub><sup>1</sup> = 720 °C
- AC<sub>3</sub><sup>1</sup> = 845 °C
- F Ferrit
- P Perlit
- B Bainit
- M Martensit



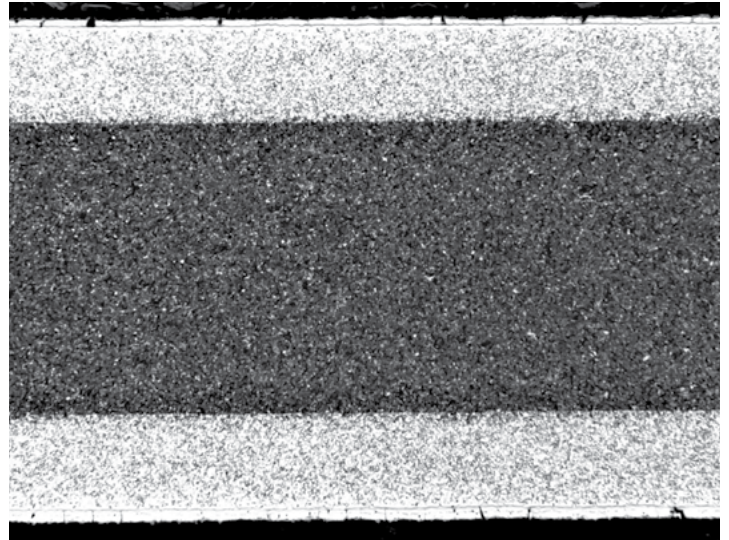
## Beispielgefüge

200 µm



tribond® 1200 im Auslieferungszustand.

500 µm



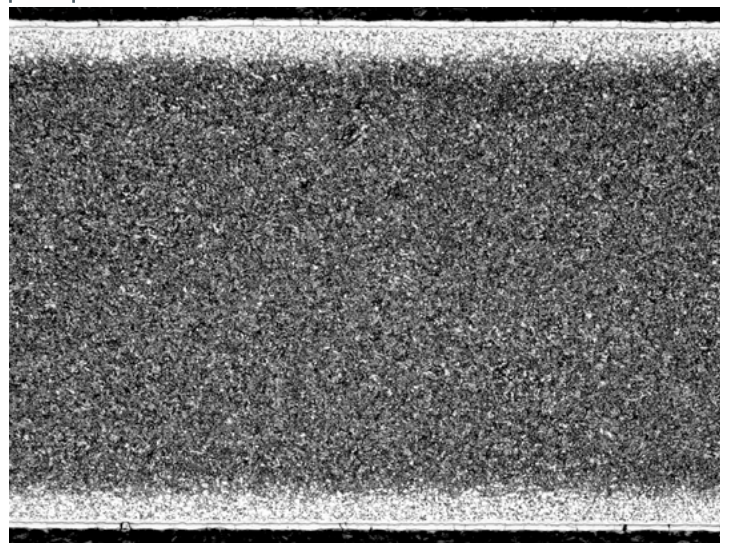
tribond® 1200 nach dem Presshärten.

200 µm



tribond® 1400 im Auslieferungszustand.

500 µm



tribond® 1400 nach dem Presshärten.

Beim Warmwalzplattieren verbinden sich die drei Schichten durch die hohen Temperaturen und Drücke mittels Diffusion untrennbar zu einem Materialstück. Diese Diffusionszone ist in den Schlibbildern im Auslieferungszustand deutlich zu erkennen. Durch die Warmumformung findet eine weitere Diffusion statt, die jedoch bei Einhaltung des Prozessfensters keinen signifikanten Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften am Bauteil hat.

## Technische Merkmale

### Chemische Zusammensetzung

Massenanteile der Schmelzanalyse	C [%] max.	Si [%] max.	Mn [%] max.	P [%] max.	S [%] max.	Al [%] min.	Nb [%] max.	Ti [%] max.	Cr + Mo [%] max.	B [%] max.
----------------------------------	---------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	---------------------	---------------

### In Anlehnung an VDA 239-100

#### Stahlsortenbezeichnung

Stahlsortenbezeichnung		C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Al [%]	Nb [%]	Ti [%]	Cr + Mo [%]	B [%]
● tribond® 1200	Auflage	0,1	0,35	1,0	0,03	0,025	0,015	0,1	0,15	–	0,005
	Kern	0,25	0,4	1,4	0,025	0,01	0,015	–	0,05	0,5	0,005
● tribond® 1400	Auflage	0,1	0,35	1,0	0,03	0,025	0,015	0,1	0,15	–	0,005
	Kern	0,25	0,4	1,4	0,025	0,01	0,015	–	0,05	0,5	0,005

