

# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
0 <u>Abkürzungen und Formelzeichen</u>	12
1 <u>Einleitung</u>	15
1.1    Problemstellung und Zielsetzung	15
1.2    Vorgehensweise	17
2 <u>Ausgangssituation</u>	18
2.1    Begriffe und Definitionen	18
2.1.1   Verbindungsrohre	18
2.1.2   Abgrenzung der Begriffe "Rohrverbindung", "Rohranschluß" und "Anschlußsystem"	18
2.1.3   Montage	19
2.1.4   Abgrenzung der Montagefunktionen "Handhaben" und "Fügen"	19
2.2    Stand der Technik	20
2.2.1   Rohrverbindungen für Kupferrohre	20
2.2.2   Automatisierungsgrad bei der Herstellung von Rohranschlüssen	22
3 <u>Rohranschlußsysteme</u>	24
3.1    Anforderungen an Rohrverbindungen	24
3.1.1   Funktionen	24
3.1.2   Funktionsbedingte Eigenschaften	25
3.2    Zusammenstellung und Vorauswahl von Anschluß- systemen	27
4 <u>Auswahl und Bewertung von Fertigungsverfahren          für Rohranschlüsse</u>	31
4.1    Umformverfahren	32
4.1.1   Anstauchen	32
4.1.2   Fließpressen	33
4.1.3   Knickbauchen	34
4.1.4   Aufweiten	35
4.2    Fügen	36
4.2.1   Fügen durch Ein-/ Aufpressen	37
4.2.2   Fügen durch Sicken	37

	Seite
4.2.3 Fügen durch Bördeln	39
4.2.4 Reibschweißen	39
4.2.5 WIG-Schweißen	40
4.2.6 Hartlöten	42
4.2.7 Weichlöten	46
4.2.8 Kleben	46
4.3 Technische Prüfung der Verfahrensalternativen	47
4.3.1 Prüfbedingungen	48
4.3.2 Prüfergebnisse	49
4.4 Kostenvergleich	52
4.5 Beurteilung der Automatisierungseignung	57
5 <u>Automatisierung des Hartlöten von Rohranschlüssen</u>	62
5.1 Vormontieren der Lötteile unter engen Passungen	62
5.1.1 Analyse der Automatisierungshemmnisse	62
5.1.2 Lösungsansätze	64
5.1.2.1 Konstruktive Maßnahmen	64
5.1.2.2 Herstellung der Passung n a c h dem Ineinanderschieben der Einzelteile	65
5.1.2.3 Fügehilfseinrichtungen	66
5.1.3 Fügeschablone	69
5.1.3.1 Ermittlung der Schablonenkontur	69
5.1.3.2 Fügeversuche	74
5.1.4 Verfahren und Einrichtung zum gleichzeitigen Ineinanderschieben, Fixieren und Aufweiten auf Passungsmaß	78
5.1.4.1 Konzeption der Montageeinrichtung	78
5.1.4.2 Fixierung der Anschlußteile	80
5.1.4.3 Berechnung der Umformkräfte	83
5.1.4.4 Mechanischer Aufbau der Montageeinrichtung	84
5.1.4.5 Erprobung	86
5.2 Auswahl automatisierungsgünstiger Hartlötverfahren	88
5.2.1 Bewertung der Automatisierungseignung von geeignet erscheinenden Hartlötvarianten	89
5.2.2 Technische Eignung des ausgewählten Hartlötverfahrens	92
5.2.2.1 Schutzgaslöten von Kupfer-Messing-Verbindungen	92
5.2.2.2 Schutzgaslöten mit automatischer Lotdrahtzuführung	93

		Seite
6	<u>Konzeption einer vollautomatisierten Löt- fertigung</u>	96
6.1	Festlegung des Automatisierungsbereichs	96
6.2	Auswahl geeigneter Handhabungseinrichtungen	99
6.3	Zusammenstellung und Bewertung von System- lösungen	102
6.4	Aufbau und Inbetriebnahme der Pilotanlage	108
7	<u>Zusammenfassung und Schlußfolgerungen</u>	110
8	<u>Literaturverzeichnis</u>	112