



Stähle für die Wärmebehandlung Einsatz-, -Vergütungs-, -Federstähle

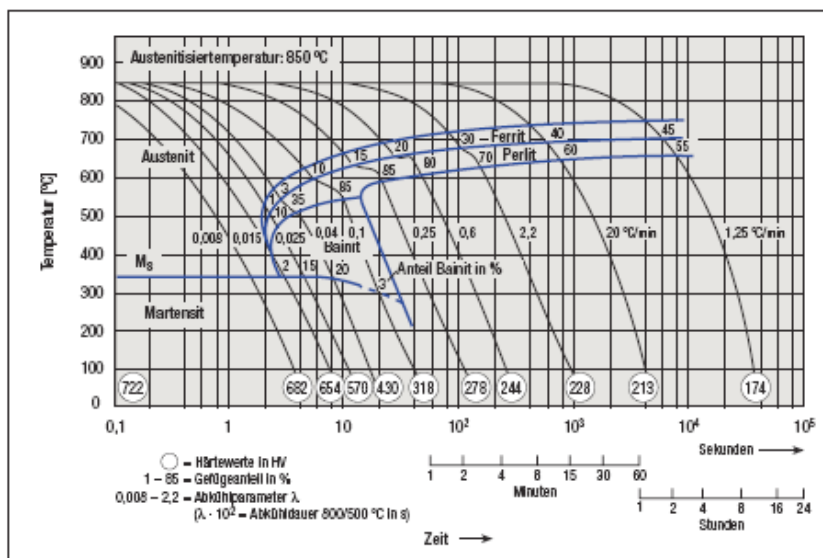


Bild 11: ZTU-Schaubild für kontinuierliches Abkühlen des Stahls C45E

Anwendungsbereiche

Unlegierte- und legierte Kohlenstoffstähle sind für eine Wärmebehandlung vorgesehen, in der wesentliche Eigenschaften wie Härte, Verschleißfestigkeit und Zähigkeit eingestellt werden. Dabei wird unterschieden zwischen Einsatzstählen, Vergütungsstählen und Federstählen.

Einsatzstähle liegen im Kohlenstoffbereich zwischen 0,10 und 0,20%. Sie sind vorgesehen für eine Einsatzhärtung. Dabei wird über ein Diffusionsverfahren (Einsatzhärten, Carbonitrieren) Kohlenstoff in die Randschicht bis ca. 0,8% C-Gehalt eingebracht. Nach der Härtung liegt eine harte, verschleißfeste Randschicht vor und ein relativ zäher Kern, der in der Lage ist, schlagende Beanspruchungen ohne Bruch aufzunehmen.

Einsatzstähle sind genormt in DIN EN 10084 bzw. in der für Kaltband relevanten Norm 10132 Teil 2. In DIN EN 10084 sind 35 Stahlsorten genormt, von C10 bis zur legierten Variante 14NiCrMo13-4. In der Praxis haben sich für Flachmaterial drei Stahlsorten durchgesetzt, die sich auch in der Kaltbandnorm 10132-2 wieder finden, das sind die Sorten C10, C15 und 16MnCr5. Diese Stahlsorten werden von TKS als Warmbreitband geliefert (Abmessungsspektrum siehe Anlage Seite 6).
Typische Verwendungszwecke: Zahnräder, Kupplungsteile.

Vergütungsstähle liegen im Kohlenstoffbereich zwischen 0,20 und 0,60%. Sie sind vorgesehen für eine Vergütungsbehandlung, die aus Härten und Anlassen besteht. Beim Härten wird die für den Kohlenstoffgehalt maßgebliche Höchst Härte erreicht (bis ca. 65 HRC), bei der anschließenden Anlassbehandlung wird die Härte wieder soweit reduziert, dass eine optimale Kombination aus Härte und Zähigkeit erreicht wird.

Die Vergütungsstähle sind genormt in DIN EN 10083 Teil 1 bis 3 sowie in der für Kaltband relevanten Norm DIN EN 10132 Teil 3. Die von TKS als Warmbreitband lieferbaren Abmessungen sind in Anlage Seite 7 bis 8 aufgeführt.

Typische Verwendungszwecke: Kupplungsteile, Ketten, Federn.

Federstähle liegen im Kohlenstoffbereich von 0,55 bis 1%. Diese Stähle werden unterschiedlichen Wärmebehandlungen unterzogen (Härten, Vergüten, isothermische Umwandlungen), um die jeweils geforderten optimalen Federeigenschaften zu erzielen. Die von TKS als Warmbreitband lieferbaren Abmessungen sind in Anlage Seite 9 bis 10 aufgeführt.

Typische Einsatzzwecke: technische Federn.



Werkstoffcharakteristik

TKS liefert C-Stähle grundsätzlich nach Analysenvorschrift ohne Zusage zu den mechanischen Eigenschaften im Lieferzustand.

Die chemische Zusammensetzung ist Grundlage für die erzielbaren Härtewerte nach der Wärmebehandlung. Dabei beeinflusst der Kohlenstoffgehalt die erzielbare Martensithärte nach dem Härten und die Begleit- oder Legierungselemente (Si, Mn, Cr, Mo) die Durchhärbarkeit. Die erreichbare Martensithärte kann aus dem Schaubild nach Burns, Moore und Archer (siehe unten) abgeleitet werden.

