

# Fachveranstaltung

---

## Fachveranstaltung Schweißtechnik

---

Dienstag den 29.06.2004  
Barleben

### Themen:

**Chrom-Nickel-Stähle und ihre  
schweißtechnische Verarbeitung**

**Nachbehandlung von geschweißten Chrom-  
Nickel- Stählen unter Anwendung von  
Beizprodukten**

**Gesundheitsschutz beim  
Schweißen von Chrom-Nickel-Stählen**



**Magdeburger Schweißtechnik GmbH**  
An der Sülze 6, 39179 Barleben  
Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

**MUNK GMBH**  
SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTECHNIK

**MUNK GMBH**  
**SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTECHNIK**  
06246 Bad Lauchstädt · Ahornstraße 3b · Tel:  
034 635 - 22 0 22 · Fax: 034 635 - 22 0 25

---

# Fachveranstaltung

---

## **Chrom-Nickel-Stähle und ihre schweißtechnische Verarbeitung**

---

**Dr. Dorothea Kreuzer-Zagar,**  
Böhler Thyssen Schweisstechnik Deutschland GmbH



**Magdeburger Schweißtechnik GmbH**  
An der Sülze 6, 39179 Barleben  
Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

**MUNK GMBH**  
SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTECHNIK

**MUNK GMBH**  
**SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTECHNIK**  
06246 Bad Lauchstädt · Ahornstraße 3b · Tel:  
034 635 - 22 0 22 · Fax: 034 635 - 22 0 25

---

# **Chrom-Nickel-Stähle und ihre schweißtechnische Verarbeitung**

Dorothea Kreuzer-Zagar, Böhler Thyssen Schweißtechnik Deutschland GmbH, Hamm

## Entwicklung und Zusammensetzung der nichtrostenden Chrom-Nickel-Stähle

Im Jahre 1912 wurden bei der Friedrich Krupp AG in Essen die rostfreien Chrom-Nickel-Stähle entwickelt, die unter den geschützten Namen wie z. B. V2A- oder V4A-Stahl allgemein bekannt geworden sind. Dabei steht das „V“ für „Versuchsreihe“, „2“ bzw. „4“ für die Versuchsnummer und „A“ für „Austenit“.

Die entscheidende Erkenntnis, die zu dieser Entwicklung führte, bestand darin, dass Chromgehalte ab etwa 12 % den Stahl durch die Ausbildung einer hauchdünnen, aber dichten Chromoxidschicht passiv machen, d. h. beständig gegen Rost- und Säureangriff. Durch Zulegieren einer ausreichenden Menge an Nickel wird ein austenitisches Gefüge erzeugt.

Voraussetzung für die Ausbildung der Passivschicht ist allerdings, daß das Chrom in ausreichendem Maße in der Matrix vorhanden ist. Chrom ist jedoch bestrebt, sich mit dem Kohlenstoff des Stahls zu Chromkarbiden zu verbinden, die sich an den Korngrenzen ausscheiden. Dadurch findet eine Chromverarmung in der Matrix statt.

Um diesem Effekt entgegenzuwirken, gibt es zwei Möglichkeiten: Das Angebot an Kohlenstoff wird gering gehalten oder der vorhandene Kohlenstoff wird auf andere Weise abgebunden.

Daher lassen sich grob zwei Gruppen von nichtrostenden Chrom-Nickel-Stählen unterscheiden, die niedriggekohlten und die stabilisierten. Die Stabilisierung erfolgt durch die Elemente Niob oder Titan, die eine größere Affinität zum Kohlenstoff besitzen als Chrom.

Diese beiden Grundtypen lassen sich weiter in molybdänfreie und molybdänhaltige Stähle unterteilen, wobei Molybdän die Beständigkeit gegen Lochfraß in chloridhaltigen Medien verbessert.

Erhöhung der Gehalte an Chrom, Nickel und Molybdän, aber auch Silizium und Kohlenstoff sowie Zulegieren weiterer Elemente wie Stickstoff, Kupfer, Aluminium oder Seltene Erden führt zu weiteren Varianten mit speziellen Eigenschaften, z. B. niedriger magnetischer Permeabilität, erhöhtem Korrosionswiderstand, hoher Warmfestigkeit, Eignung für den Tieftemperatureinsatz oder erhöhter Dehngrenze.

Die typischen Zusammensetzungen der austenitischen nichtrostenden Stähle sind in der EN 10088-1 aufgelistet.

## Eigenschaften der nichtrostenden Chrom-Nickel-Stähle

Anders als die ferritischen Chromstähle behalten die Austenite beim Schweißen ihre Zähigkeit, da sie kaum zu Kornwachstum in der Wärmeeinflusszone neigen. Sie zeigen auch nicht die für die Ferrite typische 475 °C-Versprödung. Die spröde  $\sigma$ -Phase, eine FeCr-Verbindung, die sich bei ferritischen Chromstählen ab einem

Chromgehalt von etwa 20 % im Temperaturbereich von 500 bis 900 °C ausscheidet, bildet sich bei Austeniten wegen der Diffusionsbehinderung wesentlich langsamer.

Aufgrund der guten Zähigkeit der Austenite werden Schweißspannungen über plastische Verformung abgebaut. Durch den hohen Ausdehnungskoeffizienten tritt allerdings auch leicht Verzug auf, was bei der Konstruktion zu berücksichtigen ist.

Austenite sind unempfindlich gegenüber Wasserstoffversprödung. Ein Vorwärmen und eine Wärmenachbehandlung entfallen daher.

Die Wärmeeinbringung ist ohnehin gering zu halten, um eine Sensibilisierung zu vermeiden und die Heißrißgefahr zu mindern.

Die Heißrißanfälligkeit der austenitischen Stähle, hervorgerufen insbesondere von niedrigschmelzendem Nickelsulfid, erfordert absolut sauberes Arbeiten und eine sorgfältige Auswahl des Schweißzusatzes.

Wegen der geringen Wärmeleitfähigkeit der Austenite – sie beträgt etwa 1/3 von der ferritischen Baustähle – können beim Schweißen Anlauffarben entstehen, die die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigen.

#### Auswahl geeigneter Schweißzusatzwerkstoffe für artgleiche Verbindungen

Zu unterscheiden sind austenitische Stähle mit geringem Ferritanteil und vollaustenitische Stähle. Vollaustenite erstarren austenitisch und sind umwandlungsfrei, während die ferrithaltigen Austenite zunächst ferritisch erstarren und erst beim Erkalten in Austenit mit  $\delta$ -Ferrit umwandeln.

Der  $\delta$ -Ferrit verringert die Heißrißanfälligkeit. Der optimale Ferritgehalt im Schweißgut, der zwischen 3 und 15 % betragen sollte, kann z. B. mit Hilfe des Schaeffler- oder des DeLong-Diagramms ermittelt werden. Ein zu geringer Ferritanteil würde die Heißrißneigung erhöhen, ein zu hoher Ferritanteil bringt die Gefahr der Versprödung und damit der Verminderung der Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion mit sich.

Die nichtrostenden Chrom-Nickel-Stähle sollten möglichst artgleich oder artähnlich verschweißt werden. Nur so sind entsprechende Korrosionsbeständigkeit, Festigkeits- und Zähigkeitseigenschaften auch für die Verbindung gewährleistet, ebenso die Farbgleichheit von Grundwerkstoff und Schweißnaht, wenn dies gefordert ist.

Anzumerken ist, dass stabilisierte Schweißzusätze grundsätzlich Niob enthalten, da Titan als stabilisierendes Element im Schweißlichtbogen zu stark abbrennen würde. Mit Niob stabilisierte Legierungen sind nicht polierbar.

Zu jedem gängigen Grundwerkstoff gibt es entsprechend abgestimmte Schweißzusatzwerkstoffe. Üblicherweise sind sie leicht höherlegiert als der zugehörige Grundwerkstoff, um die Korrosionsbeständigkeit durch Vermeidung von Seigerungseinflüssen, Einschlüssen und Oberflächenunregelmäßigkeiten im Schweißgut zu optimieren.

Die Schweißzusätze sind in der Regel genormt oder an eine Norm angelehnt. In der EN 1600 sind die Stabelektroden zu finden, Drähte und Stäbe in der EN 12072 und Fülldrähte in der EN 12073. Vielfach werden auch die amerikanischen Bezeichnungen verwendet: nach AWS A 5.4 für Stabelektroden, AWS A 5.9 für Blankmaterial und AWS A 5.22 für Fülldrähte.

Schweißzusätze, die im Druckbehälterbau eingesetzt werden, besitzen eine TÜV-Zulassung. Für die Zulassung wird der Zusatz in einer Verbindung mit einem bestimmten Grundwerkstoff geprüft. Oft sind dann mehrere Grundwerkstoffe, die in den Gruppen 21 bis 31 in der sogenannten 1000er Liste zusammengefasst sind, als zugelassen eingeschlossen. Für andere Anwendungsgebiete existieren auch Zulassungen anderer Klassifikationsgesellschaften.

Für die vollaustenitischen Grundwerkstoffe mit speziellen Eigenschaften gibt es meist jeweils eine passende Schweißzusatzlegierung mit erhöhtem Mangengehalt zur Abbindung des Schwefels und damit zur Verringerung der Heißrißanfälligkeit. Höherlegiert zu schweißen ist dann oft mit Nickel-Basis-Qualitäten möglich.

Im Einzelfall sind die Zweckmäßigkeit und Zulässigkeit, höherlegiert zu schweißen, jedoch stets zu prüfen. Zu beachten ist, dass die Korrosionsbeständigkeit keine reine Eigenschaft des Werkstoffes ist, sondern es ist immer das Systems Werkstoff-Medium zu betrachten.

Schweißzusätze sind für alle gebräuchlichen Verfahren erhältlich: Stabelektroden, WIG-Schweißstäbe, Schutzgasdrähte sowie Draht/Pulver-Kombinationen zum Unterpulverschweißen. Das Gasschweißverfahren kommt nicht zum Einsatz, da es eine zu hohe Wärmeeinbringung in der Wärmeeinflusszone und einen Zubrand an Kohlenstoff mit sich bringen würde.

Werden Stabelektroden eingesetzt, so sind für hochwertige Verbindungen die basischen Typen zu verwenden. Die basischen Anteile in der Umhüllung binden niedrigschmelzende Bestandteile ab und verringern somit die Heißrißgefahr. Allerdings ist die Handhabung dieser Elektroden nicht so einfach, da sich am Zündende kein Krater bildet, so dass eine Wiedierzündung erschwert ist.

Rutilelektroden sind dagegen einfacher zu verschweißen. Der Rutil verhindert das Zünden außen an der Umhüllung, so dass die Elektrode aufgesetzt werden kann. Am Zündende bildet sich ein Krater, über den eine Wiedierzündung leicht erfolgt. Diese Elektroden können daher gut für Heftschweißungen eingesetzt werden, aber auch für Kehlnähte und vor allem dort, wo glatte Nähte gefordert sind.

Für das WIG-Verfahren wird als Schutzgas meist Rein-Argon eingesetzt, für das MAG-Schweißen werden vielfach Mischgase mit O<sub>2</sub> oder geringen Anteilen CO<sub>2</sub> (bis max. 2,5 %) verwendet. Die Schutzgaszusammensetzung hat natürlich Einfluß auf die Zu- und Abbrandverhältnisse und sollte daher sorgfältig ausgewählt werden. Um das Fließverhalten beim Schweißen zu verbessern enthalten Schutzgasdrähte in der Regel mehr Silizium als der Grundwerkstoff.

UP-Drähte werden hauptsächlich mit basischen Pulvern verschweißt. Es gilt hier sinngemäß dasselbe wie für basische Stabelektroden.

## Besonderheiten beim Schweißen

Stabelektroden sollten vor dem Schweißen rückgetrocknet werden, da Feuchtigkeit in der Umhüllung zu Poren im Schweißgut führen kann. Das gilt besonders für Rutilelektroden.

Aufgrund des hohen Legierungsanteils besitzen die Schweißzusätze - wie ja auch die entsprechenden Grundwerkstoffe - eine geringe Wärmeleitfähigkeit und daher eine geringe Strombelastbarkeit.

Um die Heißrißgefahr möglichst gering zu halten, sind besondere Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten: Eine optimale Reinheit des Grundwerkstoffes und der Arbeitsmittel ist sicherzustellen, Verformungsbehinderungen sind zu vermeiden, die Wärmeeinbringung ist niedrig zu halten, d. h. es ist in Strichraupentechnik zu schweißen und die Zwischenlagentemperatur darf höchstens 150 °C betragen. Die geringe Wärmeeinbringung ist auch erforderlich, um die Ausscheidung intermetallischer Phasen zu vermindern.

Eine Wärmenachbehandlung ist in der Regel nicht erforderlich. Die einzig zulässige Wärmebehandlung für austenitische Chrom-Nickel-Stähle ist das Lösungsglühen bei 1050 °C mit anschließendem Abschrecken in Wasser. Da dies oftmals für Bauteile nicht möglich ist, sollten Verzugs- und Verformungsgefahren bereits bei der Planung berücksichtigt werden.

## Auswahl von Schweißzusätzen für Schwarz/Weiß-Verbindungen und Plattierungen

Für eine Schwarz/Weiß-Verbindung ist der Schweißzusatz so auszuwählen, dass in der Verbindung kein martensitisches Gefüge entsteht. Orientierungshilfe bietet dazu das Schaeffler-Diagramm. Zu berücksichtigen ist nicht allein die Legierungszusammensetzung des Schweißzusatzes, sondern auch die Aufmischung, die vom Schweißverfahren und den Schweißparametern abhängt. Wegen des hohen Aufmischungsgrades sind das MAG-Verfahren und das UP-Verfahren nur bedingt für diese Mischverbindungen einzusetzen.

Der gängigste Schweißzusatz für Schwarz/Weiß-Verbindungen ist der Typ 18 8 Mn 6 (1.4370). Anders als bei niedriglegierten, wirkt Mangan bei hochlegierten Zusätzen als „Weichmacher“. Die hohe Dehnung von 40 % im reinen Schweißgut macht diese Legierung auch geeignet für Pufferlagen.

Um beim Auftragschweißen auf Baustähle die Martensitbildung zu verhindern, sollte die erste Lage mit einem höherlegierten Zusatz, wie z. B. 24 12 L, geschweißt werden.

Auch ein zu geringer Einbrand kann zu ungünstigem Mischgefüge führen. Daher ist die Auswahl des am besten geeigneten Schweißverfahrens unerlässlich.

## Anwendungsgebiete

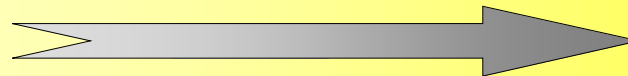
Klassische Einsatzgebiete für nichtrostende Chrom-Nickel-Stähle sind der Chemie-Apparatebau, die Medizintechnik, der Hausgerätesektor, vor allem aber die Nahrungs- und Genussmittelindustrie, nicht zuletzt auch wegen der Geruchs- und Geschmacksneutralität.

