

# Inhalt

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1      | Motivation und Beitrag dieser Arbeit . . . . .  | 1         |
| 1.2      | Kurze Literaturübersicht zur robusten<br>Regelung . . . . .   | 3         |
| 1.3      | Gliederung . . . . .  | 9         |
| <b>I</b> | <b>Zur Theorie der güterrobusten Regelung</b>   | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>Güterobustheit: Abbildung der Originalforderungen auf Ersatzforde-<br/>rungen</b>  | <b>12</b> |
| 2.1      | Güterobustes Führungsverhalten . . . . .  | 13        |
| 2.1.1    | Originalforderungen . . . . .   | 13        |
| 2.1.2    | Implizite Darstellung der Führungsübertragungsmatrix . . . . .  | 17        |
| 2.1.3    | Die Ersatzforderungen als Voraussetzung zur Anwendung des Schau-<br>derschen Fixpunktsatzes unter Berücksichtigung der Minimalpha-<br>sigkeit . . . . . | 19        |
| 2.1.4    | Die Ersatzforderungen als Voraussetzung zur Anwendung des Schau-<br>derschen Fixpunktsatzes ohne Berücksichtigung der Minimalpha-<br>sigkeit . . . . .  | 32        |
| 2.2      | Güterobuste Störungsunterdrückung . . . . .   | 37        |
| 2.3      | Stellaufwand . . . . .  | 45        |
| 2.3.1    | Stellaufwand für güterobustes Führungsverhalten . . . . .   | 46        |
| 2.3.2    | Stellaufwand für güterobuste Störungsunterdrückung . . . . .  | 54        |
| 2.4      | Diskussion . . . . .  | 62        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| <b>3</b>  | <b>Reglersynthese und Regleranalyse durch Erfüllen der Ersatzforderungen</b>            | <b>64</b>  |
| 3.1       | Güterobustes Führungsverhalten . . . . .  | 68         |
| 3.1.1     | Entwurfsgleichung für den Vorfilter . . . . .   | 79         |
| 3.2       | Güterobuste Störungsunterdrückung . . . . .   | 85         |
| 3.3       | Stellaufwand für güterobustes Führungsverhalten . . . . .                               | 94         |
| 3.4       | Stellaufwand für güterobuste Störungsunterdrückung . . . . .                            | 105        |
| 3.5       | Diskussion . . . . .  | 109        |
| <b>II</b> | <b>Güterobuste Regelung flexibler Strukturen</b>  | <b>112</b> |
| <b>4</b>  | <b>Modellierung flexibler Strukturen</b>  | <b>113</b> |
| 4.1       | Generierung eines strukturdynamischen Modells mit der Finite-Elemente-Methode . . . . . | 114        |
| 4.1.1     | Beispiel: Das strukturdynamische Modell für einen Balken . . . . .                      | 116        |
| 4.2       | Das regelungstechnische Modell . . . . .  | 124        |
| 4.2.1     | Darstellung als Zustandsraummodell . . . . .  | 124        |
| 4.2.2     | Darstellung als Übertragungsmatrix . . . . .  | 126        |
| 4.3       | Diskussion . . . . .  | 128        |
| <b>5</b>  | <b>Regelungstechnische Eigenschaften der Modelle flexibler Strukturen</b>               | <b>129</b> |
| 5.1       | Konstanter Polüberschuß . . . . .   | 129        |
| 5.2       | Schwach gedämpfte, stabile Pole . . . . .   | 130        |
| 5.3       | Schwach gedämpfte, stabile Übertragungsnullstellen bei Kollokation . . . . .            | 130        |
| 5.4       | Parameterunsicherheiten . . . . .   | 133        |
| 5.5       | Modellvereinfachung . . . . .   | 133        |
| 5.6       | Hyperstabilität bei Kollokation und Geschwindigkeitsrückführung . . . . .               | 135        |
| 5.7       | Diskussion . . . . .  | 139        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>6</b> | <b>Beschränkung der Ersatzstörgröße</b>   | <b>140</b> |
| 6.1      | Berücksichtigung unsicherer strukturdynamischer Parameter in Modellen flexibler Strukturen als Templets . . . . . | 150        |
| 6.1.1    | Abbildung strukturdynamischer Parameter auf modale Parameter  | 160        |
| 6.2      | Diskussion . . . . .  | 165        |
| <b>7</b> | <b>Praktische Reglersynthese und Regleranalyse für flexible Strukturen</b>  | <b>167</b> |
| 7.1      | Eingespannter Balken . . . . .  | 167        |
| 7.1.1    | Aufgabenstellung und kurze Beschreibung des Strukturmodells . . . . .   | 167        |
| 7.1.2    | Entwurfsvorgang und Ergebnisse . . . . .  | 168        |
| 7.2      | Die DLR-Platte . . . . .  | 178        |
| 7.2.1    | Aufgabenstellung und kurze Beschreibung des Strukturmodells . . . . .   | 178        |
| 7.2.2    | Entwurfsvorgang und Ergebnisse . . . . .  | 180        |
| 7.3      | Diskussion . . . . .  | 185        |
| <b>8</b> | <b>Zusammenfassung</b>  | <b>191</b> |
| <b>A</b> | <b>Umformung von Matrixgleichungen in eine implizite Darstellung</b>  | <b>194</b> |
| A.1      | Störübertragungsmatrix . . . . .  | 194        |
| A.2      | Übertragungsmatrix des Stellaufwands bei der Störungsunterdrückung .  | 195        |
| A.3      | Übertragungsmatrix des Stellaufwands beim Führungsverhalten . . . .   | 195        |
| <b>B</b> | <b>Einige Definitionen aus der Funktionentheorie</b>  | <b>197</b> |
| <b>C</b> | <b>Parametrierung für Stabilitätsmatrizen</b>   | <b>200</b> |
| <b>D</b> | <b>Systemdaten</b>  | <b>202</b> |
| D.1      | Nominales Streckenmodell des eingespannten Balkens in Pol/Nullstellen-Darstellung . . . . .                       | 202        |
| D.2      | Nominales Streckenmodell des DLR-Plattenexperiments in Pol/Nullstellen-Darstellung . . . . .                      | 206        |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>209</b> |