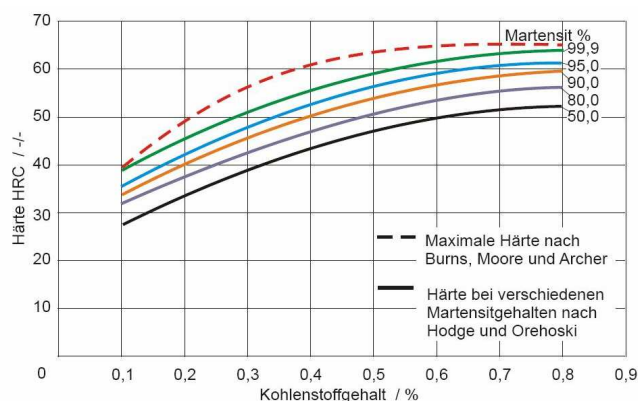
Bei Anforderungen nach guter Durchhärbarkeit auch bei größeren Dicken kommen legierte Stahlsorten zum Einsatz. Die Gefügeanteile und Härtewerte nach der Wärmebehandlung sind in ZTU-Schaubildern (Zeit- Temperatur- Umwandlung) ablesbar. TKS stellt diese auf Anfrage (soweit vorhanden) gerne zur Verfügung.

Es stehen je Stahlsorte z. T. unterschiedliche Kombinationen von Kohlenstoff-, Mangan-, Chrom-, Silizium- und Aluminiumgehalten zur Verfügung, abgestimmt auf die Anforderungen an die Härbarkeit. Hinzuweisen bleibt bei höheren Kohlenstoffgehalten auf die (unerwünschte) Neigung des metastabilen Zementits, bei starken Abwalzgraden und längeren Glühzyklen zu Graphit zu zerfallen. In Abstimmung mit unseren Kunden kommen bei derartigen Anforderungen in der chemischen Zusammensetzung Cr / Al- Verhältnisse von >10/1 zum Einsatz, wodurch die Graphitisierungsneigung gehemmt wird.

Die mechanischen Eigenschaften des warmgewalzten Warmbreitbandes sind bei C-Stahl im Wesentlichen abhängig vom Perlitanteil und dessen Ausbildung. Mit steigendem C-Gehalt erhöht sich der Perlitanteil und damit auch die Festigkeit. Die Abkühlstrategie von TKS zielt auf die Ausbildung eines möglichst feinstreifigen Perlits. Feinstreifiger Perlit ist vorteilhaft für eine Weichglühung, welche häufig bei unseren Kunden (größtenteils Kaltwalzer) durchgeführt wird, um einerseits die Verarbeitbarkeit durch Kaltwalzen zu verbessern und andererseits dem Verarbeiter ein Produkt mit möglichst guten Verarbeitungseigenschaften (z. B. Kaltumformen oder Tiefziehen) zur Verfügung zu stellen.

Mit steigender Dicke ist mit steigenden Anteilen von streifigem Perlit zu rechnen, da die Abkühlgeschwindigkeiten geringer sind als bei dünnen Abmessungen. Streifiger Perlit ist gegenüber feinstreifigem Perlit (Sorbit) weicher, aber auch spröder. Ebenso ist beim Weichglühen mit längeren Glühzeiten zur Einförmigkeit des Perlits zu rechnen.

Die Festigkeiten im warmgewalztem Zustand liegen bei C-Stahl zwischen 400 MPA bei C10 und 1000 MPA bei C100, an den äußeren Wicklungen sind auch Werte bis ca. 1200 MPA möglich. Die in DIN EN 10083 aufgeführten Werte für mechanische Eigenschaften beziehen sich auf den normalgeglühten Zustand und sind nicht auf Warmbreitband im Walzzustand („as rolled“) anwendbar. Grundsätzlich kann warmgewalztes Warmbreitband auch im weichgeglühten Zustand geliefert werden. Die erreichbaren mechanischen Eigenschaften sind abzustimmen. Eine Lieferung im weichgeglühten Zustand erfolgt üblicherweise nur in gebeizter Ausführung, da beim Glühen die Zunderschicht reduziert wird und ein so genannter Zunderflitter entsteht.



Maximale Härte in Abhängigkeit vom Kohlenstoff- und Martensitgehalt

Chemische Zusammensetzung

Grundsätzlich werden C-Stähle bei TKS als Edelstähle (gemäß Definition EN 10020) mit abgesenkten Gehalten bei Phosphor und Schwefel erzeugt. Die in den folgenden Listen angegebenen Gehalte für Phosphor und Schwefel sind daher gegenüber den Norm-Werten abgesenkt.

