

# Festigkeitsnachweis Aluminium

Vorhaben Nr. 209

## Richtlinie

### Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Bauteile aus Aluminiumwerkstoff

## Abschlußbericht

#### Kurzfassung:

Grundlage des Festigkeitsnachweises für Bauteile aus Aluminiumwerkstoff nach dieser Richtlinie ist die bestehende *FKM-Richtlinie*, 3. Ausgabe 1998, für Bauteile aus Eisenwerkstoff.

Wie die *FKM-Richtlinie* für Eisenwerkstoff, gilt auch die Richtlinie für Aluminiumwerkstoff im Maschinenbau und in verwandten Bereichen der Industrie. Sie ermöglicht den statischen Festigkeitsnachweis und den Ermüdungsfestigkeitsnachweis, letzteren je nach Beanspruchungscharakteristik als Dauer- oder Betriebsfestigkeitsnachweis. Sie gilt für Aluminiumknetwerkstoff und Aluminiumgußwerkstoff - auch bei höherer Temperatur - und ist anwendbar für Bauteile, die mit oder ohne spanabhebende Bearbeitung oder auch durch Schweißen hergestellt sind. Die Berechnung kann mit Afenwspannungen, in Anbetracht der mit FEM und anderen Methoden durchgeführten Spannungsanalysen aber auch mit *örtlichen, elastisch bestimmten* Spannungen durchgeführt werden.

Da die Berechnungskonzepte dieselben sind, soll die Richtlinie für Aluminiumwerkstoff in eine beabsichtigte 4., erweiterte Ausgabe der *FKM-Richtlinie* für Eisenwerkstoff einbezogen werden. Der vorliegende Bericht hat aber vorerst die Form eines Kommentarteiles, dem der eigentliche Richtlinientext - das sind vor allem die Ergänzungen gegenüber der *FKM-Richtlinie* für Eisenwerkstoff- angehängt ist (**Kap. 7, S. 147 ff.**).

Die für Bauteile aus Eisenwerkstoff bestehenden PC-Rechnerprogramme RIFEST (Berechnung mit örtlichen Spannungen) und WELLE (Berechnung mit Nennspannungen) können mit geringem Aufwand so erweitert werden, daß sie auch für Bauteile aus Aluminiumwerkstoff anwendbar sind.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Berichtsumfang:	156 Seiten einschließlich Tabellen und Bilder
Beginn der Arbeiten:	01. 05. 1996
Ende der Arbeiten:	30. 06. 1998
Zuschußgeber:	BMW i / AiF Nr. 10677 B
Forschungsstellen:	IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden, Geschäftsführer: Prof. Dr. rer. nat. C. Weger dt, Dr.-Ing. W. Hanel Bearbeiter: Dr.-Ing. B. Hänel, unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. G. Wirthgen Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit der Technischen Universität Clausthal, Leitung: Prof. Dr.-Ing. H. Zenner Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik der Technischen Universität Darmstadt, Leitung: Prof. Dr.-Ing. T. Seeger
Obmann des Vorhabens:	Prof. Dr.-Ing. E. Haibach,
Obleute des Arbeitskreises:	Prof. Dr.-Ing. C. Berger, Dr.-Ing. C. Gerdes
Vorsitzender des Beirates:	Prof. Dr.-Ing. H. Kipphan, Heidelberger Druckmaschinen AG, Heidelberg

# Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Bauteile aus Aluminiumwerkstoff

## Richtlinie

### *Inhalt*

#### Seite

0	Allgemeines	
0.1	Richtlinie "Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Bauteile aus Aluminiumwerkstoff"	
0.2	Ablauf des Festigkeitsnachweises und Einflußgrößen	6
0.3	Anwendungsbereich	7
0.4	Grundlagen	8
1	Statischer Festigkeitsnachweis	
1.1	Nichtgeschweißte Bauteile	
1.1.1	Ausgewählte Aluminiumwerkstoffe	
1.1.2	Technologischer Größenfaktor	17
1.1.3	Anisotropiefaktor	25
1.1.4	Zugdruck- und Schubfestigkeitsfaktor	26
1.1.5	Temperaturfaktoren	27
1.1.6	Plastische Stützzahlen	34
1.1.7	Sicherheitsfaktoren	36
1.1.8	Festigkeitshypothese	
1.2	Geschweißte Bauteile	<b>37</b>
2	Ermüdungsfestigkeitsnachweis	39
2.1	Nichtgeschweißte Bauteile	
2.1.1	Dauer- und Zeitfestigkeit	
2.1.2	Zugdruck- und Schubwechselfestigkeitsfaktor	<b>42</b>
2.1.3	Neigungsexponent und Knickpunktzyklenzahl der Wöhlerlinie	<b>43</b>
2.1.4	Temperaturfaktor	<b>44</b>
2.1.5	Frequenzfaktor	<b>45</b>
2.1.6	Kerbwirkungszahlen	<b>46</b>
2.1.7	Stützzahl	
2.1.8	Rauheitsfaktor	48
2.1.9	Randschichtfaktor	50
2.1.10	Mittelspannungsempfindlichkeit	52
2.1.11	Minersumme und Betriebsfestigkeitsrechnung	53
2.1.12	Sicherheitsfaktoren	55
2.1.13	Festigkeitshypothese	
2.2	Geschweißte Bauteile	56

<b>3</b>	<b>Einzelbewertungen</b>	61
<b>3.0</b>	<b>Allgemeines</b>	
<b>3.1</b>	<b>Quantitative Bewertungen</b>	
3.1.1	Dauerfestigkeit	
3.1.2	Wöhlerlinienparameter	70
<b>3.2</b>	<b>Qualitative Bewertungen weiterer Literaturstellen</b>	71
	<b>Statistische Bewertung der Datensammlungen von Kotte/Eulitz und von Masendorf</b>	79
<b>4.0</b>	<b>Allgemeines</b>	
<b>4.1</b>	<b>Zugfestigkeit</b>	
<b>4.2</b>	<b>Dauerfestigkeit</b>	
<b>4.3</b>	<b>Normierte Wöhlerlinien</b>	82
<b>4.4</b>	<b>Wechselfestigkeitsfaktor</b>	90
<b>4.5</b>	<b>Aushärtbarer oder nichtaushärtbarer Aluminiumgußwerkstoff</b>	93
<b>4.6</b>	<b>Kerbwirkung und Mittelspannung</b>	96
<b>5</b>	<b>Werkstofftabellen</b>	99
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	139
<b>7</b>	<b>Ergänzungen der bestehenden <i>FKM-Richtlinie</i> für Eisenwerkstoff</b>	
<b>7.0</b>	<b>Allgemeines</b>	147
<b>7.1</b>	<b>Kap. 0, Allgemeines</b>	
<b>7.2</b>	<b>Kap. 1 und 3, Statischer Festigkeitsnachweis</b>	
7.2.1	Nichtgeschweißte Bauteile	
7.2.2	Geschweißte Bauteile	151
<b>7.3</b>	<b>Kap. 2 und 4, Ermüdungsfestigkeitsnachweis</b>	152
7.3.1	Nichtgeschweißte Bauteile	
7.3.2	Geschweißte Bauteile	155
<b>7.4</b>	<b>Kap. 5, Werkstofftabellen</b>	156