

Masterplan 100% Klimaschutz Landkreis Gießen



BERICHT DES HANDLUNGSFELDES 09 MONITORING UND ZIELPFADBESCHREIBUNG



Masterplan 100% Klimaschutz Landkreis Gießen

IMPRESSUM

AUFTRAGGEBER



Landkreis Gießen

AUFTRAGNEHMER



KEEA
Heckerstraße 6
34119 Kassel

Bearbeiter/in :
Armin Raatz
Matthias Wangelin
Thomas Duwe
Ines Wagner

IN KOOPERATION MIT

U N I K A S S E L Universität Kassel
V E R S I T Ä T 34109 Kassel

Bearbeiter/in :
Heike Wetzel
Stefan Schäfer

INHALTSVERZEICHNIS

1	ENERGIE- UND THG-BILANZ	4
2	POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN	8
2.1	Einleitung	8
2.2	Strom	8
2.2.1	Windenergie	8
2.2.2	Photovoltaik	9
2.2.3	Wasserkraft	10
2.3	Wärme	10
2.3.1	Solarthermie	10
2.3.2	Erd-/Umweltwärme	12
2.3.3	Biomasse	13
2.4	Zusammenfassung	14
3	SZENARIEN	15
3.1	Einleitung	15
3.2	Trend-Szenario	15
3.2.1	Haushalte	15
3.2.2	GHD	15
3.2.3	Industrie	15
3.2.4	Verkehr	16
3.2.5	Gesamt	16
3.3	Masterplan-Szenario	18
3.3.1	Haushalte	18
3.3.2	GHD	18
3.3.3	Industrie	18
3.3.4	Verkehr	18
3.3.5	Gesamt	19
4	ANHANG	21
4.1	Emissionsfaktoren	21
4.2	Vergleich THG-Bilanz aus Klimaschutzkonzept und Masterplan	21
4.3	Endenergieverbrauch und Datengüte der Bilanz je Kommune	22
4.4	Endenergiebilanz nach Energieträgern von ausgewählten Kommunen	22
4.5	Masterplan-Szenario, detailliert	0

1 ENERGIE- UND THG-BILANZ

Um die Ziele des Masterplans, die Reduktion des Endenergieverbrauchs um 50% sowie der Treibhausgas-Emissionen um 95%, zu erreichen, ist eine Analyse des Ist-Zustandes in Form einer Bilanzierung notwendig. Teil des Masterplans ist es, eine endenergiebasierte Territorialbilanz nach dem BSKO-Standard zu erstellen. Hierfür wurde die Software *Klimaschutz-Planer* verwendet. Durch die Änderung der Bilanzierungsmethodik ist die neu erstellte Energie- und THG-Bilanz für das Jahr 2014 nur bedingt vergleichbar mit der für das Integrierte Klimaschutzkonzept erstellten Bilanz 2011, für die die Software *Ecospeed Region* verwendet wurde. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse inkl. einer BSKO-konformen Bilanz auch für das Jahr 2011 zeigt Abbildung 1. Durch die neue Bilanzierungsmethode erhöht sich die Gesamtemission an Treibhausgasen im Jahr 2011 um 2,4%. Die größte Veränderung liegt in der geänderten Anrechnungsweise der Schornstiefegerdaten. So wird den ermittelten Gas- und Heizölkesseln nach BSKO eine geringere Volllaststundenzahl zugewiesen, wodurch sich der Verbrauch und somit die THG-Emissionen der privaten Haushalte deutlich verringern. Im Sektor Verkehr ist durch die territoriale Bilanzierung kein Flugverkehr mehr berücksichtigt, dafür liegen genauere, regionalere Daten im Straßen- und Schienenverkehr vor. Besonders die viel befahrenen Autobahnen führen so zu einem erhöhten Emissionswert.

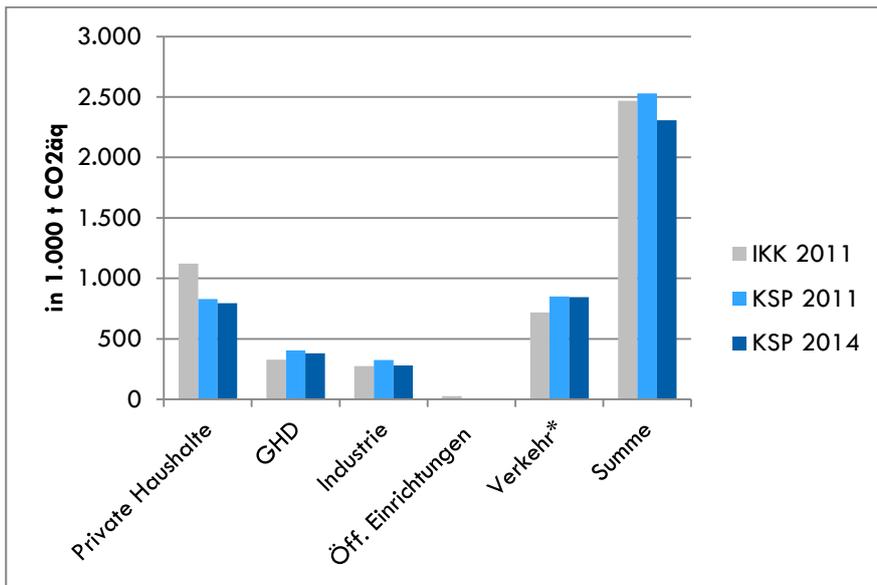


Abbildung 1: Vergleich der THG-Bilanzen von 2011, erstellt mit Ecospeed Region für das Klimaschutzkonzept (IKK 2011) sowie mit dem Klimaschutz-Planer (KSP 2011, 2014) für den Masterplan, Daten nicht witterungsbereinigt

Bei einer endenergiebasierten Territorialbilanz werden alle Endenergieverbräuche innerhalb des Territoriums (hier: des Landkreises) berücksichtigt und den Verbrauchssektoren zugeordnet. So werden die Verbräuche der ansässigen Industrie und des Verkehrs auf allen dazugehörigen Straßen und Schiene (auch Autobahnen) angerechnet, auch wenn die erzeugten Produkte den Landkreis verlassen und kein Einfluss auf den Transitverkehr besteht. Um verschiedene Kommunen und Kreise miteinander vergleichen zu können, werden geeignete Indikatoren gebildet. Diese sind unter **(Verweis)** aufgeführt.

Aus den Endenergieverbräuchen werden über spezifische Emissionsfaktoren die Treibhausgas-Emissionen ermittelt. Für Strom gelten die Emissionswerte des deutschen Bundesmix, für die Fern- und Nahwärme wird ein regionaler Wert ermittelt. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind im Klimaschutz-Planer vorgegeben und können dem Anhang entnommen werden (Anhang: Tabelle 7: Emissionsfaktoren im Klimaschutz-Planer)

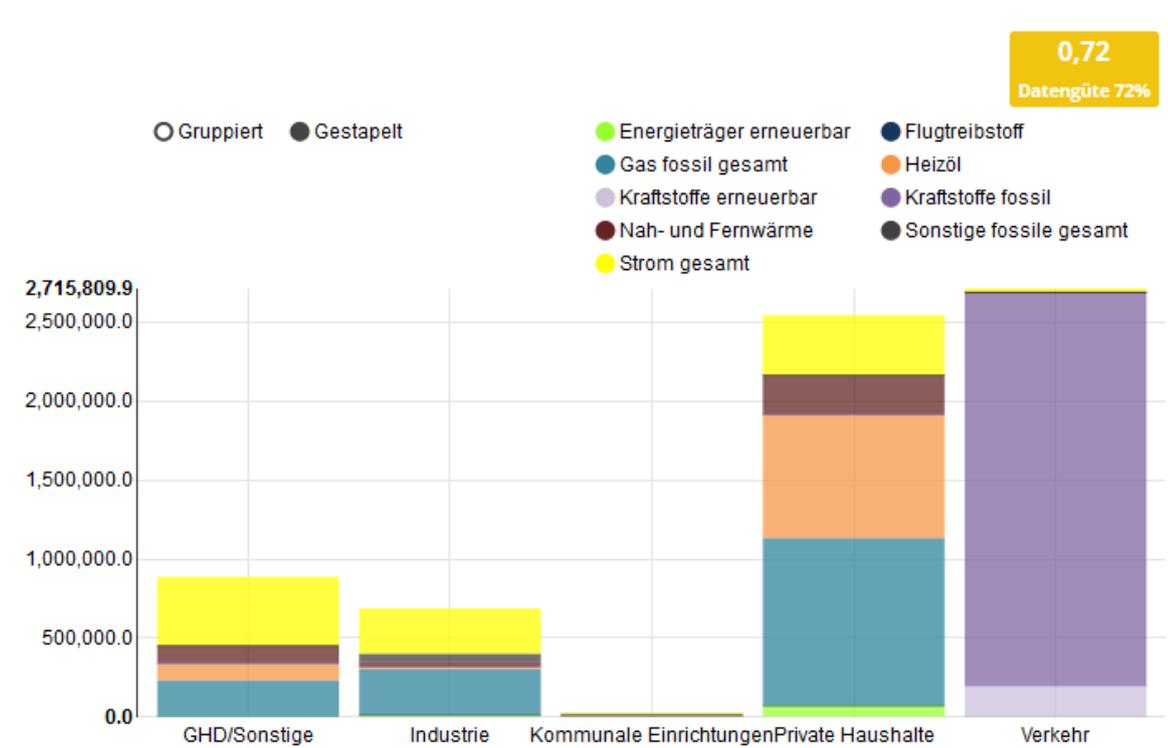


Abbildung 2: Endenergieverbrauch in MWh nach Sektoren und Energieträgern für 2014

Der Endenergieverbrauch des Jahres 2014 wird in Abbildung 2: Endenergieverbrauch in MWh nach Sektoren und Energieträgern für 2014 dargestellt. Er beträgt in Summe etwa 6.960 GWh. Für die bessere Lesbarkeit wurden die Energieträger z.T. zusammengefasst. Rechts oben ist die Datengüte abgebildet. Sie gibt an, inwiefern die Daten auf Bundesdurchschnittsdaten basieren (DG = 0) oder lokale, gemessene Daten sind (DG = 1). Direkt gemessen sind im Landkreis die leitungsgebundenen Energieträger, also Strom, Erdgas und Fernwärme, wobei die Aufteilung auf die Sektoren von den Netzbetreibern nicht immer angegeben wurde.

