

Technische Information

# Unlegierte Edelstähle



## UNLEGIERTE EDELSTÄHLE

---

### *Stahlsorten und Normung*

Die unlegierten Edelstähle sind solche Stähle, die im Unterschied zu den Qualitätsstählen einen höheren Reinheitsgrad sowohl hinsichtlich der Analyse als auch der nichtmetallischen Einschlüsse aufweisen. Sie sind im allgemeinen für eine gezielte Wärmebehandlung vorgesehen, auf die sie mit einem hohen Maß an Gleichmäßigkeit ansprechen. Folgerichtig erfordern diese Stähle eine entsprechende Sorgfalt bei der Erschmelzung, d.h. es bedarf einer genauen Einstellung der chemischen Analyse und einer exakten Schmelzenführung, die meist mit einer Vakuumbehandlung abschließt. Die Genauigkeit der chemischen Zusammensetzung ist eine wesentliche Voraussetzung für zielgerechte Festigkeitseigenschaften nach der Wärmebehandlung. Der Reinheitsgrad, insbesondere die weitgehende Freiheit von nichtmetallischen Einschlüssen, ist für die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften der Stähle mit verantwortlich.

Nach dem Nummernsystem für die Werkstoffe handelt es sich um die Nummernklassen 10 bis 18. (Die Klassen 14 und 19 sind z. Zt. nicht belegt.)

In der Klasse 10 – Stähle mit besonderen physikalischen Eigenschaften – sind elf Werkstoffe registriert, die hauptsächlich als Relaiswerkstoffe verwendet werden. Es handelt sich dabei um Stähle mit sehr niedrigen C-Gehalten, auf die im einzelnen nicht eingegangen wird, weil sie keine Stahlhandelsprodukte sind.

Die Nummernklasse 11 – Baustähle mit im Mittel unter 0,50 % C-Gehalt – enthält mit über 90 Sorten eine große Anzahl. Sie umfasst z. B. die altbekannten Ck-, Cf-, Cq- und Cm-Stähle, aber auch kaltzähe und warmfeste Sorten.

- Acht Sorten gehören zu den Einsatzstählen nach DIN EN 10084 (früher DIN 17210), weitere drei Sorten sind ebenfalls einsetzbar.
- 17 Sorten zeichnen sich durch Kaltzähigkeit in unterschiedlichen Stufen aus. Ihre Verwendung reicht von Stahlbauten über Leitungsrohre und Druckbehälter bis zu Fahrzeugen für den Einsatz in Anlagen der Kältetechnik oder in Gebieten mit anhaltend niedrigen Außentemperaturen.
- Bei insgesamt elf Stahlsorten handelt es sich um Stahlguss, die in erster Linie gute Kaltzähigkeit (z.B. für Kältearmaturen) besitzen, schweißgeeignet oder oberflächenhärtbar (für den Armaturen-, Apparate-, Maschinen- oder Fahrzeugbau) sind.
- Weitere 17 Stähle sind kalt umformbare Sorten nach DIN EN 10016. Dies bedeutet, dass sie hauptsächlich als Walzdraht für Sonderanwendungen erschmolzen werden und für die Weiterverarbeitung durch Ziehen und/oder Kaltwalzen vorgesehen sind.
- Kaltstauchfähig sind sechs Stahlsorten, die zu kaltgestauchten Muttern und Schrauben, aber auch zu sonstigen Kaltfließpressteilen verarbeitet werden.
- Über 30 Sorten werden als vergütbar bzw. oberflächenhärtbar eingestuft, was durchaus bedeuten kann, dass unter den eben erwähnten Sorten – bei entsprechenden C-Gehalten – auch solche sind, die ebenfalls entsprechenden Wärmebehandlungen unterzogen werden können. In diese Gruppe gehören in erster Linie Stähle, die im Maschinen- und Fahrzeugbau für höher beanspruchte Teile verwendet werden.

## UNLEGIERTE EDELSTÄHLE

---

Die Nummernklasse 12 – Baustähle mit im Mittel über 0,50 % C-Gehalt – setzt die Reihe mit den entsprechend höheren C-Gehalten fort. Derzeit sind das über 40 Stahlsorten, darunter Vergütungsstähle oder Stähle für die Randschichthärtung. Diese werden vor allem im allgemeinen Maschinen- und Fahrzeugbau verwendet. Die meisten sind in DIN EN 10083-1 genormt.

- Allein 17 Sorten sind kaltumformbare Stähle nach DIN EN 10016-4, die insbesondere als Vormaterial für gezogene Drähte für Förderseile bestimmt sind. Es leuchtet ein, dass an diese Stähle besondere Anforderungen gestellt werden, die in Herstellung und Prüfung durch ein anerkanntes Qualitätssicherungssystem gewährleistet werden müssen. Als besonders wichtig sind zu nennen: weitgehende Freiheit von Kernseigerungen, Oberflächenfehlern und Randentkohlung.
- Sechs Sorten sind Federstähle, die kaltgewalzt als Federband bzw. kaltgezogen in Form von Draht oder Profilen geliefert werden. Die erforderlichen Festigkeitswerte werden entweder durch die Kaltumformung und/oder durch Vergüten erreicht.

