

M. Sc. Linan Qiao, Berlin

**Beanspruchung und
Wärmeentwicklung
in rollenden Rädern
aus viskoelastischen
Werkstoffen**

Reihe **1**: Konstruktionstechnik/
Maschinenelemente

Nr. **289**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Ziel der Arbeit und Grundidee	2
3. Stand der Forschung	4
4. Entwicklung eines quasi-elastischen Werkstoffersatzmodells	9
4.1 Grundlagen der linearen Viskoelastizität	10
4.2 Drei- und Vier-Parameter Modelle	17
4.3 Lineare Viskoelastizität bei dreiachsiger Beanspruchung	21
4.4 Der Quasi-Elastizitätsmodul	27
4.4.1 Einfluß der Frequenz auf den Quasi-Elastizitätsmodul	27
4.4.2 Einfluß der Temperatur auf den Quasi-Elastizitätsmodul	34
4.4.3 Bestimmung des frequenz- und temperaturabhängigen Quasi-Elastizitätsmoduls aus bestehenden Materialkennwerten	36
5. Ersatzmodell des Rollkörpers und seine Wärmequellenverteilung	40
5.1 Ersatzsystem für den viskoelastischen Rollkörper	41
5.2 Die Ermittlung der inneren Wärmequellenverteilung im rollenden Körper	45
6. Wärmetübergang am rollenden Rad	48
6.1 Der Wärmeübergang an der Laufläche	49
6.2 Der Wärmeübergang an den Seitenflächen der Bandage	54
6.3 Der Wärmeübergang an der Verbindungsstelle zwischen Nabe und Bandage	55
6.4 Der Wärmeübergang an der Seitenfläche der Nabe	56
6.5 Der Wärmeübergang an der Verbindungsstelle zwischen Nabe und Lager	56
7. Bestimmung der Beanspruchungszustände im Radkörper bei konstanter Temperatur mit Hilfe der numerischen Berechnung	57
7.1 Grundgleichung für die Berechnung des rollenden Rades mit Hilfe der FE-Methode	58
7.2 Beanspruchungen in der Kontaktfläche des Rollkörpers	63
7.2.1 Berechnungsstrategie	63
7.2.2 Ergebnisse der zweidimensionalen Berechnung	65
7.2.3 Ergebnisse der dreidimensionalen Berechnung	69
7.3 Beanspruchungen im Inneren des Rollkörpers	73
7.3.1 Berechnungsstrategie	73
7.3.2 Der Beanspruchungszustand in Radbreitenmitte	74

7.3.3 Der Beanspruchungszustand im gesamten Radkörper	77
7.4 Näherungsweise Berechnung der Beanspruchung in der Querschnittsebene des rollenden Körpers	82
7.4.1 Berechnungsstrategie	82
7.4.2 Einfluß der Bandagendicke auf die Spannungsverteilung	86
8. Bestimmung der Spannungs- und Temperaturverteilung im Radkörper mit Hilfe der numerischen Berechnung	88
8.1 Einführung	88
8.2 Verfahren zur Bestimmung der Temperaturverteilung im Radkörper	90
8.3 Einfluß der Bandagendicke auf die Spannungs- und Temperaturverteilung im Radkörper .	95
8.4 Einfluß der Reibung in der Kontaktfläche auf den Beanspruchungszustand	101
9. Vereinfachte analytische Lösung für den Beanspruchungszustand im Radkörper	103
9.1 Normal- und Tangentialspannungen im Kontaktgebiet	103
9.2 Spannungen im Rollkörper	106
9.3 Verformung des Rollkörpers	108
9.4 Leerlaufschlupf des Rollkörpers	109
9.5 Einfluß der Bandagendicke auf den Beanspruchungszustand des viskoelastischen Rollkörpers	110
10. Vereinfachte analytische Lösung für die Temperaturverteilung im Radkörper	114
10.1 Radiale Temperaturverteilung in Radbreitenmitte mit temperaturunabhängigen Materialkennwerten	114
10.2 Radiale Temperaturverteilung in Radbreitenmitte mit temperaturabhängigen Materialkennwerten	119
10.3 Einfluß der Belastung und Rollgeschwindigkeit auf die Temperaturverteilung	122
10.4 Temperatur an der Lauffläche	123
11. Zusammenfassung und Ausblick	125
12. Literatur	127