Die Aufteilung auf die Sektoren macht zwei Aspekte des Landkreises deutlich. Zum einen der ländliche Charakter, der sich im großen Anteil der Haushalte am Gesamtverbrauch zeigt (ca. 37%), zum anderen die Lage an der vielbefahrenen Nord-Süd Autobahn A5 sowie weiteren Autobahnen, die den hohen Verbrauch an Kraftstoffen erklärt. So wird auf den Autobahnen 39% der Fahrleistung des PKW-Verkehrs, sowie 69% des LKW-Verkehrs umgesetzt. Der Verkehr ist somit für knapp 40% des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Industrie und Gewerbe machen dagegen nur einen geringen Anteil am Gesamtverbrauch aus. Der Verbrauch der kommunalen Einrichtungen, darunter Schulen und Verwaltungsgebäude, spielt für die Vorbildfunktion und die darauf basierende Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des kommunalen Klimaschutzes eine große Rolle, der absolute Verbrauch ist in der Gesamtbetrachtung eher von untergeordneter Relevanz.

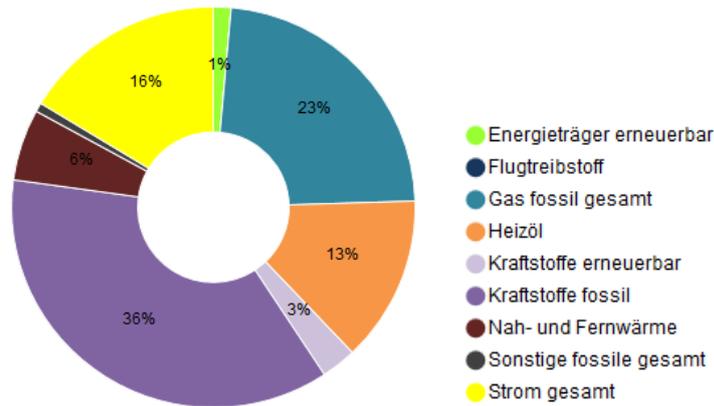


Abbildung 3: Anteil der Endenergieträger im LK Gießen, 2014

Der Energieverbrauch wird dominiert von den fossilen Energieträgern Erdgas, Heizöl und Kraftstoffen (Benzin, Diesel), die zusammen 72% des Endenergieverbrauchs ausmachen sowie vom immer noch hauptsächlich aus fossilen Rohstoffen erzeugtem Strom (16%) (Abbildung 3). Auch die Fernwärme wird zu Dreivierteln aus Erdgas erzeugt, dazu kommen 13% aus dem Erdgasnetz bezogenes Biomethan, das in der Bilanz jedoch als Erdgas gerechnet wird, da es im Emissionsfaktor für Erdgas schon enthalten ist (als eine Art „Bundesgasmix“). Der Rest stammt aus Abfall (9%), Erneuerbaren Energien und einem geringen Anteil an Heizöl.

Der Anteil des Stromverbrauchs, der mit regional erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien rechnerisch gedeckt werden könnte, liegt mit 7,8% deutlich unter dem Niveau des Bundesstrommixes (2014 ca. 27,4%). Auch hier ist allerdings die Nutzung von Biomethan in KWK Anlagen nicht berücksichtigt. Wird das berücksichtigt, so ergibt sich ein Anteil von 10,1%.

Bei der Nutzung von Wärme liegt der Anteil aus erneuerbaren Energien bei 5,3%.

Treibhausgas-Bilanz

Insgesamt wurden im Landkreis Gießen im Jahr 2014 rund 2,31 Mio. t CO-Äquivalente emittiert, die wie in Abbildung 4 dargestellt auf die Sektoren aufgeteilt sind. Gut zu sehen ist der verglichen mit dem Endenergieverbrauch hohe Anteil des Stroms an den Emissionen, begründet mit den hohen Verlusten bei der Stromerzeugung und dem daraus resultierenden höheren Emissionsfaktor des Bundesstrommixes (s. Anhang Kap. 4.1).

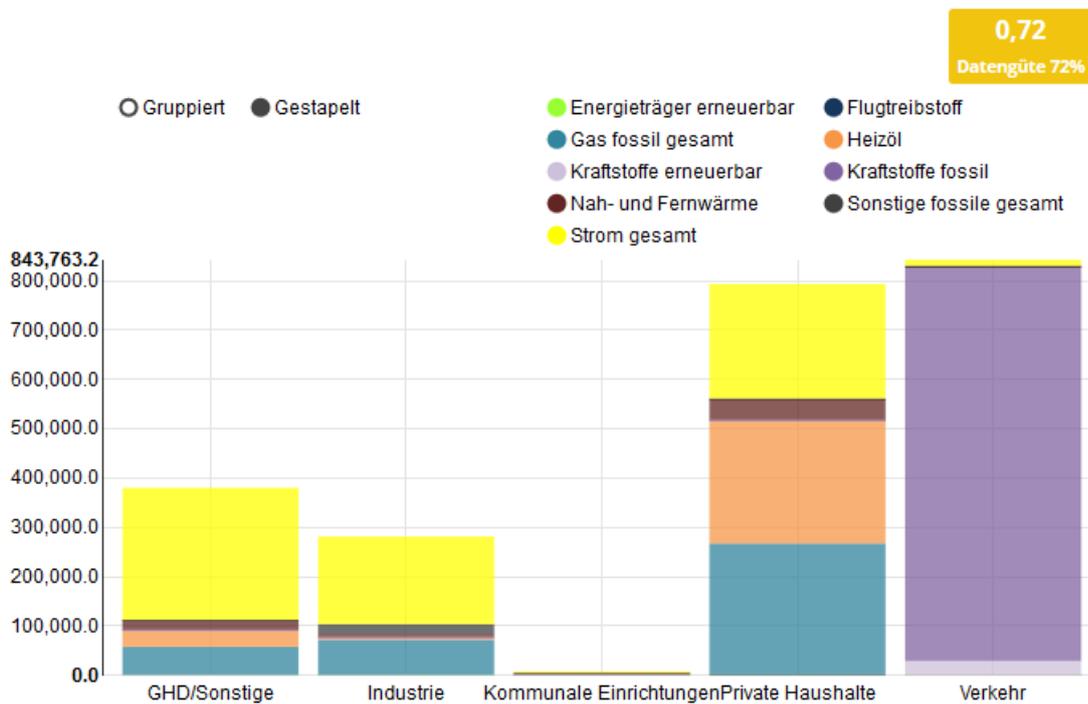


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen in t CO₂-Äquivalente nach Sektoren und Energieträgern für 2014

Um wechselnde Witterungseinflüsse zu berücksichtigen und mehrere Jahreswerte miteinander vergleichen zu können, wurde auch eine Witterungskorrektur durchgeführt. Für 2014 ergab sich dadurch ein Ausstoß von 2,43 Mio. t CO₂-äq. Dieser Wert liegt 5% unter dem des Jahres 2011 und 19% unter dem Wert von 1990.

2 POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN

2.1 EINLEITUNG

Um im Landkreis bis zum Jahr 2050 95% der Treibhausgas-Emissionen einzusparen, müssen die bisherigen fossilen Energieträger weitestgehend durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. Hierzu ist es notwendig, die lokalen Potenziale an erneuerbaren Energieträgern zu erfassen. Für den Landkreis Gießen wurden die Potenziale sowohl im Integrierten Klimaschutzkonzept von 2013, als auch durch BEI/Bosch¹ erhoben. Da in beiden Publikationen die Potenziale nicht bis auf kommunaler Ebene angegeben wurden, dies aber im Masterplan für die kommunalen Klimaschutz-Kurzkonzepte vorgesehen ist, werden im Folgenden die Potenziale kommunalscharf dargelegt.

2.2 STROM

2.2.1 WINDENERGIE

Das Potenzial aus Windenergie gründet zum einen auf den rein physikalisch zur Verfügung stehenden Flächen mit ausreichender Windhöflichkeit (durchschnittliche Windgeschwindigkeit in 140m Höhe >5,5 m/s), zum anderen auf unterschiedliche Ausschlusskriterien, wie Mindestabstände zu Siedlungen und Infrastruktur oder diverse Schutzgebiete. Als absolute Obergrenze ist ein vom BEI/Bosch berechnetes technisches Potenzial im Landkreis Gießen von ca. 5.900 GWh zu nennen. Im Rahmen des Teilregionalplans Energie Mittelhessen wurden demgegenüber Windvorrangflächen festgelegt, die ein Potenzial von 444 GWh ergeben (Tabelle 1). Gegenüber dem Klimaschutzkonzept des Landkreises ist dieser Wert stark gesunken (IKK: 1706 GWh). Ein Grund dafür ist die Verringerung der Vorrangflächen im Ende 2016 beschlossenen Regionalplan von 1651 ha nach der ersten Offenlegung auf jetzt 1131 ha, sowie angepasste Annahmen (Flächenbedarf 5 ha/MW, 2000 Volllaststunden sowie Nutzung von 3 MW-Anlagen).

