

# DICREST

## EN 10028 TEIL 3: P275, P355 DICREST 5/10/15

### Feinkornbaustahl für Druckbehälter im Sauer gas ein satz

Spezifikation DH-D18-K, Ausgabe April 2023<sup>1</sup>

**DICREST** ist die Bezeichnung von DILLINGER für eine Reihe von Druckbehälterstählen, die besondere Eigenschaften für den Einsatz im Sauer gas bereich aufweisen. DICREST-Stähle haben eine definierte Resistenz gegen wasserstoffinduzierte Rissbildung (Hydrogen Induced Cracking - HIC) und sind ab einer Mindestdicke von 10 mm lieferbar. Die speziellen Sauer gas eigenschaften der DICREST-Stähle sind Zusatzeigenschaften von Normstählen. Die Eigenschaften laut Norm werden dadurch nicht beeinträchtigt. Diese Werkstoffspezifikation beschreibt die Eigenschaften und das Herstellungskonzept für die DICREST-Serie nach EN 10028 Teil 3: P275, P355.

#### Produktbezeichnung

Die HIC-Resistenz der DICREST-Stähle wird im HIC-Test nach NACE TM0284 überprüft. Der Test kann mit der Testlösung A oder B durchgeführt werden (siehe "HIC-Test"). Folgende Varianten können geliefert werden:  
Hinweis: Die Werte gelten nur für den Zustand normalisiert + spannungsarmgeglüht.

#### a) mit Testlösung A (pH ≈ 3):

Abnahmekriterium	CLR <sup>a</sup> [%]	CTR <sup>a</sup> [%]	CSR <sup>a</sup> [%]
DICREST 5	≤ 5	≤ 1,5	≤ 0,5
DICREST 10	≤ 10	≤ 3	≤ 1
DICREST 15	≤ 15	≤ 5	≤ 2

#### b) mit Testlösung B (pH ≈ 5):

Abnahmekriterium	CLR <sup>a</sup> [%]	CTR <sup>a</sup> [%]	CSR <sup>a</sup> [%]
DICREST 15	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,05

<sup>1</sup> Die aktuelle Ausgabe dieses Werkstoffblattes finden Sie auch unter: [www.dillinger.de](http://www.dillinger.de).

<sup>a</sup> Die CLR-, CTR- und CSR-Werte (siehe "HIC-Test") werden als Mittelwerte aller Einzelschliffe eines HIC-Tests berechnet. Mittelwerte je Probe (3 Schliffe) oder Einzelwerte je Schliff können nach Vereinbarung angeboten werden.

### Lieferbare Abmessungen und Stückgewichte

	Blechdicke <sup>a</sup>	Blechbreite u. -länge	Stückgewicht <sup>a</sup>
DICREST 5	≥ 10 mm ≤ 120 mm	auf Anfrage	≤ 28 t
DICREST 10	≥ 10 mm ≤ 140 mm	auf Anfrage	≤ 28 t
DICREST 15	≥ 10 mm ≤ 150 mm	auf Anfrage	≤ 30 t

<sup>a</sup> Abweichende Blechdicken und Stückgewichte nach Vereinbarung möglich

### Produktion

Um die definierte HIC-Resistenz zu erreichen, wird die folgende DICREST-Produktionsroute angewandt:

- Roheisenentschwefelung
- Sauerstoffaufblasverfahren oder Elektrolichtbogenofen (EAF)
- Vakuumentgasung in der Pfannenstandentgasungsanlage
- Tiefstentschwefelung
- Reinheitsgradspülung
- Einschlussmodifikation
- Optimierte Gießverfahren mit Minimierung von Seigerungen und besondere Maßnahmen zur Erhaltung des Reinheitsgrades
- Normalglühung
- Spannungsarmglühen auf Bestellung (siehe "Lieferzustand")

Nur durch die Kombination dieser Maßnahmen und die speziell auf DICREST abgestimmte Qualitätssicherung wird die Homogenität der spezifizierten HIC-Resistenz über das gesamte Blech bzw. die gesamte Schmelze erzielt, die auch im Abnahmeprüfzeugnis bescheinigt wird.

