



Monte Carlo und Projektwirtschaftlichkeit

4. [GGSC] Erfahrungsaustausch Kommunale Geothermieprojekte

Alexandros Savvatis / Dr. Thomas Reif
Erdwerk GmbH / [Gaßner, Groth, Siederer & Coll.]



[Gaßner, Groth, Siederer & Coll.]
Partnerschaft von Rechtsanwälten

Die Themen:

- I. Warum Monte Carlo Simulation?
- II. Der Simulationsworkflow
- III. Auswertungsbeispiele

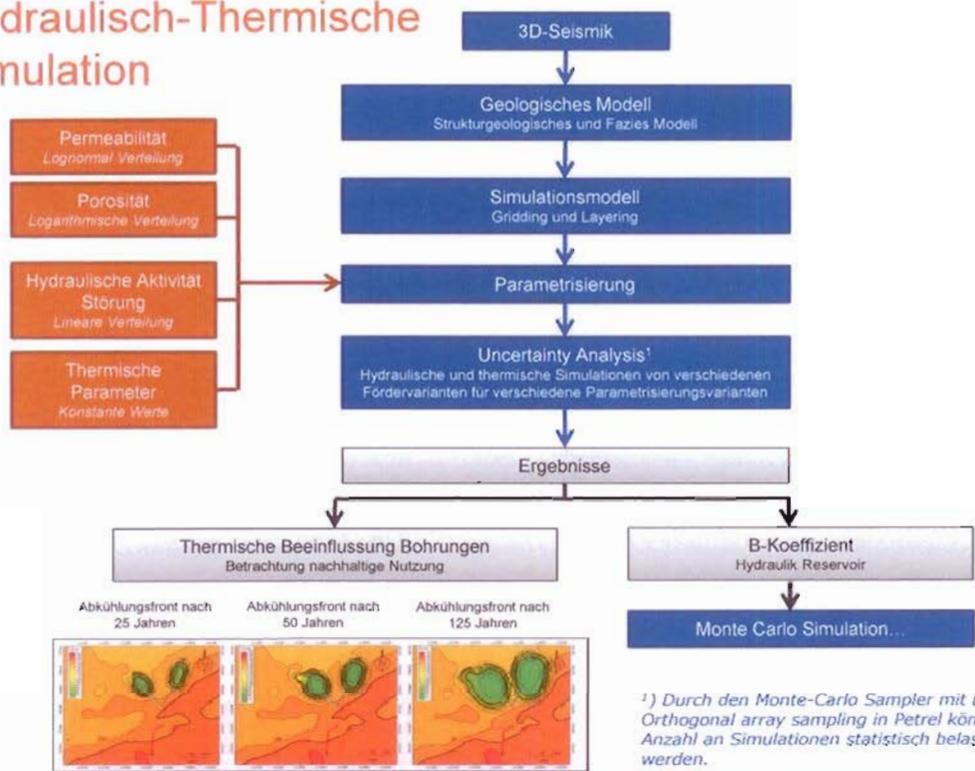


I. Warum Monte Carlo Simulation?

- Aus der Molasse liegen mittlerweile ausreichend Daten vor, um belastbare Rechenergebnisse zu liefern
 - Investoren wünschen neben Empfindlichkeitsanalysen Aussagen über die Wahrscheinlichkeit einer Projektrendite
 - Zur Konzeption der Fündigkeitsversicherung sind Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen
 - zur Produktivität einer Dublette und
 - zum Risiko des Unterschreitens einer Wirtschaftlichkeitsbenchmark hilfreich
- ➔ Über die integrierte geologisch / wirtschaftliche Simulation kann man
- den Reservoiraufschluss nach wirtschaftlichen Vorgaben optimieren / steuern
 - Ertüchtigungsmaßnahmen bewerten (Sidetrack, Bohrverlängerung etc.)