Tabelle 1: Potenzial aus Windenergie auf Windvorrangflächen (aus Teilregionalplan Energie Mittelhessen) je Kommune

	Fläche	Leistung	Anlagen	Energie
	ha	MW	Anzahl	MWh
Allendorf	121	24	8	48.000
Biebertal	97	19	6	36.000
Buseck	46	9	3	18.000
Fernwald	146	29	10	60.000
Gießen	0	0	0	0
Grünberg	143	29	10	60.000
Heuchelheim	0	0	0	0
Hungen	49	10	3	18.000

¹ Bremer Energie Institut, Bosch&Partner: Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten Hessen unter besonderer Berücksichtigung Erneuerbarer Energien - Regionalbericht Regierungsbezirk Gießen. Im Auftrag des HMWVL, Wiesbaden, 2012

Langgöns	109	22	7	42.000
Laubach	21	4	1	6.000
Lich	25	5	2	12.000
Linden	0	0	0	0
Lollar	0	0	0	0
Pohlheim	0	0	0	0
Rabenau	97	19	6	36.000
Reiskirchen	33	7	2	12.000
Staufenberg	246	49	16	96.000
Wettenberg	0	0	0	0
Summe	1131	226	74	444.000

Für die kurz- und mittelfristige Umsetzung ist das Potenzial der Windvorrangflächen maßgeblich, langfristig können jedoch je nach politischer Beschlusslage auch weitere Flächen aktiviert werden.

2.2.2 PHOTOVOLTAIK

Das solare Dachpotenzial wird über die regionalstatistisch erhobenen Gebäude- und Freiflächen erhoben, die für den Wohnbereich wie auch für Gewerbe/Industrie vorliegen. Über eine solare Gütezahl wird der Anteil der (Dach-)Flächen abgeschätzt, der für die Nutzung zur Verfügung steht. Die Gütezahl unterscheidet sich je nach Dichte der Bebauung. Bezugnehmend auf Everding (2007, S. 238)² und Kaltschmitt (2013, S.254)³ wird für die Stadt Gießen ein Wert von 10% angenommen, für die restlichen Kommunen des Landkreises ein Wert von 5%. Daraus ergibt sich eine solare Nutzfläche von 295 ha. Bei einer Globalstrahlung von 1025 kWh/m²a, einem Systemwirkungsgrad von 16% und einem Neigungswinkel von 37° können etwa 200 kWh/m² erzeugt werden. Für den Landkreis Gießen ergibt das 590 GWh PV-Strom aus Dachanlagen. Nach Abzug der Nutzung von Solarthermie ergeben sich 484 GWh.

Auch die Fassaden können zur Gewinnung von PV-Strom genutzt werden. Auf Grundlage der Annahmen aus dem integrierten Klimaschutzkonzept wurde hier ein Potenzial von 70 GWh ermittelt.

Im Teilregionalplan Energie Mittelhessen werden für die Nutzung von PV-Freiflächenanlagen Vorrangflächen festgelegt. Je nach Kommune umfasst diese Fläche einen Anteil von 0% bis 7% an der landwirtschaftlich genutzten Fläche, wobei auch andere Flächen wie ehemalige Deponien und militärische Konversionsflächen berücksichtigt wurden. Da insgesamt für Freiflächen-PV-Anlagen die Nutzung von bis zu 2% der landwirtschaftlichen Fläche erlaubt ist, wird das als Potenzial angenommen. Wenn die PV-Vorrangflächen aus dem Teilregionalplan Energie diesen Wert überschreiten (in Fernwald, Reiskirchen und Wettenberg), gelten die Vorrangflächen. Zusammen können so ca. 838 ha für Freiflächenanlagen genutzt werden. Die Annahme des Regierungspräsidiums im Teilregionalplan Energie für den spez. Ertrag erscheint mit 285 MWh/ha sehr niedrig, da schon heute der Solarpark in Fernwald einen spez. Ertrag von 664 MWh/ha⁴

² Everding, D.: Solarer Städtebau. Kohlhammer, 2007

³ Kaltschmitt, M. et al. (Hrsg.): Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Aufl., Springer Verlag, 2013

⁴ <http://www.fernwald.de/sites/default/files/Anhang/Ertr%C3%A4ge%20Solarpark.pdf>, abgerufen am 26.04.2017

aufweist. Unter Berücksichtigung von technischer Weiterentwicklungen bis 2050 und ertragsoptimierter Auslegungen werden im Masterplan 800 MWh pro Hektar angenommen, so dass sich ein Potenzial von etwa 670 GWh ergibt.

Tabelle 2: Photovoltaik-Potenzial je Kommune

	PV-Ertrag Dach	PV-Ertrag Fassade	PV-Ertrag FFA	davon VRG	Gesamt- ertrag PV
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
Allendorf	8.507	1.121	16.720	0	25.948
Biebertal	21.002	2.722	26.304	12.640	48.749
Buseck	23.123	3.458	31.152	9.040	55.734
Fernwald	12.960	1.791	50.240	50.240	63.072
Gießen	155.176	22.721	33.824	13.600	185.641
Grünberg	26.348	3.710	77.200	20.160	103.898
Heuchelheim	14.261	2.039	8.624	0	21.164
Hungen	26.089	3.383	77.488	47.280	104.160
Langgöns	23.053	3.139	35.952	29.440	57.984
Laubach	22.029	2.623	56.016	13.120	77.788
Lich	21.850	3.573	62.672	0	85.295
Linden	18.745	3.385	15.888	4.400	37.058
Lollar	16.327	2.694	13.328	0	28.189
Pohlheim	27.831	4.824	37.360	22.320	66.815
Rabenau	10.297	1.362	33.712	21.200	44.971
Reiskirchen	21.530	2.789	55.920	55.920	78.000
Staufenberg	13.744	2.248	20.160	4.160	35.032
Wettenberg	21.166	3.306	16.800	16.800	39.913
Summe	484.042	70.891	669.360	320.320	1.159.413

2.2.3 WASSERKRAFT

Das Potenzial an der Nutzung von Wasserkraft ist im Landkreis sehr gering. Insgesamt liegt es bei unter einer GWh, weshalb auf eine detailliertere Untersuchung verzichtet wurde.

2.3 WÄRME

2.3.1 SOLARTHERMIE

Die Nutzung der Sonnenstrahlung mittels Solarkollektor ermöglicht es, Teile des Warmwasser- und des Heizenergiebedarfs brennstofffrei zu erzeugen. Wie groß der solare Anteil daran sein kann, hängt von vielen Aspekten ab, wie z.B. Alter und Größe der Gebäude, Ausrichtung des Daches, Größe des Speichers und jahreszeitliche Verteilung des Verbrauchs. Durch ambitionierte Sanierungen und dem Einbau sehr großer Kollektoren und Speicher vermag die Solarthermie in einzelnen Häusern den Hauptteil der Wärmeversorgung zu übernehmen, jedoch ist eine

flächendeckende Umsetzung dieser Art der Wärmeversorgung zurzeit wirtschaftlich kaum darstellbar. Aus diesem Grund wurden für die Potenzialberechnung eher konservative Annahmen getroffen.

Für die Wohngebäude wurde je Ein- und Zweifamilienhaus die Installation eines 6 m² Solarkollektors und je Mehrfamilienhaus die eines 15 m² Solarkollektors festgelegt. Der Ertrag wurde mit 350 kWh/m² kalkuliert, was einem Nutzungsgrad der eingestrahlten Sonnenenergie von 34% entspricht. Durch diese Annahmen werden 27% der solar nutzbaren Dachflächen solarthermisch verwendet.

Das Potenzial auf den Gewerbe- und Industriegebäuden wird über eine solaren Gütezahl von 5% gerechnet, bei ebenfalls 350 kWh/m² Ertrag und vollständiger Nutzungsmöglichkeit der Wärme. Die solar nutzbaren Dachflächen werden zu 20% der Solarthermie und zu 80% der Photovoltaik zugeordnet.

Für die Einspeisung in ein Nahwärmenetz können auch Freiflächen-Solarthermie-Anlagen genutzt werden, wie es in Dänemark weit verbreitet ist. Hierfür wurde als Potenzial ein Anteil von 0,1% der landw. Flächen veranschlagt. Diese Fläche entspricht beispielsweise 50 Anlagen á 4000 m² Apertur mit je einem 6000 m³ Erdspeicher und 1200 MWh solare Nutzenergie.