Beispielhaft seien hier folgende Anwendungen gezeigt:

- Meerestechnik - Einsatz aller Schweißverfahren für typische Off-shore Stähle von Feinkornbaustählen über säurebeständige, hochlegierte Stähle bis zu Duplex- und Nickelbasiswerkstoffen
- Schiffbau / Chemikalienanker - Einsatz von Stabelektroden, Fülldrähten, Schutzgasdrähten und UP-Draht-Pulverkombinationen für stickstoffhaltige, hochlegierte Stähle sowie Duplexwerkstoffe
- Lebensmittelindustrie
- Umwelttechnik - Schweißen von hochkorrosionsbeständigen Bauteilen für Rauchgasentschwefelungsanlagen
- Nassfilter einer chemischen Rückgewinnungsanlage – Einsatz von Stabelektroden und Schutzgasdrähten für hochlegierte Werkstoffe
- Chemische Industrieanlagen – Einsatz aller Schweißverfahren für säurebeständige Edelstähle bis zu hochmolybdänhaltigen Nickelbasislegierungen

K Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Co Ni Sn [H] Cu Ag Pt Au

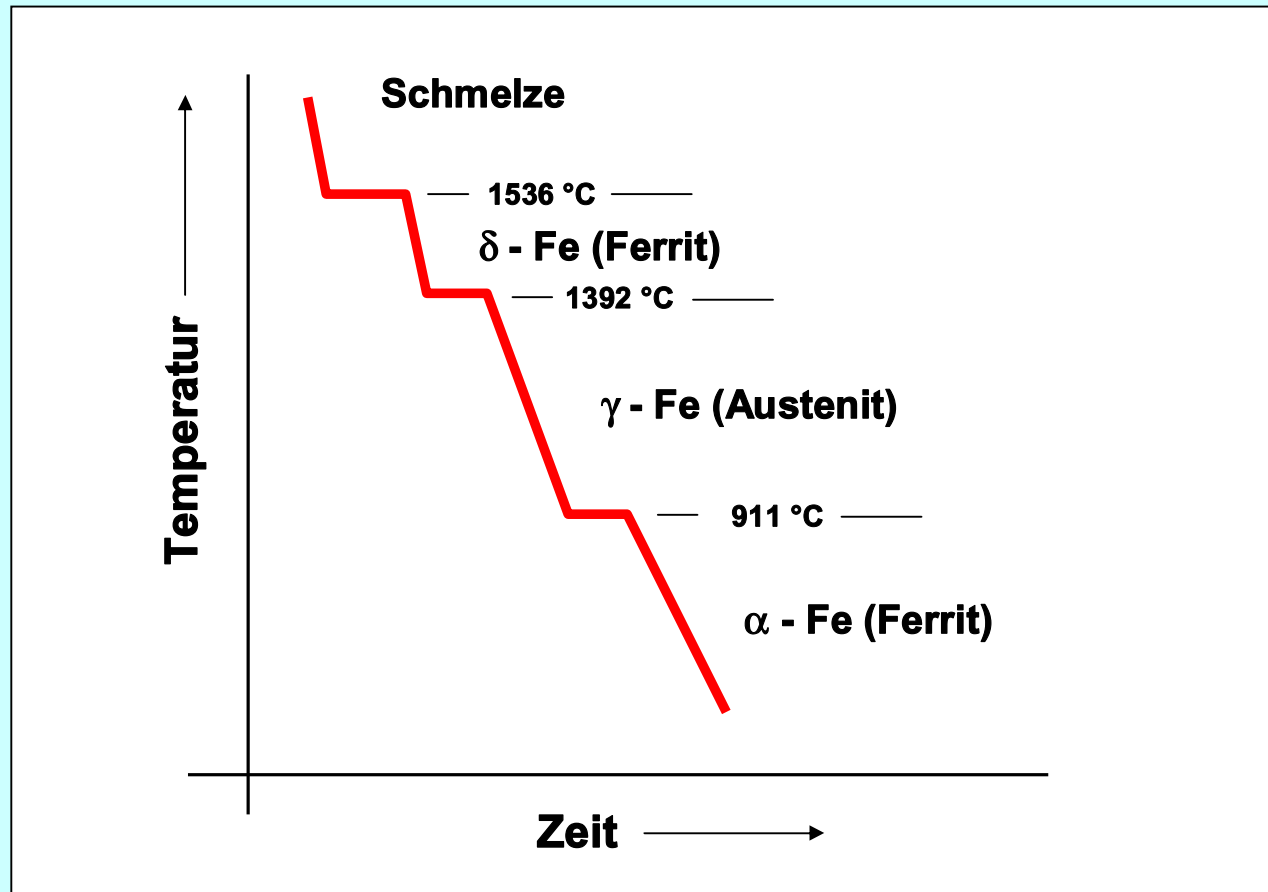
Unedle Metalle



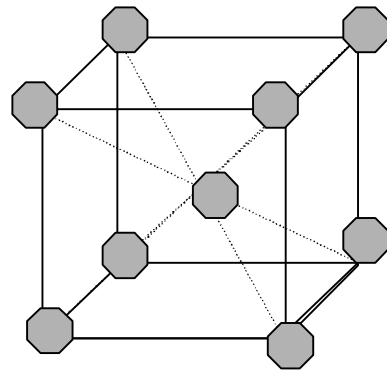
Edle Metalle

**Elektrochemische Spannungsreihe**

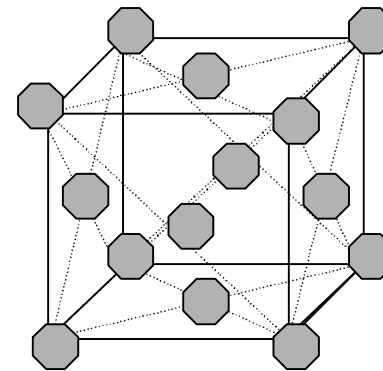




## Modifikationen des reinen Eisens



**Kubisch raumzentriert**  
 **$\alpha$  - Modifikation (Ferrit)**



**Kubisch flächenzentriert**  
 **$\gamma$  - Modifikation (Austenit)**

## Gitterstrukturen

## **Vorteile**

- **Neigung zum Kornwachstum in der WEZ gering**  
**Kein Zähigkeitsverlust durch Schweißen**
- **Bildung von  $\sigma$  - Phase nur sehr langsam**  
**Keine Versprödung durch Schweißen**
- **Gute Zähigkeit**  
**Schweißseigenspannungen werden durch plastische Verformung abgebaut**
- **Unempfindlich gegenüber Wasserstoff**  
**Kein Vorwärmen, keine Wärmenachbehandlung**

**Austenite**

## **Nachteile**

- **Hoher Ausdehnungskoeffizient**

**Verzug, der konstruktiv zu berücksichtigen ist**

- **Heißrißanfälligkeit**

**Sauberes Arbeiten, sorgfältige Auswahl des Schweißzusatzes erforderlich**

- **Gefahr der Sensibilisierung bei zu langem Halten auf hoher Temperatur**

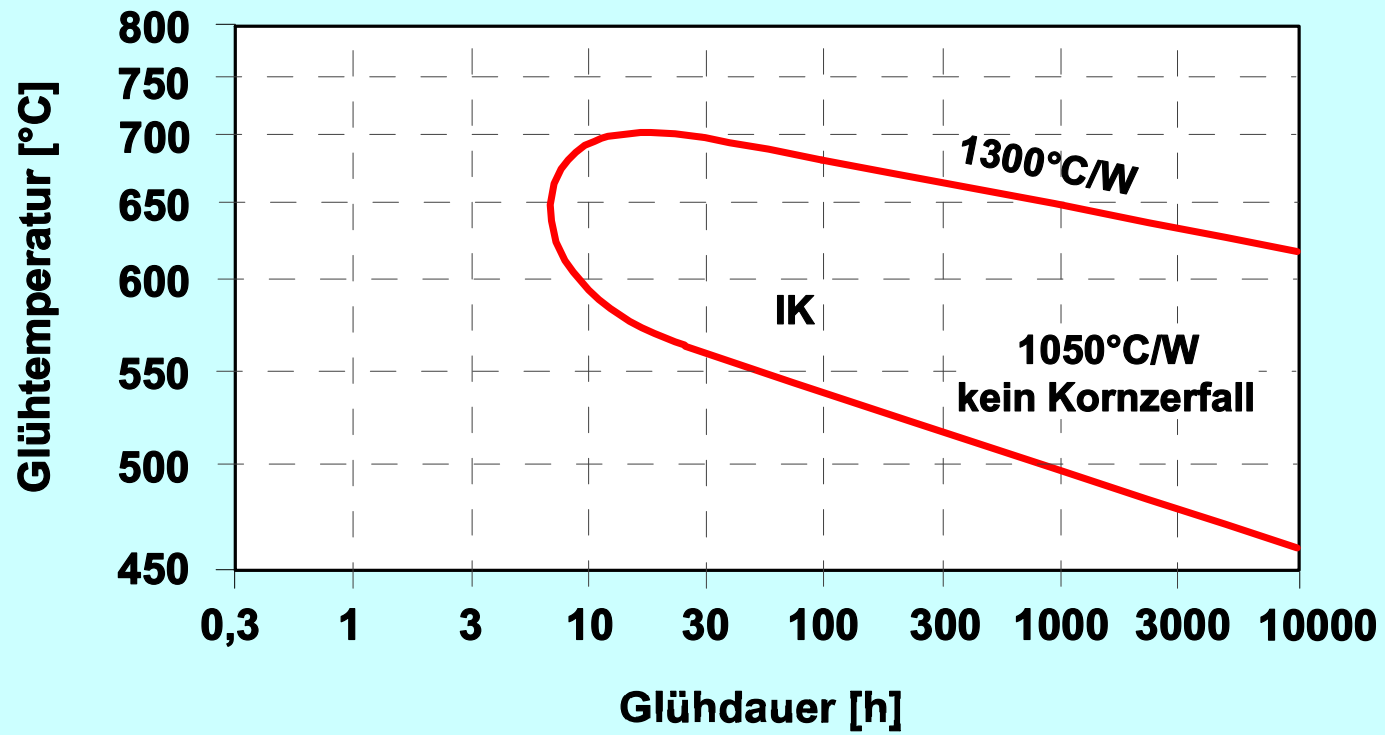
**Vermeidung hoher Wärmeeinbringung beim Schweißen**

- **Geringe Wärmeleitfähigkeit**

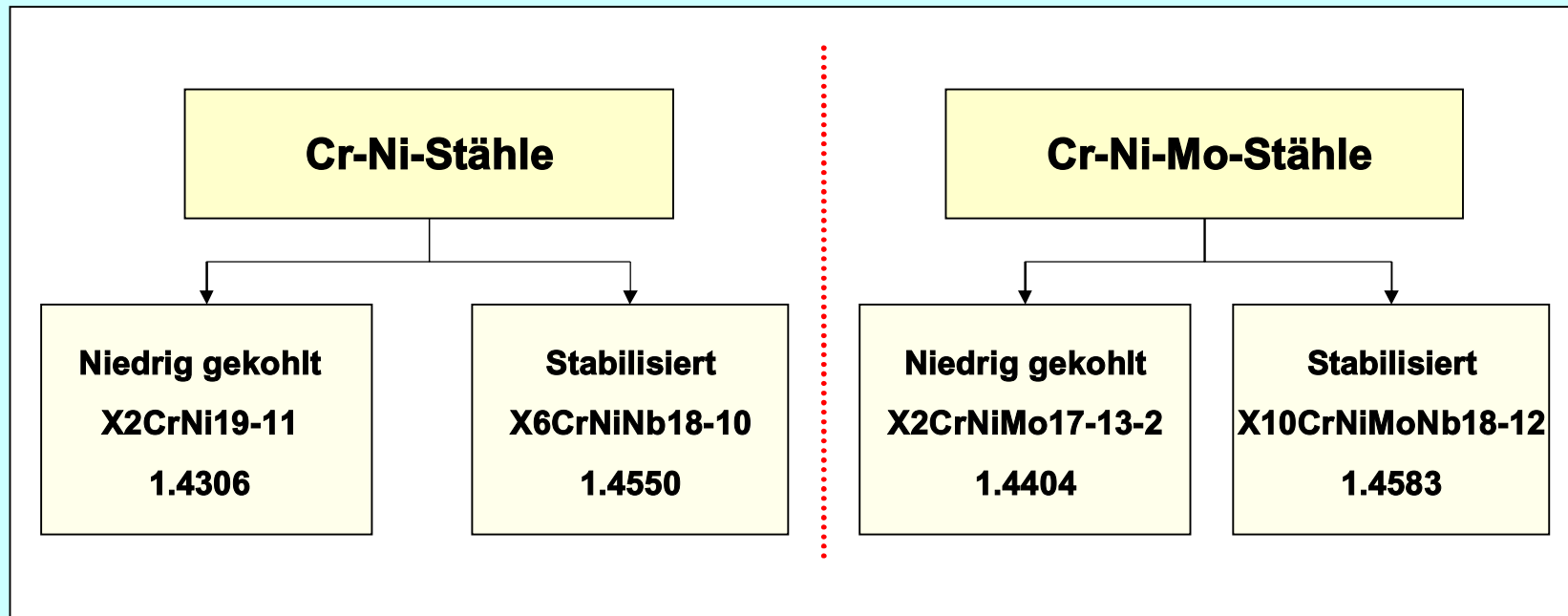
**Anlauffarben durch Schweißen, die die Korrosionsbeständigkeit**

**beeinträchtigen können**

**Austenite**



**Kornzerfall-Schaubild**



**Typische Vertreter der nichtrostenden Chrom-Nickel-Stähle**

**Mit.....**

**niedriger magnetischer Permeabilität**

**erhöhtem Korrosionswiderstand**

**hoher Warmfestigkeit**

**Eignung für Tieftemperaturanwendungen**

**erhöhter Dehngrenze**

**Durch.....**

**austenitstabilisierende Elemente**

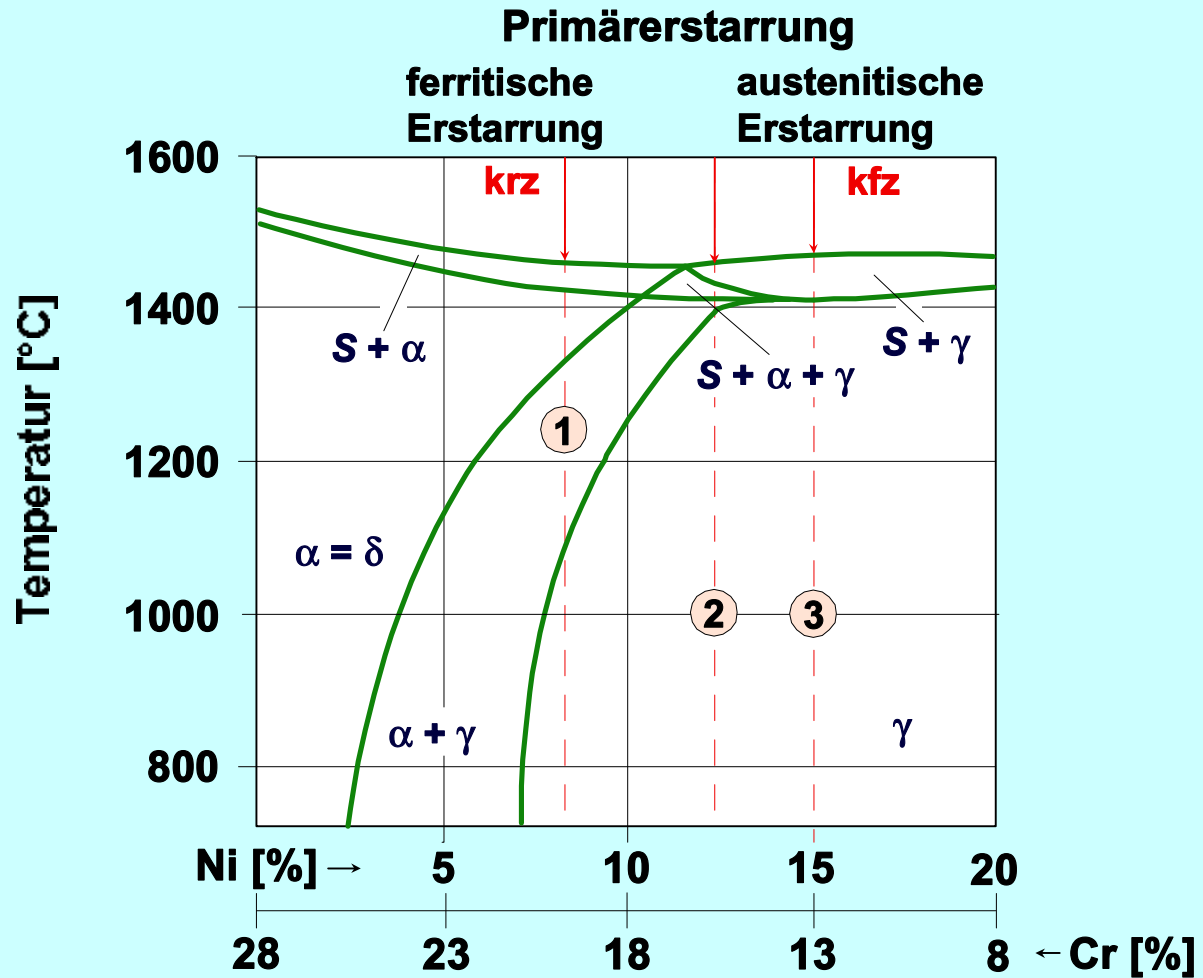
**Erhöhung der Cr-, Mo-, Ni-Gehalte  
Zulegieren von N, Cu**

