

Anlagenband

Schriftenreihe des LfULG, Heft 7/2017

Langzeitverhalten geothermischer Anlagen in Sachsen

Abschätzung des Langzeitverhaltens von Untergrundtemperaturen bei Erdwärme- nutzungen zur Vermeidung einer gegen- seitigen Beeinflussung von Anlagen in dicht besiedelten Gebieten in Abhängigkeit geologischer Verhältnisse

Rüdiger Grimm, Axel Gerschel, Christian Lumm, Jan Gietzel, Paul Gabriel

Inhalt

Anlage 1:	Projektmatrix zur Auswahl der Referenzstandorte	7
Anlage 2:	Referenzanlage Freiberg – Ein- und Ausgabeparameter der Dimensionierung mittels EED	9
Anlage 3:	Referenzanlage Freiberg – Detaillierte Simulationsergebnisse EWS	12
Anlage 4:	Referenzanlage Freiberg – Mittels FEFLOW ermittelte Vor- und Rücklauf-temperatur des Wärmeträgerfluids im Sondenfeld	14
Anlage 5:	Referenzanlage Dresden – Ein- und Ausgabeparameter der Dimensionierung mittels EED	15
Anlage 6:	Referenzanlage Dresden – Detaillierte Simulationsergebnisse EWS	18
Anlage 7:	Referenzanlage Dresden – Mittels FEFLOW ermittelte Vor- und Rücklauf-temperatur des Wärmeträgerfluids im Sondenfeld	22
Anlage 8:	Modellstandort Dresden – Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze	23
	8.1 Im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung unterschiedlicher fiktiver Nachbaranlagen	23
	8.2 Im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung unterschiedlicher fiktiver Nachbaranlagen	28
Anlage 9:	Anonymisierte Darstellung für die Webplattform	32
Anlage 10:	Betriebliche und technische Rahmenbedingungen	34
	10.1 Anforderungen aus IT-Sicht.....	34
	10.2 IT-Infrastruktur des LfULG	36
Anlage 11:	Konzepterstellung interaktives Tool – Visualisierungsmöglichkeiten	40
	11.1 Verschnitt/Vereinigung aller Potenzial-Layer und Färbung der Flächen.....	42
	11.2 Rastereinteilung und Färbung jeder Rasterzelle.....	43
Anlage 12:	Übersicht Konfliktpotenziale	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Projektmatrix zur Bestimmung der Referenzstandorte anhand einer festgelegten und abgestimmten Punktematrix (Teil 1)	7
Abbildung 2:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr ohne taktenden Lastbetrieb.....	12
Abbildung 3:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr mit taktendem Lastbetrieb.....	13
Abbildung 4:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmeträgerfluids über den Simulationszeitraum von 50 Jahren	14
Abbildung 5:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr ohne taktenden Lastbetrieb/ohne Grundwasser-Bilanzmodell	18
Abbildung 6:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr mit taktendem Lastbetrieb/ohne Grundwasser-Bilanzmodell	19
Abbildung 7:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr ohne taktenden Lastbetrieb/mit Grundwasser-Bilanzmodell	20
Abbildung 8:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr mit taktendem Lastbetrieb/mit Grundwasser-Bilanzmodell	21
Abbildung 9:	Vor- und Rücklauftemperaturen des Wärmeträgerfluids über den Simulationszeitraum von 50 Jahren	22
Abbildung 10:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage	23
Abbildung 11:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt B im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage	24
Abbildung 12:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage.....	24
Abbildung 13:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage	25
Abbildung 14:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt D im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage.....	25
Abbildung 15:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage.....	26
Abbildung 16:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage	28
Abbildung 17:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt B im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage.....	28
Abbildung 18:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage.....	29
Abbildung 19:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage	29
Abbildung 20:	Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt D im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage.....	30

Abbildung 21: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grund-stücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage	30
Abbildung 22: Darstellungsweise als PLZ-Gebiet	32
Abbildung 23: Darstellung mit 100 km ² -Rasterzellen	32
Abbildung 24: Darstellung mit 4 km ² -Rasterzellen	33
Abbildung 25: Darstellung durch Voronoi-Zerlegung	33
Abbildung 26: Darstellung der Eingabelayer im Beispiel der synthetischen Daten	41
Abbildung 27: Darstellung der Eingabelayer in einer Verkehrsampelkarte mittels Vereinigung der Polygonlayer erzeugt. Die Karte besteht aus 2.896 Polygonen.....	41
Abbildung 28: Eine regelbasierte Darstellung (hier in QGIS)	42
Abbildung 29: Eine regelbasierte Darstellung der Zusammenführung aller Rasterlayer erlaubt eine Ampelkartendarstellung (hier 100 x 100 m-Auflösung)	43
Abbildung 30: Eine regelbasierte Darstellung (hier in QGIS)	43
Abbildung 31: Gegenüberstellung von der Vereinigung der Polygonlayer und der rasterbasierten Darstellung im Detail, um die Komplexität der Vereinigung und die vordefinierte Auflösung (hier 100 m) zu verdeutlichen	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenfassung der maximalen Temperaturabsenkung im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze im Niveau des Grundwasserleiters an den Beobachtungspunkten über den Betriebszeitraum von 50 Jahren.....	27
Tabelle 2:	Zusammenfassung der maximalen Temperaturabsenkung im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze im Niveau des Pläners an den Beobachtungspunkten über den Betriebszeitraum von 50 Jahren	31
Tabelle 3:	Gegenüberstellung der Ergebnisse zur Untersuchung der Visualisierungsmöglichkeiten	45

Anlage 1: Projektmatrix zur Auswahl der Referenzstandorte

Objektdaten					technische Daten					Bewertung (1-5 Punkte)						Gestein			Bemerkungen	
Projekt	LfULG	Jahr	Ort	Typ	kW H	kW K	Anzahl	Tiefe	Bohrmeter	Geologie	Bohrungen	Energiebedarf	Monitoring	Datenreihe	Verfügbarkeit	Summe	Fest	Locker	TRT	
0886	6943	2009	Freiberg	MFH	57		6	110	650	5	5	4	5	5	5	29	x		x	
1716		2011	Freiberg	Gewerbe	35	35	4	125	500	5	5	5	4	5	5	29	x			x
0128	4926	2007	Conradsdorf	Gewerbe	100		10	120	1200	5	5	4	4	5	5	28	x			x
0175		2007	Ebendorfel	Gewerbe	90	62	10	140	1400	4	4	5	5	5	5	28	x			x
0460		2008	Freiberg	MFH	29		2	130	260	5	4	4	5	5	5	28	x			
0491		2009	Dresden	Öffentliches Gebäude	26		4	111	444	5	5	5	4	5	4	28	x	x	x	oben Kies
0583	3880	2008	Freiberg	EFH	7		1	100	100	3	5	5	5	5	5	28	x			
0768	6695	2009	Freiberg	Öffentliches Gebäude	38		4	120	480	5	5	4	4	5	5	28	x			x
0964		2009	Bobritzsch	EFH	8		1	120	120	5	4	5	4	5	5	28	x			
0319	6768	2008	Dresden	Öffentliches Gebäude	24		5	120	600	5	5	5	4	5	4	28	x	x	x	oben Kies
0984		2009	Dresden-Luga	Öffentliches Gebäude	46		15	60	900	5	5	5	4	5	4	28	x	x	x	oben Kies
0019	2941	2007	Naundorf	MFH	38		5	120	600	4	4	4	5	5	5	27	x			
0068	5193	2007	Bautzen	Gewerbe	45	25	10	100	1000	5	5	4	4	5	4	27	x			x
0444	6200	2008	Freiberg	Gewerbe	22		3	110	330	5	5	4	3	5	5	27	x			x
0675		2008	Herrnhut	Öffentliches Gebäude	30	21	3	150	450	5	4	4	4	5	5	27	x	x	x	
1477	7552	2010	Freital	Öffentliches Gebäude	170	200	40	125	5000	5	4	4	5	5	4	27	x	x	x	
1586	8644	2011	Görlitz	Öffentliches Gebäude	107	88	14	125	1750	5	4	4	4	5	5	27	x			x
1621		2011	Freiberg	EFH	x		1	150	150	5	4	4	4	5	5	27	x			
1644		2011	Hartenstein	EFH	x		1	120	120	5	5	5	4	5	3	27	x			x
0413	7216	2008	Dresden-Bühlau	MFH	26		3	110	330	5	4	5	3	5	4	26	x			x
0471		2008	Leipzig-Sellerhausen	Öffentliches Gebäude	51		10	100	1000	5	4	5	3	5	4	26		x	x	TRT fremd
0948		2009	Leipzig	EFH	8		2	95	190	4	4	4	4	5	5	26		x		
1182		2010	Langenau	Öffentliches Gebäude	24		2	125	250	5	5	3	4	5	4	26	x			x
2291		2013	Freiberg	EFH	x					5	4	4	5	3	5	26	x			
1117	7306	2009	Königsbrück	Öffentliches Gebäude	126		28	200	5600	5	4	3	5	5	4	26	x			x
0015	5129/5993	2007	Freiberg	Gewerbe	150	125	36	125	4500	5	4	3	4	5	4	25	x			x
0030	6782	2007	Dresden	MFH	280		32	140	4480	5	5	4	4	5	2	25	x	x	x	
0370		2008	Leipzig	Öffentliches Gebäude	64		12	90	1080	5	4	4	4	5	3	25		x		
0409		2010	Markkleeberg	Öffentliches Gebäude	180	180	44	99	4356	5	4	4	3	5	4	25	x	x	x	
0557		2008	Stollberg	Öffentliches Gebäude	32		3	110	330	5	5	3	4	5	3	25	x			x
0586		2008	Görlitz	Öffentliches Gebäude	35		6	122	734	5	4	5	3	5	3	25	x			x
0865	9402/9403	2009	Leipzig	Öffentliches Gebäude	160	168	18	140	2520	4	5	3	5	5	3	25	x	x	x	
1197		2009	Zwickau	Öffentliches Gebäude	170		10	140	1400	5	4	3	4	5	4	25	x	x	x	
1198	7376	2009	Langenfeld	Öffentliches Gebäude	x					4	5	4	3	5	4	25	x	x		
1448	8051	2010	Mittweida	Öffentliches Gebäude	x	x				5	4	4	4	5	3	25	x			x
1764		2011	Halsbrücke	Öffentliches Gebäude	x					5	5	4	3	4	4	25	x			
1957	10415	2012	Bautzen	Öffentliches Gebäude	x					5	4	4	4	3	5	25	x			x
2300	1407	2013	Dresden	EFH	x					5	5	4	3	3	5	25		x		
0276	3816	2006	Bad Dübener	Schule	46		10	80	800	4	4	4	4	5	4	25		x		x
	4030	2006	Löbau		57		11	100	1100	4	3	3	5	5	5	25	x			x
	8051	2011	Mittweida		380		37	130	4810	4	4	3	5	5	4	25	x			x
0017	5239	2007	Riesa	MFH	156		32	99	3168	5	3	5	3	5	3	24		x	x	
0243	5837	2007	Dresden	MFH	91		10	112	1120	4	5	4	3	5	3	24	x	x		oben Kies
0532	7851	2008	Chemnitz	MFH	x					5	4	4	3	5	3	24	x			x
0624		2008	Weißenfels	Öffentliches Gebäude	x					5	5	3	3	5	3	24	x			x
0664		2008	Freiberg	EFH	x					3	4	4	4	5	4	24	x			
0731	6854	2009	Dresden	MFH	31		4	120	360	5	4	4	3	5	3	24	x	x		oben Kies
0828	7125	2008	Neukieritzsch	Öffentliches Gebäude	100	140	36	80	2880	5	5	3	3	5	3	24	x	x		

Abbildung 1: Projektmatrix zur Bestimmung der Referenzstandorte anhand einer festgelegten und abgestimmten Punktematrix (Teil 1)

Objektdaten				technische Daten					Bewertung (1-5 Punkte)							Gestein			Bemerkungen	
Projekt	LfULG	Jahr	Ort	Typ	kW H	kW K	Anzahl	Tiefe	Bohrmeter	Geologie	Bohrungen	Energiebedarf	Monitoring	Datenreihe	Verfügbarkeit	Summe	Fest	Locker	TRT	
0838	6826	2009	Bischofswerda	Öffentliches Gebäude	x					4	4	4	3	5	4	24	x		x	
0887		2009	Großdobritz	Öffentliches Gebäude	x					4	4	3	3	5	5	24	x	x		
2433	11241	2014	Freiberg	EFH	x					3	5	5	4	2	5	24	x			
	7226	2009	Grimma	Schule	36,6		9	90	810	4	4	4	3	5	4	24		x	x	
1511	8289	2010	Leipzig	Öffentliches Gebäude	86,27		19	150	2850	3	4	4	4	5	4	24		x	x	
	6895	2009	Markkleeberg	Mittelschule	31,6		16	95	1520	4	3	4	4	5	4	24				
0864		2009	Goppeln	Öffentliches Gebäude	x					4	4	4	3	5	3	23	x	x	x	
1467		2010	Meißen	Gewerbe	x	x				5	5	4	2	5	2	23	x		x	
1697	9610	2012	Dresden	Gewerbe	70	80	8	150	1200	5	4	3	3	5	3	23	x	x	x	
1720	8361	2011	Dresden	MFH	x					4	5	4	3	4	3	23		x	x	
1850		2013	Halsbrücke	Öffentliches Gebäude	x					5	5	3	3	3	4	23	x		x	
2268	10484	2013	Zwickau	MFH	x					5	4	3	4	3	4	23	x	x	x	Gas-WP
2531	11799	2014	Dresden	MFH	x					5	5	4	3	2	4	23	x	x	x	
	8523	2011	Leipzig		350		44	150	6600	4	3	3	5	5	3	23	x	x	x	
	10529	2013	Zittau		30		4	100	400	4	4	2	5	3	5	23				
1686	8643	2011	Niesky		40		10	80	800	4	4	4	3	5	3	23				
0140	4297	2007	Dresden	Gewerbe	62	x	14	89	1246	4	4	3	3	5	3	22	x	x	x	
1020		2009	Leipzig	MFH	x					4	4	3	3	5	3	22	x	x	x	
1086		2009	Görlitz	Öffentliches Gebäude	x					4	4	3	3	5	3	22	x		x	
1552	8205	2010	Leipzig	Gewerbe	45		7	120	840	4	4	3	3	5	3	22	x	x	x	
1814		2012	Dresden	EFH	x					3	3	4	3	4	5	22	x	x		
2120		2012	Augustusburg	Öffentliches Gebäude	x					4	4	4	3	3	4	22	x		x	
2151	10084/1088	2013	Freiberg	Öffentliches Gebäude	42		10	205	2050	5	4	3	3	3	4	22	x		x	
2607	2297	2006	Brand-Erbisdorf	Gewerbe	x					3	3	4	3	5	4	22	x		x	HGC gebaut
	4639	2007	Crimmitschau		69		12	81	972	3	3	4	3	5	4	22	x	x	x	
1251	7475	2009	Torgau	Öffentliches Gebäude	40		10	95	950	4	3	3	3	5	4	22		x	x	
1550	7850	2010	Böhlen	Sporthalle	69,8		14	90	1260	4	3	3	3	5	4	22		x	x	
	8661	2011	Chemnitz		133		20	130	2600	4	4	3	3	5	3	22	x	x	x	
	9140	2011	Leipzig		103		18	150	2700	3	4	4	3	5	3	22	x	x	x	
1867	9285	2012	Bannewitz	Öffentliches Gebäude	21		3	110	330	4	3	4	3	4	4	22	x	x	x	
	5580	2008	Zwenkau	Kindertagesstätte	55,6		14	80	1120	4	3	4	3	5	3	22				
0769	6973	2009	Torgau	Öffentliches Gebäude	11		1	150	150	4	3	3	4	5	2	21		x	x	
0250	5549 / 9839	2012	Glashütte	Gewerbe	404	303	55	125	6875	4	5	2	4	5	1	21	x		x	
1314		2010	Dresden-Kaditz	Gewerbe		x				5	5	2	2	5	2	21		x	x	
1773		2011	Dresden	MFH	x					4	4	3	3	4	3	21		x		
2088	10172	2013	Freiberg	Öffentliches Gebäude	x					5	4	3	3	3	3	21	x		x	
2156	10138	2013	Olbernhau	Öffentliches Gebäude	x					4	4	4	3	3	3	21	x			
2453	11131	2014	Freiberg	EFH	x					3	4	4	4	2	4	21	x			
2562		2015	Dresden-Bühlau	Öffentliches Gebäude	x					4	4	4	3	2	4	21		x	x	
2587		2015	Leipzig	EFH	x					2	5	4	4	2	4	21	x	x		
	7467	2009	Klipphausen		45,9		12	100	1200	4	3	3	3	5	3	21	x	x	x	
1417	7825	2010	Kossa	Öffentliches Gebäude	75,2		15	100	1500	3	3	3	3	5	4	21		x	x	
	7909	2010	Pegau		41,8		7	98	686	3	2	3	4	5	4	21	x	x	x	
	8365	2010	Freital		22		12	99	1188	3	3	3	3	5	4	21	x	x	x	
	8429	2010	Leipzig		66,7		11	91	1001	4	3	3	3	5	3	21				
2207		2013	Oberwiesenthal	MFH	x					4	3	4	3	3	3	20	x			
2477		2015	Delitzsch	MFH	x					4	4	4	3	2	3	20		x	x	
	8932	2011	Hoyerswerda	Gewerbe	52		8	95	760	4	2	3	3	5	3	20		x	x	
1689	8829	2011	Leipzig	Öffentliches Gebäude	67,6		20	99	1980	3	3	3	3	5	3	20	x	x	x	
2055		2012	Leipzig	Öffentliches Gebäude	x	x				3	3	3	3	3	4	19		x		
2127	9542	2013	Ottendorf-Okrilla	Gewerbe	x	x				4	4	2	3	3	3	19		x	x	
2395		2014	Leipzig	MFH	x					4	4	3	3	2	3	19		x		
2434	11283	2014	Dresden	Öffentliches Gebäude	x	x				4	4	3	3	2	3	19	x	x	x	
2478		2014	Chemnitz	MFH	x					4	4	3	3	2	3	19	x		x	
	10153	2013	Dresden		30		14	100	1399	3	3	3	3	3	3	18	x	x	x	
	11494	2014	Chemnitz		43,5		6	120	720	3	3	4	3	2	3	18	x	x	x	

Fortsetzung Abbildung 1 (Teil 2)

Anlage 2: Referenzanlage Freiberg – Ein- und Ausgabeparameter der Dimensionierung mittels EED

Anmerkungen zum Projekt

[Dimensionierung der Referenzanlage am Standort Freiberg]

DATEN KURZFASSUNG

Kosten	-
Anzahl Bohrungen	6
Tiefe der Erdwärmesonde	107,00 m
Erdwärmesondenlänge gesamt	642,00 m

E I N G A B E D A T E N (P L A N U N G)

=====

UNTERGRUND

Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs	3,430 W/(m·K)
Spez, Wärmekapazität des Erdreichs	2,400 MJ/(m ³ ·K)
Mittl, Temperatur d, Erdoberfläche	11,00 °C
Geothermischer Wärmefluss	0,0000 W/m ²

BOHRUNG UND ERDWÄRMESONDE

Sondenordnung	111 ("6 : 4 x 2 U-configuration")
Tiefe der Erdwärmesonde	107,00 m
Abstand der Erdwärmesonden	10,00 m
Sondentyp	Doppel-U
Bohrlochdurchmesser	152,00 mm
U-Rohr, Außendurchmesser	32,000 mm
U-Rohr, Wandstärke	2,900 mm
U-Rohr, Wärmeleitfähigkeit	0,420 W/(m·K)
U-Rohr, Mittenabstand d, U-Schenkel	70,000 mm
Wärmeleitfähigkeit der Verfüllung	2,000 W/(m·K)
Übergangswiderst, Rohr/Verfüllung	0,0000 (m·K)/W

