

Energienutzungsplan für die Stadt Friedberg im Landkreis Aichach-Friedberg



VORWORT



Das vorliegende Konzept beleuchtet umfassend die energetischen Rahmenbedingungen im Stadtgebiet Friedberg, bietet Chancen und Anreize die kommunale Energiewende anzugehen um auch für künftige Generationen eine gute Lebensqualität und Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Der vorliegende Energienutzungsplan für die Stadt Friedberg wurde zwischen September 2013 und Oktober 2014 von der Planergemeinschaft bifa Umweltinstitut, Augsburg gemeinsam mit G.A.S. – planen-bauen-forschen, Stuttgart unter Mitwirkung verschiedener Abteilungen der Stadtverwaltung sowie der Projektgruppe „Energie“ aufgestellt. Der Energienutzungsplan ist für die Stadt Friedberg ein Planungsinstrument und Leitfaden, um auf die sich ändernden Rahmenbedingungen an die Energieinfrastruktur aktiv reagieren zu können sowie Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz zu erkennen und zu realisieren. Über die gesamte Bearbeitungsdauer waren der Stadtrat und die Projektgruppe „Energie“ eng eingebunden, Arbeitsstände und Ergebnisse wurden aufbereitet und zur Diskussion gestellt. So konnte die zielgerichtete Erstellung des Energienutzungsplans gewährleistet werden.

Ich erwarte, dass durch dieses breite Einbeziehen der Verantwortlichen der Energienutzungsplan und seine energiepolitischen Zielsetzungen in den verschiedenen kommunalen Arbeitsfeldern umgesetzt werden. Die Verringerung des Energiebedarfs sowie die Energieeinsparung bei Gebäuden sollen als Ziele in die städtebauliche Entwicklung einfließen. Vor allem im Wärmesektor ist mit innovativen Projektansätzen (Wärmenetze) das Ziel einer unabhängigeren Energieversorgung unter stärkerer Verwendung erneuerbarer Energien ambitioniert, aber realistisch erreichbar.

Die Energiewende ist nur kommunal zu schaffen. Die Stadt Friedberg leistet mit dem Energienutzungsplan ihren Beitrag dazu.

A handwritten signature in blue ink, reading "Roland R. Eichmann". The signature is fluid and cursive.

1. Bürgermeister der Stadt Friedberg Roland Eichmann

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zielsetzung	1
2.	Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung.....	2
2.1	Bestandsaufnahme	2
2.2	Potenzialermittlung	11
2.3	Zusammenfassung der Bestands- und Potenzialermittlung.....	14
3.	Konzeptentwicklung.....	17
3.1	Stromversorgung	17
3.2	Wärmeversorgung.....	18
4.	Maßnahmenempfehlung	24
5.	Akteursbeteiligung	26
6.	Schlussbetrachtung	26
7.	Literatur	28

1. Zielsetzung

Das Thema Energie findet in der Stadt Friedberg immer größere Beachtung. Beispielsweise wird interessierten Bürgern durch Informationsveranstaltungen für Bauherren oder Informationsfahrten zu Erneuerbare-Energie-Anlagen die Thematik nahe gebracht. Die Stadt Friedberg hat 2013 mit der Beauftragung zur Erstellung eines Energienutzungsplans einen wichtigen Schritt gemacht.

Energieeinsparung, Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien sind ein unverzichtbarer Baustein für den Klimaschutz und die Versorgungssicherung einer Kommune. Aufbauend auf den Ergebnissen von bereits durchgeführten Studien und umgesetzten Projekten werden im Zuge des Energienutzungsplans vorhandene Datenlücken geschlossen und in einem übergreifenden Gesamtkonzept zusammengeführt. In einem ersten Schritt wurden Energie- und CO₂-Bilanzen für die wesentlichen Sektoren erstellt, ausgewertet und nach verschiedenen Energieträgern aufgeschlüsselt. In der weiterführenden Auswertung wurden die Potenziale zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien im Kontext zu einzelnen Teilbereichen, wie beispielsweise Biogas, Photovoltaik, Gebäudesanierung, öffentliche Liegenschaften und Straßenbeleuchtung ausgewertet.

Der vorliegende Kurzbericht zum Energienutzungsplan stellt die Ergebnisse der Auswertung zur Energieinfrastruktur der Stadt Friedberg in aufbereiteter und lesbarer Form in den folgenden Kapiteln zusammen. Er ist ein wichtiges Planungsinstrument, um zielgerichtet den Ausbau erneuerbarer Energien zu koordinieren, eine Optimierung der Wärmenutzung zu forcieren und Energieeinspar- sowie Effizienzmaßnahmen zu befördern.

Ziele des Energienutzungsplans

- Schaffung eines informellen Planungsinstruments
 - Grundlage für Flächennutzungspläne, Bebauungspläne und Objektplanung
 - Grundlage für Entscheidungen hinsichtlich energetischer Sanierungsmaßnahmen und alternativer Versorgungskonzepte
- Koordination voneinander unabhängig durchgeführter Einzelmaßnahmen
- Verortung von Energieverbräuchen und -potenzialen im Gebiet der Stadt
- Versorgungssicherheit im Strom- und Wärmesektor
- Minderung von Treibhausgasemissionen
- Steuerungsinstrument zur Förderung der regionalen Wertschöpfung
- Einbindung in die Organisationsstruktur der Stadt

→ Schaffung eines übergeordneten Gesamtkonzepts auf Stadtebene

Vorgehensweise



Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplans

Flankierend zu den methodischen Ansätzen der Datenermittlung und Auswertung wurden Arbeitstreffen mit der Projektgruppe Energie der Stadt Friedberg zur Maßnahmenidentifizierung und Projektkonkretisierung im Rahmen des Energienutzungsplans durchgeführt.

2. Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung

2.1 Bestandsaufnahme

Im Rahmen einer umfassenden Bestandsaufnahme wurden Daten zum Strom- und Wärmebedarf im gesamten Stadtgebiet aufgenommen. Hierzu wurden Verbrauchswerte von den Energieversorgungsunternehmen erfragt und ausgewertet. Die Daten der städtischen Liegenschaften wurden von Seiten der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt. Hinzu kommen Daten zu den Energieerzeugungsanlagen, insbesondere EEG-Anlagen wie Biogasanlagen, PV-Freiflächen- und PV-Dachflächenanlagen, Wasserkraftanlagen und Windkraftanlagen. Relevante Daten verschiedener bayerischer und bundesweiter Förderstellen, wie des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), wurden recherchiert und ausgewertet.

Der derzeitige Wärmebedarf der Stadt Friedberg im Sektor Private Haushalte ließ sich aus Daten der Kommunalstatistik, Luftbildern, den Flächennutzungs- und Bebauungsplänen, sowie der Auswertung georeferenzierter Daten (z. B. LoD1, ATKIS) ermitteln. Über diesem Auswertungsprozess wurde jedem Gebäude eine Nutzungstypologie (Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus (MFH), etc.) zugeordnet und eine Abschätzung des Baualters vorgenommen. Über die Energiebezugs- sowie die Bruttogeschossflächen konnte der Wärmebedarf der einzelnen Wohngebäude ermittelt werden. Abbildung 2 zeigt die Wärmedichte je Hektar im Stadtgebiet Friedberg.

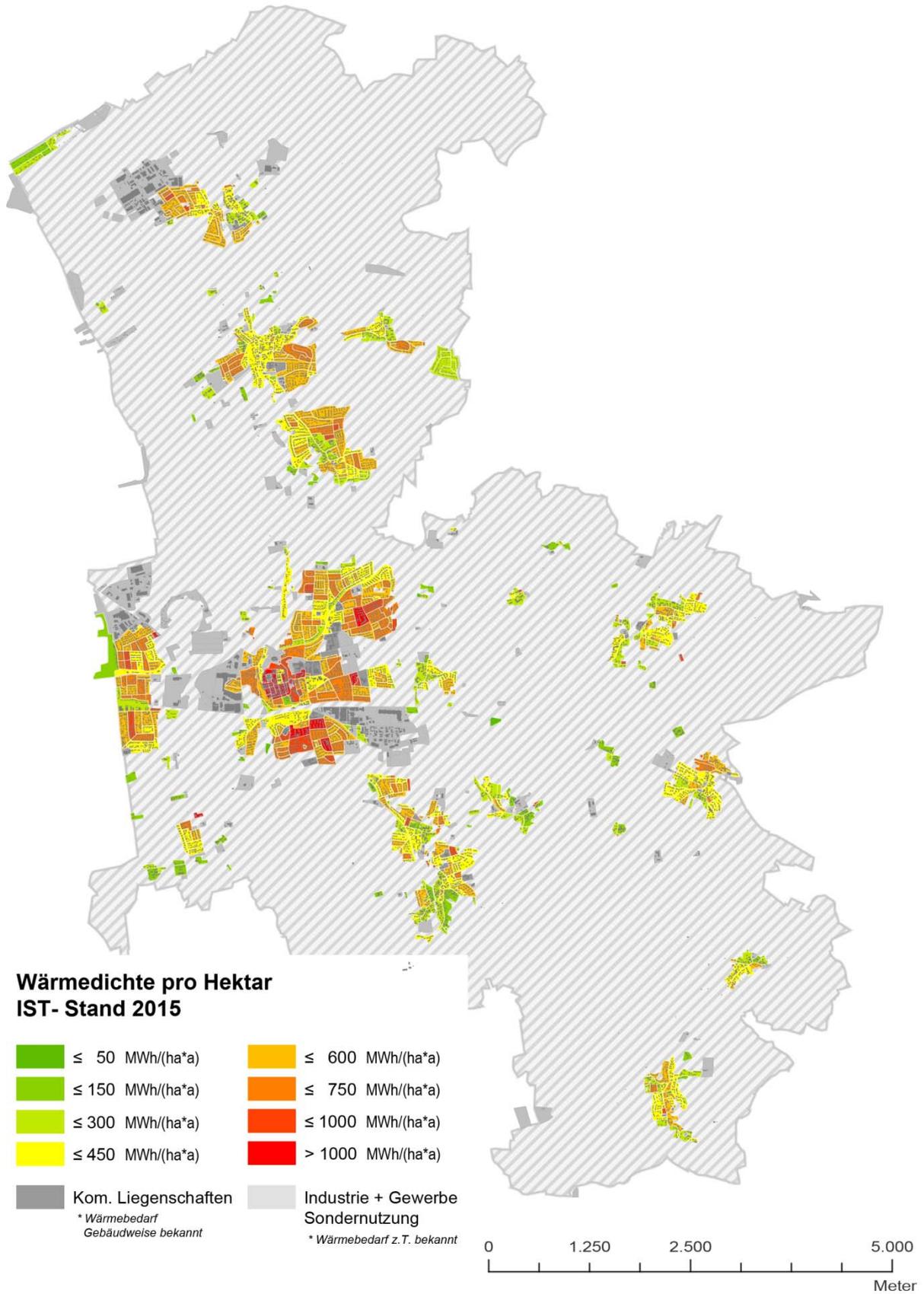


Abbildung 2: Wärmedichte pro Hektar im Stadtgebiet Friedberg

In Tabelle 1 sind die ermittelten Wärmebedarfe der einzelnen Stadtteile für den Sektor „Private Haushalte“ abgebildet. Es ist zu sehen, dass aufgrund der Größe, der Bebauungsstruktur und der Gebäudezahl mehr als die Hälfte des Wärmebedarfs auf den Stadtteil Friedberg (Friedberg-Mitte, Friedberg-Süd, Friedberg-Ost, Friedberg-West und Friedberg-St. Afra) entfallen.