**Erhöhung der Cr-, Si-, C-Gehalte  
Zulegieren von Al, Ti, SE**

**austenitstabilisierende Elemente**

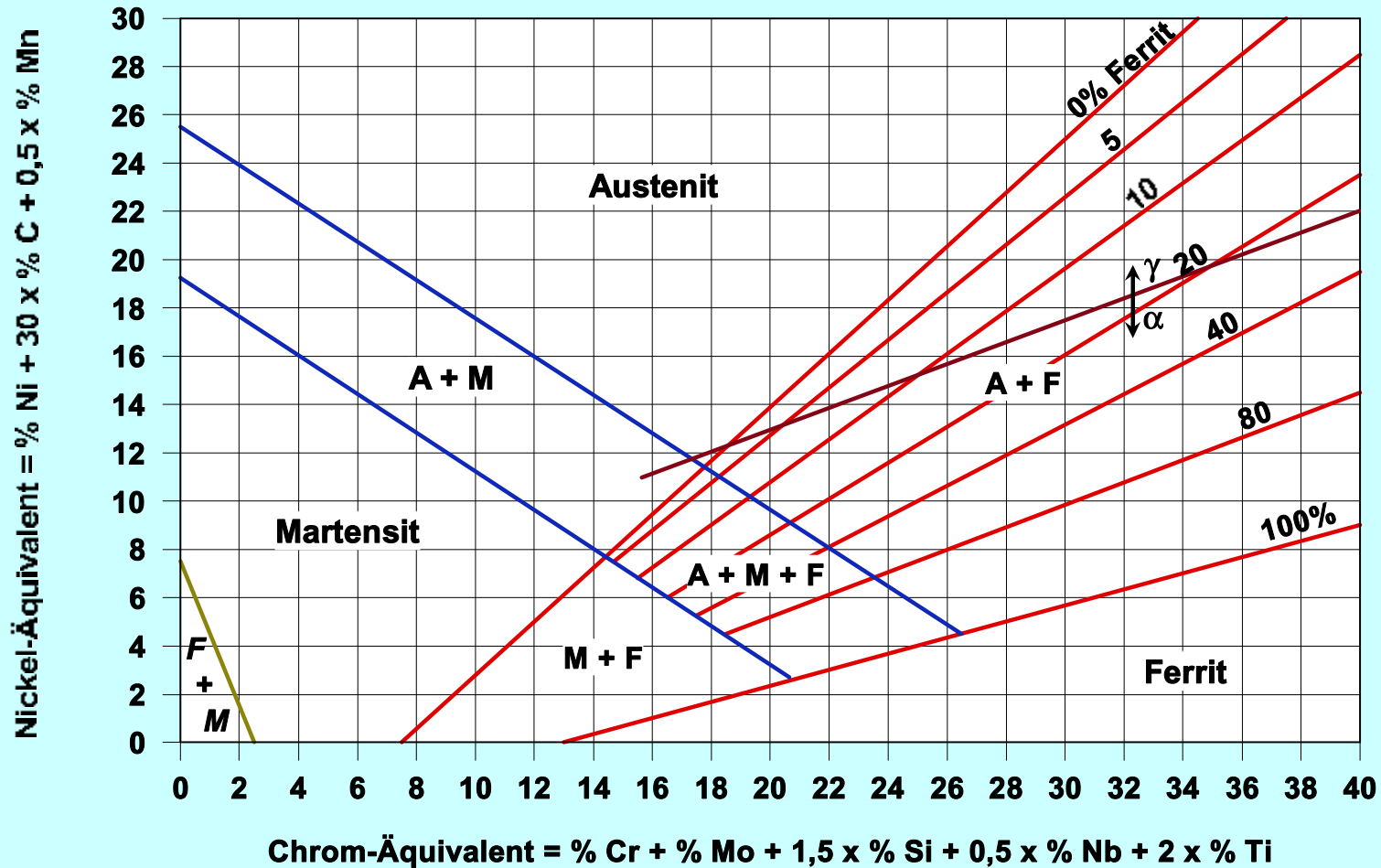
**Zulegieren von N**

**Vollaustenitische nichtrostende Stähle mit speziellen Eigenschaften**



**Schnitt durch das System Fe-Cr-Ni bei 72 % Fe**





## Schaeffler-Diagramm

(nach Anton L. Schaeffler, Metal Progress Nov. 1949, Seite 680, 680-B)

- **Korrosionsbeständigkeit**
- **Festigkeitseigenschaften**
- **Zähigkeit**
- **eventuell Farbgleichheit**

**Anforderungen an das Schweißgut**

### Schweißzusatz nach EN / AWS: 19 12 3 Nb / 318

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| <b>artgleich</b>     | <b>X10CrNiMoNb18-12<br/>(1.4853)</b> |
| <b>artähnlich</b>    | <b>X2CrNiMo17-13-2<br/>(1.4404)</b>  |
| <b>höher legiert</b> | <b>X6CrNiNb18-10<br/>(1.4550)</b>    |
| <b>höher legiert</b> | <b>X2CrNi19-11<br/>(1.4306)</b>      |

**Beispiele für die Zuordnung Schweißzusatz-Grundwerkstoff**

**Schweißzusatz nach EN / AWS: 19 12 3 L / 316**

**L: „low carbon“**

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| <b>artgleich</b>     | <b>X2CrNiMo17-13-2<br/>(1.4404)</b>  |
| <b>artähnlich</b>    | <b>X10CrNiMoNb18-12<br/>(1.4853)</b> |
| <b>höher legiert</b> | <b>X6CrNiNb18-10<br/>(1.4550)</b>    |
| <b>höher legiert</b> | <b>X2CrNi19-11<br/>(1.4306)</b>      |

**Beispiele für die Zuordnung Schweißzusatz-Grundwerkstoff**

**Schweißzusatz nach EN / AWS: 19 9 Nb / 347**

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| <b>artgleich</b>  | <b>X6CrNiNb18-10<br/>(1.4550)</b> |
| <b>artähnlich</b> | <b>X2CrNi19-11<br/>(1.4306)</b>   |

**Beispiele für die Zuordnung Schweißzusatz-Grundwerkstoff**

**Schweißzusatz nach EN / AWS: 19 9 L / 308**

**L: „low carbon“**

|                   |                                   |
|-------------------|-----------------------------------|
| <b>artgleich</b>  | <b>X2CrNi19-11<br/>(1.4306)</b>   |
| <b>artähnlich</b> | <b>X6CrNiNb18-10<br/>(1.4550)</b> |

**Beispiele für die Zuordnung Schweißzusatz-Grundwerkstoff**

## Thermanit A Spezial

Basisch umhüllte Stabelektrode

|   |  |  |   |   |  |                                   |                    |
|---|--|--|---|---|--|-----------------------------------|--------------------|
| <b>Norm-<br/>bezeichnung</b>  | <b>EN 1600</b><br>E 19 12 3 Nb B 2 2   | <b>AWS A 5.4</b><br>E318-15  | <b>Wst.-Nr.</b><br>1.4576                 |   |  |                                   |                    |
| <b>Eigenschaften<br/>und Anwendungs-<br/>gebiet</b>   | Nichtrostend; IK-beständig (Naßkorrosion bis 400 °C).<br>Korrosionsbeständig wie artgleiche stabilisierte CrNiMo-Stähle.<br>Verbindungen und Auftragungen an artgleichen und<br>artähnlichen stabilisierten und nichtstabilisierten austenitischen<br>CrNi(N)- und CrNiMo(N)-Stählen/Stahlgußsorten. |  |   |   |  |                                   |                    |
| <b>Grundwerkstoffe</b>  | TÜV-eignungsgeprüfter Grundwerkstoff<br>X10CrNiMoNb18-12 (1.4583)  |  |   |   |  |                                   |                    |
| <b>Richtanalyse des<br/>Schweißgutes %</b>  | <b>C</b><br><0,07  | <b>Si</b><br><0,5  | <b>Mn</b><br>1,3                          | <b>Cr</b><br>19,0                       | <b>Mo</b><br>2,8                                   | <b>Ni</b><br>12,0                 | <b>Nb</b><br>>10xC |
| <b>Mechanische<br/>Gütwerte des<br/>Schweißgutes nach<br/>DIN EN 1597-1<br/>(Mindestwerte bei RT)</b> | Wärme-<br>behandlung   | 0,2%-Dehn-<br>grenze<br>N/mm <sup>2</sup>  | 1,0%-Dehn-<br>grenze<br>N/mm <sup>2</sup> | Zug-<br>festigkeit<br>N/mm <sup>2</sup> | Dehnung<br>(L <sub>0</sub> =5d <sub>0</sub> )<br>% | Kerbschlagarbeit<br>ISO-V in<br>J |                    |
|   | ungeglüht  | 400  | 440                                       | 600                                     | 30   | 70                                |                    |
| <b>Gefüge</b>   | Austenit mit Ferritanteil  |  |   |   |  |                                   |                    |
| <b>Schweißanleitung</b>   |  |  |   |   |  |                                   |                    |
| <b>Grundwerkstoffe</b>  | <b>Vorwärmung</b>  | <b>Wärmennachbehandlung</b>  |   |   |  |                                   |                    |
| Artgleiche/artähnliche<br>Stähle/Stahlgußsorten   | Keine  | Meist keine. Falls erforderlich,<br>Lösungsglühung bei 1050 °C<br>(Versprödungsneigung beachten) |   |   |  |                                   |                    |

**Datenblatt (Beispiel: Thermanit A Spezial)**





**Vergleichbare austenitische Werkstoffe  
und ferritisch-austenitische Werkstoffe,  
die durch die Prüfung miterfasst sind.**

VdTÜV-Kennblatt: 1000.42  
Fassung: 12.03  
Seite C 2

| Werkstoffgruppe                        | DIN-Bezeichnung   | Werkstoff-Nr.  |
|--|---|----------------|
| <b>30</b><br><br><b>Leitwerkstoff:</b> | <b>mit erfasst:<br/>Gr. 21, 22, 24, 25, 27, 28 , 29</b> |                |
|  | <b>X10CrNiMoNb 18-12</b>                                | <b>1. 4583</b> |
|  | <b>X6CrNiMoTi 17-12-2</b>                               | <b>1. 4571</b> |
|  | <b>X10CrNiMoTi 18-12</b>                                | <b>1. 4573</b> |
|  | <b>X6 CrNiMoNb 17-12-2</b>                              | <b>1. 4580</b> |
|  | <b>G-X5CrNiMoNb 18-10</b>                               | <b>1. 4581</b> |

**Eingeschlossene Werkstoffe (Beispiel: Thermanit A Spezial)**

### Vier Grundtypen, basische Stabelektrode

| <b>SZW (EN / AWS)</b>  | <b>R<sub>p0,2</sub><br/>[MPa]</b> | <b>R<sub>m</sub><br/>[MPa]</b> | <b>A<sub>v</sub><br/>[J]</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <b>19 9 3 Nb (318)</b> | <b>400</b>                        | <b>600</b>                     | <b>70</b>                    |
| <b>19 9 3 L (316)</b>  | <b>320</b>                        | <b>550</b>                     | <b>70</b>                    |
| <b>19 9 Nb (347)</b>   | <b>400</b>                        | <b>600</b>                     | <b>65</b>                    |
| <b>19 9 L (308)</b>    | <b>320</b>                        | <b>550</b>                     | <b>70</b>                    |

**L: „low carbon“**

**Mechanische Eigenschaften des reinen Schweißgutes**

- **Stabelektroden rücktrocknen (Porengefahr!)**
- **Mit geringer Stromstärke schweißen (Herstellerangaben!)**
- **Auf äußerste Sauberkeit des Grundwerkstoffes und der Arbeitsmittel achten**
- **Verformungsbehinderungen vermeiden**
- **Mit niedriger Wärmeeinbringung schweißen (Strichraupentechnik!)**
- **Zwischenlagentemperatur max. 150 °C einhalten**
- **Keine Wärmenachbehandlung (eventuell Lösungsglühen)**

**Besonderheiten beim Schweißen nichtrostender Chrom- Nickel-Stähle**

| <b>EN</b>        | <b>AWS</b>      | <b>Verfahren</b>          |
|------------------|-----------------|---------------------------|
| <b>18 8 Mn 6</b> | <b>(307)</b>    | <b>EL, WIG, MAG</b>       |
| <b>20 10 3</b>   | <b>(308 Mo)</b> | <b>EL, WIG, MAG, (UP)</b> |
| <b>23 13 3</b>   | <b>309 MoL</b>  | <b>EL</b>                 |
| <b>24 12 L</b>   | <b>309 L</b>    | <b>EL, WIG, MAG, (UP)</b> |

**L: „low carbon“**

**Schweißzusätze für Schwarz / Weiß-Verbindungen**

| <b>Verfahren</b> | <b>Aufmischung [%]</b>   |
|------------------|--------------------------|
| <b>WIG</b>       | <b>15 - 30 (10 - 90)</b> |
| <b>EL</b>        | <b>25 - 35</b>           |
| <b>MAG</b>       | <b>30 - 40</b>           |
| <b>UP</b>        | <b>ca. 50 (50 - 70)</b>  |

**Aufmischung in Abhängigkeit vom Verfahren**



## Referenzen

# Fachveranstaltung

---

**Nachbehandlung von geschweißten Chrom-Nickel-Stählen unter Anwendung von Beizprodukten**

---

**Peter Krämer**

Pelox Biochemie-u. Umwelttechnik GmbH & Co.



**Magdeburger Schweißtechnik GmbH**

An der Sülze 6, 39179 Barleben

Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

**MUNK GMBH**  
SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTTECHNIK

**MUNK GMBH**

**SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTTECHNIK**

06246 Bad Lauchstädt · Ahornstraße 3b · Tel:

034 635 - 22 0 22 · Fax: 034 635 - 22 0 25

---

## Titelblatt

# **Verarbeitungsrichtlinien zur chemischen Oberflächenbehandlung von EDELSTÄHLEN**

### **Inhaltsverzeichnis:**

#### **1. Verantwortlich**

#### **2. Beizen**

##### **2.1 Beizpaste**

##### **2.2 Sprühbeizen**

##### **2.3 Tauchbeizen**

##### **2.4 Passivieren**

#### **3. Neutralisation**

##### **3.1 Flächenneutralisation**

##### **3.2 Abwasserneutralisation**

#### **4. Sicherheitsmaßnahmen**

### **Anhang:**

### **Wichtige Hinweise!**



Die Edelstähle verdanken ihre Korrosionsbeständigkeit einer mikroskopisch dünnen oxidischen Schutzschicht, der sogenannten PASSIVSCHICHT.

