Kompetenznetzwerk
dezentrale Energietechnologien

Energie mit System
deENet

Endbericht

Integriertes Klimaschutzkonzept für den

Landkreis Gießen

Landkreis Gießen
HESSENS MITTE • WISSEN
WIRTSCHAFT & KULTUR

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Gefördert durch:
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Durchgeführt von:

Kompetenznetzwerk dezentrale Energietechnologien e.V. (deENet)

Ständeplatz 15

34117 Kassel

www.deENet.org

IdE Institut dezentrale Energietechnologien gemeinnützige GmbH

Ständeplatz 15

34117 Kassel

www.ide-kassel.de

Durchgeführt im Auftrag von:

Landkreis Gießen – Der Kreisausschuss

Riversplatz 1-9

35394 Gießen

www.landkreis-giessen.de

Projektpartner:

AC Consult & Engineering GmbH

Kiesweg 29

35396 Gießen

www.die-ac.de

Bearbeiter: Julia Brasche (deENet), John Sievers (IdE), Peter Momper (AC), Annette Kurth (AC)
Mit Beiträgen von: Georg Blum (IdE), Karin Miller (IdE), Mohamed Shalaby (IdE), Rishabh Saxena (IdE), Sebastian Rautschka (IdE), Axel Stemmann (IdE)

Inhalt

Inhalt i
Abbildungsverzeichnis: ii
Tabellenverzeichnis: v
Abkürzungsverzeichnis vi
Vorwort vii
1. Zielsetzung 10
2. Zusammenfassung 11
3. Aufbau des vorliegenden Integrierten Klimaschutzkonzeptes für den Landkreis Gießen 14
4. Rahmenbedingungen im Landkreis Gießen 14
4.1. Topographie und Klima 15
4.2. Bevölkerung, Verkehr, Tourismus 16
4.3. Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugbestand 19
4.4. Klimaschutz und erneuerbare Energien im Landkreis Gießen 22
5. CO_2-Bilanzierung 24
5.1. Zur Methodik 24
5.2. Emissionsfaktoren Strom 27
5.3. Emissionsfaktoren anderer Energieträger 27
5.4. Emissionen von Großemittenten 27
5.5. Witterungskorrektur 28
5.6. Startbilanz mit ECO-Region 28
5.7. Endbilanz mit ECO Region 30
5.8. Datengrundlage 30
5.9. Einteilung in Sektoren 32
5.10. Einteilung der leitungsgebundenen Energieträger in Verbrauchssektoren 33
5.11. Einteilung der nicht-leitungsgebundenen Energieträger in Verbrauchssektoren 34
5.12. Ergebnisse: CO_2-Bilanz 37
5.13. CO_2-Bilanz Verkehr 40
5.14. Ausbau der erneuerbaren Energien 43
6. Ermittlung der Potenziale zur Treibhausgasreduktion im Landkreis Gießen 45
6.1. Zur Methodik 45
6.2. Potenziale erneuerbarer Energien BRD 49
6.3. Potenziale erneuerbarer Energien im Landkreis Gießen 50
6.4. Berechnungsgrundlagen 54
6.5. Windkraft 57
6.6. Solarenergie 64
6.7. Biomasse 70
6.8. Wasserkraft 75
6.9. Wärmepumpen und Geothermie 76
6.10. Effizienz 76
6.10.1. Erzeugungsanlagen 77
6.10.2. Sanierung 79
6.10.3. Suffizienz / Lebensstile 84
6.10.4. Energieeffizienz im Mobilitätsbereich 91

7. Szenarien 93
7.1. Auswertung nach CO_2 Emissionen 102
7.1. Auswertung der erneuerbaren Energien-Stromerzeugung und Restlast 109
7.2. Auswertung mit Blick auf die Berechnung regionaler Wertschöpfungseffekte 115
8. Maßnahmenkatalog/ Handlungsmöglichkeiten zur CO_2-Reduktion im Landkreis Gießen....124
8.1. Maßnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien 124
8.2. Maßnahmen der Effizienzsteigerung 126
8.2.1. Erzeugungsanlagen/ Fernwärme....127
8.2.2. Gebäudesanierung 128
8.2.3. Effizienz im Haushalt und im Alltag....129
8.3 Maßnahmen im Bereich Mobilität 130
8.4. Möglichkeiten für Maßnahmen in der Öffentlichkeitsarbeit 131
9. Controlling-System 133
9.1. Leitungsgebundene Energieträger (Absatz, Einspeisung)....133
9.2 Nicht leitungsgebundene Energieträger 134
9.3. Szenarien 134
9.4. Aufgaben des Sachgebiets Regionale Energiepolitik....134
9.5. Veröffentlichung der Daten, Vorschläge und Umsetzungen....135
10. Partizipativer Prozess....136
10.1. Energiebeirat Landkreis Gießen....136
10.2. Kreis-Energietag 137
10.3. Internet-Bürgerforum „Energiedialog Landkreis Gießen“....139
11. Referenzen....142
12. Anhang 150

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufteilung Strom- und Wärmeverbrauch 2011 12
Abbildung 2: Gesamtbilanz nach ECO-Region 13
Abbildung 3: Erstellung des Klimaschutzkonzeptes 14
Abbildung 4: Naturräumliche Gliederung im Landkreis Gießen 16
Abbildung 5: Einwohnerentwicklung im Landkreis Gießen 17
Abbildung 6: Bevölkerungsverteilung auf die Gemeinden des Landkreises 18
Abbildung 7: Sozialversicherungspflichtige und geringfügig entlohnte Beschäftigte 19
Abbildung 8: Kraftfahrzeugbestand, eigene Darstellung nach Kraftfahrt Bundesamt 21
Abbildung 9: PKW-Bestand (Anzahl der Fahrzeuge) im LK Gießen nach alternativen Antriebsstoffen (Stichtag 1.1.2013) 22
Abbildung 10: ECO-Region Startbilanz (LCA-Faktoren gemäß Eco-Region) 29
Abbildung 11: ECO-Region Startbilanz zur Endenergie 29
Abbildung 12: ECO-Region - aktuelle Treibhausgas-Bilanz (LCA-Faktoren gemäß EcoRegion) 30
Abbildung 13: Übersicht zur Bilanz-Datengüte 31
Abbildung 14: Methodik zur Vermeidung von Doppelzählungen von großen Heizkesseln 34
Abbildung 15: Stromverbrauch im Landkreis Gießen nach Sektoren 38

Abbildung 16: Wärmeverbrauch im Landkreis Gießen nach Sektoren 39
Abbildung 17: Wärmeverbrauch im Landkreis nach Sektoren und Energieträgern 39
Abbildung 18: THG-Emissionen des Wärmeversorgung im Landkreis 40
Abbildung 19: CO_2-Emissionen des Verkehrs im LK Gießen, nach Verkehrsträgern (2011; bilanziert mit Eco-Region/LCA) 41
Abbildung 20: Energiebedarf des Verkehrs im LK Gießen 2008 - 2011, Aufteilung nach Energieträgern (bilanziert mit Eco-Region/LCA) 42
Abbildung 21: CO_2-Emissionen des Verkehrs im LK Gießen 2008 - 2011, Aufteilung nach Energieträgern (bilanziert mit Eco-Region/LCA) 42
Abbildung 22: Stromversorgung und Stromerzeugung aus EE 2011 im LK Gießen 43
Abbildung 23: Jahresvergleich Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen 2010/2011 44
Abbildung 24: Anteil von EE an der Wärmeerzeugung 2011 (vorläufig – ohne Biogas) 44
Abbildung 25: Potenziale erneuerbarer Energien - Natürliches Angebot 46
Abbildung 26: Definition des Potenzialbegriffes - DiFu 47
Abbildung 27: Potenzialbegriff DLR 48
Abbildung 28: EE-Potenziale in Deutschland 49
Abbildung 29: Potenzialermittlung im Stromsektor 52
Abbildung 30: Potenzialermittlung im Wärmesektor 53
Abbildung 31: Ermittlung potentieller landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Energieerzeugung 57
Abbildung 32: Wind-Potenzial-Karte für den Landkreis Gießen gemäß TRP Mittelhessen 62
Abbildung 33: Beispiel zur GIS Auswertung Lollar 63
Abbildung 34: Erfasste Flächen des hessischen Solardachkatasters im LK Gießen 68
Abbildung 35: Aufteilung der Biogas-Potenziale nach Ressourcen 73
Abbildung 36: Aufteilung der Potenziale von Holzressourcen 73
Abbildung 37: Verbesserung des elektrischen Wirkungsgrads in konventionellen Kraftwerken 78
Abbildung 38: Ermittlung der Gebäudestruktur im Landkreis Gießen 79
Abbildung 39: Aufteilung der Gebäude im Landkreis Gießen nach Gebäudeklassen 80
Abbildung 40: Energiesparmöglichkeiten in typischen hessischen Wohngebäuden 81
Abbildung 41: Reduzierung des Heizwärmebedarfs am Beispiel eines EFH von 1970 82
Abbildung 42: Altersklassen von Öl-Heizungen im Landkreis Gießen 83
Abbildung 43: Altersklassen von Gas-Heizungen im Landkreis Gießen 84
Abbildung 44: Der Einfluss von Lebensstilen auf die persönliche CO_2-Bilanz 85
Abbildung 45: Verteilung des Endenergieverbrauchs von Haushalten 86
Abbildung 46: Stromverbrauch der privaten Haushalte nach Anwendungsart 87
Abbildung 47: Entwicklung des Stromverbrauchs für GHD und PH in Deutschland 89
Abbildung 48: volkswirtschaftliche Auswirkungen von Effizienzsteigerungen 91
Abbildung 49: Beispiele für Emissionsminderungspotenziale durch Änderung des Mobilitätsverhaltens 92
Abbildung 50: Vergleich von Wärmeerzeugung und Emissionen der Szenarien 103
Abbildung 51: Vergleich von Stromerzeugung und Emissionen der Szenarien 103
Abbildung 52: Energie und THG im Szenario 0 – Standardszenario Landkreis Gießen 105
Abbildung 53: Energie und THG im Szenario 1 Windkraft-Szenario 106
Abbildung 54: Energie und THG im Szenario 2 PV--Szenario 106
Abbildung 55: Energie und THG im Szenario 3 KWK—Szenario 107

Abbildung 56: Auswertung im Szenario 4 Effizienz-Szenario 108
Abbildung 57: Energie und THG im Szenario 5 Wärmepumpen-Szenario 108
Abbildung 58: Energie und THG im Szenario 6 Solarthermie-Szenario 109
Abbildung 59: Prognose für Erzeugung und Verbrauch im Standardszenario 110
Abbildung 60: Import /Export im Standardszenario 111
Abbildung 61: Prognose für Erzeugung und Verbrauch im PV-Szenario 112
Abbildung 62: Import/ Export im PV-Szenario 112
Abbildung 63: Prognose für Erzeugung und Verbrauch im Windkraft-Szenario 113
Abbildung 64: Import /Export im Windkraft-Szenario 114
Abbildung 65: Entscheidungslogik regionaler Wertschöpfungsberechnung 117
Abbildung 66: Zusammensetzung der Investitionen regionaler Wertschöpfung 119
Abbildung 67: Investitionen regionaler Wertschöpfung nach Technologien 119
Abbildung 68: Investitionskosten nach Art der Technologie 120
Abbildung 69: Investitionskosten und laufende Kosten 120
Abbildung 70: Laufende Kosten nach Arten 121
Abbildung 71: Regionale Wertschöpfung nach Arten 121
Abbildung 72: Arbeitsplatzeffekte 122
Abbildung 73: Ausschnitt Solardachkataster bei Allendorf (Lumda) 126
Abbildung 74: Workshop „Windenergie“ beim Ersten Kreis-Energietag 2013 138
Abbildung 75: Eröffnungsbildschirm Energiedialog Landkreis Gießen 140
Abbildung 76: Ausschnitt Meinungsumfrage im Energiedialog Landkreis Gießen 140
Abbildung 77: Verkehrsmengenkarte Quelle 151
Abbildung 78: Pendlerströme im Landkreis Gießen 152

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Übersicht der Datenquellen 32
Tabelle 2: Berechnungsgrundlage Schornsteinfegerdaten (Öl und Gas) 35
Tabelle 3: Berechnungsgrundlage Schornsteinfegerdaten (feste Brennstoffe) 35
Tabelle 4: Zusammenfassung Wärmeverbrauch Gießen 2011 37
Tabelle 5: Ergebnisse der Bilanz für den Bereich Verkehr 41
Tabelle 6: Flächenausweisung des Teilregionalplans für Wind und PV 54
Tabelle 7: Flächenausweisung des Teilregionalplans für Landwirtschaft und Biomasse 55
Tabelle 8: Differenzen landwirtschaftlicher Flächenangaben nach Quellen 56
Tabelle 9: Kriterien Windkraftnutzung 58
Tabelle 10: Annahmen Solarenergienutzung 65
Tabelle 11: Solarthermische Großanlagen zur Wärme- und Kälteversorgung in Europa 69
Tabelle 12:WirtschaftsdüngerPotenzial 71
Tabelle 13: Übersicht Biomasse-Potenziale 74
Tabelle 14: Stromverbrauchsreduktion bei der "weißen Ware" 89
Tabelle 15: Ermittelte Maximal-Potenziale nach Technologien 93
Tabelle 16: Annahmen Szenario 0 Standardszenario Landkreis Gießen 95
Tabelle 17: Annahmen Szenario 1 Windkraftszenario 96
Tabelle 18: Annahmen Szenario 2 Photovoltaikszenario 97
Tabelle 19: Annahmen Szenario 3 KWK-Szenario 98
Tabelle 20: Annahmen Szenario 4 Effizienzszenario 99
Tabelle 21: Annahmen Szenario 5 Wärmepumpen-Szenario 100
Tabelle 22: Annahmen Szenario 6 Solarthermie-Szenario 101
Tabelle 23: Prognose von Exporten und Importen für Standard-, Wind- und PV-Szenario für 1 Jahr 114
Tabelle 24: Jährlicher Energiebedarf (in MWh/a) des Verkehrsbereiches des LK Gießen nach Energieträgern 2008 - 2011, bilanziert mit ECO-Region/LCA 152
Tabelle 25: Jährliche CO_2-Emissionen (in t/a) des Verkehrsbereiches des LK Gießen nach Energieträgern 2008 - 2011, bilanziert mit ECO-Region/LCA 152
Tabelle 26: Annahmen Potenziale 153
Tabelle 27: Ergebnisse Potenziale 153
Tabelle 28: Endenergieeinsaroungen nach Gebäudeklasse laut IWU 154
Tabelle 29: Maßnahmenübersicht 172

Abkürzungsverzeichnis

AEE	Agentur für Erneuerbare Energien
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEE	Bundesverband Erneuerbare Energien e.V.
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CO_2	Kohlenstoffdioxid
dena	Deutsche Energie-Agentur
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EEG	Erneuerbaren-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich
el	elektrisch
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
EWärmeG BW	Erneuerbare-Wärme-Gesetz für Altbauten Baden-Württemberg
FVEE	ForschungsVerbund Erneuerbare Energien
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
GuD	Gas- und Dampfturbine (Kombi-Kraftwerk)
HeizAnlV	Heizungsanlagenverordnung
HH	Haushalte
HWWI	Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut
IEA	International Energy Agency
IdE	Institut dezentrale Energietechnologien
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IWES	Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
KMU	Kleine und Mittlere Unternehmen
KW	Kraftwerk
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
Öl-EL	leichtes Heizöl
Öl-S	schweres Heizöl

th	thermisch
THG	Treibhausgase
TWE	Trinkwassererwärmung
UBA	Umweltbundesamt
üNN	Höhe über Normalnull
WSchV	Wärmeschutzverordnung

Einheiten

a	Jahr
°C	Grad Celsius
CO_2	Kohlenstoffdioxid
EW	Einwohner
FM	Festmester
GJ	Gigajoule
GW/GWh	Gigawatt/Gigawattstunde
ha	Hektar
kg	Kilogramm
km/km²	Kilometer/Quadratkilometer
kW/kWh	Kilowatt/Kilowattstunde
el/therm	elektrisch/thermisch
kWp	Kilowatt-Peak (Spitzenleistung)
l	Liter
Mio.	Million
MJ	Megajoule
Mm	Millimeter
m/m²/³	Meter, Quadratmeter, Kubikmeter
MW/MWh	Megawatt/ Megawattstunde
t	Tonne
TM	Trockenmasse
Vfm	Vorratsfestmeter
W	Watt

Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

im September 2011 hat der Kreistag beschlossen, die Energiewende im Landkreis Gießen zu forcieren. So sollen bis 2020 Strom und Wärme zu einem Drittel aus Erneuerbaren Energien gewonnen werden. Nur 10 Jahre später, bis 2030 soll der der Bedarf an Strom und Wärme zu 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien generiert werden. Gelingt uns dies, reduzieren wir den CO_2-Ausstoß um 1.400.000 Tonnen und leisten damit einen wertvollen Beitrag zum Klimaschutz.

Gleichzeitig bietet die Energiegewinnung aus regenerativen Quellen in der Region eine große Chance, die Wertschöpfung im ländlichen Raum zu erhöhen. Der Anspruch an einen intelligenten Ausbau der Erneuerbaren Energien ist jedoch komplex. Ein solcher berücksichtigt die Anforderung, die Grund- und Spitzenlasten bei der energetischen Versorgung zu sichern, Wertschöpfung zu generieren und mit Landschafts-, Natur- und Artenschutz zu verbinden, kulturhistorische Werte zu erhalten sowie die Bevölkerung vor Ort frühzeitig einzubinden und im besten Fall am Betrieb von Energieerzeugungs-Anlagen zu beteiligen.

Um den Eingriff in Landschaft und Natur so gering wie möglich zu halten, brauchen wir belastbare Aussagen darüber, wie viel Strom und Wärme an welchen Orten im Landkreis benötigt werden, welche Ressourcen zur Verfügung stehen und wo die höchsten Potenziale für die Nutzung Erneuerbarer Energien vorliegen. Antworten darauf gibt das Integrierte Klimaschutzkonzept, dessen Abschlussbericht nun vorliegt. Als erstem Landkreis in Hessen ist es uns gelungen, neben den Strombedarfsanalysen ein Wärmekataster für das gesamte Kreisgebiet zu erstellen. Dieses zeigt die Wärmebedarfe in den Kommunen auf.

Die Untersuchungen zeigen, dass wir unseren Energieverbrauch, insbesondere für Heizwärme, erheblich reduzieren müssen. Die Kreisverwaltung geht mit gutem Beispiel voran und verringert den Energieverbrauch in ihren Liegenschaften kontinuierlich, z.B. durch die energetische Sanierung von Schulen.

Die Energiewende im Landkreis Gießen kann nur erfolgreich umgesetzt werden, wenn alle mitmachen. Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und wir, Bürgerinnen und Bürger im Landkreis Gießen, können einen Anteil zum Gelingen der Energiewende beizutragen, insbesondere durch das Einsparen von Primärenergie und den Ausbau der Nutzung regenerativer Energiequellen.

Ich freue mich über Ihre Unterstützung.

Ihre

Landrätin Anita Schneider

1. Zielsetzung

Der Umbau unseres Energiesystems bietet in wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Hinsicht große Chancen für unsere Gesellschaft und für zukünftige Generationen. Er stellt zugleich politische Entscheidungsgremien sowie jeden einzelnen Bürger vor enorme Herausforderungen. Die Ziele, die auf Bundes,- Landes und Kreisebene formuliert werden, müssen vor Ort umgesetzt werden. Deshalb ist die Rolle von Städten und Gemeinden bei der Umsetzung der Energiewende kaum zu überschätzen, und die interkommunale Zusammenarbeit ist in diesem Zusammenhang wichtiger denn je. Den Verantwortlichen im Landkreis Gießen ist dies bewusst, und mit dem vorliegenden Klimaschutzkonzept wird den insgesamt 18 Städten und Gemeinden ein Leitfaden angeboten, der Effizienzmaßnahmen sowie Wege zur Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen aufzeigt.

Die durch Treibhausgasemissionen der Strom- und Wärmeerzeugung sowie des Verkehrs hervorgerufene Klimaveränderung wird nicht mehr ernsthaft angezweifelt. Es gilt, die Ursachen zu beheben – denn die Kosten des Handelns sind geringer als die Kosten des Nicht-Handelns, worüber spätestens seit dem „Stern-Report“ [1] von 2006 in der Wissenschaft Einigkeit besteht.

Die Ziele der Bundesregierung sowie die Ziele des Landes Hessen erfordern entschlossenes Vorgehen. Um bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren, bzw. um bis 2050 den Endenergieverbrauch vollständig mit erneuerbaren Energieträgern zu decken, müssen Konzepte auf lokaler und regionaler Ebene eng miteinander verzahnt werden. Die Ambitionen des Landkreises sind in dieser Hinsicht vorbildlich. Bereits zahlreiche Projekte finden im Landkreis Gießen statt und haben bereits in den vergangenen Jahren dazu beigetragen, dass das Thema in der Öffentlichkeit aus verschiedenen Perspektiven diskutiert wird. Ein erster Kreistagsbeschluss zur Förderung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien wurde bereits 2006 gefasst. Modellregionen, Pilotprojekte, und andere wegweisende Initiativen sind Ausdruck der Verankerung des kommunalen Klimaschutzes vor Ort. Im September 2011 beschloss der Kreistag konkrete Klimaschutzziele für den Landkreis Gießen: bis 2020 sollen Strom und

[1] Quelle: Nicolas Stern: The Stern Review: The Economics of Climate Change,Cambridge University Press, 2006

Wärme zu 33%, bis 2030 zu 100% aus Erneuerbaren Energien hergestellt werden. Der Wärmeenergiebedarf für die nicht sanierten, kreiseigenen Liegenschaften soll um 30% gesenkt werden, der Strombedarf der kreiseigenen Liegenschaften soll bis 2016 zu 40% aus regenerativen Quellen gedeckt werden.

Das vorliegende Integrierte Klimaschutzkonzept für den Landkreis Gießen soll dazu beitragen, dass durch transparente Entscheidungswege das Themenfeld nicht als „Black-Box“ im politischen Raum steht, sondern aktive Beteiligungsprozesse stattfinden können. Die Erfassung der Strom- und Wärmeverbrauchsdaten bietet eine stabile Diskussionsgrundlage, um zielführende Strategien zu entwickeln. Die durchgeführten Potenzialanalysen zielen darauf ab, die großen Chancen der Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien sowie die Bandbreite dessen abzubilden. Die skizzierten Szenarien zeigen Alternativen zur fossilen Energiegewinnung auf.

Wesentlich für das Gelingen der Energiewende ist eine Identifikation der Bürger mit den Zielen und Inhalten der politischen Entscheidungen. Denn davon hängt die Akzeptanz der Projekte ab. Das Integrierte Klimaschutzkonzept des Landkreises soll den Dialog fördern: zwischen Bürgern, Verwaltung, Skeptikern und Befürwortern, Experten und Laien. Es soll dazu beitragen, dass die lokalen Initiativen Daten und Quellen im Landkreis kennen und einzuordnen wissen, damit das Thema Klimaschutz als gesamtgesellschaftliche Aufgabe angenommen wird.

2. Zusammenfassung

Der Gesamtverbrauch für Strom und Wärme im Landkreis Gießen macht deutlich, dass knapp über drei Viertel der Endenergie im Strom- und Wärmebereich zur Bereitstellung von Wärme verwendet werden. Oftmals stehen im Zentrum der öffentlichen Diskussionen Aspekte des Stromverbrauchs mit den entsprechend möglichen Einsparpotenzialen. Das Handlungsfeld Wärme muss mehr in den Fokus gerückt werden, um dessen massive Einsparpotenziale auf der Seite der Verbraucher hinsichtlich Effizienz und Suffizienz (Einsparung durch verändertes Konsumverhalten) sowie auf Erzeugungsseite die kommunalen Aktivitäten zum Ausbau der erneuerbaren Energiequellen noch erheblich zu steigern (z.B. über eine Erhöhung des Biomasseanteils im Rahmen regionaler Fernwärmeversorgung (Biogas, Holz) oder über die energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen).

Abbildung 1 zeigt die Verteilung des Endenergiebedarfs im Landkreis Gießen für den Strom- und den Wärmebereich.

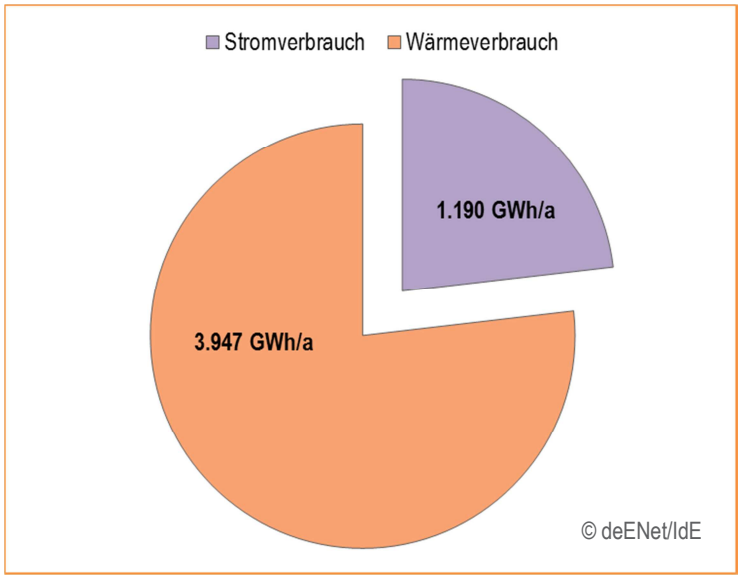


Abbildung 1: Aufteilung Strom- und Wärmeverbrauch 2011

Die Bilanzierung dieser Verbrauchsdaten hinsichtlich der CO_2-Emissionen erfolgte mit der Schweizer Software „ECO-Region“, die nach Energieträgern aufgeteilt für die Sektoren Haushalte, Gewerbe, Industrie und Verkehr die Emissionen aufzeigt. Um eine Reduzierung der Emissionen zu erreichen, müssen die privaten Haushalte gezielt angesprochen werden, denn im Landkreis Gießen machen die dort entstehenden Emissionen 55% des gesamten Strom- und fast 75% des Wärmeverbrauches aus (vgl. Abbildung 2). Die Emissionen im Bereich Industrie sind im Vergleich zum Bundesdurchschnitt sehr gering.

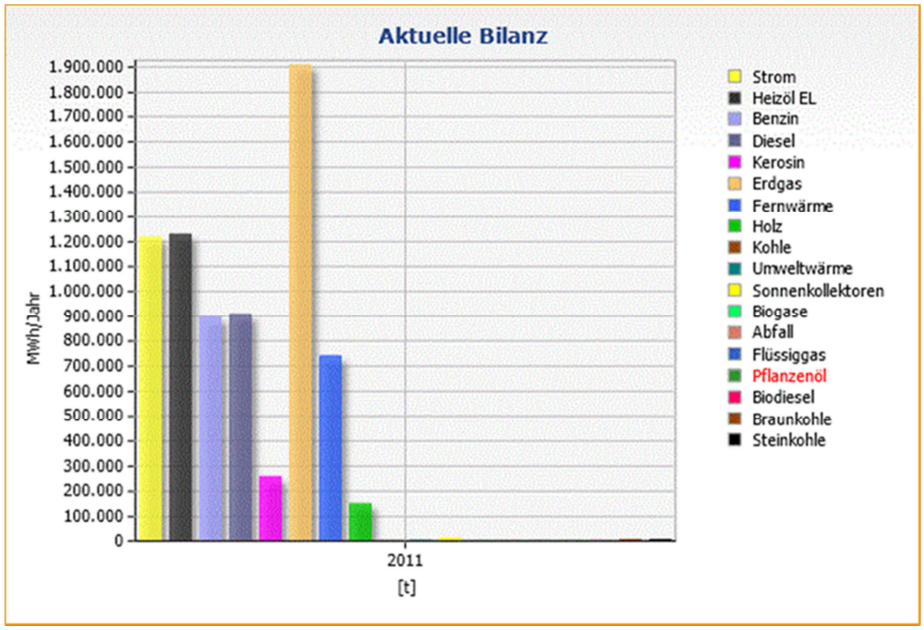


Abbildung 2: Gesamtbilanz nach ECO-Region

Die Potenzialermittlung für den Ausbau der erneuerbaren Energien macht deutlich, dass prinzipiell eine Deckung zu 100% aus erneuerbaren Energien im Strombereich und im Wärmesektor möglich ist. Sowohl der Ausbau der Windkraftanlagen als auch eine erhöhte Nutzung der Photovoltaik ließe dies für die Stromerzeugung zu. Die Windkraftpotenziale sind sehr detailliert, für alle im Teilregionalplan Energie Mittelhessen vorgeschlagenen Flächen, mit Hilfe von GIS-Darstellungen im vorliegenden Konzept dargestellt (vgl. Anhang). Zur Wärmegewinnung sollte der Anteil der Biomasse gesteigert werden und Solarthermieanlagen sowohl auf Dächern als auch in der Fläche installiert werden. Auch die Nutzung von Wärmepumpen sollte gefördert werden.

Die Szenarien des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes sind auf die Potenzialanalysen gestützt. Die Auswertung geht über eine reine CO_2-Bilanz hinaus. Neben dieser ist eine Wertschöpfungsanalyse durchgeführt worden. Es werden monetäre Effekte in EURO sowie neue und gesicherte Beschäftigung in Vollzeitarbeitsplätzen abgebildet, sodass aus der Analyse hervorgeht, welche Akteure unter welchen Bedingungen und in welchem Umfang von der Umstellung des Energiesystems profitieren. Außerdem ist die Energieerzeugung nach Lastprofilen analysiert worden, um mögliche Effekte für das Stromnetz darzustellen. Die Auswertung zeigt die Überschüsse und den „Importbedarf“ für den Landkreis nach Einspeisung aller erneuerbaren Energie-Stromerzeuger im Vergleich zum heutigen Lastprofil. Es wird deutlich, dass die PV-Erzeugung an einigen Tagen den

Bedarf übersteigt. Bei der Nutzung der Windenergie sind die Überschüsse noch erheblich größer.

3. Aufbau des vorliegenden Integrierten Klimaschutzkonzeptes für den Landkreis Gießen

Im Wesentlichen ist das vorliegende Klimaschutzkonzept (KSK) in drei Teile aufgeteilt. Einer Bilanzierung der gegenwärtigen CO_2-Verbräuche folgt die Ermittlung möglicher Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energien in den Kommunen des Landkreises Gießen. Abgeleitet davon sind abschließend Vorschläge für verschiedene Maßnahmen in den Sektoren Haushalt, Gewerbe, Verkehr und für öffentliche Liegenschaften aufgeführt.

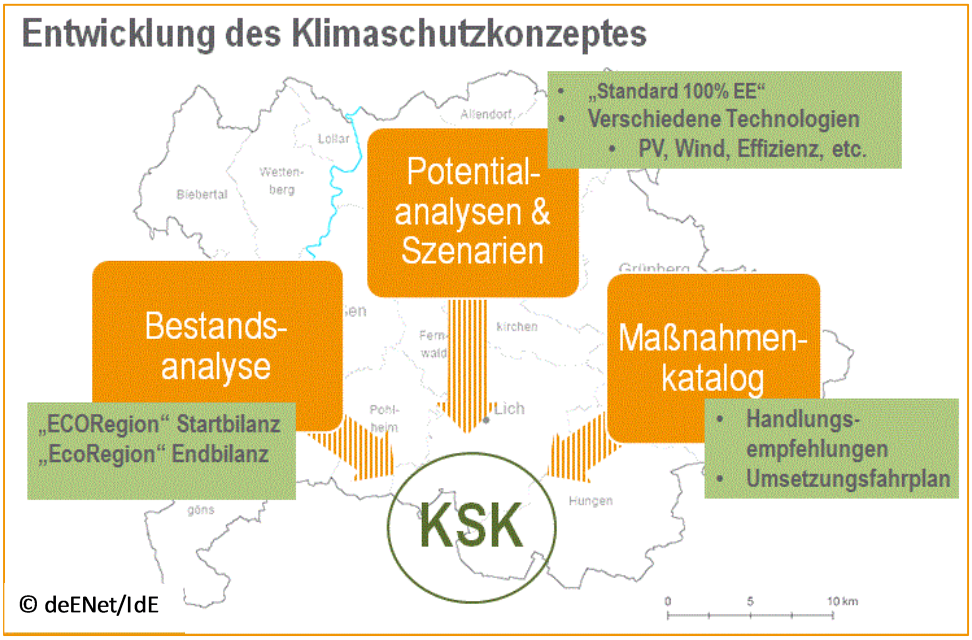


Abbildung 3: Erstellung des Klimaschutzkonzeptes[2]

4. Rahmenbedingungen im Landkreis Gießen

Zunächst sollen die allgemeinen Rahmenbedingungen aufgeführt werden, auf die sich die Bilanzierung sowie die Potenzialerhebung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes stützt. Neben der topographischen und der klimatischen Lage sind dies sozi-strukturelle Aspekte zur Bevölkerungsentwicklung, zu Wirtschaft und zu Mobilität.

[2] Quelle: deENet, Vorstellung im Energiebeirat, Gießen, 20.11.2012

4.1. Topographie und Klima

Der Vordere Vogelsberg, der östlich des Gießener Beckens liegt, nimmt den größten Teil des Landkreises ein. Es handelt sich um eine vorgelagerte Basaltformation nordwestlich des größten zusammenhängenden Vulkangebietes Europas, dem Vogelsberg. Der Vordere Vogelsberg ist geprägt vom Lumda-Plateau, einer Basaltdecke auf ca. 400m üNN. Das Gießener Becken, in dem mit der Stadt Gießen die größte Stadt des Landkreises Gießen liegt, zählt dagegen zur Beckenlandschaft des westhessischen Berglandes. Große Waldflächen prägen das Bild des Landkreises. Von der Gesamtfläche des Landkreises (854,6 km²) nehmen Privat- und Staatsforst zusammen 35% ein[3]. 45% werden landwirtschaftlich genutzt, die restliche Fläche dient als Siedlungs- und Verkehrsfläche[4] - somit handelt es sich um einen dünn besiedelten und von suburbanem Raum geprägten Landkreis. Nordwestlich an das Gießener Becken schließt sich das Gladenbacher Bergland an. Südlich grenzt der Landkreis Gießen an die Wetterau, südwestlich an den Taunus.

Größter Fluss ist die Lahn. Zwischen Lollar (nördlich von Gießen) bis zur Mündung ist die Lahn Bundeswasserstraße. Sie betritt im Norden bei Odenhausen das Kreisgebiet und fließt nach Süden durch die Stadt Gießen. Dort knickt der Fluss Richtung Westen ab und fließt bei Dutenhofen in den Lahn-Dill-Kreis. An der Landkreisgrenze wurde bis in die 1980er Jahre Kies abgebaut, heute ist der See Teil eines der größten Naturschutzgebiete Hessens.

Abgesehen von der Lahn sind einige kleinere Fließgewässer im Landkreis zu finden, es handelt sich dabei vor allem um Zuflüsse in die Lahn (z.B. Ohm), sowie die Gewässer des Vorderen Vogelsberg, von denen jedoch keiner als Verkehrsweg genutzt wird.

Das Klima in Gießen gehört zu den feucht-gemäßigten Deutschlands. Der kälteste Monat ist der Januar mit durchschnittlich −0,1 °C, am wärmsten wird es im Juli mit einem Mittel von 18,2 °C. Der Frühling ist vergleichsweise trocken. Der regenärmste Monat ist der März mit durchschnittlich 31 mm Niederschlag, was im Vergleich mit anderen hessischen Stationen recht wenig ist (Frankfurt/Main: 51 mm, Fulda: 48 mm, Kassel: 51 mm, Marburg/Lahn: 56 mm, Darmstadt: 49 mm). Der regenreichste Monat ist der Juni (66 mm Niederschlag), für Hessen ebenfalls leicht

[3] Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, 2012
[4] Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2012

unterdurchschnittlich (Frankfurt/Main: 70 mm, Fulda: 73 mm, Kassel: 79 mm, Marburg/Lahn: 66 mm, Darmstadt: 74 mm Niederschlag). Auch der Jahresniederschlag ist daher niedrig. Die durchschnittliche Sonnenscheindauer für den Landkreis beträgt 1.625 Stunden/a, was unter dem bundesweiten Durchschnitt liegt (1.651 Stunden/a).[5]

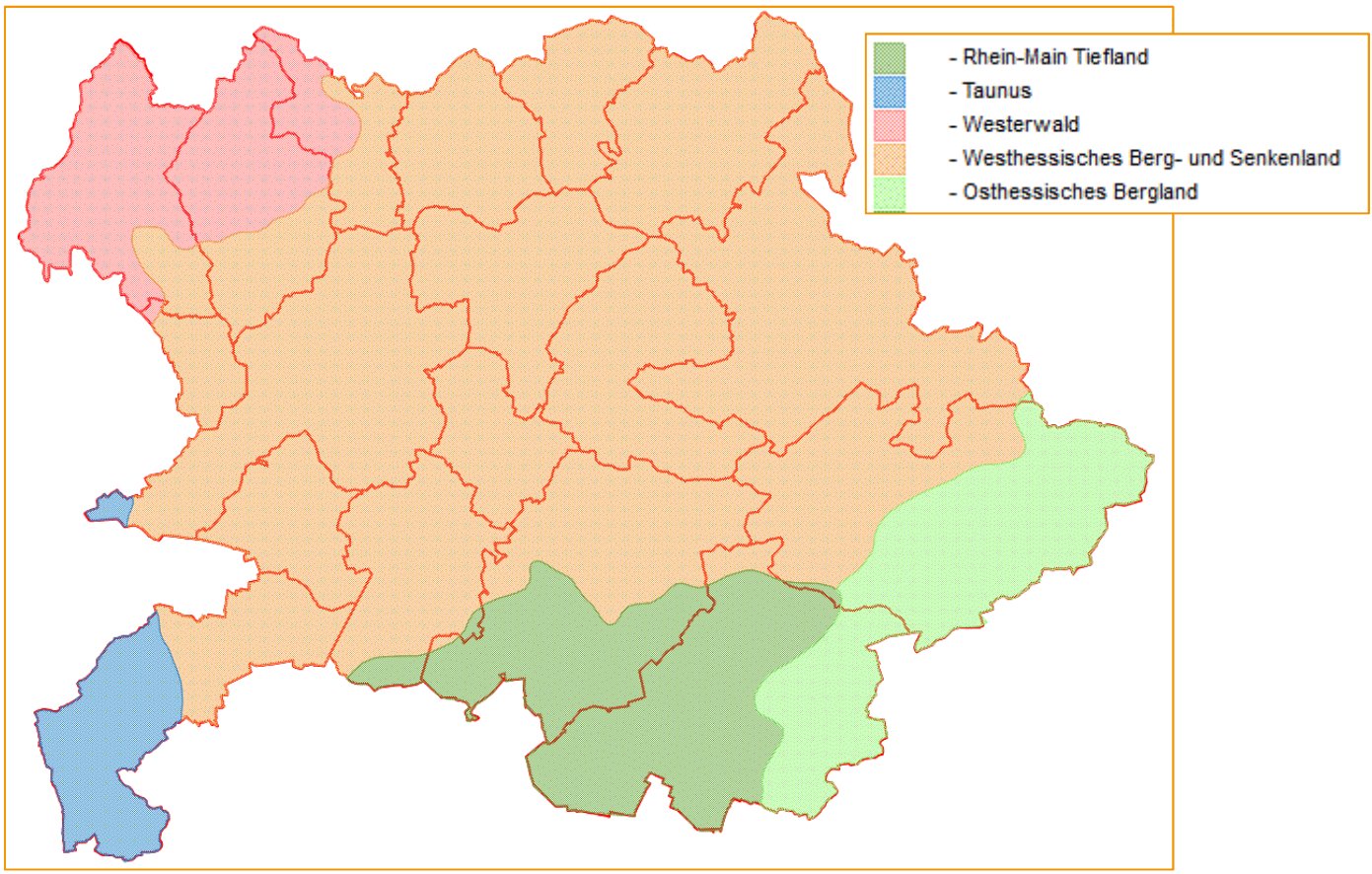


Abbildung 4: Naturräumliche Gliederung im Landkreis Gießen[6]

4.2. Bevölkerung, Verkehr, Tourismus

Im Zentrum der Region Mittelhessen liegt der Landkreis Gießen. Zehn Städte (Allendorf / Lumda), Gießen (Universitätsstadt, Stadt mit Sonderstatus und Kreisstadt), Grünberg, Hungen, Laubach, Lich, Linden, Lollar, Pohlheim und Staufenberg) sowie acht Gemeinden (Biebertal, Buseck, Fernwald, Heuchelheim, Langgöns, Rabenau, Reiskirchen und Wettenberg) werden dem Landkreis Gießen zugeordnet. Nördlich grenzt der Landkreis Gießen an den Landkreis Marburg-

[5] Quelle: Statista (http://de.statista.com/statistik/daten/studie/249925/umfrage/sonnenstunden-im-jahr-nach-bundeslaendern/)
[6] Quelle: Landkreis Gießen (http://195.145.201.44/lkgibuergergis/asp/main.asp)

Biedenkopf, östlich an den Vogelsbergkreis, südlich an den Landkreis Wetteraukreis und westlich an den Lahn-Dill Kreis.

Die Einwohnerzahl des Landkreises beträgt 257.387 Personen[7] (Stand 2011) was einer mittleren Einwohnerdichte von 301,2 Einwohnern pro km² entspricht. Damit liegt die Bevölkerungsdichte für den Landkreis insgesamt über dem Bundesdurchschnitt, welcher bei 230 Einwohnern pro km² liegt. Allerdings wird dieser Schnitt durch die hohe Einwohnerdichte der Stadt Gießen erreicht – bleibt die Bevölkerung der Stadt unberücksichtigt, ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 226 Einwohnern/km² und damit leicht unter dem Bundesdurchschnitt. Entgegen dem aktuellen Trend der Bevölkerungsentwicklung konnte der Landkreis Gießen mit dieser Zahl sogar ein leichtes Wachstum gegenüber dem Vorjahr verzeichnen. Abbildung 5 gibt den Verlauf der Bevölkerungsentwicklung seit 2000 wieder:

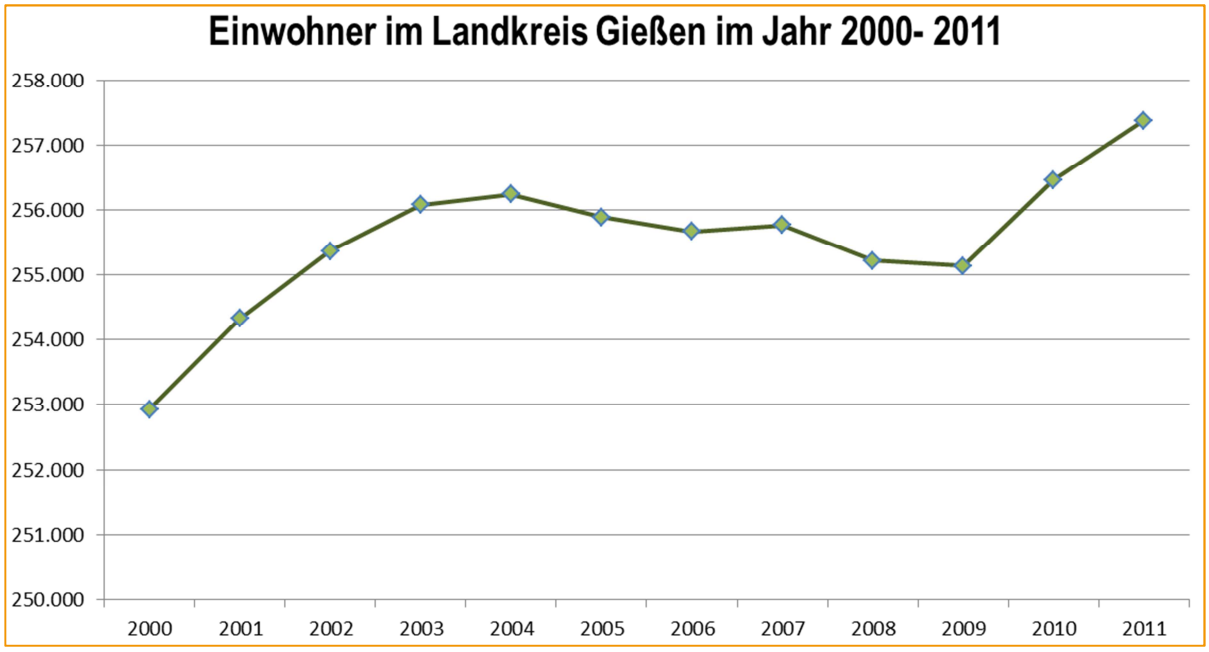


Abbildung 5: Einwohnerentwicklung im Landkreis Gießen

Der positive Wachstumstrend beschränkt sich jedoch nur auf einen kleinen Teil des Kreisgebiets und umfasst die Städte Lich, Linden, Wettenberg, Pohlheim, Staufenberg und Gießen. Für die meist ländlichen Teile mit einer Entfernung von mehr als 12 km zu Gießen wurde ein negatives Wachstum prognostiziert.[8]

[7] https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Regionales/Kreiszahlen1023001127004.pdf?_blob=publicationFile

[8] Quelle: www.regiongiessen.de/fileadmin/grafiken_content/LKGI/Einwohner/5_Einwohnerentwicklung_nach

Die Verteilung der Bevölkerung im Landkreis Gießen auf die einzelnen Kommunen ist in Abbildung 6 dargestellt.

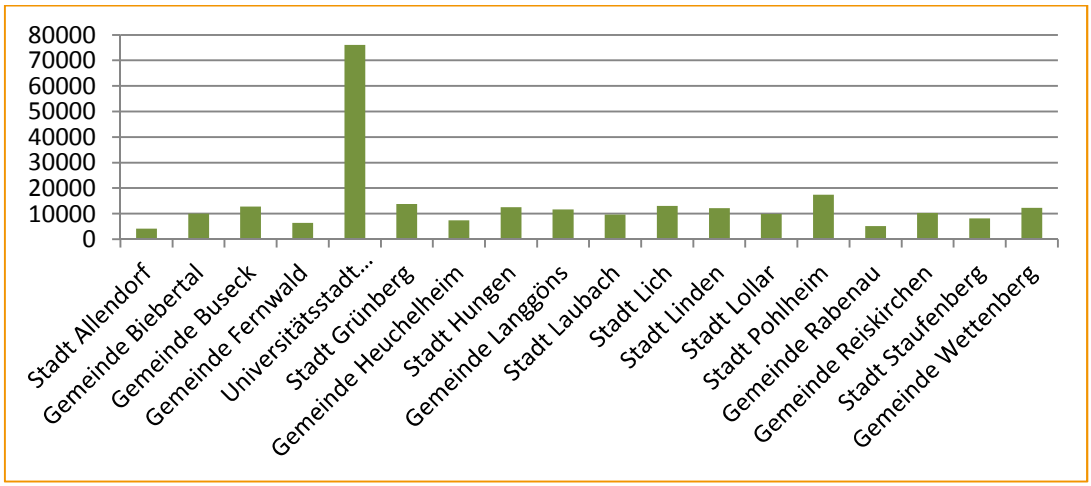


Abbildung 6: Bevölkerungsverteilung auf die Gemeinden des Landkreises

Die Arbeitslosenquote des Landkreises liegt derzeit bei rund 7%, was eine Gesamtbeschäftigtenzahl von 86.386 Personen bedeutet. Die Arbeitslosenquote liegt somit leicht über dem Hessendurchschnitt, wobei die Zahl der hochqualifizierten Beschäftigten im Landkreis Gießen ebenfalls über dem Hessendurchschnitt liegt (19,1% im Vergleich zu 11,9%).[9]

[9] Quelle Stadt Gießen (http://www.giessen.de/PDF/Gie%C3%9Fen_in_Zahllen.pdf)

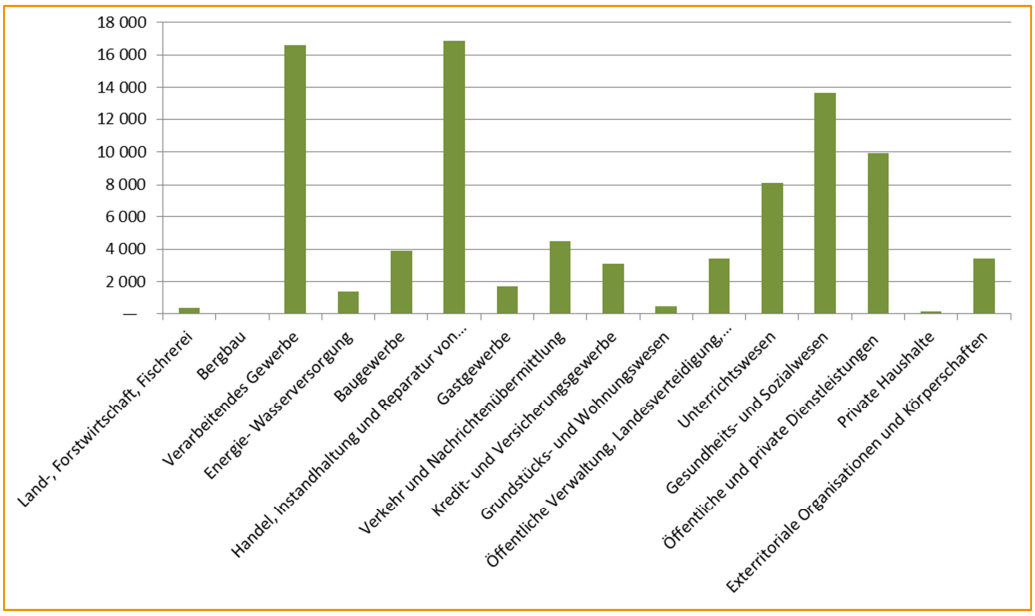


Abbildung 7: Sozialversicherungspflichtige und geringfügig entlohnte Beschäftigte[10]

4.3. Verkehrsinfrastruktur und Fahrzeugbestand

Die Universitätsstadt Gießen ist kulturelles, soziales und wirtschaftliches Zentrum des Landkreises. Dies spiegelt sich auch in der Infrastruktur des öffentlichen Nah- und Fernverkehrs wider. Der Bahnhof Gießen ist bedeutender Knotenpunkt im Landkreis mit direkter Anbindung an das, insbesondere für Berufspendler relevante Rhein-Main-Gebiet („Main-Weser-Bahn“ Kassel-Gießen-Frankfurt, u.a. InterCity-Züge im 2-Stunden-Takt). Zudem ist die Stadt Gießen Anfangs- bzw. Endstation der in das Umland verkehrenden „Vogelsbergbahn“ (Gießen-Fulda), der „Lahn-Kinzig-Bahn“ (Gießen-Gelnhausen) sowie der „Lahntalbahn“ (Gießen –Koblenz).

Der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) im Landkreis wird durch den Zweckverband Oberhessische Versorgungsbetriebe (ZVO) bzw. deren Aufgabenträgerorganisation, der Verkehrsgesellschaft Oberhessen mbH (VGO) in Kooperation mit dem Verkehrsverbund Rhein-Main-Verbund (RMV) organisiert. Die Stadt Gießen gehört allerdings nicht zum Zuständigkeitsbereich des ZVO, da sie als Sonderstatusstadt eigener ÖPNV-Aufgabenträger ist. Im Wesentlichen lassen sich drei Kategorien der Verkehrsnachfrage für den ÖPNV im Landkreis Gießen unterscheiden:

[10] Quelle: Arbeitsmarkt in Zahlen. Beschäftigungsstatistik Sozialversicherungspflichtig und geringfügig entlohnte Beschäftigte. Stand 31.12.2011

- Verbindungen mit Zielort Stadt Gießen (Schüler, Studenten, Arbeitnehmer, Einkaufende und Freizeitausflügler)
- Verbindungen mit Ziel Rhein-Main-Gebiet (überwiegend Berufspendler)
- Verbindungen innerhalb des Kreisgebietes (überwiegend Beförderung von Schulkindern)[11]

Eine Übersicht der Pendlerströme (Ein- und Auspendler) des Landkreises im Jahr 2012 ist im Anhang (**Abbildung 78**) dargestellt.

Das überörtliche Straßennetz des Landkreises Gießen umfasst eine Länge von insgesamt 753,0 km[12] (Stand 1.1.2013). Davon entfallen 10% (75,3 km) auf die vier durch den Landkreis verlaufenden Bundesautobahnen (A 5, der A 45, der A 485 und der A 480). Die Stadt Frankfurt am Main und der internationale Flughafen ist über die Bundesautobahn A5 in ca. 50 km Entfernung zu erreichen. Eine Anbindung an das Bundesautobahn-Netz ist durch zahlreiche Zubringerstraßen, darunter die stark frequentierten Bundesstraßen B3 Gießen-Marburg sowie B49 Gießen-Wetzlar, aus dem ganzen Landkreis gegeben. Die Bundesstraßen haben eine Streckenlänge von insgesamt 110,7 km, die Landesstraßen umfassen mit 376,5 km 50% des überörtlichen Streckennetzes, die Kreisstraßen betragen 190,5 km. Das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsflüsse der einzelnen Straßenabschnitte werden in einer Verkehrsmengenkarte abgebildet. Diese ist im Anhang zu finden. Auf Grundlage der günstigen Verkehrsanbindungen werden aus jedem Ort des Landkreises durchschnittlich nur 15,4 Minuten (PKW-Fahrzeiten) in das nächste Oberzentrum benötigt, im Landesdurchschnitt sind 27,2 Minuten bzw. 34,8 Minuten im Bundesdurchschnitt erforderlich[13]

Fahrzeugbestand

Mit Stichtag 1.1.2012 sind insgesamt 164.152 Kraftfahrzeuge im Landkreis Gießen zugelassen. Den größten Anteil nehmen mit 83% (136.995) die Personenkraftwagen (PKW) ein. Der Motorisierungsgrad beträgt 534 PKW je 1000 Einwohner und liegt somit leicht über dem Bundesdurchschnitt von 525 PKW[14]. Fahrzeugzulassungen

[11] Quelle: Nahverkehrsplan für den ZVO, Fortschreibung 2009-2013, S.80
[12] Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden 2013
[13] Quelle: Ausgewählte Sturkturindikatoren aus der laufenden Raumbeobachtung des BBSR, www.raumbeobachtung.de:
[14] Quelle. http://www.kba.de/cln_030/nn_1311074/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Fahrzeugklassen Aufbauarten.html

(FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken 1. Januar 2012): 7% (12.274) der Fahrzeuge sind als Krafträder, 5% (7.978) als Lastkraftwagen (LKW) und 4% (5.830) als Zugmaschinen, darunter land- und forstwirtschaftliche Maschinen, zugelassen[15]. Die Entwicklung des Kraftfahrzeugbestandes im Landkreis im Zeitraum von 1996 bis 2012 wird in Abbildung 8 aufgezeigt. Ab 01.01.2008 werden vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge nicht mehr in der Statistik aufgeführt, so dass die Werte mit den vorherigen Jahren nicht mehr vergleichbar sind.

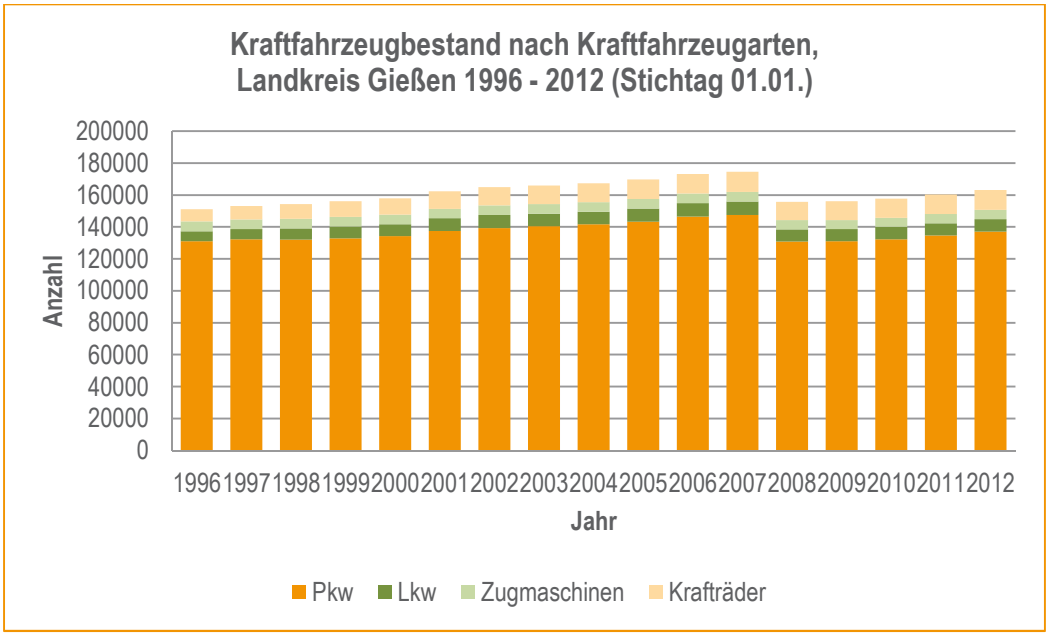


Abbildung 8: Kraftfahrzeugbestand, eigene Darstellung nach Kraftfahrt Bundesamt

Alternative Antriebsarten (Elektro-Fahrzeuge, Hybrid-Fahrzeuge, mit Flüssiggas oder mit Erdgas betriebene Fahrzeuge) bilden beim Kraftfahrzeug-Bestand im Landkreis – wie im gesamtdeutschen Raum – eher die Ausnahme. 69% (95.541) der PKWs sind mit Stichtag 1.1.2013 mit Ottomotoren/Benzin betrieben, 30% (41.173) mit Dieselmotoren. Nur 1% (2.150) der PKWs im Landkreis sind mit alternativen Antriebsarten ausgestattet. Der Großteil darunter verfügt über eine bivalente Antriebstechnik (Benzin und Flüssiggas/Erdgas). Im Landkreis Gießen sind insgesamt 207 PKWs mit Erdgas betrieben, 4 PKWs mit Flüssiggas, 279 PKWs

[15] Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt, www.kbashop.de

verfügen über einen Hybrid- und 16 Fahrzeuge über einen Elektro-Antrieb (Stichtag 1.1.2013) (vgl. .Abbildung 10).[16]

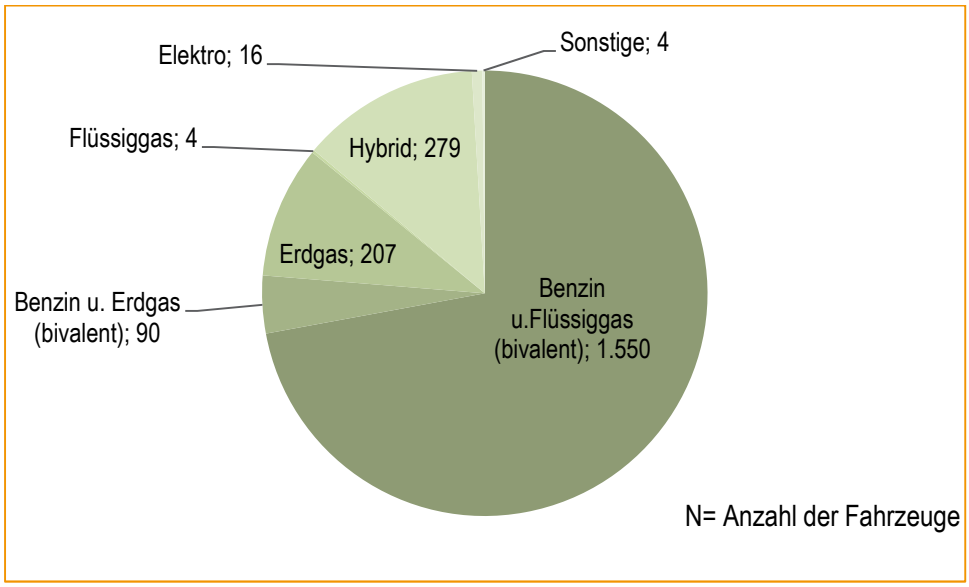


Abbildung 9: PKW-Bestand (Anzahl der Fahrzeuge) im LK Gießen nach alternativen Antriebsstoffen (Stichtag 1.1.2013)[17]

Den Elektro-Fahrzeugen steht seit 2011 eine erste öffentliche E-Tankstelle im Landkreis (im Hof der Kreisverwaltung) zur Verfügung.[18]

4.4. Klimaschutz und erneuerbare Energien im Landkreis Gießen

Mit einem überparteilichen Beschluss wurden für den Landkreis Gießen bereits im Jahr 2006 die Weichen in Richtung einer regenerativen Energieversorgung gestellt. Damit hat sich der Kreistag das Ziel gesetzt, „den Landkreis Gießen zu einer Modellregion erneuerbare Energien“ zu entwickeln.“[19] Dieses Ziel soll auf unterschiedlichen Wegen erreicht werden. Zum einen soll das große Potenzial hinsichtlich der vorhandenen Biomasse, besonders im Bereich Holz, gezielt ausgebaut werden. Zum anderen will der Kreistag das Thema der Energieeffizienz konkret angehen und insbesondere den Bereich der Wärme fördern und verbessern. Ausdruck der großen Bedeutung der Energiepolitik im Landkreis ist der Energiebeirat. Dieser setzt sich aus Vertretern aus Politik, Wirtschaft und sachkundigen Bürgern zusammen (Näheres siehe Kap. 10.1.). Das Handeln der

[16] Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt 2013
[17] Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt 2013
[18] Quelle: Landkreis Gießen (http://www.lkgi.de/w3alkgiLK/cms/Aktuelles/News/Ladesaeule_fuer_EFahrzeuge_in_Betrieb_genommen. 2640.htm; jsessionid=97C9A650B320829010D209F7E7D061CB
[19] Quelle: Landkreis Gießen (www.lkgi.de)

politischen Ebene, insbesondere die Effizienzsteigerung, wird durch verschiedenste Veranstaltungen auf unterschiedlichen Ebenen für möglichst viele Interessengruppen unterstützt. Auf Ebene der kleinen und mittleren Unternehmen wurde so unter anderem die Veranstaltungsreihe „Schritt für Schritt Energiekosten senken“ ins Leben gerufen. Diese kostenlose Veranstaltung soll die im Landkreis Gießen angesiedelten kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs) dabei unterstützen, gezielt Energie einzusparen. Zahlreiche Initiativen zum Ausbau der erneuerbaren Energien sind im Landkreis umgesetzt worden – beispielweise entstand in einer ehemaligen Bergbauhalde der Solarpark Hungen.[20]

Drei Landkreise kooperieren bei der „Bioenergie-Region Mittelhessen“. Erklärtes Ziel ist es, die Nutzung des Biomasse-Potenzials deutlich zu erhöhen, weshalb entsprechende Wärmekonzepte fokussiert werden. Auch das Modell Energieeffizienz in der Dorferneuerung ist bundesweit beispielgebend. Es zeigt, dass die Einsparpotenziale aufgrund energetischer Sanierung bei 50% des Energieverbrauchs in privaten Haushalten liegen können. Der Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung auf kommunaler Ebene (Hungen, Rabenau, Staufenberg, Heuchelheim etc.) mit Beteiligung von Bürgern und Kommunen (Sonnenland e.G.) machen deutlich, dass Partizipation der Bürger unabdinglich für den Erfolg der Energiewende ist. In diesem Sinne wurde auch der „Energietag Landkreis Gießen“ konzipiert, der im Juni 2013 zum ersten Mal stattfand und nun verstetigt werden soll. Im Rahmen von Workshops wurden gezielt die Themen Bioenergie für den Wärmemarkt, Steigerung der Energieeffizienz und Windkraftnutzung diskutiert. Auch zielt das Schulprojekt „Energie und Klima“ auf das Thema Effizienz ab und strebt an, Kinder frühzeitig und nachhaltig für das Thema Energie zu sensibilisieren und so einen bewussten Umgang in der Zukunft herbeizuführen. Auch seitens der Stadtwerke Gießen und der ovag wird in den letzten Jahren verstärkt auf eine regionale und nachhaltige Stromerzeugung gesetzt und mit den Produkten „Gießener Grünstrom“, bzw. „ovag NATUR[21] gezielt vermarktet.[22]

Die politischen Absichtserklärungen im Landkreis Gießen sind im vorliegenden Klimaschutzkonzept hinsichtlich der Konstruktion von Szenarien (Kapitel 7) berücksichtigt worden. Die Energiepolitik des Landkreises zielt auf einen Anteil von

[20] Quelle: http://www.solarpark-hungen.de/texte/seite.php?id=67276
[21] Quelle: http://www.ovag-energie.de/oe/ovag-energie
[22] Quelle: http://www.giessener-gruenstrom.de/

33 Prozent erneuerbarer Energie am gesamten Energieverbrauch bis zum Jahr 2020 ab und strebt an bis spätestens zum Jahre 2030 den Bedarf (ohne Verkehr) zu 100 Prozent in der Region zu decken.[23]

5. CO_2-Bilanzierung

Grundlage ist die Erfassung der aktuellen Verbräuche im Landkreis, gesondert nach Sektoren und aufgeschlüsselt nach den einzelnen Energieträgern. Anhand der Energiebilanz werden die CO_2-Emmissionen berechnet. Die Aussagekraft ist abhängig von der Datengrundlage bzw. der Güte regionaler Daten – was bedeutet: je detaillierter desto besser. Dabei ist zu beachten, dass die Verfügbarkeit der Daten nicht-leitungsgebundenen Energieträger (wie Holz, Kohle) komplizierter ist als die der leitungsgebundenen Energieträger wie Strom oder Gas.

