

# **Fachgerechte Auswahl von Edelstahl Rostfrei**

## **Verarbeitung alternativer Edelstahlgüten und deren praktische Umsetzung**

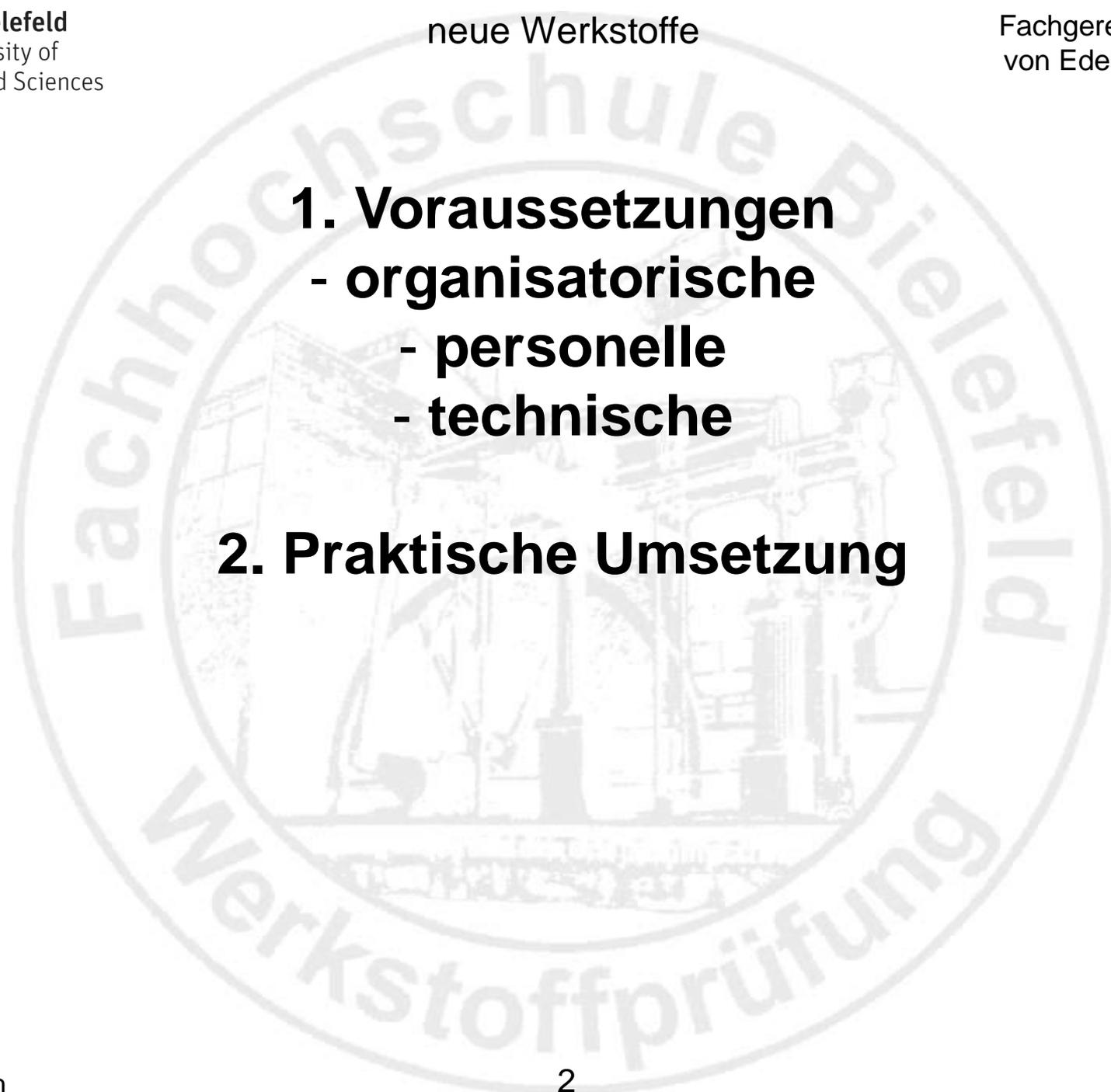
**Wolf-Berend Busch**

**Handwerkskammer der Pfalz; Handwerks Technikum  
Kaiserslautern, 23. Februar 2012**

# **1. Voraussetzungen**

- organisatorische
- personelle
- technische

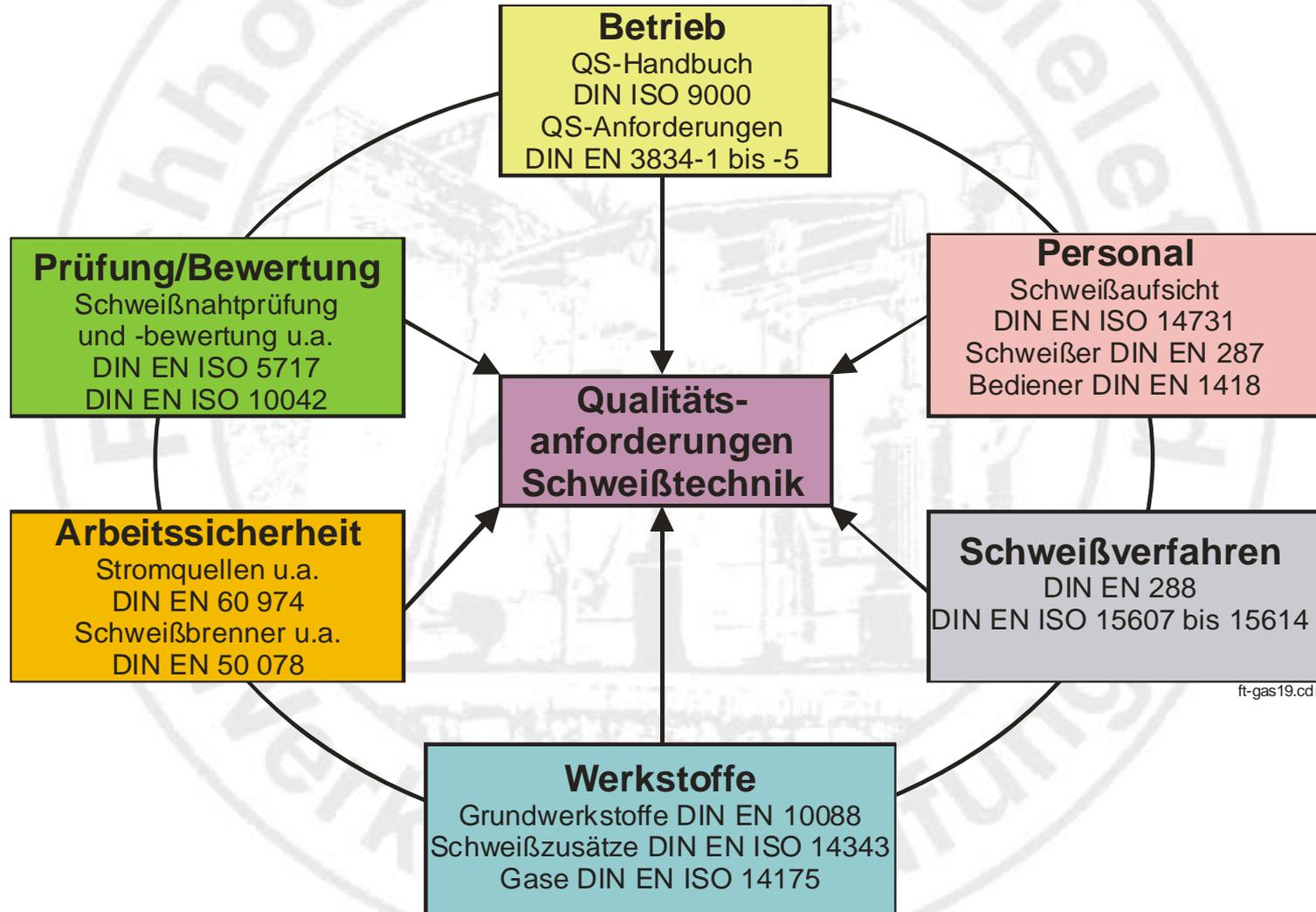
# **2. Praktische Umsetzung**



# **Was muss ein Unternehmen nachweisen, wenn es „neue“ rostfreie Stähle verarbeiten/schweißen will?**

- Schweißaufsicht**
- Schweißerprüfzeugnisse**
- Herstellerqualifikation**
- Verfahrensprüfung**
- Zulassungsbescheid**

# Sicherstellung der Produktqualität durch Erfüllung normativer Bedingungen



**Die Einführung von Schweißaufsichtspersonen ist  
Eine direkte Folge von DIN 4100 aus dem Jahre 1931:  
In §1.1 der Norm heißt es:**

**„Mit dem Entwurf und der Ausführung geschweißter  
Stahlbauten dürfen nur zuverlässige und nur solche  
Auftragnehmer betraut werden, bei denen die  
Zulassungsprüfung nach §8 zur Zufriedenheit  
ausgefallen ist und die über geeignete Fachingenieure  
verfügen.“**

## **Weiter heißt es da:**

**„Diese Fachingenieure müssen auf dem Gebiet der Statik, des Stahlbaus und der Schweißtechnik gründliche Kenntnisse und praktische Erfahrungen besitzen.**

**Die Schweißarbeiten in der Stahlbauanstalt und auf der Baustelle müssen von einem Fachingenieur des Auftragnehmers überwacht werden.**

**Die Schweißarbeiten selbst dürfen nur von fachkundigen geprüften Schweißern ausgeführt werden.“**

Geltungsbereich	Anforderungen
<p>Werkstoffe wie in Klasse B sowie nichtrostende<sup>1)</sup> und wetterfeste Stähle und Stahlgussorten im Festigkeitsbereich bis S275, bei reiner Druckbeanspruchung bis S355</p>	<p>Es sind geprüfte Schweißer/Bediener mit gültiger Schweißer-/Bedienerprüfung nach DIN EN 287-1/DIN EN 1418 einzusetzen. Der Geltungsbereich der Prüfung muss den Einsatzbereich des Schweißers/Bedieners voll abdecken. Für Rohrknöten (Rundrohr an Rundrohr) ist die Zusatzprüfung nach DIN 18808 erforderlich.</p>
<p>Erzeugnisdicken im tragenden Querschnitt <math>\leq 30</math> mm, bei anzuschweißenden Stirn-, Kopf- und Fußplatten <math>\leq 40</math> mm</p>	<p>Der Betrieb muss für die Schweißaufsicht zumindest eine, dem Betrieb ständig angehörende Schweißaufsichtsperson mit speziellen technischen Kenntnissen nach Richtlinie DVS-EWF 1172 oder gleichwertiger Ausbildung haben.</p>
<p>Schweißprozesse: manuelle, teilmechanische, vollmechanische und automatische Verfahren (Bolzenschweißen nach DIN EN ISO 14555)</p>	<p>Bei Serienproduktion<sup>2)</sup> und Fertigungsschweißen von Stahlgussteilen mit nachgewiesener Erfahrung in der Schweißaufsicht kann diese von einer Schweißaufsichtsperson mit technischen Basiskenntnissen nach Richtlinie DVS-EWF 1171 oder gleichwertiger Ausbildung, vorgenommen werden.</p>
<p>Alle Bauteile der Klasse B mit folgender Erweiterung der</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Stützweiten und Höhen auf 30 m</li><li>— Auffangwannen und</li><li>— Fertigungsschweißungen von Stahlgussteilen aller nach dieser Norm einsetzbaren Sorten.</li></ul>	<p>Standard-Qualitätsanforderungen nach DIN EN 729-3</p>