Voraussetzung für die Bildung einer fehlerfreien und wirksamen Passivschicht ist eine saubere, metallisch blanke Oberfläche. Zweck der chemischen Oberflächenbehandlung, d.h. des Beizens ist es, Verunreinigungen (Schweißzunder, Anlauffarben, Fremdrost und durch die mechanische Bearbeitung in die Oberfläche eingepreßte metallische Bestandteile) und Oberflächenstörungen, welche die Ausbildungen einer einwandfreien Passivschicht verhindern, zu beseitigen.

## 1. VORBEREITUNG

Die zu beizenden Oberflächen müssen frei von Öl, Fett, Anstrich- und Klebstoffresten sein. Die Oberflächen sollten trocken und temperiert (>5°C) sein.

## 2. BEIZEN

### 2.1 Beizpaste

PELOX-Beizpaste TS entfernt Anlauffarben und Verzunderungen im Schweißnaht- und Wärmeinflußbereich sowie Fremdrost. Schweißschlackenreste sind vorher zu entfernen. Die Beizpaste TS ist vor Gebrauch gut aufzurühren und mit einem PELOX-Beizpinsel gleichmäßig und gut deckend auf die zu beizenden Bereiche aufzutragen. Nach Gebrauch ist das Behältnis zu verschließen.

Mit 1 kg PELOX-Beizpaste können in Abhängigkeit vom Verzunderungsgrad 100-200 lfdm Schweißnaht behandelt werden. Die Einwirkzeiten betragen in Abhängigkeit vom Verzunderungsgrad bei Edelstahlwerkstoffen

- unstabilisiert (z.B. 1.4301) 10 - 60 Minuten

- stabilisiert (z.B. 1.4571) 30 - 120 Minuten

Anschließend ist sorgfältig mit Wasser abzu-spülen. Hartnäckiger, aber gelöster Zunder kann mit Edelstahldrahtbürsten oder mit einem Hochdruckreinigungsgerät entfernt werden. Eine einfache Neutralisation der PELOX-Beizpaste TS kann mit PELOX-Neutralisationsmittel HD durchgeführt werden (s. Pkt. 3)

### Hinweise:

- Die R- und S-Sätze auf den Gebindeetiketten sind zu beachten!
- PELOX-Beizpaste TS enthält keine Salzsäure oder Chloride.
- Die PELOX-Beizpaste TS entspricht den KWU-Vorschriften AVS D8.1 B/000 - Beizen von Edelstahl-Werkstoffen.

### 2.2 Sprühbeizen

Die PELOX-Sprühflächenbeize SP-K reinigt Flächen und beseitigt Anlauffarben und Schweißzunder in einem Arbeitsgang. Durch die Beimischung des Indikators ist der Einsprühvorgang gut kontrollierbar und ein gleichmäßiges Auftragen der SP-K gewährleistet. Der Indikator verhindert beim Beizen das Entstehen giftiger nitroser Gase, bewirkt eine Entfettung der Oberfläche und verhindert die Nitritbildung im Abwasser.

Vor Verwendung der PELOX SP-K ist der Indikator sorgfältig und homogen einzumischen. Der Indikator wird mengengerecht portioniert mitgeliefert.

Die so vorbereitete PELOX-Sprühflächenbeize SP-K ist nun mit der Sprühanlage P-SA bei einem Arbeitsdruck von 3-6 bar gleichmäßig auf die Flächen aufzutragen. Die Ergiebigkeit liegt bei 2-5 m<sup>2</sup> pro kg.

Die Einwirkzeiten betragen in Abhängigkeit vom Verzunderungsgrad 30-90 Minuten, wobei längere Einwirkzeiten unbedenklich sind. Nach

Beendigung der Beizung ist die Sprüh-Flächenbeize sorgfältig mit einem Hochdruck-reinigungsgerät abzuspritzen. Der durchschnittliche Wasserverbrauch liegt bei 15 l/m<sup>2</sup>. Der Arbeitsdruck sollte 150 bis 180 bar betragen.

### **Ergänzungen zu Pkt. 2.2:**

Nach Beendigung des Sprühbeizens ist das Sprühgerät P-SA zu säubern:

- Die im Sprühschlauch enthaltene Sprühbeize SP-K ist in das Gebinde zurückzupumpen.
- Sprühanlage mit Wasser so lange spülen, bis klares Wasser austritt.
- Restwasser in der Pumpe durch Drehen ausgießen.
- Leere Gebinde in Wasser so ausspülen, daß der Indikatorfarbton beseitigt wird.

### **Hinweise:**

- Um ein gleichmäßiges Versprühen der SP-K zu erreichen, sollte der Sprühabstand vom Objekt ca. 60 cm betragen.

- Beim Abspülen der Beizreste mit Hochdruck-wasser ist darauf zu achten, daß die Schweiß-nahtbereiche und die Flächen neutral gespült werden. Sollten im Schweißnahtbereich noch Reste von Verzunderungen oder Anlauffarben erkennbar sein, so können die Nahtbereiche mit einer Rundstrahldüse und minimalstem Abstand nachbehandelt werden.

- Eine Zudosierung des PELOX-Neutralisations-mittels HD über den Injektor des Hochdruck-reinigungsgerätes in der 1. Spülphase ist möglich. (s. Pkt. 3)

- Die R- und S-Sätze auf den Gebindeetiketten sind zu beachten!

- Die Neutralität der gespülten Oberflächen kann mit Indikatorpapier nachgeprüft werden.

- Zum Spülen ist Wasser mit Trinkwasserqualität zu verwenden. Wenn der Auftraggeber das Spülen mit chloridfreiem Wasser fordert, ist vollentsalztes Wasser, sauberes Kondensat oder Destillat zu verwenden.

### **2.3 Tauchbeizen**

PELOX-Tauchbeize T100 wird als Konzentrat geliefert und ist vor Verwendung beim Anwender mit Trinkwasserqualität 1:1 (Wasser stets vorlegen!) zu verdünnen.

Die Tauchbeize arbeitet bei Raumtemperatur und ist geeignet für alle beizbaren Edelstahlwerkstoffe.

Sie entfernt Anlauffarben und Verzunderungen im Schweißnahtbereich sowie Fremdrost und arteigene Verunreinigungen, die bei Transport, Lagerung und Fertigung in die Oberfläche eingepreßt wurden.

Die Beizezeiten schwanken in Abhängigkeit vom Werkstoff, der Badbewegung und -temperatur, der Badpflege und der konstruktiven Durchbildung und Temperatur des zu beizenden Objektes.

Als Beizezeit-Richtwerte können kalkuliert werden:

#### **Werkstoff:**

|            |      |         |
|------------|------|---------|
| 1.4301 ca. | 0,5  | Stunden |
| 1.4571 ca. | 1,0  | Stunden |
| 1.4465 ca. | 2,0  | Stunden |
| 1.4429 ca. | 4,0  | Stunden |
| 1.4439 ca. | 12,0 | Stunden |

Da nachweislich die chemische Reaktion im Beizbad einen gewissen Eisengehalt bedingt, wird ein "Anschärfen" des frischen Bades empfohlen. Am effektivsten wird das durch Zusatz von ca. 3% des verbrauchten Bades vorgenommen.

Das Beizgut wird vollständig in das Beizbad eingetaucht. Kleinteile sollten in Beizkörbe eingelegt werden. Mittelgroße Teile sollten mittels Haken (Edelstahl!) in das Bad eingehängt werden. Große Beizteile sollten unter Verwendung von säurefesten Seilen oder Gurten eingebracht werden.

Während des Beizprozesses sollte eine Abdeckung des Bades erfolgen! Zur Minimierung der Ausschleppverluste der Badbeize sollte das Beizgut über dem Becken abtropfen!

Danach erfolgt die Säuberung und quantitative Neutralspülung des Beizgutes mittels Hochdruckreinigungstechnik.

Der Wasserbedarf beträgt 10 bis 15l/m<sup>2</sup>.

#### **Wichtige Hinweise zum Tauchbeizen:**

1. Zur Vermeidung einer Verschmutzung des Beizbades durch Öle und Fette, die beim Herausziehen des Beizgutes zur Verunreinigung der frisch gebeizten Fläche führen, sollten verölte oder verfettete Flächen vor dem Tauchbeizen mit einem alkalischen Reiniger (Auftrag mittels Hochdruckreiniger zu empfehlen) vorbehandelt werden.

2. Um die Beizeiten annähernd konstant halten zu können, ist es erforderlich, die Badpflege durchzuführen.

Durch den Beizprozeß nimmt der Säuregehalt im Bad ab und der Metallgehalt steigt an. Durch zyklische Analysen ist deshalb der Gehalt an freien Säuren (Salpeter- und Flußsäure) und der Eisengehalt zu bestimmen. Der Säuregehalt des Bades kann durch Nachschärfen, d.h. Zugabe der erforderlichen Menge an Salpeter- und /oder Flußsäure, wieder auf den Normgehalt eingestellt werden.

Der Eisengehalt gibt dem Betreiber wichtige Hinweise zum Zustand des Bades und signalisiert Handlungsbedarf. Bei Ausrüstungen für Kernkraftwerke dürfen die Beizbäder max. 8 g/l Eisen enthalten.

Bei Ausrüstungen für Industrie und Handwerk sind nach vorliegenden Erfahrungen Eisengehalte im Beizbad unter 20 g/l unkritisch. Bei über 20g/l sollte der Analysenzyklus verkürzt werden, da der Flußsäuregehalt durch Reaktionen mit dem Eisen im Bad stark abnimmt und das gebildete Eisenfluorid (neben der Ausbildung einer kristallinen Schlammschicht am Badboden) zur Verlängerung der Beizeiten und Verschlechterung der Oberflächenqualität führt. Bei Eisengehalten von 25-30 g/l ist dem Spülprozeß erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen, um die Gefahr der selektiven Korrosion zu vermeiden. Bei Eisengehalten über 30 g/l sollte das Beizbad erneuert werden. Die weitere Verwendung eines derartigen Bades oder ein Nachschärfen ist unwirtschaftlich. Der Bodenschlamm kann beton-hart werden!

#### **2.4 Passivieren**

Die Eigenpassivierung der gebeizten Edelstahl-oberflächen durch Reaktion mit dem Luftsauerstoff kann in Abhängigkeit von den mikro-klimatischen Umgebungsbedingungen über einen Zeitraum bis zu 3 Wochen verlaufen. In dieser Zeit unterliegen die Werkstoffe äußeren Einflüssen und es können lokale oder flächenhafte Korrosionserscheinungen (Rotrostbildung) auftreten.

Es ist deshalb sinnvoll, die sofortige Ausbildung der Passivschicht durch Auftrag der PELOX-Passivierungslösung RP zu bewirken. Der Auftrag der RP erfolgt bei kleineren Flächen mittels Pinsel, bei größeren Flächen mit dem Sprühgerät P-SA.

Die Ergiebigkeit liegt bei 8-10 m<sup>2</sup>/kg.  
Nach einer Einwirkzeit von mindestens 30 Minuten ist mit sauberem Wasser abzuspülen.

### **3. NEUTRALISATION**

#### **3.1 Flächenneutralisation**

Die Neutralisation der gebeizten oder passivierten Flächen kann durch Zudosierung des PELOX-Neutralisationsmittels HD zum Spülwasser über den Injektor des Hochdruckreinigungsgerätes beschleunigt werden.  
Der Verbrauch liegt bei ca. 1 kg HD pro kg Beizmittel.

Die Zudosierung des Neutralisationsmittels HD zum Spülwasser sollte nur in der 2. Phase der Flächenreinigung erfolgen - abschließend sind die Flächen nochmals mit sauberem Wasser abzuspülen.

#### **Hinweis:**

Der Einsatz des PELOX-Neutralisationsmittels HD ersetzt nicht die Abwasserneutralisation im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes!

#### **3.2 Abwasserneutralisation**

Die Einleitung von Beizabwässern in Kanalisation oder Vorfluter ist nur nach Neutralisation und Ausfällung der Wasserinhaltsstoffe gemäß den geltenden zentralen oder örtlichen Verwaltungsvorschriften zum Wasserhaushaltsgesetz zulässig.

Es ist deshalb eine entsprechende Abwasseraufbereitung erforderlich.

Bewährt hat sich die Neutralisation und Ausfällung der Wasserinhaltsstoffe mit 10%iger Kalkmilch, die Filtration mit Ableitung des Klarwassers und die Entsorgung des abgepreßten und luftgetrockneten schwermetallhaltigen Schlammes durch eine zugelassene Firma.

Um eine optimale Ausfällung der Wasserinhaltsstoffe (Fe, Cr, Ni und Fluoride) und Einstellung des Abwassers auf den zulässigen pH-Wert zu erreichen, sollte das Erreichen eines pH-Wertes von 10 während des Neutralisationsvorganges kontrolliert werden und die erreichbare quantitative Fällung durch entsprechende Bewegung der Flüssigkeit (Rühren oder Preßlufteintrag) unterstützt werden.

### **4. SICHERHEITSMABNAHMEN**

Beim Umgang mit und der Verarbeitung von chemischen Produkten sind die produktspezifischen DIN-Sicherheitsdatenblätter und die auf den Etiketten angegebenen Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen strikt einzuhalten!  
Ein Arbeiten ohne die vorgeschriebene Verwendung der Körper- und Atemschutzausrüstungen ist zu vermeiden.

#### **Anlage:**

Übersicht - Qualitätsbeeinflussende Faktoren

### **WICHTIGE HINWEISE**

Bei Edelstählen besteht bei Verwendung von Salzsäure (HCl) - oder chloridhaltigen Beizlösungen bereits nach kurzer Betriebszeit der Erzeugnisse die Gefahr der Zerstörung durch Spannungsrißkorrosion!

#### *Schadensursache:*

Diffusion von Chloriden in den Gefügen der Wärmeeinflußzone

#### *Schadensbild:*

Risse unmittelbar neben der Schweißnaht

#### *Abhilfemaßnahmen:*

Ausschließliche Verwendung von HCl- und chloridfreien Beizlösungen

PELOX-Beizchemikalien enthalten keine HCl oder Chloride und erfüllen deshalb höchste Ansprüche der fachgerechten

chemischen Oberflächenbehandlung von Cr-Ni-Stählen, wie sie z.B. an Ausrüstungen der Kernkraftwerks-technik zu stellen sind.

### **Die PELOX-Produkte**

- Badbeize T100
- Beizpaste TS
- Sprüh-Flächenbeize SP-K
- Reinigungs- und Passivierungslösung RP
- Sprüh-Flächenbeize SP-V
- Flächenreiniger FR

wurden deshalb der Musterprüfung nach TLV 9026 01/03 durch die Siemens AG/KWU unterzogen und bestätigt.

PELOX-Produkte erfüllen die Forderungen an hochwertige Edelstahloberflächen mit optimaler chemischer Resistenz, wie sie z.B. durch Werks-normen gestellt werden:

- der führenden Hersteller des Apparate-, Anlagen- und Rohrleitungsbaues
- der Großbetriebe der Industrie (Chemie, Pharmazie, Umwelttechnik, Lebens- und Genußmittelbranche u.a.),
- der Schweizerischen Gesellschaft für Oberflächentechnik

## Titelblatt

### *Behandlung von Abwässern aus Edelstahl-Beizereien*

#### Inhaltsverzeichnis:

#### 1. Allgemein

#### 2. Gesetzliche Grundlagen

#### 3. Verfahrensgrundsätze - fachliche Hinweise

##### 3.1 Ausfällung von Schwermetallen

##### 3.2 Ausfällung von Flußsäure und Fluoriden

##### 3.3 Ausfällung von Phosphorsäure und Phosphaten

#### 4. Technologische Varianten

##### 4.1 Neutralisation für Stapelung und Abtransport

##### 4.2 Abwasserbehandlung

##### 4.3 Abwasserbehandlung unter Baustellenbedigungen

#### 5. Entsorgung

#### 6. Verfahrensempfehlung für Provisorien

#### 7. Literaturverzeichnis/Quellen

## **1. Allgemein**

Nach den Umweltschutzbestimmungen, mit Abweichungen in den einzelnen Bundesländern, muß entsprechend den örtlichen Richtwerten das anfallende Spülwasser/Abwasser aufbereitet werden. In Metallbeizereien fallen saure metallhaltige Abwässer an.