Tabelle 1: Wärmebedarfe der einzelnen Stadtteile im Sektor "Private Haushalte"

Wärmebedarf	in MWh/a	Anteil
Bachern	9.605	3,1%
Derching	18.904	6,1%
Friedberg	161.686	52,2%
Haberskirch	7.354	2,4%
Harthausen	10.167	3,3%
Hügelshart	3.517	1,1%
Ottmaring	12.734	4,1%
Paar	2.231	0,7%
Rederzhausen	14.385	4,6%
Rinnenthal	12.099	3,9%
Rohrbach	2.901	0,9%
Stätzling	26.506	8,6%
Wiffertshausen	3.922	1,3%
Wulfertshausen	23.690	7,6%
Gesamt	309.700	

Im Ergebnis der Bestandsaufnahme konnte eine Energie- und CO₂-Bilanz, aufgeteilt in die unterschiedlichen Verbrauchersektoren, aufgestellt werden. Die Daten zu den Energieerzeugungsanlagen und den Energieverbrauchern wurden zudem in einem Geoinformationssystem mit Koordinaten hinterlegt und räumlich verortet. Dies ist die Basis für die Erstellung von spezifischen Karten und der notwendigen räumlichen Auswertungen hinsichtlich der Maßnahmenidentifizierung. Die Art der Datenerfassung lässt eine Aktualisierung und Pflege der Datensätze zu.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigen die folgenden Abbildungen:

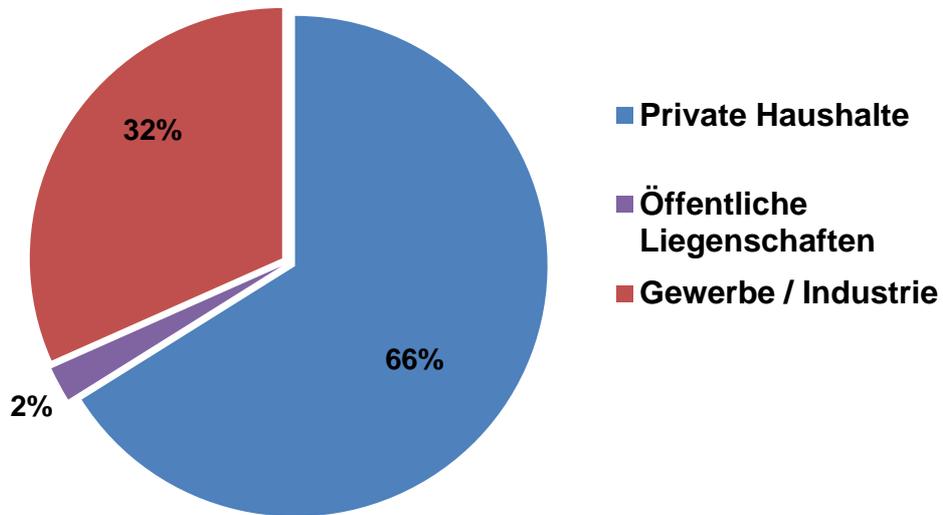


Abbildung 3: Thermischer Energiebedarf der einzelnen Sektoren in der Stadt Friedberg
(gesamter Wärmebedarf witterungsbereinigt: 469.000 MWh_{th} im Jahr 2012)

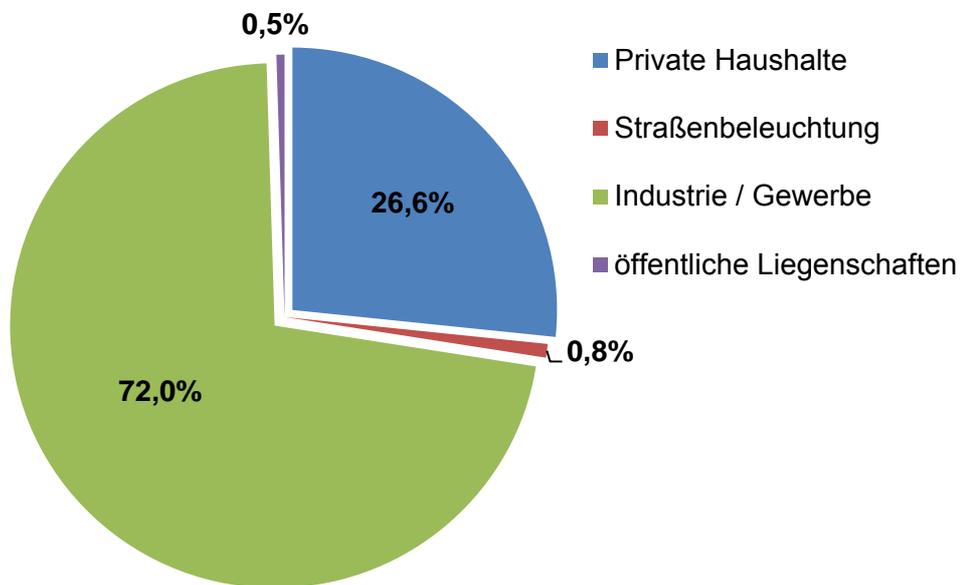


Abbildung 4: Strombedarf der einzelnen Sektoren im Stadtgebiet Friedberg
(189.000 MWh_{el} im Jahr 2012)

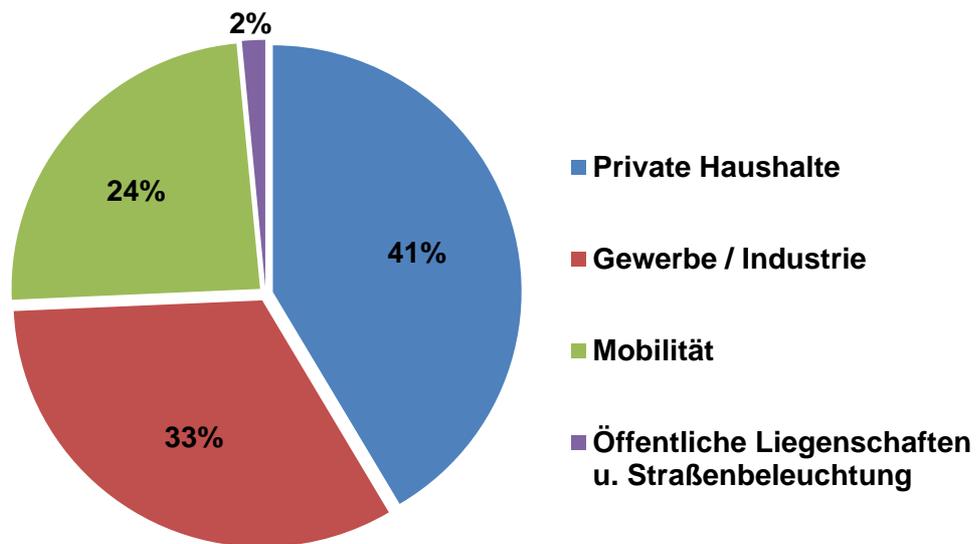


Abbildung 5: Endenergiebedarf der einzelnen Sektoren in der Stadt Friedberg
(Gesamt rd. 868.000 MWh im Jahr)

Die Aktivitäten zur Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energieträger haben in erster Linie das Ziel, den Ausstoß klimaschädlicher Gase zu reduzieren. Um dies messbar zu machen, wurden die derzeitigen CO₂-Emissionen im Stadtgebiet Friedberg ermittelt. Damit kann der Erfolg zukünftiger Maßnahmen bewertet werden.

Für das Bezugsjahr 2012 lag der CO₂-Ausstoß in der Stadt Friedberg in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität bei etwa 281.000 t Kohlendioxid (siehe Abbildung 6). Mit einem durchschnittlichen CO₂-Ausstoß in Höhe von knapp 10 t CO₂ pro Einwohner und Jahr liegt die Stadt Friedberg etwas unterhalb des Bundesdurchschnitts von rd. 11,6 t CO₂ pro Einwohner und Jahr.

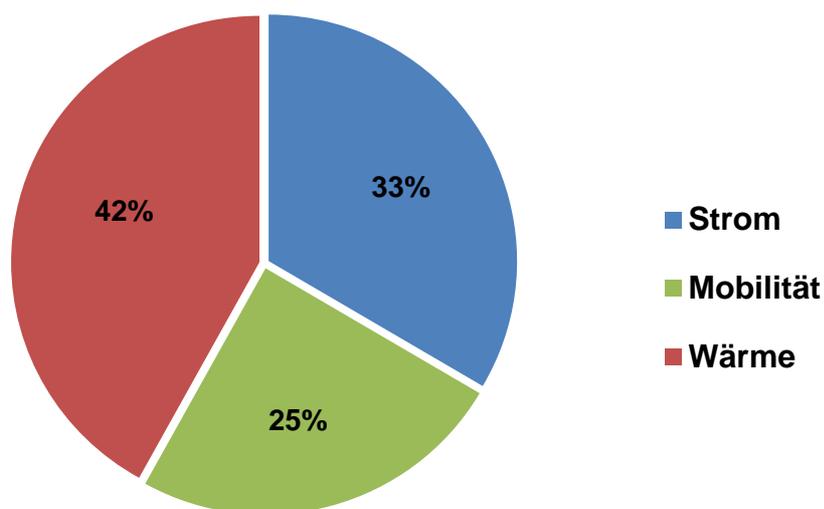


Abbildung 6: CO₂-Emissionen in der Stadt Friedberg nach Sektoren

Die im Stadtgebiet Friedberg installierten EEG-Anlagen zur Stromerzeugung wurden aufgenommen und räumlich verortet. In Abbildung 7 sind die im Stadtgebiet Friedberg installierten erneuerbaren Energieanlagen zur Stromerzeugung abgebildet (installierte Anlagen mit Stand 31.03.2014).