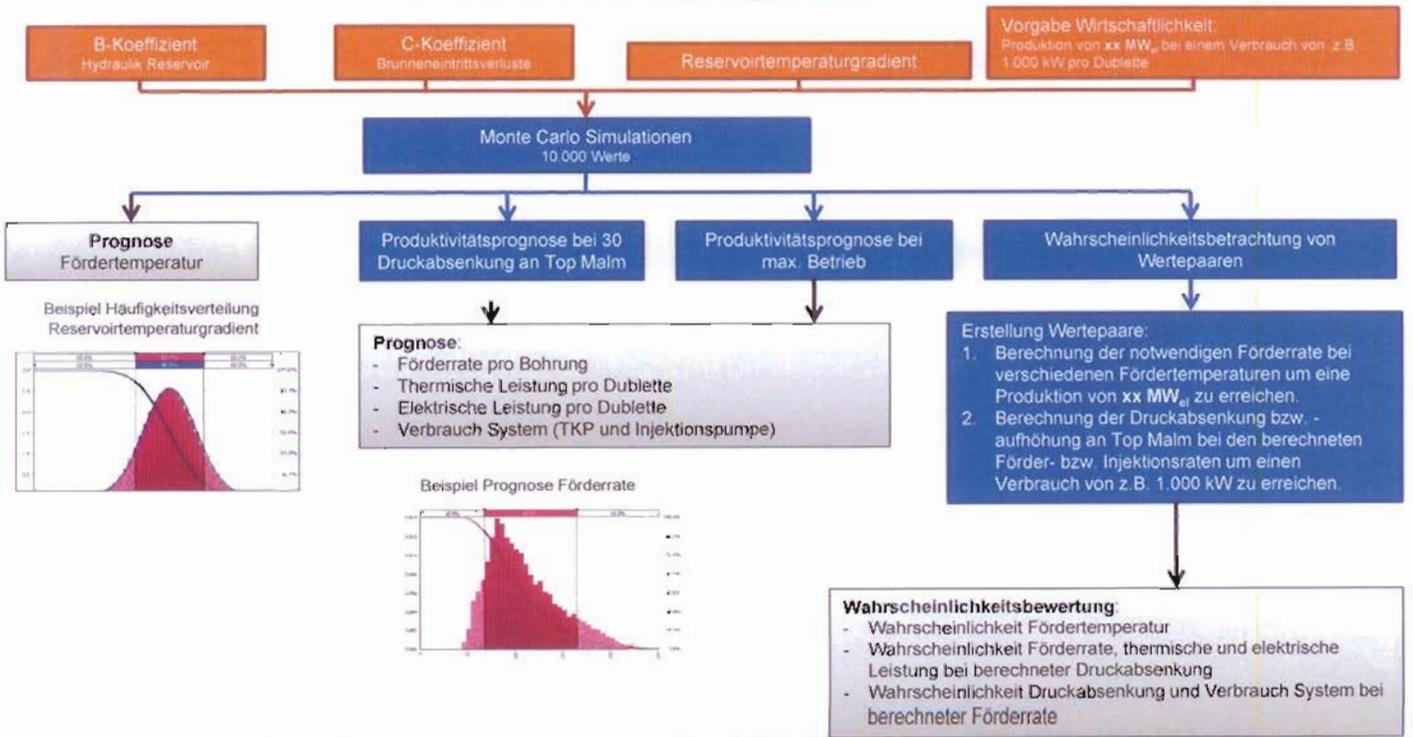
II. Der Simulationsworkflow

Hydraulisch-Thermische Simulation



¹) Durch den Monte-Carlo Sampler mit Latin-hypercube sampling und Orthogonal array sampling in Petrel können durch eine relativ geringe Anzahl an Simulationen statistisch belastbare Ergebnisse produziert werden.