Tabelle 3: Solarthermie-Potenzial je Kommune

	Potenzial Dach HH	Potenzial Dach IND/GHD	Potenzial Freiflächenanlage	Summe
	MWh	MWh	MWh	MWh
Allendorf	2.963	175	1.609	4.747
Biebertal	7.311	560	2.532	10.403
Buseck	8.359	875	2.998	12.232
Fernwald	4.130	840	1.354	6.323
Gießen	37.632	11.410	3.256	52.298
Grünberg	9.120	1.470	7.431	18.021
Heuchelheim	5.073	1.645	830	7.548
Hungen	8.769	1.225	7.458	17.452
Langgöns	7.712	1.820	3.460	12.993
Laubach	7.089	1.260	5.392	13.740
Lich	9.012	1.225	6.032	16.269
Linden	7.551	420	1.529	9.500
Lollar	5.833	1.820	1.283	8.936
Pohlheim	10.621	1.400	3.596	15.617
Rabenau	3.680	175	3.245	7.100
Reiskirchen	6.842	980	3.368	11.190
Staufenberg	5.558	490	1.940	7.988
Wettenberg	8.564	595	1.609	10.768
Summe	155.817	28.385	58.922	243.124

2.3.2 ERD-/UMWELTWÄRME

Grundlage für die Berechnung des Potenzials von Erdwärmepumpen ist die Standortbeurteilung durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), die über das Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen (GruSchu) im Internet abgerufen werden kann⁵. In die Berechnung sind nur solche Flächen eingegangen, die als hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig klassifiziert wurden. Im Landkreis befinden sich diese Flächen ausschließlich im Westen. Die genaue Verteilung auf die Kommunen kann der Tabelle 4 entnommen werden. Für die Ermittlung der entziehbaren Wärme wurde von einer Wärmeentzugsleistung von 50 W/m sowie einer Sondenlänge von 100 m ausgegangen.

Tabelle 4: Potenzial von Erdwärmepumpen je Kommune

	Anteil der hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstigen Bebauungsflächen	Gebäude- und Freifläche Wohnen	Gebäude- und Freifläche Gewerbe, Industrie	Ertrag
	in %	ha	ha	MWh
Allendorf	0	98	5	0
Biebertal	40%	239	16	9.180
Buseck	0	259	25	0
Fernwald	0	134	24	0
Gießen	0	753	326	0
Grünberg	0	282	42	0
Heuchelheim	65%	134	47	10.589
Hungen	0	283	35	0
Langgöns	90%	233	52	23.085
Laubach	0	232	36	0
Lich	0	242	35	0
Linden	70%	221	12	14.679
Lollar	95%	155	52	17.699
Pohlheim	10%	307	40	3.123
Rabenau	0	120	5	0
Reiskirchen	0	232	28	0
Staufenberg	15%	158	14	2.322
Wettenberg	100%	247	17	23.760

5

http://gruschu.hessen.de/mapapps/resources/apps/gruschu/index.html?lang=de&layers=%2B%3Aservice_grusch_fachdaten_mxd%2F8%2F9%2Cservice_grusch_fachdaten_mxd%2F8%2F12%2C-%3Aawsg%2F0%2F4%2Cwsg%2F5%2F9¢er=500488%2C5597435%2C25832&lod=3

Summe	4329	811	104.436
--------------	-------------	------------	----------------

2.3.3 BIOMASSE

Das Biomasse-Potenzial wurde im Rahmen des Handlungsfeldes 07 – Bodenschutz und Landwirtschaft und ist dort näher beschrieben. Erfasst wurde das Potenzial von Biobrennstoff, wie Holz, Stroh, nachwachsende Rohstoffe von Ackerflächen, sowie das Potenzial von Biogas, das durch Gärung von biogenen Rest-, Abfall- und Rohstoffen erzeugt wird. Das Ergebnis je Kommune kann Tabelle 5 entnommen werden. Je nach Einsatzgebiet können Biomasse und Biogas zur Wärmeerzeugung (z.B. Prozesswärme in der Industrie) oder durch Kraft-Wärme-Kopplung zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Das Potenzial aus dem Anbau von Feldfrüchten wurde unter der Annahme berechnet, dass diese nach konventioneller Methode angebaut werden. Bei Umstellung auf ökologischen Landbau würde das Potenzial deutlich geringer ausfallen.

Tabelle 5: Potenzial Biomasse und Biogas je Kommune

	Gesamt Potenzial Brennstoff (GWh)	Gesamt Potenzial Biogas (GWh)	Gesamt Potenzial Summe (GWh)
Allendorf (Lumda)	24	6	30
Biebertal	42	7	49
Buseck	40	13	52
Fernwald	26	6	33
Gießen	88	18	105
Grünberg	97	30	127
Heuchelheim	11	6	18
Hungen	116	41	156
Langgöns	64	15	79
Laubach	97	17	114
Lich	86	32	118
Linden	30	8	38
Lollar	23	8	31
Pohlheim	42	16	58
Rabenau	42	9	51
Reiskirchen	49	11	61
Staufenberg	26	5	31
Wettenberg	47	5	52
LK Gießen	925	260	1185

2.4 ZUSAMMENFASSUNG

Insgesamt besteht im Landkreis Gießen ein Potenzial von erneuerbare Energien in Höhe von 3.200 GWh. Die Hälfte des Potenzials (1.600 GWh) ist Strom aus der Nutzung von Wind- und Sonnenenergie. Beide Potenziale werden hauptsächlich durch den Regionalplan begrenzt und können, wenn es gesellschaftlich gewollt ist und mehr Flächen zugewiesen werden, noch deutlich höher ausfallen. Durch Installation von Sonnenkollektoren und Erdwärmepumpen kann potenziell ca. 400 GWh Wärme bereitgestellt werden. Der Rest des Potenzials (ca. 1.200 GWh) entfällt auf feste und gasförmige biogene Brennstoffe, die je nach Bedarf in Strom und/oder Wärme umgewandelt werden können.

Tabelle 6: Gesamtpotenzial erneuerbarer Energien im LK Gießen und je Kommune

Kommune	Wind	PV	Solar-thermie	Erd-wärme	Bio-masse	Biogas	Summe
Allendorf	48	26	5	0	24	6	109
Biebertal	36	49	10	11	42	7	155
Buseck	18	56	12	0	40	13	138
Fernwald	60	63	6	0	26	6	162
Gießen	0	186	52	0	88	18	343
Grünberg	60	104	18	0	97	30	309
Heuchelheim	0	21	8	13	11	6	59
Hungen	18	104	17	0	116	41	296
Langgöns	42	58	13	28	64	15	220
Laubach	6	78	14	0	97	17	212
Lich	12	85	16	0	86	32	232
Linden	0	37	9	18	30	8	102
Lollar	0	28	9	22	23	8	90
Pohlheim	0	67	16	4	42	16	144
Rabenau	36	45	7	0	42	9	139
Reiskirchen	12	78	11	0	49	11	162
Staufenberg	96	35	8	3	26	5	172
Wettenberg	0	40	11	29	47	5	132
LK Gießen	444	1.159	243	128	952	251	3.178

3 SZENARIEN

3.1 EINLEITUNG

Die Masterplan-Ziele aufgreifend wurden zwei Szenarien entwickelt, die zwei mögliche Entwicklungspfade des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen bis 2050 abbilden. Während das Trend-Szenario die bisherige Entwicklung unverändert fortführt und somit nur mäßige Verbrauchs- und Emissionsminderungen erreicht werden, werden im Masterplan-Szenario durch einen alle Sektoren umfassenden massiven Umbau des Energiesystems inkl. tiefgreifenden Verbrauchsreduktionen die Masterplan-Ziele erreicht. Doch auch wenn die Erreichung des Zieles vorerst wenig wahrscheinlich erscheint, kann eine intensive Auseinandersetzung mit den Auswirkungen und Erfordernissen den Weg zum Ziel Stück für Stück ebnen.

3.2 TREND-SZENARIO

3.2.1 HAUSHALTE

Wärme

Strom:

Der Reduktionswert wurde dem Trend-Szenario von Prognos 2014 entnommen, bildet also den dort angenommenen Bundestrend ab. Allerdings wurde der Trend auf die realen Zahlen des Landkreises projiziert. So verbrauchten die Bürger im LK im Jahr 2014 nur 1418 kWh pro Person, während Prognos von einem spez. Stromverbrauch von 1700 kWh/Pers u. Jahr ausging. Mit der Annahme, dass eine ähnlich hohe Verbrauchsreduktion sich einstellt wie im Bundestrend, wurde für 2050 von einem spez. Verbrauch von 1100 kWh/Pers. u. Jahr.

3.2.2 GHD

Die Reduktionswerte wurden dem Trend-Szenario von Prognos 2014 entnommen, bilden also den dort angenommenen Bundestrend ab.

3.2.3 INDUSTRIE

Die Reduktionswerte wurden dem Trend-Szenario von Prognos 2014 entnommen, bilden also den dort angenommenen Bundestrend ab.

3.2.4 VERKEHR

In der Datei „Verkehrsszenario nach Vorgabe_IFEU.xlsx“ wird das Trend-Szenario nach Angaben des IFEUs berechnet. Das Ergebnis sind Trendwerte für die Entwicklung des Strom- und des Kraftstoffverbrauchs, sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. In der Gesamtszenarien-Berechnung wird für den Verkehrsbereich der Energieträgermix derart gestaltet, dass diese THG-Emissionen erreicht werden.

3.2.5 GESAMT

Im Trend-Szenario wird in allen Sektoren bis 2050 von einer Senkung von Endenergieverbrauch und THG-Emissionen ausgegangen. Bis zum Jahr 2050 sinkt der Endenergieverbrauch gegenüber 1990 um 27% (um 30% ggü. 2014). Dabei kann Abbildung 5 entnommen werden, dass der Verbrauch in den letzten 24 Jahren deutlich gestiegen ist. Hauptursache dafür ist der Verkehrssektor, der von 1990 bis heute um 14% zugenommen hat.

