Mission Spark

voestalpine Böhler Welding

www.voestalpine.com/welding

Inhaltsverzeichnis

1. Geschichte des Schweißens
2. E-Hand-Prozess
3. Umhüllung von Stabelektroden
4. Stabelektrodenportfolio
5. Euronorm Klassifizierung
6. UTP Schweißelektroden – Schweißen von Gusseisenwerkstoffen
7. Verschleißarten
8. Kurzdarstellung voestalpine Böhler Welding

Medieninhaber und Herausgeber:
voestalpine Böhler Welding GmbH,
Kerpelystraße 199, 8700 Leoben, Austria

Projektleitung:
Jutta Hackstock-Sabitzer,
VP Global Communication & CRM

Text und Grafik: Reichl und Partner Werbeagentur GmbH

Fotos: wenn nicht anders gekennzeichnet, voestalpine Böhler Welding

Auf zur großen Mission!

Schweißen ist nichts für Weicheier, sondern etwas für taffe Leute wie mich. Mit 15 habe ich direkt nach der Schule eine Ausbildung als geprüfte Schweißerin gemacht. Mach' dich mit mir gemeinsam auf zur Mission Spark!

It's a welded world
Eine moderne Welt wie die heutige, wäre ohne das Lichtbogenhandschweißverfahren (E-Handschweißverfahren) undenkbar – übrigens eines der ältesten elektrischen Schweißverfahren für metallische Werkstoffe und auch heute noch eines der meist angewandten Schweißverfahren weltweit. Bei dem E-Handschweißverfahren kommen umhüllte Stabelektroden zum Einsatz. Heutzutage werden immer noch etwa 25 bis 30 % aller weltweit geschweißten Produkte mit dem E-Handschweißverfahren hergestellt. Schau' dich um und du wirst feststellen, wie groß die heutigen Einsatzbereiche im Stahlbau noch sind. Das E-Handschweißverfahren eignet sich zum Verbinden nahezu aller Metalle. Auch beim Unterwasserschweißen kommt die Stabelektrode zum Einsatz.

Let's get started
In acht Kapiteln werde ich dir alles über's E-Handschweißen beibringen, damit du bestens gerüstet bist. Nach jedem Kapitel teste ich dein Wissen mit ein paar Fragen. Die Antworten ergeben das Lösungswort. Unter allen richtigen Lösungen verlosen wir tolle Preise als Belohnung! Alle weiteren Infos findest du auf www.voestalpine.com/welding/mission-spark! Machen wir uns gemeinsam auf die Mission – du wirst es nicht bereuen!

Gruß,
deine Miss Spark

Kapitel 1

Geschichte des E-Handschweißens

Vor 135 Jahren fing alles an …

Sie sind taffe Männer, die Russen. Genauso taff wie ich. Da verwundert's natürlich nicht, dass das Lichtbogenschweißen – später E-Handschweißverfahren – von einem russischen Landsmann erfunden wurde. Genauer gesagt von Nikolai Benardos. Alle weiteren Hard Facts habe ich hier für dich zusammengetragen.

Wer hat's wann erfunden?

- 4000 v. Chr. – Schweißen (Gold mit Gold) – Sumerer
- 2700 v. Chr. – Hartlöten – Ägypter, Mesopotamier; Feuerschweißung – Ägypter
- 1825 – Stumpfpressschweißen – C. Whithouse
- 1840 – Gasschmelzschweißen
- 1881 – Widerstandsschweißen – Elihu Thomson
- 1886 - 1900 – E-Handschweißen – Nikolai Benardos
- 1900 – Thermitschweißen – Hans Goldschmidt
- 1907 – Autogenschweißen – Edmund Fouche, Charles Picard
- 1909 – Umhüllte Stabelektroden – Oscar Kjellberg
- 1920 – Plasmaschweißen – Schonner
- 1930 – WIG-Schweißen – Charles Coffin
- 1940 – Unterpulverschweißen – Robinoff
- 1941 – Elektroschlackeschweißen – Robert Hopkins
- 1953 – WIG-Schweißen – H. M. Hobert
- 1957 – Metallschutzgasschweißen – Lyubavskii und Novoshilov
- 1960 – Ultraschallschweißen
- 1970 – Erster Schweißroboter (Dtl.)
- 1980 – Neue Hochleistungsvarianten MAG-Schweißen
- 1990 – Laserschweißen – Martin Adams
- 2003 – Schweißroboter für Industrie; Lichtbogenschweißen in der Zahntechnik

1881 Auf der Ersten Internationalen Elektrizitätsausstellung in Paris präsentierte der Russe Nikolai Benardos als erster die Methode des Lichtbogenschweißens, indem er einen Lichtbogen zwischen einer Kohlenstoff-Elektrode und einem Werkstück erzeugte.

1890 Ein anderer Russe, Nicolai Slavianoff, benutzte einen Metallstab statt einer Kohlenstoff-Elektrode. Die Elektrode schmolz und fungierte gleichermaßen als Hitzequelle und Schweißzusatz. Die Schweißstellen waren jedoch nicht luftdicht und wiesen zahlreiche Poren und Löcher auf.

Nikolai Benardos – Erfinder des Lichtbogenschweißens

1907 Oscar Kjellberg aus Schweden erfand die **umhüllte Stabelektrode**. Er tauchte die Metallstäbe in ein Gemisch aus Erdmineralien wie Kalkstein und Flussspat. Als der Metallstab im elektrischen Lichtbogen schmolz, formte sich eine Schlacke, die das flüssige Schweißgut bedeckte. Die meisten Löcher und Poren, die durch den Sauerstoff und Stickstoff aus der Luft verursacht wurden, verschwanden. Um sie luftdicht zu bekommen, musste Kjellberg die Schweißstellen hämmern. Diese Methode ermöglichte es ihm, genietete Dampfkessel an Bord von Schiffen zu reparieren, was damals ein großer Fortschritt war.

Oscar Kjellberg – Erfinder der umhüllten Stabelektroden

1910 - 1920

» **Umhüllte Stabelektroden** basierend auf Oscar Kjellbergs Patent kamen erstmals zum Einsatz.

» **Gewundene Elektroden** wurden in England erfunden, indem eine Mineralpaste zwischen den mit Asbest umwickelten Metallstab gedrückt wurde.

» **Papierumhüllte Elektroden** wurden in den USA von R. S. Smith eingeführt. So wurde das Gas für das geschmolzene Schweiß-Metall gesichert. Das war der Beginn der Zellulose-Elektrode.

1930 - 1939

» **Extrusion** wurde die übliche ökonomischere Produktionsmethode zur Erzeugung von Stabelektroden. Auch heute ist es das übliche Produktionsverfahren.

» Metallpuder wurde der Ummantelung hinzugefügt, um ein Abbrennen zu verhindern.

» Die ersten Elektroden für rostfreien Stahl wurden eingeführt.

» Die ersten Genehmigungen von Schiffklassifizierungsgesellschaften wurden eingeführt.

1940 - 1945

» Die Verwendung von Zellulose-Elektroden wurde in der Kriegsindustrie aufgrund von Material-Knappheiten gängig.

» Schiffe, die zur Gänze mit Stabelektroden geschweißt waren, wurden üblich.

1945 - 1950

» P.C. van den Willigen in den Niederlanden fügte Nickelhydroxid- und Rutilelektroden große Mengen von Eisenpulver hinzu, um die Leistung zu verbessern. Die **Hochleistungselektrode** war geboren.

» K. K. Hansen in Dänemark entwickelte das Schwerkraftlichtbogenschweißen. Bei diesem Schweißverfahren entzündet eine fast ausgegangene Elektrode die nächste Elektrode. Der Schweißer befüllt anschließend das Behältnis mit frischen Elektroden.heute

» Das E-Handschweißen ist auch heute nicht wegzudenken, insbesondere im Stahl- und Rohrleitungsbau.

» Das Schweißverfahren gilt als relativ tolerant gegenüber Materialfehlern. Ein großer Vorteil: Es kann bei allen Witterungsbedingungen angewendet werden, sogar unter Wasser.