THERMISCHE WIDERSTÄNDE

Thermischer Widerst, Fluid/Erdreich	0,0800 (m·K)/W
Thermischer Widerstand intern	0,4000 (m·K)/W
Interner Wärmeübergang zw, auf- und abwärts führenden Rohren berücksichtigt	

WÄRMETRÄGERMEDIUM

Wärmeleitfähigkeit	0,4800 W/(m·K)
Spezifische Wärmekapazität	3795,000 J/(Kg·K)
Dichte	1052,000 Kg/m ³
Viskosität	0,005200 Kg/(m·s)
Gefrierpunkt	-14,0 °C
Umwälzmenge pro Bohrloch	0,480 l/s

GRUNDLAST

Jährlicher Warmwasserbedarf	15,00 MWh
Jahresheizarbeit	65,00 MWh
Jahreskühlarbeit	0,00 MWh
Jahresarbeitszahl (WW)	3,00
Jahresarbeitszahl Heizen	4,00

Jahresarbeitszahl Kühlen

10000,00

Monatliches Bedarfsprofil [MWh]

Monat	Wärmebedarf		Kühlbedarf	Erdseite	
JAN	0,243	17,05	0,000	0,00	12,680
FEB	0,186	13,34	0,000	0,00	9,901
MÄR	0,140	10,35	0,000	0,00	7,658
APR	0,020	2,55	0,000	0,00	1,808
MAI	0,001	1,32	0,000	0,00	0,882
JUN	0,000	1,25	0,000	0,00	0,833
JUL	0,000	1,25	0,000	0,00	0,833
AUG	0,000	1,25	0,000	0,00	0,833
SEP	0,001	1,32	0,000	0,00	0,882
OKT	0,061	5,22	0,000	0,00	3,807
NOV	0,141	10,41	0,000	0,00	7,707
DEZ	0,207	14,70	0,000	0,00	10,925
Gesamt	1,000	80,00	0,000	0,00	58,750

SPITZENLAST

Monatliche Spitzenlast [kW]

Monat	Spitzen-Heizlast	Dauer	Spitzen-Kühllast	Dauer [h]
JAN	37,00	3,5	0,00	0,0
FEB	37,00	3,5	0,00	0,0
MÄR	37,00	2,0	0,00	0,0
APR	37,00	1,0	0,00	0,0
MAI	37,00	0,0	0,00	0,0
JUN	37,00	0,0	0,00	0,0
JUL	37,00	0,0	0,00	0,0
AUG	37,00	0,0	0,00	0,0
SEP	37,00	0,0	0,00	0,0
OKT	37,00	1,0	0,00	0,0
NOV	37,00	2,0	0,00	0,0
DEZ	37,00	3,0	0,00	0,0

Dauer der Simulation (Jahre)

50

Monat der Inbetriebnahme

SEP

B E R E C H N E T E W E R T E
=====

Erdwärmesondenlänge gesamt

642,00 m

THERMISCHE WIDERSTÄNDE

Effekt, therm, Bohrlochwiderstand

0,0826 (m·K)/W

SPEZIFISCHER WÄRMEENTZUGSLEISTUNG [W/m]

Monat	Grundlast	Spitzen-Heizlast	Spitzen-Kühllast
JAN	27,05	43,22	-0,00
FEB	21,13	43,22	-0,00
MÄR	16,34	43,22	-0,00
APR	3,86	43,22	-0,00
MAI	1,88	43,22	-0,00
JUN	1,78	43,22	-0,00
JUL	1,78	43,22	-0,00
AUG	1,78	43,22	-0,00
SEP	1,88	43,22	-0,00
OKT	8,12	43,22	-0,00
NOV	16,44	43,22	-0,00
DEZ	23,31	43,22	-0,00

GRUNDLAST: FLUID-MITTELTEMPERATUREN (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	50
JAN	11,00	3,52	2,44	1,76	0,62
FEB	11,00	4,77	3,71	3,04	1,90
MÄR	11,00	5,89	4,86	4,19	3,07
APR	11,00	9,02	8,02	7,37	6,25
MAI	11,00	9,68	8,71	8,07	6,96
JUN	11,00	9,80	8,87	8,23	7,13
JUL	11,00	9,83	8,93	8,30	7,20
AUG	11,00	9,85	8,97	8,35	7,26
SEP	10,53	9,84	8,98	8,37	7,28
OKT	8,92	8,29	7,46	6,86	5,78
NOV	6,69	6,12	5,32	4,72	3,65
DEZ	4,74	4,20	3,42	2,83	1,76

GRUNDLAST: JAHR 50

Niedrigste Fluid-Mitteltemperatur 0,62 °C zum Ende JAN
 Höchste Fluid-Mitteltemperatur 7,28 °C zum Ende SEP

SPITZENLAST HEIZEN: FLUID-MITTELTEMPERATUR (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	50
JAN	11,00	1,46	0,37	-0,31	-1,45
FEB	11,00	1,94	0,89	0,21	-0,92
MÄR	11,00	2,80	1,77	1,11	-0,02
APR	11,00	5,14	4,14	3,48	2,36
MAI	11,00	9,68	8,71	8,07	6,96
JUN	11,00	9,80	8,87	8,23	7,13
JUL	11,00	9,83	8,93	8,30	7,20
AUG	11,00	9,85	8,97	8,35	7,26
SEP	10,53	9,84	8,98	8,37	7,28
OKT	5,46	4,83	4,00	3,40	2,31
NOV	3,62	3,05	2,24	1,65	0,57
DEZ	2,26	1,73	0,95	0,36	-0,71

SPITZENLAST HEIZEN: JAHR 50

minimale Fluid-Mitteltemperatur -1,45 °C zum Ende JAN
 maximale Fluid-Mitteltemperatur 7,28 °C zum Ende SEP

SPITZENLAST KÜHLEN: FLUID-MITTELTEMPERATUR (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	50
JAN	11,00	3,52	2,44	1,76	0,62
FEB	11,00	4,77	3,71	3,04	1,90
MÄR	11,00	5,89	4,86	4,19	3,07
APR	11,00	9,02	8,02	7,37	6,25
MAI	11,00	9,68	8,71	8,07	6,96
JUN	11,00	9,80	8,87	8,23	7,13
JUL	11,00	9,83	8,93	8,30	7,20
AUG	11,00	9,85	8,97	8,35	7,26
SEP	10,53	9,84	8,98	8,37	7,28
OKT	8,92	8,29	7,46	6,86	5,78
NOV	6,69	6,12	5,32	4,72	3,65
DEZ	4,74	4,20	3,42	2,83	1,76

SPITZENLAST KÜHLEN: JAHR 50

minimale Fluid-Mitteltemperatur 0,62 °C zum Ende JAN
 maximale Fluid-Mitteltemperatur 7,28 °C zum Ende SEP

Anlage 3: Referenzanlage Freiberg – Detaillierte Simulationsergebnisse EWS

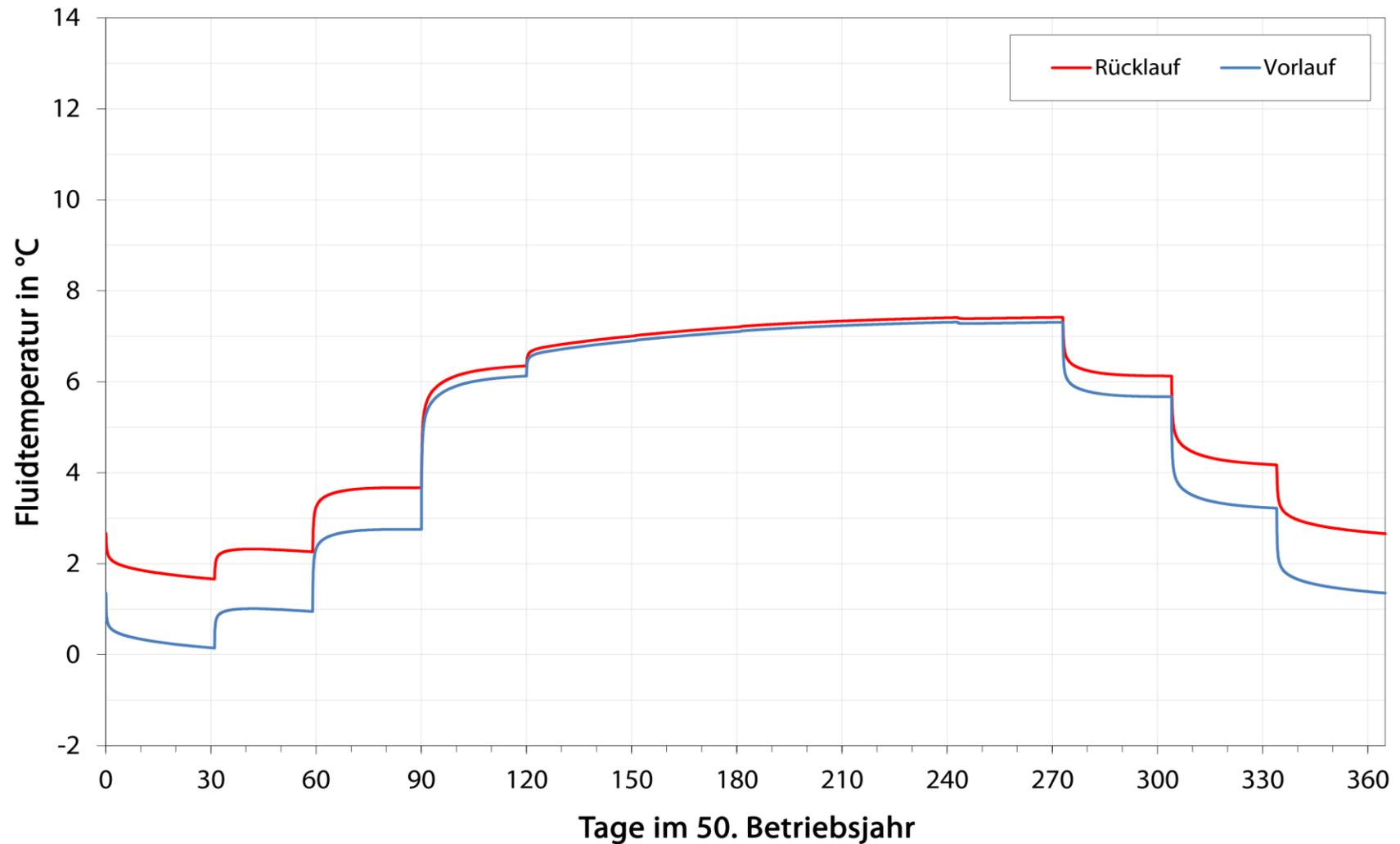


Abbildung 2: Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr ohne taktenden Lastbetrieb

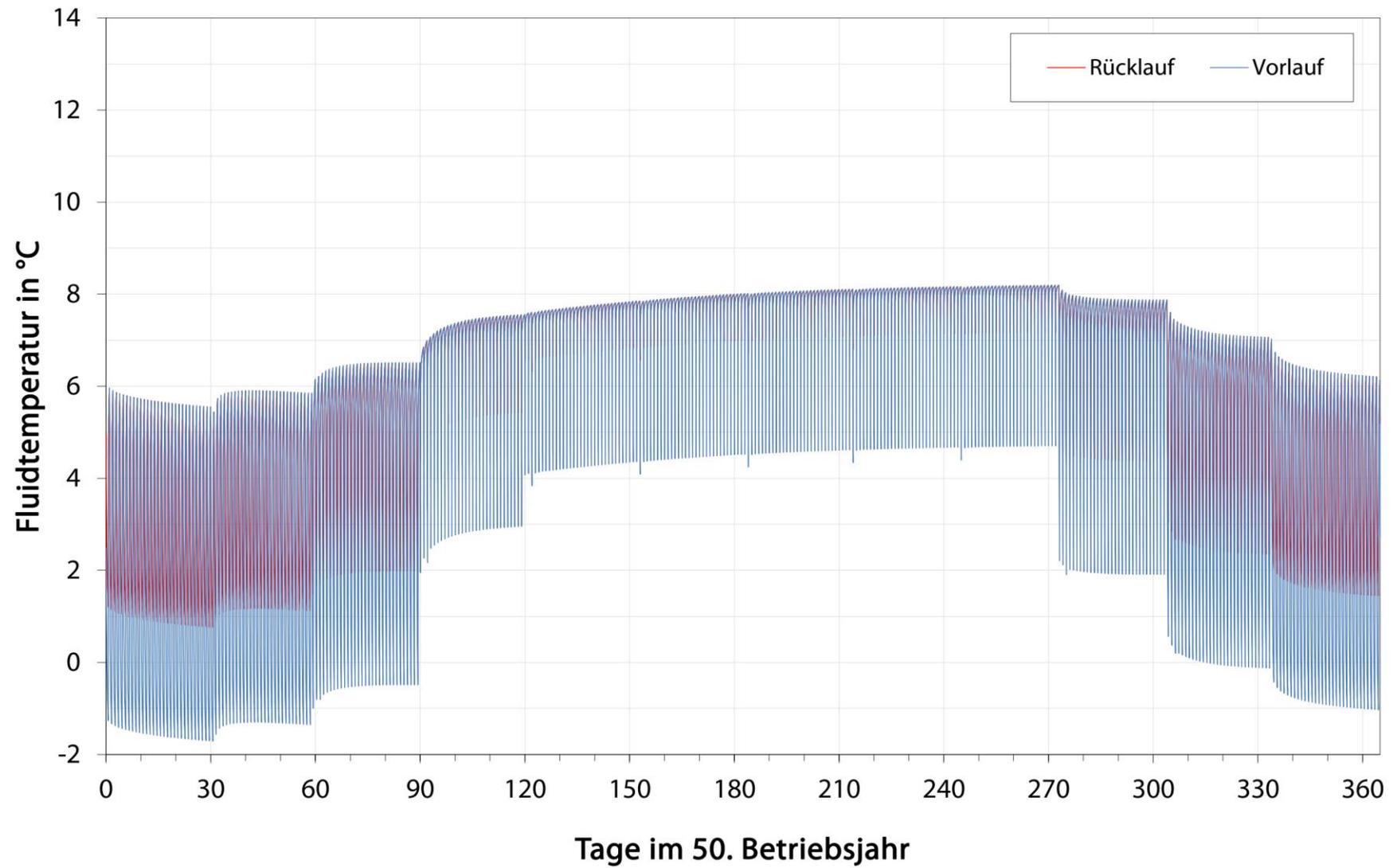


Abbildung 3: Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr mit taktendem Lastbetrieb

Anlage 4: Referenzanlage Freiberg – Mittels FEFLOW ermittelte Vor- und Rücklauf­temperatur des Wärmeträgerfluids im Sondenfeld

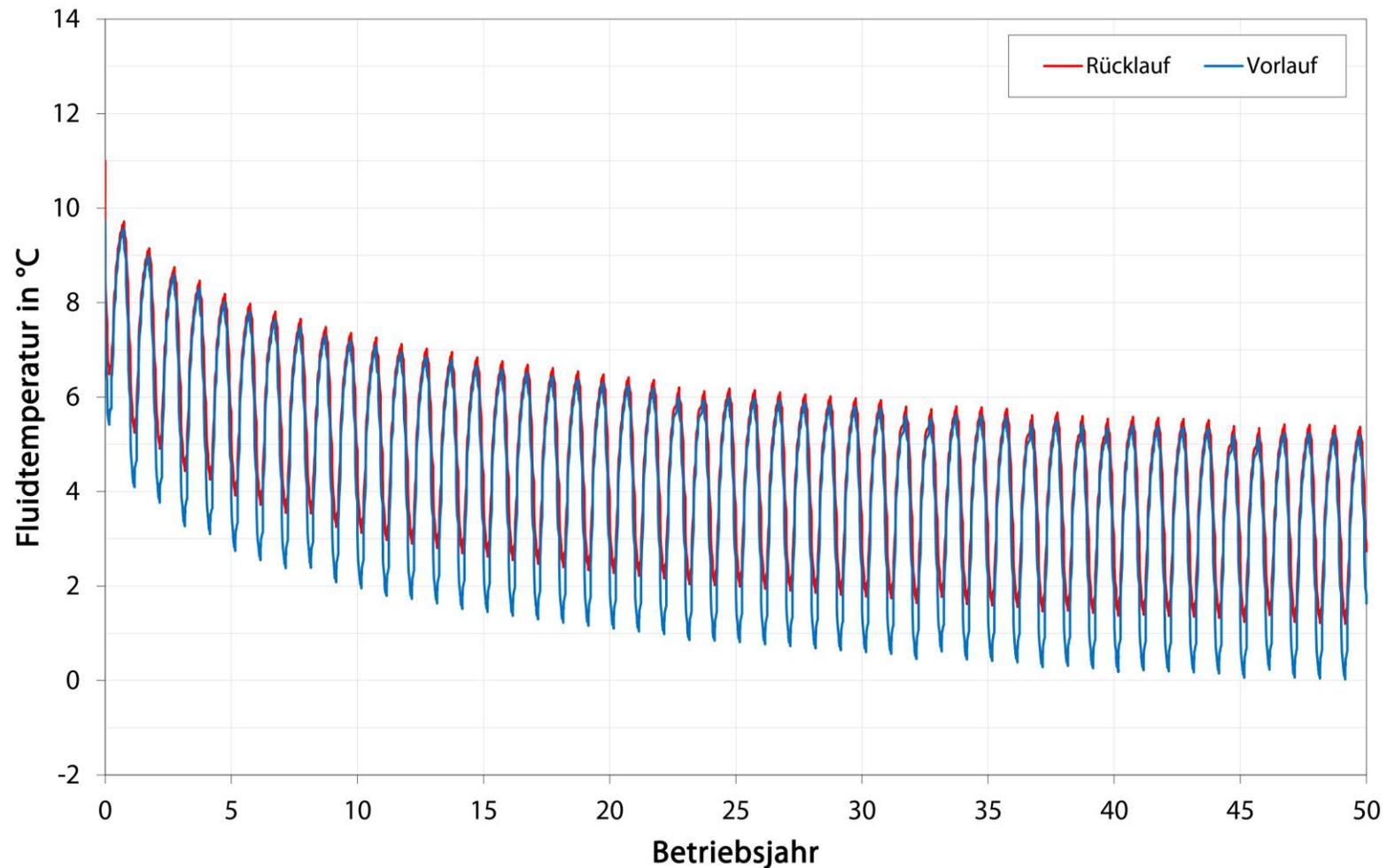


Abbildung 4: Vor- und Rücklauf­temperaturen des Wärmeträgerfluids über den Simulationszeitraum von 50 Jahren

Anlage 5: Referenzanlage Dresden – Ein- und Ausgabeparameter der Dimensionierung mittels EED

Anmerkungen zum Projekt

[Dimensionierung der Referenzanlage am Standort Dresden]

DATEN KURZFASSUNG

Kosten	-
Anzahl Bohrungen	3
Tiefe der Erdwärmesonde	110,00 m
Erdwärmesondenlänge gesamt	330,00 m

E I N G A B E D A T E N (P L A N U N G)

=====

UNTERGRUND

Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs	2,880 W/(m·K)
Spez, Wärmekapazität des Erdreichs	2,200 MJ/(m ³ ·K)
Mittl, Temperatur d, Erdoberfläche	12,30 °C
Geothermischer Wärmefluss	0,0000 W/m ²

BOHRUNG UND ERDWÄRMESONDE

Sondenanordnung	2 ("3 : 1 x 3 line")
Tiefe der Erdwärmesonde	110,00 m
Abstand der Erdwärmesonden	8,80 m
Sondentyp	Doppel-U
Bohrlochdurchmesser	152,00 mm
U-Rohr, Außendurchmesser	32,000 mm
U-Rohr, Wandstärke	2,900 mm
U-Rohr, Wärmeleitfähigkeit	0,420 W/(m·K)
U-Rohr, Mittenabstand d, U-Schenkel	70,000 mm
Wärmeleitfähigkeit der Verfüllung	0,800 W/(m·K)
Übergangswiderst, Rohr/Verfüllung	0,0000 (m·K)/W

THERMISCHE WIDERSTÄNDE

Thermischer Widerst, Fluid/Erdreich	0,1050 (m·K)/W
Thermischer Widerstand intern	0,3000 (m·K)/W
Interner Wärmeübergang zw, auf- und abwärts führenden Rohren berücksichtigt	