Diese Stoffe befinden sich neben Mineralsäuren wie beispielsweise Fluß- und Salpetersäure in den anfallenden Spülwässern und müssen entfernt werden. Hierzu eignet sich Kalkhydrat (Kalkmilch).

Je nach Beizgut bilden sich, z.B. beim Beizen von Edelstahl-Werkstoffen, unterschiedliche Metall-salze, die in Abhängigkeit vom Material und den Legierungsanteilen als Eisen-, Chrom-, Nickel-salze usw. in Lösung gehen.

## **2. Gesetzliche Grundlagen**

- Wasserhaushaltsgesetz
- Verwaltungsvorschrift

Gemäß den vorgenannten Vorschriften dürfen Abwässer aus Beizereien in Vorfluter und Kanalisationen nur eingeleitet werden, wenn sie neutralisiert und von unzulässigen Wasserinhaltsstoffen entfernt wurden.

Folgende Grenzwerte sind durch die Abwasserbehandlung zu gewährleisten:

pH-Wert: 6,5 - 9,5

## **3. Verfahrensgrundsätze - fachliche Hinweise**

### **3.1 Ausfällung von Schwermetallen**

Die als Schwermetalle enthaltenen Wasserinhaltsstoffe sind in unterschiedlichen pH-Bereichen aus-

fällbar. Daraus resultiert, daß das saure Abwasser mit einem pH-Wert von 1-2 stufenweise aufzupuffern ist, um eine quantitative Ausfällung zu gewährleisten.

pH-Bereiche: Fe ca. 3,5 - 4,5  
Cr ca. 6 - 7  
Ni ca. 9 - 9,5

Es ist also notwendig, die Aufpufferung bis zum pH-Wert max. 10 vorzunehmen. Durch die Nachreaktion tritt ein Absinken des pH-Wertes um 1,5 - 2 Einheiten ein, so daß die vorgeschriebenen Einleitergrenzwerte eingehalten werden können.

### **3.2 Ausfällung von Flußsäure und Fluoriden**

Aus neutraler (neutralisiertes Beiz- und Spülabwasser) Lösung werden Flußsäure und Fluoride durch  $\text{Ca}^{++}$  ausgefällt. Es entsteht ein weißer schleimiger Niederschlag. Die Anwesenheit von Ammonium ist zu vermeiden.

### **3.3 Ausfällung von Phosphorsäure und Phosphaten**

Phosphat<sup>3-</sup> - Ionen werden in neutralen und alkalischen Lösungen durch  $\text{Ca}^{++}$  (Kalziumionen) ausgefällt. Dabei entsteht ein weißer Niederschlag  $[\text{3Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2]$ , der über Filter abgetrennt wird.

## **4. Technische Varianten**

### **4.1 Neutralisation für Stapelung oder Abtransport**

Bei betrieblicher Erfordernis, die sauren Abwässer während der des Transportes in eine Neutra-

lisierungsanlage bereits im Neutralbereich vorliegen zu haben, besteht die Möglichkeit der Zuzumischung des Pelox-Neutralisationsmittel N-KM 1:1 (10% ige Kalkmilch) als Neutralisation bis zum pH-Wert 10.

Zur besseren Filtrierbarkeit der Niederschläge ist vor dem Neutralisieren und Ausfällen ein Flockungsmittel zuzusetzen.

*Anmerkung: Die Neutralisation ersetzt nicht die Abwasserbehandlung gemäß Wasserhaushaltsgesetz*

#### **4.2 Abwasserbehandlung**

International bewährt hat sich die Neutralisation und Ausfällung der Wasserinhaltsstoffe durch Einleitung von 10%iger Kalkmilch in das saure Abwasser. Die quantitative Ausfällung gemäß Pkt. 2 wird durch kontinuierliche Homogenisierung unterstützt. Die Wasserinhaltsstoffe fallen als Schwermetallhydroxide bzw. -oxide, Kalziumfluoride und Kalziumphosphate als Dünnschlamm aus.

Abfallreststoffschlüssel 31624 (Kalkschlamm mit schädlichen Verunreinigungen)

Die vollständige Reaktion ist über die Bestimmung des pH-Wertes kontrollierbar, der konstant bleiben muß. Bei diskontinuierlich arbeitenden Chargenanlagen ist die pH-Messung per Hand auszuführen und die Ergebnisse zu dokumentieren. Bei automatisch arbeitenden Anlagen sind die pH-Werte registrierend zu erfassen.

#### **4.3 Abwasserbehandlung unter Baustellenbedingungen**

Bei Beizarbeiten unter Baustellenbedingungen sind die anfallenden Abwässer quantitativ aufzufangen. In Abstimmung mit dem Auftraggeber sind entsprechend den örtlichen Bedingungen folgende Varianten möglich und fallkonkret zu vereinbaren:

- Einsatz einer mobilen Neutralisationsanlage durch den AN
- Rückführung der Spülwässer durch den AN zwecks Abwasserbehandlung und Entsorgung in einer stationären Abwasserbehandlungsanlage.
- Entsorgung in einer Abwasserbehandlungsanlage des AG

### **5. Entsorgung**

Der durch die Ausfällung der Wasserinhaltsstoffe entstehende schwermetallhaltige Schlamm ist durch geeignete Maßnahmen (Filterpressen, Druck- oder Durchlaufilter) zu entwässern. Der Schlamm hat nach vorgenanntem Prozeß etwa folgende Zusammensetzung:

ca. 50% Hydratwasser

ca. 40% Kalziumfluorid

ca. 10% Schwermetallhydroxide bzw. -oxide

Gemäß Abfallreststoffschlüssel Nr. 31624 handelt es sich um einen "Kalkschlamm mit schädlichen Verunreinigungen", der durch autorisierte Fachbetriebe als Sondermüll zu entsorgen ist.

### **6. Verfahrensempfehlungen für Provisorien**

**Hinweis zur Aufbereitung bzw. Neutralisation von sauren Spülwässern in Verbindung mit einem Filtersack**

Sollte keine Abwasser-Neutralisationsanlage vorhanden sein, so kann auf einfachere Weise folgende Neutralisation vorgenommen werden:



Arbeitsablauf:

1. Alle sauren Spülwässer werden aufgefangen, in Kunststoffbehältern gesammelt, Flockungsmittel zugegeben und mit Kalkmilch (10%ig) versetzt, bis der pH-Wert zwischen 9-9,5 konstant bleibt (Messung mit Indikatorpapier oder elektronischem Taschen-pH-Meter ist erforderlich).  
Pelox-Neutralisationsmittel N-KM 1:1 ergibt 10%ige Kalkmilch
2. Die neutralisierten Spülwässer können jetzt über den Filtersack geleitet werden. Der entstandene Schlamm sollte längere Zeit (mindestens über Nacht) zum Austrocknen im Filtersystem verweilen. Der Schlamm ist als Sonderabfall entsorgungspflichtig. Das Filtrat kann ins Kanalnetz abgeleitet werden.
3. Besteht keine Filtermöglichkeit, müssen sich die ausgefällten Produkte (Metallhydroxide, Fluoride, Phosphate) über einen Zeitraum von 24 Std. absetzen. Das überstehende Klarfiltrat kann abgehebert und in das Abwassersystem abgeleitet werden.  
Bei ordnungsgemäßer Anwendung können folgende Werte im Abwasser eingehalten werden:

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
| pH     | 8 - 9 je nach regionaler Verordnung |
| Chrom  | 0,5 mg/ltr                          |
| Nickel | 0,5 mg/ltr                          |
| Eisen  | 3 mg/ltr                            |
| Kupfer | 0,5 mg/ltr                          |
4. Weiterhin ist mittels Nitrit-Test (Stäbchen) auf NO<sub>2</sub>'-Gehalt zu prüfen. Dabei darf der NO<sub>2</sub>' - Gehalt 20 mg/ltr nicht überschreiten. (Bei erforderlicher Nitritentgiftung entsprechende Pelox-Werknorm abfordern)

***ACHTUNG! DIE VORGENANNTEN VERFAHREN ERSETZEN KEINE BEHÖRDLICH GENEHMIGTE NEUTRALISATIONSANLAGE!***

# Fachveranstaltung

---

## **Gesundheitsschutz beim Schweißen von Chrom-Nickel-Stählen**

---

**Dipl.Ing.Edda Wilke,**  
Maschinenbau- u. Metall- Berufsgenossenschaft



**Magdeburger Schweißtechnik GmbH**  
An der Sülze 6, 39179 Barleben  
Tel. 039203-75193 Fax 039203-751940

**MUNK GMBH**  
SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTECHNIK

**MUNK GMBH**  
**SCHWEISSEN SCHNEIDEN UMWELTECHNIK**  
06246 Bad Lauchstädt · Ahornstraße 3b · Tel:  
034 635 - 22 0 22 · Fax: 034 635 - 22 0 25

---

## **Gesundheitsschutz beim Schweißen hochlegierter Stähle**

Die beim Schweißen und Schneiden entstehenden Schadstoffe in Form von Gasen und Partikeln sind als atembare Stoffe zu bezeichnen. Bei den Lichtbogenverfahren sind gasförmige Schadstoffe von untergeordneter Bedeutung und können daher in der Regel vernachlässigt werden.

Die entstehenden partikelförmigen Schadstoffe werden nach DIN EN 481 je nach Partikelgröße unterschieden in:

- Einatembare Fraktion (E-Fraktion)
- Alveolengängige Fraktion (A-Fraktion)

### **Einatembare Fraktion (E-Fraktion)**

Das ist der Anteil der Partikel, der durch Mund und Nase in den Körper eingeatmet wird.

Diese Partikel lagern sich vornehmlich in den oberen Atemwegen ab.

### **Alveolengängige Fraktion (A-Fraktion)**

Das ist der Anteil der Partikel, die ebenfalls durch Mund und Nase eingeatmet werden, aber sich in dem tieferen Atembereich, z.B. den Alveolen ablagern kann.

Die alveolengängige Fraktion umfasst Partikelgrößen bis 10 µm und wurde früher als „Feinstaub“ bezeichnet.

Eine weitere Unterscheidung je nach der Partikelgröße stellt die Einteilung nach Rauch und Staub dar:

### **Rauch**

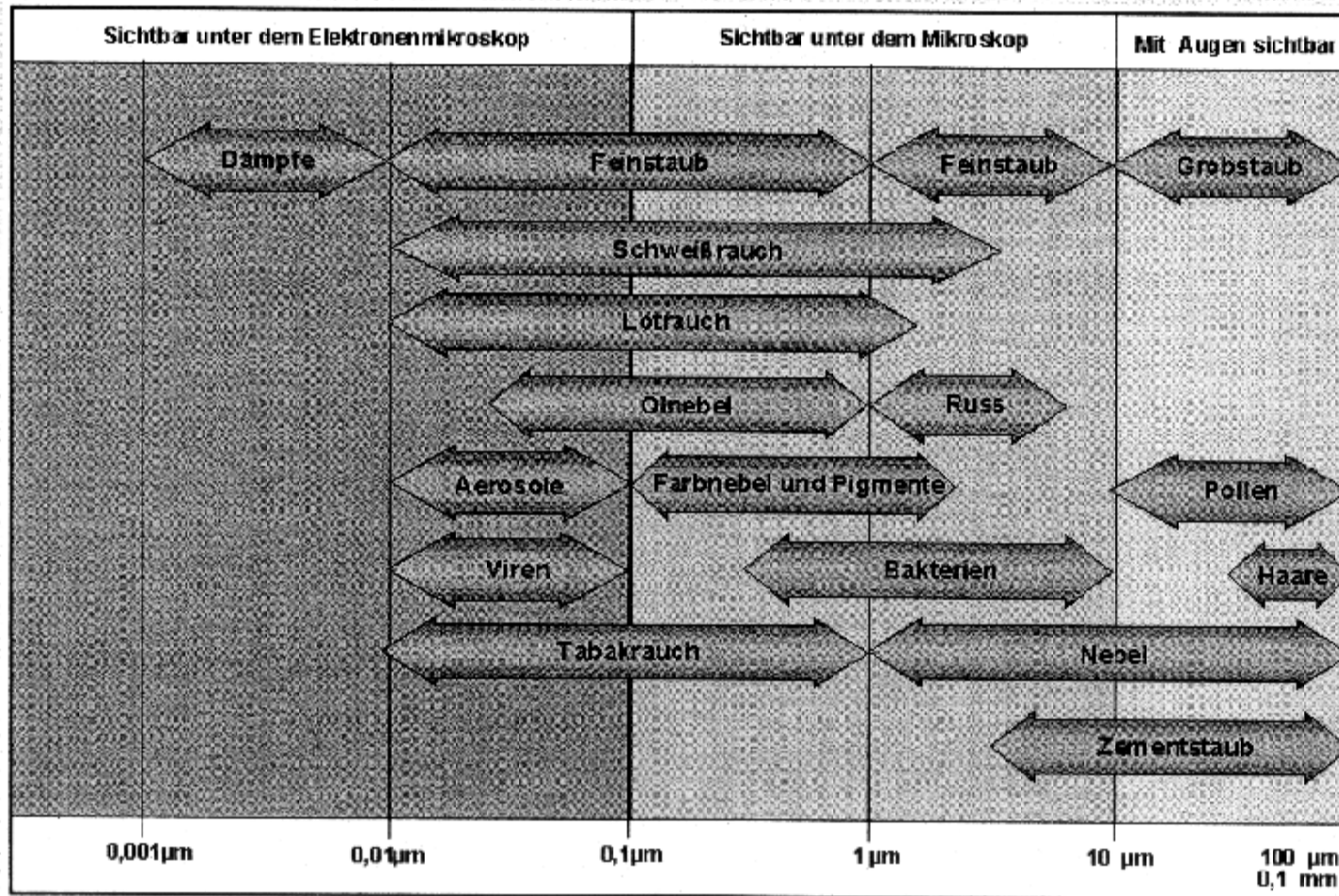
Als Rauche bezeichnet man Partikel mit einer Größe = oder < 1 µm.

### **Staub**

Als Staub bezeichnet man Partikel mit einer Größe > 1 µm.

Die beim Schweißen entstehenden partikelförmigen Schadstoffe sind sehr fein und werden demnach folgerichtig **Schweißrauche** genannt.

