

# *Handbuch für das Reparatur- und Instand- haltungsschweißen*



# Auswahl und Anwendungsbeispiele für ESAB Schweißzusätze zum Reparatur- und Auftragschweißen



	Seite
Vorwort	3
Abkürzungen	4
Ausfugen – Schneiden – Lochstechen	5
Vorwärm- und Zwischenlagentemperaturen	6
Steuerung der Aufmischung	8
Puffer- und Aufbauanlagen	10
<b>Schweißen</b>	
• Gußeisen	14
• Schwer schweißbare Stähle	18
• Mischverbindungen, Schwarz-Weiß-Verbindungen	22
• Manganhartstähle	26
• Werkzeugstähle und hochwarmfeste Stähle	30
<b>Hartbeschichten</b>	34
• Verschleißfaktoren	34
• Grundwerkstoff	37
• Schweißprozesse	38
• Legierungstypen der Schweißzusätze	39
• Kurzschlüssel für Schweißzusätze zum Auftragschweißen: DIN 8555	40
• ESAB Schweißzusätze zum Auftragschweißen	41
• Kurzübersicht – Schweißzusatzauswahl	42
<b>Bebilderte Anwendungsbeispiele</b>	45
<b>Schweißzusätze – Produktdaten für</b>	89
• Gußeisen	Tabelle 1 90
• Puffer- und Aufbauanlagen	Tabelle 2 91
• Schwer schweißbare Stähle	Tabelle 2 91
• Mischverbindungen, Schwarz-Weiß-Verbindungen	Tabelle 2 91
• Manganhartstähle	Tabelle 3 93
• Werkzeugstähle und hochwarmfeste Stähle	Tabelle 4 95
• Hartauftragen	Tabelle 5 98
• Nichteisenmetalle	Tabelle 6 105
<b>Empfohlene Vorwärmtemperaturen</b>	Tabelle 7 108
<b>Härte-Vergleichstabelle</b>	Tabelle 8 109
<b>Anleitung zur Identifikation der Grundwerkstoffe</b>	Tabelle 9 110
<b>Anwendungsindex – alphabetisch geordnet</b>	112
<b>Produktindex</b>	115

Jeden Tag stoßen Schweißer weltweit auf die Initialen 'OK' bei den Schweißzusätzen. OK steht für Oscar Kjellberg, dem Gründer von ESAB AB. Oscar Kjellberg erfand zuerst ein neues Schweißverfahren und entwickelte es mit der umhüllten Stabelektrode weiter. Diese Erfindungen sind der Ursprung von ESAB.

Oscar Kjellberg machte sein Ingenieurdiplom und arbeitete dann mehrere Jahre auf schwedischen Dampfschiffen. Während dieser Phase am Ende der 90er Jahre des 19. Jahrhunderts stieß er auf ein Problem, für das es zu dieser Zeit noch keine effektive Lösung gab. Die vernieteten Fugen der Dampfkessel leckten oft. Es wurden Versuche gemacht, die durchlässigen Fugen mit Nägeln zu reparieren, die zu kleinen Keilen geschmiedet und dann in die Fugen gestoßen wurden. Das einfache elektrische Schweißen war schon im Einsatz, aber Oscar Kjellberg hatte bei diesem Verfahren bemerkt, daß die Resultate schlecht waren, weil es oft Risse und Poren gab.

Ihm wurde aber klar, daß diese Methode entwicklungsfähig war, und er wurde von den führenden Schiffswerften unterstützt. So konnte Oscar Kjellberg eine kleine Werkstatt im Hafen von Göteborg einrichten.

Bei den Schiffswerften in Göteborg zog seine neue Methode schnell großes Interesse auf sich. Es war offensichtlich, daß diese Methode erhebliche Verbesserungen beim Schweißen und Reparieren von Schiffen brachte. Seit dieser Zeit wurde dieses Verfahren weiterentwickelt und auch in anderen Industriesparten eingesetzt.

Heutzutage bietet ESAB Zusätze zum Reparatur- und Instandsetzungsschweißen für die meisten Werkstoffe und Schweißverfahren an.

In diesem Handbuch finden Sie die ESAB Reparatur- & Instandsetzungsprodukte sowie eine Reihe von Anwendungen für diese Produkte. Es handelt sich hierbei um allgemeine Empfehlungen, die Beispiele sollten nur als Richtlinie angesehen werden.

Für weitere Produktinformationen schlagen Sie bitte im ESAB Schweißhandbuch nach oder kontaktieren Sie Ihren zuständigen Händler oder den Außendienstberater.

$R_m$	= Zugfestigkeit
$R_{p0,2}$	= Streckgrenze, 0,2% Dehngrenze
A	= Bruchdehnung
HRC	= Rockwellhärte
HB	= Brinellhärte
HV	= Vickershärte
u	= unbehandelt, reines Schweißgut
kv	= kaltverfestigt, reines Schweißgut
E	= Stabelektrodenschweißen
MAG-F	= Fülldrahtschweißen
MAG	= Schutzgasschweißen
UP-F	= Unterpulverschweißen mit Fülldrahtelektroden
= +	= Gleichstrom, plus-gepolt
= -	= Gleichstrom, minus-gepolt
~	= Wechselstrom

## Chemische Symbole

Al	Aluminium
B	Bor
C	Kohlenstoff
Cr	Chrom
Co	Kobalt
Cu	Kupfer
Mn	Mangan
Mo	Molybdän
Nb	Niob
Ni	Nickel
P	Phosphor
S	Schwefel
Si	Silizium
Sn	Zinn
Ti	Titan
W	Wolfram
V	Vanadium

## Allgemeines

OK 21.03 ist eine speziell entwickelte Elektrode für das Ausfugen, Schneiden oder Lochstechen. Geeignet für Werkstoffe wie Stahl, Edelstahl, Gußeisen und alle anderen Metalle außer Kupfer.

Die Umhüllung entwickelt einen starken Gasstrahl, der den aufgeschmolzenen Grundwerkstoff wegbläst.

Es sind weder Druckluft, Gas oder ein spezieller Elektrodenhalter nötig, die Standard-Schweißausrüstung kann benutzt werden. Die Fugen sind sehr gleichmäßig und glattwandig, so daß ohne weitere Nahtvorbereitung geschweißt werden kann. Bei der Vorbereitung von Edel- oder Manganhartstählen kann jedoch ein geringer Schleifaufwand notwendig werden.

**Bitte beachten:** Die Elektrode ist nicht dafür geeignet, ein Schweißgut abzusetzen. Die Elektrode ist in den Durchmessern 3.2, 4.0 und 5.0 mm erhältlich.

## Anwendungen

OK 21.03 ist zum Ausfugen auf der Baustelle geeignet und wird auch eingesetzt, wenn die Handhabung von Geräten zum Kohlenstofflichtbogenhobeln unpraktisch ist.

Sie eignet sich hervorragend zur Reparatur von Gußeisen, weil Ungängen und Graphit aus der Oberfläche herausgebrannt werden, was beim Schweißen die Gefahr von Rissigkeit und Porosität verringert.

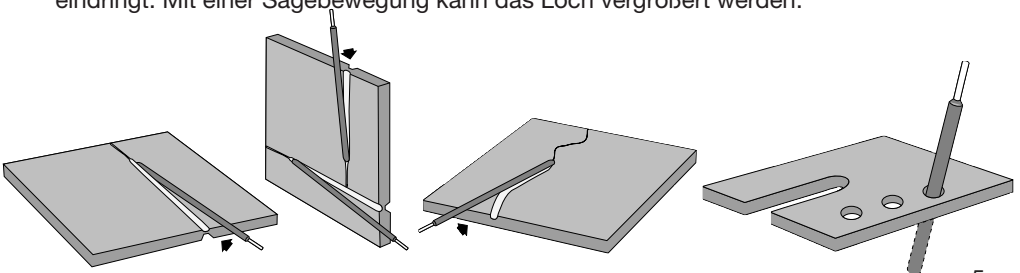
Das Ausfugen von Manganhartstählen ist eine weitere mögliche Anwendung.

## Verfahren

Zum Ausfugen wird hauptsächlich  $\text{--}$  oder  $\sim$  eingesetzt. Zum Schneiden und Lochstechen kommt  $\text{=+}$  zum Einsatz.

Beim Ausfugen wird die Elektrode zum Zünden senkrecht auf die Werkstückoberfläche aufgesetzt, danach sollte sie in die jeweilige Schneidrichtung in einem Winkel von  $5\text{--}10^\circ$  zum Werkstück gehalten und dann vorwärts geführt werden. Die Elektrode muß in Kontakt mit dem Werkstück gehalten werden, wobei sie mit sägender Bewegung vorwärts geschoben wird. Ist ein tieferer Schnitt notwendig, ist der Vorgang solange zu wiederholen, bis die gewünschte Tiefe erreicht ist.

Das Lochstechen ist sehr einfach. Die Elektrode wird in senkrechte Position gebracht, der Lichtbogen gezündet und dann wird sie nach unten gedrückt, bis sie in das Material eindringt. Mit einer Sägebewegung kann das Loch vergrößert werden.



Um eine rißfreie Wärmeeinflußzone und ein rißfreies Schweißgut zu erhalten, sind die Vorwärm- ebenso wie die Zwischenlagentemperaturen von größter Bedeutung.

Das Vorwärmen vermindert:

- die Gefahr von Wasserstoffrisen
- die Schrumpfspannungen
- die Härte der Wärmeeinflußzone (WEZ)

Die Notwendigkeit einer Vorwärmung steigt mit den folgenden Faktoren:

- Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes
- Legierungsgehalt des Grundwerkstoffes
- Größe des Bauteils
- Schweißgeschwindigkeit

## Bestimmung der Vorwärmtemperatur

Die Zusammensetzung des Grundwerkstoffes muß bekannt sein, um die richtige Vorwärmtemperatur zu bestimmen, da die Vorwärmtemperatur von zwei Haupteinflussfaktoren bestimmt wird:

- dem Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes
- dem Legierungsgehalt des Grundwerkstoffes

Grundsätzlich steigt mit steigendem Kohlenstoffgehalt auch die nötige Vorwärmtemperatur. Dies gilt auch für den Legierungsgehalt, wenn auch nicht in so hohem Maße.

Eine Methode, die Vorwärmtemperatur zu bestimmen, stellt die Berechnung des Kohlenstoffäquivalents  $C_{eq}$  dar, basierend auf der chemischen Zusammensetzung des Grundwerkstoffes.

$$C_{eq} = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

Je höher  $C_{eq}$ , desto größer ist die notwendige Vorwärmtemperatur.

Ein weiterer Faktor für die Bestimmung der Vorwärmtemperatur ist die Dicke und die Abmessung des Bauteils. Die Vorwärmtemperatur steigt mit der Blechdicke und den Abmessungen des Bauteils.

Ist die Vorwärmtemperatur einmal bestimmt, ist es von höchster Bedeutung, diese Temperatur während des gesamten Schweißprozesses einzustellen und zu halten.

Beim Vorwärmen ist die Haltezeit sehr wichtig, um das gesamte Bauteil bzw. den Schweißbereich weiträumig auf die gewünschte Temperatur zu bringen. Im Normalfall sollte nach allen Schweißungen unter Vorwärmung das Bauteil nach dem Schweißen langsam abgekühlt werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt empfohlene Vorwärmtemperaturen für verschiedene Werkstoffe.

# Empfohlene Vorwärmtemperaturen

Grundwerkstoff Schweißzusatz	Grundwerkstoff mm	Blechdicke $C_{eq} < 0.3$ < 180 HB °C	Baustahl $C_{eq} 0.3-0.6$ 200-300 HB °C	Werkzeugstahl $C_{eq} 0.6-0.8$ 300-400 HB °C	Chromstahl 5-12% Cr 300-500 HB °C	Chromstahl >12% Cr 200-300 HB °C	Edelstahl 18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	Manganhartstahl 14%Mn 250-500 HB °C
Baustahl	≤20	–	100	150	150	100	–	–
200-300 HB	>20 ≤60	–	150	200	250	200	–	–
	>60	100	180	250	300	200	–	–
Werkzeugstahl	≤20	–	100	180	200	100	–	–
300-450 HB	>20 ≤60	–	125	250	250	200	–	o
	>60	125	180	300	350	250	–	o
12% Chromstahl	≤20	–	150	200	200	150	–	x
300-500 HB	>20 ≤60	100	200	275	300	200	150	x
	>60	200	250	350	375	250	200	x
Edelstahl	≤20	–	–	–	–	–	–	–
18/8 24/12	>20 ≤60	–	100	125	150	200	–	–
200 HB	>60	–	150	200	250	200	100	–
Mn-Stahl	≤20	–	–	–	x	x	–	–
200 HB	>20 ≤60	–	–	•100	x	x	–	–
	>60	–	–	•100	x	x	–	–
Co-Basis	≤20	100	200	250	200	200	100	x
40 HRC	>20 ≤60	300	400	•450	400	350	400	x
	>60	400	400	•500	•500	400	400	x
Cr-Carbide (1)	≤20	–	o–	o–	o–	o–	o–	o–
55 HRC	>20 ≤60	–	100	200	•200	•200	o–	o–
	>60	o–	200	250	•200	•200	o–	o–

(1) Maximal zwei Lagen Schweißgut,  
Rißbildung ist normal

$$C_{eq} = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

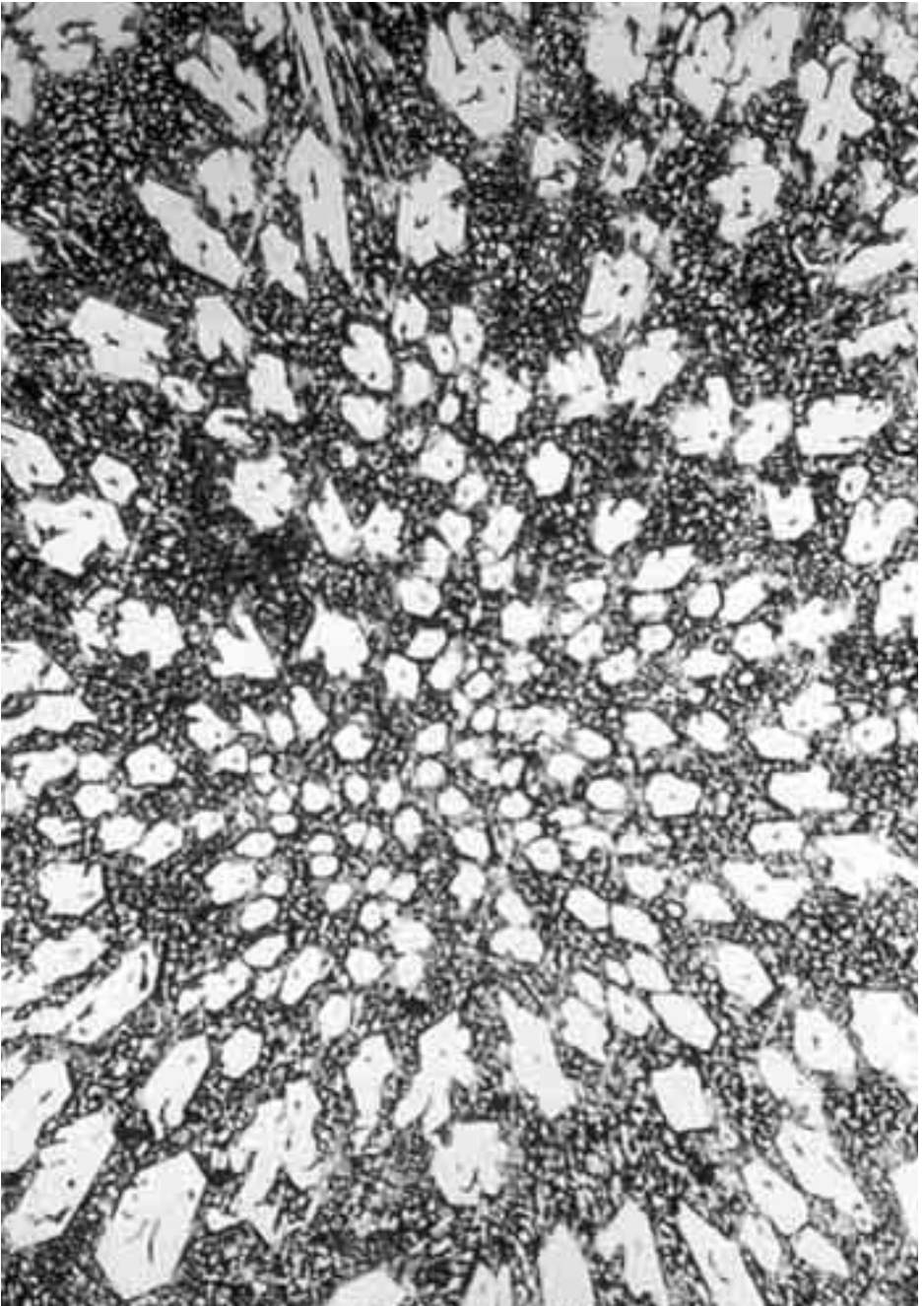
– keine Vorwärmung oder Vorwärmung < 100°C

x nur sehr selten oder überhaupt nicht eingesetzt

o Vorwärmen, wenn große Oberflächen beschichtet werden

- Um Risse zu vermeiden, ist eine Pufferlage aus zähem, hochlegiertem Schweißgut einzusetzen





Mikrostruktur von Hartauftragsschweißgut: OK 84.78, Chromkarbide

# Die Anwendung von Puffer- und Aufbaulagen



## Puffer- und Aufbaulagen

Pufferlagen werden als Zwischenschichten zwischen Grundwerkstoff und dem jeweiligen Hartauftragsschweißgut benutzt, um:

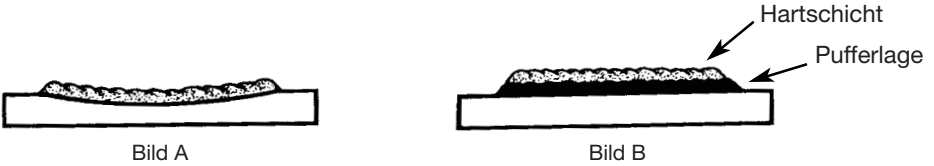
- eine gute Bindung mit dem Grundwerkstoff zu erreichen
- wasserstoffinduzierte Unternahriss (auch bei vorgewärmten Bauteilen) zu vermeiden
- Auswirkungen von Spannungen zu vermindern
- den Aufmischungseffekt zu begrenzen
- Aufreißen der harten Folgelagen zu verhindern
- mögliche Risse in der Hartauftragsschicht zu hindern, in den Grundwerkstoff zu wandern

Beim Hartauftragen werden als duktile Pufferlagen gerne austenitische Schweißzusätze benutzt. Der Typ des Pufferlagen-Schweißzusatzes hängt vom Grundwerkstoff und dem Beschichtungstyp ab, siehe unten stehende Tabelle.

<b>Schweißzusätze für Pufferlagen</b>			
<b>Grundwerkstoff</b>	<b>Anwendung</b>	<b>E</b>	<b>MAG-F/MAG</b>
<b>14% Mn-Stahl</b>	verschlissene Oberfläche Rißreparatur	<b>OK 67.43</b> <b>OK 68.82</b>	<b>OK Tubrodur 14.71</b> <b>OK Autrod 16.75</b>
<b>niedriglegierter Stahl</b>	1 Lage Hartbeschichten kein schlagender Verschleiß	<b>keine Pufferlage</b>	
	2 Lagen Hartbeschichten schlagender Verschleiß	<b>OK 67.43</b>	<b>OK Tubrodur 14.71</b>
	2 Lagen Co- und Ni-Legierungen	<b>OK 67.43 oder</b> <b>OK 68.82</b>	<b>OK Tubrodur 14.71 oder</b> <b>OK Autrod 16.75</b>
<b>härtbare Stähle</b>	1 Lage Hartbeschichten kein schlagender Verschleiß	<b>keine Pufferlage</b>	
	2 Lagen Hartbeschichten schlagender Verschleiß	<b>OK 67.43</b>	<b>OK Tubrodur 14.71</b>
	1-2 Lagen Co- und Ni-Legierungen	<b>OK 67.43 oder</b> <b>OK 68.82</b>	<b>OK Tubrodur 14.71 oder</b> <b>OK Autrod 16.75</b>
<b>5-12%Cr-Stahl</b>	Co- und Ni-Legierungen zum Plattieren	<b>OK 67.43</b>	<b>OK Tubrodur 14.71</b>
<b>2-17%Cr-Stahl</b>	artgleiche Beschichtungs- legierungen	<b>keine Pufferlage</b> <b>Vorwärmung siehe Tabelle 7 , Seite 108</b>	
	1-2 Lagen Hartbeschichten	<b>OK 67.43 oder</b> <b>OK 68.82</b>	<b>OK Tubrodur 14.71 oder</b> <b>OK Autrod 16.75</b>
<b>Gußeisen</b>	Hartbeschichten	<b>OK 92.60</b>	<b>OK Tubrodur 15.66</b>

Siehe Tabelle 2 auf Seite 91 für weitere Produktinformationen.

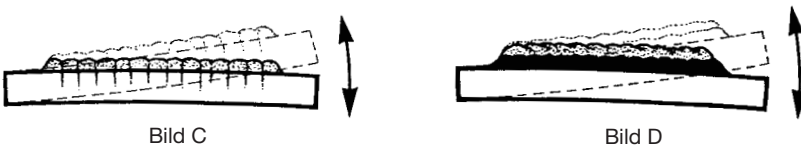
Werden härtere Beschichtungswerkstoffe auf weichem Grundwerkstoff, etwa Baustahl, aufgebracht, besteht die Tendenz der Hartschicht, unter hoher Belastung einzusinken, Bild A. Dies kann dazu führen, daß die Hartschicht bricht. Um dies zu vermeiden, wird ein fester, zäher Werkstoff vor dem Hartbeschichten aufgetragen, Bild B.



OK 83.28 und OK Tubrodrur 15.40 sind geeignete Aufbau- und Pufferwerkstoffe. Abhängig vom Grundwerkstoff können auch andere Pufferwerkstoffe empfehlenswert sein.

Beim Beschichten mit spröden Werkstoffen, insbesondere bei Chromkarbiden oder Kobalt-Basis-Legierungen, wird ein Puffern mit 1–2 Schichten eines austenitischen Schweißzusatzes empfohlen. Dies bewirkt Druckspannungen in den Folgelagen während der Abkühlung und reduziert so die Gefahr von Rissen in der harten Schicht.

Viele Hartschichtlagen zeigen sog. 'Entspannungsrisse', die für die Beschichtung aber nicht gefährlich sind. Die einzige Gefahr ist die, daß diese Risse sich unter schwerer Schlagbelastung oder beim Biegen in den Grundwerkstoff hinein fortpflanzen können, Bild C. Diese Tendenz wird deutlich betont, wenn der Grundwerkstoff aus hochfestem Stahl ist. Hier wird der Einsatz einer zähen Pufferlage den Rißfortschritt verhindern, Bild D. Geeignete Schweißzusätze hierfür sind OK 67.43, OK 68.82, OK Tubrodrur 14.71 oder OK Autrod 16.75, Bild B.



# Aufbaulagen

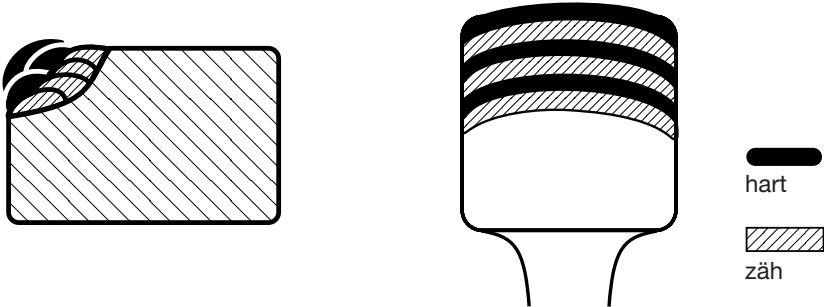
Ist ein Werkstück stark verschlissen, besteht eine Möglichkeit zur Reparatur darin, es vor dem Hartauftragen zu seiner ursprünglichen Form wieder aufzubauen, und zwar mit einem zum Grundwerkstoff artgleichen Schweißzusatz. Eine andere Methode besteht darin, harte und duktile Schichten abzuwechseln, siehe unten.

Schweißzusätze zum Aufbauschweißen				
Legierungstyp	E	MAG-F	UP-F	MAG
niedriggekohlt/ niedriglegiert	OK 83.28 OK 83.29	OK Tubrodur 15.40	OK Tubrodur 15.40/ OK Flux 10.71	OK Autrod 13.89

Aufbaulagen besitzen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber schlagendem Verschleiß, aber naturgemäß nur wenig Widerstand gegen schmirgelnden oder abrasiven Verschleiß. Abhängig vom Grundwerkstoff können auch andere Werkstoffe empfehlenswert sein.

*Typische Anwendungen sind:*

- Hämmer
- Brecher
- Baggerzähne
- Kaltscherwerkzeuge





Motorblock. Gußeisenreparatur mit OK 92.18 und OK 92.60.

## Allgemeines

Als Gußeisen bezeichnet man Eisenlegierungen mit einem Kohlenstoffgehalt von 2–5%, einem Siliziumgehalt von 1–3% und bis zu 1% Mangan.

Einige Gußeisensorten besitzen eine geringe Zähigkeit, geringe Härte, niedrige Festigkeit und sind sehr spröde. Um diese Eigenschaften zu verbessern, wird Gußeisen häufig legiert oder wärmebehandelt.

Die heute gebräuchlichsten Gußeisentypen sind:

- Grauguß (Gußeisen mit Lamellengraphit)
- Sphäroguß (Gußeisen mit Kugelgraphit)
- Temperguß (GTS = schwarzer Temperguß, GTW = weißer Temperguß)
- Schleuderguß
- weißes Gußeisen

Der hohe Kohlenstoffgehalt beeinträchtigt die Schweißbarkeit erheblich. Aufgrund der weiten Spanne der Eigenschaften von Gußeisen variiert die Schweißbarkeit entsprechend. Während einige Typen eingeschränkt schweißbar sind, gelten andere als nicht schweißbar. Alle oben angeführten Gußeisentypen können erfolgreich geschweißt werden, mit Ausnahme von weißem Gußeisen auf Grund seiner extremen Sprödigkeit.

## Schweißzusätze für Gußeisen

Typ	E	MAG-F
Nickel	<b>OK 92.18</b>	
Nickel-Eisen	<b>OK 92.58</b>	
Nickel-Eisen	<b>OK 92.60</b>	<b>OK Tubrodur 15.66</b>
Nickel-Kupfer	<b>OK 92.78</b>	
unlegierter Stahl	<b>OK 91.58</b>	

### Rein-Nickel-Typ

Als Grundregel wird Gußeisen mit Rein-Nickel-Elektroden geschweißt. Nickel besitzt die Fähigkeit, viel Kohlenstoff aufzunehmen, ohne seine Eigenschaften dabei zu verändern. Die Wärmeausdehnung von Nickel und Gußeisen ist vergleichbar groß. Nickel ist zäher als andere Zusätze zum Gußeisenschweißen und ist sehr leicht zu bearbeiten. Es wird benutzt, um Hohlräume zu füllen und Reparaturen auszuführen, bei denen eine Härte von ca. 150 HB gefordert wird. Bei Eisenwerkstoffen mit hohem Schwefel- oder Phosphorgehalt ist Nickel nicht empfehlenswert.

