

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Bedarfsanalyse für Unterwasser-Trennverfahren in der Offshore-Industrie	2
1.2 Anforderungsprofil und Zielsetzung für Unterwasser-Trennverfahren	3
2. Stand der Wissenschaft und Technik nasser Unterwasser-Trennverfahren und Auswahl geeigneter thermischer Verfahren	4
2.1 Autogenes Brennschneiden	5
2.2 Plasmaschmelzschnitten	6
2.3 Lichtbogen-Wasserstrahlschnitten	8
2.4 Bestehende Forschungsdefizite und methodischer Lösungsansatz	10
3. Theoretische Betrachtungen der ausgewählten thermischen Schneidver- fahren	11
3.1 Autogen-Brennschneiden	11
3.1.1 Verfahrensprinzip	11
3.1.2 Vorgänge in der Gasphase, Flüssigphase und Festphase	12
3.1.3 Brennschneidvorgang in Schnittdickenrichtung	15
3.2 Plasmaschmelzschnitten	16
3.2.1 Verfahrensprinzip und mögliche Verfahrensvarianten	16
3.2.2 Plasmaphysikalische Aspekte	18
3.2.3 Plasmaschmelzschnidvorgang in Schnittdickenrichtung	19
3.3 Lichtbogen-Wasserstrahlschnitten	20
3.3.1 Verfahrensprinzip	20
3.3.2 Lichtbogenphysikalische Aspekte	21
3.3.3 Lichtbogen-Wasserstrahlschnidvorgang in Schnittdickenrichtung	22
4. Qualitätskriterien thermischer Schnittkanten	25
4.1 Oberflächenkennwerte R_z und P_t	26
4.2 Schnittflächenprofilkennwerte u , h , α und n	27
4.3 Sonstige Kriterien und Schnittfehler	29
5. Versuchseinrichtungen	30
5.1 Versuchsstände für oberflächennahe Schneidversuche	30
5.2 Versuchsstände für hyperbar-nasse Schneidversuche	32
6. Versuchsdurchführung und Auswertung	35
6.1 Festlegung allgemeiner Versuchsrandbedingungen	35
6.2 Versuche zum autogenen Brennschneiden unter Wasser	36
6.2.1 Modifikation von Atmosphären-Brennschneidaggregaten	36
6.2.2 Zündung der Heizflamme	41
6.2.3 Nachweis zum Ablauf des Brennschneidprozesses und zur Schnitt- rillenbildung	43
6.2.4 Auswirkungen einzelner Schneidparameter	48

6.2.5	Fasenschnitte	54
6.2.6	Qualifikation und Schneidergebnisse in Wassertiefen bis 10 m	55
6.3	Versuche zum Plasmaschmelzschnneiden unter Wasser	59
6.3.1	Qualifikation konventioneller Dual-Flow-Brenner (PMC Grün und U6)	59
6.3.2	Entwicklung von Plasmaschneidbrennern mit Niederspannungs-Kontaktzündung	65
6.3.2.1	Kontaktzündungsbrenner-Funktionsmodell (KZB 1)	65
6.3.2.2	Kontaktzündungsbrenner mit offener Düsenkühlung (KZB 2)	67
6.3.2.3	Kontaktzündungsbrenner nach dem Dual-Flow-Prinzip (KZB 3)	69
6.3.3	Auswirkungen einzelner Schneidparameter auf das Schneidergebnis	70
6.3.4	Fasenschnitte	72
6.3.5	Schneidergebnisse in hyperbar-nasser Umgebung	74
6.3.5.1	KZB 2 in Wassertiefen bis 80 m	74
6.3.5.2	KZB 3 in Wassertiefen bis 100 m	77
6.3.5.3	PMC in Wassertiefen bis 100 m	78
6.4	Versuche zum Lichtbogen-Wasserstrahlschnneiden unter Wasser	84
6.4.1	Qualifikation von Schneidaggregaten	84
6.4.2	Schneiden mit Wechselstrom	89
6.4.2.1	Grundlagenuntersuchungen zum Wechselstrom-Schneiden	89
6.4.2.2	Schneidergebnisse	92
6.4.3	Schneiden mit Gleichstrom	93
6.4.3.1	Grundlagenuntersuchungen zum Gleichstrom-Schneiden	93
6.4.3.2	Schneidergebnisse	96
6.4.4	Fasenschnitte	99
6.4.5	Qualifikation und Schneidergebnisse in Wassertiefen bis 55 m	101
6.5	Metallographische und physikalische Auswertemethodik der Schnittkanten	102
6.5.1	Lichtmikroskopische Gefügeuntersuchungen	102
6.5.2	Kleinlasthärteprüfung	102
6.5.2.1	Optimierung der Prüfkraft	103
6.5.2.2	Optimierung der Probenform anhand des Vergleichs von Senkrecht- und Schrägschliffen	104
6.6	Auswertung des metallographischen und physikalischen Befundes	106
6.6.1	Charakteristische Ausbildung der WEZ thermischer Schnittkanten an Feinkornbaustahl	106
6.6.2	Ergebnisse an autogenen Brennschnittkanten	107
6.6.3	Ergebnisse an Plasmaschnittkanten	109
6.6.4	Ergebnisse an Lichtbogen-Wasserstrahlschnittkanten	111
7.	Vergleich der untersuchten Verfahren	114
8.	Folgerungen	116
9.	Zusammenfassung	119
10.	Schrifttum	121