



Philipp Werdelmann (Autor)  
**Zielgerichteter Entwurf von Werkzeugsystem und  
Energiespeicher für die Elektromagnetische  
Blechumformung**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/946>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Wirkungsweise der Elektromagnetischen Umformung</b>	<b>5</b>
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
<b>2</b>	<b>Analytische Herleitung der elektromagnetischen Kraft</b>	<b>16</b>
2.1	Das magnetische Feld der Werkzeugspule . . . . .	16
2.2	Wirbelstrominduktion in das Werkstück . . . . .	21
2.3	Elektromagnetische Kraftwirkung . . . . .	29
<b>3</b>	<b>Entwurfsstrategie für Werkzeug und Energiespeicher</b>	<b>33</b>
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

---

<b>4</b>	<b>Wirkungsgrad der Energieübertragung</b>	<b>54</b>
4.1	Messtechnische Wirkungsgradbestimmung . . . . .	56
4.1.1	Realisierung einer Messeinrichtung . . . . .	56
4.1.2	Zeit aufgelöste Leistungsmessung . . . . .	58
4.1.3	Berechnung der Energieanteile . . . . .	60
4.2	Energiebilanz im numerischen Modell . . . . .	64
4.3	Berechnung im Netzwerkmodell . . . . .	68
<b>5</b>	<b>Anlagenentwurf im Beispiel</b>	<b>76</b>
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
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>96</b>
<b>A</b>	<b>Netzwerkberechnung von Werkstück- und Werkzeugstrom</b>	<b>99</b>
A.1	Lösung der DGL für den Werkzeugstrom . . . . .	99
A.2	Lösung der DGL für den Werkstückstrom . . . . .	101
<b>B</b>	<b>Eigenschaften der Hankel-Transformation</b>	<b>103</b>