INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG ..... - 1 -

1.1 PROBLEMSTELLUNG ..... - 1 -

1.2 ZIELSETZUNG ..... - 1 -

2 GEOLOGIE, BERGBAU UND HYDROGEOLOGIE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET - 2 -

2.1 GEOLOGISCHER UND TEKTONISCHER ÜBERBLICK ..... - 2 -

2.2 DER SALZBERGBAU IN STAßFURT UND SEINE FOLGEN ..... - 7 -

2.2.1 Historische Entwicklung des Staßfurter Salzbergbaus ..... - 7 -

2.2.2 Risiken für die Flächennutzung im Stadtgebiet Staßfurt ..... - 12 -

2.2.2.1 Mechanische Instabilitäten ..... - 13 -

2.2.2.2 Vernässungen und Überschwemmungen ..... - 15 -

2.2.2.3 Anthropogene und geogene chemische Belastungen von Boden und Grundwasser ..... - 16 -

2.2.2.4 Überlagerung von Risikofaktoren ..... - 17 -

2.3 GENERELLE HYDROGEOLOGISCHE SITUATION ..... - 20 -

2.3.1 Gliederung der Grundwasserkomplexe ..... - 20 -

2.3.1.1 Grundwasserkomplex GWK 1, Lockergesteinsstockwerk (Quartär, Tertiär) ..... - 22 -

2.3.1.2 Grundwasserkomplex GWK 2, Deckgebirgsstockwerk (Trias und Caprock) ..... - 23 -

2.3.1.2.1 Triassisches Deckgebirge ..... - 23 -

2.3.1.2.2 Residualgestein des Zechsteins ..... - 24 -

2.3.1.3 Grundwasserkomplex GWK 3, Salinarstockwerk und Grubenbaue ..... - 24 -

3 CHEMIE DER SALZGESTEINE UND IHRER LÖSUNGEN ..... - 26 -

3.1 GENESE DER MARINEN SALZGESTEINE UND PRIMÄRE KRISTALLISATION ..... - 26 -

3.2 DIAGENESE UND METAMORPHOSE MARINER EVAPORITE ..... - 29 -

3.3 MINERALOGIE DER SALINAREN ZECHSTEINHORIZONTE IM STAßFURTER RAUM ..... - 33 -

3.4 WÄSSRIGE LÖSUNGEN IM SALINAR UND DECKGEBIRGE ..... - 36 -

3.4.1 Hydrochemie salinarer Wässer und Lösungen ..... - 40 -

3.4.2 Chemische Klassifikation der Salzlösungen anhand der Hauptkomponenten ..... - 40 -

3.4.3 Theoretisch vorkommende Lösungen im Untersuchungsgebiet ..... - 42 -

3.4.4 Neben- und Spurenbestandteile salinarer Wässer ..... - 43 -

3.4.4.1 Bromid (Br) ..... - 44 -

3.4.4.2 Strontium (Sr) ..... - 47 -

3.4.4.3 Lithium (Li) ..... - 49 -

3.4.4.4 Rubidium (Rb) ..... - 50 -

3.4.4.5 Jod (I) ..... - 51 -

3.4.4.6 Eisen (Fe) ..... - 52 -

3.4.4.7 Bor (B) ..... - 54 -

3.4.4.8 Ammonium (NH_4) ..... - 56 -

4 GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER SALZLÖSUNGEN UND IHRER CHEMISCHEN ENTWICKLUNG ..... - 57 -

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/1047259281

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

5 HYDROGEOCHEMISCHE MODELLIERUNG SALINARER LÖSUNGEN 61

5.1 GRUNDLAGEN DER HYDROGEOCHEMISCHEN U. THERMODYNAMISCHEN MODELLIERUNG 61

5.1.1 Thermodynamische Grundlagen 61

5.1.2 Hydrogeochemische Programmsysteme 65

5.1.3 Eingesetzte Datenbasen 66

6 HYDROGEOLOGISCHE ERKUNDUNGSARBEITEN 67

6.1 BOHRPROGRAMME UND MESSSTELLENBAU 67

6.1.1 Bohrprogramm Lockergestein (GWK 1) des Forschungsverbundes (TV2, BGR, AP4 in Zusammenarbeit mit TV1, BTU Cottbus und TV5, IHU GmbH) 67

