

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>33</b>
<b>2</b>	<b>Stand der Wissenschaft und Technik elektromechanischer Linearachsen</b> .....	<b>35</b>
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
<b>3</b>	<b>Zielsetzung und Vorgehensweise</b> .....	<b>88</b>
<b>4</b>	<b>Konzeption mechanisch gekoppelter, gegenläufig verfahrens- Direktantriebe</b> .....	<b>91</b>
<b>5</b>	<b>Prozessorientierte Entwicklungsmethodik (POEM) für elektromechanische Linearachsen</b> .....	<b>95</b>
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
<b>6</b>	<b>Versuchsaufbau mechanisch gekoppelter, gegenläufig verfahrens- Direktantriebe .....</b>	<b>218</b>
6.1	Konzept und Auslegung mittels POEM .....	218
6.2	Experimentelle Schwingungsuntersuchungen .....	222
<b>7</b>	<b>Potentialanalyse einer MCOLD-Anordnung mittels der POEM anhand definierter Beispielprozesse .....</b>	<b>226</b>
7.1	Vorbetrachtungen zu den gewählten Beispielprozessen .....	226
7.2	Beispielprozess HSC-Drehbearbeitung .....	230
7.3	Beispielprozess Laserbeschriftung .....	236
7.4	Beispielprozess Unrundbearbeitung .....	237
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>240</b>
	Literaturverzeichnis .....	244