

# Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 4

Bauingenieurwesen

Dipl.-Ing. Ulrike Eberwien,  
Graz

Nr. 197

**Entwicklung eines  
allgemeinen Verfahrens  
zur Berechnung von  
Versagenstemperaturen  
an Aluminiumkonstruk-  
tionen des EC 9-1-2**

**VDI Verlag**

*HLuHB Darmstadt*



15757973

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Brandlastfall nach EC 9 . . . . .	2
1.1.1	Erwärmung des Tragwerks . . . . .	3
1.1.2	Statische Berechnung . . . . .	7
1.1.2.1	Gesamttragwerk . . . . .	8
1.1.2.2	Teilsysteme . . . . .	8
1.1.2.3	Einzelbauteile . . . . .	9
1.1.3	Tragwerksbemessung . . . . .	10
1.1.3.1	Vereinfachte Berechnungsverfahren . . . . .	10
1.1.3.2	Allgemeine Berechnungsverfahren . . . . .	11
1.2	Ziel der Arbeit . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Literaturstudium</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Werkstoff</b>	<b>16</b>
3.1	Analytische Werkstoffmodelle . . . . .	16
3.1.1	Ramberg-Osgood . . . . .	18
3.1.2	Dafalias, Popov . . . . .	20

3.2	Festigkeit bei hohen Temperaturen . . . . .	22
3.3	Einfluß des Kriechens . . . . .	24
<b>4</b>	<b>Nichtlineare Stabwerke</b>	<b>26</b>
4.1	Lineares Problem . . . . .	26
4.1.1	Grundlagen . . . . .	26
4.1.2	Momentengelenke und lineare Momentenfedern . . . . .	29
4.1.3	Temperaturlastfall . . . . .	30
4.2	Nichtlineare Berechnung . . . . .	32
4.2.1	Newton-Raphson-Verfahren . . . . .	33
4.2.2	Materialnichtlinearität . . . . .	35
4.2.3	Geometrische Nichtlinearität . . . . .	38
4.3	Versagenstemperatur . . . . .	39
4.4	Überprüfung des Programms . . . . .	40
4.4.1	Kragstütze . . . . .	40
4.4.2	4-Punkt-Biegeversuch . . . . .	41
4.4.3	Aluminiumstütze . . . . .	43
4.4.4	2-Gelenk-Rahmen . . . . .	45
4.4.5	2-Gelenk-Rahmen mit ungleichförmiger Er- wärmung . . . . .	47
4.4.6	Schlußfolgerungen . . . . .	50
<b>5</b>	<b>Nichtlineare Handrechenverfahren</b>	<b>51</b>
5.1	Ansatz nach Wong . . . . .	51
5.2	Ansatz nach Kordina/Quast . . . . .	53
5.3	Rankine Approach . . . . .	57

<b>6</b>	<b>Parameterstudie</b>	<b>59</b>
6.1	Zweigelenrahmen . . . . .	59
6.1.1	Parameter . . . . .	60
6.1.1.1	Geometrieparameter . . . . .	60
6.1.1.2	Belastung . . . . .	62
6.1.1.3	Einfluß der Erwärmung auf die Schnitt- größen . . . . .	63
6.1.2	Berechnung von Versagenstemperaturen . . . . .	65
6.1.2.1	GoPhy2d . . . . .	65
6.1.2.2	Kordina/Quast . . . . .	67
6.1.2.3	Rankine Approach . . . . .	67
6.1.2.4	EC 9: $\lambda_1 = \text{const.}$ . . . . .	68
6.1.2.5	EC 9: $\lambda_1 = \lambda_1(T)$ . . . . .	70
6.1.3	Auswertung . . . . .	71
6.1.3.1	Einfluß des Querschnitts . . . . .	71
6.1.3.2	Einfluß des $l_R/l_S$ -Verhältnisses . . . . .	73
6.1.3.3	Einfluß der Belastungsaufteilung . . . . .	74
6.1.3.4	Einfluß der Gesamtausnutzung . . . . .	75
6.1.3.5	Gemittelte Ergebnisse . . . . .	76
6.1.3.6	Einfluß der Schlankheit . . . . .	81
6.2	Eingespannter Rahmen . . . . .	84
6.2.1	Parameter . . . . .	84
6.2.2	Temperaturzwang . . . . .	85
6.2.3	Zu den Berechnungsverfahren . . . . .	85
6.2.4	Auswertung . . . . .	87

6.3	Zusammenfassung . . . . .	89
<b>7</b>	<b>Mehrschiffiges Rahmensystem</b>	<b>92</b>
7.1	Grundsystem, R01 . . . . .	92
7.2	Erhöhung der Systemreserve . . . . .	96
7.3	Schlußfolgerung . . . . .	100
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>101</b>
<b>A</b>	<b>Materialdaten</b>	<b>103</b>
<b>B</b>	<b>Integrationsfaktoren</b>	<b>105</b>
B.1	Grundgestalt der Verläufe . . . . .	105
B.2	Einfluß der Materialnichtlinearität . . . . .	106
B.3	Einfluß von $\Delta M''$ . . . . .	107
B.4	Diskussion der Ergebnisse . . . . .	108
	<b>Literatur</b>	<b>119</b>