Mission accomplished! Jetzt weißt du genau, wie die verschiedenen Schweißverfahren entstanden sind.

Trag am Ende jedes Kapitels die richtigen Lösungen ein und sammle alle Antworten für das Lösungswort! Am Ende von Kapitel 8 kannst du noch einmal alle Antworten notieren, um so das Lösungswort zu erhalten. Gib dieses auf www.voestalpine.com/welding/mission-spark ein und gewinn mit etwas Glück einen unserer Top-Preise!

Wie hieß der Russe, der erstmals das E-Handschweißverfahren entwickelte?

2

Kapitel 2

E-Hand-Prozess

So läuft's ab!

Wenn man erst weiß, wie's geht, ist es simpel: In diesem Kapitel erkläre ich dir, wie der E-Hand-Prozess genau abläuft und welche Stromquellen du verwenden kannst. Steigen wir gleich direkt in die Materie ein – los geht's!

2.1 Ablauf

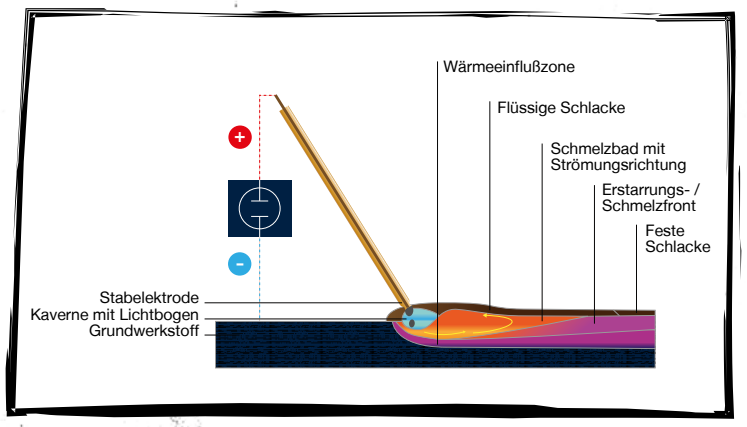
2.2 Stromquellen-Technologie

Ablauf

Eigentlich ist es ganz einfach ...

Das E-Handschweißen ist eines der ältesten und vielseitigsten Schweißverfahren. Dabei gilt es als einfache und sichere Methode.

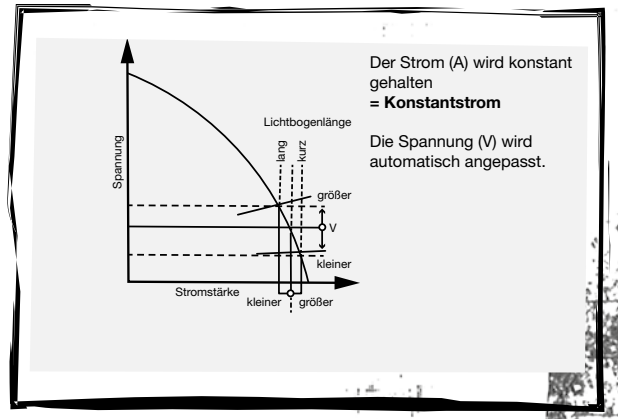
Beim E-Handschweißen wird ein elektrischer Lichtbogen zwischen einer umhüllten Stabelektrode und dem Werkstück gezündet; die Elektrode fungiert sowohl als Stromleiter als auch als abschmelzender Schweißzusatzwerkstoff. In der hohen Temperatur des Lichtbogens wird die Elektrode abgeschmolzen und geht tropfenförmig in das Schweißbad über.
Dabei bilden sich Gase, die den Lichtbogen stabilisieren und das Schweißbad vor Oxidation schützen, sowie Schlacke, die wie eine Schutzschicht auf das Schweißbad aufgeschwemmt wird und mehrere Funktionen erfüllt: Sie schützt ebenfalls vor Einflüssen aus der umgebenden Atmosphäre (v.a. Oxidation), bindet Verunreinigungen und bewirkt durch eine langsamere Abkühlung des Schweißbades eine Verringerung der Spannungen.



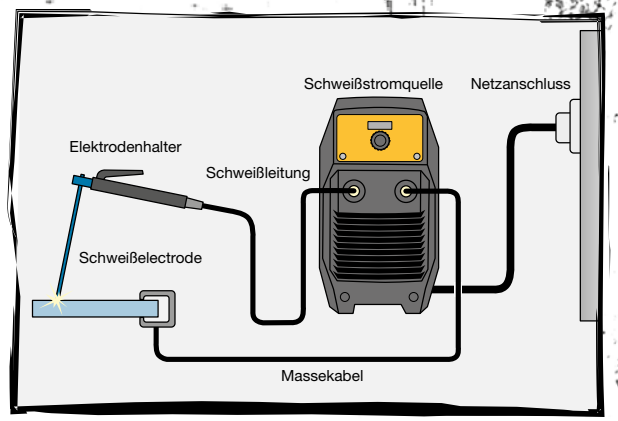
Beim E-Handschweißen muss der Strom konstant gehalten werden

Der Strom wird von einer Stromquelle geliefert. Die Stromstärke, die beim E-Handschweißen benutzt wird, hat einen konstanten Ausgangsstrom. Damit wird sichergestellt, dass der Strom (und damit die Hitze) relativ konstant bleibt, auch wenn sich die Distanz zum Lichtbogen und die Spannung ändern. Das ist wichtig, weil das E-Handschweißen in aller Regel ein händischer Prozess ist, bei dem der Schweißer den Schweißbrenner hält. Deshalb ist eine konstante Stromquelle erforderlich.

Jedoch ist die Stromstärke auch mit einer konstanten Stromquelle nie absolut konstant, sondern variiert jeweils nach der Länge des Lichtbogens. Qualifizierte Schweißer machen davon Gebrauch, um geringfügige Schwankungen in der Stromstärke zu erreichen.



Grundprinzip



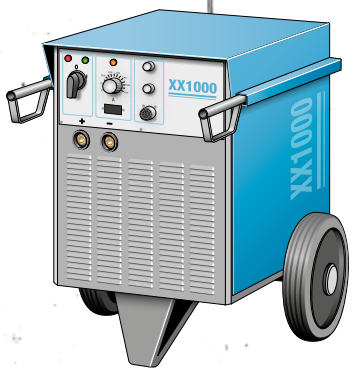
Aufbau des Prozesses

Tipp!

Mit ein bisschen Übung kannst du mit der Zeit die Länge des Lichtbogens ein wenig variieren und damit auch die nicht immer 100%ig konstante Stromstärke.

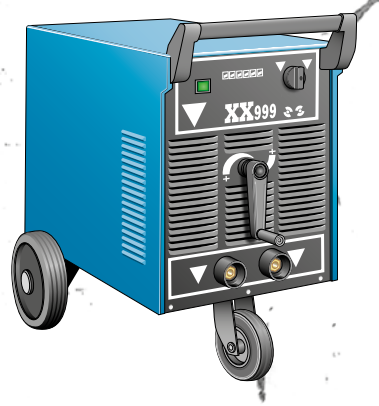
Stromquellen

Technologie ...



Welche Stromquellen kannst du verwenden?

Schweißgleichrichter
Ein Schweißgleichrichter wandelt den Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) in Gleichstrom zum Schweißen um. Er besteht aus einem Netztransformator und einem nachgeschalteten Gleichrichterblock.



Schweißtransformator
Im Schweißtransformator wird der Wechselstrom des Netzes mit hoher Spannung und niedriger Stromstärke in einen Wechselstrom mit niedriger Spannung und hoher Stromstärke umgewandelt, wie er beim Schweißen benötigt wird. Die Regelung des Schweißstromes erfolgt durch Anzapfungen an der Primärspule des Netztransformators.