Die CO_2-Bilanz ist aus zwei Gründen wesentlicher Bestandteil des Integrierten Klimaschutzkonzeptes des Landkreises Gießen: zum einen werden anhand der Datenauswertung die relevanten Handlungsbereiche und Schwerpunkte identifiziert. Denn ohne eine spezifische Bilanzierung der Treibhausgasemissionen können keine Maßnahmen zielgerecht für die jeweiligen Sektoren formuliert werden. Zum anderen kommt der CO_2-Bilanz die Rolle eines wichtigen Kontrollinstrumentes zu, um anhand fortschreibbarer Bilanzen die Entwicklung auch zukünftig überprüfen und steuern zu können.

5.1. Zur Methodik

Je nach Größe und Einwohnerzahl des entsprechenden Gebietes bieten sich unterschiedliche Methoden der Bilanzierung an. Außerdem muss „vom Ziel her“ gedacht werden, also die Frage berücksichtigt sein, mit welchem Ziel die Bilanz erstellt wird.

Die Bilanzen können prinzipiell nach Vorkommen, Umwandlung und Verwendung der Energieträger erstellt werden. Diese Ansätze richten den Blick auf eine Primärenergiebilanz, eine Umwandlungsbilanz oder eine Endenergiebilanz. Die Primärenergiebilanz beinhaltet die Gewinnung, die Verteilung und die Bestandsentnahme von Energie, umfasst also auch die Vorketten. In der Praxis

[23] Quelle: Landkreis Gießen (www. Lkgi.de)

werden im Rahmen von Klimaschutzkonzepten meist nur die fossilen Energieträger allokiert und die erneuerbaren Energien neutral behandelt. Eine Umwandlungsbilanz behandelt die Effizienz der Energieumwandlung, indem der Einsatz, der Verlust und der Ausstoß von Energie in den Umwandlungsanlagen errechnet werden. Dagegen beinhaltet die Endenergiebilanz (nach ECO-Region) nur die Verbrauchsdaten der Energie in einzelnen Bereichen.

Neben den verschiedenen Ausgangsbezügen muss die Frage der Bilanzgrenze bzw. der Bilanzierungsebene geklärt werden. Hier wird vor allem zwischen Territorialbilanz (Quellenbilanz: primärenergie- oder endenergiebasiert), Verursacherbilanz und akteurszentrierter Bilanz unterschieden.

Territoriale Bilanzen umfassen alle Emissionen auf einem definierten Gebiet. In Quellenbilanzen werden diese auf den Primärenergieverbrauch bezogen, unabhängig davon, woher die genutzte Energie kommt, und rechnet nur die Erzeugungsanlagen innerhalb des Territoriums ein. Die mit dem Importstrom zusammenhängenden Emissionen werden nicht bilanziert. Emissionen, die bei der Erzeugung des Export-Stroms entstehen, werden dagegen berücksichtigt.

Quellenbilanzen sind daher für Klimaschutzkonzepte mit kleinräumlichem Bezug nicht geeignet, denn die Standorte der Kraftwerke decken sich kaum mit den Gebieten der Abnehmer. Im Falle des Landkreises Gießen würden beispielsweise kaum Emissionen fossiler Kraftwerke anfallen, ein Teil der Kommunen aber bezieht Strom und Wärme auch von Versorgern, die Energie aus fossilen Werken von Standorten außerhalb des Landkreises zu Verfügung stellen.

Deshalb bieten sich endenergiebasierte Territorialbilanzen für Integrierte Klimaschutzkonzepte an. Es werden alle Emissionen, die direkt beim Verbraucher entstehen, verrechnet und somit auch die Emissionen aller Anlagen mitgerechnet, die Energie in das entsprechende Gebiet liefern. Ausgehend von der tatsächlich genutzten Strom- und Wärme-Energie werden Emissionen berechnet und mit den CO_2-Äquivalenten belegt.

Die Verursacherbilanz ist darauf ausgerichtet, alle Emissionen der einzelnen Akteure zu verrechnen, was für den Bereich Strom und Wärme ein korrektes, aber hochkompliziertes und auf Landkreisebene nicht praktikables Vorgehen bedeutet. Individuelle Verbräuche aller Akteure eines Gebietes miteinzubeziehen, erfordert auch alle außerhalb des Landkreis emittierten CO_2-Belastungen zu berücksichtigen,

die von Bewohnern des Landkreises verursacht werden wie Konsum von auswärts produzierten Produkten - hingegen bleiben z.B. Produktionsprozesse im Landkreis für externe Märkte in der Bilanz unberücksichtigt.

Allein für den Bereich Verkehr wird die Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip angewendet. Somit werden die CO_2-Emissionen, verursacht durch die Bewohner des Landkreises, berücksichtigt, der Durchgangsverkehr oder der Energieverbrauch von auswärtigen Pendlern jedoch nicht betrachtet. Grundsätzlich eignet sich für die Erhebung der verkehrsbedingten Emissionen, insbesondere für den Personen- und Straßengüterverkehr, auch eine endenergiebasierte Territorialbilanz, um kommunale Handlungsschwerpunkte darzustellen und Maßnahmenempfehlungen zu geben. Über die Verwendung der jeweiligen Bilanzierungsprinzipien bzw. der Bilanztiefe entscheidet maßgeblich die vorliegende Datensituation, die insbesondere für den ÖPNV-Bereich nicht in ausreichendem Maße vorlagen[24]. Zudem liegt in Abstimmung mit dem Auftraggeber der Schwerpunkt dieses Klimaschutzkonzeptes nicht im Bereich Mobilität, so dass eine erste Einschätzung der Größenordnung der CO_2-Emissionen des Verkehrsbereichs durch die Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip beabsichtigt wird.

Eine weitere Möglichkeit bietet die akteurszentrierte Bilanz, die auch in Kombination mit der endenergiebasierten Territorialbilanz sinnvoll sein kann. Demnach werden alle Emissionen bilanziert, die von den im Landkreis ansässigen Endverbrauchern verursacht werden, sowie alle Emissionen, die von Entscheidungsträgern im Landkreis zu verantworten sind. Dies bedeutet, dass nicht streng die Landkreisgrenze die Bilanzgrenze darstellt, sondern dass auch die Daten von Anlagen der Versorgungsunternehmen, an denen sie außerhalb des Landkreises beteiligt sind, in die Bilanz eingehen. Außerdem werden beispielsweise Verkehrskonzepte über die Landkreisgrenzen hinaus betrachtet. Es können Liegenschaften in die Berechnung miteinfließen, die in anderen Landkreisen stehen und auch von Vertretern des Landkreis Gießen genutzt werden.

[24] Der Nahverkehrsplan der ZVO wird aktuell überarbeitet und dafür relevante Daten erhoben.

5.2. Emissionsfaktoren Strom

Da der produzierte Strom nicht unmittelbar abgenommen, sondern in das Verteilnetz eingespeist wird, stellt sich die Frage, welcher Mix in den entsprechenden Gebieten bilanziert werden kann. Abzuwägen sind die Faktoren des Bundesstrommix gegenüber dem lokalen Strommix. In den meisten Klimaschutzkonzepten, die bisher (Stand 2013) erstellt worden sind, wird der Bundesstrommix zur Bilanzierung angenommen. Ein Vorteil ist, dass dies der vorherrschende Ansatz ist, so dass Konzepte auch untereinander verglichen werden können. Auch ECO-Region hat den Bundesstrommix als Grundlage für die Emissionsbilanz im Strombereich festgelegt (BUND Methode).

5.3. Emissionsfaktoren anderer Energieträger

Die BUND-Methode berechnet alle Emissionen der Energieträger außer Strom nach dem Territorialprinzip mit spezifischen Emissionsfaktoren laut GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme). Die Wärmeauskopplung von Werken auf dem Gebiet kann berücksichtigt werden (z.B. exergetisch).

Alternativ kann regional bilanziert werden (REGIO-Methode), indem die regionalen Stromverbrauchsdaten des Gebietes mit den regionalen Strommixdaten multipliziert werden. Ein solcher regionaler Strommix kann die Bilanzen jedoch erheblich verfälschen, insbesondere wenn Stromimporte und -exporte ungleich gewichtet werden.

5.4. Emissionen von Großemittenten

Anlagen mit einer Größe über 20 MW fallen unter das Emissionshandelsgesetz und werden nach den Regeln des Klimabündnisses[25] nicht in Klimaschutzkonzepten von einzelnen Kommunen mitgerechnet. Nach dem Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz werden diese Werke dem Landkreis angerechnet, auch in ECO Region lassen sich die Erzeugungsdaten erfassen (Im Landkreis Gießen ist eine Anlage mit über 20MW in der NAP Tabelle aufgeführt, diese wird nicht gesondert betrachtet).

[25] Zusammenschluss von mehr als 1.500 Mitgliedskommunen aus 18 europäischen Ländern, die sich verpflichtet haben, mittels einer Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen das Klima zu schützen. Das Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder / Alianza del Clima e.V. wurde 1990 gegründet. Bündnispartner sind die indigenen Völker der Regenwälder (vgl. www.klimabuendnis.org)

5.5. Witterungskorrektur

Um extreme Ereignisse der jährlichen Witterung nicht die Bilanz verfälschen zu lassen, können die Daten des Wärmeverbrauchs bei der Gebäudeheizung temperaturbereinigt werden. Dies zielt darauf ab, die CO_2-Emissionen möglichst unabhängig von äußeren Einflüssen bilanzieren zu können und Auswirkungen technischer Maßnahmen unter konstanten Bedingungen beschreiben zu können. Daher werden Durchschnittstemperaturen des langjährigen Mittels angenommen und an diese Annahmen angepasste CO_2-Emissionen errechnet. Wärmedaten außerhalb der Gebäudeheizung werden nicht temperaturbereinigt, da diese nicht wesentlich vom Wetter bestimmt werden.

5.6. Startbilanz mit ECO-Region

Als eine erste Annäherung zu den Daten des Landkreises wurde mit Hilfe der Schweizer Software „ECO-Speed“ mit dem Programm „ECO-Region“ eine grobe Bilanz erstellt. Das Grundprinzip ist einfach: anhand der Einwohnerzahlen und Beschäftigtendaten, die bei den statistischen Landesämtern abzufragen sind, werden die Verbräuche und Emissionen angezeigt. Diese Bilanz berücksichtigt allerdings die hinterlegten bundesdeutschen Durchschnittsdaten und ist daher für das Ziel, sektorenspezifische Verbräuche im Landkreis Gießen auszumachen, nicht ausreichend. Mit dem Programm können Bilanzen ab dem Jahr 1990 erstellt werden, wenn entsprechende Einwohner- und Beschäftigtendaten eingegeben werden. Die Aussagekraft der Startbilanz ist auch dahingehend beschränkt, da der Fokus des Klimaschutzkonzeptes auf zukünftige Reduktionsziele gerichtet ist und weniger auf den Verlauf der Vergangenheit (der aufgrund der Verwendung von Durchschnittsdaten zudem ungenau ist). Die Bilanzen liefern dennoch einen ersten Anhaltspunkt: die Verbräuche werden nach den einzelnen Energieträgern unterschieden und entsprechend graphisch dargestellt:

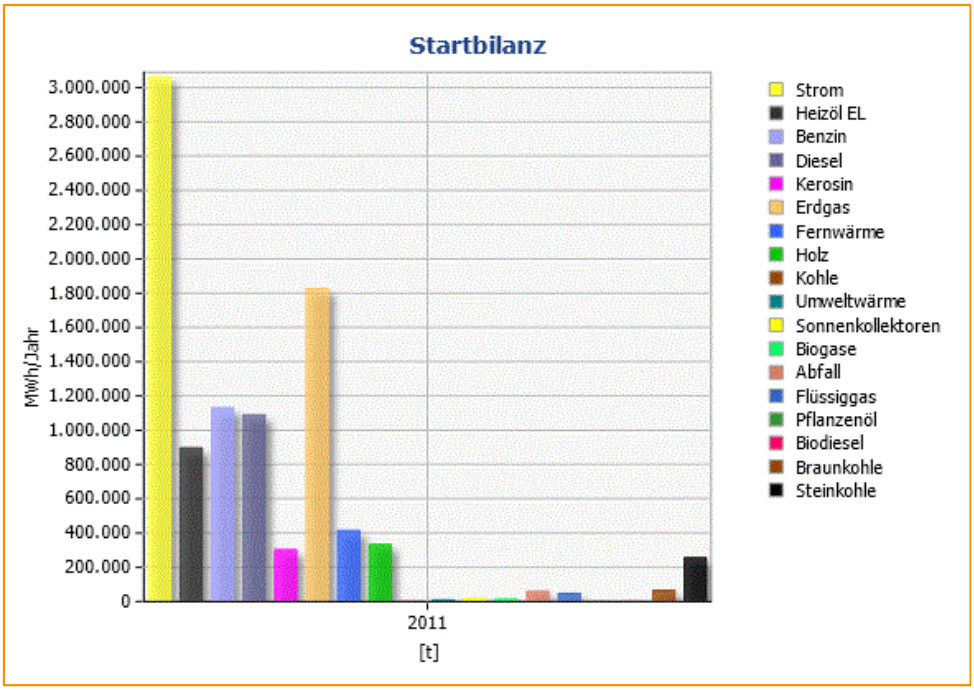


Abbildung 10: ECO-Region Startbilanz (LCA-Faktoren gemäß Eco-Region)

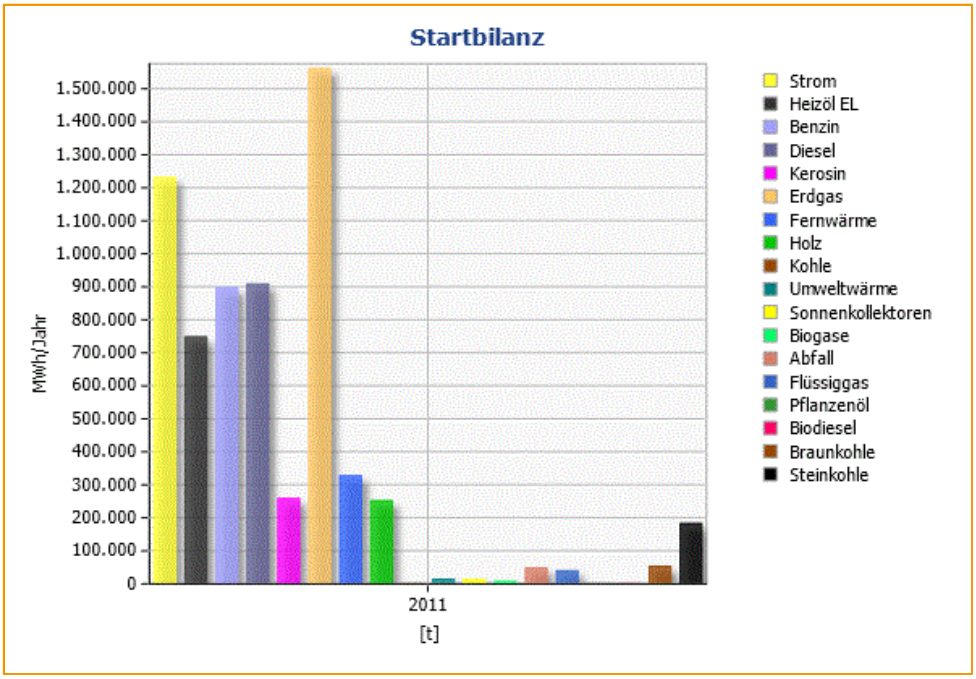


Abbildung 11: ECO-Region Startbilanz zur Endenergie

Gemäß der Einstellungsmöglichkeiten, die die Software bietet (Startbilanz LCA oder Startbilanz Endenergie) verdeutlichen Abbildung 10 und Abbildung 11, wie sich die Berücksichtigung der LCA (Life Cycle Assessment) - Faktoren auf das Bilanzergebnis auswirkt (vgl. insb. Balken: „Strom“). Bei der Bilanzierung nach LCA werden der gesamte Energieaufwand und alle CO_2-Emissionen betrachtet, die mit dem Endenergieverbrauch verbunden sind.

5.7. Endbilanz mit ECO Region

Die Ergebnisse der Startbilanz basieren auf Durchschnittsdaten für Deutschland. Für eine aussagekräftige landkreisspezifische Darstellung sind diese Daten nicht ausreichend. Deshalb werden für alle Sektoren von den Energieversorgern regionale Daten abgefragt, sowie die nicht-leitungsgebundenen Energieträger ermittelt, um eine detaillierte Landkreis-Bilanz erstellen zu können.

Für die leitungsgebundenen Energieträger liegt eine gute Datenlage vor. Für die nicht-leitungsgebundenen Energieträger sind teilweise Sekundärdaten zu verwenden bzw. Annahmen zu treffen, (vgl. Kapitel 5.8). Bezüglich der Datenbeschaffung ist festzuhalten, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen deENet, AC Consult & Engineering GmbH und der Stabsstelle Wirtschaftsförderung, Tourismusförderung, Kreisentwicklung des Landkreis Gießen stattgefunden hat.

In Abbildung 12 ist das Ergebnis der Auswertung mit ECO-Region dargestellt:

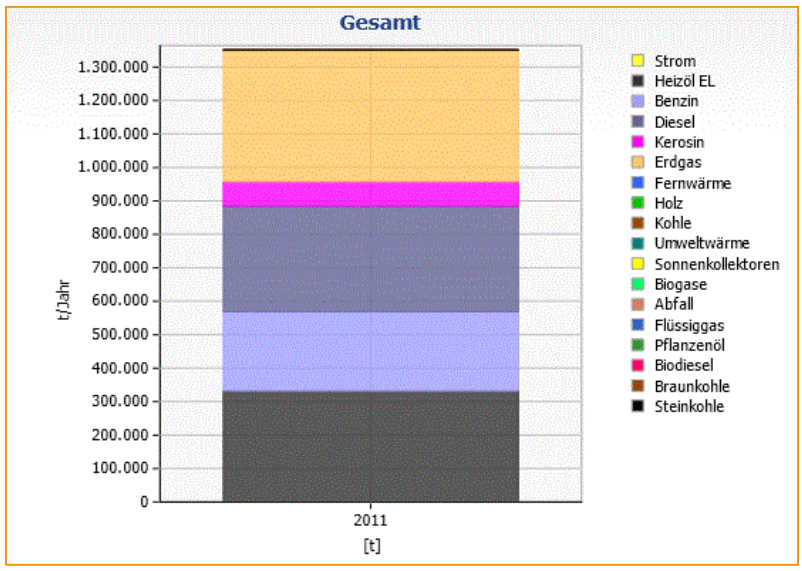


Abbildung 12: ECO-Region - aktuelle Treibhausgas-Bilanz (LCA-Faktoren gemäß EcoRegion)

Die Emissionen sind kumuliert für alle Sektoren abgebildet, auch Verkehr ist beinhaltet. Mit Abstand am höchsten sind die Emissionen des Erdgasverbrauchs.

5.8. Datengrundlage

Die leitungsgebundenen Verbrauchsdaten wurden direkt von den Netzbetreibern angefragt und aufbereitet. Dies sind E.ON Mitte Netz, Mittelhessen-Netz, ovag-Netz und syna GmbH. Die abgesetzten Gasmengen beruhen auf Daten der Gasnetzbetreiber E.ON Mitte Netz, Mittelhessen-Netz und Oberhessengas-Netz.

Die nicht-leitungsgebundenen Daten gehen vor allem auf eine Abfrage bei den Schornsteinfegern im Landkreis Gießen zurück. Dazu wurden die Daten von 21 Kehrbezirken gemäß der Angaben der jeweiligen Bezirksschornsteinfegern ausgewertet Die einzelnen Kehrbezirke sind den Straßenzügen, bzw. den jeweiligen Kommunen zugeteilt worden, die Öfen gemäß der Leistungsklassen eingeteilt und anhand des Brennstoffeinsatzes unterschieden worden. Angaben zur Energieerzeugung mit Solarthermieanlagen und Erdwärmepumpen wurden den Förderdatenbanken des Bundesministeriums für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) entnommen.

Die Ermittlung der Daten für das Integrierte Klimaschutzkonzept war von Beginn an auf Datengüte A ausgelegt – (vgl. Abbildung 13) die Daten mussten in den Berechnungswegen jedoch z.T. interpoliert werden (Bsp. Einteilung nach Klassen und Sektoren, vgl. Kap.5.11) und liegen im Ergebnis zwischen A und B. Hinsichtlich der Szenarien sind auch bundesdeutsche Durchschnittsdaten herangezogen worden (C und D).

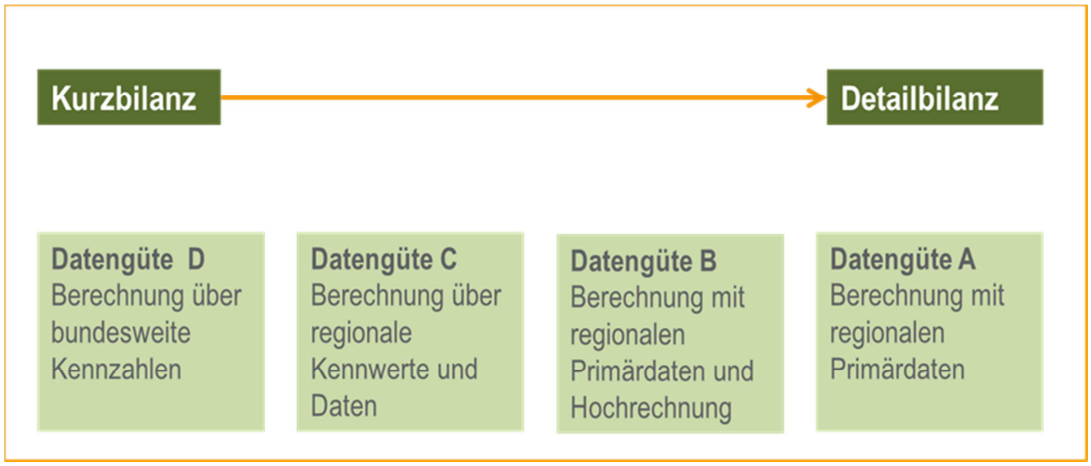


Abbildung 13: Übersicht zur Bilanz-Datengüte[26]

Die erhobenen Daten werden in die vorgegebenen Masken der Software „ECO-Region“ eingepflegt. Dazu sind Differenzierungen nach Sektoren und nach Energieträgern nötig. (Parallel zu der Auswertung mit ECO-Region werden zur weiteren Auswertung die Bereiche Private Haushalte, GHD, Industrie und Öffentliche Liegenschaften mit den aktuellen GEMIS Faktoren bilanziert, welche z.T. von den in ECO-Region hinterlegten LCA Faktoren abweichen).

[26] Quelle: Klimaschutz in Kommunen, ein Praxisleitfaden. Difu,(Hrsg.) 2009, S.214

Für die Bilanzierung des Verkehrssektors wurden die Daten des Kraftfahrzeugbestandes über das Kraftfahrt-Bundesamt bezogen und durch Auskünfte der KFZ-Zulassungsstelle des Landkreises Gießen ergänzt. Für den Zeitraum von 1996 bis 2012 liegt die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge für die Kategorien Krafträder, PKW, LKW und Zugmaschinen vor. Für den Zeitraum von 2008 bis 2012 sind zudem Daten für die Kategorien „Große Zugmaschinen“ und „Land- und Forstwirtschaftliche Maschinen“ (ehemals Kategorie „Ackerschlepper“[27]) verfügbar. Diese Fahrzeugklassen sind aufgrund ihres hohen Energiebedarfes für die verkehrsbedingten Emissionen relevant. Ab dem 1.1.2008 werden vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge nicht mehr in der Bestandsstatistik erhoben, so dass eine Vergleichbarkeit mit den vorhergehenden Jahren nicht gegeben ist. Daher wird für die Auswertung der Bilanzierung lediglich der Zeitraum ab 2008 betrachtet. Zudem werden nationale Durchschnittsdaten für die Berechnung der Fahrleistungen und Emissionen der einzelnen Verkehrsträger verwendet.

5.9. Einteilung in Sektoren

Die CO_2-Bilanz wird getrennt nach den Sektoren PH (Private Haushalte) / Industrie / GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistung) / öffentliche Liegenschaften und Verkehr vorgenommen. Die erhobenen Daten werden z.T. vor der Eingabe in die Masken der „ECO-Region“ Software interpoliert, da die Sektorenaufteilung nicht bei allen Primärdaten direkt abzulesen ist. In folgender Tabelle ist die Übersicht der Datenquellen und entsprechenden Annahmen zusammengefasst:

Tabelle 1: Übersicht der Datenquellen

Sektor	Datenquelle	Annahmen für Sektorenaufteilung **Strom**	Annahmen für Sektorenaufteilung **Wärme**
Haushalte	Schornsteinfegererhebung, und Netzbetreiber	Summe aller Netzbetreiber gemäß dem Verhältnis im Versorgungsgebiet E.ON	Kessel bis 100 kW aus Feuerstättenerhebung
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	Schornsteinfegererhebung, und Energieversorger	Summe aller Versorger (abzgl. HH, Industrie und öff. LS) gemäß dem Verhältnis im Versorgungsgebiet e.on	SFD ab 100 kW
Industrie	Statistisches Landesamt	Statistisches Landesamt	Statistisches Landesamt
Öffentliche Liegenschaften	Landkreis Gießen	Öffentliche Liegenschaften: Kreisliegenschaften und Schulen	Öffentliche Liegenschaften: Kreisliegenschaften und Schulen
Verkehr	Statistisches Landesamt		

[27] Anmerkung: Der Begriff „Land- und Forstwirtschaftliche Zugmaschinen“ wurde aufgrund einer Harmonisierung der Fahrzeugpapiere neu definiert und löst den ehemaligen Begriff „Ackerschlepper“ ab. Da die Daten noch für die Kategorie Ackerschlepper vorlegen, werden diese für die Bilanzierung herangezogen.

5.10. Einteilung der leitungsgebundenen Energieträger in Verbrauchssektoren

Der Gesamtstromverbrauch im Landkreis Gießen liegt anhand der **Netzbetreiberdaten** vor (Gesamtsumme aller fünf Betreiber). Um die sektorenspezifische Einteilung der Stromdaten vorzunehmen, wurde zunächst der Anteil des verarbeitenden Gewerbes mit über 20 Beschäftigten (Definition „Industrie“) von der Gesamtsumme subtrahiert.

Daten der öffentlichen Liegenschaften liegen gesondert vor und werden ebenfalls abgezogen. Um die Sektoren „private Haushalte“ und GHD“ zu unterscheiden, wurden die Daten eines Versorgers als Berechnungsgrundlage angesetzt. Aus dem Versorgungsgebiet der E.ON lagen alle Primärdaten gemäß der Verteilung in die unterschiedlichen Sektoren vor. Daraus folgt, dass alle übrigen Emissionen dem Sektor GHD zugeordnet worden sind.

Auch die Angaben zur **Fernwärme** liegen summarisch und nicht nach Sektoren differenziert vor. Daher ist das Verhältnis im Bundesschnitt (31% GHD, 69% Haushalte) auf die Versorgungsstruktur im Landkreis übertragen worden. Da die Daten des Sektors Industrie gesondert über das statistische Landesamt sowie die Daten zur Versorgung der öffentlichen Liegenschaften einsehbar sind, werden diese von den Versorgerdaten abgezogen und die verbleibende Menge kann gemäß des bundesdeutschen Verhältnisses beim Wärmeverbrauchs zwischen PH und GHD (ca. 70% zu 30%) aufgeteilt werden. Die Daten der Fernwärmeerzeugung beinhalten sowohl die Erzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen als auch aus erneuerbaren Energien und Heizkesseln. Daher überschneiden sich die Angaben der Fernwärmeerzeugung bei Heizkesseln mit den Schornsteinfegerdaten. Um eine Doppelzählung zu vermeiden, wurde die Gesamtwärmeerzeugung in Kesseln über 100 kW in den Fernwärmeversorgungsgebieten aus den Schornsteinfegerdaten herausgerechnet (vgl. .Abbildung 14: in Summe: 251 MWh).

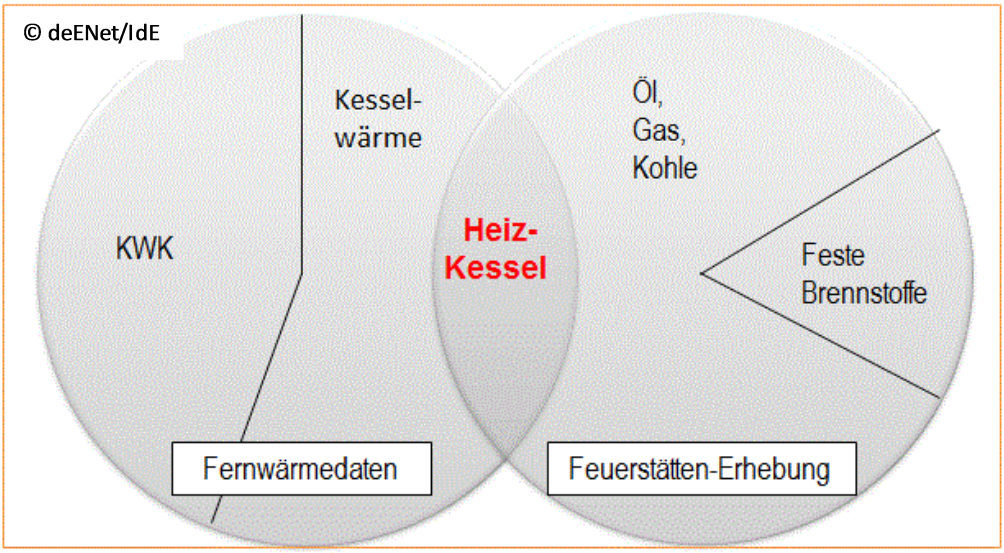


Abbildung 14: Methodik zur Vermeidung von Doppelzählungen von großen Heizkesseln

5.11. Einteilung der nicht-leitungsgebundenen Energieträger in Verbrauchssektoren

Die Daten der nicht-leitungsgebundenen Energieträger gehen auf drei verschiedenen Quellen zurück: die Erhebung der Schornsteinfegerdaten, Angaben des statistisches Landesamtes sowie Daten aus den Förderkompass des Bundesministeriums für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Von größter Bedeutung ist die Erhebung der Schornsteinfegerdaten, die den Wärmeverbrauch für die Sektoren Private Haushalte und GHD im Landkreis Gießen abbildet. Die Unterteilung der Schornsteinfegerdaten in diese erfolgt anhand der Unterteilung der Leistungsklassen der Öfen für Öl und Gas. In der Erhebung der jeweiligen Kehrbezirke sind Angaben zur Anzahl der Feuerungsanlagen nach Einteilung der Klassen (in kW) 4 - 11 , 11 - 25 , 25 - 50 , 50 - 100 und größer als 100 kW enthalten. Für die Aufteilung in die Sektoren wurden folgende Annahmen getroffen: Alle Kessel zwischen 4 kW und 50 kW werden vollständig dem Bereich Haushalte zugeordnet, Kessel zwischen 50 kW und 100 kW werden zu 30% dem Bereich Haushalte und zu 70 % dem Bereich GHD zugeschrieben, um den Anteil der Großen Mehrfamilienhäuser zu berücksichtigen. Alle Kessel über 100 kW zählen zum GHD-Sektor.

Als Berechnungsgrundlage werden die Leistungsklassen der Öfen gemittelt und der Verbrauch anhand jährlicher Benutzungsstunden hochgerechnet. Aufgrund der vor der erteilten Wärmeschutzverordnungen oftmals überdimensionierten Kessel wird

vor dem 1. Januar 1998 eine geringere Nutzungsstundenzahl angenommen als nach der Etablierung der Wärmeschutzverordnungen/ Energieeinsparverordnung.

Tabelle 2: Berechnungsgrundlage Schornsteinfegerdaten (Öl und Gas)

Leistungsklasse der Öfen Für Öl und Gas	Leistung	Mittelwert	Annahme Vollbenutzungsstunden bis 31.12. 1997	Annahme Vollbenutzungsstunden ab 1.1.1998
1	4-11 kW	7,5	1400 h/a	1700 h/a
2	11-25 kW	18	1400 h/a	1700 h/a
3	25-50 kW	37,5	1400 h/a	1700 h/a
4	50-100kW	75	1400 h/a	1700 h/a
5	>100 kW		1200 h/a	1200 h/a

Tabelle 3: Berechnungsgrundlage Schornsteinfegerdaten (feste Brennstoffe)

Leistungsklasse der Öfen für feste Brennstoffe	Leistung	Mittelwert	Annahme Vollbenutzungsstunden bis 31.12. 1997	Annahme Vollbenutzungsstunden ab 1.1.1998
1	**4-11 kW**	7,5	**800 h/a**	**800 h/a**
2	**11-25 kW**	18	**1700 h/a**	**1700 h/a**
3	**25-50 kW**	37,5	**1700 h/a**	**1700 h/a**
4	50-101	75	**1700 h/a**	**1700 h/a**
5	**>100 kW**		**1200h/a**	**1200h/a**

Die einzelnen Energieträger werden anhand der Angaben zum Brennstoffeinsatz getrennt bilanziert.

Die Angaben zum Gasverbrauch, die der Erhebung der Schornsteinfegerdaten entnommen sind, werden mit den Daten der Gasversorger (nach Anpassung Brennwert/Heizwert) verglichen. Gemäß der Empfehlungen im „Praxisleitfaden Kommunaler Klimaschutz“[28], der vom Deutschen Institut für Urbanistik herausgegeben worden ist, sind aufgrund der Abweichung die Daten kalibriert worden. Der entsprechende Faktor wird auch auf die Angaben zum Ölverbrauch

[28] Quelle Klimaschutz in Kommunen, ein Praxisleitfaden. Difu,(Hrsg.) 2009, S.229

angerechnet. Zudem ist eine Annahme bezüglich der Definition „feste Brennstoffe“ zu treffen, da es sich sowohl um Kohle als auch um Holz handeln kann. Für die Angaben in Heizkesseln wird ausschließlich Holz angenommen, für Raumheizer wird nach Rücksprache mit Schornsteinfegern für alle ländlichen Kommunen ebenfalls nur Holz angenommen, für den Stadtbezirk Gießen wurde ein geringer Kohleanteil von 1% festgelegt.

Für die Eingabe in „ECO-Region“ wird weiter zwischen Braun- und Steinkohle unterschieden, diesbezüglich wird der Kohleanteil der Stadt zu jeweils 50% zwischen Braun- und Steinkohle aufgeteilt.

Zusätzlich zu Öl und Kohle ist bei den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern der Einsatz erneuerbarer Energien im Landkreis zur Wärmeerzeugung zu berücksichtigen. Anders als Holz, das in den Daten der Schornsteinfeger enthalten ist, ist die Nutzung von Solar- und Geothermie nicht erfasst. Es wird angenommen, dass die Installation der Anlagen im Landkreis mit Programmen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bzw. KfW-Programmen gefördert worden sind. Als Quelle für Angaben über die Solarthermieanlagen und Erdwärmepumpen diente daher der Datenbestand aus dem bundesweiten Marktanreizprogramm (MAP). Da es sich hierbei allerdings um Zubauraten handelt und nicht um Bestandsangaben, sind die Angaben tendenziell etwas zu gering. Da die Gesamtsummer dieser Brennstoffe jedoch nicht ins Gewicht fällt, ist von einer Interpolation der Daten im vorliegenden Konzept abgesehen worden.

Die ermittelten Daten des Wärmeverbrauchs im Landkreis Gießen stellen sich in der Zusammenfassung wie folgt dar:

Tabelle 4: Zusammenfassung Wärmeverbrauch Gießen 2011

Sektor	Leistung kW	Wärmeverbrauch								
		Öl	Gas	feste Brennstoffe			Fernwärme	Erdwärme	Solarthermie	Gesamt
				Holz	Kohle					
					Steinkohle	Braunkohle				
		MWh/a								GWh/a
Haushalte	4 bis 50 (bzw. 100)	1.036.270,91	1.284.396,14	137.526,65	694,58	694,58	319.456,00	329,23	10.313,67	2.790
öff. Liegenschaften		5.291,45	12.516,41	1.329,56	0,00	0,00	58.638,96	0,00	0,00	78
GHD (ges.)	ab 50 (bzw. 100)	207.186,31	345.094,66	25.776,09	130,18	130,18	142.316,89	1.216,55	0,00	722
Industrie (ges.)	ver. Gewerbe	0,00	310.195,28	18.526,39	0,00	0,00	28.639,72	0,00	0,00	357
Gesamt		**1.248.749**	**1.952.202**	**183.159**	**825**	**825**	**549.052**	**1.546**	**10.314**	**3.947**

5.12. Ergebnisse: CO_2-Bilanz

Gemäß der in Kapitel 5.8 beschriebenen Datenerhebung wurde der Energieverbrauch bzw. die entsprechenden THG-Emissionen im Landkreis Gießen ermittelt. Über die Hälfte des gesamten Verbrauchs entfällt sowohl für Strom als auch für Wärme auf die Privathaushalte. Öffentliche Liegenschaften fallen nicht ins Gewicht, allerdings ist anzumerken, dass es sich bei den Werten der öffentlichen Liegenschaften in der vorliegenden Bilanz ausschließlich um die Daten der *kreis*eigenen Liegenschaften handelt (Gebäude der Kreisverwaltung und Schulen im Landkreis) und nicht um die Liegenschaften der Kommunen im Landkreis Gießen. Deren Verbräuche sind in den Bereichen Haushalte und GHD enthalten (im Wärmesektor aufgrund der Einteilung nach Leistungsklassen der Kessel etwas stärker zu GHD).

Der **Stromverbrauch** im Landkreis Gießen betrug im Jahr 2011 in Summe 1.901 GWh. Über die Hälfte davon entfallen auf Haushalte. Die Verbräuche im Sektor Wirtschaft sind in die einzelnen Wirtschaftssektoren weiter zu unterteilen. Dem **primären Sektor** fallen Emissionen der Landwirtschaft zu, der **sekundäre Sektor** umfasst Handel und Gewerbe und im **tertiären Sektor** sind Dienstleistungen und Service zusammengefasst.

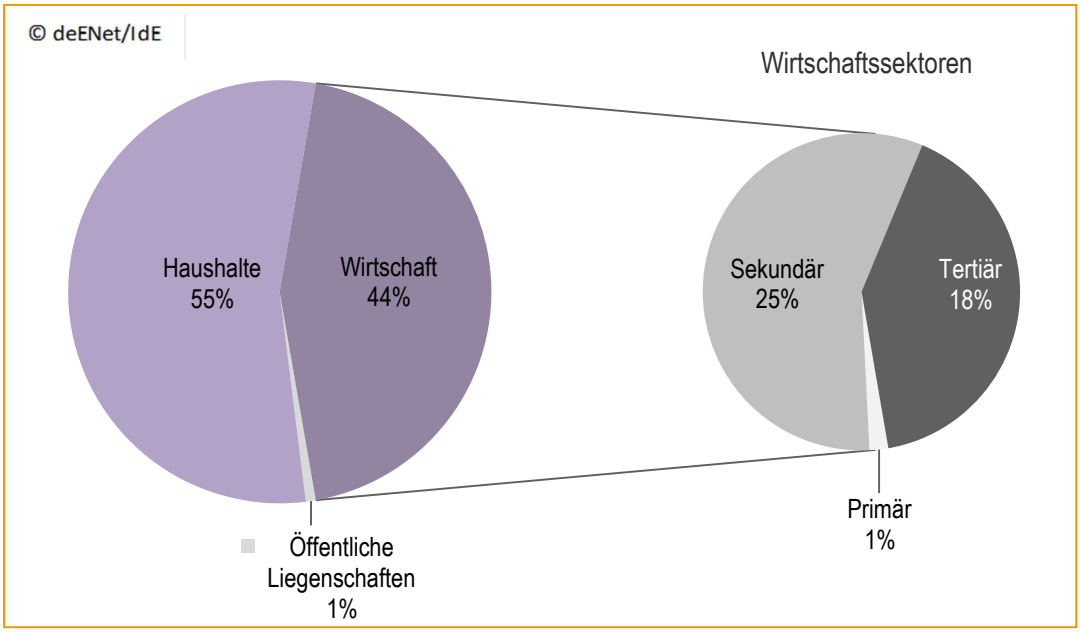


Abbildung 15: Stromverbrauch im Landkreis Gießen nach Sektoren

Damit weichen die Daten des Landkreises deutlich von den bundesdeutschen Werten ab, bei denen der Sektor Industrie mit 42% den größten Anteil ausmacht. Auch GHD liegt mit 28% leicht über dem Sektor Haushalte (27%), 3% entfallen auf den Verkehr).[29]

Bezüglich des Wärmeverbrauchs ist der Anteil des Verbrauchs in Haushalten im Vergleich zu Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie und den öffentlichen Liegenschaften noch deutlich höher. Von den insgesamt 3.947 GWh entfallen 71 % auf den Sektor Haushalte und 18 % auf GHD, der Anteil der Industrie liegt bei 8 % Prozent, Öffentliche Liegenschaften (Kreis) verbrauchen mit 2 % den kleinsten Teil. Auffällig ist der geringe Anteil der Industrie, was der ländlichen Struktur im Landkreis entspricht. Große Industrieverbraucher sind v.a. in der Stadt Gießen und in der Kommune (Heuchelheim) ansässig.

[29] Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.

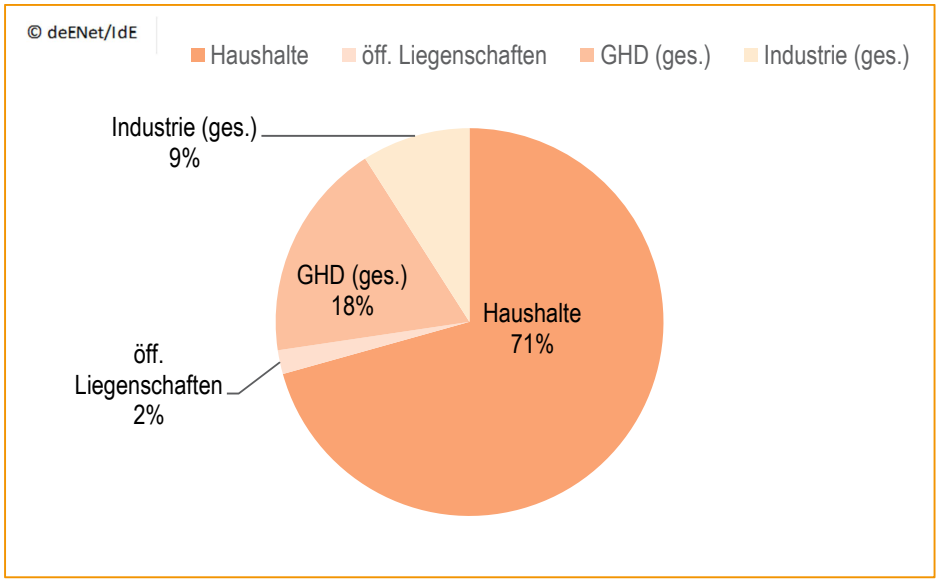


Abbildung 16: Wärmeverbrauch im Landkreis Gießen nach Sektoren

Entsprechend fallen auch die Emissionen für den Sektor Haushalte deutlich höher als in den anderen Bereichen aus.

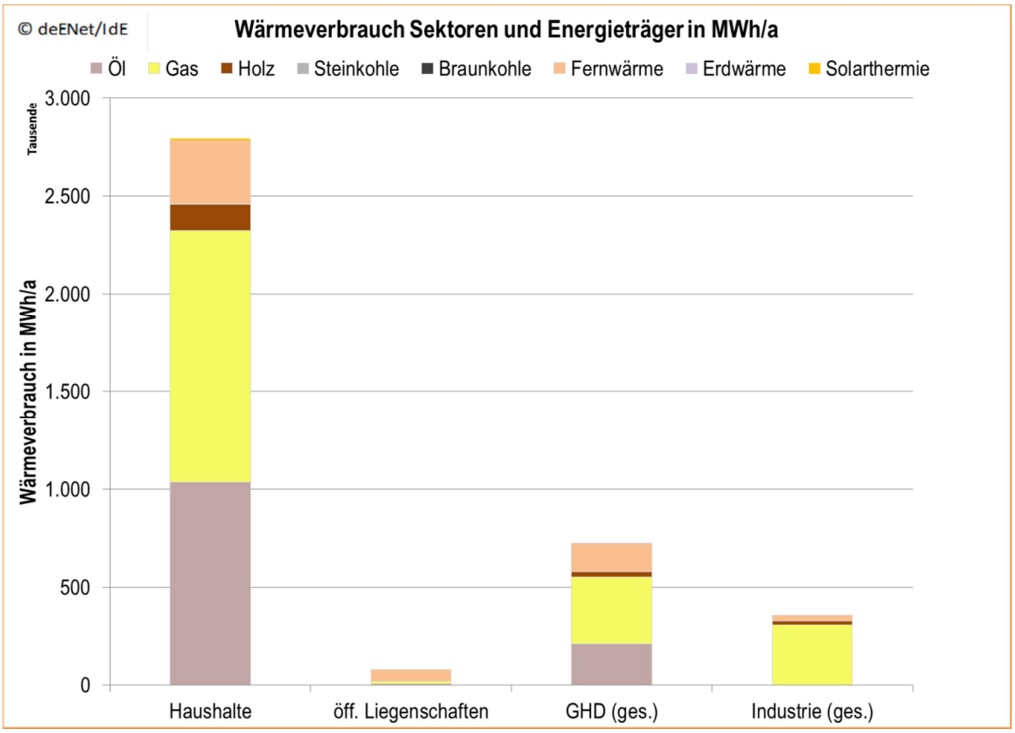


Abbildung 17: Wärmeverbrauch im Landkreis nach Sektoren und Energieträgern

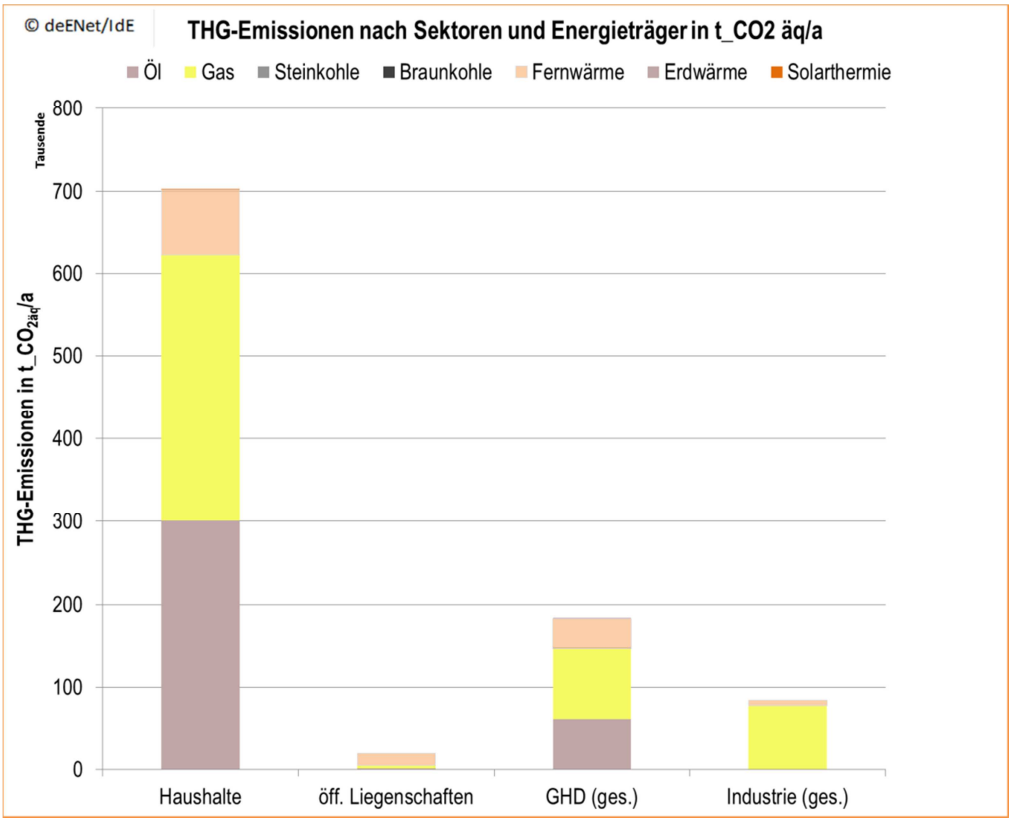


Abbildung 18: THG-Emissionen des Wärmeversorgung im Landkreis

5.13. CO_2-Bilanz Verkehr

Für die Bilanzierung des Mobilitätsbereiches für den Landkreis Gießen werden die von den Bewohnern und Beschäftigten des Landkreises verursachten CO_2-Emissionen inkl. energetischer Vorkette (Verursacherprinzip, gemäß **Faktoren Eco-Region**) betrachtet. Daher sind folgende Verkehrsarten für die Bilanzaufstellung (mit „Eco-Region“ smart-Version) relevant:

- Personenverkehr (Motorräder, PKW, Linienbusse, Straßen-/U-Bahn, S-Bahn)
- Personenfernverkehr (Flugverkehr, Schienenpersonenfernverkehr)
- Straßengüterverkehr (LKW)
- Sonstiger Güterverkehr (Schienengüterverkehr, Schiffsgüterverkehr)
- Land- und Forstwirtschaftliche Maschinen

Der Energieverbrauch wird aus den Fahrleistungen der jeweiligen Verkehrsträger, dem spezifischen Verbrauch sowie dem jeweiligen Treibstoffmix berechnet.

Für den Landkreis Gießen ergibt sich für den Mobilitätsbereich ein Energiebedarf von 2.404.406 MWh/a. Die durch den Verkehrsbereich verursachten CO_2-Emissionen betragen jährlich 717.196 t.

Der Personenverkehr verursacht mit knapp 436.000 t/a mehr als die Hälfte (61%) der CO_2-Emissionen im Verkehrsbereich, darunter entfällt der größte Anteil auf den PKW-Verkehr mit ca. 411.000 t/a (vgl. Abbildung 19). Der Güterverkehr ist mit jährlich rund 179.000 t/a für CO_2-Emissionen verantwortlich, im Wesentlichen werden diese durch den Straßengüterverkehr mit 172.000 t/a freigesetzt. Der Flugverkehr nimmt bei der Bilanzierung ebenfalls eine wesentliche Rolle mit knapp 11% der verursachten CO_2-Emissionen des Landkreises ein. Der ÖPNV und die übrigen Verkehrsträger spielen hingegen eine untergeordnete Rolle.

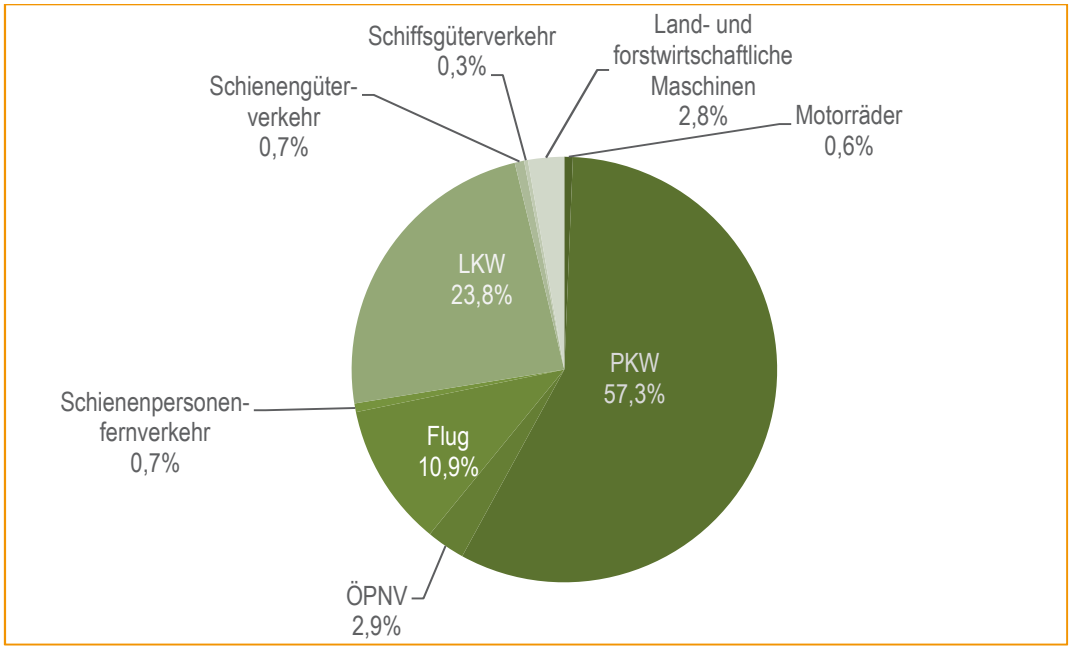


Abbildung 19: CO_2-Emissionen des Verkehrs im LK Gießen, nach Verkehrsträgern (2011; bilanziert mit Eco-Region/LCA)

Tabelle 5: Ergebnisse der Bilanz für den Bereich Verkehr

Energieträger Verkehr	Energiebedarf [MWh/a]/LCA	CO_2-Emissionen [t/a]/LCA
Strom	77.767	17.387
Benzin	1.149.346	275.842
Diesel	1.420.607	345.207
Kerosin	323.038	78.523
Erdgas	1.205	234
Summe	**2.971.965**	**717.195**

Die Entwicklung des Energiebedarfs und der CO_2-Emissionen, aufgeteilt nach

Energieträgern, ist für den Zeitraum 2008 bis 2011 in Abbildung 20 und Abbildung 21 dargestellt.

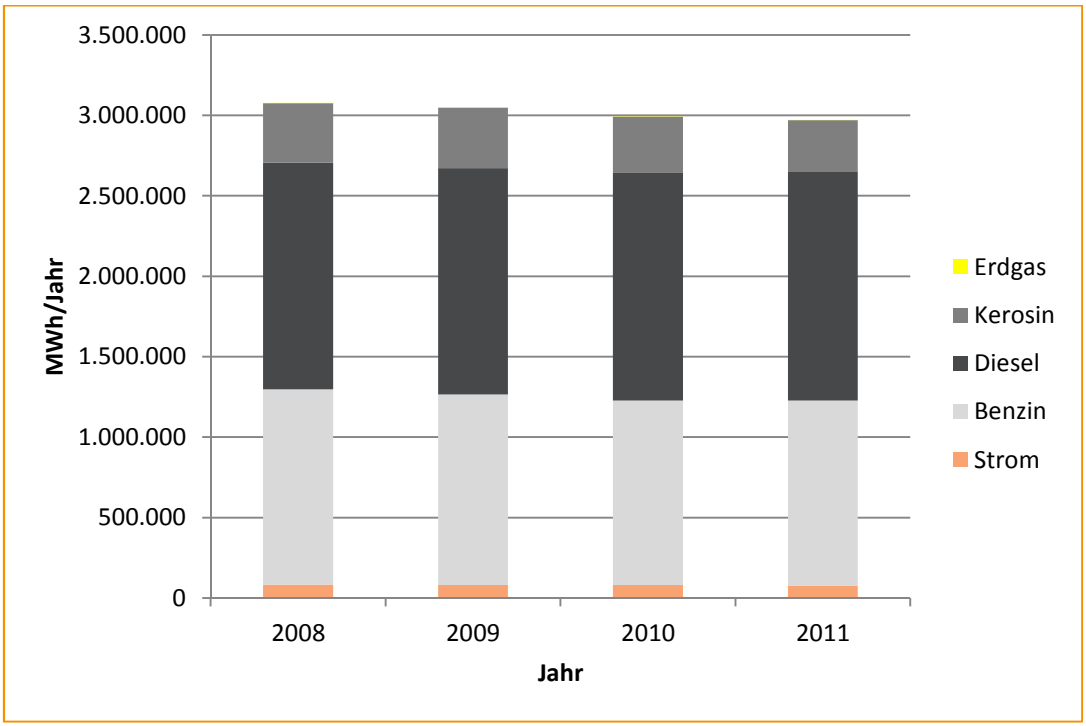


Abbildung 20: Energiebedarf des Verkehrs im LK Gießen 2008 - 2011, Aufteilung nach Energieträgern (bilanziert mit Eco-Region/LCA)

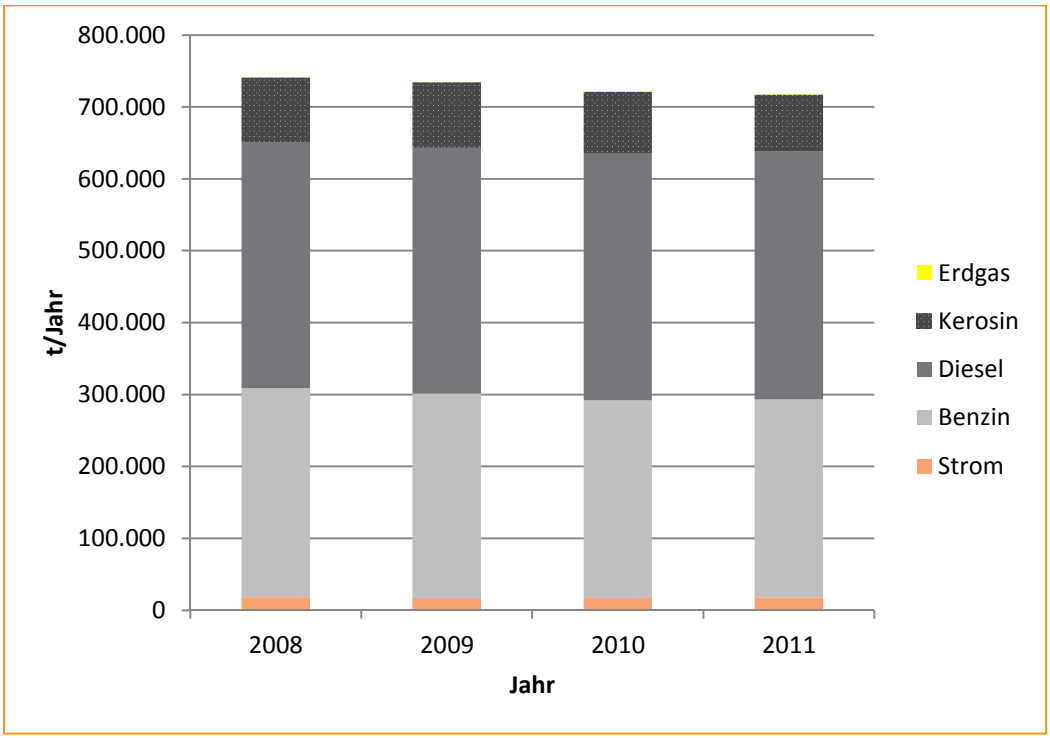


Abbildung 21: CO_2-Emissionen des Verkehrs im LK Gießen 2008 - 2011, Aufteilung nach Energieträgern (bilanziert mit Eco-Region/LCA)

Die Kraftstoffe Benzin und Diesel sind die dominierenden Energieträger und benötigen einerseits 87% des gesamten Energiebedarfs für den Bereich Mobilität in 2011, andererseits verursachen sie mit 621.050 t/a auch den größten Anteil an CO_2-Emissionen. Der Energiebedarf für Benzin ist im Zeitraum von 2008 bis 2011 leicht gesunken, während der Bedarf für Diesel-Kraftstoff leicht angestiegen ist. Die Energieträger Strom und Erdgas sind sowohl bei der Energiebereitstellung als auch bei den verkehrsbedingten Emissionen von geringer Bedeutung. Eine Übersicht der Energiebedarfe und CO_2-Emissionen je Energieträger für den Zeitraum 2008 bis 2011 ist in **Tabelle 24** im Anhang ersichtlich.

5.14. Ausbau der erneuerbaren Energien

Die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien wurde im Landkreis Gießen in den letzten zehn Jahren nur wenig ausgebaut. Laut den EEG-Einspeisedaten der Netzbetreiber beträgt rechnerisch der Anteil des Strom aus erneuerbaren Energiequellen im lokalen Strommix bisher (2011) knapp 4% .

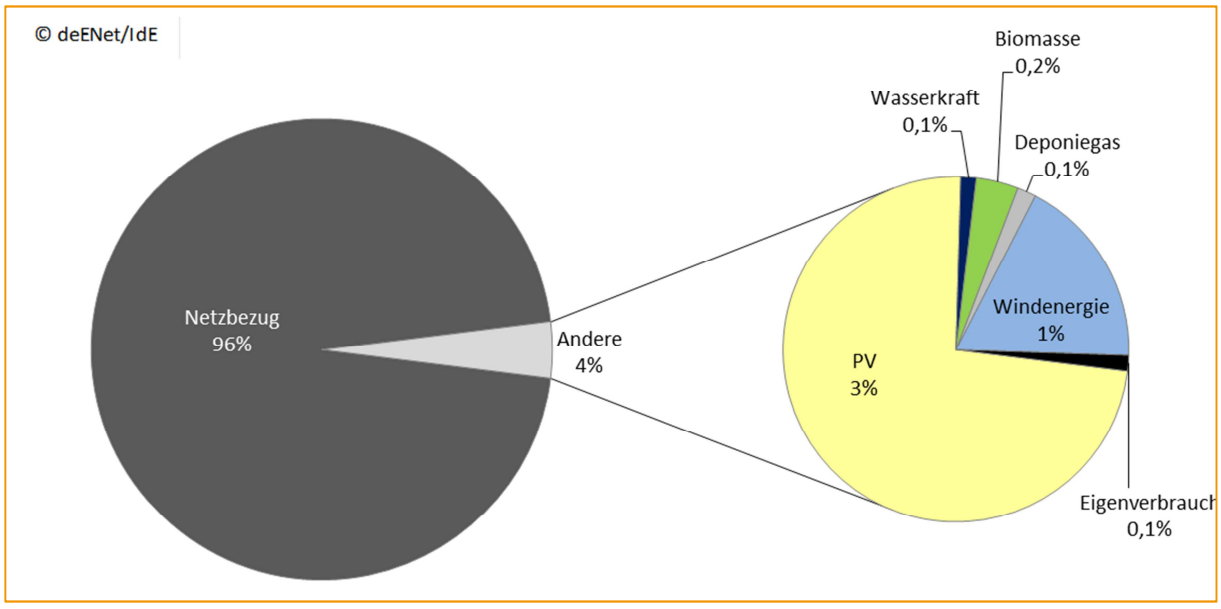


Abbildung 22: Stromversorgung und Stromerzeugung aus EE 2011 im LK Gießen

Zwischen 2010 und 2011 ist im Bereich Windenergie (vgl. Rabenau) und PV ein erheblicher Ausbau erfolgt, s. Abbildung 23:

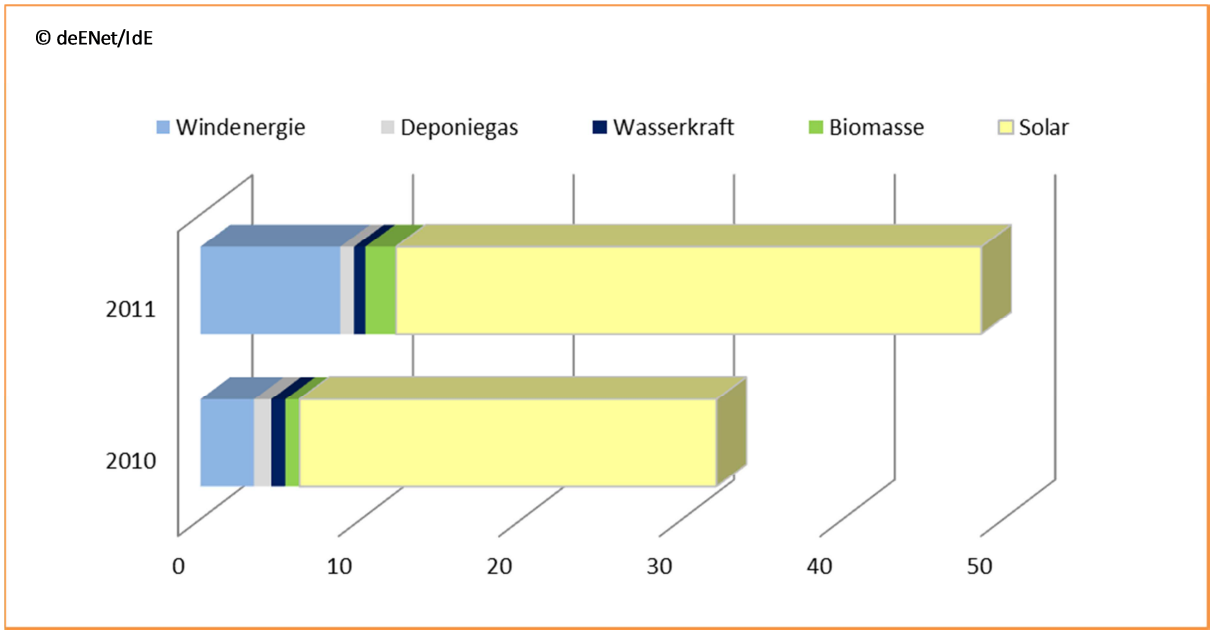


Abbildung 23: Jahresvergleich Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen 2010/2011

Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung liegt bei 5%.