Produktivitätsprognose



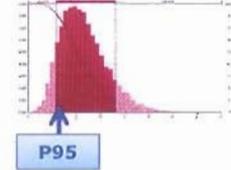
Beispiel Wertepaarauspielung (Fiktive geothermische Dublette in der Molasse)

Vorgabe Wirtschaftlichkeit:

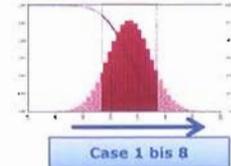
Produktion von 5 MW_{el} bei 30 bar Druckabsenkung an Top Malm

Cases	T_{for} [°C]		Q [l/s]		P_{th} [MW_{th}]		P_{el} [MW_{el}]
Case 1	135	100%	130	45%	45	80%	5
Case 2	140	100%	116	60%	42	85%	5
Case 3	145	98%	105	70%	40	89%	5
Case 4	150	88%	95	85%	38	93%	5
Case 5	155	69%	85	95%	36	98%	5
Case 6	160	45%	75	99%	34	99%	5
Case 7	165	20%	70	100%	32	100%	5
Case 8	170	20%	63	100%	32	100%	5

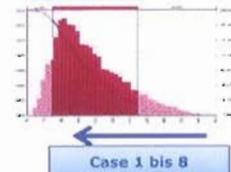
Elektrische Leistung



Fördertemperatur



Förderrate

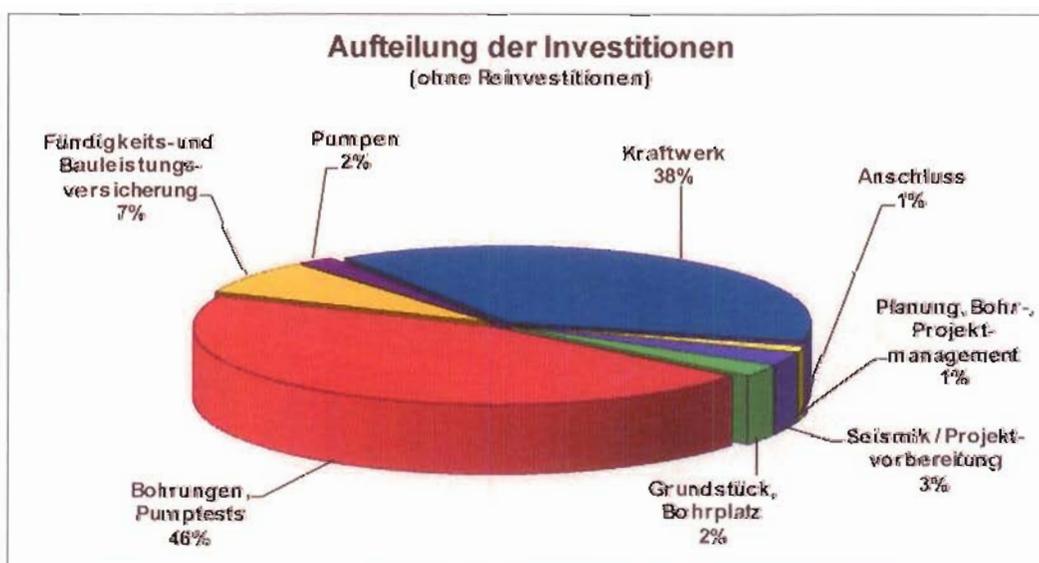


III. Auswertungsbeispiele Projektparameter (Doppeldublette)

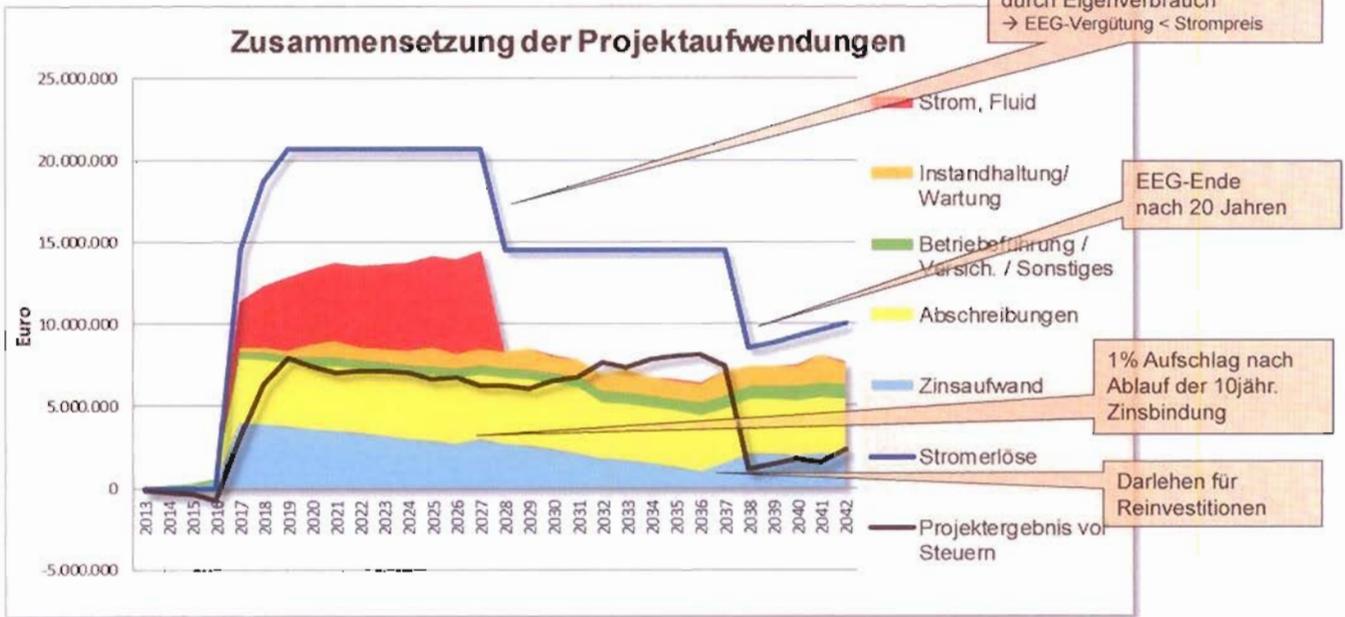
Projektzeitplan	
Startjahr / Vorplanung	2013
Bohrungen, Kraftwerk	2014 - 2016
KW-Inbetriebnahme	2017
Geologie	
Schüttung Doppeldublette in l/s	200,0
Fördertemperatur Bohrloch / Eintritt KW in °C	150,0
Rücklauftemperatur Bohrloch in °C	60,0
Leistung Doppeldublette kW_{th}	71.000
Stromerzeugung Nennleistung in kW_{el}	9.950
Wirkungsgrad Kraftwerk	14,00%

Investitionen (Grobplanung)

