

# In-situ Leistungs- und Temperaturverteilung im Spleißvorgang

**Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber**

Fakultät Elektrotechnik  
und Informationstechnik (E+I)  
Rektor der Hochschule Offenburg

Badstraße 24  
77652 Offenburg  
Tel. 0781 205-200  
E-Mail: [lieber@hs-offenburg.de](mailto:lieber@hs-offenburg.de)

**1955:** Geboren in Kandel  
**1976:** Studium der Elektrotechnik an der Universität Kaiserslautern  
**1983:** Diplom  
**1983–1987:** Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Optische Nachrichtentechnik an der Universität Kaiserslautern  
**1987:** Promotion über Messung und Analyse von Ausbreitungseigenschaften dispersionsoptimierter Einmodenfasern  
**1987:** Eintritt in die Siemens AG, Unternehmensbereich Öffentliche Kommunikationsnetze München, Gruppenleiter: Lichtwellenleiter-Verbindungstechnik und zugehörige Messtechnik, Referatsleiter: Lichtwellenleiter-Ortsnetze und Aktive LAN-Komponenten  
**1992:** Professur an der Fachhochschule Offenburg, Leiter des Labors für Optoelektronik und optische Nachrichtentechnik  
**Seit 1994:** Mitglied des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) der Hochschule Offenburg  
**1995–1997:** Studiengangleiter Medien- und Informationswesen  
**1995:** Berufung in den Fachausschuss 5.4 der ITG (Informationstechnische Gesellschaft) im VDE: Informationstechnische Gebäudesysteme  
**Seit 1997:** Rektor der Hochschule Offenburg  
**Seit 2007:** Vorsitzender der Rektorenkonferenz der Fachhochschulen Baden-Württembergs



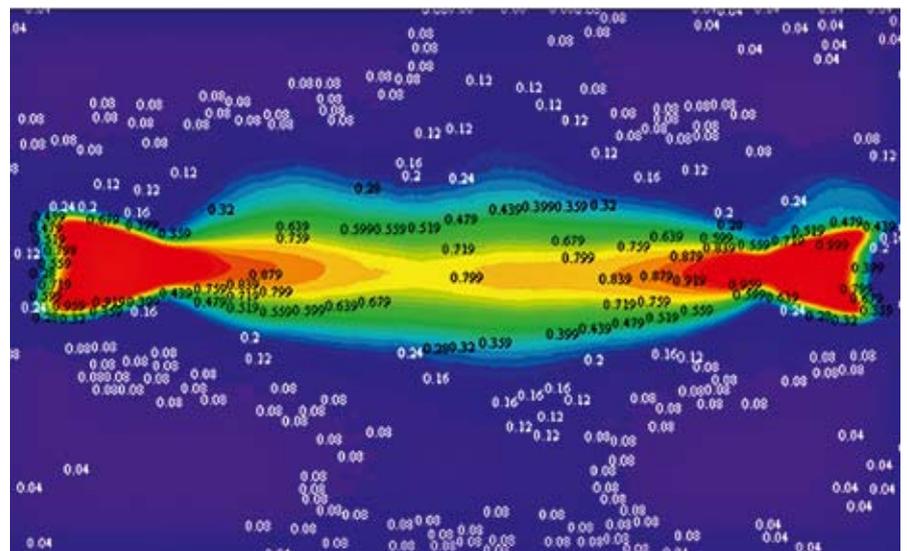
**Forschungsgebiete:** Physik, Optoelektronik, Optische Nachrichtentechnik, Kommunikationsnetze

## 2.1 In-situ Leistungs- und Temperaturverteilung im Spleißvorgang

Prof. Dr.-Ing. Winfried Lieber  
Prof. Dr. Dan Curticapean  
Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Der Bedarf an Bandbreite für Internetanwendungen ist in den letzten Jahren so stark gestiegen, dass Kupferleitungen diesen Anforderungen nicht mehr entsprechen können. Aus Expertensicht ist die Lösung dieses Problems ein optisches Netzwerk aus Lichtwellenleitern (LWL), das bis in die Wohnung zum Endkunden reicht – das sogenannte „Fiber to the Home“ (FttH)-Konzept.

Verglichen mit Kupferkabelnetzwerken erfordern optische Netzwerke einen aufwendigeren Aufbau, da LWL nicht einfach wie Kupferleitungen gelötet werden können. Der dem Lötens entsprechende Vorgang, das dauerhafte Verbinden von LWL, wird Spleißen genannt. Dieser Vorgang ist technisch anspruchsvoll, da die entstehenden Spleißverbindungen hohen Qualitätsanforderungen gerecht werden müssen: Die durch eine solche Verbindung bedingte Dämpfung beispielsweise soll einen Wert von weniger als 0,1 dB erreichen. Für den Spleißvorgang müssen die LWL entsprechend vorbereitet werden, um dann mit einer Genauigkeit von 0,1 µm ausgerichtet zu



**Abb. 2.1-1:** Normierte Leistungsverteilung im Lichtbogen

werden und anschließend in einem elektrischen Entladungsbogen (Lichtbogen) bei einer Temperatur von ca. 2000°C (Abb. 2.1-1) geschweißt zu werden.