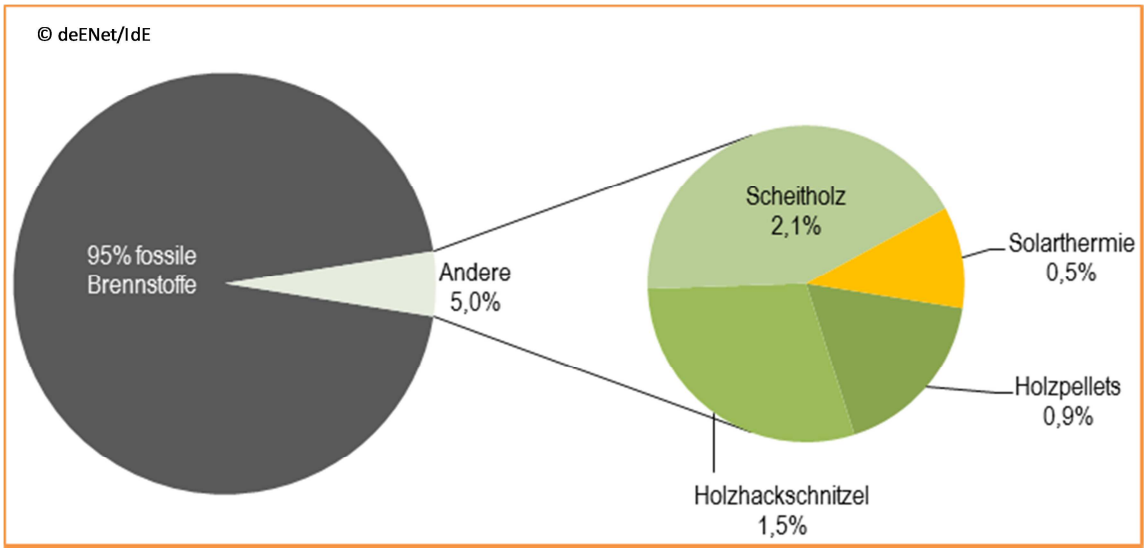


Abbildung 24: Anteil von EE an der Wärmeerzeugung 2011 (vorläufig – ohne Biogas)

Die Potenziale werden im folgenden Kapitel beschrieben. Dabei werden die theoretisch maximal möglichen Potenziale definiert, die die jeweiligen Technologien zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Landkreis Gießen bieten. Für die Konstruktion der verschiedenen Szenarien in Kapitel 7 wird auf die in Kap 6 beschriebenen Potenziale zurückgegriffen.

6. Ermittlung der Potenziale zur Treibhausgasreduktion im Landkreis Gießen

Ziel des Klimaschutzkonzeptes ist es, einen Leitfaden vorzulegen, wie die Energie- und Klimapolitik der nächsten Jahre nachhaltig ausgerichtet werden kann. Ausgehend von Potenzialanalysen können Maßnahmen formuliert werden. Die Potenzialanalysen basieren auf Annahmen, die im Folgenden skizziert werden.

6.1. Zur Methodik

In der Regel wird zwischen theoretischem, technischem und wirtschaftlichem Potenzial unterschieden. Diese Begriffe sind unter Vorbehalt zu gebrauchen, da die Potenziale nicht objektiv für einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten definierbar sind. Potenziale werden durch Annahmen und Restriktionen bestimmt, die sich im zeitlichen Verlauf durch technische Entwicklungen und eine geänderte gesellschaftliche Bewertung sowie durch politische Beschlüsse ändern. Eine Bewertung der zukünftigen Potenziale kann nur nach quasi „subjektiver" Einschätzung erfolgen. Die letztlich verwendeten Potenzialbegriffe (technisch, optimistisch etc.) sollten zeigen, dass es nicht um eine wissenschaftlich fundierte objektive letztgültige Berechnung von Potenzialen, sondern um einen wissenschaftlich bestmöglich gesicherten „qualified guess" geht, der eine Arbeitsgrundlage liefert. Es müssen den verschiedenen Potenzialen also unterschiedliche Annahmen zu Grunde gelegt werden, so dass die Spannbreite innerhalb eines wahrscheinlichen Potenzialbereichs groß sein kann (das theoretische Gesamtpotenzial kann sich technisch ändern, es kann unterschiedlich eingegrenzt werden), die Bewertung und Definition bleibt daher subjektiv (Kontext, Blickwinkel, Kenntnis, zeitlicher Rahmen), was bei der Analyse sowie beim späteren Umgang (Szenarien/ Maßnahmenentwicklung) mit den Potenzialdaten stets berücksichtigt werden muss.

Abbildung 25 zeigt das „natürliche Angebot" erneuerbarer Energien weltweit, welches das „theoretische Potenzial" der einzelnen Energiequellen im Vergleich zum derzeitigen weltweiten Energieverbrauch (Stand: 2012) beschreibt:[30]

[30] Quelle: Erneuerbare Energien, Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft, BMU, 2012

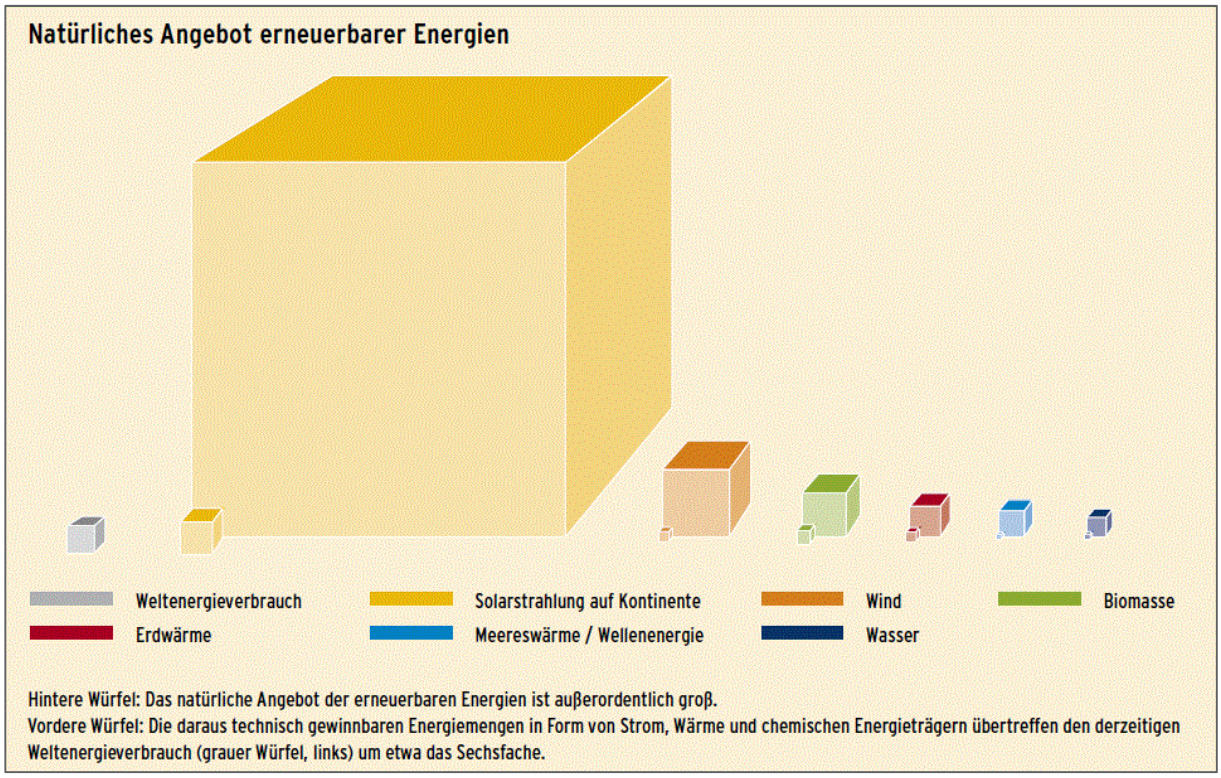


Abbildung 25: Potenziale erneuerbarer Energien - Natürliches Angebot

Diese Abbildung deckt sich mit den Ergebnissen einer Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA).[31] Darin sind Analysen des globalen Angebots erneuerbarer Energien verglichen worden. Das weltweit größte „technische Potenzial" zur Stromerzeugung wird solaren Technologien (Concentrating Solar Thermal Power Plants, CSP) und Photovoltaik (PV) zugeschrieben, gefolgt von On-Shore-Windenergie und Meeresenergie.

Das „technische Potenzial" für die thermische Verwendung von solarer und geothermischer Energie übertrifft den derzeitigen weltweiten Niedertemperatur-Wärmebedarf um ein Vielfaches. Die Studie beschreibt, dass der heutige weltweite Endenergiebedarf weniger als 5% des projizierten technischen Potenzials zur Nutzung erneuerbarer Energien beträgt. Die Relation von „theoretischem" oder „natürlichen" Potenzial (vgl. Abbildung 25) lässt sich auf verschiedenen Skalen darstellen. Auch für die gesamte Bundesrepublik übersteigt das so definierte „Angebot" jeder einzelnen erneuerbaren Energiequelle als auch in Summe den Verbrauch um ein Vielfaches. Abbildung 25 ist eine generelle Betrachtung der

[31] Quelle: „Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply" Berlin, 2009

Potenziale. Für den Landkreis Gießen erfolgt eine Analyse der derzeit tatsächlich nutzbaren Energie aus erneuerbaren Quellen insbesondere über Flächen und technische Daten. Potentiale werden durch Restriktionen begrenzt, die technisch, wirtschaftlich und politische Aspekte, sowie Konkurrenzen beim Flächenverbrauch zwischen allen Nutzungsformen einschließen.

Es wird daher dem "theoretischen Potenzial" das „technisch machbare" Potenzial[32] gegenübergestellt.

Eine Herangehensweise ist diejenige nach „Potenzialpyramide" (Abbildung 26), nach der das „erschließbare Potenzial" die Differenz zwischen dem „theoretischen Gesamtpotenzial" und wirtschaftlichen sowie technischen begrenzten Potentialabschätzungen bildet.

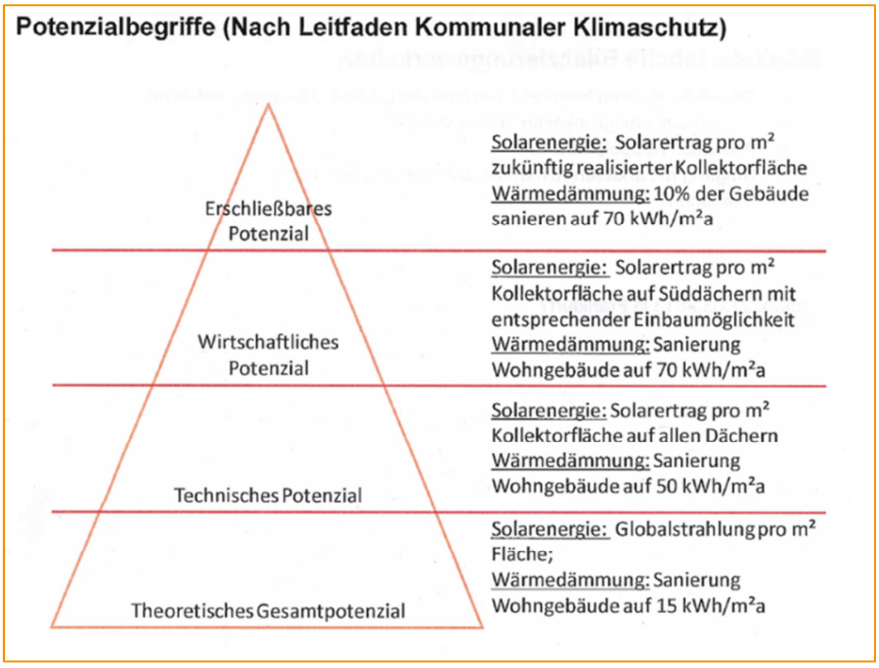


Abbildung 26: Definition des Potenzialbegriffes - DiFu [33]

In ähnlicher Weise differenziert auch die genannte Studie des DLR den Potenzialbegriff, und ordnet den Ebenen die jeweils entscheidenden limitierenden Faktoren zu:

[32] Vgl. Zum Beispiel:: Kaltschmitt et al.: Erneuerbare Energien, Heidelberg, 2003, S. 190 oder Pehnt et al, Heidelberg, 2011, S.36, sowie Praxisleitfaden für Kommunen, DiFu, 2009, S.274
[33] Quelle: Klimaschutz für Kommunen. Praxisleitfaden, Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.), 2009, S. 274.

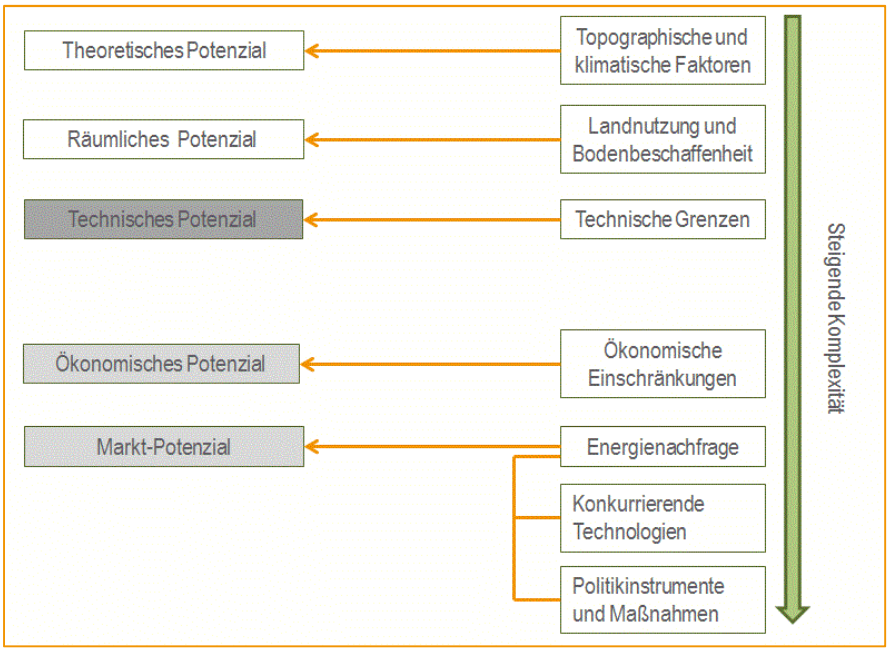


Abbildung 27: Potenzialbegriff DLR[34]

Der Begriff des „theoretischen Potenzials“ wird durch die Unterscheidung in „geographisches Potenzial“, „technisches Potenzial“, „ökonomisches Potenzial“ und „Marktpotenzial“ auf diese Weise gesplittet und die Analyse der verfügbaren erneuerbaren Energien wird hierdurch noch etwas komplexer.

Das „theoretische Potenzial“ ist demnach das größte Potenzial, gleichzusetzen mit dem „natürlichen Potenzial“ in Abbildung 25, welches nur durch klimatische Parameter beschränkt wird. Für erneuerbare Energiequellen spielt weiterhin die Flächennutzung die entscheidende Rolle, weshalb das „geographische Potenzial“ das theoretische Potenzial hinsichtlich der Lage, Oberflächenbeschaffenheit, und Flächennutzung einschränkt. Wie in der Definition der Potenzialpyramide, beschreibt das „technische Potenzial“ die Verfügbarkeit unter Berücksichtigung der verwendbaren Praxis, wie z.B. Energiewandlungstechnologien. Werden wirtschaftliche Faktoren wie Wettbewerbsfähigkeit und Kosten hinzugenommen, schränkt sich das „technische Potenzial“ entsprechend dieser Annahmen weiter ein: Resultat ist das ökonomische Potenzial. Im Begriff des „Marktpotenzials“ wird versucht, die potentielle Nachfrage zusätzlich anhand gesellschaftlicher Aspekte zu definieren, welche den absoluten Energieverbrauch, Steuerungsgrößen wie

[34] Quelle: Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply“ Berlin, 2009, Umweltbundesamt (Hrsg.)

Substitutionen sowie die politische Entscheidungskraft beinhalten. Theoretisch kann das „Marktpotenzial“ auch höher als das ökonomische sein, wird aber anhand dieser „weichen“ Faktoren in der Realität häufig sehr weit eingeschränkt und fällt geringer als das „ökonomische Potenzial“ aus.

6.2. Potenziale erneuerbarer Energien BRD

Für die Bundesrepublik Deutschland ist in einer vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) veröffentlichten Potenzialstudie das „vorsichtig abgeschätzte langfristig realisierbare Ausbaupotenzial der erneuerbaren Energien im Vergleich zur heutigen Nutzung“[35] dargestellt. Die Abbildung 28 verdeutlicht, anhand der heller gefärbten Balken, dass Potenziale nicht exakt definiert werden können. Dadurch wird eine mögliche Bandbreite aufgezeigt, in deren Spielraum der Ausbau für die Bereiche Strom, Wärme und Verkehr heute als „realistisch“ eingeschätzt wird:

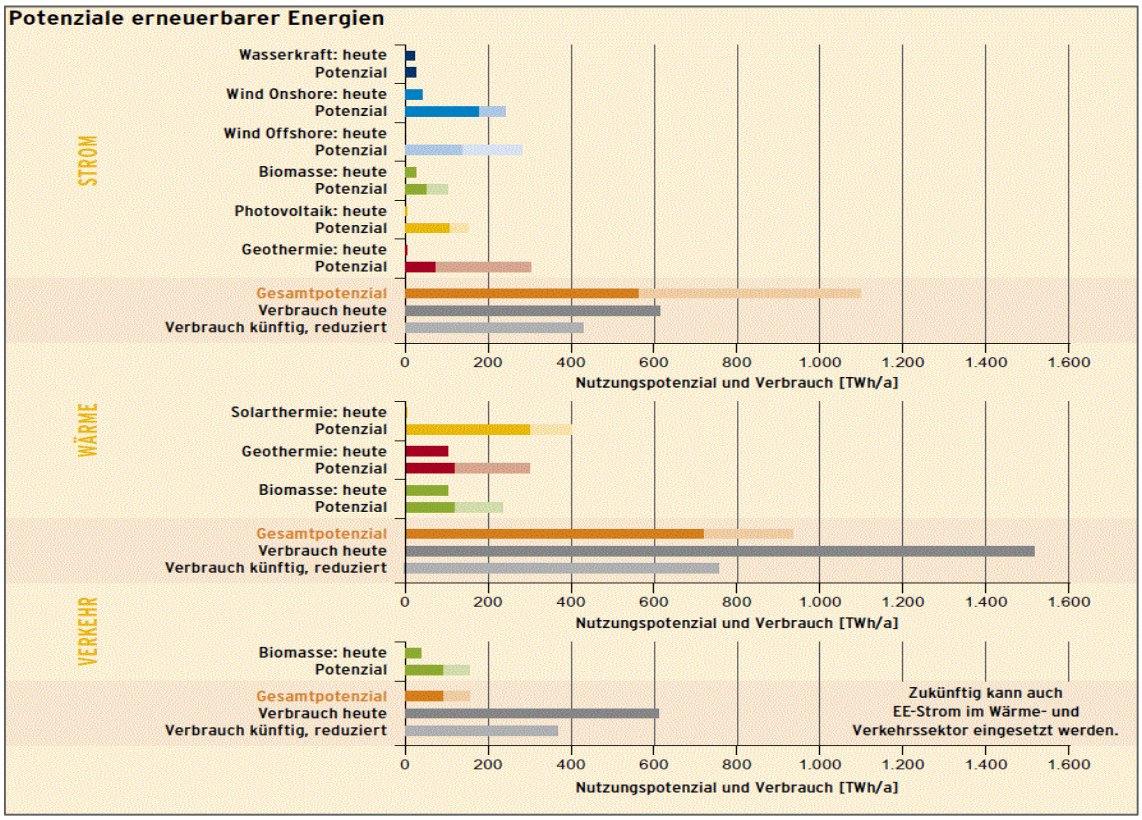


Abbildung 28: EE-Potenziale in Deutschland [36]

[35] Quelle: Erneuerbare Energien, Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft, BMU, 2011, S.46
[36] Quelle: Erneuerbare Energien, Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft, BMU, 2011, S. 46

Der Ansatz wird im Folgenden auf den Landkreis übertragen (vgl. Abbildung 29 und Abbildung 30). Die dazugehörige Potenzialanalyse für den Landkreis wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

6.3. Potenziale erneuerbarer Energien im Landkreis Gießen

In Anlehnung an Abbildung 25 sind die Potenziale auf Landkreisebene in Abbildung 29 (für Strom) und Abbildung 30 (für Wärme) aufgezeigt. Das kleinste anzunehmende Potenzial wird aufgrund konservativer Ausbauziele definiert. Es ist in dunklen Balken dargestellt. Die hellen Balken beschreiben das größte Ausbaupotenzial, das sich auf optimistischere Annahmen stützt. Damit wird die Spannbreite, die aufgrund der jeweiligen Annahmen entsteht, deutlich. Zum Vergleich sind die Verbrauchsdaten für „heute“ (Datenerhebung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für den Landkreis Gießen, 2011) sowie antizipierte Verbrauchsdaten eingezeichnet: der Balken „reduzierter Verbrauch“ beschreibt eine Reduktion von 10% im Strombereich sowie von 30% im Wärmebereich.

Um die Potenzialbalken zu bestimmen, sind Angaben zum jeweiligen Ausbaupotenzial nötig. Das *maximal* mögliche Potenzial resultiert aus eigenen Berechnungen, die die Flächenangaben des Teilregionalplans Energie Mittelhessen einbeziehen. Für die Stromerzeugung aus Windkraft wurden alle ausgewiesenen Flächen berücksichtigt. Der Photovoltaik wird eine herausragende Rolle beigemessen (unterteilt in Dachflächen-, Freiflächen- und Fassaden-Potenziale). Der Wasserkraft wird dagegen nur ein geringer Ausbau von 0,7 GWh auf 1 GWh zugeschrieben. Die Potenziale sind in den folgenden Kapiteln nach der jeweiligen Technologie detaillierter beschrieben.

In Bezug auf Solarenergie und Biomasse sind Annahmen getroffen worden, die eine Aufteilung des Einsatzes für Strom- und Wärmeerzeugung definieren. Der Ansatz zur Verteilung zwischen Photovoltaik und Solarthermieanlagen sieht eine Gewichtung zugunsten der Solarthermie vor, und schreibt dieser Technologie 60% der zur Verfügung stehenden Dachflächen vor. Das Potenzial der Biomasse wird im vorliegenden Konzept einmal vorsichtig und einmal quasi provokativ-optimistisch gerechnet (vgl.Kap. 6.7). Es ergibt sich aus dem Anteil der Anbaufläche, die mit Energiepflanzen bewirtschaftet wird. Einmal ist dies mit 30% der Ackerfläche des

Landkreises ermittelt worden, eine alternative Rechnung legt 50% zugrunde und bezieht zudem noch die Hälfte der restlichen landwirtschaftlichen Fläche (Wiesen/Weiden etc.) mit ein. Von diesen Erträgen werden eine hocheffiziente Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplung (Hackschnitzel-Dampfkraftwerke) angenommen. 23% des Potenzials wird in Strom und 52% in Wärme gewandelt. Bei Biomasse, die in Biogas gewandelt wird, wird angenommen, dass aus dem Gasertrag mit Hilfe von Verbrennungsmotoren 50% Wärme und 40% Strom erzeugt werden. Zudem wird ein massiv zunehmender Einsatz von Wärmepumpen angenommen, wobei 65% durch Luftwärme- und nur 35% durch Erdwärmepumpen (sowie Wasser als Wärmequelle) gedeckt wird.

Das ***minimale* Potenzial** bezieht sich auf die Zielsetzung der Bundesregierung. Demnach ist spätestens bis zum Jahr 2020 der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf mindestens 35 Prozent und bis zum Jahr 2050 auf mindestens 80 Prozent zu steigern. Der Anteil der erneuerbaren Energien im gesamten Wärmesektor soll 14 Prozent bis zum Jahr 2020 betragen und wird mit 30 Prozent für 2030 angenommen (entsprechend der Vorgabe 30 Prozent am Endenergieverbrauch). Diese Angaben sind auf den Landkreis Gießen für das Jahr übertragen worden und anhand von Annahmen auf die jeweiligen Technologien verteilt worden (vgl. Tabelle 27 im Anhang).

Die Differenz zwischen „minimalen“ Potenzialen und „maximalen“ Ausbauzielen verdeutlicht, wie groß der Spielraum für die darauf aufbauende Szenarienentwicklung ist.

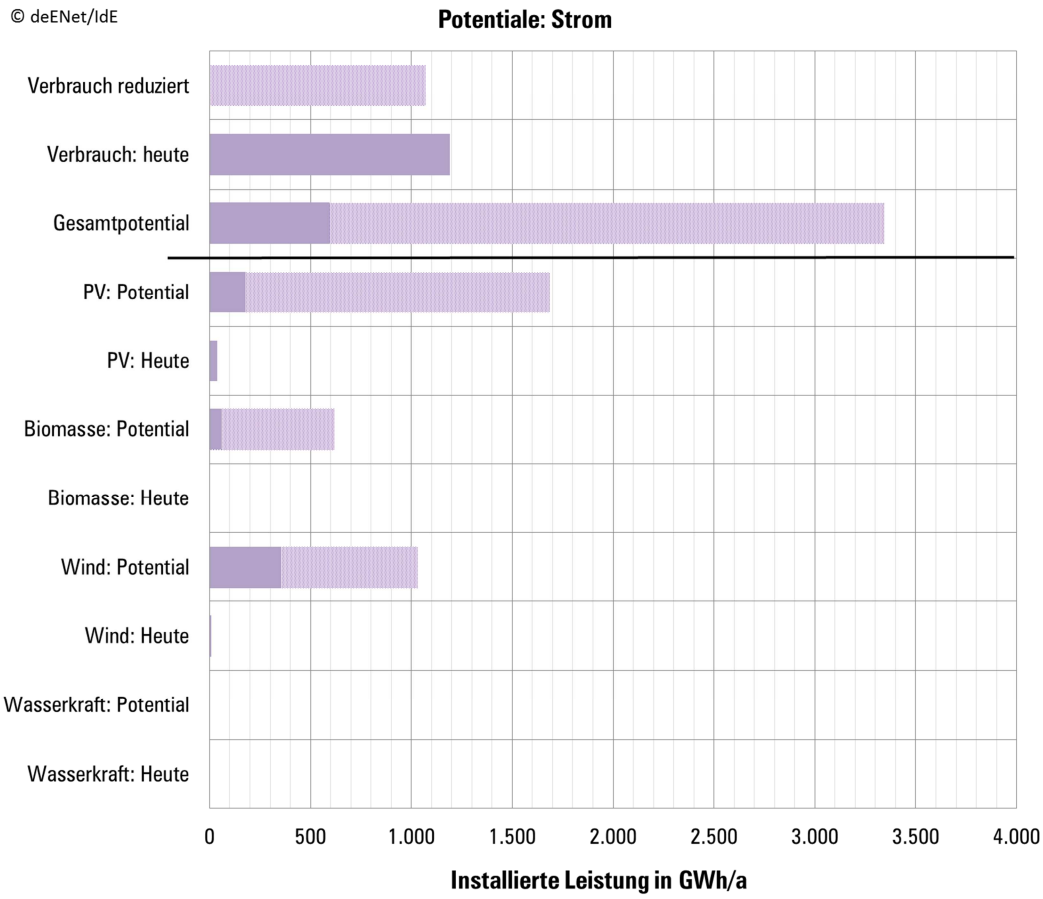


Abbildung 29: Potenzialermittlung im Stromsektor

Aus Abbildung 29 geht hervor, dass das maximale Gesamtpotenzial nicht nur den „reduzierten Verbrauch“ sondern bereits den heutigen um mehr als das Doppelte übersteigtDiese Angaben belegen, was bei beträchtlicher Ausschöpfung des *Flächen*potenzials möglich ist. Das optimistische Potenzial (heller Balken) schreibt in erster Linie der Solarenergie und Windkraft eine bedeutende Rolle zu. Diese wird erreicht, wenn alle im Teilregionalplan ausgewiesenen Flächen mit Windkraftanlagen bebaut würden, was ca. 2% der Landesfläche entspricht und wenn neben Dach- und Fassadenflächen 3% der Landesfläche für PV genutzt werden.

Abbildung 30 zeigt, dass die Ausschöpfung der maximalen Potenziale für eine Deckung des heutigen Wärmebedarfs theoretisch ausreichen würde. Allerdings sind die Annahmen zur Bereitstellung durch Wärmepumpen und solarthermische Anlagen extrem, da hier technische und wirtschaftliche Fortschritt bei Speichertechnologien für Wärme (saisonale Speicherung) und eine sehr breite gesellschaftliche Zustimmung notwendig wären. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass der Verbrauch durch Effizienzmaßnahmen dringend zu reduzieren ist.

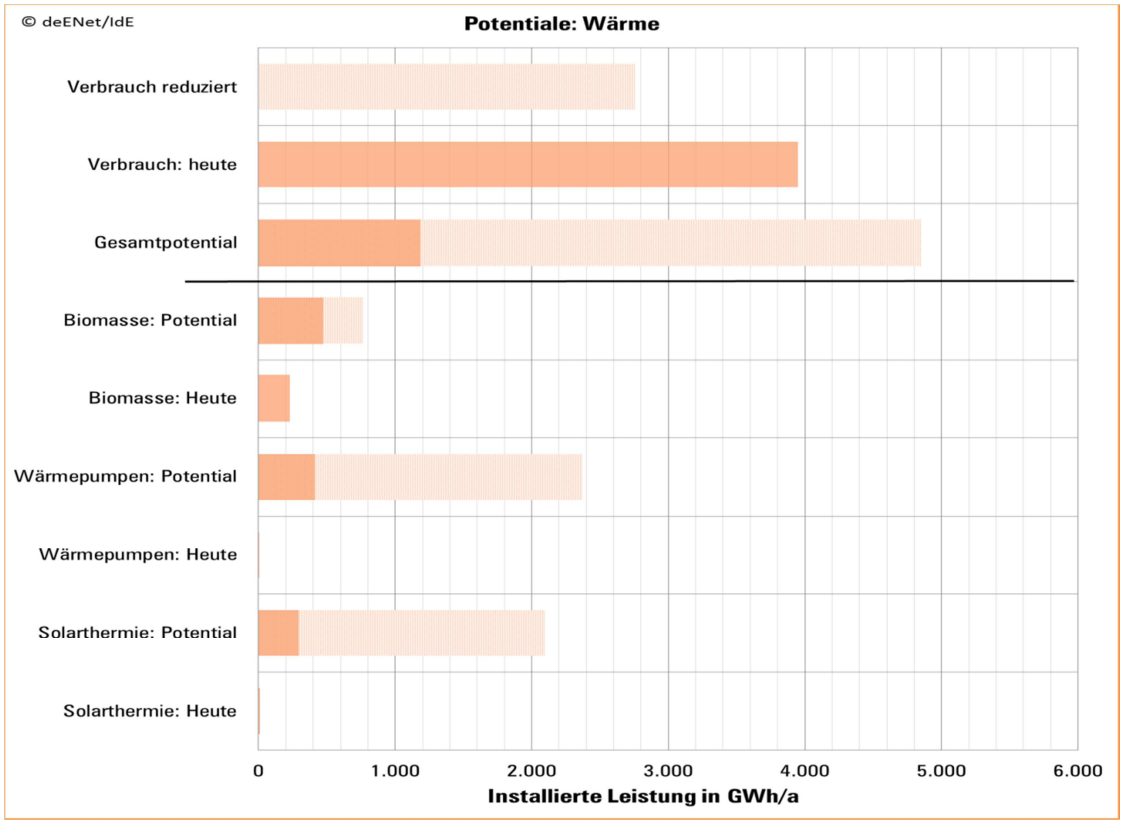


Abbildung 30: Potenzialermittlung im Wärmesektor

Die Energiepolitik des Landkreises zielt auf einen Anteil von 33 Prozent erneuerbarer Energie am gesamten Energieverbrauch bis 2020 ab. Es wird angestrebt, bis spätestens zum Jahre 2030 den Bedarf (ohne Verkehr) zu 100 Prozent in der Region zu gewinnen. Diese Absichtserklärung wird in der Szenarien-Entwicklung berücksichtigt. Sie baut auf der Potenzialanalyse auf (vgl. Kapitel6). Für die einzelnen Träger sind Ausbauziele auf Landkreisebene definiert worden.

Bei der Potenzialermittlung für den Landkreis Gießen sind zudem Ergebnisse der Studie: „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ herangezogen worden, welche vom Fraunhofer IWES, dem DLR und dem Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE) im Auftrag des BMU herausgegeben wurde. Diese beschreiben im Szenario 2011A einen Anteil der erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung bis zum Jahr 2020 von 47 Prozent, sowie einen Anteil im Bereich Wärme von 18 Prozent. Diese Angaben drücken sehr ambitionierte Ziele aus und liegen über den „minimalen“ Potenzialen in Abbildung 29 und Abbildung 30. Sie bleiben aber hinter den „maximalen“ Potenzialen aus eigenen Berechnungen zurück. (vgl. Anhang Tabelle 26: Annahmen Potenziale)

Der Vergleich zwischen den unterschiedlichen Angaben zeigt auf, dass Potenzialanalysen stets subjektive Annahmen enthalten – die Begrenzungen zum Ausbau erneuerbarer Energien sind nicht eindeutig (objektiv) festzulegen. Zudem greifen Annahmen ineinander, wie beispielsweise im Bereich Effizienz: sowohl die Erzeugungsanlagen (Wirkungsgrade, KWK, etc.) als auch Maßnahmen auf Verbraucherseite (Suffizienz, Sanierung, etc.) stellen Potenziale zur Reduktion von Treibhausgasemissionen dar und Maßnahmen beim Verbraucher wirken auf die Erzeugung zurück. Die enge Verzahnung zwischen Potenzialanalysen und Szenarienentwicklung wird bei der Diskussion der entsprechende Szenarien (vgl. Kap. 7) berücksichtigt.

6.4. Berechnungsgrundlagen

Bezogen auf eine flächenbasierte Potenzialanalyse stehen die einzelnen Techniken zur Nutzung erneuerbarer Energien in Konkurrenz zueinander. Aufwand, Kosten, Ertrag und Flächenverbrauch spielen bei der Auswahl der Technologien eine Rolle. Die Potenziale der flächenrelevanten Energieerzeugungsformen Windkraft und Freiflächen-PV im Landkreis Gießen laut Teilregionalplan Energie Mittelhessen sind absolut und anteilig zur Gesamtfläche des Landkreises in Tabelle 6 dargestellt:

Tabelle 6: Flächenausweisung des Teilregionalplans für Wind und PV

Gemeinde	Gemeindefläche (GF) in ha	Fläche für Windenergie (ha)	In % der GF	Fläche für Freiflächen-PV (ha)	In % der GF
Allendorf (Lumda)	2205	93	4,2	22	1
Biebertal	4394	186	4,2	37	0,8
Buseck	3867	209	5,4	24	0,6
Fernwald	2154	321	14,9	108	5
Gießen	7259	0	0	30	0,4
Grünberg	8929	43	0,5	202	2,3
Heuchelheim	1058	30	2,8	3	0,3
Hungen	8676	0	0	45	0,5
Langgöns	5255	116	2,2	59	1,1
Laubach	9697	0	0	129	1,3
Lich	7761	16	0,2	52	0,7
Linden	2276	0	0	12	0,5
Lollar	2188	103	4,7	0	0

Gemeinde	Gemeindefläche (GF) in ha	Fläche für Windenergie (ha)	In % der GF	Fläche für Freiflächen-PV (ha)	In % der GF
Pohlheim	3804	0	0	118	3,1
Rabenau	4338	119	2,7	151	3,5
Reiskirchen	4497	131	2,9	189	4,2
Staufenberg	2809	459	16,3	0	0
Wettenberg	4289	64	1,5	19	0,4

Die Potenziale der flächenrelevanten Energieerzeugungsformen für Landwirtschaft und Biomasse laut Teilregionalplan Energie Mittelhessen sind, absolut und anteilig zur Gesamtfläche in Tabelle 7 gezeigt:

Tabelle 7: Flächenausweisung des Teilregionalplans für Landwirtschaft und Biomasse

Gemeinde	Landwirtschaftliche Fläche (ha)	In % der GF	Fläche für Biomasseanbau von Ackerfrüchten (ha)	In % der landwirtschaft-lichen Fläche	Fläche für Biomasseanbau von Kurzumtriebs-plantagen (ha)	In % der landwirtschaft-lichen Fläche
Allendorf (Lumda)	1162	52,7	541	46,6	0	0
Biebertal	1929	43,9	698	36,2	0	0
Buseck	2265	58,6	1269	56	0	0
Fernwald	1079	50,1	781	72,4	0	0
Gießen	3068	42,3	1651	53,8	0	0
Grünberg	5372	60,2	3198	59,5	0	0
Heuchelheim	648	61,2	298	46	0	0
Hungen	5652	65,1	634	11,2	0	0
Langgöns	2557	48,7	2099	82,1	147	5,7
Laubach	4007	41,3	1756	43,8	0	0
Lich	4409	56,8	1312	29,8	0	0
Linden	1188	52,2	880	74,1	0	0
Lollar	1030	47,1	439	42,6	0	0
Pohlheim	2687	70,6	2143	79,8	0	0
Rabenau	2342	54	1385	59,1	0	0
Reiskirchen	2560	56,9	1475	57,6	0	0
Staufenberg	1464	52,1	803	54,8	0	0
Wettenberg	1391	32,4	593	42,6	0	0

Anmerkung Flächenangaben: Es bestehen erhebliche Unterschiede bei den Flächenangaben zur landwirtschaftlichen Nutzung zwischen unterschiedlichen Quellen. Tabelle 8 verdeutlicht, dass die Daten des Teilregionalplans Energie Mittelhessen bedeutend höher sind als die Werte der Biomasse-Potenzialstudie bzw. der Agrarstrukturerhebung, die sich auf die Hessische Landesstatistik (HSL) berufen:

Tabelle 8: Differenzen landwirtschaftlicher Flächenangaben nach Quellen

Erhebungsgrundlage	Gemeindefläche [ha]	Landwirtschaftliche Anbaufläche [ha]	Anteil Gemeindefläche [%]
Teilregionalplan MH Gesamtfläche	85456	44810	52,4
Agrarstrukturerhebung 2010 Gesamtfläche (HSL 2010)	85456	33676	39,41
Agrarstrukturerhebung 2010 Fläche Ackerbau (HSL 2010)	85456	22665	26,5
Biomassepotentialstudie Fläche Ackerbau (HSL 2007)	85456	22489	26,3

Daher wurden im vorliegenden Konzept bei der Betrachtung der Biomasse-Potenziale nicht (wie für die Ermittlung der Solar- und Windkraftkraft-Potenziale) alleine die Daten des Teilregionalplanes berücksichtigt, sondern die Anbaufläche für Getreide neu ermittelt (vgl. Abbildung 31). Es wird davon ausgegangen, dass die Ackerbaufläche in der ausgewiesenen Landwirtschaftlichen Fläche inbegriffen ist. Von der gesamten Landkreisfläche wurden alle definierten Flächen (Wald-, Gebäude- und Freiflächen, Erholungsflächen etc.) sowie die Ackerbaufläche für Getreide laut Agrarstrukturerhebung abgezogen. Es ergibt sich eine Differenz von knapp 5.000 ha. Unter der landwirtschaftlichen Fläche (33.675 ha) sind sowohl Ackerflächen für Getreide als auch sonstige Anbauflächen und Weiden/Wiesen etc. gefasst. Laut Agrarstrukturerhebung beträgt die Anbaufläche insgesamt 22.665 ha, davon sind 14.705 ha als Ackerfläche für Getreide ausgewiesen. Die Differenz von knapp 11.000 ha zur gesamten landwirtschaftlichen Fläche ist als Weide- Wiesen und sonstige Grünladfläche zu werten.

Auf den Flächenbezug zur Berechnung des Biomassepotenzials wird in Kapitel 6.7 eingegangen. Für eine konservative Potenzialermittlung wird von 30% der ausgewiesenen Anbaufläche ausgegangen. Für eine offensive Potenzialermittlung mit Blick auf theoretisch maximal mögliche Ausweitungen, wird ein Teil der

Grünlandflächen als mögliche Anbaufläche für Kurzumtriebsplantagen (KUP) oder Wildkräuter definiert.

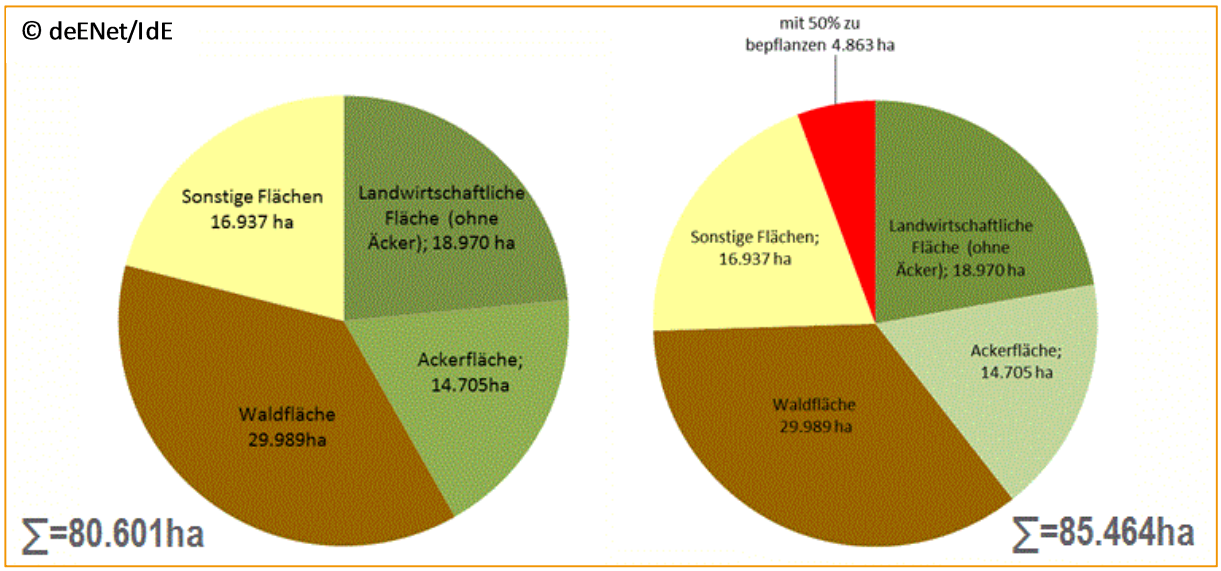


Abbildung 31: Ermittlung potentieller landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Energieerzeugung

Mit diesen Angaben lassen sich Potenziale zur Deckung des Strom- und Wärmebedarfs anhand der ausgemachten Flächendaten hochrechnen.[37] Wirtschaftliche sowie politische Entscheidungsfaktoren bleiben dabei unberücksichtigt. Für die einzelnen Technologien lasen sich mit entsprechenden Annahmen bezüglich der Anlagen, Laufzeiten, Nutzungsstunden etc. Erträge errechnen, die im Folgenden dargestellt werden.

6.5. Windkraft

Die Potenzialanalyse der Windkraftnutzung erfolgt in enger Anlehnung an die im „Teilregionalplan Energie Mittelhessen“ definierten Flächen. Die Flächen werden anhand „harter“ und „weicher“ Ausschlusskriterien für die Schutzgüter „Mensch“, „Fauna, Flora, biologische Vielfalt“, „Wasser“, „Boden“, „Landschaft“ und „sonstige Sachgüter“ (z.B. Straßen) sowie anhand weitere Restriktionskriterien bestimmt, anhand derer die Eignungskriterien festgelegt werden:

[37] Flächenangaben differieren z.T. deutlich zu den Angaben der Landwirtschaftsstatistik Hessen, weshalb beider Potenzialermittlung von Biomasse auf die Daten der Agrarstrukturerhebung zurückgegriffen wurde

Tabelle 9: Kriterien Windkraftnutzung [38]

Schutzgut laut UP-RL Raumbedeutsame Umweltauswirkung von VRG WE	Kriterien zur Bewertung möglicher negativer Umweltauswirkungen von möglichen Vorranggebieten für Windenergie (VRG WE)	
	Ausschlusskriterien (**hart**, weich)	Restriktionskriterien
Mensch (Gesundheit), Bevölkerung Veränderung der Wohn- und Wohnumfeldfunktion durch optische Einwirkung (einschl. Rotorbewegung), Schattenwurf und Geräusche	▪ **Vorranggebiet Siedlung (Bestand, Planung) einschließlich Abstandszone von 600 m** ▪ 600 – 1.000 m Abstandszone um Vorranggebiet Siedlung (Bestand, Planung) ▪ **Wohnbebauung im Außenbereich (z.B. Wochenend-, Ferienhausgebiet, Campingplatz, Aussiedlerhof) einschließlich Abstandszone von 600 m** ▪ **Vorranggebiet Industrie und Gewerbe (Bestand, Planung)**	▪ 0 – 300 m Abstandszone um Vorranggebiet Industrie und Gewerbe(Bestand, Planung) ▪ 600 – 1.000 m Abstandszone um Wohnbebauung im Außenbereich
Fauna, Flora, biologische Vielfalt Inanspruchnahme von Lebens- raum, Veränderung von Flugbewegungen/ Vogelzuglinien durch Zerschneidung des Luftraums (Barriereeffekte, Überflughindernis, Tötungsrisiko), optische und akustische Beunruhigung von Brut-, Nahrungs- und Rastgebieten (Störungsrisiko)	▪ **Naturschutzgebiet (NSG)** ▪ **Schutz- oder Bannwald (einschl. Naturwaldreservat) Naturdenkmal** ▪ Geschützter Landschaftsbestandteil ▪ Auenverbund-Landschaftsschutzgebiet ▪ Altholzinsel ▪ Forstliche Versuchsfläche	▪ Fauna-Flora-Habitat- (FFH)-Gebiet ▪ Vogelschutzgebiet ▪ Raum mit sehr hohem Konfliktpotenzial für gegen WEA empfindliche Brut- oder Rastvögel ▪ Massenwinterquartier von gegen WEA empfindlichen Fledermäusen einschließlich Abstandszone 1.000m ▪ Wochenstube von Großer Bartfledermaus bzw. Mopsfledermaus einschließlich Abstandszone 1.000 m ▪ Wochenstube für Langstreckenwanderer einschließlich Abstandszone 1.000 m (= sehr hohes Konfliktpotenzial für gegen WEA empfindliche Fledermäuse) ▪ Wertvolles Waldbiotop ▪ Forstlicher Saatgutbestand

[38] Quelle: Umweltbericht Mittelhessen, 2012

Schutzgut laut UP-RL Raumbedeutsame Umweltauswirkung	Kriterien zur Bewertung möglicher negativer Umweltauswirkungen von möglichen Vorranggebieten für Windenergie (VRG WE)	
Wasser Inanspruchnahme von Bereichen mit Funktion für die Grundwasserneubildung und -gewinnung oder die Hochwasserrückhaltung bzw. mit Gewässerfunktionen	▪ **Schutzzone I** und Schutzzone II eines Wasserschutzgebiets oder eines qualitativen Heilquellenschutzgebiets (Bestand, Planung) ▪ **Stillgewässer** ▪ Überschwemmungsgebiet	
Boden Inanspruchnahme von Boden mit bestimmten Bodenfunktionen (z.B. Ertragsfunktion, Rohstofffunktion)	▪ Vorranggebiet für den Abbau oberflächennaher Lagerstätten (Bestand, Planung) ▪ (Regional bedeutsames, flächenhaftes Bodendenkmal, siehe bei Schutzgut „Kulturgüter“)	▪ Vorbehaltsgebiet oberflächennaher Lagerstätten ▪ Wald mit Bodenschutzfunktion ▪ Flur mit Bodenschutzfunktion
Landschaft Überprägung des Landschaftscharakters und Veränderung der Erlebnis-, Erholungs- und Freizeitfunktion der Landschaft durch optische und akustische Einwirkungen	▪ **Friedwald** ▪ **Mittlere Windgeschwindigkeit < Klasse 5,5 m/sec. in 140 m Höhe (einschl. < Klasse 5,25 m/sec. In 100 m Höhe)** ▪ Flächengröße des potenziellen VRG WE < 15 ha	▪ Erholungswald ▪ Überörtlicher Erholungsschwerpunkt einschließlich Abstandszone 1.000m ▪ Mittlere Windgeschwindigkeit Klasse 5,5 m/sec. in 140 m Höhe (einschl. Klasse 5,25 m/sec. in 100 m Höhe) ▪ (Kriterien der kumulativen Landschaftsbelastung)
Kulturgüter Inanspruchnahme oder Überprägung von Bereichen mit natur- oder kulturgeschichtlicher Bedeutung	▪ **Welterbe Limes mit Kern- und Pufferzone** ▪ Landschaftsbestimmende Gesamtanlage (Ortssilhouette) einschließlich Abstandszone von 1.000 m ▪ Sonstiges regional bedeutsames, flächenhaftes Bodendenkmal (einschl. spezifischer Puffer)	▪ Abstandszone bis 1.000 m um Kernzone des Welterbes Limes ▪ 1.000 – 5.000 m Abstandszone um landschaftsbestimmende Gesamtanlage (Ortssilhouette) mit regionaler Bedeutung und erheblicher Fernwirkung

Schutzgut laut UP-RL Raumbedeutsame Umweltauswirkung	Kriterien zur Bewertung möglicher negativer Umweltauswirkungen von möglichen Vorranggebieten für Windenergie (VRG WE)	
Sonstige Sachgüter Inanspruchnahme oder Beeinflussung von regionalbedeutsamer Infrastruktur	▪ **Vorrangebiete Bund (Ohne Konversionsfläche)** ▪ **Landeplatz** ▪ Platzrunde um Landeplatz einschl. spezifischer Abstandszone ▪ **Bundesfernstraße (Bestand, Planung) einschließlich Abstandszone von 150 m** ▪ **Sonstige regional bedeutsame Straße (Bestand, Planung) einschließlich Abstandszone von 100m** ▪ **Schienenfernverkehrsstrecke ein- schließlich Abstandszone von 150m** ▪ **Schienenregional- oder -nahverkehrsstrecke einschl. Güterverkehrsstrecke (Bestand) und Trassensicherung stillgelegter Strecke einschließlich Abstandszone von 100 m** ▪ **Hochspannungsfreileitung ein- schließlich Abstandszone von 100m** ▪ **(Vorranggebiet Industrie und Gewerbe, siehe bei Schutzgut „Mensch (Gesundheit), Bevölkerung“)**	▪ Militärische Flugsicherungseinrichtung, Tiefflugstrecke, Nachttiefflugsystem etc. mit spezifischer Abstandszone ▪ Zivile Flugsicherungseinrichtung mit spezifischer Abstandszone

Unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien werden sogenannte „Eignungsflächen“ definiert, die untenstehend zusammengefasst sind:

EIGNUNGSKRITERIEN (laut Umweltbericht zum Teilregionalplan Energie Mittelhessen):

- Mittlere Windgeschwindigkeit in 140 m Höhe > Klasse 6,25 m/sec,
- 200 bis 500 m Abstandszone an überörtlicher Straße oder Bahnlinie,
- 100 bis 500 m Abstandszone an Energiefreileitung einschl. Umspannanlage,
- Messtischblatt-Quadrant (ca. 6x 5,5km) mit geringem und mittlerem Konfliktpotenzial für Fledermäuse bzw. ohne Angaben zum Konfliktpotenzial
- Messtischblatt-Quadrant mit geringem und mittlerem Konfliktpotenzial für Vögel
- 300 bis 500 m Abstandszone um Vorranggebiet Industrie und Gewerbe (Bestand, Planung),
- 500 m Abstandszone um Sende-, Funkmast oder Fernmeldeturm
- 500 m Abstandszone um Abfallentsorgungsanlage oder Kläranlage,
- 1000m Abstandszone um vorhandene WEA bzw. Windfarm (Einzelfallprüfung!),
- Konversionsfläche

Im Landkreis Gießen sind insgesamt 20 Vorrangflächen ausgemacht (inklusive der Fläche in Rabenau (Kennziffer: 4103, auf der bereits 7 Anlagen installiert sind). Zehn dieser Flächen liegen ausschließlich auf der Gemarkung des Landkreises, zehn schließen direkt an angrenzende Landkreise an, bzw. die Vorrangfläche umfasst Flächen in zwei Landkreisen. Dies hat auf die Potenzialanalyse des Landkreises rechnerisch zwar keinen Einfluss, spielt aber hinsichtlich des Maßnahmenkataloges eine Rolle, da interkommunale Zusammenarbeit gerade in Hinblick auf die Windkraftnutzung (Genossenschaftsmodelle, etc.) bedeutsam ist.

Das „technische Potenzial“ der Windkraftnutzung zieht anders als das „theoretische Potenzial“ die Windhöffigkeit, den antizipierten Stand der Technik, Flächenbeschaffenheit sowie die in obenstehender Tabelle genannten raumwirksamen Faktoren mit ein. Im Teilregionalplan Energie Mittelhessen ist der Landkreis Gießen hinsichtlich geeigneter Flächen für die Erzeugung aus erneuerbaren Quellen analysiert worden. Alle Gebiete, die die Kriterien erfüllten (vgl.Tabelle 9) sind in einem weiteren Schritt bezüglich der gegenwärtigen Planung (lokale Initiativen u.ä.) untersucht worden und in entsprechenden Steckbriefen bewertet und dokumentiert.[39] Daraus ergeben sich „vorzuschlagende Flächen“ die in der Summe kleiner sind, als alle ausgewiesenen Flächen. Die Summe der vorzuschlagenden Fläche beträgt 1651 ha und damit knapp 2% der gesamten Landesfläche des Landkreises Gießen. Mit angenommenem Flächenbedarf einer

[39] Die einzelnen Bewertungen aller Flächen sind im Teilregionalplan Energie MIttelhessen einzusehen und online unter http://www.rp-giessen.hessen.de/irj/RPGIE_Internet?cid=e6e69e90c12788970bb849c2cb7d1618 abzurufen.

Anlage von 6 ha und einer angenommen durchschnittlichen Leistung einer Anlage von 2,5 MW bei 1500 Vollaststunden pro Jahr ließen sich 1.032 GWh Strom pro Jahr erzeugen, was 87% des Strombedarfes (1190 GWh in 2011) decken würde. Dies beschreibt das rein technische Potenzial, dem keine genaue standortbezogene Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, EEG-Integration, Netzanschlussfähigkeit und/oder die Prüfung sozialer Akzeptanz vorausgegangen sind, sondern die maximale Ausbeute bei vollständigem Zubau dieser Flächen mit Windkraftanlagen darstellt.

In Abbildung 32 sind die Vorranggebiete der Windkraft beinhaltet, die vorgeschlagenen Flächen in grün dargestellt.

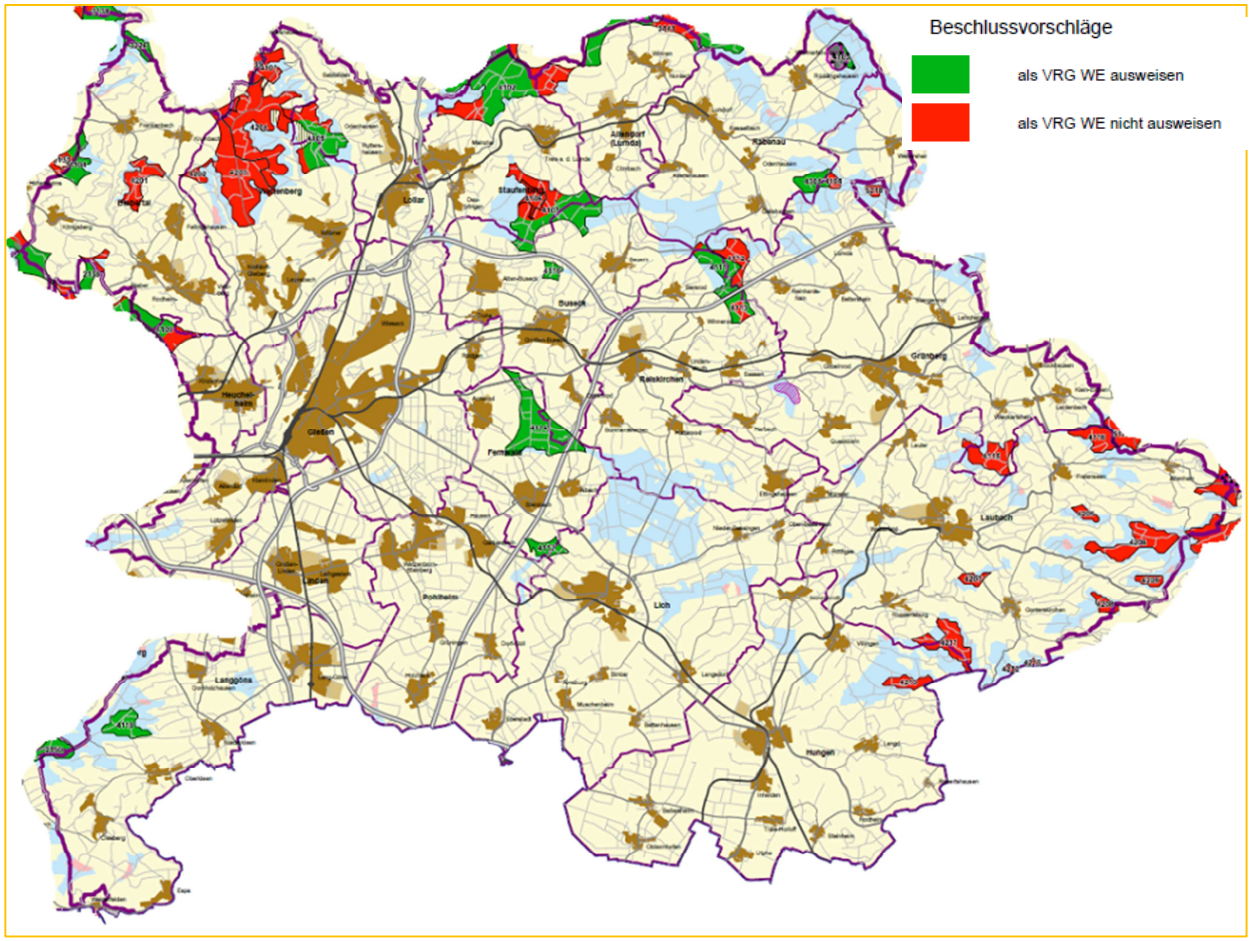


Abbildung 32: Wind-Potenzial-Karte für den Landkreis Gießen gemäß TRP Mittelhessen[40]

Mit Hilfe von GIS Analysen (vgl. Abbildung 33 sowie Anhang) lassen sich die einzelnen Kartenausschnitte georeferenzieren und das „technische Potenzial“ kann graphisch im Satellitenbild angezeigt werden, indem z.B: Höhenlinien, Verkehrswege

[40] Quelle: Teilregionalplan Energie Mittelhessen, Entwurf zur Anhörung und Offenlegung, Materialien zum Umweltbericht, Gießen 12/2012

sowie Effekte zwischen den Anlagen und die vorherrschende Windrichtung berücksichtigt werden. Für die vorgeschlagenen Flächen im Landkreis Gießen ließe sich damit statt 1.032 GWh/a (rein über die Fläche ermittelt) ein Potenzial von 1.706 GWh/a ermitteln (bei gleicher Annahme von 1500 Vollaststunden/a und 2,5 MW-Anlagen). Für alle im Teilregionalplan Energie Mittelhessen vorgeschlagenen Flächen im Landkreis Gießen sind GIS-Auswertungen im Rahmen des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes vorgenommen worden und sind im Anhang zu finden. In den Steckbriefen sind die Flächen so eng wie möglich bebaut und 3 MW-Anlagen zugrunde gelegt worden. Dies ist Ausdruck eines offensiv-optimistischen Potenzialbegriffes: realistisch erscheint der Bau von 455 Anlagen nicht, realisierbar wäre dies. Für eine Standortprüfung im Planungsprozess sind weit detailliertere Vor-Ort Aufnahmen notwendig, um die entsprechenden Flächen bezüglicher aller in Tabelle 9 genannten Kriterien zu untersuchen. Den hier dargestellten Flächenauswertungen liegen Annahmen zugrunde (Nabenhöhe von 140 m, Rotordurchmesser von 116 m, Hauptwindrichtung Süd-West ausgerichtet, Abstandsellipse in Hauptwindrichtung: Durchmesser 8 Rotordurchmessern, 3 in Nebenwindrichtung).

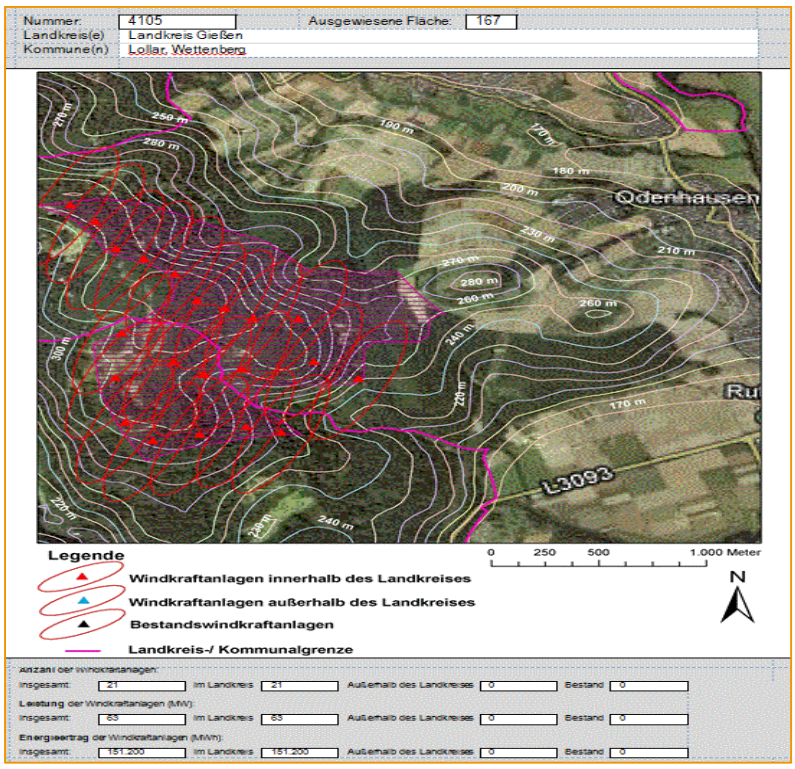


Abbildung 33: Beispiel zur GIS Auswertung Lollar

6.6. Solarenergie

Hinsichtlich der Nutzung der Sonnenenergie lassen sich für die Potenzialbetrachtung drei Nutzungsformen unterscheiden. Neben der Umwandlung in elektrische Energie über Photovoltaikanlagen und der thermischen Nutzung durch Solarthermieanlagen wird auch die passive Nutzung genannt[41]. Unter passiver Nutzung wird die ungehinderte Einstrahlung verstanden, die z.B. bei der Gebäudeausrichtung berücksichtigt ist. Das Potenzial der passiven Nutzung ist jedoch schwer zu quantifizieren, denn es handelt sich um die Ausnutzung von Wärme, die sozusagen „ohnehin" gegeben ist. Die Effekte der Potenziale passiver Sonnenenergienutzung lassen sich durch Wärmedämmung erheblich erhöhen, was in Kapitel 6.10.2 beschrieben ist.

Entscheidenden Anteil am Ausbau der erneuerbaren Energien hat die Installation von **Photovoltaik-** (PV-)Modulen, welche auf *Dach-, Fassaden-* und *Freiflächen* montiert werden können.

Das „theoretische Potenzial" für die PV-Nutzung erfordert wenige regionale Daten und kann anhand der Fläche und der Einstrahlung ermittelt werden (Strahlungswerte gesamt Deutschland: 1285 EJ/a, Landkreis Gießen: ca. 3 EJ/a). Mit Annahmen zum Wirkungsgrad (derzeitige Technologie können eine Größenordnung von ca. 20% elektrischem Wirkungsgrad erreichen) lässt sich für Deutschland ein Potenzial von 257 EJ und für den Landkreis Gießen ein „theoretisches Potenzial" von 0,6EJ errechnen.

Das „theoretische Potenzial" ist weiter einzugrenzen. Unterschieden wird in einem nächsten Schritt zwischen Angebotspotenzial (Stromerzeugungs-Potenzial) und „technischem Endenergiepotenzial" (Nachfrage-Potenzial). Das „technische Angebotspotenzial" umfasst alle verfügbare Flächen, das regionale Strahlungsangebot sowie die Anlagentechnik. Die Flächendaten enthalten Dachflächen, einen Teil der Fassadenflächen sowie einen Teil der landwirtschaftlichen Nutzflächen, die nicht für Nahrungsmittel gebraucht werden. Je nach Datenlage können weitere, potentiell nutzbare Flächen (Gleisüberdachungen, Parkplatzüberdachungen) berücksichtigt werden. Für die Ermittlung der Dachflächen sind Angaben zu Gebäudebestand, die durchschnittliche Dachfläche, die Dachform,

[41] Quelle: vgl. Kaltschmitt et al., Heidelberg, 2013

die Dachneigung, bautechnische Restriktionen (Kamine, Dachfester) und solartechnische Restriktionen (Abschattungseffekte, Sicherheitsabstände) erforderlich, die mit Annahmen der Anlagentechnik, Benutzungsstunden etc. verschnitten werden.