Schweißinverter
Der Schweißinverter ist eine elektronische Schweißstromquelle. Die Geräte werden je nach Leistung ein- oder dreiphasig an das Stromnetz angeschlossen. Das Grundprinzip eines Inverters entspricht einem Schaltnetzteil. Die Netzspannung wird zuerst gleichgerichtet, mit Hilfe von Leistungshalbleitern mit einer Frequenz zwischen 20 kHz und 150 kHz zerhackt und über einen relativ kleinen Transformator auf eine geringere Spannung transformiert. Anschließend muss der Schweißstrom mit Hilfe geeigneter Dioden gleichgerichtet werden.

Das war doch jetzt wirklich ein Kinderspiel, oder? Teil Zwei unserer Mission ist erledigt!

Welche Stromquelle wandelt den Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) in Gleichstrom zum Schweißen um?

8 14

Kapitel 3

Umhüllung von Stabelektroden

Stabelektrode ist nicht gleich Stabelektrode

Jetzt weißt du schon einiges über's E-Handschweißen. In diesem Kapitel erkläre ich dir, warum die Stabelektroden umhüllt sein müssen, wie sich die Umhüllungsdicke auf das Schweißen auswirkt, mit welchen unterschiedlichen Materialien die Stabelektroden umhüllt sind und für welche Schweißarbeit sich die einzelnen Elektrodentypen besonders gut eignen. Ab geht's!

3.1 Aufgaben
3.2 Umhüllungsdicke
3.3 Umhüllungsarten

Aufgaben

» Ionisation der Luftstrecke (stabiler Lichtbogen)

» Schutz des Lichtbogens und des Schmelzbades vor unkontrolliertem Luftzutritt (O_2, N_2)

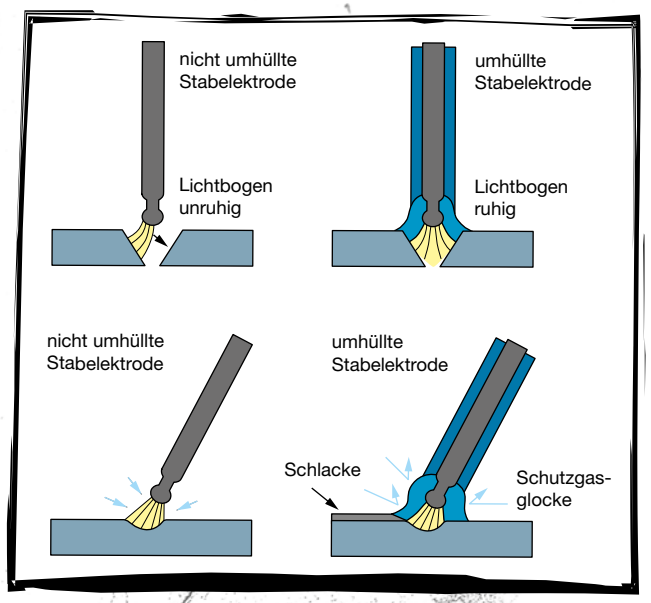
» Schlackenbildung auf der Oberfläche (langsames Abkühlen, Verminderung der Porenbildung)

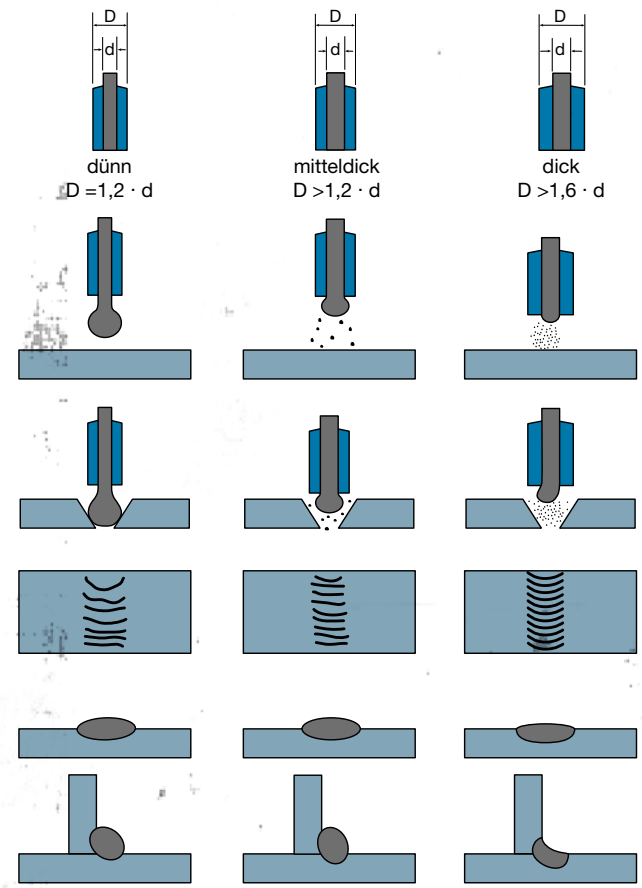
» Metallurgische Beeinflussung des Schweißgutes durch Desoxidation und Abbinden schädlicher Begleitelemente wie Schwefel und Phosphor

» Zulegieren von Elementen, um Abbrandverlust vorzubeugen

» Erhöhung der Abschmelzleistung und Ausbringung durch Zugabe von Eisenpulver

Ausbringung:
Das Verhältnis von abgeschmolzenem Schweißgut zu abgeschmolzenem Kernstab in Gewichtsprozent.





Umhüllungsdicke

Die Dicke macht's aus ...

Mit zunehmender Umhüllungsdicke

» wird der Werkstoffübergang feintropfiger,

» die Spaltüberbrückbarkeit und die Eignung zum Schweißen in der Zwangslage schlechter,

» das Nahtaussehen verbessert, d. h. die Schweißnaht wird feinschuppiger und glatter

» und die Einbrandtiefe nimmt zu.

Umhüllungsarten

Aller guten Dingen sind vier ...

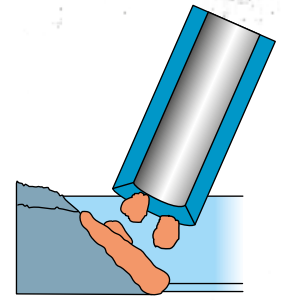
A	Sauer
C	Zellulose
R	Rutil
RR	Dick rutil
RC	Rutilzellulose
RA	Rutil-sauer
RB	Rutil-basisch
B	Basisch

Unterteilung nach DIN EN ISO 2560

Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen umfassen nach der europäischen Norm DIN EN ISO 2560 insgesamt acht unterschiedliche Umhüllungstypen. Nach den Hauptbestandteilen der Umhüllung sind vier Grundtypen zu nennen und zwar:

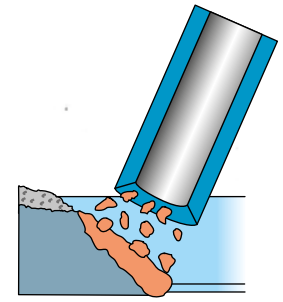
C (Cellulose)	Zelluloseelektroden
A (Acid)	Saure Elektroden
R (Rutile)	Rutilelektroden
B (Basic)	Basische Elektroden

Saure Elektroden sind heute allerdings kaum mehr zu finden und fast vollständig durch Rutilelektroden ersetzt worden.



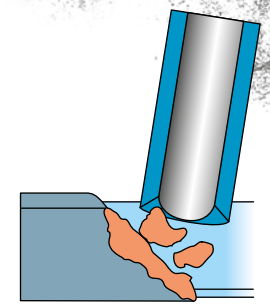
Zellulosetyp

Zellulose	40
Rutil (TiO_2)	20
Silikate	15
Magnetit (Fe_3O_4)	15
Fe-Mn	15
Wasserglas	



Rutiltyp

Rutil (TiO_2)	50
Silikate	25
Kalkspat ($CaCO_3$)	8
Fe-Mn	17
Wasserglas	



Basischer Typ

Flussspat (CaF_2)	30
Kalkspat ($CaCO_3$)	30
Fe-Mn	5
Fe-Ti	3
Fe-Si	7
Eisenpulver	25
Wasserglas	

Hier lernst du die Haupttypen von Stabelektroden und ihre chemischen Bestandteile kennen.