# Organisatorische Voraussetzungen Herstellerqualifikation D (DIN 18800-7, Tab. 12)

Geltungsbereich	Anforderungen
<p>Vorwiegend ruhende Beanspruchung</p> <p>Alle einsetzbaren Werkstoffe nach dieser Norm</p> <p>Erzeugnisdicken nach den maßgebenden Anwendungsregelwerken</p> <p>Schweißprozesse: manuelle, teilmechanische, vollmechanische und automatische Verfahren (Bolzenschweißen nach DIN EN ISO 14555)</p> <p>Alle vorwiegend ruhend beanspruchten Bauteile für Konstruktionen, die nach den Stahlbaugrundnormen und den jeweiligen Stahlbaufachnormen bemessen sind</p>	<p>Es sind geprüfte Schweißer/Bediener mit gültiger Schweißer-/Bedienerprüfung nach DIN EN 287-1/DIN EN 1418 einzusetzen. Der Geltungsbereich der Prüfung muss den Einsatzbereich des Schweißers/Bedieners voll abdecken. Für Rohrknöten (Rundrohr an Rundrohr) ist die Zusatzprüfung nach DIN 18808 erforderlich.</p> <p>Der Betrieb muss für die Schweißaufsicht zumindest eine, dem Betrieb ständig angehörende Schweißaufsichtsperson mit umfassenden technischen Kenntnissen nach Richtlinie DVS-EWF 1173 oder gleichwertiger Ausbildung haben.</p> <p>Bei Serienproduktion<sup>1)</sup> mit nachgewiesener Erfahrung kann die Schweißaufsicht von einer Schweißaufsichtsperson mit speziellen technischen Kenntnissen nach Richtlinie DVS-EWF 1172 oder gleichwertiger Ausbildung vorgenommen werden.</p> <p>Standard-Qualitätsanforderungen nach DIN EN 729-3</p>
<p><sup>1)</sup> Serienproduktion liegt vor, wenn eine wiederholende Fertigung von vergleichbaren Bauteilen mit eindeutiger Festlegung von Tragwerksform, Stahlsorte, Schweißprozess und Arten der Schweißverbindungen vom Hersteller durchgeführt wird.</p>	

# Herstellerqualifikation, Übersicht (DIN 18800-7, Tab. 14)

1	Klasse	A	B	C	D	E
2	Eignungsnachweis	Kein Eignungsnachweis erforderlich	Kleiner Eignungsnachweis	Kleiner Eignungsnachweis mit Erweiterung	Großer Eignungsnachweis	Großer Eignungsnachweis mit Erweiterung auf dynamischen Bereich
3	Art der Einwirkung	Tragwerke vorwiegend ruhend beansprucht				Tragwerke nicht vorwiegend ruhend beansprucht
4	Geltungsbereich nach Tabelle:	9	10	11	12	13
5	Werkseigene Produktionskontrolle	Ist durchzuführen in Verantwortung des Herstellers				
6	Betriebsanforderungen	kein Nachweis erforderlich	Nachweis gegenüber anerkannter Stelle erforderlich			
7	Stufe der Anforderung nach DIN EN 729-2 bis DIN EN 792-4	Elementar DIN EN 729-4	Standard DIN EN 729-3			Umfassend DIN EN 729-2
8 <sup>a</sup>	Stufe der technischen Kenntnisse der Schweißaufsichtspersonen nach DIN EN 719	Keine besonderen Anforderungen <sup>a</sup>	Technische Basiskenntnisse DVS-EWF 1171 <sup>b</sup>	Spezielle technische Kenntnisse DVS-EWF 1172 <sup>c,d</sup>	Umfassende technische Kenntnisse DVS-EWF 1173 <sup>e,f</sup>	Umfassende technische Kenntnisse DVS-EWF 1173 <sup>f</sup>

## **Im bauaufsichtliche Bereich**

**muss für neue Stähle, und auch für  
neue Duplex-Stähle beachtet werden:**

**„Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile  
aus nichtrostenden Stählen“**

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung  
Z30.3-6 vom 20. April 2010**

**Deutsches Institut für Bautechnik DIBt**

## **Prüfung der**

- 1. Allgemeinen Voraussetzungen  
Herstellerqualifikation**
- 2. Verarbeitungseigenschaften  
insbesondere der Schweißbarkeit**
- 3. Festigkeitseigenschaften  
Grundwerkstoff und Schweißung**
- 4. Korrosionsbeständigkeit  
Grundwerkstoff und Schweißnaht**

# 1. Herstellerqualifikation

**Soweit nicht ausdrücklich erwähnt,  
muss das  
verarbeitende Unternehmen die**

**Herstellerqualifikation D oder E**

**vorweisen können**



Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Duisburg - Niederlassung der GSI mbH

### Bescheinigung

über die Herstellerqualifikation zum Schweißen von Stahlbauten nach DIN 18800-7: 2002-09  
**Klasse E**

Dem Unternehmen	Wilhelm Modersohn GmbH & Co. KG
wird für den Schweißbetrieb in	32139 Spenge, Industriestr. 23
bescheinigt, dass er über die erforderlichen Fachkräfte und Vorrichtungen verfügt, Schweißarbeiten zur Herstellung tragender Stahlbauteile im folgenden Anwendungsbereich durchzuführen:	
Normen/Regelwerke	DIN 18800-7 DIN 15018
Schweißprozesse (Ordnungsnummer nach DIN EN ISO 4063)	111 Lichtbogenhandschweißen 135 Metall-Aktivgasschweißen teilmechanisiert 141 Wolfram-Inertgasschweißen 783 Hubzündungs-Bolzenschweißen
Grundwerkstoffe	S235, S275, S355 nach der jeweils gültigen Bauregelliste und der Anpassungsrichtlinie Stahlbau sowie nichtrostende Stähle bis Festigkeitsklasse S355 nach dem jeweils gültigen Zulassungsbescheid des DIBt
Erweiterungen/Einschränkungen	Werkstoff 1.4462 in Festigkeitsklasse S460. Werkstoff 1.4362 in der Festigkeitsklasse S400 nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.3-19 des DIBt
Verantwortliche Schweißaufsichtsperson (Name, Vorname, Geburtsdatum, Qualifikation)	Prof. Dr.-Ing. Busch, Wolf-Berend, geb. am 28.06.1949, SFI (DVS)
Vertreter (Name, Vorname, Geburtsdatum, Qualifikation)	entfällt
Bemerkungen	Serienfertigung von Zugstangen aus nichtrostenden Stählen. Weitere Bemerkungen s. Rückseite.
Gültigkeitszeitraum	vom 07.04.2007 bis 07.04.2008
Bescheinigungs-Nr.	2007.0048
ausgestellt am	08. Mai 2007 Lammers/Ms/T
Leiter der Prüfstelle (Name, Unterschrift, Stempel)	

DVS

Beispiel einer  
**Herstellerqualifikation E**  
für vorwiegend nicht  
ruhende Beanspruchung

In den Bescheinigungen  
ist die  
**Schweißaufsicht**  
namentlich genannt.

## Schweißbarkeit

Der Zulassungsbescheid verlangt für alle Stähle,  
außer den einfach zu schweißenden Austeniten  
1.4301, 1.4401, 1.4571 u.ä.

eine **Verfahrensprüfung**.

Diese Forderung muss auch von neuen Stählen  
erfüllt werden, wenn sie geschweißt werden sollen.

**DVS**  
PERSZERT®  
Reg. Nr. TGA-ZP-03.92.71

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.  
PZA Westfalen / SK Bielefeld  
Bleichstraße 10  
33607 Bielefeld  
Te. 0521/65044-45 Fax 0521/65040

**1 Schweißer-Prüfungsbescheinigung**

2 Bezeichnung: EN 287-1 135 P FW 10 S t10 PF ml

3 Seite: 1 von 1

4 Hersteller Schweißanweisung: Prüfstelle: PZA Westfalen

5 Beleg-Nr.: 1118\_D Prüfl.-Nr.: D-SK-33607B-EN 287-080821-08-BI 494.000001

6 Name des Schweißers: **Johann Hermann**

7 Legitimation: 5536192045

8 Art der Legitimation: Personalausweis Foto (falls nötig)

9 Geburtsdatum, -ort: 17.08.1964, Rußland

10 Beschäftigt bei: Wilh. Modersohn GmbH & Co. KG, Spenge

11 Vorschrift/Prüfnorm: DIN EN 287-1

12 Fachkunde: bestanden

13 Kenngrößen	Prüfstück	Geltungsbereich
14 Schweißprozesse(e)	135	135, 136 (nur M)
15 Produktform (Blech oder Rohr)	P	P, T; D>=500 mm (PA); PB D>=150 mm
16 Nahtart	FW	FW
17 Werkstoffgruppe(n)	10 / 1.4362	10, 8, 9.2, 9.3
18 Schweißzusätze	DIN EN 12072-G 22-9-3 NL	S, M
19 Schutzgas	DIN EN ISO 14175 M12	-
20 Hilfsstoffe	-	-
21 Werkstoffdicke (mm)	10,00	>= 3,00
22 Rohraußendurchmesser (mm)	-	-
23 Schweißposition	PF	PF (nur P), PA, PB
24 Schweißnaht Einzelheiten	ml	sl, ml

25 Zusätzliche Hinweise:

26 Art der Prüfung	Ausgeführt und bestanden	Nicht geprüft
27	X	-
28 Sichtprüfung	-	X
29 Durchstrahlungsprüfung	X	-
30 Bruchprüfung	-	-
31 Biegeprüfung	-	-
32 Kerbzugprüfung	-	-
33 Makroskopische Untersuchung	-	-
34 Zusätzliche Prüfungen *	-	-
35	-	-