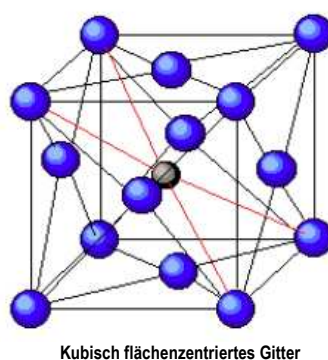
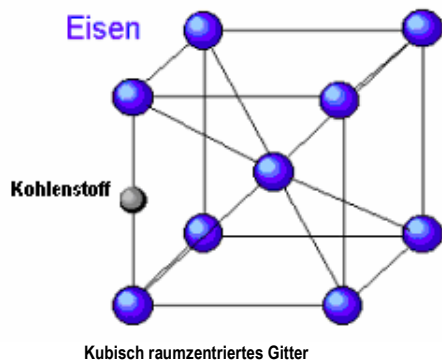
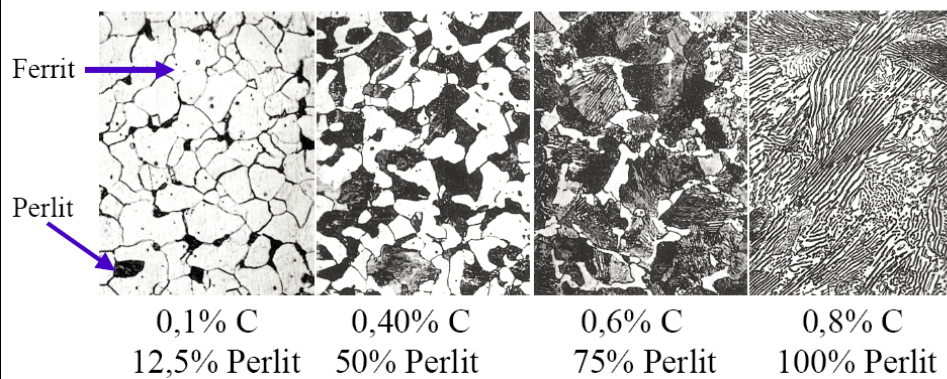
Einsatzstähle (Auszug aus DIN EN 10084 bzw. 10132-2)

Stahlsorte	Wff-Nr	C	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr
C10E	1.1121	0,07-0,13	0,40	0,30-0,60	0,025	0,010	max. 0,40
C15E	1.1141	0,12-0,18	0,40	0,30-0,60	0,025	0,010	max. 0,40
16MnCr5	1.7131	0,14-0,19	0,40	1,00-1,30	0,025	0,010	0,80-1,10

Unlegierte Vergütungsstähle (Auszug aus DIN EN 10083 Teil 2 + 3 bzw. 10132-3)

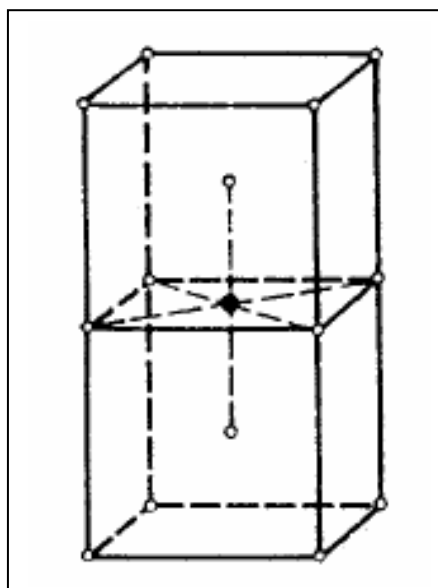
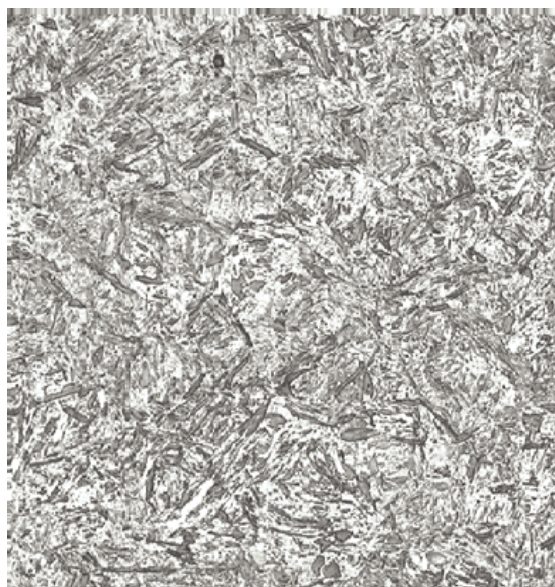
Stahlsorte	W-Nr	C	Si max.	Mn	P max.	S	Cr	Mo	Ni max.	Cr+Mo+ Ni max.
C22E	1.1151	0,17-0,24	0,40	0,40-0,70	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
C30E	1.1178	0,27-0,34	0,40	0,50-0,80	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
C35E	1.1181	0,32-0,39	0,40	0,50-0,80	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
C40E	1.1186	0,37-0,44	0,40	0,50-0,80	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
C45E	1.1191	0,42-0,50	0,40	0,50-0,80	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
C50E	1.1206	0,47-0,55	0,40	0,60-0,90	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
C55E	1.1203	0,52-0,60	0,40	0,60-0,90	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
C60E	1.1221	0,57-0,65	0,40	0,60-0,90	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
25Mn4	1.1177	0,23-0,28	0,40	0,95-1,15	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63
28Mn6	1.1170	0,25-0,32	0,40	1,30-1,65	0,025	0,010	max. 0,40	max. 0,10	0,40	0,63