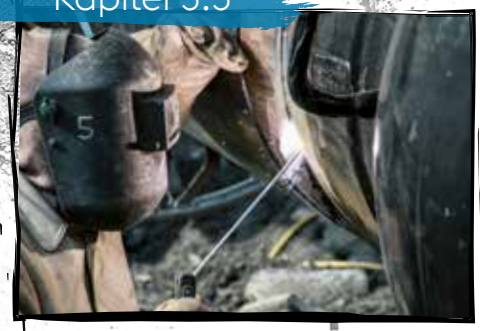
Zelluloseumhüllte Stabelektroden: Sie besitzen infolge ihres hohen Zellulosegehaltes in der Umhüllung besonders gute Eigenschaften für die Zwangslagenschweißung, jedoch weniger gute Eigenschaften bei Waagrechtschweißung. Sie werden daher überwiegend für Fallendschweißungen an Großrohren eingesetzt. Auch für Unterwasserschweißungen eignen sie sich aufgrund ihrer hervorragenden Nahtqualität sehr gut.

Rutilumhüllte Stabelektroden: Diese werden wegen ihrer angenehmen Schweißeigenschaften sehr geschätzt. Der Lichtbogen brennt stabil und ruhig und hat gutes Wiederzündverhalten, die Nähte sind feinschuppig und die Schlacke hebt größtenteils von selbst ab. Rutilelektroden haben noch ausreichende Zähigkeitseigenschaften, eignen sich aber nur eingeschränkt in der Zwangslage (hochlegiert).

Basischumhüllte Stabelektroden: Die Hauptvorteile basischer Elektroden sind die ausgezeichneten Zähigkeitseigenschaften des Schweißgutes und die Sicherheit gegen Kalt- und Heißrisse. Die basischen Elektroden haben einen grobtropfigen Werkstoffübergang, sind in allen Positionen verschweißbar und weisen etwas grobschuppigere Nähte auf. Die Schlacke lässt sich noch relativ gut entfernen, jedoch ungünstiger als bei Rutilelektroden. Die rutilbasische Elektrode – ein Mischtyp – ist die ideale Wahl für das Schweißen in der Zwangs- oder Wurzellage.

Tipp!

Je nachdem, was du schweißen willst, ist ein anderes Umhüllungsmaterial für die Stabelektrode empfehlenswert. Also immer vor dem Schweißen abklären!



Frage a:

Welcher Stabelektrodentyp eignet sich besonders gut für den Pipelinebau?

Anforderungen: Gute Fallnahtschweißeigenschaften

Antwort a: 5

Erklärung: Der gesuchte Elektrodentyp (C) wird wegen der guten Eignung zum Fallendschweißen (Pos. PG) zum Schweißen von Rundnähten an Rohren größerer Durchmesser (Pipelines) verwendet. Bereits beim Schweißen der Wurzel können relativ dicke Elektroden (4 mm) eingesetzt werden.

Beispiel: BÖHLER FOX CEL

Frage b:

Welcher Stabelektrodentyp eignet sich besonders gut für den Stahlbau?

Anforderungen: Gutes Nahtaussehen, leichte Schlackenentfernbarkeit und gutes Wiederzündverhalten.

Antwort b: 3 11

Erklärung: Die besonderen Eigenschaften der Elektrode (R, RR) sind das gute Nahtaussehen, die leichte Schlackenentfernbarkeit und das gute Wiederzündverhalten.

Beispiel:
R: BÖHLER FOX ETI
RR: Phoenix Grün T

Frage c:

Welcher Stabelektrodentyp eignet sich besonders gut für den Offshorebereich?

Anforderungen: sehr hohe Zähigkeitsanforderungen

Antwort c: 1

Erklärung: Die gesuchte Elektrode (B) ist für alle Positionen geeignet, als Sondertyp auch für die Fallpositionen. Von allen Elektrodentypen hat sie die besten Zähigkeitseigenschaften auch bei tieferen Temperaturen und die größte Risssicherheit. Sie wird bei schwierigen Grundwerkstoffen und großen Wanddicken verwendet.
Der niedrige Wasserstoffgehalt ermöglicht das Schweißen von höherfesten Feinkornbaustählen.

Beispiel:
BÖHLER FOX EV 50
BÖHLER FOX EV 85
Phoenix 120 K

Stabelektroden-Quiz

Welcher Stabelektrodentyp eignet sich für welche Art von Schweißarbeit? Teste dein Wissen!

Frage d:

Welcher Stabelektrodentyp eignet sich besonders gut für den Behälterbau?

Anforderungen: Gute Steignahteigenschaften

Antwort d: 10

Erklärung: Die hier gesuchte Elektrode ist besonders gut für das Schweißen in Wurzellage und in der Steigposition (PF) im Rohrleitungs- und Behälterbau geeignet. Auch in Zwangslagen ist sie leicht zu handhaben.

Beispiel:
BÖHLER FOX SPE, Phoenix SH Gelb R

Frage e:

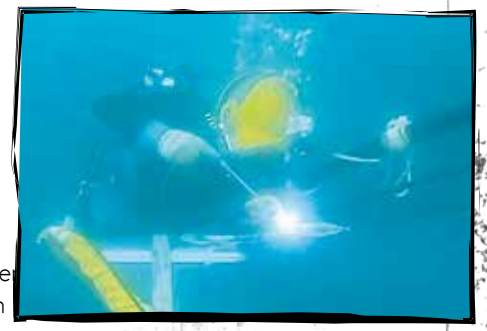
Welcher Stabelektrodentyp eignet sich besonders gut zum Unterwasserschweißen?

Anforderungen: gute Unterwassereigenschaften

Antwort e:

Erklärung: Für das Unterwasserschweißen benötigt man eine Stabelektrode mit guter Nahtqualität zum Schweißen in nasser Umgebung für die wirtschaftliche Herstellung von qualifizierbaren Unterwasser-Schweißverbindungen.

Beispiel:
Phoenix Nautica 20
Phoenix Nautica 100
Phoenix Nautica Cut (wird fürs Fugen und Trennen verwendet)



Wow, du wirst immer mehr zum E-Handschweiß-Experten! Lass uns gleich mit dem nächsten Teil der Mission weitermachen!

Kapitel 4

Stabelektroden-portfolio

Für jede Art von Stahl gibt es die passende Stabelektrode

In den letzten drei Kapiteln hast du schon einiges über das E-Handschweißen gelernt. In diesem Kapitel will ich dir zeigen, dass sich für jede Art von Stahl andere Stabelektroden eignen. Legen wir gleich direkt los!

Schweiß-Profis unterscheiden nach folgenden Stahl-Arten

- Stabelektroden für unlegierte Stähle
- Stabelektroden für hochfeste Stähle
- Stabelektroden für warmfeste Stähle
- Stabelektroden für nichtrostende Stähle
- Stabelektroden für Nickel und Nickellegierungen
- Stabelektroden für Gusseisen

Stabelektroden für unlegierte Stähle

Rutile Umhüllung:
BÖHLER FOX OHV
BÖHLER FOX ETI
Phoenix Grün T
Phoenix SH Gelb R

Basische Umhüllung:
BÖHLER FOX EV 50
Phoenix 120 K

Stabelektroden für hochfeste Stähle

BÖHLER FOX EV 65 / EV 70 / EV 75 / EV 85
Phoenix SH Ni 2 K 90
Phoenix SH Ni 2 K 130

Für den Pipelinebau – Zellulose Elektroden:
BÖHLER FOX CEL 85
BÖHLER FOX CEL 90

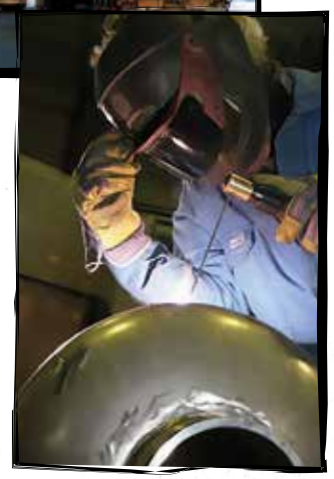
Basische Elektroden:
BÖHLER FOX EV 70 Pipe
BÖHLER FOX BVD 85
BÖHLER FOX BVD 90

Stabelektroden für warmfeste Stähle

BÖHLER FOX DCMS Kb
BÖHLER FOX CM 2 Kb
BÖHLER FOX CM 5 Kb
BÖHLER FOX C 9 MV
Thermanit MTS 3-LNi
Thermanit MTS 616-LNi

Tipp!

