

Erste Schlussfolgerungen und Empfehlungen zu Flexibilisierung  
von Regularien und Handlungsempfehlungen,  
Empfehlungen für die Aus- und Weiterbildung  
*Bucher, Kroll, Randow, Vienken, Zschoke*

# Status Quo bei der Planung großflächiger Geothermiesysteme

# Vorschriften und Datenbanken in den verschiedenen Bundesländern

Jedes Bundesland mit eigener Gesetzgebung und Leitfäden

	Sondenabstand	Abstand Sonden zu Grundstücksgrenzen	Abstand Bohrungen zu Gebäuden	Zusätzliche Abstandsregelungen
BW	10m			
BY	6m/10m	3m/5m		✓
BE	6m	5m	2m	✓
BB	5m/6m		1m	
HB		5m		
HH	5m/6m	5m	2m	✓
HE	5m/6m	5m		
MV	5m/6m	5m		
NI	5m	5m		
NRW	6m	3m		✓
RP	5m			
SL	>5m	5m	2m	✓
SN	5m/6m	5m		
ST	6m	5m		✓
SH	5m/6m	5m/6m		
TH	5m/6m	5m		

	Sondendurchmesser + 60mm	Sondendurchmesser + 80mm	Andere
BW			mind.120mm <sup>a</sup>
BY			mind.150mm <sup>b</sup>
BE			k.A.
BB			„ausreichend“ <sup>c</sup>
HB	✓		
HH		✓	
HE	✓		
MV	✓		
NI	✓		
NRW		✓	
RP			Sondendurchmesser + 30 mm
SL	✓		
SN	✓		
ST	✓		
SH		✓	
TH			k.A.

<sup>a</sup>für die Standard Doppel-U-Sonde DN 32

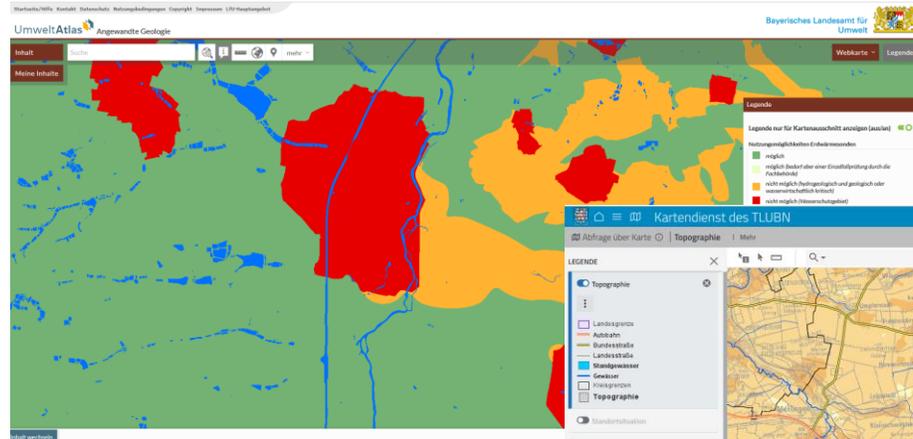
<sup>b</sup>ohne Innenabstandshalter

<sup>c</sup>[...]für ordnungsgemäße Ringraumabdichtung

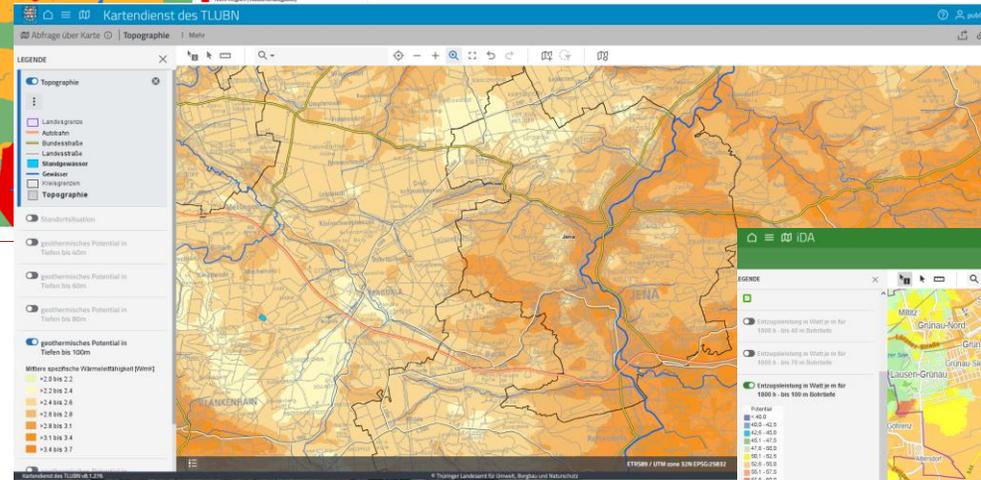
P. Kroll, Vergleich der regulativen Rahmenbedingungen bei Kleinanlagen

# Vorschriften und Datenbanken in den verschiedenen Bundesländern

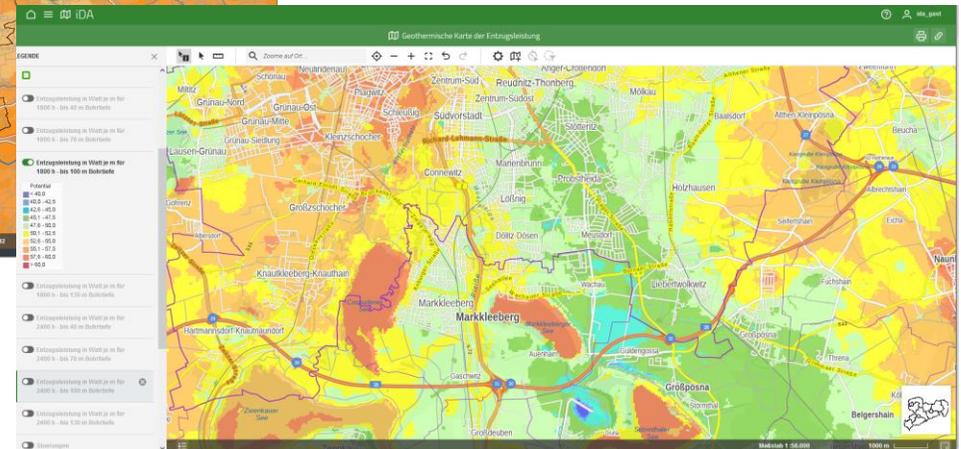
Jedes Bundesland mit eigenen Planungsunterlagen und Datenbanken



Umweltatlas Bayern  
<https://www.umweltatlas.bayern.de>



Geothermische Karte der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie  
<https://antares.thueringen.de>



Geothermieatlas Sachsen  
<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida>

# VDI 4640

- Einsatz von Rechen- oder Simulationsverfahren bei großflächigen Geothermieanlagen (> 30 kW)
- TRTs erst bei Anlagen > 30 kW Wärmepumpenheizleistung empfohlen, aber nicht verpflichtend

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

ICS 27.010, 27.080, 27.200 VDI-RICHTLINIEN Juni 2010 June 2010

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Thermische Nutzung des Untergrunds Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte Thermal use of the underground Fundamentals, approvals, environmental aspects	VDI 4640 Blatt 1 / Part 1 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English
-----------------------------	--	--

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich. The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

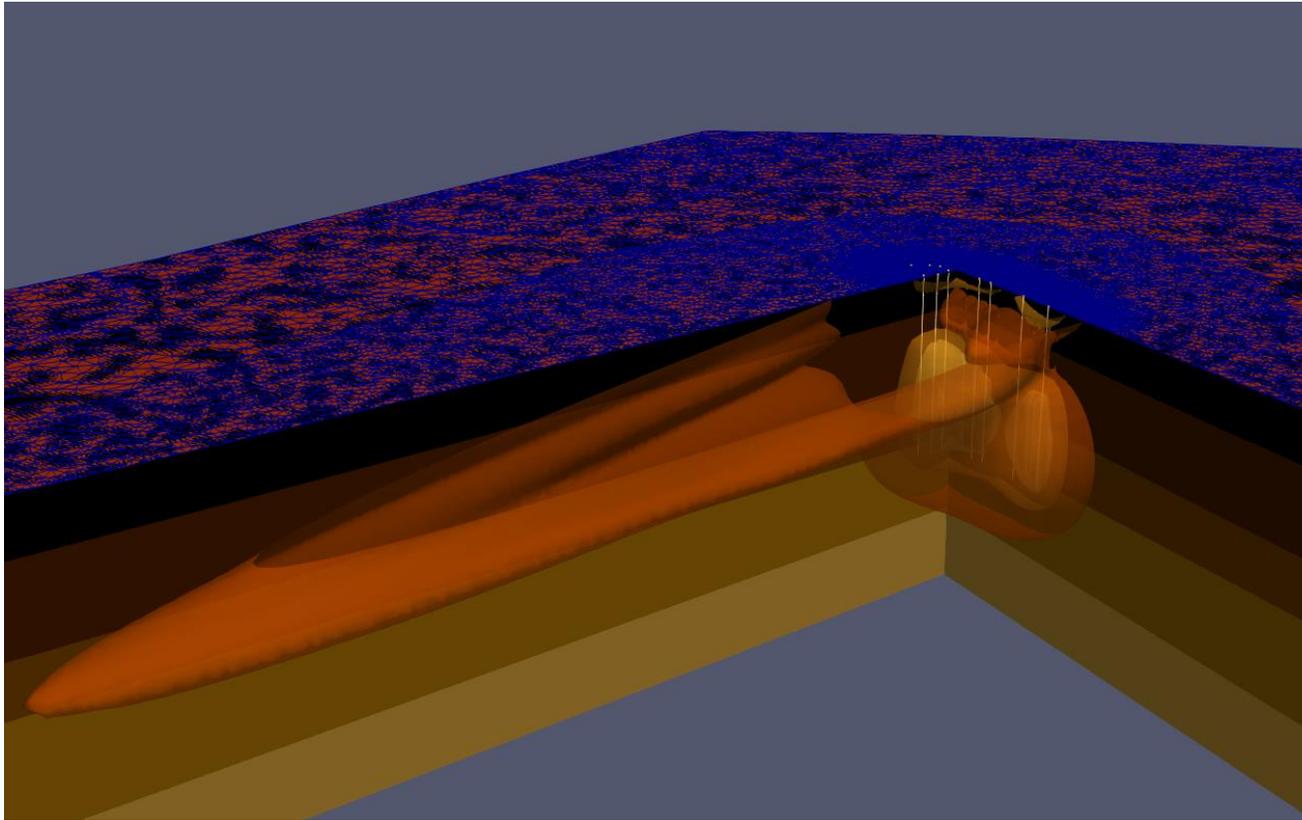
Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	4	2 Terms and definitions	4
3 Formelzeichen und Abkürzungen	6	3 Symbols and abbreviations	6
4 Grundlagen	7	4 Principles	7
4.1 Wärmeregime im Untergrund	7	4.1 Underground heat regime	7
4.2 Grundsätzliches zur Anlagenanlage	9	4.2 Principles of system design	9
6 Erforderliche Genehmigungen	12	6 Required approvals	12
6.1 Wasserrecht	13	6.1 Water law	13
6.2 Bergrecht	17	6.2 Mining law	17
6.3 Genehmigungspraxis in Österreich und der Schweiz	18	6.3 Approval practices in Austria and Switzerland	18
8 Sicherheitsaspekte der Wärmepumpe	20	8 Safety aspects of heat pumps	20
7 Standortbewertung	20	7 Site evaluation	20
7.1 Oberirdische Standortgegebenheiten	20	7.1 Above-ground site conditions	20
7.2 Unterirdische Standortgegebenheiten	21	7.2 Underground site conditions	21
8 Umweltaspekte	22	8 Environmental aspects	22
8.1 Primärenergiebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen	23	8.1 Primary energy requirements and CO <sub>2</sub> emissions	23
8.2 Einfluss von Wärmepumpen-Arbeitsmitteln	25	8.2 The impact of heat pump working fluids	25
8.3 Mögliche Auswirkungen bei thermischer Nutzung des Untergrunds	25	8.3 Possible impacts of thermal use of the underground	25
8.4 Umweltschutz bei Bohrarbeiten	28	8.4 Environmental protection during drilling works	28
8 Umweltgerechte Materialwahl für Einbauten im Untergrund	29	8 Environmentally-compliant material choice for underground installations	29
9.1 Materialien für Brunnen, Erdstrahlkollektoren, Erdstrahlröhren und Rohre	29	9.1 Materials used in wells, ground heat collectors, borehole heat exchangers and pipes	29
9.2 Wärmeträgermedien in Erdstrahlkollektoren und Erdstrahlröhren	29	9.2 Heat transfer media in ground heat collectors and borehole heat exchangers	29
9.3 Wärmepumpen-Arbeitsmittel für Direktverdampfung	30	9.3 Heat pump working fluids for direct expansion	30
Schriften	31	Bibliography	31

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)  
Fachbereich Energieerzeugung und -anwendung

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umweltechnik

Urheberrechtlich geschützt durch VDI/VDT 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686, 2687, 2688, 2689, 2690, 2691, 2692, 2693, 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700, 2701, 2702, 2703, 2704, 2705, 2706, 2707, 2708, 2709, 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718, 2719, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2725, 2726, 2727, 2728, 2729, 2730, 2731, 2732, 2733, 2734, 2735, 2736, 2737, 2738, 2739, 2740, 2741, 2742, 2743, 2744, 2745, 2746, 2747, 2748, 2749, 2750, 2751, 2752, 2753, 2754, 2755, 2756, 2757, 2758, 2759, 2760, 2761, 2762, 2763, 2764, 2765, 2766, 2767, 2768, 2769, 2770, 2771, 2772, 2773, 2774, 2775, 2776, 2777, 2778, 2779, 2780, 2781, 2782, 2783, 2784, 2785, 2786, 2787, 2788, 2789, 2790, 2791, 2792, 2793, 2794, 2795, 2796, 2797, 2798, 2799, 2800, 2801, 2802, 2803, 2804, 2805, 2806, 2807, 2808, 2809, 2810, 2811, 2812, 2813, 2814, 2815, 2816, 2817, 2818, 2819, 2820, 2821, 2822, 2823, 2824, 2825, 2826, 2827, 2828, 2829, 2830, 2831, 2832, 2833, 2834, 2835, 2836, 2837, 2838, 2839, 2840, 2841, 2842, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2848, 2849, 2850, 2851, 2852, 2853, 2854, 2855, 2856, 2857, 2858, 2859, 2860, 2861, 2862, 2863, 2864, 2865, 2866, 2867, 2868, 2869, 2870, 2871, 2872, 2873, 2874, 2875, 2876, 2877, 2878, 2879, 2880, 2881, 2882, 2883, 2884, 2885, 2886, 2887, 2888, 2889, 2890, 2891, 2892, 2893, 2894, 2895, 2896, 2897, 2898, 2899, 2900, 2901, 2902, 2903, 2904, 2905, 2906, 2907, 2908, 2909, 2910, 2911, 2912, 2913, 2914, 2915, 2916, 2917, 2918, 2919, 2920, 2921, 2922, 2923, 2924, 2925, 2926, 2927, 2928, 2929, 2930, 2931, 2932, 2933, 2934, 2935, 2936, 2937, 2938, 2939, 2940, 2941, 2942, 2943, 2944, 2945, 2946, 2947, 2948, 2949, 2950, 2951, 2952, 2953, 2954, 2955, 2956, 2957, 2958, 2959, 2960, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2966, 2967, 2968, 2969, 2970, 2971, 2972, 2973, 2974, 2975, 2976, 2977, 2978, 2979, 2980, 2981, 2982, 2983, 2984, 2985, 2986, 2987, 2988, 2989, 2990, 2991, 2992, 2993, 2994, 2995, 2996, 2997, 2998, 2999, 3000, 3001, 3002, 3003, 3004, 3005, 3006, 3007, 3008, 3009, 3010, 3011, 3012, 3013, 3014, 3015, 3016, 3017, 3018, 3019, 3020, 3021, 3022, 3023, 3024, 3025, 3026, 3027, 3028, 3029, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3054, 3055, 3056, 3057, 3058, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, 3064, 3065, 3066, 3067, 3068, 3069, 3070, 3071, 3072, 3073, 3074, 3075, 3076, 3077, 3078, 3079, 3080, 3081, 3082, 3083, 3084, 3085, 3086, 3087, 3088, 3089, 3090, 3091, 3092, 3093, 3094, 3095, 3096, 3097, 3098, 3099, 3100, 3101, 3102, 3103, 3104, 3105, 3106, 3107, 3108, 3109, 3110, 3111, 3112, 3113, 3114, 3115, 3116, 3117, 3118, 3119, 3120, 3121, 3122, 3123, 3124, 3125, 3126, 3127, 3128, 3129, 3130, 3131, 3132, 3133, 3134, 3135, 3136, 3137, 3138, 3139, 3140, 3141, 3142, 3143, 3144, 3145, 3146, 3147, 3148, 3149, 3150, 3151, 3152, 3153, 3154, 3155, 3156, 3157, 3158, 3159, 3160, 3161, 3162, 3163, 3164, 3165, 3166, 3167, 3168, 3169, 3170, 3171, 3172, 3173, 3174, 3175, 3176, 3177, 3178, 3179, 3180, 3181, 3182, 3183, 3184, 3185, 3186, 3187, 3188, 3189, 3190, 3191, 3192, 3193, 3194, 3195, 3196, 3197, 3198, 3199, 3200, 3201, 3202, 3203, 3204, 3205, 3206, 3207, 3208, 3209, 3210, 3211, 3212, 3213, 3214, 3215, 3216, 3217, 3218, 3219, 3220, 3221, 3222, 3223, 3224, 3225, 3226, 3227, 3228, 3229, 3230, 3231, 3232, 3233, 3234, 3235, 3236, 3237, 3238, 3239, 3240, 3241, 3242, 3243, 3244, 3245, 3246, 3247, 3248, 3249, 3250, 3251, 3252, 3253, 3254, 3255, 3256, 3257, 3258, 3259, 3260, 3261, 3262, 3263, 3264, 3265, 3266, 3267, 3268, 3269, 3270, 3271, 3272, 3273, 3274, 3275, 3276, 3277, 3278, 3279, 3280, 3281, 3282, 3283, 3284, 3285, 3286, 3287, 3288, 3289, 3290, 3291, 3292, 3293, 3294, 3295, 3296, 3297, 3298, 3299, 3300, 3301, 3302, 3303, 3304, 3305, 3306, 3307, 3308, 3309, 3310, 3311, 3312, 3313, 3314, 3315, 3316, 3317, 3318, 3319, 3320, 3321, 3322, 3323, 3324, 3325, 3326, 3327, 3328, 3329, 3330, 3331, 3332, 3333, 3334, 3335, 3336, 3337, 3338, 3339, 3340, 3341, 3342, 3343, 3344, 3345, 3346, 3347, 3348, 3349, 3350, 3351, 3352, 3353, 3354, 3355, 3356, 3357, 3358, 3359, 3360, 3361, 3362, 3363, 3364, 3365, 3366, 3367, 3368, 3369, 3370, 3371, 3372, 3373, 3374, 3375, 3376, 3377, 3378, 3379, 3380, 3381, 3382, 3383, 3384, 3385, 3386, 3387, 3388, 3389, 3390, 3391, 3392, 3393, 3394, 3395, 3396, 3397, 3398, 3399, 3400, 3401, 3402, 3403, 3404, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409, 3410, 3411, 3412, 3413, 3414, 3415, 3416, 3417, 3418, 3419, 3420, 3421, 3422, 3423, 3424, 3425, 3426, 3427, 3428, 3429, 3430, 3431, 3432, 3433, 3434, 3435, 3436, 3437, 3438, 3439, 3440, 3441, 3442, 3443, 3444, 3445, 3446, 3447, 3448, 3449, 3450, 3451, 3452, 3453, 3454, 3455, 3456, 3457, 3458, 3459, 3460, 3461, 3462, 3463, 3464, 3465, 3466, 3467, 3468, 3469, 3470, 3471, 3472, 3473, 3474, 3475, 3476, 3477, 3478, 3479, 3480, 3481, 3482, 3483, 3484, 3485, 3486, 3487, 3488, 3489, 3490, 3491, 3492, 3493, 3494, 3495, 3496, 3497, 3498, 3499, 3500, 3501, 3502, 3503, 3504, 3505, 3506, 3507, 3508, 3509, 3510, 3511, 3512, 3513, 3514, 3515, 3516, 3517, 3518, 3519, 3520, 3521, 3522, 3523, 3524, 3525, 3526, 3527, 3528, 3529, 3530, 3531, 3532, 3533, 3534, 3535, 3536, 3537, 3538, 3539, 3540, 3541, 3542, 3543, 3544, 3545, 3546, 3547, 3548, 3549, 3550, 3551, 3552, 3553, 3554, 3555, 3556, 3557, 3558, 3559, 3560, 3561, 3562, 3563, 3564, 3565, 3566, 3567, 3568, 3569, 3570, 3571, 3572, 3573, 3574, 3575, 3576, 3577, 3578, 3579, 3580, 3581, 3582, 3583, 3584, 3585, 3586, 3587, 3588, 3589, 3590, 3591, 3592, 3593, 3594, 3595, 3596, 3597, 3598, 3599, 3600, 3601, 3602, 3603, 3604, 3605, 3606, 3607, 3608, 3609, 3610, 3611, 3612, 3613, 3614, 3615, 3616, 3617, 3618, 3619, 3620, 3621, 3622, 3623, 3624, 3625, 3626, 3627, 3628, 3629, 3630, 3631, 3632, 3633, 3634, 3635, 3636, 3637, 3638, 3639, 3640, 3641, 3642, 3643, 3644, 3645, 3646, 3647, 3648, 3649, 3650, 3651, 3652, 3653, 3654, 3655, 3656, 3657, 3658, 3659, 3660, 3661, 3662, 3663, 3664, 3665, 3666, 3667, 3668, 3669, 3670, 3671, 3672, 3673, 3674, 3675, 3676, 3677, 3678, 3679, 3680, 3681, 3682, 3683, 3684, 3685, 3686, 3687, 3688, 3689, 3690, 3691, 3692, 3693, 3694, 3695, 3696, 3697, 3698, 3699, 3700, 3701, 3702, 3703, 3704, 3705, 3706, 3707, 3708, 3709, 3710, 3711, 3712, 3713, 3714, 3715, 3716, 3717, 3718, 3719, 3720, 3721, 3722, 3723, 3724, 3725

- **Einfluss von Grundwasser** bei den meisten Berechnungs- und Simulationsverfahren (z.B. analytische Lösungen, Nomogramme, g-functions) nicht berücksichtigt



*J.Randow, K. Lubashevsky:  
Langzeitsimulationen (hier: 25 Jahre) über den  
thermischen Einfluss von  
Erdwärmesondensystemen*

# Berechnung und Simulation

**Spreizung von Parametern:** Welcher konkrete Wert ist zu wählen für die Berechnung und Simulation?

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Gestein/Fluide	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/(m·K)]	spez. Wärmekapazität $c$ [kJ /kg·K]
Kies, Sand, trocken	0,3–0,8	0,50–0,59
Kies, Sand, nass	1,7–5,0	0,85–1,90
Ton, Lehm, feucht	0,9–2,3	0,80–2,30
Kalkstein	2,5–4,0	0,80–1,00
Dolomit	1,6–5,5	0,92–1,06
Marmor	1,6–4,0	0,86–0,92
Sandstein	1,3–5,1	0,82–1,00
Tonstein	0,6–4,0	0,82–1,18
Granit	2,1–4,1	0,75–1,22
Gneis	1,9–4,0	0,75–0,90
Basalt	1,3–2,3	0,72–1,00
Quarzit	3,6–6,6	0,78–0,92

## Sensitivitätsanalyse:

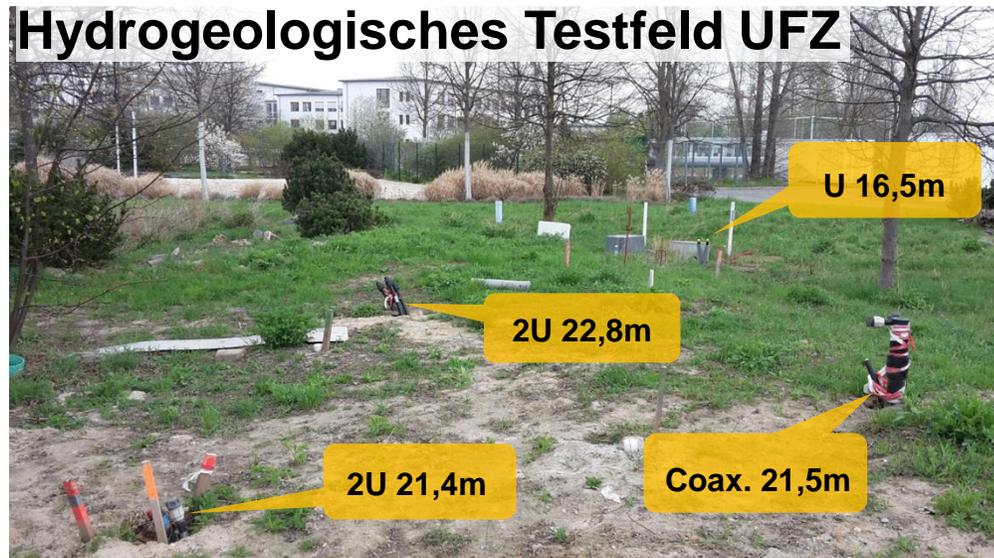
Welche Parameter haben den entscheidenden Einfluss auf die Auslegung?

Parameter	Beschreibung
$L_{Sonde}$	Sondenlänge
$Q$	Jahreswärmebedarf
$\dot{V}_{rf}$	Durchflussrate des Sondenfluides
$\mu_{rf}$	Dynamische Viskosität des Sondenfluides
$\lambda_{gr}$	Wärmeleitfähigkeit des Verpressmaterials
$c_{vs}$	Spez. volumetrische Wärmekapazität des geologischen Untergrundes
$\lambda_s$	Wärmeleitfähigkeit des geologischen Untergrundes
$t_{aqf-eff}$	Mächtigkeit des vom Grundwasser umströmten Bereichs der Sonde
$z_{aqf}$	Tiefe der vom Grundwasser durchströmten Schicht
$v_f$	Darcygeschwindigkeit
$T_{geo}$	Modelltemperatur (inkl. Oberflächentemperatur)
$\Delta T_{geo}$	Geothermaler Gradient

# Erkundung: TRT

Herausforderung: Eingeschränkte Wiederholbarkeit der klassischen geothermischen Erkundung (TRT) unter nicht-idealen Bedingungen im Ringversuch mit resultierenden Unsicherheiten für die Anlagenauslegung und -planung

## Hydrogeologisches Testfeld UFZ



Bucher, A., Görke, U.-J., Vienken, T., Kolditz, O., Dietrich, P., 2018. Entwicklung von Methoden zur standortoptimierten geotechnischen Auslegung großflächiger Geothermiesysteme.

Gefördert im Rahmen des Programms „FH ProfUNT“ des BMBF



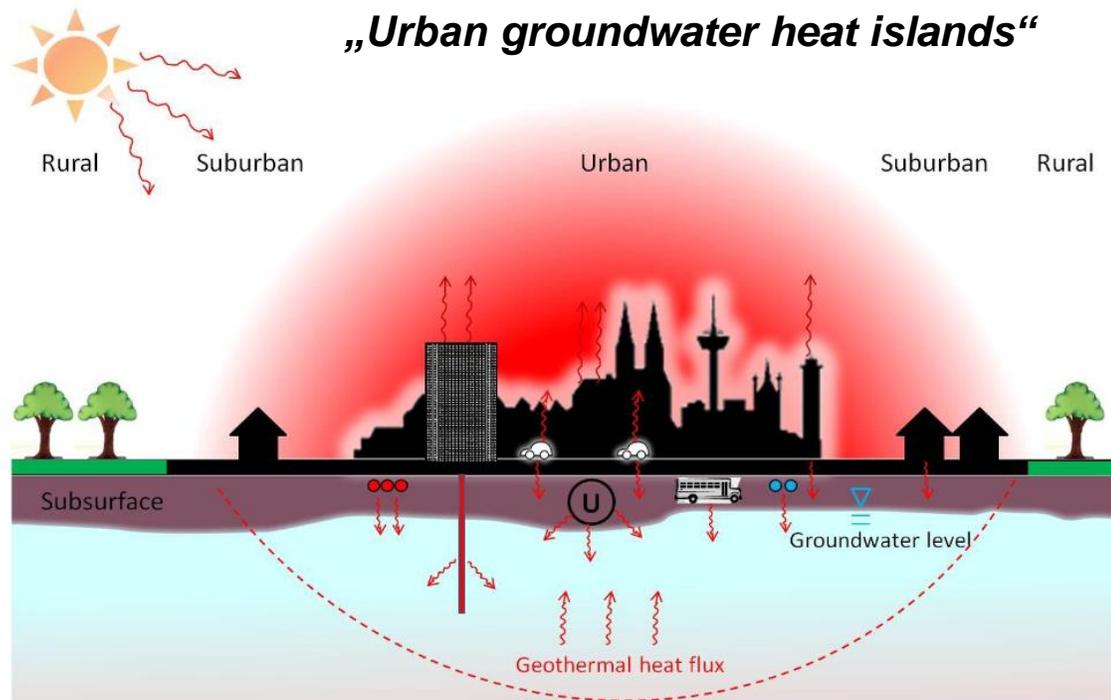
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Herausforderung geothermisches Monitoring

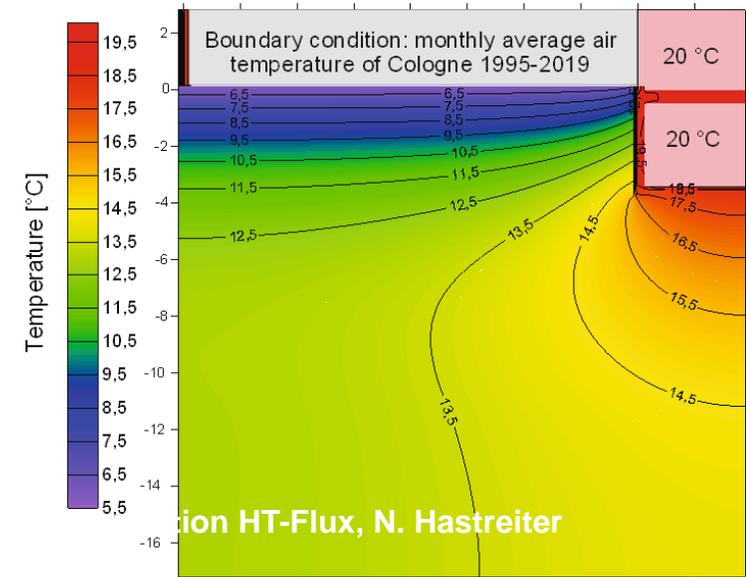
Herausforderung: Zuverlässige Modellparametrisierung; betrifft insbesondere Boden- und GW-Temperaturen und Bildung urbaner Wärmeinseln in Neubaugebieten



„Urban groundwater heat islands“

Abb.: Zhu, K (2013): Urban Heat Island in the Subsurface and Geothermal Potential in Urban Areas; Dissertation Universität Tübingen.

Anwendung auf Untersuchungsgebiet  
Köln-Junkersdorf: Ermittlung Einfluss der  
Wärmeverluste von Gebäuden auf die  
Boden- und GW-Temperatur



Result for buildings physics simulation with a heated basement of medium insulation standard (N. Hastreiter)

# Ergebnisse und vorläufige Empfehlungen

# Ziel

**Möglichst genaue Vorhersagen bzw. Auslegungen mit vertretbarem Aufwand (sowohl zeitlich als auch finanziell)**

Dazu ist notwendig:

- Möglichst genaue Kenntnisse der Verbräuche und Lastprofile
- Möglichst genaue Kenntnisse über den Standort bzw. Untergrund (Schichtenaufbau, Homogenität, Grundwasserströmung, ungestörte Temperaturverteilung)
- Auswahl passender Erkundungsstrategien
- Möglichst zuverlässige Kenntnisse der vorhandenen Materialparameter, insbesondere die mit hoher Sensitivität
- Auswahl passender Simulationswerkzeuge
- Abschätzung der Unsicherheiten

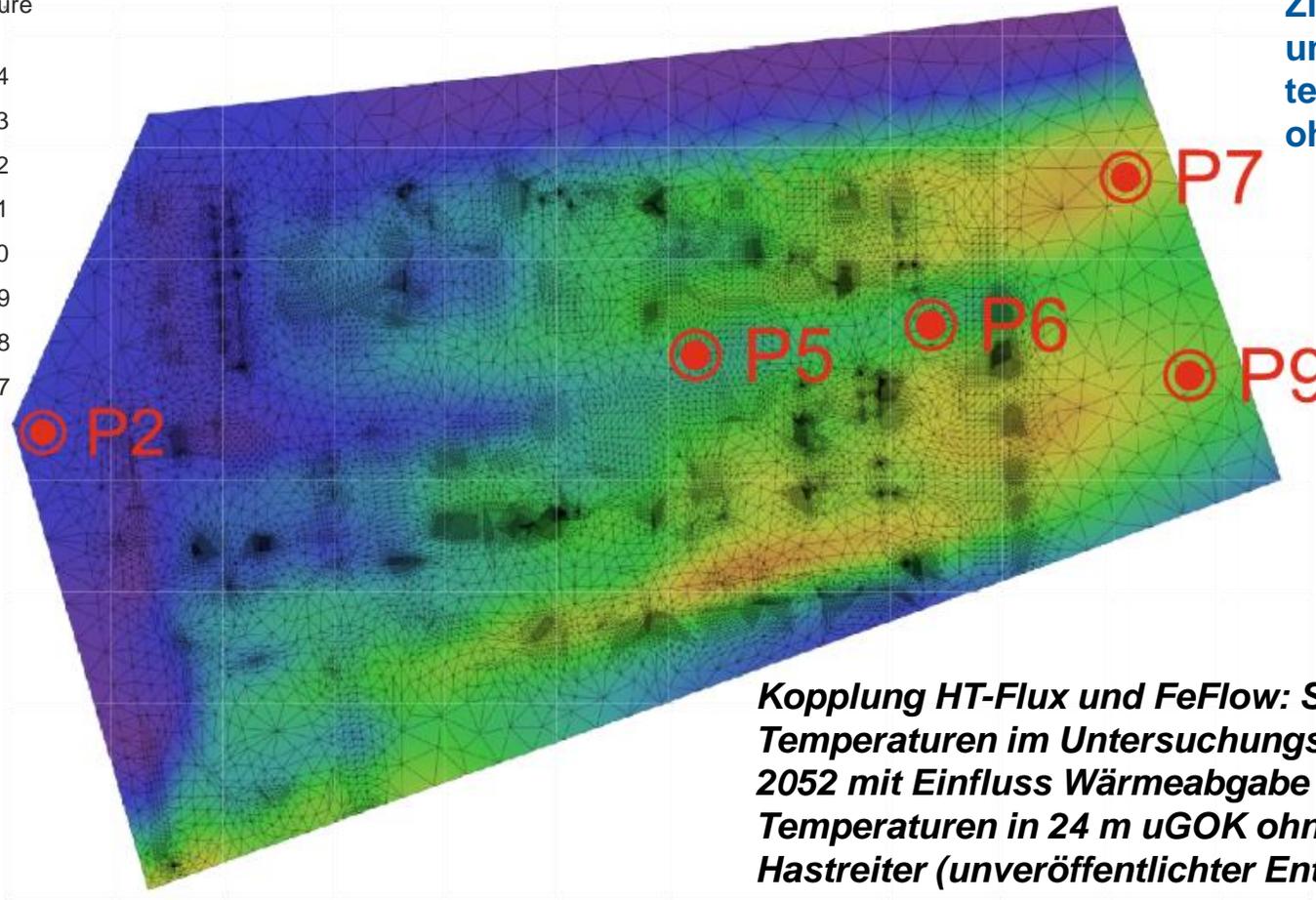
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Herausforderung geothermisches Monitoring

Temperatur  
[°C]



**Ziel: Ermittlung Boden- und Grundwassertemperaturentwicklung ohne Geothermienutzung**

*Kopplung HT-Flux und FeFlow: Simulierte GW-Temperaturen im Untersuchungsgebiet Köln-Junkersdorf 2052 mit Einfluss Wärmeabgabe der Gebäude auf die GW-Temperaturen in 24 m uGOK ohne Geothermienutzung; N. Hastreiter (unveröffentlichter Entwurf)*

# Kenntnisse über den Untergrund: Innovative geothermische Erkundungskonzepte auf Quartiersebene

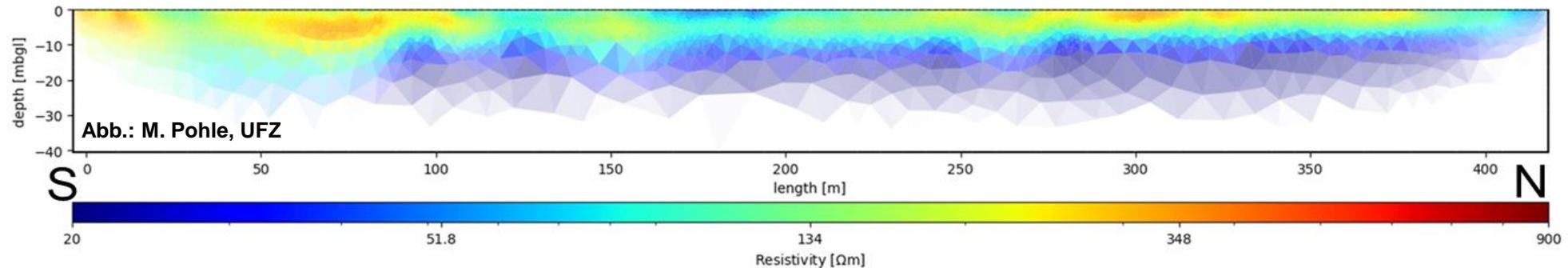
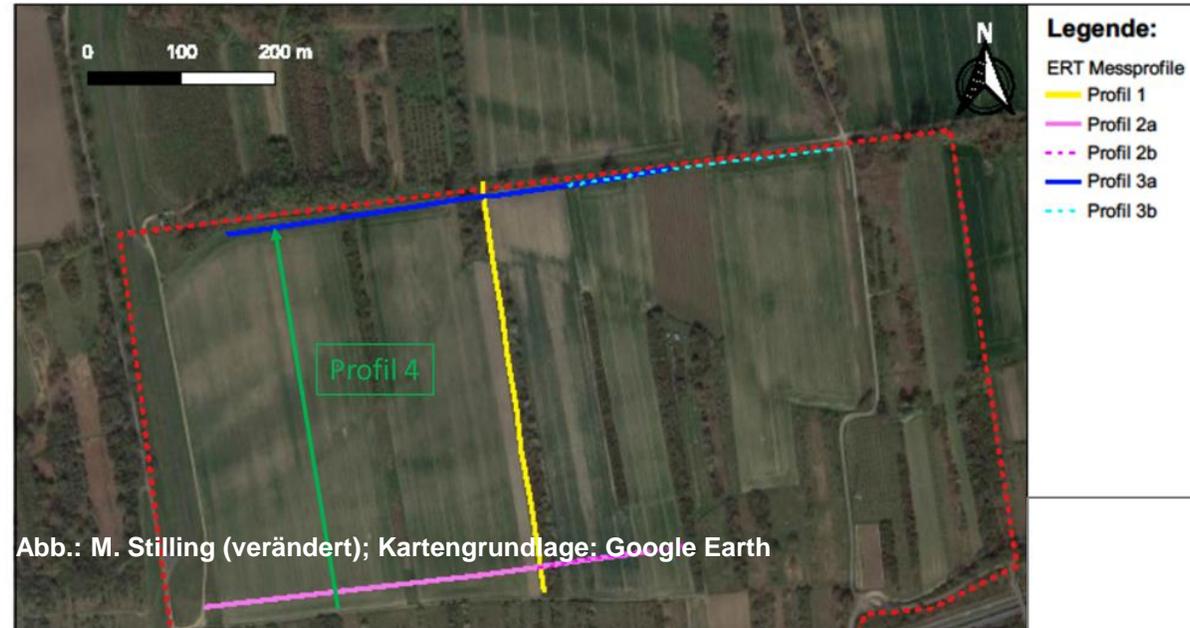
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Herausforderungen:

- Räumliche Dimension bei der Quartierserkundung unter heterogenen Bedingungen
- Eingeschränkte Repräsentativität konventioneller Erkundungsstrategien basierend auf Punktmessungen
- Kombination flächenhafter oberflächengeophysikalischer Messungen und hochaufgelöster Bohr-/Sondierdaten



# Berechnung und Simulation

## Vereinheitlichung der Bereitstellung geologischer Daten

## Vereinheitlichung von Auslegungsvorschriften

(Abstandsvorgaben, Bohrlochgröße,  
Temperatur an Grundstücksgrenze)

## Qualitätsnachweis für Simulationsprogramme

→ Benchmarks

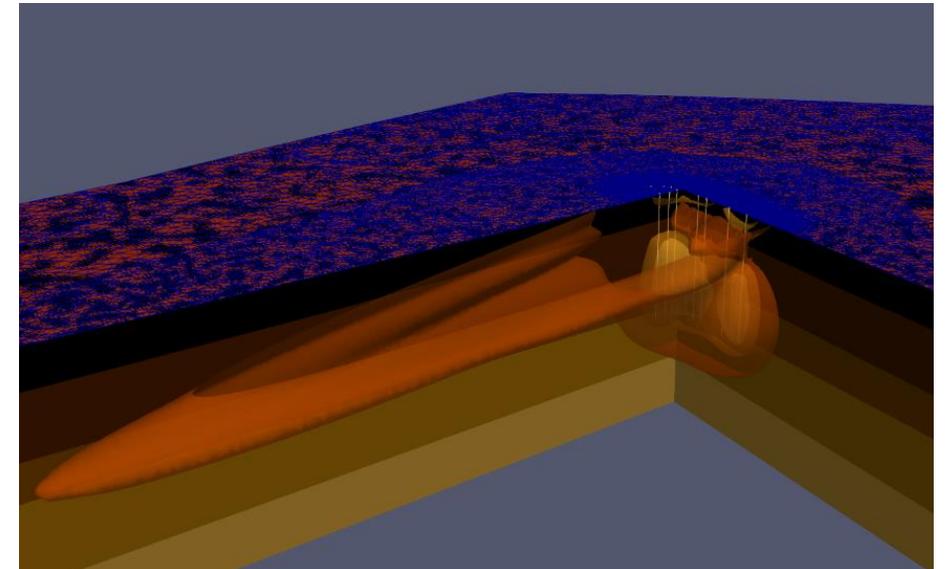
## Katalogisierung geothermischer Nutzungen und

vorhandener **Wärmequellen** (mögliche  
gegenseitige Beeinflussung von Standorten bei  
Grundwasserströmungen)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Aus- und Weiterbildung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Erhöhter Bedarf an Fachkräften und stetige Entwicklung der Kompetenzen:

Ingenieure → zwingend mit **Simulationskompetenzen** auszustatten (Gebäudesimulation, Untergrundsimulation)

Entscheider → **stetige Weiterbildung** über neue Erkenntnisse in der Auslegung von Anlagen für die Berücksichtigung bei der Entscheidungsfindung bzw. für die Definition von Auflagen

Brunnenbauer → aufgrund extrem hoher Nachfrage Schaffung weiterer **Ausbildungsstandorte**, Nachdenken über verkürzte Ausbildungszeit

Handwerker → für die Installation von geothermischen Anlagen mit Wärmepumpen muss **notwendige Fachkompetenz** vorhanden sein, Weiterbildung notwendig

# Allgemein

**Vereinfachung von Genehmigungen** (z.B. Bergrecht erst ab 400m)

**Intelligentes Temperaturmonitoring** (aktueller und zukünftiger Zustand)

**Regelmäßige Überarbeitung der Leitfäden basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen**

**Sichtbarmachen der Möglichkeiten der geothermischen Nutzung des Untergrundes**

**Klares Entwicklungsziel für erneuerbare Energien muss von der Bundesregierung vorgelegt werden** → langfristige verlässliche Strategien

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