Tabelle 10: Annahmen Solarenergienutzung

Anlage	Technisch Installierbare Leistung	Quelle	Flächenverbrauch	Quelle FV
Fassade	13-28GW	Kaltschmitt et al., Heidelberg, 2003		
Dachfläche	53-116 GW	Kaltschmitt et al., Heidelberg, 2003	Für 1 MWh/a: ca. 8 m^2	VDI 2067
Freifläche	260-571GW	Kaltschmitt et al., Heidelberg, 2003	Für 1 MWh/a: ca. 24 m^2	VDI 2067

Das „technische Endenergie-Potenzial“ („Nachfrage-Potenzial“) ergibt sich, sobald zusätzlich zu den Annahmen des Stromerzeugungs-Potenzials weitere Restriktionen berücksichtigt werden, die auf Netz- und Nachfrageseite entstehen. Wegen der gegenwärtigen Netzstruktur ist eine eingeschränkte fluktuierende Einspeisung möglich.

Den Berechnungen des Online-Tools: „Mittelhessen ist voller Energie“ (Ergebnis: 1.830 ha Gebäudefläche, Potenzial Dachflächen: 216 GWh/a, Potenzial Freifläche mit Einspeisevergütung: 72 GWh/a), denen z. B. in Bezug auf die Gebäudedaten Angaben aus dem Projekt: „Erneuerbar Komm!“ der Fachhochschule Frankfurt a.M. zugrunde liegen, werden Gegenrechnungen für die Potenziale der Dach- und der Freiflächen gegenübergestellt, die abweichende Annahmen enthalten.

Für die Potenzialanalyse der **Dachflächen-PV** sowie der Solarthermienutzung auf Dächern wird die Anzahl der Wohngebäude im Landkreis Gießen zu Grunde gelegt. Um das Potenzial der Solarenergie auf Dachflächen zu bestimmen, wird für diese Gebäudezahl eine durchschnittliche Gebäudegrundrissfläche von 183 m² pro Gebäude im Landkreis angenommen (dieser Wert geht auf eine Mittelwertbildung typischer Gebäudeflächen über den „Hessenviewer“ zurück). Die nutzbare Fläche auf Wohngebäuden beträgt demnach 1.110 ha, die Dachfläche aller Gebäude umfasst 1.783 ha. Allerdings muss angenommen werden, dass nur ca. die Hälfte dieser

errechneten Fläche genutzt werden kann (da die angesetzte Gebäudegrundrissfläche aufgrund von Neigung und Abständen etc. nicht mit der potentiellen Solarenergie-Fläche gleichzusetzten ist).

Da Solarenergie sowohl für die Stromerzeugung als auch direkt für die Gewinnung von Wärmeenergie genutzt werden kann, muss für die Potenzialermittlung der Solarenergie eine Gewichtung zwischen Photovoltaik- und Solarthermieanlagen festgelegt werden. Den ermittelten Potenzialen liegt eine Aufteilung zugunsten der Solarthermie zugrunde. Es wird angenommen, dass 60% der geeigneten Dachflächen (d.h. 30% der verfügbaren Dachflächen von Wohn- und Nichtwohngebäuden) für Solarthermie genutzt werden und auf 40% der Dachflächen Photovoltaikanlagen Strom erzeugt wird. Berücksichtigt werden hierbei die Dachausrichtung, die Ausrichtung der Anlagen sowie die spezifischen Erträge auf die Flächen, sowie unterschiedliche Wirkungsgrade. Es ergibt sich ein Potenzial für PV auf Dachflächen von 571 GWh/a.

Das Potenzial der **PV-Freiflächenanlagen** errechnet sich aus der Annahme, 2 % der Landesfläche (=1709 ha) für FFA-PV zu nutzen, was ungefähr der Summe der im Teilregionalplan ausgewiesenen Flächen für FFA (1.200 ha) entspricht. Aufgrund von Abständen und Wegen wird angenommen, dass 40% dieser Flächen mit Modulen verbaut werden (außerdem ein Wirkungsgrad von 15% und gemittelte Erträge entsprechend der Ausrichtung). Das Ergebnis für das Potenzial der PV-Freiflächenanlagen im Landkreis Gießen beträgt somit 1053 GWh/a.

Neben Dach- und Freiflächen können nach Kaltschmitt et. al. deutschlandweit etwa 200 Mio. **Fassadenflächen** für die Nutzung der Solarenergie verwendet werden. Dies entspricht etwa 2,45 m² Fassadenfläche pro Einwohner deutschlandweit. Auch wenn die Potenziale der Fassadennutzung im Vergleich zu Dachanlagen und FFA geringer ausfallen, ergibt die Hochrechnung für den Landkreis Gießen ein Fassaden-PV-Potenzial von ca. 66 GWh/a.

Solarthermie: Das „theoretische Potenzial“ der Solarthermie ergibt sich aus der Annahme der gesamten solaren Einstrahlung auf eine Fläche. Ausgehend von einer Einstrahlung auf die Fläche der gesamten Bundesrepublik Deutschland von 1285 EJ pro Jahr ergibt sich für den Landkreis Gießen eine Einstrahlung von ca. 3 EJ pro Jahr.

Das „technische Potenzial“ wird in der Literatur weiter nach „Angebots-Potenzial“ und „Nachfrage-Potenzial“ unterschieden. Ersteres beschreibt das maximal mögliche

Erzeugungs-Potenzial, das sich aus der verfügbaren Fläche und den nach dem derzeitigen Stand der Technik möglichen Energieträgern errechnet. Das Nachfrage-Potenzial definiert das „technische Endenergie-Potenzial“, welches für einzelne Potenzialanalysen (dezentrale Systeme für HH und GHD und Industrie, zentrale Systeme für HH, GHD und Industrie ohne saisonale Speicher sowie zentrale Nahwärmenetze mit saisonalen Speichern) zu errechnen ist.[42]

Dachflächen, die für die Nutzung von PV geeignet sind, können grundsätzlich auch für thermische Solaranlagen genutzt werden. Es ist zu berücksichtigen, dass die solarthermischen Kollektoren für die Erwärmung von Trinkwasser und/oder die Heizungsunterstützung genutzt werden können, weshalb sich die Annahmen zur benötigten Fläche unterscheiden. Wie beschrieben wird auf den zur Verfügung stehenden Dachflächen der Solarthermie der Vorzug gegeben, einschließlich der Werte zur Ausrichtung sowie der Wirkungsgrade ergibt sich im Landkreis Gießen ein Potenzial für die thermische Nutzung von 457 GWh/a.

Das Hessische Solardachkataster umfasst detaillierte Daten für die Pilotkommunen des Projektes. Dem Landkreis Gießen gehören die Kommunen Linden, Heuchelheim, Wettenberg, Lollar, Staufenberg, Allendorf (Lumda) an. Für diese kann das Potenzial separat noch detaillierter hochgerechnet werden, bzw. die Dachflächen genauer bestimmt werden. Die betroffenen Kommunen des Landkreises Gießen sind in Abbildung 34 violett hinterlegt abgebildet.

[42] vgl. Kaltschmitt et al. Heidelberg, 2003, S.192

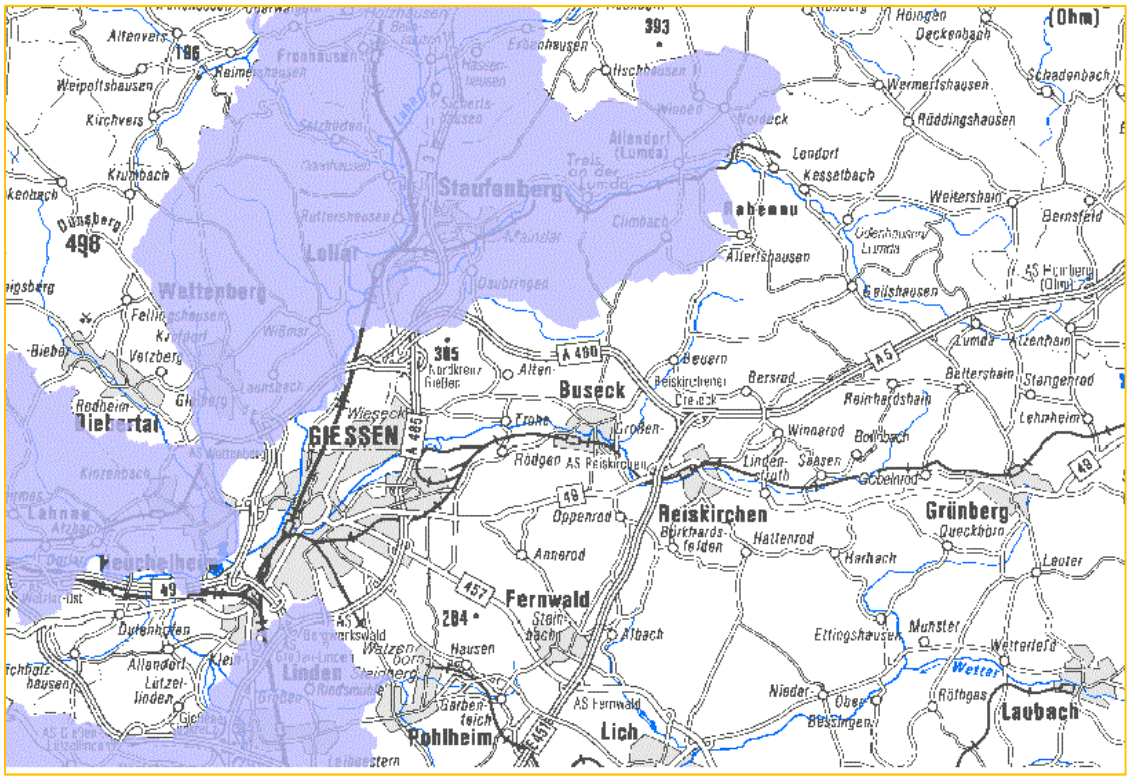


Abbildung 34: Erfasste Flächen des hessischen Solardachkatasters im LK Gießen[43]

Tendenziell ist eine enge Korrelation des Dachflächenpotenzials mit der Dichte der Einwohner vorhanden, bezüglich des Freiflächenpotenzials verhält es sich dagegen umgekehrt. Die Länder Skandinaviens zeigen dagegen, dass auch auf Flächen mit vergleichsweise dünner Bevölkerungsdichte der Ausbau der Freiflächen-Solarthermie einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase beisteuern kann. Denn neben der Wärmeversorgung von großen Wohngebäuden wird diese Technologie in Kombination mit Nah-/Fernwärmesystemen eingesetzt[44]. Europäische Förderprogramme unterstützen derzeit vielseitig den Ausbau von solarthermischen Flächenanlagen und nationale Gesetzgebungen, wie das Dänische Gesetz zum Verzicht von Öl- und Gaskesseln in Neubauten[45] erhöhen damit den Anteil der Solarthermie gegenüber der konventionellen Wärmegewinnung aus fossilen Energieträgern.

[43] Quelle: http://solardach.hessen.de/Main.html?role=solarkataster
[44] Vgl. Dänemark: Anteil der Fernwärme < 60%; über 40% der Fernwärme aus EE
Quelle: /www.renewablesb2b.com/ahk_germany/de/portal/solar/marketstudies/show/7506eecd624a1a9d
[45] Das Gesetz umfasst:
- ein Verbot der Installation von Öl-Heizkessel und Erdgas-Kessel in Neubauten ab 2013
-ein Verbot der Installation von neuen Öl-Heizkessel in bestehenden Gebäuden ab 2016, wenn Fernwärme oder Erdgas zur Verfügung steht.
- Bereitstellung von Mitteln in der Höhe von DKK 42 Millionen (€ 5,6 Mio.) im Zeitraum 2012-2015 für die Finanzierung der Umstellung von Öl- und Gaskesseln auf erneuerbare Energieträger in bestehenden Gebäuden.

Tabelle 11: Solarthermische Großanlagen zur Wärme- und Kälteversorgung in Europa

Land	Erste Anlage (Jahr)	Anlagen in Betrieb	Anlagen stillgelegt	Boden	Dach	Speicher typ *	
Schweden	1979	20	10	13	17	xS, DS, SS	
Österreich	1980	16	2	2	16	xS, DS	
Nieder-lande	1985	7	1		8	DS, SS	
Griechen-land	1986	14		1	13	DS	
Dänemark	1988	16		16		xS, DS, SS	
Deutsch-land	1993	18	1	(2)	19	DS, SS	
Schweiz	1995	7		1	6	DS, SS	* xS: Fernwärmesystem als Speicher; SS: saisonaler Speicher; DS: Tagesspeicher
Spanien	1999	13		1	12	DS	
Frankreich	1999	3			3	DS	
Italien	2002	3			3	DS	
Polen	2004	3			3	DS	
Gesamt		126	15	34	107		

Das Potenzial der Solarthermie wird für Dänemark auf bis zu 40% des Fernwärmebedarfs beziffert, wobei bereits heute mehr als 50% des Wärmebedarfs für Gebäude aus Fernwärme gedeckt wird [46]. Da die solare Einstrahlung in Dänemark tendenziell geringer ist als im Landkreis Gießen, kann diese Annahme zur Potenzialermittlung übertragen werden. Im Moment wird in Dänemark ca. 10 Mio. m² für Solarthermie genutzt, was 0,02% der Landesfläche entspricht. Wird im Sinne der maximalen Potenziale der Beitrag der Freiflächen-Solarthermie abgeschätzt, so kann beispielsweise ausgehend von 1% der Landesfläche (davon 40% wegen Zugangswegen und einem mittleren Wirkungsgrad von 45%) mit großen solarthermischen Anlagen ein Ertrag von 1.642 GWh/a hochgerechnet werden. Die Weiterentwicklung von großen saisonalen Speichern und die breite Einführung von

[46] Quelle: Large solar thermal systems- Development and perspectives, DBDH, Journal 4/2007

Phasenwechselmaterialien in gebäudeintegrierten Speichern ist hierbei ein wichtiger Baustein, der den Ausbau begleiten müsste.

6.7. Biomasse

In Abhängigkeit von ihrer Entstehung werden für die Biomasse verschiedene Potenziale differenziert. Unterschieden werden dabei Biomassepotenziale aus der landwirtschaftlichen Produktion (z.B. Energiepflanzen und Potenziale landwirtschaftlicher Reststoffe. Hinzu kommen forstliche Holzpotenziale sowie Potentiale aus Sperrmüll, Bioabfall (Grüne Tonne), Landschaftspflegeholz, Verkehrsbegleitholz und Grünabfall aus der Landschaftspflege.

Abweichend von den Flächenangaben im Teilregionalplan Energie Mittelhessen beziehen sich die Daten der Potenzialanalyse für den Bereich Biomasse auf die Daten der Agrarstrukturerhebung[47].

Das Potenzial Schad- und Mindergetreide errechnet sich aus dem durchschnittlichen Anteil von Schad- und Mindergetreide an der Gesamtgetreidemenge von 1 bis 2 Prozent. Der Gesamtertrag des Getreides im Jahr 2010 betrug 112.133 t. Wird diese Menge zu Grunde gelegt, ist von maximal 2.240 t Schad- und Mindergetreide auszugehen, mit einem Energiegehalt von rund 0,9 GWh entspricht.

Für die Ermittlung des Potenzials der Energiegewinnung aus Getreidestroh wird ebenfalls von dem Gesamtertrag des Getreides von 112.133 t ausgegangen und die Ackerfläche für Getreide von 2010 (14.705 ha) zugrunde gelegt. Da der durchschnittliche Ertrag für Getreidestroh 6,96 t/ha beträgt, errechnet sich für den Landkreis Gießen ein Strohertrag von 102.346 t. Wird eine Nutzung des Getreidestrohs nach den Angaben der Biomasse-Potenzialstudie von 30% Einstreu, 35% Bodenverbesserung und 35% energetische Nutzung vorausgesetzt, ergibt sich eine Menge von 35.821 t/a Getreidestroh zur energetischen Nutzung, mit einem Energiegehalt von 143 GWh/a für den Landkreis Gießen.

Die Berechnung des Potenzials der Nutzung von Rapsstroh basiert auf der ausgewiesenen Ackerfläche für Winterraps von 2010 (3.994 ha) sowie einem

[47] Die zur Verfügung stehenden Quellen zur Landwirtschaftlich genutzten Fläche im Landkreis Gießen unterschieden sich zum Teil erheblich. Der im Teilregionalplan Energie Mittelhessen angegebenen Wert (44.810 ha) liegt deutlich über dem Wert des Hessischen Statistischen Landesamtes. Wie in Kapitel 6.7**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschrieben, liegt der Berechnung des Potenzials für Getreideanbau daher eine eigene Ermittlung der zur Verfügung stehenden Fläche zugrunde.

durchschnittlichen Flächenertrag von 3,8 t/ha. Daraus resultiert ein Ertrag von 15.177 t/a. Wird das Korn/Stroh-Verhältnis bei Raps von 1:2,9 berücksichtigt beträgt der Strohertrag des Winterraps: 44.013 t/a. Umgerechnet bedeutet dies einen Energiegehalt von 132 GWh/a von Rapsstroh im Landkreis Gießen.

Neben den ackerbaulichen Potenzialen sind auch Potenziale des Wirtschaftsdüngers aus der Landwirtschaft zu beachten. Für den Landkreis Gießen errechnet sich ein Gesamt Biogas - Ertrag von 63,4 Mio.m³, was einer Energiemenge von 17 GWh/ar entspricht. (Annahmen: der jährliche Anfall Wirtschaftsdünger beträgt von den Viehbeständen aus Rindern, Schweinen, Schafen, Ziegen, Einhufern, sowie Hühnern und sonstigem Geflügel 21.501 t/a Mist sowie 90.285 t/a Gülle und Jauche/a). Auf Grundlage des zur Verfügung stehenden Wirtschaftsdüngers besteht ein Potenzial von insgesamt **19 Biogasanlagen** (gemäß der Vorgabe der Förderrichtlinie ausgestattete 75 kW-Anlage). Eine Übersicht gibt Tabelle 12 wieder:

Tabelle 12:WirtschaftsdüngerPotenzial

Quelle der Bezugsdaten	**Wirtschaftsdüngerabfall**				**Biogasanlage**	
	Ertrag pro Jahr		**Biogasertrag**		**Hochrechnung Anzahl Anlagen (75 kW Leistung)**	
Einsatz	Gülle und Jauche	Festmist	Gülle und Jauche	Festmist	Gülle und Jauche	Festmist
Einheit	[t/a]	[t/a]	[m³/a]	[m³/a]	[kWh/a]	[kWh/a]
Biomasse-Potenzialstudie	55.400	14.800	1.900.000	666.000	11	4
Agrarstrukturerhebung	90.285	21.501	2.300.000	945.000	14	5

Angaben über die Energieholzmenge aus dem Staats-, Körperschafts- und dem Privatwald im Landkreis Gießen beziehen sich auf die Erhebungen der Biomasse-Potenzialstudie des Landes Hessen sowie auf direkte Nachfrage bei Hessenforst. Der Potenzialermittlung für Energieholz liegt die gesamte Waldfläche (Hessenforst und Privatwald) von knapp 30.000 ha im Landkreis Gießen zugrunde. Vorausgesetzt, dass 1,5m/ha/a energetisch genutzt werden würden, ergibt sich ein Energieertrag von 115 GWh/a. Wird davon die Hälfte durch KWK (23%_el, 62%_th) genutzt und die

andere Hälfte direkt verheizt, beträgt das thermische Potenzial des Forstholzes knapp 36 GWh/a, bzw. 13 GWh/a für die Stromerzeugung im Jahr.

Hinsichtlich der Biomassepotenziale aus Sperrmüll, Bioabfall, Landschaftspflegeholz, Verkehrsbegleitholz und Grünabfall ist zu berücksichtigen, dass die Mengen z.T. schon energetisch verwertet werden. Die errechneten Potenziale sind daher (v.A: vom Sperrmüll) nicht uneingeschränkt zu verwenden, bzw. müssen Doppelzählungen vermieden werden.

Der Altholzanteil im Sperrmüll und bei der Selbstanlieferung betrug 4.106 t im Jahr 2011. Pro Jahr werden 36.000 t Bioabfälle über die grüne Tonne gesammelt, das entspricht einer spezifischen Biogasmenge bis zu 5.400.000 m^3 Biogas pro Jahr oder einem Energiegehalt bis 32.400 MWh/a (Annahme: ca. 5,5 kWh/m^3 Biogas).

Für den Einsatz von Landschaftspflegeholz errechnet sich ein Potenzial von 3.600 MWh/a aufgrund der anfallenden Masse von 1.760 t/a. Hinzu kommen 2.500 MWh/a von Verkehrsbegleitholz (Menge: 1.210 t/a) und 3.816 MWh/a von Grünabfällen (Menge: 2.248 t/a, davon holzig 900t/a).

Aufteilung der Potenziale „Biomasse“ für KWK-Biogas und KWK aus Holz

Die Biomasse-Potenziale teilen sich auf in Potenziale, die in Biogasanlagen verwertet werden können und holzige Biomasse, die in Dampfkraftwerken (Holz-KWK) und diversen Holzheizungstypen eingesetzt werden kann.

Das Biogaspotenzial setzt sich seinerseits aus der Menge von Grünlandbiomasse, Bioabfall, Wirtschaftsdünger und Getreide zusammen. Der Anteil des Getreides nimmt hierbei den größten Teil ein, da angenommen wird, dass auf 30% der zur Verfügung stehen Ackerfläche Silomais zur energetischen Nutzung angebaut wird. In einer durchschnittlichen Biogasanlage (Referenzanlage) werden aus dem Brennstoff 45% in Wärme und 40% in Strom gewandelt. Bei Holz-KWK wird 62% Wärme und 23% Strom gewonnen.

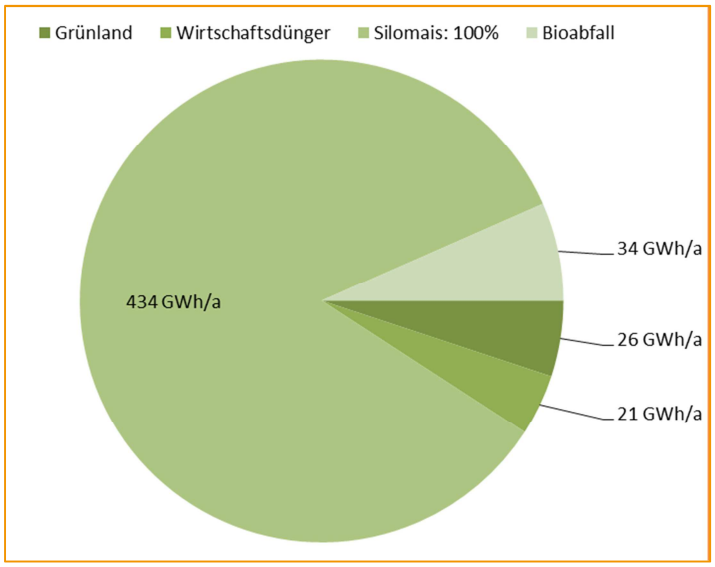


Abbildung 35: Aufteilung der Biogas-Potenziale nach Ressourcen

Für Holz wird angenommen, dass die Hälfte des Holzes in ein Dampfkraftwerk (KWK) geführt und die übrige Menge vom Verbraucher direkt verheizt wird. Zum verfügbaren Holz aus dem Forst kommen geringe Mengen Landschaftspflegeholz, Straßenbegleitgrün und holzige Grünabfälle sowie ggf. Sperrmüll (wird größtenteils bereits energetisch verwendet) hinzu, s. Abbildung 36.

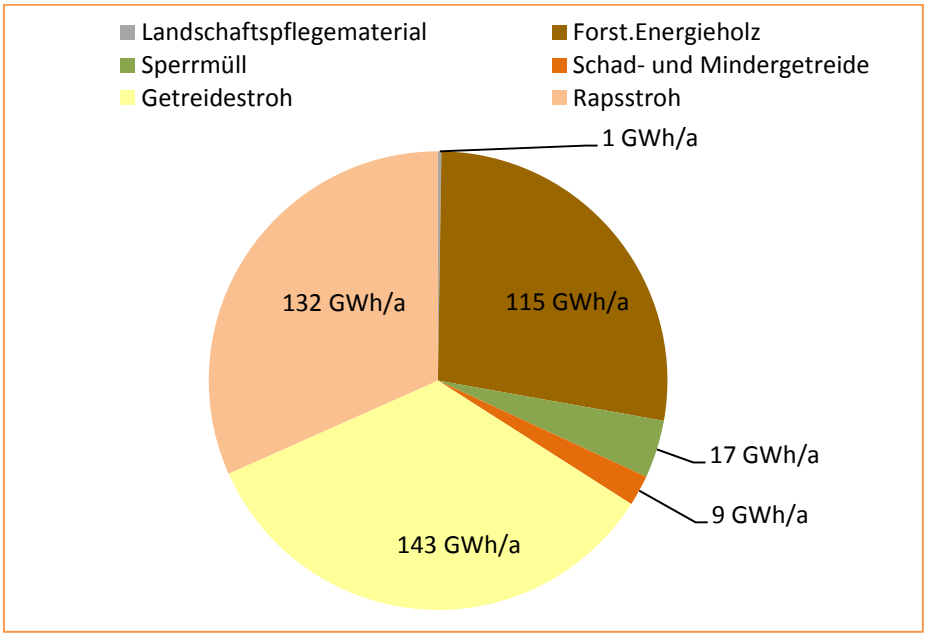


Abbildung 36: Aufteilung der Potenziale von Holzressourcen

Zusammenfassend ist das Potenzial für die energetische Nutzung von Biomasse im Landkreis Gießen in Tabelle 13 dargestellt:

Tabelle 13: Übersicht Biomasse-Potenziale

Biomasse	Ertrag	Einheit
Schad- und Mindergetreide	9	GWh/a
Getreidestroh	143	GWh/a
Rapsstroh	132	GWh/a
Grünland	26	GWh/a
Wirtschaftsdünger	21	GWh/a
Sperrmüll	17	GWh/a
Bioabfall	34	GWh/a
Landschaftspflegematerial	10	GWh/a
Forst.Energieholz	115	GWh/a
Silomais: 100%	434	GWh/a
Gesamtpotenzial Biogas	**515**	GWh/a
davon Wärme	258	GWh/a
davon verbleibende Wärme nach Fermenterbeheizung	206	GWh/a
davon Strom	206	GWh/a
Gesamtpotenzial KWK Holz	**426**	GWh/a
davon Wärme	264	GWh/a
davon Strom	98	GWh/a

Erweitertes Potenzial Biomasse:

Biomasse kann wesentlich dazu beitragen, den Anteil der fossilen Energieträger zur Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien zu ersetzten. Im vorliegenden Konzept wird daher in Ergänzung zu der aufgeführten Analyse mit bestehenden Flächenbezügen eine Potenzialberechnung durchgeführt, die über den bestehenden Anteil der Anbaufläche (mit einer Größenordnung von 22.700 ha) an der landwirtschaftlichen Fläche auf die gesamte nutzbare Fläche von 33.674 ha hinausgeht. Im Sinne einer offensiven Potenzialbetrachtung wird hierbei das bestehende Grünumbruchverbot in Frage gestellt und hochgerechnet, wie sich eine Anpflanzung mit KUP auf der Hälfte dieser zusätzlichen Fläche auswirken würde. Isoliert betrachtet würde dies bedeuten, dass weitere ca. 5.000 ha zur Verfügung stehen, auf denen KUP angpepflanzt werden könnten. Dies ergäbe zusätzlich ca. 450 GWh/a Wärme aus KWK (Holz). Alternativ könnte Wildpflanzenanbau zur Biogasgewinnung diskutiert werden, was vor dem Hintergrund der Diskussion des

Grünlandumbruchverbots unkritischer wärer, da mit dem Wildpflanzenanbau auch viele ökologische Vorteile verbunden sind (allerdins ökonomisch weniger effektiv als KUP)

Von der gesamten landwirtschaftlichen Fläche sind demnach 28.170 ha als Anbaufläche zu definieren. Vorausgesetzt, dass davon 14.705 ha als Fläche mit hohen Ertragswerten angegeben sind (die laut Agrarstrukturerhebung ausgewiesene Ackerfläche für Getreide) bleiben 13.465 ha als zusätzliche Anbaufläche. Dieser wird eine geminderte Ertragszahl zu Grunde gelegt. Das Biomassepotenzial errechnet sich aus der Annahme, dass Energiepflanzen auf 50% der Ackerfläche mit hohen Ertragszahlen sowie KUP auf 50% der Flächen niederer Bodenqualität angebaut werden. Zusammen mit den oben ausgeführten Erträgen aus Wirtschaftsdünger, Bioabfall und Grünland (dieser um 50% reduziert, da die Hälfte der Fläche zur Anbaufläche umdefiniert wurde) ergibt sich ein Biogas-Potenzial von knapp 384 GWh/a zur Wärmeerzeugung (abzgl. 20% für Fermenterbeheizung) und von 481 GWh/a zur Verstromung. Das Verbrennungspotenzial der holzigen Biomasse steigt auf 142 GWh/a zur elektrischen und auf 384 GWh zur thermischen Nutzung.

6.8. Wasserkraft

Die Potenziale der Wasserkraftnutzung sind anhand des Niederschlags- und des Abflussflächenpotenzials ermittelbar. In der Literatur wird zum Teil weiter zwischen technischem und „ausbauwürdigem“ Potenzial unterschieden[48]. Das so definierte theoretische Potenzial kann als Flächen- oder Linienpotenzial dargestellt werden. Die Niederschlags- oder Abflusspotenziale sind dabei als obere Grenze des theoretischen Potenzials zu betrachten (mittlerer Niederschlagsmenge pro Flächeneinheit minus Verdunstung und Versickerung im Verhältnis zur Höhe der Flächeneinheit). Das Nachfrage-Potenzial reduziert das Erzeugungs-Potenzial aufgrund von Verlusten, was die Überbrückung und Entfernung zwischen Kraftwerk und Verbraucher betrifft. Für den Landkreis Gießen bleibt festzuhalten, dass die Fließmenge und das Gefälle für große Wasserkraftwerke zu gering sind und ein Neubau von Kleinwasserkraftanlagen schwer möglich ist, weil kaum noch freie Fließstrecken zur Verfügung stehen. Zudem wird die Wasserkrafttechnologie von Naturschützern oftmals kritisch beurteilt und lokal sind Widerstände denkbar.

[48] Quelle: Kaltschmitt et al, Heidelberg 2003 S.373

Tendenziell wird daher eher zu Reaktivierung und Modernisierung vorhandener Anlagen geraten, was im Landkreis Gießen nur für kleinere Lauf- und Stauwasserkraftwerke in Lich, Buseck, Hungen, Rabenau Reiskirchen und Lollar sowie für eines in der Stadt Gießen in Frage käme.

6.9. Wärmepumpen und Geothermie

Oberflächennahe und Tiefengeothermie sind voneinander abzugrenzen. Tiefengeothermische Nutzung kommt aufgrund der geologischen Struktur, bzw. der topographischen Lage des Landkreises Gießen nicht in Betracht.

Die Unterscheidung der Potenziale für die oberflächennahe Geothermie betrifft die Umgebungsluft und Potenziale der oberflächennahen Erdwärme. Rein theoretisch ist das Potenzial von Wärmepumpen und Erdwärmenutzung quasi unendlich. Restriktionen stellen wirtschaftliche und politische Aspekte dar. Im vorliegenden Konzept wird davon ausgegangen, dass das Potenzial der Wärmepumpen auf einen maximalen Anteil an der Wärmeversorgung von 60% begrenzt ist. Der Fokus liegt auf der energetischen Nutzung der Biomasse, auch Freiflächensolarthermie wird stärker betont als das Potenzial der Wärmepumpen. Es wird hierbei angenommen, dass die Aufteilung der Wärmepumpen nach Wärme so erfolgt, dass 65% Luftwärmepumpen, 35% Erdwärmepumpen (Geothermie und Wärmepumpen mit Wasser als Wärmequelle) einegestezt werden. Eine Realisierbarkeit von Wärmepumpen, die Wasser oder Erde als Wärmequellen nutzen, muss standortbezogen geklärt werden.

6.10. Effizienz

Den Potenzialen im Bereich Effizienz kommt eine ebenso große Bedeutung zu wie dem Ausbau der erneuerbaren Energien. Energieeffizienz und Energieeinsparung sind auf mehreren Ebenen zu definieren. Sie findet in dreifacher Hinsicht Berücksichtigung bei der Potenzialanalyse des Klimaschutzkonzeptes: zum einen sind auf Erzeugungsseite die vorhandenen Anlagentechnologien zu beachten, zweitens werden anhand der Wärmeverbrauchsdaten die Potenziale energetischer Gebäudesanierung (aufgrund der Verbrauchstruktur mit Schwerpunkt auf privaten Haushalten) und drittens sind (wiederum auf Verbrauchsseite) die Aspekte Suffizienz und Lebensstile sowie Effizienzsteigerungen durch den Austausch elektrischer Haushaltsgeräte angesprochen.

6.10.1. Erzeugungsanlagen

Im Integrierten Klimaschutzkonzept für den Landkreis Gießen liegt bei der Potenzialermittlung der Fokus auf dem Ausbau der erneuerbaren Energien. Gleichwohl muss das Kapitel Effizienz beachtet werden. Die bisherige Energieversorgung ist zentral ausgerichtet, was bedeutet, dass meistens die großen Zentren das Umland mitversorgen. Beim Umbau des Versorgungssystems auf Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen gewinnen dezentrale Lösungen an Bedeutung. Das hat elementare Auswirkungen auf die Stadt-Umland Beziehungen, denn nun wird Energie vermehrt in suburbanen Regionen erzeugt und muss in die Zentren gefördert werden. In den Städten ist das Potenzial zum Ausbau der erneuerbaren Energien aufgrund von Flächennutzung bzw. Flächenversiegelung, Einwohnerdichte, etc. sehr viel geringer bzw. ist stärkeren Restriktionen unterworfen. Vor diesem Hintergrund sind Effizienzsteigerungen im Bereich Kraftwerkstechnologie (d.h. die Verbesserung des Wirkungsgrades) sehr wichtig und bleiben auch bei einer Vollversorgung mit erneuerbaren Energien für den Bereich Biomasse von Bedeutung. Zum einen sind Verbesserungen der einzelnen Kraftwerkskomponenten (Dampferzeuger, Turbinen, Generatoren) angesprochen, zum andern bezieht sich dies auf den Einsatz neuer Technologien wie Kraft-Wärme-Kopplung, Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke sowie Brennstoffzellentechniken. Eine Übersicht über mögliche Verbesserungen im Bereich Kraftwerkstechnologie ist daher zusammenfassend in Abbildung 37 dargestellt. Deutlich wird eine massive Senkung der CO_2-Emissionen, die mit einer erheblichen Steigerung des elektrischen Wirkungsrades auf 50% für Kohle und bis zu 60% für Gas einhergeht.

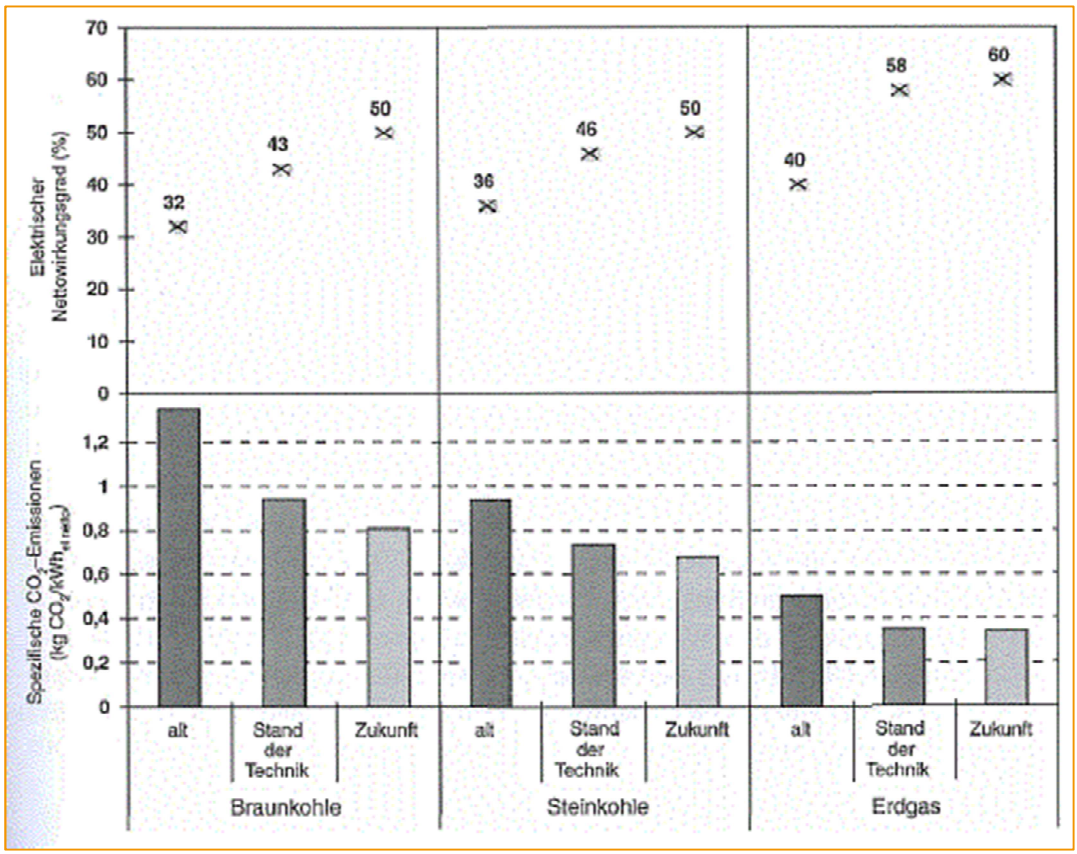


Abbildung 37: Verbesserung des elektrischen Wirkungsgrads in konventionellen Kraftwerken[49]

Die Fernwärmestruktur im Landkreis Gießen weist für die Stadt Gießen einen vergleichsweise hohen Anteil auf, in den umliegenden Gemeinden dagegen ist die Versorgung mit Fernwärme wenig ausgebaut. Prozentual werden 12 % der Haushalte mit Fernwärme versorgt. Der Anteil im Sektor GHD liegt bei 20 %. Der Anteil Industriesektor ist mit 8 % der geringste, die öffentlichen Liegenschaften dagegen weisen mit 75 % einen recht hohen Anteil von Fernwärme auf. Mittelfristig muss die Umrüstung der Heizwerke angestrebt werden und die Erzeugung der Fernwärme vollständig in KWK-Anlagen erfolgen. Langfristig sind Fern- bzw. Nahwärmenetze, die möglichst an Anlagen mit erneuerbarer Energieerzeugung angeschlossen sind, die effizienteste Energiewandlungsform. In Abstimmung an die erwartete Entwicklung der Bebauung im Landkreis ist der Fernwärmeausbau in Gebieten mit hoher Abnahmedichte zu forcieren.

[49] Pehnt et al, Heidelberg, 2011, S.109

6.10.2. Sanierung

Die Modernisierungsrate in Hessen, die nach Schätzungen des Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt (IWU) derzeit etwa 0,75 % jährlich beträgt, will die Landesregierung auf mindestens 2,5 % bis 3 % pro Jahr steigern. Rund zwei Drittel des gesamten Wärmebedarfs von Haushalten entfallen im Bundesdurchschnitt auf Raumwärme und Warmwasserbereitung.[50]

Eine Energieeinsparung ist vor allem durch guten Wärmeschutz zu erreichen, denn der Einsatz der Heizanlage wird von der wärmetechnischen Qualität und Fläche der Außenbauteile, den Lüftungswärmeverlusten und dem Nutzerverhalten bestimmt: 76 % des bundesdeutschen Endenergieverbrauchs entfallen auf die Wärmeverluste der Gebäudehülle und der Lüftung, 24 % entfallen auf die Umwandlungsverluste der Heizanlagen.[51]

In der Studie: „Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlagen für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, Darmstadt, 2003) sind die Potenziale für die einzelnen Klassen hochgerechnet worden. Um für den Landkreis Gießen Aussagen zum Einsparpotenzial aufgrund von Sanierungsmaßnahmen treffen zu können, muss die Ermittlung des Gebäudebestands voran gestellt werden.

Es liegen beim Statistischen Landesamt Daten zum Bestand der Wohngebäude vor, für die Einteilung nach Baualtersklassen wird mit Hilfe einer Übertragung der bundesdeutschen Verhältnisses auf den Landkreis vorgenommen, da die hessische Gebäudetypologie nicht die Häufigkeit der einzelnen Baualtersklassen dokumentiert.

Abbildung 38: Ermittlung der Gebäudestruktur im Landkreis Gießen

[50] Quelle: Arbeitsgemeiscnhaft Energiebilanzen
[51] Quelle: Die Enegiesparverordnung, der Altbau und was man in HH wirklich tun sollte“, Henning, 2012

Diesem Ansatz zufolge verteilen sich die insgesamt 60.645 Wohngebäude, auf 9.343 Mehrfamilienhäuser, 15.639 Reihenhäuser, 871 Große Mehrfamilienhäuser und 34.559 Einfamilienhäuser. Laut dem Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt entfallen in Hessen rund 62% der Gesamtgebäudefläche auf Wohngebäude und 38% auf Nicht-Wohngebäude. Zur gesamten Wohnfläche von 11.338.000 m² kommt demnach eine Fläche von 6.950.000 m² Nichtwohngebäuden hinzu.

Über die Häufigkeit der Gebäudetypen in Verbindung mit den Angaben des hessischen statistischen Landesamts ergibt sich eine Verteilung für den Landkreis Gießen, wie sie in Abbildung 39 dargestellt ist. Hinsichtlich der zu ermittelnden Einsparpotenziale wird deutlich, dass die Mehrfamilienhäuser einen Wohngebäudeanteil von ca. 17% im Landkreis haben. Diese 17% beinhalten rd. 40% der Wohnfläche.

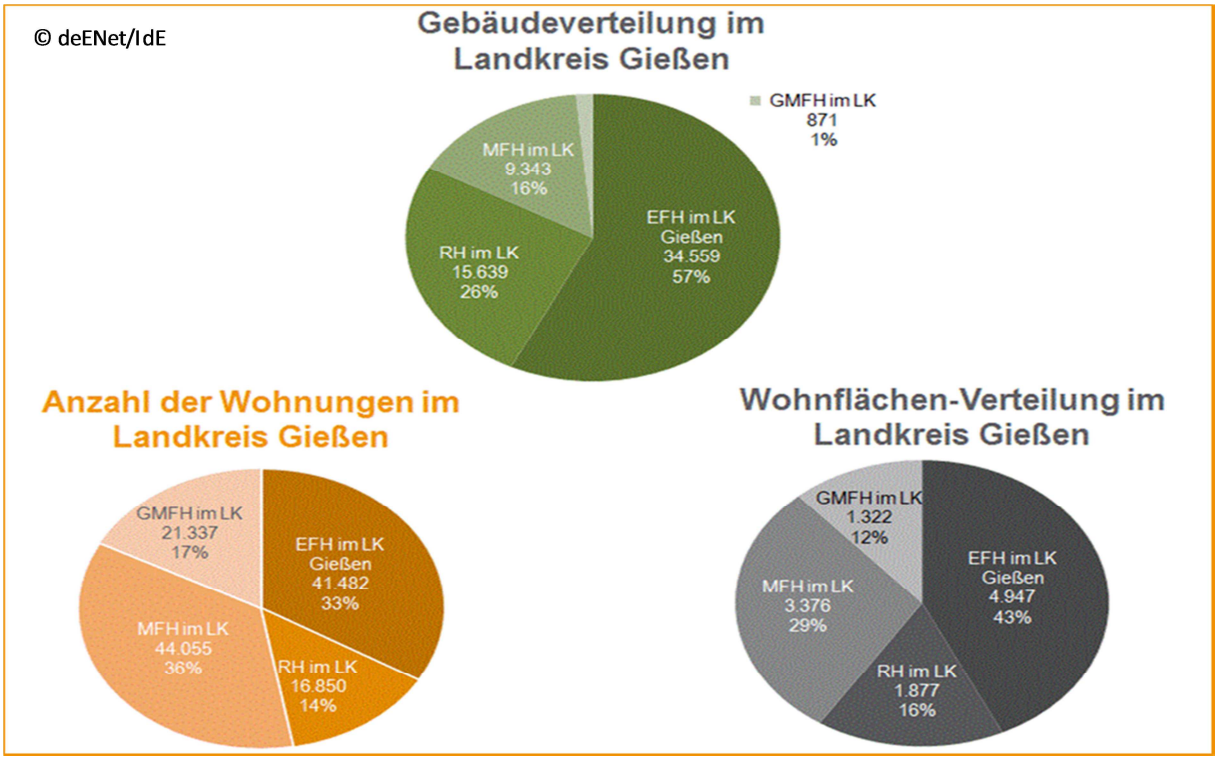


Abbildung 39: Aufteilung der Gebäude im Landkreis Gießen nach Gebäudeklassen [52]

Das größte Potenzial energetischer Sanierung bietet die Umrüstung der Gebäude, die zwischen 1949 und 1994 errichtet worden sind, weil sich danach die

[52] Quelle: eigene Darstellung nach den Basisdaten für Hochrechnungen mit der Deutschen Gebäudetypologie des IWU – Neufassung August 2011

Auswirkungen der Wärmeschutzverordnungen widerspiegeln und vorher oftmals Denkmalschutz geltend gemacht wird. Hinsichtlich der zu empfehlenden Maßnahmen kann daher auf diesen Bereich ein Schwerpunkt gesetzt werden (Beispiel Mehrfamilienhäuser Baualtersklasse H (1984 bis 1994). Es lässt sich festhalten, dass das Potenzial im Bereich der Einfamilienhäuser für einzelne Sanierungsmaßnahmen am größten ist. Betrachtet man die Verteilung der Wohnflächen wird deutlich, dass das in den Bereichen Mehrfamilienhäuser und Einfamilienhäuser ähnlich hohe Potentiale zu erschließen sind. Über die spezifischen Endenergiewerte, die das IWU ermittelt hat lässt sich eine Gesamtbilanz für Wohngebäude im Landkreis herstellen. Sukzessive kann durch Sanierungsmaßnahmen der Endenergieverbrauch reduziert werden. Die Einsparungen werden durch Erneuerung der Fenster, plus Wanddämmung, Dachdämmung und Kellerdeckendämmung erreicht. Die Effekte der Maßnahmen im Einzelnen sind in „Zu Kapitel: 6.10.2 Sanierung:

Tabelle 28“ im Anhang zu finden.

Abbildung 40: Energiesparmöglichkeiten in typischen hessischen Wohngebäuden[53]

Die Einsparungen, die in der genannten Studie des IWU aufgeführt sind, beziehen sich auf den Endenergiebedarf. Die Einsparungen der Maßnahmen müssen daher in Prozent betrachtet und in Relation auf den erhobenen Wärmeverbrauch im Landkreis

[53] Hessische Energiesparaktion; Foliensatz IWU, 6_schritte_kurz

angerechnet werden[54]: Das Potenzial von Sanierungsmaßnahmen geht weit über 50% des Ausgangswertes hinaus. Technisch sind Reduktionen bis zu 80% möglich – das Potenzial wird hauptsächlich durch wirtschaftliche Restriktionen begrenzt.

Die Werte der IWU-Studie sind als konservativ anzusehen. Die Förderprogramme der KfW legen weit ambitioniertere Werte für die Einsparungen des Endenergieverbrauchs fest (das Fazit ist das gleiche: Es sind im Bereich Gebäudesanierung massive Reduktionen möglich). Abbildung 41 zeigt, wie der Heizwärmebedarf eines durchschnittlichen Einfamilienhauses (Ausgangswert 180kWh/m² a) durch Sanierungsmaßnahmen um ca. 2/3 auf 60kWh/m² a gesenkt werden kann. Die Anlagentechnik ist dabei noch unberücksichtigt, allein Fensteraustausch und Dämmung (Wände, obere Geschossdecke und Kellerdecke) sind angerechnet worden.

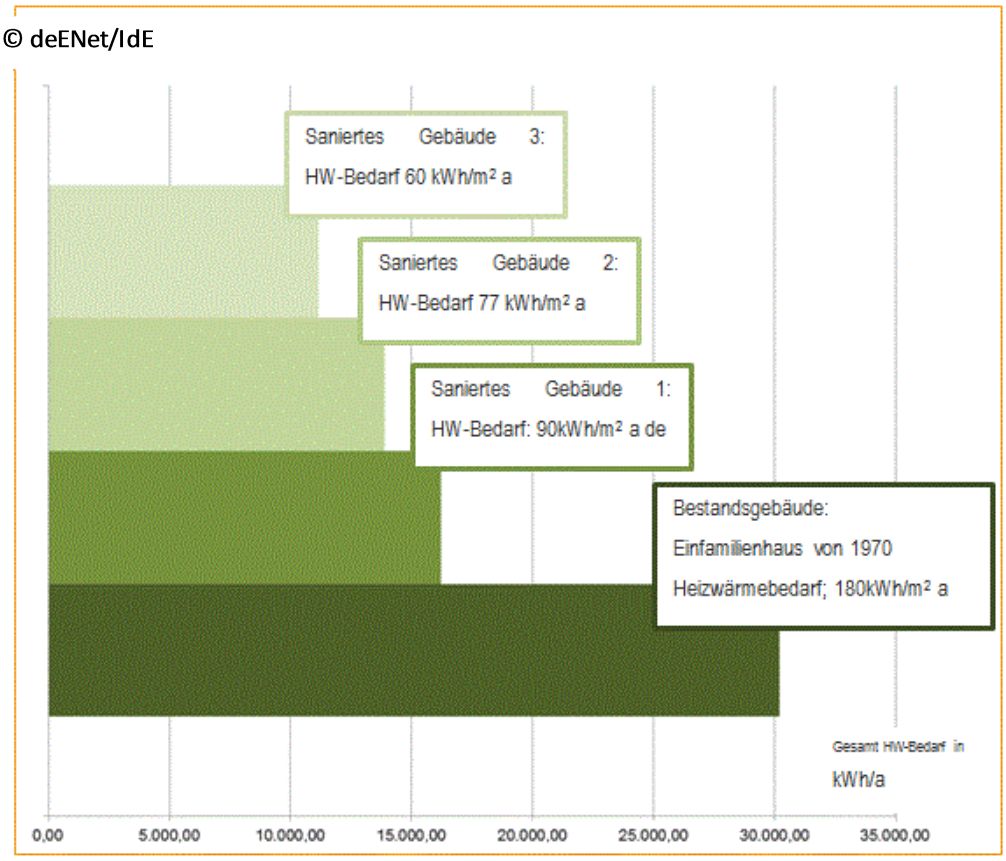


Abbildung 41: Reduzierung des Heizwärmebedarfs am Beispiel eines EFH von 1970[55]

[54] Anhand der Verteilung der Gebäudeklassen im Landkreis kann für die einzelnen Gebäudeklassen nach Wohnraum in m² durch Multiplikation mit dem spezifischen Endenergiebedarf der Endenergieverbrauch ermittelt werden. Dies wurde im vorliegenden Konzept nur zur Plausibilitätsprüfung vorgenommen, denn die Feuerstätten-Erhebung der 21 Kehrbezirke weist eine höhere Datengüte als die Berechnung über den Gebäudebestand auf.

Analog reduzieren sich die Treibhausgasemissionen, die sich aus dem Brennstoffeinsatz zur Gebäudebeheizung ergeben. Für die Potenzialerschließung im Bereich Sanierung ist neben den Maßnahmen an der Gebäudehülle die Anlagentechnik entscheidend. Im vorliegenden Klimaschutzkonzept kann diesbezüglich auf die Feuerstättenerhebung zurückgegriffen werden, die neben der Anzahl der Öfen pro Leistungsklasse auch Daten zum Alter der Kesselanlagen beinhalten. Hinsichtlich Effizienzsteigerung sind daher die Daten der Schornsteinfegerdaten detailliert ausgewertet worden. Dies ergab erhebliche Einsparpotenziale für den Landkreis Gießen, insbesondere für die Kommunen Allendorf, Buseck, Grünberg, Hungen, Rabenau und Reiskirchen, da dort ein besonders hoher Anteil alter Ölheizungen zu finden ist.

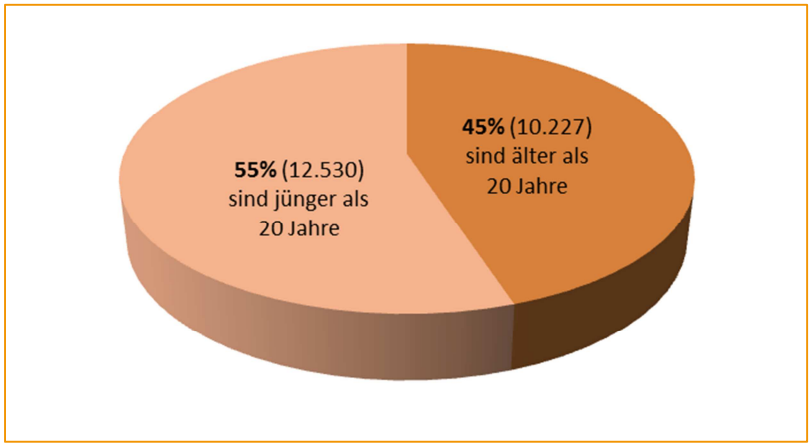


Abbildung 42: Altersklassen von Öl-Heizungen im Landkreis Gießen

Insgesamt sind im Landkreis Gießen 45% aller Ölkessel älter als 20 Jahre (absolut 10.227) und 42% aller Gaskessel älter als 20 Jahre (absolut 13.784).

[55] Quelle: IdE

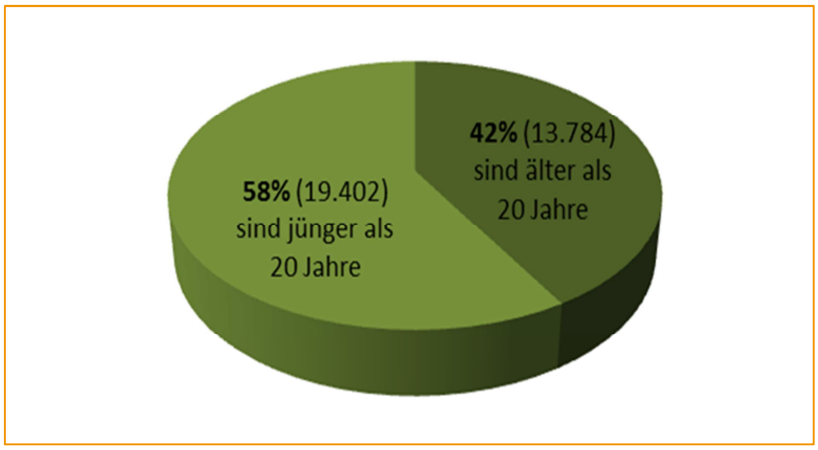


Abbildung 43: Altersklassen von Gas-Heizungen im Landkreis Gießen

Mit modernen Brennwertkesseln kann der Energieverbrauch gegenüber Standardkesseln um bis zu 30% gesenkt werden, was ein Einsparpotenzial von etwa 18 Mio Heizöläquivalent pro Jahr bzw. ca 55.000 t CO_2/a entspricht.

Die in Privathaushalten erzeugte Wärmemenge in Einzelöfen/Festbrennstoffkessel beträgt rund 160.000 MWh. Bei einem angenommenem Heizwert für Scheitholz/Holzpellet von 5 MWh/t errechnet sich das Bedarfspotenzial für feste Brennstoffe von 32.000 t/a (16 Mio Liter Heizöl). Unter der Annahme einer zukünftigen Verknappung von forstlichem Brennholz liegt hier ein deutliches Potenzial für Mischbriketts aus regionalen Reststoffen vor (vgl. Potenzial Biomasse: Holzpellet Produktion im Landkreis Gießen).

6.10.3. Suffizienz / Lebensstile

Einsparungen im Bereich Verhaltensänderungen und Lebensstile sind besonders schwer prognostizier- und quantifizierbar. Es können pauschal über die Pro-Kopf-Verbräuche Annahmen getroffen werden, wie sich beispielsweise ein verringerter Fleischkonsum oder ein verändertes Verkehrsverhalten (Reduzierung von Flugreisen, Rad- statt Autoverkehr, etc.) auswirken würden. Die bezifferten Potenziale bleiben jedoch unscharf (Abbildung 44 dient als eine Annäherung). Da die Analyse komplex ist und Referenzbezüge schwer herzustellen sind, wird im Klimaschutzkonzept dieser Bereich in erster Linie perspektivisch betrachtet, d.h. in die Maßnahmenempfehlungen aufgenommen, aber keine Bewertung des Ist-Zustandes vorgenommen. Der Fokus liegt vielmehr auf politischen Steuerungsgrößen. Für Maßnahmenempfehlungen, die individuelle Verhaltensweisen betreffen, müssen durchschnittliche Daten für die Bevölkerung im Landkreis herangezogen werden.

Der Bereich „Lebensstile“ umfasst die Bereiche Mobilität, Ernährung und Konsum sowie den Energieverbrauch für Heizung und Strom und ist sehr individuell beeinflusst. Der Bereich Lebensstile fand bisher in Konzepten wenig Berücksichtigung, die Potenziale zur CO_2-Reduktionaufgrund von Verhaltensänderungen sind aber durchaus hoch. Abbildung 44 stellt die Varianz der Faktoren beispielhaft dar:

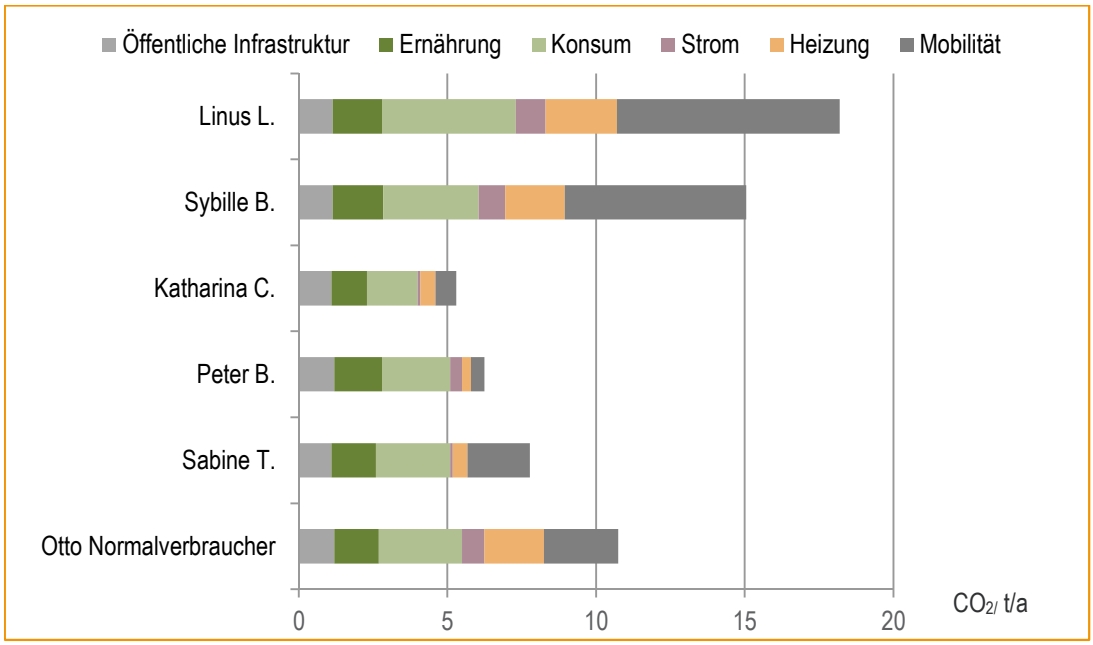


Abbildung 44: Der Einfluss von Lebensstilen auf die persönliche CO_2-Bilanz [56]

Je nach Verhaltensweise fallen die Emissionen aus den beschriebenen Bereichen unterschiedlich stark ins Gewicht. Emissionen der öffentlichen Infrastruktur sind schwerer zu beeinfllussen, da sich individuelle Verhaltensänderungen weniger auswirken. Für den Bereich Ernährung sind die Differenzen etwas größer. Die Abweichung geht jedoch weniger auseinander als in den Bereichen Konsum und Mobilität, in denen wesentlich mehr Spielraum für Suffizienz besteht. Für die Emissionen der Mobilität sind in erster Linie Flugreisen entscheidend, diese fallen im Vergleich zu allen anderen Bereichen massiv ins Gewicht. So belastet eine Fernreise beispielsweise zwischen Frankfurt am Main und New York das persönliche CO_2-Konto schon mit ca. 4t CO_2 .

[56] Quelle: eigene Darstellung nach: Klimaneutral Leben: Verbraucher starten durch beim Klimaschutz, UBA, 2010, S. 24

Auch die Emissionen für Strom und Heizung können durch unterschiedliche Verhaltensweisen wesentlich gesteuert werden. Durch Verbesserung der Energieeffizienz und durch Suffizienz lässt sich der Energiebedarf und somit die Emissionen gegenüber dem heutigen Verbrauch verringern. Prinzipiell gilt der Leitsatz: „die beste Kilowattstunde ist die, die gar nicht erst verbraucht wird“. Zum einen wirken sich Verhaltensweisen unmittelbar auf die Verbräuche aus, zum andern sind die entsprechenden Beleuchtungs- bzw. Heiztechnologien ausschlaggebend. Wie in Kap. 6.10.2. beschrieben, nimmt bei den Potenzialen im Wärmebereich die Wärmedämmung eine herausragende Stellung ein, weil allein durch Sanierungsmaßnahmen der Gesamtwärmebedarf im Landkreis um 50 % gesenkt werden kann. Eine Reduzierung des bisherigen Primärenergie-Verbrauchs auf die Hälfte ist ambitioniert, gilt aber als erreichbar. **Abbildung 45** zeigt, wie sich der Endenergieverbrauch in deutschen Haushalten durchschnittlich verteilt.

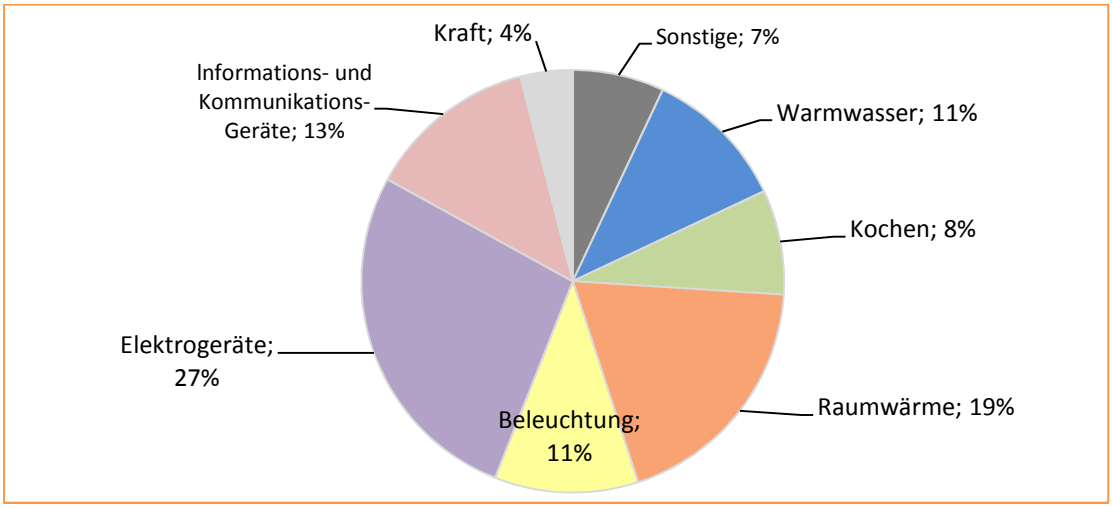


Abbildung 45: Verteilung des Endenergieverbrauchs von Haushalten[57]

Um Emissionen im Strombereich zu senken sind Effizienzsteigerungen bei Geräten entscheidend. Die Gesetzgebung hat sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene in den vergangenen Jahren gezielt auf eine Steigerung der Energieeffizienz bei Elektrogeräten eingewirkt. Die Ökodesign-Richtlinie der EU schreibt für eine Vielzahl von enegieverbrauchenden Produkten spezifische Höchstwerte für den Energieverbrauch vor, laufend werden weitere Gerätegruppen aufgenommen. Die Richtlinie wird künftig auch auf energieverbrauchsrelevante Gegenstände ausgedehnt, seien es Fenster, Dämm-Materialien oder Duschköpfe. Um

[57] Quelle: eigene Darstellung nach: Paxisleitfaden für Kommunen, Difu, 2009 S.277

die Konsumenten für die Energieeffizienz zu sensibilisieren und die Vergleichbarkeit von Geräten hinsichtlich ihres Energieverbrauchs zu erleichtern, wurde die, Energieverbrauchs-Kennzeichnungsverordnung – (EnVKV) geschaffen. Eine Reduzierung des Stromerbrauch insgesamt bedarf des Engagements von Anwendern wie Herstellern gleichermaßen: sowohl Verhaltensweisen des Verbrauchers (bewusster Umgang: z.B. Steckerleisten, Stand-By-Vermeidung, Kaufverhalten sowie Suffizienz) als auch die Ausstattung der Geräte sind für die Erreichung der Ziele von Bedeutung.