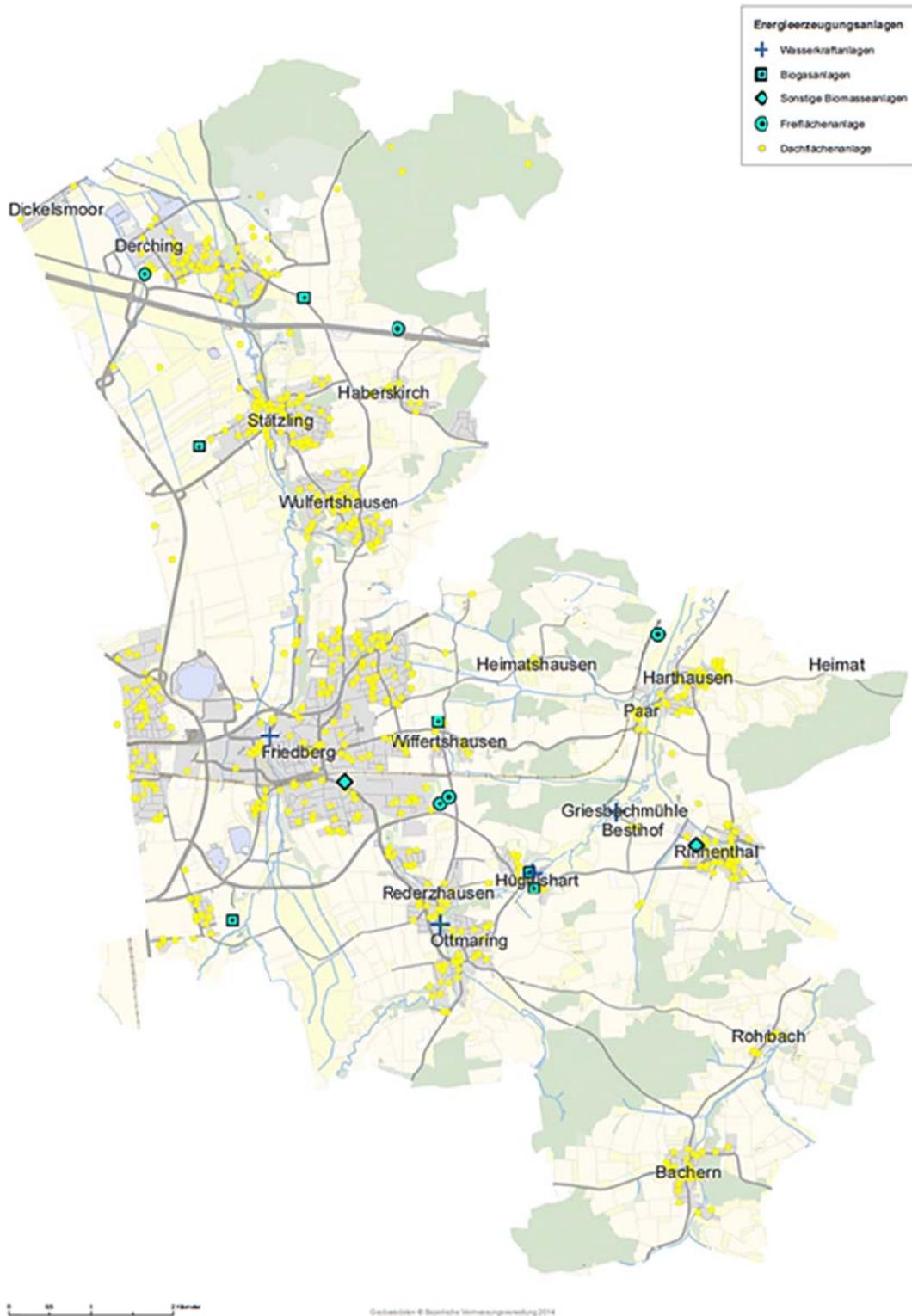


Abbildung 7: Geoinformationssystem(GIS)-Karte zum EEG-Anlagenbestand im Stadtgebiet Friedberg

Die Deckung des Energiebedarfs setzt sich in der Stadt Friedberg noch zu geringen Teilen aus regenerativen Energiequellen zusammen. Bspw. kann der Strombedarf in der Jahresbilanz zu knapp 15 % (2012) aus erneuerbaren Energien gedeckt werden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht zu den im Stadtgebiet Friedberg installierten EEG-Anlagen und dem in der Jahresbilanz erreichten Deckungsanteil am Stromverbrauch des Jahres 2012

Energieträger	Anlagenzahl	Inst. Leistung in kW _p	Strommenge in MWh/a
Biogas	6	1.150	9.200
Solar (Dach- und Freiflächenanlagen)	770	19.000	18.100
Wasser	4	150	400
Wind	0	0	0
EE gesamt	780	20.300	27.700
Stromverbrauch (Bezugsjahr 2012)	-	-	189.000
Deckungsanteil	-	-	14,7 %

Die Energieerzeugung aus Sonnenenergie und Windkraft unterliegt unvermeidbaren, wetterbedingten Schwankungen und kann nur bedingt gesteuert werden. Auf der anderen Seite erfolgt der Verbrauch des Stroms häufig eingefahrenen Nutzergewohnheiten und Tagesabläufen. Aus diesen Gründen kann erneuerbar erzeugter Strom zum Zeitpunkt der Erzeugung nicht immer in räumlicher Nähe verbraucht werden und muss in weiter entfernt liegende Ballungsräume exportiert werden. Der Anteil des tatsächlich genutzten erneuerbaren Stroms in einem Betrachtungsgebiet liegt deshalb oftmals unter dem jahresbilanziell ermittelten Deckungsanteil.

Im Stadtgebiet Friedberg kommt es derzeit noch zu keinen Zeitpunkten zu Stromüberschüssen aus EEG-Anlagen, die zum Zeitpunkt ihrer Erzeugung nicht im Stadtgebiet verbraucht werden. Hauptgrund dafür ist der hohe Stromverbrauch im Industrie- und Gewerbesektor, der hohe Verbrauchslasten insbesondere zu den Haupterzeugungszeiten von Photovoltaikstrom (Mittagszeit) zur Folge hat (siehe Abbildung 25). Betrachtet man den Stromverbrauch im Stadtgebiet Friedberg ohne den Stromverbrauch des Sektors Industrie und Gewerbe, so könnten derzeit rd. 3,6 % der in EEG-Anlagen erzeugten Strommenge nicht zum Zeitpunkt ihrer Erzeugung im Stadtgebiet verbraucht werden und müssten „exportiert“ werden.

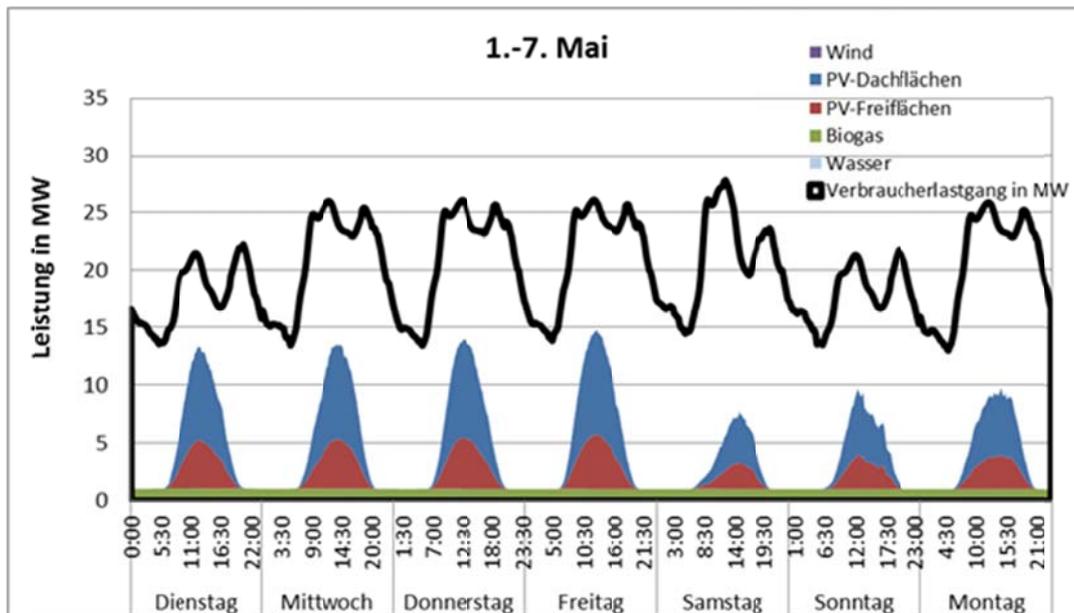


Abbildung 8: Berechnung synthetischer Erzeuger- und Verbraucherlastgänge im Nieder- und Mittelspannungsnetz für das Stadtgebiet Friedberg (Woche vom 01. bis 07. Mai mit Wetter- und Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2012 und den bisher installierten Leistungen an erneuerbaren Energien)

Im Bereich der thermischen Energieversorgung zeigt die Auswertung der Daten (vgl. Abbildung 9), dass derzeit etwa 6 % des Wärmebedarfs in der Stadt Friedberg regenerativ gedeckt werden (Bayern ca. 10 %).

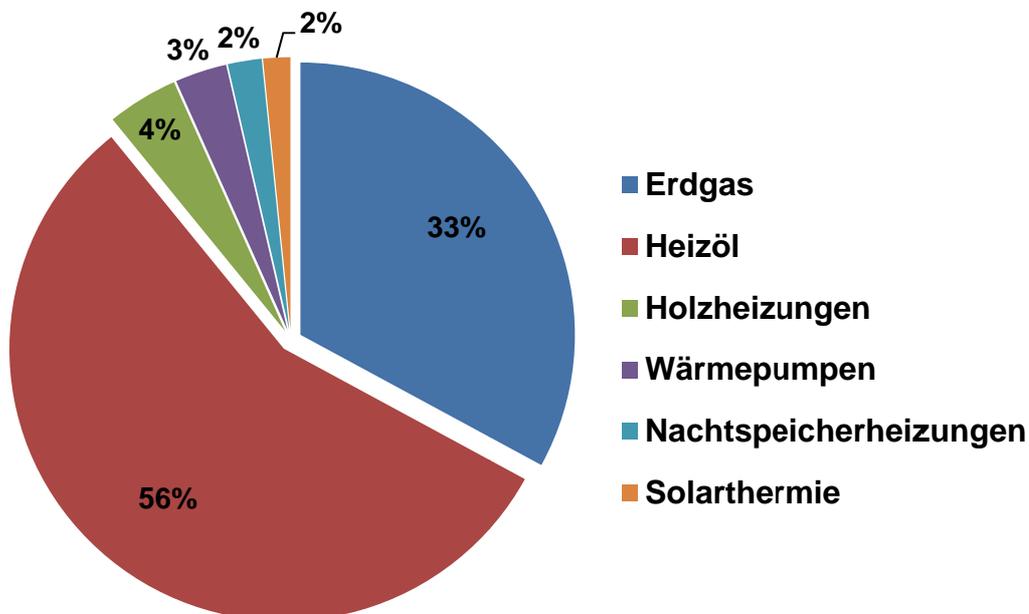


Abbildung 9: Energieträger zur Deckung des thermischen Energiebedarfs in privaten Haushalten

Ein Großteil der in Abbildung 9 dargestellten erneuerbar erzeugten Wärme stammt aus – durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – geförderten Wärmeerzeugungsanlagen. Die durch das BAFA geförderten Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Wärme im Stadtgebiet Friedberg sind in Tabelle 3 dargestellt. In der Tabelle 3 sind außerdem die durch das BAFA geförderten Wärmepumpen aufgeführt.

Tabelle 3: Durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) geförderte Wärmeerzeugungsanlagen im Stadtgebiet Friedberg

	Anzahl	Kollektorfläche in m ²	Leistung in kW
Solarthermieanlagen	911	8.231	-
Pelletanlagen	136	-	3.200
Scheitholzanlagen	71	-	1.710
Hackschnitzelanlagen	12	-	850
Wärmepumpen	86		158

2.2 Potenzialermittlung

Im Rahmen des Energienutzungsplans wurden die Potenziale der erneuerbaren Energien (Biomasse, Photovoltaik, Solarenergie, Wasserkraft, etc.) zur Strom- und Wärmeerzeugung im Stadtgebiet Friedberg ermittelt.

Unter anderem wurde ein Zonierungsplan für Windkraft erstellt, indem planungsrelevante Informationen (bspw. derzeit geltende Abstandsregelungen, Windgeschwindigkeiten nach „Bayerischen Windatlas 2014“, Anlagenschutzbereiche nach LuftVG, Flächen der Regionalplanung, etc.) komprimiert dargestellt werden (siehe Abbildung 11; Legende in Abbildung 10). In Tabelle 4 erfolgt außerdem eine Kurzbeschreibung der dargestellten Analysegebiete.