Nach den verhältnismäßig umfangreichen Klassen 11 und 12 folgen nunmehr einige kleine Klassen:

Die Nummernklasse 13 – Baustähle mit besonderen Anforderungen – enthält nur acht Sorten, von denen drei für die Kerntechnik bestimmt sind. Die übrigen fünf sind ausscheidungshärtende Stähle nach DIN EN10267 für den Motor- und Getriebebau, die auch für Gesenkschmiedeteile geeignet sind. Sie wurden vordem als legierte Sorten in der Nummernklasse 52 in geringfügig unterschiedlichen Versionen geführt. Durch Änderung des Si-Gehaltes fallen sie neuerdings entsprechend DIN EN 10020 unter die unlegierten Stähle. Für diese Stähle gab es bisher keine entsprechende DIN-Norm.

Die vorherigen Werkstoffnummern der in etwa entsprechenden Stähle sind in Tabelle 1 kursiv und in Klammern angeführt. Das Ausscheidungshärten bedarf einer besonderen Erläuterung. Dies ist auch noch für legierte Edelstähle interessant. Wie schon erwähnt, ist die Nummernklasse 14 derzeit nicht belegt.

Die vier Klassen 15 bis 18 – Unlegierte Edelstähle: Werkzeugstähle – umfassen nur insgesamt neun Kohlenstoffstähle mit Gehalten zwischen 0,40 und 1,45 % C, davon eine Guss-Sorte mit 0,32 bis 0,40 % C, die speziell für Hammerbären mit weniger als 15 t Stückgewicht vorgesehen ist. Von den unlegierten Werkzeugstählen sind sechs Sorten in DIN 17350 genormt. Im übrigen werden die Werkzeugstähle an dieser Stelle nur gestreift. Sie werden später in einem besonderen Kapitel besprochen, wenn es um die Verwendung der Stähle geht.

## UNLEGIERTE EDELSTÄHLE

Tabelle 1: Diese Tabelle gibt aus jeder der angesprochenen Nummernklassen 11 bis 18 nur einige charakteristische Stahlsorten als Beispiele für die unlegierten Edelstähle. Weitere Details sind den angegebenen Normblättern zu entnehmen.

Kurzname neu *)	Kurzname alt	WNr.	Normen	Charakteristik/Verwendung
Nummernklasse 11. Unlegierte Edelstähle: Baustähle mit im Mittel < 0,05% C				
(S315NL1)	EstE 315	1.1105	DIN 17123-25 und 17178/79	besonders kaltzäh Stahlbau, Druckbehälter
C10D2	–	1.1114	DIN EN 10016-4	kaltumformbar Walzdraht für Sonderanwendung
(C15C)	Cq 15	1.1132	DIN 1654-3	einsetzbar, kaltstachbar
C15E	Ck 15	1.1141	DIN EN 10084 DIN 17210.1652-3	einsetzbar
(C35)	Cq 35	1.1172	DIN 1654-4, 17240	warmfest, kaltstachbar Schrauben, Muttern
(C35G)	Cf 35	1.1183	DIN 17212	flamm-/induktionshärtbar
C45E	Ck 45	1.1191	DIN EN 10083-1 DIN 17204, 1652-4	vergütbar Maschinen-, Fahrzeugbau
Nummernklasse 12. Unlegierte Edelstähle: Baustähle mit im Mittel > 0,50% C 0,05% C				
C60E	Ck 60	1.1221	DIN EN 10083-1 DIN 1652-4, SWE 550 <sup>1)</sup>	vergütbar Maschinen-, Fahrzeugbau
(C67E)	Ck 67	1.1231	DIN 17222	kaltgewalzt/Federn
C70D3	SKD 70	1.1237	–	Stahlcord-Walzdraht
C70D2	–	1.1251	DIN EN 10016-4	kaltumformbar/Förderseite
Nummernklasse 13. Unlegierte Edelstähle: Baustähle mit besonderen Anforderungen				
19 MnVS6	1.5216 <sup>2)</sup>	1.1301	)	)
30MnVS6	1.5232 <sup>2)</sup>	1.1302	)	)
38MnVS6	1.5231 <sup>2)</sup>	1.1303	) DIN EN 10267	) Motor- und Getriebebau
46MnVS6	1.5233 <sup>2)</sup>	1.1304	)	)
46MnVS3	1.5243 <sup>2)</sup>	1.1305	)	)
Nummernklassen 15 bis 18 Unlegierte Edelstähle: Werkzeugstähle				
(C80U)	C 80 W1	1.1525	)	Messer, Sägen, Nadeln
–	C 70 W2	1.1620	)	Werkzeuge im Berg- und Straßenbau
(C45U)	C 45 W	1.1730	) DIN 17350	Handwerkzeuge, Aufbauteile
(C85U)	C 85 W	1.1830	)	Schneidwaren
G35Mn5	GS-35 Mn 5	1.1813	–	Hammerbären < 15 t

\*) In Klammern gesetzte Angaben jeweils nach alter und noch gültiger DIN bzw. nach neuer und noch nicht endgültiger Europäischer Norm.