WÄRMETRÄGERMEDIUM

Wärmeleitfähigkeit	0,4800 W/(m·K)
Spezifische Wärmekapazität	3795,000 J/(Kg·K)
Dichte	1052,000 Kg/m ³
Viskosität	0,005200 Kg/(m·s)
Gefrierpunkt	-14,0 °C
Umwälzmenge pro Bohrloch	0,480 l/s

GRUNDLAST

Jährlicher Warmwasserbedarf	14,13 MWh
Jahresheizarbeit	32,97 MWh
Jahreskühlarbeit	0,00 MWh
Jahresarbeitszahl (WW)	3,00
Jahresarbeitszahl Heizen	4,50
Jahresarbeitszahl Kühlen	99999,00

Monatliches Bedarfsprofil [MWh]

Monat	Wärmebedarf		Kühlbedarf	Erdseite	
JAN	0,170	6,78	0,000	0,00	5,144
FEB	0,150	6,12	0,000	0,00	4,632
MÄR	0,130	5,46	0,000	0,00	4,119
APR	0,080	3,82	0,000	0,00	2,836
MAI	0,040	2,50	0,000	0,00	1,811
JUN	0,014	1,64	0,000	0,00	1,144
JUL	0,013	1,61	0,000	0,00	1,118
AUG	0,013	1,61	0,000	0,00	1,118
SEP	0,030	2,17	0,000	0,00	1,554
OKT	0,080	3,82	0,000	0,00	2,836
NOV	0,120	5,13	0,000	0,00	3,862
DEZ	0,160	6,45	0,000	0,00	4,888
Gesamt	1,000	47,10	0,000	0,00	35,063

SPITZENLAST

Monatliche Spitzenlast [kW]

Monat	Spitzen-Heizlast	Dauer	Spitzen-Kühllast	Dauer [h]
JAN	17,00	8,0	0,00	0,0
FEB	17,00	6,0	0,00	0,0
MÄR	17,00	4,0	0,00	0,0
APR	17,00	2,0	0,00	0,0
MAI	17,00	0,0	0,00	0,0
JUN	17,00	0,0	0,00	0,0
JUL	17,00	0,0	0,00	0,0
AUG	17,00	0,0	0,00	0,0
SEP	17,00	2,0	0,00	0,0
OKT	17,00	4,0	0,00	0,0
NOV	17,00	6,0	0,00	0,0
DEZ	17,00	8,0	0,00	0,0

Dauer der Simulation (Jahre) 50
 Monat der Inbetriebnahme SEP

B E R E C H N E T E W E R T E
 =====

Erdwärmesondenlänge gesamt 330,00 m

THERMISCHE WIDERSTÄNDE

Effekt, therm, Bohrlochwiderstand 0,1087 (m·K)/W

SPEZIFISCHER WÄRMEENTZUGSLEISTUNG [W/m]

Monat	Grundlast	Spitzen-Heizlast	Spitzen-Kühllast
JAN	21,35	40,07	-0,00
FEB	19,23	40,07	-0,00
MÄR	17,10	40,07	-0,00
APR	11,77	40,07	-0,00
MAI	7,52	40,07	-0,00
JUN	4,75	40,07	-0,00
JUL	4,64	40,07	-0,00
AUG	4,64	40,07	-0,00
SEP	6,45	40,07	-0,00
OKT	11,77	40,07	-0,00
NOV	16,03	40,07	-0,00
DEZ	20,29	40,07	-0,00

GRUNDLAST: FLUID-MITTELTEMPERATUREN (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	50
JAN	12,30	4,91	3,70	3,11	2,17
FEB	12,30	5,36	4,21	3,63	2,70
MÄR	12,30	5,90	4,81	4,23	3,30
APR	12,30	7,48	6,43	5,87	4,95
MAI	12,30	8,83	7,83	7,27	6,35
JUN	12,30	9,77	8,80	8,26	7,34
JUL	12,30	9,88	8,96	8,42	7,51
AUG	12,30	9,93	9,03	8,50	7,60
SEP	10,31	9,39	8,53	8,01	7,11
OKT	8,53	7,72	6,89	6,38	5,49
NOV	7,02	6,29	5,48	4,98	4,09
DEZ	5,48	4,81	4,03	3,53	2,65

GRUNDLAST: JAHR 50

Niedrigste Fluid-Mitteltemperatur 2,17 °C zum Ende JAN
 Höchste Fluid-Mitteltemperatur 7,60 °C zum Ende AUG

SPITZENLAST HEIZEN: FLUID-MITTELTEMPERATUR (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	50
JAN	12,30	1,48	0,28	-0,32	-1,25
FEB	12,30	1,71	0,57	-0,02	-0,95
MÄR	12,30	2,14	1,05	0,47	-0,46
APR	12,30	3,39	2,34	1,78	0,86
MAI	12,30	8,83	7,83	7,27	6,35
JUN	12,30	9,77	8,80	8,26	7,34
JUL	12,30	9,88	8,96	8,42	7,51
AUG	12,30	9,93	9,03	8,50	7,60
SEP	5,45	4,53	3,67	3,15	2,25
OKT	3,90	3,09	2,26	1,75	0,86
NOV	2,82	2,08	1,28	0,77	-0,11
DEZ	1,87	1,19	0,41	-0,09	-0,97

SPITZENLAST HEIZEN: JAHR 50

minimale Fluid-Mitteltemperatur -1,25 °C zum Ende JAN
 maximale Fluid-Mitteltemperatur 7,60 °C zum Ende AUG

SPITZENLAST KÜHLEN: FLUID-MITTELTEMPERATUR (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	50
JAN	12,30	4,91	3,70	3,11	2,17
FEB	12,30	5,36	4,21	3,63	2,70
MÄR	12,30	5,90	4,81	4,23	3,30
APR	12,30	7,48	6,43	5,87	4,95
MAI	12,30	8,83	7,83	7,27	6,35
JUN	12,30	9,77	8,80	8,26	7,34
JUL	12,30	9,88	8,96	8,42	7,51
AUG	12,30	9,93	9,03	8,50	7,60
SEP	10,31	9,39	8,53	8,01	7,11
OKT	8,53	7,72	6,89	6,38	5,49
NOV	7,02	6,29	5,48	4,98	4,09
DEZ	5,48	4,81	4,03	3,53	2,65

SPITZENLAST KÜHLEN: JAHR 50

minimale Fluid-Mitteltemperatur 2,17 °C zum Ende JAN
 maximale Fluid-Mitteltemperatur 7,60 °C zum Ende AUG

DATEN KURZFASSUNG

Kosten	-
Anzahl Bohrungen	6
Tiefe der Erdwärmesonde	107,00 m
Erdwärmesondenlänge gesamt	642,00 m

Anlage 6: Referenzanlage Dresden – Detaillierte Simulationsergebnisse EWS

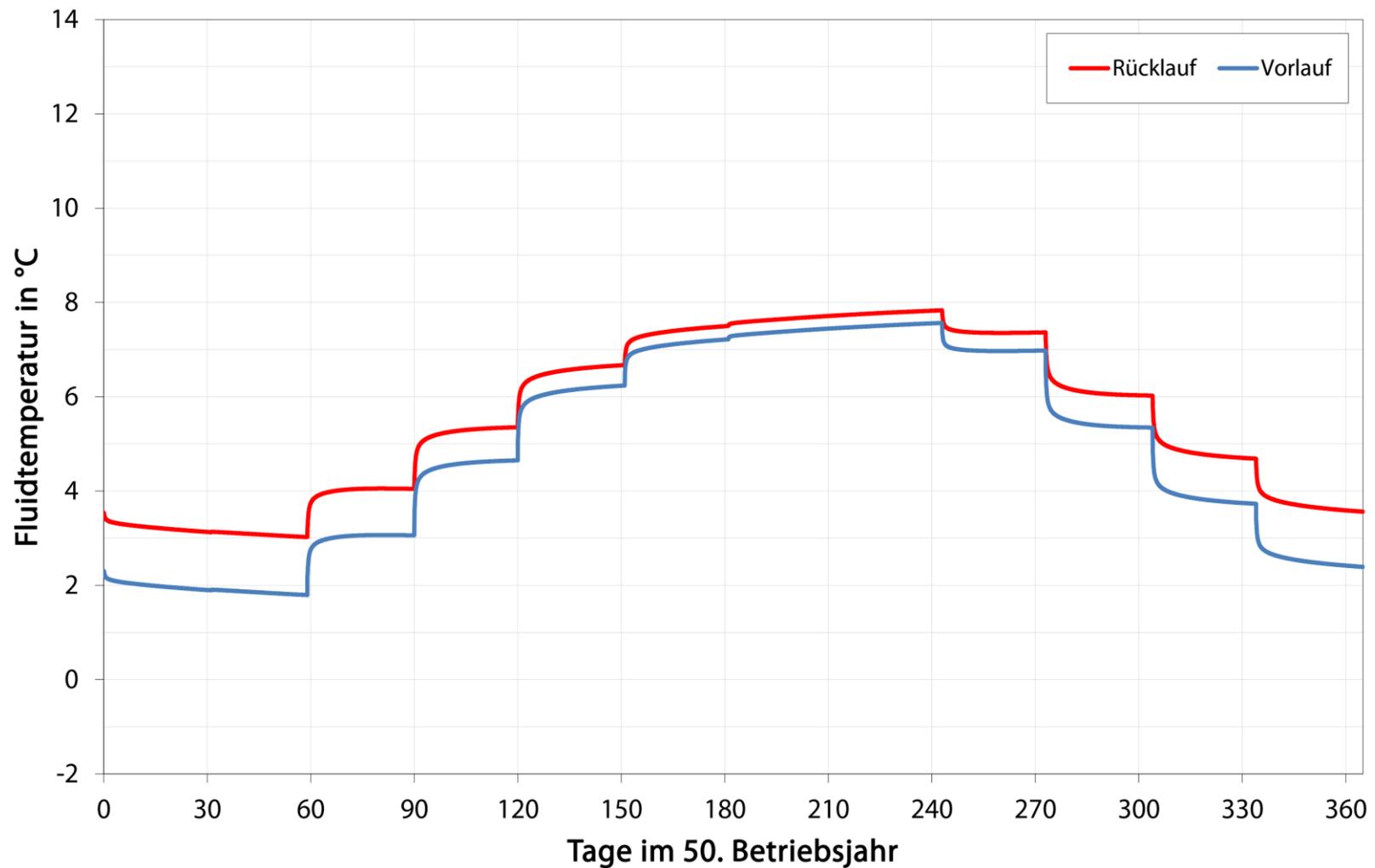


Abbildung 5: Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr ohne taktenden Lastbetrieb/ohne Grundwasser-Bilanzmodell

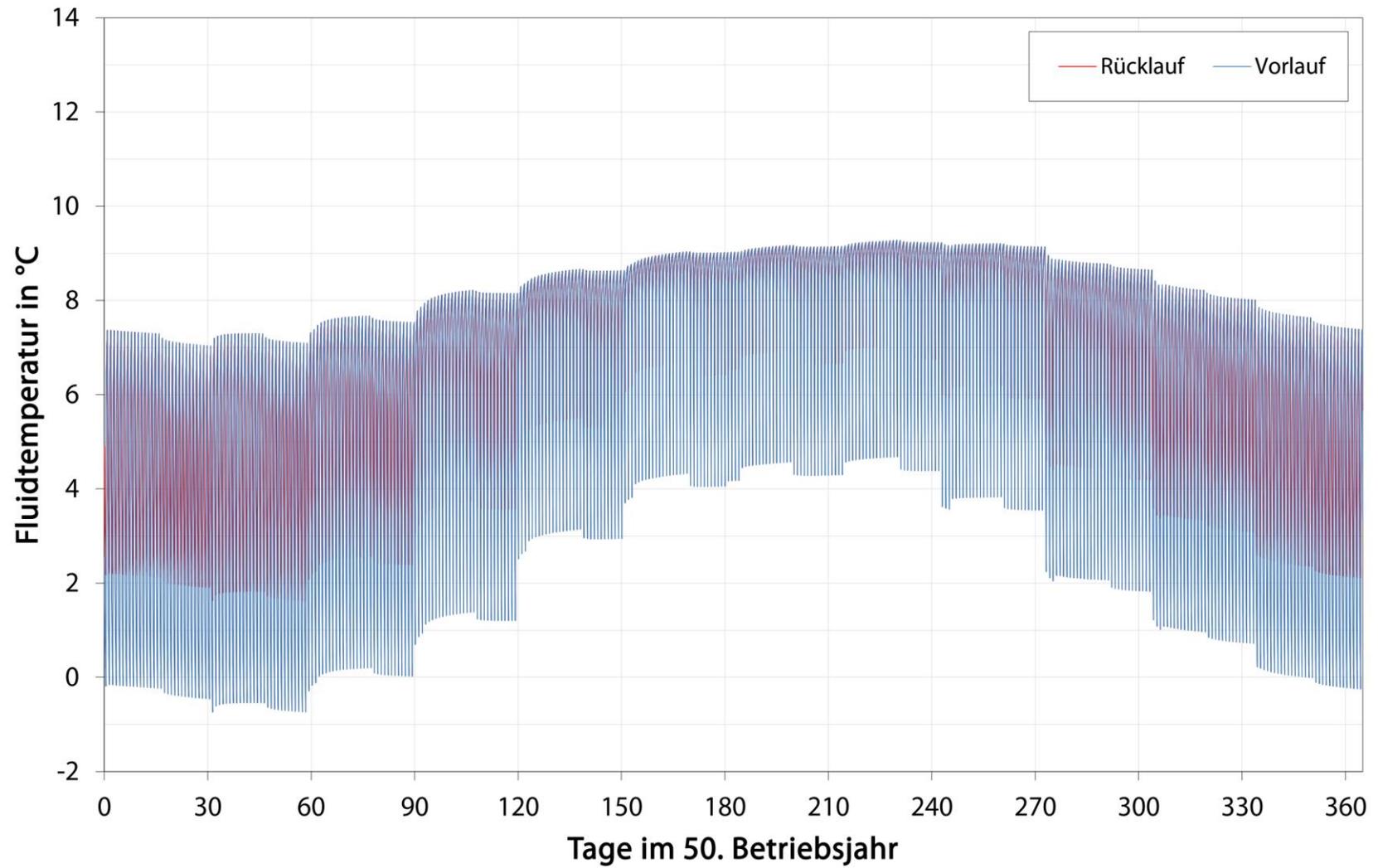


Abbildung 6: Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr mit taktendem Lastbetrieb/ohne Grundwasser-Bilanzmodell

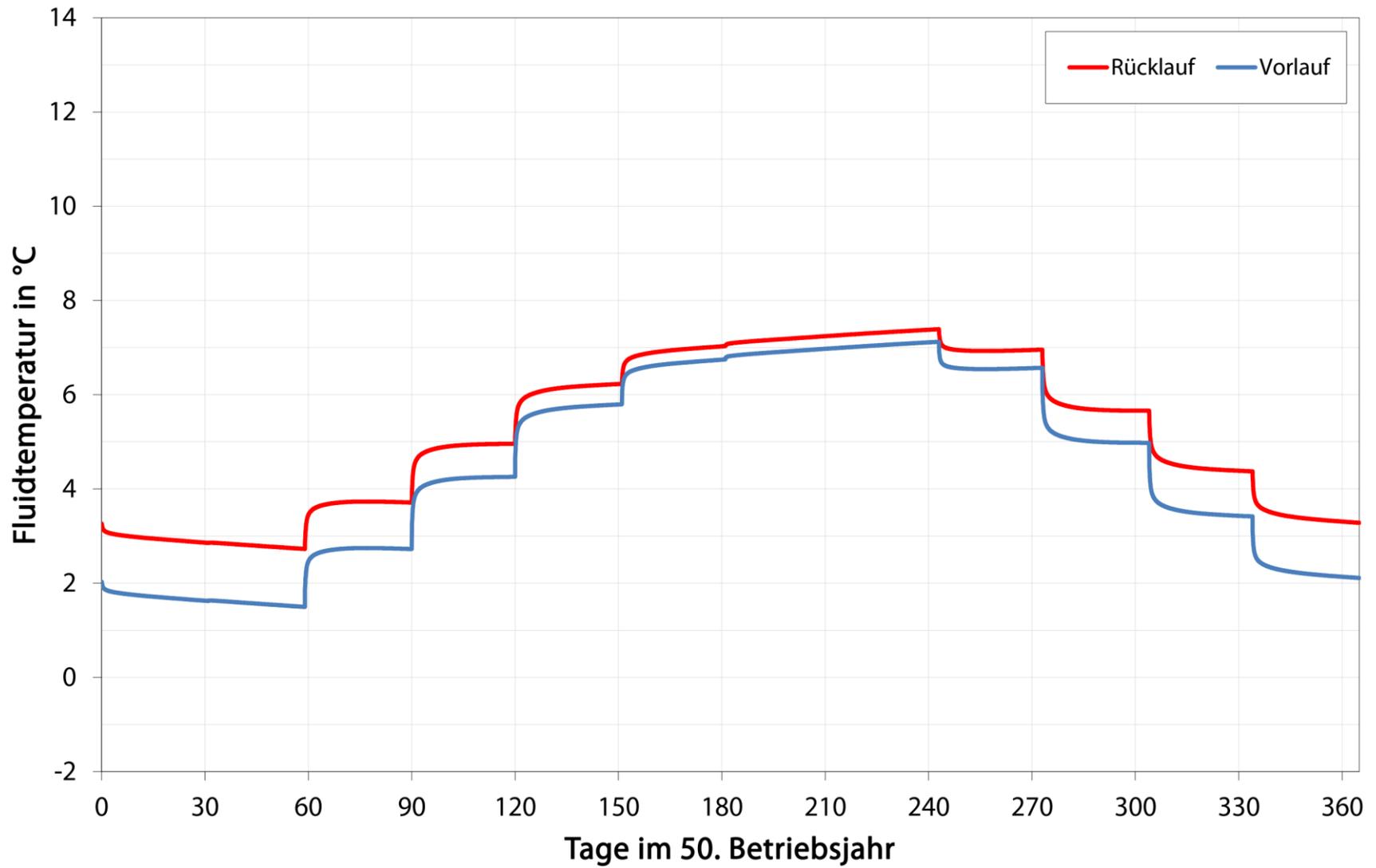


Abbildung 7: Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr ohne taktenden Lastbetrieb/mit Grundwasser-Bilanzmodell

