

Dipl.-Ing. Jürgen Rudolph, Bernburg

**Nachweis der Ermüdungs-
festigkeit von Behälter-Stützen-
Verbindungen unter Einwirkung
von Innendruck und Rohrlei-
tungslasten**

Reihe **18**: Mechanik/
Bruchmechanik

Nr. **206**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Problemstellung, Ziel und Methodik	2
3	Festigkeitsnachweise in der Druckbehältertechnik	5
3.1	Allgemeines	5
3.2	Tragfähigkeit bei quasistatischer Belastung	7
3.3	Ermüdungsfestigkeit von Druckbehälterkomponenten	11
3.3.1	Werkstofftechnische Aspekte und Einflußgrößen	11
3.3.2	Grundlegende Nachweiskonzepte	19
3.3.3	Ermüdungsfestigkeitsnachweise nach Regelwerken der Druckbehältertechnik	23
3.3.3.1	Allgemeines	23
3.3.3.2	Nachweis nach ASME-CODE, BS 5500 und CEN	25
3.3.3.3	Nachweis nach AD-Regelwerk	29
3.4	Implementierungsprobleme und mögliche Lösungen	34
4	Ermüdungsgerechte Beanspruchungsermittlung für Behälter-Stutzen- Verbindungen	36
4.1	Beanspruchungsermittlung nach Regelwerken und Berechnungsrichtlinien	36
4.1.1	Berücksichtigung von Zusatzlasten aus Axialkräften, Biege- und Torsionsmomenten	36
4.1.2	Berücksichtigung der Funktionslast Innendruck	39
4.1.3	Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung analytischer Lösungen	43
4.2	Beanspruchungsermittlung mittels Finite-Elemente- Methode (FEM)	44
5	Parameterstudien an Behälter-Stutzen-Verbindungen	48
5.1	Grundlagen	48
5.2	Untersuchung der Kugelschale-Stutzen-Verbindung	52
5.2.1	Modellbildung	52
5.2.2	Lastfall Innendruck	56

5.2.3	Lastfall Axialkraft/Biegemoment	60
5.2.4	Lastfall Torsionsmoment	62
5.2.5	Verifikation der Resultate	63
5.2.5.1	Analytische Methoden auf Grundlage der Elastizitätstheorie	63
5.2.5.1.1	Grundlagen	63
5.2.5.1.2	Beispiel Kugelschale-Stutzen-Verbindung unter Wirkung inneren Überdruckes und/oder axialer Stutzenlast	66
5.2.5.2	Vergleichsrechnungen	70
5.2.6	Lastfallüberlagerung	74
5.3	Untersuchung der Zylinderschale-Stutzen-Verbindung	76
5.3.1	Modellbildung	76
5.3.2	Lastfall Innendruck	81
5.3.3	Lastfall Axialkraft	85
5.3.4	Lastfälle Umfangs- und Längsbiegemoment	86
5.3.5	Lastfall Torsionsmoment	88
5.3.6	Verifikation der Resultate	89
5.3.7	Lastfallüberlagerung	96
5.4	Untersuchung der Kegelschale-Stutzen-Verbindung	98
5.4.1	Modellbildung	98
5.4.2	Vergleich mit der Zylinderschale-Stutzen-Verbindung	99
5.5	Kerbspannungsuntersuchungen der Schweißnahtübergänge	106
5.6	Untersuchung der inneren Übergänge	111
6	Vergleichende Nachweisführung für den Schweißnahtbereich nach kerbspannungs- und strukturspannungsorientiertem Konzept	112
7	Programmtechnische Umsetzung der Analyseergebnisse	115
8	Zusammenfassung und Ausblick	119
9	Literaturverzeichnis	121