



Carsten David Fichter (Autor)
**Systemanalyse und Optimierung
tiefengeothermischer Kraftwerke**

Schriftenreihe des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen

efzn

Energie-Forschungszentrum
Niedersachsen



TU Clausthal

**Systemanalyse und Optimierung
tiefengeothermischer Kraftwerke**

Carsten David Fichter

Promotion an der Technischen Universität Clausthal

Band 3



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/198>

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

<i>Abstract</i>	9
<i>1 Einleitung</i>	11
<i>2 Stand des Wissens</i>	14
2.1 <i>Geothermische Energie</i>	14
2.2 <i>Lokation</i>	17
2.3 <i>Geothermische Kraftwerksanlage</i>	24
2.3.1 <i>Primärer Kreislauf der tiefengeothermischen Kraftwerksanlage</i>	25
2.3.2 <i>Sekundärer Kreislauf der tiefengeothermischen Kraftwerksanlage</i>	31
2.3.3 <i>Tertiärer Kreislauf der tiefengeothermischen Kraftwerksanlage</i>	34
2.4 <i>Werkstoffe & Inhibitoren</i>	35
2.5 <i>Schädigungsmechanismen</i>	37
2.6 <i>Mathematische Grundlagen</i>	41
2.6.1 <i>Gauß Verteilung</i>	41
2.6.2 <i>Exponentielle Wahrscheinlichkeitsverteilung</i>	42
2.6.3 <i>Weibull Verteilung</i>	43
2.6.4 <i>Monte Carlo Simulation</i>	44
2.6.5 <i>Newton Raphson Verfahren</i>	45
2.7 <i>Datengrundlage</i>	46
<i>3 Systemanalyse des geothermischen Systems</i>	47
3.1 <i>Systemanalyse Primärkreislauf</i>	52
3.2 <i>Systemanalyse Sekundärkreislauf</i>	54
3.3 <i>Systemanalyse Tertiärkreislauf</i>	56
3.4 <i>Zusammenfassung Systemanalyse</i>	57
<i>4 Geothermales Fluid</i>	58
4.1 <i>Geothermale Fluide des Norddeutschen Beckens</i>	61
4.2 <i>Experimentelle Untersuchung der Fluid-Gesteinswechselwirkungen</i>	64
4.2.1 <i>Untersuchungsergebnisse Sandstein S 1</i>	69
4.2.2 <i>Untersuchungsergebnisse Sandstein S 2</i>	72
4.2.3 <i>Untersuchungsergebnisse Rotliegendes R</i>	75
4.2.4 <i>Zusammenfassung Löslichkeitsversuche</i>	77
<i>5 Umfrage mit mitteleuropäischen Geothermie-Anlagenbetreibern</i>	80
5.1 <i>Allgemeine Informationen</i>	82
5.2 <i>Installierte Leistungen</i>	83
5.3 <i>Produktionsdaten</i>	84
5.4 <i>Primärkreislauf & Bohrungsherstellung</i>	89
5.5 <i>Produktionsbetrieb Primärkreislauf</i>	94

5.6	<i>Sekundärkreislauf</i>	95
5.7	<i>Produktionsbetrieb Sekundärkreislauf</i>	95
5.8	<i>Tertiärkreislauf</i>	96
5.9	<i>Instandhaltung</i>	97
6	<i>Schädigungswahrscheinlichkeit & Simulation</i>	98
6.1	<i>Schädigungsdefinition im Primärkreislauf</i>	99
6.1.1	<i>Korrosionsdaten</i>	100
6.1.2	<i>Scaling</i>	102
6.1.3	<i>Erosionsraten</i>	103
6.1.4	<i>Thermische Wechselbeanspruchungen</i>	104
6.2	<i>Einfluss auf die Aggregate im Primärkreislauf</i>	104
6.2.1	<i>Berechnung der Ausfallszeit der Verrohrung</i>	104
6.2.2	<i>Berechnung der Ausfallszeit der Tauchkreiselpumpe</i>	106
6.2.3	<i>Wärmeüberträger</i>	108
6.3	<i>Schädigungen im Sekundärkreislauf</i>	108
6.4	<i>Schädigungen im Tertiärkreislauf</i>	110
7	<i>Analyse der geothermischen Kraftwerksanlage</i>	112
7.1	<i>Analyse der Bohrung</i>	112
7.2	<i>Analyse der Tauchkreiselpumpe</i>	121
7.3	<i>Analyse der Wärmeüberträger</i>	125
7.4	<i>Betrachtung der Gesamtausfallszeit der Anlage</i>	127
7.5	<i>Ökonomische Betrachtung</i>	128
8	<i>Optimierung & Handlungsempfehlungen</i>	138
8.1	<i>Handlungsempfehlung Sekundär- und Tertiärkreislauf</i>	138
8.2	<i>Handlungsempfehlungen Primärkreislauf</i>	140
8.2.1	<i>Bohrtechnische Erschließung</i>	140
8.2.2	<i>Vorbereitung des Produktionsbetriebs</i>	143
8.2.3	<i>Produktionsbetrieb</i>	144
8.3	<i>Wissenstransfer</i>	146
8.4	<i>Akzeptanz</i>	147
9	<i>Zusammenfassung und Ausblick</i>	148
X	<i>Symbole und Abkürzungen</i>	150
XI	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	154
XII	<i>Tabellenverzeichnis</i>	160
XIII	<i>Literaturverzeichnis</i>	163
XIV	<i>Anhang</i>	171