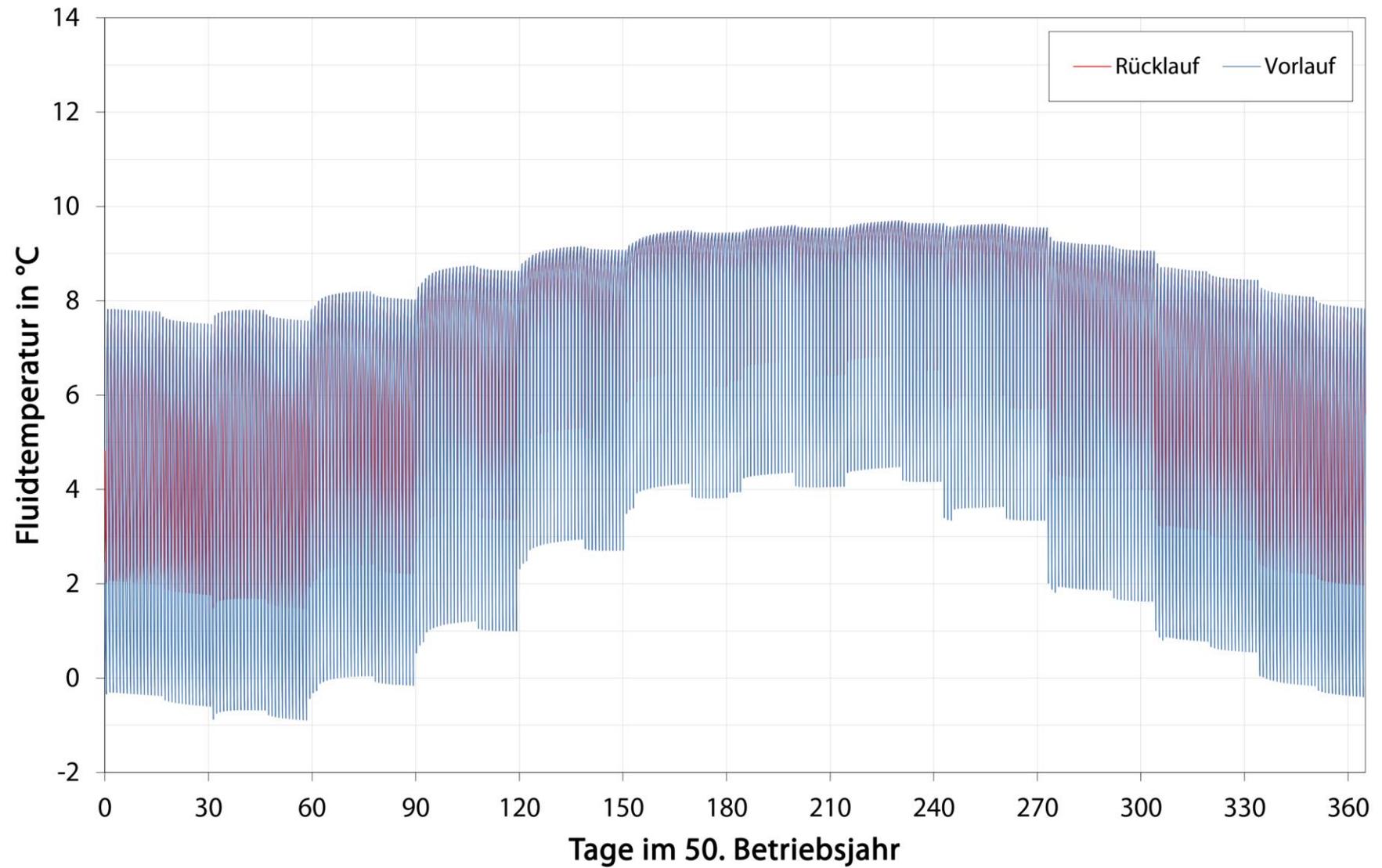


Abbildung 8: Vor- und Rücklauftemperaturen des Sondenfluids im 50. Betriebsjahr mit taktendem Lastbetrieb/mit Grundwasser-Bilanzmodell

Anlage 7: Referenzanlage Dresden – Mittels FEFLOW ermittelte Vor- und Rücklauf- temperatur des Wärmeträgerfluids im Sondenfeld

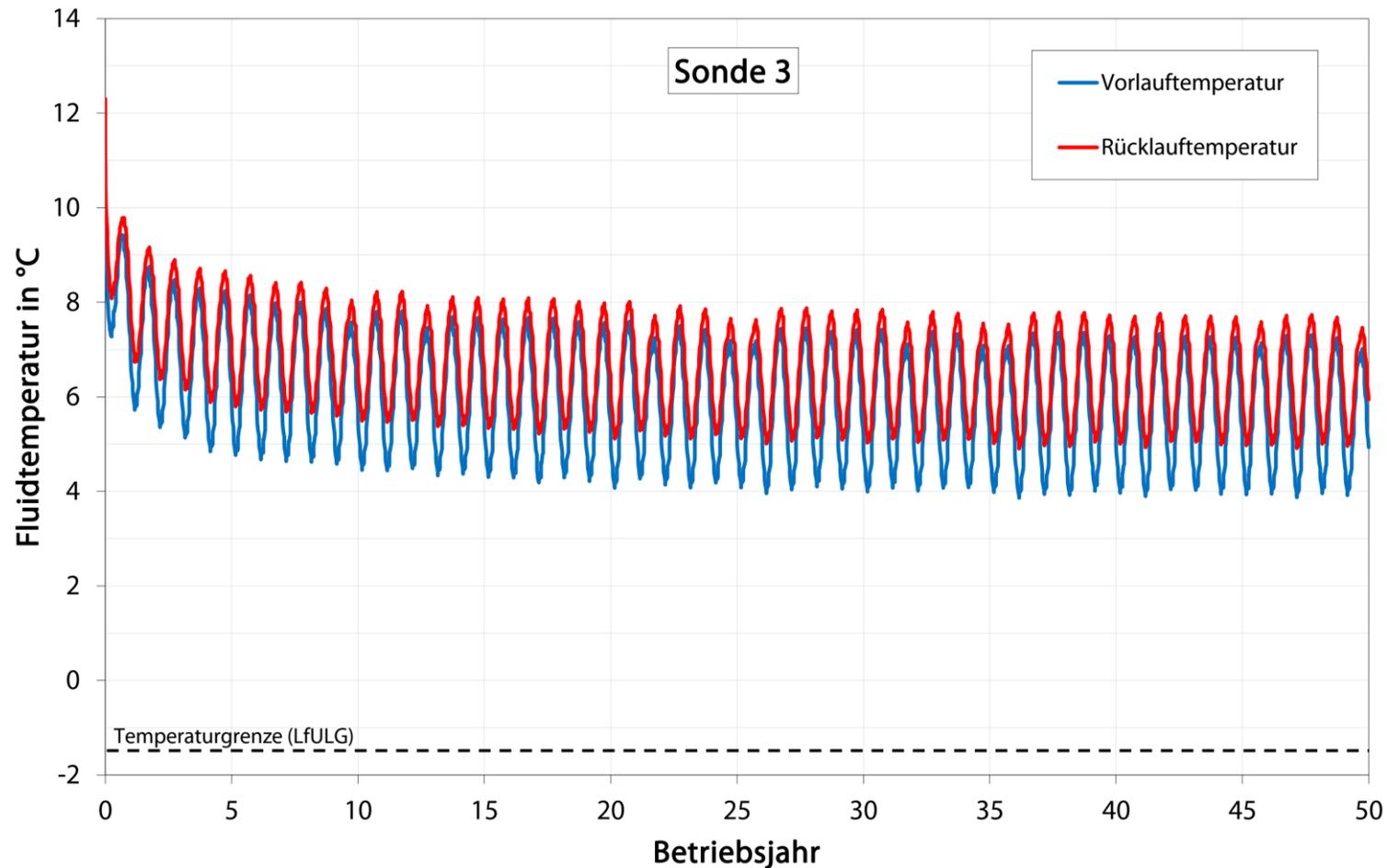


Abbildung 9: Vor- und Rücklauf-temperaturen des Wärmeträgerfluids über den Simulationszeitraum von 50 Jahren

Anlage 8: Modellstandort Dresden – Beeinflussung der natürlichen Unter- grundtemperatur im Bereich der gewähl- ten Grundstücksgrenze

8.1 Im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung unterschiedlicher fiktiver Nachbaranlagen

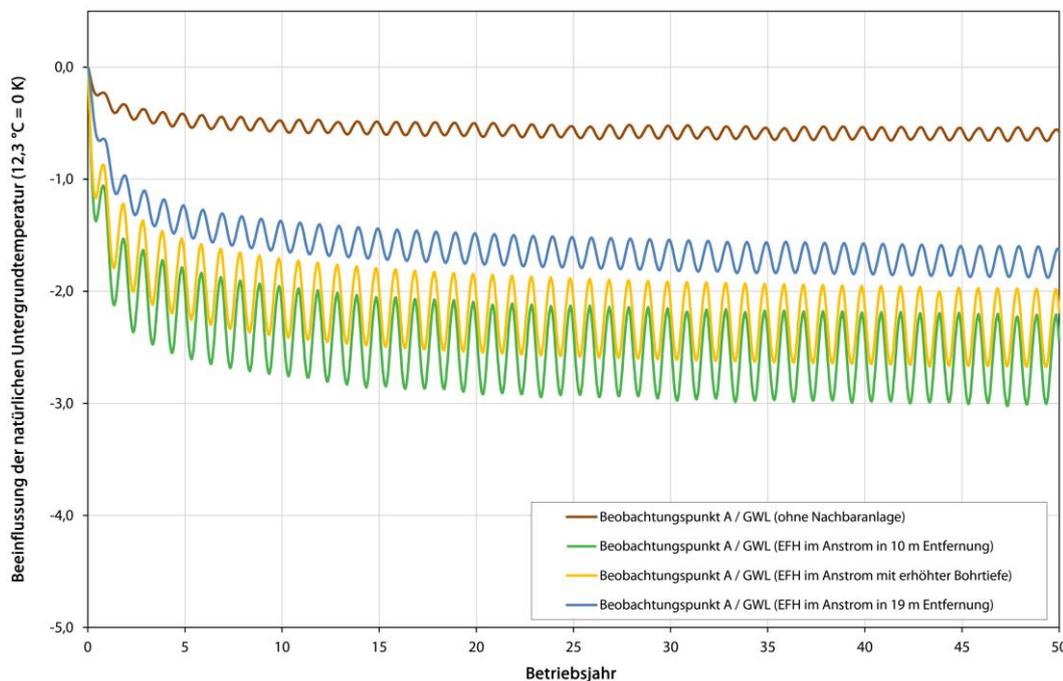


Abbildung 10: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage

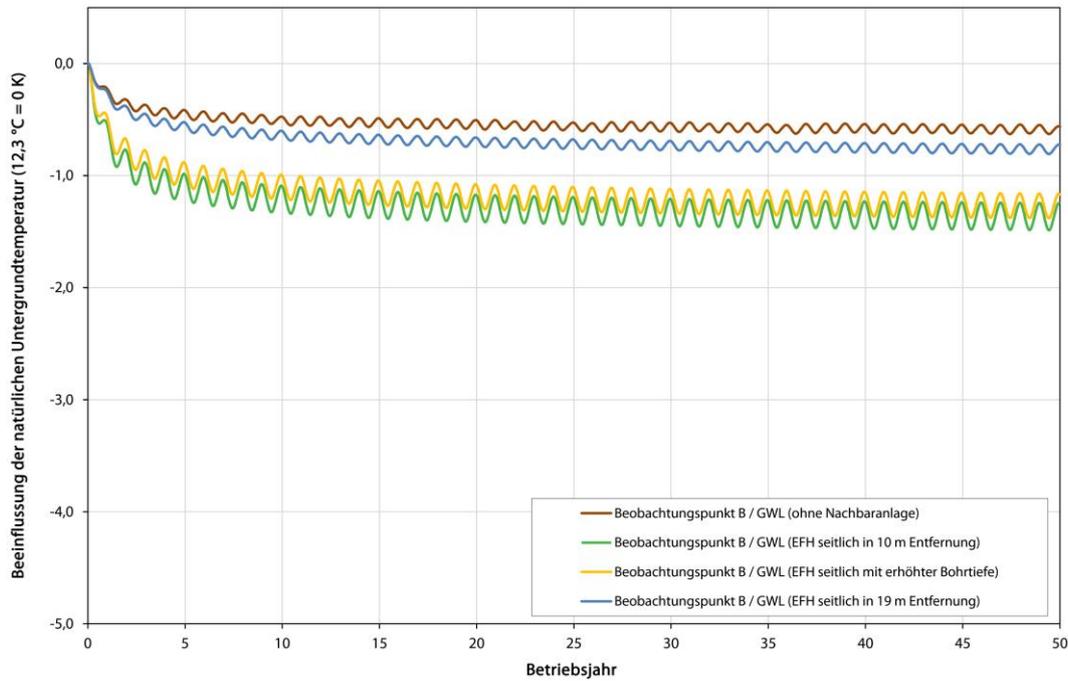


Abbildung 11: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt B im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage

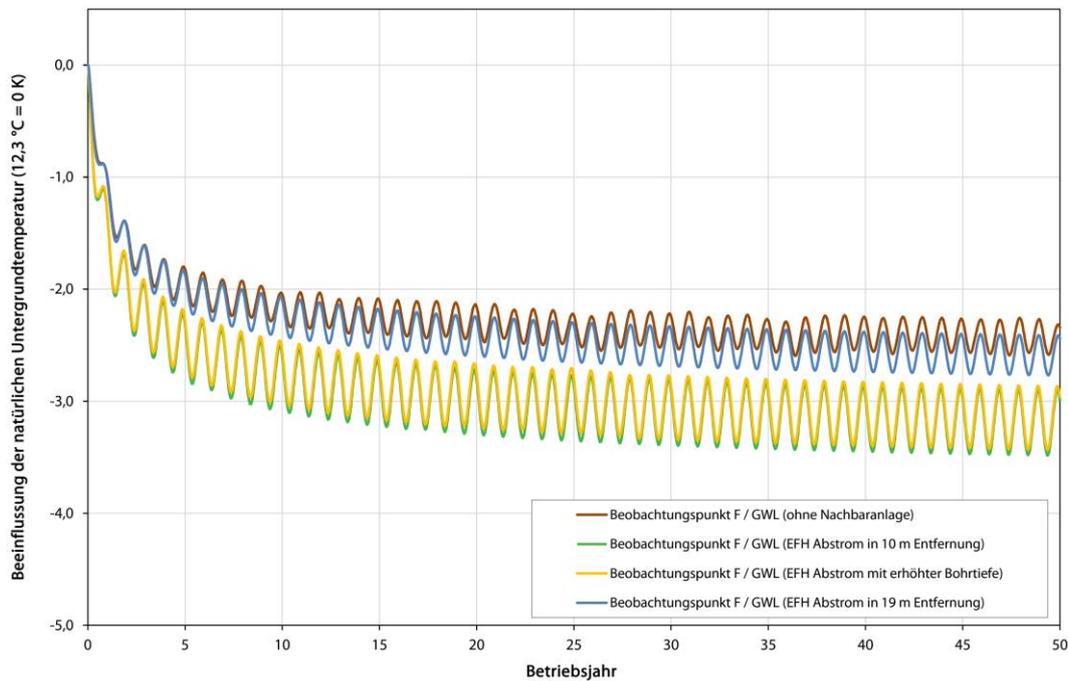


Abbildung 12: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage

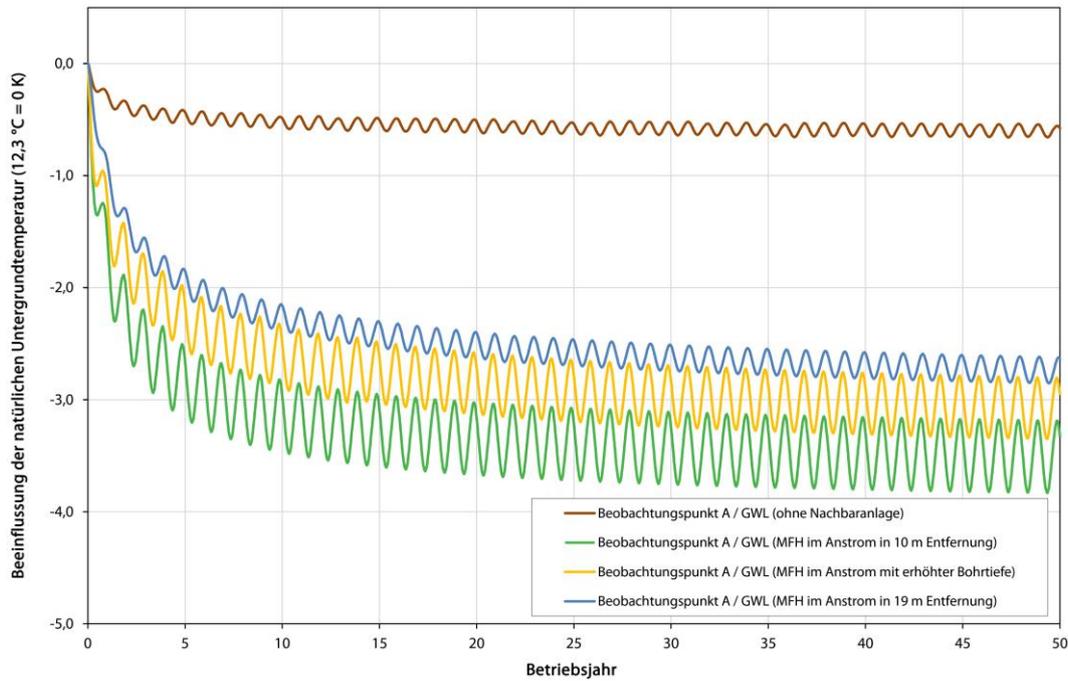


Abbildung 13: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage

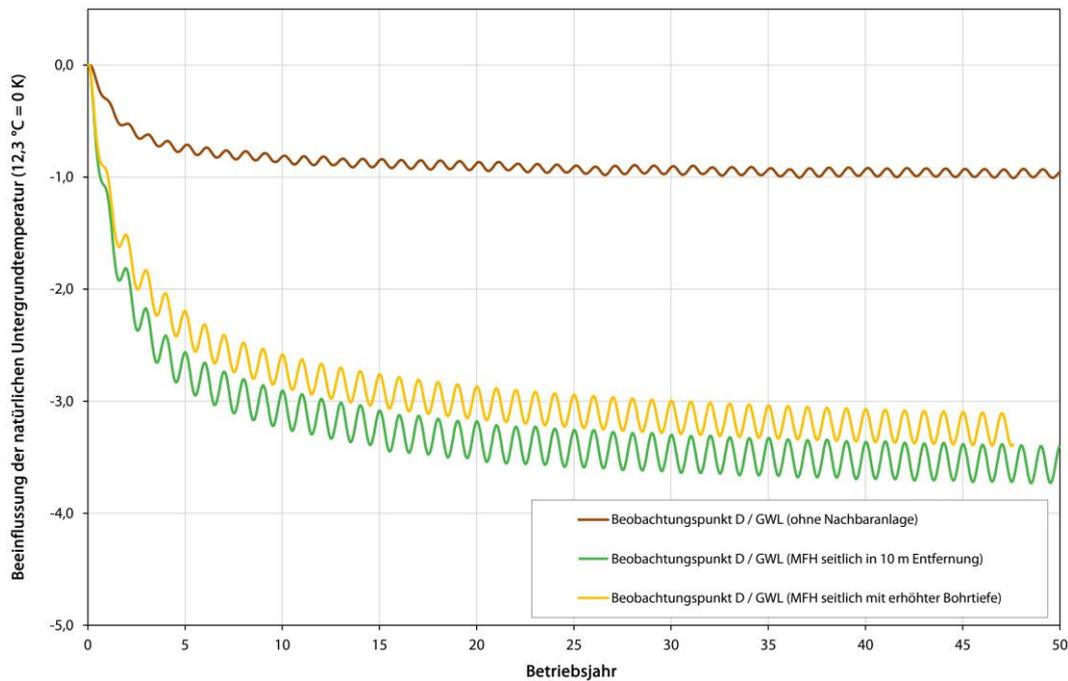


Abbildung 14: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt D im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage

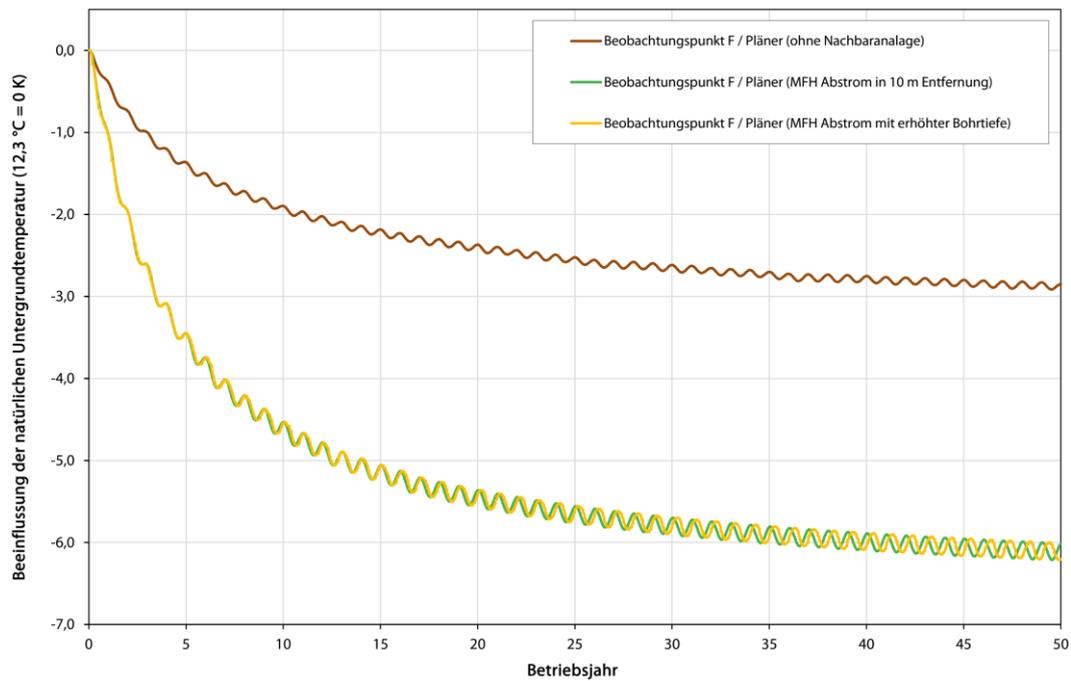


Abbildung 15: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Grundwasserleiters unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage

Tabelle 1: Zusammenfassung der maximalen Temperaturabsenkung im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze im Niveau des Grundwasserleiters an den Beobachtungspunkten über den Betriebszeitraum von 50 Jahren

Energetik-variante	Spezifikation der fiktiven Nachbaranlage				Durch Nachbaranlage nach 50 Betriebsjahren hervorgerufene Absenkung der Fluidmittemperatur der Referenzanlage [K]	Absenkung der natürlichen Untergrundtemperatur an der Grundstücksgrenze nach 50 Betriebsjahren		
	Position zur Referenzanlage	Bohrungsanzahl	Bohrtiefe [m]	Abstand zur Referenzanlage [m]		Am Beobachtungspunkt	Maximale Temperaturabsenkung [K]	Durch Nachbaranlage bedingter Anteil [K]
Einfamilienhaus (EFH)	Anstrom	1	80	10	0,9	A	3,0	2,4
		1	110	10	0,9		2,7	2,0
		1	110	19	0,7		1,9	1,2
	seitlich	1	83	10	0,5	B	1,5	0,9
		1	110	10	0,5		1,4	0,8
		1	110	19	0,3		0,8	0,2
	Abstrom	1	101	10	0,6	F	3,5	0,9
		1	110	10	0,6		3,4	0,8
		1	110	19	0,4		2,8	0,2
Mehrfamilienhaus (MFH)	Anstrom	4	65	10	2,1	A	3,8	3,2
		4	110	10	2,0		3,4	2,7
		4	110	19	1,7		2,9	2,2
	seitlich	4	77	10	1,4	D	3,7	2,7
		4	110	10	1,5		3,4	2,4
	Abstrom	4	80	10	1,1	F	3,8	1,2
		4	110	10	1,2		3,8	1,2

8.2 Im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung unterschiedlicher fiktiver Nachbaranlagen

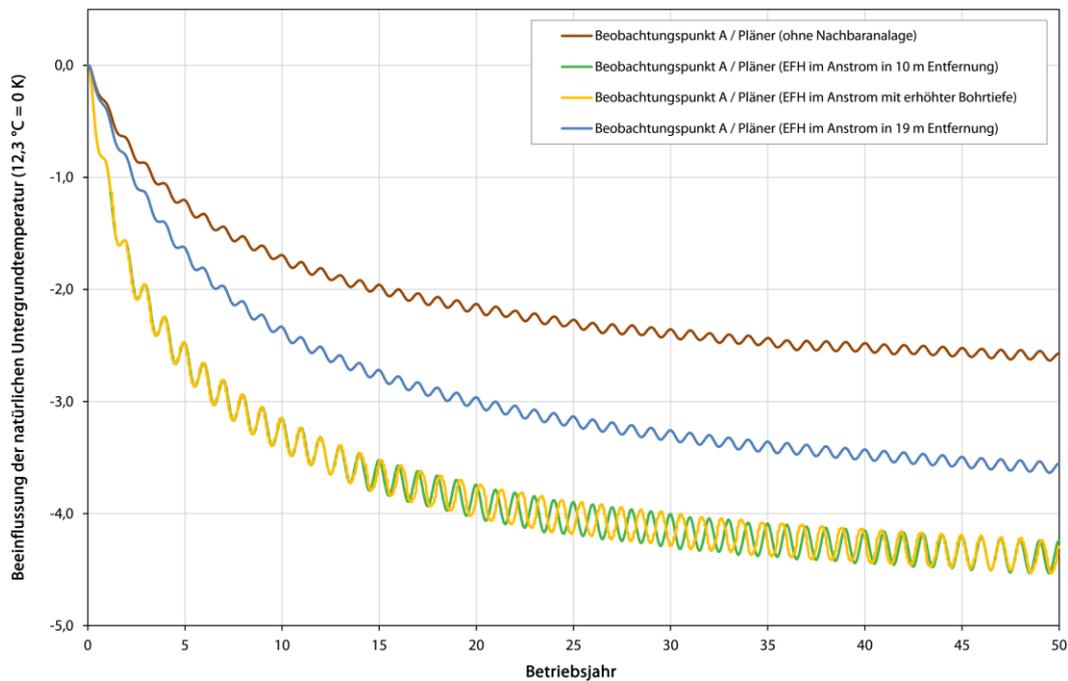


Abbildung 16: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage

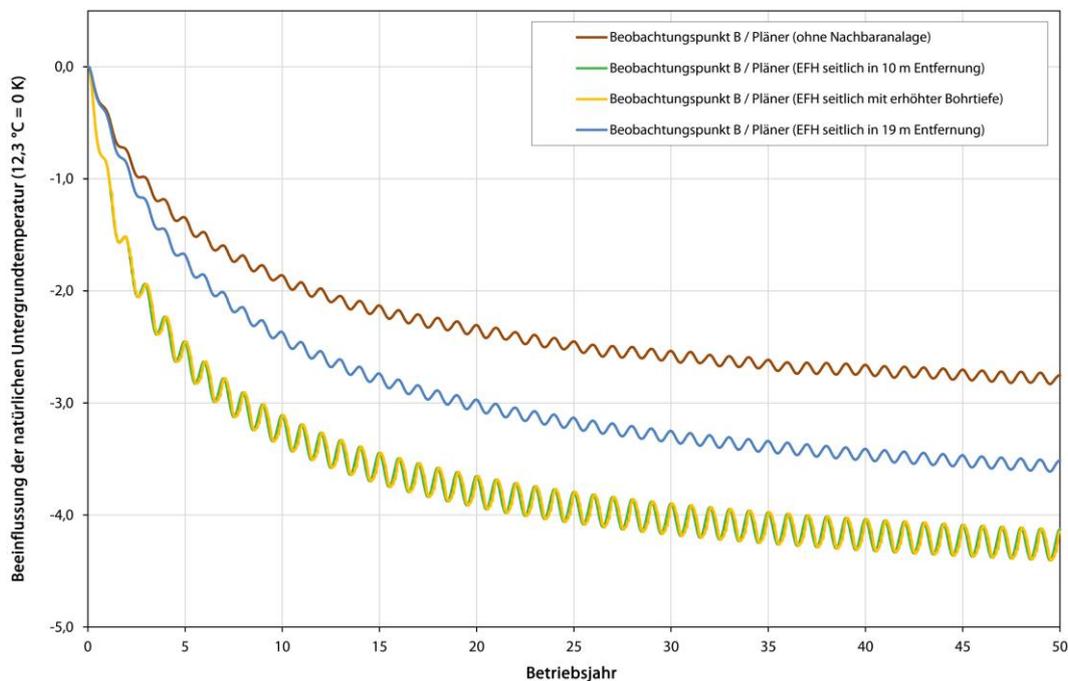


Abbildung 17: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt B im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage

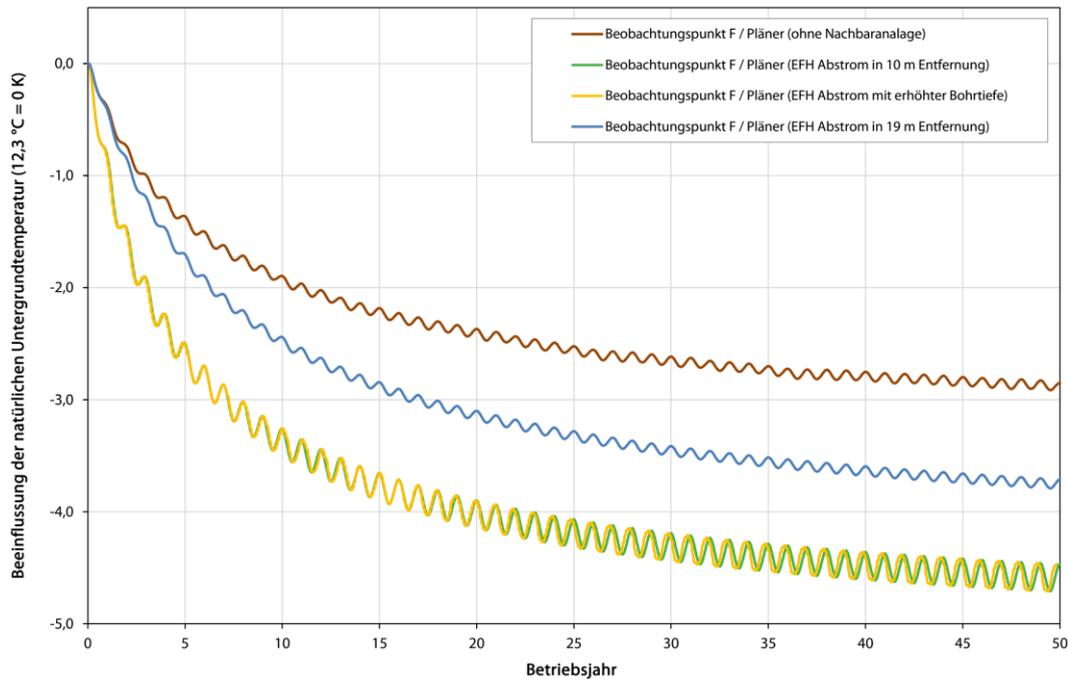


Abbildung 18: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Einfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage

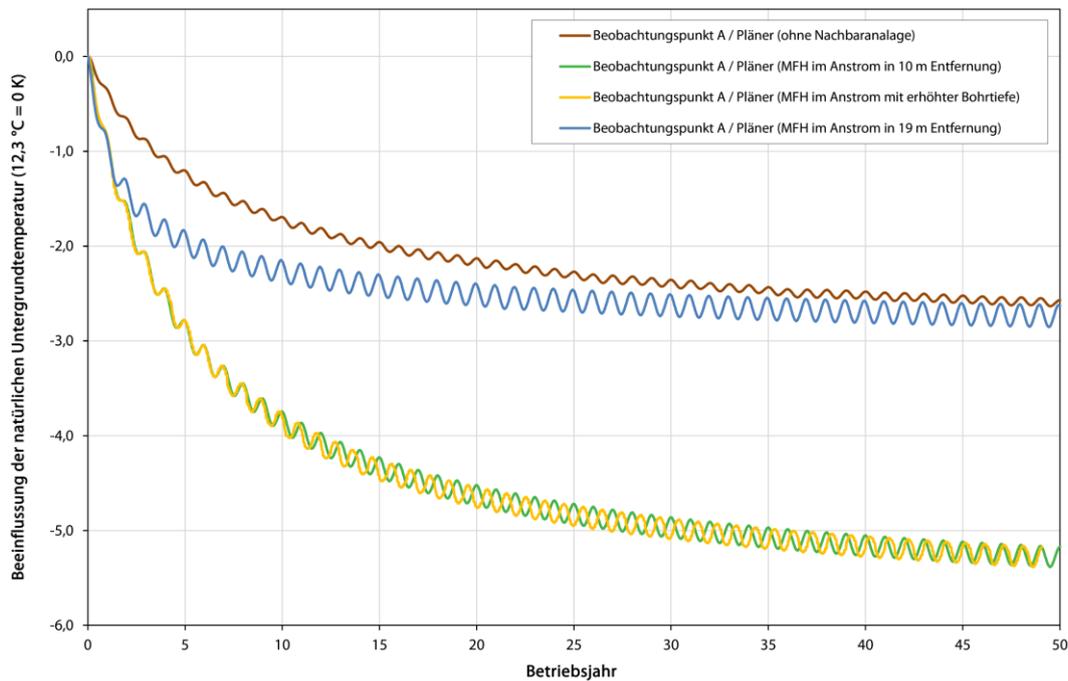


Abbildung 19: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt A im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses im Anstrombereich (nördlich) der Referenzanlage

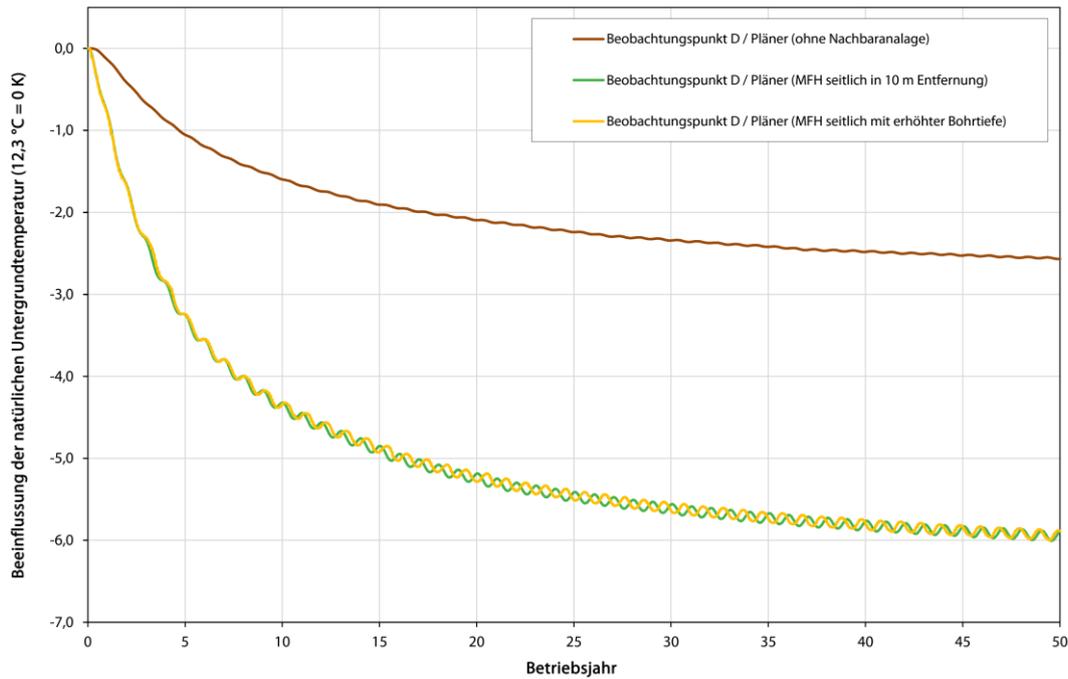


Abbildung 20: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt D im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses seitlich (östlich) der Referenzanlage

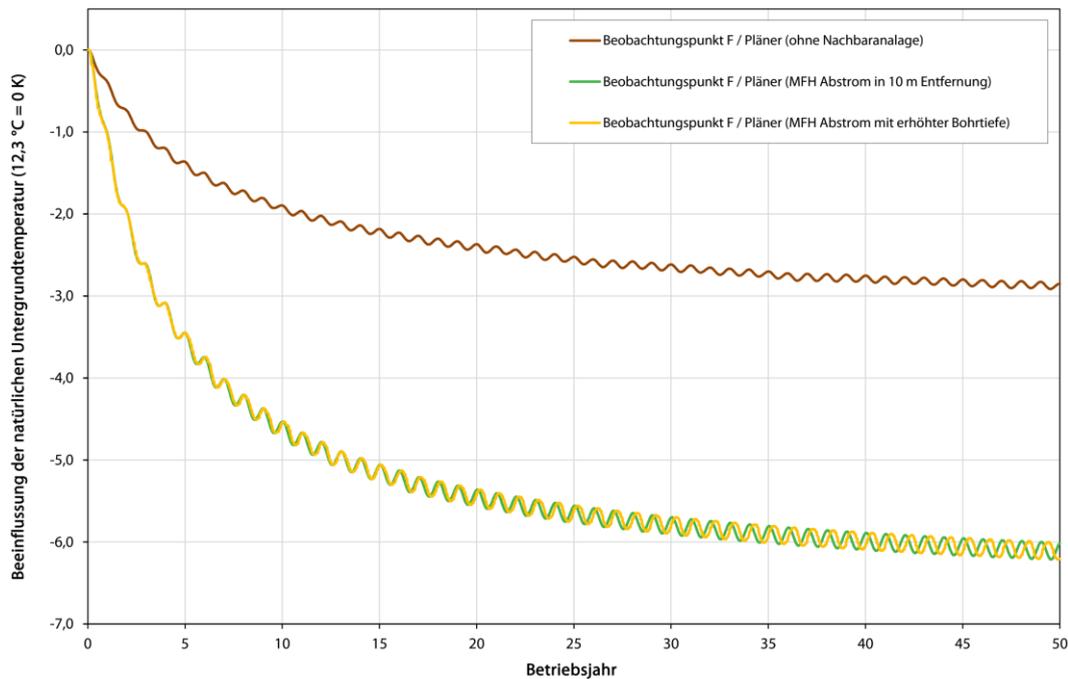


Abbildung 21: Beeinflussung der natürlichen Untergrundtemperatur im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze am Beobachtungspunkt F im Tiefenniveau des Pläners unter Berücksichtigung einer fiktiven Nachbaranlage eines Mehrfamilienhauses im Abstrombereich (südlich) der Referenzanlage

Tabelle 2: Zusammenfassung der maximalen Temperaturabsenkung im Bereich der gewählten Grundstücksgrenze im Niveau des Pläners an den Beobachtungspunkten über den Betriebszeitraum von 50 Jahren

Energetik-variante	Spezifikation der fiktiven Nachbaranlage				Durch Nachbaranlage nach 50 Betriebsjahren hervorgerufene Absenkung der Fluidmitteltemperatur der Referenzanlage [K]	Absenkung der natürlichen Untergrundtemperatur an der Grundstücksgrenze nach 50 Betriebsjahren		
	Position zur Referenzanlage	Bohrungsanzahl	Bohrtiefe [m]	Abstand zur Referenzanlage [m]		Am Beobachtungspunkt	Maximale Temperaturabsenkung [K]	Durch Nachbaranlage bedingter Anteil [K]
Einfamilienhaus (EFH)	Anstrom	1	80	10	0,9	A	4,5	1,9
		1	110	10	0,9		4,4	1,7
		1	110	19	0,7		3,6	1,0
	seitlich	1	83	10	0,5	B	4,4	1,6
		1	110	10	0,5		4,3	1,5
		1	110	19	0,3		3,6	0,8
		1	101	10	0,6		4,7	1,8
	Abstrom	1	110	10	0,6	F	4,6	1,7
		1	110	19	0,4		3,8	0,9
		1	110	19	0,4		3,8	0,9
Mehrfamilienhaus (MFH)	Anstrom	4	65	10	2,1	A	5,4	2,8
		4	110	10	2,0		5,8	3,2
		4	110	19	1,7		2,9	0,2
	seitlich	4	77	10	1,4	D	6,0	3,4
		4	110	10	1,5		5,8	3,2
	Abstrom	4	80	10	1,1	F	6,2	3,3
		4	110	10	1,2		6,1	3,2
		4	110	10	1,2		6,1	3,2