### **Nickel-Eisen-Typ**

Um noch höhere Festigkeiten zu erreichen, können Nickel-Eisen-Elektroden zum Fügen von Gußeisen untereinander und für Gußeisen an Stahl eingesetzt werden. Aufgrund des Eisenanteils im Schweißgut steigt dessen Härte leicht an, verglichen mit Schweißgut aus Rein-Nickel. Das Schweißgut ist bearbeitbar.

Der Nickel-Eisen-Typ ist unempfindlicher gegen Schwefel- und Phosphoraufmischungen als der Rein-Nickel-Typ.

### **Nickel-Kupfer-Typ**

Zur Herstellung eines farbähnlichen Schweißgutes ist der Nickel-Kupfer-Typ geeignet. Das Schweißgut ist leicht bearbeitbar.

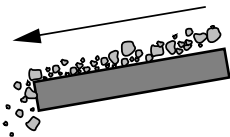
### **Unlegierter Stahl**

Dieser Elektrodentyp kann für unkritische Arbeiten eingesetzt werden, bei denen keine Bearbeitung erforderlich ist.

Weitere Produktinformationen in Tabelle 1 auf Seite 90.

## **Nahtvorbereitung für Gußeisen**

- Nahtöffnungswinkel sollten größer als bei Baustahl sein
- alle scharfen Kanten müssen abgerundet werden
- U-Fugen sind grundsätzlich zu bevorzugen
- Risse müssen völlig geöffnet werden, um die Zugänglichkeit zu gewährleisten
- für die Reparatur sind kleine Löcher an die Reißenden zu bohren, siehe unten



Vorgehensweise zur Rißreparatur

Weil Gußeisen eine poröse Mikrostruktur besitzt, nimmt es Öl und andere Flüssigkeiten auf, die die Schweißbarkeit beeinträchtigen können und darum vorher entfernt werden müssen. Um diese Flüssigkeiten zu entfernen, wäre eine Vorwärmung notwendig. Dies ist jedoch in den meisten Fällen nicht möglich, und zwar aufgrund der Bauteilform oder Zeitbegrenzungen.

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen, stellt die Ausnutelektrode OK 21.03, Seite 5, dar. Sie ist ideal für die Reparaturvorbereitung von Gußeisen, weil sie Verunreinigungen/Graphit austrocknet und ausbrennt, was die Gefahr von Rissen und Porosität beim Schweißen vermindert. Durch ein normales Beschleifen werden Verunreinigungen und Graphit nur entlang der Wurzel verschmiert und sie können so Probleme während des Schweißens verursachen.

Bei manchen Nähten wird sinnvollerweise die Pufferlagentechnik eingesetzt. Das bedeutet, daß eine oder beide Nahtflanken vor dem eigentlichen Fügen beschichtet werden, Bild 1 und 2.

Diese Technik dient der Vermeidung von spröden Phasen. Die Schrumpfspannungen aus dem abkühlenden Schweißgut der folgenden Lagen wirken sich mehr auf die zähe Pufferschicht als auf die spröde WEZ des Grundwerkstoffes aus. Meist wird zum Puffern der Reinnickeltyp zum Fügen der NiFe-Typ verwendet.



Puffertechnik

Bild 1



Mehrlagennaht  
mit Puffertechnik

Bild 2

## Gußeisenkaltschweißen

Die meisten Gußeisenreparaturen werden mit dem Lichtbogenhandschweißen durchgeführt, wobei heutzutage folgendermaßen kalt geschweißt wird:

- in kurzen Strichraupen (20–30 mm) schweißen, abhängig von der Dicke
- dünne Elektroden einsetzen, mit geringer Stromstärke schweißen
- die Zwischenlagentemperatur unter 100°C halten
- die Nahtoberfläche direkt nach dem Schweißen mit einem gerundeten Werkzeug abhämmern



Getriebezahnrad, repariert mit OK 68.82.

Im Bereich der Reparatur und Instandhaltung gibt es viele Stähle, die aufgrund ihrer starken Aufhärtung als schwer schweißbar gelten.

Zu diesen Stählen gehören:

- hochgekohte Stähle
- hochfeste Stähle
- Werkzeugstähle
- Federstähle
- wärmebehandelte Stähle
- verschleißfeste Stähle
- Stähle unbekannter Zusammensetzung

Stähle nicht bekannter Zusammensetzung müssen behandelt werden, als wären sie nur eingeschränkt schweißbar, um ein Versagen beim Schweißen zu vermeiden.

Prinzipiell können diese Stähle mit artgleichen, ferritischen Schweißzusätzen unter Vor- und Nachwärmung verarbeitet werden, um eine Wasserstoffversprödung in der Wärmeinflußzone (WEZ) zu verhindern.

Beim Reparaturschweißen ist es jedoch oft nicht möglich, geeignet vorzuwärmen oder eine Wärmenachbehandlung durchzuführen.

Für diesen Fall gilt das Schweißen mit austenitischen oder Nickel-Basis-Schweißzusätzen als eine der besten Methoden. Die Rißgefährdung wird durch eine höhere Wasserstofflöslichkeit und eine bessere Duktilität des Schweißgutes vermindert.

## Die gebräuchlichsten Typen sind:

Typ	E	MAG/MAG-F
29Cr9Ni	<b>OK 68.81, OK 68.82</b>	<b>OK Autrod 16.75</b>
18Cr8Ni6Mn	<b>OK 67.42, OK 67.43, OK 67.52</b>	<b>OK Tubrodur 14.71</b> <b>OK Autrod 16.95</b>
Ni-Basis	<b>OK 92.26</b>	<b>OK Autrod 19.85</b>

### **OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75**

Für den Einsatz bei hoher Aufmischung und für hochfeste Anwendungen. Der Ferritgehalt im nicht aufgemischtem Schweißgut liegt oft über 40%, was beim Einsatz bei erhöhten Temperaturen zur Versprödung führen kann.

Diese Typen stellen die beste Wahl dar, wenn Werkstoff unbekannter Zusammensetzung verschweißt werden soll.

**OK67.42/OK 67.43/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95**

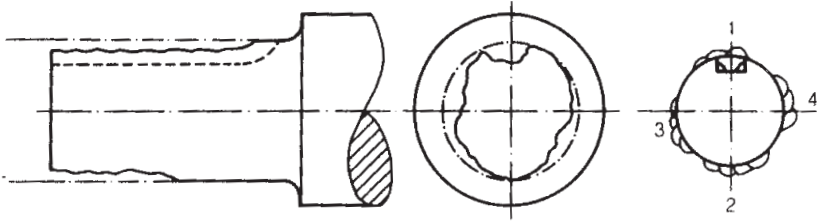
Diese Typen setzen ein vollaustenitisches Schweißgut mit vergleichsweise geringer Festigkeit ab, sind aber extrem widerstandsfähig gegen Erstarrungsrisse. Das relativ weiche Schweißgut vermindert die Spannung bei jedem möglicherweise vorhandenem Martensit und verringert entsprechend die Gefahr von wasserstoffinduzierten Rissen. Dieser Schweißguttyp kann darum die bessere Wahl darstellen, wenn die geringere Festigkeit akzeptabel ist.

**OK 92.26/OK Autrod 19.85**

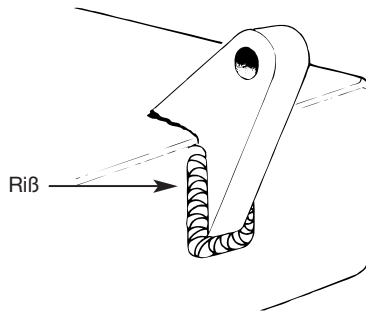
Für Hochtemperaturanwendungen und Mischverbindungen bei Betriebstemperaturen über 300°C, etwa für warmfeste CrMo-Stähle mit Edelstahl. Diese Typen sind bei Wärmebehandlungen nicht versprödungsanfällig und vermindern die Eigenspannungen in der Naht aufgrund ihrer hohen Dehnfähigkeit. Diese Typen eignen sich ebenfalls sehr gut zum Schweißen dicker Bleche (>25 mm), d.h. für die Mehrlagentechnik.

Siehe Tabelle 2 auf Seite 91–92 für weitere Produktinformationen.

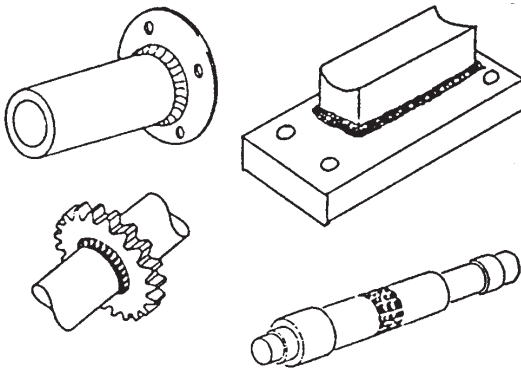
Die folgenden Bilder zeigen einige typische Anwendungen, in denen OK 68.82 erfolgreich eingesetzt wurde.



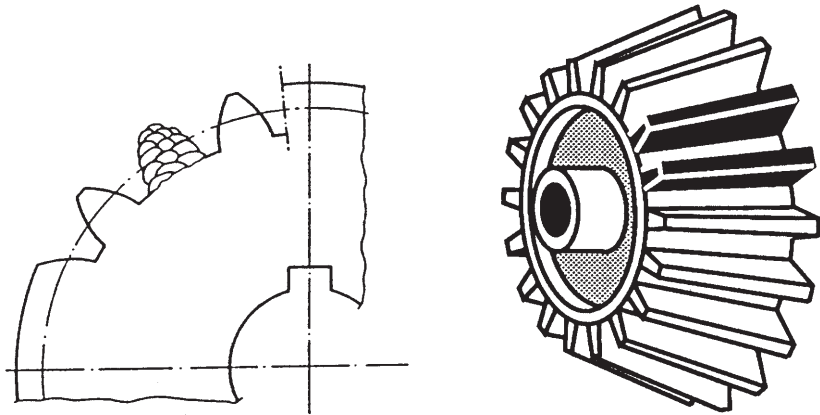
Reparatur einer Stahlwelle mit OK 68.82.



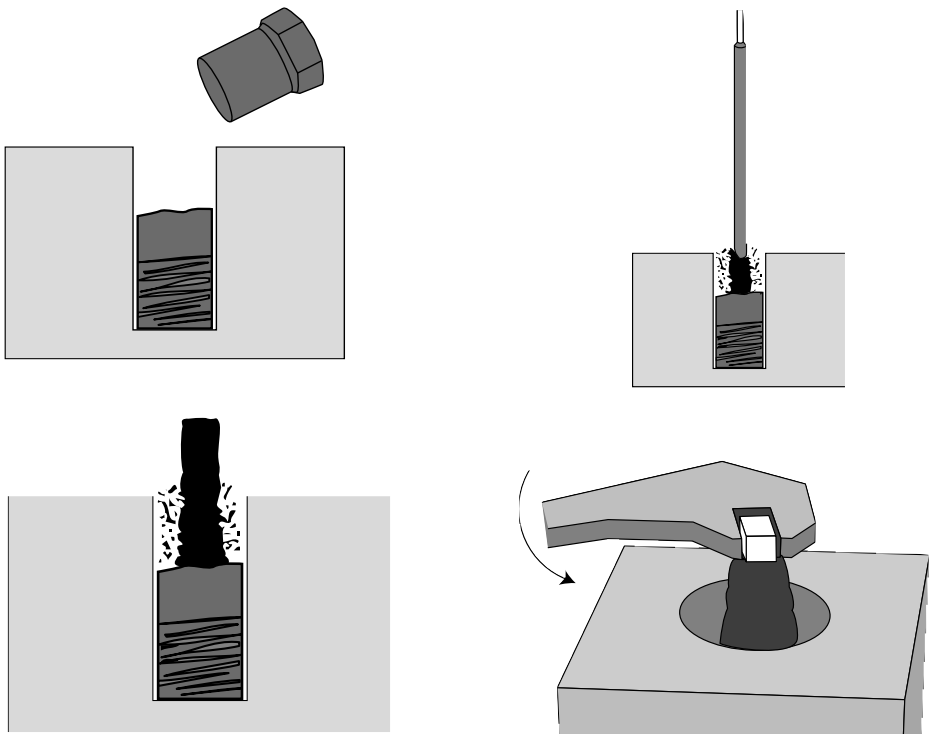
Reparatur eines gebrochenen Gußstückes aus Stahlguß mit OK 68.82.



Maschinenkomponenten, repariert mit OK 68.82.



Reparatur ausgebrochener Zähne eines Getriebezahnrades mit OK 68.82.



Entfernen einer abgebrochenen Schraube mit OK 68.82

## Schwarz-Weiß-Verbindungen

Das Verbinden von un- oder niedriglegierten Stählen mit Edelstählen ist unzweifelhaft das häufigste und wichtigste Beispiel für das Schweißen von Schwarz-Weiß-Verbindungen. Besonders das Fügen von un- oder niedriglegierten Stählen mit rostfreien, austenitischen Stählen (Austenit-Ferrit-Verbindungen) für Halterungen oder als Übergang ist eine häufige Anwendung.

Das Schweißen von hochlegierten an niedriglegierte Stähle sollte normalerweise mit überlegierten, rostfreien Zusatzwerkstoffen erfolgen, die höher als der Grundwerkstoff legiert sind.

Zwei unterschiedliche Methoden können eingesetzt werden. Zum einen kann die gesamte Fuge mit überlegiertem, rostfreiem Edelstahl oder einer Nickel-Basis-Legierung verschweißt werden. Zum anderen kann die niedriglegierte Fugenseite mit dem überlegierten, rostfreien Werkstoff gepuffert werden, um dann mit einem zum hochlegierten Grundwerkstoff artgleichen, hochlegierten Werkstoff gefüllt zu werden.

Das Schweißen wird normalerweise ohne Vorwärmung durchgeführt. Die Empfehlungen für die jeweiligen Stähle sind jedoch zu befolgen.

Die Tabelle 2 auf Seite 89 zeigt Schweißzusätze für Schwarz-Weiß-Verbindungen.

### Die gebräuchlichsten Typen sind:

Typ	E	MAG/MAG-F
29Cr9Ni	<b>OK 68.81, OK 68.82</b>	<b>OK Autrod 16.75</b>
18Cr8Ni6 Mn	<b>OK 67.42, OK 67.43, OK 67.52</b>	<b>OK Tubrodur 14.71</b>
		<b>OK Autrod 16.95</b>
Ni-Basis	<b>OK 92.26</b>	<b>OK Autrod 19.85</b>

### **OK 68.81/OK 68.82/OK Autrod 16.75**

Für den Einsatz bei hoher Aufmischung und hochfesten Anwendungen. Der Ferritgehalt im nicht aufgemischten Schweißgut liegt oft über 40%, was beim Einsatz bei erhöhten Temperaturen zur Versprödung führen kann.

Diese Typen stellen die beste Wahl dar, wenn Werkstoff unbekannter Zusammensetzung verschweißt werden soll.

### **OK67.42/OK 67.43/OK Tubrodur 14.71/OK Autrod 16.95**

Setzt ein vollaustenitisches Schweißgut mit vergleichsweise geringer Festigkeit ab, ist aber extrem widerstandsfähig gegen Erstarrungsrissigkeit. Das relativ weiche Schweißgut vermindert die Spannung bei jedem möglicherweise vorhandenem Martensit und verringert entsprechend die Gefahr von wasserstoffinduzierten Rissen. Dieser Schweißguttyp kann darum die bessere Wahl darstellen, wenn seine geringere Festigkeit akzeptabel ist.

### **OK 92.26/OK Autrod 19.85**

Für Hochtemperaturanwendungen und Schwarz-Weiß-Verbindungen bei Betriebstemperaturen über 300°C, etwa für warmfeste CrMo-Stähle mit Edelstahl. Diese Typen sind bei Wärmebehandlungen nicht versprödungsanfällig und vermindern die Eigenspannungen in der Naht aufgrund ihrer hohen Dehnfähigkeit. Diese Typen eignen sich ebenfalls sehr gut zum Schweißen dicker Bleche (>25 mm), d.h. für die Mehrlagentechnik.

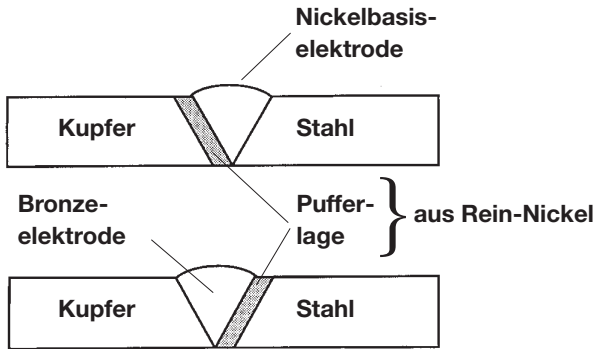
## **Verbinden von Kupfer und Kupferlegierungen mit Stahl/Edelstahl**

Beim Schweißen von Kupfer und Kupferlegierungen mit Stahl/Edelstahl sollte die Puffer-technik eingesetzt werden. Flüssiges Kupfer und zum Teil auch Bronze dringt in die Wärmeeinflußzone vom Stahl ein und scheidet sich in den Korngrenzen aus. Der Schmelzpunkt dieser Phase liegt einige hundert Grad unter dem des Stahls. Der Eindringvorgang ist schnell und die Eindringtiefe kann >1 mm betragen. Dieses Phänomen wird durch Zugspannungen gefördert, die in Schweißnähten immer vorhanden sind. Es tritt auch in Nickel-Basis Legierungen auf, abgesehen von den reinen Nickel-Typen und Nickel-Kupfer Legierungen. Darum können Rein-Nickel und Nickel-Kupfer-Legierungen als Pufferlagen eingesetzt werden, um die Kupferdiffusion zu verhindern.

Diese Kupferdiffusion muß nicht notwendigerweise schädlich sein. Sie kann für viele Oberflächenanwendungen auch toleriert werden. Wo jedoch die Schweißnaht schweren Belastungen oder insbesondere hohen Temperaturen ausgesetzt ist, wobei die Korngrenzen verspröden können, ist dieses Eindringen von Kupfer zu vermeiden. In diesen Fällen müssen Rein-Nickel oder Nickel-Kupfer-Legierungen eingesetzt werden.

Die Pufferlagen können entweder auf die Kupfer- oder auf die Stahlflanke gelegt werden. Beim Schweißen der gepufferten Naht ist es höchst wichtig, einen direkten physischen Kontakt zwischen dem Schweißgut und dem Metall unterhalb der Pufferschicht zu vermeiden.

Für die Pufferlagen sollte eine Rein-Nickel Elektrode wie **OK 92.05** verwendet werden. Für das Fertigschweißen der Naht werden dann Elektroden auf Nickelbasis oder des jeweiligen Bronzetyps benutzt, je nachdem auf welcher Seite die Pufferschicht aufgetragen ist. Das Bild auf der nächsten Seite zeigt, wie diese Pufferlage ausgeführt werden kann.



Beim Puffern auf Kupfer oder Bronze sollte auf 300–500°C vorgewärmt werden. Dünne Werkstoffe brauchen nur im Startbereich erwärmt werden.

Liegt die Pufferlage auf der Stahlseite, sollte die Vorwärmtemperatur entsprechend dem jeweiligen Werkstoff gewählt werden.

Beim Schweißen von Nähten mit der Pufferlage auf der Stahlseite mit Cu-Basis Elektroden sollte die Kupferseite auf 150–200°C (Al-Bronzen und Sn-Bronzen), bzw. <100°C (Si-Bronzen) vorgewärmt werden.

Nähte mit der Pufferlage auf der Kupferseite benötigen auf dieser Seite keine Vorwärmung, weil die isolierende Nickelschicht die Wärmeabfuhr durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Kupfers abmildert.

Zusatzwerkstoffe für das Schweißen von Nichteisenmetallen sind in Tabelle 6 auf Seite 105–106 aufgelistet.



Anschweißen eines neuen Baggerzahnspitze mit OK 67.43 oder OK Tubrodur 14.71.



Baggerlöffel, Anschweißen neuer Lippen mit OK 68.82

Manganhartstähle, die auch austenitische Manganhartstähle, 14% Manganhartstähle oder Hadfield-Stähle genannt werden, enthalten typischerweise 14% Mangan und 1–1,4% Kohlenstoff. Manche Typen enthalten auch noch einige andere Legierungselemente. Dieser Stahl zeigt eine außergewöhnlich starke Fähigkeit zur Aushärtung während einer Kaltverformung, d.h. bei starkem Schlag und/oder hohem Oberflächendruck. Dies macht den Stahl ideal für Anwendungen in der Zerkleinerungs- und Bergbauindustrie, z.B. bei Verschleißteilen von Brecherhämmer, Trommelmühlen, Baggereimern, Bohr- zähnen und Weichenkomponenten.

Manganhartstähle zeigen hier eine hohe Standzeit, verschleifen aber unter bestimmten Umständen. Ein Wiederaufarbeiten von Rissen oder Ausbrüchen findet normalerweise dadurch statt, daß abgetragener Werkstoff wiederaufgebaut und dann mit Hartschichten versehen wird, um die Standzeit des Bauteils so weit wie möglich zu verlängern.

Die Schweißbarkeit von Manganhartstahl ist durch seine Tendenz begrenzt, beim Wiederaufheizen und langsamen Abkühlen zu verspröden. Eine Faustregel ist, daß die Zwischenlagentemperatur auf keinen Fall 200°C überschreiten darf. Aus diesem Grund ist ein genaues Überwachen der Erwärmung während des Schweißens unverzichtbar. Diese Stähle sollten darum folgendermaßen geschweißt werden:

- geringst möglicher Wärmeeintrag durch geringe Stromstärke
- Strichraupen anstatt Pendelraupen
- falls durchführbar: gleichzeitiges Arbeiten an mehreren Bauteilen
- das Bauteil kann in Kühlwasser getaucht werden

## Das Schweißen von Manganhartstählen kann beinhalten:

- Schweißen von Manganhartstählen an niedriglegierte Stähle
- Schweißen von Manganhartstählen an Manganhartstähle
- Wiederaufbau verschlissener Oberflächen
- Hartbeschichten, um die ursprüngliche Härte der Oberfläche zu erhalten

### Fügen

Um Manganhartstähle untereinander und Manganhartstähle mit Baustählen oder austenitischen Stählen zu verschweißen, sollten austenitische, hochlegierte Schweißzusätze verwendet werden. Hierbei wird eine Verbindung mit voller Festigkeit und Zähigkeit erzeugt.

Zusätze zum Schweißen			
Legierungstyp	E	MAG-F	MAG
18/8/6	OK 67.42 OK 67.43 OK 67.52	OK Tubrodur 14.71	selbstschützend OK Autrod 16.95
29/9	OK 68.81 OK 68.82		OK Autrod 16.75

Für weitere Produktinformationen siehe Tabelle 2, Seite 91–92

## Beschichten:

Vor dem Beschichten stark verschlissener Teile ist es ratsam, mit austenitischen Zusatzwerkstoffen der OK 67.XX-Serie zu puffern. Danach wird das Beschichten mit einem der 13% Mangantypen ausgeführt.

### Schweißzusätze zum Beschichten

Legierungstyp	E	MAG-F
13Mn	<b>OK 86.08</b>	
13Mn 4Cr 3Ni	<b>OK 86.20</b>	<b>OK Tubrodur 15.60</b> selbstschützend
14Mn3Ni	<b>OK 86.28</b>	
14Mn18Cr	<b>OK 86.30</b>	<b>OK Tubrodur 15.65</b> selbstschützend

Diese Schweißzusätze entsprechen den gebräuchlichsten austenitischen Manganhartstählen. Tabelle 3, Seite 93–94, zeigt weitere Produktinformationen.

## Hohe Ausgangshärte

Um die Ausgangshärte des Manganhartstahl-Schweißgutes im Schweißzustand zu erhöhen und den Ausgangswiderstand gegen Verschleiß zu verbessern, kann ein Hartbeschichten mit Chrom-legierten Zusatzwerkstoffen durchgeführt werden. Dies ist ebenso bei Neuteilen zu präventiven Zwecken möglich.

### Schweißzusätze für hohe Ausgangshärte

HRC	E	MAG-F	MAG
55–60	<b>OK 84.58</b>	<b>OK Tubrodur 15.52</b>	<b>OK Autrod 13.91</b>

Bei extrem abrasiven Bedingungen können hochchromhaltiges Eisen oder komplexe Karbide in einem Karomuster oder punktförmig aufgetragen werden.

HRC	E	MAG-F
60–63	<b>OK 84.78</b>	<b>OK Tubrodur 14.70</b>
~62*	<b>OK 84.84</b>	<b>OK Tubrodur 15.80</b>

\* 1 Lage

Tabelle 5, Seite 99–100, zeigt weitere Produktinformationen.



Reparatur eines 14%-Manganhartstahlbrechers mit OK 86.08



Brecher, Zähne: OK 86.20 Pufferlage, OK 84.78 Hartbeschichtung  
Karamuster: OK Tubrodur 14.70



Hammerbrecher: OK Tubrodur 15.65

# Das Schweißen von Werkzeugstählen und Stählen für Hochtemperaturanwendungen



Im Vergleich zu Baustählen besitzen Werkzeugstähle einen sehr viel höheren Kohlenstoffgehalt. Sie sind oft auch mit Chrom, Nickel und Molybdän legiert und werden wärmebehandelt, um spezielle Eigenschaften bezüglich z.B. Härte, Zähigkeit, geometrische Stabilität usw. einzustellen.

Das Schweißen von Werkzeugstählen kann sehr schwierig sein, wenn die ursprünglichen Eigenschaften nicht verändert werden sollen. Hier wird zum einen eine Wärmebehandlung bei hohen Temperaturen notwendig, zum anderen ist der Einsatz von Schweißzusätzen, die ein Schweißgut mit gleicher Zusammensetzung und Eigenschaften absetzen, gefordert. In der Praxis ist dies aufgrund von Verzunderungs- und geometrischen Problemen sehr kompliziert. Ebenso erfordert es sehr viel Zeit.

## Vereinfachtes Schweißen

Für die Reparatur von Werkzeugen sollte auf 200–500°C vorgewärmt werden (abhängig vom Stahltyp), ebenso wie das Schweißen bei dieser Temperatur ausgeführt wird, gefolgt von einem Anlassen. Dies führt zwar nicht zu einer vollständig homogenen Struktur und Härte über die Schweißnaht, aber es kann ausreichen für den Zweck, den Kauf eines teuren, neuen Werkzeugs zu vermeiden. Die Vorwärm- und Nachbehandlungstemperaturen können in verschiedenen Standardwerken nachgelesen werden, z.B. SAE/AISI, oder sie sind von den Stahlherstellern zu beziehen.

## Elektroden für Werkzeugstähle

Diese Elektroden wurden für die Fertigung von Werkzeugen und für das Reparaturschweißen entwickelt.

### Haupttypen

<b>OK 84.52</b>	Martensitisch 13 Cr
<b>OK 85.58</b>	Martensitisch+feine Karbide, Typ Warmarbeitsstahl
<b>OK 85.65</b>	Typ Hochgeschwindigkeitsstahl
<b>OK 93.06</b>	Kobaltbasistyp – Co Cr W
<b>OK 92.35</b>	Nickel-Basistyp – Ni Cr Mo W

Ein wichtiger Aspekt bei Werkzeugstählen und deren Schweißguten ist die Härte bei hohen Temperaturen, weil Werkzeuge oft bei hohen Temperaturen eingesetzt werden oder weil während der Schneid- oder Umformvorgänge hohe Temperaturen entstehen können. Die Härte von niedriglegiertem Schweißgut fällt bei Temperaturen über 400°C schnell ab, wogegen Hochgeschwindigkeitsstahltypen ihre Härte bis zu 600°C beibehalten können.