Eine optimale Temperaturverteilung im Lichtbogen ist eine wesentliche Voraussetzung für einen hochwertigen Spleiß. Das Quarzglas, aus dem der LWL-Mantel besteht, hat den Softening Point (Littleton) bei einer Temperatur von 1726°C [1] und der LWL-Kern (Quarzglas dotiert mit

GeO<sub>2</sub>) Entsprechend ist der Flow Point etwas höher bei 2257°C [1] und 2117°C.

Direkte in-situ Temperaturmessungen während des Spleißvorgangs sind so gut wie unmöglich, bedingt durch die sehr hohe Temperatur des Lichtbogens, aber auch durch die geringe Größe des Lichtbogens. Eine alternative Methode zur Messung der Temperaturverteilung im Lichtbogen bietet erstaunlicherweise die Astrophysik.

So wird in der Astrophysik die radiale Massenverteilung in einer Galaxie durch eine mathematische Integralmethode, die sogenannte Abel-Transformation, bestimmt [2]. Der interessierte Leser kann eine detaillierte Beschreibung der Abel- bzw. Inversen-Abel-Transformation unter [3]-[6] finden.

Eine entsprechende Anwendung der Abel- bzw. Inversen-Abel-Transformation ist auch in der Bestimmung der Leistungs- und Temperaturverteilung in Lichtbögen möglich, wie in Abbildung 2.1-2 schematisch dargestellt.

Der dreidimensionale Lichtbogen kann mit einer guten Annäherung als zylindersymmetrisch betrachtet werden (wie in Abb. 2.1-2 dargestellt) und entspricht einer Leistungsverteilung  $p(x,y,z)$ . Durch die Aufnahme, die einer Projektion auf die  $x$ -Achse entspricht, wird die nach  $y$  integrierte Leistungsverteilung  $P(x,z)$  (Abb. 2.1-2) gemessen bzw. aufgezeichnet. Aus dieser Messung wird die radiale Verteilung der Leistung  $P(r,z)$  mithilfe der Inversen-Abel-Transformation berechnet. Eine normierte Leistungsverteilung im Lichtbogen ist in Abbildung 2.1-1 dargestellt. Mithilfe einer Kalibrierungsmessung kann die Temperaturverteilung ermittelt werden.

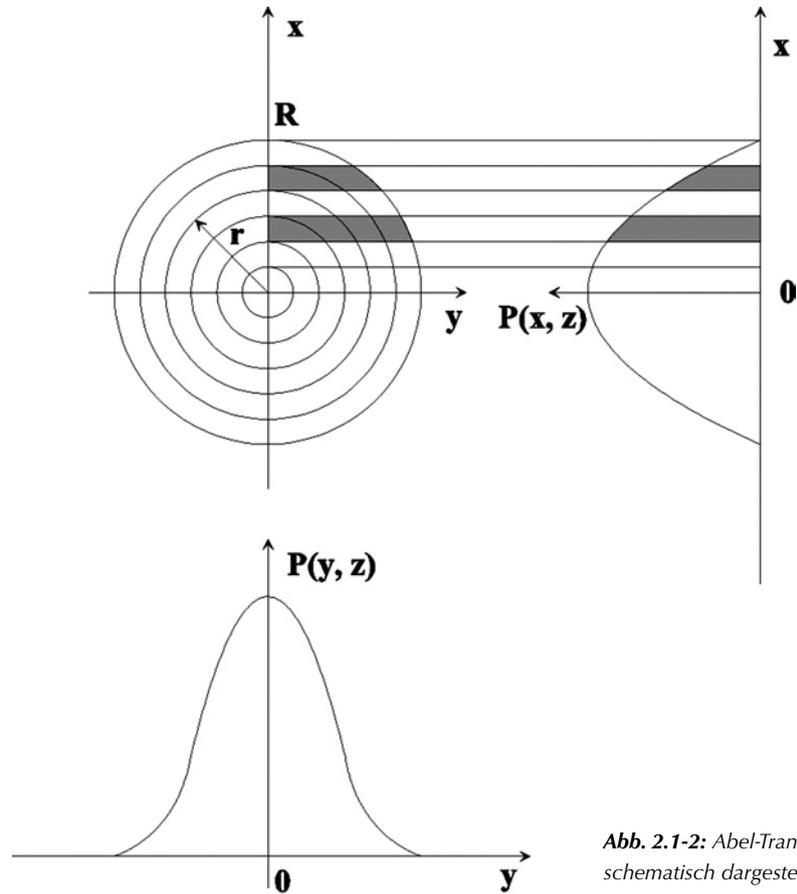


Abb. 2.1-2: Abel-Transformation schematisch dargestellt

### Referenzen

- [1] Matthes, Allgemeine Glastechnik 1, Ingenieurschule für Glastechnik, Weisswasser, 1968
- [2] Binney J., Tremaine S., Galactic Dynamics, Princeton, New Jersey, Princeton University Press, p. 651, 1987
- [3] G. Anger, Inverse Problems in Differential Equations, Plenum Press, 1990
- [4] W. Hackbusch, Integralgleichungen: Theorie und Numerik, Teubner, Stuttgart, 1999
- [5] J. Hadamard: Le problème des Cauchy et les équations aux dérivées partielles linéaires hyperbolique, Hermann, 1932