# Partikelgrößen einiger Schadstoffe



## Atembare Schadstoffe beim Schweißen

### Gase toxisch

Stickstoffoxide  
Kohlenmonoxid  
Kohlendioxid  
Ozon  
Phosgen  
Formaldehyd  
Phenol

### inert

Feinstaub  
Kaliumoxid  
Natriumoxid  
Titanoxid  
Aluminiumoxid  
Eisenoxid  
Chrom III-oxid  
Siliziumoxid  
Magnesiumoxid

### Partikel toxisch

Calciumoxid  
Fluoride  
Manganoxid  
Zinkoxid  
Blei  
Kupfer  
Zinn

### kancerogen

Chrom VI-oxid  
Nickel  
Cadmium  
Cobalt  
Berylliumoxid



## Wirkung spezifischer Schadstoffe in der Schweißtechnik

| Partikelförmige Schadstoffe |              |  |
|-----------------------------|--------------|--|
| Schadstoff                  | Wirkung      |  |
| Berylliumoxid               | kanzerogen ► | Metallrauchfaser, chronische Pneumonie;                |
| Cadmiumoxid                 | kanzerogen ► | Schleimhautreizung, Lungenüberblähung;                 |
| Chrom VI-<br>Verbindungen   | kanzerogen ► | Krebserkrankung der Atemorgane,<br>Schleimhautreizung; |
| Cobaltoxid                  | kanzerogen ► | Schädigung der Atemorgane;                             |
| Nickeloxide                 | kanzerogen ► | Krebserkrankung der Atemorgane;                        |
| Thoriumdioxid               | kanzerogen ► | kann krebserzeugende Wirkung haben;                    |
|                             | radioaktiv ► | Bestrahlung der Bronchien und der Lunge;               |

## Krebserzeugende (kanzerogene) Stoffe

Dies sind Stoffe, die erfahrungsgemäß bösartige Geschwülste verursachen können. Das Krebsrisiko ist generell von mehreren Faktoren abhängig, z. B. genetische Disposition, Umweltbelastungen. Es gibt hier keinen Automatismus der Wirkung, aber eine steigende Dosis erhöht das Krebsrisiko.

Die Latenzzeit (der Zeitraum zwischen der ersten Einwirkung und dem Ausbruch der Krankheit) kann Jahre oder Jahrzehnte dauern.

Für diese Stoffe ist kein Schwellenwert bekannt, bei dessen Unterschreitung eine Gefährdung nicht besteht. In vielen Fällen besitzen diese Stoffe zusätzlich eine toxische Wirkung.

Die krebserzeugenden Stoffe sind in der TRGS 905 aufgeführt und in Kategorie 1, 2 oder 3 nach Anhang I GefStoffV eingestuft:



### Kategorie 1

Dies sind Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken (hinreichende Anhaltspunkte).

### Kategorie 2

Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten (begründete Annahme).

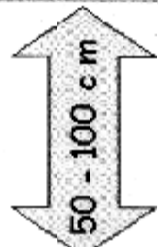
### Kategorie 3

Für Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlaß zur Besorgnis geben (einige Anhaltspunkte, Vermutung). Von den dort aufgezählten Stoffen sind in der Schweißtechnik die Nickeloxide, bestimmte sechswertige Chromverbindungen, Cadmium und seine Verbindungen, Kobalt und seine Verbindungen und Beryllium und seine Verbindungen zu beachten.



▼ Schadstoffsituation im Arbeitsbereich des  
Schweißers

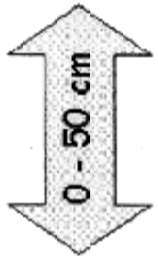
Feinstaub-Grenzwert =  $3 \text{ mg / m}^3$



gemessene Konzentrationen :

$80 - 280 \text{ mg / m}^3$

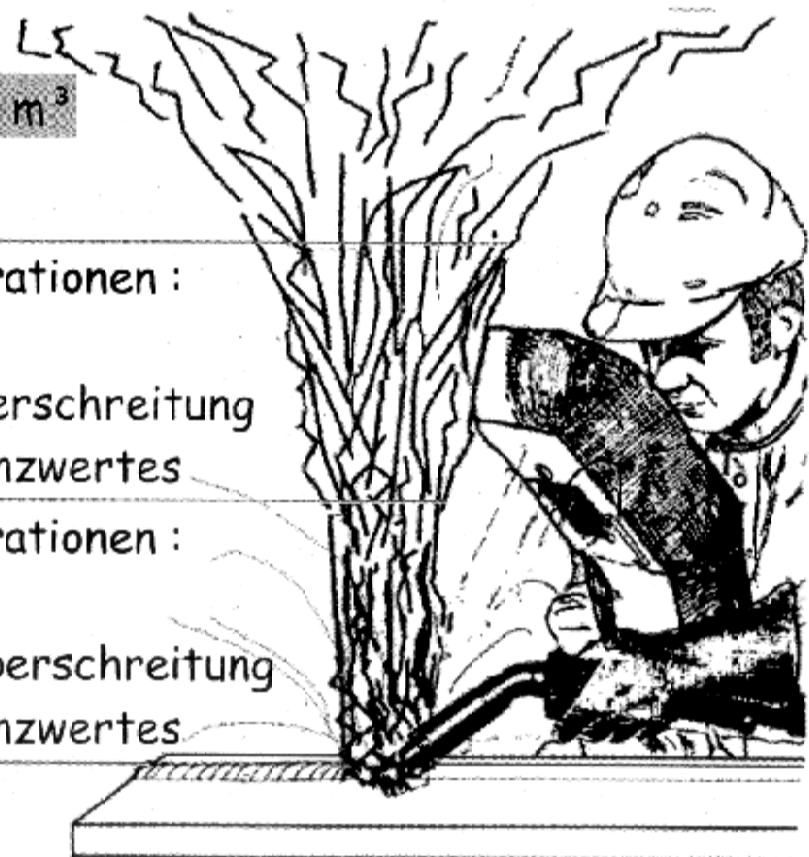
26 bis 94-fache Überschreitung  
des Feinstaub - Grenzwertes



gemessene Konzentrationen :

$160 - 550 \text{ mg / m}^3$

54 bis 183-fache Überschreitung  
des Feinstaub - Grenzwertes



## Lüftung in Räumen bei Verfahren mit Zusatzwerkstoff

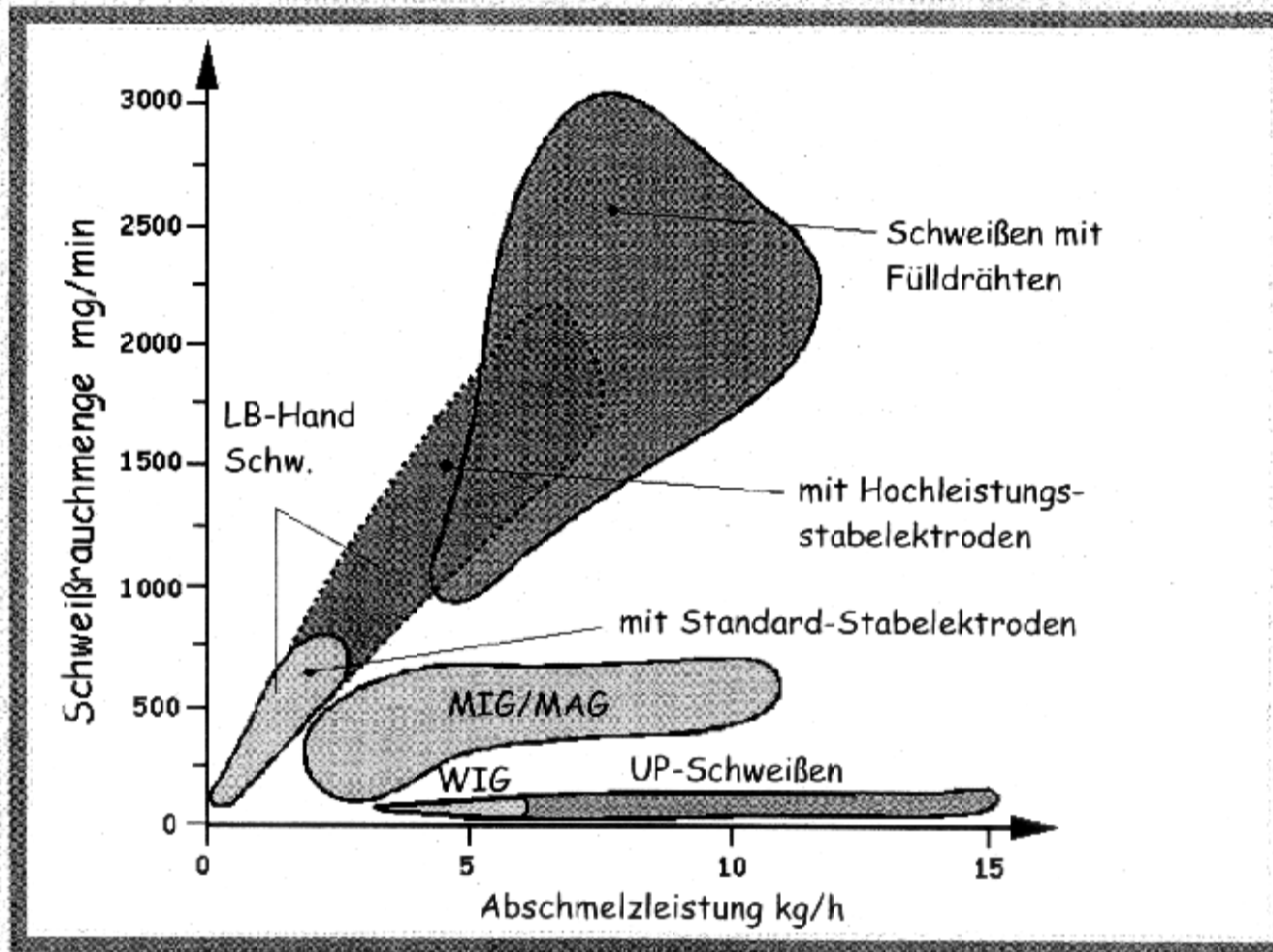
| Schweißverfahren  | Standort       | Zusatzwerkstoff                                    |   |   |   |                                   |   |
|---|----------------|--|---|---|---|-----------------------------------|---|
|   |                | Unlegierter und niedriglegierter Stahl, Al-Werkst. |   | Hochlegierter Stahl, NE-Werkst. ausser Al-Werkst. |   | Schweißen an beschichteterm Stahl |   |
|   |                | k  | l | k   | l | k                                 | l |
| <b>Gasschweißen</b>   | ortsgebunden   | F  | T | T   | A | T                                 | A |
|   | nicht ortsgeb. | F  | T | F   | A | F                                 | A |
| <b>Lichtbogenhandschweißen</b>  | ortsgebunden   | T  | A | A   | A | A                                 | A |
|   | nicht ortsgeb. | F  | T | T   | A | T                                 | A |
| <b>MIG-, MAG-Schweißen</b>  | ortsgebunden   | T  | A | A   | A | A                                 | A |
|   | nicht ortsgeb. | F  | T | T   | A | T                                 | A |
| <b>WIG-Schweißen</b><br><small>n ist thorium freier Wolfram-Elektroden</small>  | ortsgebunden   | F  | T | F   | T | F                                 | T |
|   | nicht ortsgeb. | F  | F | F   | T | F                                 | T |
| <b>WIG-Schweißen</b><br><small>n ist thoriumhaltigen Wolfram-Elektroden</small> | ortsgebunden   | A  | A | A   | A | A                                 | A |
|   | nicht ortsgeb. | T  | A | F   | T | F                                 | T |
| <b>Unterpulverschweißen</b>   | ortsgebunden   | F  | T | T   | T | T                                 | T |
|   | nicht ortsgeb. | F  | F | F   | T | F                                 | T |
| <b>Laserstrahl-Auftragsschw.</b>  |                | T  | A | A   | A | -                                 | - |
| <b>Thermisches Spritzen</b>   |                | A  | A | A   | A | -                                 | - |

## Lüftung in Räumen bei Verfahren ohne Zusatzwerkstoff

| Schweißverfahren   | Standort                       | Grundwerkstoff                                     |   |   |   |                                  |   |
|--|--------------------------------|--|---|---|---|----------------------------------|---|
|  |                                | Unlegierter und niedriglegierter Stahl, Al-Werkst. |   | Hochlegierter Stahl, NE-Werkst. ausser Al-Werkst. |   | Schweißen an beschichteten Stahl |   |
|  |                                | k  | l | k   | l | k                                | l |
| <b>Flammwärmen, Flammrichten</b>   |                                | F  | T | F   | T | F                                | T |
| <b>Flammhärten</b>   |                                | F  | T | -   | - | -                                | - |
| <b>Flammstrahlen</b>   |                                | F  | T | -   | - | T                                | A |
| <b>Brännschneiden</b>  | ortsgebunden<br>nicht ortsgeb. | F  | T | A   | A | T                                | T |
|  |                                | F  | T | T   | A | T                                | T |
| <b>Brännfugen</b>  |                                | F  | T | -   | - | T                                | T |
| <b>Flämmen</b>   | ortsgebunden<br>nicht ortsgeb. | A  | A | A   | A | -                                | - |
|  |                                | F  | T | A   | A | -                                | - |
| <b>WIG-Schweißen</b> <small>nif thoriumfreien Wolfram-Elektroden</small>   | ortsgebunden<br>nicht ortsgeb. | F  | T | F   | T | F                                | T |
|  |                                | F  | F | F   | T | F                                | T |
| <b>WIG-Schweißen</b> <small>nif thoriumhaltigen Wolfram-Elektroden</small> | ortsgebunden<br>nicht ortsgeb. | A  | A | A   | A | A                                | A |
|  |                                | T  | A | F   | T | F                                | T |
| <b>Laserstrahlschweißen</b>  |                                | T  | A | A   | A | A                                | A |
| <b>Laserstrahlschneiden</b>  |                                | A  | A | A   | A | A                                | A |
| <b>Plasmaschneiden</b> <small>ohne Wasserabdeckung</small>                 | ortsgebunden<br>nicht ortsgeb. | A  | A | A   | A | A                                | A |
|  |                                | T  | A | A   | A | A                                | A |
| <b>Lichtbogen-Sauerstoffschneiden</b>                                      | ortsgebunden<br>nicht ortsgeb. | T  | A | A   | A | T                                | A |
| <b>Lichtbogen-Druckluftfugen</b>   |                                | F  | T | T   | A | F                                | T |
| <b>Abtrennstumpfschweißen</b>  |                                | T  | A | A   | A | T                                | A |
| <b>Andere Widerstandsschweißverf.</b>                                      |                                | F  | F | F   | T | F                                | T |



## Schweißbrauchmengen bei unterschiedlichen Schweißverfahren



## **Gefahrstoffverordnung - Auszug -**

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV)  
vom 26. Oktober 1993  
BGBl. I Nr. 57 vom 30.10.1993 S. 1782, 2049)

Zuletzt geändert am 12. Juli 1998 durch Artikel 1 und 2 der Dritten Verordnung  
zur Änderung der Gefahrstoffverordnung  
(BGBl. I Nr. 35 vom 18.06.1998 S. 1286)

### **Erster Abschnitt Zweck, Anwendungsbereich und Begriffsbestimmungen** [§§ 1 - 3]

#### **§ 1 Grundsatz**

Zweck dieser Verordnung ist es, durch Regelungen über die Einstufung, über die Kennzeichnung und Verpackung von gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und bestimmten Erzeugnissen sowie über den Umgang mit Gefahrstoffen den Menschen vor arbeitsbedingten und sonstigen Gesundheitsgefahren und die Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen zu schützen, insbesondere sie erkennbar zu machen, sie abzuwenden und ihrer Entstehung vorzubeugen, soweit nicht in anderen Rechtsvorschriften besondere Regelungen getroffen sind.