Kobaltbasislegierungen werden vorzugsweise eingesetzt, um Verschleiß bei erhöhter Temperaturen zu widerstehen, wobei eine gute Warmhärte zusammen mit einer guten Widerstandsfähigkeit gegen Oxidation, Korrosion und Verzunderung gefordert ist. Typische Anwendungen sind Ventilsitze, Extrusionsführungen, Motorventile usw.

Kobaltbasislegierungen können zusammen mit Grundwerkstoffen wie Kohlenstoffstählen, niedrig legierten Gußstählen oder Edelmetallen eingesetzt werden.

Ein Vorwärmen ist oft nötig, um rißfreie Lagen beim Mehrlagenschweißen zu garantieren.

OK 93.06 ist bekannt für ihre exzellente Verschleißwiderstandsfähigkeit bei hohen Temperaturen, und das Schweißgut wird für Schneid- und Schervorgänge bei Temperaturen oberhalb 600°C benutzt. Allerdings liefern „Hochgeschwindigkeitsstahl“-Elektroden wie OK 85.65 bei tieferen Temperaturen ein gleich gutes oder sogar besseres Resultat mit hervorragender Zähigkeit.

OK 92.35 ist nicht sehr hart, jedoch findet der Abfall bei Festigkeit und Härte sehr gleichmäßig statt. Sogar bei 800°C liegt ihre Zugfestigkeit oberhalb von 400 MPa. Die Legierung ist höchst beständig gegenüber thermischen Schocks und zyklischen Belastungen sowie gegenüber Oxidation.

## Vorbereitung, praktische Ratschläge

Um gleichmäßige und richtige Temperaturen einzustellen, sollte das Vorwärmen in einem Ofen stattfinden. Es kann jedoch auch mit einem Brenner ausgeführt werden. Es ist wichtig, die Temperatur langsam zu steigern, besonders bei Werkzeugen mit einer komplizierten Formgebung. Es ist ebenso wichtig, den Wärmeeintrag beim Schweißen auf ein Minimum zu reduzieren und eine unterbrochene Schweißfolge zu benutzen.

Die Fugen können durch Schleifen vorbereitet werden. Scharfe Kanten müssen vermieden werden, und ein ausreichender Kantenradius ist notwendig. Für sehr schwer schweißbare Werkzeugstähle wird die Anwendung von einer oder zwei Pufferlagern empfohlen, z.B. mit OK 67.43 oder OK 68.82.

Weniger kritische Bauteile und niedrig legierte Werkzeugstähle können mit OK 83.28 vor dem Hartbeschichten aufgebaut werden.

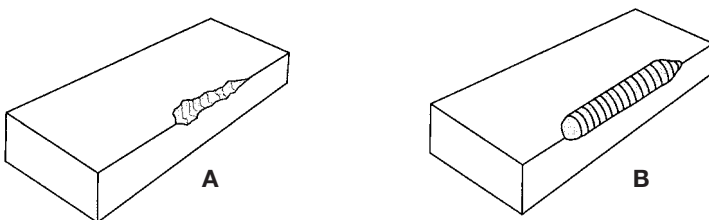
Alle Arbeits- und Schneidkanten sowie Oberflächen benötigen mindestens zwei Lagen mit der Werkzeugstahlelektrode.

Entsprechend muß auch eine ausreichend dicke Schicht aufgetragen werden, um ein Abarbeiten auf das korrekte Endmaß zu ermöglichen.

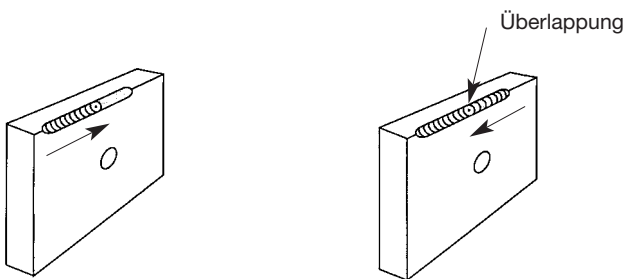
Ein Anlassen wird bei etwa der gleichen Temperatur wie das Vorwärmen durchgeführt. Jedoch darf weder die Anlaß- noch die Vorwärmtemperatur die Glühtemperatur überschreiten.



Vorbereitung zur kompletten Reparatur: (A) beschädigte Kante, (B) Fuge zum Schweißen.



Vorbereitung zur teilweisen Reparatur: (A) beschädigte Kante, (B) ausgefugt zum Schweißen.



Techniken, um Endkater oder Kantenbeschädigung während der Schweißreparatur zu vermeiden.

## Elektrodenauswahl für unterschiedliche Werkzeuge

Werkzeugtyp	gewünschte Eigenschaften	Schweißzusatz
Kaltarbeitsgesenke Kaltumformwerkzeuge	Zähigkeit, Festigkeit, schlagwiderstandsfähig, abrasionsfest	<b>OK 84.52</b>
Druckgußformen Kunststoffformen Warm Schmiedegesenke Warmstanzen Extrusionsformen	hohe Warmfestigkeit, abrasions- und schlagfest bei erhöhten Temperaturen	<b>OK 85.58</b>
Warmstanzformen Warmlochdorne Warmschermesser Hobelwerkzeuge Fräswerkzeuge	Schneidkantenmaßhaltigkeit bei hohen Temperaturen, hohe Kerbschlagzähigkeit.	<b>OK 85.65</b>
Schmiedegesenke Extrusionsformen	zäh unter wiederkehrender zyklischer Belastung, oxidationsbeständig bis 1000°C	<b>OK 92.35</b>
Prägewerkzeuge Besäumwerkzeuge Warmschermesser	hohe Schlagwiderstandsfähigkeit, hohe Härte bei erhöhten Temperaturen zunderfest	<b>OK 93.06</b>

Weitere Produktinformationen siehe Tabelle 4, Seite 95–97.

# Hartbeschichten



## Allgemeines

Hartbeschichten bedeutet, Bauteile zu schützen, die verschiedenen Typen von Verschleiß ausgesetzt sind, um ihnen eine gewisse spezifische Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß zu verleihen.

Obwohl das Hartbeschichten primär benutzt wird, um verschlissene Bauteile in einen wiederverwendbaren Zustand zu versetzen und so ihre Standzeit zu erhöhen, wird jedoch mittlerweile diese Technik auch für neue Produkte eingesetzt. Das Bauteil selbst kann aus einem preiswerteren Werkstoff hergestellt werden, die Oberflächeneigenschaften aber werden dadurch optimiert, daß das Bauteil mit einem geeigneten Werkstoff beschichtet wird.

Das Beschichten kann mit allen Schweißprozessen erfolgen.

Eine erhöhte Härte bedeutet nicht notwendigerweise immer eine bessere Verschleißfestigkeit oder eine längere Standzeit. Viele Legierungen können den gleichen Härtegrad besitzen, unterscheiden sich aber erheblich in ihrer Fähigkeit, Verschleiß zu ertragen.

Die Erfahrung zeigt, wie wichtig es ist, die Einsatzbedingungen der Bauteile zu kennen, um die beste Beschichtungslegierung auszuwählen.

Um also eine geeignete Hartbeschichtungslegierung für eine spezielle Anwendung auszuwählen, sind die folgenden Informationen notwendig:

- Verschleißfaktoren
- Grundwerkstoff
- bevorzugter Schweißprozeß
- erforderliche Oberflächenqualität

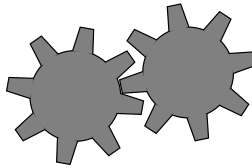
## Verschleißfaktoren

Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Verschleißfaktoren, die allein oder in Kombination wirken. Demzufolge muß ein Schweißgut mit geeigneten Eigenschaften sorgfältig ausgewählt werden, um Effizienz und Sicherheit zu garantieren.

Eine Beschichtungslegierung sollte darum als ein Kompromiß zwischen jedem Verschleißfaktor angesehen werden. Zum Beispiel: bei der Prüfung eines verschlissenen Bauteils wird festgestellt, daß der vorherrschende Verschleißfaktor Abrieb (Abrasion) und in zweiter Linie leichte Schlagbeanspruchung darstellt. Die dann gewählte Hartbeschichtungslegierung sollte darum einen sehr guten Abrasionswiderstand bieten, aber ebenso einen gewissen Grad an Schlagfestigkeit zeigen.

Um das Konzept der Verschleißfaktoren zu vereinfachen, können sie in getrennte Klassen mit jeweils sehr unterschiedlichen Eigenschaften aufgeteilt werden.

## Metall-Metall-Reibung oder Adhäsionsverschleiß



Hier handelt es sich um Verschleiß an Metallteilen, die gegeneinander rollen oder gleiten: Wellen gegen Lageroberflächen, Kettenglieder gegen eine Rolle, Zähne, Stahlmühl- rollen etc.

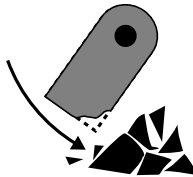
Martensitische Beschichtungslegierungen sind eine gute Wahl für den Metall- auf Metallverschleiß.

Austenitische Mangan- und Kobaltlegierungen sind ebenfalls Typen, die für diesen Verschleißtyp geeignet sind.

Kobaltlegierungen werden bei Hochtemperatur und Oxidationsumgebungen eingesetzt.

Generell führt ein Kontakt zwischen Oberflächenwerkstoffen derselben Härte zu erheblichem Verschleiß. So sollte eine unterschiedliche Materialhärte für z.B. Welle und Buchse gewählt werden.

## Schlag

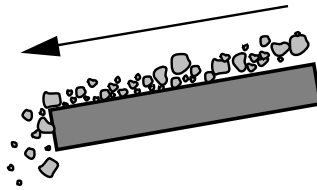


Die Oberfläche eines Werkstoffes wird deformiert oder reißt lokal, kann sogar ausbrechen, wenn das Bauteil Schlägen und/oder hohem Druck ausgesetzt ist.

Jedoch muß bei Brechern und Mahlvorgängen außer dem schlagenden Verschleiß damit gerechnet werden, daß gleichzeitig Verschleiß durch feine Partikel auftritt, was die Notwendigkeit zu einer verschleißfesten, harten Oberfläche mit sich bringt.

Austenitische Manganhartstähle bieten hier die beste Widerstandsfähigkeit gegenüber reinem Schlag, weil sie kaltverfestigen. Dies führt zu einer harten Oberfläche und einem zähen Werkstoff darunter. Obwohl sie nicht so gut wie die austenitischen Manganlegierungen sind, bieten martensitische Legierungen ebenfalls einen gewissen Widerstand gegen schlagenden Verschleiß. Typische Anwendungen sind Brecher, Rollen, Schlag- hämmer und Schienenweichen.

## Abrasion durch feine Mineralpartikel

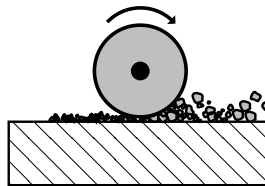


Dieser Verschleißtyp wird durch scharfkantige Partikel hervorgerufen, die mit verschiedenen Geschwindigkeiten und Drücken über eine Metalloberfläche gleiten oder fließen, wobei sie wie kleine Schneidwerkzeuge den Werkstoff abschleifen. Je härter die Partikel und je schärfer ihre Form, desto deutlicher wird die Abrasion.

Typische Anwendungen werden bei Baggerarbeiten gefunden, beim Transport von Mineralien und bei landwirtschaftlichen Bauteilen.

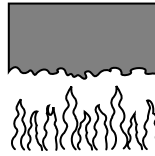
Wenn keine schlagende Beanspruchung vorliegt, werden relativ spröde, hochkohlenstoffhaltige Chromstähle und karbidhaltige Legierungen erfolgreich eingesetzt, um diesem Typ von Verschleiß zu widerstehen.

## Schleifende Abrasion. Abrasion + Druck



Dieser Typ von Verschleiß tritt dann auf, wenn kleine, harte abrasive Partikel zwischen zwei Metallteilen hindurchgezwungen und dadurch zerbrochen werden. Typische Bauteile sind Pulverisierer, Rollenbrecher, Mischvorrichtung und Schaberblätter. Die eingesetzten Schweißwerkstoffe schließen austenitische Manganhartstähle, martensitische und einige karbidhaltige Legierungen ein. Karbidlegierungen enthalten gewöhnlich kleine, gleichmäßig verteilte Titan-, Niob- oder Vanadiumkarbide.

## Hochtemperaturverschleiß, Hitze, Oxidation, Korrosion



Wenn Metalle über längere Zeiten hohen Temperaturen ausgesetzt werden, verlieren sie generell ihre Beständigkeit. Der Hochtemperaturbetrieb führt oft zu thermischen Ermüdungsrissen. So werden diese Auswirkungen zum Beispiel bei Werkzeugen und Gesenken auftreten, die für das Schmieden und für den Warmbetrieb konstruiert sind.

Bei Einsatz in oxidierenden Atmosphären bildet die Metalloberfläche eine Oxidlage, die aufgrund der thermischen Ausdehnung aufbricht und so die gesamten Oxidationsvorgänge erneut vonstatten gehen können.

Martensitische Stähle mit 5–12% Chrom sind sehr beständig gegenüber thermischem Ermüdungsverschleiß. Chromkarbidlegierungen besitzen einen hervorragenden Verschleißwiderstand bis zu Temperaturen von etwa 600°C.

Bei erhöhten Temperaturen werden entweder Nickelbasis- oder Kobaltbasislegierungen eingesetzt.

Typische Bauteile für den Hochtemperatureinsatz sind Stranggußrollen, Warmschmiedegesenke, Extrusionsformen, Rammböcke, Greifzangen und Sinterbrecheranlagen.

## Grundwerkstoff

Es gibt zwei Hauptgruppen von Grundwerkstoffen für das Hartbeschichten:

- Kohlenstoff- oder niedriglegierte Stähle
- austenitische Manganhartstähle

Um diese Materialien zu unterscheiden, kann ein Magnet benutzt werden.

Kohlenstoff- und niedriglegierte Stähle sind stark magnetisch.

Dies sind die austenitischen Manganhartstähle nicht. Jedoch werden diese Typen nach einer Kaltumformung magnetisch.

Die Empfehlungen zum Schweißen dieser Legierungen sind ausgesprochen unterschiedlich.

Da der Kohlenstoff- und der Legierungselementgehalt innerhalb der Kohlenstoff- und niedriglegierten Stähle variiert, werden oft ein Vorwärmen und eine Wärmenachbehandlung mit langsamen Abkühlen usw. notwendig. Siehe auch Vorwärmtemperaturen, Tabelle 7, Seite 108.

Andererseits sollten die austenitischen Manganhartstähle ohne jede Vorwärmung oder Wärmenachbehandlung geschweißt werden. Die Zwischenlagentemperatur sollte so niedrig wie möglich gehalten werden ( $\leq 200^\circ\text{C}$ ), weil diese Werkstoffe verspröden, wenn sie überhitzt werden.

# Schweißprozesse

Die gebräuchlichsten Prozesse für das Hartbeschichten sind:

## Lichtbogenhandschweißen (E)

- deckt den größten Bereich der Schweißzusätze ab
- ist kostengünstig für kleinere Reparatur- und Auftragschweißungen
- ist ein vielseitiger Prozeß für Arbeiten im Freien und für Zwangspositionen

## Fülldrahtschweißen (MAG-F)

- Legierungsvielfalt fast genauso groß wie bei Stabelektroden
- hohe Abschmelzleistungen
- baustellengeeignet
- teilweise selbstschützend, kein Schutzgas notwendig

## Unterpulverschweißen (UP)

- begrenztes Produktangebot
- hohe Abschmelzleistungen – geeignet für große, verschlissene Teile
- keine Strahlungsbelastung oder Spritzer

## Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit

Die erforderliche Oberflächenbeschaffenheit der Beschichtung muß vor der Wahl des Schweißzusatzes bekannt sein, denn die Legierungen zum Hartbeschichten reichen von einfach bearbeitbar bis hin zu nicht bearbeitbar.

Darüber hinaus zeigen viele der hochlegierten Beschichtungswerkstoffe sogenannte „Entspannungsrisse“. Das bedeutet, daß sich kleine Risse in der Schweißnaht bilden und so die Höhe der Eigenspannungen verringern.

Die folgenden Fragen sollten darum beantwortet werden, bevor eine Legierung ausgewählt wird:

- Ist ein Bearbeiten nach dem Schweißen notwendig oder ist ein Beschleifen ausreichend?
- Sind Entspannungsrisse akzeptabel?

Als Faustregel gilt, daß ein Schweißgut mit einer Härte <40 HRC noch bearbeitet werden kann. Legierungen mit Härten >40 HRC können jedoch auch noch bearbeitet werden, allerdings nur mit Spezialwerkzeugen, z.B. speziellen Karbidwerkzeugen.

Die Entspannungsrisse sind oft harmlos im Bezug auf die Leistungsfähigkeit der Beschichtungslagen, sie bewirken weder ein Zerbröseln noch ein Abblättern. Falls das Bauteil jedoch schwerem Schlag oder einer Biegung ausgesetzt ist, verhindert eine zähe Pufferlage das Fortschreiten der Risse in den Grundwerkstoff.

Entspannungsrisse treten vermehrt bei geringen Schweißstromstärken und hohen Schweißgeschwindigkeiten auf.

# Legierungstypen der Schweißzusätze zum Auftragschweißen

Die Schweißzusätze zum Auftragschweißen können in Gruppen eingeteilt werden, entsprechend ihren Legierungszusammensetzungen, Eigenschaften und ihrem Widerstand gegen Verschleiß.

Sie werden folgendermaßen gruppiert:

## Eisenbasis:

- martensitische Legierungen
- austenitische Legierungen
- karbidreiche Legierungen

## Nichteisenbasis:

- Kobaltbasislegierungen
- Nickelbasislegierungen
- Kupferbasislegierungen

Eigenschaften bezüglich Verschleiß:

## Martensitisch:

Diese Typen werden sowohl zum Aufbauen als auch zum Beschichten benutzt:

- gute Beständigkeit gegen Metall-Metall-Reibung
- guter Schlagwiderstand
- ausreichender Abrasionswiderstand

## austenitisch:

- hervorragender Schlagwiderstand
- gute Aufbaulegierung, z.B. für Pufferlagen
- ausreichender Abrasionswiderstand

## karbidreich:

- hervorragender Abrasionswiderstand
- gute Wärmebeständigkeit
- ausreichend Korrosionsfestigkeit
- geringer Schlagwiderstand

## Kobalt-, Nickel- und Kupferbasis

Kobalt- und Nickellegierungen widerstehen den meisten Verschleißarten, aufgrund ihrer höheren Kosten werden sie allerdings hauptsächlich für Anwendungen benutzt, bei denen ihre Eigenschaften auch ökonomisch gerechtfertigt sind. Ein Beispiel hierzu sind Hochtemperaturanwendungen, bei denen karbidreiche Eisenbasislegierungen eine nur geringe Verschleißfestigkeit haben. Nickellegierungen sind die preisgünstigere Alternative zu Kobaltbasislegierungen. Kupferlegierungen kommen bei speziellen Anforderungen an die Gleiteigenschaften (Metall-Metall-Reibung) und Korrosionswiderstand (z.B. Seewasserbeständigkeit) zum Einsatz.

## Kurzschlüssel für Schweißzusätze zum Auftragschweißen nach DIN 8555 T1 (1983)

DIN 8555

E

8

UM

200

KP

### Schweißverfahren

G	Gasschweißen
E	Lichtbogenhandschweißen
MF	Fülldrahtschweißen
WSG	Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)
MSG	Schutzgasschweißen
UP	Unterpulverschweißen

### Herstellungsart

GW	gewalzt
GO	gegossen
GZ	gezogen
GS	gesintert
GF	gefüllt
UM	umhüllt

### Legierungs- gruppe      Schweißzusatz- bzw. Schweißguttyp

1	Un- oder niedriglegiert bis 0,4% C und maximal 5% Legierungselemente an Cr, Mn, Mo und Ni als Gesamtgehalt
2	Un- oder niedriglegiert mit mehr als 0,4% C und maximal 5% Legierungselemente an Cr, Mn, Mo und Ni als Gesamtgehalt
3	Legiert, Eigenschaften von Warmarbeitsstählen
4	Legiert, Eigenschaften von Schnellarbeitsstählen
5	Legiert mit mehr als 5% Cr, geringer C-Gehalt bis 0,2%
6	Legiert mit mehr als 5% Cr, höherer C-Gehalt (0,2 bis 2,0%)
7	Mn-Austenite mit 11 bis 18% Mn, mehr als 0,5% C und bis zu 3% Ni
8	Cr-Ni-Mn-Austenite
9	Cr-Ni-Stähle (rost-, säure- und hitzebeständig)
10	Hoher C- und hoher Cr-Gehalt, mit/ ohne Zusatz karbidbildender Stoffe
20	Co-Basis, Cr-W legiert, mit oder ohne Ni und Mo
21	Karbid-Basis (gesintert, gegossen oder gefüllt)
22	Ni-Basis, Cr legiert, Cr-B-legiert
23	Ni-Basis, Mo-legiert, mit oder ohne Cr
30	Cu-Basis, Sn-legiert
31	Cu-Basis, Al-legiert
32	Cu-Basis, Ni-legiert

### Härte

### Härtebereich

150	125 ≤ HB ≤ 175
200	175 < HB ≤ 225
250	225 < HB ≤ 275
300	275 < HB ≤ 325
350	325 < HB ≤ 375
400	375 < HB ≤ 450
40	37 ≤ HRC ≤ 42
45	42 < HRC ≤ 47
50	47 < HRC ≤ 52
55	52 < HRC ≤ 57
60	57 < HRC ≤ 62
65	62 < HRC ≤ 67
70	HRC > 67

### Schweißguteigenschaften

C	= korrosionsbeständig
G	= schmirgelbeständig (gegen Abrasion)
K	= kaltverfestigungsfähig
N	= nicht magnetisierbar
P	= schlagbeständig
R	= rostbeständig
S	= schneidhaltig
T	= warmfest
Z	= hitzebeständig, z.B. für Temperaturen oberhalb 600°C

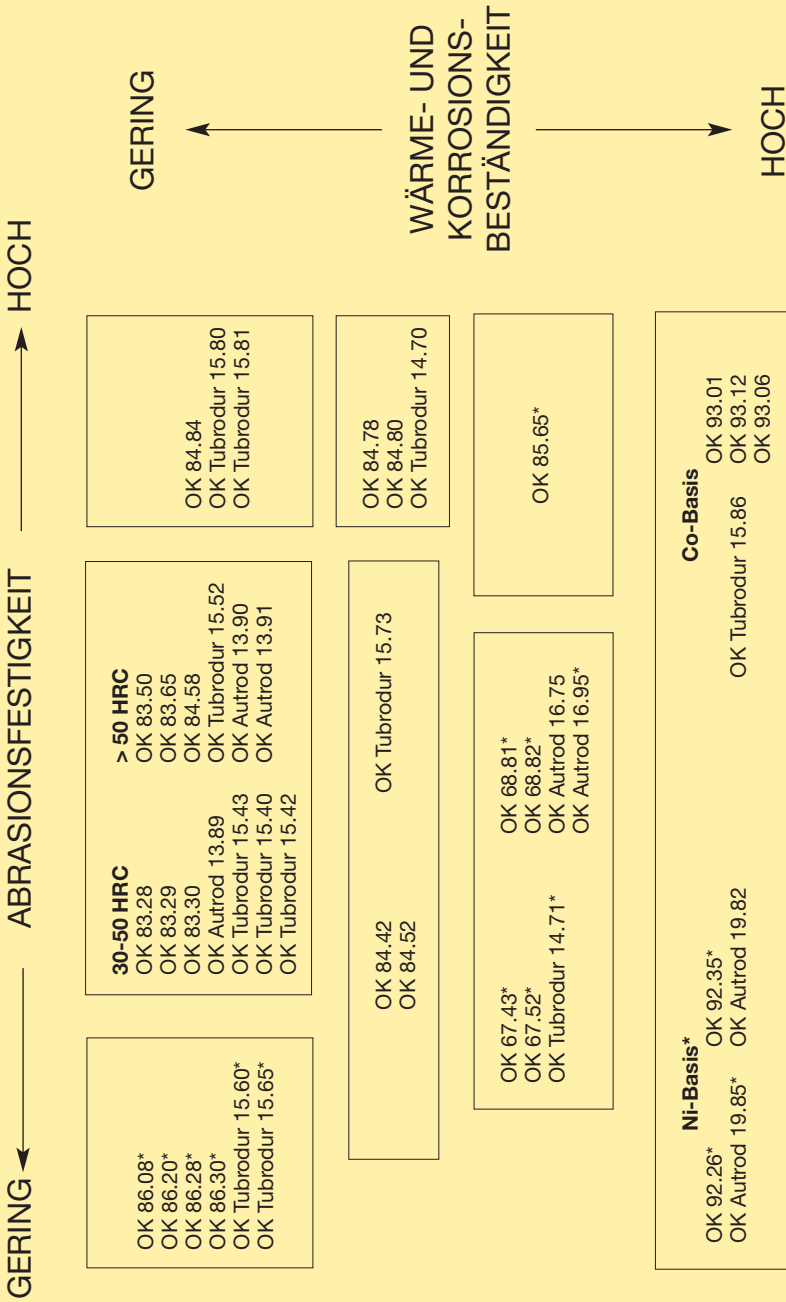
# ESAB Schweißzusätze zum Auftragschweißen

Schweißzusätze sind entsprechend ihren Eigenschaften und ihrer speziellen Eignung für verschiedene Verschleißarten in Gruppen eingeteilt.