Gefüge in Abhängigkeit vom C-Gehalt C < 0,8%



Legierte Vergütungsstähle (Auszug aus DIN EN 10083 Teil 2 + 3 bzw. 10132-3)

Stahlsorte	W-Nr	C	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni max.	V	B
25CrMo4	1.7218	0,22- 0,37	0,40	0,60- 0,90	0,025	0,010	0,90 - 1,20	0,15- 0,30	-		
34CrMo4	1.7220	0,30- 0,37	0,40	0,60- 0,90	0,025	0,010	0,90 - 1,20	0,15- 0,30	-		
42CrMo4	1.7225	0,38- 0,45	0,40	0,60- 0,90	0,025	0,010	0,90 - 1,20	0,15- 0,30	-		
50CrMo4	1.7228	0,46- 0,54	0,40	0,50- 0,80	0,025	0,010	0,90 - 1,20	0,15- 0,30	-		
51CrV4	1.8159	0,47- 0,55	0,40	0,70- 1,10	0,025	0,010	0,90 - 1,20	-	-	0,10- 0,25	
20MnB5	1.5530	0,17- 0,23	0,40	1,10- 1,40	0,025	0,010	-	-	-		0,0008- 0,0050
30MnB5	1.5531	0,27- 0,33	0,40	1,15- 1,45	0,025	0,010	-	-	-		0,0008- 0,0050
38MnB5	1.5532	0,36- 0,42	0,40	1,15- 1,45	0,025	0,010	-	-	-		0,0008- 0,0050
27MnCrB5-2	1.7182	0,24- 0,30	0,40	1,10- 1,40	0,025	0,010	0,30 - 0,60	-	-		0,0008- 0,0050
33MnCrB5-2	1.7185	0,30- 0,36	0,40	1,20- 1,50	0,025	0,010	0,30 - 0,60	-	-		0,0008- 0,0050
39MnCrB6-2	1.7189	0,36- 0,42	0,40	1,40- 1,70	0,025	0,010	0,30 - 0,60	-	-		0,0008- 0,0050



Tetragonaler Martensit Gitter



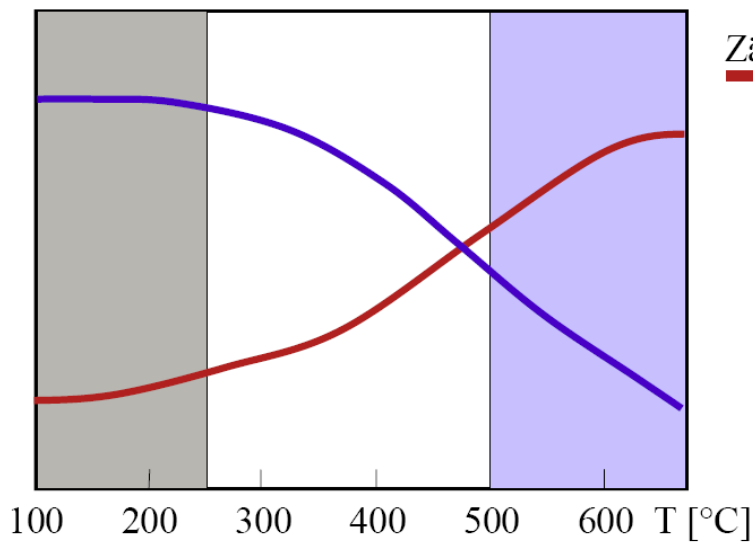
Federstähle (Auszug aus DIN EN 10089)

Stahlsorte	W-Nr	C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	Mo	Ni	V
C55S	1.1204	0,52-0,60	0,15-0,35	0,60-0,90	0,025	0,010	max. 0,40	0,10	max. 0,40	
C60S	1.1211	0,57-0,65	0,15-0,35	0,60-0,90	0,025	0,010	max. 0,40	0,10	max. 0,40	
C67S	1.1231	0,65-0,73	0,15-0,35	0,60-0,90	0,025	0,010	max. 0,40	0,10	max. 0,40	
C75S	1.1248	0,70-0,80	0,15-0,35	0,60-0,90	0,025	0,010	max. 0,40	0,10	max. 0,40	
C85S	1.1269	0,80-0,90	0,15-0,35	0,40-0,70	0,025	0,010	max. 0,40	0,10	max. 0,40	
C90S	1.1217	0,85-0,95	0,15-0,35	0,40-0,70	0,025	0,010	max. 0,40	0,10	max. 0,40	
C100S	1.1274	0,95-1,05	0,15-0,35	0,30-0,60	0,025	0,010	max. 0,40	0,10	max. 0,40	
51CrV4	1.8159	0,47-0,55	max. 0,40	0,70-1,10	0,025	0,010	0,90-1,20	0,10	max. 0,40	0,10-0,25
80CrV2	1.2235	0,75-0,85	0,15-0,35	0,30-0,50	0,025	0,010	0,40-0,60	0,10	max. 0,40	0,15-0,25

