

**Uwe Schäffer**

Entwicklung und Anwendung einer  
Suspensionstechnik für die Element-Analyse  
von Graphitpulver mit elektrothermischer  
Atomabsorptionsspektrometrie

**Diplomarbeit**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 1995 Diplom.de  
ISBN: 9783832400798

**Entwicklung und Anwendung einer Suspensionstechnik  
für die Element-Analyse von Graphitpulver mit elektro-  
thermischer Atomabsorptionsspektrometrie**

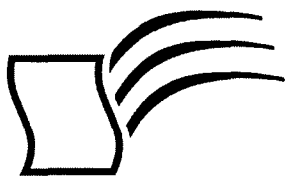


---

Uwe Schäffer

# **Entwicklung und Anwendung einer Suspensionstechnik für die Element-Analyse von Graphitpulver mit elektrothermischer Atomabsorptionsspektrometrie**

Diplomarbeit  
an der Universität Ulm  
Januar 1995 Abgabe



***Diplomarbeiten Agentur***  
Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey  
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke  
und Guido Meyer GbR

Hermannstal 119 k  
22119 Hamburg

agentur@diplom.de  
www.diplom.de

ID 79

Schäffer, Uwe: Entwicklung und Anwendung einer Suspensionstechnik für die Element-Analyse von Graphitpulver mit elektrothermischer Atomabsorptionsspektrometrie /  
Uwe Schäffer - Hamburg: Diplomarbeiten Agentur, 1997  
Zugl.: Ulm, Universität, Diplom, 1995

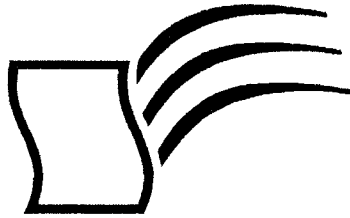
---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey, Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke & Guido Meyer GbR  
Diplomarbeiten Agentur, <http://www.diplom.de>, Hamburg  
Printed in Germany



**Diplomarbeiten Agentur**

## **Wissensquellen gewinnbringend nutzen**

**Qualität, Praxisrelevanz und Aktualität** zeichnen unsere Studien aus. Wir bieten Ihnen im Auftrag unserer Autorinnen und Autoren Wirtschaftsstudien und wissenschaftliche Abschlussarbeiten – Dissertationen, Diplomarbeiten, Magisterarbeiten, Staatsexamensarbeiten und Studienarbeiten zum Kauf. Sie wurden an deutschen Universitäten, Fachhochschulen, Akademien oder vergleichbaren Institutionen der Europäischen Union geschrieben. Der Notendurchschnitt liegt bei 1,5.

**Wettbewerbsvorteile verschaffen** – Vergleichen Sie den Preis unserer Studien mit den Honoraren externer Berater. Um dieses Wissen selbst zusammenzutragen, müssten Sie viel Zeit und Geld aufbringen.

**<http://www.diplom.de>** bietet Ihnen unser vollständiges Lieferprogramm mit mehreren tausend Studien im Internet. Neben dem Online-Katalog und der Online-Suchmaschine für Ihre Recherche steht Ihnen auch eine Online-Bestellfunktion zur Verfügung. Inhaltliche Zusammenfassungen und Inhaltsverzeichnisse zu jeder Studie sind im Internet einsehbar.

**Individueller Service** – Gerne senden wir Ihnen auch unseren Papierkatalog zu. Bitte fordern Sie Ihr individuelles Exemplar bei uns an. Für Fragen, Anregungen und individuelle Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit

### **Ihr Team der Diplomarbeiten Agentur**

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey –  
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke —  
und Guido Meyer GbR —

Hermannstal 119 k —  
22119 Hamburg —

Fon: 040 / 655 99 20 —  
Fax: 040 / 655 99 222 —

[agentur@diplom.de](mailto:agentur@diplom.de) —  
[www.diplom.de](http://www.diplom.de) —

Diese Diplomarbeit wurde in der Zeit vom 15. März 1994 bis zum 15. Januar 1995 unter Anleitung von Prof. Dr. V. Krivan in der Sektion Analytik und Höchstreinigung der Universität Ulm angefertigt.