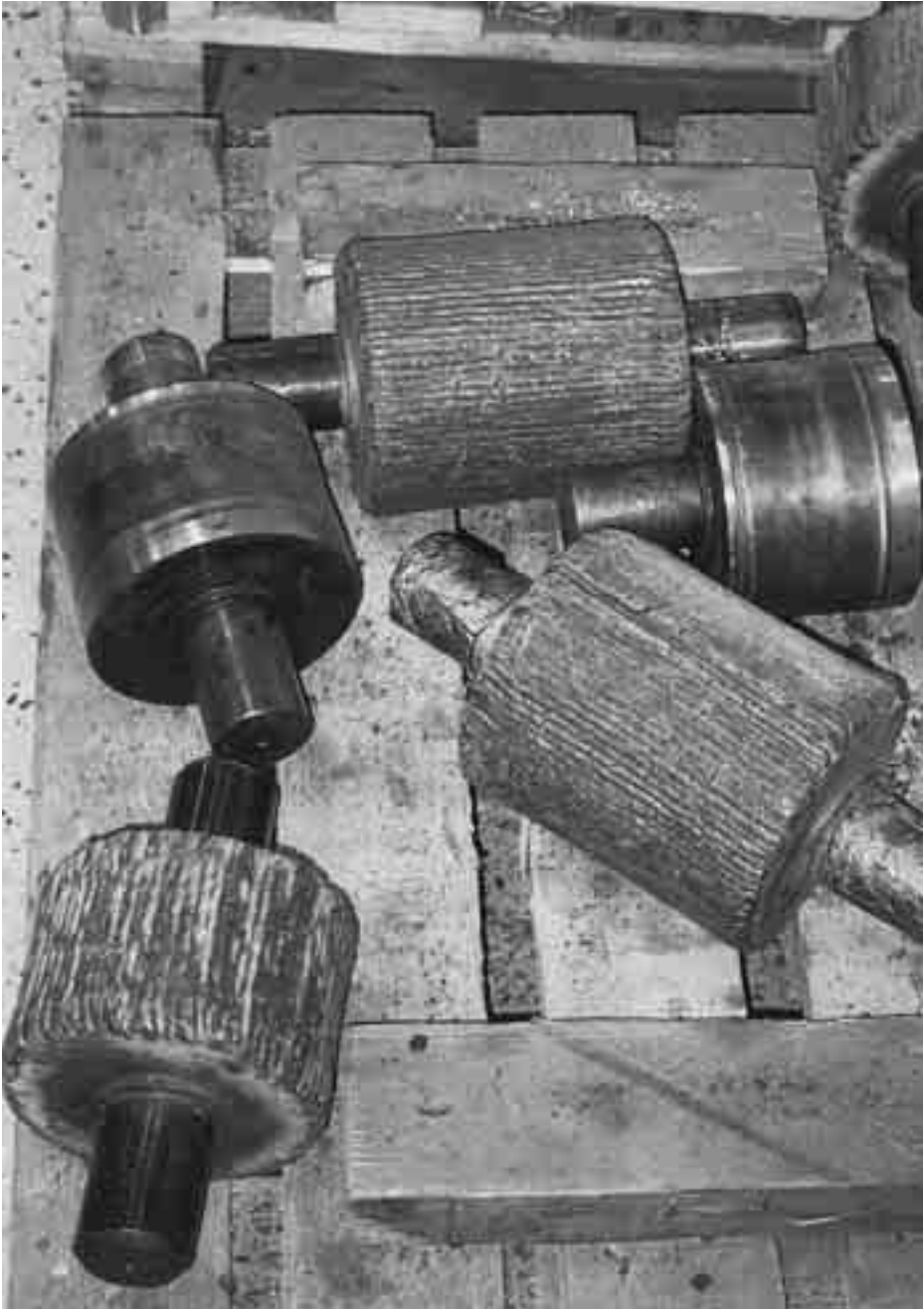
Verschleißart	Legierungstyp	Produkt	DIN 8555
Metall auf Metall	niedriglegiert, niedriggekohlt, Aufbaulegierungen	OK 83.27	E1-UM-350
		OK 83.28	E1-UM-300
		OK 83.29	E1-UM-300
		OK 83.30	E1-UM-300
		OK Tubrodur 15.39	MF1-300
		OK Tubrodur 15.40*	MF1-300
		OK Tubrodur 15.41	MF1-350
		OK Tubrodur 15.42*	MF1-400
		OK Tubrodur 15.43	MF1-350
		OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P
Metall auf Metall Korrosion	13% Chrom ferritisch, martensitisch	OK 84.42	E5-UM-45-R
		OK 84.52	E6-UM-55-R
		OK Tubrodur 15.73*	MF5-46-RTZ
		OK Autrod 13.91	MSG6-GZC-60G
Schlag	14% Mangan	OK 86.08	E7-UM-200-KP
		OK 86.20	E7-UM-200-KP
		OK 86.28	E7-UM-200-KP
		OK 86.30	E7-UM-200-KP
		OK Tubrodur 15.60	MF7-250-KNP
		OK Tubrodur 15.65*	MF7-250-GKNPR
Abrasion + Druck	komplexe Karbide	OK 84.84	E10-UM-60-GP
		OK Tubrodur 15.80	MF10-60-GP
feinkörnige mineralische Abrasion	Chromkarbide	OK 84.78	E10-UM-60GZ
		OK 84.80	E10-UM-65-GZ
		OK Tubrodur 14.70	MF10-55-GRTZ
		OK Tubrodur 15.81	MF6-50-G
		OK Tubrodur 15.82	MF10-65-GRPZ
Abrasion + Schlag	niedriglegiert, hochchromhaltig, martensitisch	OK 83.50	E6-UM-55-G
		OK 83.65	E2-UM-60-GZ
		OK Tubrodur 15.50	MF6-55-GP
		OK Tubrodur 15.52*	MF6-55-GP
	10% Chrom, hochgekohlt martensitisch	OK 84.58	E6-UM-55-G
Wärme, Oxidation, Korrosion	Werkzeugstahl	OK 85.58	E3-UM-50-ST
		OK 85.65	E4-UM-60-ST
		OK 92.35	E23-UM-200-CKT
		OK Tubrodur 15.84	MF3-50-ST
	Kobalt-Legierungen	OK 93.01	E20-55-CTZ
		OK 93.06	E20-40-CTZ
		OK 93.07	E20-300-CTZ
		OK 93.12	E20-50-CTZ
		OK Tubrodur 15.86	MF20-40-CTZ

\* = verfügbar für das UP-Schweißen

# Kurzübersicht – Auswahl der Schweißzusätze



\* = gesteigerte Abrasionsbeständigkeit nach Kaltverfestigung



Hartbeschichten von Transportrollen mit OK 84.52 und OK 93.06.



Vorbegehendes Hartbeschichten mit OK 84.58



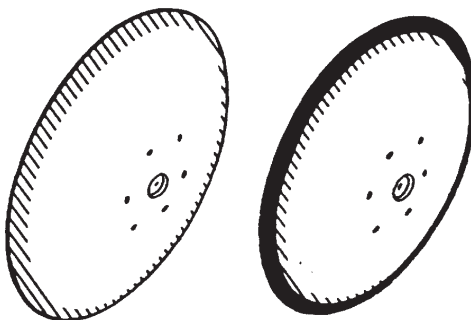
Auftragschweißen eines Eimerkettenbaggers mit OK 84.84. Aufbaulagen mit OK 83.28

# Beispiele mit Illustrationen Index der Anwendungen



	Seite		Seite
		Grauguß – Gußfehler	66
Landwirtschaftliche Werkzeuge		Hämmer	67
– Kornscheiben	46	Lauf- und Transportrollen	68
Landwirtschaftliche Werkzeuge		Maschinenhalterungen	
– Pflugscharen	47	– Rißreparatur in Grauguß	69
Aluminiumgußreparatur	48	Maschinenhalterungen	
Asphalt-Mischerteile	49	– Rißreparatur in Grauguß	70
Ziegel- und Zementmischerteile	50	Metallische Stempelwerkzeuge	
Gußeisen – Reparatur von Rissen, Löchern usw.	51	aus niedriglegiertem Stahl	71
Schneid- und Scherwerkzeuge		Fräswerkzeuge für Stahl und Metalle	72
– Kaltschermesser	52	Mischmaschinen – Kneten	73
Schneid- und Scherwerkzeuge		Bohrschnecken	??
– Warmschermesser	53	Schienen – Verbindungsschweißen	74
Stanzformen, Stempel	54	Schienen – Schienenreparatur	
Brecherkegel	55	– Oberflächenbeschichten	75
Kranlaufräder	56	Reißzähne für Asphaltdecken	77
Hämmer	57	Brecherwalzen	76
Schürfbaggerklingen	58	Kratzschaufelmesser	78
Baggereimer	59	Wellen	??
Erdbohrereinsätze	60	Baggerzähne Verschleißtyp: Schlag	79
Motorblöcke – Gußeisen	61	Baggerzähne Verschleißtyp: Abrasion – Sanderosion	80–81
Extruderschnecken – Kunststoff und Gummi	62	Baggerzähne – neue Spitzen	82
Förderschnecken – Ziegelpressen	63	Zahnhalterungen	83
Ausfugen – Schneiden – Lochstechen	64	Raupenkettenglieder	84
Greifzangen für hohe Temperaturen	65	Laufrollen	85
		Ventilsitze	86

# Landwirtschaftliche Werkzeuge – Kornscheiben



## Empfehlung

Das Beschichten wird auf der konkaven Seite der Scheibe und das Profilschleifen auf der konvexen Seite – falls nötig – durchgeführt

Die Scheiben können aus härtbarem Stahl hergestellt sein, darum wird empfohlen, auf 350–400°C vorzuwärmen. Die konvexe Seite der Scheibe ist zu beschleifen und etwa 20–30 mm vom Rand mit OK 84.78, OK 83.50 oder OK 83.65 zu beschichten. Auf der Kante beginnen und nach innen pendeln.

Die Lagen sollten so dünn und glatt wie möglich sein. Langsame Abkühlung!

## Schweißzusätze

**OK 84.78** für vorwiegend feuchte Bedingungen

**OK 84.58** für vorwiegend feuchte Bedingungen

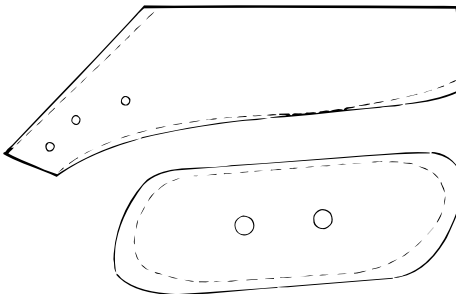
**OK 83.65** für vorwiegend trockene Bedingungen

**OK 83.50** für vorwiegend trockene Bedingungen

# Landwirtschaftliche Werkzeuge – Pflugscharen



Pflugschar



Schar

## Empfehlung

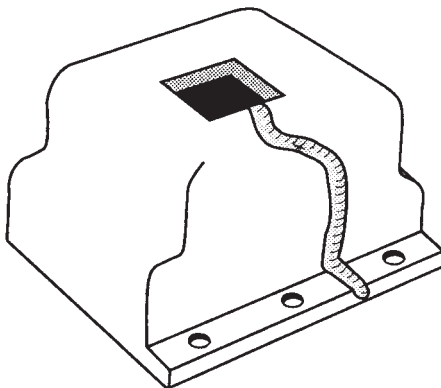
Pflugscharen verschleifen hauptsächlich in den gekennzeichneten Bereichen der Bilder.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß es zwischen dem Verschleiß bei unterschiedlicher Böden große Unterschiede gibt, und daß der Verschleiß sogar davon abhängt, ob derselbe Boden naß oder trocken ist. Darum ist es sinnvoll, durch Versuche den besten Typ Schweißzusatz herauszufinden.

## Schweißzusätze

- OK 84.78** für vorwiegend feuchte Bedingungen
- OK 84.58** für vorwiegend feuchte Bedingungen
- OK 83.65** für vorwiegend trockene Bedingungen
- OK 83.50** für vorwiegend trockene Bedingungen

# Aluminiumgußreparatur



## Empfehlung

Der beschädigte Bereich ist zu beschleifen, bis eine saubere, glatte Oberfläche entsteht.

Vergewissern Sie sich, daß die Elektroden trocken sind.

Das Vorwärmen großer Bauteile vereinfacht das Schweißen, und geringere Stromstärken können benutzt werden.

Komplizierte Bauteile sollten auf 100–150°C vorgewärmt werden.

Schweißen mit OK 96.50. Strichraupen benutzen. Wenn möglich, die Naht in einer Lage schweißen. Ist ein Mehrlagenschweißen nötig, so ist die Schlacke zwischen den Lagen sorgfältig zu entfernen!

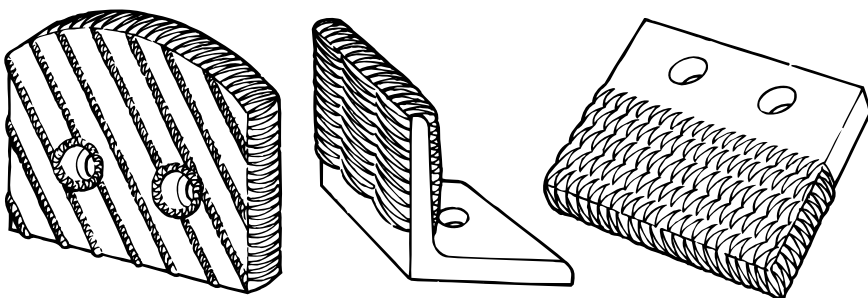
## Schweißzusatz

**OK 96.50**

**OK Autrod 18.05**

**OK Tigrod 18.05**

# Asphalt-Mischerteile



## Empfehlung

Vor dem Schweißen ist das gesamte verschlissene Material mit OK 21.03 auszufügen oder wegzuschleifen. Die belasteten Kanten werden mit verschleißfesten Elektroden OK 84.84, OK 84.78 oder mit Fülldraht OK Tubrodur 14.70 oder 15.80 aufgetragen.

Mit OK 84.84 und OK Tubrodur 15.80 erreicht man die maximale Härte bereits in der ersten Lage. Niemals mehr als 2 Lagen mit diesem Schweißzusatz übereinander auftragen! OK 84.84 sollte vorzugsweise in einem Kreuzmuster oder punktförmig aufgetragen werden, während die anderen über die gesamte Oberfläche gelegt werden können, um den Schutz gegen Abrasion sicher zu stellen.

OK 84.78 und OK Tubrodur 14.70 können Entspannungsrisse zeigen, was aber die Verschleißfestigkeit nicht beeinträchtigt.

Ecken und Kanten können mit Hilfe von Kupferblechen abgestützt werden, um dem Schweißbad eine entsprechende Form zu geben.

Das Schweißgut ist nur durch Schleifen bearbeitbar.

## Schweißzusätze

*Ausfugen*

**OK 21.03**

*Hartbeschichten*

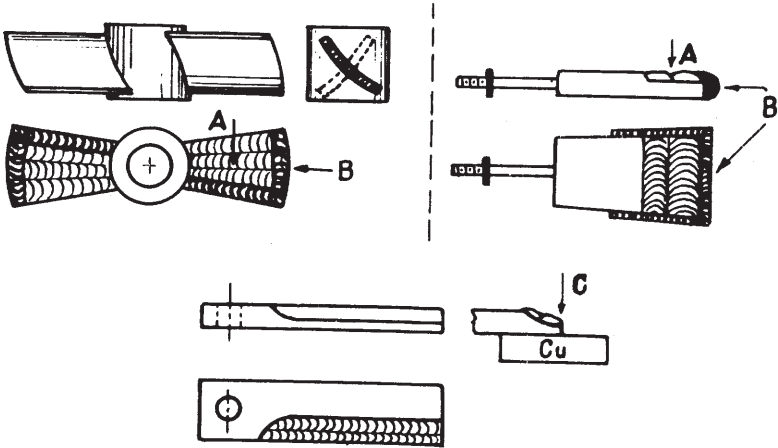
**OK 84.84**

**OK Tubrodur 15.80**

**OK 84.78**

**OK Tubrodur 14.70**

# Ziegel- und Zementmischerteile



## Empfehlung

Das gesamte verschlissene oder vormals aufgetragene Material wegschleifen.

Falls die Kanten sehr dünn sind, kann ein Kupferblech (C) benutzt werden, um das Schweißbad zu unterstützen. Falls nötig kann die Auftragschicht nach Fertigstellung leicht beschliffen werden.

Diese Bauteile sind beschichtet mit:

OK 84.78 oder OK Tubrodur 14.70 (A)

OK 84.84 wurde nur an den Kanten in Strichraupentechnik (B) aufgetragen.

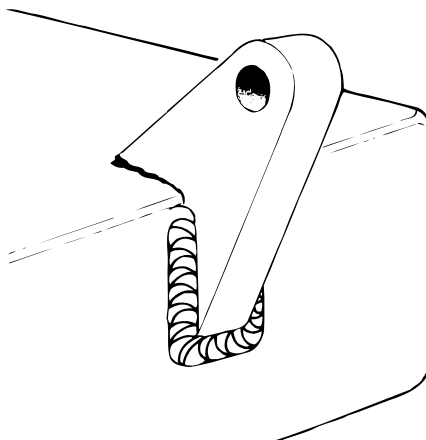
## Schweißzusätze

OK 84.78

OK 84.84

OK Tubrodur 14.70

# Stahlguß – Reparatur von Rissen, Löchern usw.



## Empfehlung

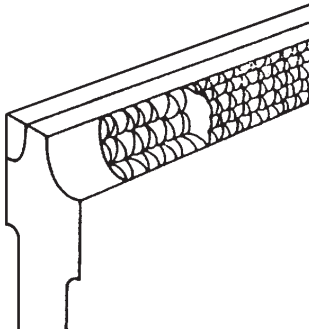
Risse, Löcher und andere Fehlstellen werden mit OK 21.03 ausgefügt – falls möglich von beiden Seiten, um eine U- oder X-Nahtvorbereitung zu erhalten. Die Bereiche sind sorgfältig auf Fehler zu überprüfen, und die Nahtkanten müssen gerundet sein, um ein Rißwachstum zu vermeiden. OK 68.82 kann ohne Vorwärmung eingesetzt werden. Jedoch ist eine Vorwärmung bei größeren Wandstärken notwendig. Beidseitig schweißen, um die Schrumpfspannungen auszugleichen.

## Schweißzusätze

OK 68.82

OK Autrod 16.75

# Schneid- und Scherwerkzeuge – Kaltschermesser



## Empfehlung

Schermesser werden aus gehärtetem, legiertem Stahl hergestellt. Sie sollten mit einem Schweißgut ähnlicher Härte beschichtet werden.

- Verschlissene Messer werden wie oben gezeigt vorbereitet. Im Schweißbereich alle scharfen Kanten abrunden!
- Vorwärmen auf etwa 200–300°C, abhängig vom Grundwerkstoff
- Schweißen mit OK 85.65
- Langsam abkühlen in einer wärmeisolierenden Packung

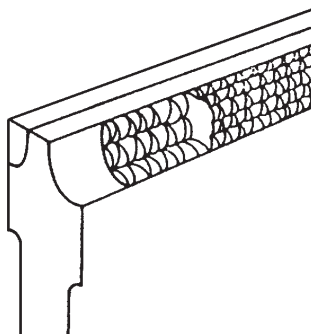
Neue Schermesser können aus weniger teurem Stahl und hartbeschichteten Kanten hergestellt werden.

Die Schweißguthärte von OK 85.65 liegt bei 60 HRC. Das Schweißgut kann aber doppelt wärmebehandelt werden, ca. 550°C, 1 Stunde, um die Härte auf etwa 65 HRC zu steigern.

## Schweißzusätze

OK 85.65

# Schneid- und Scherwerkzeuge – Warmschermesser



## Empfehlung

Warmschermesser werden gewöhnlich aus wärmebehandelbarem Stahl gefertigt. Verschlossene Messer sind wie oben gezeigt für das Schweißen vorzubereiten.

Alle scharfen Kanten sind vor dem Schweißen abzurunden!

Ein Vorwärmen auf etwa 200–300°C wird empfohlen, darüber hinaus ist eine Pufferlage mit OK 68.82 ratsam, bevor entweder mit der Kobalt-Basis Legierung OK 93.06 oder der Ni-Basis OK 92.35 aufgetragen wird. OK 85.58 liefert ein artähnliches Schweißgut und kann ebenfalls benutzt werden.

Nach dem Schweißen in einer wärmeisolierenden Packung langsam abkühlen. Schneidkanten durch Beschleifen schärfen.

## Schweißzusätze

*Pufferlage*

**OK 68.82**

**OK Autrod 16.75**

*Hartbeschichten*

**OK 93.06**

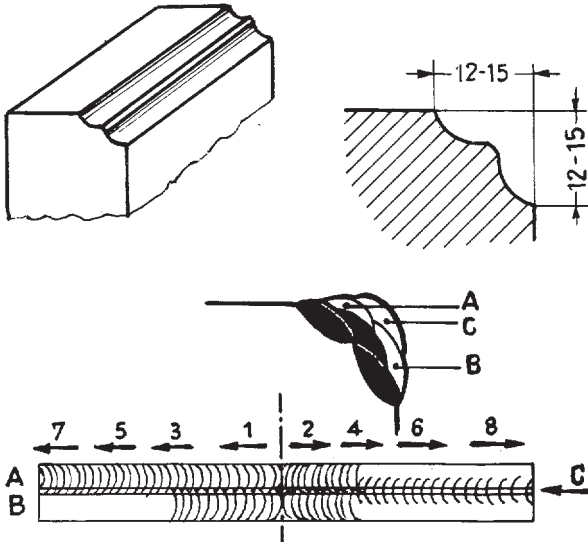
**OK 92.35**

**OK 85.58**

**OK Tubrodur 15.86**

**OK Tubrodur 15.84**

# Stanzformen, Stempel



## Empfehlung

Nahtvorbereitung wie in der Zeichnung gezeigt.

Vorwärmung bei etwa 200–250°C, abhängig vom Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes.

Dann eine ca. 4 mm dicke Pufferlage mit OK 68.82 schweißen.

In maximal 3 Lagen OK 93.06 auftragen.

## Schweißzusätze

*Pufferlage*

**OK 68.82**

**OK Autrod 16.75**

*Hartbeschichtung*

**OK 93.06** für Kalt- und Warmarbeit

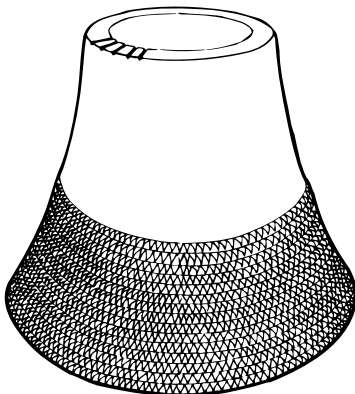
**OK 85.58** für Kaltarbeit

**OK 84.52** für Kaltarbeit

**OK Tubrodur 15.84** für Kalt- und Warmarbeit

**OK Tubrodur 15.86** für Kalt- und Warmarbeit

# Brecherkegel



## Empfehlung

Brecherzapfen werden normalerweise aus 14% Manganhartstahl (nicht magnetisch) hergestellt und kalt geschweißt. Beim Schweißen ist ein Erwärmen des Werkstoffes auf Temperaturen über 150–200°C zu vermeiden.

Aufgrund der Größe und Dicke der Zapfen verhindert die Wärmeleitung normalerweise einen übermäßigen Wärmearaufbau im Schweißbereich.

Zum Aufbauschweißen ist OK 67.43 oder OK Tubrodur 14.71 zu verwenden. Für das Beschichten wird OK 84.58 oder OK Tubrodur 15.80 eingesetzt.

## Schweißzusätze

*Pufferlage*

**OK 67.43, OK 67.52**

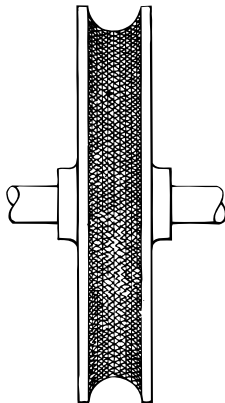
**OK Tubrodur 14.71**

*Hartbeschichtung*

**OK 84.58**

**OK Tubrodur 15.80**

# Kranlaufräder



## Empfehlung

Die meisten Kranräder werden aus Stahl mit einem hohen Kohlenstoffgehalt hergestellt. Es ist deshalb ratsam, auf 200–300°C vorzuwärmen und danach eine langsame Abkühlung zu ermöglichen. Wenn möglich, sollte das UP- oder MAG-Schweißen zum Einsatz kommen, wobei das Rad in einer Drehvorrichtung eingespannt ist.

Da es sich hier um Metall-Metall-Verschleiß handelt, wird ein zähes Schweißgut mit 30–35 HRC empfohlen.

## Schweißzusätze

**OK 83.28, OK 83.29**

**OK Tubrodur 15.39**

**OK Tubrodur 15.40**

**OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71**

# Hämmer



## Empfehlung

Hämmer werden aus niedriglegiertem Stahlguß (magnetisch) oder aus Manganhartstahl (nicht magnetisch) hergestellt. Um ein Brechen des Hammers selbst zu verhindern, sollte eine zähe Pufferlage vor dem Hartbeschichten des niedriglegierten Stahles aufgetragen werden.

Dafür kann eine Lage OK 67.43, OK 68.81 oder OK Tubrodur 14.71 aufgeschweißt werden.

Das Beschichten wird dann in zwei oder drei Lagen mit Werkstoffen der unten stehenden Liste durchgeführt.

Auf Manganhartstähle mit OK 86.28 aufbauen und dann wie für niedrig legierte Stähle beschichten.

## Schweißzusätze

### Stahlgußhämmer

*Pufferlage*

**OK 68.81**

**OK Autrod 16.75**

oder

**OK 67.43**

**OK Tubrodur 14.71**



*Hartbeschichten*

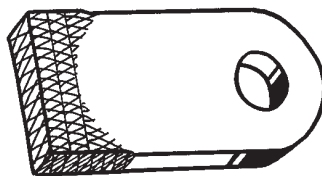
Schlag + Abrasion

**OK 83.50**

**OK Autrod 13.91**

**OK Tubrodur 15.50**

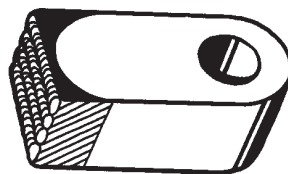
**OK Tubrodur 15.52**



Abrasion+mäßiger Schlag

**OK 84.78**

**OK Tubrodur 14.70**



### Manganhartstahl-Hämmer

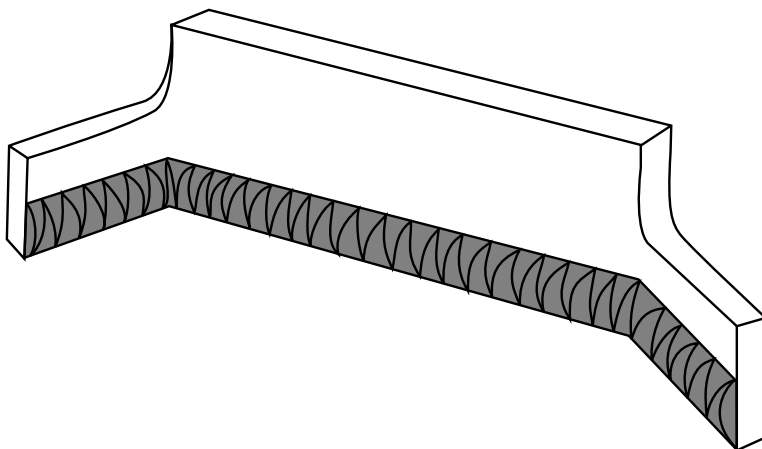
*Aufbaulagen*

**OK 86.28**

**OK Tubrodur 15.60**

Hartbeschichten wie für Stahlgußhämmer

# Schürfbaggerklingen



## Empfehlung

Führungskanten und jede Seite der Klinge sind hartbeschichtet. Um die Leistungsfähigkeit und die Standzeit zu verbessern, sollten neue Klingen vor ihrem Einsatz hartbeschichtet werden.

## Schweißzusätze

*Extremer abrasiver Verschleiß*

**OK 84.78**

**OK 84.80**

**OK Tubrodur 14.70**

**OK Tubrodur 15.82**

**OK Autrod 13.91**

*Mittlerer abrasiver Verschleiß*

**OK 83.65**

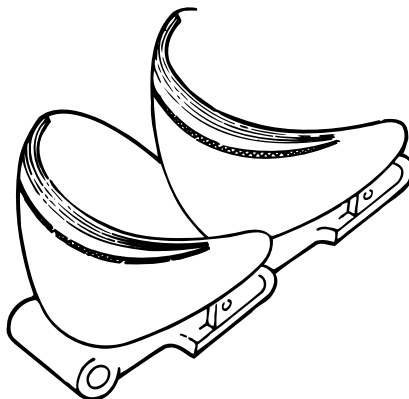
**OK Tubrodur 15.50**

**OK Tubrodur 15.52**

**OK Tubrodur 15.80**

**OK Autrod 13.90**

# Baggereimer



## Empfehlung

Manganhartstahl-Baggereimer und insbesondere deren Lippen unterliegen abrasivem Verschleiß.