Vor Allem die Geräte der sog. „weißen Ware“ (Geräte zum Kühlen, Waschen, Kochen, Trockenen etc.) bestimmen die Höhe des Stromverbrauchs:

Abbildung 46: Stromverbrauch der privaten Haushalte nach Anwendungsart[58]

Anwendung; Haushaltsgruppe	Stromverbrauch BRD 2007 in TWh
Beleuchtung	15,0
Kühlen, Gefrieren	16,4
Waschen, Spülen, Trocknen	14,2
Kochen, Backen	11,0
Fernsehen	7,8
Audio. Video	3,6
Computer	10,0
Sonstige Unterhaltungselektronik, Informations- und Kommunikationstechnik	10,6
Sonstiges	12,6
Summe	**101,2**

Neben den Potenzialen der Sanierung ist die Energieeffizienz auf Haushaltsebene zu steigern, indem der Jahresstromverbrauche der Geräte weiter deutlich gesenkt wird. Deshalb sollten zum einen beim Neukauf stets die Effizienzkriterien berücksichtigt werden, zum anderen ist beim Gebrauch der Geräte auf eine ideale Platzierung und ein angemessenes Temperaturniveau zu achten. Studien belegen, dass allein für Waschmaschinen der Stromverbrauch ausgehend von heute um bis zu 37% gesenkt

[58] Quelle: Pehnt et al. S. 183

werden kann, wenn durch den Einsatz von neuen Waschmitteln die Temperatur der Waschgänge auf 20˚C gesenkt wird.[59]

[59] Quelle: Öko Institut, 2004

Tabelle 14: Stromverbrauchsreduktion bei der "weißen Ware"[60]

Gerätekategorie	Stromverbrauchsreduktion 1998 bis 2008
Kühlschrank	55 %
Kühl-Gefrier-Kombination	60 %
Gefrierschrank	70 %
Waschmaschine	35 %
Wäschetrockner	60 %
Geschirrspülmaschine	40%

Bei der Diskussion um mögliche Effizienzpotenziale im Strombereich muss angesprochen werden, dass trotz der in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in der Geräteeffizienz der Verbrauch im Strombereich insgesamt nicht gesunken, sondern im Gegenteil zwischen 1990 und 2007 gestiegen und seitdem annähernd gleich geblieben ist[61].

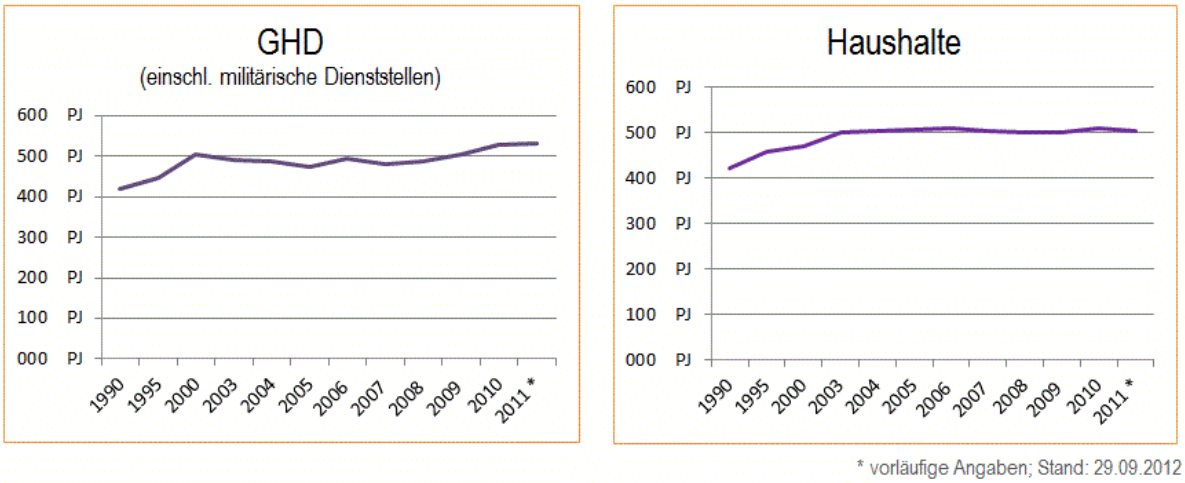


Abbildung 47: Entwicklung des Stromverbrauchs für GHD und PH in Deutschland

Die Erklärung ist zumindest teilweise der sog. „Rebound-Effekt“, da die Effizienzsteigerungen durch erhöhten Verbrauch über mehr (IT-) Geräte neutralisiert werden[62]. Die durchschnittliche Anzahl stromintensiver Geräte hat vor allem im

[60] Quelle: Pehnt et al, S. 184
[61] Quelle: AGEB http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=139
[62] Quelle: Thomas, 2012, S. 8ff.

Kommunikationsbereich massiv zugenommen. Der Rebound Effekt kann differenziert betrachtet werden. Direkt wirkt er, wie angedeutet, weil die Nachfrage (z.B. durch Preisminderung) steigt. Indirekt kann die Effizienz negiert werden, wenn Einsparungen in einem Bereich zu erhöhter Nachfrage in einem anderen führen, der mindestens so hohe Verbräuche provoziert (Budgeteffekt: z.B. eingesparte Heizkosten werden für Fernreisen o. Ä eingesetzt). Außerdem werden gesteigerte Ansprüche, Struktureffekte, sowie die sog. „graue Energie“ (Energie zur Herstellung von Effizienzverbesserungen, die im Energiebereich allerdings meist eine sehr untergeordnete Rolle spielt) zum Rebound Effekt gezählt.[63]

Zusätzlich zu der Effizienzsteigerung auf individueller Ebene sind die volkswirtschaftlichen Effekte anzuführen, die auf übergeordneter Ebene Vorteile bringen. Darunter fallen zusätzliche Investitionen, Wettbewerbsvorteile und eine geringere Abhängigkeit von Importen. Abbildung 48 zeigt die Zusammenhänge und Effekte der Energieeinsparung für die volkswirtschaftlich relevanten Bereiche auf.

Beispielsweise bewirken zusätzliche Investitionen in effiziente Produkte über die erhöhte Nachfrage und höhere Produktion eine höhere Beschäftigung. Daneben kann eingesparte Energie (Energieimporte) zu einer erhöhten Nachfrage (anderweitige Ausgaben) nach anderen Produkten führen, die sich ebenfalls positiv auf die Beschäftigung auswirkt. Ein weiteres Beispiel ist, dass Innovation im Bereich Energieefizienz die Wettbewerbsposition verbessern kann.

[63] Quelle. Pehnt et al, 6 ff

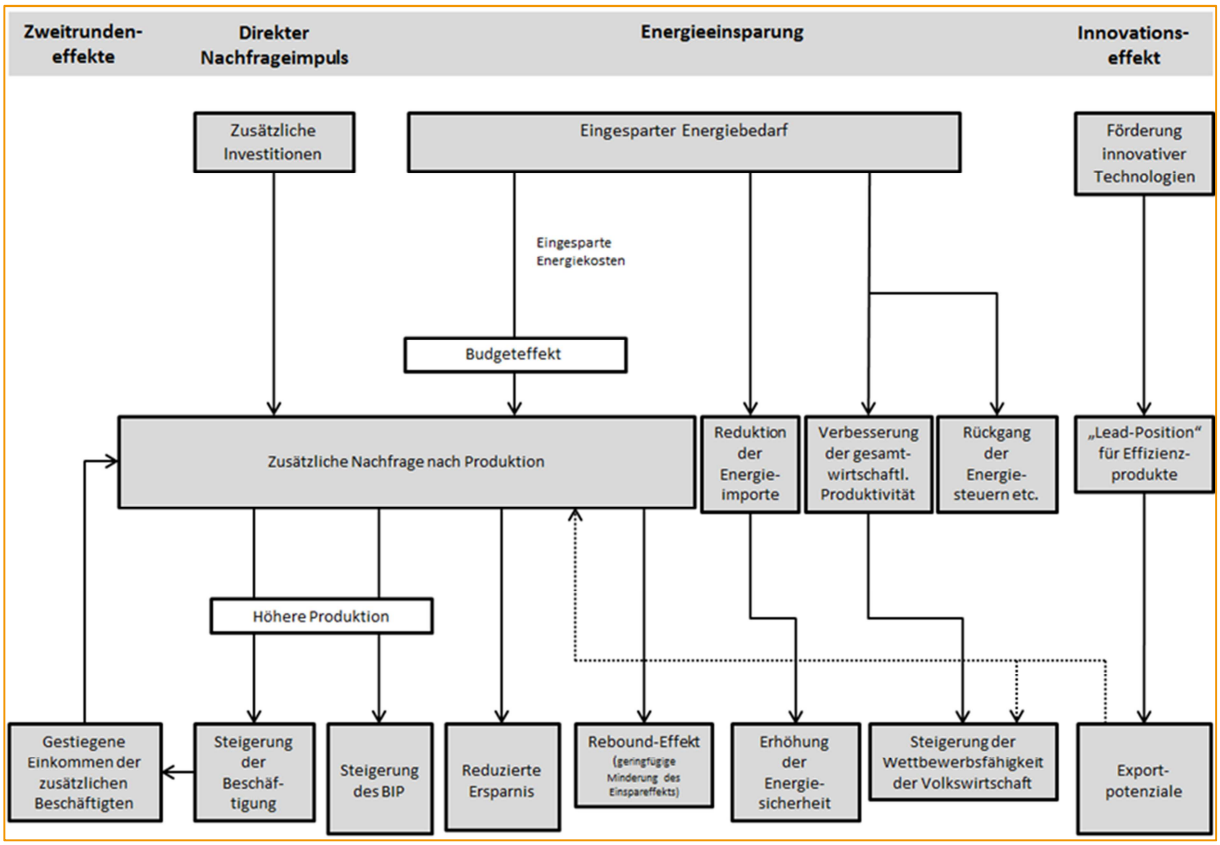


Abbildung 48: volkswirtschaftliche Auswirkungen von Effizienzsteigerungen[64]

6.10.4. Energieeffizienz im Mobilitätsbereich

Der Verkehrsbereich ist in Deutschland für 18,3 % an den CO_2-Gesamtemissionen im Jahr 2010 verantwortlich.[65] Der größte Anteil davon ist auf den Straßenverkehr zurückzuführen (17,4% der CO_2-Gesamtemissionen).

Auch im Landkreis Gießen verursacht der motorisierte Individualverkehr (MIV) den größten Anteil an Treibhausgasemissionen im Verkehrsbereich (vgl.Abbildung 19). Um eine Reduktion der CO_2-Emissionen im Personenverkehr zu erreichen, gibt es im Wesentlichen folgende Ansatzpunkte:

- **Verkehrsmittelwahl**: Verlagerung des MIV auf ÖPNV / Rad- und Fußverkehr
- **Wegelänge:** Vermeiden bzw. Reduzieren
- **Besetzungsgrad der Verkehrsmittel:** Erhöhung , z.B. durch Mitfahrzentralen, Fahrgemeinschaften, etc.

[64] Quelle: Pehnt et al, S. 11
[65] Quelle: UBA 2012 (Hrsg): Daten zum Verkehr, S.44 (direkte Emissionen ohne Vorkette. und ohne LULUCF)

- **Antrieb & Verbrauch**: Verringerung des Verbrauchs, z.B. durch energiesparende Fahrweise, optimierte Fahrzeugwartung, sparsamere und/oder kleinere Fahrzeugmodelle

In Abbildung 49 sind beispielhaft die Auswirkungen von kommunalen Maßnahmen in diesen Bereichen dargestellt. In der Grafik ist ersichtlich, welche Emissionsminderungspotenziale bestehen, falls fünf bzw. zehn Prozent der Bevölkerung das jeweilige Mobilitätsverhalten hinsichtlich der aufgeführten Maßnahme (z.B. MIV-Verlagerung auf Bus & Bahn) ändern.

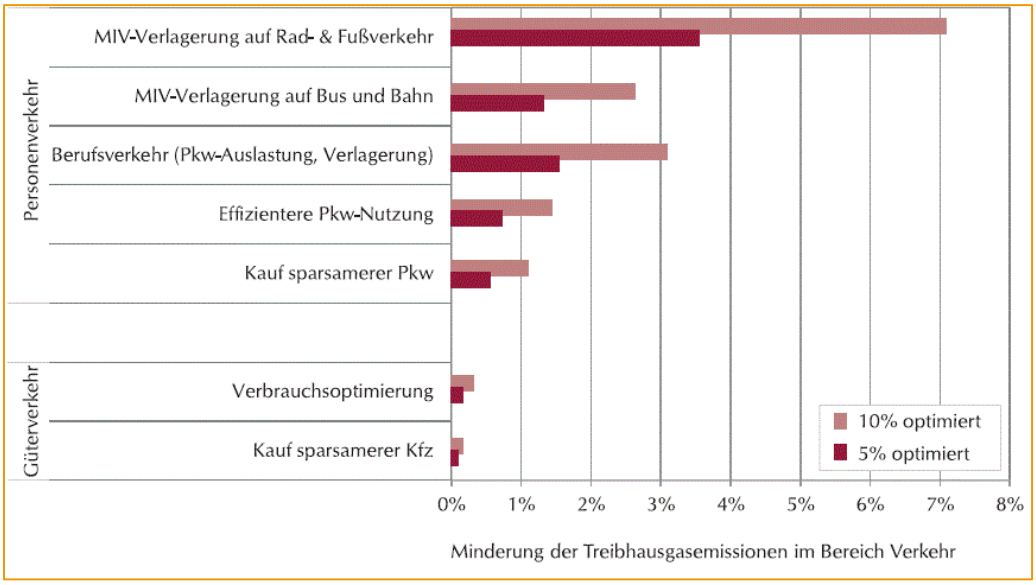


Abbildung 49: Beispiele für Emissionsminderungspotenziale durch Änderung des Mobilitätsverhaltens[66]

Die größten Minderungspotenziale der Treibhausgasemissionen liegen nach Angaben des „Praxisleitfaden kommunaler Klimaschutz“ vom Deutschen Institut für Urbanistik (DIFU) demnach in der Verlagerung bzw. Vermeidung des motorisierten Individualverkehrs[67]. Die größten Einsparpotenziale können durch einen Umstieg auf den emissionsfreien Rad- und Fußverkehr erreicht werden. Auch eine Verlagerung des MIV auf das emissionsärmere Verkehrsmittel ÖPNV sowie eine Erhöhung der Auslastung der Fahrzeuge im Personenverkehr (v.a. im Berufsverkehr) können maßgeblich zu einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen beitragen. Beispiele für Handlungsmöglichkeiten des Landkreises Gießen in diesem Bereich sind in Kap. 8.30 aufgeführt.

[66] Quelle: DIFU 2011 (Hrsg.): Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden, S. 285
[67] Quelle: DIFU 2011 (Hrsg.): Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden, S. 285

7. Szenarien

Ausgehend von den in Kapitel 6 ermittelten Potenzialen werden in Kapitel 7 verschiedene Szenarien für eine zukünftige Energieversorgung im Landkreis Gießen entworfen. Bei der Analyse der Potenziale wurde betont, dass diese auf Annahmen gegründet sind. Die im Folgenden skizzierten Szenarien stützen sich auf die „theoretisch maximal möglichen" bzw. optimistisch abgeschätzten Anteile der erneuerbaren Energien und sind folglich ebenso von Annahmen geleitet. Es werden sechs verschiedene Szenarien entworfen, die die ermittelten Potenziale berücksichtigen. Zur Übersicht sind diese in Tabelle 15 zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 15: Ermittelte Maximal-Potenziale nach Technologien

MAXIMALE INSTALLATION				
	Energieträger		In Prozent von Bedarf heute	In Prozent von Bedarf 2030 *
WÄRME	Solarthermie	2.099 GWh/a	53%	76%
	Wärmepumpen	2.368 GWh/a	60%	86%
	Biogas	384 GWh/a	9%	14%
	Biomasse Holz	384 GWh/a	9%	14%
	Gesamt	**4.850 GWh**	**123%**	**189%**
STROM	Wind	1.032 GWh/a	87 %	96%
	PV	1.690 GWh/a	142 %	158%
	Biogas	481 GWh/a	40 %	45%
	Biomasse Holz	142 GWh/a	12 %	13%
	Wasserkraft	1 GWh/a	0,08%	0,1%
	Gesamt	**3.346 GWh**	**281%**	**312%**

* Reduktion Strombedarf um 10%
Reduktion Wärmebedarf um 30%

Die verschiedenen Szenarien sind folgendermaßen konstruiert: relevant ist der Anteil der erneuerbaren Energien zur Erzeugung von Strom und Wärme, außerdem wird grundsätzlich eine erhöhte Effizienz in allen Szenarien vorausgesetzt. Angelehnt an die Ziele der Bundesregierung liegt der Wärmebedarf 30 Prozent unter dem heutigen und der Stromverbrauch fällt insgesamt 10 Prozent geringer aus. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse (vgl. Kap. 6.3), werden auf die jeweiligen Szenarien übertragen, indem jeweils eine Technologie zur Energieerzeugung aus regenerativen Quellen im Fokus steht. Die ermittelten Potenziale dienen sozusagen als „Obergrenze" für die in den Szenarien berücksichtigten Technologien. Im

Wärmebereich wird stets eine Deckung von 100 Prozent berücksichtigt, bei der Stromerzeugung sind Überschüsse durch die Ausreizung des maximalen Potenzials möglich. Der “zusätzliche“ Strombedarf zur Wärmerzeugung ist in die Szenarien integriert: d.h. der angenommene (im Vergleich zu heute um 10% verminderte) Strombedarf wird entsprechend der eingesetzten Technologien im Wärmebereich korrigiert.

Insgesamt werden sechs Szenarien definiert. Ein sog. „Standardszenario“, vier spezifische „Technologie-Szenarien“ sowie ein „Effizienz-Szenario“.

Die vier „Technologie-Szenarien“ werden ausgehend vom Standardszenario (Szenario „0“) definiert. Dabei bleiben alle Parameter unverändert, außer dem entsprechenden Potenzial des jeweiligen Energieträgers, welcher auf den errechneten maximalen Wert gehoben wird. Im ersten Szenario liegt der Schwerpunkt auf einem massiven Ausbau der Windkraft, im zweiten wird PV favorisiert. Das dritte Szenario reizt die Potenziale der Biomasse vollständig aus und setzt auf einen maximalen KWK-Anteil. Die umfassende Installation von Wärmepumpen im Landkreis zur Deckung des Wärmebedarfs wird im vierten Szenario unterstellt. Bei der Ausreizung der Windkraft- und PV-Nutzung steigt die Stromerzeugung über den Verbrauch an und die Wärmeerzeugung deckt wie im Standardszenario definiert, genau 100% des Bedarfs. Bei der maximalen Ausschöpfung des Biomassepotenzials und bei der Betrachtung der Wärmepumpen sinken die jeweils übrigen Technologien zur Wärmeerzeugung proportional (wegen der Beschränkung der Erzeugung auf 100% des Wärmeverbrauchs, Strom entspricht Standarszenario).

Zudem wird ein Szenario (Effizienzszenario) formuliert, indem aufgrund von Effizienzmaßnahmen die Verbräuche im Strom- und Wärmebereich noch weiter reduziert sind. Der Wärmebedarf sinkt um die Hälfte, der Strombedarf beträgt nur noch 3/4 des heutigen. Diese Definition richtet sich nach den Effizienzzielen de in den „Masterplan-Kommunen“ des BMUs festgeschrieben sind. Die Deckung des Energiebedarfes erfolgt im Effizienzszenario gemäß der ermittelten maximalen Potenziale zur Wärmegewinnung aus erneuerbaren Energien.

Auf den Zielen des Landkreises Gießens basiert das Standard-Szenario (=Szenario 0). Der Kreistag hat einen Anteil von 33 Prozent erneuerbarer Energie am Strom- und Wärmeverbrauch bis 2020 beschlossen und es wird angestrebt bis spätestens zum Jahre 2030 den Bedarf (ohne Verkehr) zu 100 Prozent in der Region zu gewinnen. Dies wäre durch eine Kombination von Effizienzsteigerung (d.h. der Endenergiebedarf sinkt mind. wie oben beschrieben) und massivem Ausbau der erneuerbaren Energien zu erreichen. Im Szenario „0“ ergibt sich eine Versorgungstruktur, bei der die Windkraftnutzung zur Stromerzeugung dominiert (55%) und extrem viele Wärmepumpen zur Deckung des Wärmebedarfs eingesetzt werden (50%). Der Anteil der Solarthermie ist mit 35% ebenfalls sehr hoch, hierbei sind Dachflächenanlagen sowie der Bau von Freiflächenanlagen berücksichtigt. Der Anteil der Biomasse ist gemäß den in Kap. 6 beschriebenen „erweiterten Potenzialen“ ausgereizt und macht insgesamt 15% der Wärmeerzeugung und mehr als 26% der Stromerzeugung aus, was sogar den Anteil der PV (18%) übertrifft.

Tabelle 16: Annahmen Szenario 0 Standardszenario Landkreis Gießen

BEREICH	TECHNOLOGIE	ERZEUGUNG	ANTEIL	ANTEIL
		GWh/a	% von Bedarf	% von Erzeugung
WÄRME-ERZEUGUNG	Solarthermie	967	35%	35%
	Wärmepumpen	1.381	50%	50%
	Biogas KWK	276	10%	10%
	Biomasse Holz	138	5%	5%
	gesamt	**2.763**	**100%**	
Verbrauch heute		3.947		
Verbrauch reduziert		2.763	70%	
STROM-ERZEUGUNG	Wind Onshore	859	55%	55%
	PV	292	19%	19%
	Biogas KWK	346	23%	22%
	Biomasse Holz	51	3%	3%
	Wasserkraft	0	0%	0%
	gesamt	**1.549**	**100%**	
Verbrauch heute		1.190		
Verbrauch reduziert		1.071	90%	
Zusätzlicher Strombedarf durch Wärme		491		
Gesamtverbrauch 2030		1.562	131%	

Im Szenario „1“ wird der Ausbau der Windkraftanlagen bis zum errechneten Maximum zu Grunde gelegt. Alle anderen Technologien bleiben unberührt. Demnach können 70% des Stromverbrauchs (1.032 GWh/a) durch Windkraftanlagen erzeugt werden was eine Übererfüllung des angenommenen Verbrauchs bis zu 116% zur Folge hätte (wegen der Annahmen der Wärmepumpen kommen zum um 10% reduzierten Strombedarf wieder knapp 400 GWh/a hinzu).

Tabelle 17: Annahmen Szenario 1 Windkraftszenario

BEREICH	TECHNOLOGIE	ERZEUGUNG	ANTEIL	ANTEIL
		GWh/a	% von Bedarf	% von Erzeugung
WÄRME-ERZEUGUNG	Solarthermie	967	35%	35%
	Wärmepumpen	1.381	50%	50%
	Biogas KWK	276	10%	10%
	Biomasse Holz	138	5%	5%
	gesamt	**2.763**	**100%**	
Verbrauch heute		3.947		
Verbrauch reduziert		2.763	70%	
STROM-ERZEUGUNG	Wind Onshore	1.032	66%	60%
	PV	292	19%	17%
	Biogas KWK	346	22%	20%
	Biomasse Holz	51	3%	3%
	Wasserkraft	0	0%	0%
	gesamt	**1.722**	**110%**	
Verbrauch heute		1.190		
Verbrauch reduziert		1.071	90%	
Zusätzlicher Strombedarf durch Wärme		491		
Gesamtverbrauch 2030		1.562	131%	

Wird hingegen das Potenzial der Photovoltaik ausgeschöpft und die Windkraftnutzung bei den im Standardszenario definierten 55% belassen, ergibt sich eine Übererfüllung der Stromerzeugung von fast 200% des reduzierten Bedarfs. Alleine die PV-Erzeugung deckt gemäß der *theoretisch möglichen* maximalen Installation schon 117% des angenommenen Stromverbrauches (analog zu Szenario 0 und 1), was durch die Annahmen des Potenzials (Dachflächen-, Fassaden- und Freiflächen-PV) zu erklären ist.

Tabelle 18: Annahmen Szenario 2 Photovoltaikszenario

BEREICH	TECHNOLOGIE	ERZEUGUNG	ANTEIL	ANTEIL
		GWh/a	% von Bedarf	% von Erzeugung
WÄRME-ERZEUGUNG	Solarthermie	967	35%	35%
	Wärmepumpen	1.381	50%	50%
	Biogas KWK	276	10%	10%
	Biomasse Holz	138	5%	5%
	gesamt	**2.763**	**100%**	
Verbrauch heute		3.947		
Verbrauch reduziert		2.763	70%	
STROM-ERZEUGUNG	Wind Onshore	859	55%	29%
	PV	1.690	108%	57%
	Biogas KWK	346	22%	12%
	Biomasse Holz	51	3%	2%
	Wasserkraft	0	0%	0%
	gesamt	**2.947**	**189%**	
Verbrauch heute		1.190		
Verbrauch reduziert		1.071	90%	
Zusätzlicher Strombedarf durch Wärme		491		
Gesamtverbrauch 2030		1.562	131%	

Anders gestaltet sich das Szenario, das auf einen maximalen Anteil der KWK aus Biogas setzt, da die Differenzen zum Standardszenario aufgrund der errechneten maximalen Potenziale geringer sind. Steigt der Anteil bei der Wärmeerzeugung auf 14 %, sinken die Anteile von Solarthermie, Wärmepumpen, und Holzverbrennungsanlagen (KWK) proportional (um eine vollständige Deckung nicht zu übersteigen) nur gering. Im Strombereich führt die Steigerung der Energiegewinnung aus Biogas in KWK-Anlagen zu einem Anteil von 30 %, was insgesamt eine leichte Übererzeugung von 11% des angenommenen Stromverbrauchs bedeuten würde (der aufgrund der leicht verminderten Wärmepumpeninstallation 1.449 GWh/a beträgt).

Tabelle 19: Annahmen Szenario 3 KWK-Szenario

BEREICH	TECHNOLOGIE	ERZEUGUNG	ANTEIL	ANTEIL
		GWh/a	% von Bedarf	% von Erzeugung
WÄRME-ERZEUGUNG	Solarthermie	925	33%	33%
	Wärmepumpen	1.322	48%	48%
	Biogas KWK	384	14%	14%
	Biomasse Holz	132	5%	5%
	gesamt	**2.763**	**100%**	
Verbrauch heute		3.947		
Verbrauch reduziert		2.763	70%	
STROM-ERZEUGUNG	Wind Onshore	859	56%	51%
	PV	292	19%	17%
	Biogas KWK	481	31%	29%
	Biomasse Holz	51	3%	3%
	Wasserkraft	0	0%	0%
	gesamt	**1.683**	**109%**	
Verbrauch heute		1.190		
Verbrauch reduziert		1.071	90%	
Zusätzlicher Strombedarf durch Wärme		470		
Gesamtverbrauch 2030		1.541	130%	

In Ergänzung zu den skizzierten „Technologie-Szenarien“ baut das Szenario 4: „Effizienz-Szenario“ nicht auf dem dominanten Ausbau einer einzelnen Energiegewinnung auf, sondern setzt eine Steigerung der Energieeffizienz voraus, in deren Folge der gesamten Bedarf stärker als in den übrigen Szenarien reduziert ist. Durch Sanierung und weitreichende Verhaltensänderungen sowie eine verbesserte Anlagentechnik wird für den Wärmebereich eine Reduzierung des Endenergiebedarfs um 50% angenommen. Für den Stromsektor wird unterstellt, dass die verbesserte Energieeffizienz eine Reduktion des Endenergiebedarfs um 25 % erzielt. An die Verhältnisse des Standardszenarios angepasst ergibt sich folgendes Szenario (4):

Tabelle 20: Annahmen Szenario 4 Effizienzszenario

BEREICH	TECHNOLOGIE	ERZEUGUNG	ANTEIL	ANTEIL
		GWh/a	% von Bedarf	% von Erzeugung
WÄRME-ERZEUGUNG	Solarthermie	691	35%	35%
	Wärmepumpen	987	50%	50%
	Biogas KWK	197	10%	10%
	Biomasse Holz	99	5%	5%
	gesamt	**1.974**	**100%**	
Verbrauch heute		3.947		
Verbrauch reduziert		1.974	50%	
STROM-ERZEUGUNG	Wind Onshore	684	55%	55%
	PV	233	19%	19%
	Biogas KWK	286	23%	23%
	Biomasse Holz	41	3%	3%
	Wasserkraft	0	0%	0%
	gesamt	**1.244**	**100%**	
Verbrauch heute		1.190		
Verbrauch reduziert		893	75%	
Zusätzlicher Strombedarf durch Wärme		351		
Gesamtverbrauch 2030		1.244	104%	

Das Szenario einer maximalen Installation von Wärmepumpen (Szenario 5) beschreibt eine radikale Ausschöpfung dieser Technologie, die im Sinne einer Potenzialanalyse kaum zu begrenzen ist. Konsequent durchgerechnet, bedeutet dies, dass über 80% des Wärmeverbrauchs mit Wärmepumpen (65% Luftwärmepumpen, 35% Erdwärmepumpen- sowie Wasser als Wärmequelle) gedeckt werden könnten, was für die übrigen Technologien eine klare Entlastung (10% Solarthermie, 3%Biogas, 1%Holz KWK) bedeuten würde. Auch die Anteile im Strombereich ändern sich gegenüber dem Standardszenario leicht, da der Stromverbrauch wegen der verminderten Wärmepumpen angepasst wird.

Tabelle 21: Annahmen Szenario 5 Wärmepumpen-Szenario

BEREICH	TECHNOLOGIE	ERZEUGUNG	ANTEIL	ANTEIL
		GWh/a	% von Bedarf	% von Erzeugung
WÄRME-ERZEUGUNG	Solarthermie	276	10%	10%
	Wärmepumpen	2.368	86%	86%
	Biogas KWK	79	3%	3%
	Biomasse Holz	39	1%	1%
	gesamt	**2.763**	**100%**	
Verbrauch heute		3.947		
Verbrauch reduziert		2.763	70%	
STROM-ERZEUGUNG	Wind Onshore	976	55%	55%
	PV	332	19%	19%
	Biogas KWK	408	23%	23%
	Biomasse Holz	59	3%	3%
	Wasserkraft	0	0%	0%
	gesamt	**1.776**	**100%**	
Verbrauch heute		1.190		
Verbrauch reduziert		1.071	90%	
Zusätzlicher Strombedarf durch Wärme		704		
Gesamtverbrauch 2030		1.775	149%	

Das Szenario 5, das eine maximalen Installation von Solarthermieanlagen (Szenario 5) vorsieht, ist im Sinne einer Potenzialanalyse nur insofern begrenzt ist, da aus Effizienzgründen eine ausreichende räumliche Nähe zum Verbraucher bzw. Abnahmedichte bestehen sollte.

Tabelle 22: Annahmen Szenario 6 Solarthermie-Szenario

BEREICH	TECHNOLOGIE	ERZEUGUNG	ANTEIL	ANTEIL
		GWh/a	% von Bedarf	% von Erzeugung
WÄRME-ERZEUGUNG	Solarthermie	2.099	76%	76%
	Wärmepumpen	511	18%	18%
	Biogas KWK	102	4%	4%
	Biomasse Holz	51	2%	2%
	gesamt	**2.763**	**100%**	
Verbrauch heute		3.947		
Verbrauch reduziert		2.763	70%	
STROM-ERZEUGUNG	Wind Onshore	785	55%	55%
	PV	267	19%	19%
	Biogas KWK	328	23%	23%
	Biomasse Holz	47	3%	3%
	Wasserkraft	0	0%	0%
	gesamt	**1.427**	**100%**	
Verbrauch heute		1.190		
Verbrauch reduziert		1.071	90%	
Zusätzlicher Strombedarf durch Wärme		356		
Gesamtverbrauch 2030		1.427	120%	

Die Szenarien im Einzelnen sind nicht als exakte Handlungsanleitung zu verstehen – sie sollen vielmehr als Wegweiser dienen, um den Umbau unseres Energiesystems voranzutreiben, indem sie die bestehenden Möglichkeiten klar aufzeigen.

Die Szenarien bauen auf den ermittelten Potenzialen auf und werden hinsichtlich CO_2, Lastprofil, Wertschöpfung und kumuliertem Energieaufwand in den folgenden Kapiteln ausgewertet.

7.1. Auswertung nach CO_2 Emissionen

Die erzeugten Energiemengen der jeweiligen Szenarien werden hinsichtlich der hervorgerufenen CO_2-Emissionen bilanziert. Auf den folgenden Seiten sind die Auswertungen aller Szenarien in Graphiken abgebildet, die den beschrieben Szenarien anhand der Nummerierung zugeordnet sind.

Die Faktoren für Solarthermie und Holz sind der Gemis-Datenbank entnommen. Der Faktor für KWK wurde auf den Brennstoffeinsatz bezogen nach Wirkungsgrad anteilig auf Strom und auf Wärme alloziert (d.h. z.B. 23% elektrisch und 62% thermisch). Die Faktoren für Wind, PV, Biogas und Wasserkraft sind anhand von Mittelwerten aus Ecoinvent und Gemis gebildet worden. Der Faktor für Wärmepumpen ist mit dem Gemis-Faktor für den Strommix im Jahr 2030 gleichzusetzen.

Es wird deutlich, dass die Emissionen mit einem erhöhten Anteil der erneuerbaren Energien erheblich gegenüber den ermittelten Emissionen des heutigen Verbrauchs gesenkt werden können (vgl. Abbildung 18). Am deutlichsten sinken die Emissionen im Effizienz-Szenario, weil der Gesamtverbrauch signifikant gemindert ist. Die Anteile der Technologien sind proportional zueinander im Verhältnis des Standard-Szenarios gesunken).

Die folgenden Abbildungen zeigen einen Vergleich der Szenarien hinsichtlich der Verbräuche für Wärme und Strom sowie der dazugehörigen Emissionen. Die Szenarien sind folgendermaßen bezeichnet: 0-Standard, 1-Wind, 2-PV, 3-KWK/Bioenergie, 4-Effizienz, 5-Wärmepumpen, 6Solarthermie. Es ist hierbei zu beachten, dass die THG-Emissionen aus dem Stromverbrauch für Wärmepumpen nach Bundesstrommix bilanziert werden, so wie es derzeit als bundesdeutsche Bilanzierungsregel vorgesehen ist. Alternativ ist es möglich, den lokalen Strommix anzusetzen.

Für den Wärmebedarf wird in allen Szenarien eine 100%-Deckung des Bedarfs angenommen, im Strombereich ist eine Überproduktion möglich. Die potenzielle Erzeugung ist, wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt, durch PV am höchsten, gefolgt von Windkraft und KWK bzw. Bioenergie.

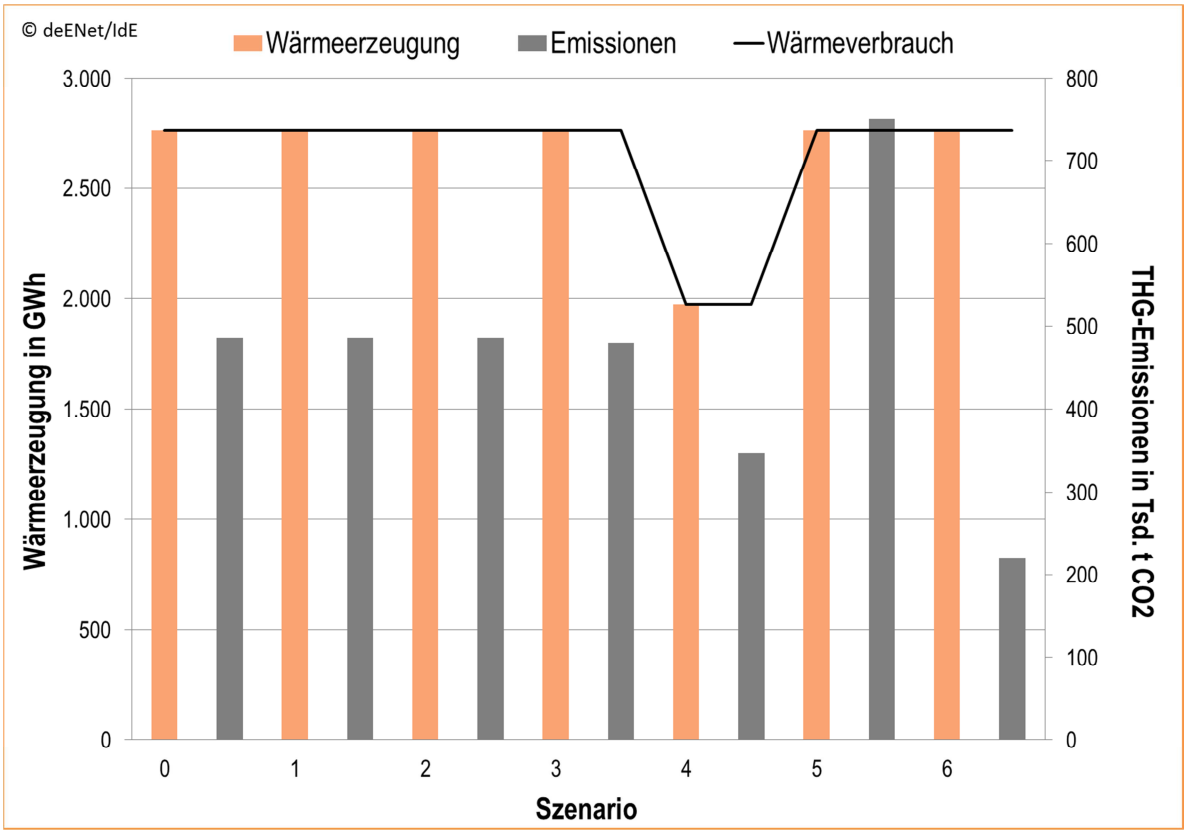


Abbildung 50: Vergleich von Wärmeerzeugung und Emissionen der Szenarien

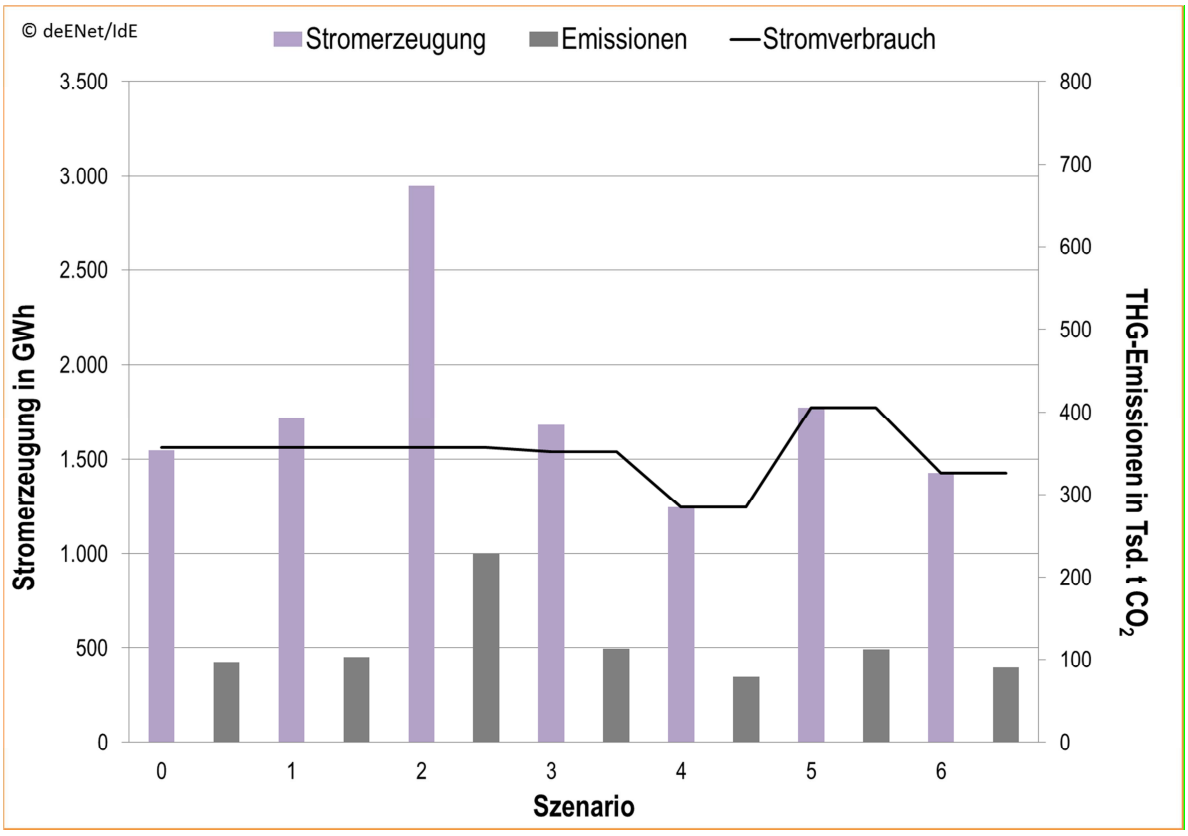


Abbildung 51: Vergleich von Stromerzeugung und Emissionen der Szenarien

Das Effizienzszenario (4) geht im Wärmebereich von einer Verbrauchsreduktion von 50% aus, während die übrigen Szenarien nur 30% annehmen. Im Strombereich beträgt dies 25% (Effizienzszenario) und 10% in allen anderen. Allerdings ändert sich der Stromverbrauch zwischen den Szenarien, insbesondere durch den Einsatz für die Wärmeerzeugung aus Solarthermie und durch Wärmepumpen. Die Wärmeerzeugung wird dem Wärmebedarf angepasst. Die Stromerzeugung ist im Standardszenario ebenfalls dem Bedarf angepasst, in den Technologieszenarien (1-3) werden die jeweiligen Potenziale maximal ausgeschöpft. Im Effizienzszenario (4) und in den Technologieszenarien (5-6) entspricht die Erzeugung wieder dem reduzierten Bedarf, wobei der Stromanteil zur Wärmeerzeugung variiert.

Im Wärmebereich hat das Solarthermieszenario die niedrigsten Emissionen. Durch den höheren Solarthermie- und niedrigeren Wärmepumpenanteil sind die Emissionen aus dem Strombezug geringer. Das Effizienzszenario zeigt die zweitniedrigsten Emissionen, weil hier der Wärmeverbrauch deutlich (um 50% gegenüber heute) reduziert ist. Das Wärmepumpenszenario weist die höchsten Emissionen auf, was durch den hohen Strombedarf zu erklären ist. Im Falle der Power-To-Heat-Anwendungen (Solarthermie und Wärmepumpen) ist zu beachten, dass die Emissionen für den Strombedarf nach Emissionsfaktor Bundesstrommix angesetzt werden – für die Erzeugung dagegen werden parallel die Emissionen der jeweiligen Technologien angerechnet (d.h. korrekterweise müssten diese subtrahiert werden, was an dieser Stelle jedoch zu weit führen würde, und eine leichte Verzerrung in Kauf genommen wird).

Im Vergleich der einzelnen Technologie-Szenarien für den Strombereich wird deutlich, dass die Emissionen im PV-Szenario (2) am höchsten sind. Die Emissionen fallen im Effizienz-Szenario am geringsten aus und das Solarthermieszenario liegt nur leicht darüber. In beiden Szenarien sind die Emissionen aufgrund der Verbrauchsreduktion deutlich niedriger als in den übrigen Szenarien. Das PV-Szenario bewirkt durch die sehr hohe Erzeugung und dem mit der Herstellung der Anlagen verbundenen Energieaufwand die höchsten Emissionen. In allen Szenarien, in denen mehr Strom erzeugt wird als im Landkreis verbraucht wird (Überproduktion) werden die Emissionen gänzlich angezeigt, obwohl dieser Anteil nicht im Landkreis benötigt sondern exportiert wird (Power2Gas und Mobilität liegen außerhalb des definierten Szenariorahmens).

Wenn statt dem Emissionsfaktor mit Bundesstrommix für 2030 der lokale Strommix mit 100% erneuerbaren Energien verwendet wird, sinken die THG-Emissionen aus dem Strombezug von Wärmepumpen bzw. Solarthermieanlagen um ca. 80%!

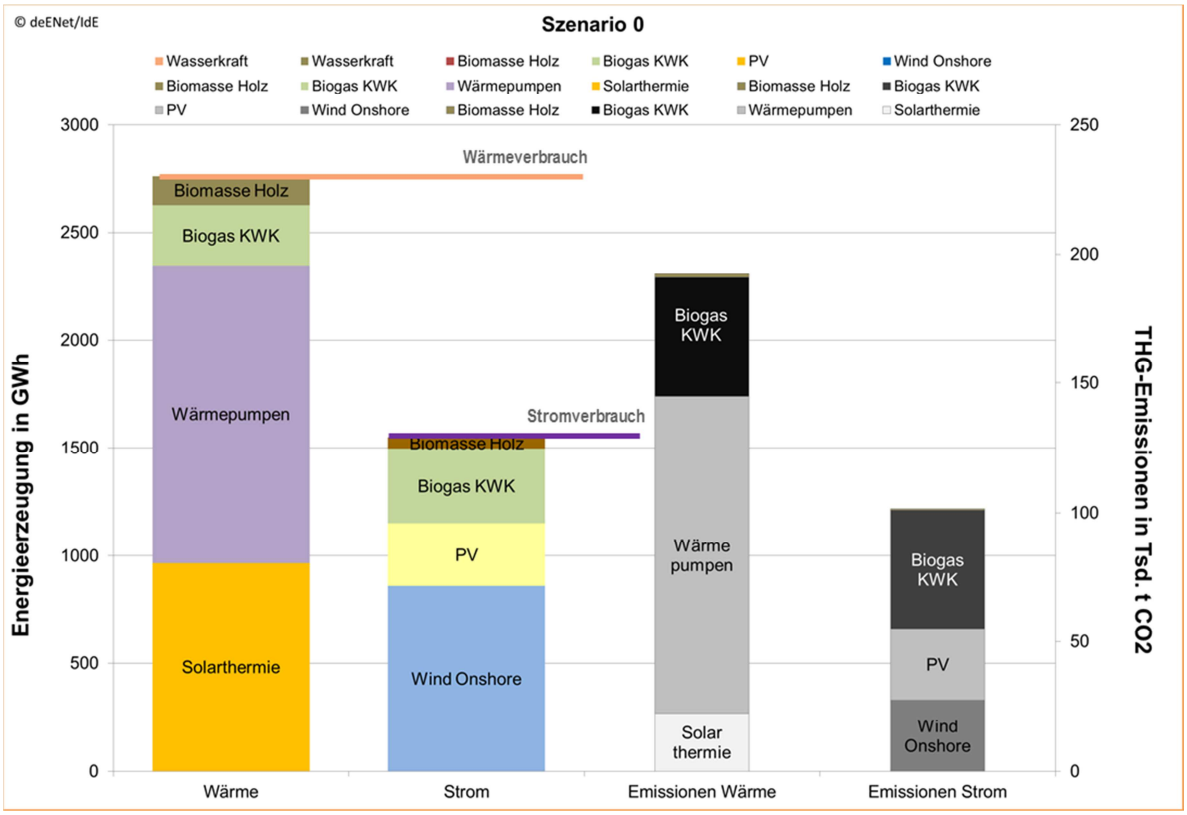


Abbildung 52: Energie und THG im Szenario 0 – Standardszenario Landkreis Gießen

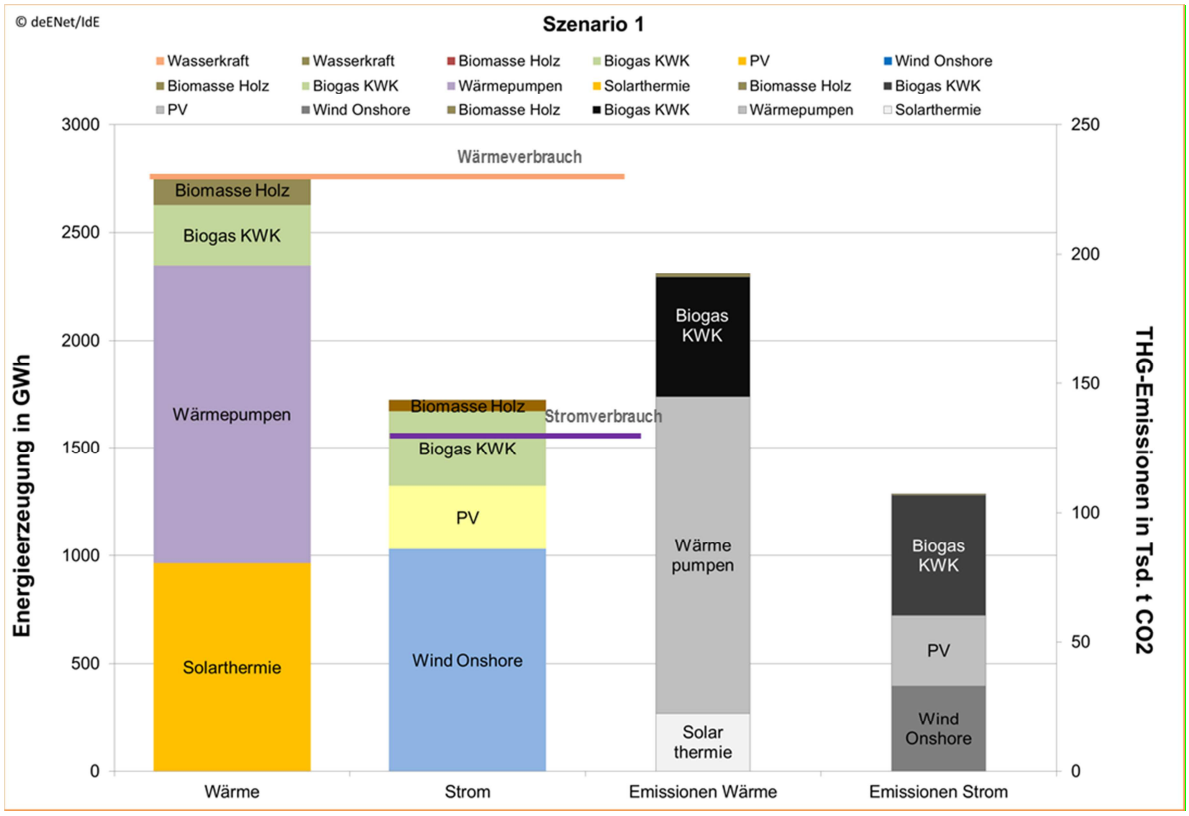


Abbildung 53: Energie und THG im Szenario 1 Windkraft-Szenario

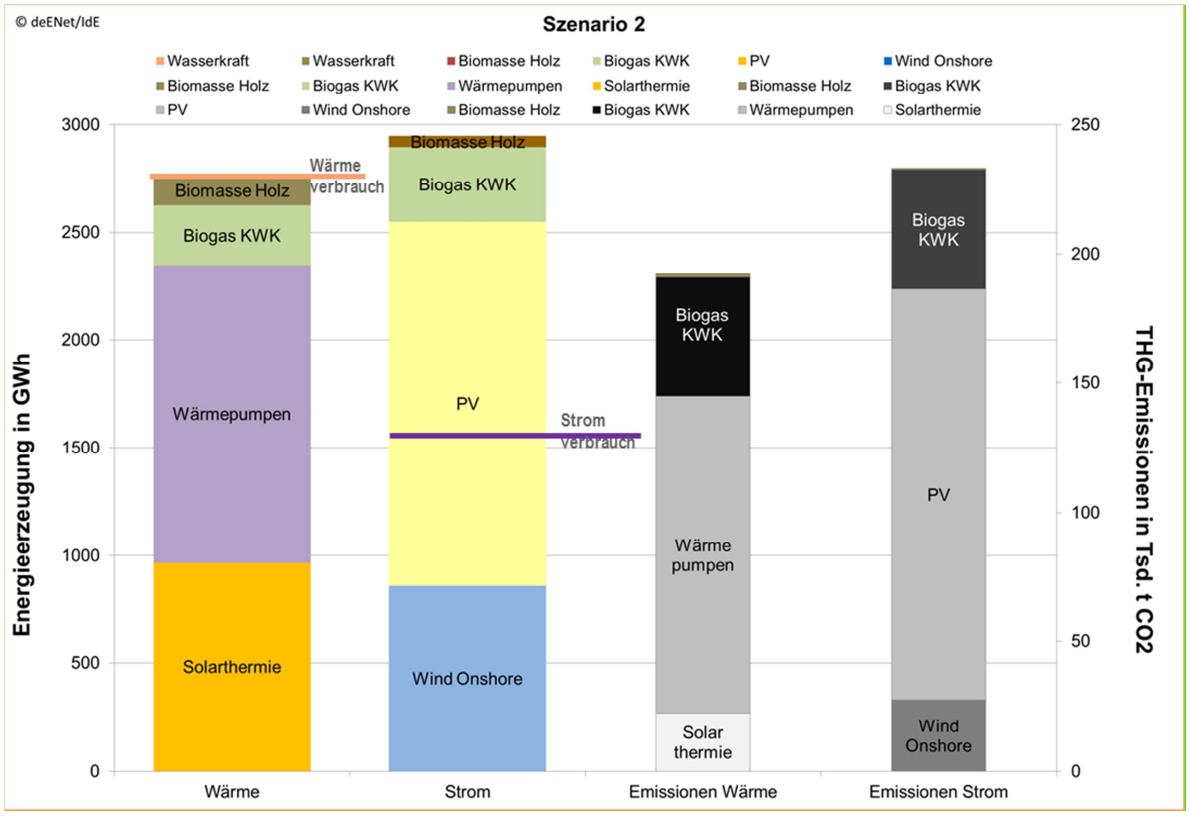


Abbildung 54: Energie und THG im Szenario 2 PV--Szenario

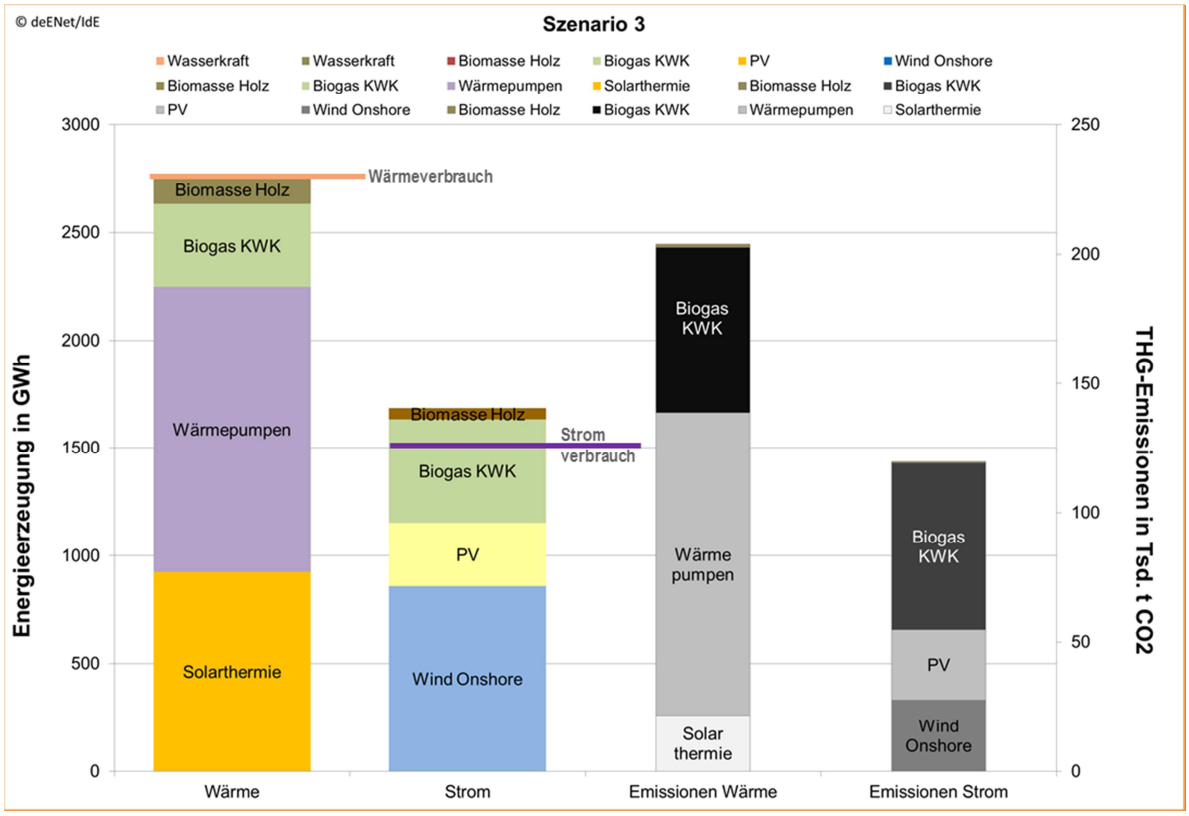


Abbildung 55: Energie und THG im Szenario 3 KWK—Szenario

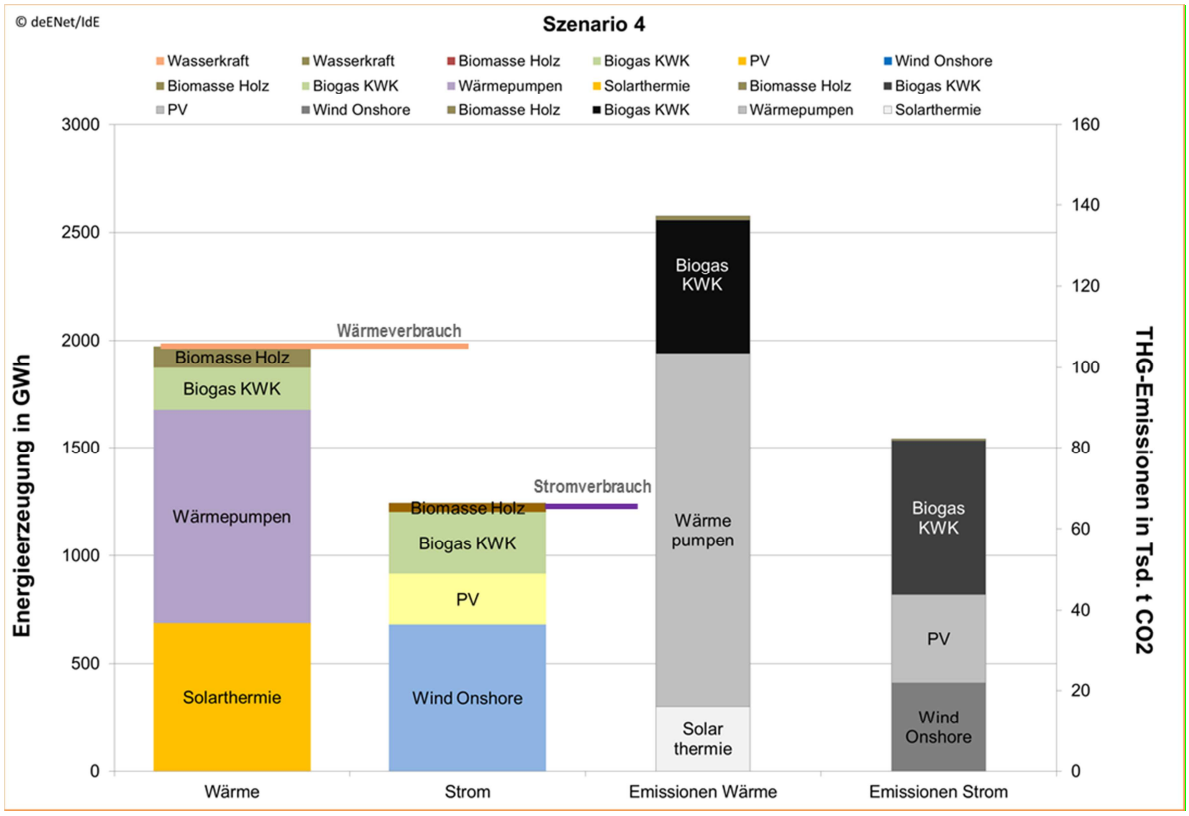


Abbildung 56: Auswertung im Szenario 4 Effizienz-Szenario

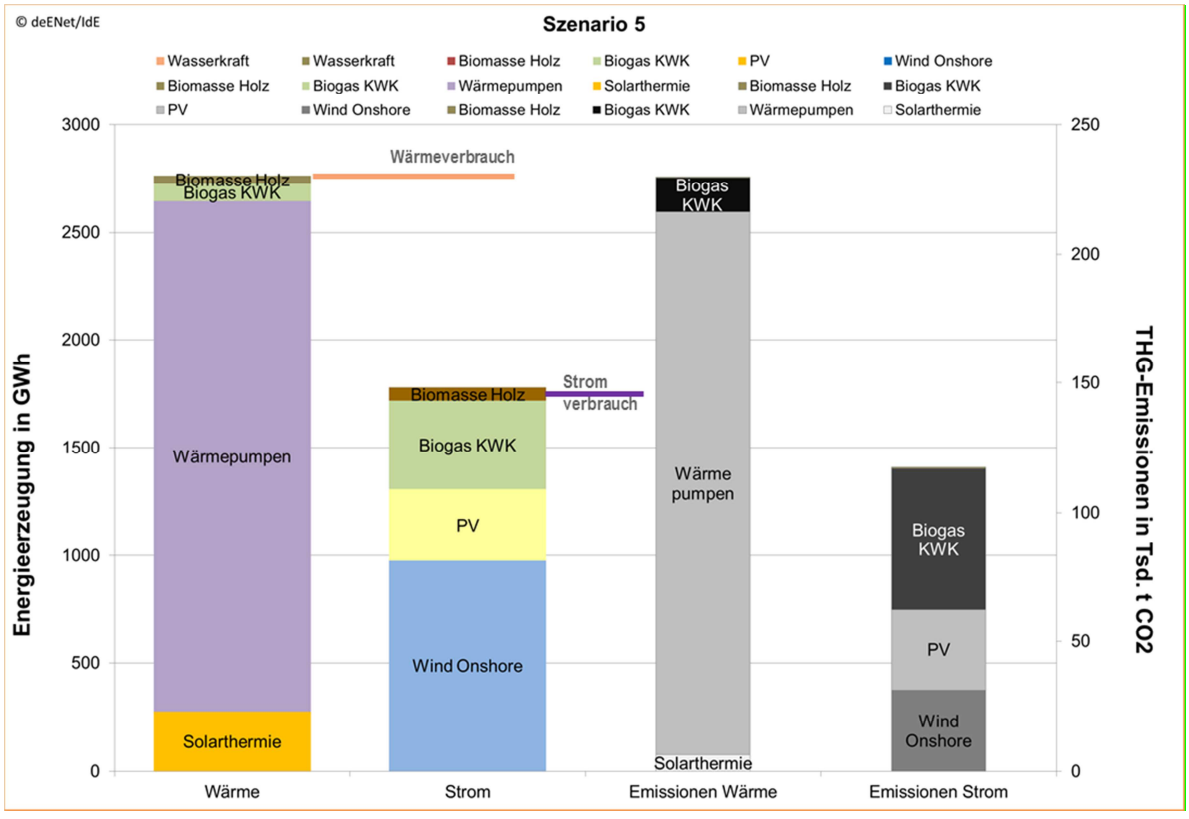


Abbildung 57: Energie und THG im Szenario 5 Wärmepumpen-Szenario

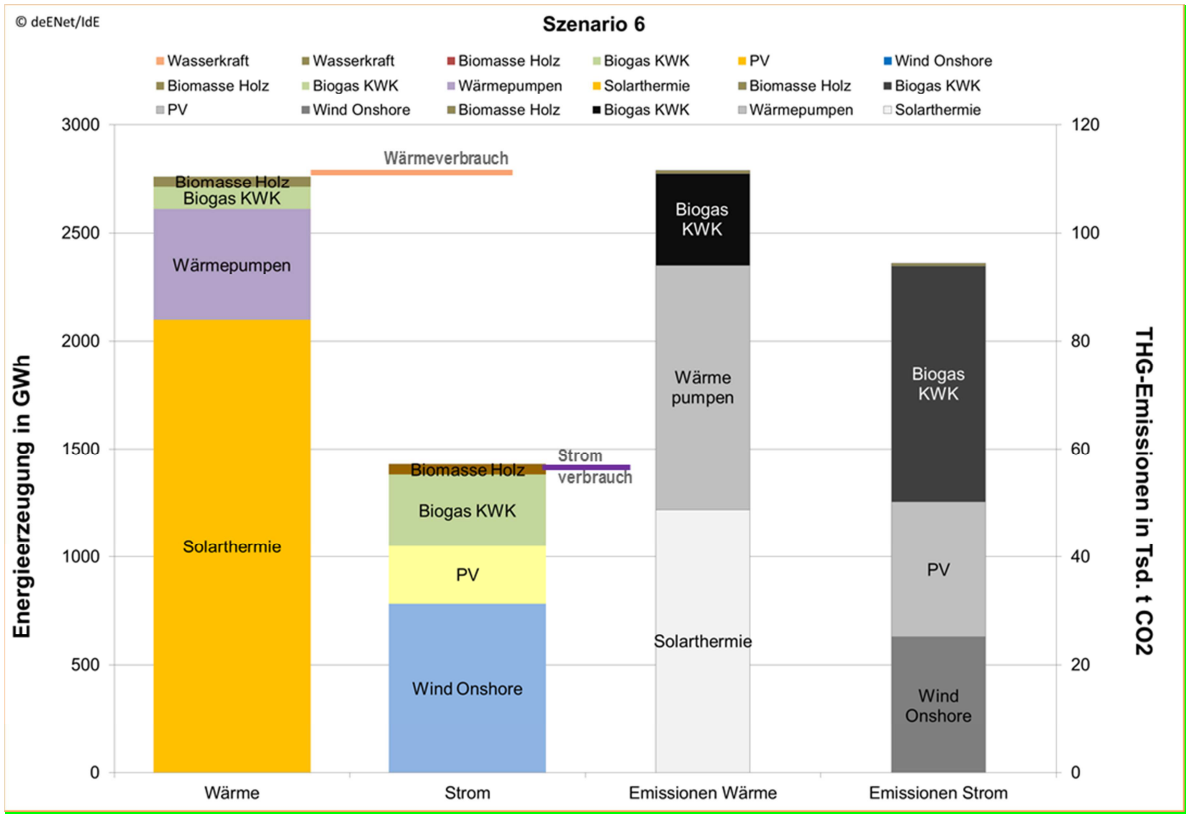


Abbildung 58: Energie und THG im Szenario 6 Solarthermie-Szenario

7.1. Auswertung der erneuerbaren Energien-Stromerzeugung und Restlast

Die Potenzialberechnung für den Landkreis Gießen hat ausreichende Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ermitteln können, mit denen der Strombedarf prinzipiell (bilanziell) gedeckt werden kann. Es ergeben sich hierbei sogar unterschiedliche Optionen, welche Technologien mit welchen Anteilen die Bedarfsdeckung erfüllen können. Da der Anteil der fluktuierenden EE-Erzeugung aus Windenergie und Photovoltaik hoch ist, ergeben sich allerdings in viertelstündlicher Bilanzierung erhebliche Unterscheide zwischen dem jeweiligen Strombedarf und der EE-Stromerzeugung. Dies führt dazu, dass Überschüsse entstehen, die anderweitig verbraucht, gespeichert oder exportiert werden müssen. Dies wird in den folgenden Abbildungen exemplarisch für eine Woche im Monat März ausgewertet. Hierzu wird die für den Landkreis Gießen und eine für Deutschland typische Restlast verwendet, die neben einer Tages- und Abendverbrauchsspitze ein Verbrauchstal in der Nacht aufweist. Der Strombedarf entspricht in Summe dem Verbrauch des Landkreises Gießen im Standardszenario (LK Gießen), wobei bereits zusätzlicher Strombedarf (Energie) für den Betrieb von Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung enthalten ist. Die Erzeugung der erneuerbaren Energien entspricht den definierten Anteilen der beiden

Technologien wie sie im LK-Gießen-Szenario festgelegt wurden. Im Szenario LK-Gießen sind die Randbedingungen so definiert, dass die Strommenge erzeugt wird, die im Landkreis selbst verbraucht wird. Die folgende Abbildung zeigt eine Prognose für die Restlast, die Wind- und PV-Stromerzeugung für eine Woche. Es werden die viertelstündlichen Erzeugungsleistungen bzw. der Verbrauch aufgezeigt.