#### **§ 3 Begriffsbestimmungen**

- (1) Gefahrstoffe sind die in § 19 Abs. 2 des Chemikaliengesetzes bezeichneten Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse.
- (2) Umgang ist das Herstellen einschließlich Gewinnen oder das Verwenden im Sinne des § 3 Nr. 10 des Chemikaliengesetzes.
- (3) Lagern ist das Aufbewahren zur späteren Verwendung sowie zur Abgabe an andere. Es schließt die Bereitstellung zur Beförderung ein, wenn diese nicht binnen 24 Stunden nach ihrem Beginn oder am darauffolgenden Werktag erfolgt. Ist dieser Werktag ein Sonnabend, so endet die Frist mit Ablauf des nächsten Werktages.
- (4) Arbeitgeber ist, wer Arbeitnehmer beschäftigt einschließlich der zu ihrer Berufsbildung Beschäftigten. Dem Arbeitgeber steht gleich, wer in sonstiger Weise selbstständig tätig wird, sowie der Auftraggeber und Zwischenmeister im Sinne des Heimarbeitsgesetzes. Dem Arbeitnehmer stehen andere Beschäftigte, insbesondere Beamte und in Heimarbeit Beschäftigte sowie Schüler und Studenten, gleich.
- (5) Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, bei der im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird.

- (6) Biologischer Arbeitsplatztoleranzwert (BAT) ist die Konzentration eines Stoffes oder seines Umwandlungsproduktes im Körper oder die dadurch ausgelöste Abweichung eines biologischen Indikators von seiner Norm, bei der im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmer nicht beeinträchtigt wird.
- (7) Technische Richtkonzentration (TRK) ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem Stand der Technik erreicht werden kann.
- (8) Auslöseschwelle ist die Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz oder im Sinne des Absatzes 6 im Körper, bei deren Überschreitung zusätzliche Maßnahmen zum Schutze der Gesundheit erforderlich sind. Der Überschreitung der Auslöseschwelle steht es gleich, wenn Verfahren angewendet werden, bei denen Maßnahmen nach Satz 1 erforderlich sind oder wenn ein unmittelbarer Hautkontakt besteht.
- (9) Stand der Technik im Sinne dieser Verordnung ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zum Schutz der Gesundheit der Beschäftigten gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen, die mit Erfolg in der Praxis erprobt worden sind. Gleiches gilt für den Stand der Arbeitsmedizin und Hygiene.

#### **Fünfter Abschnitt Allgemeine Umgangsvorschriften für Gefahrstoffe** **[§§ 16 - 34]**

##### **§ 16 Ermittlungspflicht**

- (1) Der Arbeitgeber, der mit einem Stoff, einer Zubereitung oder einem Erzeugnis umgeht, hat festzustellen, ob es sich im Hinblick auf den vorgesehenen Umgang um einen Gefahrstoff handelt. Der Arbeitgeber, der nicht über andere Erkenntnisse verfügt, kann davon ausgehen, dass eine Kennzeichnung, die sich auf der Verpackung befindet, und dass Angaben, die in einer beigefügten Mitteilung oder einem Sicherheitsdatenblatt enthalten sind, zutreffend sind. Das Ergebnis der Ermittlung nach Satz 1 ist, soweit dabei Gefahrstoffe festgestellt worden sind, der zuständigen Behörde auf Verlangen darzulegen.
- (2) Der Arbeitgeber muss prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko als die von ihm in Aussicht genommenen erhältlich sind. Ist ihm die Verwendung dieser Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse zumutbar und ist die Substitution zum Schutz von Leben und Gesundheit der Arbeitnehmer erforderlich, so darf er nur diese verwenden. Kann der Schutz von Leben und Gesundheit der Arbeitnehmer vor Gefährdung durch das Auftreten von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz nicht durch andere Maßnahmen gewährleistet werden, muss der Arbeitgeber prüfen, ob durch Änderung des Herstellungs- und Verwendungsverfahrens oder durch den Einsatz von emissionsarmen Verwendungsformen von Gefahrstoffen deren Auftreten am Arbeitsplatz verhindert oder vermindert werden kann. Ist dies technisch möglich und dem Arbeitgeber zumutbar, muss der Arbeitgeber die erforderliche Verfahrensänderung vornehmen oder die emissionsarmen Verwendungsformen anwenden. Das Ergebnis der Prüfung

nach den Sätzen 1 und 3 ist schriftlich festzuhalten und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

- (3) Verbleiben bei der Ermittlung nach Absatz 1 Ungewissheiten über die Gefährdung, hat der Hersteller oder Einführer dem Arbeitgeber auf Verlangen die gefährlichen Inhaltsstoffe der Gefahrstoffe sowie die von den Gefahrstoffen ausgehenden Gefahren und die zu ergreifenden Maßnahmen mitzuteilen. Der Arbeitgeber kann, auch soweit diese Angaben nach den Vorschriften des Dritten Abschnitts oder nach anderen Rechtsvorschriften nicht erforderlich sind, mindestens Angaben entsprechend Anhang I Nr. 5 verlangen.

(3a) Der Arbeitgeber ist verpflichtet, ein Verzeichnis aller nach den Absätzen 1 und 3 ermittelten Gefahrstoffe zu führen. Dies gilt nicht für Gefahrstoffe, die im Hinblick auf ihre gefährlichen Eigenschaften und Menge keine Gefahr für die Beschäftigten darstellen. Das Verzeichnis muss mindestens folgende Angaben enthalten:

1. Bezeichnung des Gefahrstoffes,
2. Einstufung des Gefahrstoffes oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften,
3. Mengenbereiche des Gefahrstoffes im Betrieb,
4. Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird.

Die Angaben können schriftlich festgehalten oder auf elektronischen Datenträgern gespeichert werden. Das Verzeichnis ist bei wesentlichen Änderungen fortzuschreiben und mindestens einmal jährlich zu überprüfen. Es ist kurzfristig verfügbar aufzubewahren und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen.

- (4) Bevor der Arbeitgeber Arbeitnehmer beim Umgang mit Gefahrstoffen beschäftigt, hat er zur Feststellung der erforderlichen Maßnahmen die mit dem Umgang verbundenen Gefahren zu ermitteln und zu beurteilen. Welche Maßnahmen zur Abwehr der Gefahren zu treffen sind, die beim Umgang mit Gefahrstoffen entstehen können, hat der Arbeitgeber zu regeln, bevor er mit Gefahrstoffen umgeht.

## **§ 17 Allgemeine Schutzpflicht**

- (1) Der Arbeitgeber, der mit Gefahrstoffen umgeht, hat die zum Schutz des menschlichen Lebens, der menschlichen Gesundheit und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen nach den allgemeinen und besonderen Vorschriften des Fünften und Sechsten Abschnitts einschließlich der dazugehörigen Anhänge und den für ihn geltenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften zu treffen. Im Übrigen sind die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln einschließlich der Regeln über Einstufung, Sicherheitsinformation und Arbeitsorganisation sowie die sonstigen gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zu beachten.
- (2) Maßnahmen zur Abwehr unmittelbarer Gefahren sind unverzüglich zu treffen.
- (3) Bei den zu treffenden Schutzmaßnahmen sind die Kennzeichnungen nach den §§ 6 bis 8, insbesondere die Hinweise auf die besonderen Gefahren (R-Sätze) und

die Sicherheitsratschläge (S-Sätze) nach § 6 Abs. 1 Nr. 3 und 4 sowie § 7 Abs. 1 Nr. 4 und 5 sowie die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern nach § 14 zu beachten.

### § 18 Überwachungspflicht

- (1) Ist das Auftreten eines oder verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, so ist zu ermitteln, ob die Maximale Arbeitsplatzkonzentration, die Technische Richtkonzentration oder der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert unterschritten oder die Auslöseschwelle überschritten sind. Die Gesamtwirkung verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz ist zu beurteilen.
  - (2) Wer Messungen durchführt, muss über die notwendige Sachkunde und über die notwendigen Einrichtungen verfügen. Der Arbeitgeber, der eine Mess-Stelle beauftragt, kann davon ausgehen, dass die von einer Mess-Stelle festgelegten Erkenntnisse zutreffend sind, wenn die Mess-Stelle von den Ländern anerkannt ist. Die Länder regeln einvernehmlich das Verfahren der Anerkennung. Das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung gibt die anerkannten Mess-Stellen im Bundesarbeitsblatt bekannt.
  - (3) Die Ergebnisse der Ermittlungen und Messungen nach den Absätzen 1 und 2 sind aufzuzeichnen und mindestens dreißig Jahre aufzubewahren. Sie sind der zuständigen Behörde auf Verlangen mitzuteilen; hinsichtlich der Biologischen Arbeitsplatztoleranzwerte gilt § 31 Abs. 1 entsprechend. Bei Betriebsstilllegung sind die Aufzeichnungen dem zuständigen Unfallversicherungsträger auszuhändigen.
- .....
- (5) Die Absätze 1 bis 4 gelten nicht, wenn die Auslöseschwelle für Gefahrstoffe bei bestimmungsgemäßer Anwendung behördlich oder berufsgenossenschaftlich anerkannter Verfahren oder Geräte nicht überschritten wird. Satz 1 gilt nicht für die besonders gefährlichen krebserzeugenden Gefahrstoffe nach § 15 a Abs. 1

### § 19 Rangfolge der Schutzmaßnahmen

- (1) Das Arbeitsverfahren ist so zu gestalten, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Das Arbeitsverfahren ist ferner so zu gestalten, dass die Arbeitnehmer mit gefährlichen festen oder flüssigen Stoffen oder Zubereitungen nicht in Hautkontakt kommen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.
- (2) Kann durch Maßnahmen nach Absatz 1 nicht unterbunden werden, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe frei werden, sind diese an ihrer Austritts- oder Entstehungsstelle vollständig zu erfassen und anschließend ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu entsorgen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.
- (3) Ist eine vollständige Erfassung nach Absatz 2 nicht möglich, so sind die dem Stand der Technik entsprechenden Lüftungsmaßnahmen zu treffen.



- (4) Ist die Sicherheitstechnik eines Arbeitsverfahrens fortentwickelt worden, hat sich diese bewährt und erhöht sich die Arbeitssicherheit hierdurch erheblich, so hat der Arbeitgeber das nicht entsprechende Arbeitsverfahren soweit zumutbar innerhalb einer angemessenen Frist dieser Fortentwicklung anzupassen.
- (5) Werden nach Durchführung der Maßnahmen nach den Absätzen 1 bis 3 die Maximale Arbeitsplatzkonzentration oder der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert nicht unterschritten, hat der Arbeitgeber
1. wirksame und hinsichtlich ihrer Trageeigenschaften geeignete persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen und diese in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten und
  2. dafür zu sorgen, dass die Arbeitnehmer nur so lange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist.

Satz 1 gilt auch, wenn mit allergischen Reaktionen zu rechnen ist. Die Arbeitnehmer müssen die zur Verfügung gestellten persönlichen Schutzausrüstungen benutzen. Das Tragen von Atemschutz und von Vollschutzanzügen darf keine ständige Maßnahme sein.

- (6) Die Absätze 1 bis 3 und 5 gelten nicht für Verfahren, bei denen bestimmungsgemäß Gefahrstoffe freigesetzt werden und Lüftungsmaßnahmen dem Verwendungszweck entgegenstehen. Die Überwachungspflicht nach § 18 Abs. 1 entfällt in diesen Fällen. Werden in diesen Fällen die Maximale Arbeitsplatzkonzentration oder der Biologische Arbeitsplatztoleranzwert nicht unterschritten, sind Maßnahmen nach Absatz 5 zu treffen.

## **§ 20 Betriebsanweisung**

- (1) Der Arbeitgeber hat eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen, in der auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen wird sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden; auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle ist hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form und in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die erste Hilfe zu treffen.
- (2) Arbeitnehmer, die beim Umgang mit Gefahrstoffen beschäftigt werden, müssen anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren sowie über die Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Die Unterweisungen müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren.

## Anzeige gemäß § 37 GefStoffV Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

1. Stoffidentität der krebserzeugenden Gefahrstoffe
  - Chrom-VI-Verbindungen
  - Nickeloxide
  - Berylliumoxid
  - Cadmiumoxid
  - Cobaltoxid
  - ▽ Angabe des Zusatzstoffes, Grundwerkstoffes, ggf. Beschichtungen
2. Beschreibung der Schweiß-/Schneidprozesse
  - ▽ Angabe der Verfahren
  - ▽ Art der Fertigung (z.B. Handschweißen, vollmechanisiertes Schweißen, automatisiertes Schweißen...)
3. Getroffene Schutzmaßnahmen  
(Optimierung der Arbeitsbedingungen, Lüftungstechnische Maßnahmen, persönliche Schutzausrüstungen).
4. Ergebnis der Ermittlungen nach § 36 Abs. 1 Gefahrstoffverordnung  
(Art und Dauer der Exposition; effektive Schweißzeit pro Schicht; Angaben, weshalb keine Substitution möglich bzw. das Freisetzen des Gefahrstoffes nicht zu vermeiden ist).
5. Anzahl der Beschäftigten, die mit dem Gefahrstoff umgehen.
6. Art und Ausmaß der Exposition durch den krebserzeugenden Gefahrstoff, insbesondere Messergebnisse, soweit sie vorliegen.

Muster einer Anzeige nach § 37 Gefahrstoffverordnung.

|  |   |                 |
|--|---|-----------------|
| Technische Regeln<br>für<br>Gefahrstoffe | Lufrückführung beim Umgang<br>mit krebserzeugenden<br>Gefahrstoffen | <b>TRGS 560</b> |
|--|---|-----------------|

## TRGS 560 Lufrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahr- stoffen

Stand Mai 1996

BArbBl. Nr. 5/1996 S. 54

Dieses Blatt enthält Anforderungen an Anlagen zur Absaugung und Abscheidung von krebserzeugenden Gefahrstoffen mit Rückführung gereinigter Absaugluft in Arbeitsräume.

### Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Grundsatz
- 4 Ausnahmen
- 5 Anforderungen

### 1 Anwendungsbereich

(1) Diese TRGS gilt für den Umgang mit krebserzeugenden, partikelförmigen Gefahrstoffen, wenn diese in atembare Form auftreten können (Stäube, Rauche, -Nebel). Gasförmige Stoffe sind ausgenommen, da derzeit keine Abscheider bekannt sind, die Gase und Dämpfe nach den nachfolgend beschriebenen Anforderungen abscheiden.

(2) Stoffe sind krebserzeugend im Sinne dieser TRGS, wenn sie mit den Hinweisen auf besondere Gefahren R45 und R49 gekennzeichnet sind oder in der Bekanntmachung nach § 4a Abs. 1 GefStoffV mit R45 oder R49 bezeichnet oder aufgrund sonstiger Erkenntnisse als krebserzeugend in die

Kategorie 1 oder 2 nach Anhang I GefStoffV einzustufen sind. Die TRGS 905 ist zu beachten. Krebserzeugend sind auch Gefahrstoffe und Verfahren im Sinne von § 35 Abs. 4 und 5 GefStoffV.

(3) Zubereitungen sind krebserzeugend im Sinne des § 35 Abs. 3 GefStoffV.

(4) Diese TRGS enthält grundsätzliche Anforderungen an die Lufrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen. In stoffspezifischen TRGS können abweichende Festlegungen getroffen werden, wenn die dort vorgesehenen Maßnahmen zu einem gleichwertigen Schutz im Sinne der Nummer 3 und Nummer 5 dieser TRGS führen.

### 2 Begriffsbestimmung

(1) Wärmerückgewinnung ist die Wiedernutzung von Wärme durch Wärmeaustausch zwischen Abluft und Zuluft über spezielle Wärmerückgewinnungssysteme (Wärmerückgewinner siehe hierzu VDI 2071<sup>1)</sup>). Eine Rückführung von Gefahrstoffen findet verfahrensbedingt nicht statt.

(2) Lufrückführung ist die Rückführung gereinigter Abluft in die Arbeitsräume, insbesondere zur Wiedernutzung von Wärme. Je nach Wirksamkeit der Abscheideanlage wird dabei auch ein gewisser Anteil an Gefahrstoffen in den Arbeitsraum zurückgeführt.