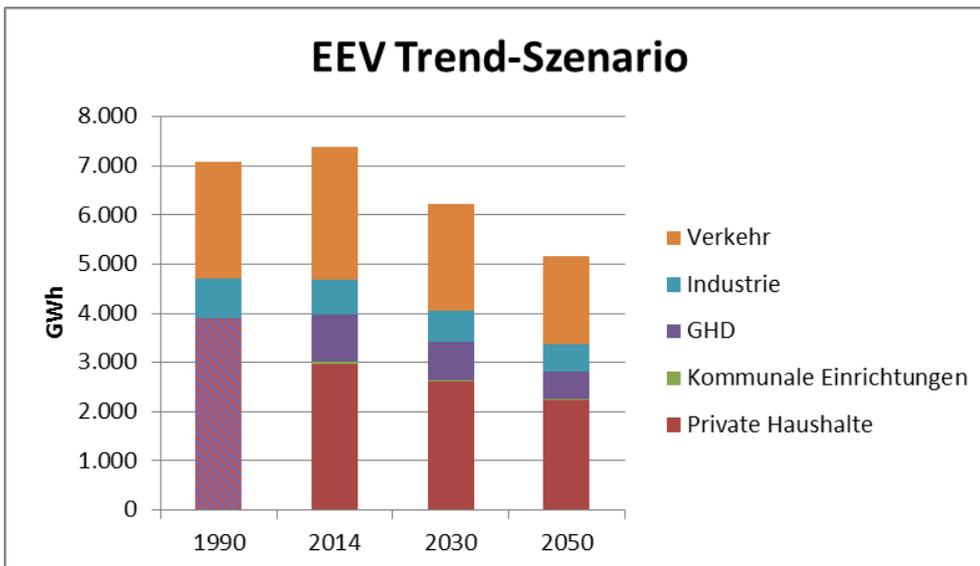


Abbildung 5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Trend-Szenario

Die Gegenüberstellung der Aufteilung auf die Energieträger der Jahre 2014 und 2050 (Abbildung 6) zeigt, dass sich im Trend-Szenario keine wesentliche Veränderung ergibt. Der Anteil der erneuerbaren Wärmequellen (Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme) steigt von 1% im Jahr 2014 auf 5% im Jahr 2050. Der Stromanteil steigt von 15% auf 23%, was hauptsächlich der Verlagerung hin zu mehr Elektro-Mobilität geschuldet ist.

EEV 2014 und Trend 2050

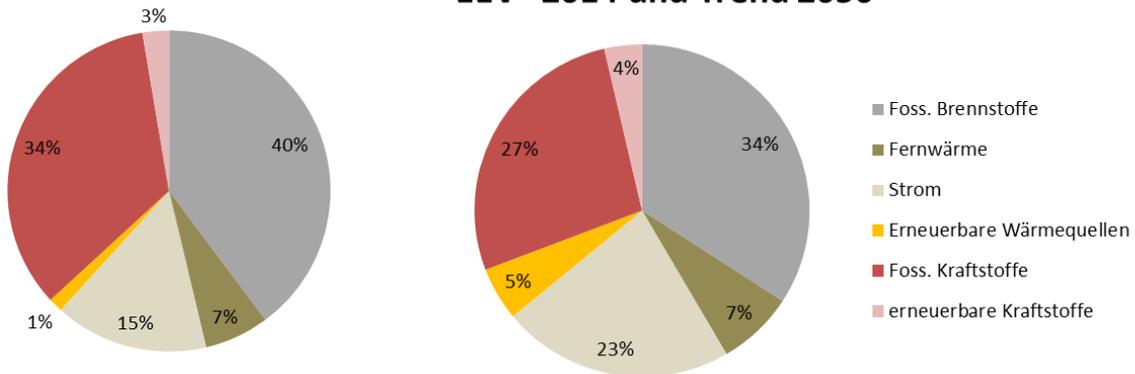
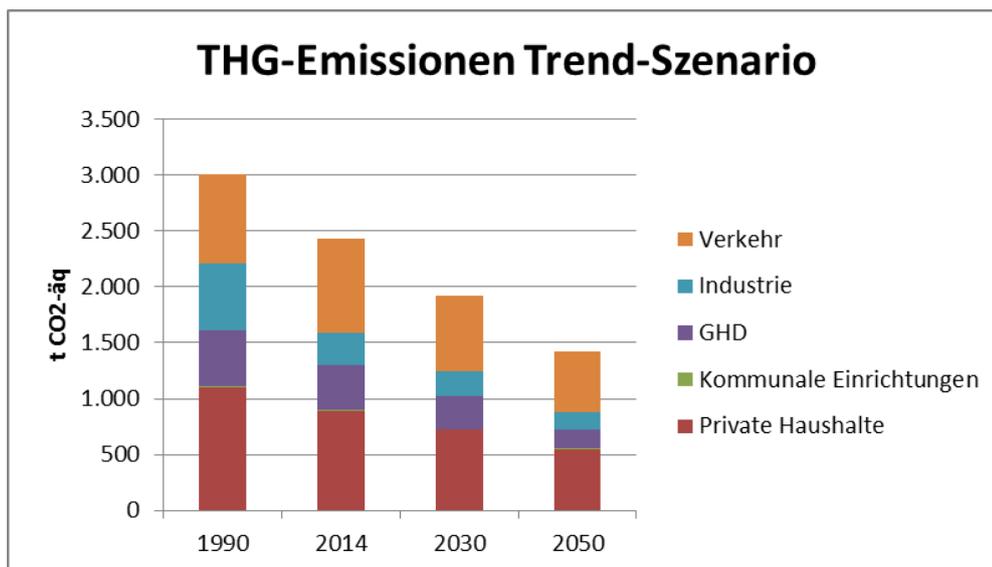


Abbildung 6: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2014 (links) und im Trend-Szenario für das Jahr 2050

Im Gegensatz zum Endenergieverbrauch sanken die Treibhausgas-Emissionen schon von 1990 bis heute. Das Trend-Szenario geht von einer weiteren Reduktion der Emissionen bis 2050 um 41% aus, was eine Halbierung gegenüber 1990 ergibt (-51%).



3.3 MASTERPLAN-SZENARIO

3.3.1 HAUSHALTE

Wärme

Strom:

Für das Masterplan-Szenario wurde auf Grundlage von Lehmann 2015⁶ ein Pro-Kopf-Verbrauch von 700 kWh/a angenommen. Dieser Wert liegt deutlich unter dem Wert von Prognos 2014, wo im Ziel-Szenario von 1300 kWh/Pers und Jahr angenommen wurden. Allerdings war die Vorgabe dieses Szenarios noch eine Reduktion der THG-Emissionen um 80%, weshalb das Ziel auch mit geringeren Anstrengungen erreicht werden konnte.

3.3.2 GHD

Für das Masterplan-Szenario wurden im Sektor GHD für Strom und Fernwärme die Werte aus dem Ziel-Szenario von Prognos 2014 übernommen, die restlichen Werte sind eigene Annahmen für die Erreichung der Masterplan-Vorgaben.

3.3.3 INDUSTRIE

Für das Masterplan-Szenario wurde eine differenzierte Entwicklung der im Landkreis ansässigen Industrie entwickelt, dass im Handlungsfeld 02 – Klimafreundliche Produktion näher beschrieben wird. Die Ergebnisse des Szenarios sind der Datei „Wärmebedarf Landkreis GI 17-04-11.xls“ entnommen. Das Szenario beschreibt die Entwicklung des Strom- und Brennstoffverbrauchs in den verschiedenen Anwendungsbereichen auf Grundlage der Ist-Situation. Im Reiter „Masterplan-Szenario“ werden für das Jahr 2050 Teile des Brennstoffbedarfs durch Stromnutzung ersetzt, wodurch sich die Verbräuche dementsprechend anpassen. Des Weiteren wurde der Brennstoffbedarf auf einzelne Energieträger aufgeteilt, um zu einer differenzierten Aussage über die Treibhausgas-Emissionen zu gelangen. Für die Prozesswärme wurde zum Teil Biokohle verwendet. Diese kann aus Biomasse hergestellt werden und ist für hohe Temperaturen verwendbar. Zur Erzeugung von einem Teil Biokohle werden vier Teile Biomasse benötigt (s. KomReV-Handbuch). Als Emissionsfaktor für Biokohle wurde 150 g CO₂eq/kWh angenommen, genaue Werte konnten nicht ermittelt werden (zum Vergleich: Biomasse ca. 27 g CO₂eq/kWh). Dieser Wert ist höher als der für Biogas (110 g CO₂eq/kWh), so dass fraglich ist, ob für die Hochtemperatur-Prozesswärme nicht auch Biogas verwendet werden kann.