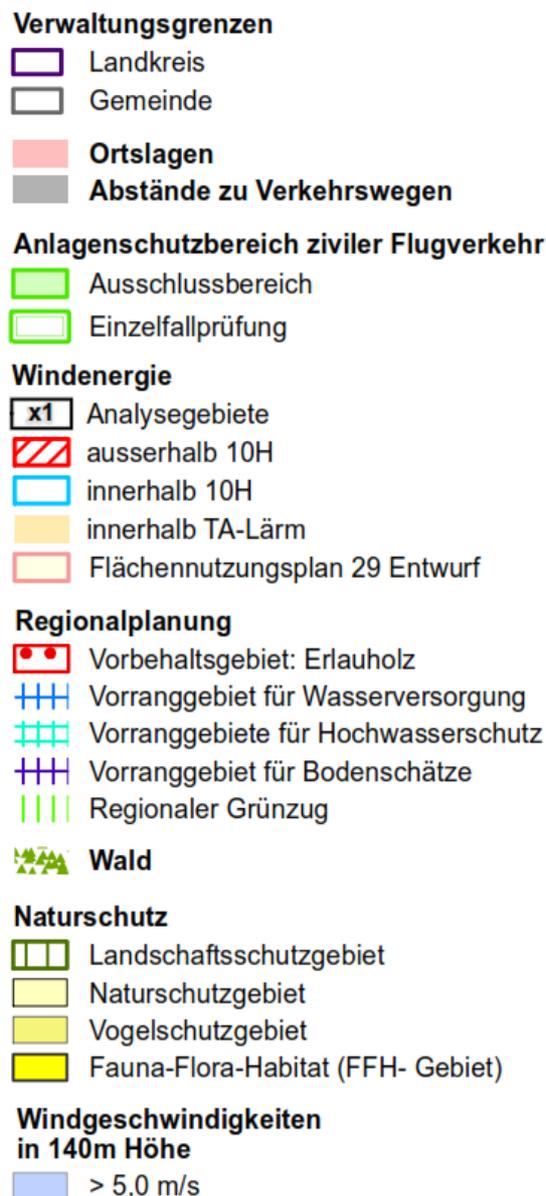


Abbildung 10: Kartenlegende zum Zonierungsplan Windkraft (Abbildung 11)

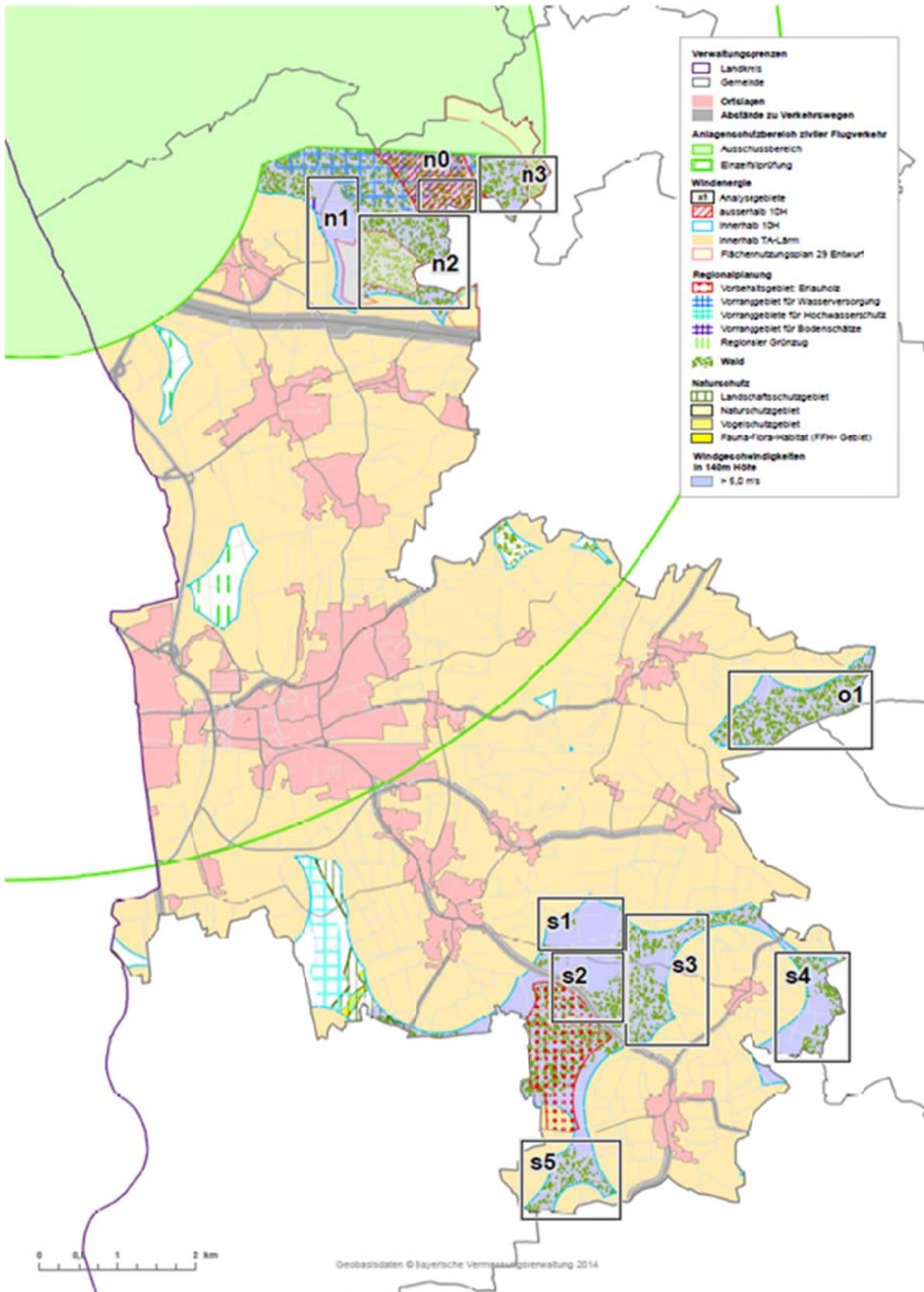


Abbildung 11: Zonierungsplan Windkraft

Tabelle 4: Windanalysegebiete

Planung						Vegetation	Flächen		Windkraft			Besonderheiten/ Kommentar
Lage im Stadtgebiet	Analyse-Gebiet	innerhalb 10H: Distanz zu Wohnsiedlungen ≤ 2000m	Einzelfallprüfung ziviler Luftverkehr	überwiegend Landschaftliches Vorbehaltsgebiet	im FNP 29	überwiegend bewaldet	Windparkfläche in ha	Häufung von Streifenfluren	Windgeschwindigkeiten in 140m Höhe in m/s	mögliche Anzahl WEA	WEA in FNP 29	
Nord	n0	außerhalb	ja	ja	nein	ja	21	Osthälfte	5,2...5,3	(1-2)	-	außerhalb 10H; kleine Fläche (25 ha) d.h. max. 1-2 Anlagen; Interkommunal (Dasing) erweiterbar auf insgesamt 4 Anlagen
	n1	ja	ja	nein	teilweise	nein	57	im Süden	5,0...5,5	4	2	
	n2	ja	ja	ja	teilweise	ja	111	-	5,2...5,3	6	3	
	n3	ja	ja	ja	teilweise	ja	51	N, O, W	5,2...5,3	3	1	Windgeschwindigkeiten nehmen Richtung Osten tendenziell leicht ab
Ost	o1	ja	nein	ja	nein	ja	109	-	5,3...5,4	6	-	Windgeschwindigkeiten nehmen tendenziell Richtung Osten leicht zu
Süd	s1	ja	nein	nein	nein	nein	48	im Norden	5,3	3	-	Hochspannungsleitung durchquert das Gebiet, auch abseits der Straßenverläufe. Viele Feldstücke
	s2	ja	nein	ja	nein	teilweise	52	-	5,3	3	-	
	s3	ja	nein	ja	nein	ja	86	-	5,2...5,3	6	-	
	s4	ja	nein	ja	nein	teilweise	62	-	5,3	4	-	große Feldstücke
	s5	ja	nein	nein	nein	ja	44	-	5,3...5,4	3	-	

Summe: **38**

2.3 Zusammenfassung der Bestands- und Potenzialermittlung

Die Tabelle 5 zeigt den Strombedarf einzelner Sektoren in der Stadt Friedberg.

Tabelle 5: Überblick zum Strombedarf einzelner Sektoren in Friedberg

Stromverbrauch	in MWh/a	Anteil
Privater Haushalte	50.400	26%
Industrie/GHD	136.200	72%
Öffentliche Liegenschaften	930	1%
Straßenbeleuchtung	1.600	1%
Gesamt	189.130	100%

Der Deckungsanteil am Strombedarf in der Jahresbilanz durch erneuerbare Energien beträgt knapp 15 % (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: Überblick zum Bestand erneuerbarer Energien in Friedberg zur Strombedarfsdeckung

Bestand	installierte Leistung	erzeugter Strom	Bedarfsdeckung (Jahresbilanz)
erneuerbarer Energien	in kW	in MWh/a	regenerativer Anteil
PV-Dachflächenanlagen	11.780	11.800	6,3%
PV-Freiflächenanlagen	6.100	6.260	3,3%
Biogas	1.150	9.200	4,9%
Wasserkraft	150	420	0,2%
Gesamt	19.180	27.680	14,7%

Durch den konsequenten Ausbau aller erneuerbaren Energiepotenziale kann die Stadt Friedberg in der Jahresbilanz rd. 38 % mehr Strom erzeugen, als derzeit verbraucht wird (siehe Tabelle 7). Aufgrund der realen Erzeuger- und Verbraucherlastgänge ist eine vollständige Deckung des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien ohne begleitende Maßnahmen (Stichwort Smart Grid, Speicherlösungen, etc.) jedoch nicht zu erreichen (siehe Abschnitt 3.1).

Tabelle 7: Überblick zu den Potenzialen erneuerbarer Energien in der Stadt Friedberg zur Strombedarfsdeckung

Gesamtpotenzial	Installierbare Leistung	erzeugbarer Strom	Bedarfsdeckung (Jahresbilanz)
Erneuerbare Energien	in kW	in MWh/a	regenerativer Anteil
PV-Dachflächenanlagen	57.500	57.600	31%
PV-Freiflächenanlagen	20.000	20.500	11%
Biogas	1.800	16.600	9%
Biomasse	600	2.850	1%
Windkraft *	98.400	162.000	86%
Wasserkraft	150	420	0%
Gesamt	178.450	260.000	138%

* Potenzialgebiete einschließlich der Flächen mit einem Abstand < 10H

Den momentanen Nutzungsgrad der Stromerzeugungspotenziale der einzelnen erneuerbaren Energieträger zeigt Abbildung 12. Der Energieträger Biomasse trägt zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht zur Stromerzeugung in Friedberg bei. Der Potenzialnutzungsgrad in Abbildung 12 liegt deshalb bei 0 %. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass derzeit bereits über 85 % des Biomassepotenzials zur Wärmebereitstellung (überwiegend in Privathaushalten) genutzt werden. Die Potenziale zur Stromerzeugung aus Biomasse sind deshalb nur noch gering (vgl. Tabelle 7).