36 Bemerkungen:

37

38 Verlängerung der Prüfung durch Bestätigung des Arbeitgebers oder der Schweißaufsicht für die folgenden 6 Monate

Datum	Unterschrift	Dienststellung oder Titel
4.2.05	Busch	

40 \* falls notwendig, Angaben auf Zusatzblatt

41 Übersetzung des Formblattes auf der Rückseite

Stempel:

Ort: Bielefeld  
Datum des Schweißens: 21.08.2008  
Gültig bis: 20.08.2010

Prof. Dr.-Ing. W.-B. Busch

Name und Unterschrift des Prüfers oder der Prüfstelle

Verlängerung der Prüfung(en) durch Prüfstelle für 2 Jahre:  
Beleg-Nr. der vorherigen Prüfungsbescheinigung

## Schweißerprüfbescheinigung

## Dürfen die neuen Stahlsorten damit geschweißt werden?

Die Prüfbescheinigung nach DIN EN 287-1 für die Werkstoffgruppe 10 schließt ein:

- 9.2: Stähle mit  $3,0 < Ni \leq 8,0$
- 9.3: Stähle mit  $8,0 < Ni \leq 10,0$
- 8 : austenitische-ferritische Stähle (Duplexstähle)

# **Verfahrensprüfung**

**Ermittlung geeigneter  
Schweißdaten**

**für alle benötigten Dicken und Nahtformen**

**Erfassung aller Daten wie Zusatzwerkstoff,  
Stromstärke, Spannung, Drahtvorschub,  
Schutzgas, Gasmenge, Lagenaufbau und  
Schweißgeschwindigkeit**

**... und daraus:**

**Erstellen einer provisorischen  
Schweißanweisung (pWPS).**

# Beispiel einer pWPS

## Nahtform, Verfahren, Werkstoffe

## Lagenaufbau

## Schweißdaten

## Schweißzusatz und ggf. Schweißhilfsstoffe

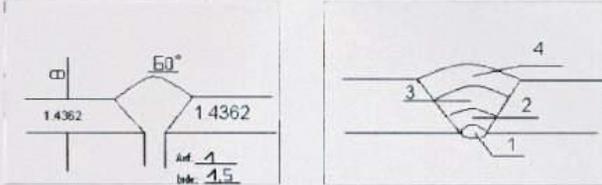
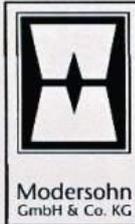
## Sonstige Angabe zur Schweißung

## Schweißaufsicht

pWPS der Wilhelm Modersohn GmbH Co. KG

Blatt 2a Werkstoffprüfbericht Nr. 2005-700-3040/11

Schweißverfahren des Herstellers	111 E-Hand	Art der Vorbereitung und Reinigung:	mit Azeton abreiben
Beleg Nr:	1022_D	Grundwerkstoff	1.4362
WPAR Nr:		Werkstückdicke:	8
Hersteller:	Modersohn / W.-R. Gottwald	Aussendurchmesser:	
Schweißprozess:	111	Schweißposition	PA
Nahtart:	BW	Zeichnungs Nr:	
Einzelheiten der Fugenvorbereitung:			



Schweißbraupe Lage	Schweißprozess	Zusatzwerkstoff Durchmesser	Stromstärke Ampere	Spannung Volt	Stromart / Polung	Drahtvorschub m / min	Ausziehlinge Vorschubgeschwindigkeit	Wärme-einbringung:
1	111	3,2	090 - 095		==		19	
2	111	3,2	085 - 090		==		17,5	
3	111	3,2	085 - 090		==		13,5	
4	111	3,2	085 - 090		==		13,5	

\* Programm der Schweißmaschine:

### Schweißzusatz

Bezeichnung: E 22 9 3 N L R 3 2  
DIN: EN 1600  
Markenname: Thermanit 22/09 W  
Kennblatt: 3297  
Gültig bis  
Sondervorschrift für Trocknung:

### Gasdurchflüßmengen

Schutzgas:  
Wurzelschutz:

### Schutzgas / Schweißpulver

Schutzgas: Normbezeichnung:  
Markenname:  
Wurzelschutz: Normbezeichnung:  
Markenname:

### Weitere Informationen

Pendeln, max  
Raupenbreite:  
Pendeln:  
Amplitude, Frequenz,  
Verweilzeit  
Einzelheiten für das  
Pulsschweißen:  
Kontaktlösenabstand /  
Werkstück:  
Brenneranstellwinkel:

Einzelheiten über Ausfugung  
und/oder Schweißbaadsicherung

Vorwärmtemperatur:  
Zwischlagentemperatur:  
Wärmebehandlung und  
Aushärtung: max 150°

Zeit, Temperatur, Verfahren:

Erwärmungs u. Abkühlrate:

Datum, Unterschrift:

11.01.2006 W.R. Gottwald W/S

**Gültigkeitsbereich von Verfahrensprüfungen:  
deutlich enger als von Schweißerprüfbescheinigungen**

**Folge: häufig bis zu 10 Verfahrensprüfungen  
mit eng gestuften Blechdickenbereichen für  
Stumpfnähte,  
bei Kehlnaht jeweils ein- und mehrlagige Schweißungen,  
ggf. mit Wurzelsicherung  
jeweils für gleiche und ungleiche Paarungen.**

**Auswertung durch z.B. SLV.**

**Ergeben sich keine gravierenden Beanstandungen,  
so wird die provisorische Schweißanweisung zu  
der Schweißanweisung.**

**Die später auszuführenden Schweißungen müssen nach  
diesen Schweißanweisungen geschweißt werden.**



Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt SLV Duisburg - Niederlassung der GSI mbH

<b>Qualifizierung eines Schweißverfahrens, (WPQR)</b>	
Schweißverfahren – Prüfungsbescheinigung nach DIN EN ISO 15614-1	
WPQR Nr. des Herstellers:	Prüfer oder Prüfstelle: SLV Duisburg, NL der GSI mbH
Hersteller: Wilhelm Modersohn GmbH & Co. KG	Beleg-Nr.: 2005-700-3040/11
Anschrift: 32139 Spenge, Industriestr. 23	
Regel/Prüfnorm: DIN 18800-7, DIN EN ISO 15614-1	
Datum der Schweißung: 23.12.2005	
<b>Geltungsbereich</b>	
Schweißprozess(e): 111 Lichtbogenhandschweißen)	
Stoßart/Nahtart: BW-Stumpfnah	
Grundwerkstoffgruppe(n) und Untergruppe(n): CR ISO 15608-10.1 (1.4362)	
Dicke des Schweißgutes (mm): --	
Dicke des Grundwerkstoffes (mm): 8,0 mm	
Kehlnahtdicke (mm): --	
einlagig/mehrlagig: ml mehrlagig	
Rohr Außendurchmesser (mm): --	
Bezeichnung des Zusatzwerkstoffes: DIN 1600 – E 22 93 NL R 32	
Hersteller des Zusatzwerkstoffes: --	
Durchmesser des Zusatzwerkstoffes (mm): --	
Bezeichnung des Schutzgases/Pulver: --	
Bezeichnung des Formiergases: --	
Schweißstromart und Polung: = Strom, + Pol	
Art des Tropfenüberganges: --	
Wärmeinbringung: --	
Schweißposition: PA-waagrecht	
Vorwärmtemperatur: --	
Zwischenlagentemperatur: max. 150°C	
Wasserstoffamglühen: --	
Wärmenachbehandlung: --	
Sonstige Angaben: Dieser Bericht besteht aus 8 Seiten.	
Hiermit wird bestätigt, dass die Prüfungsschweißung in Übereinstimmung mit den Bedingungen der vorbezeichneten Regeln bzw. Prüfnorm zufriedenstellend vorbereitet, geschweißt und geprüft worden sind.	
SLV Duisburg, NL der GSI mbH	Duisburg / 24.01.2006
	Ort / Datum der Ausstellung



**Durch die  
Verfahrensprüfung  
wird aus der  
pWPS die WPS  
(auch WPQR)**

Dieser Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder die auszugsweise Vervielfältigung und eine Veröffentlichung sind nur mit schriftlicher Genehmigung der anerkannten Stelle zulässig. Die einzelnen Blätter sind mit dem Dienststempel der anerkannten Stelle zu versehen.

**Zur Erlangung des CE-Zeichens müssen mehrere Bauteile geschweißt werden, die an einer vom DIBt anerkannten Prüfstelle auf ihre**

- mechanischen Eigenschaften,**
- Maßhaltigkeit und**
- ggf. weitere Merkmale geprüft werden.**

