

# DICREST

## ASTM/ASME A/SA 516 DICREST 5/10/15

### Feinkornbaustahl für Druckbehälter im Sauergaseinsatz

Spezifikation DH-D17-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 Sauergasbereich aufweisen. DICREST-Stähle haben eine definierte Resistenz gegen wasserstoffinduzierte Rissbildung (Hydrogen Induced Cracking - HIC) und sind ab einer Blechdicke von 10 mm lieferbar. Die speziellen Sauergaseigenschaften 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 ASTM/ASME A/SA 516 Grade 60, 65 und 70.

#### 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>	Blecbreite 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
- Normalgeglüht oder normalisiert und beschleunigt abgekühlt und angelassen
- 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 Anforderungen der ASTM/ASME A/SA 516. Hinsichtlich der unerwünschten Begleitelemente Phosphor und Schwefel sind die Grenzwerte gegenüber der ASTM/ASME-Spezifikation aber stark eingeschränkt. Es gelten die folgenden Werte:

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

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

Bemerkung: Die Grenzwerte für die un spezifizierten Elemente laut ASTM/ASME A/SA 20 Table 1 werden eingehalten. Bei Analysen am Stück sind die erlaubten Abweichungen gegenüber den angegebenen Werten für P und S gesondert zu vereinbaren.

## Lieferzustand

Die Bleche werden allgemein im normalisierten Zustand geliefert. Andere Lieferzustände sind nach Vereinbarung realisierbar soweit von der Norm erlaubt, metallurgisch notwendig bzw. sinnvoll. 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 Stähle ASTM/ASME A/SA 516 Gr. 60 bis 70 DICREST 5 bis 15 entsprechen den Anforderungen des spezifizierten Standards. Härtewerte  $\leq 22$  HRC werden am Grundwerkstoff eingehalten. Ein Nachweis der Härtewerte erfolgt nicht.

"Supplementary requirements" nach ASTM/ASME A/SA 20 können zusätzlich bestellt werden.

## Prüfung/Dokumentation

Der Nachweis der mechanischen Eigenschaften erfolgt an Proben im vereinbarten Lieferzustand + spannungsarmgeglüht. Sofern nicht anders vereinbart, erfolgt das Spannungsarmglühen bei einer Temperatur von 1 100 bis 1 130 °F (595 bis 610 °C) gemäß ASME VIII, Div.1 bzw. Div.2. Bei einer Lieferung im Walzzustand erfolgt die Prüfung an Proben, an denen der vereinbarte Referenzzustand und das Spannungsarmglühen simuliert wurden.

Die Prüfung erfolgt nach der spezifizierten Norm. Der nachfolgend beschriebene HIC-Test wird schmelzweise durchgeführt. Eine Ultraschallprüfung nach ASTM A 578 S2.2 (max. Fehlergröße 100 mm<sup>2</sup>) erfolgt für alle Bleche. 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 Schlifflinien 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 Prüfergebnisse und Abnahmekriterien sind die Durchschnittswerte der CLR-, CTR- und CSR-Werte der Schlifflinien aller Proben aus einem HIC-Test.

## Kennzeichnung

Die Kennzeichnung erfolgt nach ASTM/ASME A/SA 20.

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

Bei der Verarbeitung sind die allgemeinen Regeln der Technik entsprechend ASME VIII/1 UG-79, UCS-79 (Umformen von Mantelschüssen und Böden), UG-85 (Wärmebehandlung), UW-26 (Allgemeines zur Weiterverarbeitung) und UW-40 (Prozeduren für das Wärmebehandeln nach dem Schweißen) anzuwenden. Die Anwendung von UCS-85 (f) (Wegfall simulierender Proben) ist für DICREST-Stähle nicht zulässig.

Für DICREST-Stähle ergibt sich keine Veränderung der Schweißeignung 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 aufgrund des obligatorischen Spannungsarmglühens in der Regel 22 HRC nicht (Spannungsarmglühbedingungen siehe "Prüfung/Dokumentation"). 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.

Zur Herstellung von Druckbehältern ist der Einsatz von eignungsgeprüften Schweißzusatzwerkstoffen empfehlenswert.

Werden die Bleche warmumgeformt, so gelten die allgemeinen Bedingungen der Warmumformung bezüglich Temperatur und Haltezeit. Für die Einstellung der spezifizierten HIC-Eigenschaften ist ein anschließendes Spannungsarmglühen 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, Toleranzen, Oberflächenbeschaffenheit

Sofern nicht anders vereinbart, gelten die Angaben nach ASTM/ASME A/SA 20.

## 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)