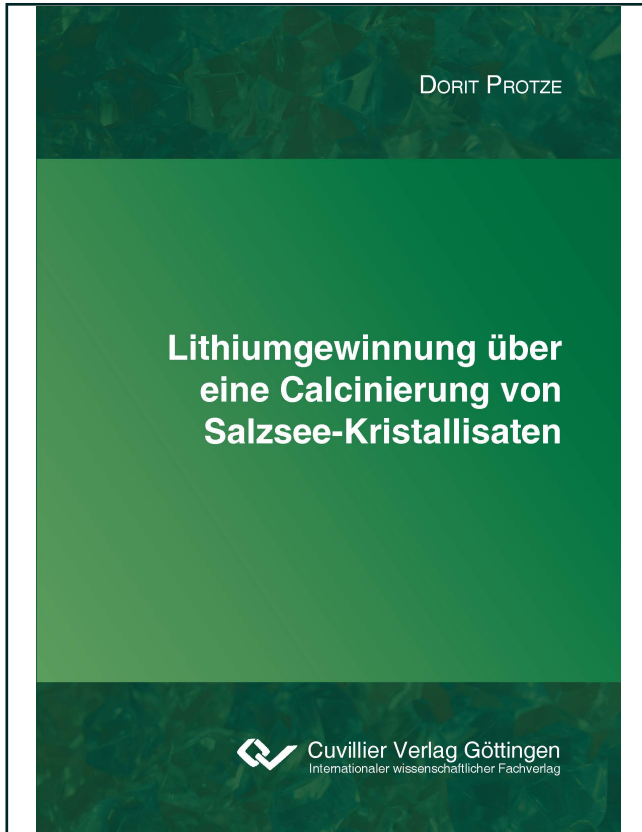




Dorit Protze (Autor)

Lithiumgewinnung über eine Calcinierung von Salzsee-Kristallisaten



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8468>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Danksagung	II
Abkürzungsverzeichnis	III
Verzeichnis der Mineralnamen	IV
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung und Problemstellung	1
2 Stand der Literatur	3
2.1 Lithiumvorkommen.....	3
2.2 Lithiumgewinnung aus Salzseen.....	4
2.2.1 Fraktionierte Kristallisation	4
2.2.2 Sorption	7
2.2.3 Membranverfahren.....	7
2.2.4 Herstellung von Li_2CO_3 , LiOH und LiCl	10
2.3 Thermische Zersetzung von Salzen und Hydraten der Kristallisate aus Salzseen	13
2.3.1 Magnesiumchlorid-Hydrate	13
2.3.2 Lithiumchlorid-Hydrate	19
2.3.3 Dinatriumtetraborat-Hydrate.....	21
2.3.4 Magnesiumsulfat-Hydrate	23
2.3.5 Natriumnitrat	25
2.4 Löslichkeit von Lithium- und Magnesium-Salzen in unterschiedlichen Lösungsmitteln.....	27
2.5 System $\text{Mg}(\text{OH})_2\text{-MgSO}_4\text{-H}_2\text{O}$	29
2.6 Phasen- und Schmelzdiagramme	29
2.7 Technische Prinzipien beim Calcinieren von Rohstoffen.....	34
2.7.1 Feststoffcalcination	34
2.7.2 Sprühcalcination	36

3	Untersuchungen zum Calcinieren eines Salzgemisches vom Typ „Salar de Uyuni“	38
3.1	Auswahl des Salzgemischs.....	38
3.2	Entwicklung des Ofenkonzeptes	39
3.3	Entwicklung eines Drehrohrofens mit kontinuierlichem Materialdurchsatz.....	39
3.3.1	Technische Parameter des Ofens	39
3.3.2	Ofeneinstellungen	41
3.3.3	Abgaswäscher	42
3.3.4	Ofenumbau	43
3.3.5	Materialaufgabe	49
3.4	Synthetisches Salzgemisch zur Calcinierung	50
3.5	Materialbilanz.....	54
4	Charakterisierung der calcinierten Produkte	56
4.1	Oberflächenbeschaffenheit	56
4.2	MgO-Reaktivitätsuntersuchung.....	58
4.3	Fraktionierung.....	59
4.4	Nasschemische Analysen.....	61
4.4.1	Tagesfraktionen vor der Fraktionierung.....	61
4.4.2	Fein- und Grobanteil nach der Fraktionierung	63
4.4.3	Vereinigung des Grobanteils	67
4.5	Pulverröntgendiffraktometrie (P-XRD).....	69
4.6	Schlussfolgerungen	76
5	Untersuchungen zu einzelnen thermischen Reaktionen	77
5.1	Thermoanalytische Untersuchung der Gasfreisetzung.....	77
5.2	Bildung von Lithiumsulfat und dem Doppelsalz $\text{Li}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$	79
6	Mögliche Reaktionen des Röstgutes mit Wasser	85
6.1	Magnesium-Orthoborat (Kotoit).....	85
6.2	Doppelsalz $\text{Li}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$	89
6.3	Untersuchung zur 3-1-8-Sulfatphasenbildung	91

7	Auslaugung des Röstproduktes	94
7.1	Voruntersuchungen an Tagesfraktionen	94
7.1.1	Versuchsübersicht.....	94
7.1.2	Versuchsdurchführung und Beobachtungen	97
7.1.3	Analysenergebnisse und Auswertung	97
7.2	Vereinigter Grobanteil.....	101
7.2.1	Versuchsübersicht.....	101
7.2.2	Durchführung und Auswertung.....	102
7.2.3	Gesamtbilanz nach zwei Laugungsschritten.....	112
7.3	Schlussfolgerungen	113
8	Prozessschemata und Energiebetrachtungen	114
9	Prozessvariationen und Bewertung	127
9.1	Variation des Mg:Li-Massenverhältnis und des Sulfat-Gehaltes.....	127
9.2	Bor.....	129
9.3	Nitrat.....	129
9.4	Vergleichende Betrachtung mit den klassischen Prozessen	129
10	Zusammenfassung und Ausblick	132
11	Experimentelles	135
11.1	Chemikalien.....	135
11.2	Analysenmethoden und Geräte.....	136
11.2.1	Nasschemische Analysen	136
11.2.2	Flammenphotometrie	137
11.2.3	Ionenchromatographie (IC)	137
11.2.4	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES).....	137
11.2.5	Pulverröntgendiffraktometrie (P-XRD).....	138
11.2.6	Rasterelektronenmikroskopie (REM).....	138
11.2.7	Thermoanalyse (TG/DTA) gekoppelt mit Massenspektrometrie (MS).....	138
11.2.8	Raman-Spektroskopie.....	138

Inhaltsverzeichnis

11.2.9	Bestimmung der spezifischen Oberfläche (BET)	139
11.2.10	MgO-Reaktivitätsbestimmung mittels Zitronensäuretest.....	139
Literaturverzeichnis.....		140
Tabellenverzeichnis.....		XIII
A	Anhang	A-1
A 1	Datenbasis HMW84Li2.DAT	A-1
A 2	Nasschemische Analysen der Calcinate	A-8
A 3	P-XRD-Aufnahmen	A-12
A 4	Einwaagen und Durchführung.....	A-27
A 5	Analysenergebnisse der Laugungsversuche.....	A-31