**Wichtig ist das CE-Zeichen insbesondere für den Internationalen Wettbewerb.  
( zu verwendende Norm: DIN EN 1090-1)**

**Mit der Verwendung dieses Zeichens garantiert der Hersteller, die ordnungsgemäße Fertigung der Produkte**

**Das Unternehmen definiert seine  
Produkte  
aus dem neuen Stahl.**

**Sie werden mit dem neuen Stahl nach  
der Verfahrensprüfung  
für die  
CE-Prüfung  
hergestellt.**

**Die Prüfung erfolgt bei einer zugelassenen  
Einrichtung,  
z.B. bei der  
SLV-Hannover – Niederlassung der GSI.**

# **Muss jeder Betrieb diese Zulassungsprozedur durchlaufen?**

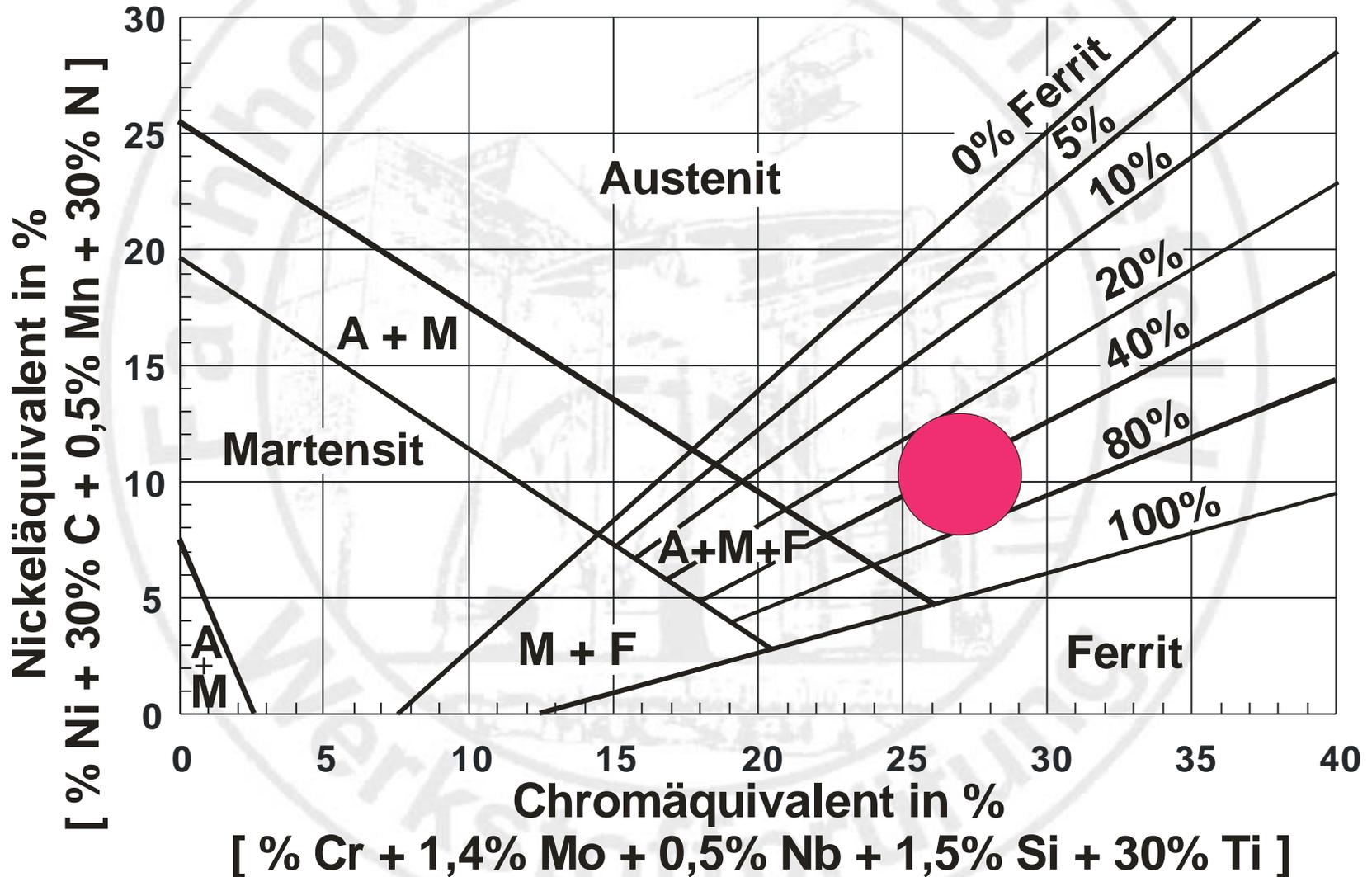
**Nein**

**..., aber Sie als Unternehmer resp. Verantwortlicher  
müssen sicherstellen, dass alle in den Verkehr  
gebrachten  
Maschinen, Geräte oder Teile  
den gesetzlichen Vorschriften  
genügen, denn Sie haften für eventuell auftretend  
Schäden (Produkthaftungsgesetz)**

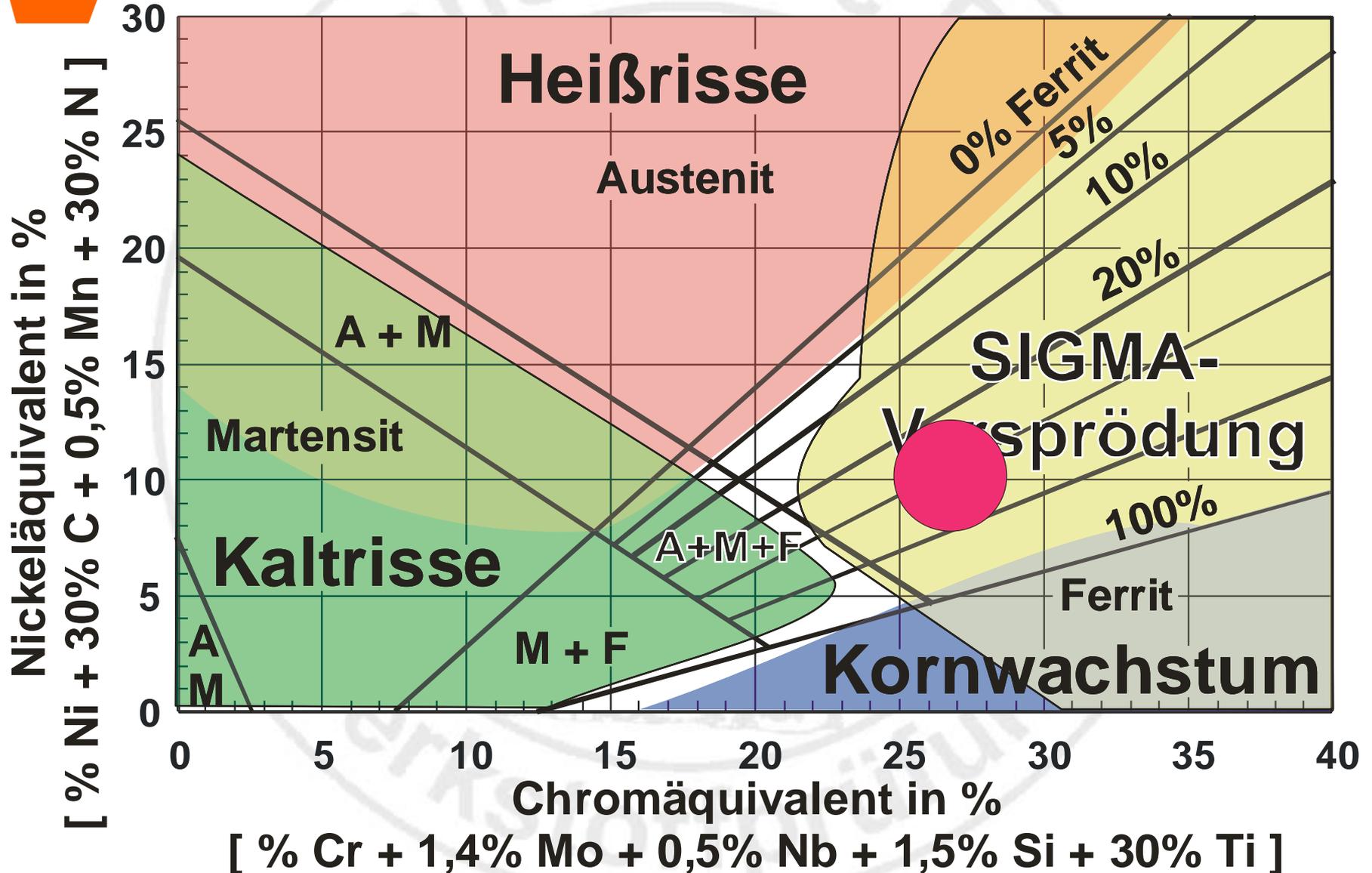
# Neue rostfreie Stähle

**... in den letzten Jahren sind eine Reihe von  
neuen Duplexstählen entwickelt worden.**

# Duplexstähle, Lage im Schaeffler-Diagramm



# Bereiche im Schaeffler-Diagramm, in denen mit dem Auftreten von Fehlern zu rechnen ist



## Duplexstähle im Maschinenbau und Bauwesen

	Cr	Ni	Mo	N	Mn	Sonstige
<b>Super-Duplexstähle</b>						
1.4501	24,0 - 26,0	6,0 - 8,0	3,0 - 4,0	0,20 - 0,30	max. 1,00	0,5 - 1,0 W
1.4410	24,0 - 26,0	6,0 - 8,0	3,0 - 5,0	0,24 - 0,32	max. 1.20	max. 0,5 Cu
<b>Standard-Duplexstähle</b>						
1.4462	21,0 - 23,0	4,5 - 6,5	2,5 - 3,5	0,08 - 0,20	max. 2.0	---
<b>Lean-Duplexstähle</b>						
1.4362	21,5 - 24,5	3,0 - 5,5	0,05 - 0,6	0,05 - 0,20	max. 2,5	0,05 - 0,60 Cu
1.4162	21,0 - 22,0	1,35 - 1,70	0,10 - 0,80	0,20 - 0,25	4,0 - 6,0	0,1 - 0,8
1.4062	21,5 - 24,0	1,0 - 2,8	max. 0,45	0,18 - 0,26	max. 2,0	---

