Inhaltsverzeichnis

1 Wirkungsweise der Elektromagnetischen Umformung 5

1.1 Wirkprinzip der Magnetumformung 5

1.2 Aufbau elektromagnetischer Umformanlagen 7

1.2.1 Energiespeicher 8

1.2.2 Werkzeug 11

1.2.3 Werkstück 12

1.3 Methodik des Anlagenentwurfes 14

2 Analytische Herleitung der elektromagnetischen Kraft 16

2.1 Das magnetische Feld der Werkzeugspule 16

2.2 Wirbelstrominduktion in das Werkstück 21

2.3 Elektromagnetische Kraftwirkung 29

3 Entwurfsstrategie für Werkzeug und Energiespeicher 33

3.1 Definition der Zielparameter 33

3.2 Inverse Auslegung der Werkzeugspule 35

3.3 Netzwerktheoretische Beschreibung des Umformprozesses 37

3.3.1 Festlegung der Ersatzschaltbildstruktur 37

3.3.2 Berechnung von Werkzeug- und Werkstückstrom 39

3.3.3 Modellierung der Kraftwirkung im Ersatzschaltbild 44

3.4 Identifikation der Netzwerkparameter 45

3.4.1 Darstellung der Werkzeugimpedanz 46

3.4.2 Berechnung der Gegeninduktivität 47

3.4.3 Modellierung der Werkstückparameter 48

3.5 Wahl eines geeigneten Energiespeichers 50

3.6 Ermittlung des benötigten Spulenstromes 52

4 Wirkungsgrad der Energieübertragung **54**
4.1 Messtechnische Wirkungsgradbestimmung 56
4.1.1 Realisierung einer Messeinrichtung 56
4.1.2 Zeitaufgelöste Leistungsmessung 58
4.1.3 Berechnung der Energieanteile 60
4.2 Energiebilanz im numerischen Modell 64
4.3 Berechnung im Netzwerkmodell 68

5 Anlagenentwurf im Beispiel **76**
5.1 Definition der Zielvorgaben 76
5.2 Entwurf von Werkzeug und Energiespeicher 78
5.2.1 Bestimmung einer Werkzeugspulengeometrie 79
5.2.2 Aufstellen der Ersatzschaltbildparameter 81
5.2.3 Entwurf des Energiespeichers 83
5.2.4 Bereitstellung des Werkzeugstromes 89
5.3 Energiebilanz im Netzwerkmodell 93

6 Zusammenfassung **96**

A Netzwerkberechnung von Werkstück- und Werkzeugstrom **99**
A.1 Lösung der DGL für den Werkzeugstrom 99
A.2 Lösung der DGL für den Werkstückstrom 101

B Eigenschaften der Hankel-Transformation **103**