6.1.2 Bohrprogramm Deckgebirge (GWK 2) des Forschungsverbundes (TV1, BTU Cottbus) 68

6.1.3 Tiefbohrprogramme des LAGB und des Forschungsverbundes (TV2, BGR in Zusammenarbeit mit TV4, K-UTEC AG und TV5, IHU GmbH) 70

6.2 MESSNETZEINRICHTUNG UND -BETRIEB 71

6.2.1 Recherche und Einbeziehung von Altmessstellen 71

6.2.2 Messnetz GWK 1, Lockergestein 71

6.2.3 Messnetz GWK 2, Deckgebirge (Buntsandstein und Caprock) 72

6.2.4 Messnetz GWK 3, Grubenbaue/Salinarstockwerk 75

6.2.4.1 Übersicht zur Messstellensituation 75

6.2.4.2 Schächte der ehemaligen Salzbergwerke (vor 1900) 75

6.2.4.3 Ingenieurgeologische Bohrungen und IG-Messstellen der 70er und 80er Jahre 79

6.2.4.4 Messstellen der Tiefbohrprogramme des LAGB (2006/2007) und BGR (TV2 2008/2009) 80

6.3 HYDROCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN 82

6.3.1 Probenahme 82

6.3.1.1 Grundwasserbeprobungen durch Pumpenproben 82

6.3.1.2 Grundwasserbeprobungen mit Tiefenprobenehmern 83

6.3.1.3 Oberflächenwasserbeprobungen 83

6.3.2 Hydrochemische Analytik 84

7 HYDRODYNAMIK ..... - 85 -

8 HYDROCHEMIE ..... - 91 -

8.1 DATENBASIS ..... - 91 -

8.2 KONZENTRATIONSVERHÄLTNISSE IN DEN GWK ..... - 92 -

8.2.1 Hydrochemische Gesamtsituation ..... - 92 -

8.2.1.1 Hauptinhaltsstoffe (hexäres System Na-K-Mg-Ca-Cl-SO_4) ..... - 92 -

8.2.1.2 Nebeninhaltsstoffe Br, B, Sr, NH_4, Li ..... - 97 -

8.2.2 Konzentrations-Teufen-Beziehungen ..... - 104 -

8.2.3 Hydrochemische Indikatoren und Prozesse der Lösungsmigration zwischen den GWK ..... - 107 -

8.3 SÄTTIGUNGSZUSTÄNDE UND LÖSUNGSPOTENTIAL ..... - 112 -

8.3.1 Ergebnisse der geochemischen Modellierung ..... - 112 -

8.3.2 Lösungsparagenesen und mögliche Lösungsentwicklung im GWK 3 ..... - 117 -

8.3.2.1 Paragenesen der Lösungen im GWK 3/z2K ..... - 117 -

8.3.2.2 Weitere Entwicklung der Lösungen im GWK 3 und dabei wirksame Subrosionsprozesse ..... - 120 -

8.3.2.2.1 Entwicklung im geschlossenen System ..... - 120 -

8.3.2.2.2 Lösungsentwicklung im offenen System ..... - 122 -

9 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK ..... - 124 -

10 REFERENZEN ..... - 127 -

10.1 VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN ..... - 127 -

10.1.1 Physikalisch-chemische, hydrogeologische Parameter ..... - 127 -

10.1.2 Stratigraphische Abkürzungen ..... - 128 -

10.1.3 Lithologische Kürzel ..... - 129 -

10.2 LITERATUR UND QUELLENANGABEN ..... - 130 -

11 ANLAGEN ..... - 156 -