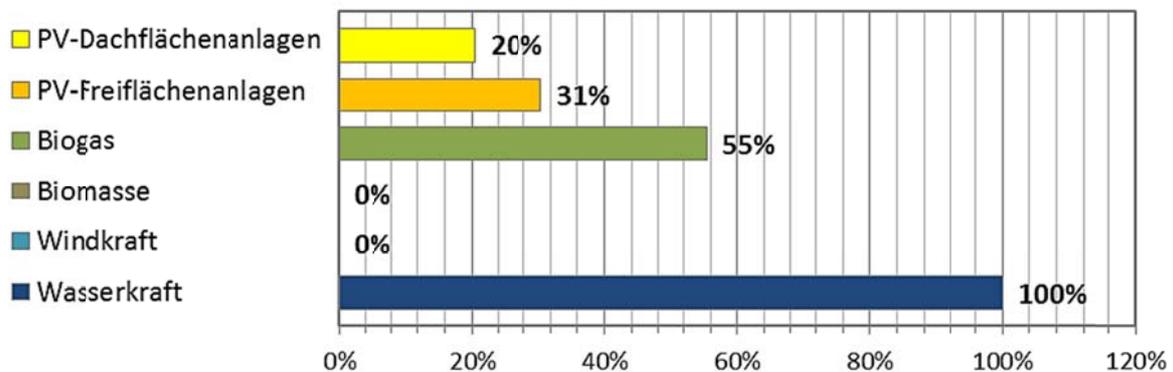


Abbildung 12: Potenzialnutzungsgrad erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung (Bestand/Potenzial)

In Abbildung 13 werden der Bestand und die Potenziale erneuerbarer Stromerzeuger dem derzeitigen Strombedarf gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass in der Stadt Friedberg noch Möglichkeiten für einen weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung vorhanden sind. Die Grafik spiegelt die Potenziale unter Berücksichtigung des seit August 2014 geltenden Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wieder.

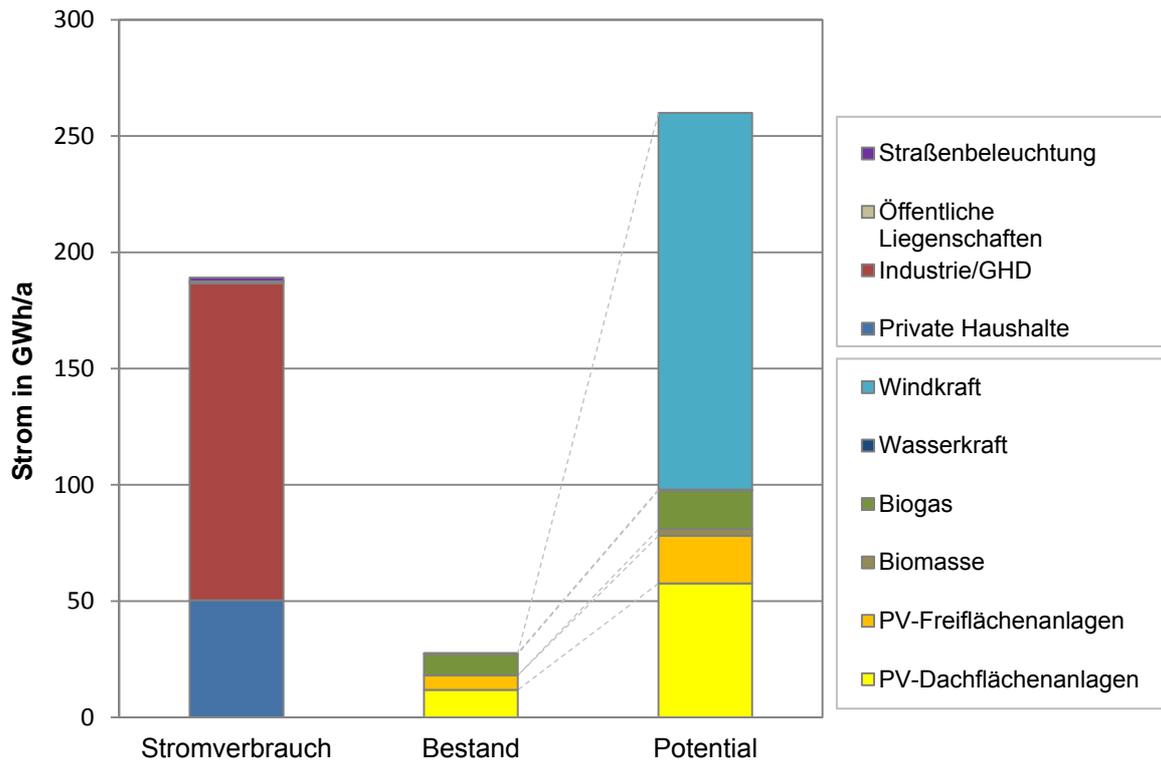


Abbildung 13: Ermittelte Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich Strom in der Stadt Friedberg

3. Konzeptentwicklung

Aus der Bestands- und Potenzialanalyse können zukunftsfähige Strategien für die Stadt Friedberg und die zugehörigen Stadtteile für den Bereich Energie abgeleitet und in ein Konzept überführt werden. Das Konzept legt den Rahmen für die Handlungsfelder „Energieeinsparung“, „Effizienzsteigerung“ und „Ausbau der Erneuerbaren Energien“ fest, innerhalb dem konkrete Maßnahmen entwickelt wurden.

3.1 Stromversorgung

Eine Besonderheit in der Stadt Friedberg ist der hohe Anteil des Sektors Industrie und Gewerbe am Stromverbrauch. Im Stadtgebiet sind deshalb durch die Einspeisung von erneuerbaren Energien kurz- bis mittelfristig keine kritischen Stromnetzzustände, welche die Stabilität der Netze gefährden könnten, zu erwarten (siehe Abbildung 8).

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird in den nächsten Jahren aufgrund der neuen rechtlichen Vorgaben des EEG 2014 gebremst sein, tendenziell wird aber gerade im Bereich der Photovoltaik weiterhin ein Ausbau und eine Nutzung der vorhandenen Potenziale in der Stadt Friedberg stattfinden. Der Zubau von EEG-Anlagen, insbesondere der Zubau von PV-Anlagen, kann von Seiten der Kommune nur schwer gesteuert werden. Bis zum Jahr 2020 ist dadurch mit einer Zunahme der installierten PV-Leistung von rd. 16 MW_{p_{el}} auf dann rd. 36 MW_{p_{el}} zu rechnen.

Im Bereich der Windkraftanlagen wird im Laufe des Jahres 2015 mit der Errichtung der bereits genehmigten 3 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 7,2 MW_{el} im Erla Holz gerechnet. Die Errichtung von drei weiteren Windkraftanlagen im Stadtgebiet bis zum Jahr 2020 würde zu einem jährlichen Wind-Stromertrag von knapp 24.000 MWh führen.

Mit der oben beschriebenen Ausbauprognose der erneuerbaren Energien kann das Ausbauziel von 35 % Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch im Jahr 2020 erreicht werden. Hierbei würden knapp 37 % des erneuerbar erzeugten Stroms tatsächlich im Stadtgebiet verbraucht werden können. Etwa 1 % des erzeugten erneuerbaren Stroms könnten nicht zum Zeitpunkt ihrer Erzeugung im Betrachtungsraum verbraucht werden. In der Jahresbilanz würden somit knapp 38 % des Strombedarfs mit erneuerbaren Energien gedeckt (vgl. Tabelle 8 und Abbildung 14).

Tabelle 8: Vergleich berechneter Deckungsanteil in der Jahresbilanz zu tatsächlichem Deckungsanteil bei Berücksichtigung von Erzeuger- und Verbraucherlastgängen in der Nieder- und Mittelspannungsebene (bei Erreichung der oben beschriebenen Ausbaugrade im Jahr 2020)

Jahresbilanz		Menge in MWh/a
Deckungsanteil	38 %	71.000
Lastgangverfahren		
Tatsächlicher zeitgleicher Stromverbrauch	37 %	69.000
Anteil jährlicher Überschuss	1 %	2.000

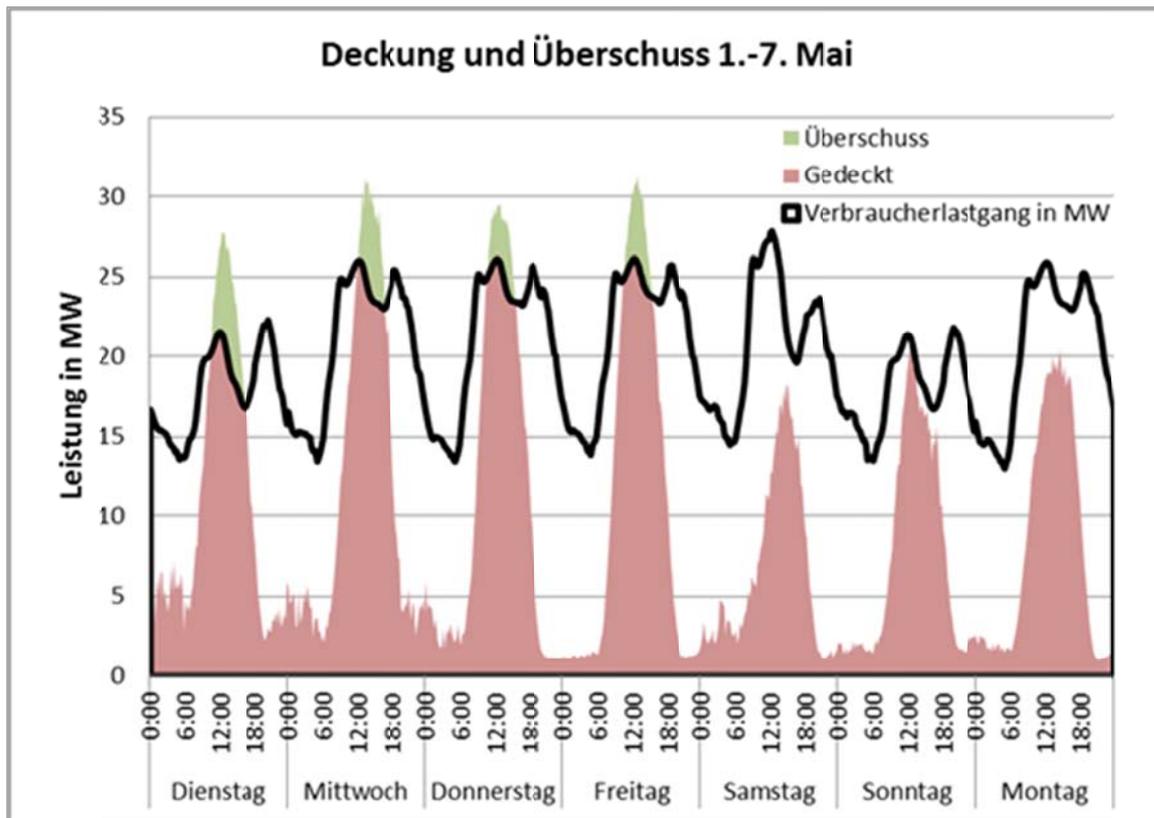


Abbildung 14: Überlagerung von Erzeuger- und Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene (Quelle: bifa Umweltinstitut)

Spätestens ab dem Jahr 2020 sollte der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien durch flankierende Maßnahmen zur Sicherung der Stromnetzstabilität unterstützt werden. Beispielsweise kann eine Entkopplung des Zeitpunktes der Stromerzeugung und des Stromverbrauchs in Form von Speicherlösungen oder Smart Grid-Ansätzen erfolgen.

3.2 Wärmeversorgung

Der thermische Energiebedarf der Wohngebäude und gemischt genutzten Gebäude der Stadt Friedberg beträgt rd. 310.000 MWh/a. Er umfasst ca. 66 % des Gesamtwärmebedarfs. Die Reduktion des Endenergiebedarfs im Bereich der Wärme ist dementsprechend mit den Zielen des Bundes von 80 % bis zum Jahr 2050 bezogen auf das Basisjahr 2008 sehr ambitioniert.

