

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und FormelzeichenIII

Zusammenfassung 1

Summary4

1 Einleitung7

2 Stand der Technik.....9

2.1 Schrägkugellager für Hochgeschwindigkeitsanwendungen9

2.1.1 Aufbau.....9

2.1.2 Drehzahlbedingte Effekte in Schrägkugellagern10

2.2 Fettschmierung von Hochgeschwindigkeits-Wälzlagern11

2.3 Fettgebrauchsdauer in fettgeschmierten Wälzlagern12

2.4 Tribologische Grenzschichten in Wälzlagern15

2.4.1 Grundsätzlicher Aufbau der Grenzschichten.....15

2.4.2 Einflüsse auf die Schichtentstehung16

2.5 Fettgeschmierte Standard-Spindellager als tribologisches System.....17

3 Forschungsbedarf und Zielsetzung19

4 Untersuchungsobjekte und experimentelles Vorgehen21

4.1 Prüfstände und Prüfstandsversuche21

4.1.1 Prüfstände.....21

4.1.2 Versuchsabläufe und Versuchsbedingungen24

4.1.3 Auswertung der Prüfstandsversuche27

4.2 Untersuchung von Fettproben.....28

4.3 Untersuchungsobjekte.....31

4.3.1 Wälzlager31

4.3.2 Schmierstoffe32

4.4 Randschichtuntersuchungen.....33

4.4.1 Probengewinnung33

4.4.2 Untersuchung des Randschichtaufbaus und -gefüges.....35

4.4.3 Untersuchung der Randschichtzusammensetzung35

5 Ergebnisse der Bauteilversuche36

5.1 Drehzahleignung und Kurzzeitbetriebsverhalten36

5.2 Langzeitbetriebsverhalten37

5.2.1 Temperatur-Drehzahl-Verhalten.....37

5.2.2 Temperatur-Drehzahl-Verhalten kurz vor dem Lagerausfall41

5.2.3 Fettgebrauchsdauer44

5.3 Veränderungen der Schmierstoffe47

5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Bauteilversuche49

6	Ergebnisse der Randschichtuntersuchungen	52
6.1	Aufbau und Gefüge der Randschichten	52
6.2	Zusammensetzung der Randschichten	56
6.3	Zusammenfassung der Randschichtuntersuchungen	63
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	65
7.1	Zusammenfassung.....	65
7.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	67
8	Literaturverzeichnis.....	69