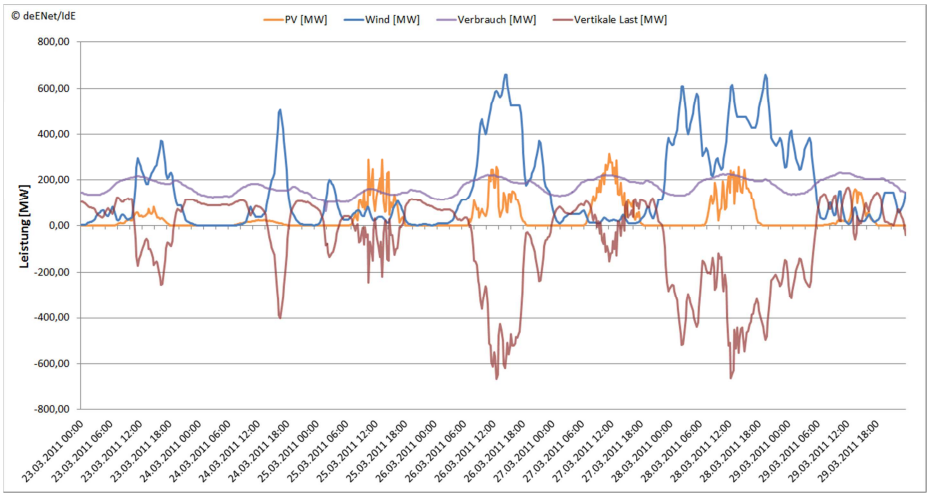


Abbildung 59: Prognose für Erzeugung und Verbrauch im Standardszenario

Abbildung 59 zeigt, dass die PV-Erzeugung an einigen Tagen den Bedarf übersteigt. Bei Windenergie sind die Überschüsse noch erheblich größer und treten häufiger auf. Die folgende Abbildung zeigt die Überschüsse und den „Importbedarf“ für den Landkreis nach Einspeisung aller EE-Stromerzeuger im Vergleich zum heutigen Lastprofil. In allen folgenden Abbildungen ist keine flexible Stromerzeugung von Biogasanlagen oder andere Maßnahmen zum Ausgleich fluktuierender erneuerbaren Energien berücksichtigt (worst case).

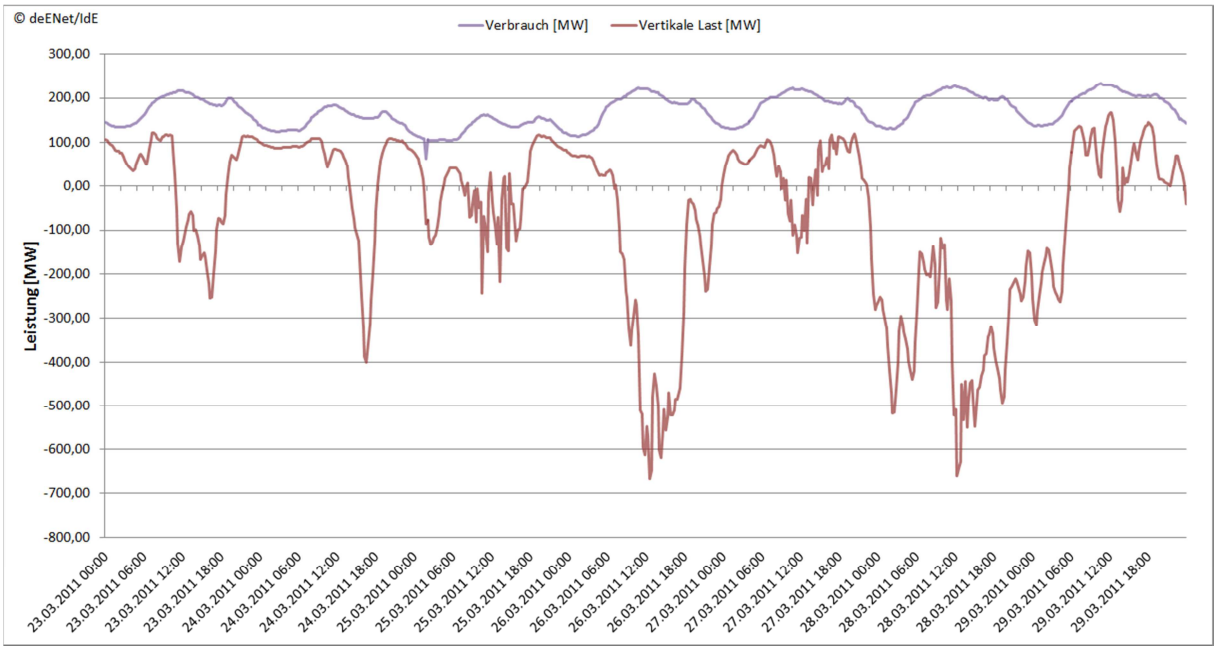


Abbildung 60: Import /Export im Standardszenario

Im Vergleich zum Verbrauch (violette Linie) sind die notwendigen Importe (rote Linie oberhalb der Nulllinie) relativ gering. Sie können maximal dem Verbrauch entsprechen. Der Überschuss (vermeintlicher Export) ist gegenüber dem Verbrauchsprofil extrem hoch. In Importzeiten ist entweder der Verbrauch zu senken und Speicher zu entladen oder es ist Strom zu importieren. Während der Verbrauch in der Spitze etwas über 200 MW steigt, erreichen die notwendigen Importe in dieser Beispielwoche ca. 170 MW. Die „Exporte“ erreichen eine Größenordnung von über 650 MW. Diese hohen Leistungen müssten durch Speicherung, zusätzlichen Verbrauch oder über das Stromnetz abgeführt werden.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen Erzeugung und Verbrauch analog für das in den Szenarien definierte PV-Szenario. Im Szenario LK-Gießen-PV sind die Randbedingungen insofern abgeändert, dass sogar mehr Strom erzeugt werden darf als im Landkreis selbst verbraucht wird. Die angenommenen maximalen Potenziale aus PV werden ausgeschöpft und die Beiträge der übrigen Technologien (Leistung und Energieerzeugung) bleiben wie im Standardszenario. Die installierte Leistung von PV steigt von 330 MW auf 1650 MW. Der Stromüberschuss soll in andere Regionen exportiert werden und soll dem Landkreis Wertschöpfungseffekte bringen (s. Kap Wertschöpfung).

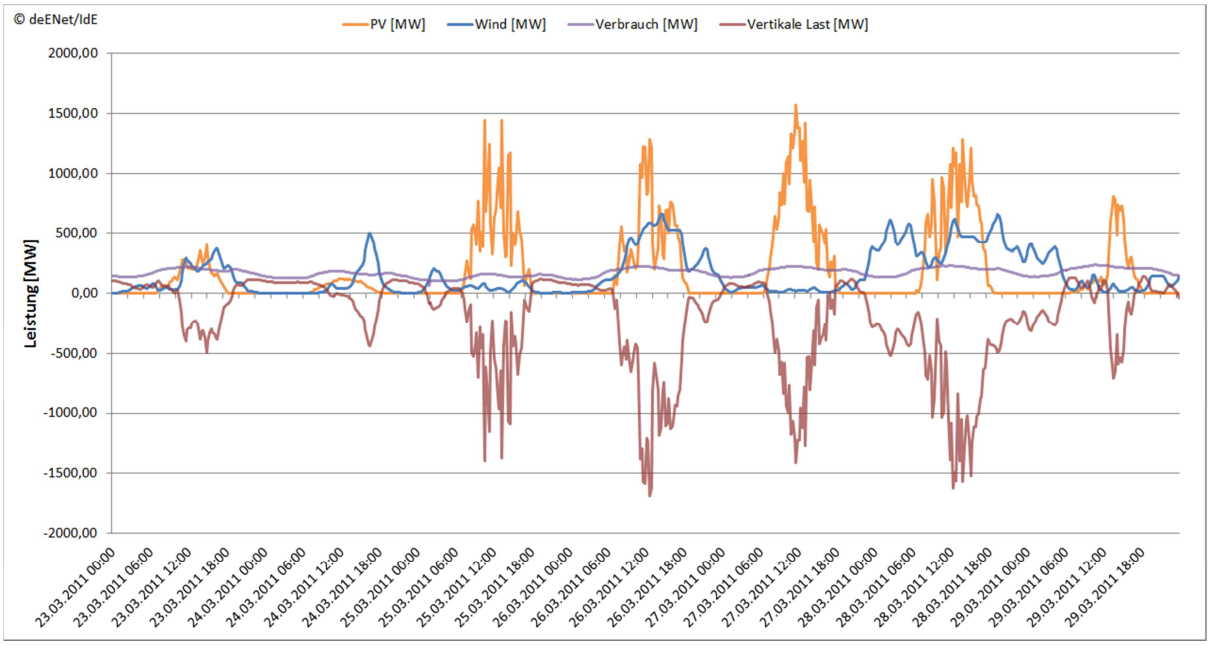


Abbildung 61: Prognose für Erzeugung und Verbrauch im PV-Szenario

Die Abbildung vermittelt einen Eindruck davon, dass die PV-Erzeugung an einigen Tagen den Verbrauch im Landkreis sehr weit übersteigen wird. Bei Windenergie sind die Überschüsse definitionsgemäß wie im Standardszenario. Die folgende Abbildung zeigt die Überschüsse und den „Importbedarf“ für den Landkreis nach Einspeisung aller EE-Stromerzeuger im Vergleich zum heutigen Lastprofil.

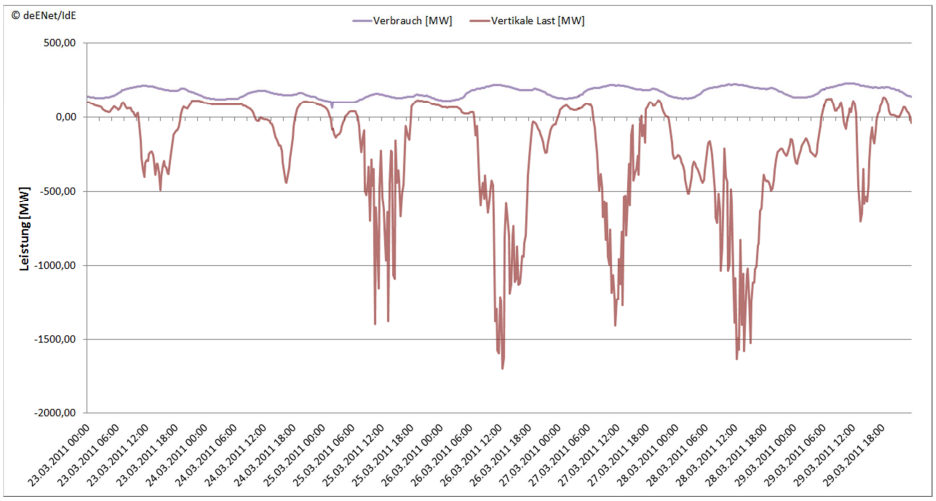


Abbildung 62: Import/ Export im PV-Szenario

Im Vergleich zum Verbrauch (violette Linie) sind die notwendigen Importe (rote Linie oberhalb der Nulllinie) relativ gering und bleiben ca. 25% unter dem maximalen Strombedarf. Die Exporte sind gegenüber dem Verbrauchsprofil extrem hoch. Während der Verbrauch in der Spitze etwas über 230 MW steigt, erreichen die Importe in dieser Beispielwoche ca. 170 MW. Die Exporte erreichen eine

Größenordnung von knapp 1.700 MW. Diese hohen Leistungen müssten durch Speicherung, zusätzlichen Verbrauch oder über das Stromnetz abgeführt werden. Das PV-Szenario führt zu deutlich höheren Exporten.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen analog zu den vorigen Darstellungen für das Windenergie-Szenario Erzeugung und Verbrauch im Landkreis Gießen. Im Szenario LK-Gießen-Wind sind die Randbedingungen insofern geändert, dass wieder mehr Strom erzeugt werden darf als im Landkreis selbst verbraucht wird. Die angenommenen maximalen Potenziale aus Windenergie werden ausgeschöpft und die Beiträge der übrigen Technologien (Leistung und Energieerzeugung) bleiben wie im Standardszenario. Der Stromüberschuss soll in andere Regionen exportiert werden und Wertschöpfungseffekte auslösen (s. Kap Wertschöpfung).

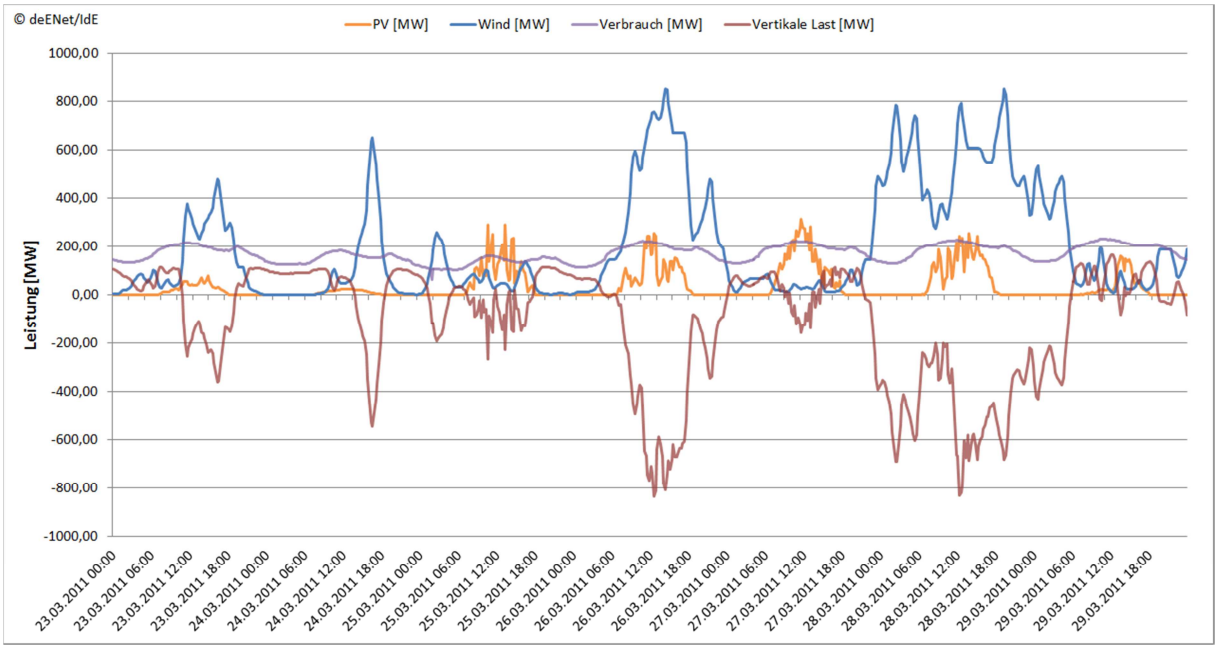


Abbildung 63: Prognose für Erzeugung und Verbrauch im Windkraft-Szenario

Die Abbildung vermittelt einen Eindruck davon, dass die zusätzliche Windenergie-Erzeugung an einigen Tagen den Verbrauch im Landkreis noch weiter übersteigt. Bei der Photovoltaik sind Erzeugung und Überschüsse definitionsgemäß wie im Standardszenario. Die folgende Abbildung zeigt wieder die Überschüsse und den „Importbedarf“ für den Landkreis nach Einspeisung aller EE-Stromerzeuger im Vergleich zum heutigen Lastprofil.

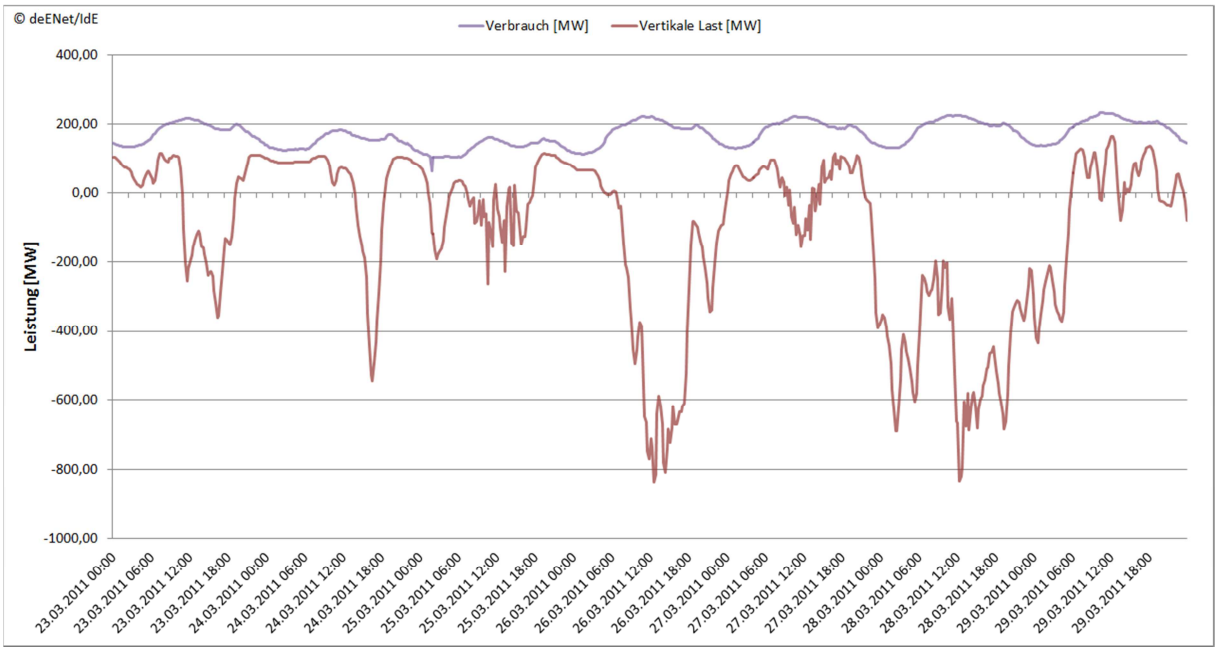


Abbildung 64: Import /Export im Windkraft-Szenario

Im Vergleich zum Verbrauch (violette Linie) sind die notwendigen Importe (rote Linie oberhalb der Nulllinie) ca. 25% geringer als der maximale Strombedarf. Die Überschüsse (vermeintliche Exporte) sind gegenüber dem Verbrauchsprofil wieder extrem hoch. Während der Verbrauch in der Spitze wie gehabt etwas über 230 MW steigt, erreichen die Importe in dieser Beispielwoche ca. 170 MW. Die Überschüsse erreichen eine Größenordnung von über 830 MW. Diese hohen Leistungen müssten durch Speicherung, zusätzlichen Verbrauch oder über das Stromnetz abgeführt werden. Im Vergleich zum PV-Szenario sind die installierte Leistung und die erzeugte Energie nur leicht erhöht. Dementsprechend führt das Windenergieszenario insgesamt nur zu etwas höheren Überschüssen als im Standardszenario.

Tabelle 23: Prognose von Exporten und Importen für Standard-, Wind- und PV-Szenario für 1 Jahr

	Landkreis-Gießen-Szenario		Windszenario		PV-Szenario	
	Export [GWh/a]	Import [GWh/a]	Export [GWh/a]	Import [GWh/a]	Export [GWh/a]	Import [GWh/a]
Summe	508	502	707	471	1730	370

Abschließend werden für den Zeitraum eines Jahres Import- und Exportbedarf des Standardszenarios mit den beiden Szenarien verglichen, bei denen eine Variation des Anteils fluktuierender erneuerbarer Energien erfolgt. Die Netzanbindung der EE-Erzeuger an das Stromnetz des LK Gießen ist zu prüfen.

7.2. Auswertung mit Blick auf die Berechnung regionaler Wertschöpfungseffekte

Bei der Umsetzung eines ökologisch motivierten Umbaus der Energiewirtschaft auf der kommunalen Ebene spielt das **Regionalentwicklungspotenzial** in Form möglicher monetärer Regionaleffekte eine zentrale Rolle. Als wichtige Argumentationshilfe beim dezentralen Ausbau der erneuerbaren Energien kann es dazu beitragen, die ökologische Notwendigkeit zu untermauern durch die Darlegung der ökonomischen und soziopolitischen Vorteile für die Region. Nur durch die Aktivierung breiter gesellschaftlicher Gruppen kann es gelingen, die Umsetzung der Ausbauszenarien auch zu realisieren, da die hierfür notwendigen Einzelinvestitionsentscheidungen in hohem Maße von privaten Haushalten und Betrieben getragen werden müssen. Diese stellen die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit bei ihren Investitionsentscheidungen in den Mittelpunkt. Mit der Ermittlung regionaler Wertschöpfungseffekte können hierbei über die Ausweisung von monetären Effekten hinaus Hinweise und Ansatzpunkte für einen fortlaufenden Regionalentwicklungsprozess geliefert werden.

Bei der Betrachtung und Darstellung der (wirtschaftlichen) Chancen durch den Strukturwandel steht die zentrale Frage im Mittelpunkt, welche ökonomischen Potenziale der Strukturwandel im Energieversorgungsystem birgt und wie diese im Sinne einer regionalen Wertschöpfung möglichst umfassend genutzt werden können. Als übergeordnete Ziele lassen sich hierbei die optimale Ausgestaltung regionaler Märkte, Geschäftsmodelle, Wertschöpfungsketten und Stoffströme benennen, die in der Region im positiven Sinne als „Hilfe zur Selbsthilfe“ verstanden werden können. Unter dem Leitbild der „energiereichen Region“ vereinen sich, neben der Stärkung der Wirtschaftskraft, die Prämissen einer klimaschonenderen Energieversorgung, einer Regionalisierung und damit Sicherung (Herkunft) und Stabilisierung (Preis) der Versorgung, sowie einer Steigerung der Akzeptanz von dezentralen EE-Anlagen durch Motivation und Beteiligung der Bevölkerung.

Der **Begriff der Wertschöpfung** leitet sich originär ab aus der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung als „der in einer Unternehmung oder einem Gebiet während eines

bestimmten Zeitabschnitts geschaffene Wertzuwachs an Produktionsmitteln, Waren und Dienstleistungen." Übertragen auf das Gebiet der dezentralen Energieversorgung kann er interpretiert werden als „Teilmenge der gesamten globalen Wertschöpfung, die durch in der Region errichtete und produzierte EE-Anlagen und die dazu gehörigen Produktionsanlagen geschaffen wird." Abgebildet werden soll also der Anteil des Wertzuwachses, der entlang der Wertschöpfungsketten des Anlagenlebenszyklus und der Energiebereitstellung aus regionalen Potenzialen (Arbeit, Wissen, Technik, Kapital, Fläche) heraus erbracht werden kann. Damit bildet der regionale Unternehmensbestand entlang der einzelnen Wertschöpfungsketten den „Nährboden" für den regionalen Anteil. Wertschöpfung addiert sich demnach aus der Summe der Renditen und Umsätze aller Projekte zur Energieerzeugung und Energieeinsparung.

Dabei orientiert sich die regionale Wertschöpfungsberechnung einerseits am heutigen Anlagenbestand und andererseits an den ausgewiesenen Potenzialen bzw. am unterstellten, zukünftigen Pfad der Potenzialausnutzung und dem sich daraus abgeleiteten Anlagenzubau. Ziel ist die Abbildung möglicher monetärer Effekte in EURO sowie neuer und gesicherter Beschäftigung in Vollzeitarbeitsplätzen, sodass aus der Analyse hervorgeht, welche Akteure unter welchen Bedingungen und in welchem Umfang von der Umstellung des Energiesystems profitieren.

Das inhaltliche Ziel ist es, die Motivation aus ökonomischen Vorteilen durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz gegenüber dem Status-Quo darzustellen. Diesem Vorgehen liegt eine bestimmte **Entscheidungslogik** zugrunde (vgl. Abbildung 65): Ausgehend von einer Problemanalyse des heutigen Zustands der regionalen Energieversorgung werden die Kosten einer Umstellung des Energiesystems abgebildet. Dies entspricht den zu veranschlagenden Kosten, die der Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung laut Szenarienpfad bedeuten würde. Diese Kosten werden im Rahmen einer Erfolgsrechnung (Wirtschaftlichkeit) auf betriebswirtschaftlicher Ebene bewertet im Sinne einer Rentabilität der zugebauten Anlagen und zu erwartender Strom- und Wärmegestehungskosten. Im nächsten Schritt werden die jährlichen Kosten der Einzeltechnologien aggregiert. In gleicher Weise aggregiert werden die Betriebsergebnisse der Anlagenparks. Folgend wird je einzelnem Arbeitsschritt bzw. je einzelner Kostenkomponente über einen definierten regionalen Anteil diejenige Summe berechnet, die als erforderliche Leistung aus der Region heraus erbracht werden kann. Es wird außerdem

zugewiesen, wem die Vergütung dieser Leistung zugutekommt und wer damit zur regionalen Wertschöpfung beiträgt.

Die Montage einer Windkraftanlage z.B. ist wegen der Größe und der Komplexität der Anlage mit hohen Kosten verbunden. In der Regel wird die Montage heute von der Herstellerfirma der Anlage übernommen. In der betrachteten Region ist aber im Regelfall keine Unternehmung beheimatet, die solche Anlagen herstellt bzw. keine Spezialfirma zur Anlagenmontage, weshalb der Regionalanteil hier im Regelfall bei 0% liegt. Bei der Installation einer Aufdach-Photovoltaikanlage wird dagegen von einem Regionalanteil von nahezu 100% ausgegangen, da sich in jeder Region Handwerksunternehmen finden, die diese Leistung anbieten.

Im letzten Schritt erfolgt das „Übersetzen" der aggregierten und regionalisierten Anteile. Die errechnete regionale Wertschöpfung wird ausgewiesen und grafisch abgebildet nach Einkommensarten (Betriebsergebnis der Betreiber, Pachterträge, Lohnsumme, Unternehmerlohn, Kapitalkosten, Steuern) sowie nach Branchen (Heizungsbau, Solarteure, Bauwirtschaft, Planung/Beratung, Banken/Versicherungen, Land- und Forstwirtschaft usw.). Zudem werden mögliche Arbeitsplatzeffekte in Form von Vollarbeitsplätzen abgebildet, die noch weiter unterteilt in neue (Stromtechnologien) und gesicherte (Wärmetechnologien) Arbeitsplätze grafisch abgetragen werden.

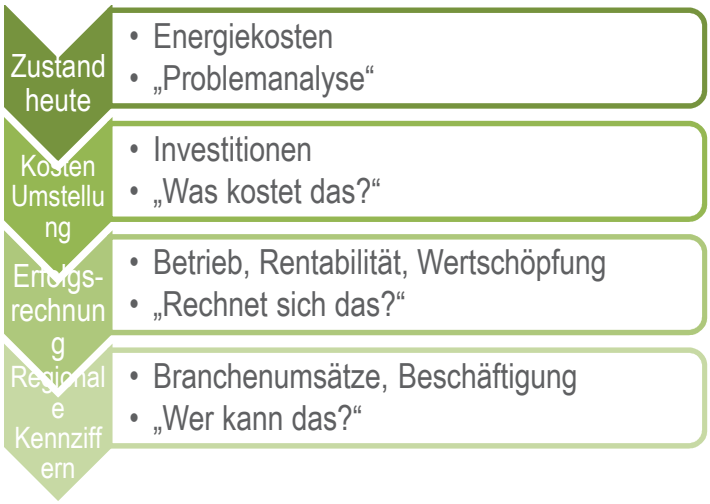


Abbildung 65: Entscheidungslogik regionaler Wertschöpfungsberechnung[68]

[68] Quelle: IdE, 2013

So liefert die Ergebnisdarstellung einen grundlegenden Einblick in ökonomische Prozesse, die sich aus dem Ausbau der EE speisen. Dabei hat die **Modellrechnung** nicht den Anspruch, die Realität im Sinne einer Prognose abzubilden. Vielmehr soll durch die „Übersetzung“ auf die monetäre Ebene verdeutlicht werden, welche Investitions- und laufenden Kosten der Umbau des Energieversorgungssystems auslöst und welche regionalökonomischen Effekte sowie Arbeitsplatzeffekte hierbei zu erwarten sind. Damit wird das modellierte Zielszenario in die Lebenswirklichkeit von Politik und Bürgern übersetzt und die zukünftigen Handlungsnotwendigkeiten zur Zielerreichung werden unterstrichen.

Die folgende Abbildung 66 trägt die zu erwartenden Gesamtinvestitionen bis zum Zieljahr 2030 ab, zum einen nach Jahren, zum anderen summiert über die einzelnen EE-Technologien sowie weiterhin nach der Art der Investition. Dabei fallen die hohen Investitionskosten für Anlagen im Bereich der Solarthermie (Brauchwarmwasser, Heizungsunterstützung, Freiflächenanlagen) sowie für Wärmepumpen (Luft-Wasser und Erdwärmesonde) ins Auge. Resultierend aus den Energiebereitstellungsmengen laut dem „Szenario Standard“ muss hier im Jahresverlauf ein starker Zuwachs im Anlagenbestand erfolgen, der Kosten in der entsprechenden Höhe nach sich zieht. Nur über diesen Zubau kann, entsprechend der Parameter des Szenarios, bis 2030 eine Vollversorgung im Wärmebereich erreicht werden. Dabei hat bereits Berücksichtigung gefunden, dass solarthermische Freiflächenanlagen, im Vergleich zu kleinen Anlagen als Aufdachlösung, bezogen auf die spezifische Leistung deutlich geringere Investitionskosten aufweisen. Positiv ist dabei hervorzuheben, dass solarthermische Anlagen genauso wie Wärmepumpen aufgrund der im Vergleich hohen regionalen Arbeitsleistung, einen hohen Anteil zur regionalen Wertschöpfung beitragen.

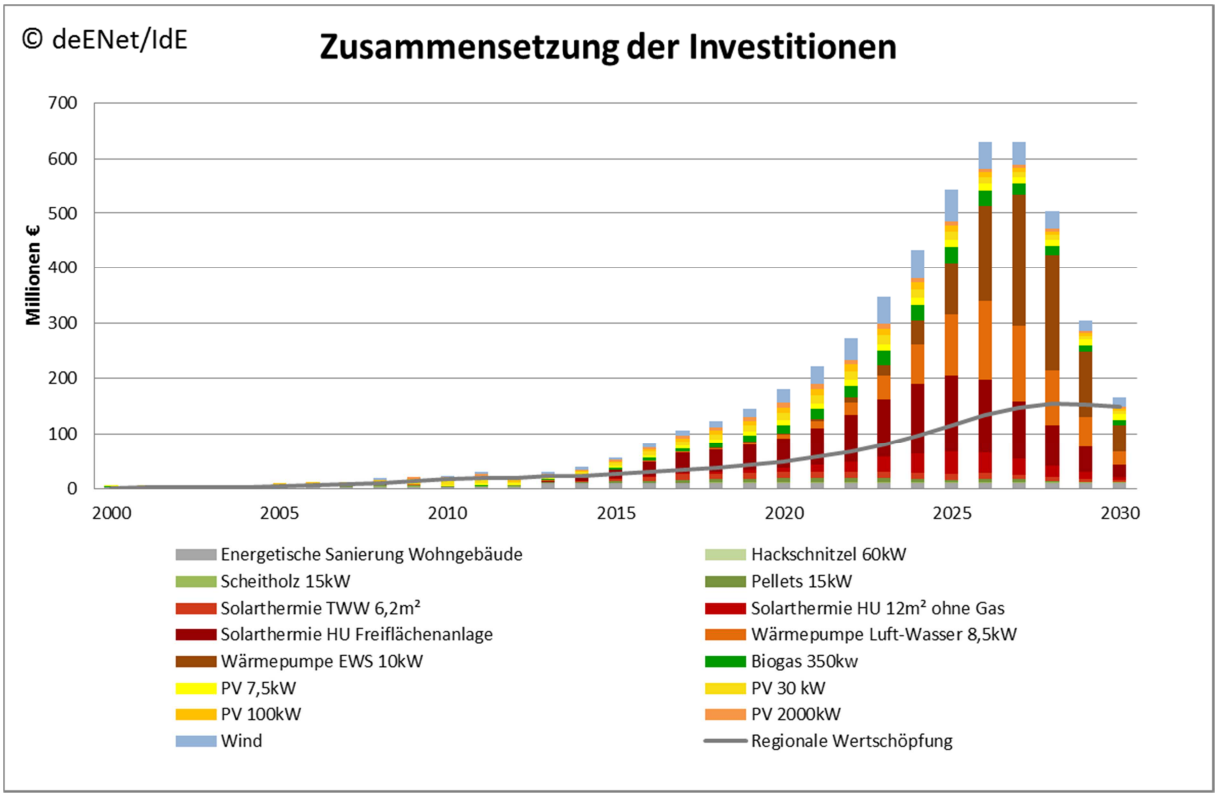


Abbildung 66: Zusammensetzung der Investitionen regionaler Wertschöpfung

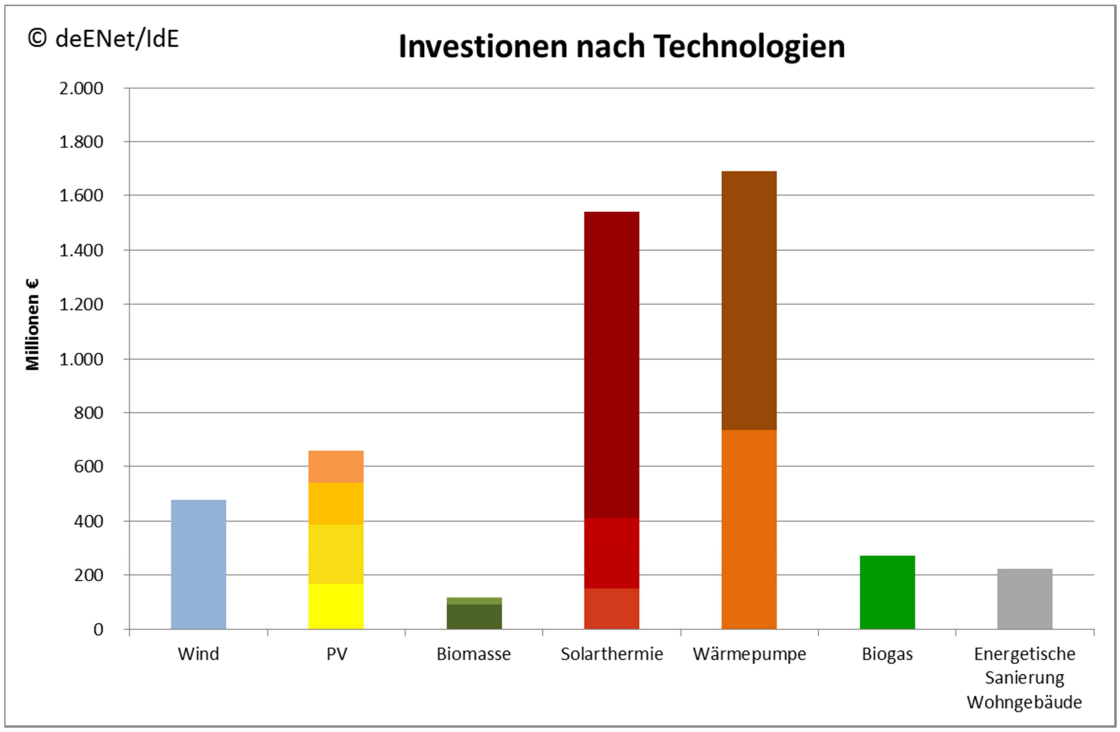


Abbildung 67: Investitionen regionaler Wertschöpfung nach Technologien

Die Investitionskosten dominieren eindeutig im Bereich der Herstellung. Auch hier fallen die überproportionalen Anteile der Wärmepumpen auf, allerdings muss diesbezüglich das Verhältnis zwischen Freiflächen- und Dachanlagen berücksichtigt

werden. Wie in Abbildung 69 deutlich wird, verteilen sich die Investitionskosten bei der Herstellung auf externes Kapital, laufende Betriebskosten fallen dagegen in der Region an.

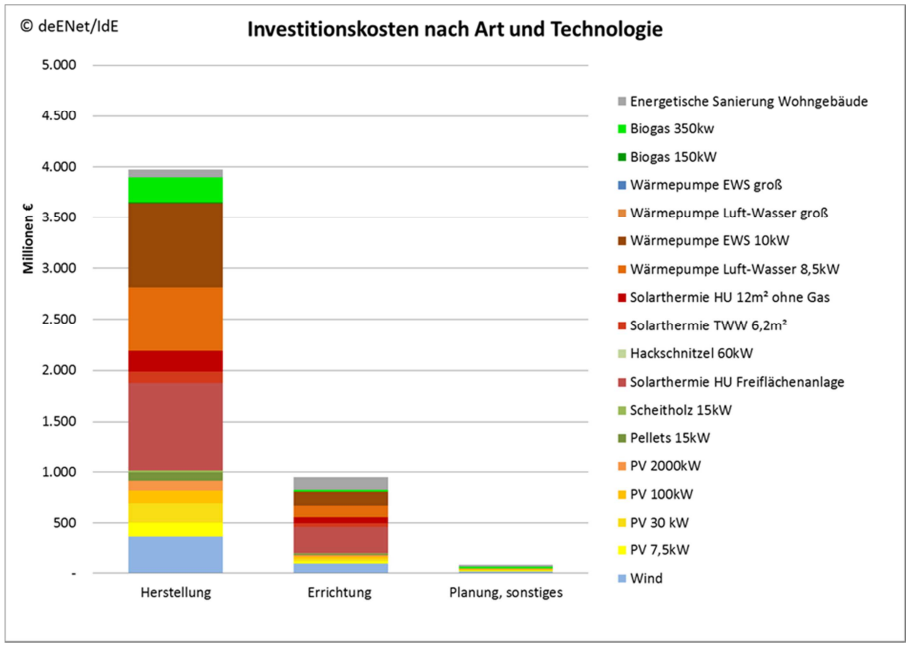


Abbildung 68: Investitionskosten nach Art der Technologie

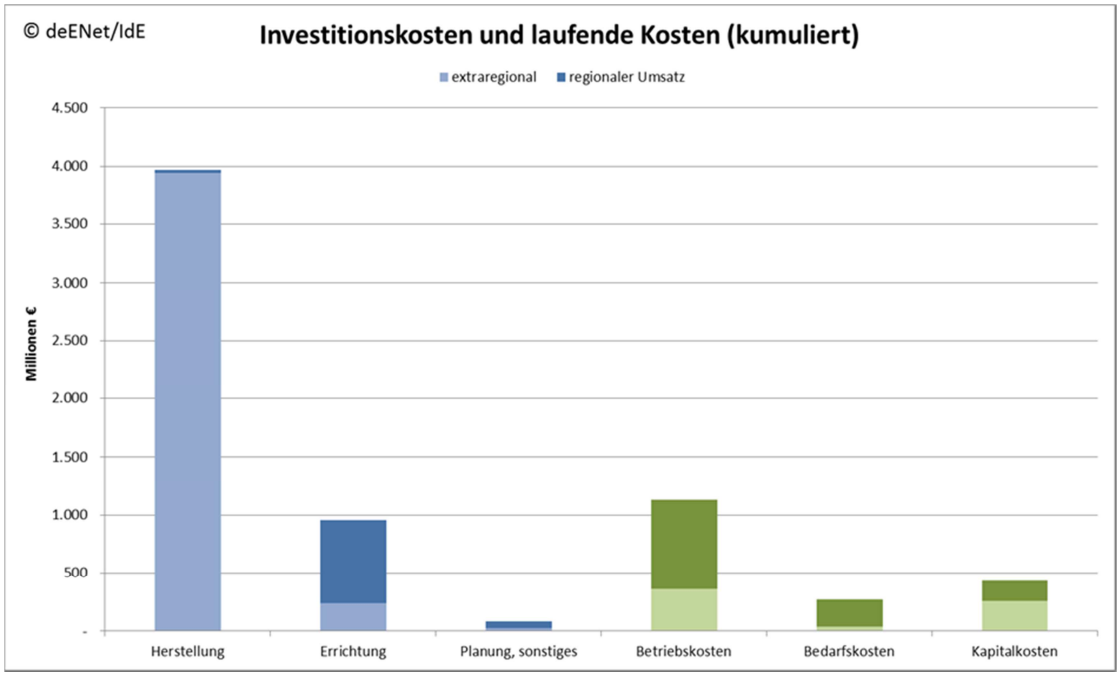


Abbildung 69: Investitionskosten und laufende Kosten

Die folgenden Abbildungen zeigen wie der fortschreitende Ausbau erneuerbarer Energien neben den erforderlichen Investitionen in Milliardenhöhe, weitere laufende Kosten in deutlich geringerer Höhe produzieren. Nach Einrechnung aller Ausgaben

verbleiben regionale jährliche Wertschöpfungseffekte in Höhe bis über 200 Mio. und es werden Arbeitsplätze geschaffen und gesichert.

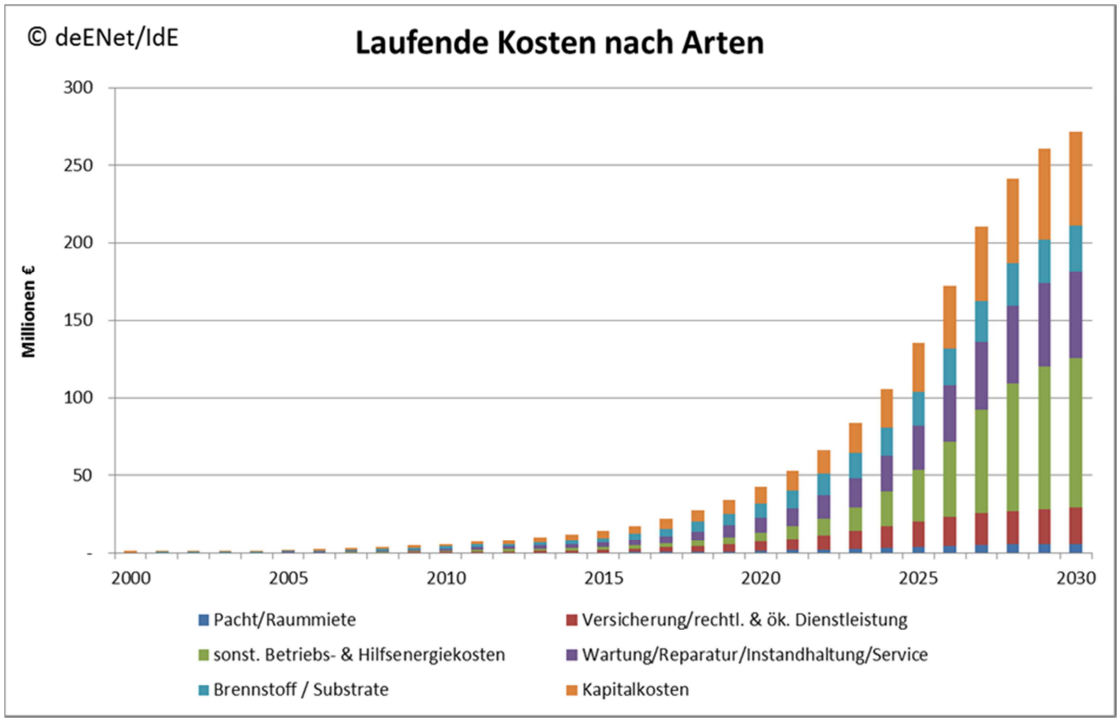


Abbildung 70: Laufende Kosten nach Arten

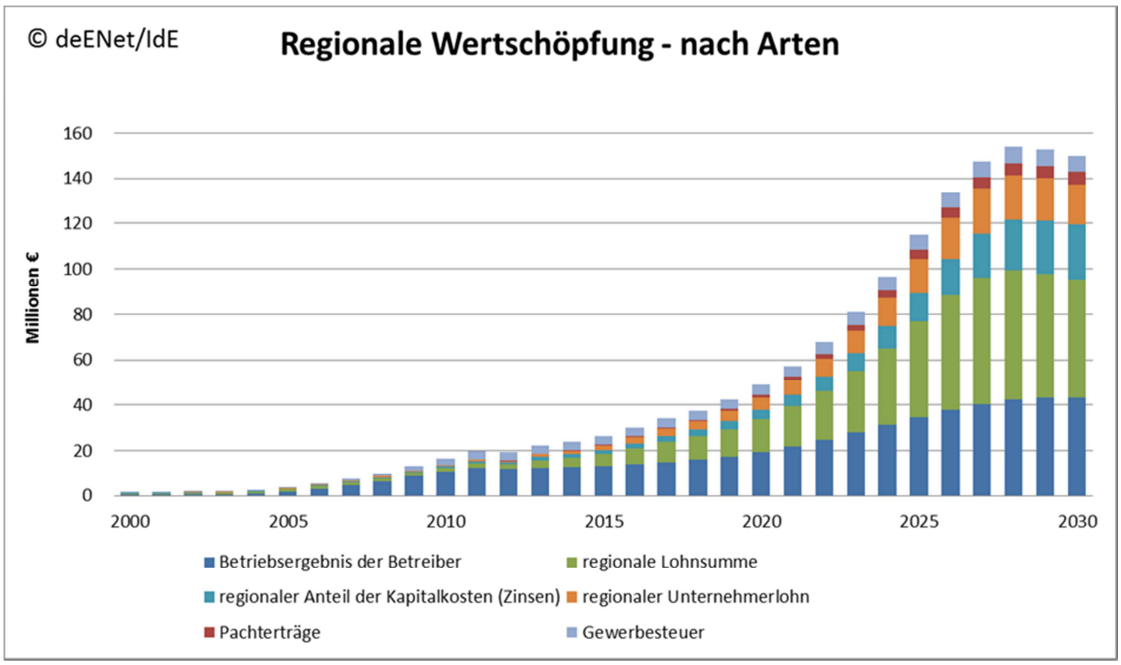


Abbildung 71: Regionale Wertschöpfung nach Arten

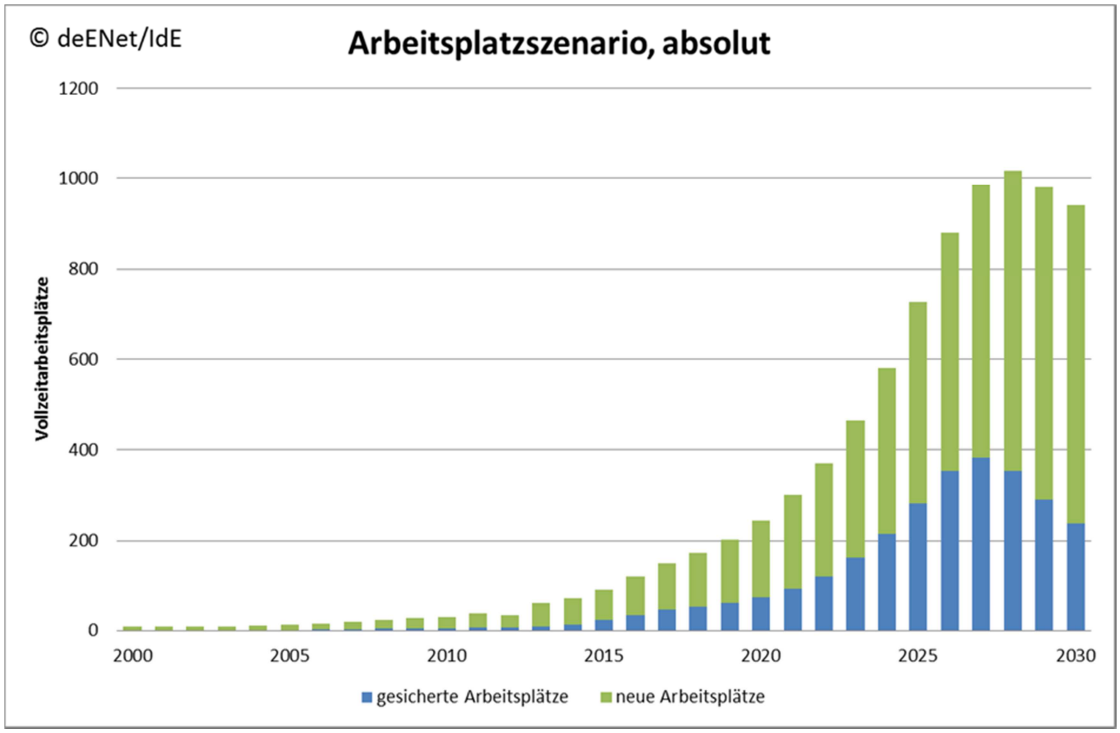


Abbildung 72: Arbeitsplatzeffekte

Die Betrachtung der regionalen Wertschöpfungseffekte zeigt, dass der Umbau des Energieversorgungssystems vielfältige Effekte in der Region auslösen wird. Diese so zu lenken, dass nicht nur die veranschlagten Kosten, sondern auch die generierte Wertschöpfung regional verortet werden, muss Ziel einer langfristigen Strategie, über die Phase der Konzepterstellung hinaus, sein. Dabei sollten vier Strategien im Mittelpunkt der politischen wie wirtschaftlichen Betrachtung stehen:

- Die Förderung von Erneuerbaren Energieanlagen, deren Effekte aus Errichtung und Betrieb zu einer systematischen Aufwertung der regionalen Ebene beitragen können
- Die Optimierung bestehender Wertschöpfungsketten durch innovative Methoden und Modelle etwa bei der Auftragsvergabe, bei der Finanzierung oder bei der Wahl der Rechtsform sowie
- die Verlängerung und Differenzierung von Wertschöpfungsketten durch die Regionalisierung bislang ausgegliederter Wertschöpfungsstufen, etwa in den Bereichen der Vermarktung oder Veredelung, der Forschung & Entwicklung, der touristischen Inwertsetzung oder der Aus- und Weiterbildung
- Der intensive Einbezug weicher Faktoren wie Steigerung der Energieunabhängigkeit, Lebensstilfrage, Kulturlandschaftsänderung, Imagebildung, Rolle und Bedeutung des ländlichen Raums

Der Umbau des Energieversorgungssystems ist eine Generationenaufgabe, die von Vorreitern angestoßen wurde, ihr Entwicklungsziel jedoch erst über hohe Nachahmungseffekte und die Schaffung einer Gruppendynamik erreicht, die den Systemwechsel als Aufwertung der regionalen Ebene und jedes einzelnen Akteurs erfasst, indem es die Möglichkeiten zur regionalen Teilhabe im Energiesystem betont. In diesem Sinne sollte die regionale Energiepolitik im Eigeninteresse der Region handeln.

8. Maßnahmenkatalog/ Handlungsmöglichkeiten zur CO_2-Reduktion im Landkreis Gießen

Um die Szenarien zu erreichen, bzw. sich den skizzierten Verbräuchen anzunähern, sind zahlreiche Maßnahmen auf allen Ebenen notwendig. Je nach Budget, Zuständigkeiten und den lokalen Strukturen sollten diese priorisiert und implementiert werden.

In Anlehnung an die Struktur der vorhergehenden Kapitel sind die Maßnahmen im Folgenden nach den thematischen Gebieten: Ausbau der erneuerbaren Energien, Effizienz (Erzeugungsanlagen, Sanierung, Haushalte/Lebensstile/Suffizienz) und Mobilität gegliedert. Eine Übersichtstabelle mit allen gesammelten Maßnahmen findet sich im Anhang.

Um Anregungen aus dem vorliegenden Konzept in die Praxis zu überführen, sind die Beantragung eines Klimaschutzmanagers (1) sowie die Beantragung zur Erstellung eines Klimaschutzmasterplanes (2) als erste Maßnahmen zu empfehlen.

8.1. Maßnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien

3	Lokale Energiegenossenschaften fördern, Initiativen unterstützen und vernetzten, ggf. überregional vernetzten
4	Klimaneutrales Baugebiet suchen / erschließen (Klimaschutzsiedlung, Ausweisung von Siedlungsflächen mit bestimmten Zielsetzungen und Auflagen in der Bauleitplanung)
5	Ausbau von Windenergie weiter fortsetzten
6	Solardachkataster
7	Ausbau von Solarthermieanlagen auf Dachflächen
8	Analyse von Standorten für Solarthermiefreiflächenanlagen
9	Ausbau der nachhaltigen Bewirtschaftung von Ackerflächen mit Nachwachsenden Rohstoffen

Der Bereich „Ausbau der EE“ ist eng mit dem Bereich Öffentlichkeitsarbeit verzahnt, da neben den technischen und ökonomischen Bedingungen für den Ausbau der erneuerbaren Energiequellen die Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung über Erfolg und Misserfolg entscheidet. Erheblich dazu können Bürgerinitiativen beitragen, da die Identifikation mit Projekten vor Ort und Teilhabe an der regionalen

Wertschöpfung die Unterstützung der Bürger sichert. Entsprechende Akteure wirken als wichtige Multiplikatoren und tragen dazu bei, dass Regionen interkommunal zusammenarbeiten und gemeinsam das Ziel der Energiewende verfolgen können. Die Unterstützung solche Initiativen und deren Vernetzung sollte verfolgt werden, sei es durch die Bereitstellung von Räumlichkeiten, Unterstützung für Veranstaltungen oder durch organisierte Dialoge, um mögliche Konflikte frühzeitig aus dem Weg zu räumen. Auch die Ausweisung von klimaneutralen Baugebieten ist als Maßnahme im Kontext des Ausbaus erneuerbarer Energien zu fassen. Passivhaussiedlungen oder andere Viertel mit entsprechenden energetischen Schwerpunkten in der Bauleitplanung wie die Heidelberger Bahnstadt, Freiburgs „Vauban“ oder Kassels Stadtteil Niederzwehren können als Vorbilder für zukünftige Stadtentwicklungsprozesse herangezogen werden.

Der Ausbau der Windenergie ist in Anbetracht des ermittelten Potenzials zu empfehlen. Es gilt in erster Linie eine breite Akzeptanz zu schaffen und die Anrainerkommunen der entsprechenden Flächen zwingend an der Wertschöpfung partizipieren zu lassen. Auf Landkreisebene sind einzelne Maßnahmen nur allgemein festzuhalten, der Ausbau der Windenergienutzung erfordert sensibles Vorgehen und muss auf jede ausgewiesene Vorrangfläche angepasst werden. Die Kooperation aller Ebenen und eine transparente Kommunikation mit und zwischen den Skeptikern und Befürwortern der Windenergie sind dabei unerlässlich.

Auch der Ausbau der Photovoltaik und der Solarthermie sind im Zuge des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Landkreis Gießen weiter zu verfolgen. Das Land Hessen hat mit der Erstellung eines umfangreichen Solardachkatasters begonnen. Eine Analyse des Potenzials kann auf der Ebene der einzelnen Kommunen eingesehen werden, da Informationen zu allen potenziellen Dachflächen abzufragen sind. Für die in Abbildung 34 dargestellten Kommunen im Landkreis Gießen ist dies bereits möglich, um das Potenzial des gesamten Landkreises zu bestimmen, ist die Ausweitung des Solardachkatasters für den gesamten Landkreis notwendig. Auch für Freiflächenanlagen sind Standortanalysen durchzuführen. Für Solarthermieanlagen auf Freiflächen ist außerdem die Anschlussfähigkeit an, bzw. der Ausbau von Nahwärmenetzen zu prüfen, was Inhalt einer erweiterten Potenzialanalyse ist.

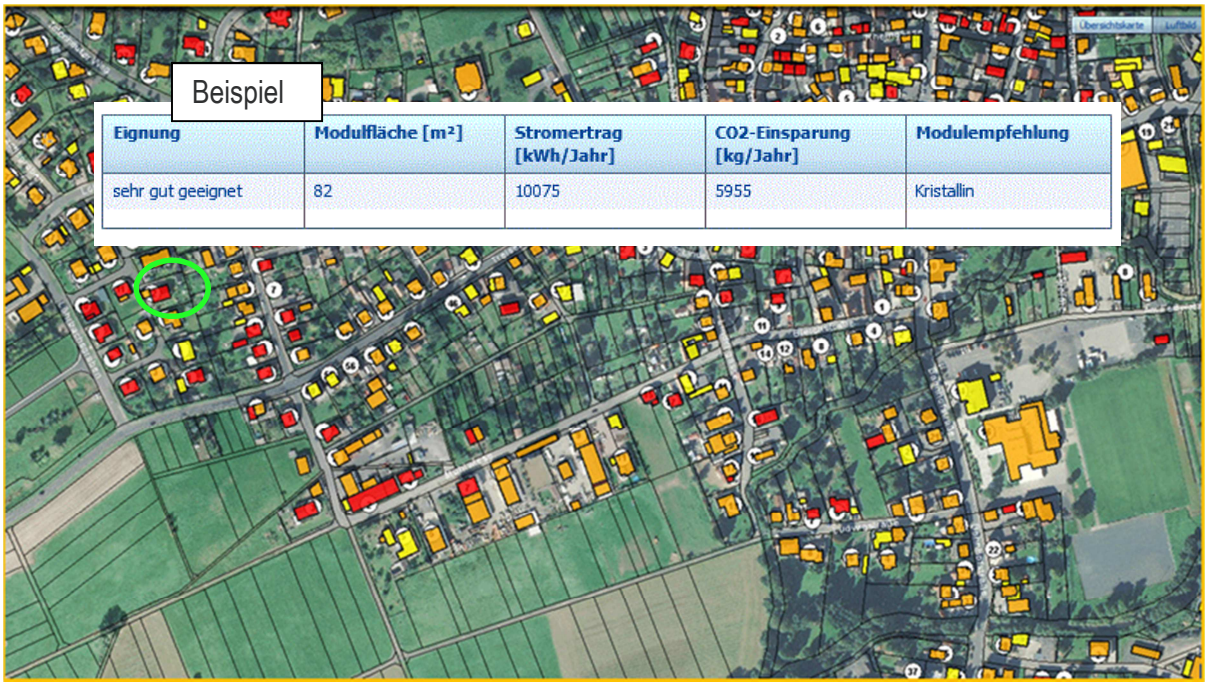


Abbildung 73: Ausschnitt Solardachkataster bei Allendorf (Lumda)[69]

Der Anteil der Energiepflanzen auf ausgewiesenen landwirtschaftlichen Flächen wird kontrovers diskutiert. Um den Ausbau erneuerbaren Energien zu fördern, müsste dieser, wie in Kap. 6.7. dargelegt wurde, erhöht werden. Auch die energetische Verwertung von Wirtschaftsdünger sollte ausgebaut werden: im Landkreis Gießen könnte eine konsequente Nutzung den Betrieb von bis zu 19 weiteren Biogas Anlagen (75kW) bedeuten (vgl. Kapitel 6.7).

8.2. Maßnahmen der Effizienzsteigerung

Effizienz ist, wie im Kapitel 6.10 angemerkt, neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien als eine wesentliche Säule zur Reduktion von Treibhausgasemissionen zu werten. Effizienz umfasst sowohl die Erzeugungs- als auch die Verbrauchsseite. Neben der Anlagentechnik und entsprechendem Brennstoffeinsatz, KWK- und Fernwärmeausbau ist unter Effizienzsteigerung auch ein reduzierter Endenergiebedarf, z.B. durch Sanierung gemeint. Nicht zuletzt sind mit Effizienzsteigerungen auch Verhaltensweisen angesprochen, die nicht zwangsläufig Verzicht, wohl aber Umgewöhnungen bedeuten können (z.B. Flugreisen, Fleischkonsum, etc.). Da dies Bereiche persönlicher Freiheit betrifft, sind Maßnahmen an dieser Stelle eher im Sinne von Vorschlägen zu verstehen.

[69] Quelle; http://www.energieland.hessen.de/mm/Leitfaden_SolarDachHessen

8.2.1. Erzeugungsanlagen/ Fernwärme

10	Effizienzsteigerung in fossilen Werken
11	Ausbau KWK Nachhaltiger Ausbau dezentraler Biogasanlagen (KWK) mit effektiver Wärme- oder Gasnutzung
12	Initiativen zur Abwärmenutzung aus der Industrie und Gewerbe
13	Ausbau Fernwärmenetz Insellösung / Verbundlösung
14	Ausbau der energetischen Nutzung des Bioabfalls im Landkreis Gießen (Trockenfermentation)
15	Installation von Heizwerken für biogene Brennstoffe an geeigneten Standorten
16	Umsetzung eines Logistikkonzeptes zur Erfassung vorhandener und nicht genutzter Biomassepotenziale
17	Nutzung noch ungenutzter Reststoffe aus der Landwirtschaft (Initiative zur Produktion und Nutzung von Mischbrennstoffen)

Obwohl der Landkreis Gießen auf den Bereich der Anlagentechnik nur bedingt Einfluss nehmen kann, sollen Maßnahmen gelistet sein, die die Effizienz und somit die gesamte Bilanz der Region verbessern können. Der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung steht hinsichtlich der bestehenden Kraftwerke an erster Stelle, gleichzeitig sollte der Ausbau der Erzeugungsanlagen mit erneuerbaren Energien forciert werden wie dezentrale Biogasanlagen (mit KWK). Die Trockenfermentation sollte ebenso verstärkt werden wie der Ausbau der energetischen Nutzung des Bioabfalls und der bisher ungenutzten Reststoffe aus der Landwirtschaft. Dazu sollte ein Logistikkonzept erstellt und kommuniziert werden.

Auch eine detaillierte Studie zur Erfassung möglicher Abwärmenutzung sollte durchgeführt werden und möglicherweise auch hinsichtlich des exergetisch sinnvollen Energieeinsatzes analysiert werden. Im Zusammenhang mit industrieller Abwärmenutzung sind Projekte zum Ausbau der Fernwärmeerschließung zu prüfen. Neben Effizienzaspekten sind Nahwärmenetze auch hinsichtlich der Unterstützung von Bürgerenergiegenossenschaften zu fördern.

8.2.2. Gebäudesanierung

18	Thermographiespaziergänge in Kommunen/ Stadteilen anbieten
19	Initiative zur Bildung eines effektiven Beratungsangebotes zur Energieeffizienz in Wohngebäuden unter Einbezug der vorhandenen Beratungsstrukturen (Rundum-Sorglos-Paket: „Von der Beratung über Finanzierung zur Umsetzung“)
20	Umsetzung Modellkonzept Wärmekataster LKGI zur Darstellung der Wärmesenken und Wärme(träger)angebote
21	Entwicklung von Einzelbausteinen mit regionalen Partnern (Handwerk, Baubedarfshandel, Volksbanken und Sparkassen) bspw.: Sanierungskampagne mit Do it yourself-Paket Kellerdecke, Paket Wärmepumpe etc. Schornsteinfegerdaten : Initiative Ersatz der Heizanlagen älter 20 Jahre
22	Bewegungsmelder in Kreisliegenschaften
23	Bauliche Sanierung in öffentlichen Liegenschaften
24	Energiemanagement
25	Weiterführung „Energieeffizienz in der Dorferneuerung“ auf Basis des neuen Förderprogramms Dorferneuerung bzw. im Rahmen der Integrierten Kommunalen Entwicklungskonzepte (IKEK) Übertragung des Konzeptes auf alle LKGI-Kommunen (Nichteffizienzdörfer)
26	Übertragung des Energiemanagements von der Kreisverwaltung auf die Kommunen
27	Ersatz Einzelöfen: Auswertungen der Schornsteinfegerdaten für eine passgenaue Austausch-aktion nutzen

Für eine Reduktion des Wärmeverbrauchs steht die energetische Gebäudesanierung an erster Stelle. Auch diese Maßnahmen greifen in den Bereich Öffentlichkeitsarbeit. Einige der hier angeführten Maßnahmen finden im Landkreis Gießen bereits seit einigen Jahren statt, optimalerweise werden sie flächendeckend ausgebaut.

