

**Berichte aus dem  
Institut für Eisenhüttenkunde**

**IEHK**  
RWTH Aachen



**Peter Kehl**

---

**Entwicklung von temperaturwechsel-  
beständigen Schichtwerkstoffen für  
Rollen in Stranggießanlagen**

---

Herausgeber:

Prof. Dr.rer.nat. Dr.-Ing.e.h. W. Dahl  
Prof. Dr.-Ing. T. El Gammal  
Prof. Dr.-Ing. H.W. Gudenau

---

Band 9/93

Verlag Shaker  
D82 (Diss. RWTH Aachen)

# INHALT

<b>1</b>	<b>Einleitung und Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Rollen in Stahlstrang-Gießanlagen</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Belastungsprofile</b>	<b>7</b>
2.1.1	Systemanalyse des Verschleißsystems Stranggießrolle/Strang	8
2.1.2	Mechanische Belastung	12
2.1.2.1	Ferrostatischer Druck	13
2.1.2.2	Biegebelastung	14
2.1.2.3	Kontaktbereich Rolle-Strang	16
2.1.2.4	Kräfte auf die Rollen	17
2.1.3	Thermische Belastung	18
2.1.4	Korrosive Belastung	20
<b>2.2</b>	<b>Grund- und Beschichtungswerkstoffe</b>	<b>25</b>
<b>2.3</b>	<b>Haftung von Oxidschichten auf korrosionsbeständigen Stählen</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>Das Unterpulver-Bandauftragschweißverfahren</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>Untersuchungsverfahren</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Theoretische Untersuchungen</b>	<b>42</b>
4.1.1	Entwicklung von Werkstoffen mit thermodynamischen Gleichgewichtsberechnungen durch THERDAS	42
4.1.2	Temperatur-, Dehnungs- und Spannungsberechnung mit der Finite-Element-Methode (FEM)	48
4.1.2.1	Werkstoffvarianten und konstruktive Gestalt der Rollen	48
4.1.2.2	Rechenverfahren	48
4.1.2.3	Rechenmodell	49
4.1.2.4	Durchführung der Berechnungen	49

<b>4.2</b>	<b>Praktische Untersuchungen</b>	<b>50</b>
4.2.1	Probenlage, -herstellung und chemische Analyse	50
4.2.2	Thermoschock-Prüfung im Prüfstand	52
4.2.2.1	Modell-Prüfstand	52
4.2.2.2	Beschreibung des Prüfstands	53
4.2.2.3	Vorversuche zur Ermittlung der Prüfscheibentemperatur	54
4.2.3	Metallographische Untersuchungen	60
4.2.3.1	Rißauswertung	60
4.2.3.2	Gefüge	60
4.2.3.3	Härtemessung	60
4.2.4	Elektronenmikroskopische Untersuchungen (REM, ESMA, TEM)	61
4.2.5	Warmhärte, Warmfestigkeit und -zähigkeit	62
4.2.6	Umwandlungsverhalten	64
4.2.7	Kornzerfall-Diagramm	65
<b>5</b>	<b>Darstellung der Ergebnisse</b>	<b>67</b>
<b>5.1</b>	<b>Thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen</b>	<b>67</b>
<b>5.2</b>	<b>Temperatur-, Dehnungs- und Spannungsberechnungen</b>	<b>71</b>
<b>5.3</b>	<b>Mehrlagenschweißgut mit martensitischem und weichmartensitischem Gefüge zur Ermittlung der Werkstoffeigenschaften</b>	<b>78</b>
5.3.1	Metallographie und Elektronenmikroskopie	78
5.3.2	Umwandlungsverhalten	82
5.3.3	Warmfestigkeitsuntersuchungen	87
5.3.4	Interkristalline Korrosionsanfälligkeit	91
<b>5.4</b>	<b>Untersuchung von thermoschockbelasteten beschichteten Prüfscheiben</b>	<b>92</b>
5.4.1	Prüfscheiben mit martensitischen Schichtwerkstoffen	94
5.4.2	Prüfscheiben mit weichmartensitischen Schichtwerkstoffen	99
<b>5.5</b>	<b>Erprobte Pilotrollen mit martensitischen und weichmartensitischen Schichtwerkstoffen</b>	<b>101</b>
5.5.1	Charakterisierung und Untersuchung der Pilotrollen	101
5.5.2	Umwandlungsverhalten	110

<b>6</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>113</b>
<b>6.1</b>	<b>Umwandlungsverhalten</b>	<b>114</b>
<b>6.2</b>	<b>Warmfestigkeitseigenschaften</b>	<b>123</b>
<b>6.3</b>	<b>Rißauftreten</b>	<b>130</b>
<b>7</b>	<b>Schlußfolgerungen</b>	<b>136</b>
<b>8</b>	<b>Ausblick</b>	<b>140</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>142</b>
<b>10</b>	<b>Literatur</b>	<b>144</b>
<b>11</b>	<b>Anhang: Tabellen und Bilder</b>	