### Chemische Zusammensetzung (Schmelzanalyse)

Die Legierungskonzepte der DICREST-Stähle erfüllen die Norm EN 10028 Teil 3. Hinsichtlich der unerwünschten Begleitelemente Phosphor und Schwefel sind die Grenzwerte gegenüber der Norm aber stark eingeschränkt. Es gelten die folgenden Werte:

$$P \leq 0,010 \%$$

$$S \leq 0,0010 \%$$

### Lieferzustand

Die Bleche werden allgemein im normalisierten Zustand geliefert. Zum Erreichen der spezifizierten HIC-Resistenz ist ein Spannungsarmglühen nach der Verarbeitung obligatorisch. Wenn nach der Verarbeitung kein Spannungsarmglühen des gesamten Bauteils vorgesehen ist (z. B. wenn nicht verformt oder geschweißt wird), so ist ein Spannungsarmglühen der Bleche, das zur Einstellung der spezifizierten HIC-Resistenz obligatorisch ist, zu bestellen.

Ist eine Warmumformung der Bleche geplant, so kann eine Lieferung im Walzzustand erfolgen.

## Mechanische Eigenschaften im Zustand normalisiert + spannungsarmgeglüht

Die mechanischen Eigenschaften der Stähle DICREST 5 bis 15 werden entsprechend den Anforderungen der jeweiligen Stahlsorte nach EN 10028 Teil 3 eingehalten. Härtewerte  $\leq 22$  HRC werden am Grundwerkstoff eingehalten. Ein Nachweis der Härtewerte erfolgt nicht.

## Prüfung/Dokumentation

Der Nachweis der mechanischen Eigenschaften erfolgt an Proben im normalisierten Zustand + spannungsarmgeglüht. Das Spannungsarmglühen erfolgt, sofern nicht anders vereinbart, bei einer Temperatur von 590 bis 610 °C und einer Haltedauer von 2 min/mm, mindestens jedoch 60 min. Bei einer Lieferung im Walzzustand erfolgt die Prüfung an Proben, an denen das Normalisieren und das Spannungsarmglühen simuliert wurden.

Die Prüfung erfolgt nach der spezifizierten Norm. Der nachfolgend beschriebene HIC-Test wird schmelzenweise durchgeführt. Alle Bleche werden einer Ultraschallprüfung nach EN 10160 Klasse S2 + E3 unterzogen. Die Prüfergebnisse werden, sofern nicht anders vereinbart, in einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach EN 10204 dokumentiert.

### HIC-Test

Der HIC-Test wird im Labor von DILLINGER durchgeführt. Ein Test je Schmelze, sofern nicht anders vereinbart, wird durchgeführt.

Der Test wird nach NACE TM0284 durchgeführt: drei Proben oder mehr (in Abhängigkeit von der Blechdicke) mit definierten Abmessungen werden für 96 h in eine schwefelwasserstoffgesättigte Lösung getaucht. Der Test wird im Regelfall mit Testlösung A durchgeführt. DICREST 15 kann mit Testlösung A oder B geprüft werden; sofern in der Bestellung nicht anders angegeben, wird mit Testlösung A geprüft.

Die Testlösung A enthält 5 % Natriumchlorid und 0,5 % Essigsäure. Sie hat vor Sättigung mit Schwefelwasserstoff einen pH-Wert von 2,6 - 2,8 und bei Testende einen pH-Wert von  $\leq 4,0$ .

Die Testlösung B besteht aus künstlichem Meerwasser. Sie hat vor Sättigung mit Schwefelwasserstoff einen pH-Wert von 8,1 – 8,3 und bei Testende einen pH-Wert von 4,8 – 5,4.

Rissauswertung nach NACE TM0284: Nach Ablauf von 96 h werden die Proben zerteilt, um eine metallografische Rissauswertung an 3 Schlifften jeder Probe durchzuführen. Die Rissabmessungen werden ins Verhältnis zu den Schliffabmessungen gesetzt und durch CLR (crack length ratio, Risslängenverhältnis), CTR (crack thickness ratio, Rissdickenverhältnis) und CSR (crack sensitivity ratio, Rissempfindlichkeitsverhältnis) beschrieben. Die endgültigen Prüfergebnisse und Abnahmekriterien sind die Durchschnittswerte der CLR-, CTR- und CSR-Werte der Schliffe aller Proben aus einem HIC-Test.