Anlage 9: Anonymisierte Darstellung für die Webplattform

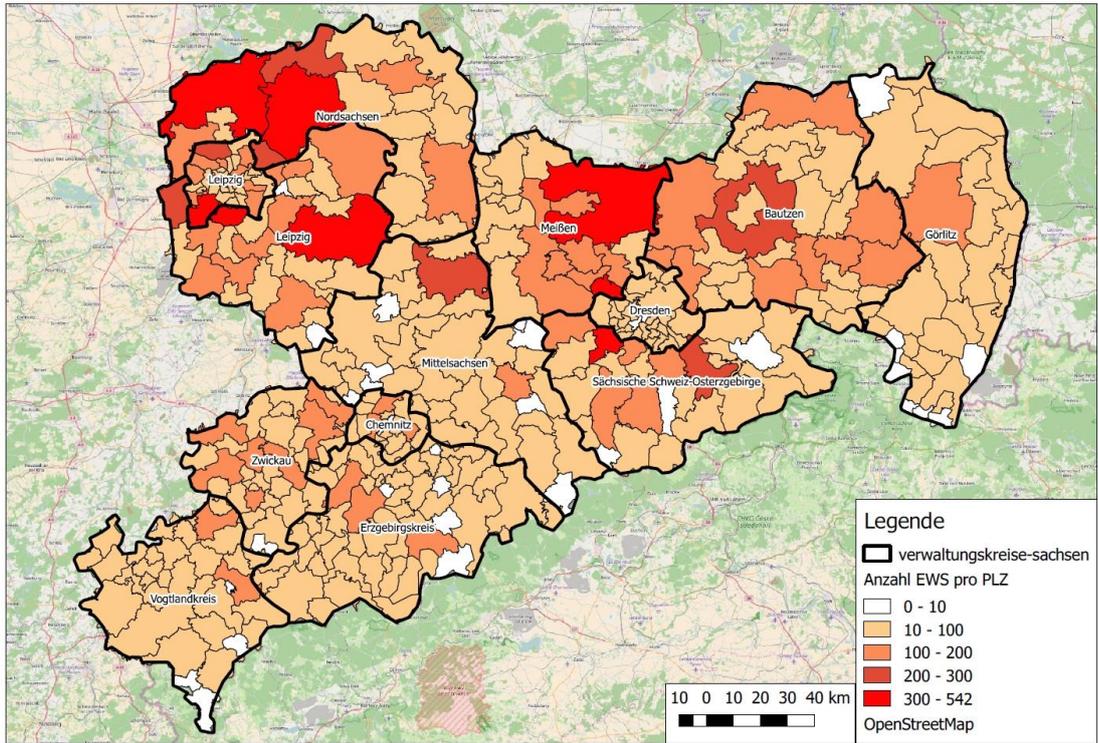


Abbildung 22: Darstellungsweise als PLZ-Gebiet

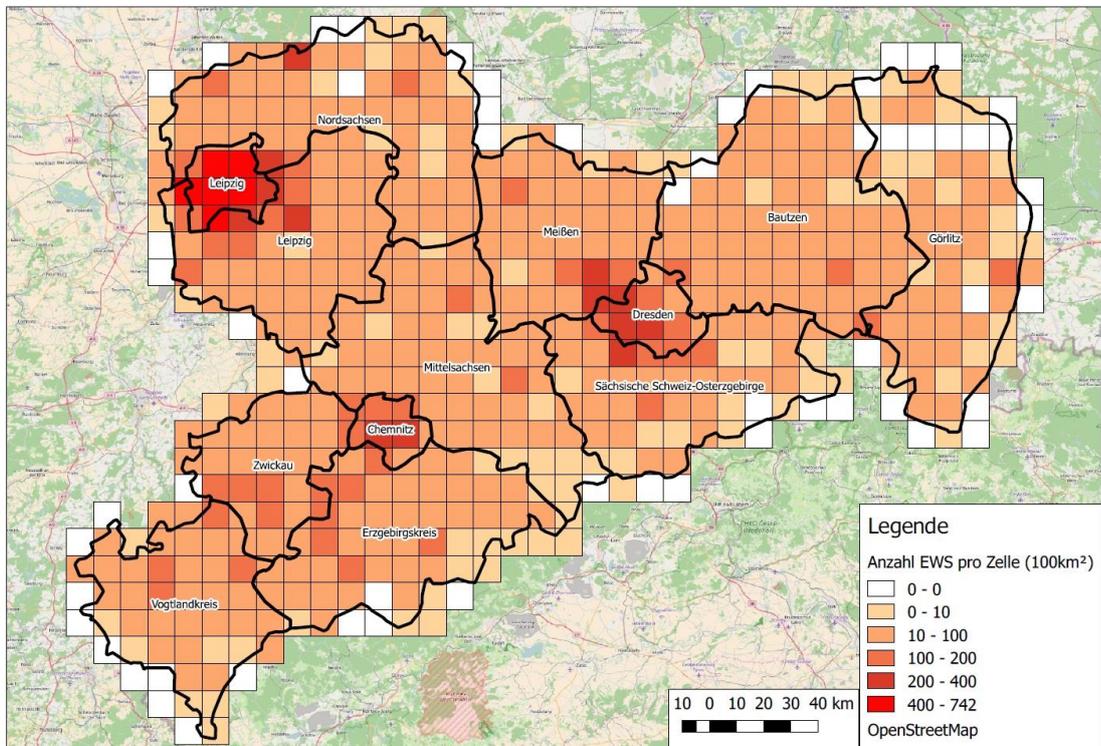


Abbildung 23: Darstellung mit 100 km²-Rasterzellen

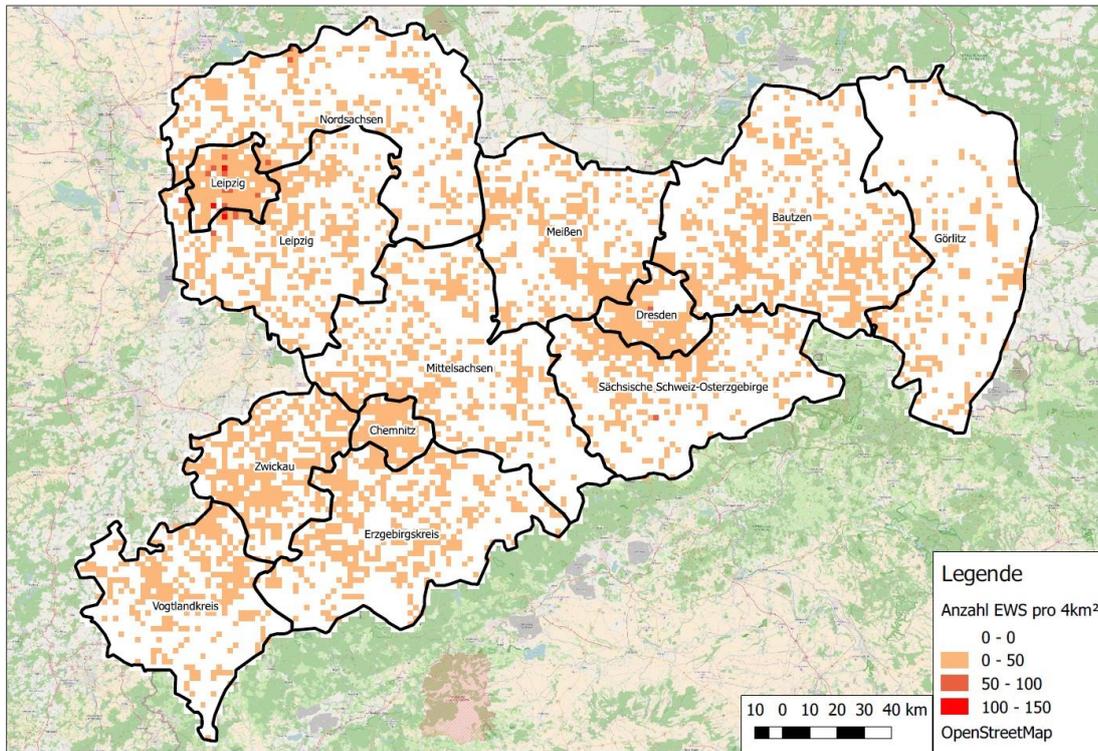


Abbildung 24: Darstellung mit 4 km²-Rasterzellen

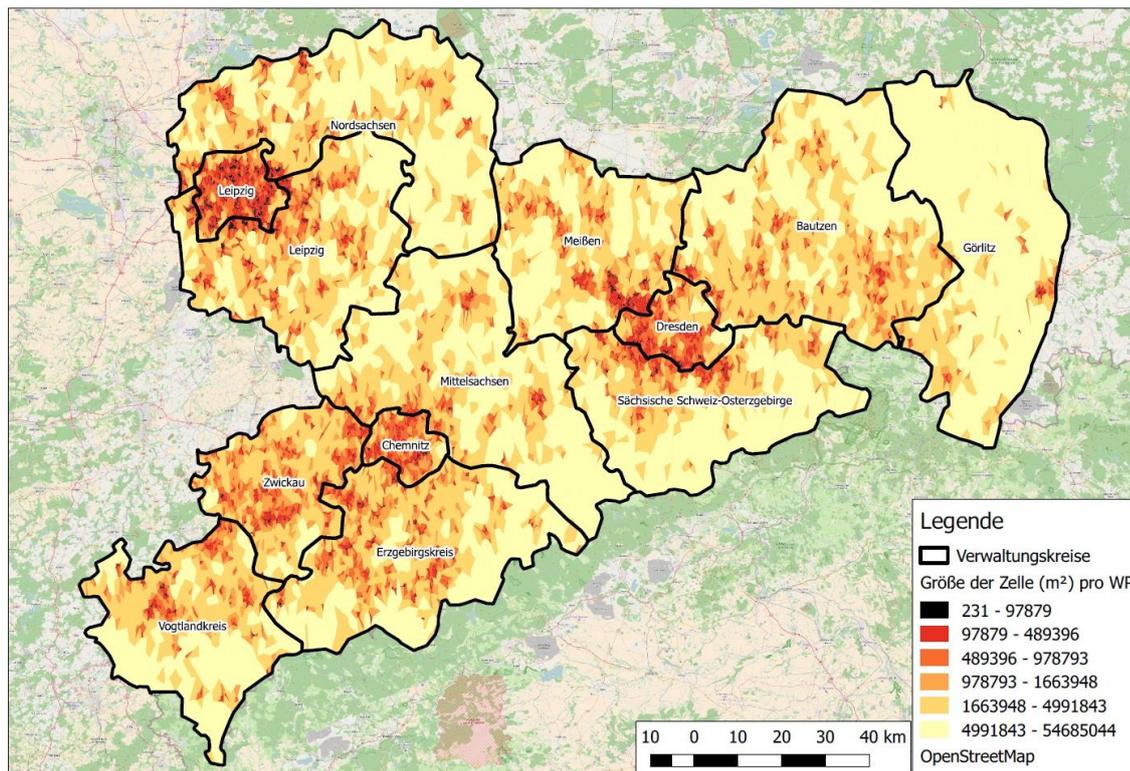


Abbildung 25: Darstellung durch Voronoi-Zerlegung

Anlage 10: Betriebliche und technische Rahmenbedingungen

Stand Vorlage: 04.03.2016, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

10.1 Anforderungen aus IT-Sicht

Die Integrationsfähigkeit der angebotenen Lösungen in die vorhandene IT-Infrastruktur (siehe Kap. 10.2) ist zu gewährleisten, weil sie für das LfULG aufgrund des Betriebs- und Wartungsaufwandes von großer Bedeutung und ein Maß für die Qualität der angebotenen Lösung ist. Abweichungen werden jedoch akzeptiert, sofern die Notwendigkeit nachvollziehbar begründet ist.

Clientanwendung

Die Installation der Anwendungen auf den Clients (Arbeitsplatzcomputer) muss in ein frei definierbares Verzeichnis erfolgen, in dem die lokale Gruppe der Benutzer die NTFS-Berechtigung Lesen besitzt. Es ist eine Installationsroutine des Microsoft Software Installer (sog. MSI-Paket) zu liefern und eine Routine für die vollständige Deinstallation mit dem Microsoft Software Installer der Anwendung und all ihrer Komponenten (bspw. DLL, Einträge in der Registrierung). Die Anwendung auf dem Client muss ausschließlich mit lokalen Benutzerrechten des Betriebssystems lauffähig sein. Die Clientsoftware muss auch auf einem Terminalserver (W2k12R2 und Citrix XenApp 7.7) lauffähig sein!

Die Benutzeroberfläche muss den Normen der Arbeitsplatzgestaltung (ISO 9241), im Speziellen der Dialoggestaltung (DIN 9241-10) und den allgemeinen Regeln der Benutzerfreundlichkeit gerecht werden und für eine Verwendung mit einer Auflösung von 1.680 x 1.050 Bildpunkten beim Einsatz von 22"-Monitoren, bzw. 1.920*1.080 Bildpunkten beim Einsatz von 24"-Monitoren Die Ausstattung der Clients mit Basisanwendungen ist Kap. 10.2 zu entnehmen.

Datenbankanwendung

Bei der Erstellung von Datenbankanwendungen ist zu beachten, dass die Verwaltung der Nutzer ausschließlich durch den Fachadministrator über die Applikation (nicht den Datenbankadministrator) zu erfolgen hat. Die Nutzer sind direkt in der Datenbank zu speichern. Passwörter sind über eine Hashfunktion sicher zu verschlüsseln.

Die Namen von Datenbankobjekten (User, Tabellen, Views, Packages, Indizes, ...) werden in GROSSbuchstaben angelegt. Quotierte Objektnamen sind nicht zulässig. Zitat: „Note: Oracle does not recommend using quoted identifiers for database object names. These quoted identifiers are accepted by SQL*Plus, but they may not be valid when using other tools that manage database objects.“ → siehe http://docs.oracle.com/cd/E11882_01/server.112/e41084/sql_elements008.htm#SQLRF0022_3 - abgerufen am 12.02.2014) Als Datenbankmanagementsystem steht ein zentraler DB-Server zur Verfügung (siehe Kap. 10.2). Für lokale Standalone-Anwendungen kann in Abstimmung mit dem Auftraggeber derzeit *Microsoft Access* (Version siehe Kap. 10.2) genutzt werden.

Bei dem Entwurf von Datenbanken ist immer davon auszugehen, dass später Fachnutzer direkt lesend auf die Datenbank zugreifen wollen, um eigene Auswertungen zu erstellen. Für Tabellen, Spalten und Views sind daher sprechende Namen zu verwenden sowie eine ausführliche Dokumentation (einschließlich grafischem

ER-Modell) zu erstellen, um die Orientierung in der Datenbank zu gewährleisten. Die User SYS und SYSTEM sind für periodische Aktivitäten nicht zu verwenden.

Der Auftraggeber setzt für die GIS-Arbeitsumgebung die Enterprise Geodatabase basierend auf ArcSDE und Oracle Enterprise Edition ein (siehe Kap. 10.2).

Client-Server-Anwendungen

C/S-Anwendungen sind im Allgemeinen für die internen Nutzer des Auftraggebers zu verwenden. Die externen Nutzer (bspw. Internet) können nur über die TCP/IP-Protokolle HTTP/TTPS und Port 80/443 sowie diversen Proxys/Firewalls auf die C/S-Anwendungen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Stand Vorlage: 04.03.2016 2 zugreifen (siehe Kap. 10.2). Generell sollten die Anwendungen für Nutzer außerhalb des Auftraggebers als Webanwendungen umgesetzt werden.

Client-Server-Anwendungen über Citrix

Der Auftraggeber setzt für die Anwendungsbereitstellung, *Citrix XenApp 7.7*, *Citrix XenDesktop 7.7*, *Citrix Netscaler 10.5* ein. Die zu veröffentlichenden Anwendungen werden auf einem Windows Terminal Server (Microsoft Windows Server 2012 R2) mit *Citrix XenApp* installiert, konfiguriert und veröffentlicht. Für interne Nutzer des LfULG erfolgt der Zugriff mit den *Citrix Receiver*. Für externe Nutzer (Zugriff über das Internet) erfolgt der Zugriff über das *Citrix Access Gateway*.

Webanwendungen

Die für Webanwendungen zur Verfügung stehenden Umgebungen (Applicationserver und Webserver) sind dem Kap. 10.2 zu entnehmen. Zu beachten ist, dass für Neuentwicklungen Oracle Webforms ausgeschlossen sind und Apache-Webserver nicht zur Verfügung stehen. Der Zugriff auf Server des LfULG durch Externe ist sehr eingeschränkt. Einzelheiten können Kap. 10.2 entnommen werden. Zur besseren Lastverteilung ist anzustreben, dass die Applikationslogik von Webanwendungen auf einem dedizierten Applikationsserver lauffähig ist. Die Nutzerverwaltung ist durch einen Fachadministrator pflegbar zu gestalten.

Es sind kein Einsatz von clientseitigen ActiveX-Komponenten und keine Browser-Plugins zulässig, mit Ausnahme von Adobe Acrobat Reader. Für die Benutzeroberfläche gelten die Vorgaben des Abschnitts „Clients“. Für Webanwendungen, auf die frei (ohne Nutzeranmeldung) über das Internet zugegriffen werden kann, ist die Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz "BITV" (2002) verbindlich (Ausnahme GIS-Komponenten). Für alle übrigen Anwendungen ist sie weitgehend zu berücksichtigen.

Für die Darstellung von Karten in Webanwendungen ist WebOffice (siehe Kap. 10.2) des LfULG zu nutzen. Zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Webanwendungen erfolgt der Einsatz des *Citrix Netscalers* als *Hardware Load Balancer* mit Integrated Caching, Content Switching, Content Rewriting, Application Firewall, Compression und Cache Redirection. Die Funktionen der Webanwendung müssen mit dem *Citrix Netscaler* vollumfänglich lauffähig sein.

Qualität

Die Nutzung fertiger Bausteine wie Klassenbibliotheken und Frameworks wird begrüßt, ebenso wie die Verwendung im LfULG vorhandener Software, wie das Berichtssystem disy Cadenza für Auswertungen und Reporting.

10.2 IT-Infrastruktur des LfULG

Stand: 17.03.2016

Das LfULG betreibt ein WAN/LAN mit einer geschichteten Netzwerkinfrastruktur, das als Microsoft Windows 2008-Domäne betrieben wird. Die Domänencontroller laufen auf Microsoft Windows 2008 R2-Servern. Die Server und ausgewählte Arbeitsplätze sind mit Gigabit Ethernet an die jeweilige Netzwerkinfrastruktur des Standortes angeschlossen, Standardarbeitsplätze mit Fast Ethernet. Die Mitarbeiter haben die lokalen Berechtigungen am Arbeitsplatzrechner eines lokalen Benutzers. Die Dienste wie Web, Mail, Applikation und Datenbank werden unter Dienstkonten in der Microsoft Windows 2008 R2-Domäne betrieben.

Ausstattung der Standorte

Alle Client-Arbeitsplätze laufen unter Windows 7 (64 Bit) mit Office 2010 Professional (32 Bit). Eine Entwicklung auf Basis der GIS-Applikationsserver (SDE –Dienste) wird nicht mehr unterstützt.

Alle Windows 7-Clients unterliegen Gruppenrichtlinien und Sicherheitseinstellungen, die entsprechend der Empfehlungen des BSI im „Leitfaden zur Installation und Konfiguration von Windows 7“ vom 28.12.2011 konfiguriert sind. Detaillierte Informationen sind unter

https://www.bsi.bund.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Presse2011/Leitfaden_Installation_Konfiguration_Win7_28122011.html zusammengestellt.

Dresden-Klotzsche und Freiberg

Netzwerkstruktur

- Cisco/HP Netzwerkschicht mit Übertragungsraten von 100 MBit/s bis zu 10 GBit/s
- WAN-Übertragungsgeschwindigkeit zum SVN Standort Klotzsche 100 MBit/s
- WAN-Übertragungsgeschwindigkeit zum SVN Standort Freiberg 50 MBit/s
- Die meisten Clients am Standort Freiberg sind an Cisco-Switches von T-System mit 100 Mbit/s angeschlossen. Die Cisco-Switches sind nicht durch das LfULG managerbar.