**Im Bauwesen allgemein zugelassene Duplex-Stähle sind grün hinterlegt**

## Mechanische Eigenschaften

### Superduplexstahl

**1.4410**                       $R_{p0,2} = 530 \text{ MPa}$

### Standard-Duplexstahl

**1.4462**                       $R_{p0,2} = 460 \text{ MPa}$

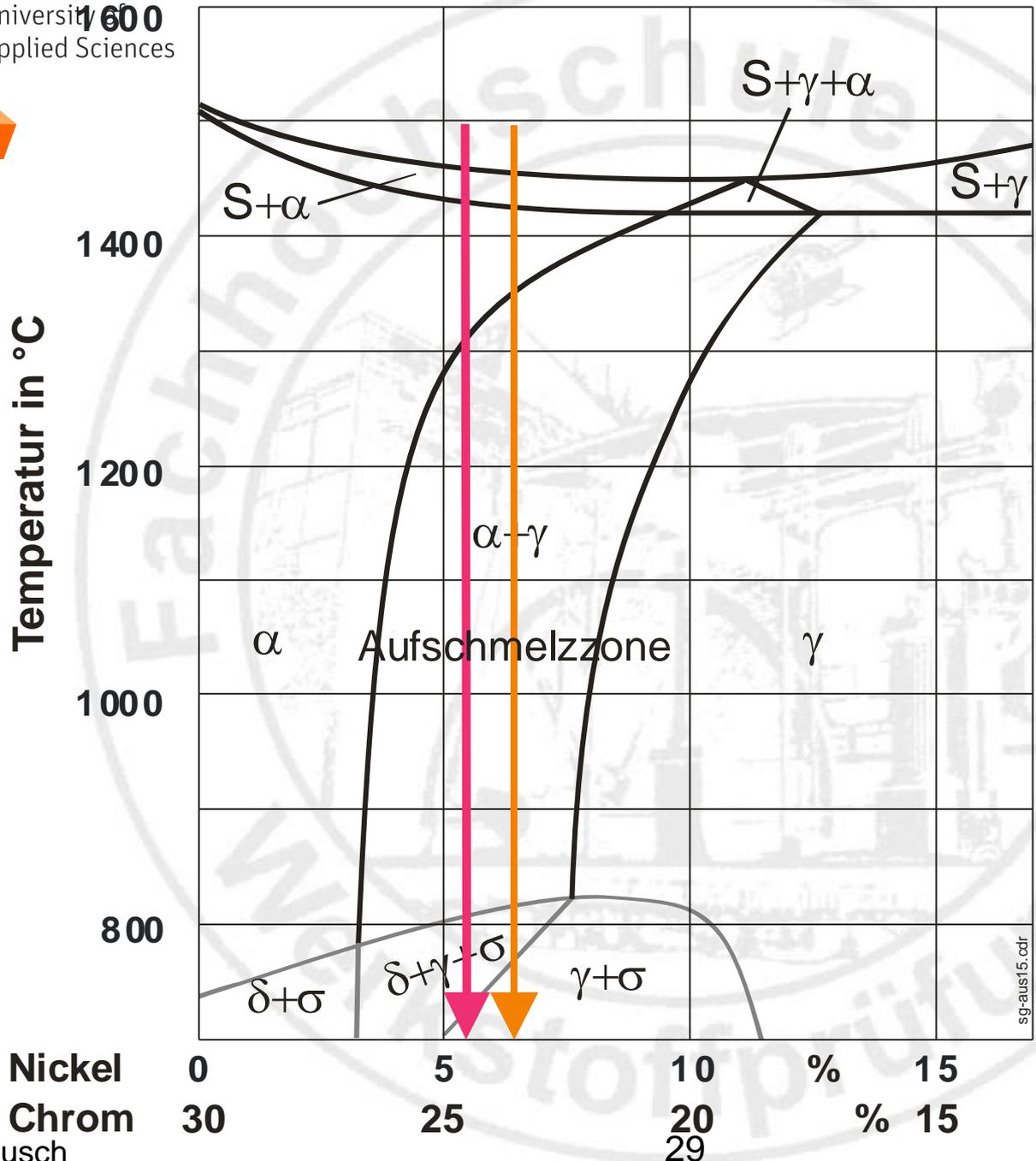
### Lean-Duplexstähle

**1.4362**                       $R_{p0,2} = 400 \text{ MPa}$

**1.4062**                       $R_{p0,2} = 460 \text{ MPa}$



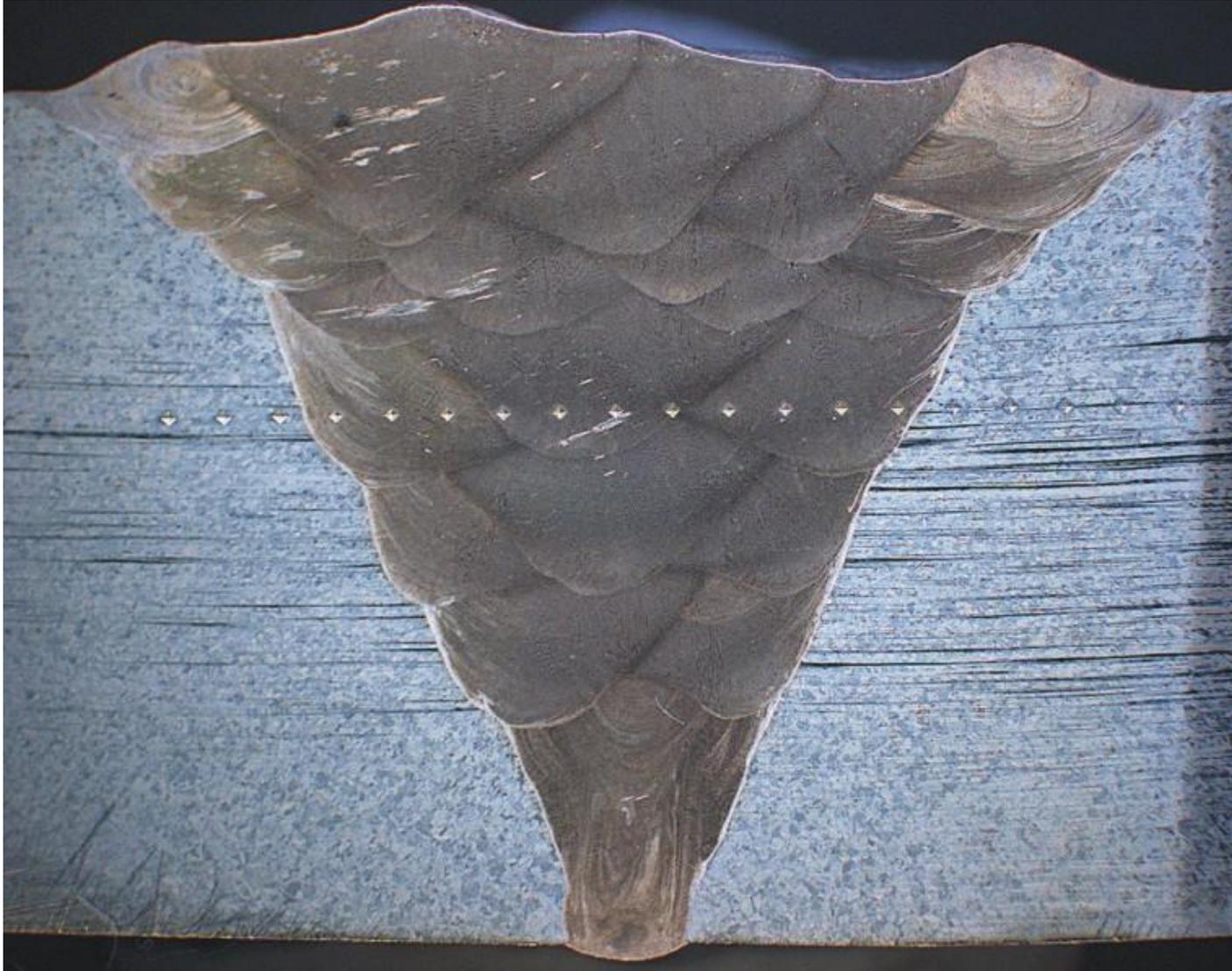
## Schweißtechnische Verarbeitung von Duplexstählen



- Fachgerechte Auswahl von Edelstahl Rostfrei
- Schweißnaht
- Aufschmelzzone
- Hochtemperaturzone 1150-1300°C
- Lösungsglühzone 1000-1150°C
- Anlasszone 600-1000°C
- Stahl 1.4410
- Zusatzwerkstoff HWK Pfalz