Gebäude werden in der Regel nicht aufgrund einer bestimmten, neu eingetretenen Verordnung saniert, sondern aus einer zwingenden Notwendigkeit heraus. Dies ist beispielsweise ein Generationenwechsel, der Verkauf der Immobilie oder der Ersatz der Heizungsanlage. Durch diese „natürlichen“ Sanierungsvorgänge ist im Stadtgebiet Friedberg mit einer Reduktion des Wärmebedarfs um lediglich 18 - 28 % bis zum Jahr 2050 zu rechnen (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Reduktionspotenzial des Wärmebedarfs der privaten Wohngebäude in Friedberg bei „natürlicher“ Sanierung

Reduktion des Wärmebedarfs der privaten Wohngebäude				
	2025		2050	
Standard der Sanierung	Sanierungsquote 1 % aller Gebäude im Stadtgebiet Friedberg			
	Anzahl Gebäude saniert: 954		Anzahl Gebäude saniert: 3.123	
	Prozentualer Anteil	Reduktion in MWh/a	Prozentualer Anteil	Reduktion in MWh/a
EnEV 2009	3,1%	17.590	18,6%	57.568
KfW - 70	3,9%	22.006	23,3%	72.021
KfW - 50	4,3%	24.286	25,7%	79.482
KfW - 40	4,7%	26.584	28,1%	87.002

Die Verringerung des Wärmebedarfs führt in den meisten Fällen gleichzeitig zu einem höheren Deckungsgrad durch regenerative Energieträger. Im Rahmen des Energienutzungsplans wurden deshalb Gebiete definiert, die aufgrund ihrer strukturellen Beschaffenheit und vorrangigen Baualtersklassen zukünftig zur Sanierung anstehen und somit eine erhöhte Wahrscheinlichkeit bzgl. der Umsetzung anstehender Sanierungsmaßnahmen gegeben ist. Andere Gebiete eignen sich aufgrund ihrer Eigenschaften in besonderer Weise für den Aufbau zentraler Wärmeversorgungsstrukturen (siehe Abbildung 15).

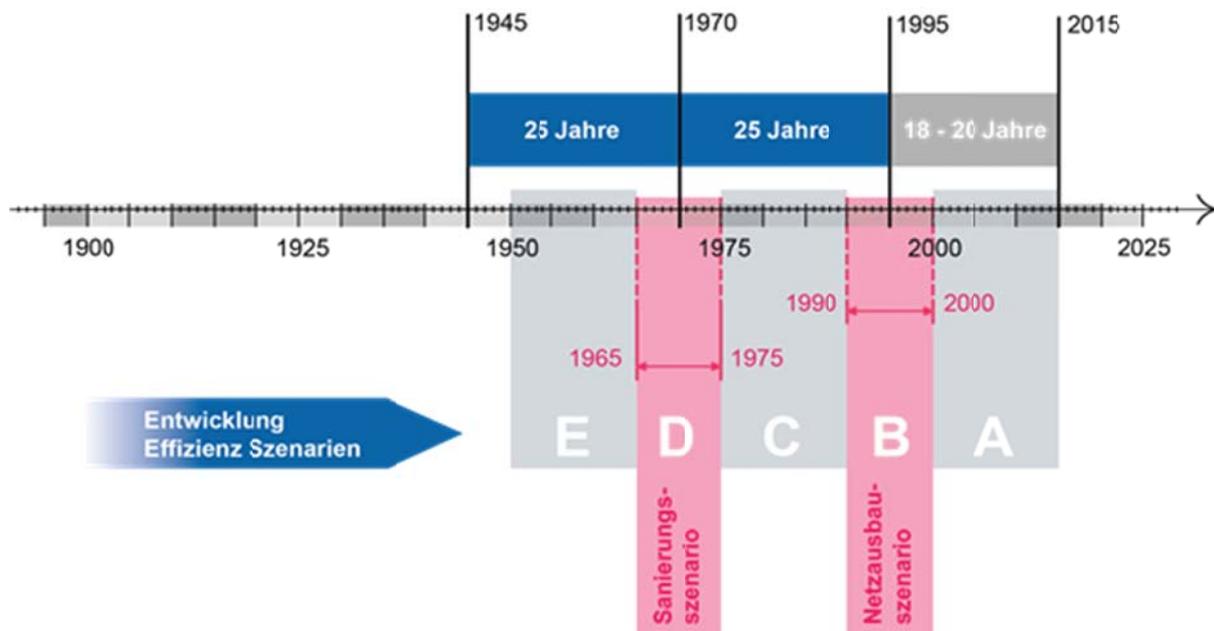


Abbildung 15: Festlegung der Gebäudeklassen A bis E
(Austausch des Wärmeerzeugers alle 20 bis 25 Jahre)

Als Analysewerkzeug wurde hierfür das Strukturmeter entwickelt. Es dient als Werkzeug der Potenzialanalyse, welches auf einen Blick die Chancen und Risiken eines Siedlungsgebietes erkennen lässt (siehe Abbildung 16).

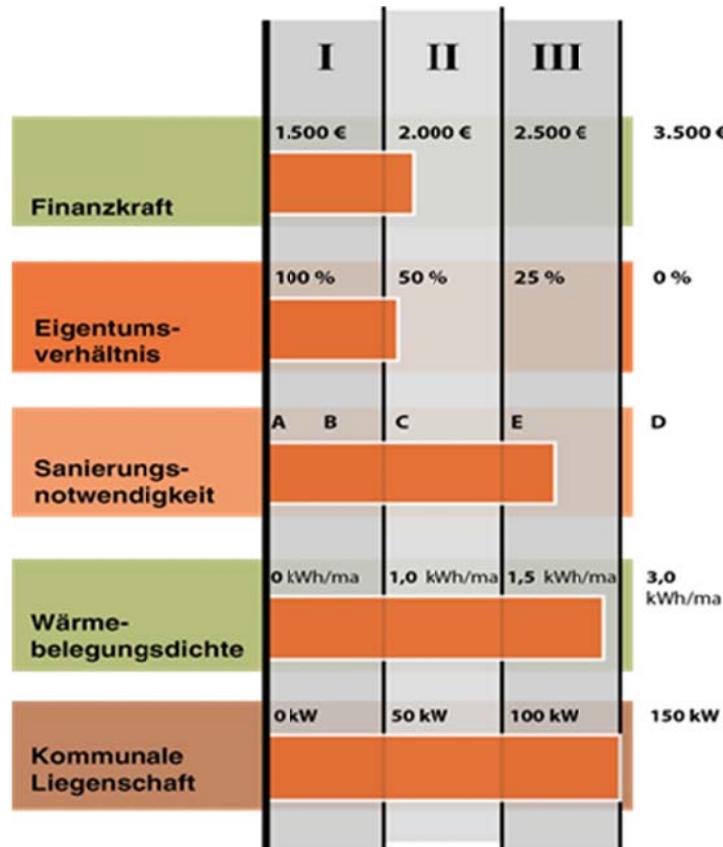


Abbildung 16: Beispielhafte Darstellung des Strukturmeter

Der Grad der Zielerreichung einzelner Parameter wird in den römischen Ziffern I bis III kenntlich gemacht. Das mittlere Einkommen der Bewohner ist essenziell für die Erkenntnis, zu welchem Grad Investitionen, bspw. in energetische Sanierungsmaßnahmen, zu erwarten sind. Die Eigentumsverhältnisse verdeutlichen die Zahl der Ansprechpartner bspw. bei der Realisierung einer zentralen Wärmeversorgung. Die Sanierungsnotwendigkeit lässt sich aus den Baualtersklassen ableiten (siehe Abbildung 15).

Die Wärmebelegungsichte sollte auch nach Sanierung einer Vielzahl von Gebäuden des Gebietes ausreichend hoch sein, um die wirtschaftliche Umsetzung zentraler Wärmeversorgungsvarianten zu gewährleisten. Eine benachbarte kommunale Liegenschaft dient gerade in Netzszenarien häufig als Keimzelle für den Aufbau eines Wärmenetzes. Es muss sich hierbei aber um eine Liegenschaft mit ausreichend hohem Wärmebedarf handeln, damit mit einer gewissen Mindestabnahme im Netz gerechnet werden kann.

Die Bewertung der Gebiete baut auf der Auswertung einer Vielzahl von Parametern auf. Gebiete, die aufgrund zweier Parameter als Sanierungsgebiet gelten, kann ein dritter Parameter in der Priorisierung deutlich zurücksetzen, da z. B. der Sanierungsrückstand noch nicht sehr hoch ist. Die Ergebnisse des Strukturmeters für die einzelnen Siedlungsgebiete waren die Grundlage für die in Abschnitt 4 beschriebenen Maßnahmen.

Mithilfe des Strukturmeters wurden die in Tabelle 10 aufgelisteten Sanierungsgebiete und Gebiete zum Aufbau zentraler Wärmeversorgungsstrukturen identifiziert.

Tabelle 10: Im Stadtgebiet Friedberg identifizierte Wärmenetz- und Sanierungsgebiete und orientierende jährliche CO₂-Einsparmöglichkeiten

Nr.	Projektskizze	max. mögliche CO ₂ -Einsparung in t/a
A.1	Wärmenetz + Sanierungsgebiet "Am Mergenthauer Weg"	1.650
A.2	Wärmenetz + Sanierungsgebiet "Bozener Straße"	960
A.3	Wärmenetz + Sanierungsgebiet "Stätzling im Lechtal"	1.100
A.4	Wärmenetz + Sanierungsgebiet „Völser Straße"	110
B.1	Wärmenetzgebiet "Friedberg Süd"	690
B.2	Wärmenetzgebiet "Innenstadt" (inkl. Altstadt)	3.800
C.1	Sanierungsgebiet „Siedlerhäuser“	270
C.2	Sanierungsgebiet „Friedberg West“	730

Die geografische Lage der identifizierten Sanierungs- und Wärmenetzgebiete ist in Abbildung 17 nochmals dargestellt.