## Kennzeichnung

Die Kennzeichnung erfolgt nach EN 10028.

## Empfehlungen zur Verarbeitung (Schweißen, Umformen, Wärmebehandlung)

Bei der Verarbeitung sind die allgemeinen Regeln der Technik gemäß EN 1011 und CEN-TR 10347 zu beachten.

Für DICREST-Stähle ergibt sich keine Veränderung der Schweißbarkeit gegenüber der spezifizierten Norm. DICREST-Stähle können mit den klassischen Schweißverfahren geschweißt werden. Für andere Schweißverfahren wie Elektronenstrahlschweißen, Laserstrahlschweißen, Elektroschlackeschweißen, Elektrogasschweißen sollten vor Einsatz in der Verarbeitung intensivere Versuche durchgeführt werden.

Die mechanischen Eigenschaften von WEZ und Schweißgut sind abhängig von Schweiß- und Wärmebehandlungsbedingungen. Schweißparameter wie Wärmeeinbringen müssen entsprechend den Anforderungen begrenzt werden. Die Härte in der Schweißnaht und in der WEZ übersteigt bei P275 aufgrund der obligatorischen Spannungsarmglühung in der Regel 22 HRC nicht (Spannungsarmglühbedingungen siehe "Prüfung/Dokumentation"). Für P355 können, sofern Anforderungen bezüglich Härtewerten (z. B. max. 22 HRC in der WEZ) gestellt werden, höhere Spannungsarmglühtemperaturen bzw. Haltedauern erforderlich sein als im Abschnitt "Prüfung/Dokumentation" angegeben und sollten in der Anfrage geklärt werden.

Generell ist es empfehlenswert, Qualifizierungsprüfungen für Schweißverfahren durchzuführen, um sicherzustellen, dass die vorgesehenen Verarbeitungsbedingungen angemessen und werkstoffgerecht sind. Dies gilt insbesondere, wenn der Verarbeiter nicht über ausreichende Erfahrungen bezüglich des Schweißens dieser Stahlsorte verfügt.

Werden die Bleche warmumgeformt, so gelten die allgemeinen Bedingungen der Warmumformung bezüglich Temperatur und Haltezeit. Für die Einstellung der spezifizierten HIC-Eigenschaften ist eine anschließende Spannungsarmglühung erforderlich.

Die durch eine Kaltverformung bedingte Aufhärtung reduziert die HIC-Eigenschaften des Stahls. Um dies zu vermeiden soll nach dem Kaltumformen oder als abschließende Wärmebehandlung des Behälters eine Wärmebehandlung im Temperaturbereich des Spannungsarmglühens durchgeführt werden. Falls der Umformgrad beim Kaltumformen über 5 % liegt, empfehlen wir, das kaltumgeformte Bauteil zu normalisieren und spannungsarm zu glühen, um die HIC-Eigenschaften wiederherzustellen.

## Allgemeine technische Lieferbedingungen

Sofern nicht anders vereinbart, gelten die allgemeinen technischen Lieferbedingungen nach EN 10021.

### Toleranzen

Sofern nicht anders vereinbart, gelten die Toleranzen nach EN 10029, mit Klasse B für die Dicke.

### Oberflächenbeschaffenheit

Sofern nicht anders vereinbart, gelten die Angaben nach Klasse B2 der EN 10163-2.

## Allgemeine Hinweise

Wenn, durch den Verwendungszweck oder die Verarbeitung bedingt, besondere Anforderungen an den Stahl gestellt werden, die in dieser Werkstoffspezifikation nicht aufgeführt sind, so sind diese Anforderungen vor der Bestellung zu vereinbaren. Die in dieser Spezifikation enthaltenen Angaben sind eine Produktbeschreibung. Diese Spezifikation unterliegt Aktualisierungen. Maßgebend ist die jeweils aktuelle Fassung, die auf Anforderung versandt wird oder unter [www.dillinger.de](http://www.dillinger.de) abgerufen werden kann.

## Kontakt

AG der Dillinger Hüttenwerke  
Tel.: +49 6831 47 3455  
E-mail: [info@dillinger.biz](mailto:info@dillinger.biz)  
Postfach 1580  
66748 Dillingen / Saar  
Deutschland

Ihren Ansprechpartner finden Sie unter [www.dillinger.de](http://www.dillinger.de)