

**Peter Klapper**

Projektplanung: Systematische  
Stofftransportuntersuchungen der  
Reaktivextraktion am Beispiel der  
Zinkextraktion mit D2EHPA

**Projektarbeit**

# BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei [www.GRIN.com](http://www.GRIN.com) hochladen  
und kostenlos publizieren



## **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 Verlanges. 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.

## **Impressum:**

Copyright © 2013 GRIN Verlag  
ISBN: 9783656729082

## **Dieses Buch bei GRIN:**

<https://www.grin.com/document/278969>

**Peter Klapper**

**Projektplanung: Systematische Stofftransportuntersuchungen der Reaktivextraktion am Beispiel der Zinkextraktion mit D2EHPA**

## **GRIN - Your knowledge has value**

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite [www.grin.com](http://www.grin.com) ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

### **Besuchen Sie uns im Internet:**

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

[http://www.twitter.com/grin\\_com](http://www.twitter.com/grin_com)

## **Projektplanung:**

**Systematische Stofftransportuntersuchungen der  
Reaktivextraktion am Beispiel der Zinkextraktion  
mit D2EHPA**

## **Vorwort**

Diese Projektarbeit wurde im Rahmen des IHK-Zertifikatslehrgangs „Projektleiter (IHK)“ über das ILS Institut für Lernsysteme GmbH als Projektplanung für ein Forschungsprojekt angefertigt.

Meine eigenen, negativen Erfahrungen bei der Bearbeitung wissenschaftlicher Themenstellung während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Umweltverfahrenstechnik der TU Bergakademie Freiberg und die vielen offenen Fragen nach Fertigstellung meiner Dissertation haben mich bewogen einen Projektplan zu entwerfen, der es ermöglichen sollte, die Schwächen meiner Arbeit zu vermeiden und letztlich den gewünschten Erkenntnisgewinn zu erreichen. Aus diesen Gründen wird der Projektplan auf der Basis der damaligen Institutsausstattung entwickelt. Der vorgestellte Projektplan stellt den Plan dar, den ich mir zur Bearbeitung meiner Themenstellungen im Nachhinein gewünscht hätte und dürfte auch die Basis eines sinnvollen Projektcontrollings bilden.

Der vorgestellte Projektplan ist nicht nur auf das betrachtete Stoffsystem beschränkt, sondern kann durch Adaption der Ablauf- und Terminplanung, der Kosten- und Ressourcenplanung sowie des Risikomanagements für andere Verdünnungsmittel, Extraktionsmittel und Metallsalze verwendet werden. Je nachdem wie die bisherigen Erkenntnisse bei anderen Stoffsysteme sind, können einige Vorgänge und Arbeitspakete entfallen.

Ich hoffe, dass künftig diejenigen, die Mittel für Forschungsprojekte an Hochschulen bereitstellen, die Bewilligung von Personal- und Sachmittel von dem Vorliegen eines qualifizierten Projektplans abhängig machen werden. So kann die Häufigkeit des Scheiterns von Projekten deutlich reduziert, den Projektarbeitern eine Sicherheit bei der Projektumsetzung gegeben und den Projektverantwortlichen ein Instrument zur Überprüfung des Projektfortschrittes vorgelegt werden.

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Stand der Forschung	1
1.2 Eigene Vorarbeiten	2
1.3 Problemstellung	2
2 Definitionen der verwendeten Fachterminologie	3
3 Arbeitsprogramm und Zielstellung	4
3.1 Extraktionsmechanismus	5
3.2 Chemische Thermodynamik	5
3.3 Adsorptionsgleichgewichte	5
3.4 Adsorptionskinetiken	6
3.5 Konvektiver Stoffaustausch an stabilen Phasengrenzen	6
4 Projektumfeld	7
5 Projektstruktur	8
5.1 Vorgänge und Arbeitspakete	9
5.2 Projektstrukturplan	10
6 Ablauf- und Terminplanung	11
6.1 Ablaufplan	11
6.2 Meilensteinplan	15
6.3 Gantt-Diagramm	16
7 Ressourcen- und Kostenplanung	18
7.1 Bedarfsliste und Aufwandsschätzung	18
7.2 Projektkostenarten und Kostenplan	19
8 Risikomanagement	21
8.1 Risikoanalyse	22
8.2 Maßnahmenplan	23
9 Zusammenfassung und Ausblick	25
10 Literaturverzeichnis	26
<b>Anhang</b>	
A1 Abbildungsverzeichnis	28
A2 Tabellenverzeichnis	29
A3 Abbildungen	33
A4 Tabellen	44

# 1 Einleitung

Bei der Metallsalzextraktion werden mit Hilfe flüssiger Ionenaustauscher, die wegen ihrer hohen Viskosität mit einem wasserunlöslichen, aliphatischen oder aromatischen Verdünnungsmittel gemischt werden, Metallionen über eine Komplexierungsreaktion aus wässrigen Lösungen extrahiert [1]. In nichtionisierter Form sind die Ionenaustauscher exklusiv in der organischen Phase löslich. Da die Metallionen selber nur in der wässrigen Phase löslich sind, wird deren Phasendurchtritt erst durch eine Grenzflächenreaktion möglich.