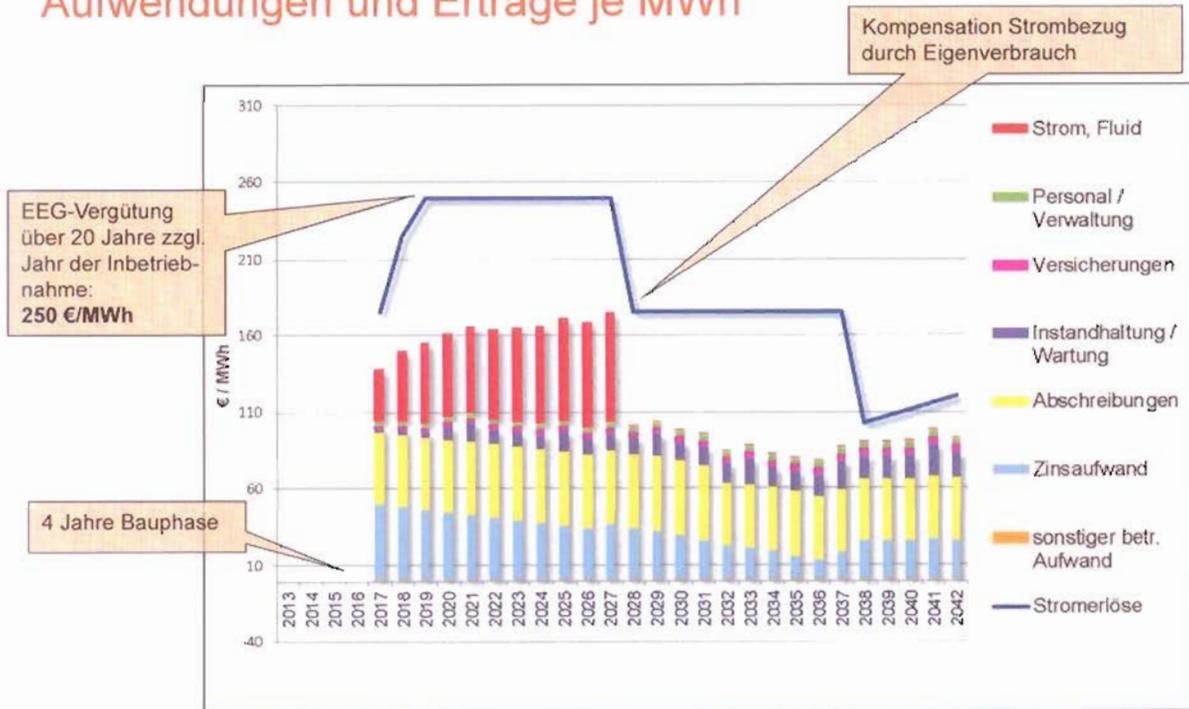
	2013	2014	2015	2016	
Seismik / Projektvorbereitung	3.000.000	0	0	0	→ca. 2 Mio. € / 1.000 m MD (je Bohrung ca. 5.500 m MD), zzgl. Pumpstest und Bohrconsulting
Grundstück, Bohrplatz	0	2.500.000	0	0	
Bohrungen, Pumpstest, Consulting	0	0	23.000.000	25.000.000	BauleistungsV für beide Bohrungen, FündigkeitsV für die 1. Dublette
Fündigkeits- und Bauleistungsversicherung	0	0	7.710.000	0	
Pumpen	0	0	0	2.100.000	
Kraftwerk	0	0	0	39.830.000	
Anschluss	0	0	0	500.000	
Planung, Bohr-, Projektmanagement	300.000	300.000	300.000	300.000	
SUMME	3.300.000	2.800.000	31.010.000	67.730.000	104.840.000



