

# Inhaltsverzeichnis

## Vorwort

<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Schliffherstellung zu den einzelnen Ätzmitteln</b> .....	<b>2</b>
1.1 Farbätzmittel nach Beraha und ihre Abwandlungen .....	2
1.2 Farbätzmittel nach Lichtenegger und Bloech und ihre Abwandlungen .....	2
<b>2 Farbätzmittel nach Beraha</b> .....	<b>4</b>
2.1 Allgemeine Angaben .....	4
2.2 Ansetzen der einzelnen Stammlösungen .....	4
2.3 Farbätzmittel B I .....	4
Unlegierte und niedriglegierte Stähle, Manganhartstahl .....	4
<b>2.3.1 Anwendungsbeispiele I</b> .....	<b>6</b>
Martensit mit Restaustenit .....	6
Martensit mit Bainit, Ferrit und Perlit .....	6
<b>2.3.2 Schweißverbindungen zwischen austenitischen Chrom-Nickel-Stählen und unlegierten oder niedriglegierten Stählen</b> .....	<b>10</b>
Manganhartstahl .....	10
Verformungsmartensit in austenitischen Stählen .....	10
Ferritischer Chromstahl .....	10
Strukturloser Martensit .....	10
<b>2.3.3 Reibschweißverbindungen zwischen unlegiertem Stahl und Schnellarbeitsstahl sowie niedriglegiertem Stahl und Ventilstahl</b> .....	<b>16</b>
Stahl mit Messinglot .....	16
2.4 Farbätzmittel B II .....	19
Hochlegierte Stähle .....	19
<b>2.4.1 Anwendungsbeispiele II</b> .....	<b>20</b>
Austenitischer Chrom-Nickel-Stahl – Grundwerkstoffe und Schweißverbindungen .....	20
2.5 Farbätzmittel B III .....	25
Nickel-Basis und Kobalt-Basis-Legierungen sowie austenitischer Stahl mit Silberlot .....	25
<b>2.5.1 Anwendungsbeispiele: Nickel-Basis-Legierungen</b> .....	<b>26</b>
Gusslegierungen .....	26
Walzlegierungen .....	26
Schweißverbindungen an Walzlegierungen .....	26
Hartlötverbindungen .....	27
<b>2.5.2 Anwendungsbeispiele III</b> .....	<b>39</b>
Kobalt-Basis-Legierungen .....	39
<b>2.5.3 Anwendungsbeispiele IV</b> .....	<b>44</b>
Austenitischer Chrom-Nickel-Stahl mit Silberlot .....	44
2.6 Farbätzmittel B III verstärkt – B III 1 und B III 2 .....	44
Nickel-Basis-Legierungen mit einem Molybdängehalt von etwa 9 und mehr Gew.-% .....	44
<b>2.6.1 Anwendungsbeispiele V</b> .....	<b>44</b>
B III 1 .....	44
B III 2 .....	44
<b>3 Farbätzmittel nach Lichtenegger und Bloech – LB I</b> .....	<b>48</b>
Austenitische Chrom-Nickel-Stähle .....	48
<b>3.1 Anwendungsbeispiele VI</b> .....	<b>48</b>
Austenit, $\delta$ -Ferrit, Kristallseigerungen .....	49
Werkstoffverwechslungen .....	56
Verbreiterte Korngrenzen .....	56
<b>4 Ätzanleitung: LB I im Vergleich zu B II</b> .....	<b>59</b>
Austenitische Chrom-Nickel-Stähle mit mehreren Phasen .....	59
<b>4.1 Anwendungsbeispiele VII</b> .....	<b>59</b>
Stähle mit Austenit, Karbiden und hohem $\delta$ -Ferritanteil .....	59
Stähle mit Austenit, $\delta$ -Ferrit, Karbiden und durch Glühen entstandene $\sigma$ -Phase .....	59
Stähle mit Austenit, $\delta$ -Ferrit, Martensit und Karbiden .....	59

# Inhaltsverzeichnis

<b>5 Abgeänderte Farbätzmittel nach Lichtenegger und Bloech .....</b>	<b>69</b>
Legierte Stähle sowie Nickel-Basis- und Kobalt-Basis-Legierungen .....	69
<b>5.1 Anwendungsbeispiele VIII .....</b>	<b>71</b>
LB II .....	71
LB III .....	71
LB IV .....	77
LB V .....	77
<b>6 Zusammensetzung der untersuchten Nickel-Basis-Legierungen .....</b>	<b>80</b>
<b>7 Schrifttum .....</b>	<b>81</b>