1) SEW 550 = Stahl-Eisen-Werkstoffblatt (Stähle für größere Schmiedestücke)

2) Die früheren Werkstoffnummern der etwa entsprechenden Stähle sind kursiv gedruckt.

## UNLEGIERTE EDELSTÄHLE

---

### *Ausscheidungshärten*

Das Ausscheidungshärten, kurz auch: shärten, ist eine Wärmebehandlung, die aus Lösungsbehandeln und Auslagern besteht. Die Härtung beruht im wesentlichen auf dem temperaturabhängigen Lösungsvermögen des Eisengitters für Fremdatome, bei den unlegierten Stählen handelt es sich dabei hauptsächlich um Stickstoffatome. Sie sind für die meist unerwünschte Alterung des Stahls verantwortlich, die im Laufe der Zeit insbesondere bei unberuhigten und halbberuhigten Stählen eintritt. Aluminium (Al), das ohnehin meist zur Beruhigung eingesetzt wird, bindet Stickstoff (N) zu Al-Nitrid (AlN) ab. Meist ist dazu ein Gehalt von 0,02 % Al erforderlich, weil Stahl im allgemeinen nicht mehr als 0,02 % N enthält.

Das Zweistoff-Diagramm Eisen-Stickstoff, bei dem auf der waagrechten Achse der N- Gehalt abzulesen ist, macht folgenden Tatbestand deutlich: Oberhalb der Linie A-B sind alle Stickstoffatome als Einlagerungsmischkristalle gleichmäßig im Eisen gelöst. Beim Abkühlen – beispielsweise nach dem Walzen – nehmen sie den durch den Pfeil angezeigten Weg, d. h., sie wandern unterhalb der Linie A-B zu den Korngrenzen, um sich dort je N-Atom mit vier Fe-Atomen zu Eisennitrid ( $\text{Fe}_4\text{N}$ ) zu verbinden. Diesen Vorgang nennt man Ausscheidung.

Indessen sind die C-Atome schneller als die relativ trägen N-Atome. Sie erreichen die Korngrenzen rascher und bleiben bei Raumtemperatur im Eisen gelöst. Wenn die N- Atome dort eintreffen, finden sie eigentlich keinen Platz mehr. Es leuchtet ein, dass sich daraus Spannungszustände ergeben. Dadurch sinkt die Zähigkeit, hingegen nehmen Zugfestigkeit und Streckgrenze zu, und die Formbarkeit des Stahls wird erschwert. Diesen Zustand bezeichnet man als natürliche Alterung. Sie macht sich – je nach Stahlsorte und Behandlungsart – erst nach einiger Zeit, oftmals erst nach Wochen, bemerkbar.

Allerdings ist Stickstoff nicht allein für die Alterung maßgebend, so dass auch der Al- Gehalt allein keine Gewähr für absolut alterungsfreien Stahl bietet. Deshalb bindet man andere Elemente wie C, P und S mit Hilfe von Mikrolegierungselementen wie V, Ti und/oder Zr, Ta und Nb ab.

Die oben beschriebene und normalerweise unerwünschte Erscheinung kann man aber auch zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften ausnutzen, wie es von zunehmender Bedeutung für eine ganze Reihe hochfester und schweißbarer Stähle geworden ist, die erst in jüngerer Zeit entwickelt wurden. Diese Ausscheidungshärtung verläuft in folgenden Stufen:

- Das Lösungsglühen, d. h. Erwärmen des Stahls (Stahlteiles) bis in das Gebiet der Mischkristalle – auf je nach Stahlsorte unterschiedliche Temperatur. Dadurch werden die Carbide und die darin enthaltenen Legierungselemente in der Grundmasse gelöst.
- Abschrecken, d. h. rasches Abkühlen wie beim Härten (z. B. in Wasser), um eine erneute Ausscheidung der Carbide (zunächst) zu unterdrücken.
- Auslagern je nach Stahlzusammensetzung bei Raumtemperatur (Kaltauslagern) oder auch bei erhöhter Temperatur (Warmauslagern). Durch das Auslagern scheiden sich die feinverteilten Nitride, z. B. Vanadium, Niob- oder Carbonitride, in der beschriebenen Weise aus und führen so zur Festigkeitssteigerung.

## UNLEGIERTE EDELSTÄHLE

---

Bei manchen (legierten) Stählen kann ein mehrfaches Auslagern erforderlich sein. In DIN EN 10267 – Von Warmformgebungstemperatur ausscheidungshärtende ferritisch-perlitische Stähle – sind fünf Güten genormt, bei denen das Aushärten direkt aus der Lösungstemperatur durch ein weniger rasches, halbschnelles Abkühlen erfolgen kann. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen können an dieser Stelle nicht näher beleuchtet werden.