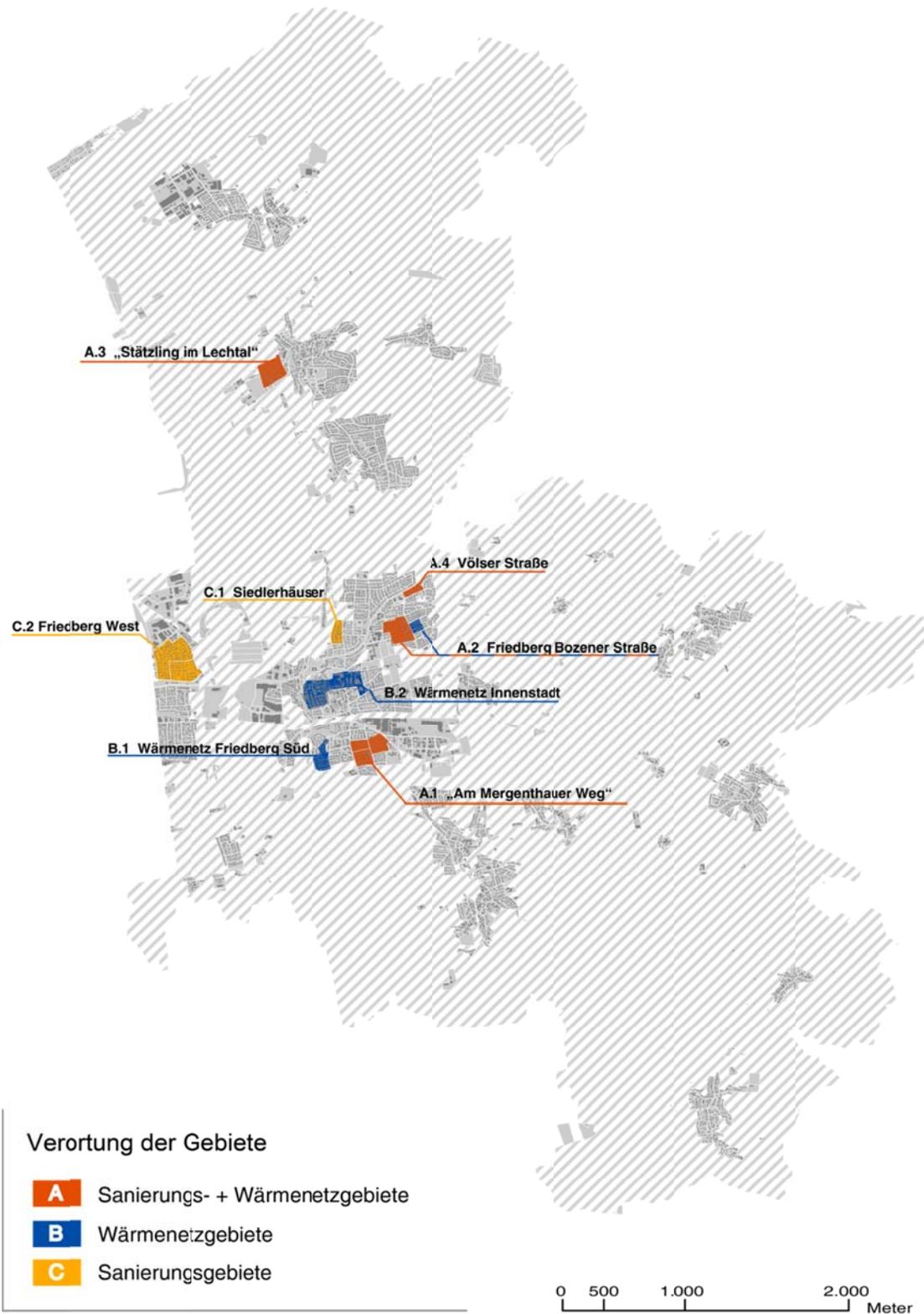


Abbildung 17: Übersicht zu den identifizierten Sanierungs- und Wärmenetzgebieten in der Stadt Friedberg

Zielsetzung im Bereich der Wärmeversorgung ist es, über effiziente Maßnahmenpakete den Wärmeverbrauch in der Stadt Friedberg zu verringern. Neben der Verringerung des Wärmeverbrauchs in Folge „natürlicher“ Sanierungsvorgänge können durch gezielte Maßnahmen zur Beförderung energetischer Sanierungen in ausgewählten Stadtgebieten (siehe Tabelle 10; Nr. A1 bis A4 und C1 bis C2) zusätzliche Einsparungen erzielt werden (siehe Abbildung 18).

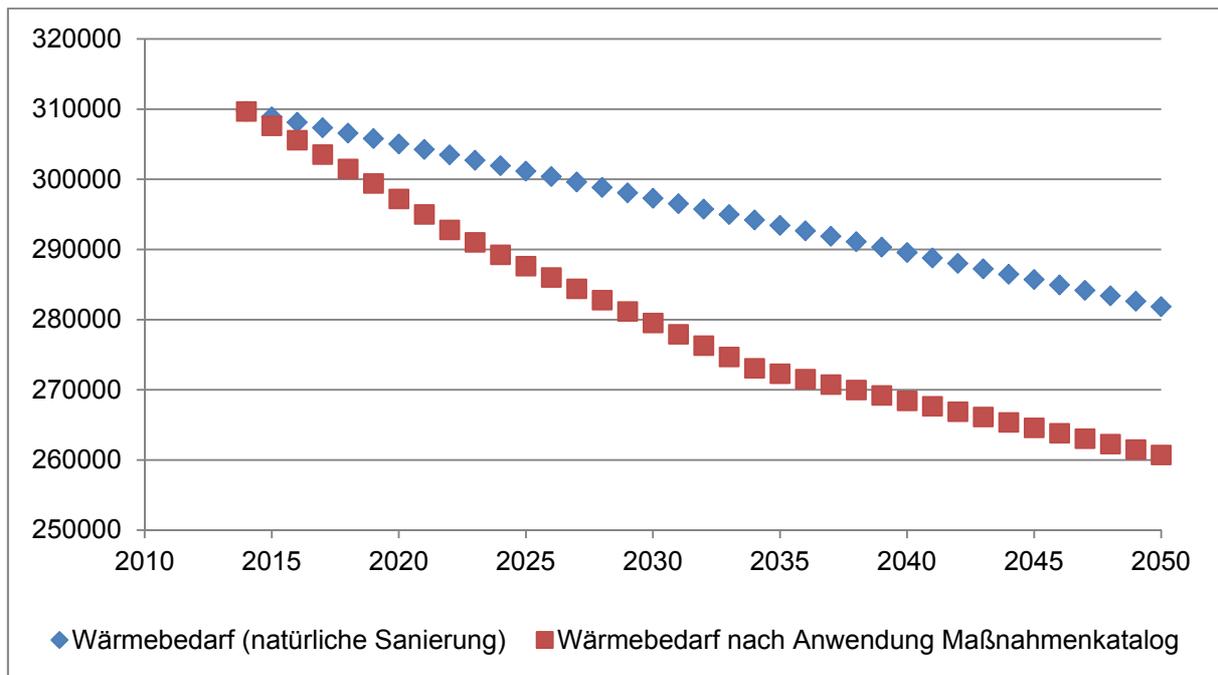


Abbildung 18: Vergleich des Rückgangs des Wärmebedarfs (MWh/a) in privaten Haushalten durch natürliche Gebäudesanierung und durch die Anwendung des Maßnahmenkatalogs

Die nun erkannten und vorgeschlagenen Sanierungsgebiete sind in den nächsten 10 Jahren anzugehen. Der Abschwächung der roten Kurve ab dem Jahr 2035 kann durch frühzeitige Charakterisierung neuer Maßnahmen entgegengewirkt werden.

Das verstärkte Engagement in den identifizierten Gebieten der Kategorien A und C (siehe Tabelle 10) ermöglicht eine um rd. 5 % stärkere Absenkung des Wärmebedarfs im Vergleich zum natürlichen Sanierungsszenario. Eine Verringerung des Wärmebedarfs um 9 % ist in dieser Zeit insgesamt denkbar (inkl. natürlicher Sanierung).

4. Maßnahmenempfehlung

Zu den aus der Konzeptentwicklung hervorgegangenen Handlungsfeldern wurde unter Beteiligung wesentlicher Akteure ein Maßnahmenkonzept mit konkreten Projektansätzen entwickelt. Die 24 identifizierten Maßnahmen stammen aus den Bereichen Energieeinsparung, Energieeffizienzsteigerung und Ausbau erneuerbarer Energien (Energie-3-Sprung) sowie Bewusstseinsbildung und Energiemanagement (siehe Tabelle 11).

Tabelle 11: Maßnahmenkatalog

Nr.	Maßnahmentitel	Bewertung *	Zeitraum
1	Energiekarawane	1	11/2014 - 03/2016
2	Kommunales Energiemanagement (KEM)	1	01/2015 - 12/2017
3	Aufbau eines Fernwärmenetzes in der Friedberger Innenstadt	1	01/2015 - 12/2017
4	Nahwärmenetz Völser Straße	1	03/2015 - 02/2017
5	PV-Freiflächenanlage: Revisionsfläche "Friedberg - Münchner Straße"	1	10/2015 - 09/2016
6	PV-Freiflächenanlage: Gleisstrecke Augsburg/München	1	10/2015 - 09/2016
7	Bilanzmonitoring in der Stadt Friedberg	2	12/2015 - 11/2020
8	Nutzung der Abwärme der BGA Derching	2	05/2015 - 04/2016
9	Förderung der Nutzung von Solarthermie	2	01/2016 - 12/2019
10	Stromsparhelfer für Friedberger Bürger	2	03/2015 - 02/2016
11	Informationsveranstaltungen zum Thema Heizungspumpe	2	09/2015 - 08/2016
12	Einführung von Energieeinsparprojekten an Schulen	2	09/2015 - 08/2016
13	Arbeitskreis "Energieversorgungskonzepte für räumlich beieinanderliegende Unternehmen"	2	06/2015 - 05/2020
14	Priorisierung der Sanierungs- und Wärmenetzgebiete	2	05/2016 - 08/2016
15	PV-Freiflächenanlage: Gleisstrecke Augsburg/Ingolstadt	2	10/2016 - 09/2017
16	Nahwärmenetz in Ottmaring	2	01/2016 - 12/2017
17	Durchführung von Energieeinsparaktionen und -wettbewerben	3	09/2015 - 08/2016
18	Energieberatungsinitiative für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)	3	07/2015 - 06/2016
19	Wärmekonzept Rinnenthal	3	01/2016 - 12/2017

Nr.	Maßnahmentitel	Bewertung *	Zeitraum
20	Nutzung der Abwärme der BGA Stätzing	3	05/2015 - 04/2016
21	Ermittlung der Potenzialflächen für Kurzumtriebs-plantagen (KUP)	3	07/2015 - 10/2015
22	Pilotanlage Mikro- bzw. Kleinwindkraftanlage	3	02/2015 - 01/2018
23	Wärmenutzung aus dem Abwasser	4	03/2016 - 06/2016
24	Solarkataster für die Stadt Friedberg	4	12/2015 - 06/2016

- * 1 = Umsetzung, erste Schritte sofort angehen
 2 = Abstimmung mit Akteuren im Vorfeld noch notwendig
 3 = Abstimmung und weitere Studie notwendig vor Entscheidung
 4 = beobachten, ggf. neue Prüfung veranlassen

In Abstimmung mit der Projektgruppe Energie wurden vier Projekte ausgewählt, die gezielt im Rahmen des Energienutzungsplans zur Umsetzungsreife geführt werden. Die in der Tabelle 11 aufgeführten Projektansätze mit den Nummern 1 bis 4 wurden bereits während der Erstellung des ENP weiter verfolgt und befinden sich derzeit auf dem Weg zur Umsetzung. Die angesprochenen vier Projektansätze werden nachfolgend kurz vorgestellt.

1. Teilnahme am Projekt „Energiekarawane“ der Regionalen Energieagentur Augsburg (REA)
 - Kümmerner: Stadt Friedberg, Regionale Energieagentur Augsburg (REA)
 - Erste Schritte: Kontaktaufnahmen mit REA bzgl. Quartier und Abstimmung der weiteren Schritte (Info-Material drucken, ausgewählte Haushalte anschreiben, Termine vereinbaren, ...)
 - Gesamtkosten für Stadt Friedberg rd. 5.000 bis 8.000 €

2. Aufbau eines kommunalen Energiemanagements (KEM) in der Stadt Friedberg
 - Ausgangspunkt: städtische Liegenschaften, Aufnahme von Landkreisliegenschaften möglich
 - Erste Schritte: Kurzbeschreibung zum KEM, Einführung bei der Stadt Friedberg
 - Projektphase: Einsparpotenzial wird exemplarisch für Stadt Friedberg auf rd. 160 t CO₂ pro Jahr und rd. 49.000 € an Energiekosten geschätzt

3. Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung in der Innenstadt Friedberg
 - Kümmerner: Stadt Friedberg und externer Berater
 - Erste Schritte: Weiterführende Planungen zum Wärmenetz (Förderprogramm BayINVENT) anhand detaillierter Verbrauchslastgängen, Diskussion dieser Ergebnisse mit relevanten Akteuren (Ziel: Absichtserklärung/Vorverträge) → Beschluss über weiteres Vorgehen

4. Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung für das Wohnquartier „Völser Straße“
 - Kümmerer: Stadt Friedberg, externer Berater
 - Erste Schritte: Planung der Öffentlichkeitsarbeit
 - 2015: Bürgerforum/Bürgerdialog zur Erarbeitung eines gemeinsamen Konzepts zur nachhaltigen Wärmeversorgung
 - Antrag auf Förderung einer detaillierten Machbarkeitsstudie: Finanzierung über bayerisches Förderprogramm möglich

Die Erfahrungen als Projektentwickler zeigen, dass für die Umsetzung der Projekte die Benennung eines Verantwortlichen erforderlich ist, um die in der ersten Projektphase notwendigen Abstimmungsgespräche zu moderieren und zu koordinieren.