# Contents

## Foreword

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Preparation of specimens for the individual etchant</b> .....	<b>3</b>
1.1 Beraha colour etchants and their variants .....	3
1.2 Lichtenegger and Bloech colour etchants and their variants .....	3
<b>2 Beraha colour etchants</b> .....	<b>5</b>
2.1 General details .....	5
2.2 Preparation of the individual stock solutions .....	5
2.3 Colour etchant B I .....	5
Non-alloy and low-alloy steels, high-manganese steel .....	5
<i>2.3.1 Examples of applications I</i> .....	<i>7</i>
Martensite containing residual austenite .....	7
Martensite containing bainite, ferrite and pearlite .....	7
<i>2.3.2 Welds between austenitic chromium-nickel steels and non-alloy or low-alloy steels</i> .....	<i>11</i>
High-manganese steel .....	11
Strain-induced martensite in austenitic steels .....	11
Ferritic chromium steel .....	11
Amorphous martensite .....	11
<i>2.3.3 Friction welds between non-alloy steel and high-speed steel, and between low-alloy steel and valve steel</i> ....	<i>16</i>
Steel and copper-zinc brazing alloy .....	16
2.4 Colour etchant B II .....	19
High alloy steels .....	19
<i>2.4.1 Examples of applications II</i> .....	<i>20</i>
Austenitic chromium-nickel steel, base metals, and welded joints .....	20
2.5 Colour etchant B III .....	25
Nickel-base alloys and cobalt-base alloys, and austenitic steel with silver solder .....	25
<i>2.5.1 Examples of applications: Nickel-base alloys</i> .....	<i>27</i>
Cast alloys .....	27
Rolled alloys .....	27
Welds in rolled alloys .....	28
Brazed joints .....	28
<i>2.5.2 Examples of applications III</i> .....	<i>39</i>
Cobalt-base alloys .....	39
<i>2.5.3 Examples of applications IV</i> .....	<i>45</i>
Austenitic chromium-nickel steel with silver brazing alloy .....	45
2.6 Concentrated colour etchant B III – B III 1 and B III 2 .....	45
Nickel-base alloys with a molybdenum content of about 9% by weight and above .....	45
<i>2.6.1 Examples of applications V</i> .....	<i>45</i>
B III 1 .....	45
B III 2 .....	45
<b>3 Lichtenegger and Bloech colour etchants – LB I</b> .....	<b>49</b>
Austenitic chromium-nickel steels .....	49
<i>3.1 Examples of applications VI</i> .....	<i>51</i>
Austenite, $\delta$ -ferrite, microsegregations .....	51
Use of wrong materials .....	56
Widened grain boundaries .....	56
<b>4 Etching directions: LB I compared with B II</b> .....	<b>60</b>
Austenitic chromium-nickel steels containing a number of phases .....	60
<i>4.1 Examples of applications VII</i> .....	<i>60</i>
Steels containing austenite, carbides and a high $\delta$ -ferrite content .....	60
Steels containing austenite, $\delta$ -ferrite and carbides, and $\sigma$ -phase produced by annealing .....	60
Steels with austenite, $\delta$ -ferrite, martensite and carbides .....	60

# Contents

<b>5 Modified Lichtenegger und Bloech colour etchants .....</b>	<b>70</b>
Alloy steels, and nickel-base alloys and cobalt-base alloys .....	70
<b>5.1 Examples of applications VIII .....</b>	<b>72</b>
LB II .....	72
LB III .....	72
LB IV .....	77
LB V .....	77
<b>6 Analysis of the tested nickel-base alloys .....</b>	<b>80</b>
<b>7 References .....</b>	<b>81</b>

# Bildverzeichnis

Beschreibung	Bildnummer	Seite
<b>Farbätzmittel B I</b>		
Martensit mit Restaustenit	1-2	8
Martensit mit Bainit, Ferrit und Perlit	3-8	8-9

<b>Schweißverbindungen zwischen austenitischen Chrom-Nickel-Stählen und unlegierten oder niedriglegierten Stählen</b>		
Martensitbildung	9-12	12
Manganhartstahl	13-14	13
Verformungsmartensit in austenitischen Stählen	15	13
Ferritischer Chromstahl	16	13
Strukturloser Martensit	17-21	14-15