Schau doch mal auf www.vabw-service.com/voestalpine/ vorbei! Dort findest du alle Produkte der voestalpine Böhler Welding im Überblick!



Stabelektroden für nichtrostende Stähle

BÖHLER FOX EAS 2-A
BÖHLER FOX EAS 4 M-A
BÖHLER FOX EASN 25 M
BÖHLER FOX CN 20/25 M

Duplex:
Avesta 2205
Avesta 2205 Basic

Super Duplex:
Avesta 2507 P100
Avesta 2507 P100 Rutil

Stabelektroden für Nickel und Nickellegierungen

Thermanit Nicro 82
Thermanit 625
Thermanit 617

Stabelektroden für Gusseisen

UTP 8
UTP 83 FN
UTP 86 FN
UTP GNX-HD

Damals als Teenager musste ich mich auch erst zurechtfinden, welche Stabelektrode sich zum Schweißen welches Metalls eignet, aber im Grunde ist es ganz einfach, oder? Der vierte Teil unserer Mission ist erledigt!

Welche Eigenschaft haben die Stähle, die wir in diesem Kapitel als zweites besprochen haben?

4 6

Kapitel 5

Euronorm Klassifizierung

Ordnung ist das halbe Leben

Das EN-Klassifizierungs-System der EU sorgt für die Normierung verschiedenster Produkte, so auch von Schweißzusätzen. In Kapitel 5 unserer Mission werde ich dir zeigen, in welche Klassen Stabelektroden unterteilt werden. Worauf warten wir noch?

So lassen sich die Stabelektroden einteilen

Die meisten Schweißzusätze sind nach einer EN ISO Norm eingestuft. Dabei gibt es eine Reihe verschiedener EN ISO Normen, die für verschiedene Bereiche gelten:

- Stabelektroden für unlegierte Stähle und Feinkornstähle (EN ISO 2560)
- Stabelektroden für hochfeste Stähle (EN ISO 18275)
- Stabelektroden für warmfeste Stähle (EN ISO 3580)
- Stabelektroden für nichtrostende und hitzebeständige Stähle (EN ISO 3581)
- Stabelektroden für Nickel und Nickellegierungen (EN ISO 14172)
- Stabelektroden für Gusseisen (EN ISO 1071)

Für jedes Material eignet sich eine andere Art Stabelektrode besonders gut.

So funktioniert die EN ISO 2560-A-Norm

Kennziffer für die Festigkeits- und Dehnungseigenschaften des Schweißgutes

Kennziffer	Mindestreckgrenze MPa	Zugfestigkeit MPa	Mindestbruchdehnung %
35	355	440 bis 570	22
38	380	470 bis 600	20
42	420	500 bis 640	20
46	460	530 bis 680	20
50	500	560 bis 720	18

Kennzeichen für die Kerbschlagarbeit des Schweißgutes

Kennziffer	Temperatur für Mindestkerbschlagarbeit 47 J° C
Z	keine Anforderungen
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

Kennzeichen für die Umhüllungstypen

Typ	Umhüllung
A	sauer
C	zellulose
R	rutil
RR	dick rutil
RC	rutilzellulose
RA	rutilsauer
RB	rutilbasisch
B	basisch

BÖHLER FOX EV 50 E 42 5 B42 H5

Kennziffer	Ausbringung %		Stromart
1	≤ 105		Wechsel- und Gleichstrom
2			Gleichstrom
3	> 105	≤ 125	Wechsel- und Gleichstrom
4			Gleichstrom
5	> 125	≤ 160	Wechsel- und Gleichstrom
6			Gleichstrom
7	> 160		Wechsel- und Gleichstrom
8			Gleichstrom

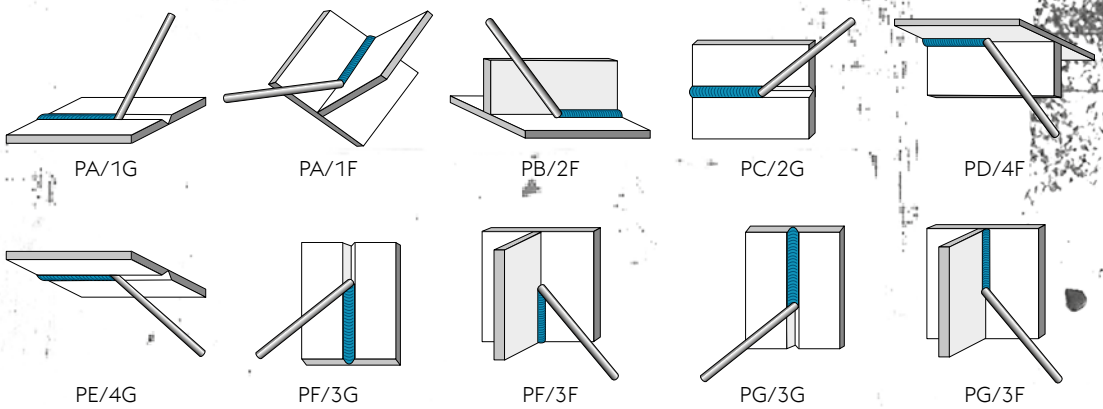
1 alle Positionen
2 alle Positionen außer Fallposition
3 Stumpfnaht in Pos. PA, Kehlnaht in Pos. PA und PB
4 Stumpfnaht in Pos. PA, Kehlnaht in Pos. PA
5 Positionen wie 3. plus Pos. PG

Kennziffer	Wasserstoffgehalt in ml / 100 g Schweißgut max.
H5	5
H10	10
H15	15

Tipp!

Je nachdem, welche Art von Metall du schweißen willst, benötigst du eine andere Art von Stabelektrode. Die EN-Norm gibt dir genaue Auskunft darüber, welche Stabelektroden du für welches Material verwenden kannst.