3.3.4 VERKEHR

In der Datei „Verkehrsszenario nach Vorgabe_IFEU.xlsx“ wird das Masterplan-Szenario nach Angaben des IFEUs berechnet. Das Ergebnis sind Trendwerte für die Entwicklung des Strom- und

⁶ Lehmann et al.: Stromeinspareffekte durch Energieeffizienz und Energiesuffizienz im Haushalt. Berlin, 2015

des Kraftstoffverbrauchs, sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Um die geringen Emissionswerte erreichen zu können, muss auf fossile Kraftstoffe komplett verzichtet werden. Stattdessen werden sogenannte Power to X-Kraftstoffe eingesetzt. Diese künstlich hergestellten Kraftstoffe basieren auf eine Wasserstoff- bzw. Kohlenstoffquelle (z.B. Wasser oder CO₂). Mit Hilfe von Strom (->Power) wird daraus der gewünschte Kraftstoff hergestellt. Das „X“ deutet an, dass es verschiedene Verfahren und Kraftstoffe gibt. Im Masterplan-Szenario wurde angenommen, dass drei verschiedene Kraftstoffe produziert werden, jeweils mit unterschiedlichen Wirkungsgraden. Zu 20% wurde mittels Power to Gas erstelltes komprimiertes Methan verwendet, das vergleichbar ist mit CNG (compressed natural gas), zu 66% wurde mittels Power to Liquid erstelltes flüssiges Methan verwendet, vergleichbar mit LNG (liquefied natural gas) und zu 14% wurde auch über Power to Gas erstellter Wasserstoff (mit 700 bar) verwendet. Letzteres hat mit 70% den besten Wirkungsgrad und hat damit den geringsten zusätzlichen Stromverbrauch zu Folge. Welche dieser Technologien in Zukunft tatsächlich verwendet werden, kann aus heutiger Sicht nicht vorhergesehen werden.

3.3.5 GESAMT

Im Masterplan-Szenario verringert sich der Endenergieverbrauch gegenüber 1990 um 56%, gegenüber dem Jahr 2014 sogar um 58% (Abbildung 7), von 7,4 TWh (2014) auf 3,1 TWh im Jahr 2050. Während der Energieverbrauch im Sektor Industrie gegenüber 2014 nur um 26% sinkt, verringert sich der Verbrauch im Sektor Haushalte um 58%, im Sektor GHD um 52% und im Sektor Verkehr sogar um 67%. Diese Verbrauchsänderungen werden nur mit einer weitreichenden Verhaltensänderung über alle Sektoren hinaus erreichbar sein.

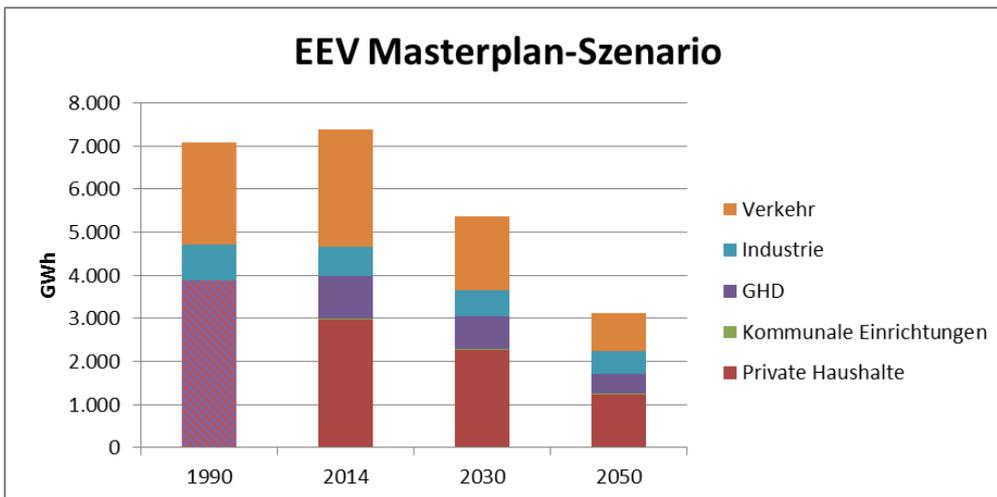


Abbildung 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Masterplan Szenario je Sektor

Die Energieträger, die für die Deckung des Verbrauchs verwendet werden, ändern sich im Masterplan-Szenario gegenüber dem Basisjahr 2014 grundlegend. Der Stromverbrauch verdoppelt sich fast von 1,1 TWh auf 2,1 TWh. Wie in Abbildung 8 ersichtlich ist, wird dadurch 2050 fast 60%

des Energiebedarfs mittels Strom gedeckt. Davon sind nur ca. 22% von herkömmlichen Stromanwendungen, fast 5% von Strom für Wärmepumpen und jeweils 16% für direkte E-Mobilität und für die Herstellung von künstlichen Kraftstoffen (Power-to-X)⁷. Das heißt, dass 2050 nach dem Masterplan-Szenario ein Drittel des Endenergieverbrauchs über Stromnutzung in den Verkehr fließt, dessen Anteil am Gesamtendenergieverbrauch sich nur wenig verringert.

EEV 2014 und Masterplan 2050

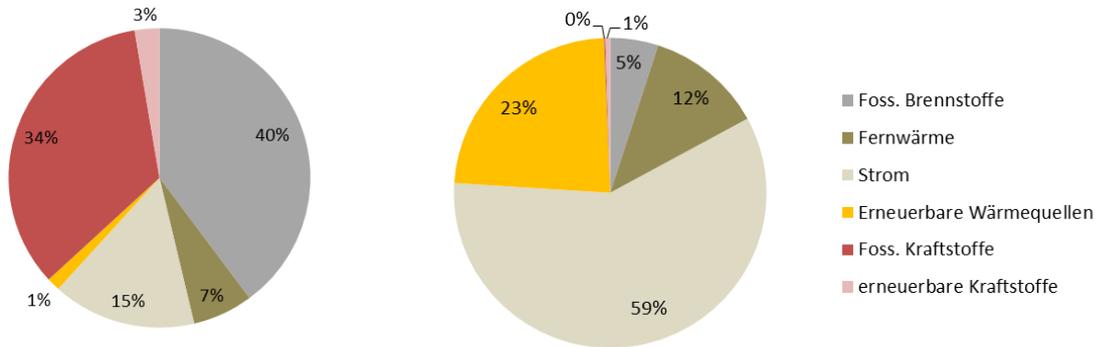


Abbildung 8: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2014 (links) und im Masterplan-Szenario für das Jahr 2050

Des Weiteren erhöht sich gegenüber 2014 die Verwendung von erneuerbaren Wärmequellen um das 8-fache von 100 GWh auf über 800 GWh, was fast einem Viertel des verbleibenden Energieverbrauchs entspricht. Die Nutzung fossiler Brennstoffe spielt mit 5% nur noch eine untergeordnete Rolle. Der Fernwärmeverbrauch sinkt um 10%.

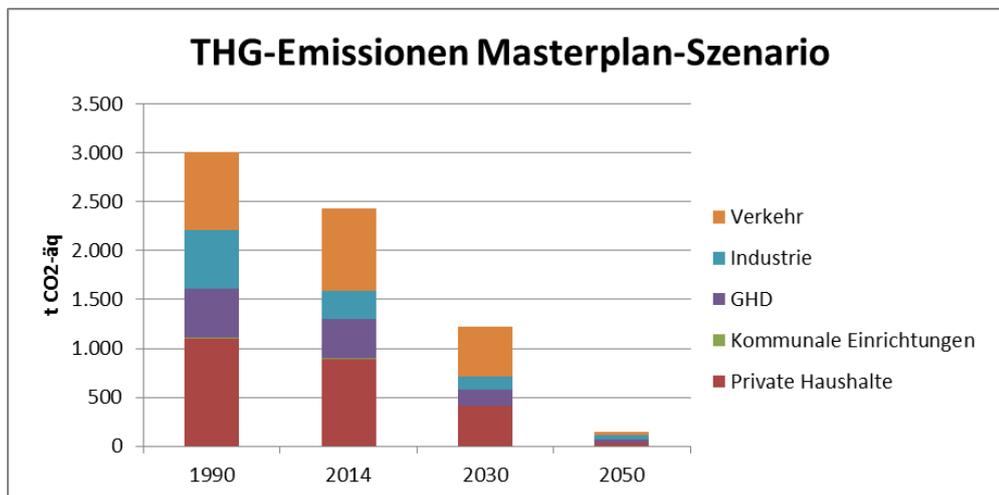


Abbildung 9: Entwicklung der THG-Emissionen im Masterplan Szenario nach Sektoren

Die Treibhausgas-Emissionen im Landkreis sinken gemäß dem Masterplan-Szenario bis 2050 gegenüber 1990 um 96%, gegenüber 2014 um 95%.

⁷ Streng genommen sind die PtX-Kraftstoffe als Endenergieträger zu werten, so dass der Gesamtendenergieverbrauch nochmal um 280 GWh geringer ist. Hier wird jedoch der dafür notwendige Stromverbrauch angezeigt, um dessen Dimension besser bewerten zu können.