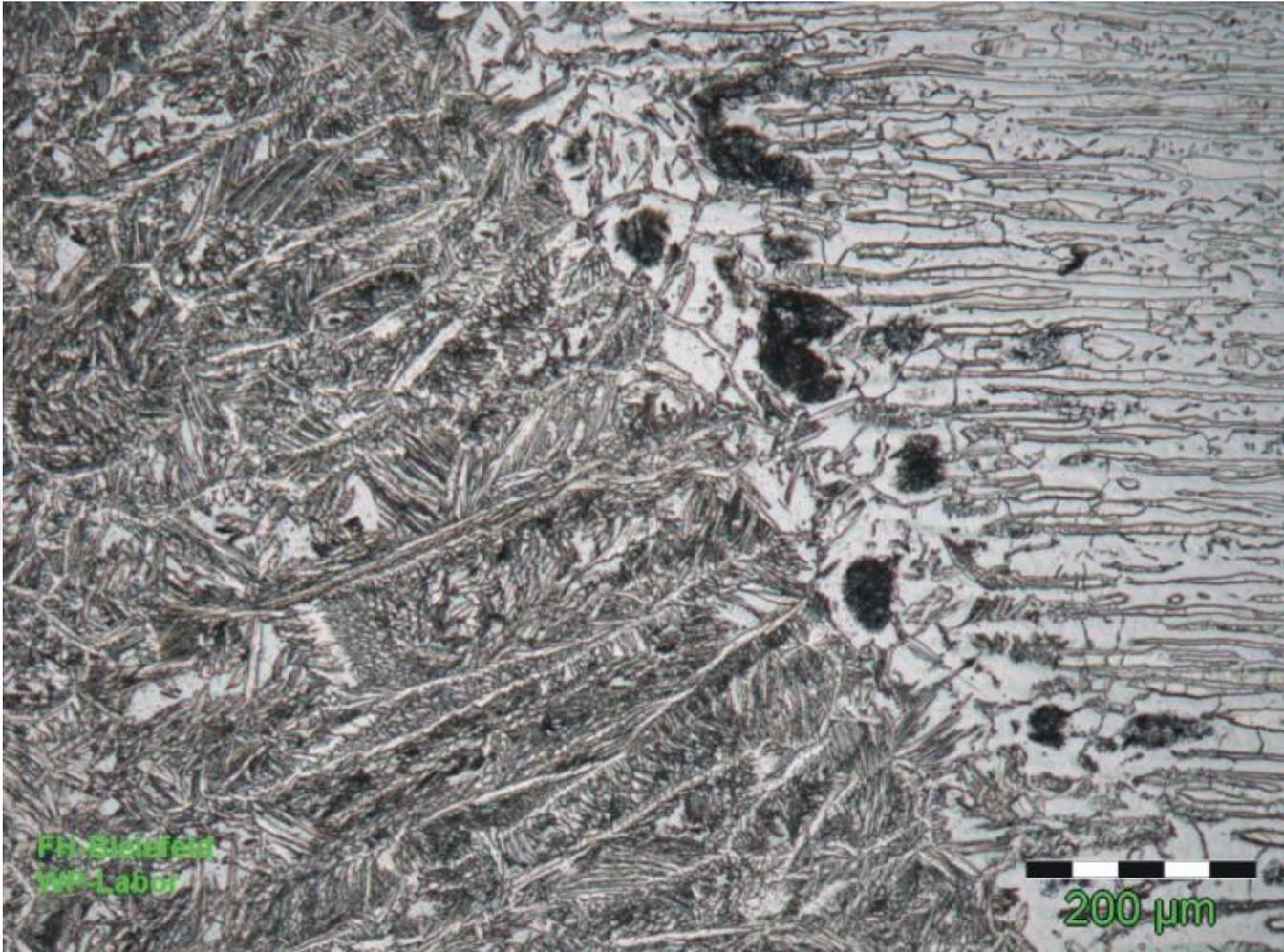
# Makro-Schliff durch eine Stumpfnah

## Werkstoff: 1.4462; Zusatz: G 22 9 3 L)



# Übergangsbereich Schweißnaht/Grundwerkstoff

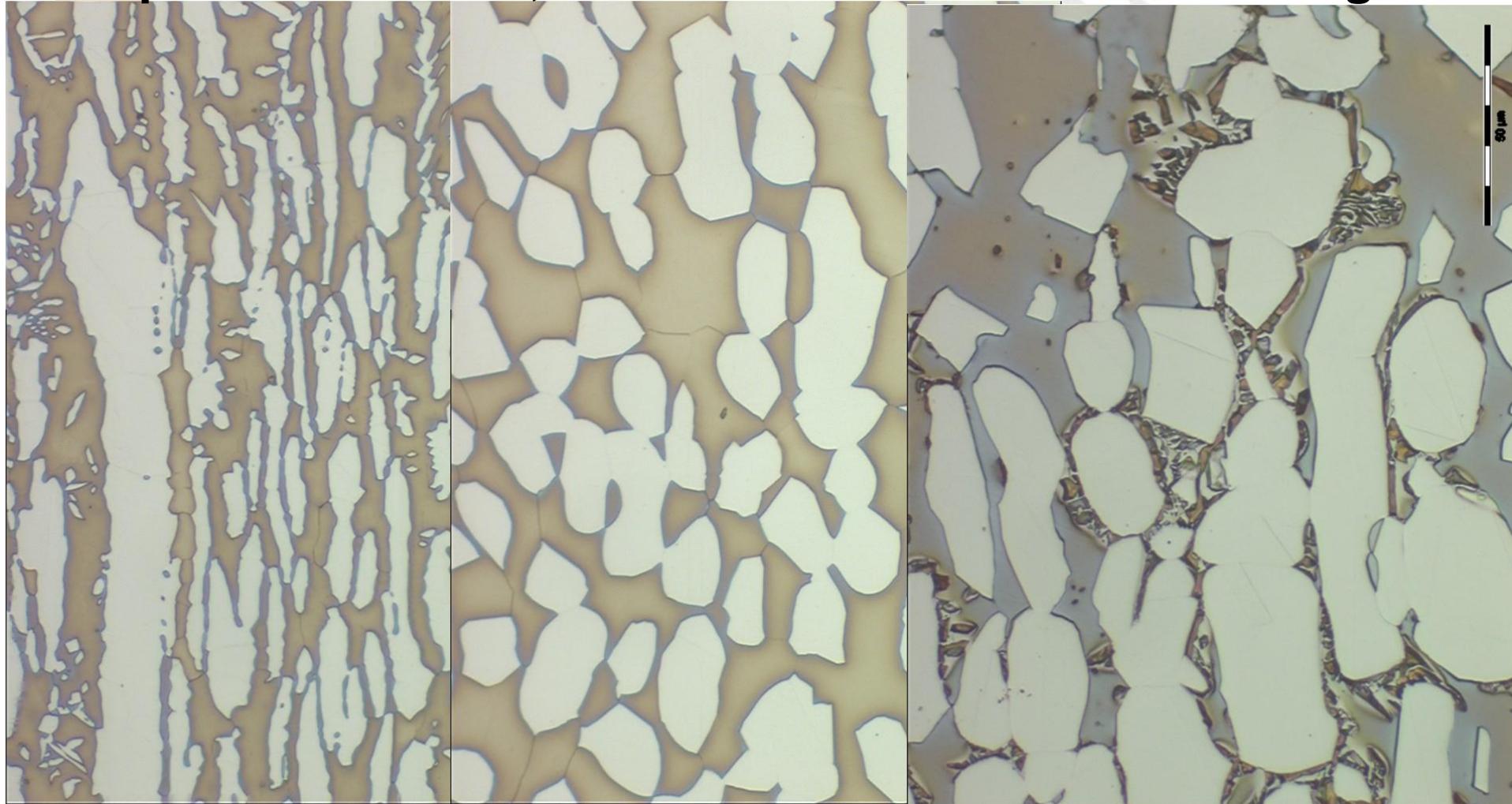
## Werkstoff: 1.4462; Zusatz: G 22 9 3 L)



# Einfluss einer Glühung bei 1300 °C

Zustand	Ferritgehalt	Kerbschlagarbeit	
		-40 °C	100°C
Anlieferung	45%	230 J	
Abgeschreckt	51%	300 J	
Ofenabkühlung	25%	5 J	6,5 J