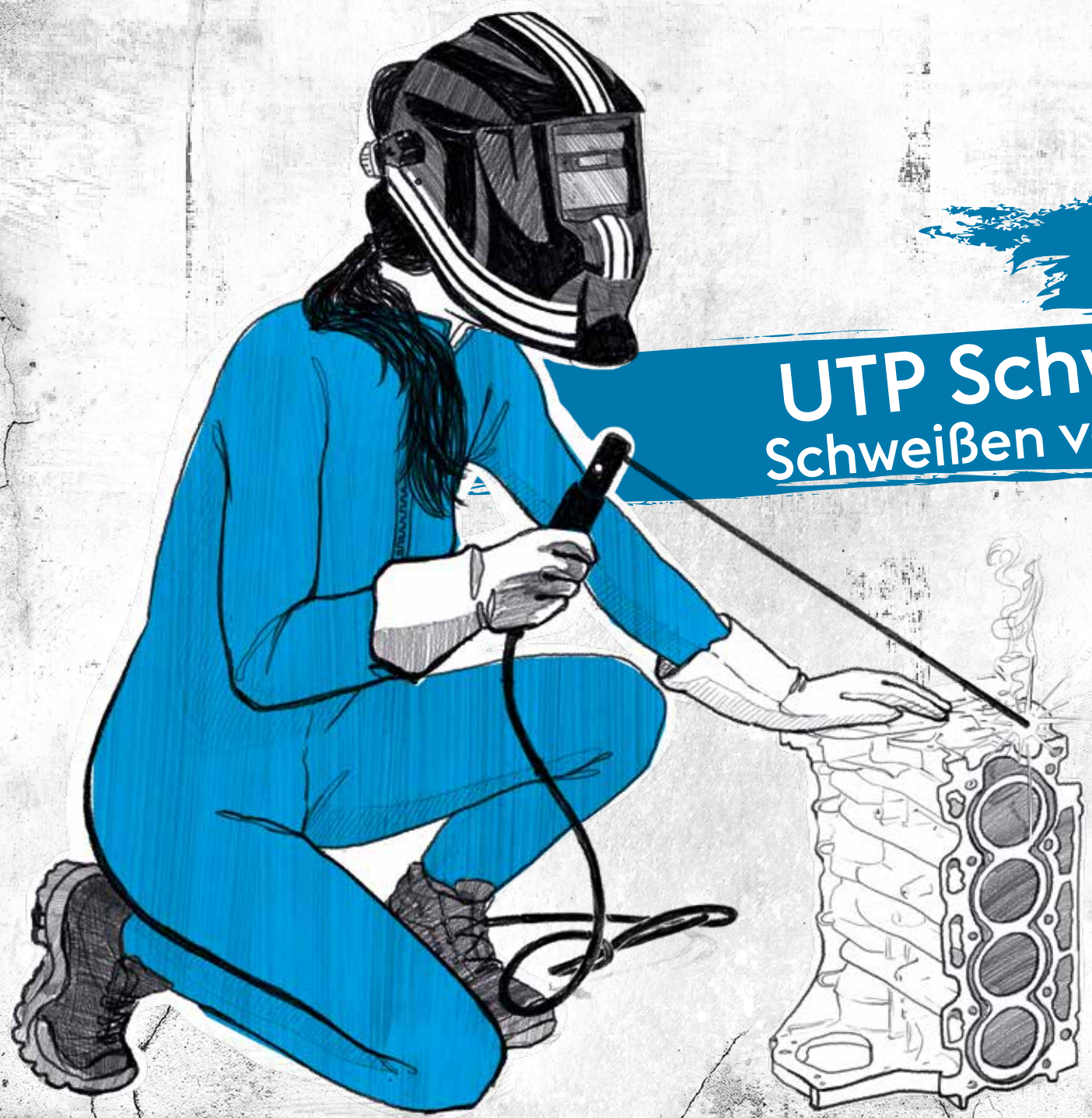
Überblick über Schweißpositionen gemäß Euronorm und AWS (American Welding Society)



Das EN-Klassifizierungssystem ist gar nicht schwer, wenn man es erst einmal verstanden hat, was meinst du?

Was bedeutet die Abkürzung RB innerhalb der EN-Kennzahl?

7



Kapitel 6

UTP Schweißelektroden – Schweißen von Gusseisenwerkstoffen

Aus einem Guss

In diesem Kapitel möchte ich dir ein ganz besonderes Schweißmaterial näherbringen, nämlich Gusseisen.
Ich war begeistert, als ich es zum ersten Mal geschweißt habe, weil das Material ganz besondere Vorteile mit sich bringt. Welche das sind, erfährst du in diesem Kapitel.

Ein ganz besonderes Material

Die meisten Gusseisenwerkstoffe enthalten etwa zwei bis fünf Prozent Kohlenstoff. In Abhängigkeit weiterer Legierungselemente, der Abkühlbedingungen und der Wärmebehandlung wird der Kohlenstoff in unterschiedlicher Form ausgeschieden und bestimmt damit entscheidend die Eigenschaften des Werkstoffs.

Im Vergleich zu Stahl hat Gusseisen eine niedrigere Schmelztemperatur von etwa 1.150 °C für naheutektische Legierungen (C-Gehalt etwa 3,5 %) und eine sehr dünnflüssige Schmelze. Daraus resultiert ein gutes Formfüllungsvermögen, wodurch auch komplizierte Geometrien oder dünnwandige Bauteile durch Gießen herstellbar sind.

Grundsätzlich unterscheidet man Gusseisen nach der Art, wie der Kohlenstoff nach der Erstarrung der Schmelze im Gefüge vorliegt. Bei weißem Gusseisen ist der Kohlenstoff in Form von Eisenkarbid (Zementit) gebunden. Je nach Wärmebehandlung, dem sogenannten Tempern, lässt sich aus diesem Temperrohguss weißer (GJMW) bzw. schwarzer (GJMB) Temperguss herstellen. Im Gegensatz zum Temperguss wird beim grauen Gusseisen der Kohlenstoff direkt in Form von Graphit in einer ferritischen oder perlitischen Matrix ausgeschieden.
Hier wird wiederum die Form des Graphits unterschieden. Dieser kann in lamellarer (GJL), kugeliger (GJS) oder vermicularer (GJV) Form vorliegen. Die Form des Graphits bestimmt dabei maßgeblich die Eigenschaften des jeweiligen Gusswerkstoffs.

Gusseisen				
Weißes Gusseisen (Temperguss)		Grauguss		
„weißes“ meliertes Gusseisen DIN EN 1562 GJMW	„schwarzes“ meliertes Gusseisen DIN EN 1562 GJMB	Kugelgraphitguss (Sphärenguss) DIN EN 1563 GJS	Lamellengraphitguss (Grauguss) DIN EN 1561 GJL	Vermicularer Guss DIN EN 16079 GJV

Die meisten Gusseisenwerkstoffe gelten als bedingt schweißgeeignet, lassen sich jedoch mit entsprechender Verfahrenstechnik gut beherrschen. Dies gilt sowohl für das Gusseisen mit Lamellengraphit (GJL) als auch für das Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS) und für Tempergusswerkstoffe (GJMW, GJMB).

Die Schweißbarkeit eines Bauteils wird beeinflusst durch die Schweißeignung des Grundwerkstoffs, die Schweißmöglichkeit des Fertigungsbetriebs und die Schweißsicherheit der Konstruktion. Die Schweißeignung hängt dabei vorrangig von der chemischen Analyse und den mechanisch technologischen Eigenschaften des Werkstoffs ab. Weitere Einflussgrößen können der Gefügezustand, der Verunreinigungsgrad durch beispielsweise Schwefel oder Oxide sowie der Beanspruchungszustand (Alter, Temperatur, chemische Medien) sein.

schweißgeeignet

- Stahlguss
- Gusseisen mit Kugelgraphit
- Gusseisen mit Vermiculargraphit

bedingt schweißgeeignet

- Gusseisen mit Lamellengraphit
- Temperguss

schwierig oder nicht schweißgeeignet

- Sonderguss

Kaltschweißen von Gusseisen

Für das Kaltschweißen von Gusseisen werden im Allgemeinen Stabelektroden auf Nickel- und Eisen-Nickel-Basis verwendet.

Hierbei ist die Temperaturführung entscheidend. Es wird ohne Vorwärmung geschweißt, es sei denn, es muss Feuchtigkeit oder Kondenswasser von der Werkstückoberfläche entfernt werden.
Um geringe Wärmespannungen einzubringen, wird mit möglichst kleinem Elektrodendurchmesser und kurzem Lichtbogen geschweißt.
Es sollten immer nur kurze (max. 30 mm) Raupen geschweißt werden und diese sind direkt aus der Schweißwärme gut abzuhämmern. Das Abhämmern erfolgt mit einem Hammer mit abgerundeter Spitze und dient dem Einbringen von Druckspannungen, die den Schrumpfspannungen des abkühlenden Schweißgutes entgegenwirken.
Die Zwischenlagentemperatur sollte maximal 60 °C betragen. Bei großflächigen Reparaturen kann an verschiedenen Stellen wechselweise gearbeitet werden, um so eine lokale Hitzekonzentration zu vermeiden.