Netzwerkprotokolle

- TCP/IP v4: DNS, DHCP, HTTP, HTTPS, SMTP
- TCP/IPv6-tauglich
- Microsoft Windows 2008 R2 Active Directory Service LDAP
- Microsoft Windows DNS, WINS, NetBIOS over TCP/IP

Netzwerkdienste

- MS Exchange Server 2010: E-Mail, mit Authentifizierung

SAN Infrastruktur

- HP EVA 6400 (50 TB) – Dresden-Klotzsche
- HP EVA 6350 (8 TB) – Dresden-Klotzsche
- Fujitsu DX 200 S3 – Freiberg

Citrix Infrastruktur

- Citrix XenServer Version 6.5
- Citrix XenDesktop Version 7.7
- Citrix XenApp Version 7.7 (unter W2k12R2)
- Citrix Netscaler Version 10.5

Web-Server

- Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2008 EE, 64Bit, inkl. Sicherheitsupdates
- Webserver: Microsoft IIS 6.1 inkl. Sicherheitsupdates, Apache Tomcat 6.x/7.x
- Applikationsserver: .NET Runtime 2.0, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5
- Sonstige: J2SE SDK 1.6/1.7

Applikationsserver

- Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2008R2/2012R2
- Applikationsserver: Tomcat v 6.0, .NET Runtime 4.0, getrennt von anderen Anwendungen starten und stoppen – per script (mitgeliefert/angepasst)
- *Oracle Application Server Forms and Reports Services 10g R2 (Release 10.1.2.3-deutsch) wird abgelöst von*
- Oracle Fusion Middleware Forms and Reports 11.1.2.1.0
- Web Site Managementsystem OpenText 11
- Sonstige: J2SE 1.6/ 1.7

GIS-Server

- 2 ArcGIS for Server Standard Enterprise 10.2.1 im LoadBalancer Betrieb, Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2012R2 Enterprise (64bit)
- 1 ArcGIS for Server Basic Enterprise (SDE) 10.1 am Standort Dresden (as-133), Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2008R2 Enterprise (64bit), 8 GB RAM, Oracle Database 11gR2 64bit *Standard* Edition in 3-tier-Architektur, SDE in SDO-Geometry Format
- 1 ArcGIS for Server Basic Enterprise – Staging (SDE) im Aufbau befindlich, geplant: Oracle Database 11gR2 64bit *Standard* Edition in 3-tier-Architektur SDE in SDO-Geometry Format
- 1 ArcGIS for Server Basic Enterprise (SDE) 9.3.1 am Standort Freiberg (as-233), geplant 2016: SDE 10.2.2 Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2008R2 Enterprise 64 bit, 16 GB RAM, Oracle Database 11gR2 64bit *Standard* Edition in 3-tier-Architektur, SDE in SDO-Geometry Format
- Sonstige: J2SE 1.6/ 1.7

FME-Server

- 2 FME Server 2012 SP4 am Standort Dresden (as-131/132) im LoadBalancer Betrieb, Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2008R2 Enterprise (64bit), 16 GB RAM, Oracle Database 11gR2 64bit *Standard* Edition in 3-tier-Architektur, SDE in SDO-Geometry Format
- Apache Tomcat 7.x
- Microsoft .NET Framework 4.5
- Sonstige: J2SE SDK 1.6/1.7

Metadatenserver

- Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2008R2 Enterprise (64bit), 8 GB RAM
- Apache Tomcat 6.x/7.x
- Microsoft .NET Framework 4.0
- Sonstige: J2SE SDK 1.6/1.7

DB-Server/DB-Umgebung

Betriebssystem: Microsoft Windows Server 2008 R2 Enterprise Edition SP2/ Server 2012, eingesetzte DBMS:

- Oracle Database 10g Release 2 Enterprise Edition (deutsch), 32Bit, wird abgelöst von
- Oracle Database 11g Release 2 Standard/ Enterprise Edition (deutsch), 64Bit
- Microsoft SQL Server 2005 Enterprise Edition, 32Bit, SP4, wird abgelöst von
- Microsoft SQL Server 2012 Enterprise Edition, 64Bit, SP2
- Zusatzsoftware: Enterprise Architect V9.x, Microsoft Visio Professional 2010

GIS-Server (Fileserver)

- Betriebssystem:
 - Dresden-Klotzsche: Microsoft Windows Server 2008 R2, 64Bit, inkl. Sicherheitsupdates
 - Standort Freiberg: filebasierte GIS-Daten am Standort werden in einen W2008R2-Cluster bereitgestellt, es existiert kein separater Fileserver
- dateibasierte Bereitstellung der GeoFachdaten und GeoBasisdaten

Clients (alle Standorte)

- Betriebssystem: Microsoft Windows 7, 32/64Bit
- Clientsoftware muss terminalservertauglich sein - Microsoft Windows Server 2008R2/2012R2
- Standardsoftware: Microsoft Internet Explorer Version 11
- Microsoft Office 2010 Professional Edition 32 Bit
- GIS-Software: ESRI ArcGIS Desktop 10.1 SP1, ArcGIS Desktop 10.2 deutsch, ESRI ArcGIS Desktop 10.3 deutsch (Lizenzstufe ArcInfo, ArcEditor, ArcView), am Standort Freiberg für Abteilung 10: ArcGIS Desktop 10.2.2 deutsch (Lizenzstufe ArcInfo, ArcEditor, ArcView),
- DB-Software: Oracle Client 11gR2 (deutsch)
- Sonstiges: J2SE RE 1.6/Java 7

Lizenzverwaltung

- Betrieb und Pflege von Lizenzservern (Microsoft, Citrix, Oracle usw.)
- Lizenzmanagement

Backup

- Backup aller wichtigen System- und Fachanwendungsdaten

Freiberg

- Applikationsserver: siehe Dresden
- Datenbank-Server: Oracle 11g Release 2, Enterprise Edition (deutsch)
- GIS-Server: siehe Dresden (dateibasiert)

Die oben aufgeführte Ausstattung der Standorte ist bei der Planung entsprechend der erwarteten Nutzer an den Standorten zu berücksichtigen.

Für Nutzer außerhalb des LfULG, jedoch innerhalb des SVN ist zu beachten, dass lediglich der Webserver und der Oracle-Datenbankserver am Standort Dresden direkt erreichbar sind. Es besteht keine Möglichkeit, administrativen Zugriff auf die Infrastruktur des LfULG (z. B. für Entwicklungs- und Testarbeiten) zu erhalten. Vergebene Leistungen sind beim Auftragnehmer zu entwickeln und lediglich im Rahmen der für die künftigen Nutzer eingerichteten Rechte im LfULG bereitzustellen.

Anwendungen, bei denen externe Nutzer Zugriff zu einer zentralen Anwendung oder Datenhaltung benötigen, sind generell als Web-Anwendung zu realisieren. Der Zugriff von außerhalb auf den Infohighway Sachsen ist auf den Webserver beschränkt. Dabei ist zu beachten, dass nur http- (Port 80) und HTTPS- (Port 443) Anfragen an den Webserver des LfULG weitergeleitet werden, die an die URL <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/index.html> gerichtet sind

Anlage 11: Konzepterstellung interaktives Tool – Visualisierungsmöglichkeiten

Mit einem synthetischen Beispieldatensatz wurden beide Visualisierungsverfahren gegenübergestellt. Folgende Layer wurden verwendet (Abbildung 26):

- Bergbauggebiete (ein Polygonlayer, shape)
 - Verbot
- Schützenswerte Bereiche (ein Linenlayer, shape)
 - In 2 km Umkreis: Verbot
- Trinkwasserschutzzonen (ein Polygonlayer, shape)
 - Zone 1: Verbot
 - Zone 2: Einzelfallprüfung nötig
- Hydrogeologische Karte (ein Polygonlayer, shape)
 - Gesteinscode 0: Bearbeitung nötig
 - Gesteinscode 1: zulässig
 - Gesteinscode 2: Verbot
 - Gesteinscode 3: zulässig mit Auflagen

Ebenso dargestellt ist deren Einfluss auf die Verkehrsampeldarstellung (Regelliste und Farbkodierung, Abbildung 27), wobei die Kategorien

- **rot** = „Verbot“,
- **gelb** = „Einzelfallprüfung nötig“,
- **hellgrün** = „zulässig mit Auflagen“ und
- **grün** = „zulässig“

bedeuten.

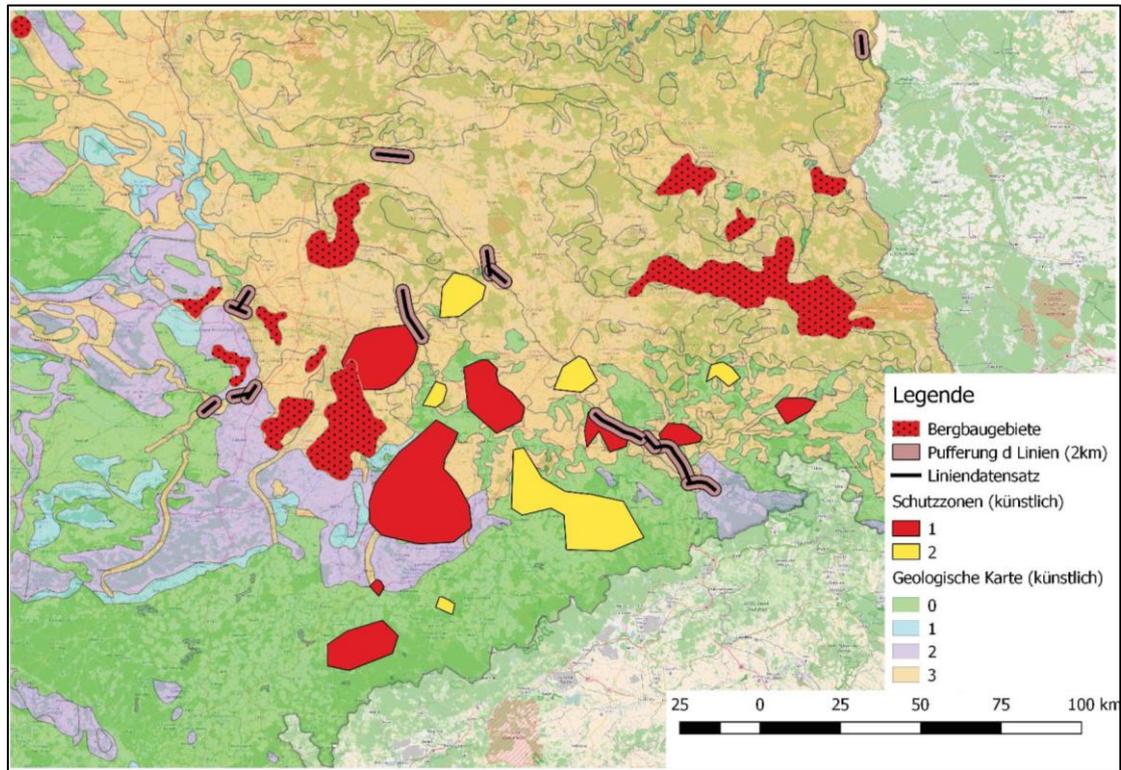


Abbildung 26: Darstellung der Eingabelayer im Beispiel der synthetischen Daten

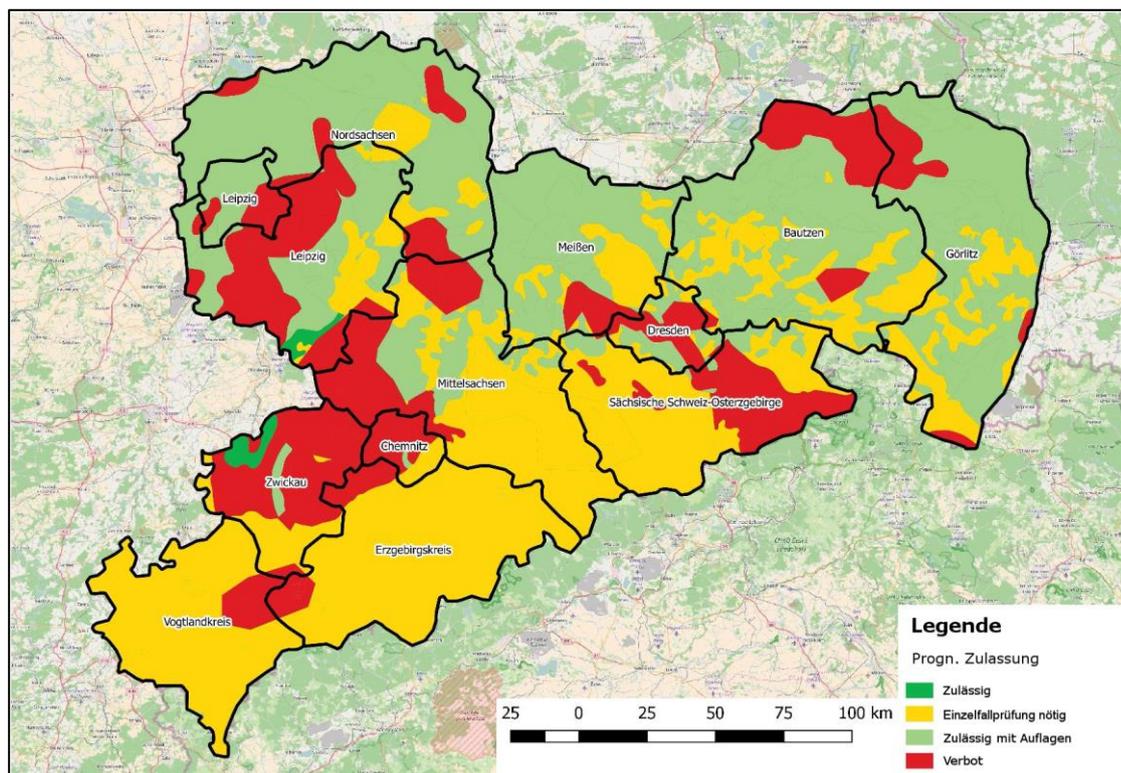


Abbildung 27: Darstellung der Eingabelayer in einer Verkehrsampelkarte mittels Vereinigung der Polygonlayer erzeugt. Die Karte besteht aus 2.896 Polygonen.

11.1 Verschnitt/Vereinigung aller Potenzial-Layer und Färbung der Flächen

Im GIS wurden zunächst alle Layer importiert und jeweils miteinander verschnitten. Dabei wurden die Attributwerte der Features zusammengeführt, sodass zu jedem entstandenen Polygon eine eindeutige Zuordnung aus jedem Eingabelayer möglich bleibt (dies ist die Voraussetzung für eine spätere Einfärbung gemäß der Regelliste).

Die Polygonanzahl ergibt sich aus der Vereinigung aller Eingabelayer-Polygone. Daher sind Layer mit vielen Polygonen bzw. Polygone mit sehr vielen Punkten möglichst zu vermeiden. Eingabelayer im Rasterformat sollten für diese Darstellung aufgrund der Polygonanzahl bei einer (trivalen) Umwandlung in ein Vektorformat, vermieden bzw. durch eine geeignete Vektorisierung (bspw. formbasiert oder Isolinienextraktion) die resultierende Polygonzahl verringert werden. Ein Test zeigte: Bei einem Raster von 100 x 100 m über das Land Sachsen ergaben sich eine Dateigröße von 1,2 GB für die Geometrie und weiterhin ca. 1 GB für ein Integer-Attribut (bspw. Layerzuordnung). Eine Darstellung dieses Rasterlayers im Polygonformat erfordert viel Rechenleistung und ist daher nicht zu empfehlen.

Die Darstellung der Vereinigung ist mit gängigen GIS-Technologien möglich (Abbildung 29). Eine regelbasierte Färbung erlaubt eine direkte Kodierung über Verbot, Erlaubnis und Bearbeitung wie in Abbildung 28 aufgeführt.

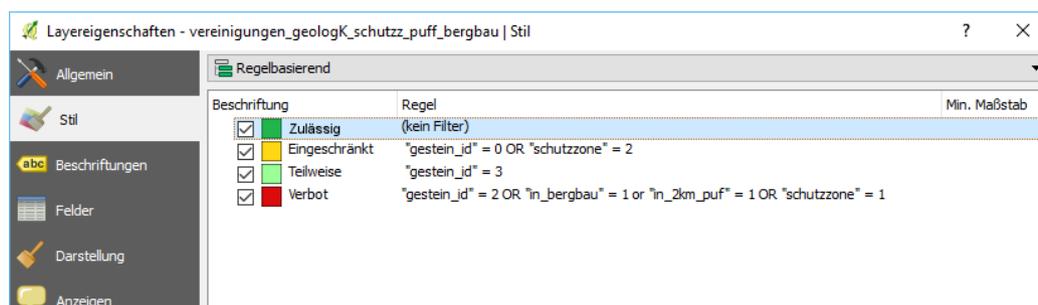


Abbildung 28: Eine regelbasierte Darstellung (hier in QGIS)

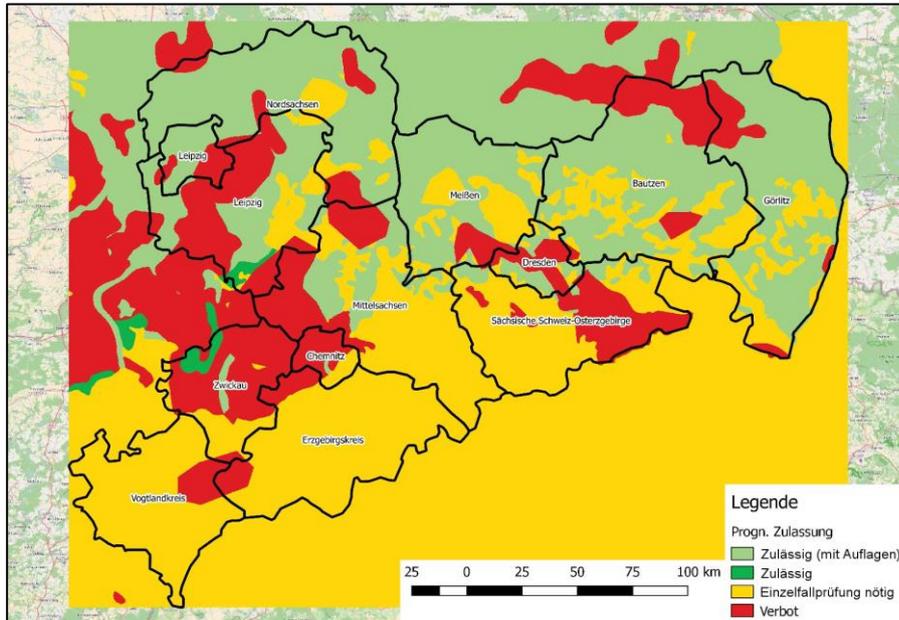


Abbildung 29: Eine regelbasierte Darstellung der Zusammenführung aller Rasterlayer erlaubt eine Ampelkartendarstellung (hier 100 x 100 m-Auflösung)

11.2 Rastereinteilung und Färbung jeder Rasterzelle

Zunächst wurde ein Rasterlayer pro Eingabelayer erzeugt. GDAL (free and open source software, <http://www.gdal.org/>) stellt über das Kommandozeilen-Werkzeug rasterize hier eine zielführende Grundlage bereit, die sich zudem für eine Automatisierung eignet. Ebenso ist eine Rasterung über die ArcGIS Toolbox möglich, die ebenfalls automatisierbar ist. Dabei werden die Polygoneigenschaften in die „Farbkanäle“ der Rastergrafik entsprechend ihrer Lage übertragen (Abbildung 30).

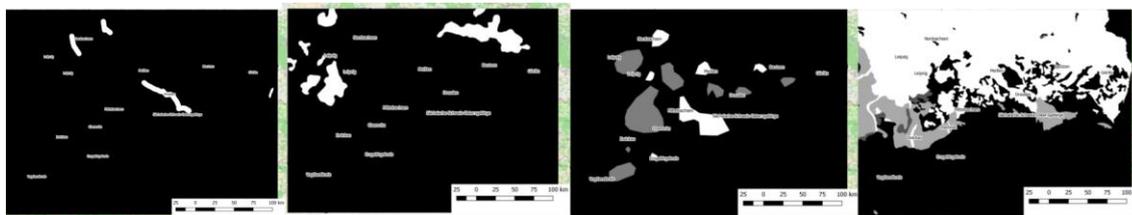


Abbildung 30: Eine regelbasierte Darstellung (hier in QGIS)

Anschließend wird ein Raster als Verbund der einzelnen Rasterlayer generiert, in dem jeder Eingabelayer einen Kanal im Rasterbild repräsentiert. Dieses Raster ist die Datengrundlage für die Ampelkarte. Eine regelbasierte Darstellung (Kanalkombination entsprechend der Vorgabe aus der Regelliste oben) erzeugt die Ampelkarte, die sich von der vektorbasierten Darstellung nur im Detail unterscheidet. Der Beispieldatensatz wurde mit einer Rasterauflösung von 100 x 100 m im geotiff Format erzeugt. Die Dateigröße beträgt für das Land Sachsen 150 MB. Eine entsprechend größere Auflösung (50 cm bis 1 m) kann analog erzeugt werden (Dateigrößen 1,5 GB bzw. 6 GB). Diese Dateigrößen sind aufgrund der Nutzung in der Fernerkundung nicht unüblich. Geeignete Methoden wie die Kachelung und Pyramidisierung (Vorbereitung von Detailstufen) erlauben dennoch eine effiziente Darstellung.

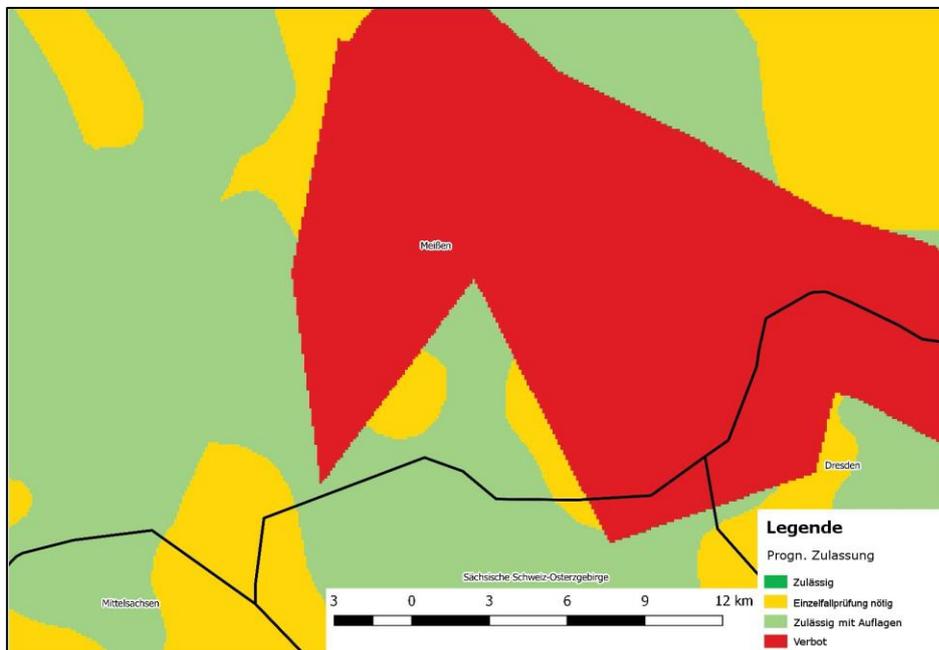
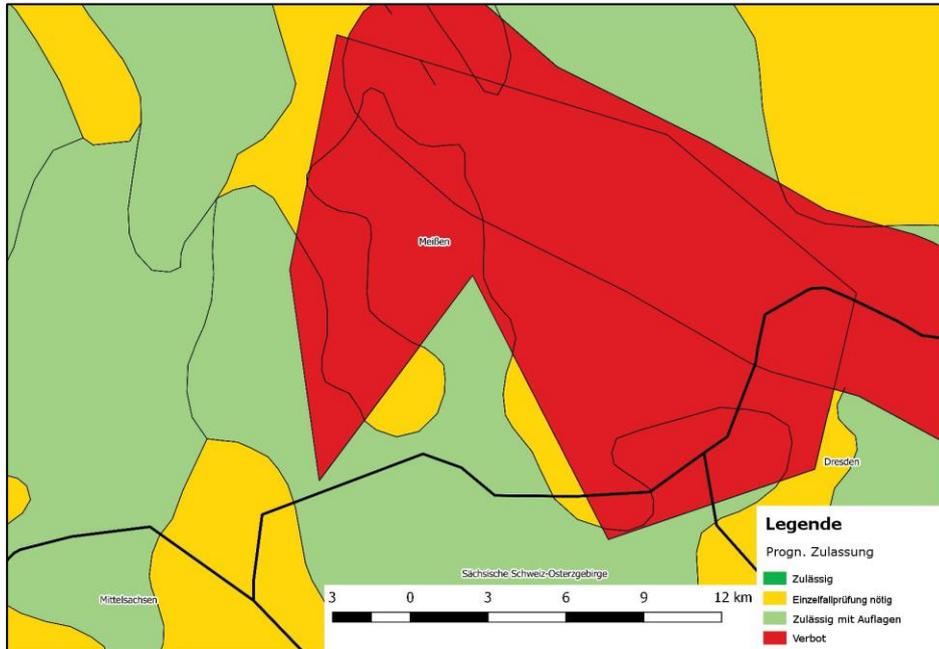


Abbildung 31: Gegenüberstellung von der Vereinigung der Polygonlayer und der rasterbasierten Darstellung im Detail, um die Komplexität der Vereinigung und die vordefinierte Auflösung (hier 100 m) zu verdeutlichen

Tabelle 3: Gegenüberstellung der Ergebnisse zur Untersuchung der Visualisierungsmöglichkeiten

Untersuchung	Bewertung für Verschnitt aller Polygonlayer	Bewertung für rasterbasierte Karte
Erstellbarkeit	Rechenintensive Vereinigungsoperationen mit steigender Layerzahl Sehr gute Handhabung in den meisten GIS Werkzeugen	Schematisch durchführbar (komplizierte Fehlersuche, weil GIS-Unterstützung eingeschränkt. Getestet: ArcGIS und QGIS)
Änderungen (Hinzufügen eines Layers)	Weitere Vereinigungsoperation. Erhöht die Anzahl der Polygone in Abhängig der Komplexität des Layers.	Weiterer Gridkanal. Datenmenge steigt kalkulierbar.
Änderungen (Löschen eines Layers)	Erfordert Neuberechnung <u>aller</u> Layervereinigungen (oder das Zwischenspeichern aller Vereinigungskombinationen)	Entfernen eines Gridkanals ist trivial.
Automatisierbarkeit	Ja. Mit ArcObjects möglich. Mit GrassGIS Werkzeugen ¹ möglich	Ja. Mit Kommandozeilenwerkzeugen der GDAL Bibliothek ² auch serverseitig möglich. Mit ArcServer möglich.
Bewertung	Ein maximal möglicher Detailgrad ist mit dieser Methode auf einer Karte darstellbar. Die Karte besteht allerdings aus sehr vielen Polygonen. Die Anzahl der Polygone ist von den Eingabelayern abhängig. Demnach ist diese Methode nicht für beliebige Eingabelayer anwendbar. Rasterlayer sind zu vermeiden, oder sollten vorab in Polygonlayer umgewandelt werden. Eine Darstellung ist aufgrund der steigenden Komplexität für maximal 10-15 Eingabelayer geeignet oder nur durch Gebietsbeschränkungen (Kachelung) möglich. Bei vielen Layern sinkt die Darstellungsgeschwindigkeit stark, sodass eine indizierte Datenablage nötig ist.	Der Detailgrad dieser Darstellung hängt, wie bei Rasterdarstellungen üblich, sehr von der gewählten Auflösung ab. Es würde sich anbieten eine sehr hochaufgelöste Rasterung zu erzeugen, um einen höchstmöglichen Detailgrad zu erreichen (bspw. 1 m Rasterung). Änderungen an den Eingabelayern erfordern lediglich eine Neuberechnung eines Rasters (beim Hinzufügen eines Layers) bzw. dem Löschen eines Kanals (beim Entfernen eines Layers) aus dem Gesamttraster. Durch die GDAL Bibliotheken sind sehr umfassende Werkzeuge zur Automatisierung dieses Prozesses gegeben. Die Finale Darstellungsgeschwindigkeit ist nahezu unabhängig von der Anzahl der Eingabelayer. Lediglich die Auflösung hat Einfluss auf die Darstellungsgeschwindigkeit, jedoch gibt es hierfür Techniken zur Beschleunigung (Kachelung und Pyramidenbildung.) Erläuterung beispielsweise unter folgendem Link ³ .
Fazit	Kernproblem dieser Methode ist die Verschneidung aller Polygonlayer, die für Darstellung erforderlich ist. Die Polygonanzahl ist je nach Komplexität der Eingabelayer exponentiell wachsend beim Hin-zufügen von Layern. Eine Nutzung dieser Methode mit vielen Eingabelayern ist nicht unmöglich, macht jedoch die Erstellung und Pflege (bei Änderungen der Eingabelayer) komplex. Diese Darstellungsform bietet sich für eine statische Lösung mit wenigen Layern an.	Der Aufwand zur (manuellen) Erstellung (Anzahl der Arbeitsschritte) ist größer als bei der Vereinigung von Polygonlayern, allerdings ist dieser weitgehend unabhängig von der Gebietsgröße. (Das Verfahren lässt sich in gleicher Weise auf Kacheln anwenden). Aufgrund der robusten Darstellungsgeschwindigkeit und geringeren Komplexität bei Veränderungen der Eingabelayer, ist dieses Methode für ein flexibles System zu favorisieren.

¹ GrassGIS is free and open source software, <https://grass.osgeo.org/>

² GDAL is free and open source software, <http://www.gdal.org/>

³ Pyramidenbildung und Kachelung, http://www.geoportal.rlp.de/mediawiki/index.php/Bild-_und_Dateioptimierung

Anlage 12: Übersicht Konfliktpotenziale

Nr.	Gruppe	Name	Bemerkungen	Verfügbarkeit (ja/n)	erzeugen aus	Format	Verbreitung (Karte oder %)	wo?	link	Folgen	Einfluss auf Ampelkarte	Processing
S-1	Schutzgebiete	Trinkwasserschutzzone	Problem nur in TWSZ III (A/B)	ja	TWSG	shape, polygon	SN	LfULG	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6318.htm	Verbot, Einschränkung (z.B. Wasser als Wärmeträgerfluid)	ja	Extraktion Schutzzonen-Polygone (E, A), Extraktion Verbotspolygone (V)
S-2	Schutzgebiete	Heilquellenschutzzone		ja	Heilquellenschutzgebiete	shape, polygon	SN	LfULG	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6318.htm	Verbot, Einschränkung	ja	Extraktion Schutzzonen-Polygone (E, A), Extraktion Verbotspolygone (V)
S-3	Schutzgebiete	Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet		ja	nsg, lsg	shape, polygon	SN	LfULG	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6318.htm	Verbot, Einschränkung	ja	Extraktion Schutzzonen-Polygone (E, A), Extraktion Verbotspolygone (V)
S-4	Schutzgebiete	Quell-, Mineral- und Heilwasserbrunnen	eigentlich immer innerhalb der SZ --> nein für Mineralbrunnen gibt es i.d.R. keine SZ	nein	Heilquellenschutzgebiete, BohrDB, Wasserbuch	shape, point	SN	LfULG	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6318.htm	Verbot, Einschränkung	ja	Pufferung Brunnen (V, E)
S-5	Schutzgebiete	Überschwemmungsgebiete/Hochwasserrisikogebiete		ja	ueg,apsfr	shape, polygon	SN	LfULG		Verbot, Einschränkung (z.B. Wasser als Wärmeträgerfluid)	ja	Extraktion Schutzzonen-Polygone (E, A), Extraktion Wasserflächen (A), Extraktion Verbotspolygone (V),

G-1	Geologie	Mineralumbildungen	quellfähige Gesteine (Anhydrit, bestimmte Tone)	nein	GK50dig, GK50eis, KOR50, LKT	shape, polygon	SN	LfULG	z.B. Sachsenatlas	Verbot, Einschränkung	ja	Extraktion Schutzzonen-Polygone (A), Extraktion Verbotspolygone (V)
G-2	Geologie	Fließeisande		nein	LKT, LKQ	shape, polygon	SN	LfULG		Einschränkung	nein	Informationspolygone
G-3	Geologie	Druckpotenzialunterschiede	gespanntes Grundwasser / Artesik	nein	GWFA, HyK50	shape, raster, FISHy DB	SN	LfULG	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/13114.htm	Einschränkung (z. B. Bohrtiefenbegrenzung)	ja	Extraktion Beschränkungszonen + Bohrtiefenbegrenzung als Attribut (A)
G-4	Geologie	Mineralisation des Grundwassers	sulfathaltige Wässer, Salzgehalt, Betonaggressivität	ja	HÜK200 HGW	WMS	SN	BGR	http://produktcenter.bgr.de/terraCatalog/DetailResult.do?fileIdentifier=6F47B79E-2810-4DA9-9D12-1186CC1264A4	Einschränkung (z.B. Materialbeständigkeit)	nein	Informationspolygone
G-5	Geologie	Verkarstung (Karbonat-Sulfatkarst)	Hohlräume	nein	GK 50dig, GK50eis, LKT, HyK50 (Verbreitungen) verkarstungsfähigen Gesteinen	shape, polygon	SN	LfULG		Einschränkung (z. B. Bohrtiefenbegrenzung)	ja	Extraktion Beschränkungszonen + Bohrtiefenbegrenzung als Attribut (A)
G-6	Geologie	Grundwasserabsenkung-/Wiederanstieg	Braunkohlegebiete	nein	GWFA, LMBV (?)		lokal	LfULG	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/13114.htm	Einschränkung (z.B. Monitoring)	nein	Informationspolygone
G-7	Geologie	Gas-Aufstiegszonen	Methan, freie Kohlensäure (Kohlendioxid)	nein	CH4: Steinkohlenreviere aus Hohlraumkarte lokalisieren, CO2:bisher nicht verfügbar	polygon shape	SN	LfULG		Einschränkung (z.B. Monitoring)	nein	Informationspolygone
G-8	Geologie	Radon	Wismut, Erzgebirge, Vogtland	ja	Radonkarten	Raster, Tiff	SN	LfULG	http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/strahlenschutz/3331.htm	Einschränkung (z.B. Monitoring)	nein	Informationspolygone
G-9	Geologie	Störungs-/Kluftzonen	Lösungserscheinungen, Wasserwegsamkeiten	ja	GK50dig, LJK, TÜK200, HÜK200	shape, polyline	SN	LfULG		Einschränkung (z.B. geol. Begleitung)	ja	Pufferung der Gefährdungszonen (A)
G-10	Geologie	Grundwasser-Stockwerksbau	GW-Leiter, GW-Stauerwechsel	nein	HyK50, FISHyDB	shape, raster	SN	LfULG		Einschränkung	nein	Informationspolygone

Die Bezeichner V, A und E in Spalte Process symbolisieren, wie sich der Datensatz auf die Ampelkarte auswirkt. Verbot (V) – rot, Auflagen (A) – gelb, Einschränkungen (E) – hellgrün. Diese Information ist in der zugehörigen Regel für diesen prozessierten Datensatz zu definieren.

Nr.	Gruppe	Name	Bemerkungen	Verfügbarkeit (ja/n)	erzeugen aus	Format	Verbreitung (Karte oder %)	wo?	link	Folgen	Einfluss auf Ampelkarte	Processing
A-1	Altlasten	Altbergbau	auch aktuelle Rohstoffgewinnung, Bergbauberechtigungen	ja	Hohlraumkarte, Betriebsstellen	shape, polygon	SN	SOBA		Verbot, Einschränkung (z.B. Neigungsmessung)	ja	Extraktion Verbotspolygone (V), Erstellung Auflagenpolygone (A)
A-2	Altlasten	Altlast		ja	SALKA, Betriebsstellen	Datenbank; shape polygon	SN	LfULG, SOBA		Einschränkung (z.B. Monitoring, Verrohrung)	ja	Erstellung Auflagenpolygone (A)
A-3	Altlasten	Antreffen künstliche Hohlräume	Auslaugung, Dolinen, Erdfälle	ja	Hohlraumkarte, Betriebsstellen, LKT (Einsturzgebiete)	shape, polygon	SN	SOBA, LfULG	Hohlraumkarte	Einschränkung	ja	Erstellung Auflagenpolygone (A)
A-4	Altlasten	Rutschhänge, Kippen, Halden			Kippen, Betriebsstellen	shape, polygon	SN	LfULG, SOBA		Einschränkung	ja	Erstellung Auflagenpolygone (A)

U-1	Anthropogene Faktoren	Nachbarschaftliche Nutzung	gegenseitige Beeinflussung der Anlagen	ja		shape, point	SN	LfULG	Projektdatenbank	Einschränkung (z.B. Dimensionierung mit Modellierung der umliegenden Anlagen)	nein	Keine. Anbindung BohrDB direkt für Bericht
U-2	Anthropogene Faktoren	Grenzabstände	wenn < 5m	ja	Flurstückskarte, TK 10	shape, polygon; raster-katalog	SN	GeoSN	Flurstückkarte	Verbot, Einschränkung	ja	Pufferung der Flurgrundstücke (V), Erstellung Auflagenpolygone (A)
U-3	Anthropogene Faktoren	Bebauungspläne		ja	Sachsenatlas, (Planung: Bebauungspläne SN)		SN	GeoSN		Verbot, Einschränkung	ja	Erstellung Auflagenpolygone (A), Extraktion Verbotszonen (V)
U-4	Anthropogene Faktoren	Anschlusszwang Fernwärme		ja			lokal	Versorger		Einschränkung	ja	Extraktion Auflagenpolygone (A)
U-5	Anthropogene Faktoren	unterirdische Leitungen	Gas, Wasser, Strom	ja			lokal	Versorger		Verbot	ja	Pufferung der Leitungen -> Verbotszonen (V)
U-6	Anthropogene Faktoren	öffentliche Liegenschaften und Flächen	Straßen, Tunnel, Verkehrswege	ja	TK10, Sachsenatlas (Planung Gewerbeflächen)		lokal	Versorger		Baulich bedingte Verbote	ja	Pufferung der Verkehrswege -> Verbotszonen (V)
U-7	Anthropogene Faktoren	Relief, Höhenmodell	Flüsse, See, Hangneigung	ja	TK 10, DGM 2 bzw. Sachsenatlas (Geobasisdaten)	raster-katalog	SN	GeoSN			nein	Hangneigung als Attribut
U-8	Anthropogene Faktoren	Bergrechtliche Bewilligungen, Rohstoffgeologische Flächen		ja	FIS-Rohstoffe	shape	lokal	LfULG		Verbot, Einschränkung	ja	Erstellung Auflagenpolygone (A), Extraktion Verbotszonen (V)

E-1	Erdwärme	Geothermieatlas Sachsen	Entzugsleistungskarten in W/m oder Wärmeleitfähigkeit in versch. Tiefenbereichen	ja	GTK 50	polygon	SN teilw	LfULG		Dimensionierung der Anlage	nein	Informationspolygone / Raster: Entzugsleistung oder WLF als Attribut
-----	----------	-------------------------	--	----	--------	---------	----------	-------	--	----------------------------	------	--

Die Bezeichner V, A und E in Spalte Process symbolisieren, wie sich der Datensatz auf die Ampelkarte auswirkt. Verbot (V) – rot, Auflagen (A) – gelb, Einschränkungen (E) – hellgrün. Diese Information ist in der zugehörigen Regel für diesen prozessierten Datensatz zu definieren.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0
Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Rüdiger Grimm, Axel Gerschel, Christian Lumm
geoENERGIE Konzept GmbH
Jan Gietzel, Paul Gabriel
GiGa infosystems GmbH

Redaktion:

Karina Hofmann
LfULG, Abteilung Geologie/Referat Rohstoffgeologie
Halsbrücker Straße 31a, 09599 Freiberg
Telefon: +49 3731 294-1409
Telefax: +49 3731 294-1099
E-Mail: karina.hofmann@smul.sachsen.de

Fotos:

Autorengemeinschaft

Redaktionsschluss:

16.03.2017

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.