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Arbeit unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel selbständig angefertigt habe.

# **Inhaltsverzeichnis**

## **I. Einführung und Grundlagen**

### **I.1. Graphit**

|        |                                           |      |
|--------|-------------------------------------------|------|
| I.1.1. | Das Element Kohlenstoff                   | S. 1 |
| I.1.2. | Graphit: Vorkommen und Herstellung        | S. 1 |
| I.1.3. | Physikalische Eigenschaften               | S. 2 |
| I.1.4. | Chemische Eigenschaften                   | S. 5 |
| I.1.5. | Verwendung                                | S. 6 |
| I.1.6. | Anforderungen an die Reinheit von Graphit | S. 7 |
| I.1.7. | Analytik                                  | S. 9 |

### **I.2. Grundlagen der Atomabsorptionsspektrometrie**

|        |                                               |       |
|--------|-----------------------------------------------|-------|
| I.2.1. | Allgemeines                                   | S. 11 |
| I.2.2. | Elektrothermische Atomisierung im Graphitrohr | S. 13 |
| I.2.3. | Der Einsatz von Modifiern in der GFAAS        | S. 14 |
| I.2.4. | Direkte Methoden in der ETAAS                 | S. 15 |

|      |                                   |       |
|------|-----------------------------------|-------|
| I.3. | Aufgabenstellung der Diplomarbeit | S. 17 |
|------|-----------------------------------|-------|

## **II. Verwendete Geräte, Chemikalien und Proben**

|       |                           |       |
|-------|---------------------------|-------|
| II.1. | Geräte und Materialien    | S. 18 |
| II.2. | Reagenzien                | S. 19 |
| II.3. | Untersuchte Graphitproben | S. 19 |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| <b><u>III. Aufschlußversuche</u></b> | S. 22 |
|--------------------------------------|-------|

## **IV. Entwicklung des Suspension-GFAAS-Verfahrens**

|       |                                                                   |       |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-------|
| IV.1. | Herstellung der Suspensionen                                      | S. 25 |
| IV.2. | Probenaufgabe                                                     | S. 27 |
| IV.3. | Optimierung der Meßparameter                                      | S. 28 |
| IV.4. | Einfluß der Matrix                                                | S. 31 |
| IV.5. | Verteilung der Analytelemente zwischen fester und flüssiger Phase | S. 34 |

|                                                                         |       |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>IV.6. Standardisierung</b>                                           | S. 35 |
| <b>IV.7. Spezifische Betrachtungen für die einzelnen Analytelemente</b> |       |
| IV.7.1. Aluminium                                                       | S. 36 |
| IV.7.2. Blei                                                            | S. 37 |
| IV.7.3. Calcium                                                         | S. 39 |
| IV.7.4. Chrom                                                           | S. 43 |
| IV.7.5. Eisen                                                           | S. 44 |
| IV.7.6. Kalium                                                          | S. 46 |
| IV.7.7. Kupfer                                                          | S. 49 |
| IV.7.8. Magnesium                                                       | S. 50 |
| IV.7.9. Natrium                                                         | S. 53 |
| IV.7.10. Nickel                                                         | S. 55 |
| IV.7.11. Silicium                                                       | S. 57 |
| IV.7.12. Zink                                                           | S. 61 |
| IV.7.13. Zinn                                                           | S. 63 |

## **V. Ergebnisse und Diskussion**

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| V.1. Nachweisgrenzen    | S. 65 |
| V.2. Analysenergebnisse | S. 67 |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| <b><u>VI. Zusammenfassung</u></b> | S. 74 |
|-----------------------------------|-------|

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| <b><u>Literaturverzeichnis</u></b> | S. 76 |
|------------------------------------|-------|

## **Anhang**

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| Anhang I. Verwendete Abkürzungen | S. 82 |
| Anhang II. Veraschungskurven     | S. 83 |