Kurze Schweißraupe vor dem Entfernen der Schlacke

Abhämmern

Kurze Schweißraupe nach dem Entfernen der Schlacke

Gusseisen

Name	Klassifikation	Mechanische Eigenschaften des Schweißgutes		Anwendungsgebiet
UTP 8	AWS A5.15	Streckgrenze RP0,2	Härte HB	UTP 8 eignet sich für die Kaltschweißung von Grau-, Temper- und Stahlguss sowie für die Verbindung dieser Grundwerkstoffe mit Stahl, Kupfer und Kupferlegierungen, vor allem in Reparatur und Unterhalt.
	E Ni-CI	ca. 220	ca. 180	
	EN ISO 1071			
	E C Ni-CI 1			
UTP 83 FN	AWS A5.15	Härte HB		UTP 83 FN eignet sich für Auftragungs- und Reparaturschweißungen an allen gängigen Gusseisensorten wie Gusseisen mit Lamellen- und Kugelgraphit, Temperguss sowie für Mischverbindungen mit Stahl und Stahlguss.
	E NiFe-CI	ca. 190		
	EN ISO 1071			
	E C NiFe-11			
UTP 86 FN	AWS A5.15	Streckgrenze RP0,2	Härte HB	UTP 86 FN eignet sich für Reparatur-, Verbindungs- und Auftragschweißungen an lamellaren Grauguss GJL 10 - GJL 40, an Gusseisen mit Kugelgraphit (Sphäroguss) GJS 40 - GJS 70, an Tempergusssorten GJMB 35 - GJMB 65 sowie für die Verbindung dieser Werkstoffe untereinander oder mit Stahl und Stahlguss.
	E NiFe-CI	ca. 340	ca. 220	
	EN ISO 1071			
	E C NIFE-13			

Die wichtigsten Regeln beim Kaltschweißen

- Es sollten nur kurze Strichraupen geschweißt werden (max. 1 – 3 cm).
- Zum Schweißen ist eine möglichst niedrige Stromstärke zu verwenden.
- Die Schweißraupen sind im warmen Zustand abzuhämmern. Dadurch werden Druckspannungen eingebracht, die der Schrumpfung entgegenwirken.
- Hitzekonzentrationen sind zu vermeiden.
- Wenn möglich auf bereits geschweißten Nähten zünden, um Härtespitzen in der Wärmeeinflusszone zu minimieren.

In diesem Kapitel hast du alles Wichtige über das Kaltschweißen gelernt! Unsere Reise dauert nicht mehr lang!

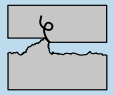
Wie muss die Stromstärke beim Kaltschweißen sein?

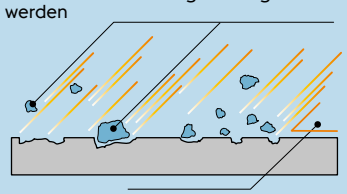
Kapitel 7

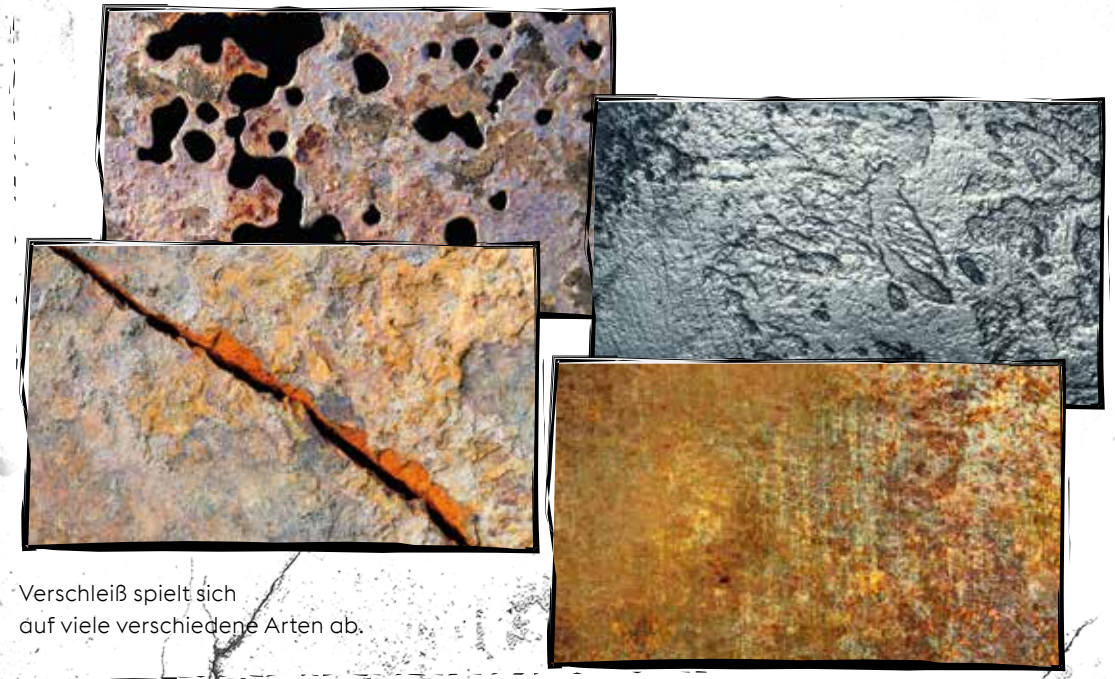
Verschleißarten

Verschleiß ist nicht gleich Verschleiß

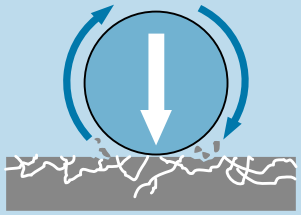
Ob abrasiver Verschleiß, Erosionsverschleiß oder Korrosionsverschleiß: Verschleiß spielt sich auf viele verschiedene Arten ab. Welche es gibt, erfährst du hier.

Verschleißart	Beschreibung	Oberflächen-schäden	Beispiel Gleitverschleiß	Beispiel Druck-Gleitverschleiß	Beispiel Stabelektroden
Abrasiver Verschleiß	Abrasiver Verschleiß wird als Materialverlust bezeichnet und tritt in der Regel aufgrund von mechanischer Einwirkung und Schleifkontakt durch Festkörper oder Partikel-belastung auf	Kratzspuren, Kerben, Furchen, Rillen, glänzende Oberflächen	Harte Oberfläche  Weiche Oberfläche		UTP DUR 600 UTP Ledurit 61 UTP Ledurit 65

Verschleißart	Beschreibung	Oberflächen-schäden	Beispiel Erosion	Beispiel Stabelektroden
Erosionsverschleiß	Als Erosions-verschleiß bezeichnet man den Material-verlust, der durch wiederholte Einwirkung von festen kleinen Teilchen zustande kommt. Diese werden durch Gas oder ein flüssiges Medium mitgeführt und treffen mit einer hohen Geschwin-digkeit auf die Material-oberfläche	Kerben, Furchen, Rillen	Erosion durch harte Teilchen welche durch Gas oder Flüssigkeit mitgeführt werden  Erosion wird mit Zunahme des Auftreffwinkels verstärkt	UTP 73 G2 UTP DUR 600 UTP HydroCav



Verschleiß spielt sich auf viele verschiedene Arten ab.

Verschleißart	Beschreibung	Oberflächen-schäden	Beispiel Oberflächenermüdung	Beispiel Stabelektroden
Oberflächen-ermüdung	Oberflächen-ermüdung beginnt oft durch harte oder weiche Partikel, die kleine Beulen auf der Oberfläche bilden. Durch wiederholte wechselnde Belastungen entstehen auf Dauer Risse im Material.	Risse, Auskerbun-gen, Ausbrechen von Oberflächen-material		UTP BMC

Verschleißart	Beschreibung	Oberflächen-schäden	Beispiel Lochfraß Korrosion	Beispiel Interkristalline Korrosion	Beispiel Stabelektroden
Korrosions-verschleiß	Korrosions-verschleiß entsteht durch Ober-flächenbeschä-digungen, die durch eine chemische oder elektrochemische Reaktion hervorgerufen werden. Metall + Umgebung: Luft, Feuchtigkeit, Säuren, Elektrolyte, Chemikalien, Schmiermittel etc. Eine zusätzliche mechanische Belastung fördert den Korrosions-verschleiß	Materialabbau (Abtragung), Risse, Rost, Lochfraß			UTP 068 HH UTP 6222 Mo

Je nach Verschleißart eignet sich eine andere Stabelektrode besonders gut. Ich hoffe, das konnte ich dir in diesem Kapitel aufzeigen.