### Mechanische Eigenschaften im Auslieferungszustand

Prüfrichtung quer zur Walzrichtung	Streckgrenze R <sub>p0,2</sub> [MPa]	Zugfestigkeit R <sub>m</sub> [MPa]	Dehnung A <sub>80</sub> [%] min.
------------------------------------	---	---------------------------------------	--

### In Anlehnung an VDA 239-100

#### Stahlsortenbezeichnung

Stahlsortenbezeichnung	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Dehnung
● tribond® 1200	350–550	500–700	12
● tribond® 1400	350–550	500–700	12

### Mechanische Eigenschaften nach der Warmumformung

Prüfrichtung quer zur Walzrichtung	Typische mechanische Kennwerte nach Warmumformung <sup>1</sup>				Typische mechanische Kennwerte nach Warmumformung und KT-Lackeinbrennsimulation <sup>1</sup>			
	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Biegewinkel <sup>2</sup>	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Biegewinkel <sup>2</sup>
	R <sub>p0,2</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A <sub>80</sub> [%]	α [°]	R <sub>p0,2</sub> [MPa]	R <sub>m</sub> [MPa]	A <sub>80</sub> [%]	α [°]

### In Anlehnung an VDA 239-100

#### Stahlsortenbezeichnung

Stahlsortenbezeichnung	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Biegewinkel <sup>2</sup>	Streckgrenze	Zugfestigkeit	Bruchdehnung	Biegewinkel <sup>2</sup>
● tribond® 1200	700	1.200	5	130 <sup>3</sup>	800	1.200	5	130 <sup>3</sup>
● tribond® 1400	900	1.400	5	90	1.000	1.400	5	110

<sup>1</sup> Austenitisieren mit anschließender Kühlung im Werkzeug. thyssenkrupp übernimmt keine Gewähr für die Eigenschaften nach der Warmumformung und nach KTL-Simulation (170 °C, 20 Min.), die Verantwortung obliegt dem Bauteilhersteller.

<sup>2</sup> Ermittlung des Biegewinkels nach VDA 238-100 bei t = 1,5 mm, Biegeachse quer zur Walzrichtung.

<sup>3</sup> Kein Versagen bei maximalem Prüfweg.

- Warmgewalzte Flacherzeugnisse
- Kaltgewalzte / schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse

R<sub>p0,2</sub> Dehngrenze bei 0,2% plastischer Dehnung

R<sub>m</sub> Zugfestigkeit

A Bruchdehnung bei einer Proportionalprobe mit L<sub>0</sub> = 5,65 √S<sub>0</sub> bei Blechdicken ≥ 3,0 mm

A<sub>80</sub> Bruchdehnung bei einer Probe mit der Messlänge L<sub>0</sub> = 80 mm bei Blechdicken < 3,0 mm

## Oberflächen

### Oberflächenveredelungen, schmelztauchveredelt

	Spezifikation	Mindestauflage zweiseitig [g/m <sup>2</sup> ]		Auflage je Seite Einflächenprobe		Informativ
	In Anlehnung an	Dreiflächenprobe	Einflächenprobe	Masse [g/m <sup>2</sup> ]	Dicke [µm]	Typische Dicke [µm]
<b>AS-beschichtet</b>						
<i>Bezeichnung</i>						
AS30	VDA 239-100			30–65	10–20	
AS45	VDA 239-100			45–85	15–28	
AS080	DIN EN	80	60		10–20	14
AS120	DIN EN	120	90		15–27	20
AS150	DIN EN	150	115		19–33	25

Durch die Aluminium-Silizium-Beschichtung (AS) ist der Werkstoffverbund sowohl gegen eine Zunderbildung als auch gegen eine Abkohlung geschützt.

### Oberflächenausführungen und Oberflächenarten

	Oberflächenausführung	Oberflächenart
<i>Stahlsortenbezeichnung</i>		
● tribond® 1200	AS	A Normale Oberfläche
● tribond® 1400	AS	U Unexposed (Innenteile)

- Kaltgewalzte / schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse

AS Aluminium-Silizium-beschichtet  
 A Nach DIN EN  
 U Nach VDA 239-100

### Oberflächenbehandlungen

	UC	EG	GI	GA	ZM	AS
Ohne Oberflächenbehandlung						●
Mikrogeölt						●

- Serienfertigung für Innenteile
- UC Unbeschichtet  
 EG Elektrolytisch verzinkt  
 GI Schmelztauchverzinkt  
 GA Galvannealed  
 ZM ZM Ecoprotect®  
 AS Aluminium-Silizium-beschichtet

