

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzfassung / Abstract	II
Inhaltsverzeichnis	V
Verzeichnis der Abkürzungen	VII
1 Einleitung	1
2 Zielstellung	3
2.1 Motivation und Festlegung der Entwicklungsziele	3
2.2 Vorgehen und Aufbau der Arbeit	4
3 Kenntnisstand	7
3.1 Einsatz der Thermografie als zerstörungsfreies Prüfverfahren	7
3.2 Angewandte Methoden der Thermografie	8
3.2.1 Thermografietechniken	8
3.2.2 Auswerteverfahren	17
3.2.3 Simulationsmethoden	22
3.3 Anwendungen und Möglichkeiten der Thermografie	25
3.4 Normative Anforderungen an zerstörungsfreie Prüfverfahren	28
4 Entwicklung einer Ingenieurplattform	31
4.1 Systematik zur Einführung zerstörungsfreier Prüfverfahren	31
4.1.1 Normativer Hintergrund	31
4.1.2 Stufenmodell zur Umsetzung	32
4.2 Ingenieurplattform für Thermografieprüfungen	36
5 Methodik zur Konfiguration thermografischer Prüfsysteme	39
5.1 Modellentwicklung	39
5.1.1 Ansatz mittels Expertensystem	39
5.1.2 Strukturbildung	40
5.2 Charakterisierung der Thermografiemodule	42
5.2.1 Fehlerarten und Merkmale	42

5.2.2	Rahmenbedingungen	43
5.2.3	Anregungsarten/-quellen zur Signalerzeugung	44
5.2.4	Infrarot-Kameratechnik zur Signalerfassung	69
5.2.5	Algorithmik zur Signalanalyse	74
5.3	Expertensystem zur Auswahl der Prüfkonfiguration	76
5.3.1	Definition der Prüfverfahrenskonfigurationen	76
5.3.2	Ableitung der Anforderungsprofile	79
5.3.3	Ergebnisgenerierung	83
6	Die virtuelle Thermografieprüfung	87
6.1	Virtuelle Prüfung mit Hilfe Finiter Elemente	87
6.2	Entwicklung thermografischer Simulationsmodelle	88
6.2.1	Aufbau finiter Elemente Modelle	88
6.2.2	Vorgehen anhand eines Beispiels	89
6.3	Anwendung für thermografische Prüfprobleme	93
6.3.1	Machbarkeitsabschätzung	93
6.3.2	Störgrößenanalyse	94
6.3.3	Parameteroptimierung	95
7	Beispiele aus der Prüfpraxis	97
7.1	Applikation Instrumententafel	97
7.1.1	Auswahl der Prüfkonfiguration	97
7.1.2	Serienumsetzung Instrumententafelprüfung	99
7.2	Applikation Lagerrohr	100
7.2.1	Auswahl der Prüfkonfiguration	100
7.2.2	Stichversuch Lagerrohruntersuchung	102
7.3	Applikation Widerstandsschweißpunkt	103
7.3.1	Auswahl der Prüfkonfiguration	103
7.3.2	Simulation der Prüfaufgabe	105
8	Diskussion und Ausblick	113
Literaturverzeichnis		117
A	Normative Anforderungen an Prüfverfahren im Qualitätsmanagement	131
B	Kontrollliste zur Einführung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens	141
C	Bewertungsmatrizen Expertensystem	143