Bei welcher Art von Verschleiß ist Rost möglich?

13

Kapitel 8

Das sind wir!

voestalpine Böhler Welding im Überblick

Im letzten Kapitel geben wir noch einmal so richtig Gas. Hier erfährst du mehr über das Produktportfolio und die Marken der voestalpine Böhler Welding, welche Elektroden-verpackungstypen es gibt und die Kontaktdaten unserer Standorte. Let's go!

8.1 voestalpine Böhler Welding im Überblick
8.2 Kurzbeschreibung der Marken
8.3 Elektrodenverpackungstypen
8.4 Kontaktdaten Standorte Deutschland

Produktportfolio
voestalpine Böhler Welding

Böhler Welding
Verbindungsschweißen

- Stabelektroden
- WIG-Schweißstäbe
- Massivdrähte
- Fülldrähte
- UP Schweißdrähte
- UP Pulver
- Keramische Badsicherungen
- Chemikalien für die Oberflächenbehandlung

UTP Maintenance
Reparatur, Verschleiß- und Korrosionsschutz

- Stabelektroden
- WIG-Schweißstäbe
- Massivdrähte
- Fülldrähte
- UP Schweißdrähte
- UP Pulver
- Schweißbänder
- Thermische Spritzpulver
- UP Schweißband Köpfe
- Akku Schweißgeräte

Fontargen Brazing
Löten

- Stäbe
- Drähte
- Flussmittel
- Pasten
- Formteile
- Lotfolien

Zugehörigkeit zum voestalpine Konzern
Die weltweit tätige voestalpine Gruppe ist ein stahlbasierter Technologie- und Industriegüterkonzern. Der Konzern ist mit seinen qualitativ höchstwertigen Produkten einer der führenden Partner der europäischen Automobil- und Hausgeräteindustrie sowie weltweit der Öl- und Gasindustrie. Mit der Zugehörigkeit zum voestalpine Konzern ist die voestalpine Böhler Welding ein Teil eines globalen Netzwerks von Metallurgie-Experten.

Der voestalpine Konzern
Die voestalpine mit Hauptsitz in Linz ist mit 500 Konzerngesellschaften und -Standorten in mehr als 50 Ländern auf allen fünf Kontinenten vertreten. Die Unternehmensgruppe besteht aus insgesamt vier Divisionen. Die voestalpine ist Weltmarktführer in der Weichentechnologie sowie bei Werkzeugstahl und Spezialprofilen. Der Konzern erzielte im Geschäftsjahr 2015/16 bei einem Umsatz von 11,1 Mrd. Euro ein operatives Ergebnis (EBITDA) von 1,6 Mrd. Euro und beschäftigte weltweit rund 48.500 Mitarbeiter.

Zugehörigkeit zur Metal Engineering Division
Die Metal Engineering Division bündelt die Stahlaktivitäten des voestalpine Konzerns. Im Bereich Bahnsysteme ist die voestalpine weltweit sowohl Markt- als auch Technologieführer.

Diese Division stellt das weltweit breiteste Sortiment an hochwertigen Schienen- und Weichenprodukten, Walzdraht, gezogenem Draht und Spannstahl, Nahtlosrohren, Schweißzusatzstoffen sowie Halbfertigerzeugnissen her. Darüber hinaus bietet die Division eine komplette Servicepalette für den Bahn-Fahrwegbau, einschließlich Planung, Transport, Logistik, Verlegung und Recycling. Die Metal Engineering Division verfügt zudem über eine eigene Stahlproduktion.

Tipp!

Wenn es um Verbindungsschweißen, Reparatur, Verschleiß- und Korrosionsschutz oder Löten geht, bietet dir die voestalpine Böhler Welding anhand dreier Marken auf jeden Fall die richtigen Produkte. Auf www.vabw-service.com/voestalpine/ findest du alle aufgelistet.

Kurzbeschreibung der Marken

Lasting Connections – Als Pionier für innovative Schweißzusätze bietet Böhler Welding weltweit ein einzigartiges Produktportfolio für das Verbindungsschweißen. Die über 2.000 Produkte werden kontinuierlich an die aktuellen Industriespezifikationen und Kundenanforderungen angepasst, sind von renommierten Institutionen zertifiziert und somit für die anspruchsvollsten Schweißanwendungen zugelassen.
„Lasting Connections“ ist die Markenphilosophie, sowohl beim Schweißen wie auf menschlicher Ebene – als zuverlässiger Partner für den Kunden.

Tailor-Made Protectivity™ – Mit innovativen und maßgeschneiderten Lösungen gewährleistet UTP Maintenance eine optimale Kombination aus Schutz (Protection) und Wirtschaftlichkeit (Productivity). Der Kunde und seine individuellen Anforderungen stehen im Zentrum. Das kommt im zentralen Leistungsversprechen zum Ausdruck: Tailor-Made Protectivity™.

In-Depth Know-How – Als eine führende Marke von Lötzusätzen bietet Fontargen Brazing bewährte Lösungen, die auf 50 Jahre Industrieerfahrung, erprobte Prozesse und Verfahren aufbauen. Dieses tiefgreifende Wissen (In-Depth Know-How) macht Fontargen Brazing international zum bevorzugten Partner für jede Lötaufgabe.

Elektroden-verpackungstypen

Die Faltschachtel aus Karton kommt für die meisten Elektrodentypen zum Einsatz – Schutz gegen Schmutz und Spritzwasser

Weißblechdose – Schutz gegen Luftfeuchtigkeit, z.B. Pipeline Elektroden

Vakuumverpackung für Wasserstoff-sensible Verwendung – z.B. Offshore-Fertigung

UTP Verpackungstypen

Kontaktdaten

Standorte Deutschland

voestalpine Böhler Welding Germany GmbH
Elsässer Straße 10
79189 Bad Krozingen
T: +49 (0) 76 33 4 09 01
F: +49 (0) 76 33 4 09 222

voestalpine Böhler Welding Fontargen GmbH
Siemensstraße 4
67304 Eisenberg
T: +49 (0) 63 51 401-0
F: +49 (0) 63 51 401-149

voestalpine Böhler Welding Germany GmbH
Unionstraße 1
59067 Hamm
T: +49 (0) 2381 271 02
F: +49 (0) 2381 271 402

Wir sind am Ziel! Es war eine spannende Mission, und wir haben sie gemeinsam geschafft! Ich würde sagen, in puncto E-Handschweißen kann dir jetzt keiner mehr etwas vormachen. Bald wirst du auf dem Gebiet genauso fit sein wie ich, es braucht nur etwas praktische Übung! Ich hoffe, dir hat unser Abenteuer genauso viel Spaß gemacht wie mir! Keep on rocking und bis bald!

Welche voestalpine Böhler Welding Marke bietet Produkte für Reparatur, Verschleiß- und Korrosionsschutz?

12 9

Hier kannst du noch einmal alle Antworten des großen Quiz eintragen, die zusammen das Lösungswort ergeben. Schau auf **www.voestalpine.com/welding/mission-spark** vorbei – dort kannst du die Lösung abschicken und findest alle weiteren Infos!

Frage 1: 2
Frage 2: 8 14
Frage 3a: 5
Frage 3b: 3 11
Frage 3c: 1
Frage 3d: 10
Frage 3e:
Frage 4: 4 6
Frage 5: 7
Frage 6:
Frage 7: 13
Frage 8: 12 9

Lösungswort
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Notizen

107/2018/DE/GL

voestalpine Böhler Welding
www.voestalpine.com/welding

voestalpine
ONE STEP AHEAD.