## 1.1 Stand der Forschung

Bei der Zinkextraktion mit dem Kationenaustauscher Di(2-ethylhexyl)phosphorsäure (D2EHPA) ergeben sich als Transportschritte der Antransport und die Adsorption der Edukte, die Grenzflächenreaktion, die Desorption und der Abtransport der Produkte (Abb. 1), sowie weiterer homogener Reaktionen in den beiden Phasen. Der An- bzw. Abtransport an die Phasengrenze bzw. von ihr weg erfolgt über die physikalischen Transportmechanismen der Konvektion, Diffusion und Migration. Die chemischen Reaktionen sowie die Sorptionsmechanismen können kinetisch gehemmt verlaufen oder sind derart schnell, dass sie durch Gleichgewichtszustände adäquat beschrieben werden können.

Für die verfahrenstechnische Prozessgestaltung bei der Zinkextraktion ist die Kenntnis der einzelnen Transferschritte unerlässlich. Leider findet man in der Literatur keine einheitliche Erklärung des Stofftransportes, da zum einen unterschiedliche Anschauungen bzgl. der Kinetik der chemischen Reaktionen und der Sorptionsmechanismen vorliegen und zum anderen differente chemische Reaktionen der Zinkextraktion zugrunde gelegt werden [2-3]. Insbesondere die Beschreibung der Sorptionsmechanismen über chemische Reaktionen hat dazu geführt, dass bei den kinetischen Analysen nur die Diskussion im Fokus stand, ob ein transport- oder reaktionskinetisch dirigiertes Extraktionsregime vorliegt. Hierfür wurde eigens eine Methodik entworfen [4]. Eine wirkliche sorptionskinetische Studie wurde erst in eigenen Arbeiten geleistet [5]. Dies ist verwunderlich, da es die Untersuchung der dynamischen Grenzflächenspannung erlaubt, die Grenzflächeneigenschaften zeitlich aufgelöst den einzelnen Transportprozessen in und an der Phasengrenze zuzuordnen. Eine Vorgehensweise die bei den kinetischen Untersuchungen der Tensidadsorption schon lange erfolgreich praktiziert wird [6-7].

## 1.2 Eigene Vorarbeiten

Durch den Nachweis der Grenzflächenaktivität des vollständig mit Zink beladenen Kationenaustauschers und der fehlenden Grenzflächenaktivität der monomer- und dimersolvatisierten Zink-Kationenaustauscher-Komplexe, sowie durch adsorptionskinetische Analysen konnte gezeigt werden, dass bei der Zinkextraktion der Zinkkomplex nach seiner Desorption durch die freien D2EHPA-Molekülen spontan solvatisiert wird [5]. Ungeklärt ist noch der Mechanismus der Zinkkomplex-Bildung.

Die Analysen der dynamischen Grenzflächenspannungen, vermessen nach der Methode der Tropfenprofilanalyse am hängenden, ruhenden Tropfen, deuten darauf hin, dass keine sorptionskinetische Hemmung für die an der Zinkextraktion beteiligten, grenzflächenaktiven Stoffe existieren. Allerdings können diese Hemmungen derart gering sein, dass sie nur in einem sehr kleinen Zeitfenster ( $t \ll 1 \text{ s}$ ) detektierbar sind. Für diesen Zeitbereich ist die Tropfenprofilanalyse jedoch nicht geeignet.

Ausgehend vom Adsorptionsgleichgewicht wurde eine Systematik zur tensiometrischen Analyse des Stofftransportes in ruhenden Medien am hängenden Tropfen entwickelt [8], sodass die nichtkonvektiven Stofftransportprozesse separat betrachtet werden können. Die Analyse des zusätzlichen konvektiven Stofftransportes erfolgt in einer Rührzelle durch Beprobung der Phasen nach festgelegten Stoffaustauschzeiten. Für die modellhafte Wiedergabe wurde die Film-Penetrationstheorie adaptiert und gezeigt, dass hiermit eine realistischere Simulation des Stofftransportes möglich ist als mit dem wegen seiner Einfachheit bisher verwendeten Film-Modells [9].

## 1.3 Problemstellung

Die eigenen Vorarbeiten haben viele Schwachstellen bei der Beschreibung der Extraktionskinetik von Zink mit D2EHPA offenbart. Einige Schwachstellen konnten so schon beseitigt werden. Die wesentlichen Resultate waren der Entwurf einer methodischen Vorgehensweise zur systematischen Stofftransportuntersuchung, die Feststellung der Eignung tensiometrischer Untersuchungsmethoden, das Aufzeigen der Leistungsgrenzen der eingesetzten tensiometrischen Methoden und die Entwicklung von Lösungsansätzen für die offenen Fragestellungen.

Da weder der Mechanismus der Zinkextraktion, die chemischen Gleichgewichte, die Adsorptionsgleichgewichte und –kinetiken noch die Reaktionskinetiken