Beispielsweise können Thermographiespaziergänge angeboten und das Beratungsangebot ausgebaut werden. Auch die Umsetzung des Modellkonzeptes Wärmekataster ist zu empfehlen, um Senken und Quellen darzustellen. Für die Kreisliegenschaften besteht bereits ein vorbildliches Energiemanagement, auf Ebene der Kommunen könnten weiteren Maßnahmen sowie energetische Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen und geprüft werden.

Informationsveranstaltungen zu den unterschiedlichen Angeboten der EU-, Bundes- und Landesförderprogramme könnten hierzu hilfreich sein.

Das Projekt „Energieeffizienz in der Dorferneuerung“ sollte weitergeführt werden, um standortspezifische Daten zu erhalten und auswerten zu können. Die detaillierten Daten der Feuerstättenerhebung aus dem vorliegenden Integrierten Klimaschutzkonzept sollten für eine passgenaue Austauschaktion genutzt werden, um entsprechende Gebiete gezielt auszusuchen und eine umfassende Erneuerung der Öfen zu erzielen.

8.2.3. Effizienz im Haushalt und im Alltag

28	Stromsparkampagnen / Ökostromwechselkampagnen
29	Unterstützung von Projekten zur urbanen und/oder solidarischen Landwirtschaft (Kooperation von Erzeuger ökologischer Produkte mit Direktabnehmern/Haushalten)
30	„Veggieday“: Einführung eines fleischlosen Tages in Kantinen und Restaurants
31	Stadtführungen zu nachhaltigem Konsum
32	„Repair Café“ und Treffpunkte zu gemeinwirtschaftlichen Aktionen sowie Tauschplattformen
33	Aufklärungskampagnen zum Austausch von Elektrogeräten („weiße Ware“)
34	Stärkung von „Green IT“ in der Verwaltung sowie Infos für Verbraucher

Der Kreativität in diesem Handlungsfeld sind keine Grenzen gesetzt. Zahlreiche Initiativen und Projekte werden von den Bürgerinnen und Bürgern im Landkreis bereits organisiert, es gilt sie zu fördern und ihren Bekanntheitsgrad zu erhöhen. Sie nehmen eine wichtige Vorbildfunktion für andere Kommunen sowohl im Landkreis als auch über die regionalen Grenzen hinweg ein.

Exemplarisch seien hier Veranstaltungen, die auf den Wechsel des Stromanbieters abzielen, und Reparatur-/Tauschaktionen genannt (ähnlich wie der bestehende „kostNix“ Internet Geschenkmarkt). Auch dem Bereich „urbane Landwirtschaft“ wurde in den letzten Jahre erhöhte Aufmerksamkeit zuteil. Eine Förderung derartiger Initiativen sollte öffentlichkeitswirksam erfolgen. Initiativen von Verbänden, Vereinen und Studierenden zu nachhaltigem Konsum sind ebenso Gegenstand einer nachhaltigen Politik des Landkreises wie der Ausbau von erneuerbaren Energien. Um die Effizienz bei privaten Haushalten zu steigern, sind

Informationen zum Austausch von Elektrogeräten sowie ein erhöhter Anteil von „Green IT“ anzustreben. Auch das Thema Suffizienz ist diesem Bereich zuzuordnen, hier sind beispielsweise Schulprojekte gefragt, um Kinder frühzeitig zu einem bewussten Umgang mit den natürlichen Ressourcen zu erziehen.

8.3 Maßnahmen im Bereich Mobilität

35	Mitfahrzentrale/Pendlerportal für Mitarbeiter der Kreisverwaltung als Leuchtturmprojekt /Beispielgebung für Unternehmen
36	Steigerung der Attraktivität des Umstiegs auf ÖPNV durch den Ausbau des Jobtickets und den Ausbau von Bike+Ride und Park+Ride
37	Förderung des Radverkehrs, u.a. Bewusstseinsbildung zur Einsparung von CO_2-Emissionen durch NAVIKI
38	Stadtradeln – Wettbewerb für Kommunen und Landkreise, in Hessen z.B. durch HMUELV finanziell unterstützt
39	Entwicklung eines Radverkehrskonzeptes für den Landkreis (aktuell in Arbeit)
40	Aufbau der Infrastruktur von Erdgas- und Elektrotankstellen
41	Kampagnen zum eigenen Mobilitätsverhalten

Ähnlich wie einige Maßnahmen aus dem Bereich Effizienz im Alltag berührt auch der Bereich Mobilität individuelle Freiheitsrechte mehr als andere Handlungsfelder. Der Verkehrsbereich ist insgesamt sehr komplex, der motorisierte Individualverkehr besitzt jedoch das größte Emissionsminderungspotenzial. Weil der Landkreis als Institution selbst wenig Einfluss auf eine Verbesserung der Fahrzeugtechnologie hat, sind an dieser Stelle vor allem Alternativen zum gegenwärtigen Mobilitätsverhalten gefragt. Dies betrifft Mitfahrzentralen und die Attraktivität des ÖPNVs ebenso wie den Ausbau von Radwegen. Zahlreiche Projekte (z.B. „Stadtradeln“) können von Arbeitnehmern gemeinsam durchgeführt werden. Kampagnen zum Mobilitätsverhalten können für alle Gruppen des gesellschaftlichen Lebens entworfen und gefördert werden.

8.4. Möglichkeiten für Maßnahmen in der Öffentlichkeitsarbeit

	Energiedialog Landkreis Gießen im Landkreis bekannt machen
	Wettbewerbe in Schulen, Wohnheimen oder Verwaltung bzgl. Energiemanagement
	Schulaktionen zu div. Themen (Stromsparen, Mobilität, Ernährung, etc.)
	Ausrichtung des „Energietages“ unbedingt fortsetzten
	Regelmäßige Notizen in Tagespresse (z.B.: „Energie-Tipp des Tages“)
	Verstetigung der Aktivitäten aus dem Bundesprojekt BERM über den Förderzeitpunkt hinaus (Netzwerkarbeit, Aktivierung von Biomassepotenzialen, Nutzungskonzepte etc.)
	Akzeptanzkampagne zum Thema erneuerbare Energien, ggf. Landkreis übergreifend

Ohne eine breite Akzeptanz für den Ausbau der erneuerbaren Energien sowie eine große Motivation bei den Bürgern im Landkreis, sich für den Umbau unseres Energieversorgungssystems auch persönlich einzusetzen, besteht die Gefahr, lokale Konflikte entstehen zu lassen. Daher ist die intensive Einbeziehung aller Akteure zwingend erforderlich. Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit sollten daher nicht unterschätzt werden.

Das nunmehr eingerichtete Onlineportal „Energiedialog Landkreis Gießen“ sollte möglichst weiter in die öffentliche Diskussion gebracht werden. Hierzu wäre eine kreisweite Werbeaktion nötig.

An Schulen, Kindertagestätten und Studentenwohnheimen lassen sich Wettbewerbe durchführen, bei denen Preise für die größten Einsparungen ausgeschrieben werden. Unterschiedliche Zertifizierungsmöglichkeiten sind bundesweit in den vergangenen Jahren angewendet worden, neben den absoluten Verbräuchen (was z.B. bei Schulen wegen der Vermietung von Turnhallen o.ä. schwierig sein kann) werden z.B. Engagement und Maßnahmen von schulischen Energiesparprojekten nach einem Punktesystem bewertet.

Die Ausrichtung des „Energietages“ ist unbedingt fortzusetzen. Die Bildung von Arbeitsgruppen sollte ermöglicht werden. Um deren Ergebnisse in die Entwicklung der kreisweiten Energiepolitik einzuarbeiten, sind regelmäßige Treffen und ein offener Austausch mit der Verwaltung erstrebenswert.

Eine überregionale Akzeptanzkampagne zum Thema der erneuerbaren Energien erscheint aufgrund der teilweise unklaren Informationslage angebracht. Dies sollte zwischen dem Landkreis Gießen sowie den umliegenden Landkreisen, dem RP und dem Land Hessen abgestimmt werden.

Die in Kapitel 8 genannten Maßnahmen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr zielen sie darauf ab, die Spannbreite der Möglichkeiten deutlich zu machen, die sich im Bereich Klimaschutz und Energiepolitik auftun. Auch wenn die formalen Handlungsmöglichkeiten des Landkreises aufgrund der gesetzlichen Zuständigkeiten begrenzt sind, können von dieser Stelle aus richtungsweisende Aussagen getroffen und durch entsprechende Absichtserklärungen wichtige Hebel in Bewegung gesetzt werden.

9. Controlling-System

Voraussetzung für eine nachhaltige Klimaschutzpolitik ist ein funktionierendes Controlling-System, um die Klimaschutzbemühungen zu überprüfen und erreichte Erfolge mit belastbaren Daten zu unterlegen und zu kommunizieren. So schreibt auch der Richtliniengeber die Entwicklung eines Controlling-Systems vor.

Im Rahmen des Controllings sind die erreichten CO_2-Minderungen in einem festgelegten Turnus zu ermitteln. Für den Landkreis Gießen wird empfohlen, mit dem Jahr 2010 zu beginnen und jährlich zu bilanzieren. Ein geeignetes Werkzeug für die Bilanzierung ist das Software-Programm EcoRegion. Eine Lizenz wurde bereits 2012 vom Landkreis Gießen erworben.

Die durchgeführten Maßnahmen in den Bereichen „Ausbau der Erneuerbaren Energien“ und „Fernwärme“ können direkt, Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung nur für die kreiseigenen Liegenschaften bilanziert werden. Für sonstige Gebäude können im Jahresrhythmus Maßnahmen nur kumuliert und nur dann bilanziert werden, wenn das Gebäude mit leitungsgebundener Energie (Erdgas oder Fernwärme) versorgt wird. Für die übrigen Gebäude, deren Energiebedarfe aus den CO_2-Bilanzdaten der Schornsteinfeger hochgerechnet wurden, wird aufgrund der gesetzlichen Änderung der Kehrordnungen eine Aktualisierung des Datenbestandes nur im Fünfjahresrhythmus möglich sein.

Das Controlling der Energiewende ist eine der Aufgaben des Sachgebietes „Regionale Energiepolitik“, das im November 2011 in der Kreisverwaltung neu eingerichtet und mit einer Vollzeit-Sachbearbeiterstelle ausgestattet wurde. Näheres zu den Aufgaben des Sachgebiets siehe 9.4.

9.1. Leitungsgebundene Energieträger (Absatz, Einspeisung)

Der Landkreis Gießen trägt bereits seit Ende 2011 die Verbrauchsdaten für leitungsgebundene Energie von den regionalen und überregionalen Netzbetreibern sowie Grundversorgern zusammen:

- Strom: Tennet TSO, Mittelhessen-Netz, ovag-Netz, syna-Netz, Eon-Mitte-Netz
- Erdgas: Mittelhessen-Netz, Oberhessengas-Netz, Eon-Mitte-Gas-Netz
- Fernwärme: SWG, ovag, lokale Nahwärmenetzbetreiber
- Nachtspeicherstrom: SWG (nur im Grundversorgungsgebiet der SWG)
- Solarthermie: Flächenabschätzung aus Daten des BAFA
- Wärmepumpen: Daten des BAFA, SWG (nur im Grundversorgungsgebiet der SWG)

Die Daten werden jährlich aktualisiert.

9.2 Nicht leitungsgebundene Energieträger

Die Berechnung der Bedarfe an Erdöl, Flüssiggas und Holz erfolgt aus den CO_2-Bilanzdaten der Schornsteinfeger. Dem Landkreis Gießen ist es als bislang einzigem Landkreis in Hessen gelungen, die Daten aller Kehrbezirke im Kreisgebiet ortsteilscharf zu erhalten.

Die Daten werden im Turnus der hoheitlichen Feuerstättenbeschau der Bezirksschornsteinfegermeister aktualisiert.

9.3. Szenarien

Die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes aufgestellten Szenarien und Konzeptionen sollen in nächster Zeit mit Vorschlägen für Maßnahmen unterlegt werden. Auch in diesen Prozess soll die Öffentlichkeit aktiv eingebunden werden. Weiteres siehe Kap. 10.

Die Maßnahmevorschläge sollen mit einem Zeitplan versehen werden. In Abhängigkeit von ihrer Komplexität können Zwischenschritte definiert werden. Maßnahmen, die vom Kreis gesteuert werden können, werden einem aktiven Controlling unterworfen, während sich das Controlling bei Maßnahmen außerhalb der Hoheit der Kreisverwaltung auf die Dokumentation und ggf. Berichterstattung beschränken wird.

Neben der Klimabilanz überwacht das Controlling bereits jetzt schon den Umsetzungsgrad der Kreistagsbeschlüsse zur Forcierung der Energiewende: bis 2020 sollen Strom und Wärme zu 33%, bis 2030 zu 100% aus Erneuerbaren Energien gewonnen werden. Der Wärmebedarf der nicht sanierten kreiseigenen Liegenschaften soll um 30% gesenkt werden. Bis 2016 soll der Wärmebedarf der kreiseigenen Liegenschaften zu 40% aus regenerativen Energiequellen gedeckt werden.

9.4. Aufgaben des Sachgebiets Regionale Energiepolitik

Neben dem Energiemanagement für die eigenen Liegenschaften mit dem Ziel der Energieeinsparung und der Information der Öffentlichkeit, insbesondere über Möglichkeiten der Energieeinsparung und der Erhöhung der Energieeffizienz sowie spezifischen Dienstleistungen für die kreiseigenen Kommunen kann der Landkreis insbesondere durch Strategien, Konzeptionen und Initiativen die Energiewende mitgestalten. Hierzu gehören insbesondere:

- Beschaffung und Aufbereitung einschlägiger kommmunalspezifischer Daten, z.B. Wärme- und Strombedarfe, Anteile Erneuerbarer Energien an der Strom- und Wärmeproduktion)
- Datenmonitoring und –fortschreibung, einschl. CO_2-Bilanzierung

- Entwicklung, Gestaltung und Fortschreibung einer Energiekonzeption für den Landkreis im Sinne einer Prozesssteuerung
- Fachliche Impulse zum Ausbau der Erneuerbaren Energien, zum Energiesparen und zur Energieeffizienz
- Bündelung und Koordinierung von Projekten und Akteuren im Bereich Erneuerbare Energien (EE)
- Unterstützung interkommunaler Aktivitäten beim Ausbau der EE
- Durchführung und Begleitung wissenschaftlicher Untersuchungen

Die Beschaffung, Aufbereitung und Fortschreibung der Daten, die Entwicklung von Szenarien für eine gesicherte Strom- und Wärmeversorgung sowie die Ableitung von Handlungsempfehlungen sind zusammen mit der initiierenden und koordinierenden Funktion die zentralen Aufgaben des Mitte 2011 eingerichteten Sachgebiets „Regionale Energiepolitik“. Mit der Einbindung in die Stabsstelle Wirtschaftsförderung, Tourismus, Kreisentwicklung wird zum Ausdruck gebracht, dass hier die Wertschöpfung aus der Energieversorgung im ländlichen Raum mit der Wahrung des Landschaftsbildes und dem Schutz der Natur in Einklang gebracht werden soll, um die Lebensqualität vor Ort zu sichern: zum Wohnen, zum Leben, zum Arbeiten und zur Freizeitgestaltung.

Zu den Hauptaufgaben des Sachgebietes „Regionale Energiepolitik“ gehört die Erstellung und Fortschreibung einer regionalen Energiekonzeption. Diese versteht sich notwendigerweise als dynamischer Prozess, der, geprägt durch die Umsetzung von Projekten im Kreis, fortlaufenden Aktualisierungen unterworfen ist. Hierzu bedarf es der Erhebung und Aufbereitung von Bedarfsdaten für Strom und Wärme und der Analyse von Potenzialen sowohl für die Energie-Einsparung und die Erhöhung der Energieeffizienz als auch für den Ausbau der Strom- und Wärmeerzeugung aus regenerativen Quellen. Hieraus werden Umsetzungskonzepte und Handlungsempfehlungen unter Einbindung der Öffentlichkeit abgeleitet.

9.5. Veröffentlichung der Daten, Vorschläge und Umsetzungen

Die Bürgerinnen und Bürger im Landkreis Gießen wurden seit Anfang 2012 aktiv an der Klima- und Energiepolitik beteiligt (siehe Kap. 10). Alle bisherigen Zwischenergebnisse sowie die Daten der Strom- und Wärmebedarfe und des Ausbaugrades der Erneuerbaren Energien wurden im Internet sowie in zahlreichen Presseartikeln und Veranstaltungen veröffentlicht. Über die jährliche Aktualisierung der Strom- und Wärmedaten wird die Öffentlichkeit über die Presse informiert.

Der Schlussbericht zum Integrierten Klimaschutzkonzept wird in Veranstaltungen sowie im Internet-Portal des Landkreises Gießen vorgestellt. Interessierte Bürgerinnen und Bürger können sich den Schlussbericht aus dem Internet herunterladen oder in gedruckter Form von der Kreisverwaltung beziehen.

10. Partizipativer Prozess

Der partizipative Prozess wird vom Landkreis Gießen als ein wichtiger Baustein der Energie- und Klimapolitik und als essentiell für ein Gelingen der Energiewende angesehen. Dementsprechend hat die Kreisverwaltung bereits bei der Vorbereitung des Klimaschutzkonzeptes die Voraussetzungen für eine breit gefächerte Mitwirkung geschaffen.

Einen wesentlichen Aspekt des partizipativen Prozesses bildet das Miteinander von Akteuren aus der Kreis- und Kommunalpolitik, der Wissenschaft, Wirtschaft und der zahlreichen im Landkreis Gießen aktiven Organisationen, Verbände und Institutionen. Dabei wurde stets darauf geachtet, auch nicht organisierte Bürgerinnen und Bürger in den Prozess einzubinden.

Im Vorfeld und im Verlauf des Integrierten Klimaschutzkonzeptes fand ein reger Austausch mit anderen Kreisverwaltungen statt, die zu jenem Zeitpunkt bereits über ein Klimaschutzkonzept verfügten. Die Gespräche zeigten, dass Präsenzveranstaltungen wie Klimaschutzwerkstätten oder -konferenzen auf Kreisebene ein wenig geeignetes Mittel darstellen, die Öffentlichkeit an dem Prozess zu beteiligen, da das Interesse der Bürgerinnen und Bürger an Klimaschutzkonzepten auf Kreisebene im allgemeinen recht gering ist.

Zur Einbindung der Öffentlichkeit wurden drei Beteiligungsformen geschaffen:

- der Energiebeirat Landkreis Gießen,
- der Kreis-Energietag,
- das Internet-Bürgerforum „Energiedialog Landkreis Gießen“.

10.1. Energiebeirat Landkreis Gießen

In seinem Beschluss „Die Energiewende forcieren“ forderte der Kreistag die Einrichtung eines Gremiums aus Vertreterinnen und Vertretern der Politik, der Wirtschaft, der Wissenschaft, der regionalen Energieversorger, der regionalen Kreditinstitute, der relevanten Institutionen, Organisationen und Verbände sowie sachkundiger Bürgerinnen und Bürger. Mit dem Energiebeirat Landkreis Gießen wurde diese Forderung erfüllt. Ihm gehören Vertreterinnen und Vertreter

- aller Fraktionen und Gruppen im Kreistag,
- der Teilräume als Vertretung der Städte und Gemeinden im Landkreis,
- der Industrie- und Handelskammer Gießen-Friedberg,
- der Kreishandwerkerschaft Gießen,
- der regionalen Energieversorger SWG, ovag und Eon-Mitte,
- der Technischen Hochschule Mittelhessen,
- der Justus-Liebig-Universität,

- der Sparkasse Gießen,
- der Volksbank Mittelhessen,
- der Bioenergieregion Mittelhessen,
- der Schornsteinfegerinnung,
- des Kreisbauernverbandes,
- des BUND,
- des Kompetenznetzes Umwelttechnologien (KNUT),
- des Regierungspräsidiums Gießen
- der Kreisverwaltung (Stabstelle Wirtschaftsförderung, Tourismus, Kreisentwicklung, Fachdienst Abfallwirtschaft, Untere Naturschutzbehörde)
- sowie besonders sachkundige Bürgerinnen und Bürger aus dem Landkreis Gießen

an. Den Vorsitz des Energiebeirates hat die Landrätin inne.

Der Energiebeirat kann den Ausschüssen und dem Kreistag gegenüber Empfehlungen aussprechen.

Die Sitzungen sind öffentlich.

Der Energiebeirat konstituierte sich am 17.04.2013 und tagte im Berichtszeitraum der Energiebeirat fünfmal im Plenum, hinzu kamen Treffen von Arbeitsgruppen, die sich aus dem Energiebeirat heraus gebildet haben.

10.2. Kreis-Energietag

Am 08.06.2013 fand unter der Schirmherrschaft von Frau Landrätin Schneider der erste Kreis-Energietag statt, zu dem alle Bürgerinnen und Bürger des Landkreises Gießen eingeladen waren. Ziel des Kreis-Energietages war es, mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern Handlungsempfehlungen für die erfolgreiche Ausgestaltung der Energiewende zu entwerfen.

Den Auftakt bildete eine Plenarrunde mit einführenden Impulsvorträgen zur CO_2-Startbilanz, den Strom- und Wärmebedarfen und dem Stand des Ausbaus der Erneuerbaren Energien. Es wurde festgestellt, dass der größte Teil der Primärenergie im Landkreis Gießen von den privaten Haushalten verbraucht wird.

In drei parallelen Workshops wurden in moderierten Brainstorming-Runden mit anschließenden Präzisierungs- und Präferierungs-Diskussionen Maßnahmenvorschläge und Handlungsempfehlungen zur Windnutzung im Landkreis Gießen, zum Einsatz von Biomasse, insbesondere zu biologisch abbaubaren Rest- und Abfallstoffen und zur Energieeinsparung durch energetische Sanierung von Wohngebäuden entwickelt.

Die Workshop-Ergebnisse wurden in einer weiteren Plenarrunde vorgestellt und diskutiert. Beim Ausbau der Windkraftnutzung herrschte Einigkeit darüber, dass neben den Belangen des Natur- und Landschaftsschutzes im Einzelfall auch Aspekte

wie Auswirkungen auf die touristische Attraktivität berücksichtigt werden müssen. Insgesamt bestehe in der Öffentlichkeit ein Informationsdefizit, das zur Verunsicherung beiträgt und dem durch neutrale Aufklärung entgegengewirkt werden müsse. Allerdings konnte nicht abschließend geklärt werden, welche Fachleute als unstrittig neutral angesehen werden. In jedem Fall sei bei jeder Energieerzeugungsanlage, nicht nur bei Windrädern, die Bevölkerung möglichst früh einzubinden. Der ideale Zeitpunkt sei einzelfallabhängig. Offen blieb die Frage, ob bei der Festsetzung von Windvorrangflächen eine Mindestwindgeschwindigkeit auch dann herangezogen werden soll, wenn diese lediglich auf groben und großflächigen Berechnungen beruht und mit erheblichen Fehlern behaftet sein kann.

Abbildung 74: Workshop „Windenergie“ beim Ersten Kreis-Energietag 2013

Bei der Wärmegewinnung aus Biomasse herrschte Einigkeit darüber, dass der Energiepflanzenanbau nicht auf Kosten von Ackerflächen für die Nahrungsmittelherstellung erfolgen darf. Vielmehr sollen Reststoffe jeglicher Art einer energetischen Nutzung zugeführt werden, Dies betrifft nicht nur die Bio-Abfälle aus der Grünen Tonne, sondern auch landwirtschliche Reststoffe und Landschaftspflegematerial. Der Wärmebedarf im Landkreis Gießen müsse vermindert werden, hier sei der Grad der energetischen Gebäudesanierung zu steigern. Als energetisch sinnvolles Konzept werden Nahwärmenetze angesehen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer plädierten für Förderprogramme zum Netzauf-

und -ausbau, um dem Spannungsfeld zwischen Umweltfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit bei hoher Anschlussdichte entgegenzutreten. Die Anwesenden stellten fest, dass es hinsichtlich der Technologien und Verfahren zur energetischen Verwertung von Bioabfällen und biologischen Reststoffen Informationsdefizite gebe. Hier organisierte der Landkreis Gießen zusammen mit der Bioenergieregion Mittelhessen bereits zwei Folge-Workshops mit jeweils 20 Teilnehmenden, die sich den Verfahren zur energetischen Verwertung von Bioabfällen und der Zusammensetzung von Bioabfällen und anderen Reststoffen aus Landwirtschaft und Landschaftspflege widmeten.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops „Energiesparen und Energieeffizienz“ kamen zu dem Ergebnis, dass ein erhebliches Energieeinsparpotenzial in der energetischen Sanierung von Wohngebäuden liegt. Allerdings seien viele Hausbesitzer gegenüber Energieberatungen vor allem aus dem Handwerk, skeptisch, da sie deren Neutralität anzweifeln. Deshalb entstand der Vorschlag, die Kommunen sollten Angebote zur neutralen Energieberatung vorhalten. Zertifizierungen könnten dazu beitragen, das Vertrauen in die ganzheitliche Energieberatungen auch bei Handwerksbetrieben zu erhöhen. Auch sollten die Kommunen eine Vorbildfunktion einnehmen und Energiesparziele formulieren. In Bebauungsplänen sollten Energieverbrauchs-Höchstwerte für Wohngebäude festgelegt werden.

Auf reges Interesse stieß die Vorstellung verschiedener Formen der Bürgerbeteiligung an Energieanlagen, insbesondere über die Bildung von Energiegenossenschaften. Anzustreben sei, für alle Energieanlagen eine Bürgerbeteiligung anzubieten. Dies erhöhe die regionale Wertschöpfung und Akzeptanz und schaffe Vertrauen.

Den Abschluss des ersten Kreis-Energietages bildete die Eröffnung des „Energiedialogs Landkreis Gießen“, einem Internet-Bürgerforum zur Energiewende.

10.3. Internet-Bürgerforum „Energiedialog Landkreis Gießen“

Mit dem Internet-Bürgerforum „Energiedialog Landkreis Gießen“ schuf die Kreisverwaltung erstmals in Hessen einen Weg der virtuellen Bürgerbeteiligung auf Landkreisebene. Der Energiedialog Landkreis Gießen bietet in seiner ersten Ausbaustufe Information rund um die Energiewende, aktuelle Untersuchungsergebnisse und Daten zum Energiebedarf und Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie eine Meinungsumfrage zur Ausgestaltung der Energiewende im Kreis. Bislang haben sich mehr als 500 Bürgerinnen und Bürger registriert. Bei der Registrierung werden Name, Wohnort und Email-Adresse abgefragt.

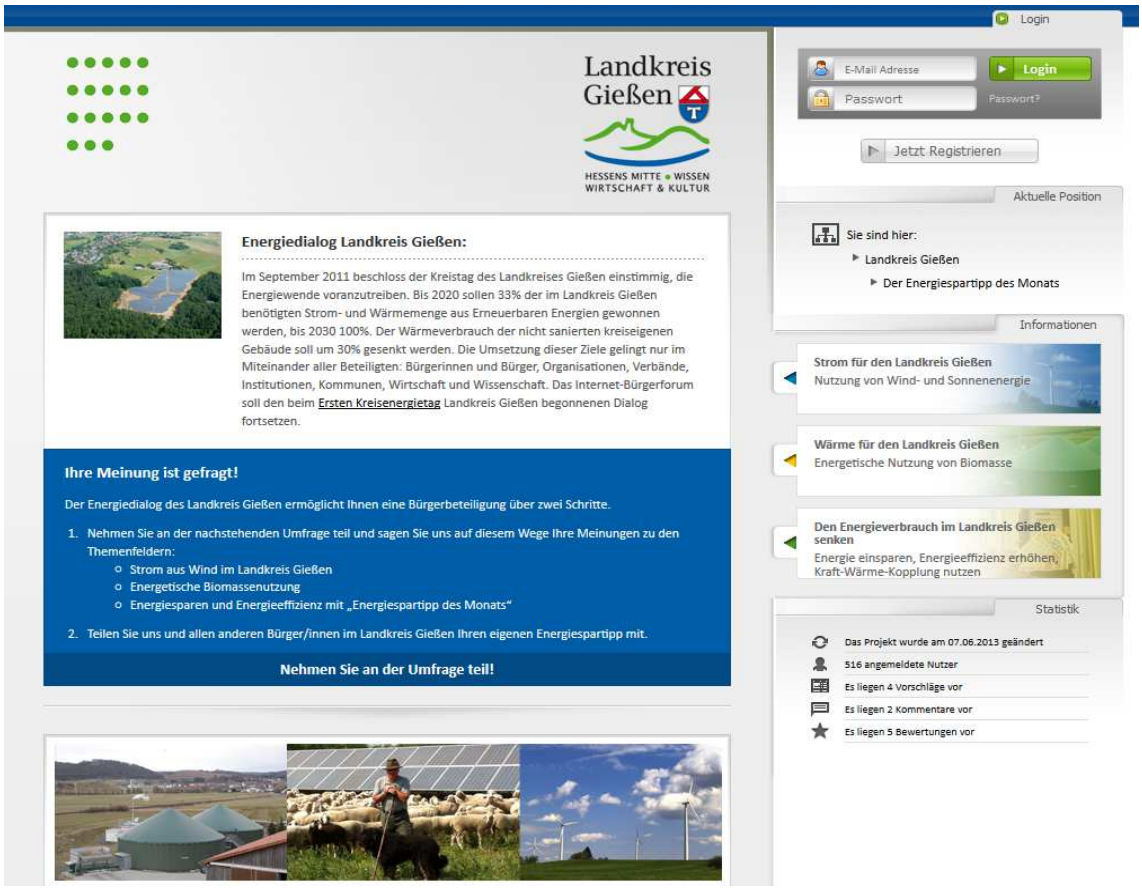


Abbildung 75: Eröffnungsbildschirm Energiedialog Landkreis Gießen

Die Meinungsumfrage beinhaltet sowohl Multiple-Choice-Elemente als auch Fragestellungen mit Freitext-Antwortmöglichkeiten, z.B. was die dringlichsten Schritte seien, um die Energiewende im Landkreis Gießen voranzubringen, oder welche Voraussetzungen erfüllt sein müssten, um einem Anschluss an ein Wärmenetz zuzustimmen.

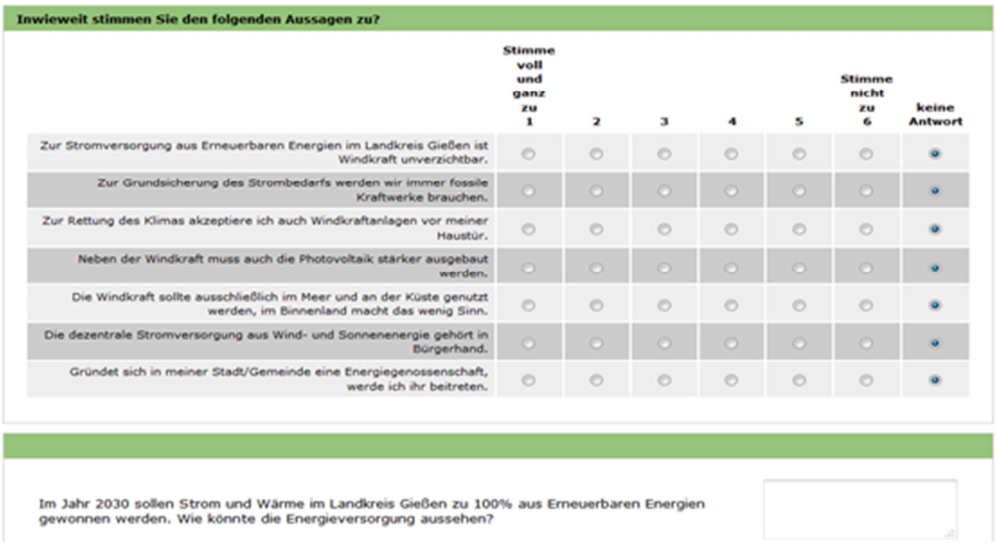


Abbildung 76: Ausschnitt Meinungsumfrage im Energiedialog Landkreis Gießen

Alle Informationen sowie die Meinungsumfrage stehen Besuchern der Internet-Seite auch ohne Registrierung offen. Den registrierten Nutzern vorbehalten ist der Energiespartipp des Monats. Hier können Bürgerinnen und Bürger ihren persönlichen Beitrag zum Energiesparen veröffentlichen. Die Tipps können von anderen registrierten Nutzern bewertet werden. Der Tipp mit der höchsten Bewertung wird als „Energiespartipp des Monats“ mit einem kleinen Präsent prämiert.

Der Energiedialog Landkreis Gießen soll in der nächsten Zeit zu einem virtuellen Bürgerforum ausgebaut werden. Entsprechende Förderanträge wurden bereits gestellt. Ein zentrales Element wird eine redaktionell betreute Diskussions- und Austauschplattform sein, auf der sowohl über allgemeine Aspekte als auch über konkrete Projekte diskutiert werden kann.

Der Vorteil eines Internet-Forums ist die Möglichkeit, zeitlich und räumlich unabhängig an der Energiewende mitzuwirken. So können z.B. Bevölkerungsgruppen teilnehmen, die Präsenzveranstaltungen mitunter nicht besuchen können, z.B. Alleinerziehende, Schichtarbeitende oder Menschen im ländlichen Raum ohne Auto.

In Internetforen auf anderen Gebieten wurde auch die Erfahrung gemacht, dass sich Menschen zu Wort melden, die dies bei Präsenzveranstaltungen nicht tun würden, vor allem dann, wenn die Möglichkeit besteht, unter einem Pseudonym aufzutreten. Diese Möglichkeit bietet auch der Energiedialog Landkreis Gießen. Die geplante redaktionelle Betreuung des Diskussionsforums soll sicherstellen, dass die Grundsätze des fairen Miteinander eingehalten werden

Der Landkreis plant, die breit angelegte Beteiligung der Öffentlichkeit mit den Elementen Energiebeirat, Kreis-Energietag und Energiedialog fortzusetzen.

11. Referenzen

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.: Auswertungstabellen 1990-2011. Online abzurufen unter: http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=139 zulezt geprüft am 15.06.2013

Bremer Energie Institut (2012):: Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten Hessen unter besonderer Berücksichtigung Erneuerbarer Energien, Abschlussbericht

Bundesagentur für Arbeit: Informationsangebot der Statistik der Bundesagentur für Arbeit (BA): Arbeitsmarkt in Zahlen. Beschäftigungsstatistik Sozialversicherungspflichtig und geringfügig entlohnte Beschäftigte, Nürnberg, Stand 31.12.2011

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (ohne Jahresangabe): Ausgewählte Sturkturindikatoren aus der laufenden Raumbeobachtung des BBSR, online abzurufen unter: www.raumbeobachtung.de, zuletzt geprüft am 15.05.2013

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Erneuerbare Energien – Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung, Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, Berlin.

Danish Board of District Heating: Large solar thermal systems- Development and perspectives, DBDH Journal 4/2007, Fredriksberg (DK). Online verfügbar unter: http://www.e-pages.dk/dbdh/2/ zuletzt geprüft am 30.06.2013

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) Hrsg.)(2010): Einfach Strom sparen. Initiative Energieeffizienz private Haushalte. Energiespartipps für Haushaltsgeräte. Berlin

Deutscher Wetter Dienst: Temperatur: langjährige Mittelwerte 1981 – 2010, online verfügbar unter: http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU21/klimadaten/erman/temp__8110__fest__html. zuletzt geprüft am 15.07. 2013

Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.) 2009: Klimaschutz in Kommunen, ein Praxisleitfaden. Berlin.

Deutsch-Griechische Industrie und Handelskammer (2009): Marktanalyse Dänemark: Solarthermie online abzurufen unter: /www.renewablesb2b.com/ahk_germany/de/portal/solar/marketstudies/show/7506eecd624a1a9d zuletzt geprüft am 15.07.2013

Eicke-Hennig (keine Jahresangabe): Die Energieeinsparverordnung, der Altabu und was man in Hamburg wirklich tun sollte, Darmstadt

Ernst, Andreas (2007): Zwischen Risikowahrnehmung und Komplexität: Über Schwierigkeiten und Möglichkeiten kompetenten Handelns im Umweltbereich. In: I. Bormann & G. de Haan. (Hrsg.), Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. Wiesbaden: VS Verlag.

EUPOPP Partners (2011): Maßnahmen zur Förderung nachhaltiger Konsummuster in Europa. Kurzinformation. Online verfügbar unter: http://www.oeko.de/oekodoc/1349/2011-456-de.pdf. Zuletzt geprüft am 26.04.2013.

Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendungen e.V. 2012: Stromverbrauch und Stromverwendung der privaten Haushalte in Deutschland; Ergebnisse einer Studie im Auftrag von HEA, BDEW und EnergieAgentur NRW 2012, abzurufen unter www.hea.de, zuletzt geprüft am 30.10.2013

Fritsche, Uwe R. / Eberle, U. (2007): Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Arbeitspapier. Darmstadt: Öko-Institut. Online verfügbar unter: http://www.oeko.de/oekodoc/328/2007-011-de.pdf. Zuletzt geprüft am 21.09.2012.

Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendungen e.V. 2012: Stromverbrauch und Stromverwendung der privaten Haushalte in Deutschland Ergebnisse einer

Studie im Auftrag von HEA,BDEW und EnergieAgentur.NRW, 2012, abzurufen unter www.hea.de, zuletzt geprüft am 30.10.2013

Heinrich Böll Stiftung (2012): Nutzen statt Besitzen. Auf dem Weg zu einer ressourcenschonenden Konsumkultur. Online verfügbar unter: http://www.boell.de/downloads/Endf_NutzenStattBesitzen_web.pdf. Zuletzt geprüft am 22.04.2013.

Hessische Energiespar-Aktion des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: „Gut gedämmt ist halb geschimmelt“ Vortragsfolien von Henning, Eicke (2012): Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt. Online verfügbar unter: http://www.energiesparaktion.de zuletzt geprüft am 15.05.2013

Hessisches Statistisches Landesamt (2012): Hessische Kreiszahlen. Ausgewählte neue Daten für Landkreise und kreisfreie Städte Band 2, 2012 · 57. Jahrgang, Wiesbaden.

Ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH) 2013: Transformationsstrategien von fossiler zentraler Fernwärmeversorgung zu Netzen mit höheren Anteilen erneuerbarer Energien, Heidelberg.

Infas / DLR (2008): Mobilität in Deutschland. Ergebnisbericht. Struktur – Aufkommen – Emissionen –Trends. Online verfügbar unter: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2008_Abschlussbericht_I.pdf. Zuletzt geprüft am 24.04.2013.

Institut für Wohnen und Umwelt (2009): Basisdaten für Hochrechnungen mit der Deutschen Gebäudetypologie des IWU – Neufassung August 2011, Darmstadt.

Institut für Energie und Umweltforschung (IFEU) (Hrsg): TREMOD Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960 – 2030 (Transport Emission Model) Version 5.3, Endbericht, Heidelberg.

Institut für Wohnen und Umwelt (2003): Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie, Studie im Auftrag des Impulsprogramms Hessen, Darmstadt.

Institut für Wohnen und Umwelt GmbH (2003): Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie; Studie im Auftrag des Impulsprogramms Hessen , Endbericht, Darmstadt.

ITP/BVU (2007): Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen 2025. Online abzurufen unter: http://www. clearingstelle-verkehr.de. zuletzt geprüft am 15.05.2013

Kaltschmitt, M./ Wiese, A./Streicher W. (Hrsg.) 2003: Erneuerbare Energien, Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Berlin/Heidelberg.

Klimabündnis (2011): CO_2-Bilanzierung im Klimabündnis, Frankfurt am Main.

Kraftfahrt Bundesamt (ohne Jahresangabe) Zentrales Fahrzeugregister (ZFZR). Online abzurufen unter: http://www.kba.de/cln_030/nn_1311074/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten.html. zuletzt geprüft am 15.07.2013

Kristof, Kora (2010): Wege zum Wandel. Wie wir gesellschaftliche Veränderungen erfolgreich gestalten können. München: oekom.

Land Hessen, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbaucherschutz: Soalrdach Hessen. Leitfaden zur Nutzung des Solardachkatasters. Online abzurufen unter: http://solardach.hessen.de/Main.html?role=solarkataster. Zuletzt geprüft am 30.06.2013

Landkreis Gießen (www.landkreis-giessen.de)

Landkreis Gießen, Dezernat I, Stabsstelle Wirtschaftsförderung,Tourismus, Kreisentwicklung (Hrsg.): Wirtschafts- & Wissensregion in der Mitte Deutschlands. Online abzurufen unter: www.region-giessen.de . zuletzt geprüft am 30.03.2013

Landkreis Gießen: Bürger-GIS. Online abzurufen unter: http://195.145.201.44/lkgibuergergis/asp/main.asp zuletzt geprüft am 15.07.2013

Nahverkehrsplan für den ZVO, Fortschreibung 2009-2013, S.80

Nicolas Stern: (2006); The Stern Review: The Economics of Climate Change,Cambridge University Press, Cambridge.

Öko-Institut (2010): CO_2-Einsparpotenziale für Verbraucher. Online verfügbar unter: http://www.oeko.de/oekodoc/1029/2010-081-de.pdf. Zuletzt geprüft am 22.04.2013.

Öko-Institut (2012): Hintergrundpapier Elektromobilität des Öko-Instituts. Zukunft Elektromobilität? Potenziale und Auswirkungen. Online verfügbar unter: http://www.oeko.de/oekodoc/1348/2012-001-de.pdf. Zuletzt geprüft am 25.04.2013.

Öko-Institut (Hrsg) (2012): Renewbility II – Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs, Freiburg.

Paech, Niko (2012): Befreiung vom Überfluss. Auf dem Weg in die Postwachstumsökonomie. München: Oekom-Verlag.

Pehnt (Hrsg.) (2011): Energieeffizienz.Ein Lehr- und Handbuch, Heidelberg.

Projektverbund ENEF-Haus (2010): Zum Sanieren motivieren. Eigenheimbesitzer zielgerichtet für eine energetische Sanierung gewinnen. Online verfügbar unter: http://www.enef-haus.de/fileadmin/ENEFH/redaktion/PDF/Zum_Sanieren_Motivieren.pdf. Zuletzt geprüft am 30.04.2013.

Regierungspräsidium Gießen (2012): Mittelhessen ist voller Energie, Potenzialanalysen für Erneuerbare Energien, Wind, Sonne, Biomasse, Wasser, Leitfaden für Kommunen und Landkreise, Gießen. Online abzurufen unter: http://www.energieportal-mittelhessen.de/. Zuletzt geprüft am 01.07.2013

Regierungspräsidium Gießen (Hrsg.) 2012: Teilregionalplan Energie Mittelhessen: Entwurf zur Anhörung und Offenlegung, Gießen.

Regierungspräsidium Gießen (Hrsg.) 2012: Umweltbericht zum Teilregionalplan Energie Mittelhessen, Entwurf zur Anhörung und Offenlegung, Gießen.

Schlesinger, M. (Prognos AG), Lindenberger, D. (EWI), Lutz, c. (GWS) (2011): Energieszenarien 2011, Basel, Köln, Osnabrück.

Sievers 2005/ Sievers, J.; Stadler, I.; Schmid, J.: Analysis of CHP designs and boundary conditions in different European countries, Deliverable 2.1 EU-Desire-Project, University of Kassel, Kassel, 2005.

Sievers 2006/ Sievers, J.; Stadler, I.; Schmid, J.: Concepts for small scale CHP units to be in-tegrated into buildings or industry and medium scale CHP units with district heating, Deliverable 2.2 EU-Desire-Project, University of Kassel, Kassel, 2006.

Sievers 2007/ Sievers, J.; Puchta, M.; Faulstich, S.; Stadler, I.; Schmid, J.: Guidelines promoting CHP concepts with heat accumulators, the perspective of CHP plants and other technologies that use thermal energy storage and their implementation in the European Union, Deliverable 2.4, EU-Desire-Project, University of Kassel, Kassel, 2007. Online abzurufen unter:: http://www.project-desire.org/

Sievers 2007b/ Sievers, J., Faulstich, S.; Puchta, M.; Stadler, I.; Schmid, J.: Longterm per-spectives for balancing fluctuating renewable energy sources, Deliverable 2.3, EU-Desire-Project, University of Kassel, Kassel, 2007.

Sievers 2010/ Sievers, J.: Dieselmotor-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen im Kontext der Integration erneuerbarer Energien in die Energieversorgung, Dissertation, Universität Kassel, Kassel 2010

Sievers 2010b/ Sievers, J.: Thermische Speicher zur Integration von Windenergie und Photo-voltaik, Solarzeitalter 4/2010, 22 Jahrgang, Dezember 2010

Sievers 2010c/ Sievers, J., Schmid, J.; Brähler, M.; Hu, L.: Die zukünftige Energieversorgung mit Windenergie und KWK, 11. SYMPOSIUM ENERGIEINNOVATION, Graz, 2010

Sievers 2010d/ Sievers, J., Schmid, J.; Brähler, M.; Hu, L.; Blank, W.; Gounaras, C.: Die Optimale Nutzung des Biogaspotentials in der Zukünftigen Energieversorgung, 11. SYMPOSIUM ENERGIEINNOVATION, Graz, 2010

Sievers 2011/ Sievers, J. et al.: Ausbau und Integration von Biogasanlagen in Energieversorgungsstrukturen - Simulation zur optimalen Nutzung von Biogas und Bewertung der unterschiedlichen Nutzungspfade, gefördert vom BMVEL , Projektträger FNR, Kassel 2011 (noch unveröffentlicht)

Solarpark Hungen - Stadtwerke Hungen (ohne Jahresangabe): Solarpark in Zahlen. Online abzurufen unter: http://www.solarpark-hungen.de/texte/seite.php?id=67276 zuletzt geprüft am 1.06.2013

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2002): Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen. Für eine neue Vorreiterrolle. Online verfügbar unter: http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2002_Umweltgutachten_Bundestagsdrucksache.pdf?__blob=publicationFile. Zuletzt geprüft am 26.04.2013.

Stadt Gießen: Zahlen und Fakten Gießen, online abzurufen unter: http://www.giessen.de/index.phtml?NavID=1894.159L. zuletzt geprüft am 15.06.2013

Stadwerke Gießen AG: Gießener Grünstrom. Online abzurufen unter: http://www.giessener-gruenstrom.de/ zuletzt geprüft am 15.07.2013.

Statista: Anzahl der Sonnenstunden im Jahr 2012 nach Bundesländern. Online abzurufen unter: http://de.statista.com/statistik/daten/studie/249925/umfrage/sonnenstunden-im-jahr-nach-bundeslaendern/. Zuletzt geprüft am 15.07.2013

Statistisches Bundesamt (2010): Bauen und Wohnen Mikrozensus - Zusatzerhebung 2010, Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Wohnsituation der Haushalte. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2010): Bauen und Wohnen, Mikrozensus - Zusatzerhebung 2010, Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Wohnsituation der Haushalte, Fachserie 5, Heft 1, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2012): Kreiszahlen - Ausgewählte Regionaldaten für Deutschland 2012. Online abzurufen unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Regionales/Kreiszahlen1023001127004.pdf, zuletzt geprüft am 01.06.2013

Thomas, Stefan (2012): Energieeffizienz spart wirklich Energie – Erkenntnisse zum Thema „Rebound-Effekte“. In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 62. Jahrgang, Heft 8, S. 8-11.

UBA (Umweltbundesamt) (2012): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2010 und erste Schätzungen 2011. Online verfügbar unter: http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf. Zuletzt geprüft am 30.04.2013.

UBA (Umweltbundesamt) (2013): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2012. Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“. Stand Februar 2013. Online verfügbar unter: http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/emissionsbilanz-2012.pdf. Zuletzt geprüft am 07.05.2013.

Umweltbundesamt (Hrsg) (2012): Daten zum Verkehr, Dessau.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2009): Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply, Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (Hrsg.) (2010): Klimaneutral Leben: Verbraucher starten durch beim Klimaschutz. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4014.html zuletzt geprüft am 20.06.2013

Wetterkontor (2013): Klimadaten für die Stadt Gießen. Online abzurufen unter: http://wetterkontor.de/de/klima/klima2.asp?land=de&stat=10532), zuletzt geprüft am 15.05.2013

WGBU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2011): Hauptgutachten. Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.

WWF (World Wide Fund for Nature): Modell Deutschland. Klimaschutz bis 2050. Vom Ziel her denken. Kernaussagen. Online verfügbar unter: http://www.wwf.de/themen-projekte/klima-energie/modell-deutschland/klimaschutz-2050/. Zuletzt geprüft am 01.06.2012.

Ziesing, Hans-Joachim (2010): Masterplan 100 % Klimaschutz. Auf dem Weg zur Null-Emissionskommune. Strategiepapier. IFEU. Online verfügbar unter: http://www.ifeu.de/energie/pdf/Masterplan_100Prozent_Klimaschutz_ifeu.pdf. Zuletzt geprüft am 15.05.2013.

12. Anhang

- Abb. Verkehrsmengenkarte
- Abb. Pendlerströme
- Tab. der CO_2-Emissionen im Bereich Verkehr
- Tab. Übersicht Potenzialanalyse
- Steckbriefe der im Teilregionalplan ausgewiesenen Windvorrangflächen
- Tab. Übersicht der Maßnahmen

Zu Kapitel : 4.3**: Verkehrsmengenkarte**

Zu Kapitel : 4.3: **Pendlerströme (Ein- und Auspendler) des Landkreises Gießen**

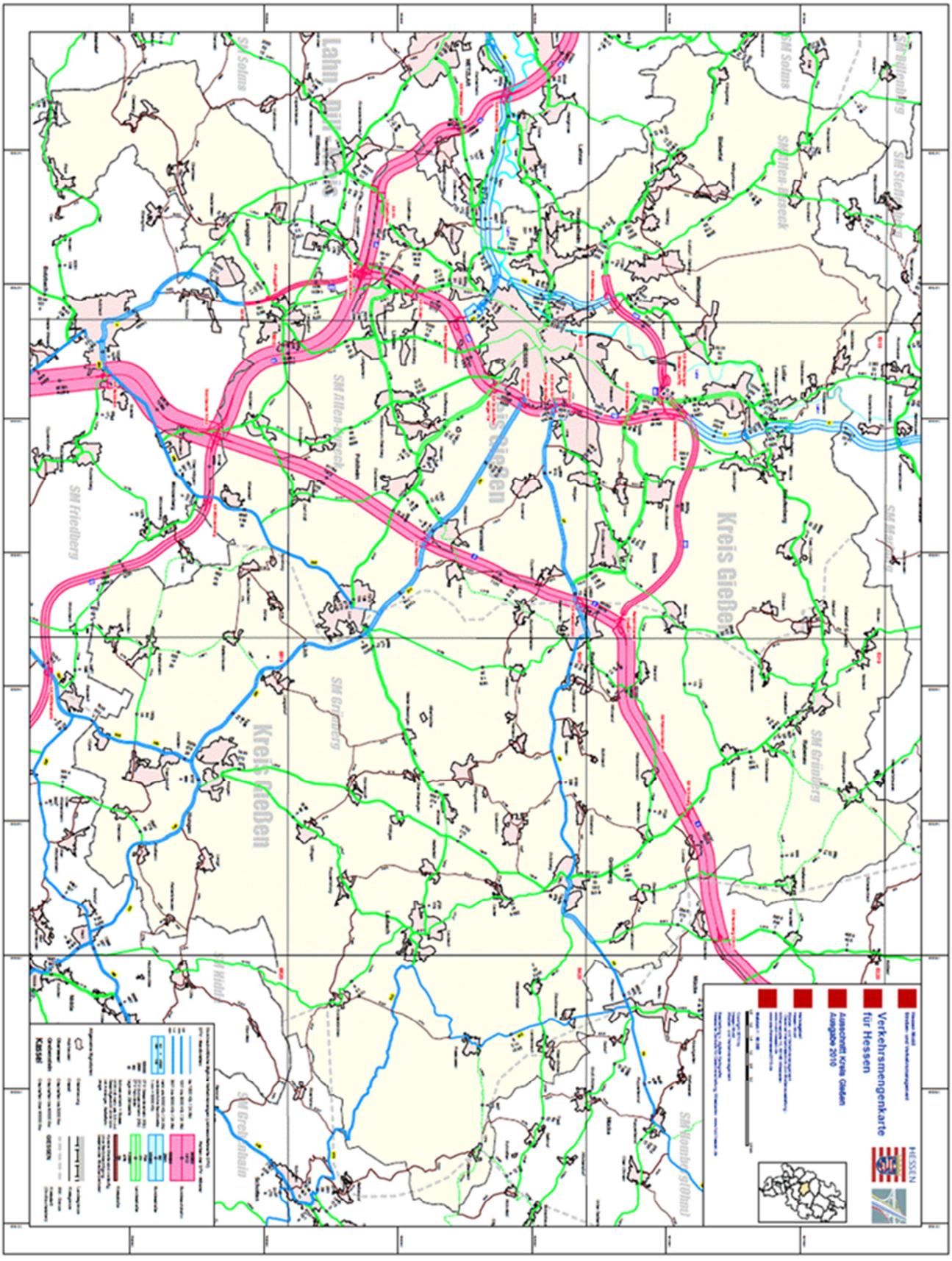


Abbildung 77: Verkehrsmengenkarte Quelle

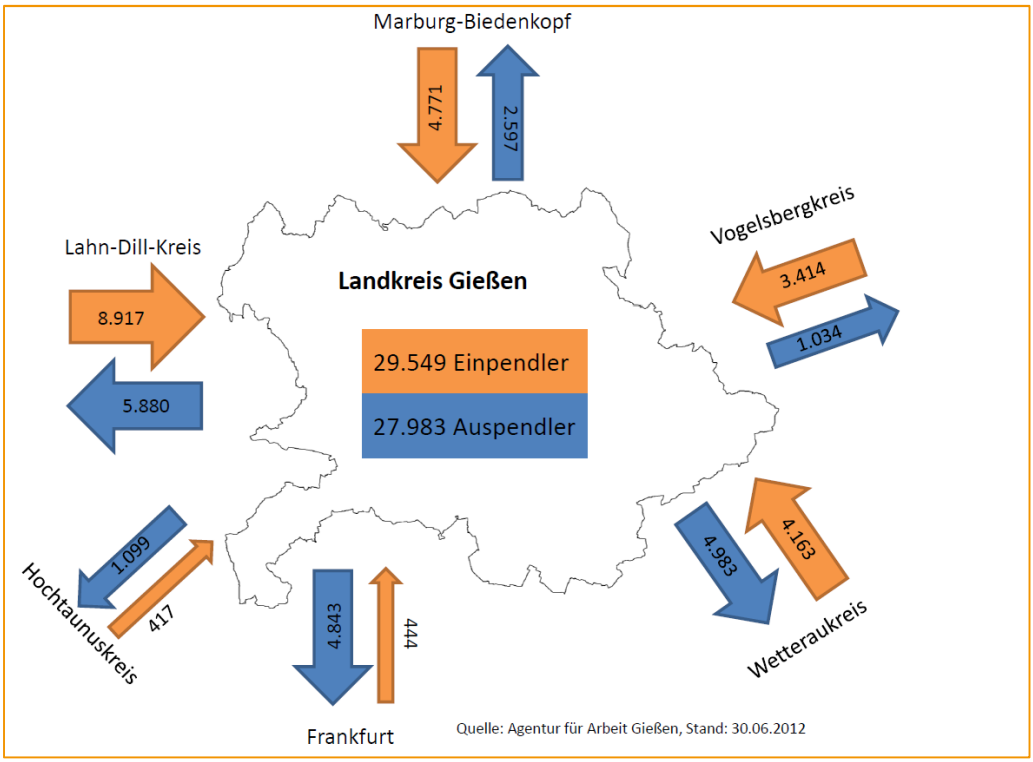


Abbildung 78: Pendlerströme im Landkreis Gießen

Energiebedarf und CO_2-Emissionen für den Verkehr im LK Gießen, aufgeteilt nach Energieträgern, 2011:

Tabelle 24: Jährlicher Energiebedarf (in MWh/a) des Verkehrsbereiches des LK Gießen nach Energieträgern 2008 - 2011, bilanziert mit ECO-Region/LCA

Energieträger	Jahr			
	2008	2009	2010	2011
Strom	84.531	81.505	82.561	77.768
Benzin	1.212.124	1.183.291	1.144.172	1.149.347
Diesel	1.409.232	1.406.247	1.415.759	1.420.607
Kerosin	370.069	375.473	349.669	323.038
Erdgas	1.164	1.181	1.230	1.206
Gesamt-Energiebedarf in MWh/a	**3.077.120**	**3.047.697**	**2.993.391**	**2.971.966**

Tabelle 25: Jährliche CO_2-Emissionen (in t/a) des Verkehrsbereiches des LK Gießen nach Energieträgern 2008 - 2011, bilanziert mit ECO-Region/LCA

Energieträger	Jahr			
	2008	2009	2010	2011
Strom	17.919	17.285	17.373	17.388
Benzin	290.910	283.990	274.601	275.843
Diesel	342.443	341.718	344.029	345.207
Kerosin	89.955	91.269	84.996	78.523
Erdgas	227	230	239	235
CO2-Gesamtemissionen in t/a	**741.454**	**734.492**	**721.238**	**717.196**

Zu Kapitel 6: Übersicht Potenzialermittlung

Tabelle 26: Annahmen Potenziale

BEREICH	TECHNOLOGIE	Gießen HEUTE (2011) eigene Ermittlung	
		in GWh	% vom Gesamtverbrauch
STROM	Wasserkraft	0,70	0,06%
	Wind Onshore	8,71	0,73%
	Biomasse	1,92	0,16%
	PV	36,44	3,06%
	Deponiegas	0,86	0,07%
	Gesamt	48,63	4,09%
Verbrauch heute		1.190	
Verbrauch reduziert *		1.071	
Gesamtpotential		595	
WÄRME	Solarthermie	10	0,26%
	Geothermie	2	0,04%
	Biomasse	228	5,77%
	Gesamt	240	6,07%
Verbrauch heute		3.947	
Verbrauch reduziert **		2.762	
Gesamtpotential		1.184	

Tabelle 27: Ergebnisse Potenziale

BEREICH	TECHNOLOGIE	MINIMALPOTENZIALE LK Gießen		MINIMAL BRD (politische Ziele bis 2030)		LEITSZENARIO 2011 A BMU (Ziele 2020)		MAXIMALE INSTALLATION (deENet/IdE)		
		in GWh	%	in GWh	% von Anteil EE	in GWh	% von Anteil EE	in GWh	% von Bedarf heute	% von Bedarf 2030
STROM	Wind Onshore	379	66,51%	357	60%	236	42,18%	1.032	86,7%	96,3%
	PV	72	12,64%	179	30%	258	46,06%	1.690	142,0%	157,8%
	Biogas-KWK	0	0,00%	0	0%	0	0,00%	481	40,4%	44,9%
	Biomasse Holz	116	20,32%	59	10%	43	7,71%	142	12,0%	13,3%
	Wasserkraft	3	0,53%	0,4	0,06%	23	4,05%	1	0,08%	0,1%
	Gesamt	569,80	**75%**	595	**50%**	560	**47,10%**	3.346	**281,2%**	**312,41%**
Ver. heute	1.190 GWh	760	75%	1.190		1.190		1.190		
Ver. reduziert *	1071 GWh									1071 GWh
WÄRME	Solarthermie	121	28,26%	296	25%	45	6,15%	2.099	53,17%	76%
	Luft- und Erdwärmepumpe	37	8,64%	414	35%	134	18,44%	2.368	60,00%	86%
	Biogas	270,2	63,10%	474	40%	647	89,15%	384	9,72%	14%
	Biomasse Holz							384	9,73%	14%
	Gesamt	428,2	**15%**	1184	**30%**	726	**18,40%**	4.850	**122,89%**	**189,45%**
Ver. heute	3.947 GWh	2.855		*3.947*		*3.947*		*3.947*		
Ver. reduziert **	2.762,90 GWh									2.762,90 GWh

* Verbrauch 10% weniger als heute

** Verbrauch 30% weniger als heute

Zu Kapitel: 6.10.2 Sanierung:

Tabelle 28: Endenergieeinsaroungen nach Gebäudeklasse laut IWU

Gebäudetyp (Kürzel)	EFH_A	EFH_B	EFH_C	EFH_D	EFH_E	EFH_F	EFH_F/F	EFH_G	EFH_H	EFH
Heizwärmebedarf in kWh/(m²a)										
Ist-Zustand	210	250	194	223	166	182	123	120	140	179
Erneuerung der Fenster	193	245	188	216	156	176	112	103	132	169
plus Dachdämmung	148	219	154	157	132	153	97	95	124	142
plus Wanddämmung	89	114	90	110	89	101	82	70	85	92
plus Kellerdeckendämmung	80	90	77	94	74	90	70	63	81	80
Endenergiebedarf in kWh/(m²a)										
Ist-Zustand	305	376	295	338	273	266	166	177	217	268
Heizkesselerneuerung	275	339	267	305	247	240	153	160	195	242
Erneuerung der Fenster	256	333	260	298	235	233	135	142	186	231
plus Dachdämmung	206	304	220	229	206	209	117	134	178	200
plus Wanddämmung	140	182	146	175	154	152	103	108	136	144
plus Kellerdeckendämmung	131	154	131	156	136	141	95	101	131	131
plus Einbau therm. Solaranlage	114	133	116	136	120	123	84	86	112	114

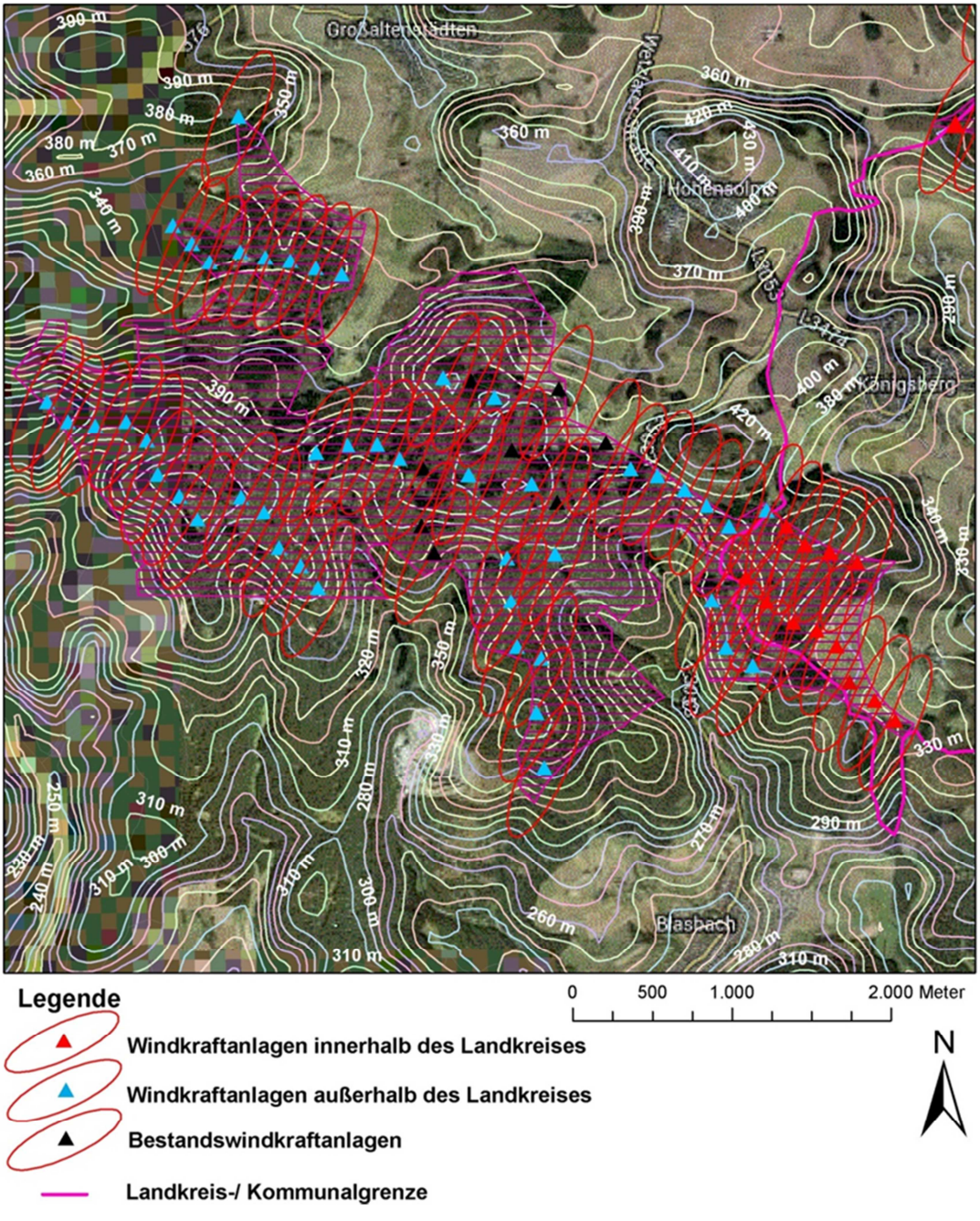
Gebäudetyp (Kürzel)	RH_B	RH_C	RH_D	RH_E	RH_F	RH_G	RH_H	RH
Heizwärmebedarf in kWh/(m²a)								
Ist-Zustand	204	166	163	135	159	129	97	150
Erneuerung der Fenster	195	154	149	129	124	119	89	137
plus Dachdämmung	172	139	131	104	110	102	83	120
plus Wanddämmung	110	97	99	75	91	86	68	89
plus Kellerdeckendämmung	96	77	87	65	77	77	63	78
Endenergiebedarf in kWh/(m²a)								
Ist-Zustand	362	272	245	216	231	204	160	241
Heizkesselerneuerung	325	244	221	191	205	180	141	215
Erneuerung der Fenster	313	229	205	185	169	169	132	200
plus Dachdämmung	283	211	185	157	155	152	126	181
plus Wanddämmung	201	162	149	125	134	136	111	145
plus Kellerdeckendämmung	183	138	136	114	120	126	106	132
plus Einbau therm. Solaranlage	159	116	119	95	101	105	87	112