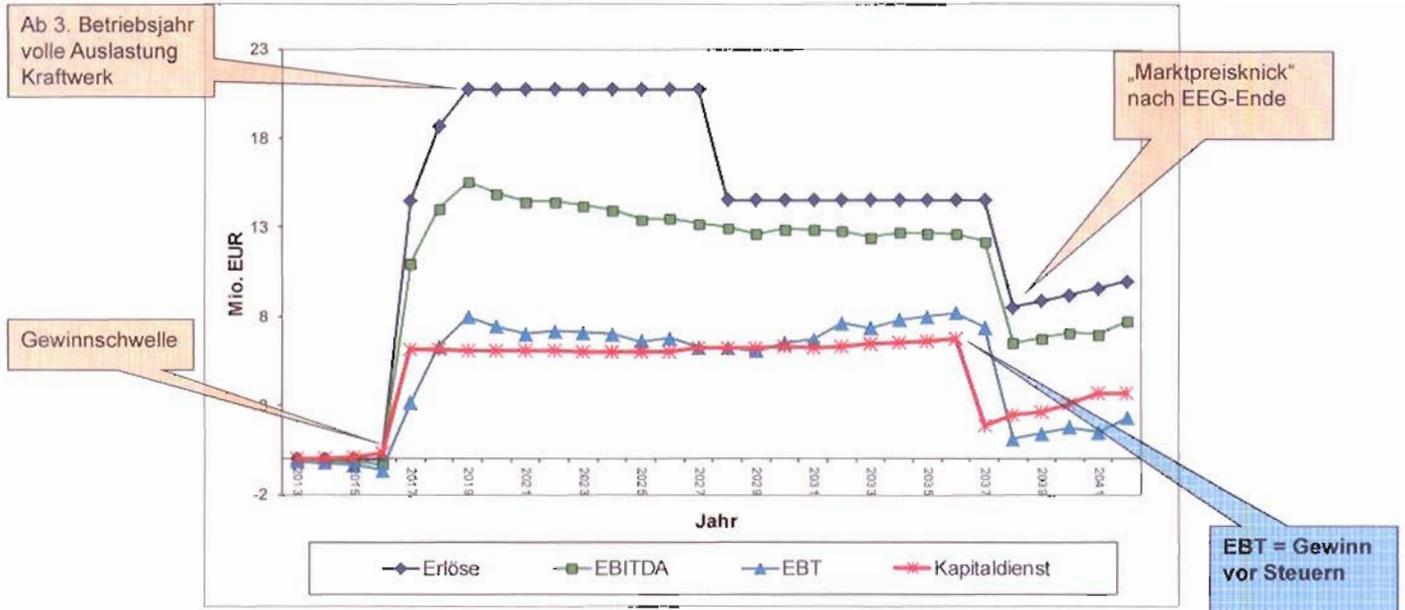
Aufwendungen und Erträge nach Jahren



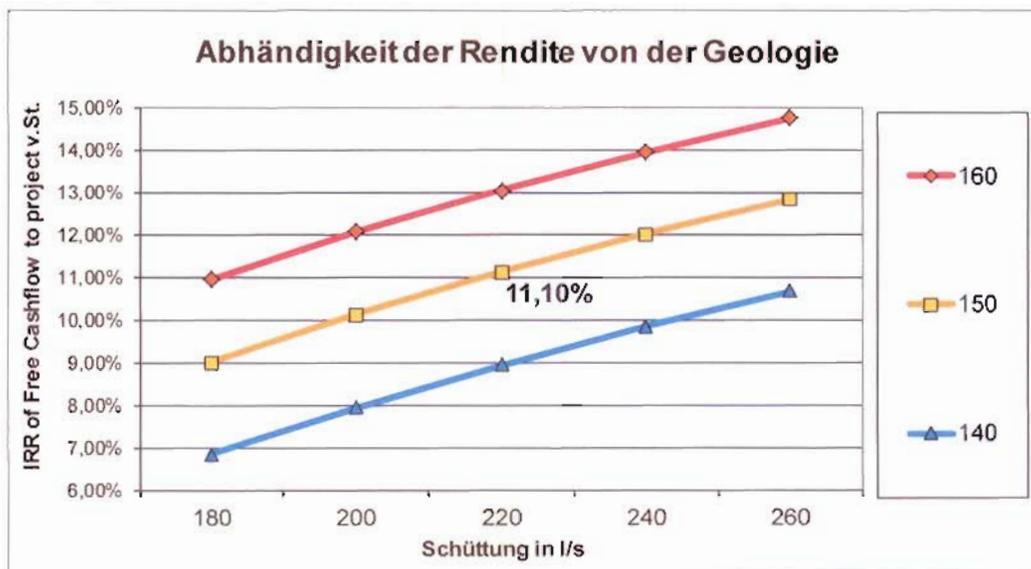
Aufwendungen und Erträge je MWh



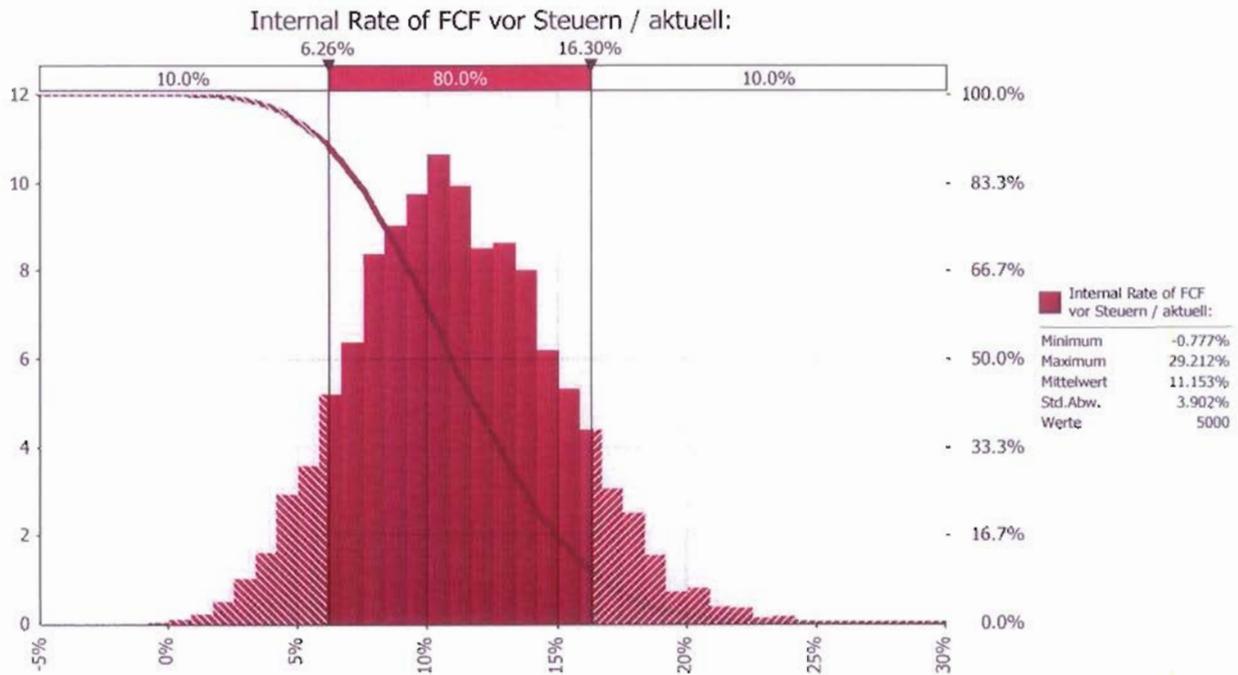
Rentabilität und Einflussfaktoren



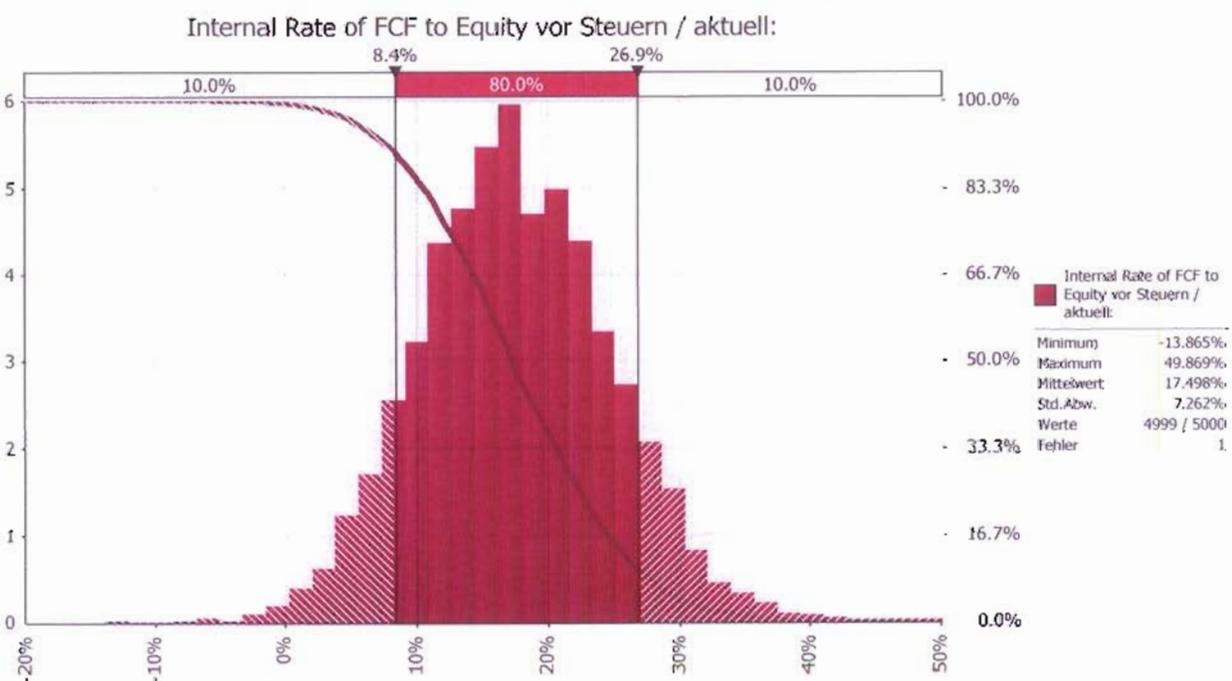
Sensitivitätsanalyse



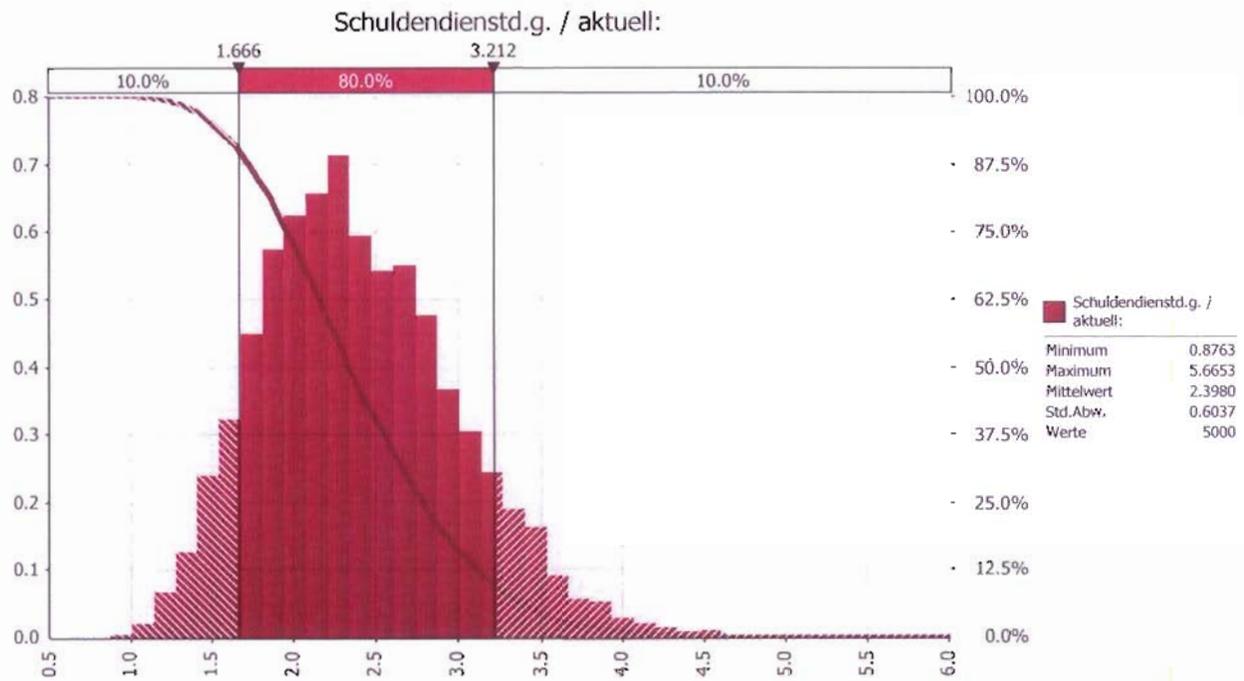
MC Simulation: IRR of Free Cashflow to Project vor Steuern



MC Simulation: IRR of Free Cashflow to Equity vor Steuern



MC Simulation: Schuldendienstdeckungsgrad (DSCR)



Alexandros Savvatis
Dipl. Geologe

Erdwerk GmbH

München · Ulm

Bonner Platz 1 · 80803 München
Telefon: 089 961 600 300 · Fax: 089 961 600 369

www.erdwerk.com
office@erdwerk.com

Dr. rer. pol. Thomas Reif
Dipl.-Volksw., Rechtsanwalt, Fachanwalt für Steuerrecht

[GGSC] Gaßner, Groth, Siederer & Coll.
Partnerschaft von Rechtsanwälten
Berlin · Frankfurt (O) · Augsburg

Provinostraße 52 · 86153 Augsburg
Telefon 0821 / 747 782-0 · Telefax 0821 / 747 782-10

www.ggsc.de
www.geothermiekompetenz.de
reif@ggsc.de