Anlaßschaubild

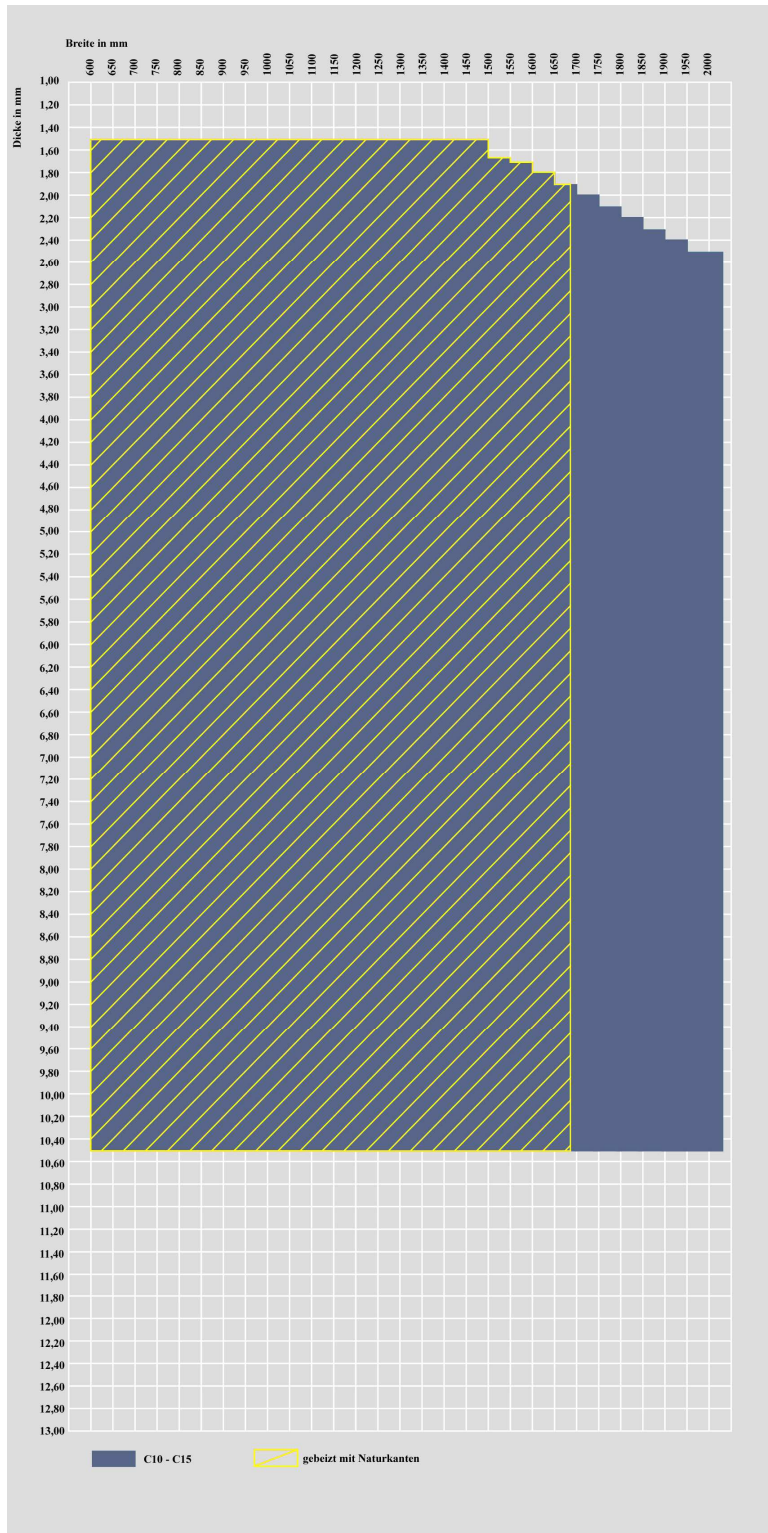
Härte

Zähigkeit

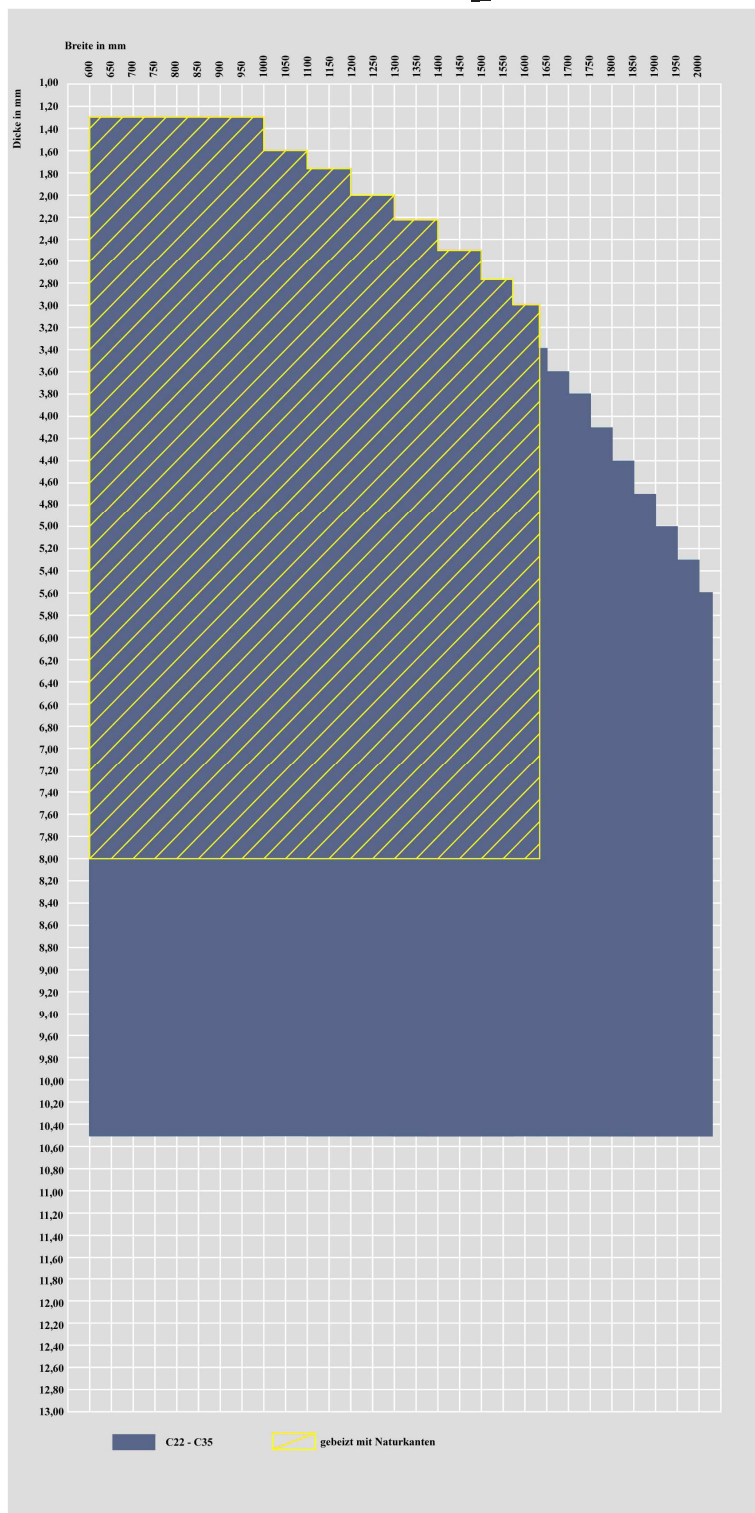


Lieferbare Formen und Abmessungen

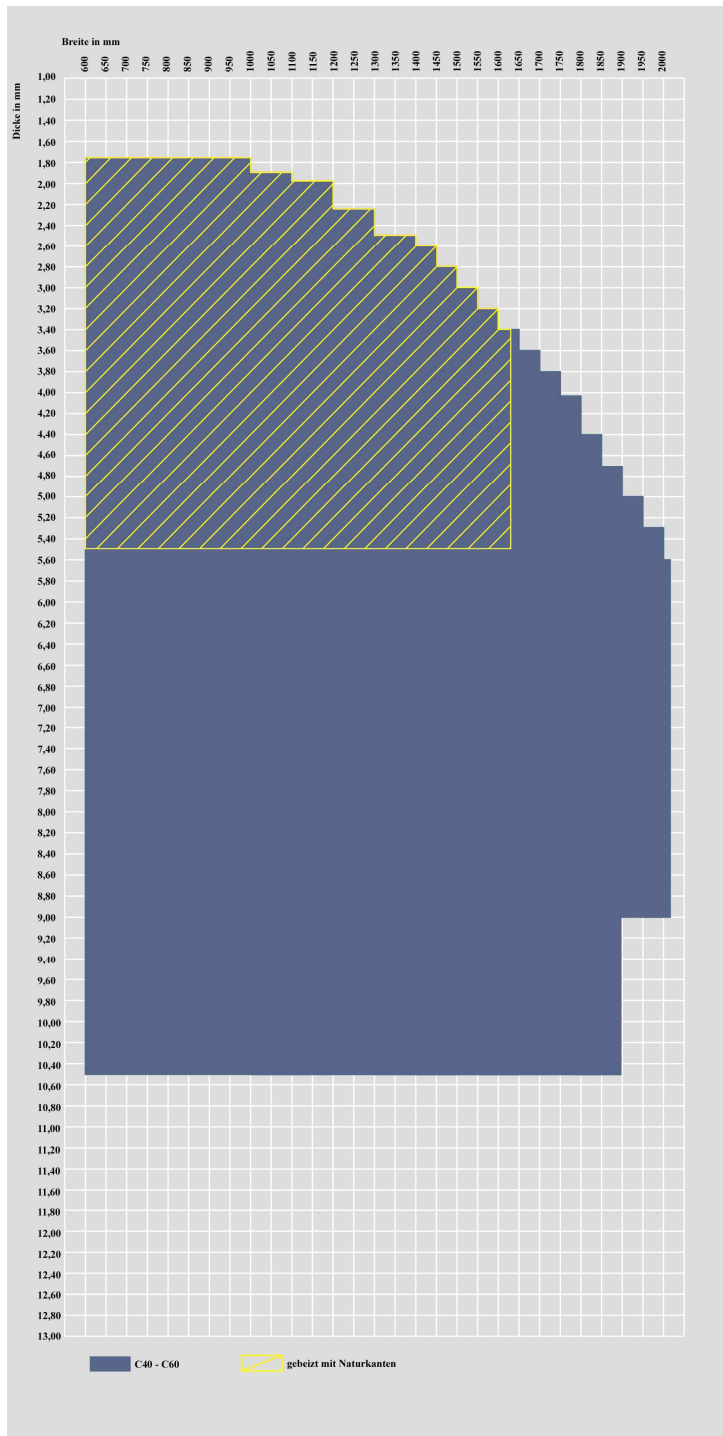
TKS liefert Warmbreitband oder Spaltband nach DIN EN 10051 in ungebeizter-, gebeizter- oder gebeizter und weichgeglühter Ausführung. In gebeizter Ausführung werden die Ringe üblicherweise geölt (Korrosionsschutzöl oder Emulsionsgrundöl für Kaltwalzer) geliefert. Die lieferbaren Abmessungen sind den folgenden Darstellungen zu entnehmen. Es können auch größere Dicken gefertigt werden, wegen der tendentiell zunehmenden Sprödigkeit bei größeren Dicken sollten die Anforderungen vorab abgestimmt werden.