# Gefügeausbildung vom Duplexstahl 1.4462, unterschiedlichen Vorbehandlungen

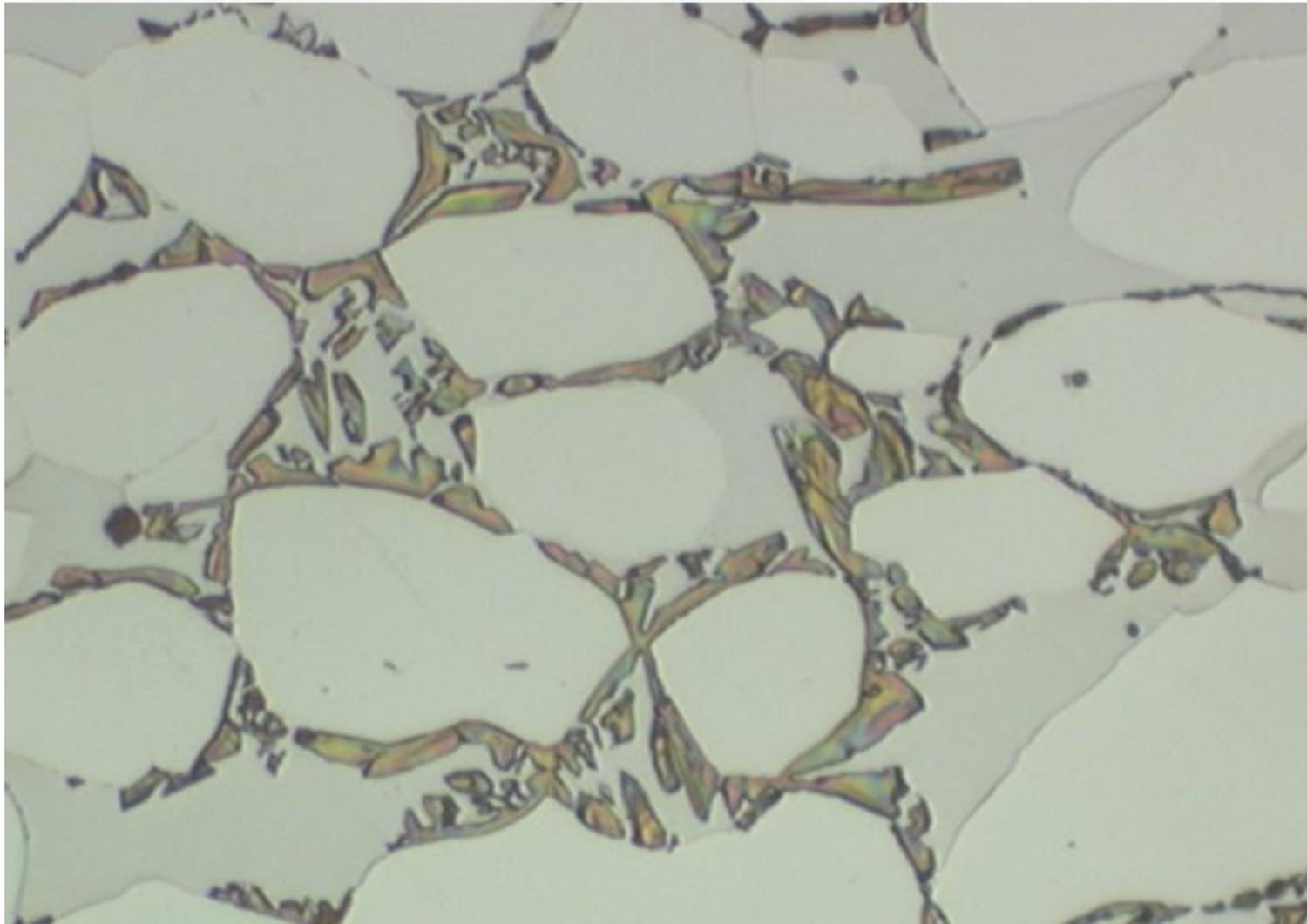


**Anlieferungszustand**

**Geglüht bei 1300°C,  
abgeschreckt in H<sub>2</sub>O**

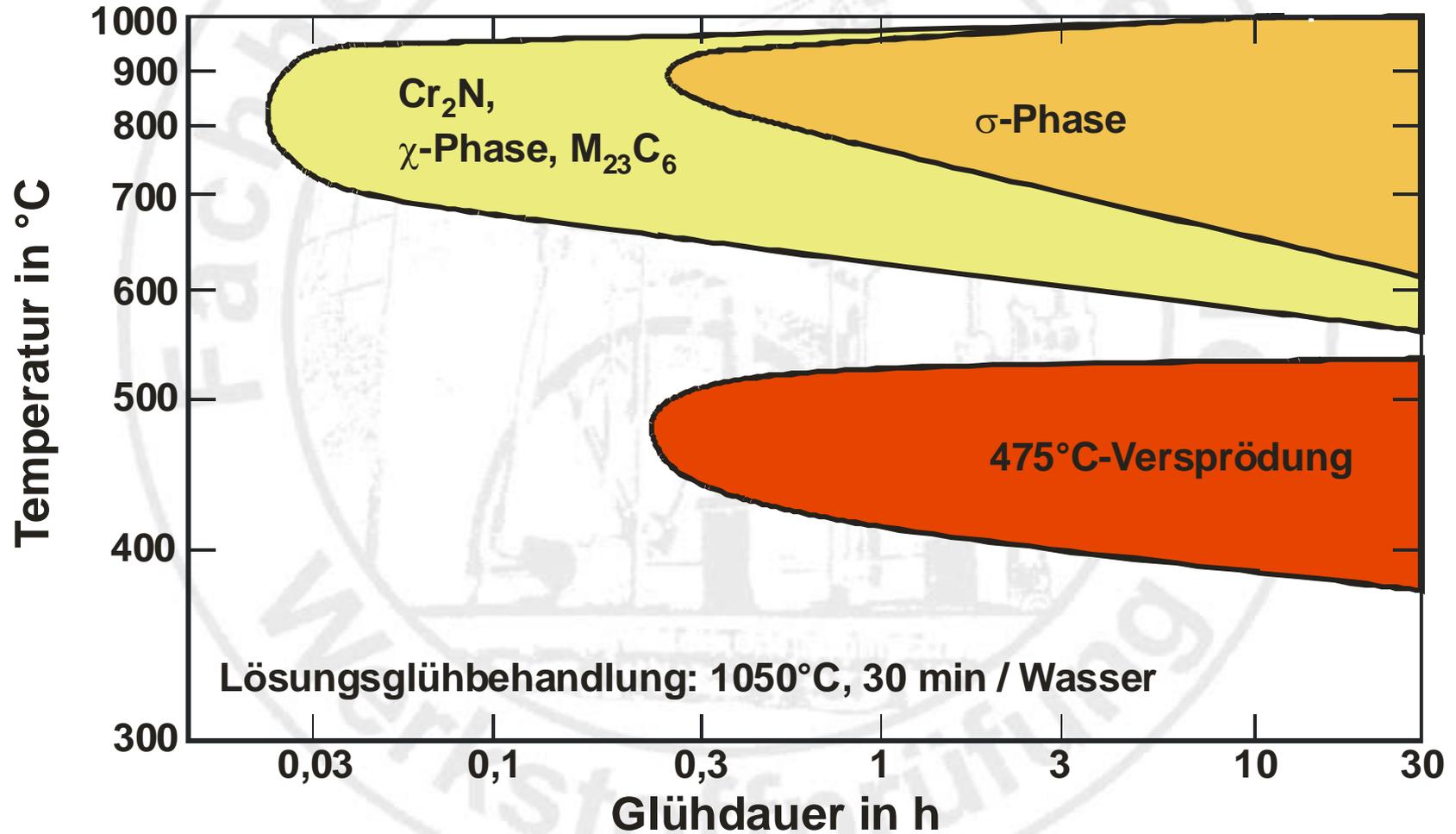
**Geglüht bei 1300°C,  
Ofenabkühlung**

# Duplexstahl 1.4462 geglüht & Ofenabkühlung



**$\sigma$ -Phasen zwischen den Ferritkörnern verspröden das Gefüge extrem**

# ZTU-Diagramm des Duplexstahls 1.4462



Lösungsglühbehandlung: 1050°C, 30 min / Wasser

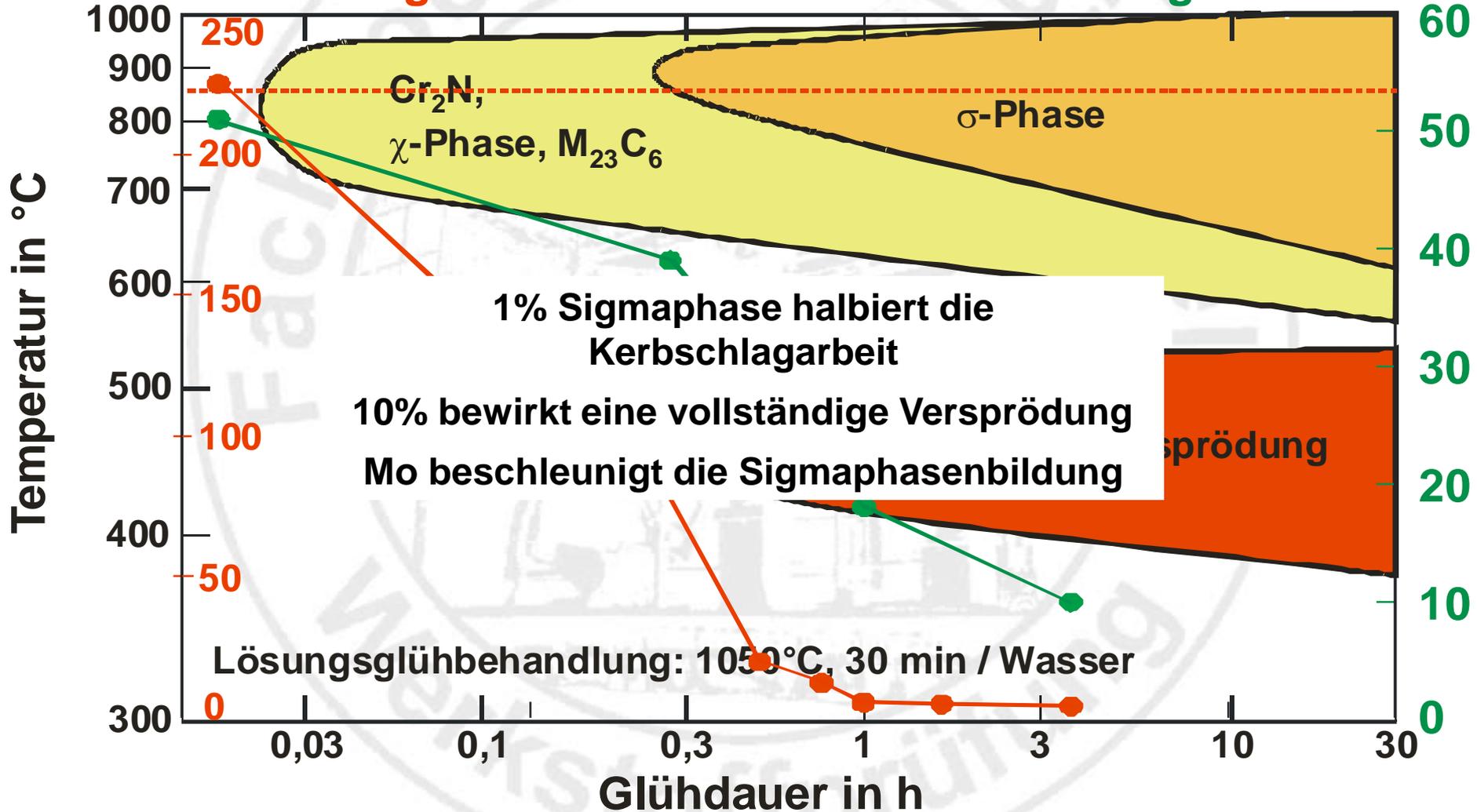
# Glühversuche

Werkstoff / WB	R <sub>m</sub> MPa	R <sub>p0,2</sub> MPa	A %	Ferrit- %	AV J	Std-Abw.
1.4301 Anlieferung	670	410	41	1	139	13
850°C/25h					278	36
850°C/50h	560	220	83	3	265	47
1.4462 Anlieferung	770	570	29	48	225	16
850°C / 5'					145	
850°C / 15'					81	
850°C / 30'					21	
850°C / 45'					13	
850°C / 60'					10	
850°C / 90'					6	
850°C/ 3 h	810	565	5	9	4	0,7

# ZTU-Diagramm des Duplexstahls 1.4462

**Kerbschlagarbeit in J**

**Ferritgehalt in %**



**... und wie verhalten sich  
die neuen  
Lean-Duplex-Stähle?**

# Glühversuche

Werkstoff / WB	R <sub>m</sub> MPa	R <sub>p0,2</sub> MPa	A %	Ferrit- %	AV J	Std-Abw.	
1.4301 Anlieferung	670	410	41	1	139	13	
					278	36	
					850°C/25h	278	36
850°C/50h	560	220	83	3	265	47	
1.4462 Anlieferung	770	570	29	48	225	16	
					850°C/ 5'	145	
					850°C / 15'	81	
					850°C / 30'	21	
					850°C / 45'	13	
					850°C / 60'	10	
					850°C / 90'	6	
					850°C/ 3 h	810	565
1.4362 Anlieferung	665	435	36	35	156	9	
					850°C/25h	220	87
					850°C/50h	655	435

## Fazit

**Die Wärmeführung  
beim Schweißen insbesondere der  
molybdänhaltigen Duplex-Stähle ist kritisch:**

**Die Verweildauer bei hohen Temperaturen  
ist kurz zu halten!**

**Günstiger sind hier die „Lean-Duplex-Stähle“**

**Diese Vorgabe wird durch die  
Schweißanweisung  
geregelt:**

- Vorwärmtemperaturen**
- Zwischenlagentemperaturen**
- Spannungsarmglühen**
- usw.**

# Anlauffarben

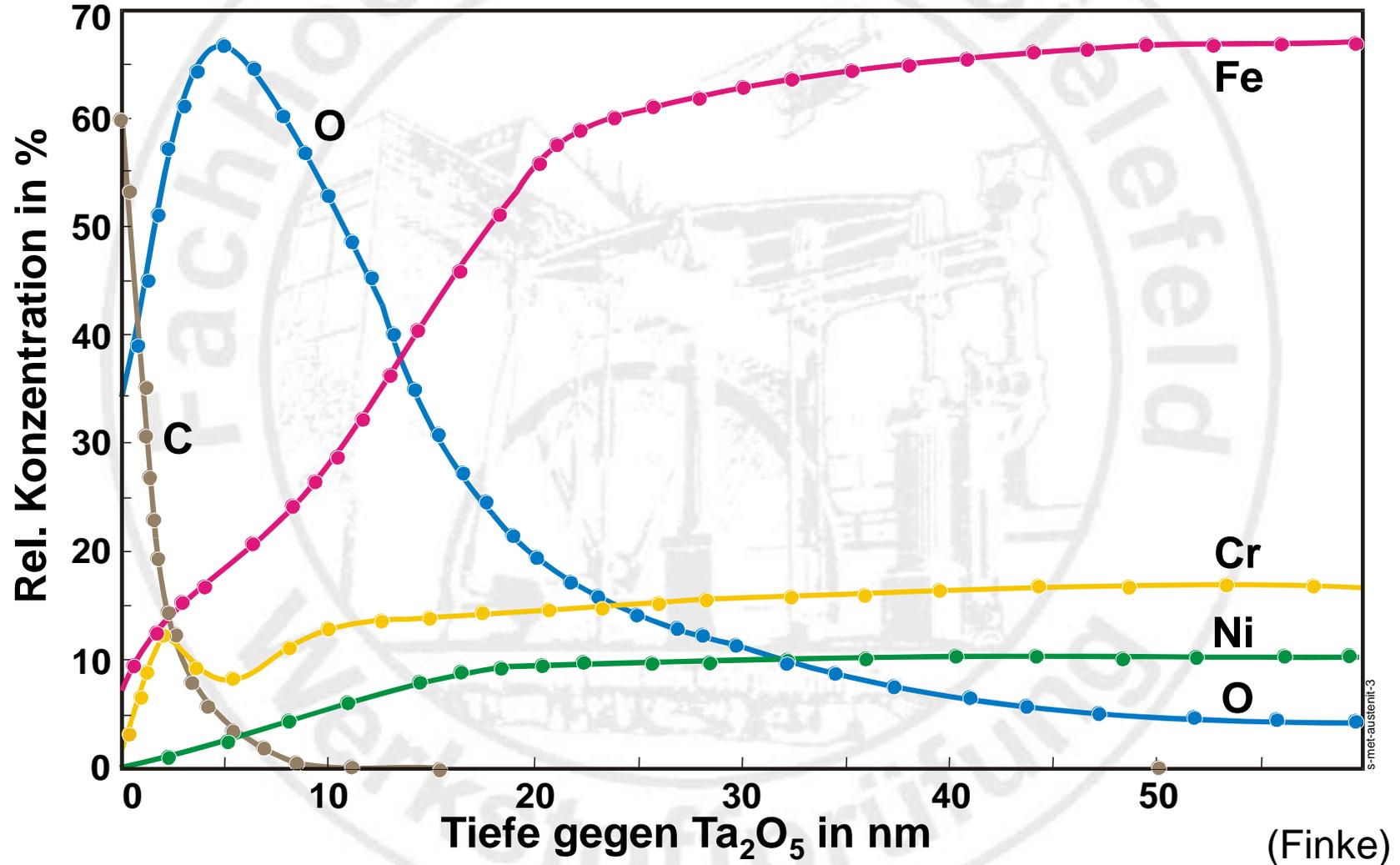
**Wie alle anderen „Rostfreien Stähle“ auch,  
zeigen Duplex-Stähle nach dem Schweißen  
Anlauffarben.**