## Hinweise für die Anwendung und Verarbeitung

### Umformen

tribond®+AS verfügt wie das Serienmaterial MBW® 1500+AS über ein hervorragendes Warmumformverhalten. Im Austenitierungstemperaturbereich ist das Umformvermögen dieser Stahlsorten vergleichbar mit dem von weichen Tiefziehstählen bei Raumtemperatur. Hierdurch bedingt lassen sich in einer Umformstufe Bauteile mit komplexen Geometrien bei geringen Pressenkräften fertigen. Die Einstellung der Bauteileigenschaften erfolgt im Gegensatz zur klassischen Kaltumformung im Wesentlichen durch die Abkühlung im Werkzeug und weniger durch die Umformung. Durch die gezielte Steuerung der Abkühlung im Werkzeug lassen sich zudem Bauteile mit gradierten Funktionseigenschaften herstellen (Tailored Tempering).

Der einstufige Prozess, die direkte Warmumformung, ist das am häufigsten eingesetzte Verfahren. Es eignet sich besonders für die Verarbeitung von tribond®+AS. Die AS-Beschichtung bietet einen guten Schutz vor der Verzunderung, die bei der Warmumformung typischerweise auftritt, und sorgt somit für eine Standzeiterhöhung bei den Umformwerkzeugen. tribond® lässt sich auf allen Serienanlagen bei Einhaltung des Prozessfensters für MBW® 1500+AS verarbeiten.

### Verarbeitungshinweise zum Fügen

Beide tribond®-Varianten zum Warmformhärten sind sowohl im Anlieferungs- als auch im warmumgeformten (gehärteten) Zustand in artreinen und Mischverbindungen mit anderen gängigen Stahlsorten und auf den Werkstoff abgestimmten Schweißparametern schweißgeeignet. Die Schweißparameter sind vergleichbar mit denen des Serienmaterials MBW® 1500+AS. Insbesondere sind das Widerstandspunkt-, Schutzgas- und das Laserstrahlschweißverfahren anwendbar.



## Widerstandspunktschweißen

Das Widerstandspunktschweißen wird bevorzugt eingesetzt und ist das weltweit verbreitetste Schweißverfahren. Im Vergleich zu Stählen mit niedrigen Festigkeiten müssen beim Widerstandspunktschweißen von tribond®, analog zu MBW® 1500, höhere Elektrodenkräfte und längere Schweißzeiten verwendet werden – wahlweise als Mehrimpulsschweißungen in Anlehnung an DIN EN ISO 18278-2. Die Schweißbereiche sind sowohl in artreinen als auch in Mischverbindungen für diese Festigkeitsklasse groß. Die Punktschweißverbindungen sind vergleichsweise duktil. Sie versagen im Meißeltest trotz der hohen Werkstofffestigkeit und Härte in der Schweißverbindung in der Regel durch Mischbruch mit relativ hohem Ausknöpfunganteil. Die Verbindungsfestigkeiten folgen in ihrer Höhe den Festigkeiten der an der jeweiligen Verbindung beteiligten Grundwerkstoffe und werden bei Mischverbindungen naturgemäß durch den weicheren Fügepartner beeinflusst.



Gute Schweißblinsenausbildung.

### Typische Eigenschaften einer Widerstandspunktschweißung

Stahlsortenbezeichnung	t	Schweißbereich	Kopfzugkraft	Scherzugkraft	Gemittelte Härte HV 0,1	
	[mm]	$\Delta I$ [kA]	bei $d_{w \min.}$ [kN]	bei $d_{w \min.}$ [kN]	Grundwerkstoff	Schweißlinse
● HX340LAD+Z	1,5	2,0	9,9	13,7	165	330
● MBW® 1500+AS150	1,5	1,5	4,4	16,8	485	525
● tribond® 1200	1,5	1,9	6,5	17,5	445	400
● tribond® 1400	1,5	1,2	5,0	20,0	445	400

● Kaltgewalzte / schmelztauchveredelte Flacherzeugnisse

t Blechdicke der Prüfkörper

$d_{w \min.}$  Schweißpunktdurchmesser von  $4\sqrt{t}$

## Lichtbogenlöten und -schweißen MIG/MAG

Bei den Lichtbogenverfahren kommt es zu einer Materialerweichung in der Wärmeeinflusszone, diese sollte neben dem eingesetzten Zusatzwerkstoff konstruktiv berücksichtigt werden. Die durch die Warmumformung thermisch beeinflusste AS-Beschichtung kann gerade bei Verbindungen mit Zink-beschichteten Stahlfeinblechen zu einer Einschränkung der Lichtbogenstabilität führen.