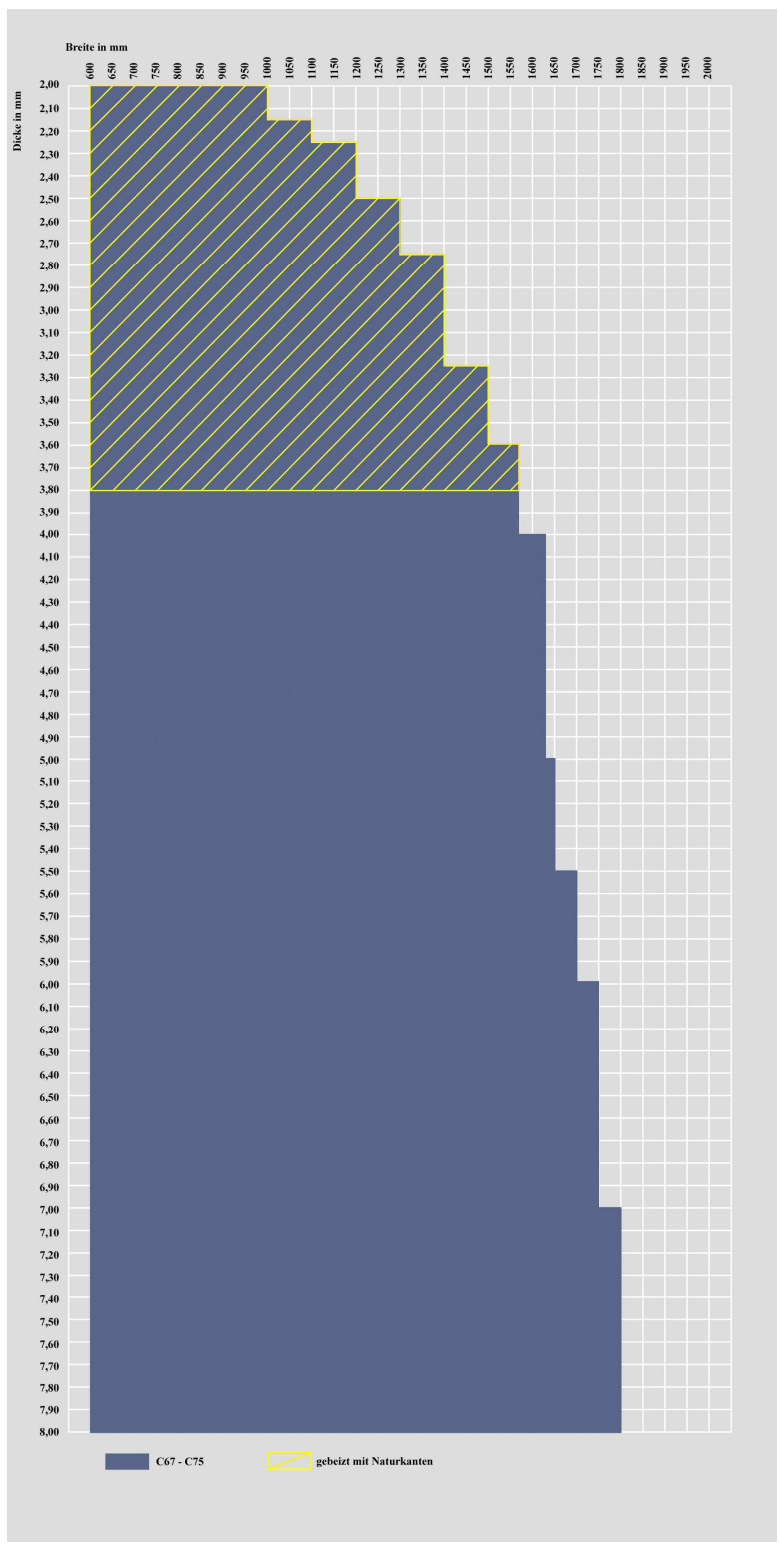
C10 – C15



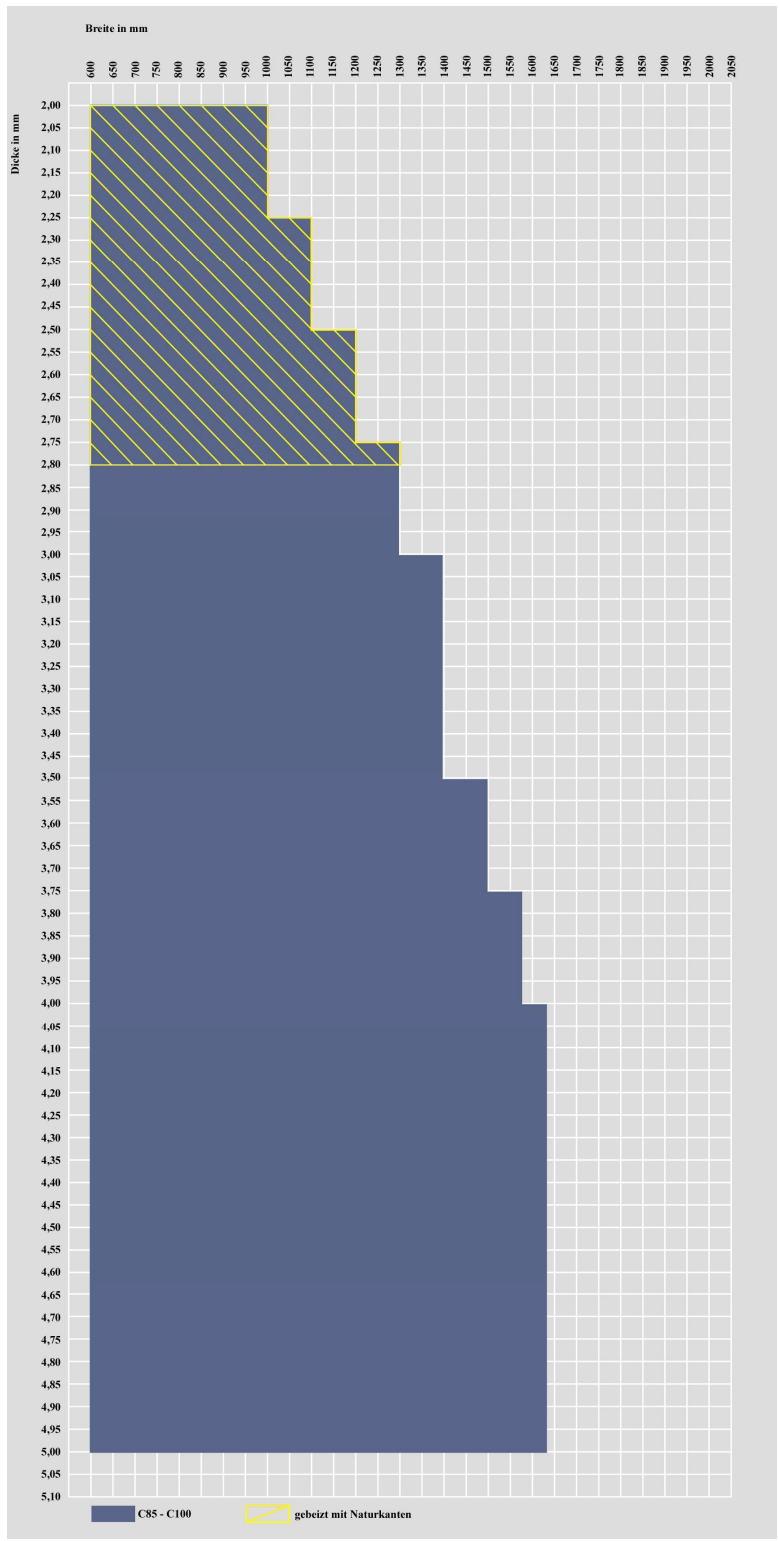
C22 – C35



C40 – C60



C67 - C75



C85 - C100



Anwendungsbeispiele



Schwungradscheibe

ThyssenKrupp Steel AG

Kaiser-Wilhelm-Straße 100, 47166 Duisburg

Postanschrift: 47161 Duisburg

Telefon: +49 (0) 203 52-1, Telefax: +49 (0) 203 52-26667

E-Mail: info.steel@thyssenkrupp.com

www.thyssenkrupp-steel.com

Wir aktualisieren unsere Produktinformationen kontinuierlich für Sie. Den neuesten Stand können Sie anfordern per E-Mail an kiss@thyssenkrupp.com. Als autorisierter Benutzer unseres Kunden-Informations- und Service-Systems KISS haben Sie darüber hinaus Zugriff auf die aktuellen Produktinformationen über <http://kiss.thyssenkrupp.com>.

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 besonderer schriftlicher Vereinbarung. Technische Änderungen vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der ThyssenKrupp Steel AG.