Bevor neue Baggereimer eingesetzt werden, sollten sie hartbeschichtet werden, um ihre Leistungsfähigkeit und Standzeit zu verbessern.

Bevor Baggereimer extremem Verschleiß ausgesetzt werden, müssen sie reparaturgeschweißt werden. Verschlissene Lippen können durch einen aufgeschweißten Ranc mit OK 67.52 wiederaufgebaut werden. Die Lippen sollten dann beidseitig beschichtet werden.

Neue Lippen können an den Eimer mit OK 68.81, OK 68.82 oder OK Tubrodur 14.71 angeschweißt werden. Ein vorsorgliches Hartbeschichten der Lippen wird mit OK 84.78 oder OK Tubrodur 14.70 durchgeführt. Um Lippen aufzubauen, sind OK 67.43 oder OK Tubrodur 14.71 geeignete Werkstoffe. Zu deren Hartbeschichtung eignen sich OK Tubrodur 15.80, OK 84.78 oder OK Tubrodur 14.70.

## Schweißzusätze

*Fügen*

**OK 68.81 OK 68.82**

**Tubrodur 14.71**

*Aufbauen*

**OK 67.43 OK 67.52**

**OK Tubrodur 14.71**

*Hartbeschichten*

*Abrasion + Schlag + Druck*

**OK 84.78**

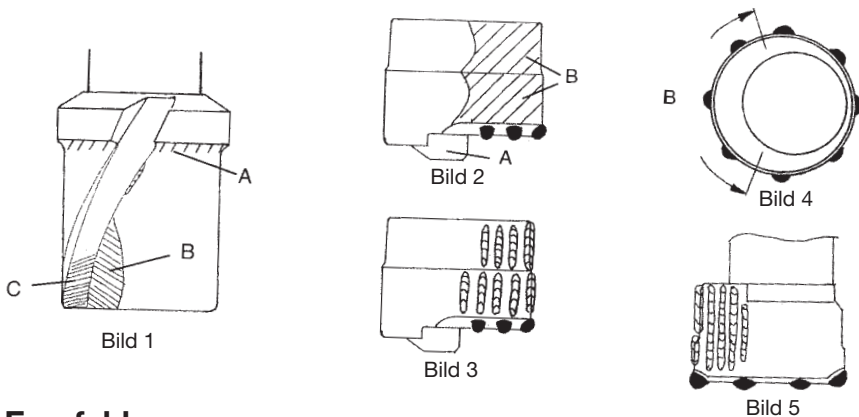
**OK 84.80, OK 84.84**

**OK Tubrodur 14.70**

**OK Tubrodur 15.80**

**OK Tubrodur 15.82**

# Erdbohrereinsätze



## Empfehlung

### Die Führung

Der Verschleiß findet normalerweise in den Bereichen in Bild 1 statt:

- im unteren Teil der „Schlagflanke“ (A)
- im unteren Teil der zylindrischen Oberfläche (B)
- im Transportkanal für das Erdreich (C)

Das Schweißen wird mit OK 83.28 durchgeführt.

### Die Räumahle

Verschleiß zeigt sich in den Bereichen von Bild 2:

- am Kopfanschlag (A)
- an Teilen der Zylinderaußenfläche (B)

Der Anschlag sollte repariert werden, wenn die Oberfläche etwa 4 mm tief verschliffen ist.

OK 83.28 wird zum Aufbau vor dem Hartbeschichten mit OK 84.84 benutzt.

OK 84.84 wird in der Fallnahtposition verschweißt. Falls möglich, ist die Räumahle in 45° Position zu bringen. Geschweißt wird in Strichraupen mit einem Abstand von etwa 2 mm voneinander. Sie dürfen sich nicht gegenseitig berühren, Bild 3.

### Die Führungskrone

Der Verschleiß findet in den in Bild 4 und 5 gezeigten Bereichen statt:

- in der Fuge zum Anschlagkopf (A)
- an den äußeren Teilen der Zylinderaußenfläche (B)

Die Fuge sollte repariert werden, wenn die Oberfläche etwa 4 mm tief verschliffen ist. Elektrode: OK 83.28. Die Oberfläche wird entsprechend der Räumahle repariert.

## Schweißzusätze

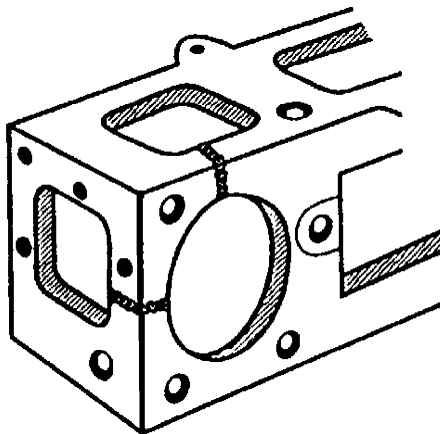
*Aufbau*

**OK 83.28**

*Hartbeschichten*

**OK 84.84**

# Motorblöcke – Gußeisen



## Empfehlung

Es wird kalt ohne Vorwärmung geschweißt.

- Kurze Nähte von höchstens 25 mm Länge schweißen, abhängig von der Dicke.
- Unmittelbar nach jeder Lage mit einem Hammer abhämmern.
- Den Schweißbereich nicht wärmer werden lassen, als mit bloßer Hand zu ertragen ist.
- Den Bereich mit Druckluft kühlen.
- Den kleinsten Elektrodendurchmesser bei geringster Stromstärke benutzen.
- Schweißen in Richtung der Kanten und von dünnem zu dickerem Material.
- Strichraupen ohne Pendelung verwenden.

Löcher an den Rißenden bohren, um den Rißfortschritt zu stoppen.

Eine U-Vorbereitung ist vorteilhaft und wird durch Ausfugen des Risses mit OK 21.03 erreicht.

Das Ausfugen mit OK 21.03 ist ausgesprochen vorteilhaft, weil Öl und Graphit von der Nahtflanke entfernt werden.

Falls möglich ist der Block so zu positionieren, daß in Wannelage geschweißt werden kann.

## Schweißzusätze

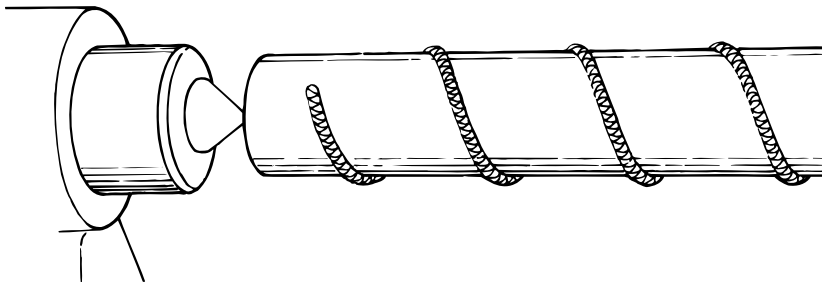
*Ausfugen*

**OK 21.03**

*Rißreparatur*

**OK 92.18**

**OK 92.60**



## Empfehlung

Die Oberfläche ist vor dem Schweißen sorgfältig zu reinigen. Die in einer Drehvorrichtung eingespannte Extruderschnecke sollte auf 100–200°C vorgewärmt werden, wenn sie dicker als 10 mm ist. Das Schweißen kann mit OK 93.06 (Kobalt-Basis), OK Tubrodur 15.86 oder OK 92.35 (Ni-Basis) ausgeführt werden.

Dann in einer isolierenden Packung langsam abkühlen und auf Maß schleifen.

## Schweißzusätze

### OK 93.06, OK Tubrodur 15.86

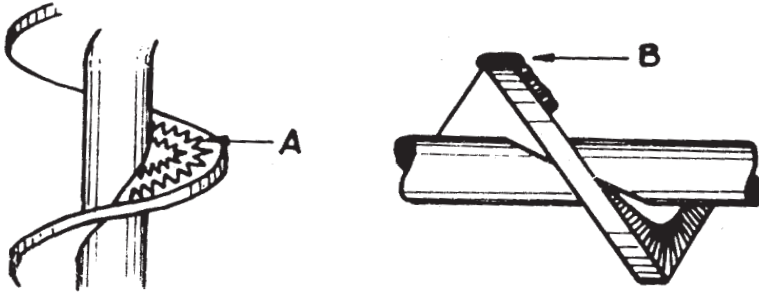
Ist im gesamten Temperaturbereich härter als OK 92.35, aber weniger widerstandsfähig gegenüber Temperaturschwankungen.

Bearbeitung: Zementierte Karbid-Werkzeuge

### OK 92.35

Ist weicher als OK 93.06, aber widerstandsfähiger gegenüber Temperaturschwankungen.

Bearbeitung: Gut



## Empfehlung

OK 84.84 wird in Strichraupen auf die Peripherie der Schnecke (B) aufgetragen.  
Für die Verdichterseite (A) werden OK 84.78 oder OK Tubrodur 14.70 empfohlen, hier aber mit Pendelraupen, um die gesamte Oberfläche abzudecken

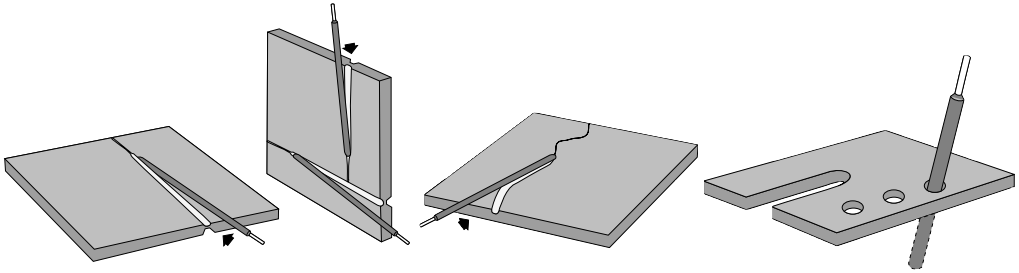
## Schweißzusätze

OK 84.84

OK 84.78

OK Tubrodur 14.70

# Ausfugen – Schneiden – Lochstechen



## Empfehlung

OK 21.03 ist eine Stabelektrode zum Ausfugen, Schneiden und für die Nahtvorbereitung bei Stahl, Gußeisen, Manganhartstahl und Nichteisenmetallen wie Aluminium- und Kupferlegierungen.

Die Elektrode wird mit gewöhnlichen Transformatoren oder Gleichrichtern eingesetzt. Es sind weder Druckluft, Gase oder besondere Elektrodenzangen erforderlich. Die empfohlenen Stromstärken finden sich auf der Verpackung.

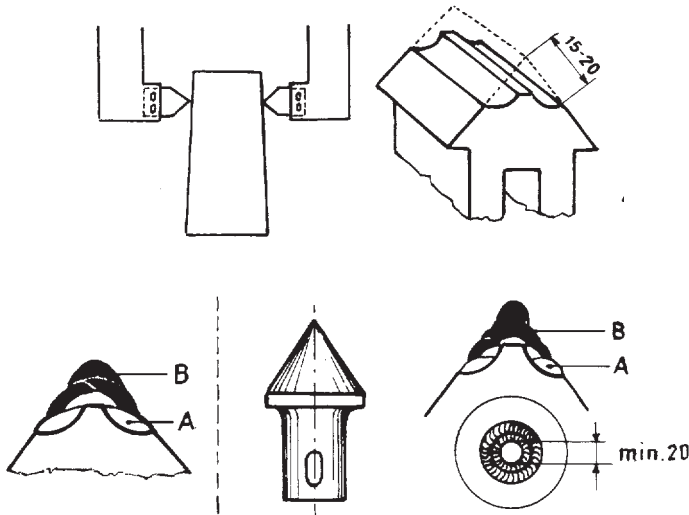
Es stellt sich ein sehr sauberer Schnitt ein, der vor dem Schweißen nicht oder nur sehr wenig gereinigt werden muß.

Der Lichtbogen wird in der gleichen Weise wie bei Stabelektroden gezündet, danach wird die Elektrode aber unter einem geringen Winkel ( $5-15^\circ$ ) stechend geführt, vergleichbar mit einer Sägebewegung. Für tiefe Schnitte wird der Vorgang wiederholt.

OK 21.03 ist für alle Positionen sowie für Gleich- und Wechselstrom geeignet.

## Ausnutelektrode

OK 21.03



## Empfehlung

Eine Fuge ist wie im Bild dargestellt vorzubereiten. Niedrig legierter Stahl benötigt eine Vorwärmtemperatur von 150–200°C.

Eine Pufferschicht (A) wird mit OK 93.07 geschweißt.

Das Hartbeschichten (B) geschieht mit OK 93.06. Wenn ein höherer Aufbau erforderlich ist, kann OK 93.07 als Zwischenlage aufgetragen werden.

## Schweißzusätze

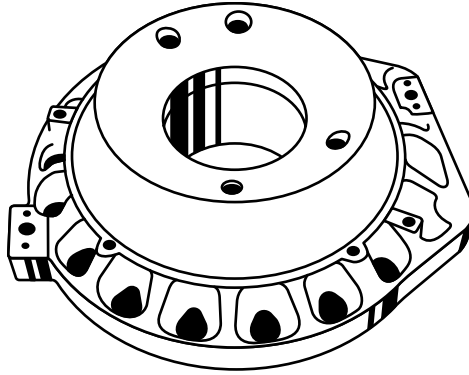
*Pufferlage*

**OK 93.07**

*Hartbeschichten*

**OK 93.06**

**OK Tubrodur 15.86**



## Empfehlung

Die Gußhaut oder Sandeinschlüsse sind mit OK 21.03 zu entfernen.

Vor dem Schweißen alle scharfen Kanten abrunden.

Schweißen mit OK 92.18. Für kleine Löcher sind Elektroden mit einem Durchmesser von 2.5 oder 3.2 mm vorzuziehen.

Scheißen in Richtung Außenkanten, Pendeln vermeiden! Immer nur kurze Raupen legen. Wenn immer möglich die Schweißraupe direkt nach dem Schweißen abhämmern.

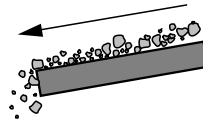
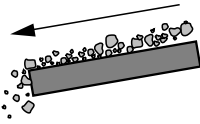
## Schweißzusätze

*Ausfugen*

**OK 21.03**

*Reparatur*

**OK 92.18**



## Empfehlung

Normalerweise werden Hämmer zum Zerkleinern und Zermahlen aus Manganhartstahl, manchmal auch aus Stahlguß hergestellt. Um ihre Standzeiten zu verbessern, sollten neue Hämmer vor ihrem Einsatz hartbeschichtet werden.

Verschlossene Hämmer müssen oft erst wieder aufgebaut werden, bevor sie zum Hartbeschichten geeignet sind. Solche Aufbaulegierungen sind OK 83.28 für Stahlguß und OK 67.43 oder OK 68.81 für Manganhartstahl. Für das halbautomatische Schweißen kann OK Tubrodur 15.40 bei Stahlguß und OK Tubrodur 14.71 bei Manganhartstahl benutzt werden.

Bei starker Schlagbeanspruchung zeigt das zähe Schweißgut von OK 84.58 oder OK Tubrodur 15.52 die beste Widerstandsfähigkeit. Zum Pulverisieren des Brechgutes ist das sehr harte Schweißgut der OK 84.78 oder von OK Tubrodur 14.70 bestens geeignet.

Um das Schweißbad zu halten und so die richtige Formgebung zu erreichen, können Ecken und Kanten mit Hilfe von Kupferblechen abgestützt werden.

## Schweißzusätze

*Aufbau – Stahlguß*

**OK 83.28**

**OK Tubrodur 15.40**

*Aufbau – Manganhartstahl*

**OK 67.43**

**OK Tubrodur 14.71**

*Hartbeschichten*

*Abrasiver Verschleiß*

**OK 84.78**

**OK Tubrodur 14.70**

**OK Tubrodur 15.82**

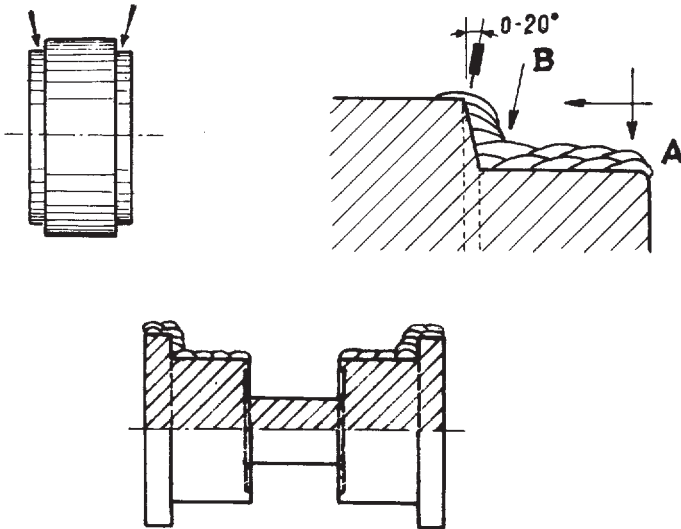
*Abrasion + Schlag*

**OK 84.58**

**OK Tubrodur 15.50**

**OK Tubrodur 15.52**

**OK Tubrodur 15.81**



## Empfehlung

Um diese Bauteile instanzzusetzen, sollten vorzugsweise der UP- oder der Fülldraht-prozeß eingesetzt werden.

Zuerst werden 1 bis 3 Lagen aufgebracht (A), gefolgt von Lage (B), wie im Bild gezeigt.

Beim Einsatz von Fülldraht können die Lagen breit gependelt werden.

Kommen Stabelektroden zur Anwendung, kann diagonal geschweißt werden.

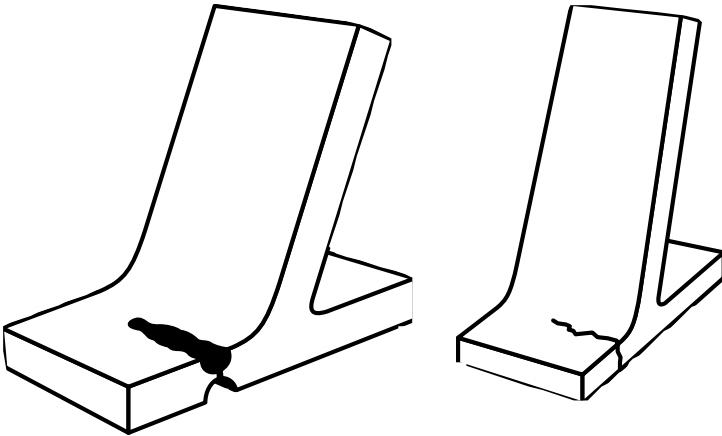
## Schweißzusätze

OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71

OK Tubrodur 15.40/CO<sub>2</sub>

OK Tubrodur 15.39/Ar+CO<sub>2</sub>

OK 83.28



## Empfehlung

Risse durch Ausfugen mit OK 21.03 beseitigen.

Eine U- oder Doppel-U-Fuge vorbereiten.

Wenn möglich sollte durch ein Bohrloch an beiden Enden eines Risses ein Rißfortschritt verhindert werden.

Für höchste Festigkeit dienen OK 92.60 oder OK Tubrodur 15.66. Es sind kurze Raupen mit 2.5 oder 3.2 mm Elektroden zu schweißen. Es wird empfohlen, jede Raupe unmittelbar nach dem Schweißen abzuhämmern, um in den benachbarten Nahtbereichen ein Reißen aufgrund der Schrumpfung der Schweißnaht beim Abkühlen zu verhindern.

## Schweißzusätze

*Ausfugen*

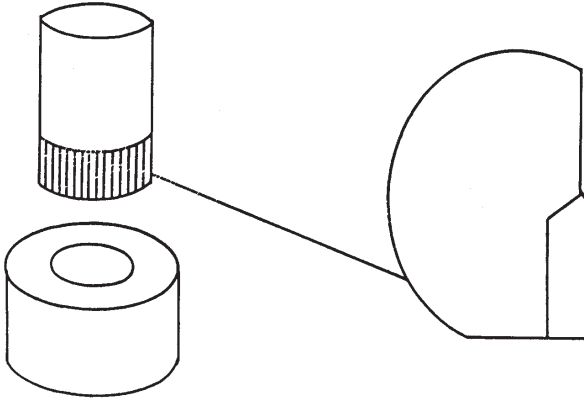
**OK 21.03**

*Rißreparatur*

**OK 92.60**

**OK Tubrodur 15.66**

# Metallische Stempelwerkzeuge aus niedriglegiertem Stahl



## Empfehlung

Vertiefungen mit gerundeten Kanten in ausreichender Länge plus genügend Toleranzlänge anarbeiten.

Vor dem Vorwärmen und Schweißen alle Kanten abrunden.

Abhängig von der Größe des Werkzeugs auf 150–200°C vorwärmen und eine Pufferlage mit OK 68.82 schweißen, um Schweißbeigenspannungen aufzufangen.

Abhängig von der Höhe des Nahtaufbaus, 2 bis 3 Lagen mit der Kaltarbeitsstahlelektrode OK 85.65 schweißen. Das Schweißgut von OK 85.65 erreicht etwa 60 HRC.

Langsam in zugluftfreier Umgebung abkühlen und mittels Schleifen auf exakte Endmaße bearbeiten.

## Schweißzusätze

**OK 85.65**



## Empfehlung

Beschädigte Kanten schleifen und Bauteil auf 350–500°C, abhängig von der Größe, vorwärmen. Falls möglich in einer Lage mit OK 68.82 schweißen und abhämmern, solange das Werkzeug noch warm ist.

Kurze Strichraupen aus OK 85.65 absetzen und noch in der Rotglut abhämmern. Auf ein Übermaß aufbauen, um nachher auf Maß schleifen zu können. Während des Schweißens darf die Vorwärmtemperatur nicht unterschritten werden, gefolgt von langsamen Abkühlen in wärmeisolierender Packung.

Bearbeitbarkeit: nur Schleifen

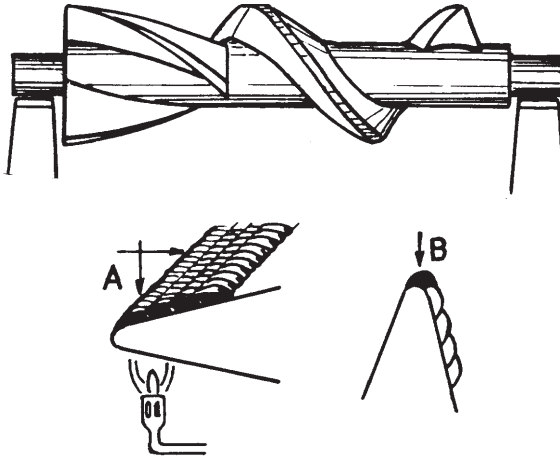
## Schweißzusätze

*Pufferlage*

**OK 68.82**

*Hartbeschichten*

**OK 85.65**



## Empfehlung

Beim Schweißen und Vorwärmen sollte ein Manipulator benutzt werden.

Den Flankenbereich (A) mit einer Lage hartbeschichten. Die Spitze der Kante (B) wird dann mit einer oder zwei Lagen geschweißt. Der Wellenschaft wird in Längstechnik geschweißt. Die Kanten werden dann leicht auf ihr gewünschtes Profil beschliffen.

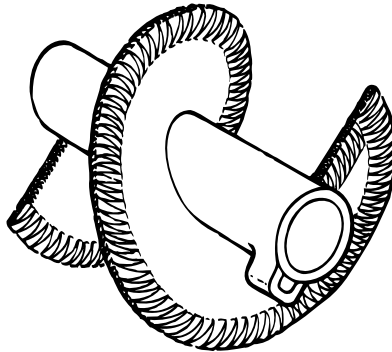
Abhängig von der erforderlichen Härte können OK 93.06 oder OK 93.01 eingesetzt werden.

## Schweißzusätze

**OK 93.06** ca. 42 HRC

**OK 93.01** ca. 55 HRC

**OK Tubrodur 15.86** ca. 40 HRC



## Empfehlung

Vor dem Schweißen sind defekte Werkstoffbereiche mit OK 21.03 auszufugen oder auszus Schleifen. Die Arbeitskanten werden mit OK 83.65, OK 84.78 oder mit den Fülldrähten OK Tubrodur 14.70 oder OK Tubrodur 15.52 aufgetragen.

Zwei, maximal drei Lagen sollten für einen bestmöglichen Schutz gegen Abrasion aufgebracht werden.

Ecken und Kanten können mit Kupferblechen, um das Schmelzbad abzustützen, geformt werden.

Das Schweißgut kann nur durch Schleifen bearbeitet werden.

Stark verschlissene Schnecken können vor dem Hartbeschichten mit OK 83.28 aufgebaut werden.

Um den Verschleiß zu vermindern, sollte die Schweißrichtung gleich zur Richtung des Materialflusses gewählt werden.

## Schweißzusätze

*Ausfugen*

**OK 21.03**

*Aufbau*

**OK 83.28, OK 83.29**

*Hartbeschichten*

*schwere Abrasion*

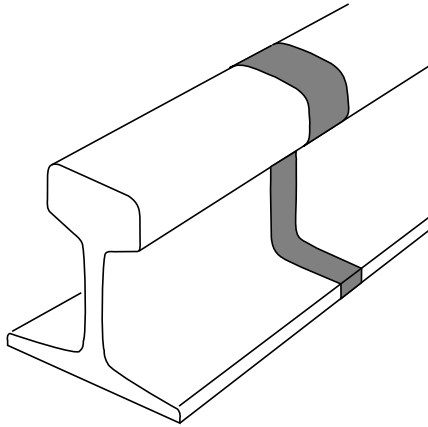
**OK 84.78**

**OK Tubrodur 14.70**

*mittlere Abrasion*

**OK 83.65**

**OK Tubrodur 15.52**



## Empfehlung

Schienen der Klassen 700 und 900A sind auf 350 und 400°C vorzuwärmen.

Als Badabstützung für die Wurzel ist OK Backing 21.21 einzusetzen.

Der Fuß wird mit OK 74.78 in Strichraupentechnik geschweißt.

Dann werden Kupferschuhe montiert, um den Steg und den Kopf mit derselben Elektrode zu schweißen. Schließlich wird die obere Lage mit OK 83.28 mit Pendelraupen fertig gestellt.

Grob beschleifen, solange die Stelle noch heiß ist. Dann langsam abkühlen lassen, dabei die Umgebung mit z.B. Mineralwolle abdecken. Nach der Abkühlung kann die endgültige Profilgebung vorgenommen werden.

## Schweißzusätze

*Badsicherung*

**OK Backing 21.21**

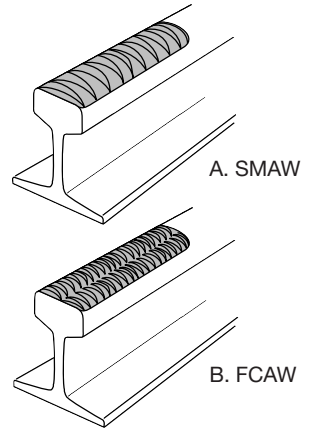
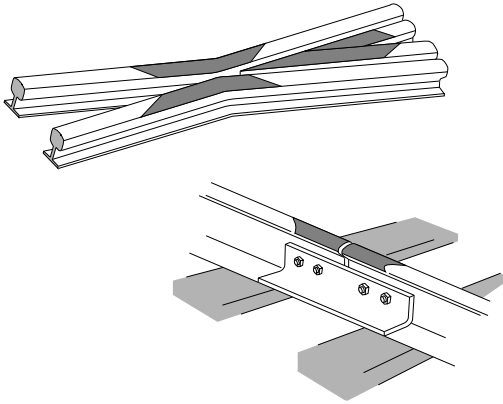
*Fügen*

**OK 74.78 oder OK 48.30**

*Hartbeschichten*

**OK 83.28**

# Schienen – Schienenreparatur – Oberflächenbeschichten



## Empfehlung

### Schienen aus hochgekohtem Stahl

Schientyp	700 A	Vorwärmung	350°C
	900 A		400°C
	1100 A		450°C

### Schienenenden, ebene Schienendefekte und Kreuzungen

Es werden Strich- und Pendelraupentechniken angewandt. Für Pendelraupen zeigen die Bilder A und B das Pendelmuster für verschiedene Schweißprozesse.