4 ANHANG

4.1 EMISSIONSFAKTOREN

Tabelle 7: Emissionsfaktoren im Klimaschutz-Planer

Energieträger	Faktor [g CO ₂ äq/kwh]
Biomasse	27
Braunkohle	439
Erdgas	250
Fernwärme	168
Flüssiggas	267
Heizöl	320
Solarthermie	25
Steinkohle	444
Strom	620
Umweltwärme	282

4.2 VERGLEICH THG-BILANZ AUS KLIMASCHUTZKONZEPT UND MASTERPLAN

Tabelle 8: Ergebnisse der THG-Bilanz im Klimaschutzkonzept für 2011 (IKK) sowie im Masterplan (KSP 2011, 2014), nicht witterungsbereinigt

THG-Emissionen	IKK 2011 [t CO ₂]	KSP 2011 [t CO ₂]	KSP 2014 [t CO ₂]
Private Haushalte	1.121.210	838.508	793.894
GHD	327.140	404.034	380.082
Industrie	274.970	324.002	281.240
Öff. Einrichtungen	27.050	8.649	7.357
Verkehr	717.195	851.381	843.763
Summe	2.467.565	2.426.574	2.306.336

4.3 ENDENERGIEVERBRAUCH UND DATENGÜTE DER BILANZ JE KOMMUNE

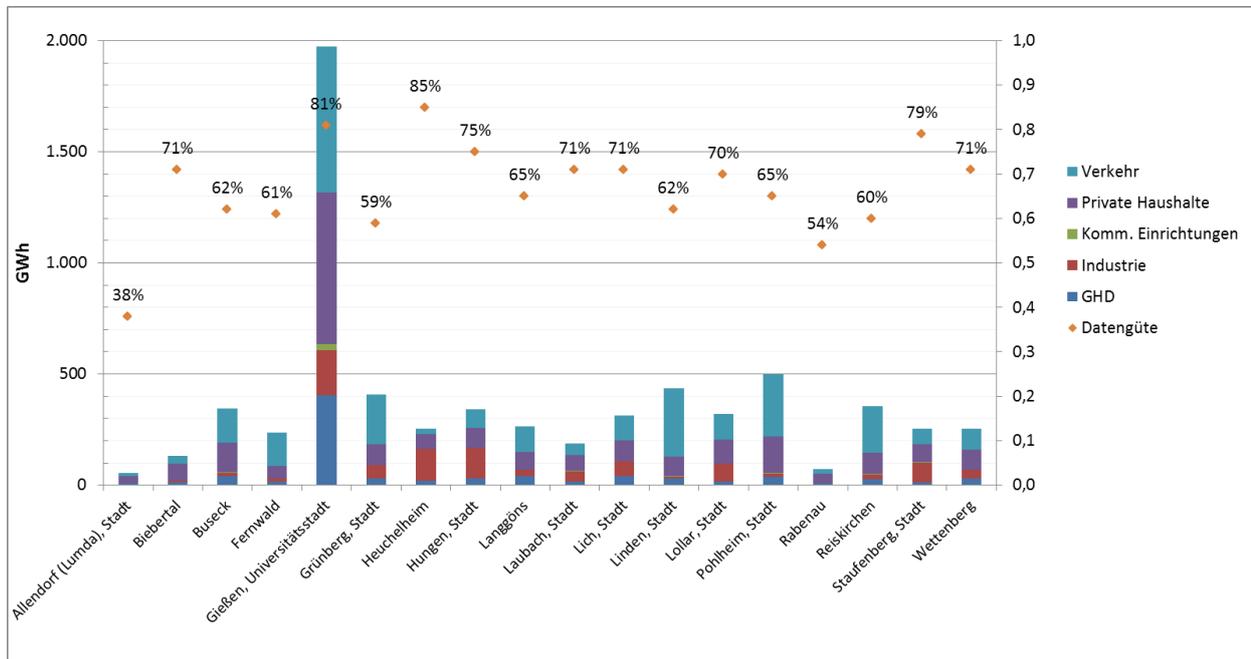


Abbildung 10: Endenergieverbrauch in den Kommunen inkl. Angabe der Datengüte für das Jahr 2014

