



# Mechanismen des Hochtemperaturrisswachstums in einem ferritischen Stahl an Luft und in Wasserdampf

Torsten Fischer

Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 421

ISBN 978-3-95806-326-6

Forschungszentrum Jülich GmbH  
Institut für Energie- und Klimaforschung  
Werkstoffstruktur und -eigenschaften (IEK-2)

# **Mechanismen des Hochtemperaturrisswachstums in einem ferritischen Stahl an Luft und in Wasserdampf**

Torsten Fischer

Schriften des Forschungszentrums Jülich  
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 421

---

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-95806-326-6

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung .....	1
2	Grundlagen und Stand der Technik.....	5
2.1	9 - 12 % Cr-Stähle.....	5
2.2	Grundlagen der Bruchmechanik.....	13
2.3	Ermüdungsrissbildung und -wachstum .....	22
2.3.1	Einflussgrößen auf das Ermüdungsrisswachstum .....	27
2.4	Kriechen .....	51
2.5	Kriechrisswachstum .....	54
2.6	Kriechermüdungswechselwirkung .....	58
3	Experimentelle Arbeiten.....	64
3.1	Versuchsbauteil und Probenentnahme .....	64
3.2	Probengeometrien und -vorbereitung.....	67
3.2.1	Zug- und Kriechversuche .....	67
3.2.2	E-Modulmessung .....	67
3.2.3	Risswachstumsversuche .....	68
3.3	Prüfmaschinen .....	70
3.3.1	Zugversuche .....	70
3.3.2	Kriechversuche .....	70
3.3.3	E-Modulmessung .....	71
3.3.4	Risswachstumsversuche .....	72
3.4	Beheizung .....	76
3.4.1	Induktionsheizung .....	76
3.4.2	Widerstandsofen.....	78
3.4.3	Aufweitungsmessung.....	79
3.5	Versuchsdurchführung.....	79
3.5.1	Zugversuch.....	79
3.5.2	Kriechversuch.....	80
3.5.3	E-Modulmessung .....	81
3.5.4	Ermüdungsrisswachstumsversuch (ERW-Versuch) .....	81
3.5.5	Schwellenwertbestimmung .....	82
3.5.6	Kriechermüdungsrisswachstumsversuch (KERW-Versuch) .....	83
3.5.7	Risslängenmessung.....	84

3.6	Verwendete Methoden zu Mikrostrukturcharakterisierung .....	86
3.6.1	Probenpräparation .....	86
3.6.2	Lichtmikroskopie .....	87
3.6.3	Rasterelektronenmikroskop (REM) .....	88
3.6.4	Messung der mittleren Oxidschichtdicke .....	88
3.6.5	Transmissionselektronenmikroskop (TEM) .....	89
4	Ergebnisse und Diskussion .....	90
4.1	Materialcharakterisierung .....	90
4.2	Risswachstumsuntersuchungen .....	94
4.2.1	Schwellenwertnaher Bereich an Luft und im Vakuum .....	94
4.2.2	Schwellenwertnaher Bereich unter Wasserdampfatmosphäre .....	106
4.2.3	Bereich II der zyklischen Risswachstumskurve an Luft .....	111
4.2.4	Bereich II der zyklischen Risswachstumskurve unter WD-Atmosphäre .....	145
4.2.5	FORMAN/METTU-Anpassung der zyklischen Risswachstumskurve .....	183
5	Zusammenfassung und Ausblick .....	187
	Anhang I .....	195
	Literaturverzeichnis .....	196
	Abbildungsverzeichnis .....	208
	Tabellenverzeichnis .....	216

Energie & Umwelt / Energy & Environment  
Band / Volume 421  
ISBN 978-3-95806-326-6

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