**Diese bilden sich auf der Oberseite,  
aber auch auf der Wurzelseite.**

**Also: Formieren der Wurzel als Anlaufschutz,...**

**... aber bei Duplexstählen kein Formiergas:  
Gefahr der Wasserstoffversprödung  
der Ferrit-Phase**

# Tieferverlauf verschiedener Elemente in der Passivschicht eines Chrom-Nickel-Stahles; AES-Messungen



s-met-austenit-3

... vermindern die Korrosionsbeständigkeit  
durch Cr- Verarmung in der Passivschicht

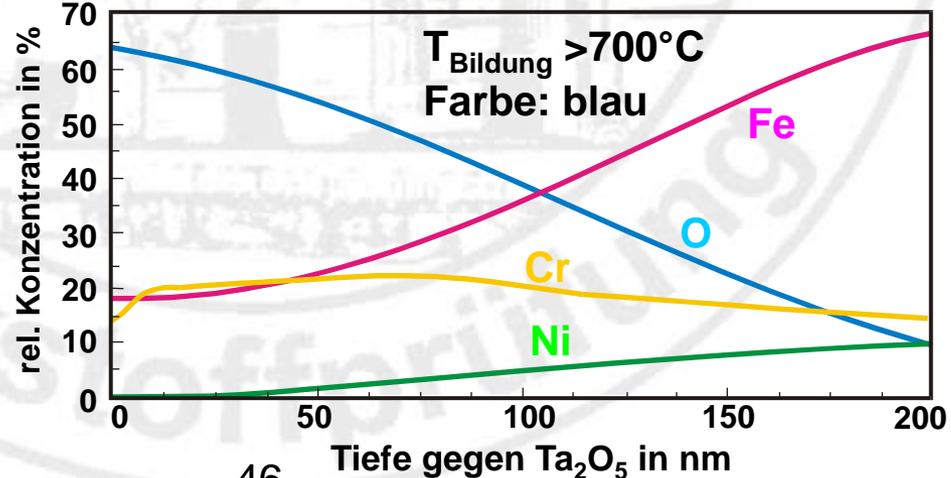
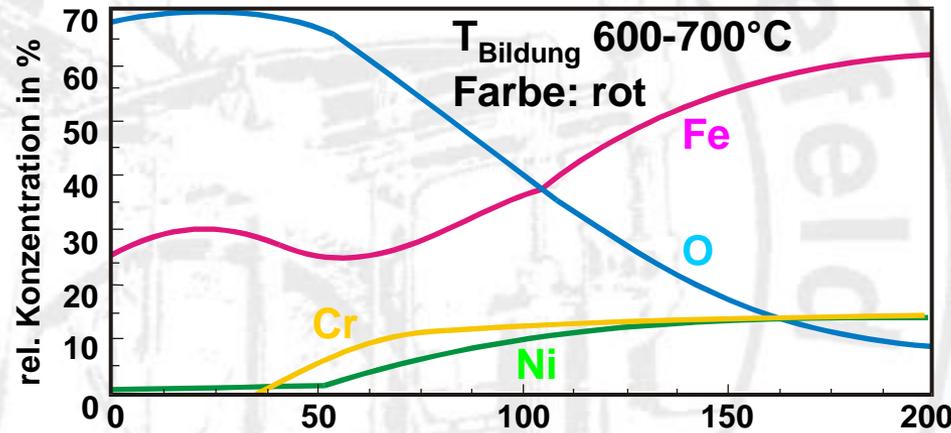
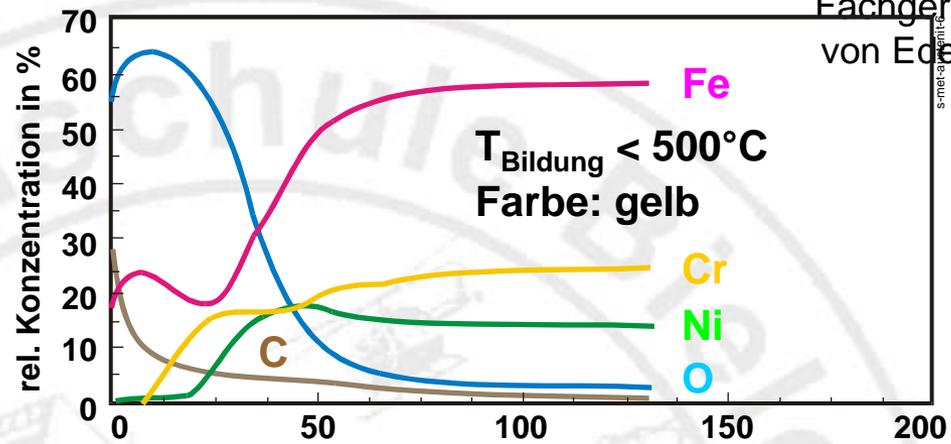


# Zusammenhang zwischen Farbe, Bildungstemperatur und Schichtdicke bei Deckschichten auf Chrom-Nickel-Stählen

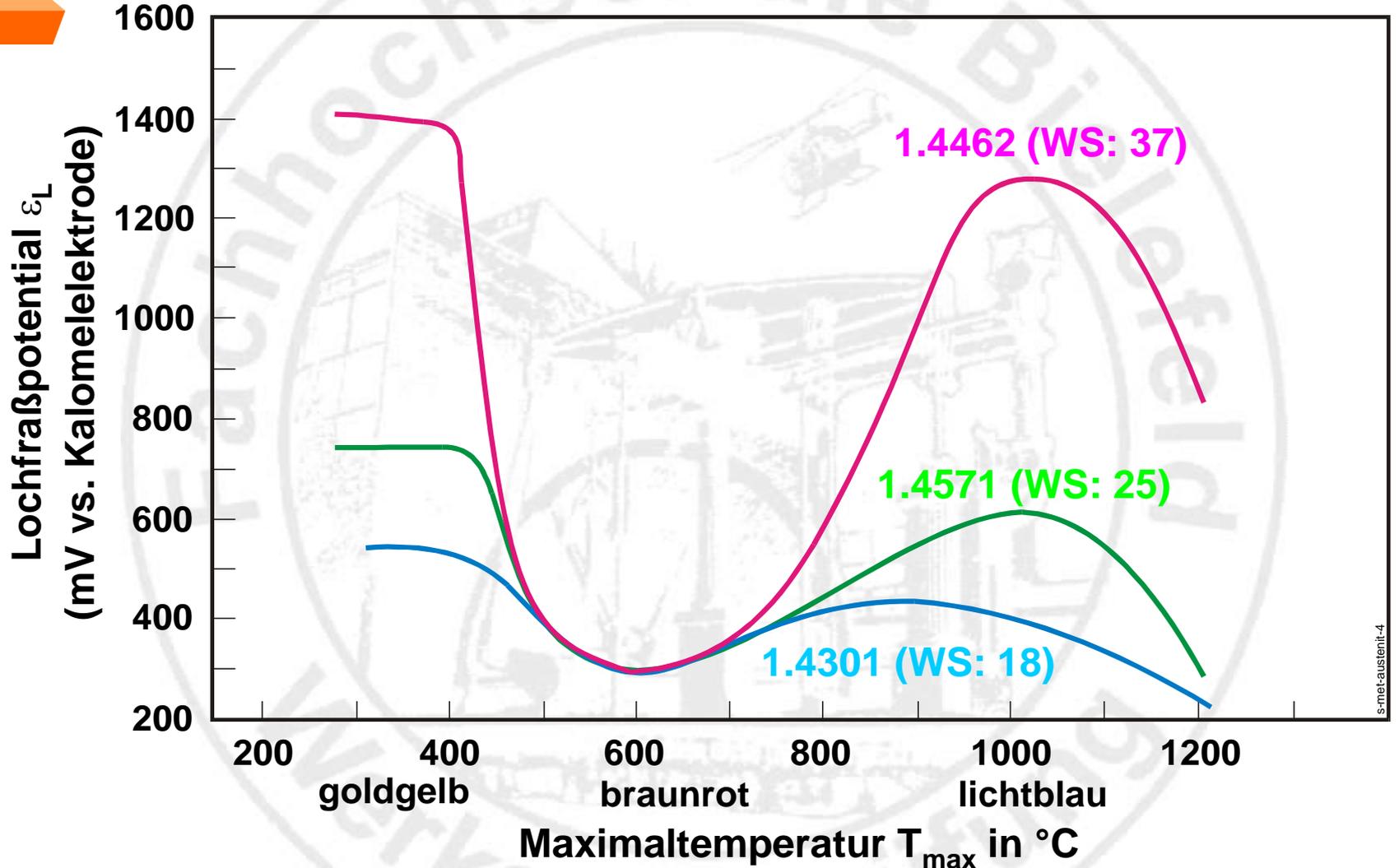
Farbe	Entstehungs-tempera-tur	Schicht-dicke	Farbe	Entsteh-ungs-tempera-tur	Schicht-dicke
Passiv-schicht		$\leq 5$ nm	kobaltblau		100 bis 125 nm
chromgelb	$> 400$ °C	$\leq 25$ nm	lichtblau	1000 °C	125 bis 175 nm
strohgelb	$\leq 400$ °C	25 bis 50 nm	farblos		175 bis 275 nm
goldgelb	500 °C	50 bis 75 nm	braungrau	1200 °C	$> 275$ nm
braunrot	650 °C	75 bis 100 nm			



Aufbau der  
Anlaufschichten  
Bei  
unterschiedlichen  
Bildungs-  
temperaturen  
(Finke)



## Chrom-Nickel-Stähle unterschiedlich dicke Oxidschichten



potentiostatische Versuche; Lösung: 1000 ppm Chlorid  
WS: Wirksumme als relatives Maß gegen Lochfraß

(Ruge)

s.met.austenit-4

**Behandlung und Verarbeitung  
wie andere rostfreie Stähle.**

**Schweißen wie Vollaustenite!**

**Beachten Sie aber,  
die deutlich erhöhte Festigkeit mit dem**

- erhöhten Werkzeugverschleiß**
- vergrößerten Biegeradien**
- größeren Umform- und Schneidkräften**

## **Neue rostfreie Stähle sind sehr gut:**

- sie lassen sich gut be- und verarbeiten**
    - sie haben hohe Festigkeiten**
    - sie lassen sich gut schweißen**
  - sie sind sehr korrosionsbeständig  
(Korrosionswiderstandsklasse III)**
- ... deshalb: lassen Sie uns die neuen  
Rostfreien Stähle auch verwenden.**



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit**