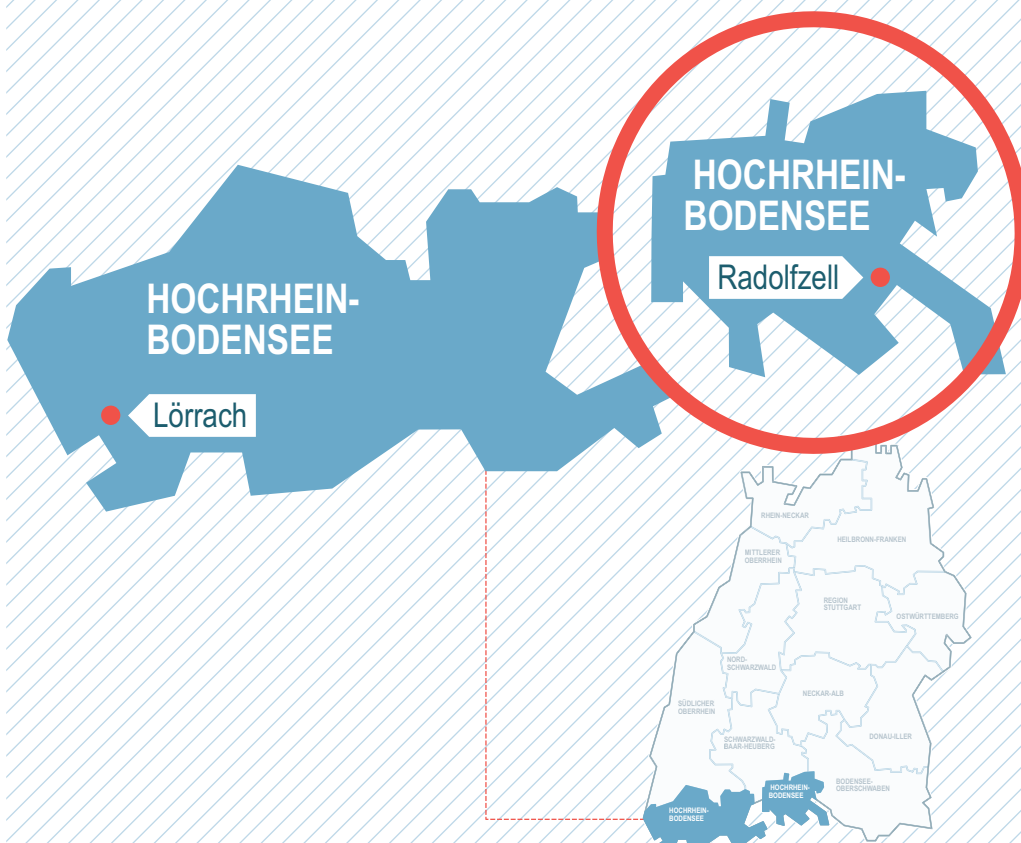


ABWÄRME NUTZEN

*Energiebedarfsanalyse und
potenzielle Abwärmequellen
im Landkreis Konstanz*



TRÄGER DER REGIONALEN KOMPETENZSTELLE



KOORDINIERT DURCH



GEFÖRDERT DURCH



Energiebedarfsanalyse und potenzielle Abwärmequellen im Landkreis Konstanz

Auftraggeber
**KEFF Hochrhein-Bodensee
Regionale Kompetenzstelle Energieeffizienz**

Auftragnehmer
RBS wave GmbH

Oktober 2017

RBS-Auftrags-Nr. 335633-021

7. November 2017 – stt

Die vorliegenden Unterlagen sind unser Eigentum und als solches urheberrechtlich geschützt. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung. Wir weisen darauf hin, dass eine Verletzung unseres Urheberrechts zivilrechtliche Schritte bis hin zum Schadensersatzanspruch zur Folge hat.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung	4
2.	Methodik zur Energiebedarfsanalyse	6
2.1	Bedarfsrechnung Wohngebäude	6
2.2	Bedarfsrechnung Gewerbe & Industriebetriebe (G/I)	11
2.3	Bedarfsrechnung öffentliche Gebäude und Einrichtungen	13
3.	Bestimmung des Abwärmepotenzials	14
3.1	Betrachtung von Kläranlagen und Biogasanlagen	17
4.	Ergebnis und Resümee	18
5.	Quellen und Referenzen	19
6.	Gemeindekarten	20
6.1	Gemeindekarten – Wärmebedarf und Abwärmepotenziale	21
6.2	Gemeindekarten – Strombedarf	47

Tabellen

Tabelle 1: Ermittelter Wärmebedarf je Gemeinde in MWh/a	5
Tabelle 2: Ermittelter Strombedarf je Gemeinde in MWh/a	5
Tabelle 3: Typische Bedarfswerte für Wohngebäude	9
Tabelle 4: Branchen mit Abwärmepotenzial	14
Tabelle 3: Theoretisches Abwärmepotenzial in den Gemeinden	15

Abbildungen

Abbildung 1: Gebietsabgrenzung Landkreis Konstanz	4
Abbildung 2: Wärme- und Strombedarf im Landkreis Konstanz anteilig nach Sektoren	6
Abbildung 3: Anzahl der Wohneinheiten verteilt auf Gebäudetypen im Landkreis Konstanz	7
Abbildung 4: Anzahl der Wohngebäude unterteilt nach Baujahresklassen	7
Abbildung 5: Wärmebedarf der Wohngebäude je Gebäudetyp (Landkreis Konstanz)	8
Abbildung 6: Wärmebedarf der Wohngebäude je Baujahresklassen (Landkreis Konstanz)	8
Abbildung 7: Wohngebäude mit Wärmebedarf > 150.000 kWh/a	10
Abbildung 8: Gewerbe- und Industriebetriebe mit Wärmebedarf > 150.000 kWh/a	12
Abbildung 9: Öffentliche Gebäude (Auswahl) im Landkreis Konstanz	13

Abbildung 10: Industriebetriebe mit Abwärmepotenzial im Landkreis Konstanz	16
Abbildung 11: Kläranlagen (kommunal) und Biogasanlagen im Landkreis Konstanz	17
Gemeindekarten	
Abbildung 12: Aach – Wärmebedarf	22
Abbildung 13: Allensbach – Wärmebedarf	23
Abbildung 14: Bodman-Ludwigshafen – Wärmebedarf	24
Abbildung 15: Büsingen am Hochrhein – Wärmebedarf	25
Abbildung 16: Eigeltingen – Wärmebedarf	26
Abbildung 17: Engen – Wärmebedarf	27
Abbildung 18: Gaienhofen – Wärmebedarf	28
Abbildung 19: Gailingen – Wärmebedarf	29
Abbildung 20: Gottmadingen – Wärmebedarf	30
Abbildung 21: Hilzingen – Wärmebedarf	31
Abbildung 22: Hohenfels – Wärmebedarf	32
Abbildung 23: Konstanz – Wärmebedarf	33
Abbildung 24: Moos – Wärmebedarf	34
Abbildung 25: Mühlhausen-Ehingen – Wärmebedarf	35
Abbildung 26: Mühllingen – Wärmebedarf	36
Abbildung 27: Öhningen – Wärmebedarf	37
Abbildung 28: Orsingen-Nenzingen – Wärmebedarf	38
Abbildung 29: Radolfzell am Bodensee – Wärmebedarf	39
Abbildung 30: Reichenau – Wärmebedarf	40
Abbildung 31: Rielasingen-Worblingen – Wärmebedarf	41
Abbildung 32: Singen (Hohentwiel) – Wärmebedarf	42
Abbildung 33: Steißlingen – Wärmebedarf	43
Abbildung 34: Stockach – Wärmebedarf	44
Abbildung 35: Tengen – Wärmebedarf	45
Abbildung 36: Volkertshausen – Wärmebedarf	46

Abbildung 37: Aach – Strombedarf	48
Abbildung 38: Allensbach – Strombedarf	49
Abbildung 39: Bodman-Ludwigshafen – Strombedarf	50
Abbildung 40: Büsingen am Hochrhein – Strombedarf	51
Abbildung 41: Eigeltingen – Strombedarf	52
Abbildung 42: Engen – Strombedarf	53
Abbildung 43: Gaienhofen – Strombedarf	54
Abbildung 44: Gailingen – Strombedarf	55
Abbildung 45: Gottmadingen – Strombedarf	56
Abbildung 46: Hilzingen – Strombedarf	57
Abbildung 47: Hohenfels – Strombedarf	58
Abbildung 48: Konstanz – Strombedarf	59
Abbildung 49: Moos – Strombedarf	60
Abbildung 50: Mühlhausen-Ehingen – Strombedarf	61
Abbildung 51: Mühlingen – Strombedarf	62
Abbildung 52: Öhningen – Strombedarf	63
Abbildung 53: Orsingen-Nenzingen – Strombedarf	64
Abbildung 54: Radolfzell am Bodensee – Strombedarf	65
Abbildung 55: Reichenau – Strombedarf	66
Abbildung 56: Rielasingen-Worblingen – Strombedarf	67
Abbildung 57: Singen (Hohentwiel) – Strombedarf	68
Abbildung 58: Steißlingen – Strombedarf	69
Abbildung 59: Stockach – Strombedarf	70
Abbildung 60: Tengen – Strombedarf	71
Abbildung 61: Volkertshausen – Strombedarf	72

1. Einführung

Ziel dieser Studie ist die Darstellung potenzieller Abwärmequellen im Bereich Gewerbe und Industrie zur dezentralen Versorgung angrenzender Abnehmer im Landkreis Konstanz für die Kompetenzstelle Energieeffizienz Hochrhein-Bodensee (KEFF).

Die Analyse zeigt den Wärme- und Strombedarf für die Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und Industrie, städtische und öffentliche Einrichtungen (Gemeinwesen) sowie für die Privathaushalte (Wohnen) im Landkreis Konstanz.

Zudem erfolgt die Darstellung potenzieller Abwärmequellen ausgewählter Industrie- und Gewerbebetriebe im Hinblick auf eine dezentrale Versorgung angrenzender Abnehmer.

Das Untersuchungsgebiet umfasst das gesamte Kreisgebiet von Konstanz mit insgesamt 25 Gemeinden.



Abbildung 1: Gebietsabgrenzung Landkreis Konstanz

Im Ergebnis wurden folgende Wärme- und Strombedarfswerte je Gemeinde ermittelt:

Tabelle 1: Ermittelter Wärmebedarf je Gemeinde in MWh/a

Gemeinde	WOHNEN	GEMEINWESEN	BETRIEBE	GESAMT
Aach	17259	95	3356	20710
Allensbach	53518	1994	7995	63507
Bodman-Ludwigshafen	38400	1076	12958	52434
Büsingen am Hochrhein	12196	46	1797	14039
Eigeltingen	29079	631	8915	38625
Engen	83522	3535	22589	109646
Gaienhofen	32590	1774	5786	40149
Gailingen	22127	1036	4525	27688
Gottmadingen	76573	1226	20478	98277
Hilzingen	62082	1082	20223	83387
Hohenfels	15755	117	6379	22251
Konstanz	556140	21099	204814	782053
Moos	26221	220	4739	31180
Mühlhausen-Ehingen	28195	260	4566	33022
Mühlingen	18810	217	5470	24497
Öhningen	33870	176	7483	41529
Orsingen-Nenzingen	24524	491	8004	33018
Radolfzell am Bodensee	223068	6873	125918	355859
Reichenau	33246	697	12829	46771
Rielasingen-Worblingen	88924	2085	12070	103079
Singen (Hohentwiel)	306052	19857	247880	2804712
Steißlingen	35336	1286	22382	59004
Stockach	118264	8093	156013	282369
Tengen	37811	1905	8983	48699
Volkertshausen	22164	155	3685	26004

Tabelle 2: Ermittelter Strombedarf je Gemeinde in MWh/a

Gemeinde	WOHNEN_Strom	GEMEINWESEN_Strom	BETRIEBE_Strom	GESAMT_Strom
Aach	3343	19	1568	4930
Allensbach	11949	554	4056	16559
Bodman-Ludwigshafen	8246	347	7594	16187
Büsingen am Hochrhein	2681	9	874	3564
Eigeltingen	5551	126	5559	11236
Engen	17210	896	15487	33592
Gaienhofen	6759	417	2795	9970
Gailingen	4585	3133	2266	9984
Gottmadingen	16681	245	11883	28810
Hilzingen	12572	251	12299	25122
Hohenfels	2940	23	3479	6443
Konstanz	137589	8097	84508	230193
Moos	5131	44	2440	7615
Mühlhausen-Ehingen	5555	52	2197	7804
Mühlingen	3490	43	2927	6460
Öhningen	6671	35	3655	10361
Orsingen-Nenzingen	4785	148	4920	9853
Radolfzell am Bodensee	51324	1670	37801	90794
Reichenau	7420	1983	6638	16040
Rielasingen-Worblingen	19488	588	6428	26504
Singen (Hohentwiel)	74536	4998	274724	354258
Steißlingen	7000	354	7892	15246
Stockach	24157	2351	41134	67642
Tengen	7070	639	4176	11885
Volkertshausen	4410	31	2121	6562

2. Methodik zur Energiebedarfsanalyse

Die Bedarfsanalyse beginnt mit der Betrachtung der einzelnen Verbraucher, welche mit Koordinaten versehen und energetisch klassifiziert werden. Es stehen Informationen zu etwa 65.000 Einzelobjekten (Gebäude mit Adressen und Koordinaten) zur Verfügung. Unterschieden werden dabei folgende bedarfsrelevante Gebäude:

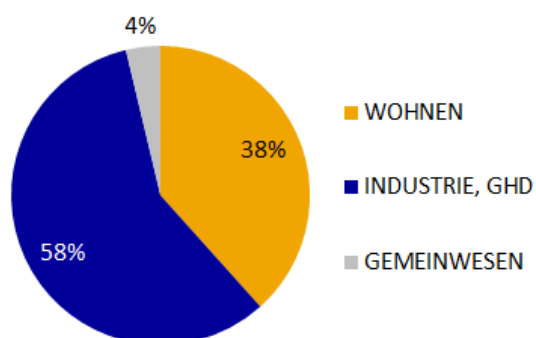
- Wohngebäude mit Angabe Baujahr und Gebäudetyp
- Firmen mit Angaben zur Branche und Angabe der Mitarbeiterzahl
- Firmen ohne Angaben zur Branche und ohne Angabe der Mitarbeiterzahl
- Schulen
- Pflegeheime
- Krankenhäuser
- Schwimmbäder
- Sonstige (z. B. Kirchen, Rathäuser, Hallen)

Die zugehörigen Bedarfswerte wurden auf Grundlage RBS wave-interner Methoden und Datenbanken für jedes Einzelobjekt ermittelt.

Zusammengefasst beträgt der gesamte jährliche Wärmebedarf im Landkreis Konstanz 5.200 GWh. Dabei entfallen auf den Sektor Wohnen 2.000 GWh (38 %), 3.000 GWh (58 %) auf Industriebetriebe inkl. Gewerbe, Handel & Dienstleistungsbetrieben sowie 200 GWh (4 %) auf den Sektor Gemeinwesen.

Der gesamte jährliche Strombedarf im Landkreis Konstanz beträgt 1.030 GWh. Dabei entfällt auf den Sektor Wohnen 454 GWh (45 %), 480 GWh (48 %) auf Industriebetriebe inkl. Gewerbe, Handel & Dienstleistungsbetrieben sowie 71 GWh (7 %) auf den Sektor Gemeinwesen.

Wärmebedarf Anteil in Prozent



Strombedarf Anteil in Prozent

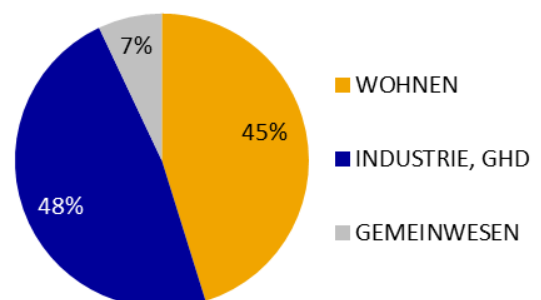


Abbildung 2: Wärme- und Strombedarf im Landkreis Konstanz anteilig nach Sektoren

Bedarfsrechnung Wohngebäude

Der ermittelte Wärmebedarf umfasst die Bereitstellung von Raumwärme und Trinkwarmwasser.

Für eine flächendeckende Darstellung des Untersuchungsgebietes wurden zu Projektbeginn sämtliche Hauskoordinaten mit Angabe der Adresse, Informationen zum Gebäudetyp, zur Gebäudenutzung sowie mit Angaben der Baujahresklassen und Anzahl der Haushalte ausgewertet [1].

Vereinfacht werden die Wohngebäude und deren Anzahl an Wohneinheiten wie folgt zusammengefasst:

- Einfamilienhäuser (EFH) 1 Wohneinheit
- Reihenhäuser (REIHENH) 1 Wohneinheit
- Doppelhäuser (DH) 2 Wohneinheiten
- Kleinere Mehrfamilienhäuser (KMFH) 3 bis 5 Wohneinheiten
- Größere Mehrfamilienhäuser (GMFH) 6 bis 11 Wohneinheiten
- Wohnblocks (WB) mind. 12 Wohneinheiten

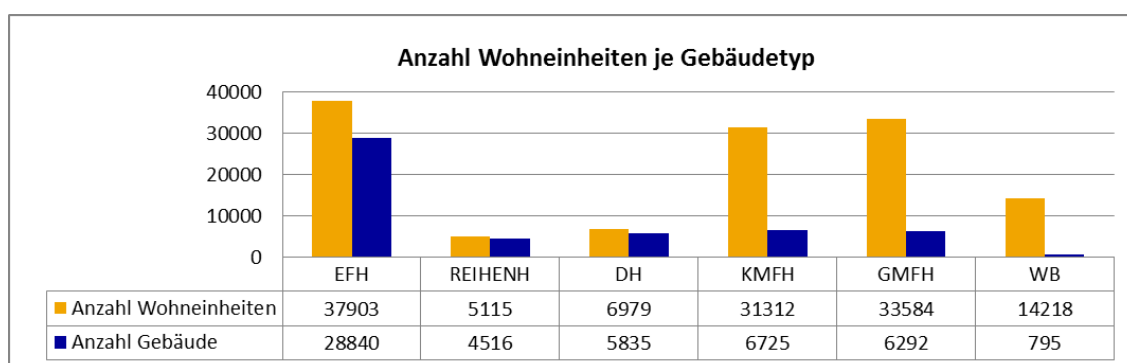


Abbildung 3: Anzahl der Wohneinheiten verteilt auf Gebäudetypen im Landkreis Konstanz

Zusätzlich kann jedem Gebäude eine der folgenden Altersklassen zugeteilt werden:

- Baujahr vor 1945
- Baujahr 1946-1960
- Baujahr 1961-1980
- Baujahr 1981-1995
- Baujahr nach 1995

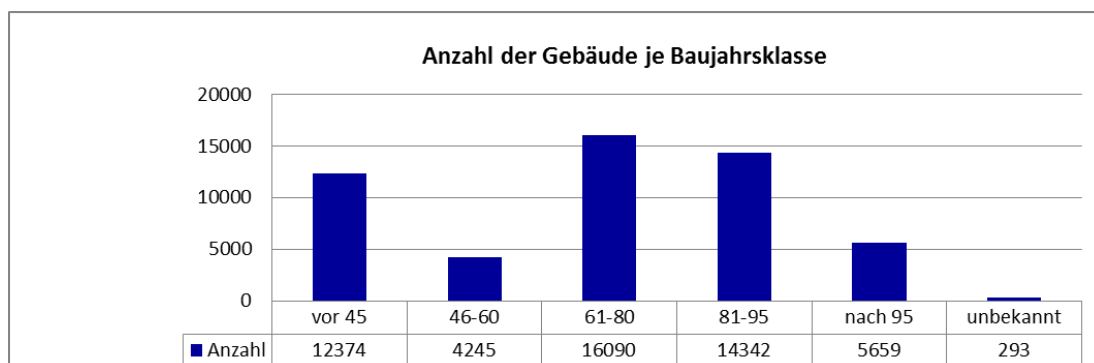


Abbildung 4: Anzahl der Wohngebäude unterteilt nach Baujahresklassen (Landkreis Konstanz)

Für jede mögliche Kombination aus Baujahresklasse und Gebäudetyp sind typische Energiekennwerte hinterlegt. Zur Erstellung des Wärmekatasters werden in Abhängigkeit des Gebäudetyps,

der Gebäudealtersklasse und der Anzahl der Wohneinheiten die in Tabelle 3 in der Spalte „Mittlerer Wärmebedarf pro Wohneinheit in kWh/a“ genannten Werte eingesetzt.

Im Ergebnis verteilt sich der Wärmebedarf wie folgt:

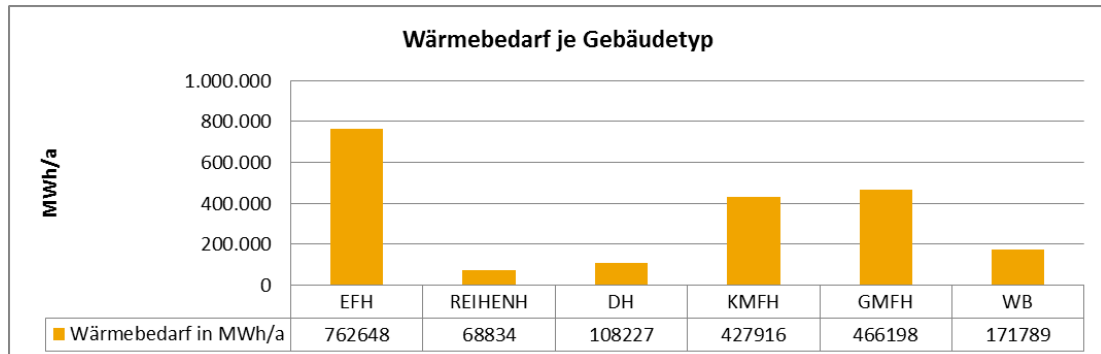


Abbildung 5: Wärmebedarf der Wohngebäude je Gebäudtyp (Landkreis Konstanz)

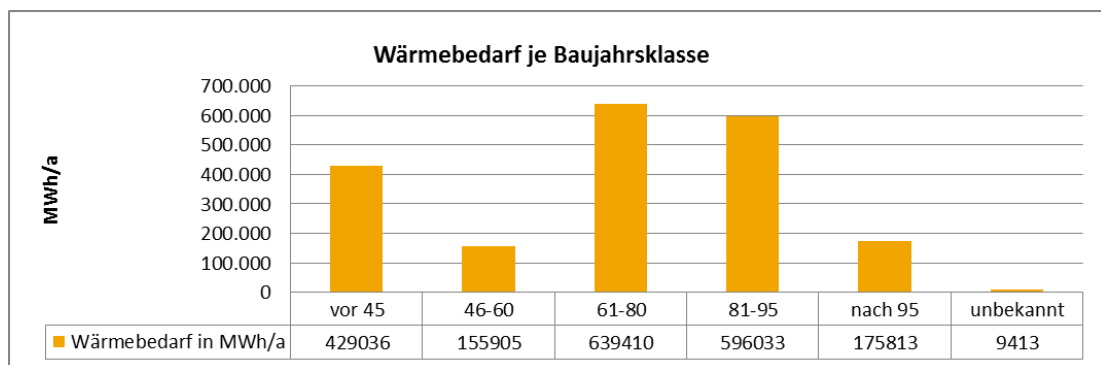


Abbildung 6: Wärmebedarf der Wohngebäude je Baujahresklassen (Landkreis Konstanz)

Tabelle 3: Typische Bedarfswerte für Wohngebäude

Literaturwerte, eigene Bedarfsstudien [12]			
Gebäudetyp	typische Wohnfläche in m ² je Wohneinheit ¹	typischer Wärmebedarf in kWh/m ²	In dieser Studie eingesetzte Wärmebedarfskennwerte: Mittlerer Wärmebedarf pro Wohneinheit in kWh/a
EFH vor 45	124	300	23.774
EFH 46-60	127	261	26.144
EFH 61-80	127	217	24.056
EFH 81-95	143	148	22.105
EFH nach 95	143	136	20.935
DH vor 45	95	190	15.797
DH 46-60	94	193	15.056
DH 61-80	94	182	16.929
DH 81-95	104	109	16.906
DH nach 95	106	74	14.305
REIHEN vor 45	-	-	14.612
REIHEN 46-60	-	-	14.783
REIHEN 61-80	-	-	17.378
REIHEN 81-95	-	-	15.725
REIHEN nach 95	-	-	11.529
KMFH vor 45	81	208	13.418
KMFH 46-60	73	236	12.420
KMFH 61-80	73	195	12.419
KMFH 81-95	81	141	14.660
KMFH nach 95	83	99	12.255
GMFH vor 45	64	183	13.535
GMFH 46-60	65	198	11.665
GMFH 61-80	65	205	13.073
GMFH 81-95	72	159	13.509
GMFH nach 95	74	159	10.679
HH vor 45	67	133	8.884
HH 46-60	63	133	8.405
HH 61-80	63	133	8.405
HH 81-95	66	118	7.811
HH nach 95	64	118	7.563

EFH: Einfamilienhäuser, DH: Doppelhäuser, REIHEN: Reihenhäuser

KMFH: Mehrfamilienhäuser; GMFH: Wohnblocks; HH: Hochhäuser

¹ Statistisches Bundesamt Deutschland (2010): Bauen und Wohnen. Mikrozensus der Haushalte. Fachserie 5, Heft 1.

Die großen Wohngebäude mit einem Wärmebedarf von über 150.000 kWh/a sind in Abbildung 7 dargestellt.

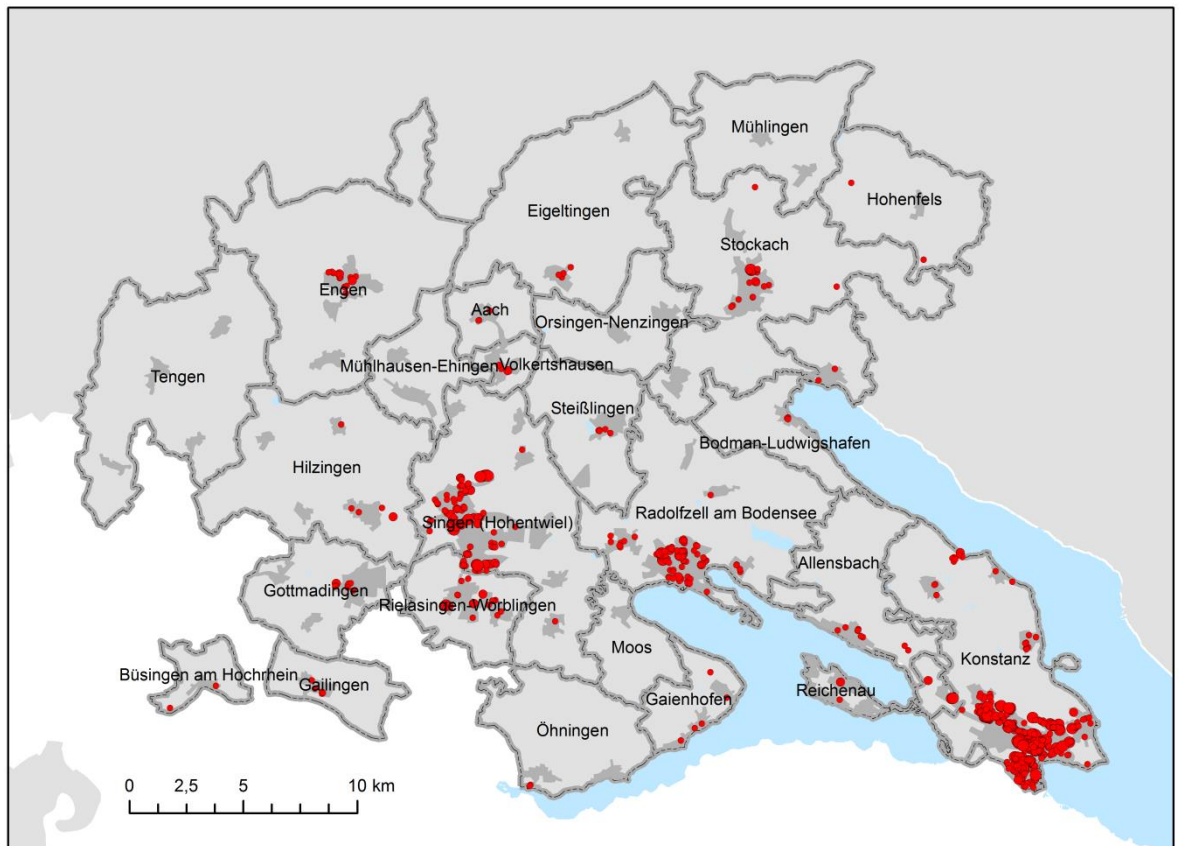


Abbildung 7: Wohngebäude mit Wärmebedarf > 150.000 kWh/a

Strombedarf

Der Strombedarf in den einzelnen Wohngebäuden wurde vereinfacht anhand der Anzahl der Wohneinheiten und eines angenommenen mittleren jährlichen Strombedarfs je Wohneinheit ermittelt.

Dieser Wert liegt in Baden-Württemberg bei etwa 3.500 kWh/a.

2.2 Bedarfsrechnung Gewerbe & Industriebetriebe (G/I)

Zur Ermittlung des Wärmebedarfs von Betrieben ist neben der Raumwärme auch der Anteil für die Prozesswärme zu berücksichtigen.

Anhand der Branchenzugehörigkeit und in Abhängigkeit der Mitarbeiterzahl konnten 4.080 Betriebe energetisch klassifiziert werden. Weitere 3.160 Adressen wurden anhand von Adressdaten [1] mit dem Merkmal ‚Gebäudetyp = Gewerbe‘ lokalisiert. Für diese Kleinbetriebe sind lediglich Koordinaten vorhanden, aber keine Angabe der Branche oder Mitarbeiterzahl.

Eine Aussage zum Grad der Vollständigkeit ist nicht möglich, d. h. möglicherweise sind im hier aufgestellten Wärmekataster nicht alle Betriebe erfasst.

Vorgehensweise zur Wärmebedarfsabschätzung für den G/I Sektor:

1. Geokodierung der Adressdaten aus infas360 [1] und Implementierung im GIS
2. Ableitung der Bedarfswerte anhand der Mitarbeiterzahl und des Branchenschlüssels (RBS wave-interne Energiekennwerte).
3. Bei (Klein-) Betrieben ohne Angabe der Branchenzugehörigkeit und ohne Angabe der Mitarbeiterzahl wurde pauschalisiert ein Wärmebedarf von 19.999 kWh/a und ein Strombedarf von 9.999 kWh/a eingesetzt.
4. Räumliche Verschneidung der Einzelstandorte mit dem 50 m Raster im GIS und Berechnung der aggregierten Bedarfswerte (kWh/a je 50 m Raster)
5. Erstellung der Gemeindestatistiken und -karten.

Für Übersichtszwecke sind in Abbildung 8 alle Betriebe mit einem jährlichen Wärmebedarf größer 150.000 kWh dargestellt.

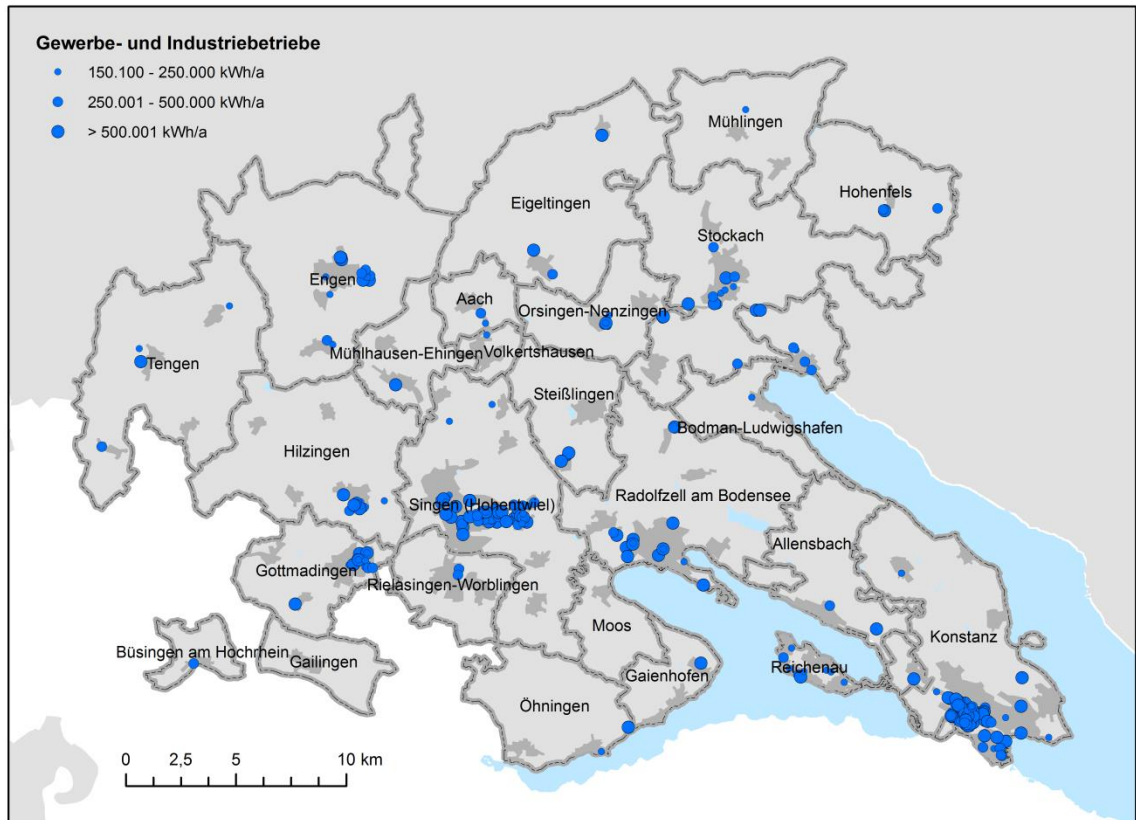


Abbildung 8: Gewerbe- und Industriebetriebe mit Wärmebedarf > 150.000 kWh/a

2.3 Bedarfsrechnung öffentliche Gebäude und Einrichtungen

Beim Sektor ‚Gemeinwesen‘ wurden folgenden Einzelobjekte berücksichtigt:

- 130 Schulen
- 34 Pflegeheime
- 7 Krankenhäuser
- 9 Schwimmbäder

Weitere Objekte wie Festhallen, Turnhallen, Rathäuser oder Kirchen sind im Datensatz [1] in der Rubrik ‚Sonstiges‘ im Wärmekataster mit eingerechnet.

Die Informationen zu den öffentlichen Gebäuden entstammen aus verschiedenen Datenquellen und Datenbanken [1][5][6][9]. Eine Aussage zur Vollständigkeit der Daten ist an dieser Stelle nicht möglich.

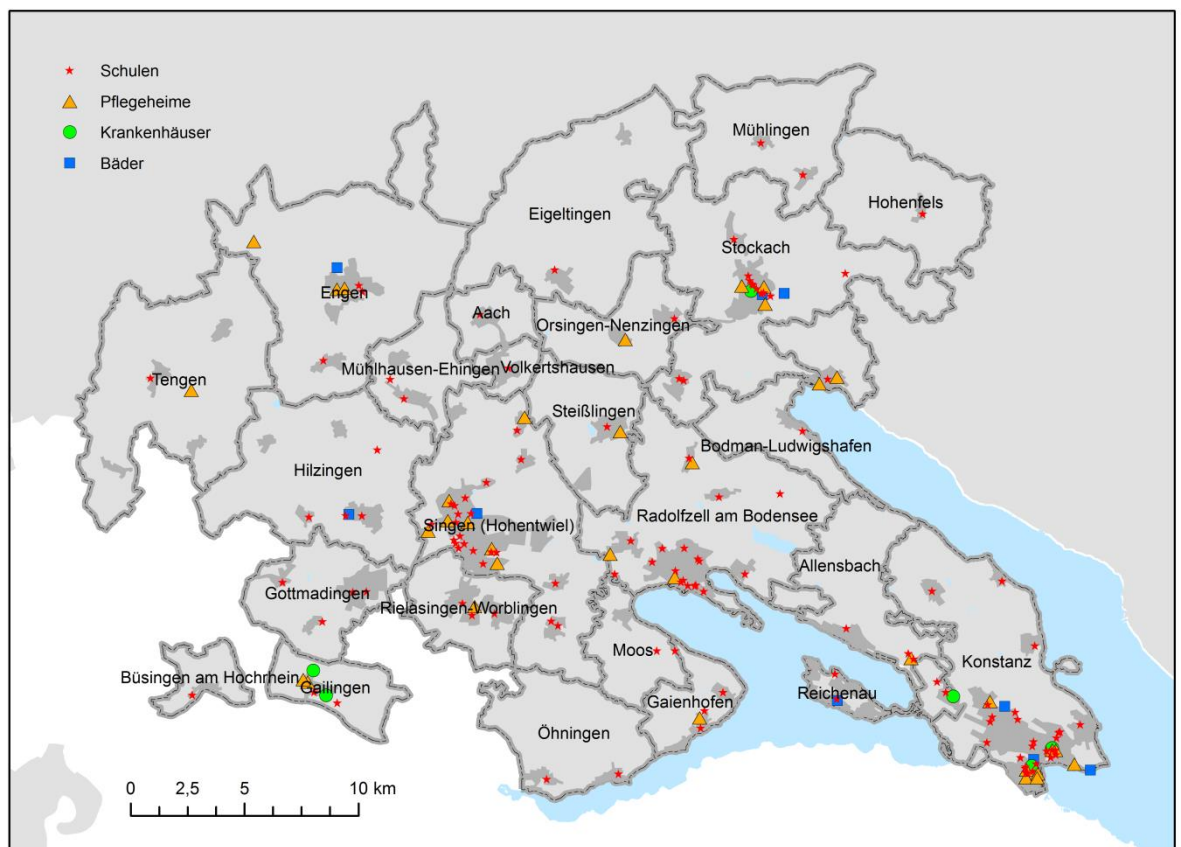


Abbildung 9: Öffentliche Gebäude (Auswahl) im Landkreis Konstanz

3. Bestimmung des Abwärmepotenzials

Aus industrieller Abwärme kann unter bestimmten Voraussetzungen Nutzwärme oder Strom gewonnen werden. Es ist an dieser Stelle unbekannt, wie und ob dieses Potenzial im Landkreis Konstanz derzeit genutzt wird. Bei folgenden Branchen ist, gemäß einer aktuellen Studie [13], ein relevantes Abwärmepotenzial zu erwarten:

Tabelle 4: Branchen mit Abwärmepotenzial

Energieintensive Branchen		Weitere Branchen mit Abwärmepotenzial	
WZ Schlüssel	Bezeichnung (Verarbeitendes Gewerbe)	WZ Schlüssel	Bezeichnung (Verarbeitendes Gewerbe)
WZ08-24	Metallerzeugung und -bearbeitung	WZ08-11	Getränkeherstellung
WZ08-20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	WZ08-27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
WZ08-23	H.v.Glas-,waren,Keramik,Verarb.v.Steinen u.Erden	WZ08-26	H.v. DV-Geräten, elektron. u. opt. Erzeugnissen
WZ08-17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	WZ08-08	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau
WZ08-05	Kohlenbergbau	WZ08-16	H.v. Holz-, Flecht-, Korb-u.Korkwaren (ohne Möbel)
WZ08-10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	WZ08-13	Herstellung von Textilien
WZ08-19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	WZ08-18	H.v. Druckerz., Vervielf.v.Ton-,Bild-,Datenträgern
WZ08-29	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	WZ08-21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
WZ08-25	Herstellung von Metallerzeugnissen	WZ08-32	Herstellung von sonstigen Waren
WZ08-28	Maschinenbau	WZ08-31	Herstellung von Möbeln
WZ08-22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	WZ08-06	Gewinnung von Erdöl und Erdgas
		WZ08-30	Sonstiger Fahrzeugbau
		WZ08-33	Reparatur u.Installation von Masch.u.Ausrüstungen
		WZ08-12	Tabakverarbeitung
		WZ08-14	Herstellung von Bekleidung
		WZ08-15	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen
		WZ08-09	Dienstleistungen f.d.Bergbau u.Gewinnung v.Steinen

Zur Ermittlung des theoretischen Abwärmepotenzials der Unternehmen im Landkreis Konstanz wird wie folgt vorgegangen:

- 1) Selektion der Betriebe aus energieintensiven und weiteren Branchen mit Abwärmepotenzial anhand der Wirtschaftszweigklassen WZ-Codes (Tabelle 4)
- 2) Ermittlung der Abwärmepotenziale auf der Grundannahme, dass ca. 36 % des Endenergieverbrauchs als Abwärme theoretisch nutzbar ist. Der Endenergieverbrauch wurde hier in Annäherung aus dem Wärme- und Strombedarf ermittelt.
- 3) Implementierung im GIS und klassifizierte Darstellung in den Gemeindegarten

Hinweis zur Qualität der Angaben

Diese Potenzialabschätzung hat keine Aussagekraft über die tatsächliche technische und wirtschaftliche Nutzbarkeit und die verfügbaren Temperaturniveaus. Die Studie identifiziert ein theoretisches Potenzial, welches es durch detaillierte Einzelbetrachtungen/Orstermine bei den identifizierten Unternehmen zu verifizieren bzw. überprüfen gilt.

Echtdaten

Lediglich von einem Betrieb innerhalb des Untersuchungsraums liegen konkrete Daten zum Abluftvolumenstrom und Temperaturen aus Prozessen vor². Im weiteren Projektverlauf sollten noch für weitere Betriebe Informationen eingeholt werden.

Theoretisches Abwärmepotenzial im Landkreis Konstanz

² Daten vom 27.09.2017, Bereitstellung Amcor Flexibles Singen GmbH, Alusingen-Platz 1

Die branchenspezifische Abschätzung auf Basis der Endenergieverbräuche beläuft sich im Landkreis Konstanz rechnerisch auf jährlich 947 GWh. Der weitaus größte Anteil davon (nämlich über 80 %) entfallen auf die drei großen Alubetriebe in Singen und Stockach. Wichtig wäre an dieser Stelle die Modellergebnisse mit Echtverbräuchen zu validieren.

Insgesamt wurden 143 Betriebe mit Abwärmepotenzial ermittelt (betrachtet wurden hier nur die Betriebe mit mind. 10 Mitarbeitern und einem Potenzial von mind. 50 MWh/a). Diese sind in der Tabelle 5, Übersichtskarte Abbildung 10 und in den Gemeindekarten Kap. 6 mit dargestellt.

Tabelle 5: Theoretisches Abwärmepotenzial in den Gemeinden

Gemeinde	Anzahl der Betriebe Betriebe mit mind. 10 Mitarbeitern und einem Abwärmepotenzial von mind. 50 MWh/a	Theoretisches Abwärmepotenzial
Aach	-	-
Allensbach	-	-
Bodman-Ludwigshafen	5	501–1.000 MWh/a
Büsing am Hochrhein	-	-
Eigeltingen	3	501–1.000 MWh/a
Engen	12	1.001–5.000 MWh/a
Gaienhofen	-	-
Gailingen	-	-
Gottmadingen	11	1.001–5.000 MWh/a
Hilzingen	10	1.001–5.000 MWh/a
Hohenfels	3	501–1.000 MWh/a
Konstanz	29	10.000–100.000 MWh/a
Moos	1	< 500 MWh/a
Mühlhausen-Ehingen	1	< 500 MWh/a
Mühlingen	1	< 500 MWh/a
Öhningen		
Orsingen-Nenzingen	3	501–1.000 MWh/a
Radolfzell am Bodensee	15	10.000–100.000 MWh/a
Reichenau	1	< 500 MWh/a
Rielasingen-Worblingen	1	< 500 MWh/a
Singen (Hohentwiel)	30	> 100.000 MWh/a
Steißlingen	6	5.001–10.000 MWh/a
Stockach	9	10.000–100.000 MWh/a
Tengen	1	< 500 MWh/a
Volkertshausen	1	< 500 MWh/a

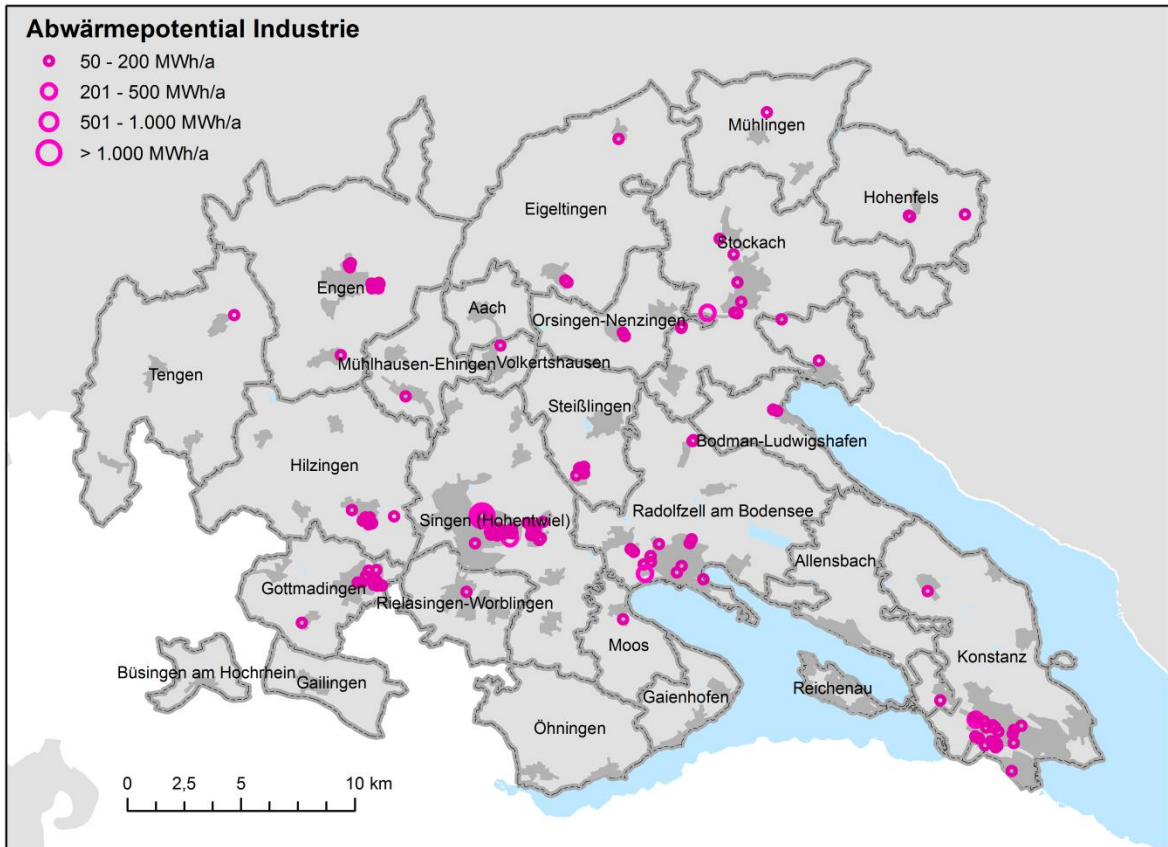


Abbildung 10: Industriebetriebe mit Abwärmepotenzial im Landkreis Konstanz

Betrachtung von Kläranlagen und Biogasanlagen

In Ergänzung zum Wärmekataster werden in den Ergebniskarten im Kap. 6 die kommunalen Kläranlagen [10] sowie die Biogasanlagen [4] mit dargestellt.

Bei diesen Objekten (Biogasanlagen und Kläranlagen) sind ebenfalls Abwärmepotenziale gegeben, welche bisher nur teilweise genutzt werden.

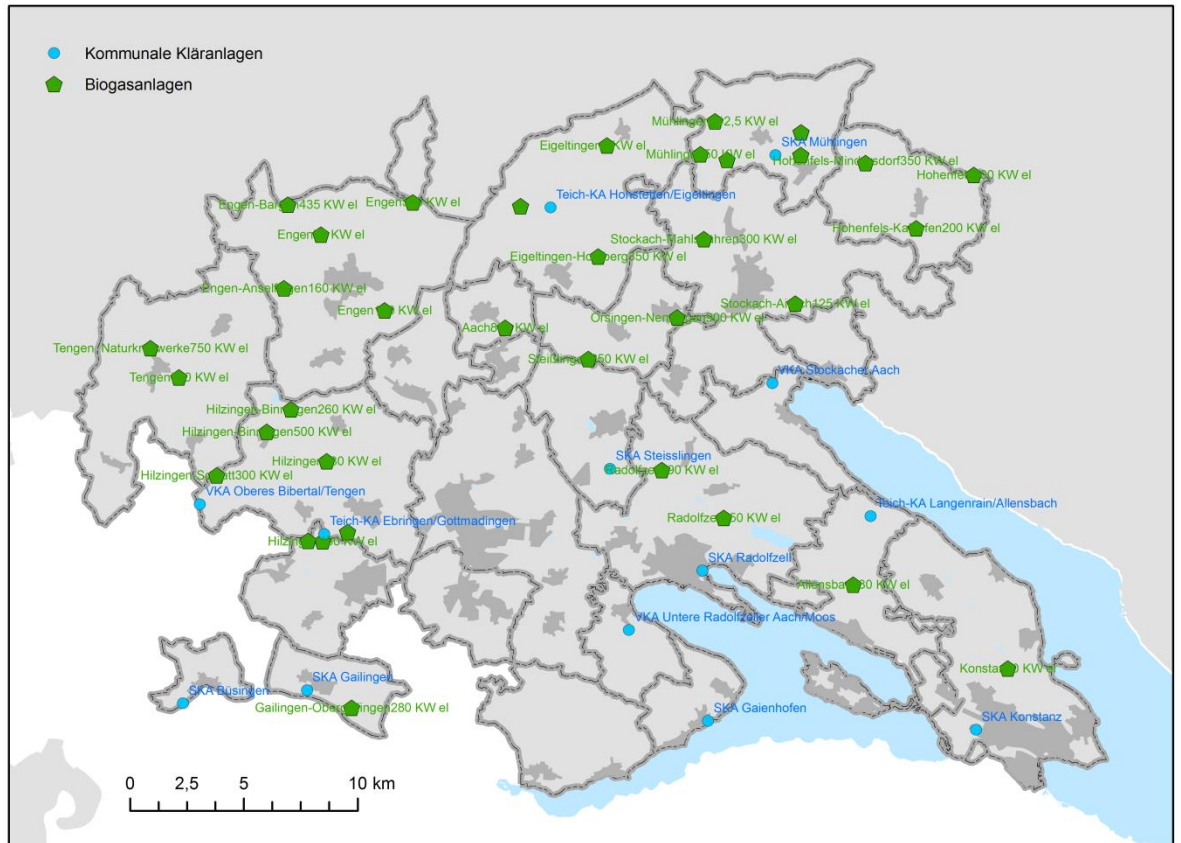


Abbildung 11: Kläranlagen (kommunal) und Biogasanlagen im Landkreis Konstanz

4. Ergebnis und Resümee

Die Energiebedarfsanalyse ergibt nach Integration aller relevanten Einzelgebäude/Abnehmer ein flächen-deckendes Kataster zum Wärme- und Strombedarf für den gesamten Landkreis Konstanz und kann als Grundlage für folgende Untersuchungen und Maßnahmen genutzt werden:

- Lokalisierung einzelner Gebiete auf Gemeindeebene, welche für eine dezentrale Wärmeversorgung (Nahwärmeverbund) in Frage kommen
- Lokalisierung weiterer potenzieller Fernwärme-Anschlussnehmer im Falle eines Netzausbaus
- Festlegung von Quartiersgrenzen mit dem Ziel einer energetisch effizienten Quartiersentwicklung (z. B. im Rahmen der KfW-Quartierskonzepte Programm 432)

Darüber hinaus bietet die Darstellung der Industriebetriebe mit theoretischem Abwärmepotenzial einen ersten Ansatz zur zukünftigen Nutzung von Synergien zwischen Industrieunternehmen (Lieferung von Abwärme) und angrenzenden Bestandsgebäuden im Bereich Wohnen, Gemeinwesen und Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Wärmesenken). Um die technischen und wirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten von Abwärme in Landkreis Konstanz genauer zu eruieren, müssten im nächsten Schritt Vor-Ort-Begehungen und Standortanalysen in den identifizierten Industrieunternehmen vorgenommen werden.

Außerdem können die dargestellten Biogas- und Kläranlagen als mögliche Abwärmequellen in Betracht gezogen werden. Im Vergleich zu den Industriebetrieben sind hier zwar Wärmemengen und Temperaturniveaus besser abzuschätzen, jedoch könnte die räumliche Entfernung solcher Anlagen zu Siedlungen eine Abwärmennutzung oftmals unrentabel machen. Auch hier können belastbare Aussagen nur auf Basis von Einzelfallbetrachtungen getroffen werden.

5. Quellen und Referenzen

Adressdaten

- [1] Hauskoordinaten mit Gebäudeparameter (Baujahresklassen, Gebäudetyp, Anzahl der Wohneinheiten), Infas 360 GmbH 2017
- [2] Firmen-Datenbank mit Adressen, Branchenzugehörigkeit und Mitarbeiterzahl, Infas 360 GmbH 2017
- [3] G.A.M.E. Firmenadressen mit Angaben zur Branche, Mitarbeiterzahl und Energieverbrauchsklassen (Gas, Strom); Datenbereitstellung: KEFF – Kompetenzstelle Energieeffizienz Region Hochrhein-Bodensee, Energieagentur Kreis Konstanz gemeinnützige GmbH
- [4] Biogasanlagen mit Informationen zur Abwärmenutzung im Landkreis Konstanz, Erhebung vom 06.10.2017; Regionale Kompetenzstelle Energieeffizienz Hochrhein-Bodensee
- [5] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, CD Pflegeeinrichtungen in Baden-Württemberg
- [6] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, CD Schulen in Baden-Württemberg

Geodaten & Hintergrundkarten

- [7] Topographische Karte 1:25.000 Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (www.lgl-bw.de); EnBW Datenlizenz
- [8] OpenStreetMap © www.openstreetmap.org/copyright
- [9] Daten aus ALKIS® - Amtliches © www.lgl-bw.de; Datenbereitstellung EnBW

Studien der RBS Wave GmbH

- [10] EnergieCheck für Kläranlagen; 12/2014
- [11] Regionalen Energiebedarfsanalyse für das ODR Versorgungsgebiet, 2015
- [12] Energiebedarfsanalyse für das Versorgungsgebiet der Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim SWLB, 2015

Sonstige

- [13] Abwärmenutzung – Potenziale, Hemmnisse und Umsetzungsvorschläge, izes 2015
www.izes.de/sites/default/files/publikationen/Veranstaltungen/20150901_BMUB_Studie_Abwaerme_V.1.1.pdf

6. Gemeindegarten

Nach Ermittlung des Energiebedarfs (Wärme und Strom) aller Einzelobjekte werden diese im GIS ausgewertet und im 50 m Raster in aggregierter Form dargestellt. Die Gesamtschau in den Gemeindegarten umfasst alle Wohngebäude und alle bekannten Industrie und Gewerbebetriebe sowie sonstige Gebäude (insbesondere öffentliche Gebäude).

Die Angaben zu Wärme- und Strombedarf beziehen sich dabei jeweils auf eine Rasterzelle mit der Auflösung von 50 * 50 Meter und werden in MWh/a klassifiziert angegeben.

Die nachfolgenden Gemeindegarten werden zudem im PDF-Format (hochaufgelöst, Druckqualität) bereitgestellt.

6.1 Gemeindegarten – Wärmebedarf und Abwärmepotenziale

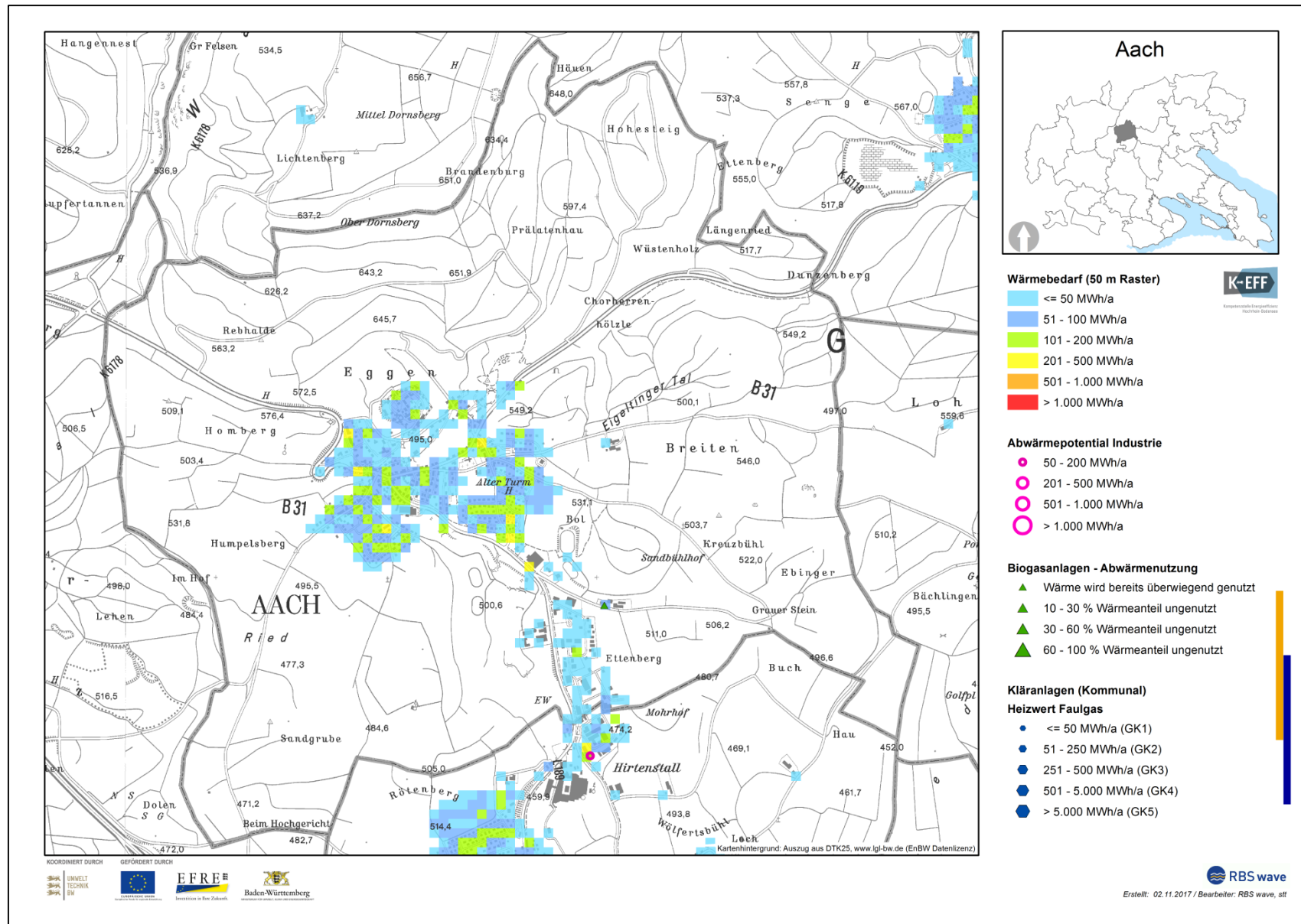


Abbildung 12: Aach – Wärmebedarf

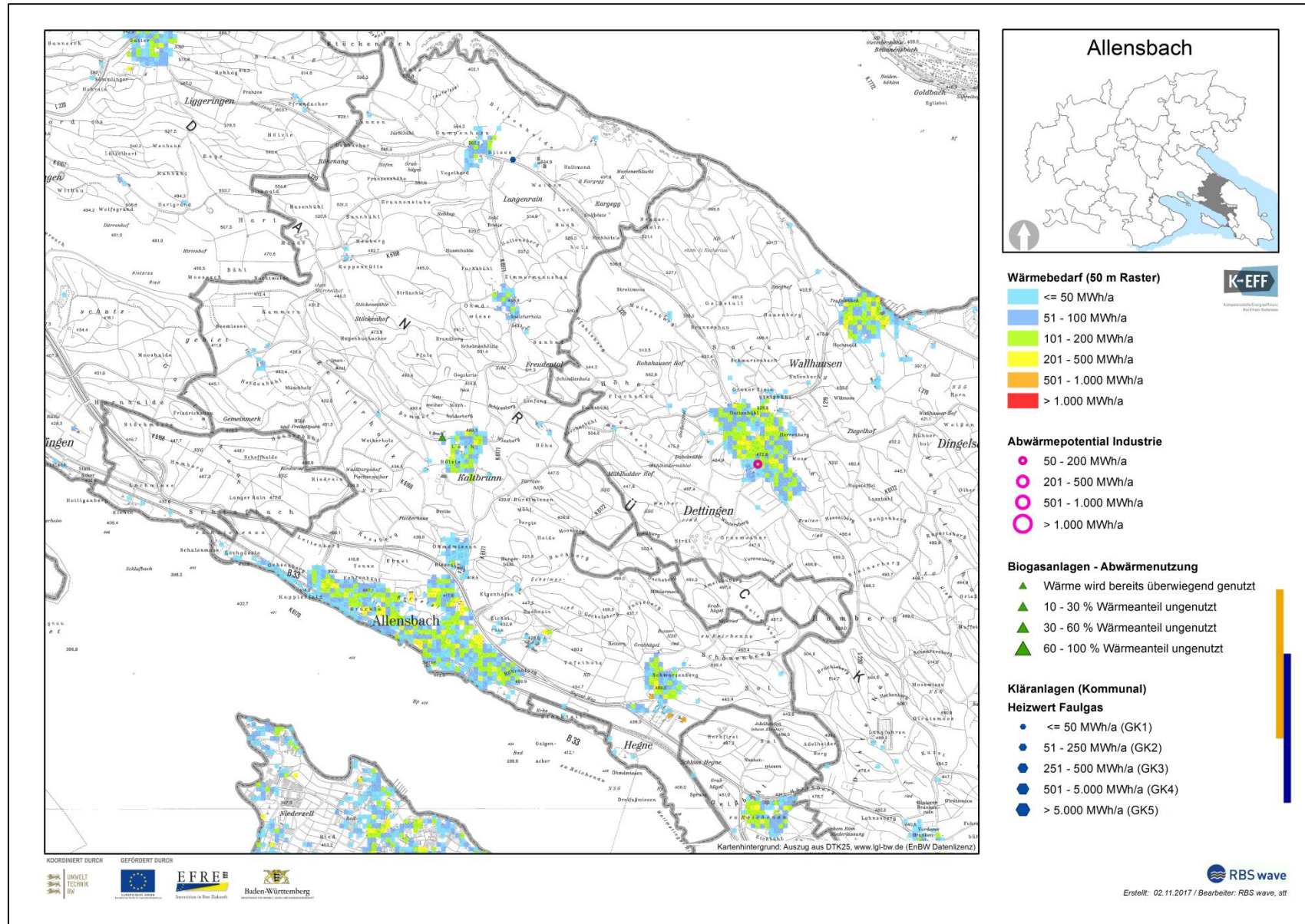


Abbildung 13: Allensbach – Wärmebedarf

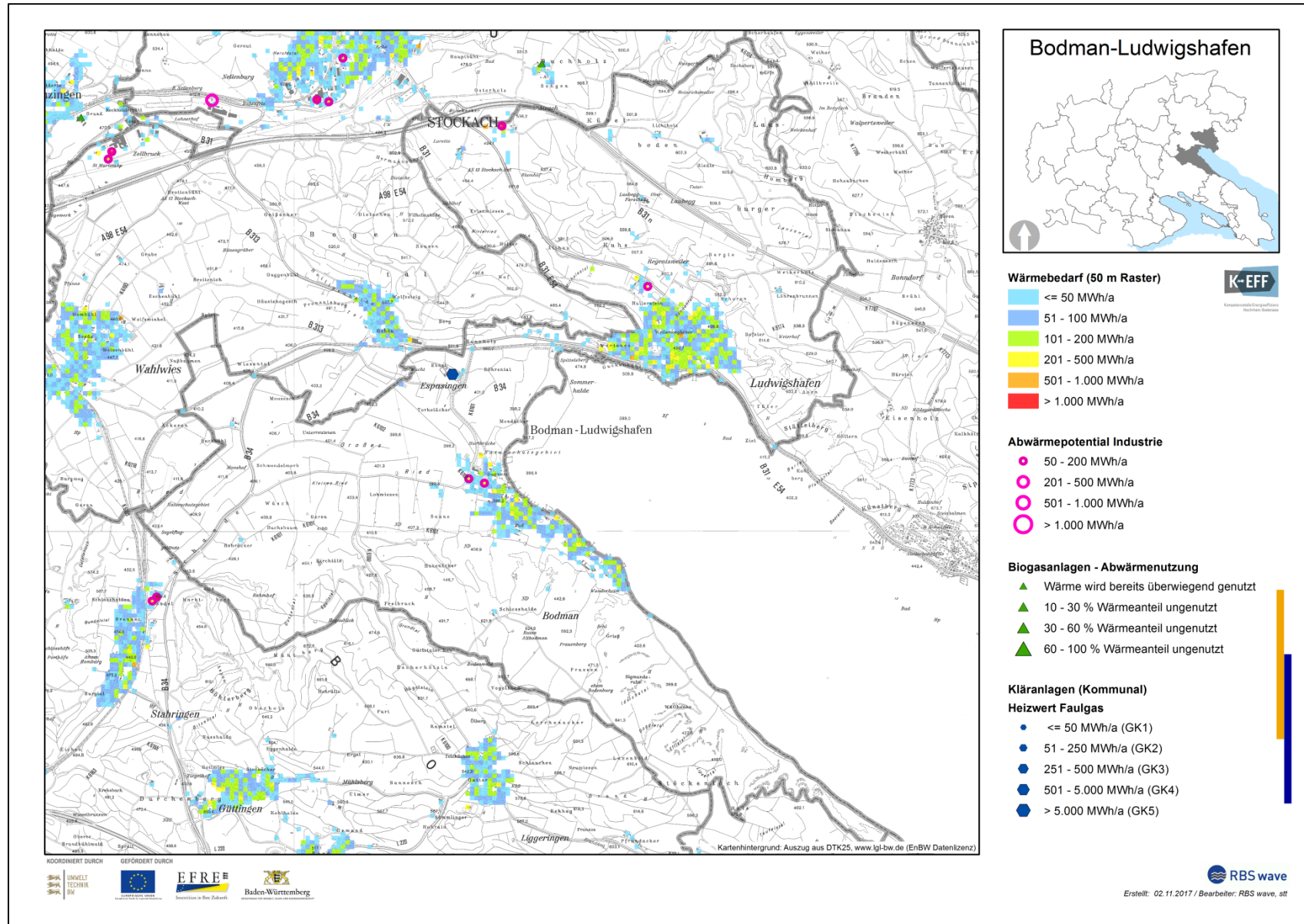


Abbildung 14: Bodman-Ludwigshafen – Wärmebedarf

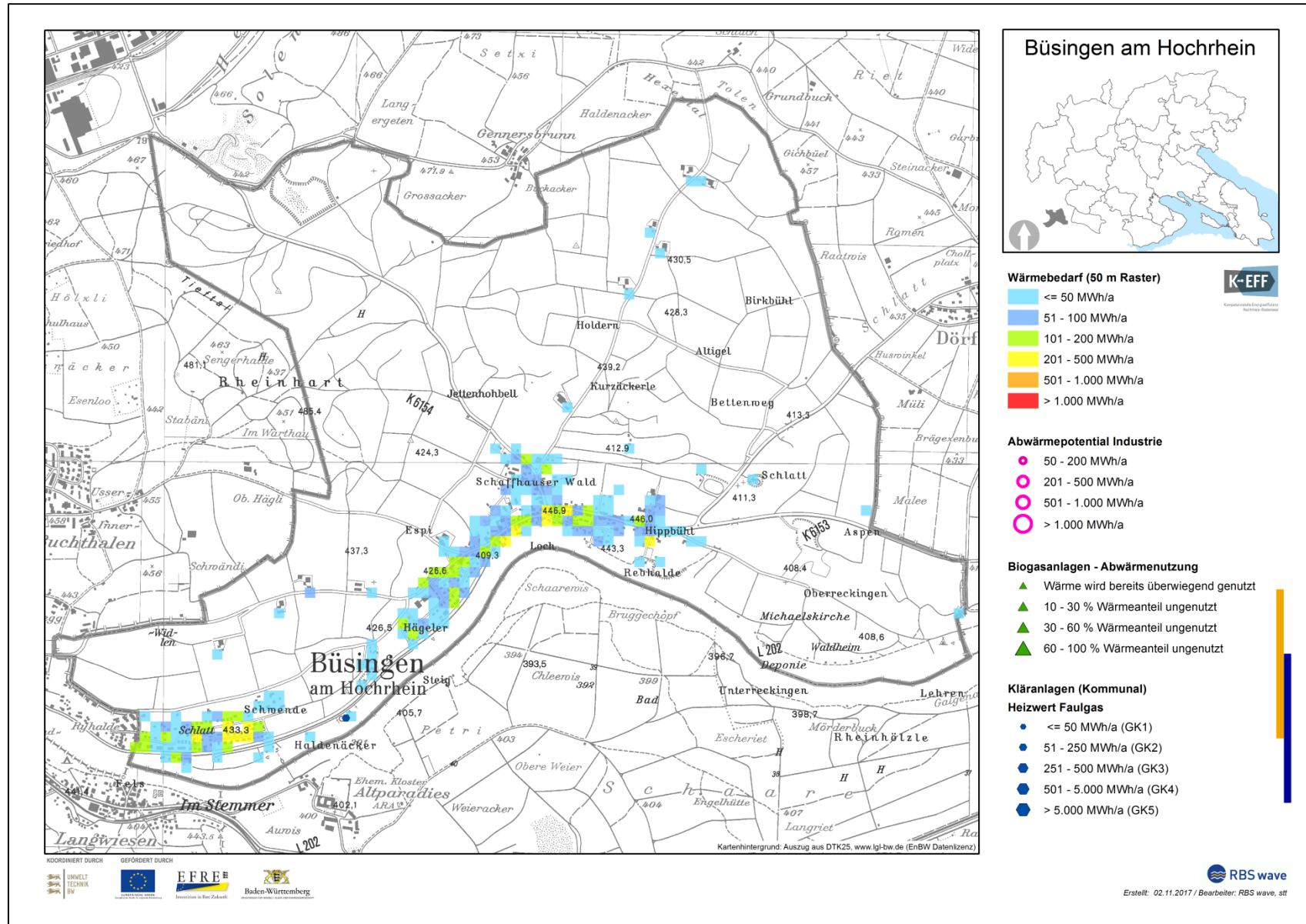


Abbildung 15: Büsingen am Hochrhein – Wärmebedarf

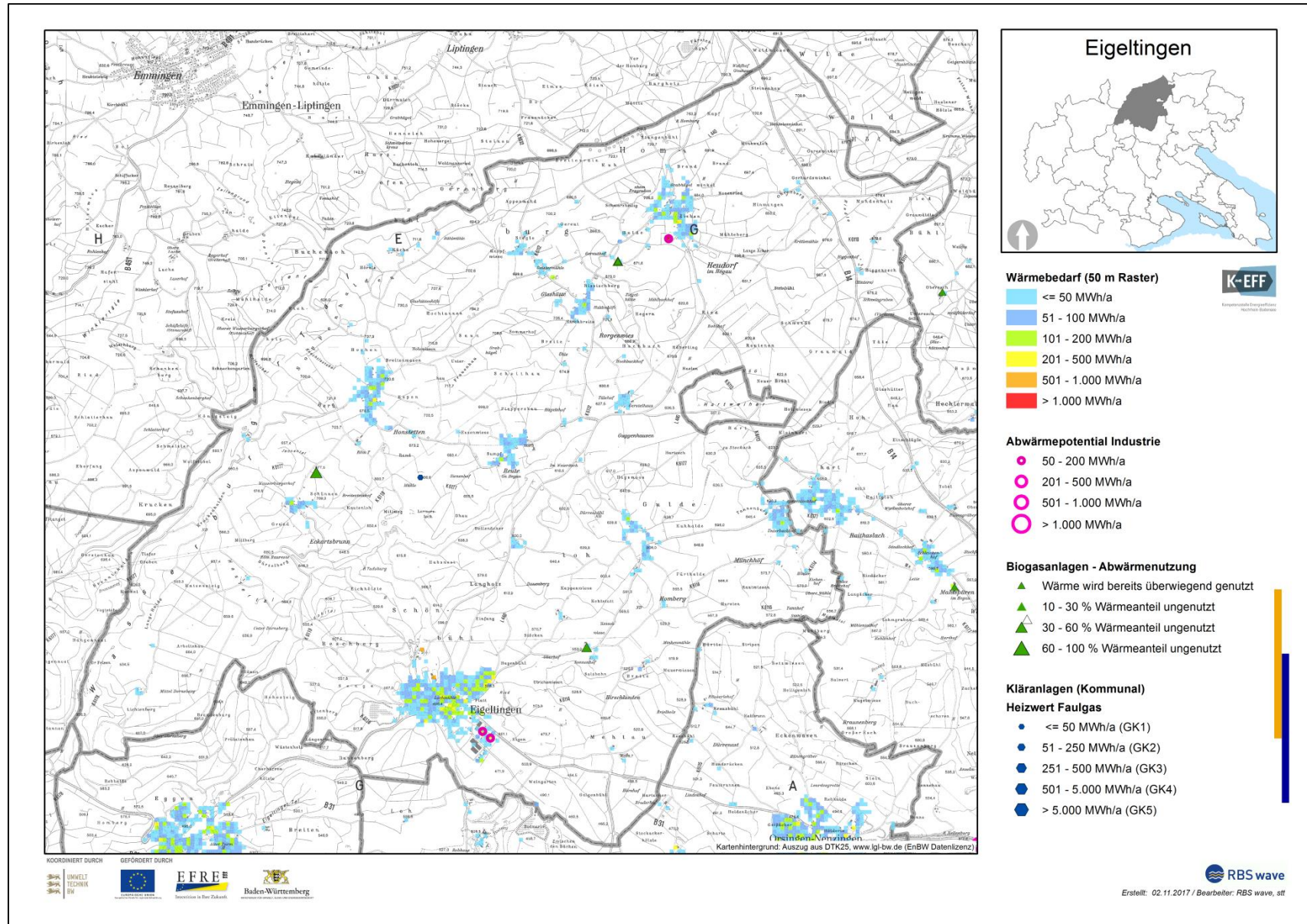


Abbildung 16: Eigeltingen – Wärmebedarf

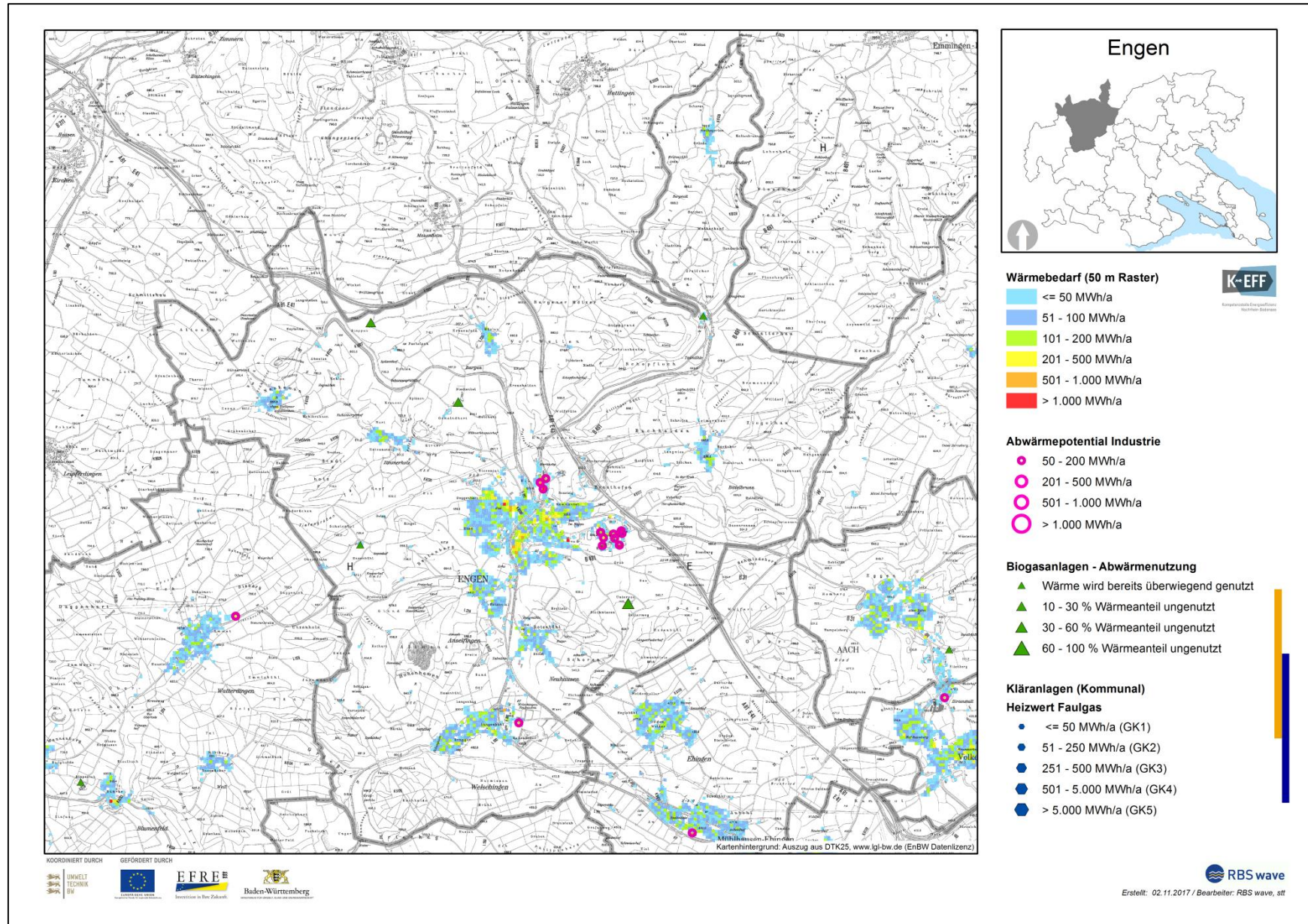


Abbildung 17: Engen – Wärmebedarf

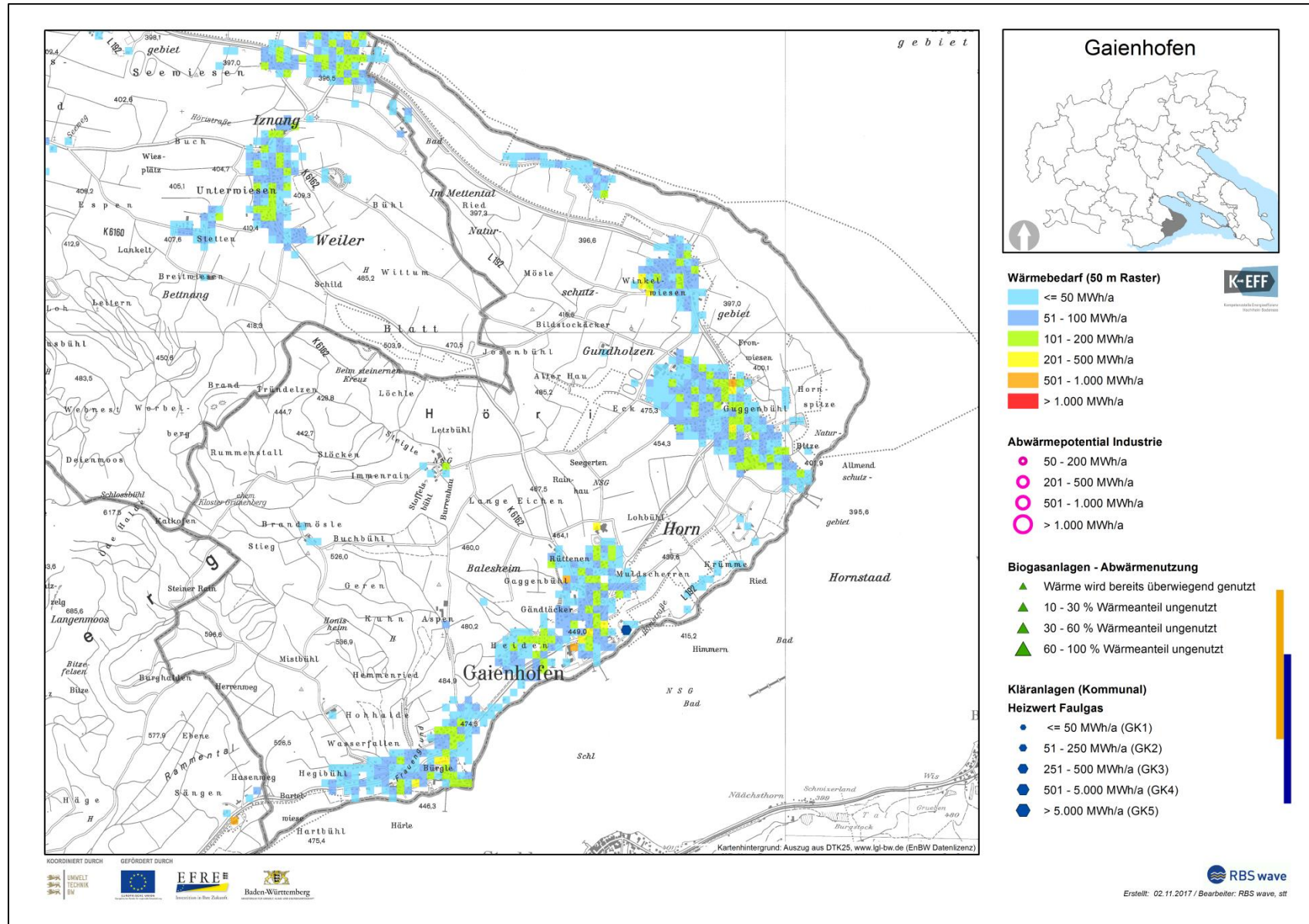
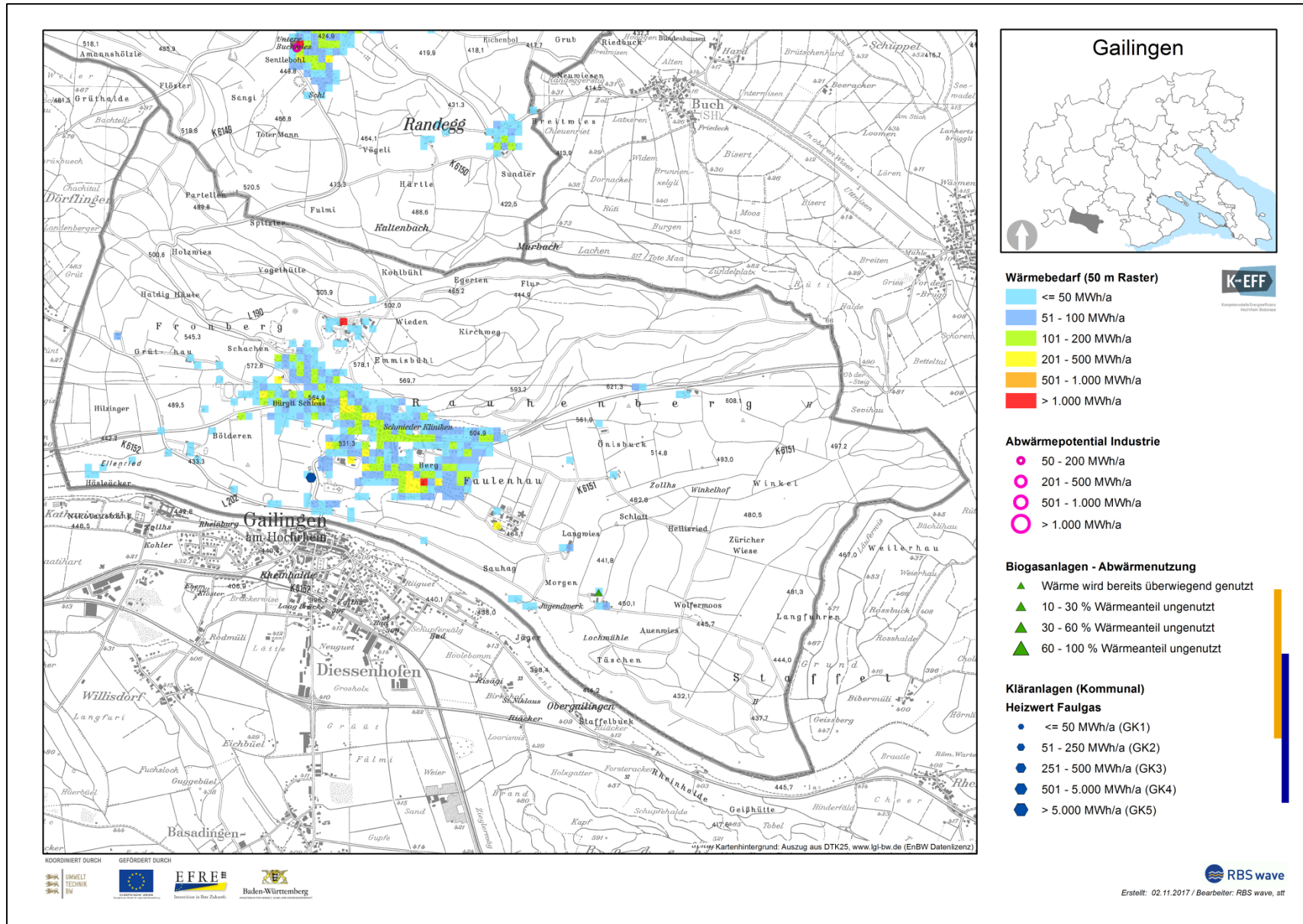


Abbildung 18: Gaienhofen – Wärmebedarf



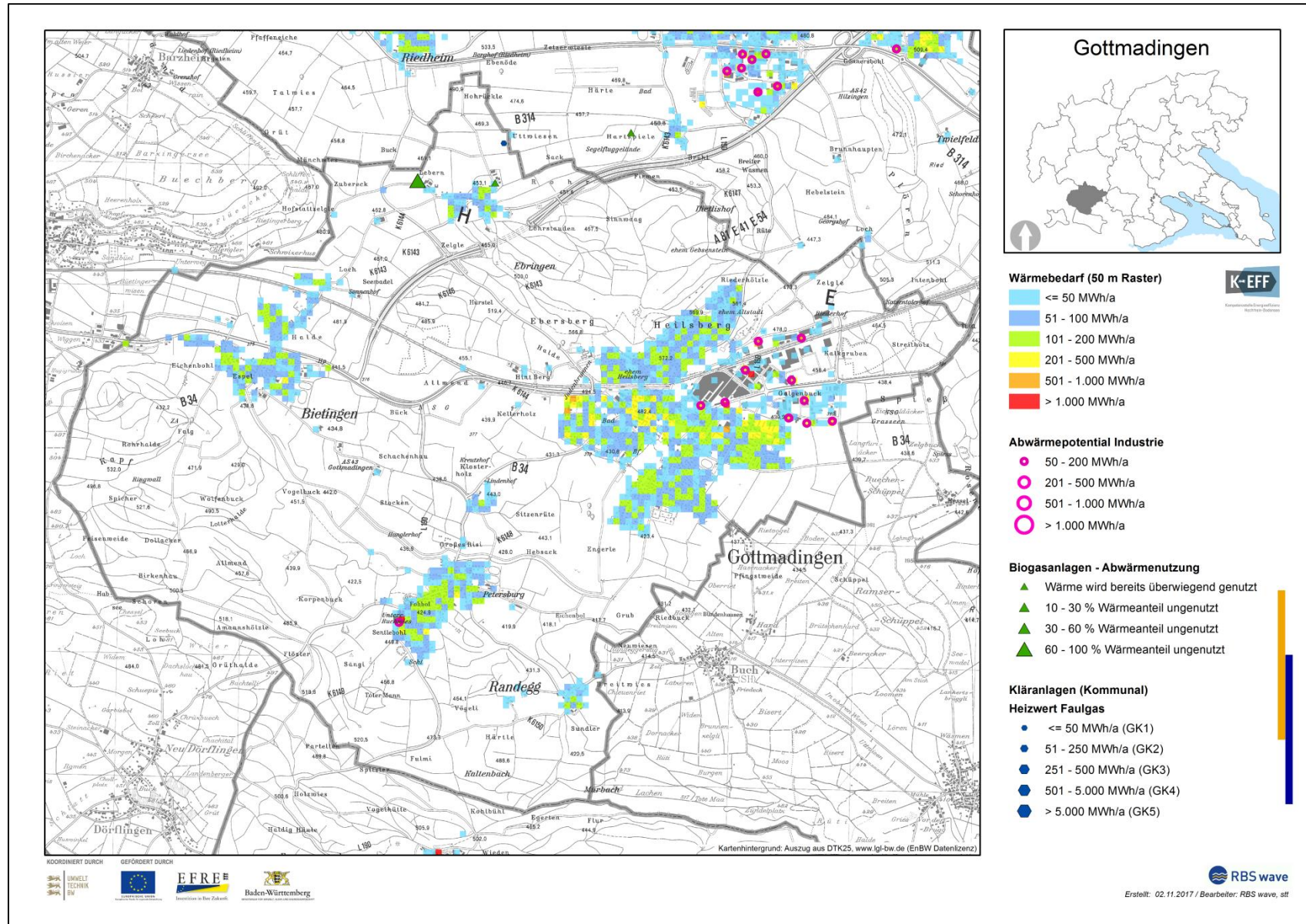


Abbildung 20: Gottmadingen – Wärmebedarf

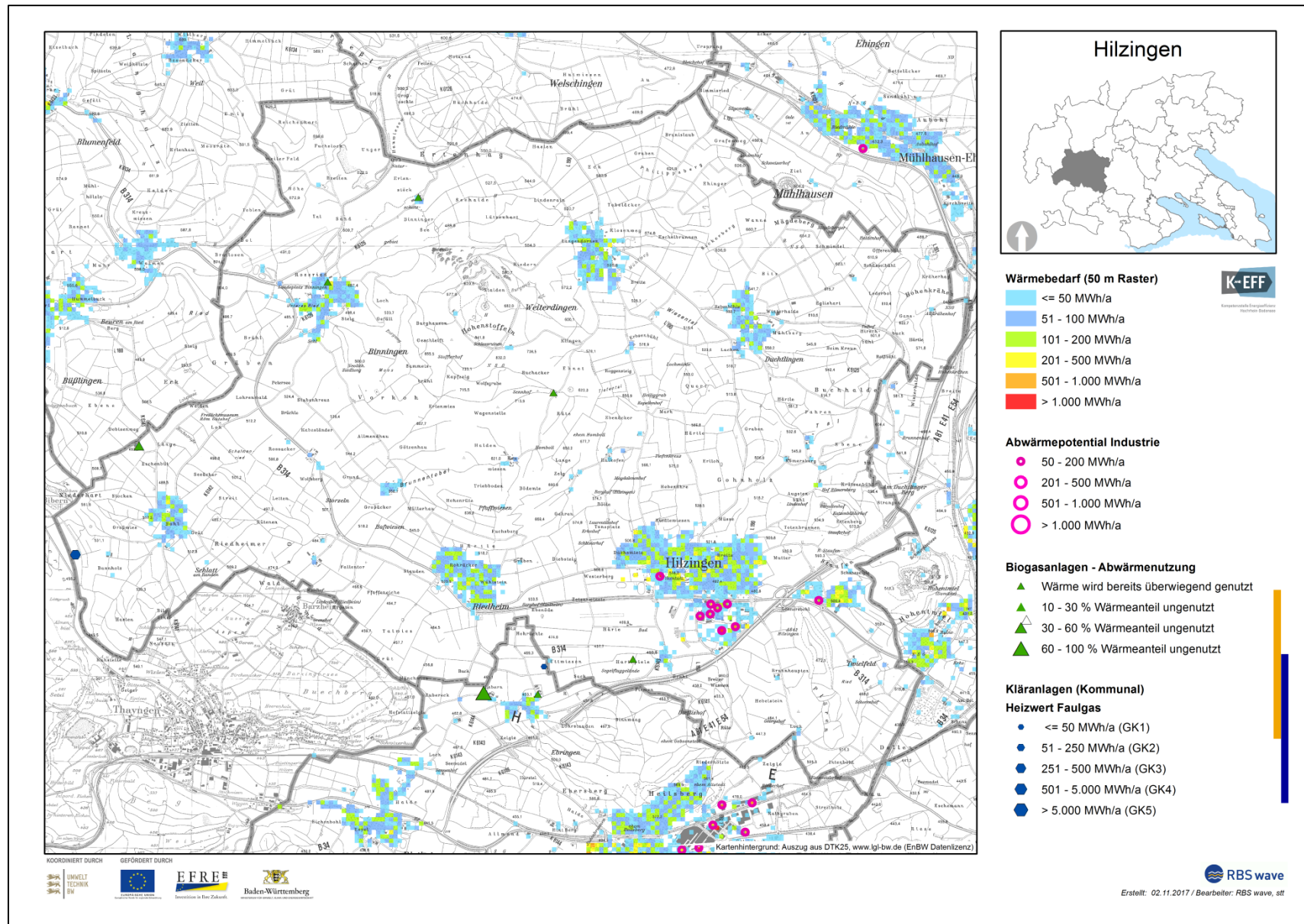


Abbildung 21: Hilzingen – Wärmebedarf

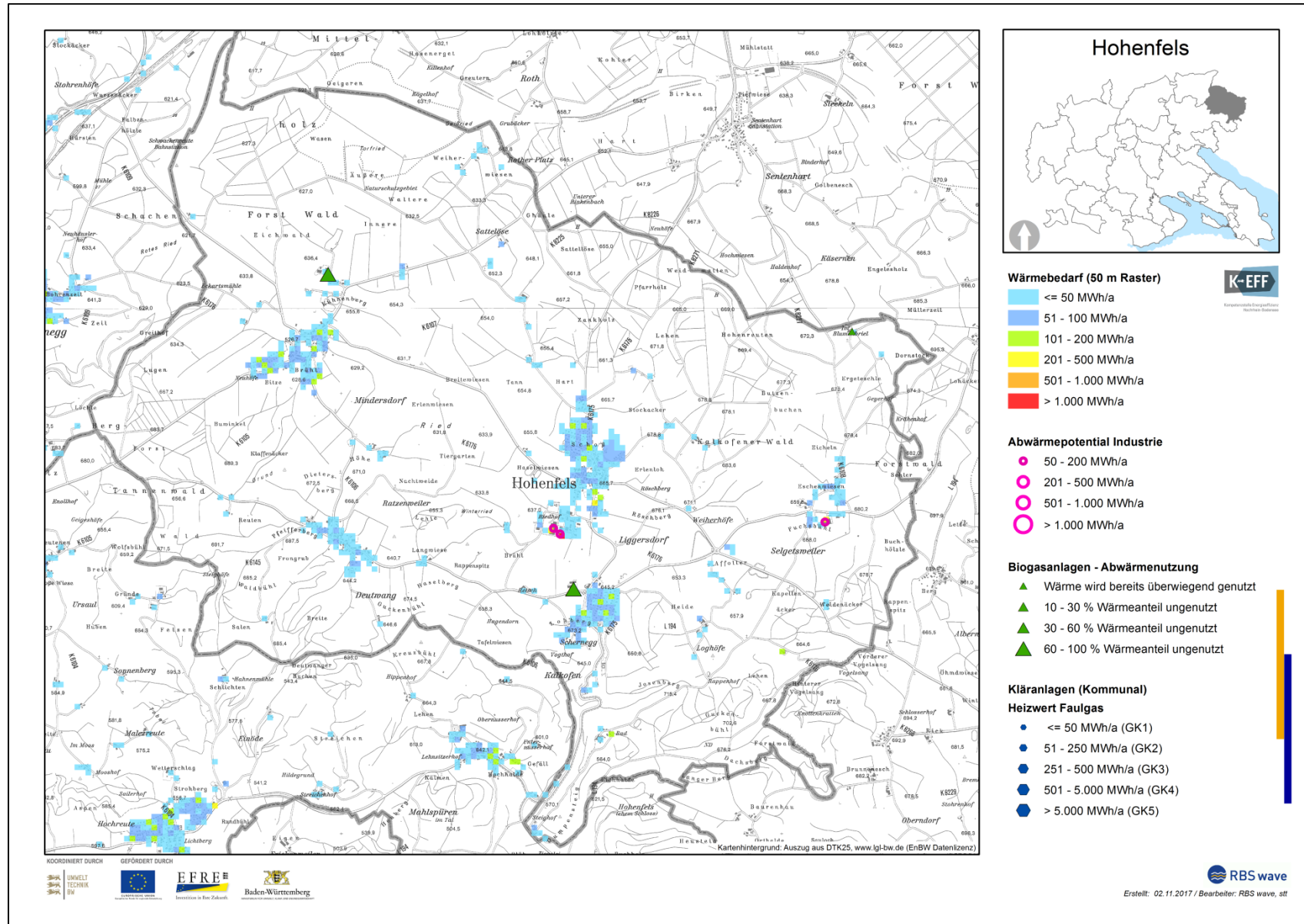


Abbildung 22: Hohenfels – Wärmebedarf

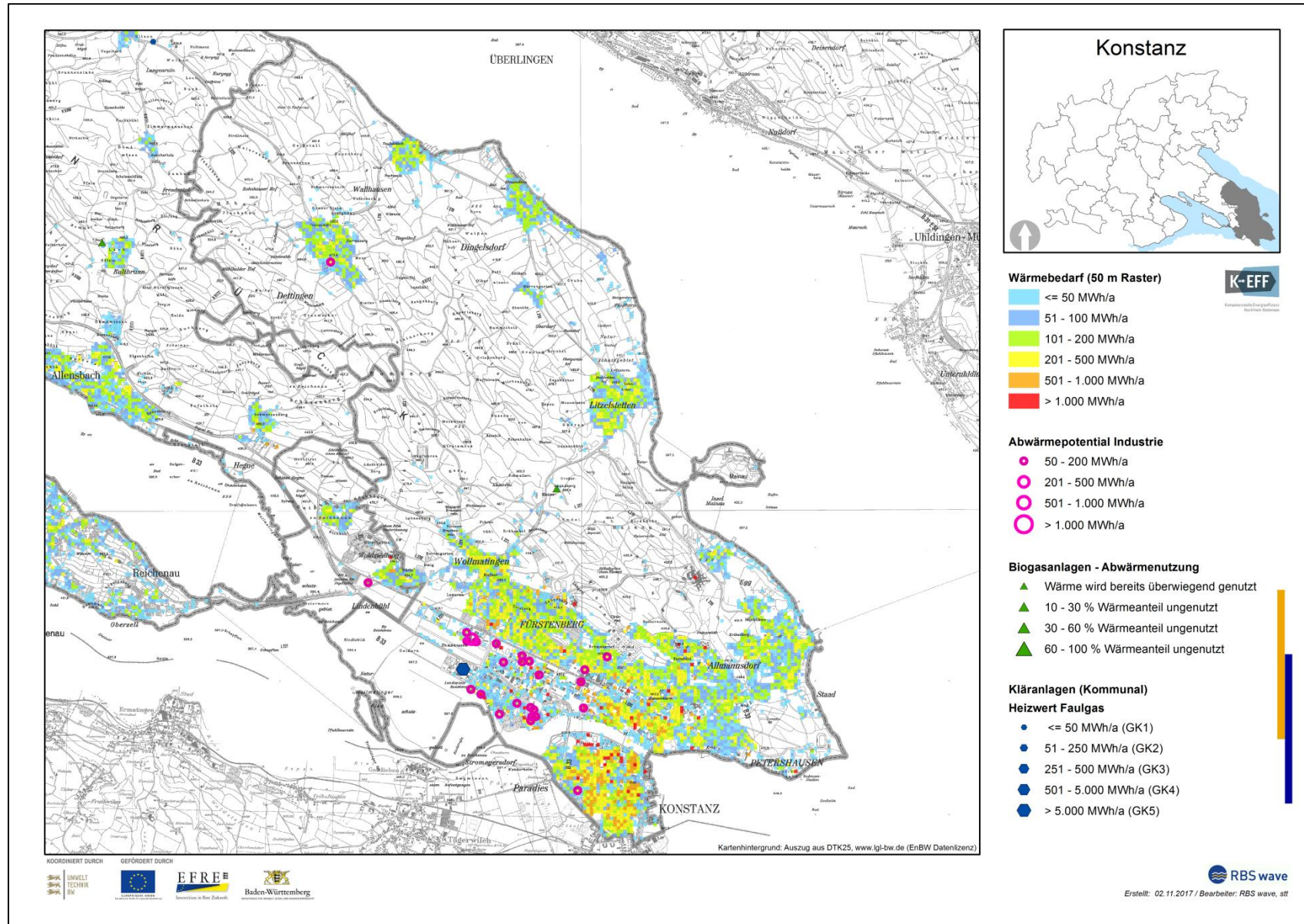


Abbildung 23: Konstanz – Wärmebedarf

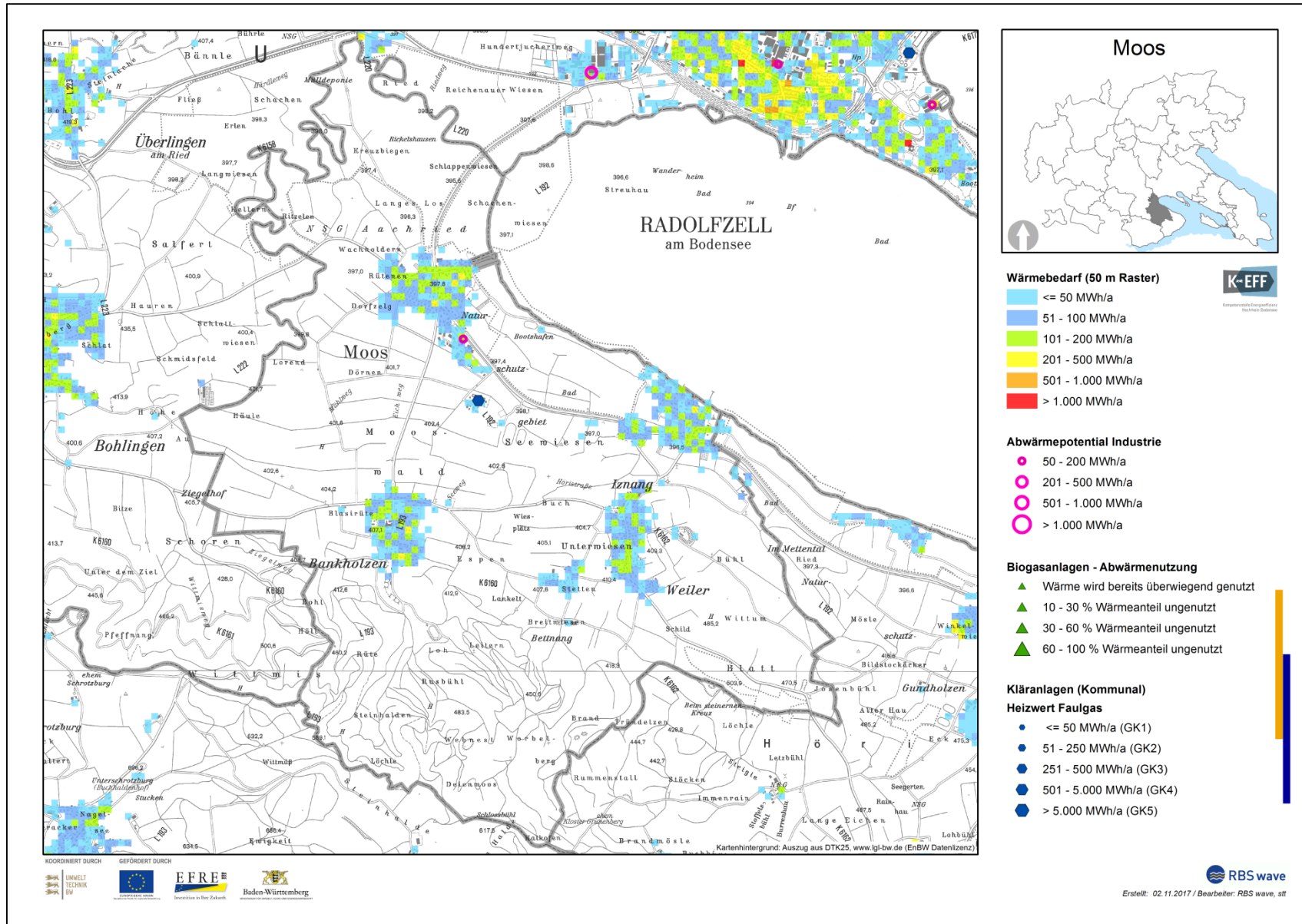


Abbildung 24: Moos – Wärmebedarf

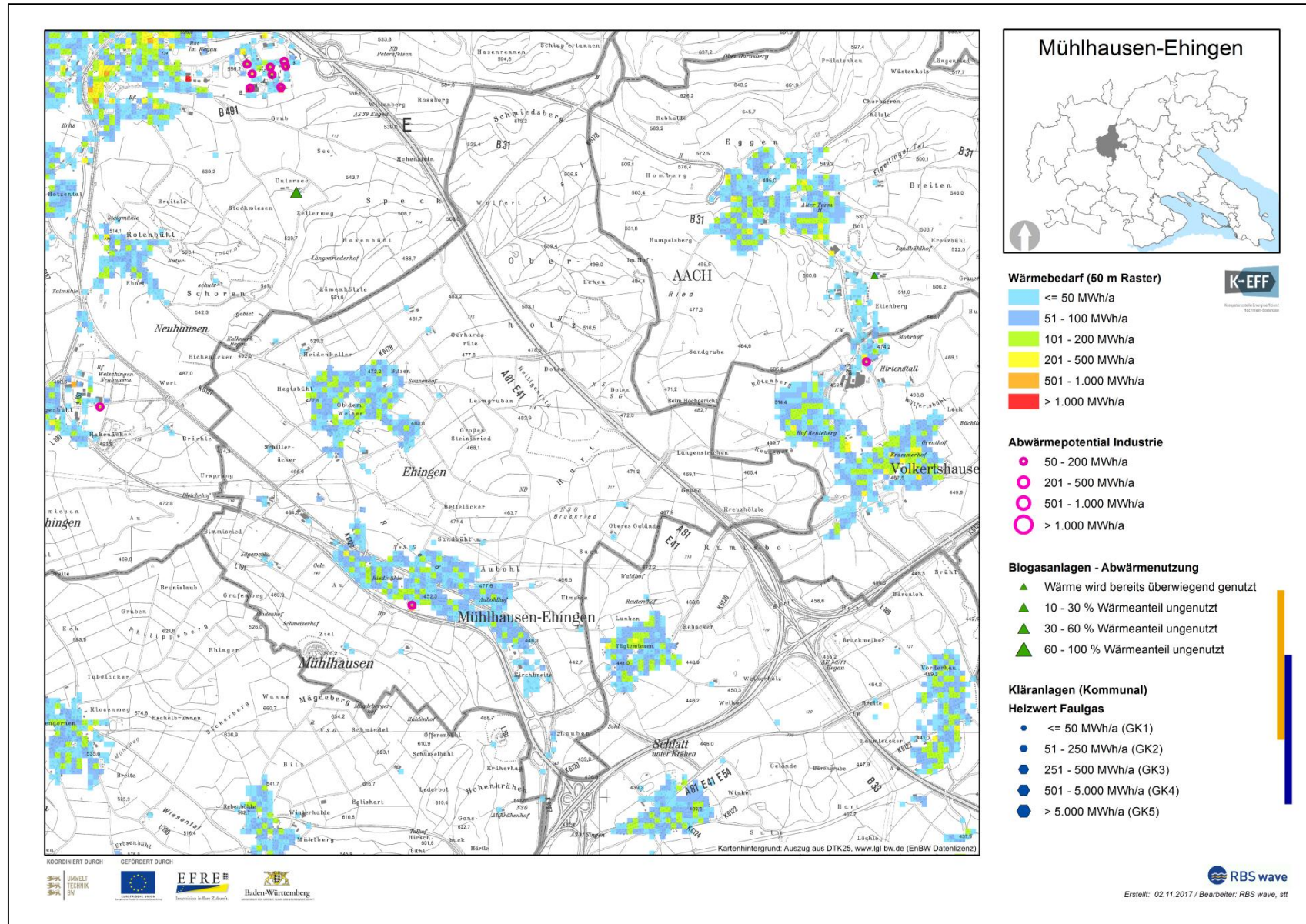


Abbildung 25: Mühlhausen-Ehingen – Wärmebedarf

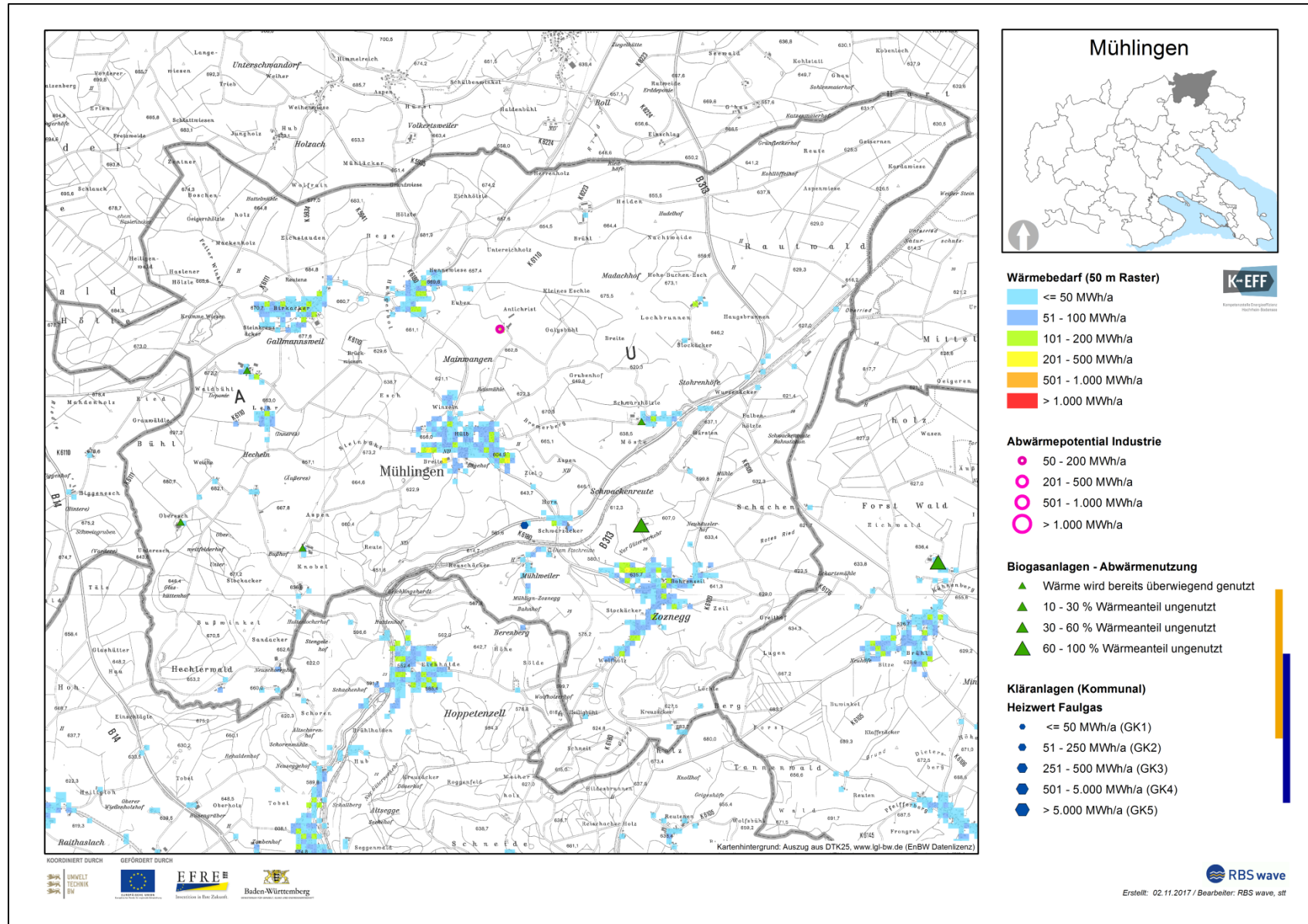


Abbildung 26: Mühlingen – Wärmebedarf

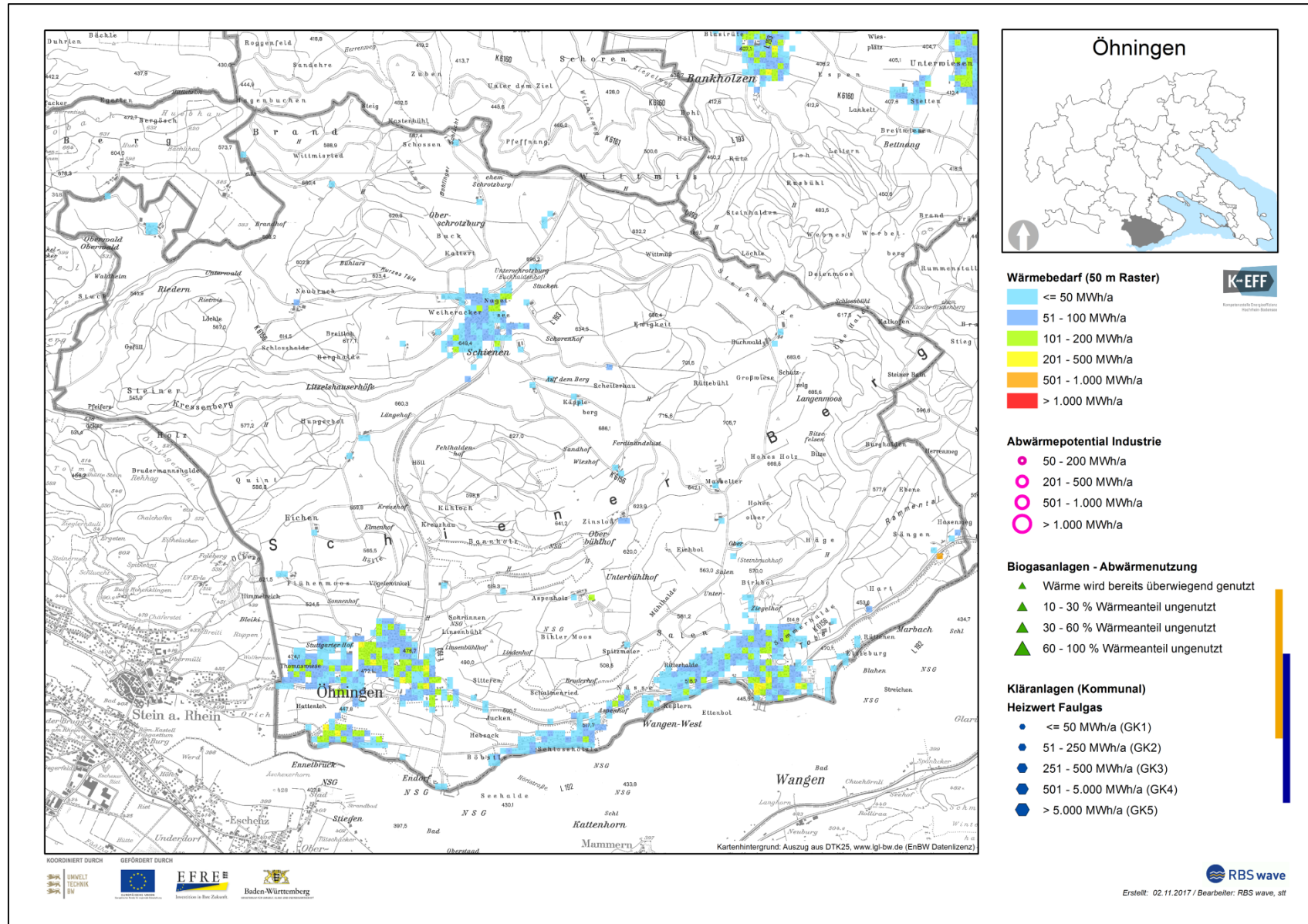


Abbildung 27: Ohningen – Wärmebedarf

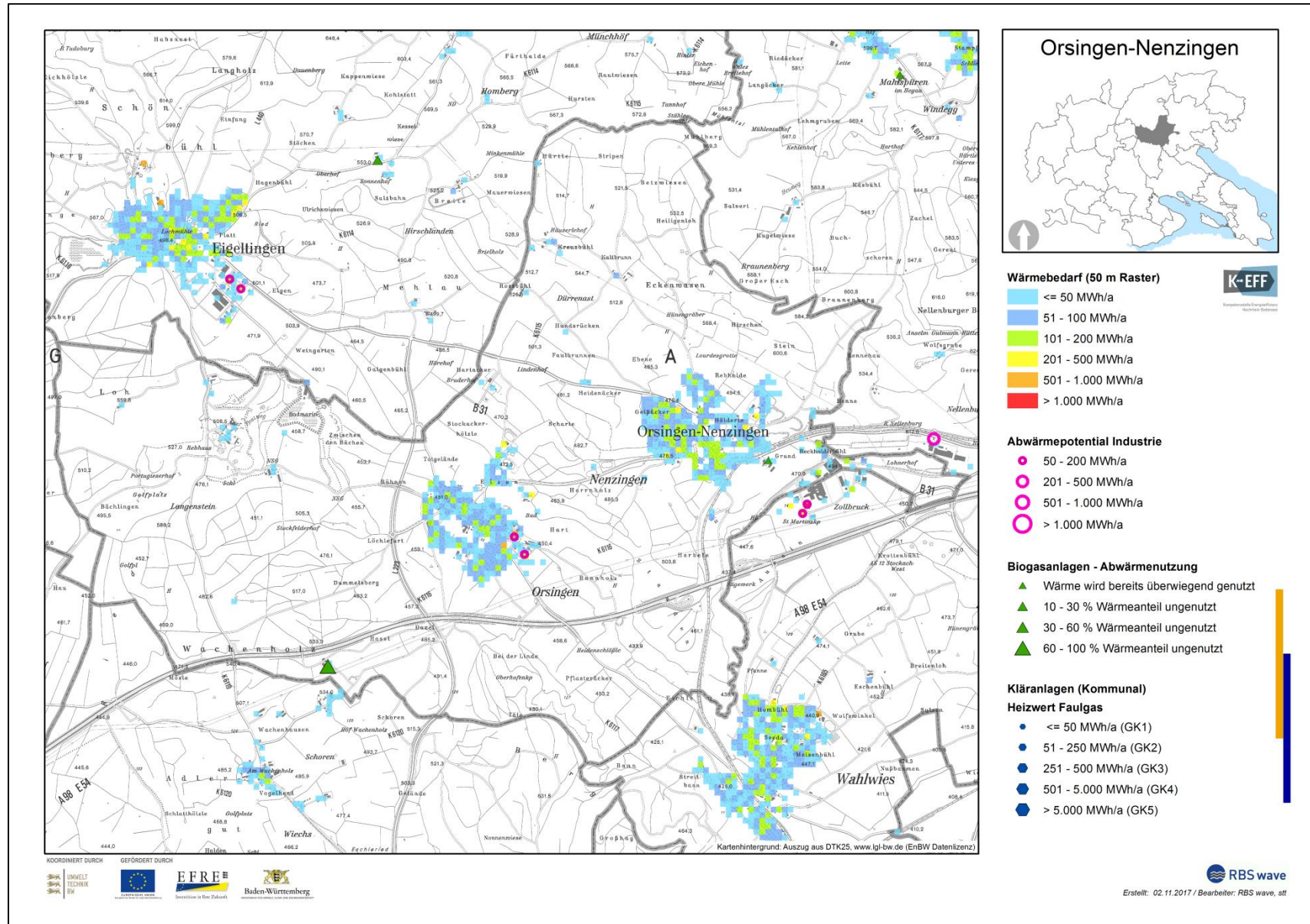


Abbildung 28: Orsingen-Nenzingen – Wärmebedarf

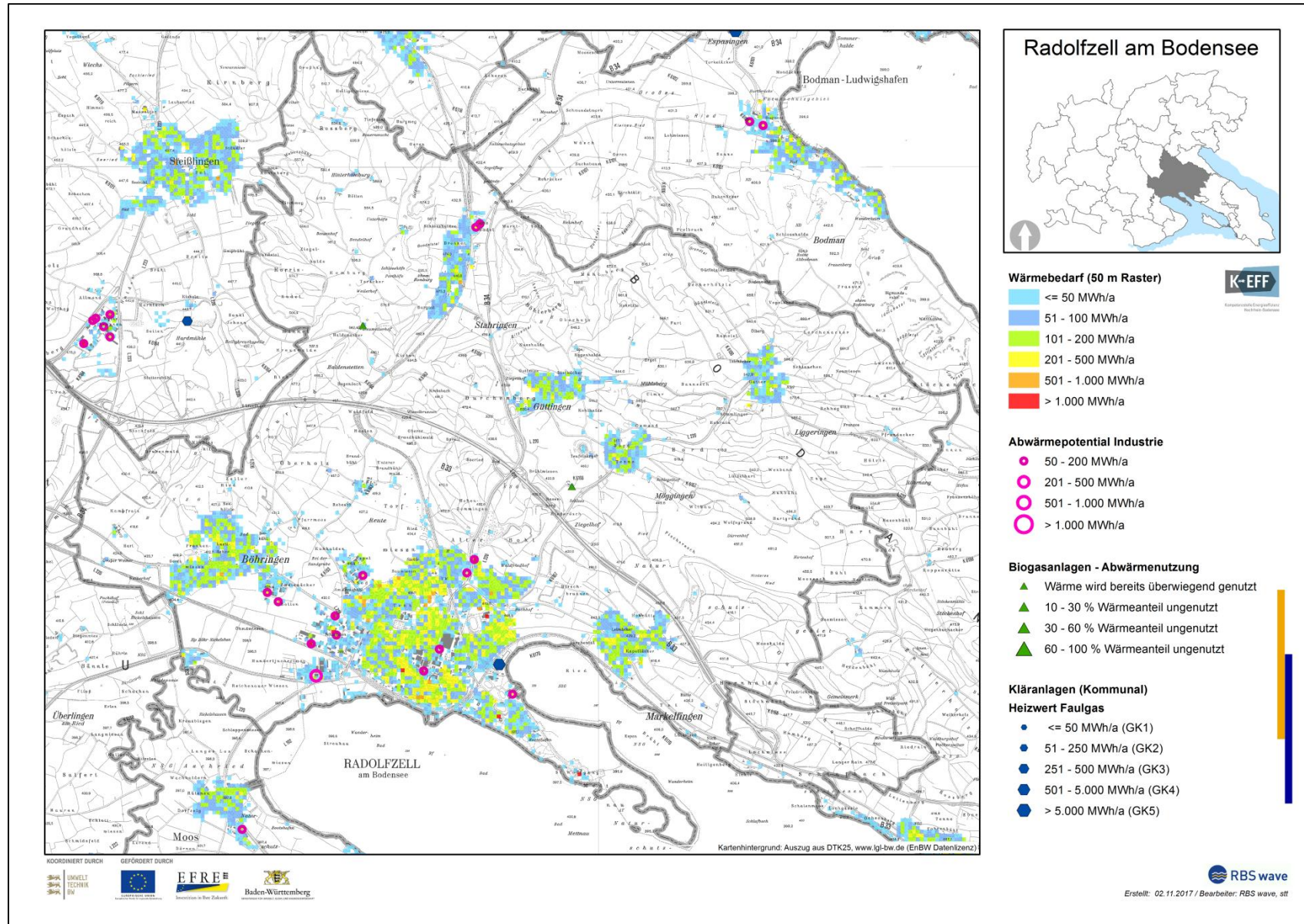


Abbildung 29: Radolfzell am Bodensee – Wärmebedarf

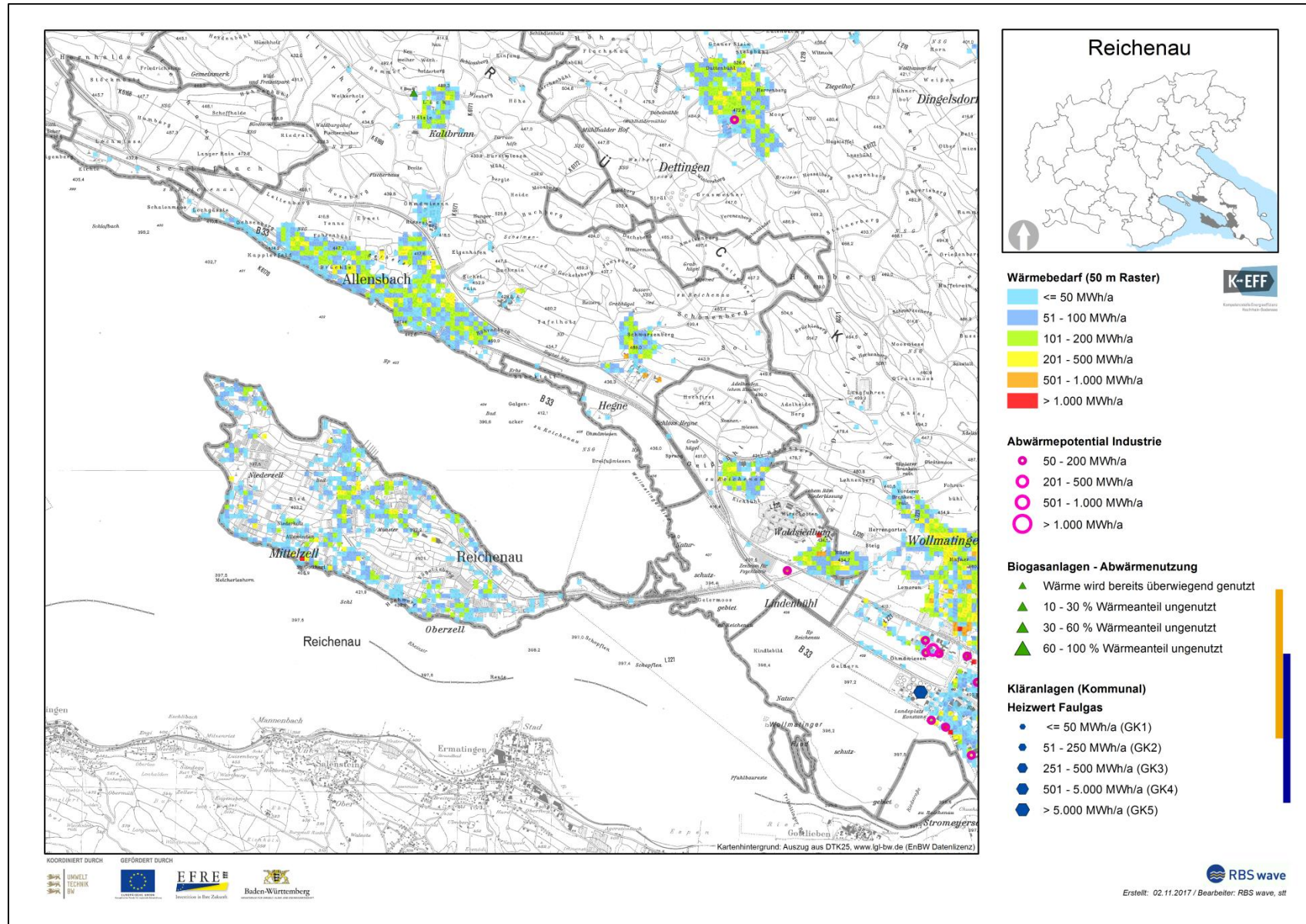


Abbildung 30: Reichenau – Wärmebedarf

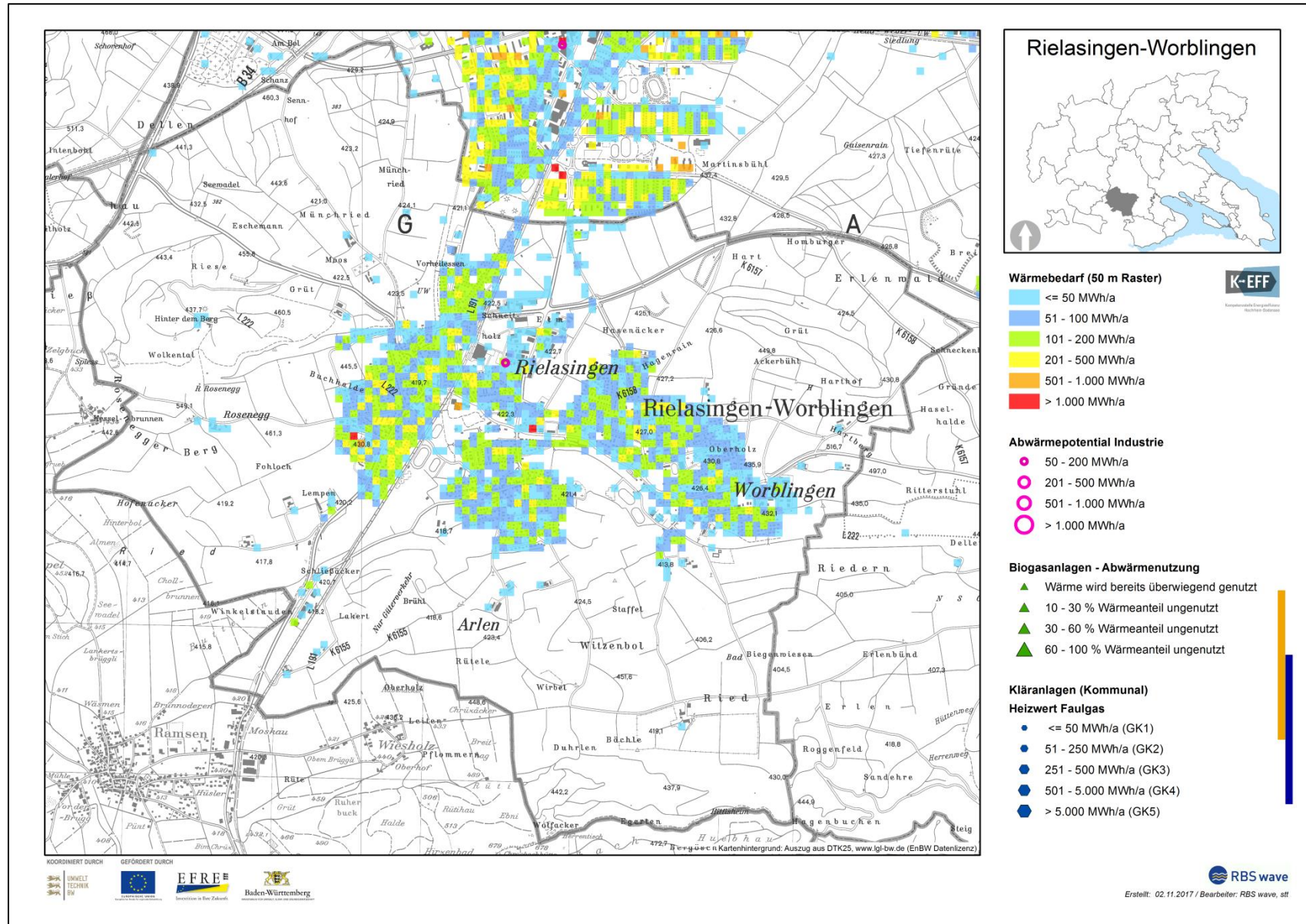


Abbildung 31: Rielasingen-Worblingen – Wärmebedarf

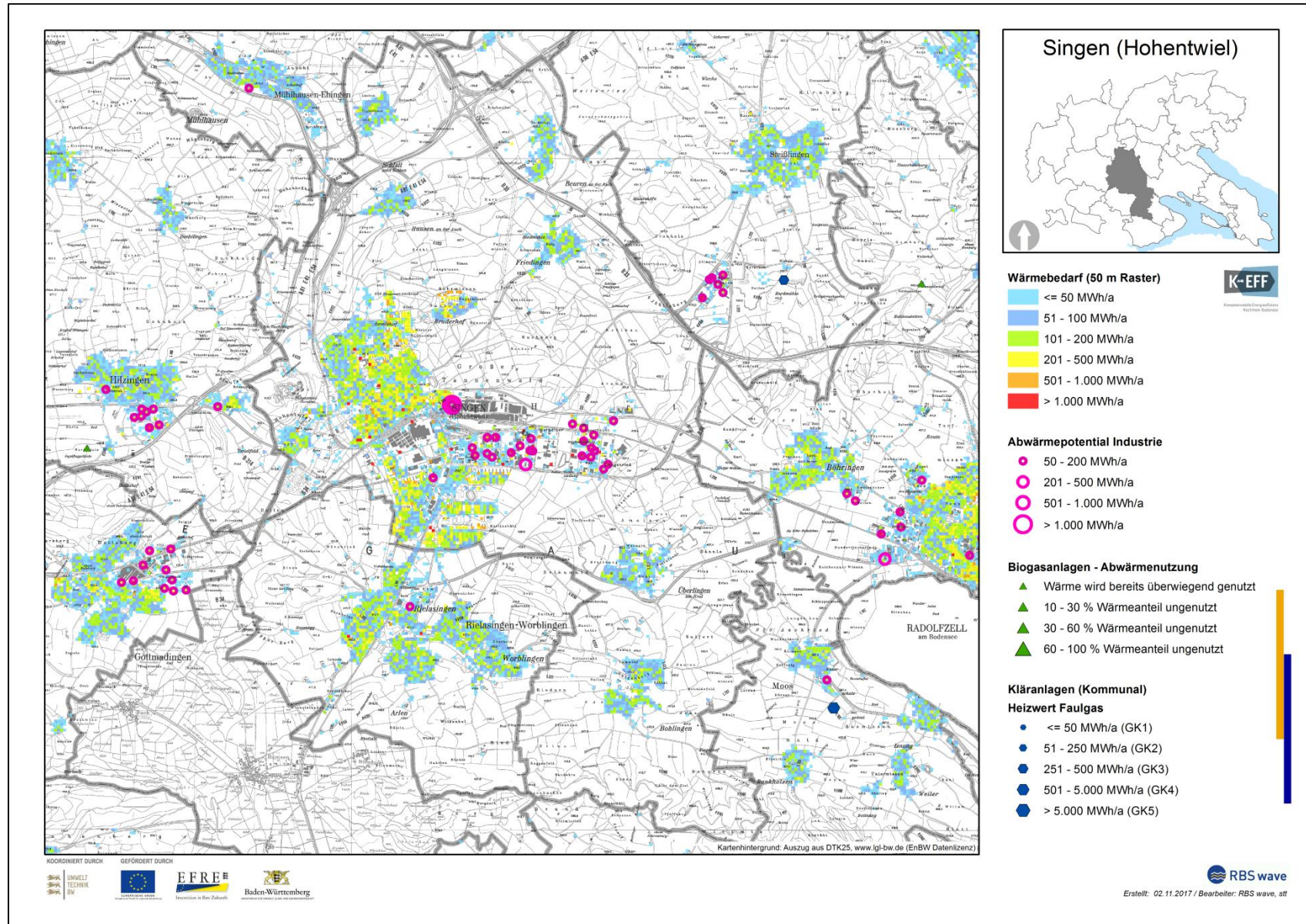


Abbildung 32: Singen (Hohentwiel) – Wärmebedarf

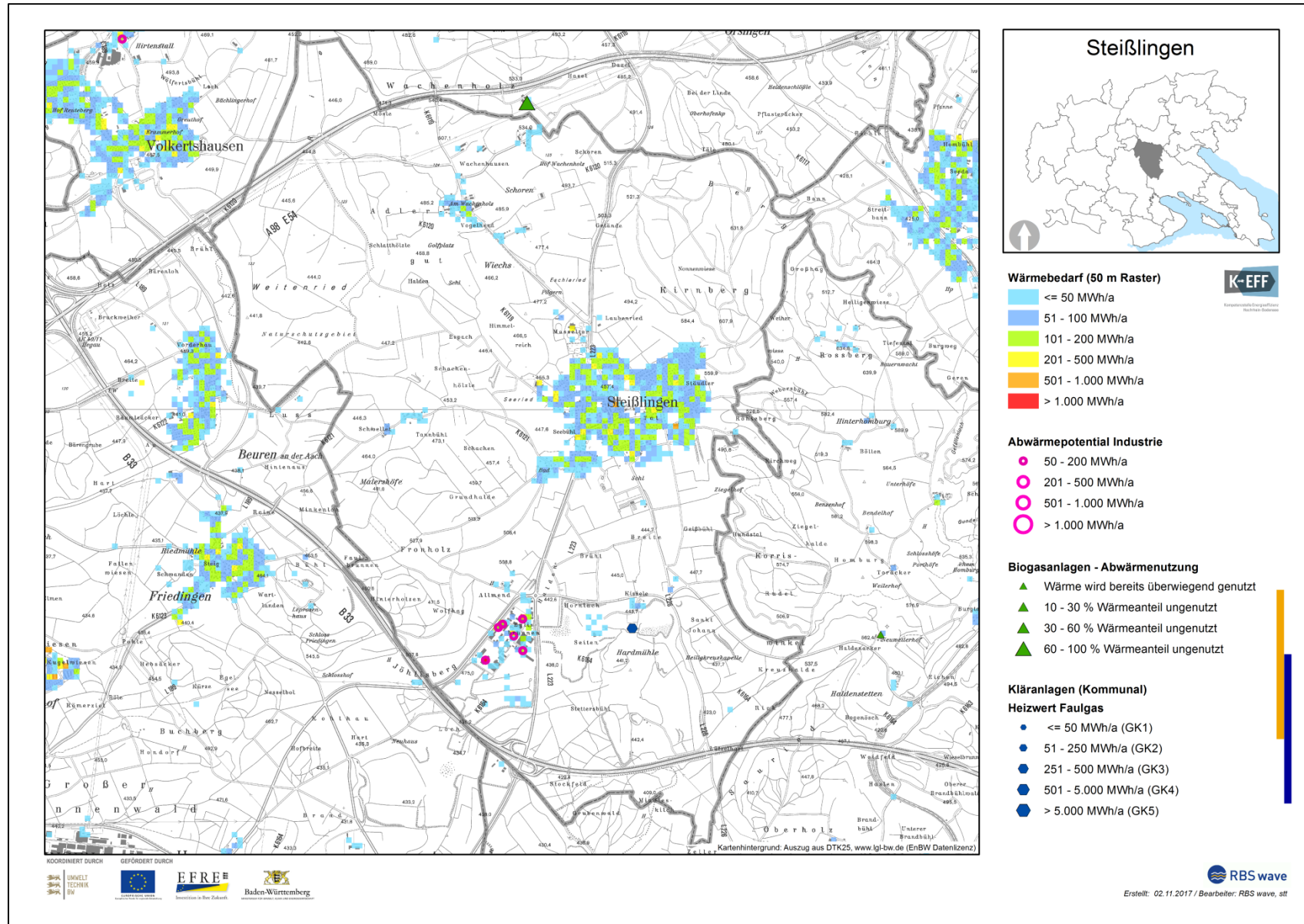


Abbildung 33: Steißlingen – Wärmebedarf

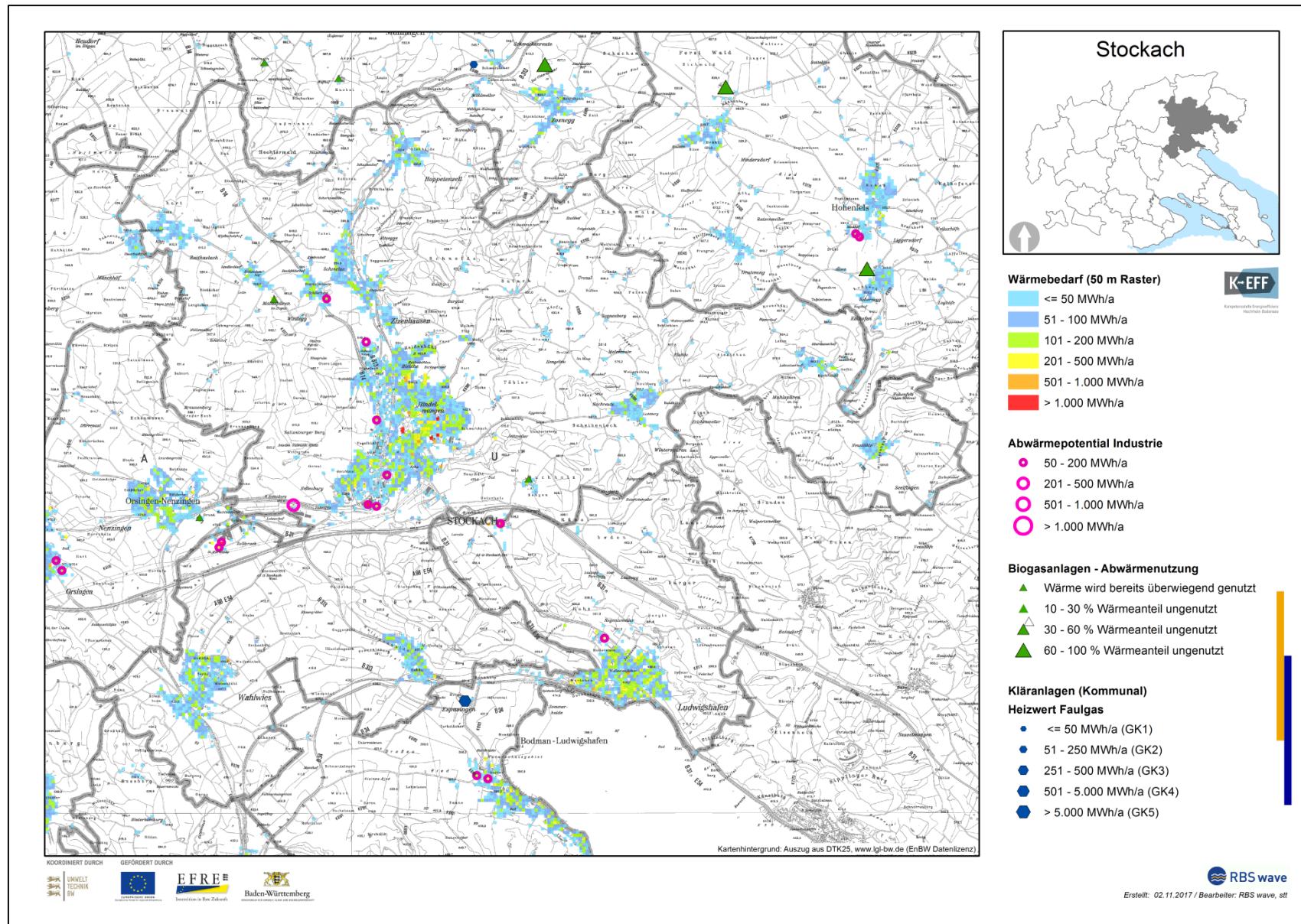


Abbildung 34: Stockach – Wärmebedarf

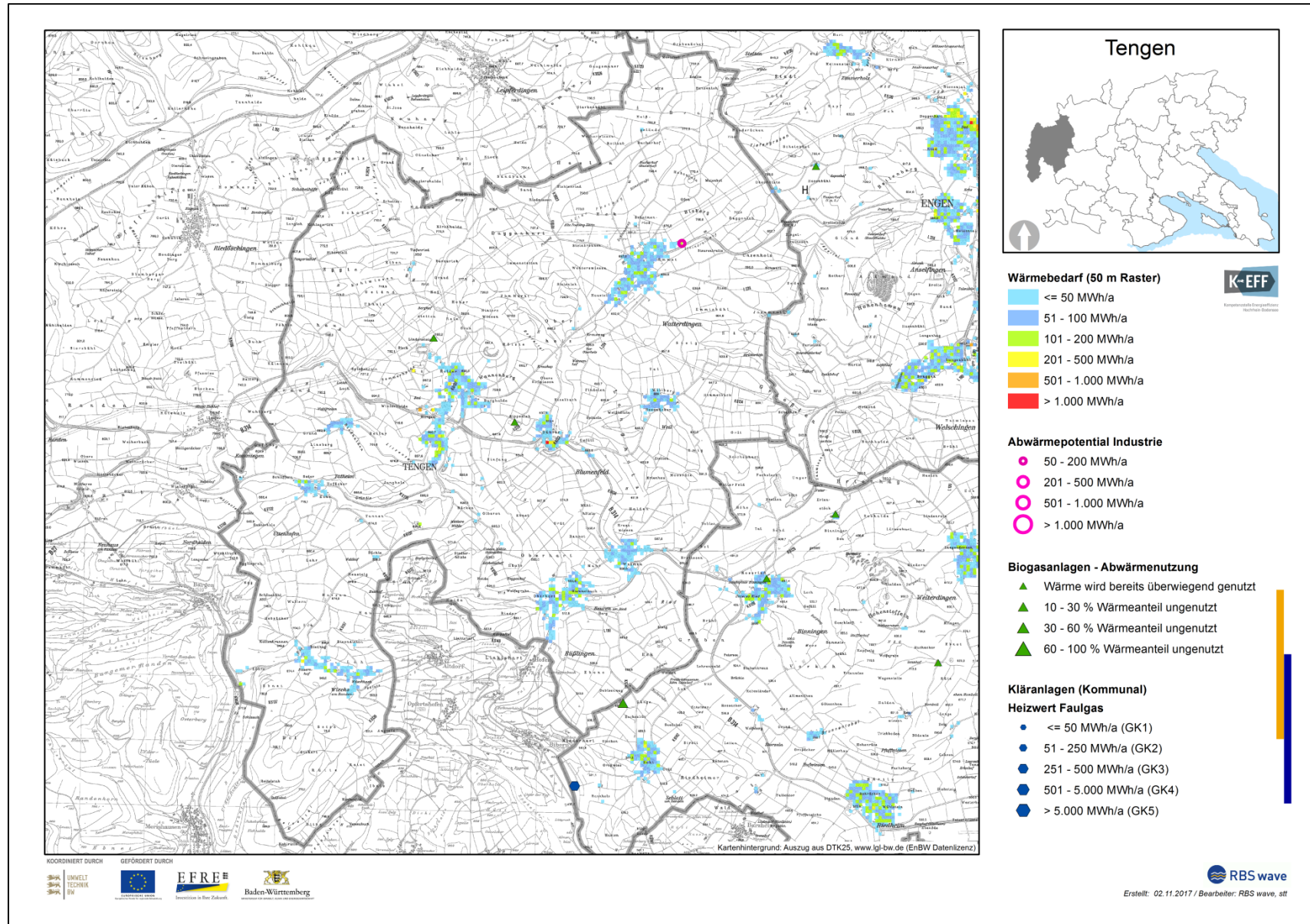


Abbildung 35: Tengen – Wärmebedarf

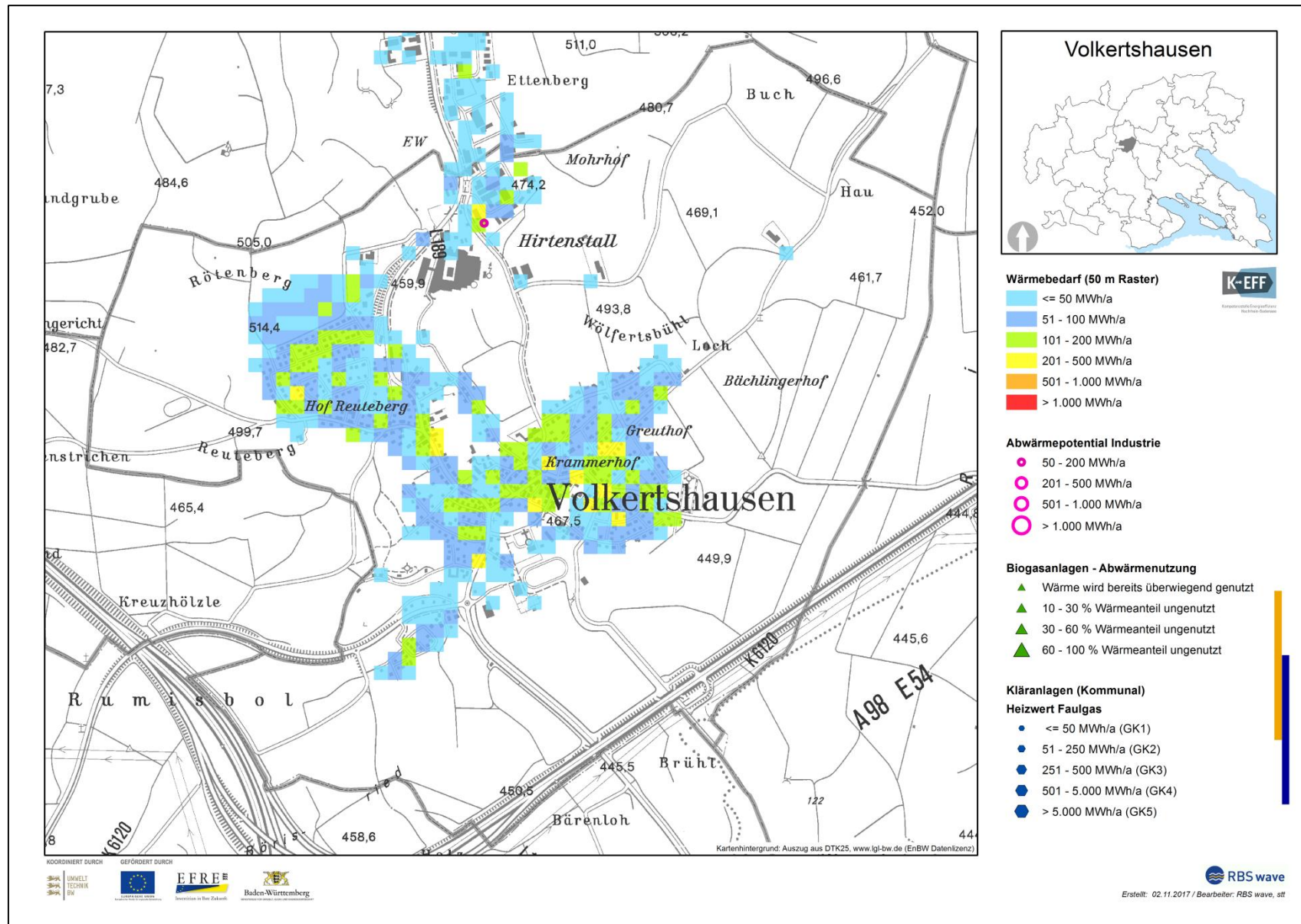


Abbildung 36: Volkertshausen – Wärmebedarf

6.2 Gemeindekarten – Strombedarf

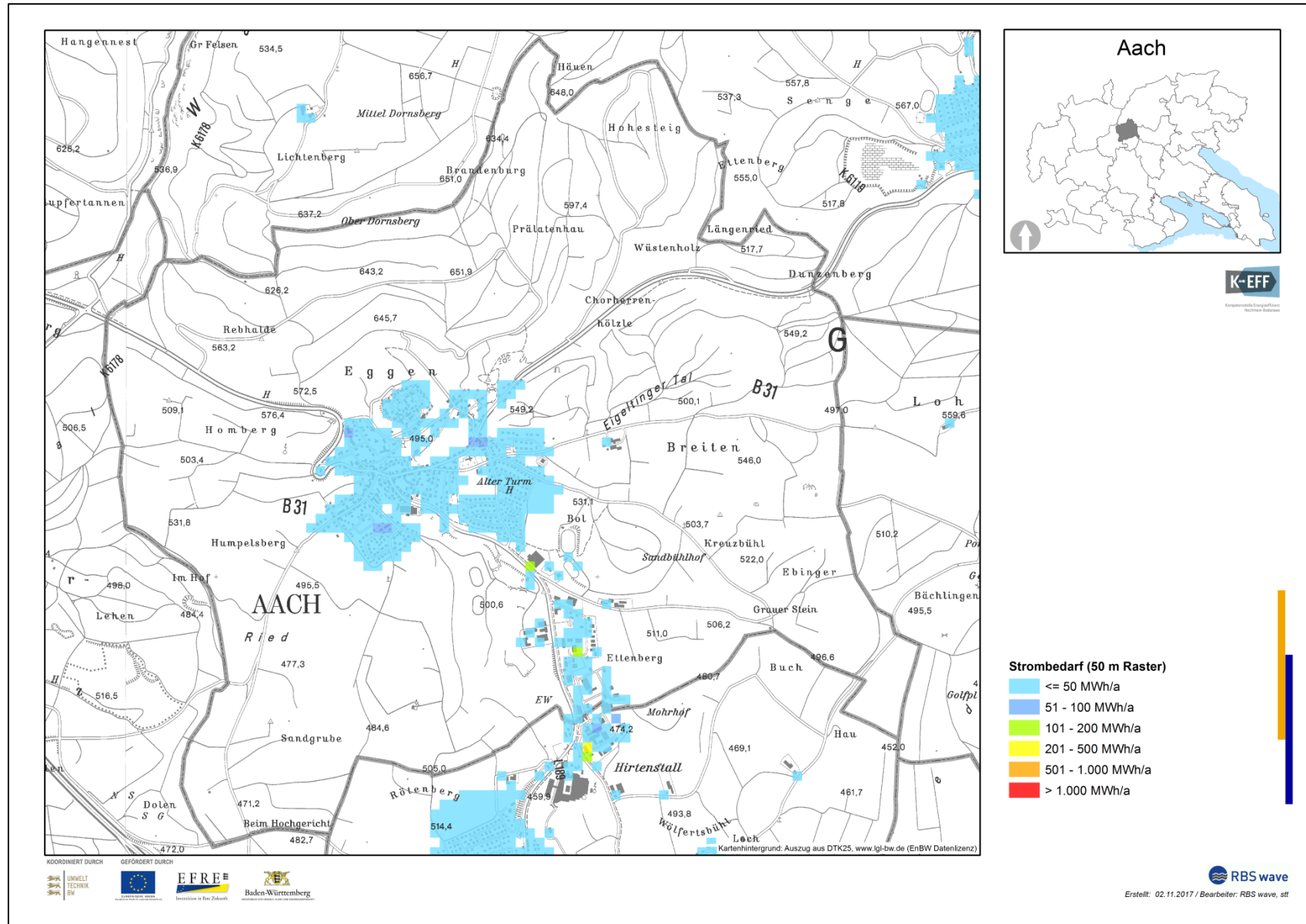


Abbildung 37: Aach – Strombedarf

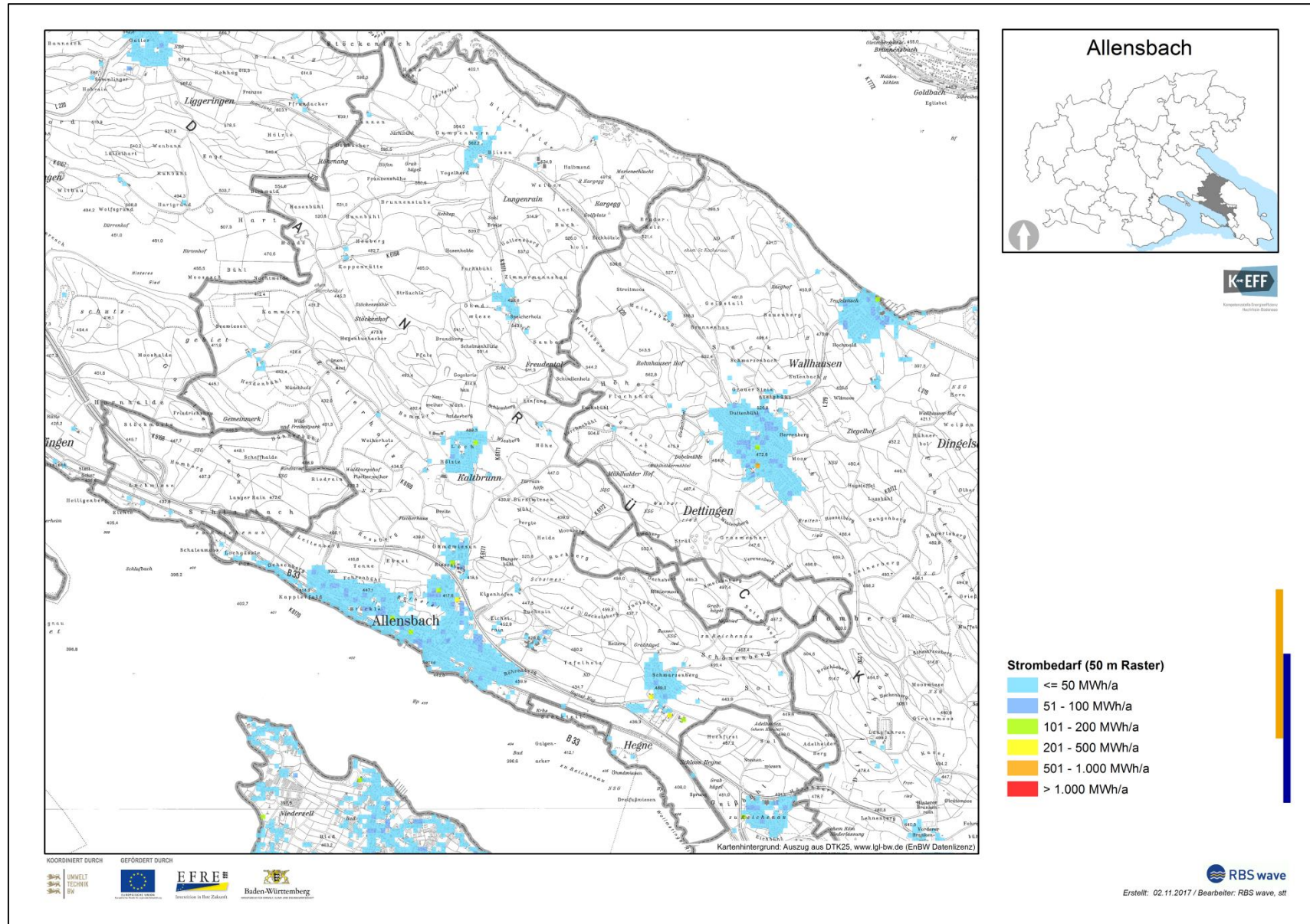


Abbildung 38: Allensbach – Strombedarf

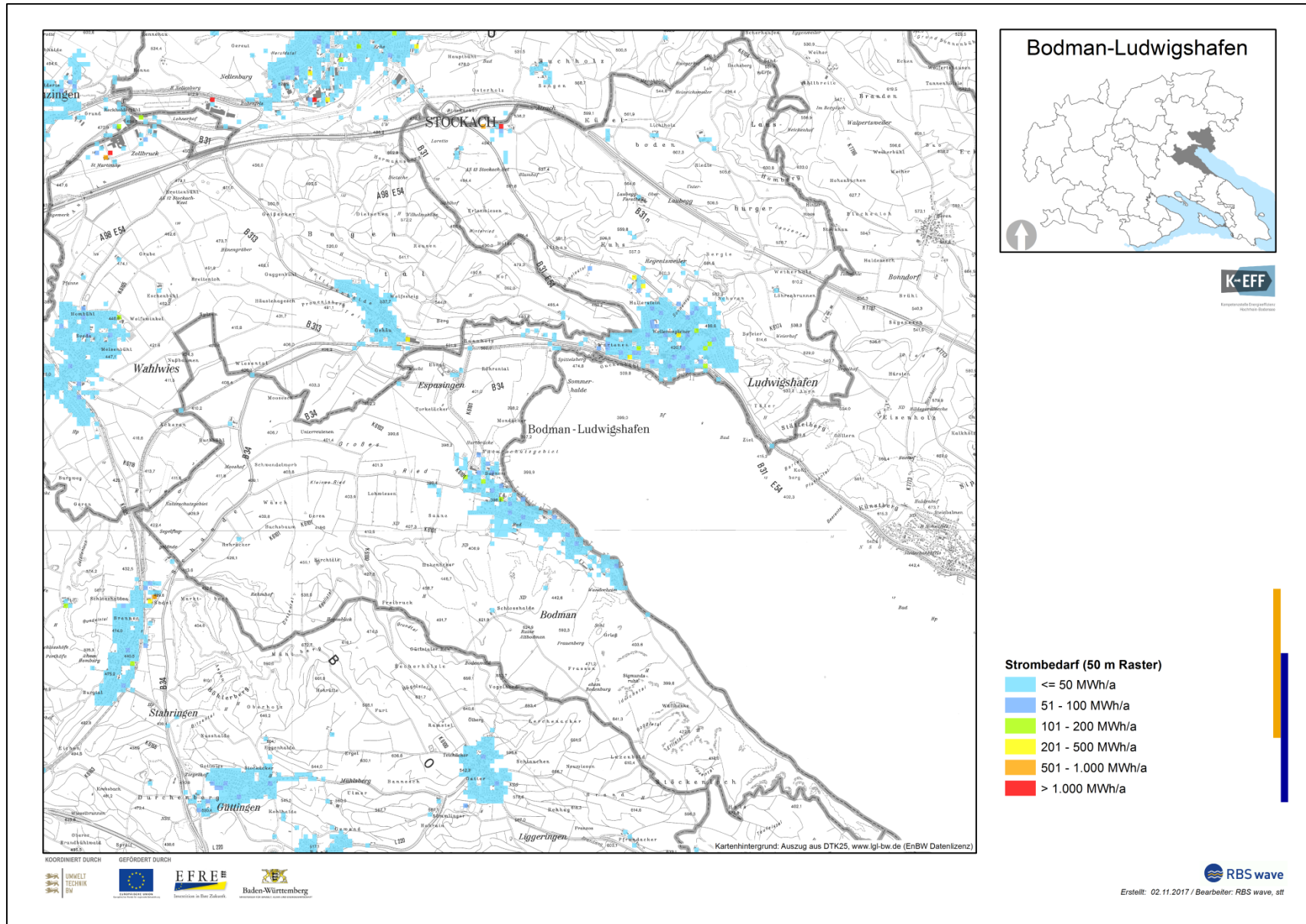


Abbildung 39: Bodman-Ludwigshafen – Strombedarf

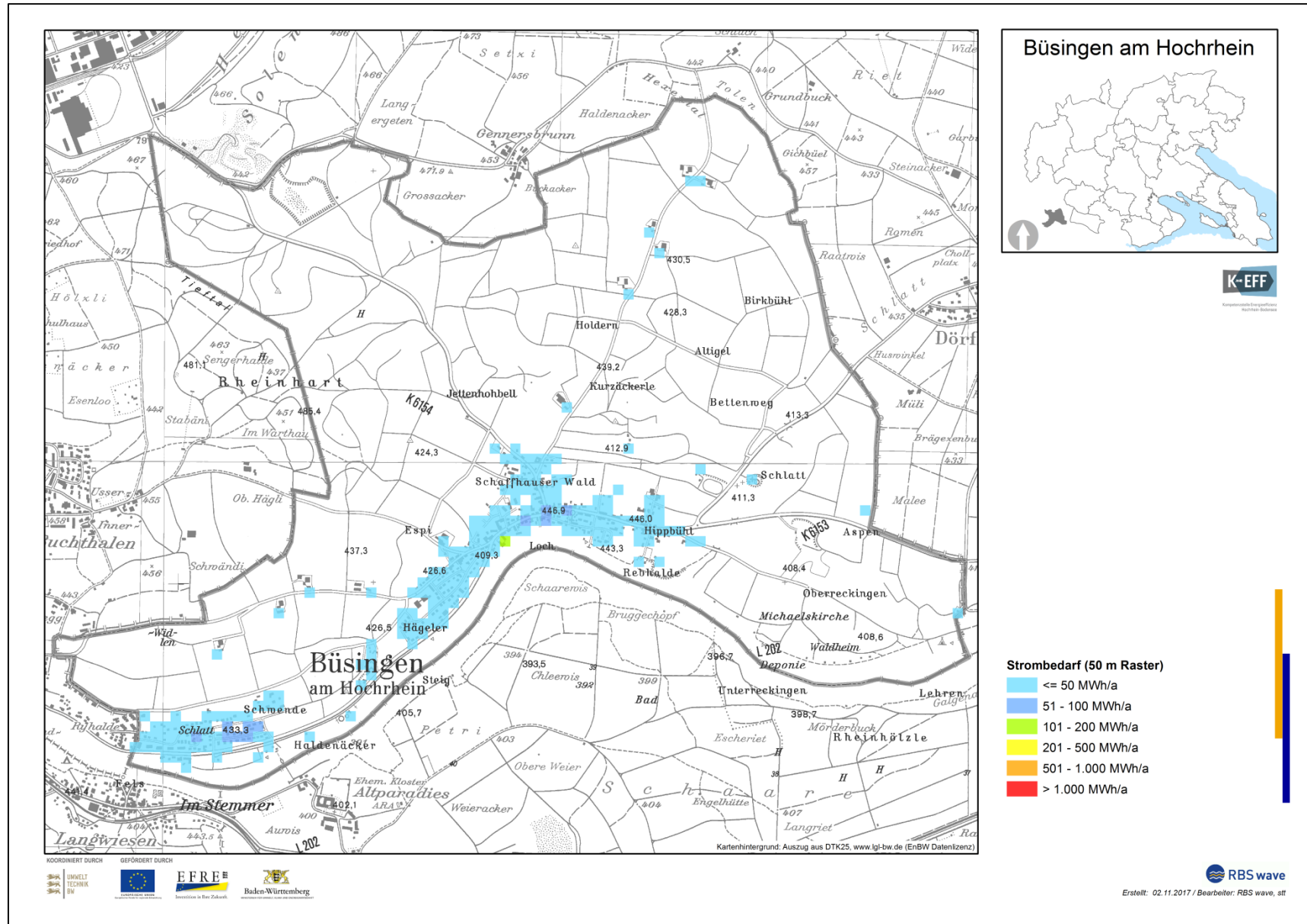


Abbildung 40: Bisingen am Hochrhein – Strombedarf

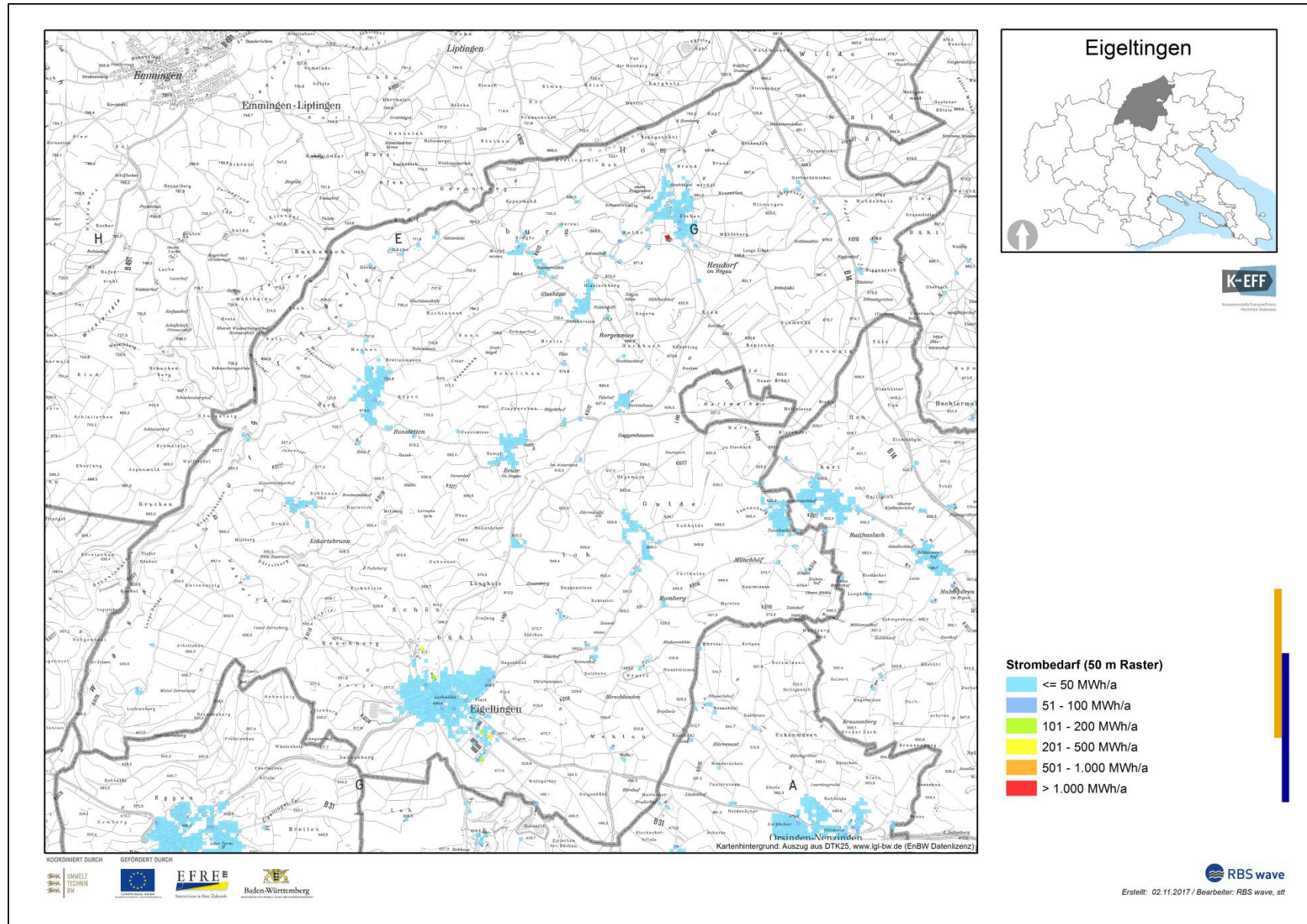


Abbildung 41: Eigeltingen – Strombedarf

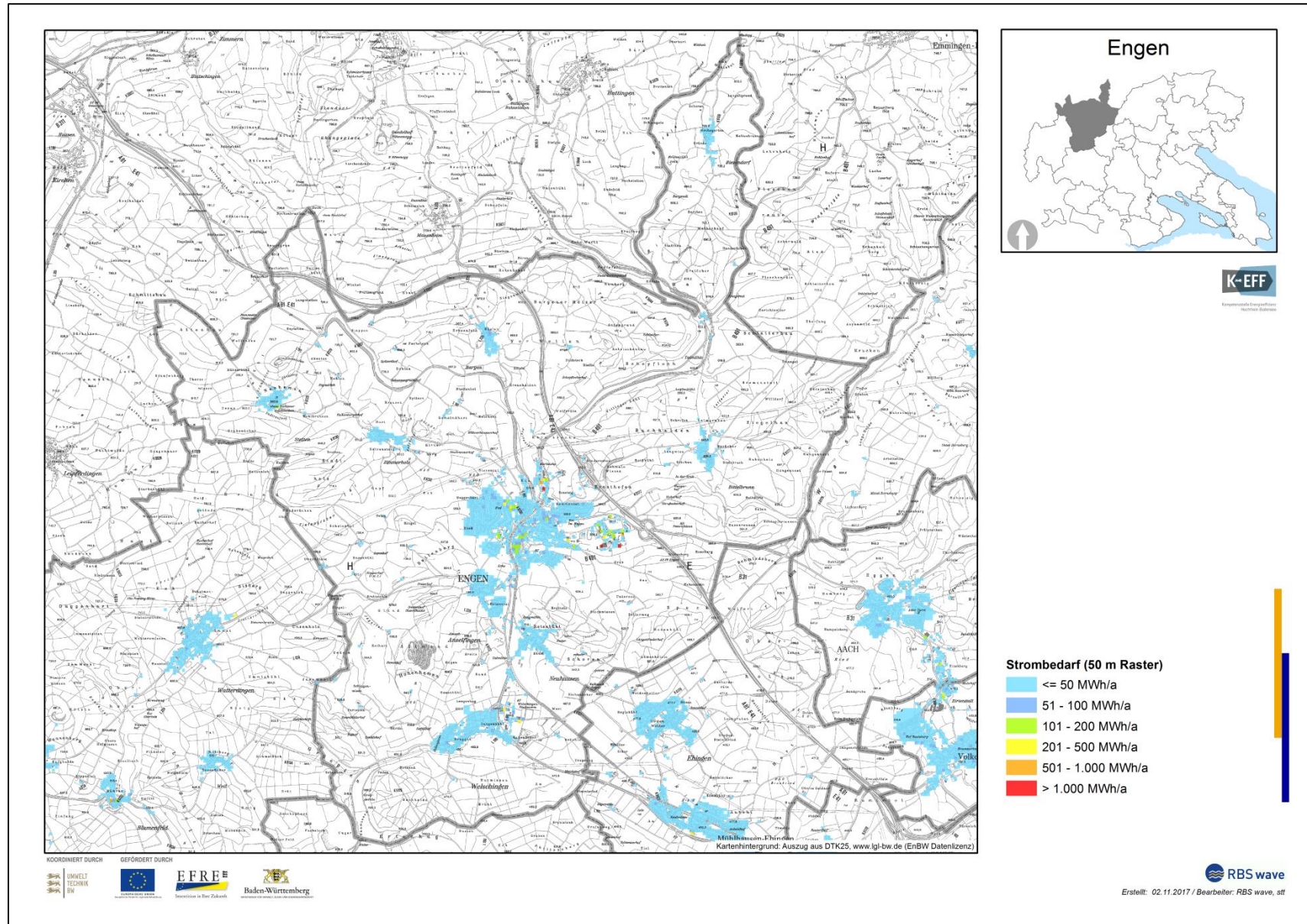


Abbildung 42: Engen – Strombedarf

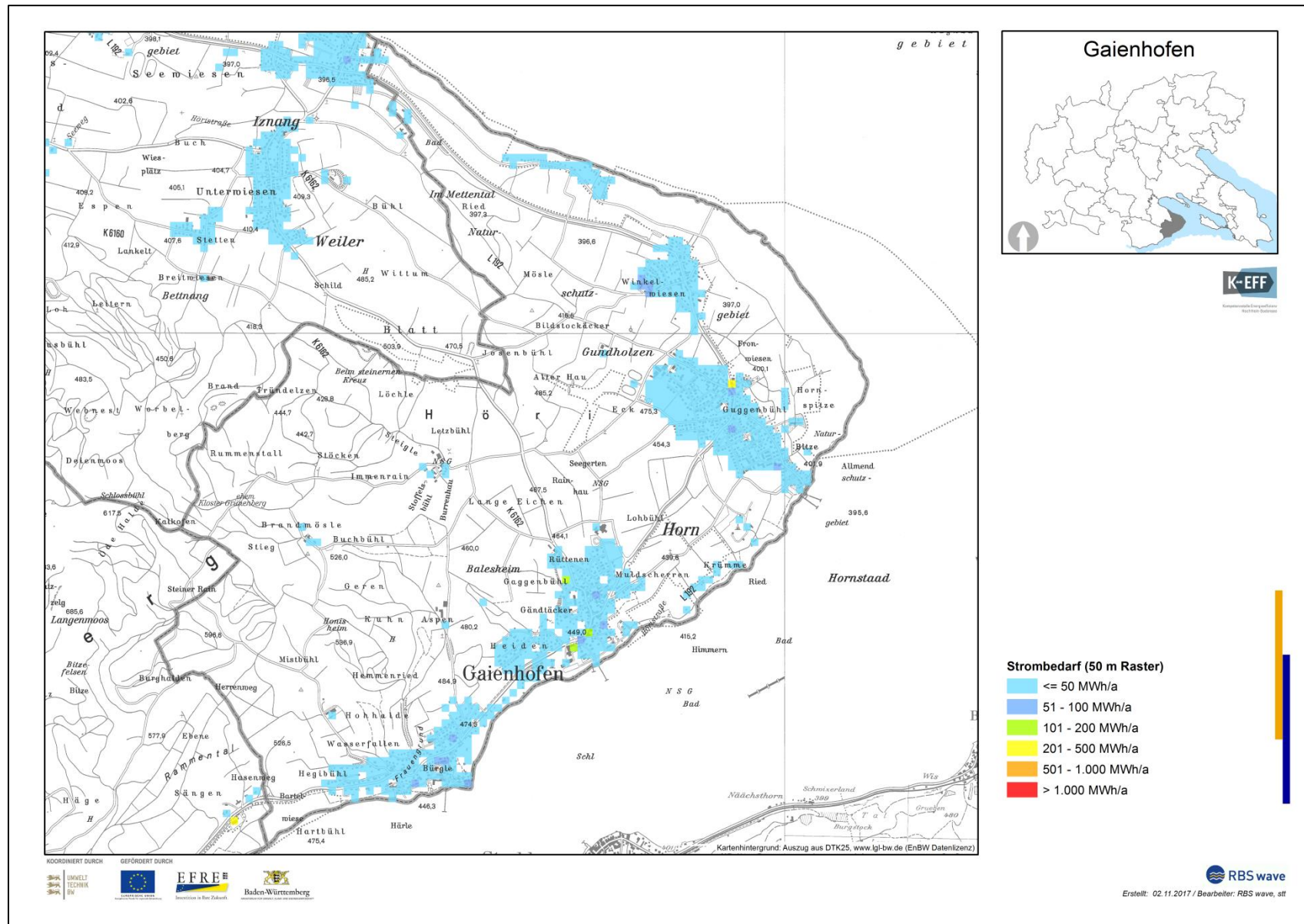


Abbildung 43: Gaienhofen – Strombedarf

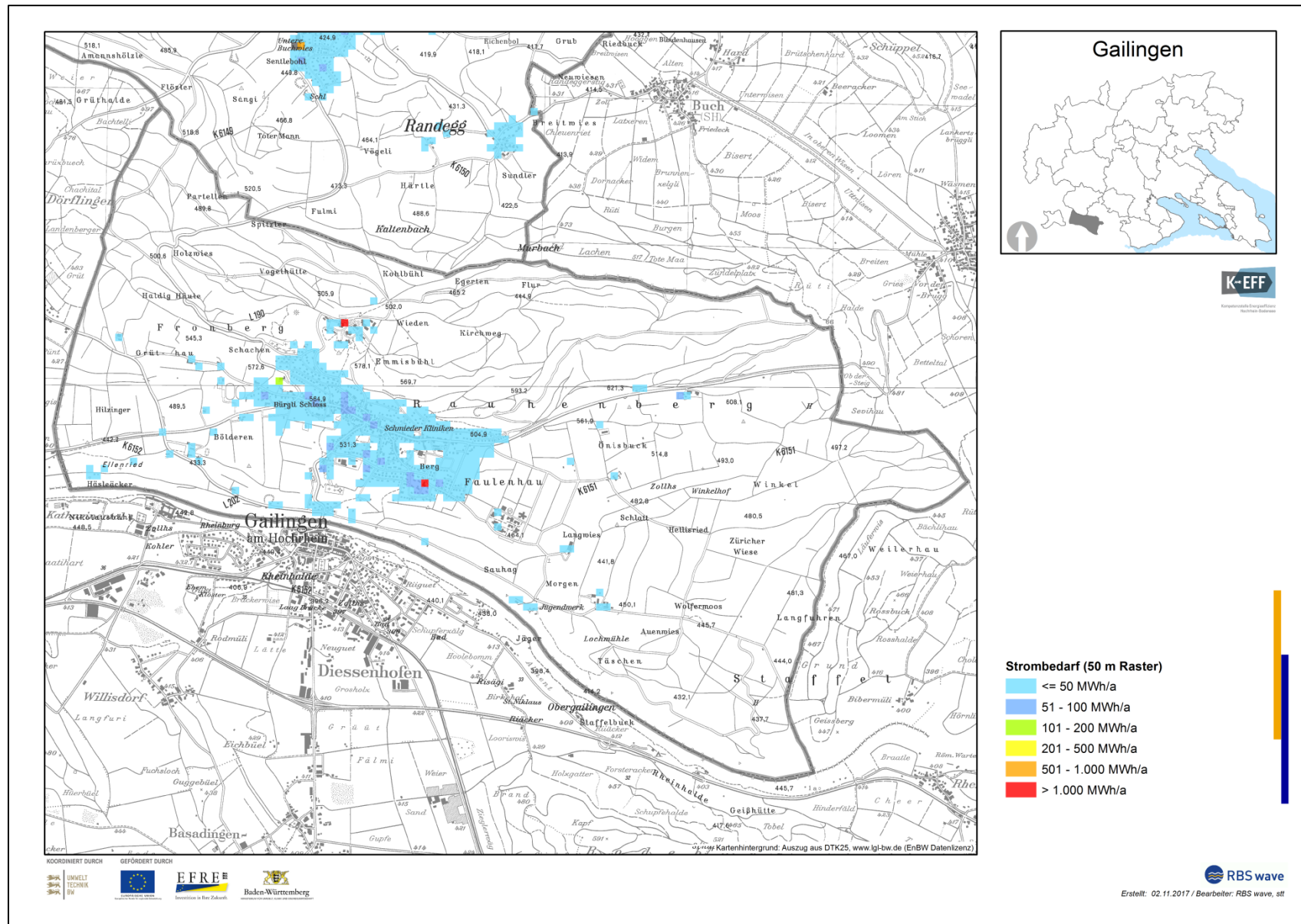


Abbildung 44: Gailingen – Strombedarf

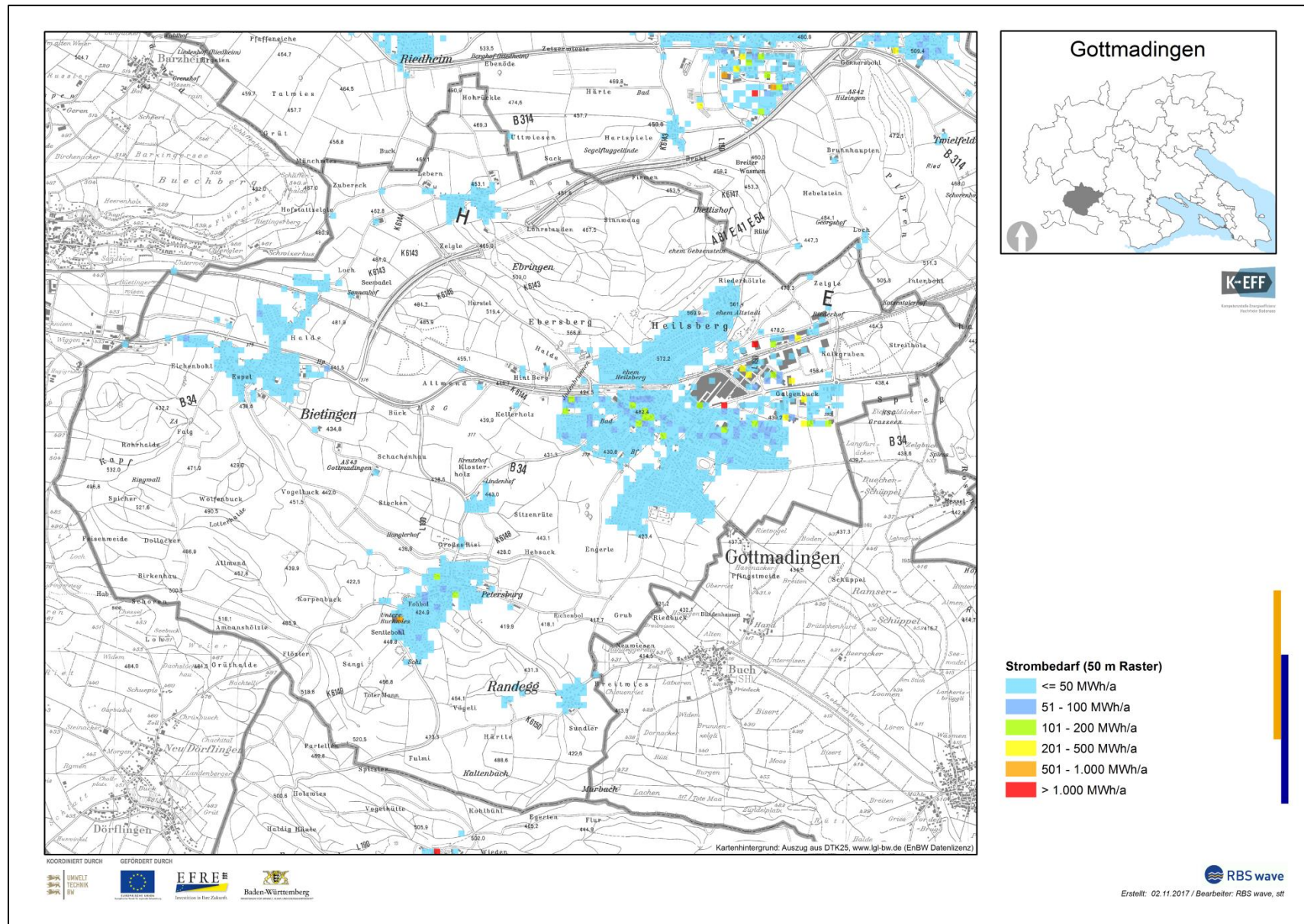


Abbildung 45: Gottmadingen – Strombedarf

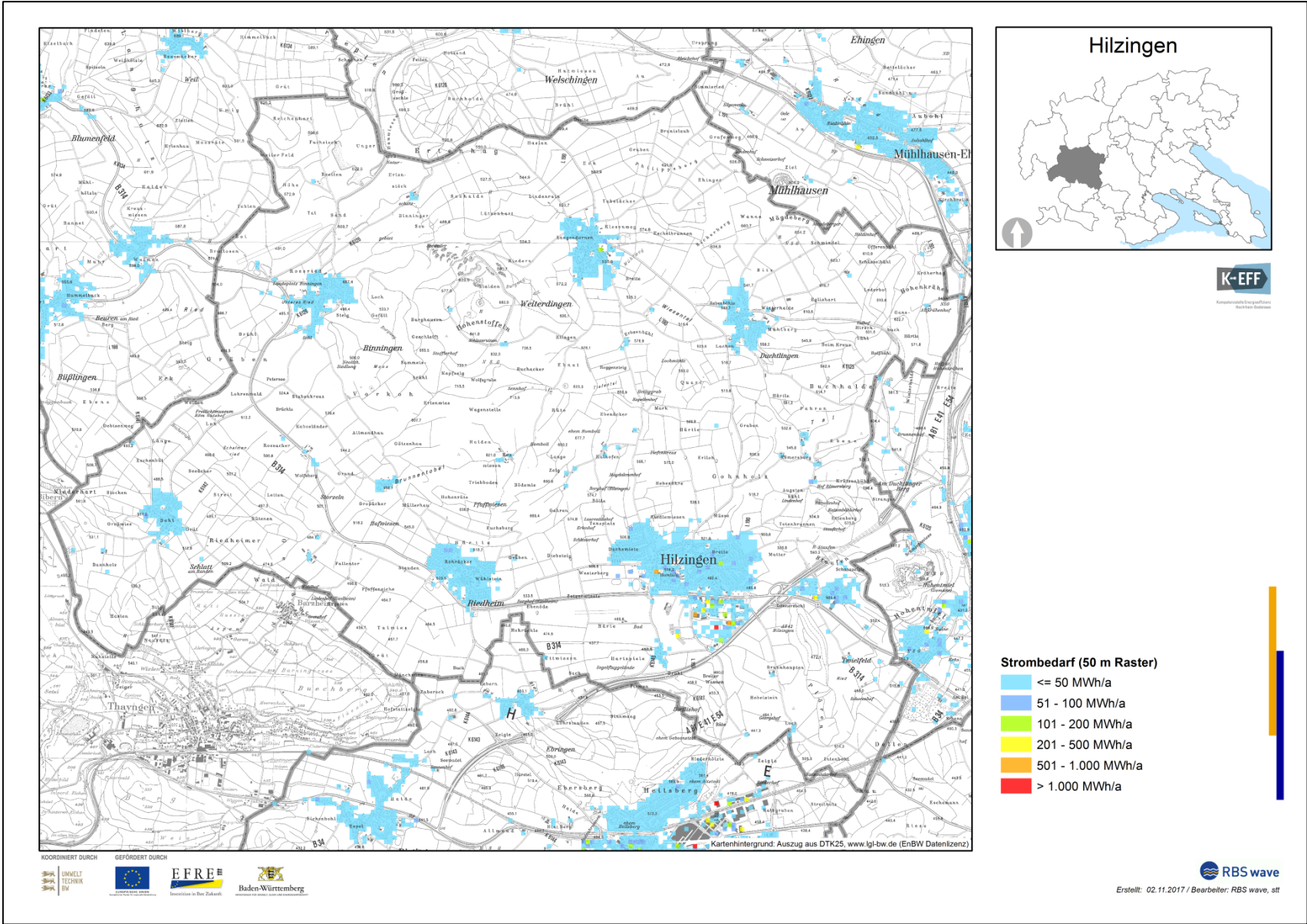


Abbildung 46: Hilzingen – Strombedarf

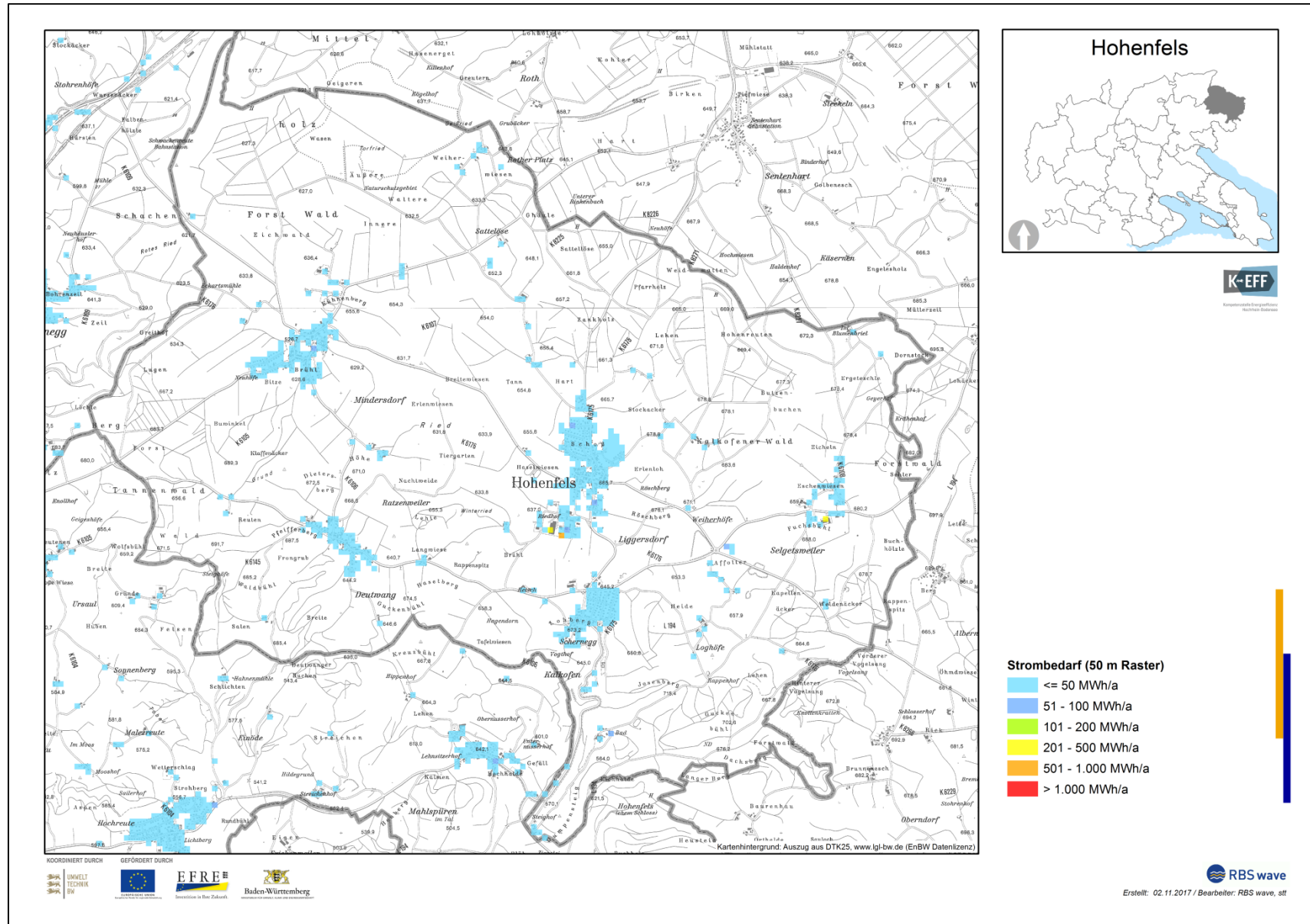


Abbildung 47: Hohenfels – Strombedarf

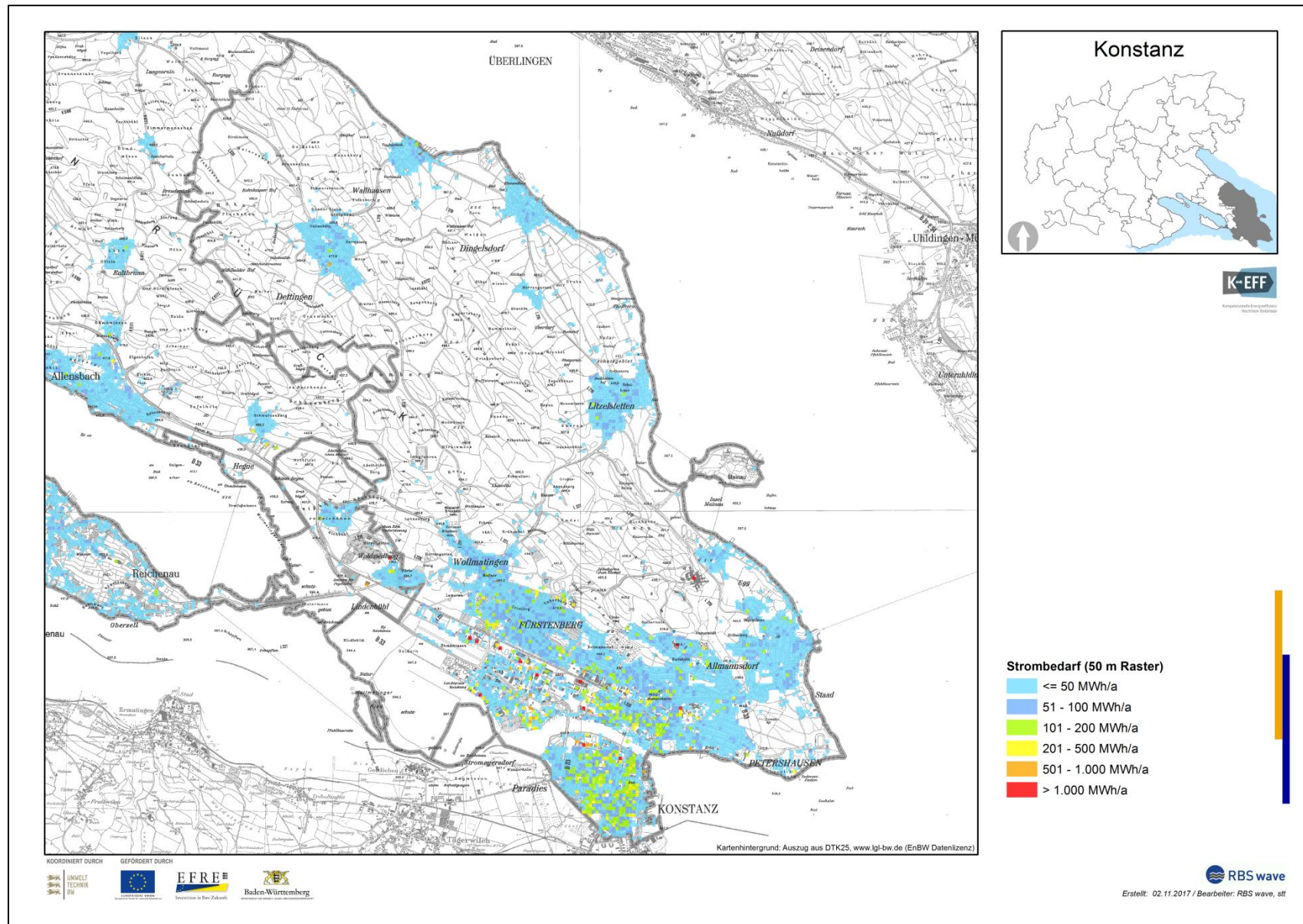


Abbildung 48: Konstanz – Strombedarf

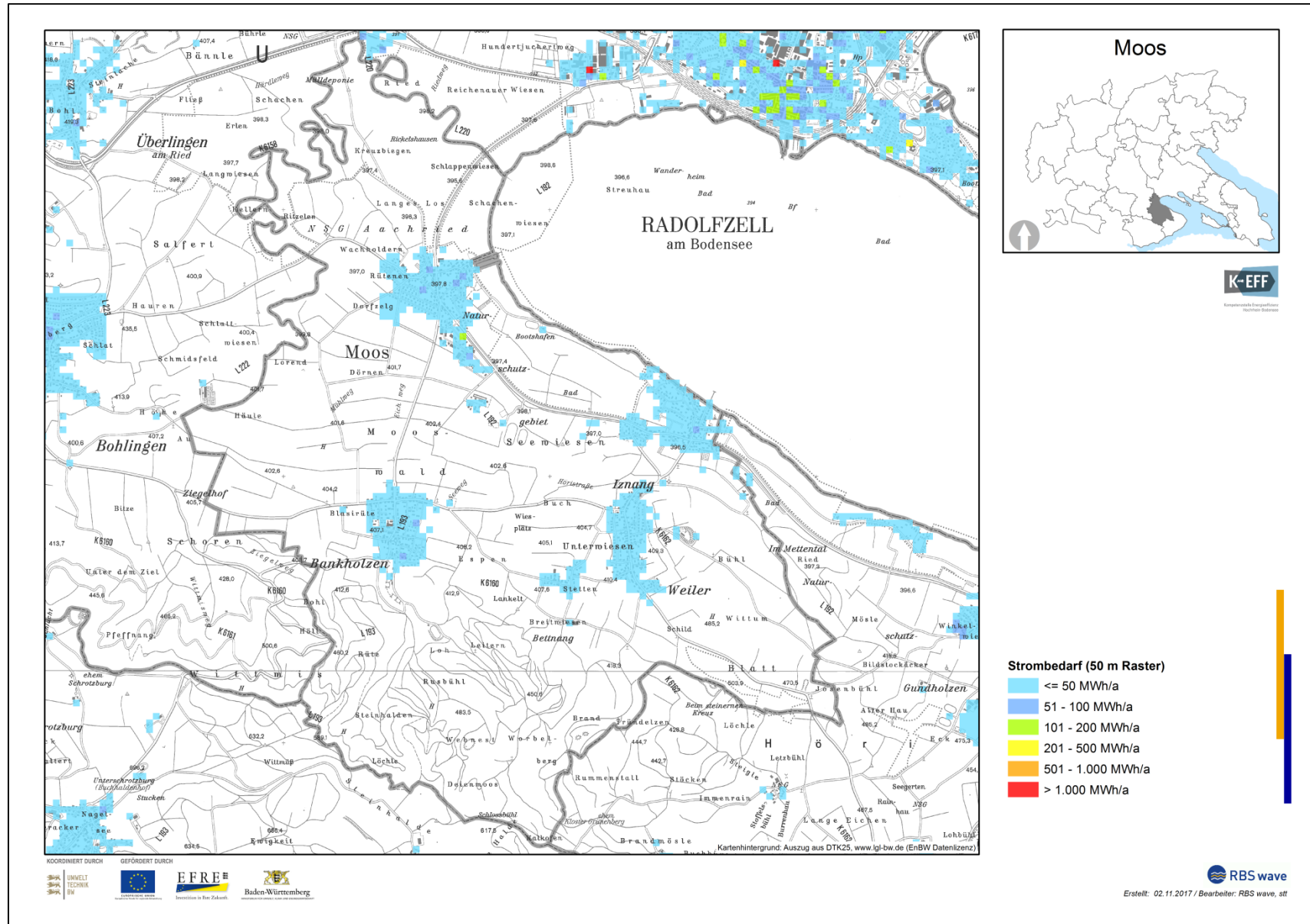


Abbildung 49: Moos – Strombedarf

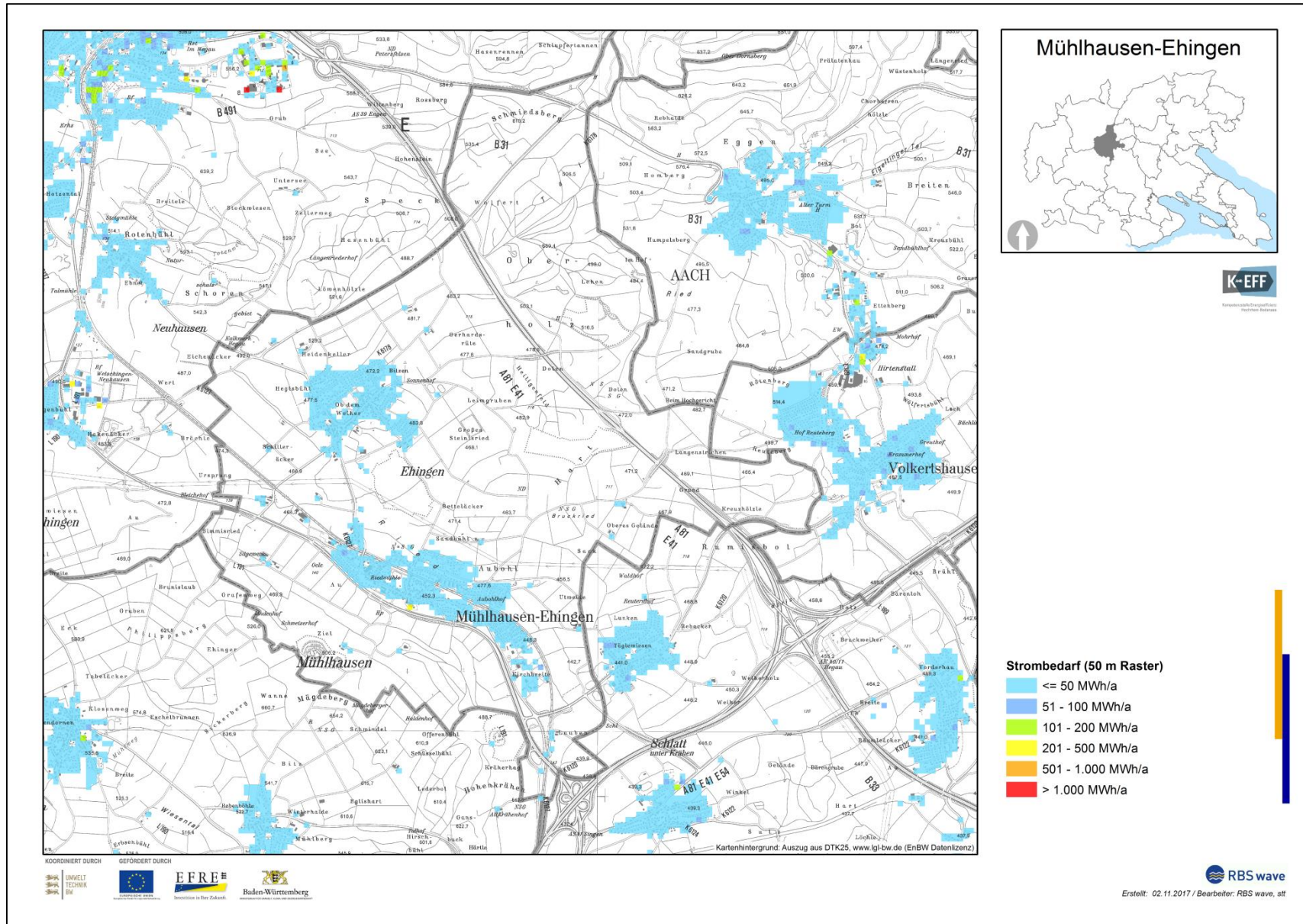


Abbildung 50: Mühlhausen-Ehingen – Strombedarf

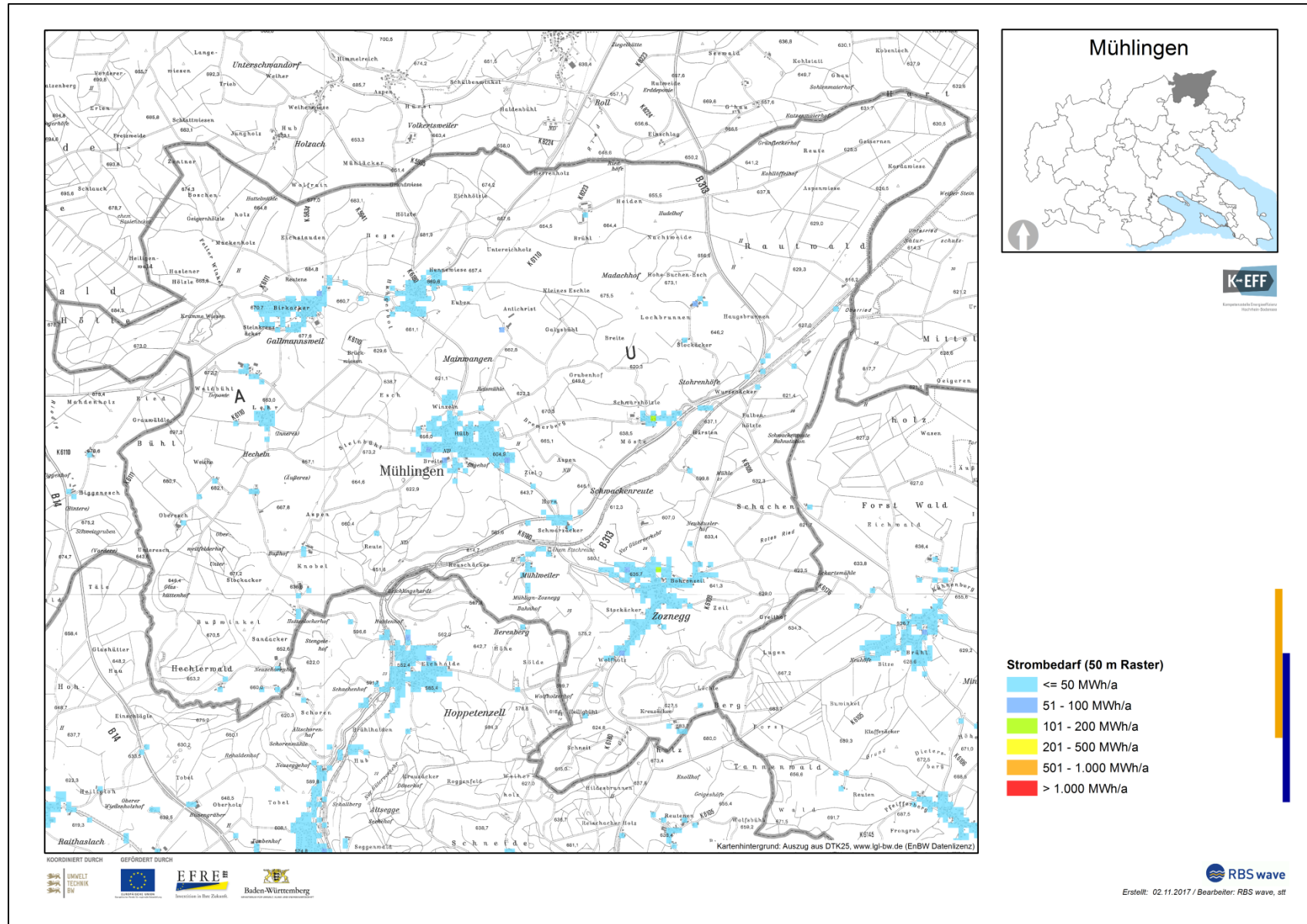


Abbildung 51: Mühlingen – Strombedarf

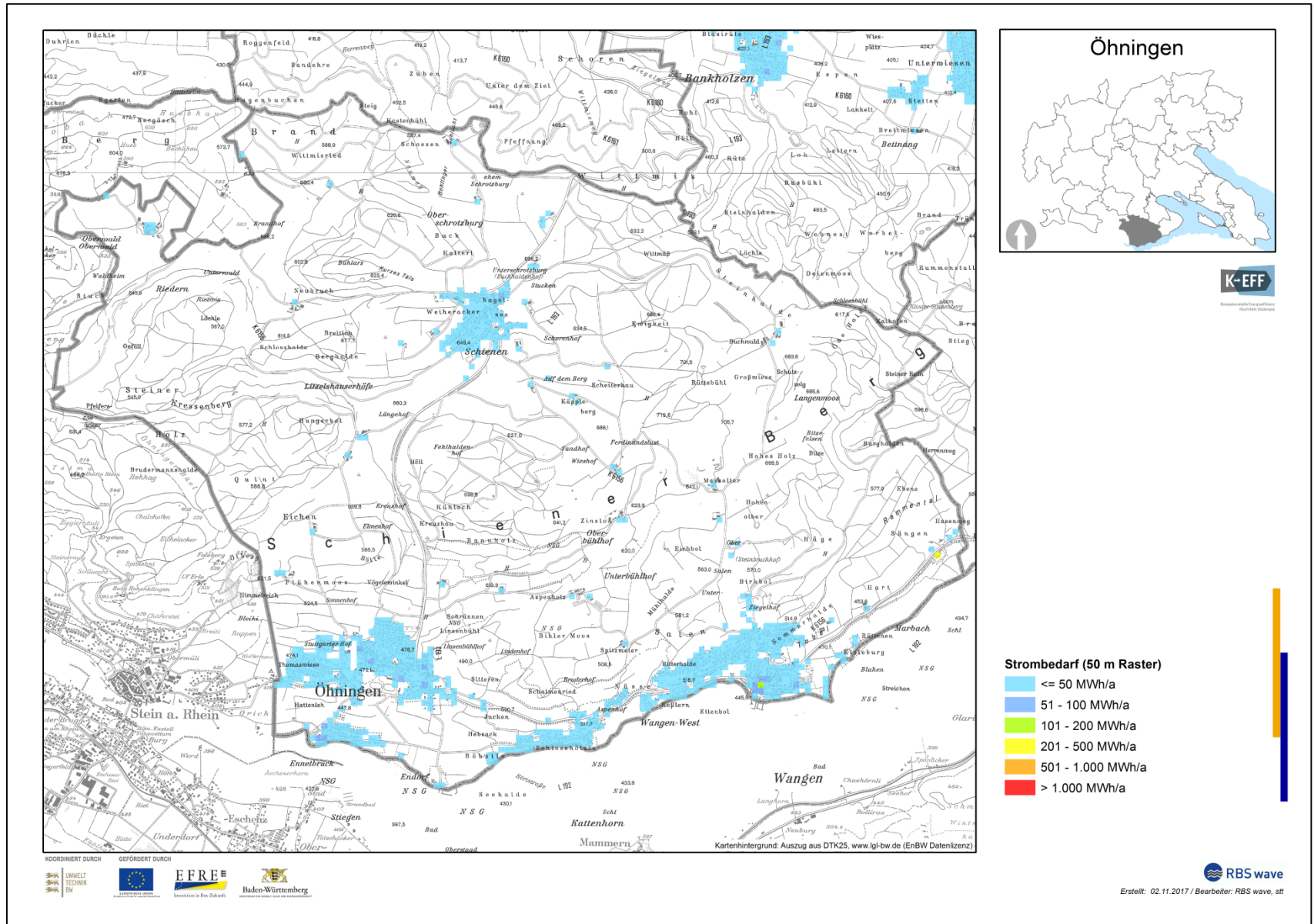


Abbildung 52: Ohningen – Strombedarf

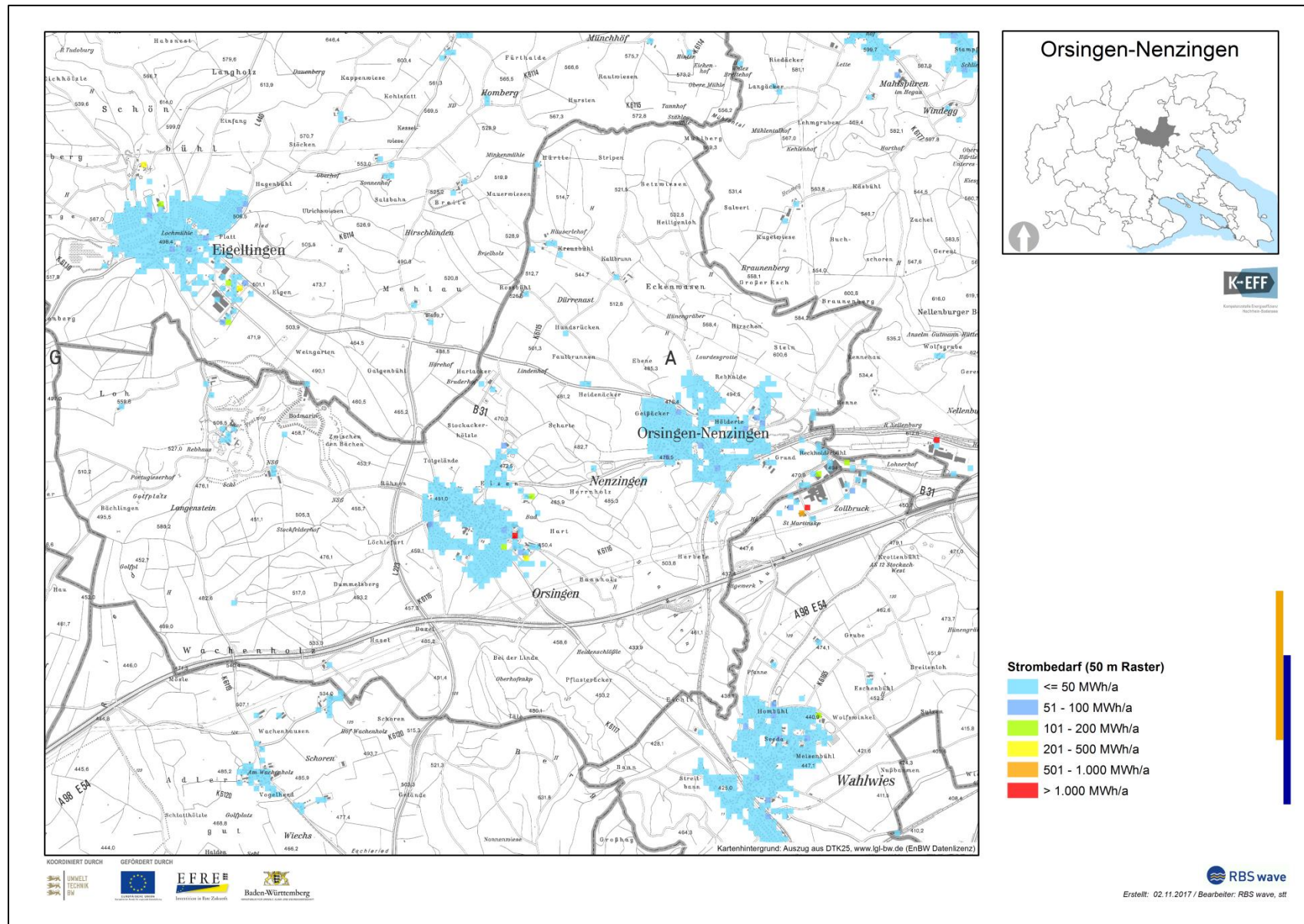


Abbildung 53: Orsingen-Nenzingen – Strombedarf

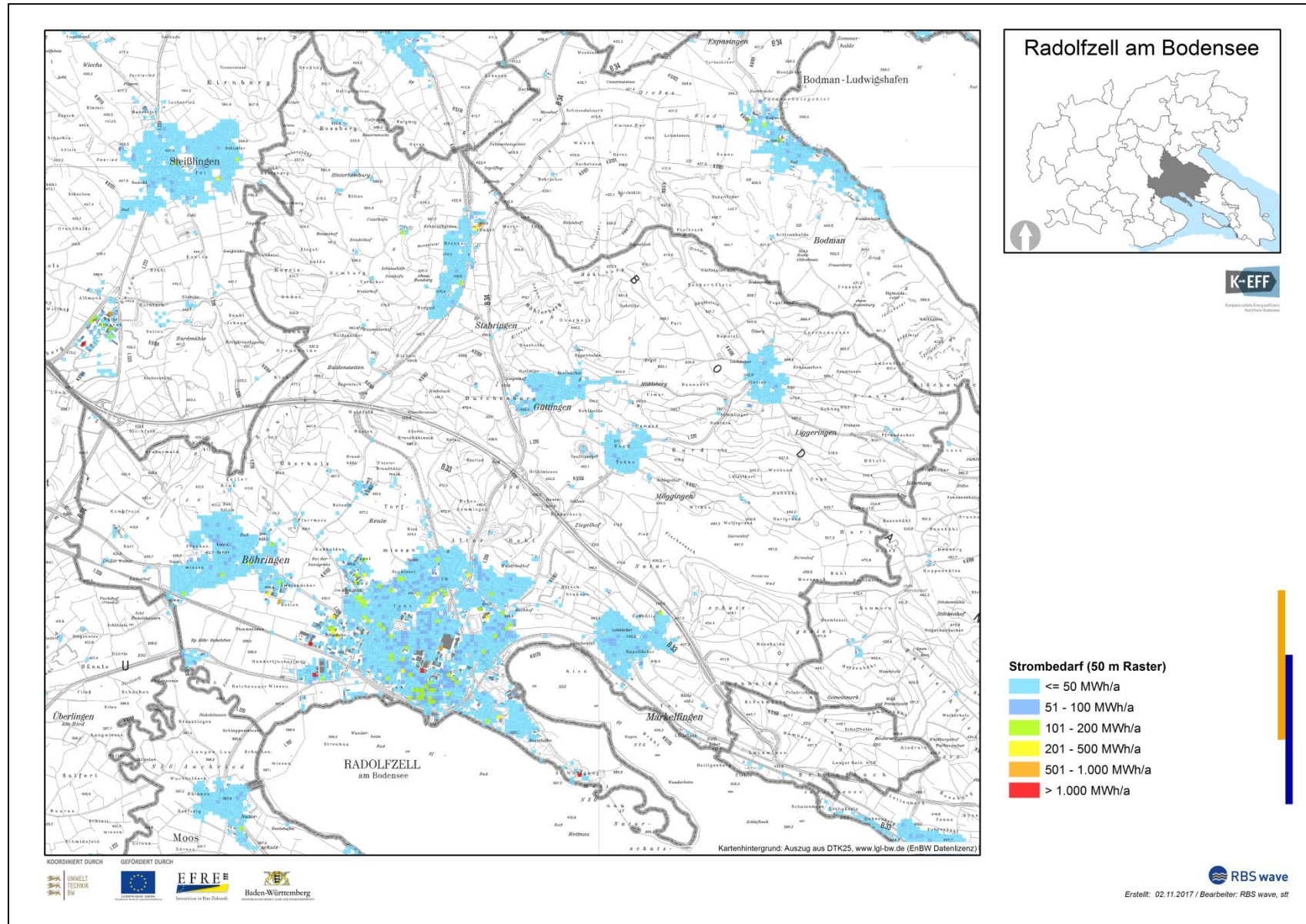


Abbildung 54: Radolfzell am Bodensee – Strombedarf

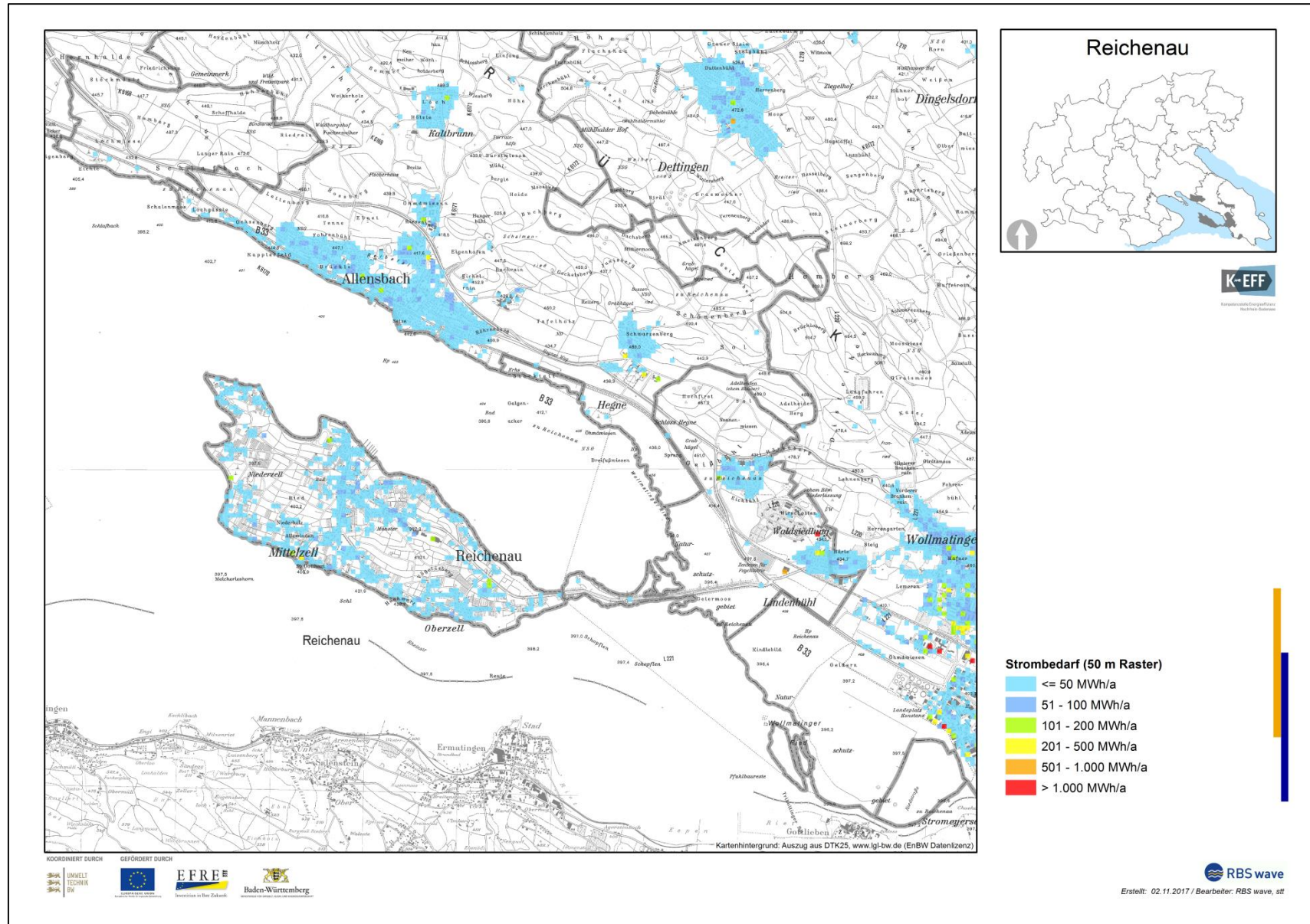


Abbildung 55: Reichenau – Strombedarf

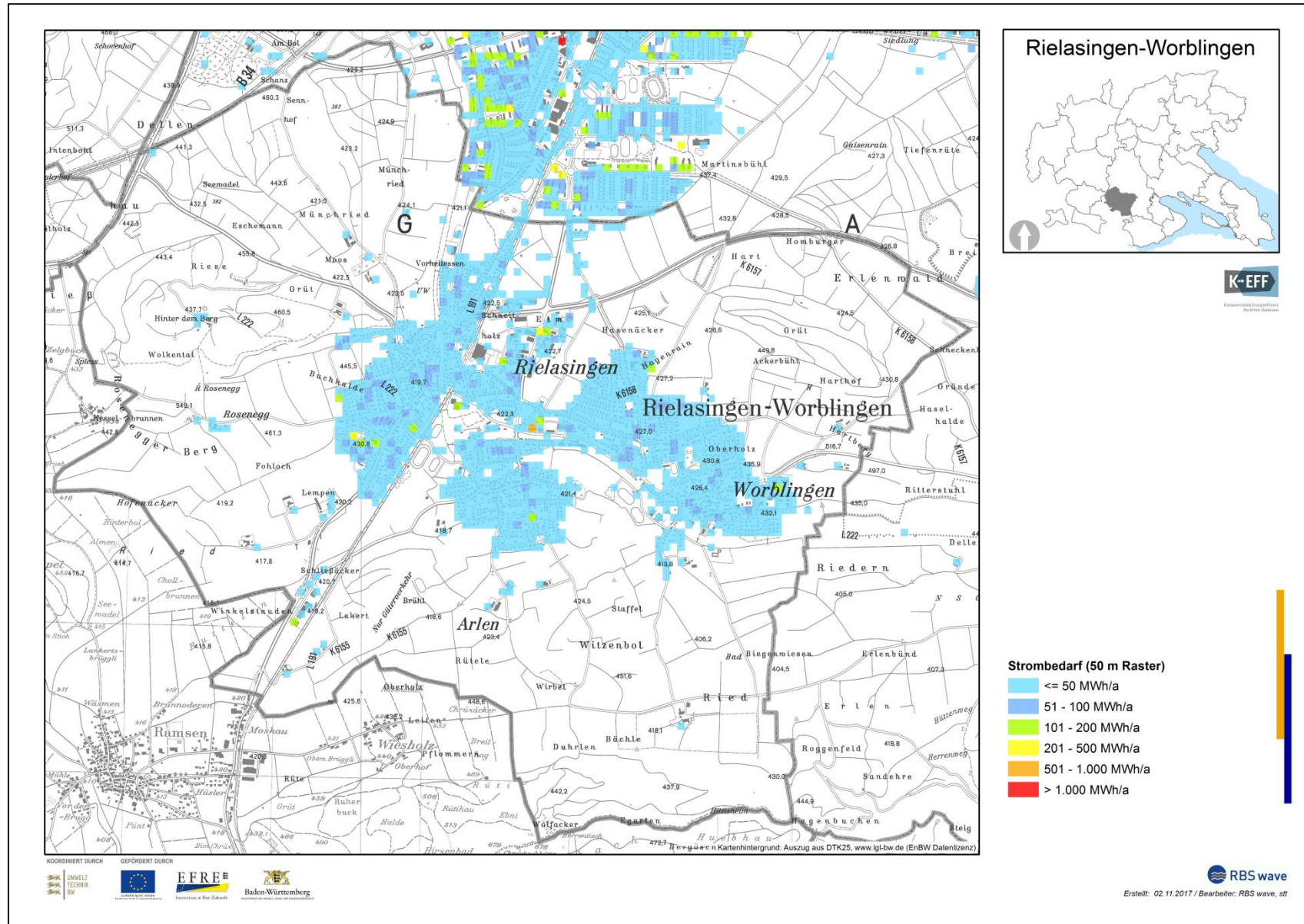


Abbildung 56: Rielasingen-Worblingen – Strombedarf

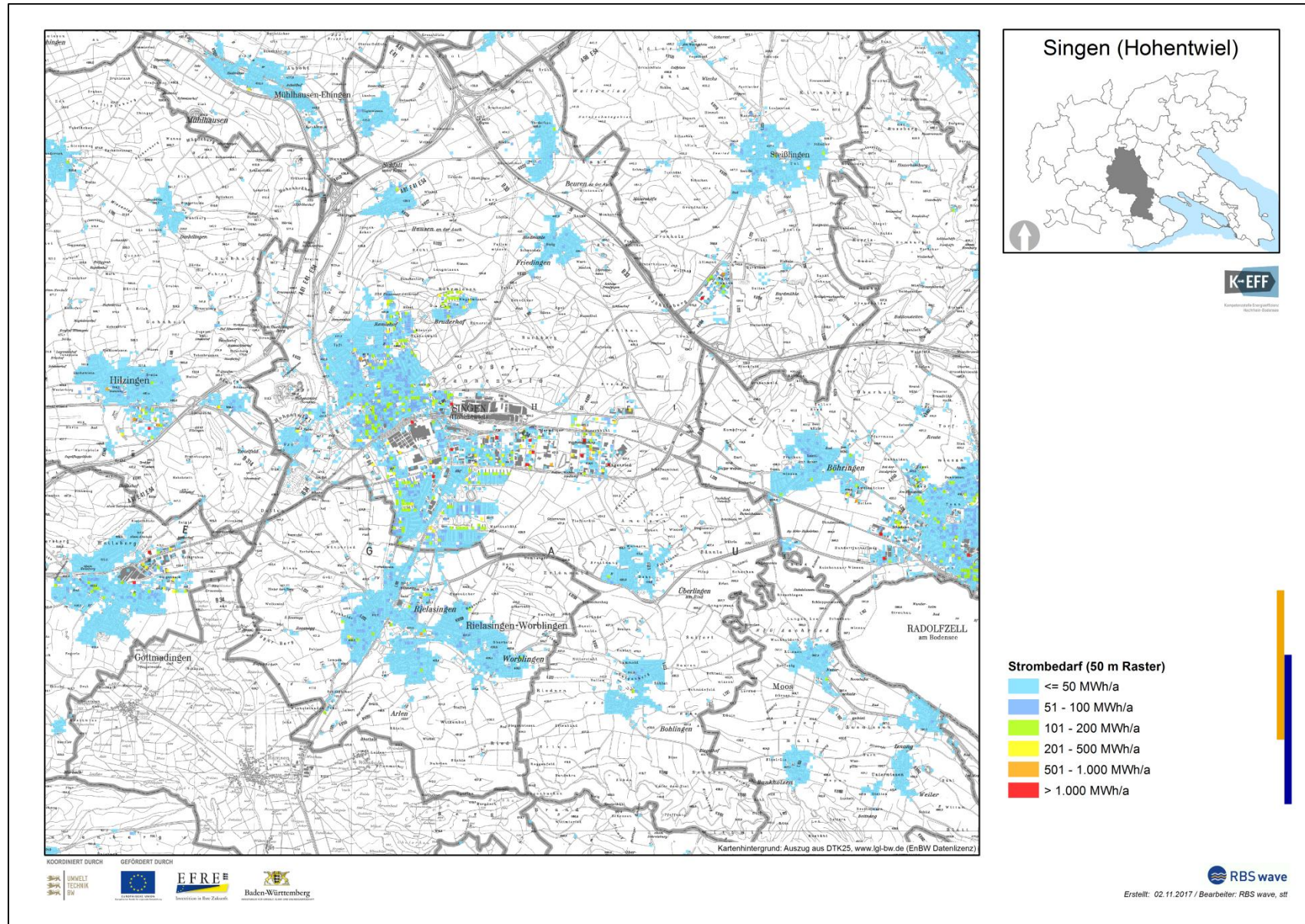


Abbildung 57: Singen (Hohentwiel) – Strombedarf

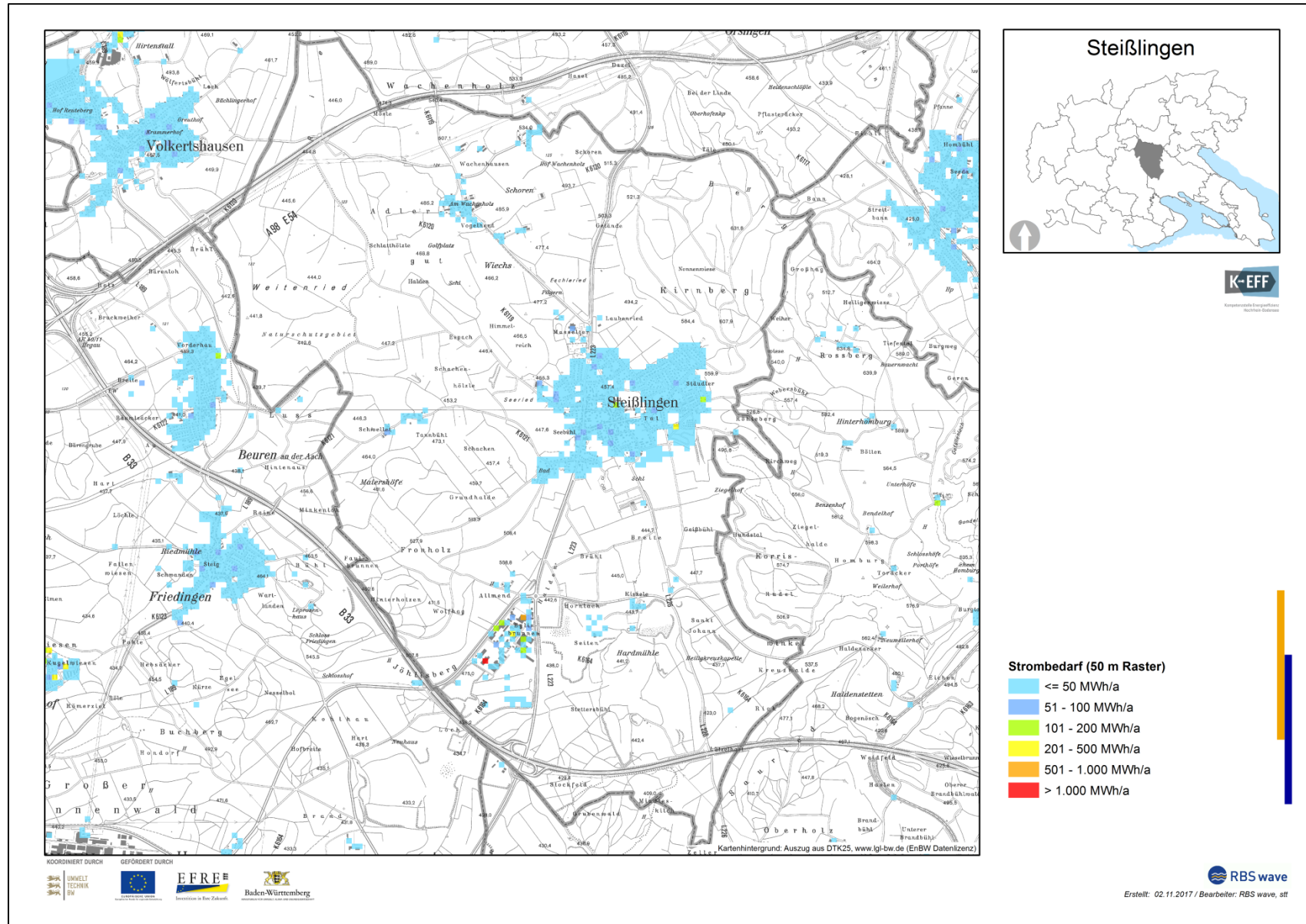


Abbildung 58: Steißlingen – Strombedarf

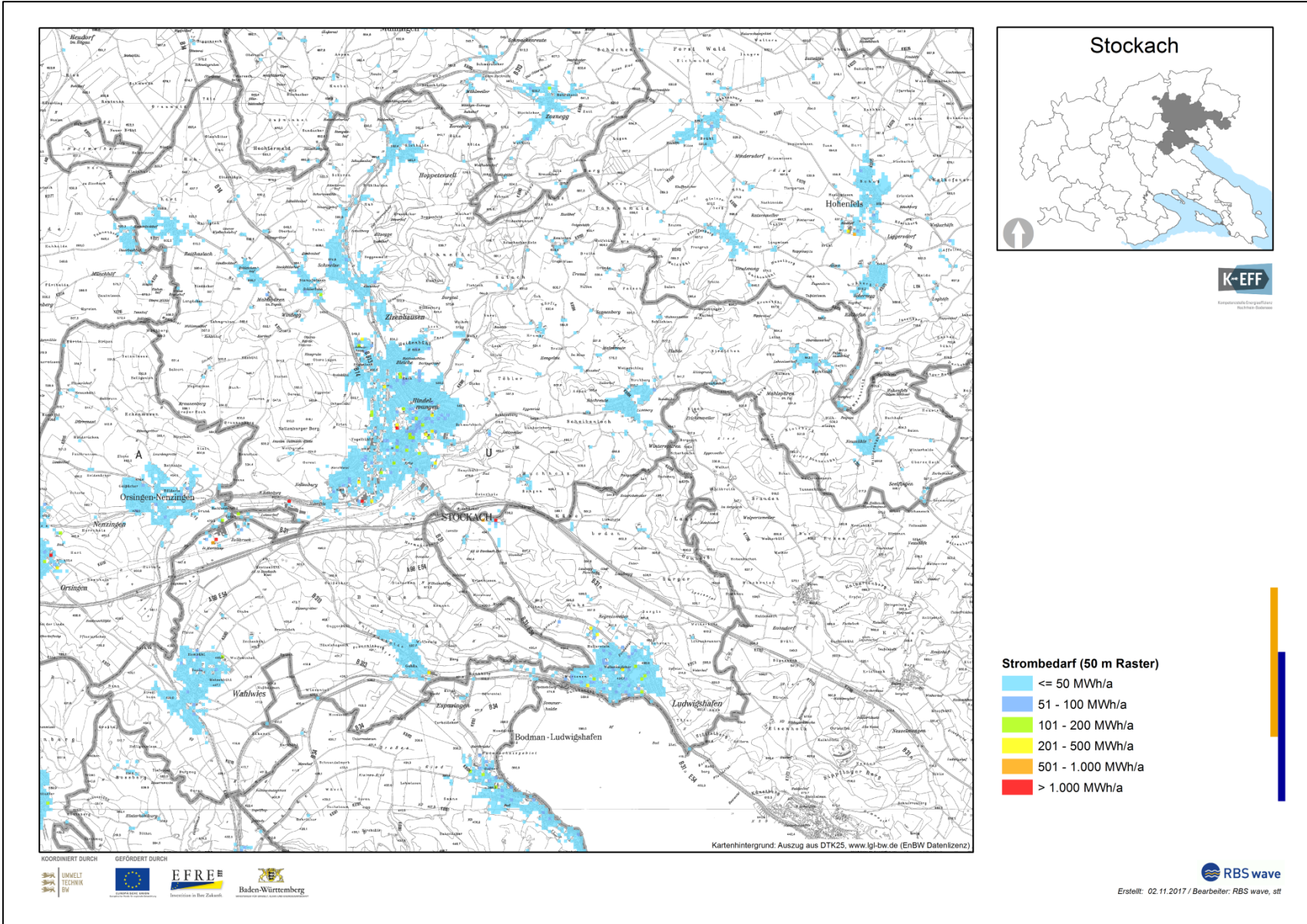


Abbildung 59: Stockach – Strombedarf

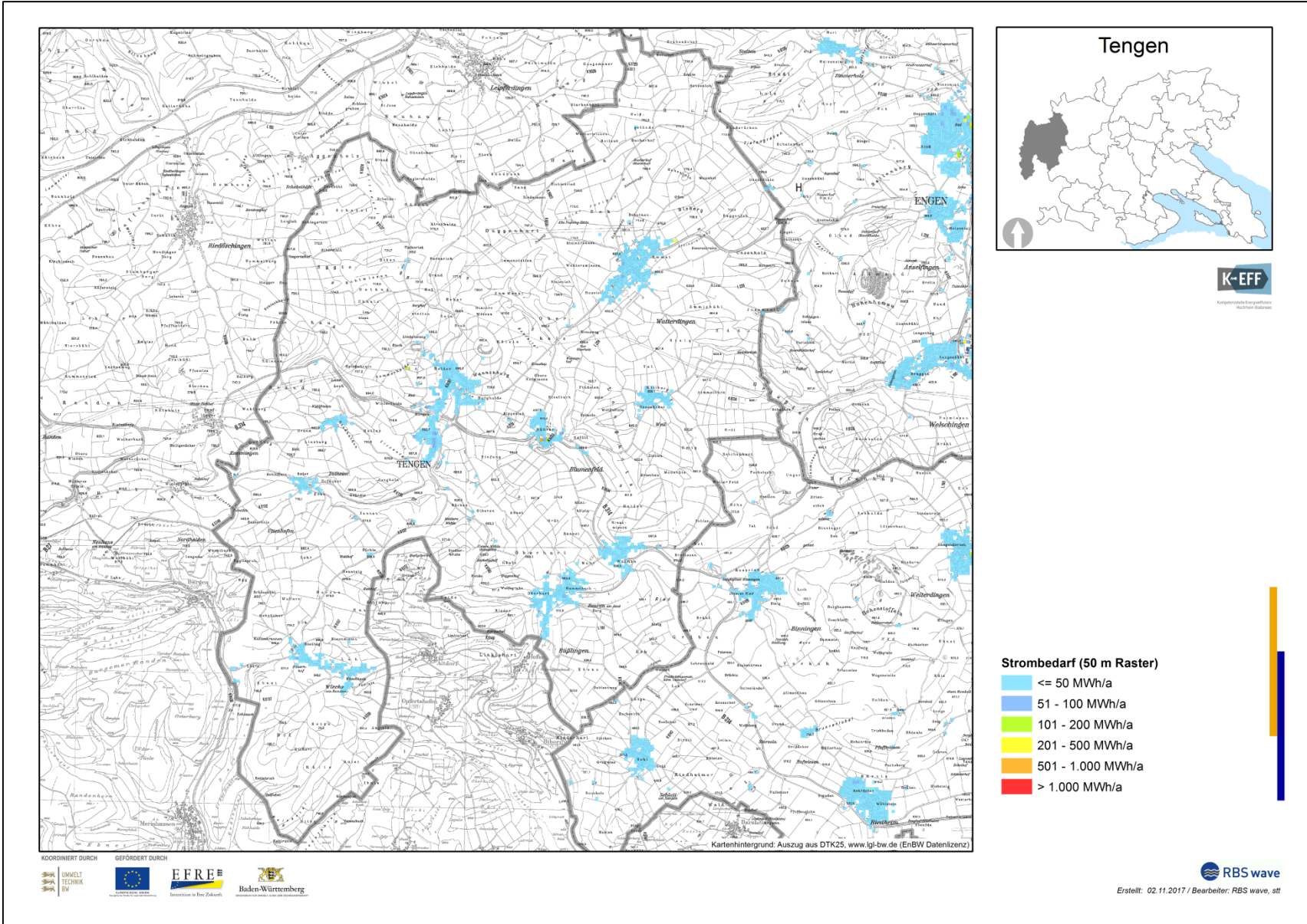


Abbildung 60: Tengen – Strombedarf

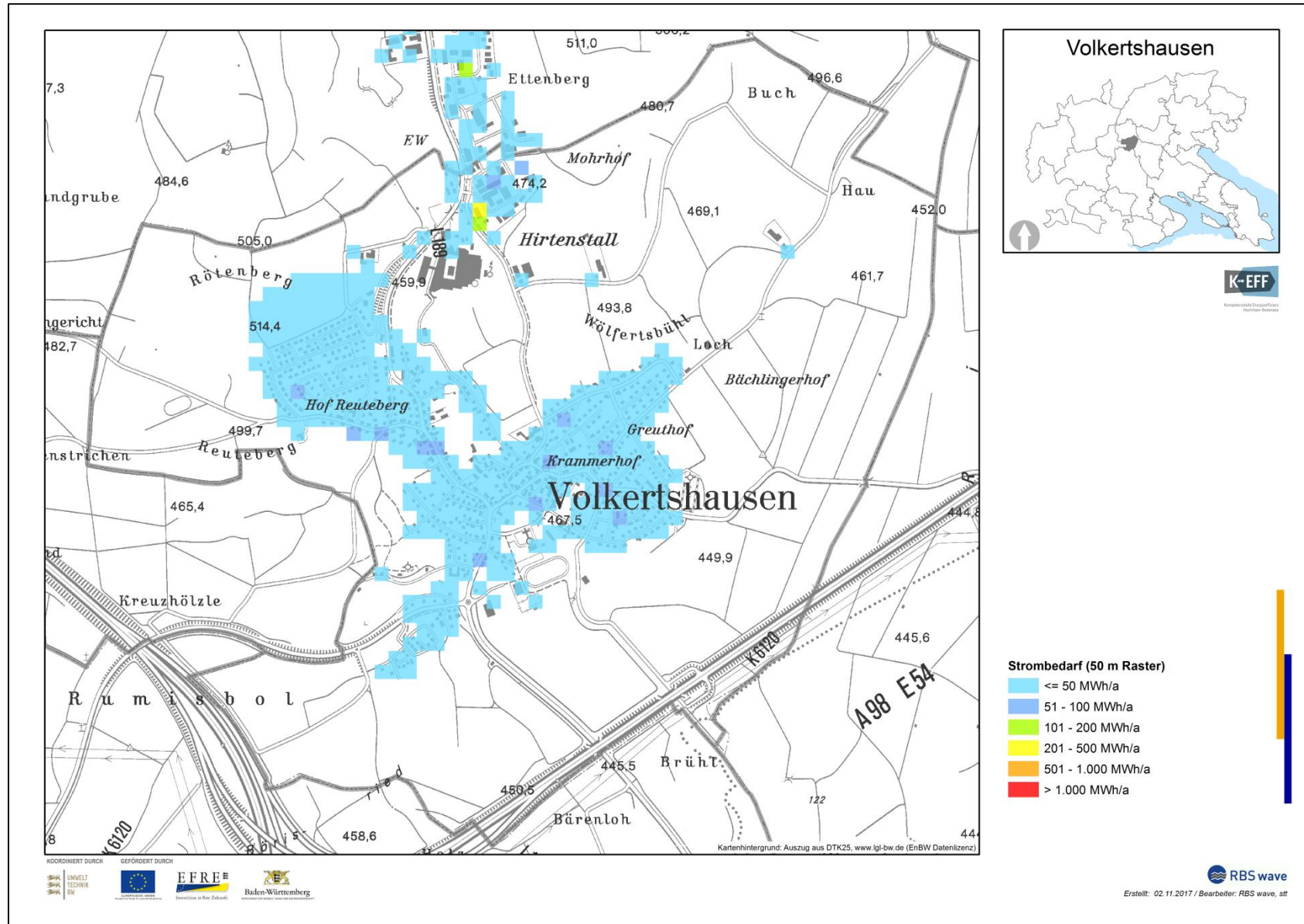


Abbildung 61: Volkertshausen – Strombedarf