

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 33 |
| 2 | Stand der Wissenschaft und Technik elektromechanischer Linearachsen | 35 |
| 2.1 | Klassifikation elektromechanischer Linearachsen | 35 |
| 2.1.1 | Anforderungen | 35 |
| 2.1.2 | Allgemeine Struktur und typische Mechaniken..... | 38 |
| 2.2 | Auslegung von elektromechanischen Linearachsen..... | 42 |
| 2.2.1 | Technologische Anforderungen und Randbedingungen | 42 |
| 2.2.2 | Bewegungsprofile bei Linearachsen | 45 |
| 2.2.3 | Bemessung elektromechanischer Linearachsen..... | 52 |
| 2.3 | Dynamisches Verhalten und Regelung | 65 |
| 2.3.1 | Übertragungsverhalten der Achsmechaniken | 65 |
| 2.3.2 | Regelung und Parametrierung | 71 |
| 2.4 | Zusammenfassung und Handlungsbedarf..... | 79 |
| 3 | Zielsetzung und Vorgehensweise | 88 |
| 4 | Konzeption mechanisch gekoppelter, gegenläufig verfahrens- Direktantriebe..... | 91 |
| 5 | Prozessorientierte Entwicklungsmethodik (POEM) für elektromechanische Linearachsen | 95 |
| 5.1 | Aufbau der Methodik | 95 |
| 5.2 | Determination der Startbedingungen..... | 99 |
| 5.2.1 | Definition der Prozesskenngrößen | 99 |
| 5.2.2 | Definition der Motorparameter..... | 100 |
| 5.3 | Kenngrößensynthese und Modellierung von Indirektantrieben..... | 101 |
| 5.3.1 | Synthese der Kenngrößen drehender Synchronmotoren..... | 101 |
| 5.3.2 | Synthese der mechanischen Kenngrößen von Indirektantrieben | 114 |
| 5.3.2.1 | Synthese der Spindel- und Spindelmutterkenngrößen | 114 |
| 5.3.2.2 | Synthese der Kupplungskenngrößen..... | 120 |
| 5.3.2.3 | Synthese der Spindellagerkenngrößen..... | 123 |
| 5.3.2.4 | Synthese der Getriebeparameter..... | 125 |
| 5.3.3 | Modellierung der Mechanik von Indirektantrieben..... | 126 |
| 5.3.4 | Struktur und Verifikation der Kenngrößenermittlung | 129 |
| 5.3.4.1 | Struktureller Aufbau der Kenngrößenermittlung..... | 129 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.3.4.2 | Verifikation der Kenngrößenermittlung für Indirektantriebe | 132 |
| 5.3.4.3 | Sensitivitätsanalysen der Prozesskenngößen | 143 |
| 5.4 | Synthese und Verifikation der Kenngrößen bei Direktantrieben | 153 |
| 5.4.1 | Kenngrößersynthese beim Direktantrieb | 153 |
| 5.4.2 | Verifikation der Kenngrößenermittlung für Direktantriebe | 160 |
| 5.5 | Synthese und Verifikation der Kenngrößen bei Direktantrieben | 163 |
| 5.6 | Reglerentwurf und Modellierung der Servoregelung | 171 |
| 5.6.1 | Modellierung des Stromregelkreises | 171 |
| 5.6.2 | Modellierung des Geschwindigkeitsregelkreises | 178 |
| 5.6.3 | Parametrierung des Geschwindigkeitsregelkreises | 180 |
| 5.6.4 | Parametrierung des Geschwindigkeitsregelkreises | 190 |
| 5.7 | Regelungskonzepte für gekoppelte Linearachsen | 199 |
| 5.7.1 | Parallel Synchrone Regelung (PSR) | 199 |
| 5.7.2 | Master-Slave Regelung (MSR) | 202 |
| 5.7.3 | Relative Stiffness Regelung (RSR) | 203 |
| 5.7.4 | Cross-Coupled Regelung (CCR) | 205 |
| 5.7.5 | Relative Gleichlaufregelung (RGR) | 206 |
| 5.7.6 | Bewertung der Regelungskonzepte im Zeit- und Frequenzbereich | 207 |
| 6 | Versuchsaufbau mechanisch gekoppelter, gegenläufig verfahrens- Direktantriebe | 218 |
| 6.1 | Konzept und Auslegung mittels POEM | 218 |
| 6.2 | Experimentelle Schwingungsuntersuchungen | 222 |
| 7 | Potentialanalyse einer MCOLD-Anordnung mittels der POEM anhand definierter Beispielprozesse | 226 |
| 7.1 | Vorbetrachtungen zu den gewählten Beispielprozessen | 226 |
| 7.2 | Beispielprozess HSC-Drehbearbeitung | 230 |
| 7.3 | Beispielprozess Laserbeschriftung | 236 |
| 7.4 | Beispielprozess Unrundbearbeitung | 237 |
| 8 | Zusammenfassung und Ausblick | 240 |
| | Literaturverzeichnis | 244 |