

Dynamische Entwicklung eines Hydrogeologischen Modells
des Rotliegend-Sandsteins der Kreuznach-Formation
im Saar-Nahe-Becken

Von der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften

genehmigte Dissertation

vorgelegt von Dipl.-Geol.

Michael Altenbockum

aus Essen

Berichter: **Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas R. Rüde**
Prof. Dr.-habil. Georg H. E. Wieber

Tag der mündlichen Prüfung: 11. September 2015

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1 Einleitung	3
2 Arbeitshypothese	5
3 Grundlagen der Bearbeitung	7
3.1 Methodik und Vorgehen	7
3.2 Arbeits- und Untersuchungsgebiet	12
3.3 Geologie	14
3.3.1 Geologischer Überblick	14
3.3.1.1 Rotliegend des Saar-Nahe-Beckens	16
3.3.1.2 Ständenbühl-Formation	18
3.3.1.3 Kreuznach-Formation	19
3.3.1.4 Tertiäre Sedimente im Bereich von Bad Kreuznach	20
3.3.1.5 Quartäre Sedimente im Bereich von Bad Kreuznach	23
3.3.2 Tektonische Entwicklung des Saar-Nahe-Beckens	24
3.3.3 Hydrogeologie und Grundwasserhydraulik	26
3.4 Feldmethoden zur Erkundung der Geologie	30
3.4.1 Kernbohrungen und Bohrkernansprache	30
3.4.2 Geophysikalische Bohrlochuntersuchungen	32
3.4.3 Kartierung von Klüften und Trennfugen	33
3.4.4 Fernerkundung mittels hochauflösender Luftbilddaten	35
3.5 Labormethoden zur Erkundung von Geologie und Stratigraphie	37
3.5.1 Probenahme für Laboruntersuchungen	37
3.5.2 Dünnschliffuntersuchungen	38
3.5.3 Röntgen-Computertomographie (XCT)	38
3.5.4 Quecksilber-Porosimetrie	38
3.5.5 Druckluft-Permeametrie	39
3.6 Labor- und Feldmethoden zur Erkundung der Hydrogeologie	39
3.6.1 Triaxial-Zellen Versuche	39
3.6.2 Packertests	40
3.6.3 Pumpversuche	41
3.7 Chemische Untersuchungen	42
3.7.1 Hydrochemie des regionalen Grundwassers	42
3.7.2 LCKW-Untersuchungen in Grundwasser und Festgestein	43
4 Erkundungsbohrungen und Felduntersuchungen	45
4.1 Bohrkernansprache und Geländeaufschluss	45
4.2 Geophysikalische Bohrlochuntersuchungen	49
4.2.1 Auswertung der Kalibermessungen	49
4.2.2 Auswertung der Gamma Ray Messungen	49
4.2.3 Auswertung der optischen und akustischen Bohrlochabbildungen	50
4.3 Quantifizierung des Trennflächengefüges	57
4.4 Ermittlung des Trennflächengefüges mittels hochauflösender LIDAR-Daten	61
5 Laboruntersuchungen	63
5.1 Diagenese und Porenentwicklung	63
5.2 Porenvolumen und Permeabilität	67
5.3 Matrix und Porosität des Festgesteins	71
5.4 Gesteinsdurchlässigkeit	75

6	Hydraulische Felderkundungen.....	77
6.1	Flowmeter Untersuchungen.....	77
6.2	Ergebnisse der Packeruntersuchungen	78
6.3	Ausbau der Bohrungen zu Grundwassermessstellen.....	81
6.4	Pumpversuchsauswertungen.....	83
6.5	Ermittlung der Abstandsgeschwindigkeit.....	94
7	Ergebnisse hydrochemischer Untersuchungen.....	97
7.1	Hydrochemie bei Fluid-Messungen und Packertests.....	97
7.2	Grundwasserbeschaffenheit und -typisierung.....	99
7.3	LCKW in Boden und Grundwasser.....	104
7.3.1	LCKW-Untersuchungen an Bohrkernen.....	104
7.3.2	LCKW bei Packer- und Grundwasserbeprobungen	105
8	Strukturgeologisches Modell.....	107
8.1	Ableich der durchgeführten Untersuchungsverfahren.....	107
8.2	Entwicklung eines strukturgeologischen 3-D Modells.....	109
9	Hydrogeologisches Modell	115
9.1	Relevante Modellparameter.....	115
9.2	Hydrostratigraphische Einheiten	117
9.3	Ableiten des hydrogeologischen Standortmodells.....	119
10	Fazit und Ausblick	123
11	Zusammenfassung.....	127
12	Literaturverzeichnis.....	131