Manchmal ist es ratsam, eine Unterstütlungslage entlang des Randes der Schiene zu legen, bevor der Kopf aufgebaut wird.

Fülldrähte sind für das mechanisierte Schweißen ausgesprochen vorteilhaft.

## Schweißzusätze

**OK 83.27** oder **OK Tubrodur 15.43** ca. 35HRC

**OK 83.28** oder **OK Tubrodur 15.41** ca. 30HRC

### Austentische Mangantypen

So kalt wie möglich in Strichraupentechnik schweißen.

Falls mehr als drei Lagen benötigt werden, sollte der Aufbau unter der Endlage mit einem zähen, rostfreien Werkstoff durchgeführt werden, z.B. OK 67.43 oder OK Tubrodur 14.71.

## Schweißzusätze

*Aufbau*

**OK 67.43**

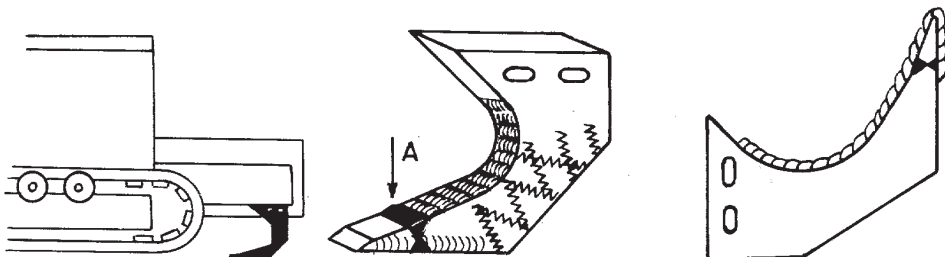
**OK Tubrodur 14.71**

*Hartbeschichten*

**OK 86.28**

**OK Tubrodur 15.65**

# Reißzähne für Asphaltdecken



## Empfehlung

Verschlissene Spitzen können durch neue ersetzt werden. OK 67.43 oder OK 68.82 werden zum Fügen benutzt. Die gesamte Innenseite der Spitze wird mit OK 84.78, OK 84.84, OK Tubrodur 14.70 oder OK Tubrodur 15.80 hartbeschichtet. Auf die Zahnflanken wird ein schützendes Karomuster aufgeschweißt.

## Schweißzusätze

*Fügen*

**OK 67.43**

**OK 68.82**

*Hartbeschichten*

*Schwere Abrasion*

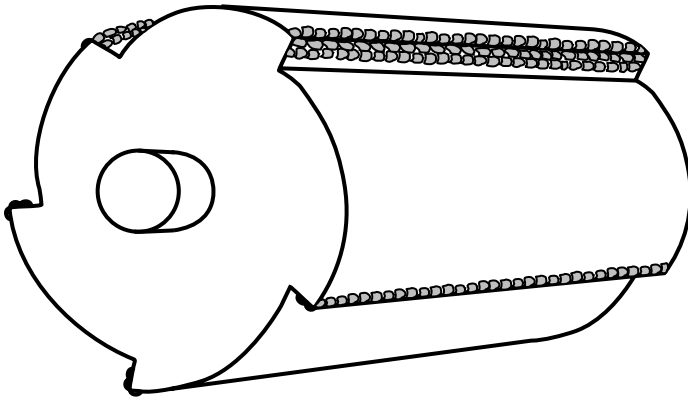
**OK 84.78**

**OK Tubrodur 14.70**

*Schwere Abrasion + Schlag*

**OK 84.84**

**OK Tubrodur 15.80**



## Empfehlung

Die Walze oder die austauschbaren Brecherstangen werden aus Manganhartstahl (unmagnetisch) hergestellt. Wie bei allen Manganhartstählen muß eine Überhitzung des Werkstoffes beim Schweißen vermieden werden.

Vor dem Schweißen muß die Oberfläche gesäubert und auf Risse untersucht werden. Risse sollten mit OK 21.03 ausgefugt und mit OK 67.43 oder OK Tubrodur 14.71 reparaturgeschweißt werden.

OK 86.28 wird für das manuelle, OK Tubrodur 15.60 für das halbautomatische Beschichten eingesetzt.

## Schweißzusätze

*Ausfugen*

**OK 21.03**

*Rißreparatur*

**OK 67.43**

**OK Autrod 16.95**

**OK Tubrodur 14.71**

*Beschichten*

**OK 86.28**

**OK Tubrodur 15.60**



## Empfehlung

Normalerweise werden diese Messer aus niedrig legiertem, härtbarem Stahl hergestellt. Mit OK 67.43 oder OK 67.52 kann ohne Vorwärmung geschweißt werden. Nur beim Schweißen dickerer Bleche kann eine Vorwärmung erforderlich werden. Die Schweißnaht ist sehr zäh und kann ein hohes Maß an Schweißbeigenspannungen verkraften. Falls höhere Festigkeiten erforderlich sind, stellt OK 68.82 eine Alternative hierfür dar.

## Schweißzusätze

**OK 67.43, OK 67.52**

**OK Tubrodur 14.71**

**OK 68.82**

## Empfehlung

### Wiederaufbau

Die Bauteile sind gründlich zu reinigen, um sie auf Beschädigungen und Risse prüfen zu können. Fehlerhafte Bereiche sind durch Schleifen oder Ausfugen zu entfernen. Ist ein Bearbeiten dann noch erforderlich, sollte bis etwa 5 mm unterhalb des Nennmaßes abgearbeitet werden.

Werden niedrig legierte Elektroden wie OK 83.28, OK 74.78 oder OK Tubrodur 15.40 eingesetzt, kann für große Durchmesser und für Wellen eine Vorwärmung erforderlich werden, wenn die Bauteile aus hochgeköhlten oder legierten Werkstoffen bestehen.

Ceq>0,45–0,6: etwa 200°C

Ceq>0,6: etwa 350°C

Empfohlene Vorwärmtemperaturen für verschiedene Werkstoffe und Dicken sind in der Tabelle auf Seite 7 aufgelistet.

OK 68.82, OK 67.43 und OK Tubrodur 14.71 können ohne Vorwärmung eingesetzt werden, abhängig vom Durchmesser der Welle.

Um den Verzug klein zu halten, wird das Schweißgut gemäß der Zeichnung verteilt aufgetragen. Nach dem Schweißen muß langsam abgekühlt werden.

Für halb- oder vollautomatische Schweißprozesse sollten Drehvorrichtungen benutzt werden, um ein kontinuierliches Schweißen auf dem Umfang mit OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71 zu ermöglichen.

Gebrochene Wellen können mit OK 74.78 oder OK 68.82 repariert werden. Für das Vorwärmen gelten die selben Regeln wie für das Wiederaufbauen. Wo immer möglich, sollte eine U-Naht vorbereitet werden.

## Schweißzusätze

### Beschichten mit Vorwärmung

**OK 83.28, OK 83.29**

**OK Tubrodur 15.40**

**OK Autrod 13.89**

**OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71**

### Beschichten ohne Vorwärmung

**OK 68.82**

**OK Autrod 16.75**

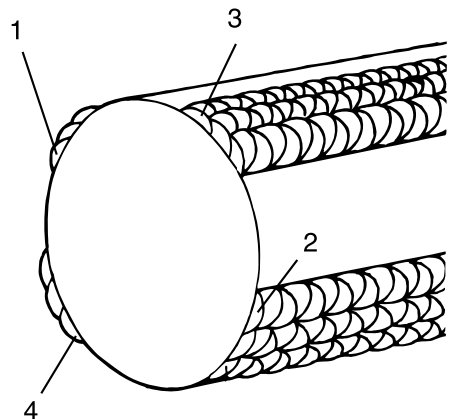
**OK 67.43, OK 67.52**

**OK Tubrodur 14.71**

### Fügen

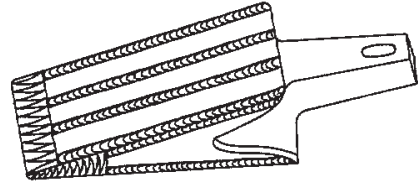
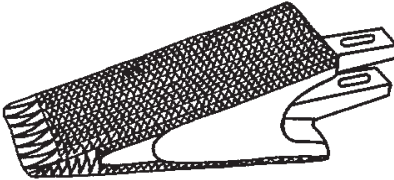
**OK 74.78** Vorwärmung

**OK 68.82** Vorwärmen nicht erforderlich



# Baggerzähne

## Verschleißtyp: Schlag



### Empfehlung

Baggerzähne, die vorwiegend schlagender Beanspruchung ausgesetzt sind, bestehen oft aus austenitischem Manganhartstahl. Dieser Werkstoff muß so kalt wie möglich geschweißt werden. Zum Aufbauen werden OK 86.08 oder OK Tubrodur 15.60 verwendet. Neue oder instandgesetzte Zähne können mit OK 84.58, OK Tubrodur 15.52, OK 84.78 oder OK Tubrodur 14.70 beschichtet werden.

Zähne im groben, steinigen Einsatz sind so aufzutragen, daß Strichraupen parallel zu der Richtung, in der der Zahn bewegt wird, aufgeschweißt werden, siehe Bild. Große Felsbrocken oder ähnliches rutschen dann auf der Raupenoberfläche ab, ohne mit dem Grundwerkstoff in Berührung zu kommen.

### Schweißzusätze

*Aufbau*

**OK 86.08**

**OK Tubrodur 15.60**

*Hartbeschichten*

*Abrasion + Schlag*

**OK 84.58**

**OK Tubrodur 15.52**

*Schwere Abrasion*

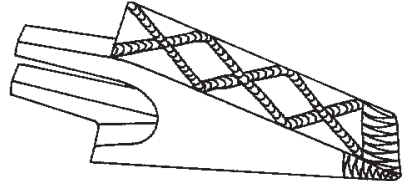
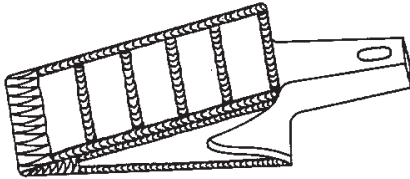
**OK 84.78**

**OK Tubrodur 14.70**

# Baggerzähne

Verschleißtyp: Abrasion – Sanderosion

ESAB



## Empfehlung

Zähne, die in abrasiver Umgebung eingesetzt werden, z.B. in feinkörnigen Böden, sind oft aus niedriglegiertem, härtbarem Stahl hergestellt. Es kommt aber auch Manganhartstahl zum Einsatz, der in einem Muster wie im Bild oben aufgetragen wird. Niedrig legierte Zähne werden auf etwa 200°C vorgewärmt. Manganhartstähle werden kalt geschweißt. Das Auftragsmuster und der Abstand der Raupen zueinander besitzen einen großen Einfluß auf die Verschleißigenschaften.

Die meisten Erdbewegungsmaschinen werden in Umgebungen eingesetzt, bei denen eine Mischung aus grobem und feinem Abrasivmaterial mit der Werkstoffoberfläche in Berührung kommt. Grundsätzlich wird hier ein Karo- oder Waffelmuster aufgeschweißt.

## Schweißzusätze

*Aufbau (niedriglegierter Stahl)*

**OK 83.28**

**OK Tubrodur 15.40**

*Aufbau (Manganhartstahl)*

**OK 86.28**

**OK Tubrodur 15.60**

*Hartbeschichten*

*Abrasion + Schlag*

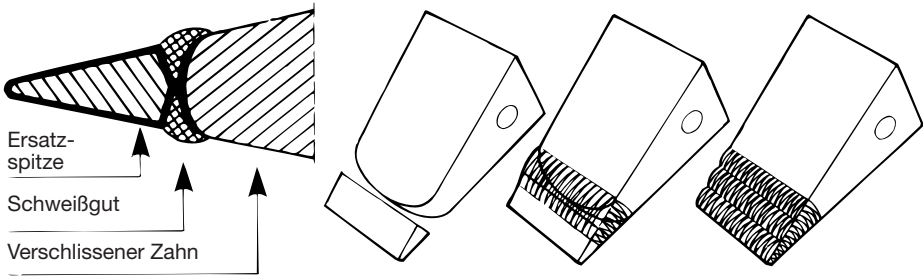
**OK 84.58**

**OK Tubrodur 15.52**

*Schwere Abrasion*

**OK 84.78**

**OK Tubrodur 14.70**



## Empfehlung

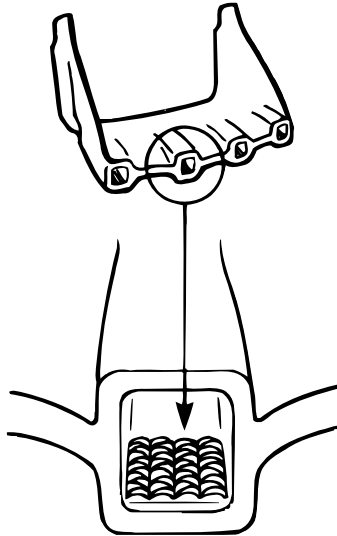
Ersatzspitzen oder -lippen bestehen normalerweise aus Manganhartstahl, können aber auch aus härtbarem Stahl gefertigt sein. In beiden Fällen wird das Anschweißen mit überlegierten, rostfreien Schweißzusätzen durchgeführt.

Für eventuelles Hartbeschichten siehe vorige zwei Kapitel.

## Schweißzusätze

OK 67.43, OK 67.52

OK Tubrodur 14.71



## Empfehlung

Diese Halter werden üblicherweise aus niedrig legiertem, härtbarem Stahl gefertigt. Der Halter wird an die Baggerlippe mit OK 48.30 angeschweißt, und das unter einer Vorwärmung von 150–200°C. OK 67.52 und OK 68.82 können ohne Vorwärmung verschweißt werden.

Die Aufnahmen können mit OK 83.28 oder OK Tubrodur 15.40 aufgebaut und verschleißgeschützt werden. Für eine höhere Härte werden OK 83.50 oder OK Tubrodur 15.52 benutzt.

Falls die Baggerlippe aus nichtmagnetischem Stahl (Manganhartstahl) besteht, werden die Aufnahmen ohne Vorwärmung mit OK 67.43, OK 67.52 oder OK 68.82 geschweißt.

## Schweißzusätze

*Fügen*

**OK 48.30**

**OK 67.43, OK 67.52**

**OK 68.82**

*Beschichten*

**30–35HRC**

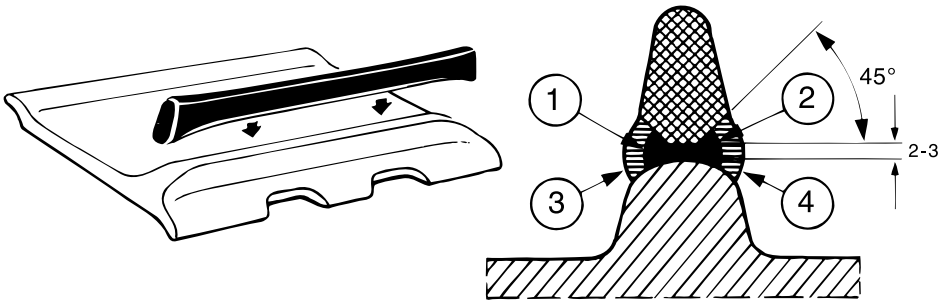
**OK 83.28**

**OK Tubrodur 15.40**

**55–60HRC**

**OK 83.50**

**OK Tubrodur 15.52**



## Empfehlung

Die Reparatur von Raupenkettengliedern geschieht durch Anschweißen von Schweißprofilen (Stäben) auf das verschlissene Glied.

Das Raupenglied ist zu reinigen. Danach wird der Stab an das Raupenglied geschweißt, wobei ein Spalt von 2–3 mm zu lassen ist. Die Schweißfolge entspricht dem Bild, beginnend in der Mitte in Richtung der Kanten.

Besteht das Raupenglied aus Manganhartstahl, wird trotzdem dieselbe Vorgehensweise angewandt.

Wenn ein verschlissenes Profil nur durch Hartbeschichten repariert werden soll, sind Kupferformschuhe einzusetzen, um das richtige Profil geben zu können.

## Schweißzusätze

*Fügen*

**OK 68.82**

**OK Autrod 16.75**

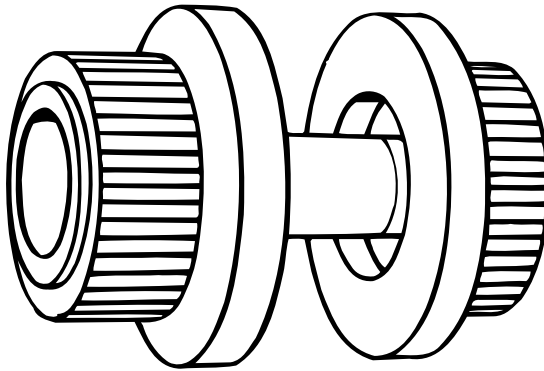
*Hartbeschichten*

**OK Tubrodur 15.40**

**OK 83.50**

**OK 84.58**

**OK Tubrodur 15.52**



## Empfehlung

Ein Wiederaufbau sollte vorzugsweise mit automatischen Rundnahtsystemen stattfinden, wobei die Rollen in einer Drehvorrichtung positioniert sind.

Das manuelle oder halbautomatische Schweißen wird mit längsgerichteten Strichraupen ausgeführt.

Sollte OK Tubrod 15.40 benutzt werden, ist nur noch ein minimales Bearbeiten notwendig, weil die Oberfläche bereits im Schweißzustand verhältnismäßig glatt ist. Das Schweißen kann auch mit dem UP-Verfahren mit gleichem Draht und OK Flux 10.71 ausgeführt werden.

Jedes der angesprochenen Schweißgute ist bearbeitbar.

## Schweißzusätze

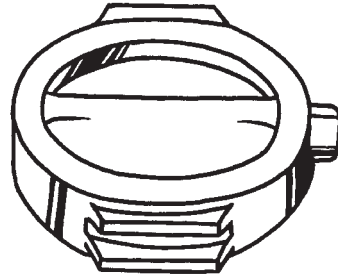
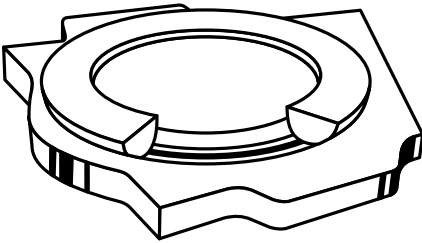
**OK 83.28**

**OK 83.29**

**OK Tubrodur 15.39**

**OK Tubrodur 15.40**

**OK Tubrodur 15.40/OK Flux 10.71**



## Empfehlung

Ventilsitze werden aus Guß oder geschmiedetem Stahl hergestellt. Abhängig von der Größe und der Zusammensetzung sollten sie zwischen 100 und 200°C vorgewärmt werden.

Um die bestmögliche Korrosions- und Verschleißbeständigkeit zu erreichen, sind zwei oder drei Lagen zu schweißen.

Es muß sehr langsam abgekühlt werden. Obwohl die Schweißraupen sehr zäh und verschleißfest sind, können sie mittels Schleifen bearbeitet werden.

Die Kobalt-Basis Legierung der OK 93.06 wird für den Einsatz bei Temperaturen oberhalb 500°C benutzt.

Für Temperaturen unterhalb 500°C empfiehlt sich der hochchromhaltige Typ OK 84.42.

Für Ventilschieber aus Bronze wird OK 94.25 eingesetzt.

## Schweißzusätze

**OK 93.06** 40–45 HRC

**OK 84.42** 44–49 HRC

**OK 94.25**

**OK Tubrodur 15.86**



Reparatur von Erdbohrinsätzen: OK 83.28 für den Aufbau, OK 84.84 für das Hartbeschichten



Vor der Reparatur



Nach der Reparatur

# Schienenreparatur



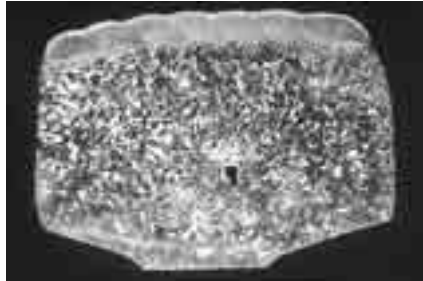
Schienenschweißen mit Kokillen:  
OK 74.78, OK 48.30



Straßenbahnschienenreparatur:  
OK 67.52, OK 67.43



Radreparatur: OK Tubrodur 15.43



Manganstahlschiene:  
OK Tubrodur 15.65



Kohlenstoff-Manganschiene:  
OK Tubrodur 15.43



Automatisiertes Schweißen:  
Railtrac BV und OK Tubrodur 15.43



# Tabelle 1 Schweißzusätze für Gußeisen

Produkt	Klassifizierung	Anwendungen	typische Schweißgutzusammensetzung %	typische Schweißguteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>					
<b>OK 91.58</b> basisch =+/-	DIN 8573 E Fe-B2	für die unkritische Gußreparatur oder Oberflächenfehler, ohne daß ein Bearbeiten nötig ist	C 0,07 Si 0,5 Mn 1,0	<b>Härte</b> u: 50 HRC R <sub>m</sub> =540MPa A=25% <b>Bearbeitbarkeit</b> keine	2,5 3,2 4,0
<b>OK 92.18</b> basisch =+/-	AWS A 5.15 ENi-CI DIN 8573 ENi-BG11	für die Reparatur von Gußeisen-Bauteilen wie Risse in Motorblöcken, Pumpen- und Getriebegehäusen, Rahmen sowie Gießfehler	C 1,0 Fe 4,0 Ni 94,0	<b>Härte</b> u: 130–170 HB R <sub>m</sub> =300MPa A=12% <b>Bearbeitbarkeit</b> gut	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 92.58</b> basisch =+-	AWS A 5.15 ENiFe-CI DIN 8573 ENiFe-1- BG11	Fügen und Aufbau von Gußeisenteilen und Gußeisen an Stahl. Reparatur von Pumpengehäusen, Schwermaschinenbauteilen, Getriebezähne, Flansche und Seilrollen. Kann für Temperguß und legierte Gußeisen eingesetzt werden. OK 92.60 ist höher strombelastbar	C 1,7 Fe 46,0 Cu 50,0	<b>Härte</b> u: 160–200 HB R <sub>m</sub> =375MPa A=12% <b>Bearbeitbarkeit</b> gut	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 92.60</b> basisch =+/-	AWS A 5.15 ENiFe-CI-A DIN 8573 ENiFe-1- BG11	Fügen und Aufbau von Gußeisenteilen und Gußeisen an Stahl. Reparatur von Pumpengehäusen, Schwermaschinenbauteilen, Getriebezähne, Flansche und Seilrollen. Kann für Temperguß und legierte Gußeisen eingesetzt werden. OK 92.60 ist höher strombelastbar	C 1,7 Fe 46,0 Ni 50,0	<b>Härte</b> u: 190–240 HB R <sub>m</sub> =540MPa A=12% <b>Bearbeitbarkeit</b> gut	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 92.78</b> basisch =+/-	DIN 8573 E NiCu- BG31	Nickel-Kupfer Typ zum Schweißen und Reparieren von Grauguß, Temperguß, Stahlguß. Zeigt hervorragende Farbechtheit.	C 0,7 Fe 3,0 Cu 32,0 Ni bal.	<b>Härte</b> u: 140–160 HB R <sub>m</sub> =350MPa A=12% <b>Bearbeitbarkeit</b> gut	2,5 3,2 4,0
<b>MAG-F</b>					
<b>OK Tubrodrudr 15.66</b> =+ Schutzgas: Ar/2% O <sub>2</sub>	AWS A5.15 E NiFe-CI	Fülldraht zum Aufbau und Fügen von Gußeisenbauteilen, auch Gußeisen an Stahl. Reparatur von Pumpen, Schwermaschinenkomponenten usw.	C 1,1 Fe Rest Ni 50,0	R <sub>m</sub> =500MPa A=12% <b>Bearbeitbarkeit</b> gut	1,2

u = unbehandelt, reines Schweißgut

**Tabelle 2 Schweißzusätze für Pufferlagen, schwer schweißbare Stähle und Schwarz-Weiß-Verbindungen**

Produkt	Klassifizierung	Anwendungen	Typ / Eigenschaften	Ø mm
<b>E</b>				
<b>OK 67.42</b> rutil =+/~	DIN 8555 E 8-UM-200 CKZ AWS 5.4 (E307-26)		C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 u: 200 HB kv: 400 HB R <sub>m</sub> =600 MPa A=45%	2,5 3,2 4,0 5,0 6,0
<b>OK 67.43</b> basisch =+	DIN 8555 E 8-UM-200-CKZ AWS 5.4 (E307-15)	zum Fügen von Mangan- hartstählen oder härtbaren Stählen und für Pufferlagen vor dem Hartbeschichten. Extrem zähe und verkräftet Spannungen	C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 u: 200 HB kv: 400 HB R <sub>m</sub> =600 MPa A=40%	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 67.52</b> basisch =+	DIN 8555 E 8-UM-200-CKZ AWS 5.4 (E307-26)	OK 67.42 und OK 67.52 sind Hochleistungselektroden	C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=9 u: 200 HB kv: 400 HB R <sub>m</sub> =630 MPa A=45%	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 68.81</b> rutil =+/~	DIN 8555 E9-UM-200-CTZ AWS E 312-17		C=0,1 Cr=29 Ni=10 u: 230 HB kv: 450 HB R <sub>m</sub> =790 MPa A=25%	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 68.82</b> rutil =+/~	DIN 8555 E9-UM-200-CTZ	hochfeste Elektrode zum Schweißen von hochgekohltem Stahl, Werkzeugstahl und Mischverbindungen (Schwarz-Weiß)	C=0,1 Cr=29 Ni=10 u: 240 HV kv: 450 HV	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 92.26</b> basisch =+/~	DIN 8555 E 22-UM-200 CKTZ DIN 1736i EL-NiCr 16 FeMn	Zum Fügen, Beschichten und für Pufferlagen auf großen und dickwandigen Bauteilen aus schwer schweißbarem Stahl. Auch für das Fügen von Nickel und Nickellegierungen. Typische Anwendung: Gleitbänder für Brennöfen der Zementindustrie	C≤0,1 Mn=8 Cr=16 Nb=2 Ni-Basis R <sub>m</sub> =640 MPa A=40%	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>MAG-F</b>				
<b>OK Tubrodrur</b> <b>14.71</b> rutil selbstschützend	DIN 8555 MF8-200-CK NPZ	hochlegierter Fülldraht zum Beschichten und Fügen von 14% Manganstahl oder härtbaren Stählen und für Pufferlagen vor dem Hartbeschichten	C=0.1 Mn=6 Cr=18 Ni=8 u: 200HB kv: 400HB R <sub>m</sub> =640 MPa A=35%	1,6

