

I Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Stand der Wissenschaft.....	2
2.1 Schweißmetallurgie der Feinkornbaustähle	2
2.1.1 Mechanismen der Festigkeitssteigerung	2
2.1.2 Wirkungsweise der Legierungselemente	5
2.1.3 Gefügebildung ferritischer Schweißgüter.....	12
2.2 Unterpulverschweißen.....	18
2.2.1 Grundlegendes Funktionsprinzip	18
2.2.2 Wirkungsweise des mineralischen Schweißpulvers.....	19
2.3 Wasserstoff in Eisen und Stahl	24
2.3.1 Löslichkeit und Diffusionsvermögen	24
2.3.2 Einlagerungsarten.....	26
2.3.3 Thermisch aktivierte Desorptionsvorgänge.....	29
2.3.4 Wasserstoffeintrag beim Lichtbogenschweißen	32
2.3.5 Wasserstoffinduzierte Schädigung	33
2.3.6 Prüfverfahren zur Untersuchung der wasserstoffinduzierten Kaltrissempfindlichkeit.....	35
3 Hintergrund und Zielstellung der Arbeit.....	36
4 Experimentelle Grundlagen und Vorgehensweise	38
4.1 Versuchsaufbau Unterpulverschweißen.....	38
4.2 Verwendete Materialien.....	39
4.2.1 Grundwerkstoffe	39
4.2.2 Schweißzusatzwerkstoffe	41
4.2.3 Schweißpulver	43
4.3 Methoden zur mikrostrukturellen Charakterisierung	45
4.3.1 Lichtmikroskopie	45
4.3.2 Rasterelektronenmikroskopie	46
4.3.3 Selektive Abtragsätzung	47

4.3.4 Elektronenrückstreubeugung	47
4.3.5 Magnetische Messung	48
4.4 Wasserstoffuntersuchungen	49
4.4.1 Herstellung der Prüfstücke	49
4.4.2 Analyse der Prüfstücke	51
4.5 Übersicht der Versuchsreihen	54
4.5.1 Untersuchung der natürlich abgekühlten Prüfstücke	54
4.5.2 Untersuchung der beschleunigt abgekühlten Prüfstücke	55
4.5.3 Untersuchung der Kaltrissanfälligkeit	56
4.5.4 Untersuchung von Mehrlagenschweißgütern	57
5 Ergebnisse und Diskussion	58
5.1 Wasserstoffuntersuchung der Grundwerkstoffe	58
5.2 Untersuchung der natürlich abgekühlten Prüfstücke	59
5.2.1 Kombination S355N-S2	59
5.2.2 Kombination L555M-S3Ni1Mo	64
5.2.3 Kombination S690QL-S3Ni2,5CrMo	69
5.2.4 Zwischenfazit	79
5.3 Untersuchung der beschleunigt abgekühlten Prüfstücke	81
5.3.1 Mikrostrukturelle Untersuchungen	82
5.3.2 Thermische Desorptionsanalyse	85
5.4 Untersuchung der Kaltrissanfälligkeit anhand eines neuartigen Prüfverfahrens	87
5.4.1 Motivation	87
5.4.2 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens	88
5.4.3 Versuchsaufbau und -durchführung	89
5.4.4 Versuchsergebnisse	93
5.4.5 Modellhafte Beschreibung der Schädigungsentwicklung	101
5.5 Untersuchung von Mehrlagenschweißgütern	106
5.5.1 Motivation	106
5.5.2 Herstellung der Prüfstücke	106

5.5.3 Analyse der chemischen und mikrostrukturellen Schweißgutzusammensetzung.....	107
5.5.4 Kerbschlagbiegeprüfung	112
5.5.5 Magnetische Messung.....	115
6 Zusammenfassung.....	117
7 Fazit und Ausblick.....	123
8 Literaturverzeichnis	127
8.1 Normen	152