

# Interdisziplinäre Projektarbeit

von Martin Lohse, 02.08.1984

**Thema: Implementierung des Lindmayer Fallgebietsmodells für die Lichtbogen-Prozesssimulation in ANSYS CFX**

**Implementation of Lindmayer Sheath Model for Arc Simulation using ANSYS CFX**

Diese Arbeit befasst sich mit der numerischen Simulation von Schaltlichtbögen und dabei vorrangig mit der Modellierung der Fallgebiete. Dazu wurde das Fallgebietsmodell von *Lindmayer* überarbeitet und in die Versionen 11 und 12 der Software ANSYS CFX implementiert. Zur Bewertung des erarbeiteten Modells wurden die, mit den Versionen 11 und 12, gewonnenen Simulationsergebnisse untereinander sowie mit Ergebnissen von *Lindmayer* verglichen. Abschließend wurde das Modell mit einem analytischen Modell abgeglichen. Dabei konnte eine generelle Einsetzbarkeit der neuen Fallgebietsmodellierung gezeigt werden.

Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik

Der Bericht umfasst  
34 Seiten  
einschließlich  
21 Bilder  
2 Tabellen

Dresden, den 23.06.09

Betreuender HSL: Prof. Dr.-Ing. habil. U. Füssel (TU Dresden)

Betreuer: Dr. rer. nat. A. Spille-Kohoff (CFX Berlin Software GmbH)  
Dipl.-Ing. M. Schnick (TU Dresden)

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Formelzeichen .....	3
Abkürzungen .....	4
Einleitung und Zielsetzung .....	5
1. Stand der Technik.....	6
1.1. Grundgleichungen des Lichtbogens.....	6
1.2. Fallgebiete .....	8
2. Modellierung .....	12
2.1. Geometrievorstellung.....	12
2.2. Randbedingungen.....	13
2.3. Implementierung durch eine herabgesetzte Leitfähigkeit des Fluids in wandnahen Bereichen.....	16
2.4. Implementierung durch einen Kontaktwiderstand an der Kontaktfläche von Löschblech und Fluid.....	18
2.5. Anforderungen an das Rechengitter .....	19
3. Ergebnisse .....	23
3.1. Modellanwendung.....	23
3.2. Vergleich mit den Ergebnissen von Lindmayer .....	27
3.3. Vergleich der Implementierung in Version 11 und Version 12 .....	28
3.4. Implementierungsvergleich an vereinfachter Aufgabenstellung.....	29
4. Zusammenfassung und Ausblick .....	32
5. Verzeichnisse .....	33
5.1. Literaturverzeichnis.....	33
5.2. Abbildungsverzeichnis .....	34
5.3. Tabellenverzeichnis .....	34

## 4. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde das *Lindmayer* Fallgebietsmodell in die Versionen 11 und 12 der kommerziellen Software *ANSYS CFX* implementiert. Jedoch unterscheiden sich die Ergebnisse von *Lindmayer et al.* von den Ergebnissen dieser Arbeit. Aus diesem Grund wurde ein Vergleich der numerischen Ergebnisse mit analytischen Ergebnissen an einer vereinfachten Aufgabenstellung vorgenommen. Dieser Vergleich ergab eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse dieser Arbeit mit der analytischen Lösung der Aufgabenstellung. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Implementierung der Fallspannung über einen Kontaktwiderstand mit der analytischen Lösung übereinstimmt.

Mit dem übertragenen Fallgebietsmodell ist es möglich, den Teilungsvorgang von Lichtbögen in Löschblechkammern abzubilden. Dabei ist die Implementierung nicht von der Gitterauflösung abhängig. Somit kann die Gitterauflösung bezüglich Rechenzeit oder weiteren Simulationsgrößen angepasst werden, da durch sie zusammen mit der Wahl des Zeitschrittes maßgeblich auf die charakteristischen Werte der Lichtbogeneilung Einfluss genommen werden kann.

Die Bildung von parallelen Fußpunkten konnte nur in der Modellimplementierung in *ANSYS CFX 12* beobachtet werden.

Die neue Implementierung des Fallgebietes von *Lindmayer* ist einfach in die bestehenden Versionen der kommerziellen Software *ANSYS CFX* zu integrieren. Dabei entsteht kein numerischer Mehraufwand im Gegensatz zu komplexeren Modellen.

In weiteren Arbeiten ist eine 3D-Geometrie mit Umgebung zu simulieren, um das induzierte Magnetfeld abbilden zu können. Dadurch wird der Einfluss der Pinchkraft berücksichtigt.

Um die neue Implementierung des Fallgebietsmodells in der Schweißlichtbogen-Prozesssimulation verwenden zu können, müssen Stromdichte-Fallspannungskurven für den Schweißlichtbogen bestimmt werden. Außerdem werden nach dem momentanen Stand die Kontaktflächen zwischen dem Fluid und den Elektroden adiabatisch betrachtet. Dies ist für Schweißlichtbogen-Prozesssimulationen nicht sinnvoll, da die Bestimmung des Wärmestromes in die Elektroden eines der Hauptziele der Schweißlichtbogen-Simulation ist. Es ist vorstellbar, an der adiabatischen Interface einen zusätzlichen Wärmestrom zu definieren, der nur auf die Elektrode wirkt. Dadurch wird das Fluid nicht weiter beeinflusst. Dieser Wärmestrom muss jedoch quantifiziert werden.