4.4 ENDENERGIEBILANZ NACH ENERGIETRÄGERN VON AUSGEWÄHLTEN KOMMUNEN

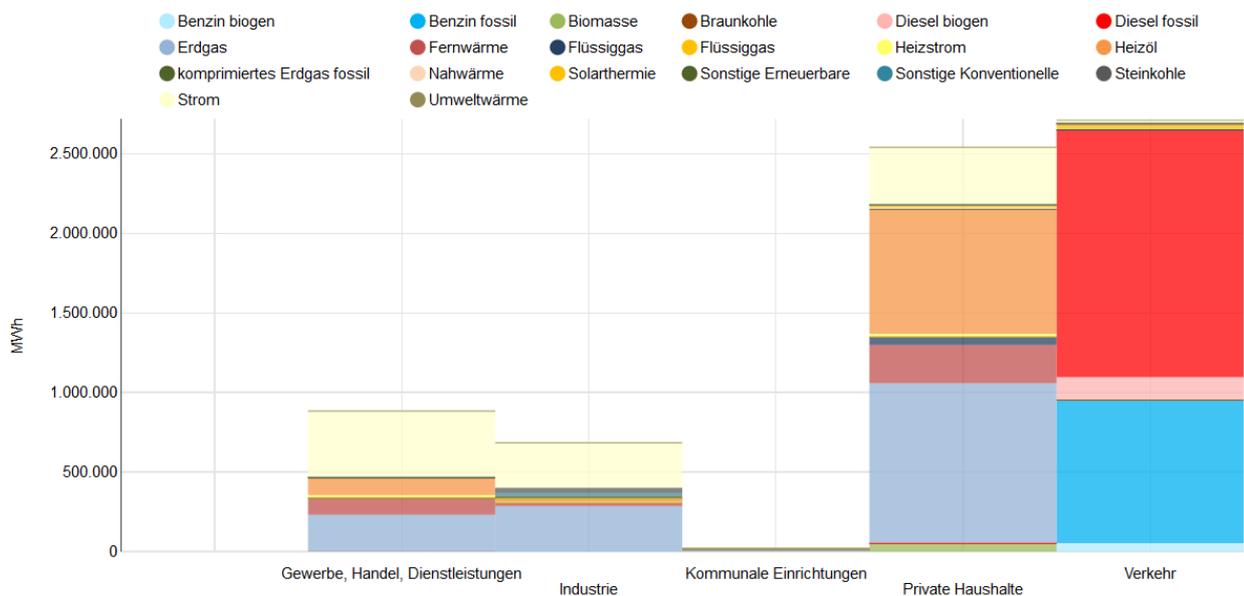


Abbildung 11: Endenergiebilanz 2014 des LK Gießen

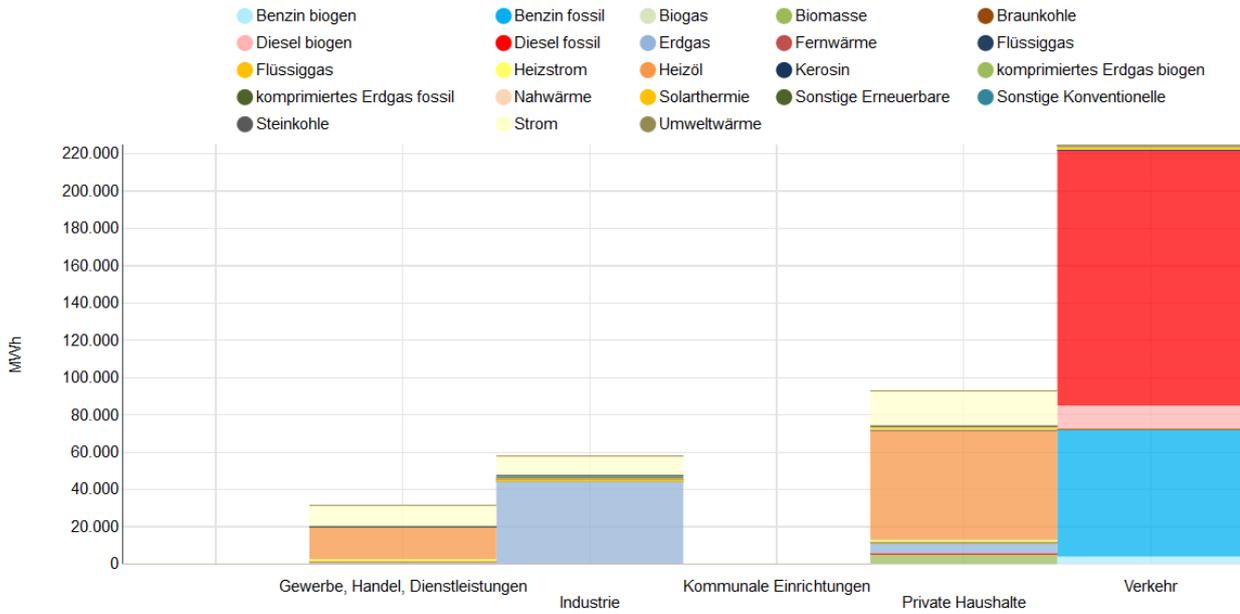


Abbildung 12: Endenergiebilanz 2014 der Stadt Grünberg

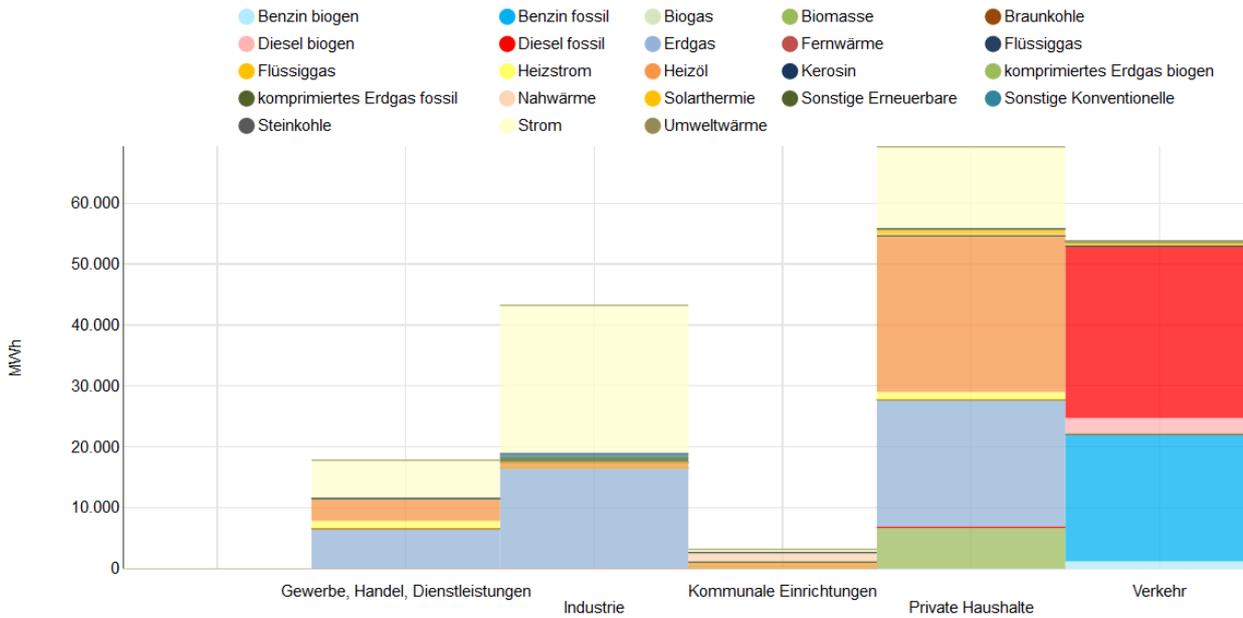


Abbildung 13: Endenergiebilanz 2014 der Stadt Laubach

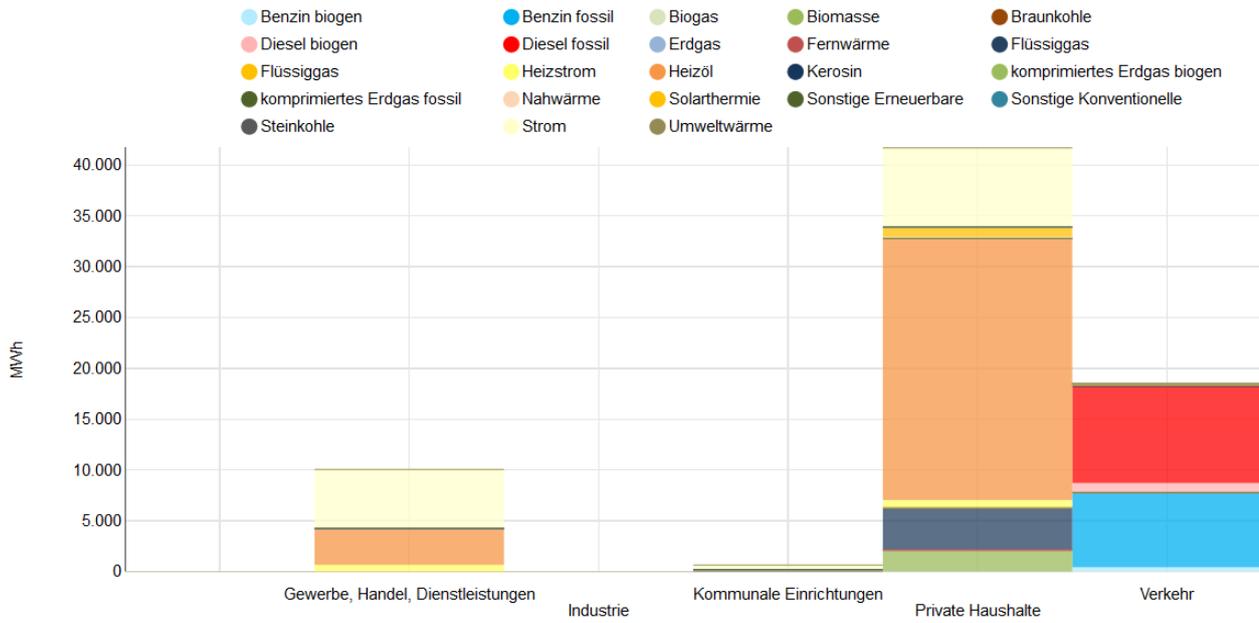


Abbildung 14: Endenergiebilanz 2014 der Gemeinde Rabenau

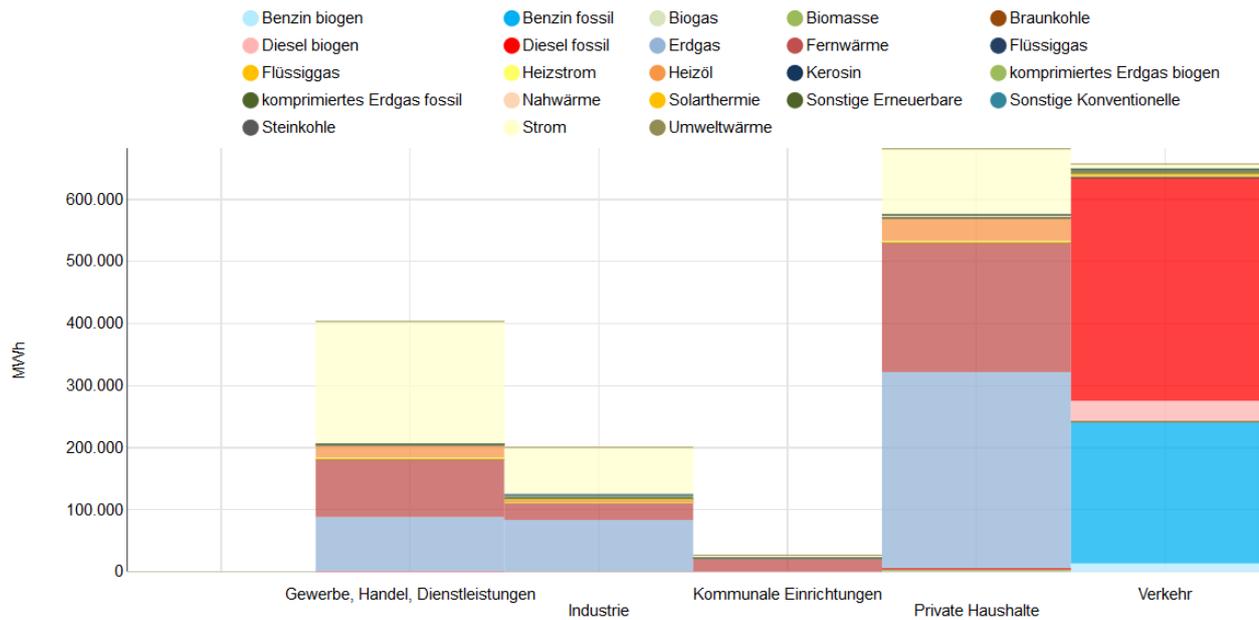


Abbildung 15: Endenergiebilanz 2014 der Universitätsstadt Gießen

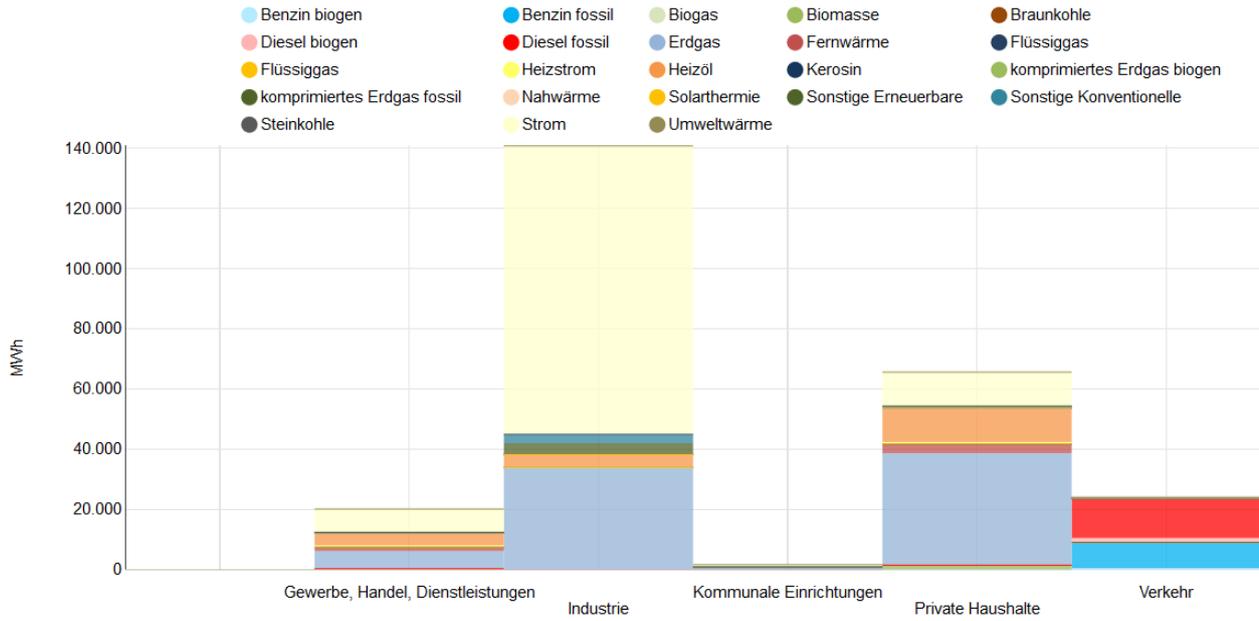


Abbildung 16: Endenergiebilanz 2014 der Gemeinde Heuchelheim

4.5 MASTERPLAN-SZENARIO, DETAILLIERT

