

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 Anlagenentwurfs	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