<b>Reibschweißverbindungen zwischen unlegiertem Stahl und Schnellarbeitsstahl sowie niedriglegiertem Stahl und Ventilstahl</b>		
Schnellarbeitsstahl	22-24	17
Niedriglegierter Stahl und ein austenitischer Ventilstahl	25-26	18
Stahl mit Messinglot	27-28	18

<b>Farbätzmittel B II</b>		
Austenitischer Chrom-Nickel-Stahl – Grundwerkstoffe und Schweißverbindungen	29-44	21-24

<b>Farbätzmittel B III (Nickelbasislegierungen)</b>		
Gusslegierungen	45-56	29-31
Walzlegierungen	57-68	32-34
Schweißverbindungen an Walzlegierungen	69-81	35-38
Hartlötverbindungen	82-84	38
Kobalt-Basis-Legierungen	85-98	40
Austenitischer Chrom-Nickel-Stahl mit Silberlot	99-100	46
B III 1 Hastelloy	101-102	46
B III 2 Hastelloy	103	47

<b>Farbätzmittel nach Lichtenegger und Bloech – LB I</b>		
Austenit, $\delta$ -Ferrit, Kristallseigerungen	104-119	52-55
Werkstoffverwechslungen	120-124	57-58
Verbreiterte Korngrenzen	125-127	58

<b>Ätzanleitung: LB I im Vergleich zu B II</b>		
Stähle mit Austenit, $\delta$ -Ferrit und Karbiden, Duplexstahl	128-139	61-63
Stähle mit Austenit, $\delta$ -Ferrit, Karbiden und durch Glühen entstandene $\sigma$ -Phase	140-150	64-66
Stähle mit Austenit, $\delta$ -Ferrit, Martensit und Karbiden	151-156	67-68

<b>Abgeänderte Farbätzmittel nach Lichtenegger und Bloech (Anwendungsbeispiele)</b>		
LB II ferritischer Chromstahl	157-160	73
LB III verschleißfester Chromstahlguss, warmfester CrMo-Stahl und Schnellarbeitsstahl	161-171	74-76
LB IV martensitischer niedriglegierter Chromstahl	172-175	78
LB V Nickel-Basislegierung	176-178	79

## Index of images

Description	Image number	Page
<b>Colour etchant B I</b>		
Martensite containing residual austenite	1-2	8
Martensite containing bainite, ferrite and pearlite	3-8	8-9

<b>Welds between austenitic chromium-nickel steels and non-alloy or low-alloy steels</b>		
Formation of martensite	9-12	12
High-manganese steel	13-14	13
Strain-induced martensite in austenitic steels	15	13
Ferritic chromium steel	16	13
Amorphous martensite	17-21	14-15

<b>Friction welds between non-alloy steel and high-speed steel, and between low-alloy steel and valve steel</b>		
High-speed steels	22-24	17
Low-alloy steel and austenitic valve steel	25-26	18
Steel and copper-zinc brazing alloy	27-28	18

<b>Colour etchant B II</b>		
Austenitic chromium-nickel steel, base metals, and welded joints	29-44	21-24

<b>Colour etchant B III (nickel-base alloys)</b>		
Cast alloys	45-56	29-31
Rolled alloys	57-68	32-34
Welds in rolled alloys	69-81	35-38
Brazed joints	82-84	38
Cobalt-base alloys	85-98	40
Austenitic chromium-nickel steel with silver brazing alloy	99-100	46
B III 1 Hastelloy	101-102	46
B III 2 Hastelloy	103	47

<b>Lichtenegger and Bloech colour etchant – LB I</b>		
Austenitic, $\delta$ -ferrite, microsegregations	104-119	52-55
Use of wrong material	120-124	57-58
Widened grain boundaries	125-127	58

<b>Etching direction: LB I compared with B II</b>		
Steels containing austenite, $\delta$ -ferrite and carbides, Duplex steel	128-139	61-63
Steels containing austenite, $\delta$ -ferrite, carbides and $\sigma$ -phase produced by annealing	140-150	64-66
Steels containing austenite, $\delta$ -ferrite, martensite and carbides	151-156	67-68

<b>Modified Lichtenegger and Bloech colour etchants (examples of applications)</b>		
LB II ferritic chromium steel	157-160	73
LB III wear-resistant chromium steel cast, heat-resistant CrMo-steel and high-speed steel	161-171	74-76
LB IV martensitic low-alloy chromium steel	172-175	78
LB V nickel-base alloy	176-178	79