5. Akteursbeteiligung

Im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplans fand eine intensive Beteiligung wichtiger Akteure aus dem Stadtgebiet statt. Zudem wurden Gespräche mit den Energieversorgungsunternehmen zur Daten- und Informationssammlung durchgeführt. In den Arbeitssitzungen mit der Projektgruppe Energie wurden die ermittelten Potenziale und Projektansätze vorgestellt, diskutiert, bewertet und konkretisiert.

Die einzelnen Projektansätze werden bis dato zusammen mit den wesentlichen Akteuren in Abstimmung mit den Verantwortlichen der Stadt Friedberg weiter vorangetrieben.

6. Schlussbetrachtung

Mit der Erstellung des Energienutzungsplans wurden in der Stadt Friedberg erstmals zielgerichtet Energieinfrastruktur- und Bilanzdaten aufgenommen und räumlich verknüpft. Zudem wurden Potenziale in den Bereichen Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und dem Ausbau erneuerbarer Energien aufgezeigt und verortet (siehe Abschnitt 2).

Somit konnten für das Stadtgebiet Friedberg relevante Potenziale, z. B. zur Optimierung der Wärmebereitstellung durch Nahwärmenetze aufgezeigt werden. Zu den aus der Konzeptentwicklung (Abschnitt 3) hervorgegangenen Handlungsfeldern wurden konkrete Maßnahmen zu Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und dem Ausbau erneuerbarer Energien mittels Projektsteckbriefen präzisiert (siehe Tabelle 11). Weitere Projekte wurden zudem mit detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnungen hinterlegt und mit den beteiligten Akteuren auf den Startblock gestellt bzw. erste Schritte der Umsetzung gegangen (Abschnitt 4). Eine konsequente und verstetigte Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen stärkt maßgeblich die nachhaltige Energieversorgung im Stadtgebiet und trägt somit zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung bei (z. B. Energiekarawane, Kommunales Energiemanagement, Wärmenetz Innenstadt, Wärmenetz Völser Straße).

Die zukünftigen Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf die Stromnetzstabilität im Betrachtungsraum wurden aufgezeigt und die Bedeutung bewusstseinsbildender Maßnahmen im Bereich der Energieeinsparung dargelegt. Infolge führt die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen in der Region unter Nutzung der regionalen Potenziale. Dies sollte u. a. für die beteiligten Akteure wie bspw. die Stadt Friedberg, regionale Energieversorger und auch Friedberger Bürger Anreiz sein, sich durch aktive Mitgestal-

tung in die Weiterentwicklung der vorgestellten Projektansätze einzubringen. Insbesondere den Friedberger Bürgern kommt im Bereich der Gebäudesanierung eine wichtige Rolle zu. Die Stadt Friedberg besitzt durch diese Vorarbeiten ein breites Fundament zur Erstellung weiterführender Energiekonzepte und strategischer Handlungsstränge sowie Stärkung der regionalen Wertschöpfung.

Während den Arbeiten zum Energienutzungsplan wurde großer Wert auf die Einbindung relevanter Akteure aus dem Themenbereich Energie gelegt, da diese zur Verwirklichung der Energieprojekte notwendig sind (Abschnitt 5). Für eine zügige Umsetzung der Maßnahmen ist außerdem die Akzeptanz und Toleranz der Öffentlichkeit Voraussetzung, die durch eine adäquate und rechtzeitige Einbindung der Bürgerschaft erreicht wird. Die Suche nach geeigneten Akteuren richtet sich dabei nach verschiedenen Kriterien. Insbesondere sollen die ausgewählten Mitstreiter Interesse an diesem Thema haben und als Botschafter oder auch Multiplikator bei den Bürgern fungieren können. Zudem ist es vielversprechender vermeintliche Gegner nicht zu ignorieren, sondern gezielt in den Prozess mit einzubinden und mögliche Konflikte als Chance für Überzeugungsarbeit im Rahmen einer offenen Diskussion zu nutzen.

Gelingt es, die während der Erarbeitung des „Energienutzungsplan für die Stadt Friedberg im Landkreis Aichach-Friedberg“ verspürte Aufbruchsstimmung in Richtung Energiewende aufrecht zu erhalten, so kann die Stadt Friedberg einen deutlichen Schritt in Richtung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Energieversorgung gehen. Hierzu sind Anstrengungen in allen Bereichen des Energie-3-Sprungs zu unternehmen.

7. Literatur

- Abröll Georg, 2014: Mühle in Derching (Gem. Friedberg); Aus: Bezirksheimatpflege Schwaben (Hrsg.); Mühlen in Schwaben (Dokumentation); zuletzt abgerufen am 11.06.2014 unter: <http://www.bezirk-schwaben.de/heimatpflege/dokumentationen/muehlen-in-schwaben/detailansicht/muehlendoku/247>
- AGFW, 2014: EnEV und Fernwärme – Berechnung von Primärenergiefaktoren nach FW 309-1; AGFW Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte, KWK; Frankfurt am Main; 2014
- Bayerisches Landesamt für Statistik, 2014: Statistik kommunal 2013; Hrsg. Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung; München; 2014
- BDEW, 2014a: Wo geht Energie im Haus verloren?; Zuletzt abgerufen am 20.11.2014 unter: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/gebaeudetechnik-de>
- BDEW, 2014b: Stromverbrauch der Haushalte; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft; Zuletzt abgerufen am 24.11.2014 unter: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/6F27DC7FD5153D92C1257A61004DC84E/\\$file/Stromverbrauch%20Haushalte%20nach%20Anwendungen%202012%2022Mai2014%20o_%20jaerlich_Ki.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/6F27DC7FD5153D92C1257A61004DC84E/$file/Stromverbrauch%20Haushalte%20nach%20Anwendungen%202012%2022Mai2014%20o_%20jaerlich_Ki.pdf)
- BDEW, 2014c: Kostenvergleich: Altgerät gegen A+++-Gerät; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft; Zuletzt abgerufen am 24.11.2014 unter: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/haushaltstechnik-de>
- BDEW, 2014d: Veränderung von Ausstattung und Energieverbrauch; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft; Zuletzt abgerufen am 24.11.2014 unter: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/energieeffizienz-allgemein-de>
- Bulsuk, 2009: Taking the First Step with the PDCA (Plan-Do-Check-Act) Cycle; Zuletzt abgerufen am 02.12.2014 unter: <http://www.bulsuk.com/2009/02/taking-first-step-with-pdca.html>
- C.A.R.M.E.N. e.V., 2013: Kleinwindkraftanlagen – Hintergrundinformationen und Handlungsempfehlungen für die Landwirtschaft; Hrsg. C.A.R.M.E.N. e.V.; Straubing; 2013
- COPLAN AG, 2012: Leitfaden Wärmelandkarte; Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG); München; 2012
- co2online, 2014: Infografik: Stromverbrauch von Heizungspumpen im Vergleich; Internetseite der co2online gGmbH; Berlin; zuletzt abgerufen am 01.12.2014 unter: <http://www.co2online.de>
- DWA (2009): Merkblatt, DWA-M 114, Energie aus Abwasser - Wärme- und Lageenergie (Juni 2009), Band 114, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall; ISBN 978-3-941089-65-5
- EnergyMap, 2014: EEG-Anlagen der Stadt Friedberg; Zuletzt abgerufen am 25.11.2014 unter: <http://www.energymap.info>
- Erdmann, G., & Dittmar, L., 2010: Technologische und energiepolitische Bewertung der Perspektiven von Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland; TU Berlin – Fachgebiet Energiesysteme; 2010
- Friedberg, 2014: Internetseite der Stadt Friedberg; zuletzt abgerufen am 07.01.2015 unter: <http://www.friedberg.de/staticsite/staticsite.php?menuid=95&topmenu=1485&keepmenu=inactive>
- GeotIS, 2014: Geothermisches Informationssystem für Deutschland; zuletzt abgerufen am 24.09.2014 unter: <https://www.geotis.de/>
- Joneck, 2011: Kommunaler Klimaschutz – Konzepte, Strategien, Beispiele; Dr. Michael Joneck; Bayerisches Landesamt für Umwelt; Vortrag am Symposium „Klimaschutz in Kommunen“ am 15.02.2011 im Landratsamt Kulmbach
- Kaltschmitt, M., 2013: Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; Heidelberg: Springer Verlag; 2013
- Kunert & Radke (2011): Kraftfahrzeugverkehr 2010: Weiteres Wachstum und hohe Bedeutung von Firmenwagen; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.; erschienen im DIW Wochenbericht Nr. 48/2011; 30. November 2011; Berlin

- LfU, 2014: Kartenteil auf der Internetseite des Energie-Atlas Bayern; zuletzt abgerufen am 14.11.2014 unter: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?0>,
- Müller und Butz (2010): Müller, E., A., Butz, J.: Korrespondenz Abwasser, Abfall. 2010 (57) Nr. 5, Abwasserwärmenutzung in Deutschland, Aktueller Stand und Ausblick, Quelle: www.dwa.de/KA
- StMUG (2009): Energieeffiziente Modernisierung der Straßenbeleuchtung – Empfehlungen für Kommunen; Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit; München; 2009
- StMWIVT (2010): Bayerischer Solaratlas – Solare Energiegewinnung; Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie; München; 2010
- UBA, 2014: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2013; Hrsg. Umweltbundesamt; Dessau-Roßlau; 2014
- UBA, 2013: Potenzial der Windenergie an Land – Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land; Hrsg. Umweltbundesamt; Dessau-Roßlau; 2013

AUFTRAGGEBER

Stadt Friedberg
Marienplatz 5
86316 Friedberg

Carlo Haupt
Referatsleitung Baureferat
Telefon: 0821 / 6002 - 300
E-Mail: chaupt@friedberg.de

Andrea Fendt
Baureferat
Telefon: 0821 / 6002 - 335
E-Mail: andrea.fendt@friedberg.de

AUFTRAGNEHMER

bifa Umweltinstitut GmbH
Am Mittleren Moos 46
86167 Augsburg

Markus Hertel
Telefon: 0821 / 7000 - 158
E-Mail: mhertel@bifa.de

Bearbeiter:
Hansjürgen Krist
Roland Schipf
Michael Schönemann

G.A.S. – planen-bauen-forschen
Haldenäckerstraße 8
70565 Stuttgart

Prof. Dipl.Ing. Georg Sahner BDA E2D
Telefon: 0711 / 66621 - 0
E-Mail: kontakt@gas-sahner.de

Bearbeiter:
Timo Plachta
Walburga Quittel

GEFÖRDERT DURCH

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie



IT Innovations- und
ZB Technologiezentrum
Bayern