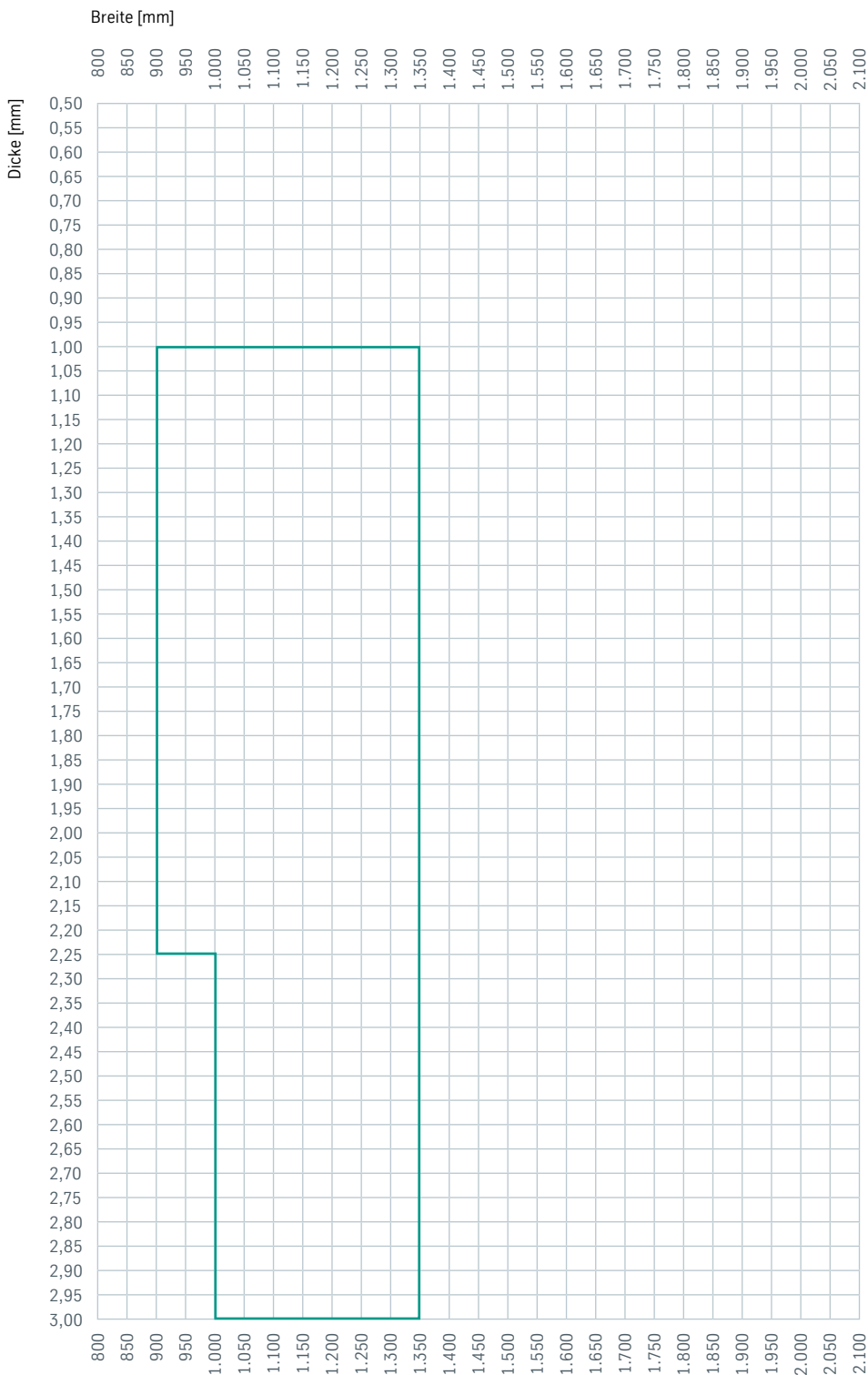
## Laserstrahlschweißen

Das Laserstrahlschweißen von tribond®-Stählen ist sowohl mit CO<sub>2</sub>- als auch mit Festkörperlasern gut möglich. Das Schweißen mit CO<sub>2</sub>-Lasern geschieht unter Verwendung der gängigen Schutzgase. Im unvergüteten Zustand sollte die Feualuminierung vor dem Laserschweißen lokal entfernt werden, da es sonst zu festigkeitsmindernden AlSi-Einschlüssen kommen kann. Im vergüteten Zustand ist die Beschichtung durchlegiert und braucht nicht entfernt werden. Grundsätzlich ist zu beachten, dass es in der Wärmeeinflusszone der Schweißnaht zu einem Festigkeitsabfall des Grundwerkstoffes kommt.



## Lieferbare Abmessungen

tribond® 1200, tribond® 1400



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](http://www.thyssenkrupp-steel.com/publikationen)