



Laurens Reining (Autor)

# Kinetik und Stofftransport der anodischen Zinkauflösung in der alkalischen Zink-Luft Batterie

Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen

**efzn**

Energie-Forschungszentrum  
Niedersachsen



TU Clausthal

## Kinetik und Stofftransport der anodischen Zinkauflösung in der alkalischen Zink-Luft Batterie

Laurens Reining

Promotion an der Technischen Universität Clausthal

Band 68



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8315>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-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>

# Inhalt

1. Einleitung .....	1
2. Zink-Luft Batterie .....	5
2.1. Elektrodenreaktion und Halbzellenpotential .....	6
2.1.1. Passivierung .....	7
2.2. Technische Umsetzung und Aufbau .....	9
3. Grundlagen der Elektrochemie .....	15
3.1. Elektrochemische Thermodynamik .....	15
3.1.1. Faraday'sches Gesetz .....	16
3.1.2. Elektrolytische Doppelschicht .....	16
3.1.3. Galvanipotential .....	17
3.1.4. Standardpotential .....	19
3.1.5. Temperatur- und Druckabhängigkeit des Standardpotentials.....	20
3.1.6. Konzentrationsabhängigkeit des Standardpotentials .....	21
3.2. Elektrochemische Kinetik und Stofftransport .....	21
3.2.1. Austauschstromdichte .....	22
3.2.2. Überspannung .....	22
3.2.3. Aktivierungsenergie in der Elektrochemie.....	26
3.2.4. Butler-Volmer-Gleichung und Durchtrittsfaktor.....	28
3.2.5. Butler-Volmer-Gleichung bei zwei aufeinanderfolgenden Reaktionen.....	30
3.2.6. Strom-Spannungs-Kennlinie.....	31
3.2.7. Tafelgleichung.....	32
3.2.8. Überlagerung von Kinetik und Stofftransport.....	34
3.2.9. Diffusion des Elektrolyten und Aufbau der Grenzschicht.....	35
3.2.10. Reynolds-Zahl und Einlaufänge .....	38
3.2.11. Ermittlung der Grenzschichtdicke für empirisch bestimmte Fälle .....	40

4. Messmethoden.....	45
4.1. Linear Sweep Voltammetry (LSV).....	45
4.2. Potentiostatische Messungen.....	46
4.3. Elektrochemische Impedanzspektroskopie.....	46
5. Kinetik der Zinkauflösung.....	51
5.1. Literaturdaten.....	53
5.2. Modell zur aktiven Zinkauflösung.....	59
5.2.1. Gleichungssystem zur Beschreibung der Messungen aus der LSV.....	61
5.2.2. Gleichungssystem zur Beschreibung der Messungen aus der EIS.....	63
5.3. Aufbau der Messzelle und Versuchsplanung.....	66
5.4. Nachweis der ungehemmten Durchtrittsreaktion.....	68
5.5. Kinetikmessung durch LSV.....	70
5.6. Kinetikmessung durch EIS.....	77
5.7. Vergleich der beiden Messmethoden.....	81
5.7.1. Gesamtaustauschstromdichte.....	82
5.8. Bestimmung der Aktivierungsenergie.....	85
6. Kopplung von Kinetik und Stofftransport.....	89
6.1. Grenzstromdichten in durchströmten Systemen.....	89
6.1.1. Aufbau der Messzelle.....	90
6.1.2. Bestimmung der Viskosität und der Dichte der KOH.....	93
6.1.3. Messergebnisse aus der durchströmten Zelle zur Bestimmung von Grenzströmen.....	94
6.2. Ansatz zur Kopplung von Kinetik und Stofftransport.....	99
6.2.1. Oberflächenkonzentration und Grenzschichtdicken.....	101
6.2.2. Bestimmung des Stofftransportkoeffizienten.....	102
6.2.3. Berechnung der theoretisch maximalen Grenzstromdichten.....	104
6.3. Modellvalidierung und Ergebnisdiskussion.....	105

6.3.1. Anpassung der Oberflächenbedeckung.....	105
6.3.2. Optimum bezüglich KOH-Konzentration und Durchströmungsgeschwindigkeit.....	111
7. Zusammenfassung und Ausblick.....	115
8. Symbolverzeichnis.....	119
9. Literaturverzeichnis.....	123
10. Anhang.....	131
10.1. Bestimmung des Diffusionskoeffizienten .....	131
10.1.1. Grenzstromdichten aus RDE-Messungen.....	131
10.1.2. Berechnung der Diffusionskoeffizienten .....	133
10.2. Arrhenius-Plots .....	135
10.3. Nyquist-Diagramme.....	136
10.4. Modellanpassung an die Durchflussmessungen .....	144
10.5. GRG Non-linear solver.....	150