(3) Anlagen zur Absaugung und Abscheidung von Gefahrstoffen können stationär

<sup>1)</sup> VDI 2071 Wärmerückgewinnung in Raumlufttechnischen Anlagen. Blatt 1: Begriffe und technische Beschreibung. Blatt 2: Wirtschaftlichkeitsberechnung, zu beziehen vom Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin.

## III – 3.3

angeordnet sein (Absauganlagen) oder in kleineren Baueinheiten ortsveränderlich betrieben werden (Absauggeräte).

**3 Grundsatz**

(1) Luftrückführung wird aus Gründen der Wiedernutzung abgefilterter Wärme oder verfahrenstechnisch bedingt angewendet.

(2) Beim Umgang mit besonders gefährlichen krebserzeugenden Stoffen nach § 15a GefStoffV ist eine Luftrückführung in Arbeitsräume nicht zulässig. Satz 1 gilt nicht für Asbest, sofern bei Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten eine Entsorgung nur mit ortsveränderlichen Einrichtungen möglich ist.

(3) Auch beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, die nicht in § 15a GefStoffV aufgeführt sind, ist eine Luftrückführung in der Regel nicht zulässig. Eine Luftrückführung ist in Ausnahmefällen nur zulässig, wenn sie aufgrund des Arbeitsverfahrens, der Arbeitsorganisation oder der räumlichen bzw. klimatischen Verhältnisse nicht zu vermeiden ist.

(4) Sofern die Wärmerückgewinnung über Wärmerückgewinnungssysteme betrieblich möglich und verhältnismäßig ist oder der Fortluftbetrieb zumutbar ist, ist die Luftrückführung nicht zulässig.

(5) Sofern die Luftrückführung zulässig ist, sind – soweit verfahrenstechnisch möglich – stationäre Absauganlagen einzusetzen. Der Einsatz ortsveränderlicher Absauggeräte kann zulässig sein, z. B. beim

- Einsatz ortsveränderlicher Einrichtungen zur Oberflächenreinigung (z. B. Industriestaubsauger, Kehrsaugmaschinen),
- Einsatz ortsveränderlicher Einrichtungen zur Absaugung von handgeführten Arbeitsgeräten,
- Einsatz ortsveränderlicher Einrichtungen zum Absaugen von ständig wechselnden Emissionsquellen bzw. an ständig wechselnden Einsatzstellen,
- Einsatz an Maschinen oder Arbeitsgeräten, die nur gelegentlich eingesetzt werden.

(6) Absauggeräte, die ortsfest betrieben werden, sind wie ortsfeste Absauganlagen zu behandeln.

**4 Ausnahmen**

(1) Eine Ausnahme von den Festlegungen nach Nummer 3 Abs. 3 und 4 dieser TRGS ist im Einzelfall nur zulässig, wenn die Luftrückführung die Anforderungen der Nummer 5 dieser TRGS ständig erfüllt. In diesen Einzelfällen kann die zuständige Behörde eine Ausnahme nach § 44 Abs. 1 GefStoffV erteilen.

(2) Eine Ausnahme von den Festlegungen der Nummer 3 Abs. 3 und 4 dieser TRGS ist ferner zulässig, wenn sichergestellt ist, daß die rückgeführte Luft unter Anwendung behördlich oder berufsgenossenschaftlich anerkannter Verfahren oder Absauggeräte von krebserzeugenden Stoffen gereinigt ist (siehe § 36 Abs. 7 GefStoffV).

**5 Anforderungen**

(1) Durch technische Maßnahmen muß sichergestellt werden, daß die Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz die Technische Richtkonzentration (TRK) soweit wie möglich unterschreitet. Dabei sind vorrangig die Erfassungseinrichtungen<sup>2)</sup> zu optimieren. Durch die Luftrückführung soll die Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz nicht erhöht werden.

(2) Bei den unter Nummer 3 Abs. 5 genannten ortsveränderlichen Absauggeräten dürfen nur staubtechnisch geprüfte und behördlich oder berufsgenossenschaftlich anerkannte Abscheidegeräte zum Einsatz kommen, die bezüglich ihrer Abscheidung die Anforderungen der Nummer 5 Abs. 3 und 4 erfüllen und eine für den Arbeitnehmer gefahrlose Entsorgung der abgeschiedenen Stoffe ermöglichen. Darüber hinaus sind die Anforderungen an die Instandhaltung nach Absatz 9 zu erfüllen.

<sup>2)</sup> VDI 2262, „Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe am Arbeitsplatz“ Blatt 1 „Allgemeine Anforderungen“, Blatt 3 „Lufttechnische Maßnahmen“, zu beziehen vom Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

(3) In den unter Nummer 4 Abs. 1 genannten Einzelfällen muß sichergestellt sein, daß die Konzentration in der rückgeführten Luft ein Zehntel der TRK nicht überschreitet. Der Anteil der rückgeführten Luft an der Zuluft darf 50 % nicht überschreiten. Bei freier Raumlüftung ist ein Zuluftstrom von einmal dem Raumvolumen [m<sup>3</sup>] pro Stunde anzunehmen.

(4) Die Gesamtstaubkonzentration in der rückgeführten Luft darf insgesamt 1 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

(5) Die Einhaltung dieser Werte ist durch Messungen in der rückgeführten Luft gemäß VDI 2066<sup>3)</sup>

- bei der Abnahme der Anlage unter den Bedingungen einer maximalen Gefahrstoffbelastung,
- in regelmäßigen Zeitabständen, mindestens einmal jährlich,

nachzuweisen. Entsprechende Meßöffnungen in der Rückluftleitung müssen vorhanden und ohne Gefahr zugänglich sein.

(6) Bei einem nachgeschalteten Sicherheitsabscheider (Polizeifilter) mit Druck-

überwachung kann auf eine regelmäßige Messung verzichtet werden, sofern Absauganlagen gemäß Absatz 9 regelmäßig instandgehalten werden.

(7) Bei der in regelmäßigen Zeitabständen vorzunehmenden Überwachung gilt der Nachweis der Einhaltung der Werte auch als erbracht, wenn durch Kontrollmessungen nach TRGS 402<sup>4)</sup> in Verbindung mit TRGS 403<sup>5)</sup> die TRK am Arbeitsplatz dauerhaft sicher eingehalten wird. Bei Kontrollmessungen ist zu prüfen, ob die Auslegungsdaten (z. B. Nennluftstrom) der Absauganlage eingehalten sind.

(8) Bei stationären Absauganlagen ist Luft-rückführung nur während der Heizperiode zulässig.

(9) Die lufttechnischen Anlagen und insbesondere die Abscheideanlagen sind regelmäßig instandzuhalten. Dies setzt die

- tägliche Inspektion,
- monatliche Wartung,
- jährliche Hauptuntersuchung

und bei Bedarf die Instandsetzung voraus (siehe VDI 2262<sup>2)</sup>). Über die Instandhaltungsarbeiten sind schriftliche Aufzeichnungen zu führen und der Überwachungsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

<sup>3)</sup> VDI 2066 Blatt 1 „Messen von Partikeln; Staubbmessungen in strömenden Gasen. Gravimetrische Bestimmung der Staubbiladung. Übersicht“; VDI 2066 Blatt 2 „Messen von Partikeln; manuelle Staubbmessung in strömenden Gasen. Gravimetrische Bestimmung der Staubbiladung. Filterkopfgerät“; zu beziehen vom Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin. Bei Asbest nach VDI 3861 „Messung faserförmiger Emissionen“, Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

<sup>4)</sup> TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“.

<sup>5)</sup> TRGS 403 „Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz“.



**Tabelle 2 :**

**Positivliste bauartgeprüfter Schweißrauchabsauggeräte**

Prüfstelle : Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz - BIA, Sankt Augustin

Stand : Januar 2004

| Hersteller/Vertreiber   | Typ                       | Volumenstrom<br>$V_{max}$<br>[m³/h] | Antriebsleistung<br>[kW] | Filterabreinigungseinrichtung <sup>1</sup> | Umfang der Prüfung          | Schweißrauchklasse | Nr. des GS-Zeichens.<br><br>A-BIA | Gültig bis |
|---|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------|
| Beck GmbH<br>Gießener Straße 40<br>35321 Laubach                        | Filterboy Classic<br>1100 | 1080                                | 2,2                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W2                 | ---                               | 30.06.2008 |
| Castolin GmbH<br>Gutenbergstraße 10<br>65830 Kriftel                    | GoodAire 1200             | 1230                                | 2,2                      | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W2 / W3            | ---                               | 30.09.2004 |
|   | GoodAire 1201             | 900                                 | 1,5                      | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.12.2007 |
| E/D/E GmbH<br>Dieselstraße 37<br>42389 Wuppertal                        | FORMAT – BIA<br>2500      | 1080                                | 1,1                      | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.03.2005 |
|   | FORMAT – BIA<br>3000      | 1000                                | 1,1                      | nein,<br>Filter pneumatisch<br>abreinigbar | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 30.09.2004 |
| ESTA Apparatebau<br>GmbH & Co. KG<br>Gotenstraße 2-6<br>89250 Senden Ay | SRF P 10 W3               | 890                                 | 1,1                      | nein,<br>Filter pneumatisch<br>abreinigbar | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.03.2006 |
|   | SRF P 10 FA W3            | 890                                 | 1,1                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.03.2006 |
|   | SRF P-13 FA W2            | 1950                                | 3,0                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W2                 | ---                               | 31.12.2008 |
|   | SRF P-13 FA W3            | 1450                                | 3,0                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.12.2008 |
|   | SRF P-13 FM W2            | 1950                                | 3,0                      | nein,<br>Filter pneumatisch<br>abreinigbar | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W2                 | ---                               | 31.12.2008 |
|   | SRF P-13 FM W3            | 1450                                | 3,0                      | nein,<br>Filter pneumatisch<br>abreinigbar | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.12.2008 |
|   | SRF K-10 FA BIA<br>W2     | 980                                 | 1,1                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W2                 | ---                               | 31.12.2008 |
|   | SRF K-10 FA BIA<br>W3     | 980                                 | 1,1                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.03.2009 |
|   | SRF K-10 FM BIA<br>W2     | 980                                 | 1,1                      | nein,<br>Filter pneumatisch<br>abreinigbar | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W2                 | ---                               | 31.12.2008 |
|   | SRF K-10 FM BIA<br>W3     | 980                                 | 1,1                      | nein,<br>Filter pneumatisch<br>abreinigbar | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.03.2009 |
| Euromate B.V.   | MFS - C                   | 1060                                | 1,6                      | ja,  | Teilprüfung                 | W2                 | ---                               | 30.06.2004 |

<sup>1</sup> Geräte mit Einwegfiltern erfordern den regelmäßigen Austausch des bzw. der Filter und sind i. d. Regel nicht für den Dauerbetrieb geeignet.

| Hersteller/Vertreiber  | Typ                               | Volumenstrom<br>V <sub>max</sub><br>[m³/h] | Antriebsleistung<br>[kW] | Filterabreinigungseinrichtung <sup>1</sup> | Umfang der Prüfung                                    | Schweißrauchklasse | Nr. des GS-Zeichens.<br><br>A-BIA | Gültig bis |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------|--|---|--------------------|-----------------------------------|------------|
| Wezelkoog 11<br>NL-1822 BL Aikmaar   |                                   |  |                          | pneumatisch                                | Gefahrstoffe  |                    |                                   |            |
|  | MFD                               | 1020                                       | 0,75                     | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 28.02.2006 |
| Heinz Fischer GmbH<br>Im Ostfeld 8<br>56239 Schwerte                                 | PF 1200                           | 1070                                       | 1,5                      | nein,<br>Filter pneumatisch abreinigbar    | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 30.09.2007 |
| HECK<br>Filtertechnische Anlagen<br>Grünstraße 3<br>51063 Köln                       | Aerosmoke P                       | 1070                                       | 1,5                      | nein,<br>Filter pneumatisch abreinigbar    | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 30.09.2007 |
| Kemper GmbH<br>Von-Siemens-Str. 20<br>46691 Vreden                                   | Patronenfilter fahrbar (82150101) | 1210                                       | 1,5                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 30.05.2005 |
|  | MFF-BIA                           | 925  | 1,1                      | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 30.09.2005 |
| Lincoln Smitweld GmbH<br>Heinrich-Hertz-Str. 15<br>40699 Erkrath                     | Mobiflex 400-MSC                  | 1050                                       | 1,6                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W2                 | ---                               | 30.05.2004 |
| Lincoln Smitweld b.v.<br>Nieuwe Dukenburgseweg 20<br>6534 AD Nijmegen<br>Niederlande | Mobiflex 200-M                    | 1020                                       | 0,75                     | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 28.02.2006 |
| LOKOMA<br>Lorenz Kollmann GmbH<br>Lokomastraße 7<br>89420 Höchstädt / Do.            | Losa 1000                         | 1000                                       | 0,75                     | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W1                 | ---                               | 30.09.2007 |
| Nederman GmbH<br>Industriestr. 7a<br>65760 Eschborn                                  | Filterbox Typ : 663               | 1240                                       | 2,2                      | ja,<br>mechanisch                          | umfassende sicherheitstechnische Prüfung (GS-Prüfung) | W3                 | 980176                            | 21.12.2003 |
| PlymoVent AB<br>Föreningsgatan 37<br>21152 Malmö<br>Schweden                         | MFC-1200 BIA                      | 800  | 1,1                      | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 31.12.2008 |
| SCHWEISSRING Handels GmbH<br>Von-Hünefeld-Str. 97<br>50829 Köln                      | Eurotronic Clean PAF              | 1210                                       | 1,5                      | ja,<br>pneumatisch                         | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 30.06.2006 |
|  | Eurotronic Clean MFB              | 925  | 1,1                      | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 30.09.2005 |
| TEKA GmbH<br>In der Aue 6<br>46342 Velen   | TEKA - UPF                        | 1000                                       | 1,1                      | nein,<br>Filter pneumatisch abreinigbar    | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 30.09.2004 |
|  | TEKA - SFB                        | 1035                                       | 1,5                      | nein,<br>Einwegfilter                      | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe                           | W3                 | ---                               | 31.03.2005 |

<sup>1</sup> Geräte mit Einwegfiltern erfordern den regelmäßigen Austausch des bzw. der Filter und sind i. d. Regel nicht für den Dauerbetrieb geeignet.

| Hersteller/Vertreiber  | Typ             | Volumenstrom<br>$V_{max}$<br>[m <sup>3</sup> /h] | Antriebsleistung<br>[kW] | Filterabreinigungseinrichtung           | Umfang der Prüfung          | Schweißrauchklasse | Nr. des GS-Zeichens.<br><br>A-BIA | Gültig bis |
|--|-----------------|--|--------------------------|---|-----------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------|
|  | TEKA - SF       | 1080   | 1,1                      | nein,<br>Einwegfilter                   | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.03.2005 |
| UAS<br>United Air Specialists<br>Inc.<br>Otto-Hahn-Str. 6<br>65520 Bad Camberg | FSA BIA         | 1000   | 1,1                      | nein,<br>Filter pneumatisch abreinigbar | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 30.09.2004 |
| Heinz Wagner GmbH<br>Harthäuser Str. 19-21<br>67354 Römerberg                  | MINIVAC 250 D   | 130  | 1,2                      | nein,<br>Einwegfilter                   | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 30.09.2007 |
|  | FUMATOR MF 1650 | 900  | 1,5                      | nein,<br>Einwegfilter                   | Teilprüfung<br>Gefahrstoffe | W3                 | ---                               | 31.12.2007 |

<sup>1</sup> Geräte mit Einwegfiltern erfordern den regelmäßigen Austausch des bzw. der Filter und sind i. d. Regel nicht für den Dauerbetrieb geeignet.