u = unbehandelt  
kv = kaltverfestigt

**Tabelle 2 – Fortsetzung Schweißzusätze für Pufferlagen, schwer schweißbare Stähle und Schwarz-Weiß-Verbindungen**

Produkt	Klassifizierung	Anwendungen	Typ / Eigenschaften	Ø mm
<b>MAG</b>				
<b>OK Autrod 16.75</b>	DIN 8555 MSG9-200-CTZ	hochlegierter Massivdraht zum Schweißen von hochgekohtem Stahl, Werkzeugstahl und Mischverbindungen (Schwarz-Weiß)	C=0,1 Cr=29 Ni=9 u: 230 HB kv: 450 HB R <sub>m</sub> =770 MPa A=>20%	0,8 1,0 1,2 1,6
<b>OK Autrod 16.95</b>	DIN 8555 MSG8-GZ-200-CKNPZ	hochlegierter Massivdraht zum Schweißen und Beschichten von 14% Manganstahl und Mischverbindungen (Schwarz-Weiß)	C=0,1 Mn=6 Cr=18 Ni=10 u: 200 HB kv: 400 HB R <sub>m</sub> =640 MPa A=40%	0,8 1,0 1,2 1,6

u = unbehandelt  
kv = kaltverfestigt

### Tabelle 3 Stabelektroden, Typ Manganhartstahl

Produkt	Klassifizierung	Anwendungen	typische Schweißgutzusammensetzung %		typische Schweißguteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>						
<b>OK 86.08</b> basisch =+	DIN 8555 E 7-UM- 200-KP	Aufbau und Beschichtung von Bauteilen aus Manganhartstahl, die schwererem Schlag ausgesetzt sind, wie Klauen, Hämmer, Mäntel von Rotationsbrechern. Das Schweißgut zeigt starke Kaltverfestigungen. Zwischenlagentemperatur <200°C.	C 1,1 Mn 13,0		<b>Härte</b> u: 180–200 HB <b>Härte</b> kv: 44–48 HRC <b>Machinability</b> Grinding <b>Schlagwiderstand</b> hervorragend	3,2 4,0 5,0
<b>OK 86.20</b> rutil- basisch =+/-	DIN 8555 E 7-UM- 200-KP	wie OK 86.08, aber weniger kaltverfestigend. Der Abrasionswiderstand ist größer.	C 0,8 Mn 13,0 Cr 4,5 Ni 3,5		<b>Härte</b> u: 200–220 HB <b>Härte</b> kv: 37–41 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> hervorragend	3,2 4,0 5,0 6,0
<b>OK 86.28</b> rutil- basisch =+	AWS A5.13 EFeMn-A DIN 8555 E 7-UM- 200-KP	wie OK 86.20, aber rißbeständiger. Wird gern zum Beschichten von kritischen Schienenabschnitten benutzt, Hochleistungselektrode mit 160% Ausbringen.	C 0,8 Mn 14,0 Ni 3,5		<b>Härte</b> u: 160–180 HB <b>Härte</b> kv: 42–46 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> hervorragend	3,2 4,0 5,0
<b>OK 86.30</b> rutil- basisch =+/-	DIN 8555 E 7-UM- 200-KPR	wie OK 86.08, aber korrosionsbeständig. Geeignet zum Viellagenschweißen und zum Fügen von Manganhartstahl an Kohlenstoffstahl, Hochleistungen.	C 0,3 Mn 14,0 Cr 18,0 Ni 1,5		<b>Härte</b> u: 190–210 HB <b>Härte</b> kv: 40–44 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> Gut <b>Schlagwiderstand</b> hervorragend <b>Korrosionsbeständigkeit</b> sehr gut	3,2 4,0 5,0

u = unbehandelt  
kv = kaltverfestigt

### Tabelle 3 – Fortsetzung Fülldrähte, Typ Manganhartstahl

Produkt	Klassifizierung	Anwendungen	Schutzgas/ Pulver	typische Schweißgut zusammensetzung %		typische Schweiß- guteigenschaften	Ø mm
<b>MAG-F, UP-F</b>							
<b>OK Tubrodur 15.60</b> rutil =+	DIN 8555 MF 7- 200-KNP	beschichten 13%iger Mangan- hartstähle in der Bergbau- und Tunnelindustrie für maximalen Wider- stand gegen Schlag. Zwischenlagen- temperatur ≤200°C	selbst- schützend	C	0,9	<b>Härte</b> u: 200–250 HV kv: 400–500 HV <b>Bearbeitbarkeit</b> Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> hervorragend	1,6 2,4
<b>OK Tubrodur 15.65</b> rutil =+	DIN 8555 MF 8-200- GKNPR	zum Aufbau von niedriglegierten und 13%Mangan- hartstählen. Das Schweißgut ver- einigt hervor- ragend Schlag- und Abrasionsfestig- keitseigenschaften. Brecherklauen, Hämmer, Gleis- bremsschuhe, Asphaltzähne, und Verschleißplatten. Kann auch zum UP-Schweißen mit OK Flux 10.61 verwendet wer- den. Zwischen- lagentemperatur ≤200°C	selbst- schützend CO <sub>2</sub> OK Flux 10.61	C	0,3	<b>Härte</b> u: 200–250 HV kv: 400–500 HV <b>Bearbeitbarkeit</b> Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> hervorragend <b>Korrosions- beständigkeit</b> sehr gut	1,6 2,4 3,2

u = unbehandelt  
kv = kaltverfestigt

**Tabelle 4 Schweißzusätze für Werkzeugstähle,  
für Schnell- und Warmarbeitsstahl**

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	typische Schweißgut zusammen- setzung %	typische Schweiß- guteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>					
<b>OK 84.52</b> basisch =+	E 6-UM- 55-R	Reparatur verschlissener Gesenke aus ähnlichem Werkstoff. Herstellung von Werkzeugen aus Kohlenstoff- und legiertem Stahl für Extruderformen, Stanzwerkzeugen, Kaltschneide- und Kaltscherwerkzeugen.	C 0,25 Cr 13,0	<b>Härte</b> u: 50–56 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> sehr gut	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 85.58</b> basisch =+	E 3-UM- 50-TS	Reparatur von beschädigten oder verschlissenen Warm- arbeitsstempeln, Abkantformen und Schmiedegesenken.	C 0,35 Cr 1,8 W 8,0 Co 2,0 Nb 0,8	<b>Härte</b> u: 46–52 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> gut <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> sehr gut	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 85.65</b> basisch =+	E 4-UM- 60-ST	Reparatur von Hochgeschwin- digkeitswerkzeugen und zur Herstellung von Composite- Werkzeugen zum Schneiden, Lochstechen und Abscheren.	C 0,9 Cr 4,5 Mo 7,5 W 1,8 V 1,5	<b>Härte</b> u: 56–62 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> sehr gut	2,5 3,2 4,0
<b>OK 92.35</b> basisch =+	E 23-UM- 250-CKT	Für extremen Hochtemperatur- verschleiß, etwa Warm Schmiede- gesenke, Warmextruderformen, und Warmschermesser. Auch zum Schweißen von Nimonic- und Inconel-Legierungen.	C 0,1 Cr 16,0 Mo 17,0 Fe 6,0 W 4,0 Ni Basis	<b>Härte</b> u: 240–260 HV kv: 40–45 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> möglich <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> hervorragend <b>Korrosions- beständigkeit</b> sehr gut	2,5 3,2 4,0 5,0

u = unbehandelt  
kv = kaltverfestigt

Fortsetzung

**Tabelle 4 – Fortsetzung Schweißzusätze,  
für Schnell- und Warmarbeitsstahl**

Product	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	typische Schweißgut zusammen- setzung %	typische Schweiß- guteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>					
<b>OK 93.01</b> rutil =+/~	E 20- UM-55- CTZ AWS 5.13 ECoCr-C	Beschichtung von Gesenken, Ventilen, Glasschneidern, Brennerköpfe, usw. Hochleistungsselektrode, mit ca. 175% Ausbringen.	C 2,2 Cr 30 W 12,5 Fe 3,0 Co Basis	<b>Härte</b> u: 55HRC <b>Warmhärte</b> 600°C 800°C ~ 44 HRC ~ 34 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> hervorragend <b>Korrosionswiderstand</b> hervorragend	3,2 4,0 5,0
<b>OK 93.06</b> rutil =+/~	E 20- UM-40- CTZ AWS 5.13 ECoCr-A	Beschichtung von Warmsher- messern, Heißdampfdüsen, Muffen, Stanzwerkzeugen, Auslaßventilen. Ø 2,5 für Kantenauffragungen, sonst Hochleistungsselektrode mit 175% Ausbringen.	C 1,0 Si 0,9 Mn 1,0 Cr 28,0 W 4,5 Fe 3,0 Co Basis	<b>Härte</b> u: ~ 42 HRC <b>Warmhärte</b> 300°C 600°C ~ 35HRC ~ 29HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> mit zementierten Karbidwerkzeugen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> hervorragend <b>Korrosionswiderstand</b> hervorragend	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 93.07</b> rutil =+/~	E 20-UM- 300-CTZ	Beschichtung von Warm- arbeitswerkzeugen, Gesenken, Schermessern, Auslaßventilen und Gleitflächen. Kann als Puf- ferlage vor dem Beschichten mit OK 93.01, OK 93.06 oder OK 93.12 benutzt werden. Hochleistungsselektrode mit 175% Ausbringen.	C 0,3 Cr 28,0 Ni 3,5 Mo 5,5 Fe 2,0 Co Basis	<b>Härte</b> u: ~ 30 HRC kv: ~ 45 HRC <b>Warmhärte</b> 300°C, 280 HB <b>Bearbeitbarkeit</b> mit zementierten Karbidwerkzeugen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Korrosionswiderstand</b> hervorragend	3,2 4,0 5,0

u = unbehandelt  
kv = kaltverfestigt

Fortsetzung

## Tabelle 4 – Fortsetzung Schweißzusätze für Schnell- und Warmarbeitsstahl

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	typische Schweißgut zusammen- setzung %	typische Schweiß- guteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>					
<b>OK 93.12</b> rutil =+/-	E 20-UM- 50-CTZ AWS 5.13 ECoCr-B	Beschichtung von Warmwalzen, Knetwalzen, Extruderschnecken, Bandsägen, Federschrauben, Holzbearbeitungswerkzeuge. Hochleistungselektrode mit 175% Ausbringen.	C 1,4 Cr 28,0 W 8,5 Fe 3,0 Co Basis	<b>Härte</b> u: ~ 46 HRC <b>Warmhärte</b> 300°C, 600°C ~ 37, ~ 32HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> mit zementierten Karbidwerkzeugen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> hervorragend <b>Korrosionswiderstand</b> hervorragend	3,2 4,0 5,0
<b>FCAW</b>					
<b>OK Tubrodur 15.84</b> Metall- pulver =+ Schutzgas CO <sub>2</sub>	MF3- 50-ST	Reparatur von Warmstanz- werkzeugen, Abkantformen und Schmiedegesenken.	C 0,4 Cr 1,8 Mo 0,4 V 0,4 Co 2,0 W 8,0	<b>Härte</b> u: 49–55 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> gut <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> sehr gut	1,6
<b>OK Tubrodur 15.86</b> Metall- pulver =+ Schutzgas Ar/2%O <sub>2</sub>	MF20- 40-CTZ	Geeignet für Auslaßventile, chemische Ventile, Schmie- degesenke und eine Vielzahl Anwendungen bei Bauteilen in der Kraftwerks-, Kunststoff-, Papier- und Gummiindustrie.	C 1,0 Cr 27,0 Ni 2,5 W 4,0 Fe ≤ 5,0 Co Basis	<b>Härte</b> u: ~ 40 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> möglich <b>Schlagwiderstand</b> gegeben <b>Metall auf Metallver- schleiß</b> gut <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend <b>Hochtemperaturver- schleißwiderstand</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> hervorragend	1,2 1,6

u = unbehandelt

## Tabelle 5 Stabelektroden für Aufbauanlagen und Hartbeschichtungen

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	typische Schweißgut zusammen- setzung %		typische Schweiß- guteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>						
<b>OK 83.27</b> basisch =+	E 1-UM- 350	Speziell für Schienen und Weichen	C Cr	0,2 3,2	<b>Härte</b> u: ≈ 35 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> sehr gut <b>Metall auf Metall- verschleiß</b> sehr gut	4,0 5,0
<b>OK 83.28</b> basisch =+	E 1-UM- 300	Als Aufbau- und Trägerlage für härtere Schichten. Bauteile in Walzwerken, Profilwalzen und Greifer, Schienen, Weichenzungen, Zahnräder, Glieder und Rollen für Zugeinrichtungen und Achslager.	C Cr	0,1 3,2	<b>Härte</b> u: ≈ 30 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> sehr gut <b>Metall auf Metall- verschleiß</b> sehr gut	2,5 3,2 4,0 5,0 6,0
<b>OK 83.29</b> basisch =+/~	E 1-UM- 300	wie 83.28, jedoch Hochleistungselektrode mit 160% Ausbringen.	C Cr	0,1 3,2	<b>Härte</b> u: ≈ 30 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> sehr gut <b>Metall auf Metall- verschleiß</b> sehr gut	3,2 4,0 4,5 5,0 5,6
<b>OK 83.30</b> rutil =+/~	E 1-UM- 300	wie 83.28, insbesondere für Wechselstrom geeignet.	C Cr	0,1 3,2	<b>Härte</b> u: ≈ 30 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> sehr gut <b>Metall auf Metall- verschleiß</b> sehr gut	3,2 4,0 5,0
<b>OK 83.50</b> rutil =+/~	E 6-UM- 55-G	Spezialelektrode zum Schweißen mit kleinen Hobbytransformatoren mit geringer Leerlaufspannung. Geeignet für verschlissene land- und forstwirtschaftliche Geräte	C Cr Mo	0,4 6,0 0,6	<b>Härte</b> u: 54–62 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut	2,0 2,5 3,2 4,0 5,0

u = unbehandelt

Fortsetzung

## Tabelle 5 – Fortsetzung Stabelektroden für Aufbaulagen und Hartbeschichtungen

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	typische Schweißgutzusammensetzung %		typische Schweißguteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>						
<b>OK 83.65</b> basisch =+	E 2-UM-60-G	Für Bauteile, die schwerstem Verschleiß durch Steine, Kohle, Mineralien und Böden ausgesetzt sind: Förderschnecken, Räder, Baggereimer, Mischer, Baggerschneiden, Brechmühlen.	C Si Cr	0,75 4,0 2,0	<b>Härte</b> u: 58–63 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut	3,2 4,0 5,0 6,0
<b>OK 84.42</b> rutil =+	E 5-UM-45-R	Für Ventilsitze, Zahnräder, Wellen und Messer. Behält die Härte bis 500°C.	C Cr	0,12 13,0	<b>Härte</b> u: 40–46 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> mit zementierten Karbidwerkzeugen <b>Metall auf Metallverschleiß</b> sehr gut <b>Hochtemperaturverschleißfestigkeit</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> sehr gut	2,5 3,2 3,2 4,0 5,0
<b>OK 84.52</b> rutil =+	E6-UM-55-R	wie 84.42, aber mit höherer Härte	C Cr	0,25 13,0	<b>Härte</b> u: 50–56 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Metall auf Metallverschleiß</b> gut <b>Hochtemperaturverschleißfestigkeit</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> sehr gut	2,5 3,2 3,2 4,0 5,0
<b>OK 84.58</b> basisch =+/-	E 6-UM-55-G	Hartbeschichten, land- und forstwirtschaftliches Gerät, Chargieranlagen und Mischer. Geeignet als Kapplage auf kaltverfestigenden Untergründen. Karomuster und Kantenschweißen.	C Si Mn Cr	0,7 0,6 0,7 10,0	<b>Härte</b> u: 53–58 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Hochtemperaturverschleißfestigkeit</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> ausreichend	2,5 3,2 3,2 4,0 5,0 6,0

u = unbehandelt

Fortsetzung

**Tabelle 5 – Fortsetzung Stabelektroden für Aufbauanlagen und Hartbeschichtungen**

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	typische Schweißgut zusammen- setzung %	typische Schweiß- guteigenschaften	Ø mm
<b>E</b>					
<b>OK 84.78</b> rutil =+/~	E10-UM- 60-GZ	Für Bauteile, die hauptsächlich Abrasion, aber auch Korrosion und/oder mäßig erhöhten Temperaturen ausgesetzt sind: Erdbewegungsmaschinen, Mischer, Förderschnecken, Rauchabzüge, Brecher. Hochleistungselektrode mit 180% Ausbringen.	C 4,5 Cr 33,0	<b>Härte</b> u: 59–63 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend <b>Hochtemperaturver- schleißfestigkeit</b> gut <b>Korrosionswiderstand</b> hervorragend	2,5 3,2 4,0 5,0
<b>OK 84.80</b> sauer =+/~	E10-UM- 65-GZ	Speziell für Anwendungen bei erhöhten Temperaturen: Ascheabzieher, Förderschnecken, Bauteile in Sinteranlagen. Hohe Warmhärte bis 700°C. Hochleistungselektrode mit ca. 220% Ausbringen.	C 5,0 Si 2,0 Cr 23,0 Mo 7,0 Nb 7,0 W 2,0 V 1,0	<b>Härte</b> u: 62–66 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend <b>Hochtemperaturver- schleißfestigkeit</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> hervorragend	3,2 4,0 5,0
<b>OK 84.84</b> basisch =+/~	E10-UM- 60-GP	Für Bauteile mit extremer Abrasion: Erdbohranlagen, Hämmer, Kratzmesser, Förderschnecken. Besonders zum Aufpanzern von Kanten geeignet. Hohe Härte bereits in der ersten Lage.	C 3,0 Si 2,0 Cr 8,0 V 6,0 Ti 6,0	<b>Härte</b> u: 62 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend	2,5 3,2 4,0

u = unbehandelt

Fortsetzung

## Tabelle 5 – Fortsetzung Fülldrähte für Aufbaulagen und Hartbeschichtungen

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	Schutzgas/ Pulver	typische Schweißgutzusammensetzung %	typische Schweißguteigenschaften	Ø mm
<b>MAG-F, UP-F</b>						
<b>OK Tubrodur 14.70</b> basisch =+	MF 10-55-GTZ	Misch- und Kratzmesser, Baggerlippen, Löffelbohrer und viele Anwendungen bei Erdbewegungsmaschinen, der Bergbauindustrie, wo ein hervorragender Abrasionswiderstand gefragt ist.	selbstschützend	C 3,5 Cr 21,0 Mo 3,5 V 0,4	<b>Härte</b> u: 50–60 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend <b>Hochtemperaturverschleißfestigkeit</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> gut	1,6 2,4
<b>OK Tubrodur 15.39</b> Metallpulver =+	MF 1-300	Reparatur verschlissener Teile und Aufbau von Zwischenlagen für härtere Decklagen: Wellen, Laufräder, Kettenräder, Kettenglieder und -räder.	CO <sub>2</sub> , Ar/CO <sub>2</sub>	C 0,2 Cr 2,0	<b>Härte</b> u: 27–36 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Metall auf Metallverschleiß</b> sehr gut	1,6 2,4
<b>OK Tubrodur 15.40</b> rutil =+	MF 1-350	Laufräder, Kettenglieder und -räder, Wellen. Ideal für Bauteile bei Druckspannungen.	CO <sub>2</sub> OK Flux 10.71	C 0,2 Cr 1,4	<b>Härte</b> u: 32–40 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Metall auf Metallverschleiß</b> sehr gut	1,6 2,0 2,4 3,0 4,0
<b>OK Tubrodur 15.41</b> basisch =+	MF 1-300	C-Mn-Schienen, Bremschuhe, Wellen und Stäbe, Aufbau von Zwischenlagen für härtere Decklagen.	selbstschützend	C 0,15 Cr 3,5	<b>Härte</b> u: 28–36 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Metall auf Metallverschleiß</b> sehr gut	1,2 1,6 2,4

u = unbehandelt

Fortsetzung

## Tabelle 5 – Fortsetzung Fülldrähte für Aufbauanlagen und Hartbeschichtungen

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	Schutzgas/ Pulver	typische Schweißgut zusammensetzung %	typische Schweißguteigenschaften	Ø mm
<b>MAG-F, UP-F</b>						
<b>OK Tubrodur 15.42</b> basisch =+	MF 1-400	Laufrollen, Führungsrollen und -glieder, Lorenräder. Druckbelastung mit mäßigem Abrieb.	selbstschützend CO <sub>2</sub> OK Flux 10.71	C 0,15 Cr 4,5 Ni 0,5 Mo 0,5	<b>Härte</b> u: 35–45 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> ausreichend <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Metall auf Metallverschleiß</b> gut <b>Abrasionswiderstand</b> gut	1,6 2,0 2,4 3,0 4,0
<b>OK Tubrodur 15.43</b> basisch =+	MF 1-350	Speziell entwickelt für die Einseiten Reparatur von C-Mn-Schienen für Eisen- und Straßenbahnen. Hervorragend bei Druckbelastung und ideal für mechanisierte Anwendungen.	selbstschützend	C 0,15 Cr 1,0 Ni 2,3 Mo 0,5	<b>Härte</b> u: 30–40 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> gut <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Metall auf Metallverschleiß</b> sehr gut	1,2 1,6
<b>OK Tubrodur 15.50</b> Metallpulver =+	MF 6-55-GP	Für verschlissene land- und forstwirtschaftliche Werkzeuge, Schleifer und Hammerwerke	CO <sub>2</sub> Ar/CO <sub>2</sub>	C 0,65 Cr 5,0 Mo 1,0	<b>Härte</b> u: 55–60 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut	1,6 2,4
<b>OK Tubrodur 15.52</b> rutil =+	MF 6-60-GP	Förderschnecken, Schaufelzähne und -lippen, Bulldozerschaufeln, Mischerbauteile.	selbstschützend OK Flux 10.71	C 0,4 Mn 1,3 Cr 5,0 Mo 1,2	<b>Härte</b> u: 55–60 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> ausreichend <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut	1,6 2,4 3,0 4,0

u = unbehandelt

Fortsetzung

## Tabelle 5 – Fortsetzung Stabelektroden für Aufbaulagen und Hartbeschichtungen

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	Schutzgas/ Pulver	typische Schweißgut zusammensetzung %	typische Schweißguteigenschaften	Ø mm
<b>OK Tubrodur 15.73</b> Metallpulver =+	MF 5-45-GRTZ	Für Anwendungen bei hohen Temperaturen, Wellen, Ventilsitze und Walzen bzw. Stranggußrollen	CO <sub>2</sub> , Ar +20% CO <sub>2</sub> , OK Flux 10.61 OK Flux 10.37	C 0,18 Mn 1,2 Cr 13,0 Ni 2,5 Mo 1,5 V 0,25 Nb 0,25	<b>Härte</b> u: 45–50 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> mit zementierten Karbidgezeugen <b>Abrasionswiderstand</b> gut <b>Hochtemperatur-Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Korrosionswiderstand</b> sehr gut	1,6 2,0 2,4 3,0 3,2 4,0
<b>OK Tubrodur 15.80</b> basisch =+	MF 10-60-GP	Für Bauteile unter hohem abrasiven Verschleiß durch feinkörniges Material unter Druck. Hierzu zählen Förderschnecken, Mischer, Extruderschnecken, Erdbewegungsbaueteile.	selbstschützend	C 1,6 Cr 6,5 Mo 1,5 Ti 5,0	<b>Härte</b> u: 56–60 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend	1,6
<b>OK Tubrodur 15.81</b> Metallpulver =+	MF 6-60-G	Kohlemöhlen und Porzellanherstellung	CO <sub>2</sub> , Ar/CO <sub>2</sub>	C 1,2 Cr 5,5 Nb 6,0	<b>Härte</b> u: 55–62 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend	1,6
<b>OK Tubrodur 15.82</b> Metallpulver =+	MF 10-65-GRP	Hochofenglocken und Steinerstellung	CO <sub>2</sub> , Ar/CO <sub>2</sub>	C 4,5 Cr 17,5 Mo 1,0 Nb 5,0 V 1,0 W 1,0	<b>Härte</b> u: 62–64 <b>Abrasionswiderstand</b> hervorragend <b>Hochtemperatur-Abrasionswiderstand</b> sehr gut	1,6

u = unbehandelt

Fortsetzung

## Tabelle 5 – Fortsetzung Massivdrähte für Aufbaulagen und Hartbeschichtungen

Produkt	Klassifizierung DIN 8555	Anwendungen	Schutzgas/ Pulver	typische Schweißgut zusammen- setzung %	typische Schweißgu- teigenschaften	Ø mm
<b>MAG</b>						
<b>OK Autrod 13.89</b>	MSG-2- GZ-C- 350	Aufbau und Hartbeschichten von Rädern, Rollen, Wellen, Schaufelzähnen, Bauteile zum Bohren.	Ar/20%CO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	C 0,6 Mn 1,0 Cr 1,0	<b>Härte</b> u: 35–40 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> ausreichend <b>Schlagwiderstand</b> gut <b>Abrasionswiderstand</b> gut	0,8 1,0 1,2 1,6
<b>OK Autrod 13.90</b>	MSG-2- GZ-C- 50G	Hartbeschichten von verschleiß- festen Lagen auf Wellen, Extruder- schnecken, Schneidwerk- zeugen und Gesenken.	Ar/20%CO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	C 1,0 Mn 2,0 Cr 2,0	<b>Härte</b> u: 58–60 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Schlagwiderstand</b> sehr gut <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut	0,8 1,0 1,2 1,6
<b>OK Autrod 13.91</b>	MSG-6- GZ-C- 60G	Belademaschi- nen, Mischer, Schaufelzähne, verschiedene Werkzeuge und Verschleißteile. Bis 550°C gute Warmhärte.	Ar/20%CO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	C 0,45 Si 3,0 Mn 0,4 Cr 9,0	<b>Härte</b> u: 50–60 HRC <b>Bearbeitbarkeit</b> nur Schleifen <b>Abrasionswiderstand</b> sehr gut <b>Hochtemperatur- Abrasionswiderstand</b> sehr gut	0,8 1,0 1,2 1,6

u = unbehandelt

## Tabelle 6 Stabelektroden, Nickel-, Kupfer- und Aluminiumbasis

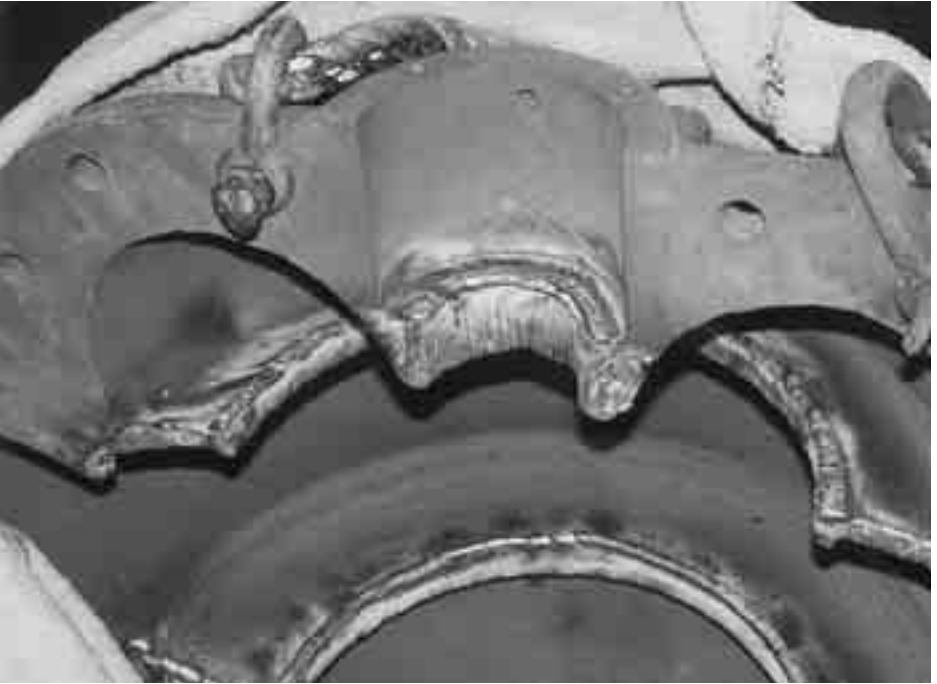
E	Klassifizierung	Anwendungen	Typ / Eigenschaften	Ø mm
<b>OK 92.05</b> basisch =+	DIN 1736 EL-NiTi 3	Fügen von Nickellegierungen, artungleichen Metallen wie Nickel an Stahl, Nickel an Kupfer, Kupfer an Stahl und zum Beschichten von Stahl.	Nickellegierung	2,5
			C=0.02	3,2
			Ni=97 Ti=2 R <sub>m</sub> =500 MPa A=28%	4,0
<b>OK 92.26</b> basisch =+	AWS 5.11 ENiCr Fe-3 DIN 1736 EL-NiCr16FeMn	Schweißen von Nickellegierungen wie Inconel, u. ähnl., schweißen von Tieftemperaturstählen und hochtemperaturfesten Gußteilen.	Nickellegierung	2,5
			C=0.5 Mn=7.5	3,2
			Cr=16 Nb=2.5 Fe max=10 R <sub>m</sub> =64.0MPa A=40%	4,0 5,0
<b>OK 92.86</b> basisch =+	DIN 1736 EL-NiCu30Mn	Schweißen von Nickel-Kupferlegierungen untereinander und an niedriglegierte Stähle.	Nickellegierung	2,5
			C=0.06 Mn=5 Cu=30	3,2
			Nb=1.5 R <sub>m</sub> =640MPa A=40%	4,0
<b>OK 94.25</b> basisch =+	DIN 1733 EL-CuSn7	Schweißen von Kupfer, Kupferlegierungen und Stahl an Bronze. Für übliche Bronzen, Rotmessingguß, Phosphorbronzen und Manganbronzen. Auch als Auflage für Lageroberflächen und zum korrosionsfesten Beschichten von Stahl.	Kupferlegierung	2,5
			Sn=7.5	3,2
			HB120 R <sub>m</sub> =330-390MPa A=25%	4,0 5,0
<b>OK 94.55</b> basisch =+	DIN 1733 EL-CuSi3	Aufgabe für Lageroberflächen und zum korrosionsfesten Beschichten von Stahl.	Kupferlegierung	2,5
			Si=3	3,2
			HB120	4,0 5,0
<b>OK 96.10</b> spezial =+	DIN 1732 EL-Al99.5	Zum Schweißen von Reinaluminium.	Reinaluminium	2,5
			R <sub>m</sub> =180MPa	3,2
			A=30%	4,0
<b>OK 96.20</b> spezial =+	DIN 1732 EL-AlMn1	Schweißen von Blechen, etwa für Container aus Al, AlMn, und AlMn-Legierungen in Molkereien und Brauereien.	Aluminiumlegierung	2,5
			Mn=1	3,2
				4,0
<b>OK 96.50</b> spezial =+	DIN 1732 EL-AlSi12	Fügen und Reparieren von Gußlegierungen, Aluminium-Siliziumlegierungen, etwa für Motorblöcke, Zylinderköpfe, Ventilatoren, Trägerbleche und Rahmen.	Aluminiumlegierung	2,5
			Si=12	3,2
				4,0

Fortsetzung

**Tabelle 6 -Fortsetzung – Massivdrähte auf Aluminium-, Kupfer- und Nickelbasis**

MIG	Klassifizierung	Anwendungen	Typ / Eigenschaften	Ø mm
<b>OK Autrod 18.01</b> Schutzgas: Argon	DIN 1732	Schweißen von Reinaluminium und Rohaluminiumlegierungen.	Aluminium	0,8
	SG-Al99.5		Al=99.5	1,0
	AWS A5.10		R <sub>m</sub> =75MPa	1,2
	ER 1100		A=33%	1,6
	BS 2901 1050A			2,4
<b>OK Autrod 18.04</b> Schutzgas: Argon	DIN 1732	Schweißen von Al-Si oder Al-Mg-Si-Legierungen. Reparatur von Motorblöcken, Trägerblechen, Rahmen.	Aluminiumlegierung	0,8
	SG-AlSi5		Si=5	1,0
	AWS A5.10		R <sub>m</sub> =165MPa	1,2
	ER 4043		A=18	1,6
	BS 2901 4043A			2,4
<b>OK Autrod 18.05</b> Schutzgas: Argon	DIN 1732	Fügen und Reparieren von Gußlegierungen, Aluminium-Siliziumlegierungen, etwa für Motorblöcke, Zylinderköpfe und Trägerbleche.	Aluminiumlegierung	0,8
	SG-AlSi12		Si=13	1,0
	AWS A5.10		R <sub>m</sub> =170	1,2
	ER 4047			1,6
	BS 2901 4047A			2,4
<b>OK Autrod 18.15</b> Schutzgas: Argon	DIN 1732	Schweißen von Al-Mg-Legierungen mit ≤5% Mg. Geeignet für salzwasserbeständige Legierungen.	Aluminiumlegierung	0,8
	SG-AlMg5		Mg=5	1,0
	AWS A5.10		R <sub>m</sub> =265MPa	1,2
	ER 5356			1,6
	BS 2901 5056A			2,4
<b>OK Autrod 19.12</b> Schutzgas: Argon	DIN 1733	Zum Schweißen von reinem und niedriglegiertem Kupfer.	Kupferlegierung	0,8
	SG-CuSn		Sn=0.7	1,0
	AWS A5.7-77		R <sub>m</sub> =220MPa	1,2
	ERCu		A=23%	1,6
<b>OK Autrod 19.30</b> Schutzgas: Argon	DIN 1733	Zum Schweißen von Kupfer-Silizium und Kupfer-Zink-Metallen. Auch für das Beschichten von Stahl geeignet.	Kupferlegierung	0,8
	SG-CuSi3		Si=3 Mn=1	1,0
	AWS A5.7-77		R <sub>m</sub> =300MPa	1,2
	ERCuSi-A		A=23%	1,6
	BS 2901C9			
<b>OK Autrod 19.40</b> Schutzgas: Argon	DIN 1733	Schweißen von gewalzten und gegossenen Aluminium-Bronzelegierungen. Hohe Festigkeit, gute Verschleißfestigkeit und sehr gute Korrosionsbeständigkeit, besonders in Salzwasser.	Aluminiumbronze	0,8
	SG-CuAl8		Al=8	1,0
	AWS A5.7-77		R <sub>m</sub> =420MPa	1,2
	ERCuAl-Al			1,6
	BS 2901C28			
<b>OK Autrod 19.85</b> Schutzgas: Ar, Ar/He, He	DIN 1736	Zum Fügen und Beschichten von Ni-Legierungen. Besonders geeignet für Nähte mit Einsatztemperaturen < 200°C.	Nickellegierung	0,8
	SG-NiCr20Nb		C=0.05 Mn=3	1,0
	AWS 5.14		Cr=20 Mo=1	1,2
	ERNiCr 3		Nb 2.5	1,6
			R <sub>m</sub> =600	

Alle Drahelektroden sind auch als WIG-Schweißstäbe (OK Tigrod) lieferbar.



Pumpengehäuse: OK 94.25



Förderschnecke: OK Tubrodrur 14.70 zum Hartbeschichten

## Tabelle 7 Empfohlene Vorwärmtemperaturen

Grundwerkstoff Schweißzusatz	Blech- dicke mm	Stahl	niedrig legiert	Werk- zeugstahl	Chrom- stahl	Chrom- stahl	rostfreier stahl	Mangan- hartstahl
		C <sub>eq</sub> < 0.3 < 180 HB °C	C <sub>eq</sub> 0.3–0.6 200–300 HB °C	C <sub>eq</sub> 0.6–0.8 300–400 HB °C	5–12% Cr 300–500 HB °C	>12% Cr 200–300 HB °C	18/8 Cr/Ni ~200 HB °C	14%Mn 250–500 HB °C
niedriglegiert 200–300 HB	≤20	–	100	150	150	100	–	–
	>20 ≤60	–	150	200	250	200	–	–
	>60	100	180	250	300	200	–	–
Werkzeugstahl 300–450 HB	≤20	–	100	180	200	100	–	–
	>20 ≤60	–	125	250	250	200	–	o
	>60	125	180	300	350	250	–	o
12% Chromstahl 300–500 HB	≤20	–	150	200	200	150	–	x
	>20 ≤60	100	200	275	300	200	150	x
	>60	200	250	350	375	250	200	x
rostfreier Stahl 18/8 25/12 200 HB	≤20	–	–	–	–	–	–	–
	>20 ≤60	–	100	125	150	200	–	–
	>60	–	150	200	250	200	100	–
Mn Stahl 200 HB	≤20	–	–	–	x	x	–	–
	>20 ≤60	–	–	•100	x	x	–	–
	>60	–	–	•100	x	x	–	–
Co-Basis Type 6 40 HRC	≤20	100	200	250	200	200	100	x
	>20 ≤60	300	400	•450	400	350	400	x
	>60	400	400	•500	•500	400	400	x
Karbidityp (1) 55 HRC	≤20	–	o–	o–	o–	o–	o–	o–
	>20 ≤60	–	100	200	•200	•200	o–	o–
	>60	o–	200	250	•200	•200	o–	o–

(1) Höchstens 2 Lagen Schweißgut.

Entspannungsrisse sind üblich.

– Kein Vorwärmen oder Vorwärmung <100°C.

$$C_{eq} = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Ni + \%Cu)/15$$

x nur sehr selten oder gar nicht eingesetzt

o Vorwärmen, wenn große Bereiche beschichtet werden sollen

• Um Risse zu vermeiden, ist eine Pufferlage aus zähem austenitischen Schweißgut zu verwenden.

## Tabelle 8 Härtevergleich

Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRC		Vickers HV	Brinell HB	Rockwell HRC	
		HRB	HRC			HRB	HRC
80	76,0			360	342		36,6
85	80,7	41,0		370	352		37,7
90	85,5	48,0		380	361		38,8
95	90,2	52,0		390	371		39,9
100	95,0	56,2		400	380		40,8
105	99,8			410	390		41,8
110	105	62,3		420	399		42,7
115	109			430	409		43,6
120	114	66,7		440	418		44,5
125	119			450	428		45,3
130	124	71,2		460	437		46,1
135	128			470	447		46,9
140	133	75,0		480	(456)		47,7
145	138			490	(466)		48,4
150	143	78,7		500	(475)		49,1
155	147			510	(485)		49,8
160	152	81,7		520	(494)		50,5
165	156			530	(504)		51,1
170	162	85,0		540	(513)		51,7
175	166			550	(523)		52,3
180	171	87,1		560	(532)		53,0
185	176			570	(542)		53,6
190	181	89,5		580	(551)		54,1
195	185			590	(561)		54,7
200	190	91,5		600	(570)		55,2
205	195	92,5		610	(580)		55,7
210	199	93,5		620	(589)		56,3
215	204	94,0		630	(599)		56,8
220	209	95,0		640	(608)		57,3
225	214	96,0		650	(618)		57,8
230	219	96,7		660			58,3
235	223			670			58,8
240	228	98,1	20,3	680			59,2
245	233		21,3	690			59,7
250	238	99,5	22,2	700			60,1
255	242		23,1	720			61,0
260	247	(101)	24,0	740			61,8
265	252		24,8	760			62,5
270	257	(102)	25,6	780			63,3
275	261		26,4	800			64,0
280	266	(104)	27,1	820			64,7
285	271		27,8	840			65,3
290	276	(105)	28,5	860			65,9
295	280		29,2	880			66,4
300	285		29,8	900			67,0
310	295		31,0	920			67,5
320	304		32,2	940			68,0
330	314		33,3				
340	323		34,4				
350	333		35,5				

Es handelt sich hierbei nur um Richtwerte für un- und niedriglegierte Stähle! Bei hochlegierten und kalverfestigenden Stählen und Schweißgütern ist mit Abweichungen zu rechnen!

## Tabelle 9 Anleitung zur Identifikation von Metallen

Magnet	Feile	Oberflächenfarbe	Schleiffunken	Metalltyp	Bemerkungen
magne- tisch	weich	dunkelgrau	lange gelbe Linien	Kohlenstoffstahl, Stahlguß	–
	hart	dunkelgrau	lange gelblichweiße Linien plus Sterne	hochgekohlter Stahl, niedrig legierter Stahl	dicken Werkstoff auf 150°C vorwärmen
	weich	mattgrau, Gußeisenfarbton	rote federartige Linien	Gußeisen	kann vorgewärmt werden, abhämmern sinnvoll, langsame Abkühlung
	hart	leuchtend grau	gelblich-rote, grobe Linien	13% Cr-Stahl	kann vorgewärmt werden
nicht- magne- tisch	hart	mattgrau, Gußeisenfarbton	gelblich-weiße Linien plus Sterne	14% Mn-Stahl	geringe Zwisch- enlagentemperatur
	weich	hell silbergrau	gelblich-rote, grobe Linien	austenitischer, rostfreier Stahl	geringe Zwisch- enlagentemperatur
	weich	rötlich-gelb glänzend	keine sichtbaren Funken	Cu-Legierungen	dickere Bleche auf 200–300°C vorwärmen
	weich	glänzend, sehr hell	keine sichtbaren Funken	Al-Legierungen	dickere Bleche auf 150–200°C vorwärmen

\* Gußeisen ist aufgrund des hohen Kohlenstoffgehaltes anfällig gegen Rißbildung, während Stahlguß Eigenschaften besitzt, die denen von gewöhnlichem Stahl ähneln.



Instandsetzung von Stranggußrollen  
Schweißzusatz: OK Tubrodur 15.73 / OK Flux 10.37  
Anlage: ESAB A6 HD SAW

# Anwendungsindex – alphabetische Reihenfolge



Im Anwendungsindex und bei den illustrierten Anwendungsbeispielen finden sich jeweils eine Auswahl von zwei bis drei sinnvollen Schweißzusätzen. Der Übersicht wegen ist der Index frei von Kommentaren über die einzelnen Schweißzusätze. Diese befinden sich bei den illustrierten Anwendungsbeispielen und den Produkttabellen.

Wir hoffen, daß mit Hilfe dieser Bilder, Beschreibungen, Produkttabellen und des Index der richtige Schweißzusatz ausgewählt werden kann.

Sollten noch weitere Informationen nötig sein, kann der nächste ESAB Händler/Bezirksleiter oder ESAB direkt angesprochen werden.



Kettenrad: Vorbeugende Instandhaltung mit OK 83.28.

## Anwendungsindex – in alphabetischer Reihenfolge

Anwendung	E			Produkte			MAG		
	OK			MAG-F	OK	Tubrodur	OK	Autrod	
Aluminium	96.20	96.10					18.01	18.04	18.15
Aluminiumgußlegierungen	96.50						18.04	18.05	
Asphaltmischer	84.78	83.65		15.52	14.70				
Asphaltverdichterschnecken	84.78	83.65		15.52	14.70				
Ausfugen	21.03								
Baggerschaufel (Abrasion)	84.78	83.65		14.70	15.52		13.90	13.91	
Betonförderer	84.58	84.78	84.84	15.52	14.70	15.80			
Betonmischer	84.78	84.84		15.52	14.70	15.80			
Bohrer, Metall	85.65								
Bohrer, Holz	84.52	85.65							
Brecher (Abrasion)	83.65	83.50	84.78	15.52	14.70				
Brecher (Schlag)	86.28	68.82	84.58	15.60	15.65	15.40			
Brecherwalzen (Abrasion)	83.65	83.50	84.78	15.52	14.70	15.80			
Brecherwalzen (Schlag)	86.08	86.28	84.58	15.60	15.65	15.52			
Bremsschuh	83.28	83.50		15.40	15.52				
Brikettpresse	83.65	84.78	84.84	15.40	15.52		13.90		
Bronze an Stahl	94.25	94.55					19.30		
Edelstahl an Kohlenstoffstahl	68.81	68.82	67.43	14.71			16.95	16.75	
Einwurfschmiedewerkzeuge	85.58	92.35							
Motorblock, Aluminium	96.50						18.05		
Motorblock, Gußeisen	92.18	92.60		15.66					
Erd- und Felsbohrer	83.65	84.78	84.84						
Erdbohrer	84.84	83.28							
Exzentrische Rollen	84.52	84.58	85.65	15.52	15.73		13.90	13.91	
Extrusionsformen	85.58	92.35							
Extruderschnecken	93.06	92.35		15.86					
Federstahl	68.81	68.82					16.95		
Fräswerkzeuge, Metall	85.58	85.65							
Fräswerkzeuge, Holz	85.65								
Forstwirtschaftliche Maschinen (Abrasion)	83.50	83.65		15.52	15.73		13.89	13.91	
Förderketten	83.65	83.50	84.58	15.52	15.80				
Förderschnecken	83.50	84.58	84.84	15.52	15.80		13.90	13.91	
Getriebegehäuse, Gußeisen	92.18	92.60		15.66					
Getriebe, legierter Stahl	68.81	68.82		15.40			13.89	16.75	
Getriebe, unlegierter Stahl	83.28	68.81		15.17	15.40		12.51	13.89	16.75
Gußeisen (grau)	92.18	92.58	92.60	15.66					
Gußeisen (nadelig)	92.58	92.60		15.66					
Hämmer (Abrasion)	83.50	83.65	84.78	15.52	15.80		13.91	13.90	
Hämmer (Schlag)	86.28	86.08		15.60	15.65				
Kettensäge (Führungsblech)	93.06								
Kohlenstoffstahl an Edelstahl	68.81	68.82	67.43				16.75	16.95	
Kegelbrecher	86.08	86.28	84.78	15.60	15.65	15.80			
Kranräder	83.27	83.28	83.29	15.40	15.41	15.42	13.89		
Kratzmesser	83.65	83.78	84.84	15.52	15.80		13.90	13.91	

<b>Anwendung</b>	<b>E OK</b>			<b>Produkte MAG-F OK Tubrodur</b>			<b>MAG OK Autrod</b>	
Kupferlegierungen	94.25	94.55						
Kunststoffextrusionsformen	85.58	93.06		15.86				
Kultivatorzähne	68.81						16.75	
Kupfer an Stahl	94.25	92.86						
Kupplungsgehäuse	92.18	92.60		15.66				
<hr/>								
landwirtschaftliche								
Werkzeuge	83.50	83.65	84.78	15.52	14.70		13.90	13.91
Laufräder	83.50	84.58	84.78	15.52	14.70	15.80	13.90	13.91
Lochstechen	21.03							
Löffelbaggermesser	68.82	67.43	83.50				16.75	16.95
Löffelbaggerzähne (Abrasion)	84.78	83.65	83.50	15.52	14.70	15.80	13.91	13.90
Löffelbaggerzähne (Schlag)	86.08	83.28	84.58	15.60	15.52		16.95	13.89
Löffelbaggerzähne, Anschweißspitzen	68.82	67.43	67.52	14.71			16.75	16.95
<hr/>								
Manganhartstahl (Hatfield)	86.08	67.45	68.81	15.60	14.71		16.95	16.75
Meißel	84.52	85.65						
Metallstanzen (kalt)	85.65							
Metallstanzen (warm)	92.35	93.06		15.86				
Mischbleche	84.58	84.78	84.84	15.52	14.70	15.80	13.90	13.91
<hr/>								
Nickel-Kupfer (Monel)	92.86							
<hr/>								
Pflugscharen	84.78	84.58	83.50	14.70	15.52		13.90	13.91
<hr/>								
Rüttelrutschen	84.58	84.78	83.65	15.52	14.70		13.91	
<hr/>								
Sandstrahlausrüstung	83.65	84.58	84.78	15.52	15.80		13.90	13.91
Schaufelbagger	84.78	83.65	83.50	14.70	15.52		13.91	
Schiene, Kohlenstoffstahl	83.27	83.28		15.41	15.43			
Schiene, Manganhartstahl	86.28	86.30		15.65				
Schienenverbindung	68.81	68.82					13.09	12.51
Schienenrollen	83.28	83.29		15.40			16.75	
Schneiden	21.03							
Schneidzähne	83.50	86.28	67.52	15.52	14.71			
Schneidwerkzeuge (kalt)	85.65	84.52						
Schneidwerkzeuge (warm)	85.58	93.06	92.35					
Siliziumbronze	94.55							
Spiralförderer	83.50	83.65	84.78	15.52	15.80		13.91	
Stahlguß	68.81	68.82						
Stempelgesenke (warm)	85.58	92.35	93.01					
Stempelgesenke (kalt)	84.52	85.65						
Stempelwerkzeuge (kalt)	85.65	84.52						
Stempelwerkzeuge (warm)	85.58	93.06		15.86				
Stranggußrollen				15.73				
<hr/>								
Ungleiche Werkstoffe (Fügen)	68.81	68.82					16.75	
<hr/>								
Wellen, legiert	68.82			15.73			16.75	
Wellen, unlegiert	68.81	83.28		14.71	15.41		16.75	
<hr/>								
Zahnhalter	83.28	83.50		15.40	15.52		13.89	13.91
Zinnbronze	94.25						19.12	

## Produktindex – Übersicht

E	DIN	AWS	Seite
OK 21.03			5
OK 67.42	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 67.43	E 8-UM-200-CKZ	~E307-15	91
OK 67.52	E 8-UM-200-CKZ	~E307-26	91
OK 68.81	E 9-UM-200-CTZ	E312-17	91
OK 68.82	E 9-UM-200-CTZ		91
OK 83.27	E 1-UM-350		98
OK 83.28	E 1-UM-300		98
OK 83.29	E 1-UM-300		98
OK 83.30	E 1-UM-300		98
OK 83.50	E 6-UM-55-G		98
OK 83.65	E 4-UM-60-G		99
OK 84.42	E 5-UM-45-R		99
OK 84.52	E 6-UM-55-R		95
OK 84.58	E 6-UM-55-G		99
OK 84.78	E 10-UM-60-GZ		100
OK 84.80	E 10-UM-65-GZ		100
OK 84.84	E 10-UM-60-GP		100
OK 85.58	E 3-UM-50-ST		95
OK 85.65	E 4-UM-60-ST		95
OK 86.08	E 7-UM-200-KP		93
OK 86.20	E 7-UM-200-KP		93
OK 86.28	~ E 7-UM-200-KP	EFeMn-A	93
OK 86.30	E 7-UM-200-KRP		93
OK 91.58	E Fe B2		90
OK 92.05	EL-NiTi 3		105
OK 92.18	E Ni-BG 11	ENi-CI	90
OK 92.26	EL-NiCr 16 FeMn	E NiCrFe-3	91
OK 92.35	E 23-UM-250-CKTZ		95
OK 92.58	E NiFe-1-BG 11	ENiFe-CI	90
OK 92.60	E NiFe-1-BG 11	ENiFe-CI-A	90
OK 92.78	E NiCu-BG 31	ENiCu-B	90
OK 92.86	EL-NiCu 30 Mn		105
OK 93.01	E 20-UM-55-CSTZ	ECoCr-C	96
OK 93.06	E 20-UM-40-CTZ	ECoCr-A	96
OK 93.07	E 20-UM-300-CKTZ		96

<b>E</b>	<b>DIN</b>	<b>AWS</b>	<b>Seite</b>
OK 93.12	E 20-UM-50-CTZ	ECoCr-B	96
OK 94.25	EL-CuSn7, E 30-UM-100-C	ECuSn-C	105
OK 94.55	EL-CuSi3	ECuSi-C	105
OK 96.10	EL-Al99.5	E1100	105
OK 96.20	EL-AlMn 1		105
OK 96.50	EL-ALSi 12		105

### **MAG-F**

OK Tubrodur 14.70	MF-10-55-GPTZ		101
OK Tubrodur 14.71	MF8-200-CKPZ		91
OK Tubrodur 15.39	MF1-300		101
OK Tubrodur 15.40	MF1-350		101
OK Tubrodur 15.41	MF1-300		101
OK Tubrodur 15.42	MF1-400		101
OK Tubrodur 15.43	MF1-350		102
OK Tubrodur 15.50	MF6-55-GP		102
OK Tubrodur 15.52	MF6-60-GP		102
OK Tubrodur 15.60	MF7-200-KP		94
OK Tubrodur 15.65	MF7-200-GKPR		94
OK Tubrodur 15.66	MF NiFe-1	E NiFe-Cl	90
OK Tubrodur 15.73	MF5-45-RTZ		102
OK Tubrodur 15.80	MF10-55-GP		102
OK Tubrodur 15.81	MF6-60-G		103
OK Tubrodur 15.82	MF10-65-GRPZ		103
OK Tubrodur 15.84	MF3-50-ST		96
OK Tubrodur 15.86	MF20-40-CTZ		96

### **UP-F**

OK Tubrodur 15.40S	UP1-GF-BAB 167-350		101
OK Tubrodur 15.42S	UP1-GF-BAB 167-400		101
OK Tubrodur 15.52S	UP6-GF-BAB 167-60-GP		102
OK Tubrodur 15.65S	UP7-GF-BFB 155-250-GKPR		94
OK Tubrodur 15.73S	UP5-GF-BFB 165-45-GRTZ		102

<b>MAG</b>	<b>DIN</b>	<b>AWS</b>	<b>Seite</b>
OK Autrod 13.89	MSG2-GZ-350-P		104
OK Autrod 13.90	MSG2-GZ-50-G		104
OK Autrod 13.91	MSG6-GZ-60-G		104
OK Autrod 16.75	MSG9-GZ-200-CTZ		92
OK Autrod 16.95	MSG8-GZ-200-CKNPZ		92
OK Autrod 18.01	SG-Al99.5	ER1100	106
OK Autrod 18.04	SG-AlSi5	ER4043	106
OK Autrod 18.05	SG-AlSi12	ER4047	106
OK Autrod 18.15	SG-AlMg5	ER5356	106
OK Autrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	106
OK Autrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	106
OK Autrod 19.40	SG-CuAl8, MSG31-GZ-100-C	ErCuAl-A1	106
OK Autrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	106

### **WIG**

OK Tigrod 18.01	SG-Al99.5	ER1100	106
OK Tigrod 18.04	SG-AlSi5	ER4043	106
OK Tigrod 18.15	SG-AlMg5	ER5356	106
OK Tigrod 19.12	SG-CuSn	ERCu	106
OK Tigrod 19.30	SG-CuSi3	ERCuSi-A	106
OK Tigrod 19.40	SG-CuAl8, WSG31-GZ-100-C	ERCuAl-A1	106
OK Tigrod 19.85	SG-NiCr 20Nb	ErNiCr-3	106





**ESAB GmbH**  
Beethovenstr. 135  
D-42655 Solingen  
Postfach 100753  
D-42648 Solingen  
Tel. 0212/298-0  
Fax 0212/29 84 15

**ESAB AG**  
Riedstraße 7  
CH-8953 Dietikon  
Tel. 01/741 2525  
Fax 01/740 3055

**ESAB Ges.m.b.H.**  
Dirnhirngasse 110  
Postfach 155  
A-1235 Wien-Liesing  
Tel. 01888 25 11  
Fax 01888 25 11 85