Gebäudetyp (Kürzel)	MFH_A	MFH_B	MFH_C	MFH_D	MFH_E	MFH_F	MFH_G	MFH_H	MFH
Heizwärmebedarf in kWh/(m²a)									
Ist-Zustand	241	180	193	211	168	139	118	122	171
Erneuerung der Fenster	236	172	172	200	160	125	109	110	161
plus Dachdämmung	186	121	145	165	118	111	102	108	132
plus Wanddämmung	97	88	92	109	76	86	74	77	87
plus Kellerdeckendämmung	91	76	83	81	68	74	68	74	77
Endenergiebedarf in kWh/(m²a)									
Ist-Zustand	344	291	288	302	250	202	181	184	255
Heizkesselerneuerung	313	265	261	275	229	184	165	168	232
Erneuerung der Fenster	307	257	239	264	221	172	157	158	222
plus Dachdämmung	258	207	212	230	181	159	150	156	194
plus Wanddämmung	170	175	158	173	140	136	126	129	151
plus Kellerdeckendämmung	164	163	148	145	133	126	121	126	141
plus Einbau therm. Solaranlage	151	145	136	133	125	114	110	115	128

Gebäudetyp (Kürzel)	GMH_B	GMH_C	GMH_D	GMH_E	GMH_F	HH_E	HH_F	GMH/HH
Heizwärmebedarf in kWh/(m²a)								
Ist-Zustand	159	164	173	172	140	119	103	147
Erneuerung der Fenster	147	155	164	135	131	101	93	132
plus Dachdämmung	102	145	139	130	123	99	92	119
plus Wanddämmung	76	80	84	70	70	69	61	73
plus Kellerdeckendämmung	69	72	74	68	66	68	60	68
Endenergiebedarf in kWh/(m²a)								
Ist-Zustand	256	259	250	234	193	169	154	216
Heizkesselerneuerung	233	236	228	214	176	155	141	198
Erneuerung der Fenster	222	227	219	181	168	140	133	184
plus Dachdämmung	179	218	195	177	162	138	132	171
plus Wanddämmung	154	156	141	124	115	114	109	130
plus Kellerdeckendämmung	146	148	131	122	112	113	108	126
plus Einbau therm. Solaranlage	133	137	122	114	104	107	102	117

Zu Kapitel 6.5: GIS-Analyse Windkraftnutzung auf ausgewiesenen Flächen

Nummer:	2136	Ausgewiesene Fläche:	813,5
Landkreis(e)	Lahn-Dill-Kreis, Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Aßlar,Hohenahr, Wetzlar, Biebertal		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
63	12	51	0

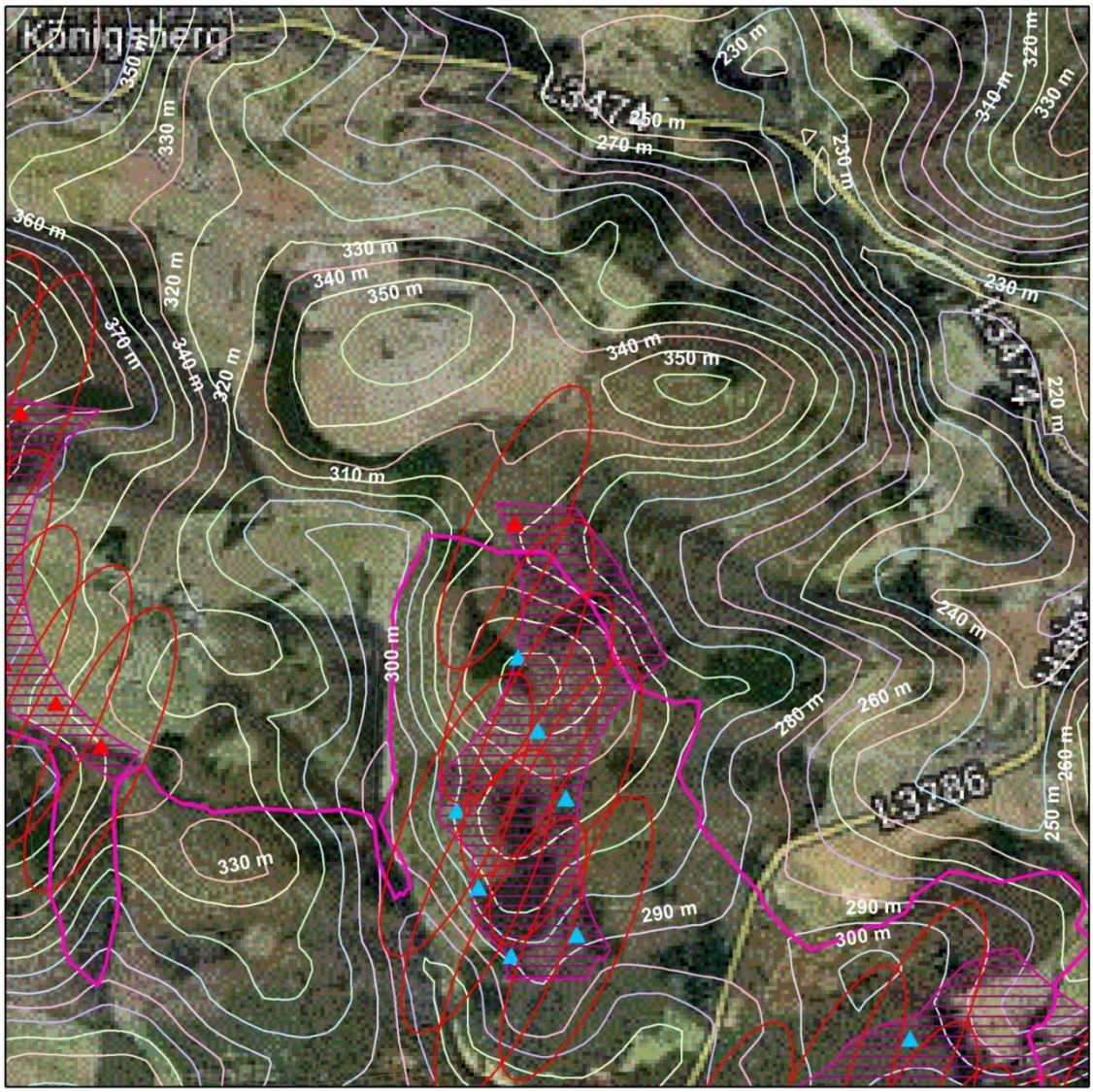
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
189	36	153	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
453.600	86.400	367.200	0

Nummer:	2138	Ausgewiesene Fläche:	50 ha
Landkreis(e)	Lahn-Dill-Kreis, Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Lahnau, Bibertal		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
8	1	7	0

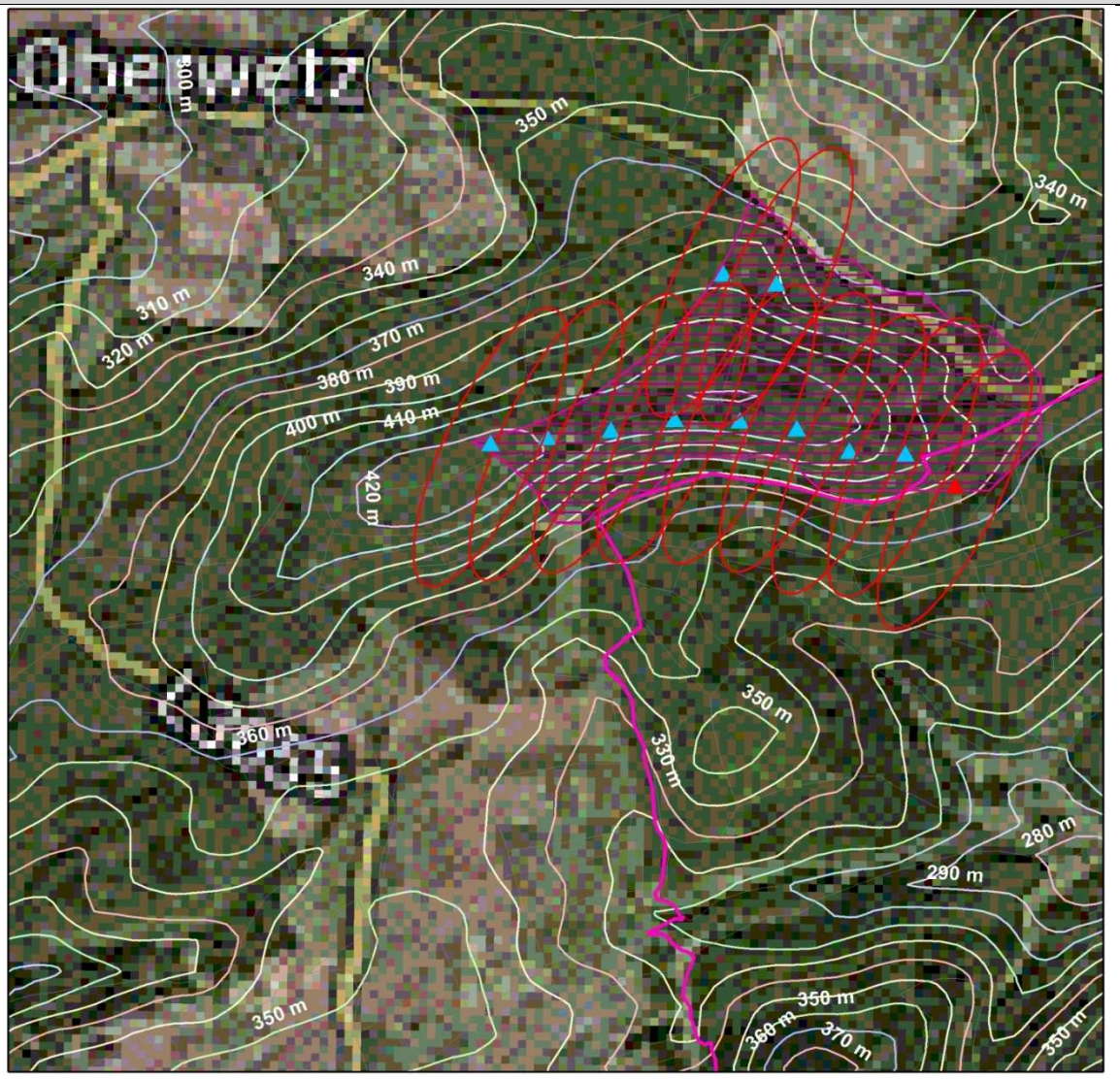
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
24	3	21	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
36.000	4500	31.500	0

Nummer:	2150	Ausgewiesene Fläche (ha):	79
Landkreis(e)	Lahn-Dill-Kreis, Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Hüttenberg, Schöffengrund, Waldsolms. Langgöns		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
11	1	10	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

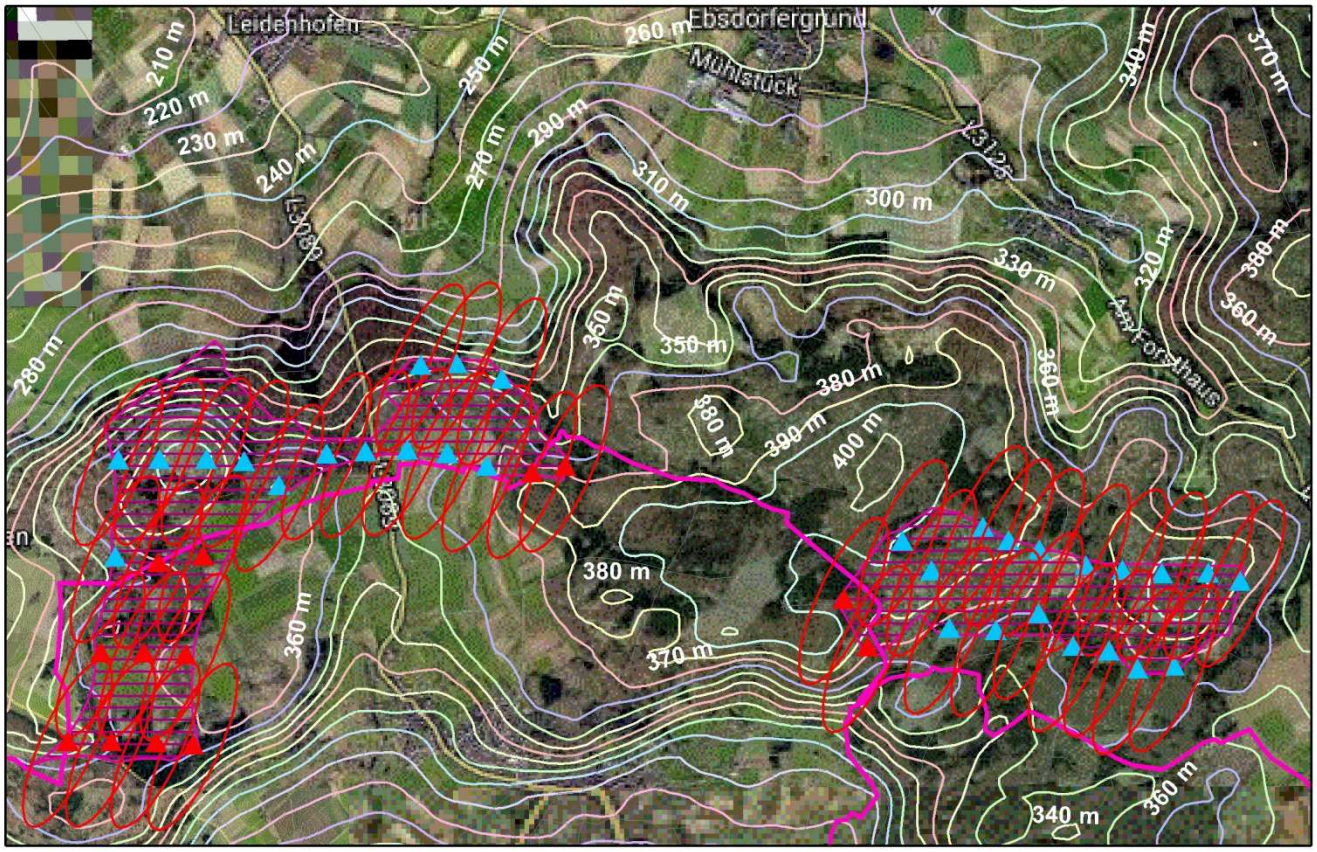
Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
33	3	30	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh/a):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
45.000	4.500	40.500	0

Nummer:	3141	Ausgewiesene Fläche:	277 ha

Landkreis(e)	Landkreis Marburg-Biedenkopf, Landkreis Gießen
Kommune(n)	Ebsdorfergrund, Fronhausen



Windkraftanlagen innerhalb des Landkreises

Windkraftanlagen außerhalb des Landkreises

Bestandswindkraftanlagen

Landkreis-/ Kommunalgrenze

Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
44	13	31	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

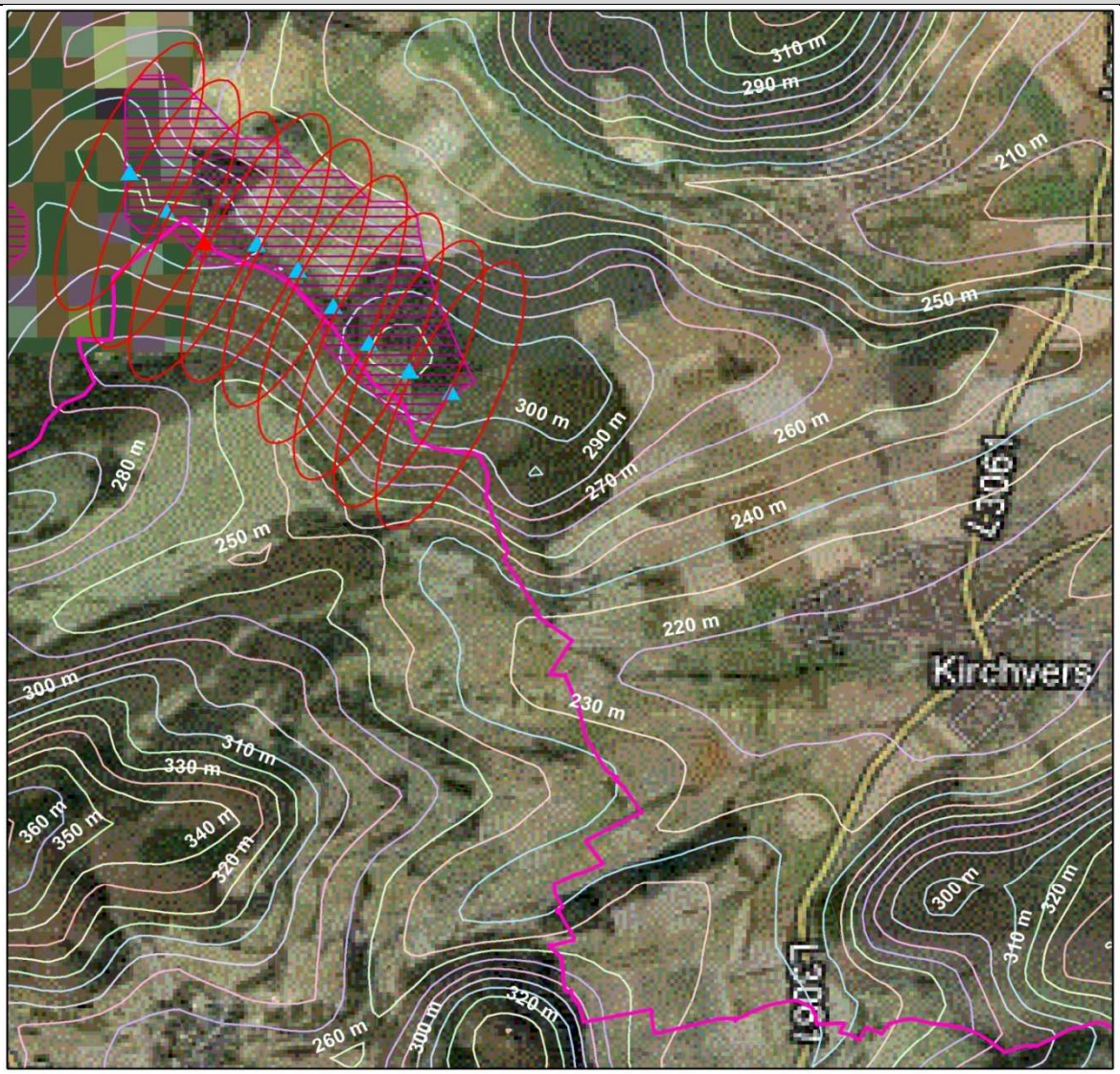
Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
132	39	93	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
198.000	58.5o0	139.500	0

Nummer: 3226 Ausgewiesene Fläche: 50 ha

Landkreis(e)	Lahn-Dill-Kreis, Landkreis Gießen, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Kommune(n)	Bischoffen, Biebertal, Lohar



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
10	1	9	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

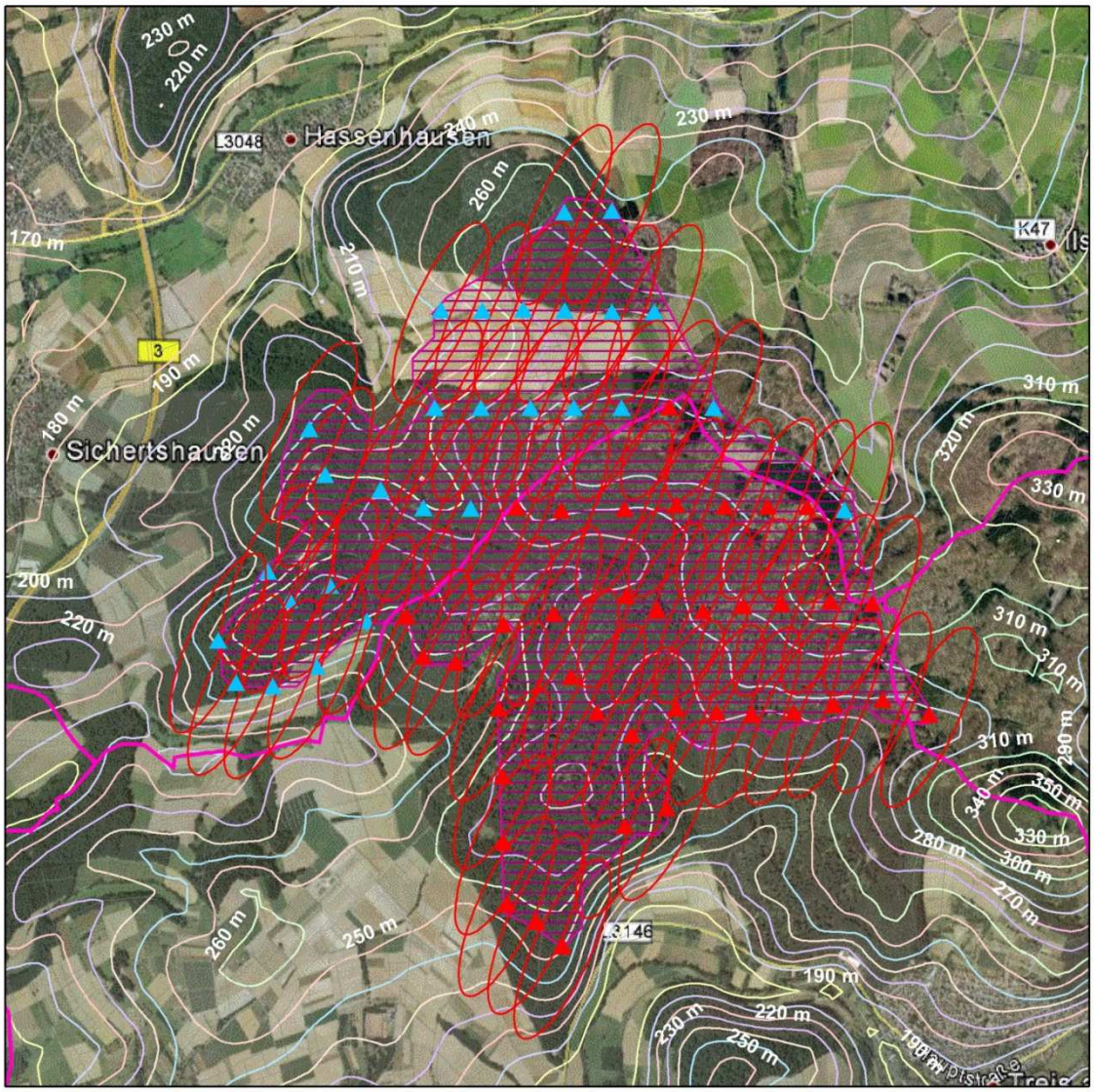
Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
30	3	27	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
45.000	4.500	40.500	0

Nummer: 4102 & 3140 Ausgewiesene Fläche: 530 ha

Landkreis(e)	Landkreis Gießen, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Kommune(n)	Allendorf (Lumbda), Staufenberg, Ebsdorfergrund, Fronhausen



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
66	38	28	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
198	114	84	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
297.000	171.000	126.000	0

Nummer:	4103	Ausgewiesene Fläche:	54 ha
Landkreis(e)	Landkreis Gießen		

Kommune(n) Rabenau

Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	8	Im Landkreis	1	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	7

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	2	Im Landkreis	3	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	7,9

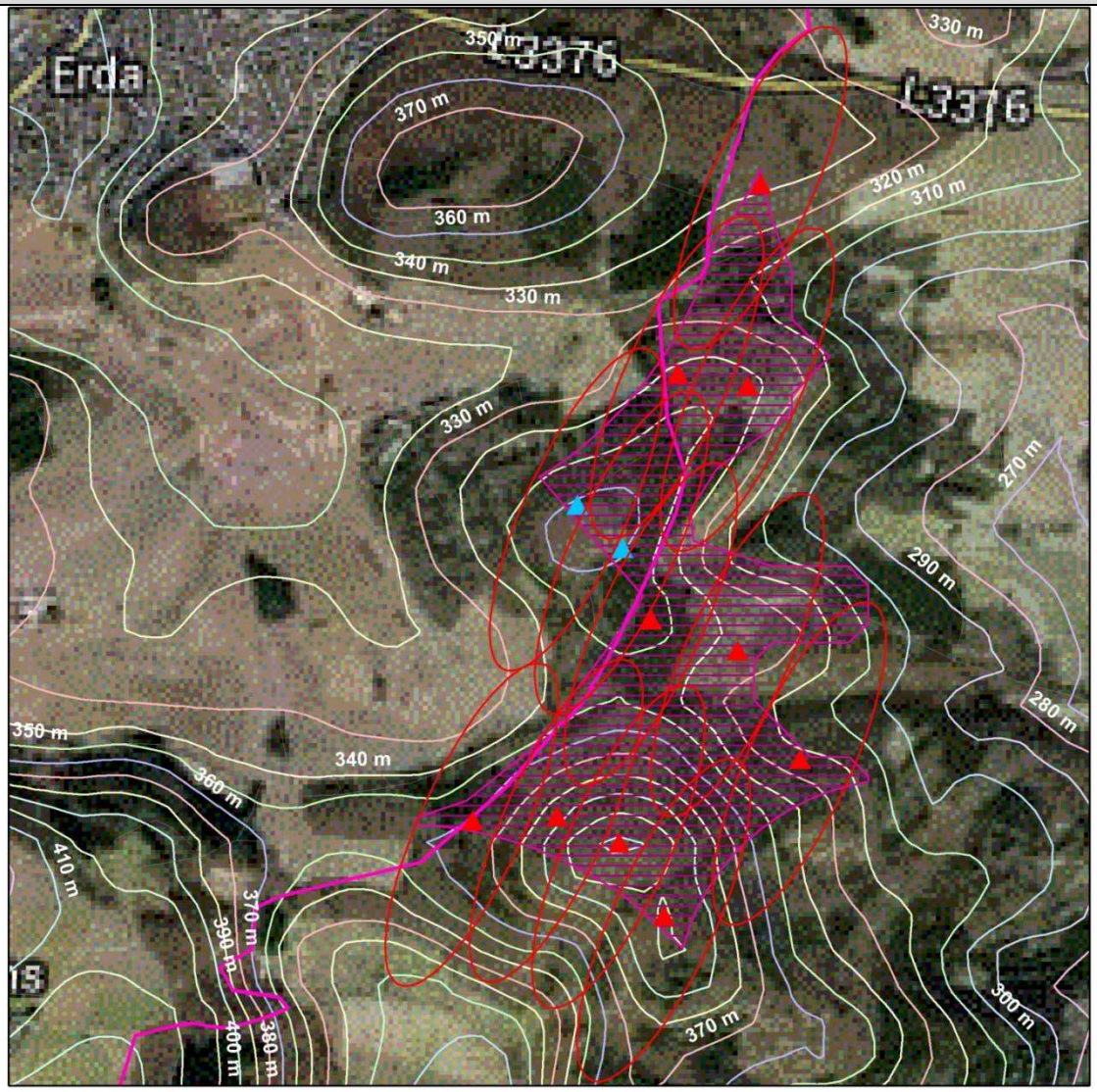
Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	18.202	Im Landkreis	7.200	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	11.002

Nummer: 4104 Ausgewiesene Fläche: 71 ha

Landkreis(e) Lahn-Dill-Kreis, Landkreis Gießen

Kommune(n) Hohenahr, Biebertal



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	12	Im Landkreis	10	Außerhalb des Landkreises	2	Bestand	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	36	Im Landkreis	30	Außerhalb des Landkreises	6	Bestand	0

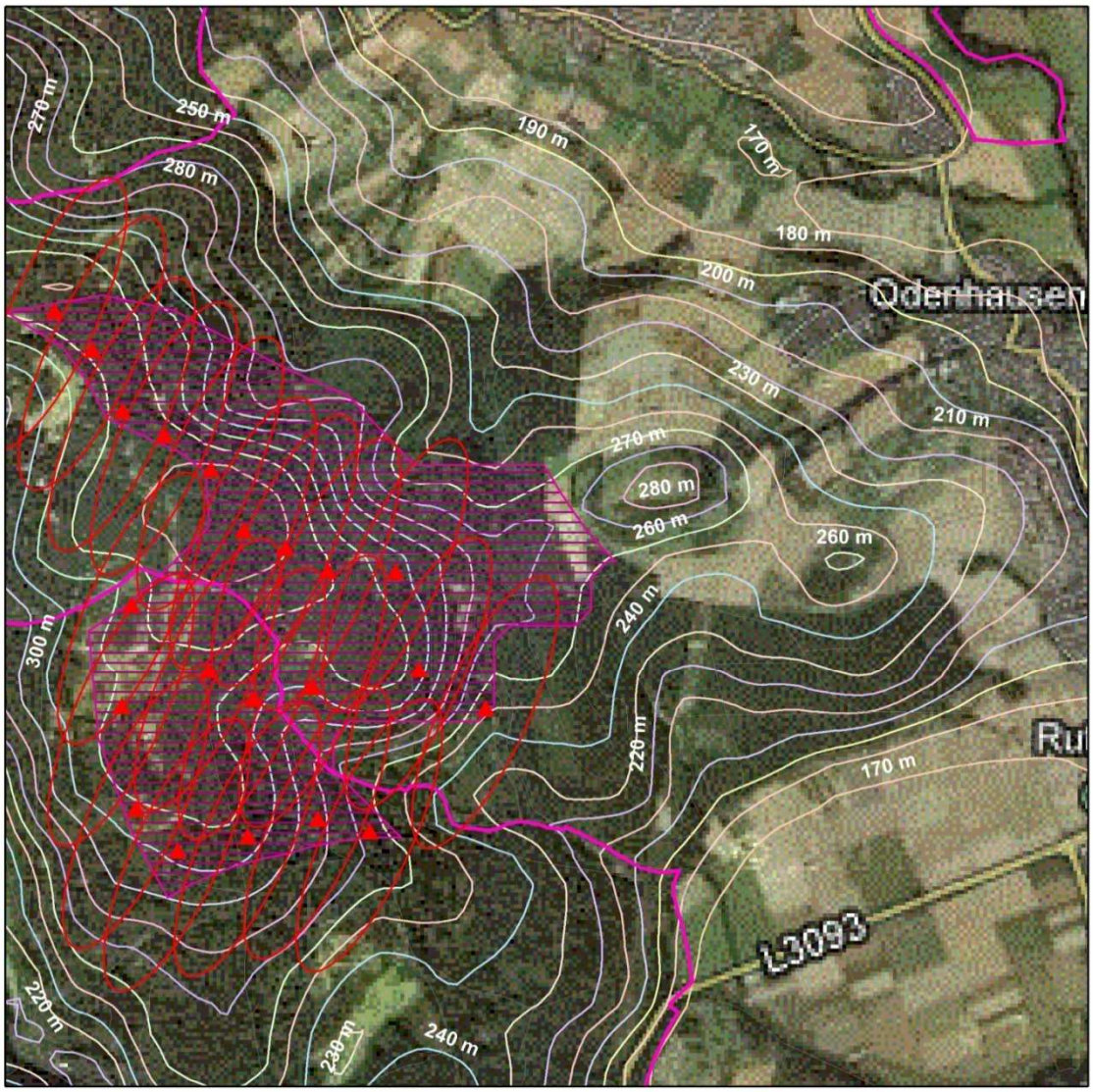
Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	54.000	Im Landkreis	45.000	Außerhalb des Landkreises	9.000	Bestand	0

Nummer: 4105 Ausgewiesene Fläche: 167 ha

Landkreis(e) Landkreis Gießen

Kommune(n) Lollar, Wettenberg



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	21	Im Landkreis	21	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	63	Im Landkreis	63	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

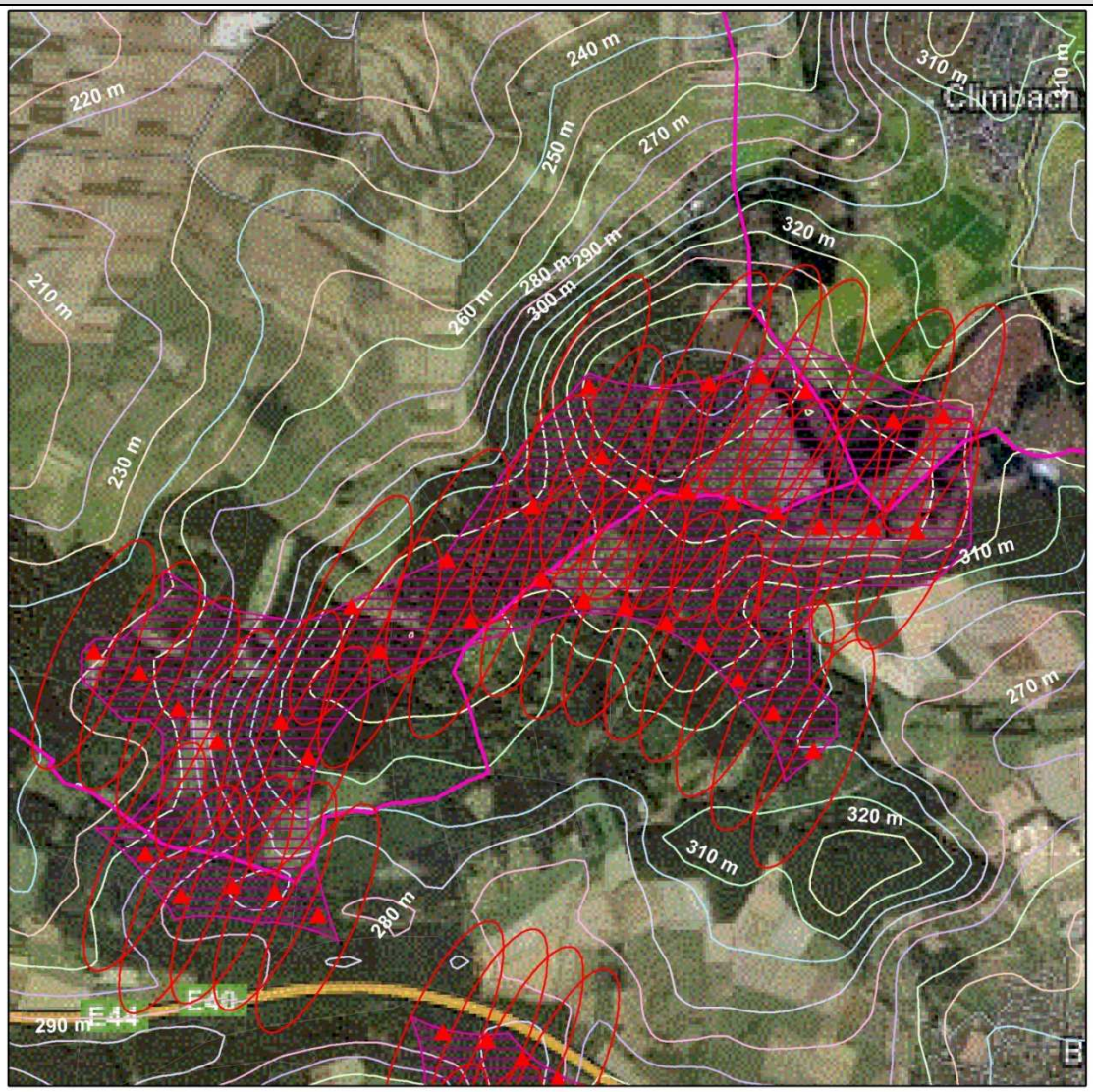
Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	94.500	Im Landkreis	94.500	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Nummer: 4107 Ausgewiesene Fläche: 269 ha

Landkreis(e) Landkreis Gießen

Kommune(n) Allendorf (Lumbda), Buseck, Staufenberg



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	39	Im Landkreis	39	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	117	Im Landkreis	117	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

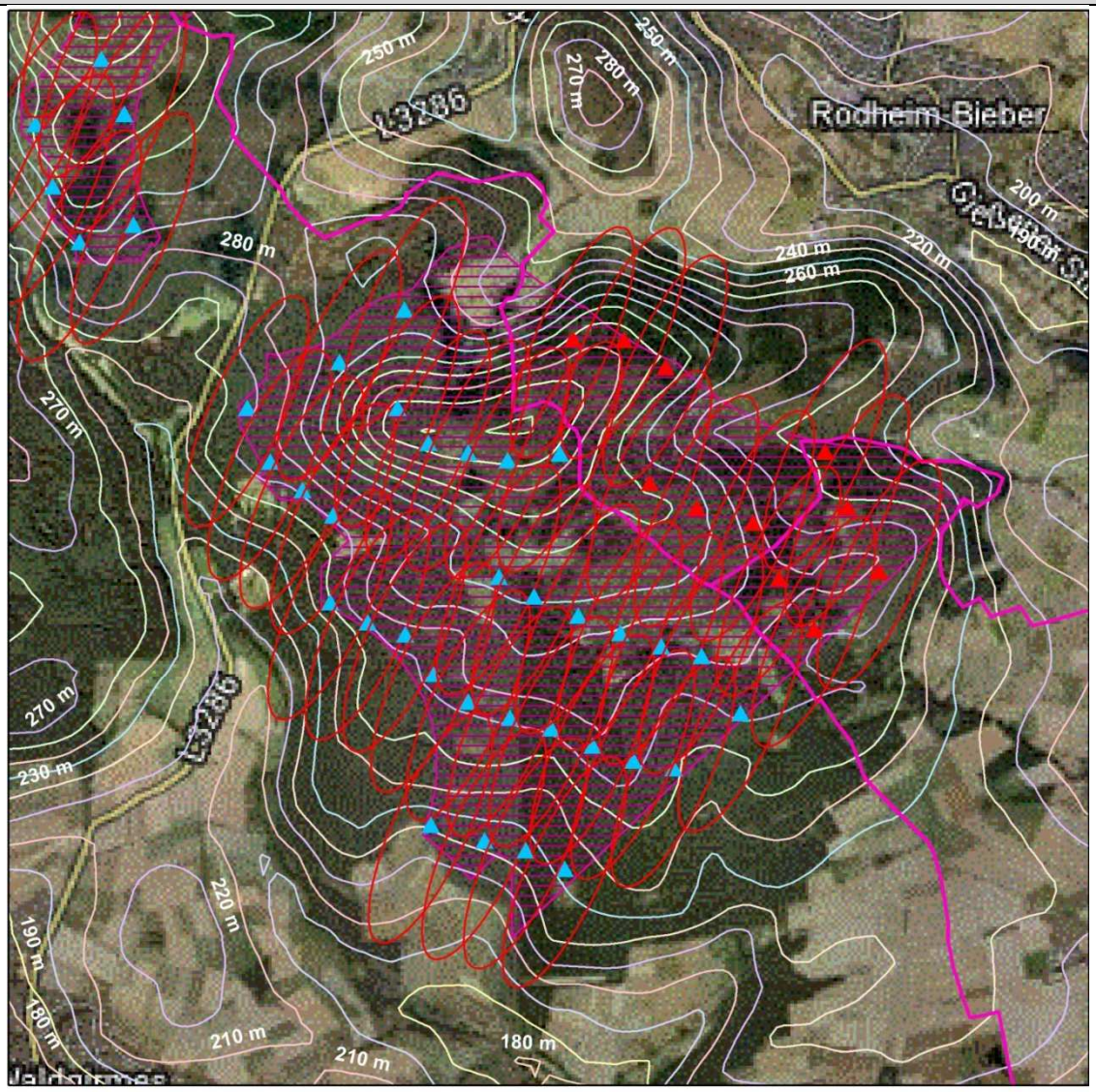
Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	175.500	Im Landkreis	175.500	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Nummer: 4109 & 2139 Ausgewiesene Fläche (ha): 331 ha

Landkreis(e) Lahn-Dill-Kreis, Landkreis Gießen

Kommune(n)	Lahnau, Bibertal, Heuchelheim



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	43	Im Landkreis	11	Außerhalb des Landkreises	32	Bestand	0

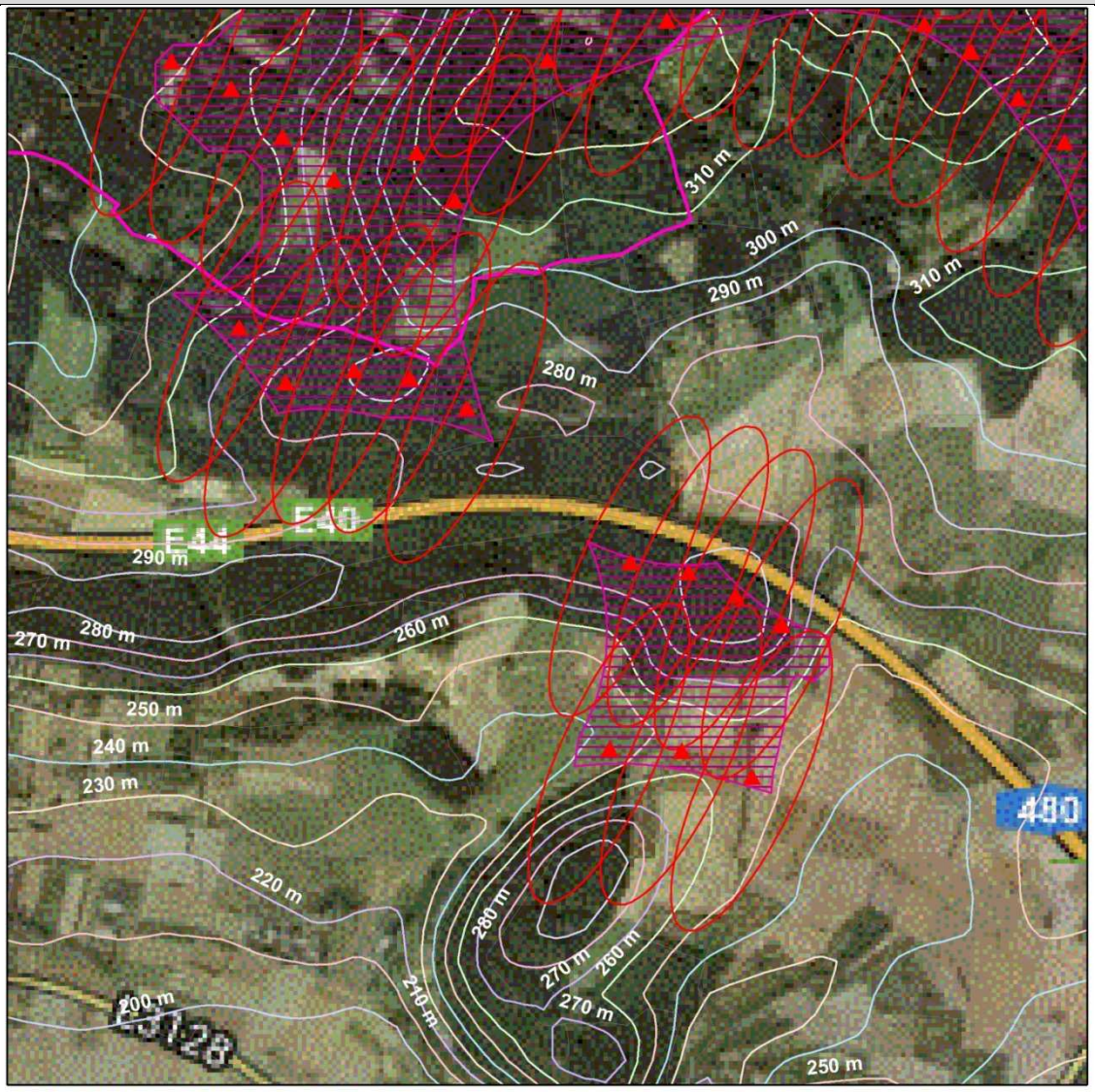
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	129	Im Landkreis	33	Außerhalb des Landkreises	96	Bestand	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh/a):

Insgesamt:	193.500	Im Landkreis	49.500	Außerhalb des Landkreises	144.000	Bestand	0

Nummer:	4110	Ausgewiesene Fläche:	32 ha
Landkreis(e)	Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Buseck		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
7	7	0	0

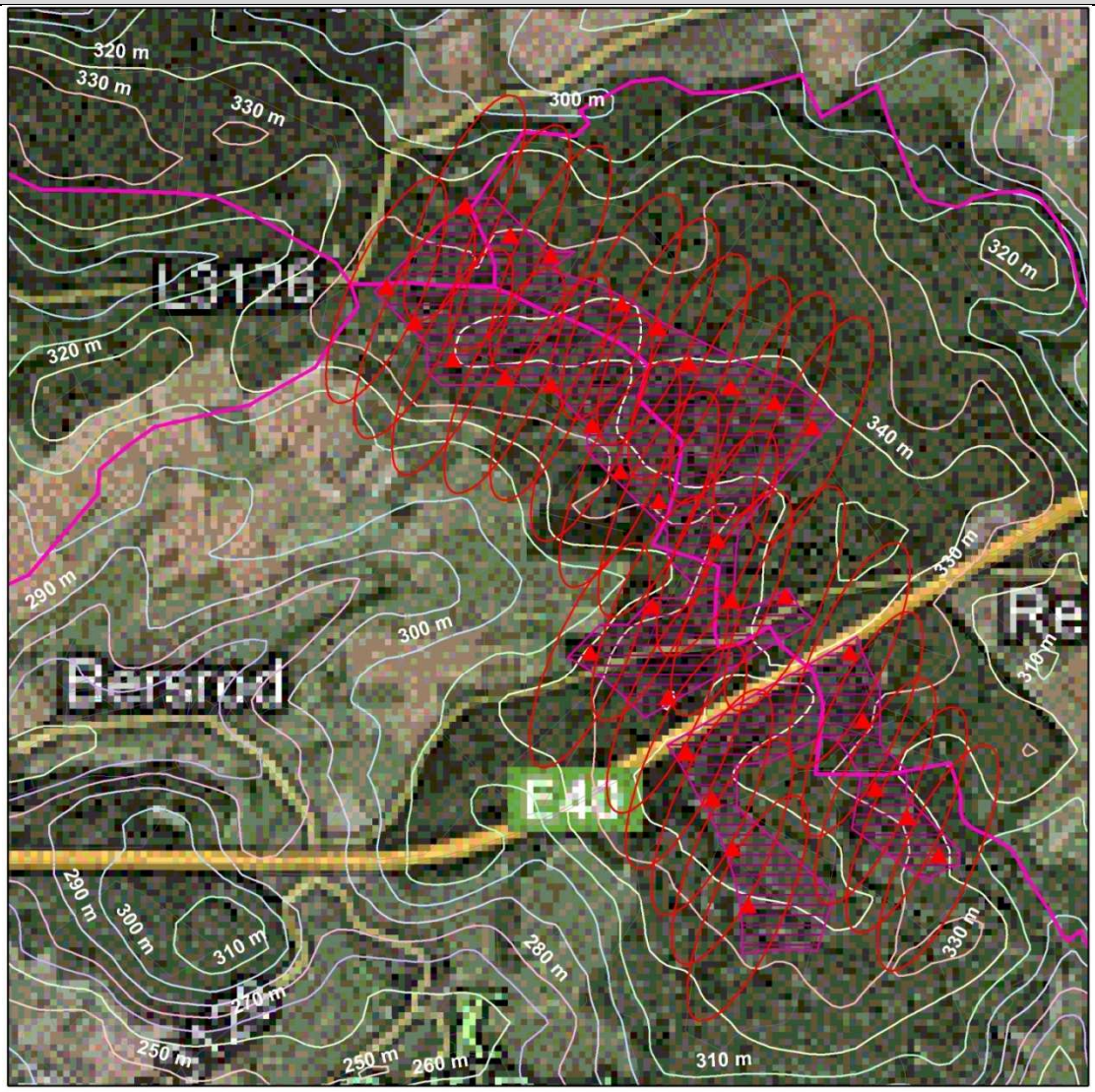
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
21	21	0	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
31.500	31.500	0	0

Nummer:	4111 & 4113	Ausgewiesene Fläche:	169 ha
Landkreis(e)	Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Grünberg, Rabenau, Bersrod, Reiskirchen		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	31	Im Landkreis	31	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

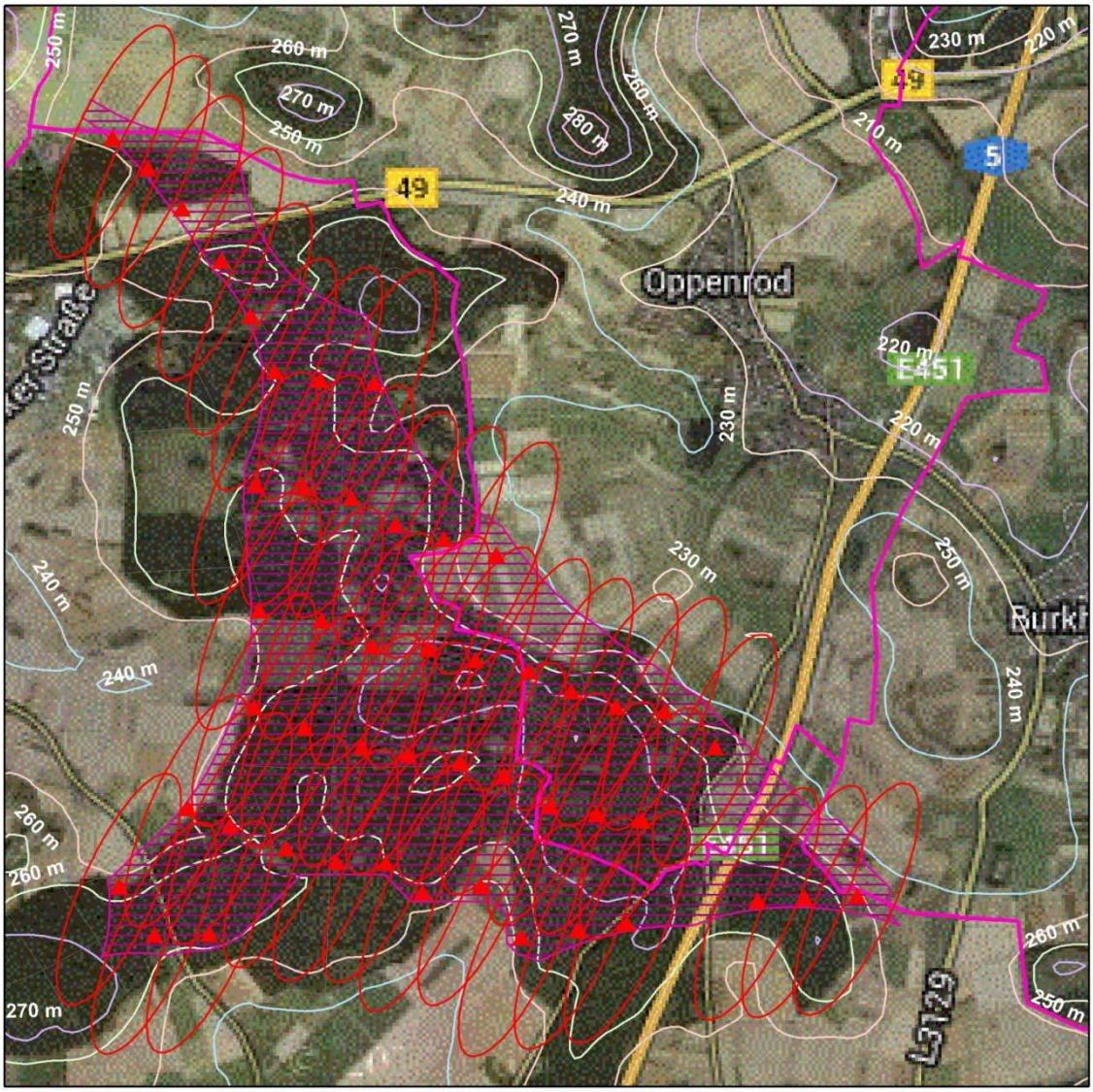
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	96	Im Landkreis	96	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	144,000	Im Landkreis	144.000	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Nummer:	4114	Ausgewiesene Fläche:	332 ha
Landkreis(e)	Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Buseck, Fernwald, Reiskirchen		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	49	Im Landkreis	49	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

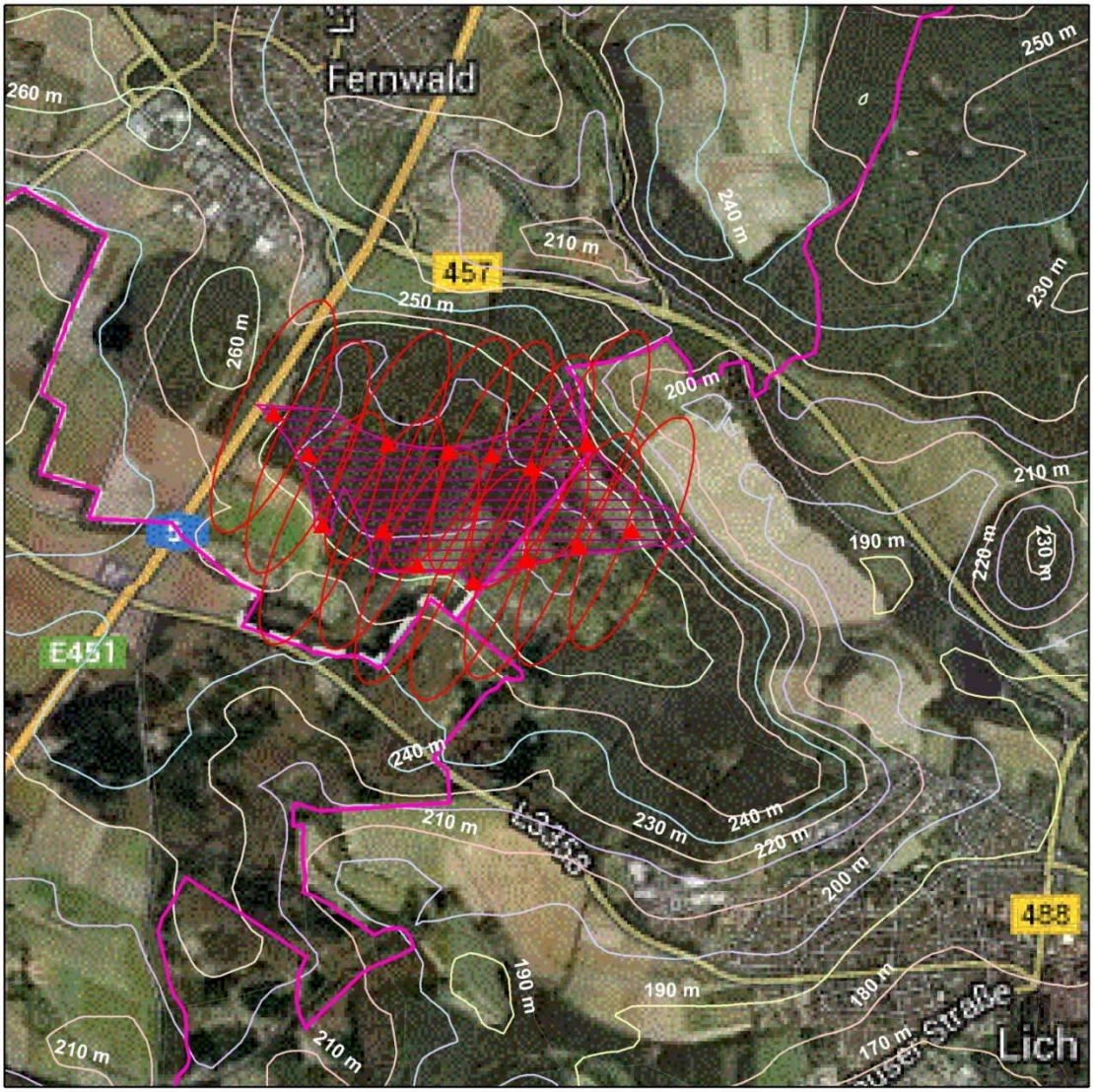
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	147	Im Landkreis	147	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	220.500	Im Landkreis	220.500	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Nummer:	4117	Ausgewiesene Fläche:	58 ha
Landkreis(e)	Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Fernwald, Lich, Pohlheim		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	14	Im Landkreis	14	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

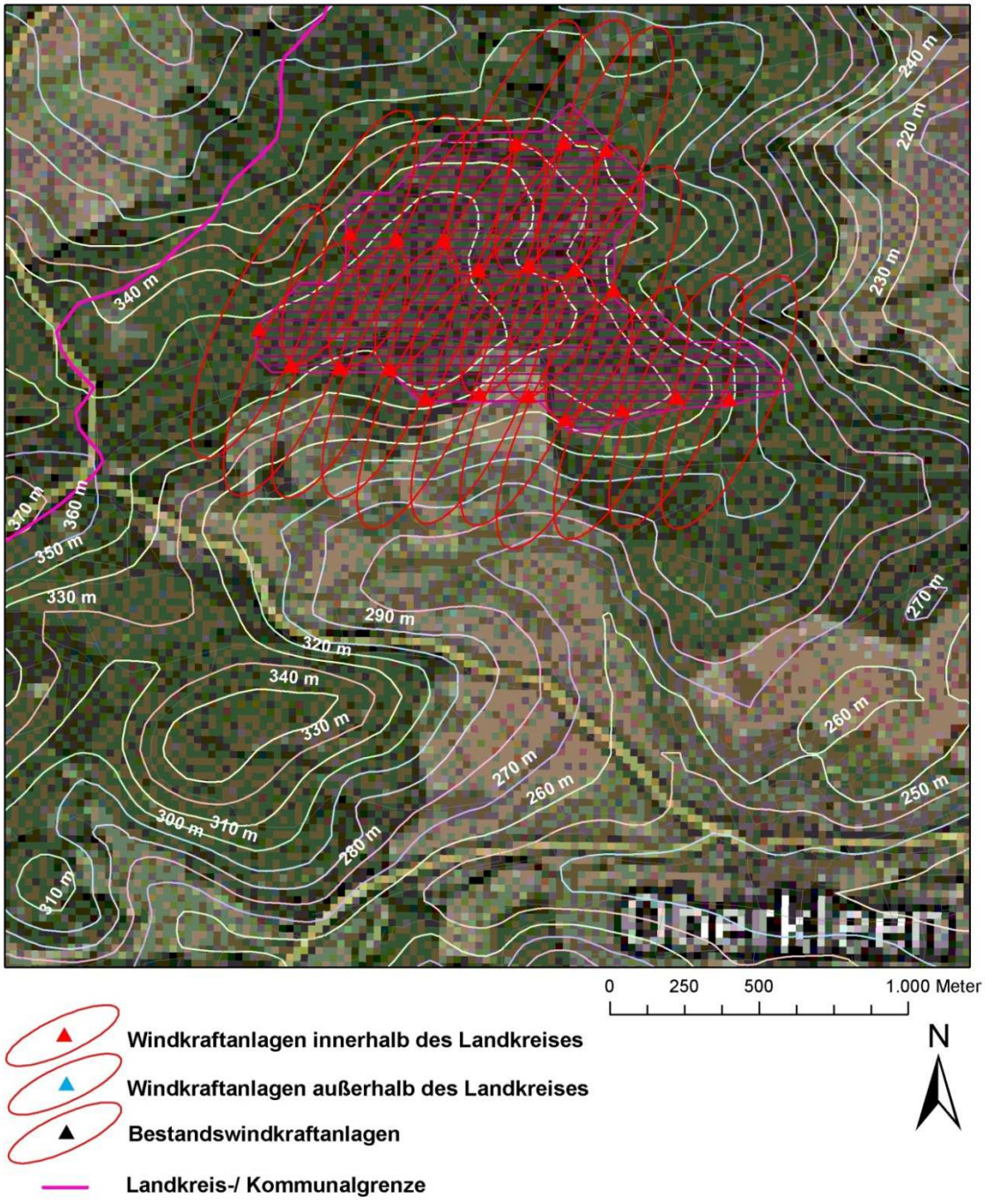
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	42	Im Landkreis	42	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	63.000	Im Landkreis	63.000	Außerhalb des Landkreises	0	Bestand	0

Nummer:	4118	Ausgewiesene Fläche:	101 ha
Landkreis(e)	Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Langgöns		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
21	21	0	0

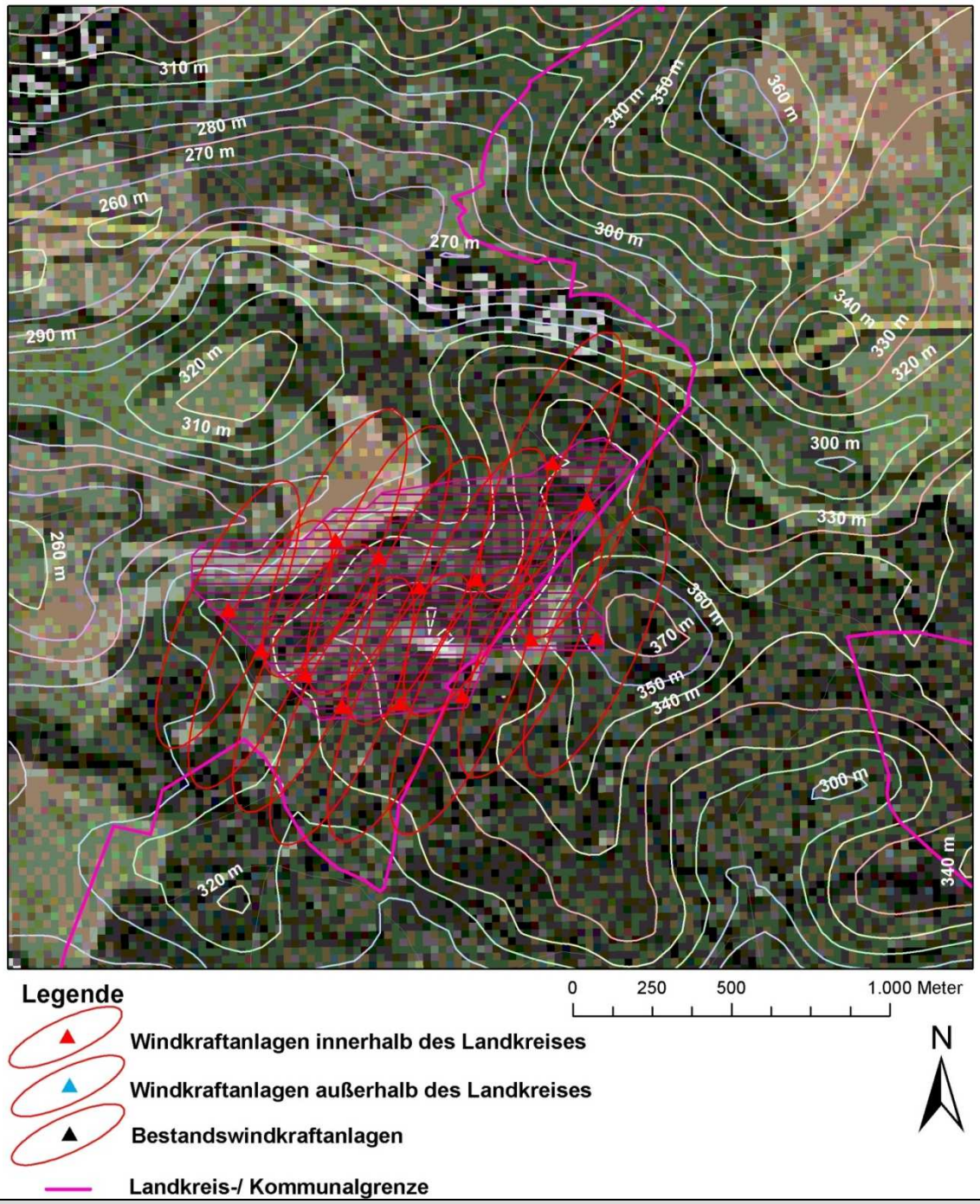
Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
63	0	0	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
94.500	94.500	0	0

Nummer:	4301	Ausgewiesene Fläche:	70 ha
Landkreis(e)	Landkreis Gießen		
Kommune(n)	Grünberg		



Anzahl der Windkraftanlagen:

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
14	14	0	0

Leistung der Windkraftanlagen (MW):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
42	42	0	0

Energieertrag der Windkraftanlagen (MWh):

Insgesamt:	Im Landkreis	Außerhalb des Landkreises	Bestand
63.000	63.000	0	0

Zu Kapitel 8: Übersicht: alle Maßnahmen

Tabelle 29: Maßnahmenübersicht

	Maßnahme	Bereich	Anmerkungen	Priorität 1-6
1.	Energiegenossenschaften fördern	**EE**		
2.	Klimaneutrales Baugebiet suchen	**EE**		
3.	Ausbau Windenergie	EE		
4.	Solardachkataster	EE		
5.	Ausbau von Solarthermie-anlagen auf Dachflächen	EE		
6.	Analyse Solarthermie-freiflächenanlagen	EE		
7.	NaWaRos ausbauen	EE		
8.	Effizienzsteigerung in fossilen Werken	Eff A		
9.	Ausbau KWK	Eff A		
10.	Abwärmenutzung	Eff A		
11.	Fernwärmenetz	Eff A		
12.	Ausbau der energetischen Nutzung des Bioabfalls	Eff A		
13.	Heizwerke für biogene Brennstoffe	Eff A		
14.	Logistikkonzepte Biomassepotenziale	Eff A		
15.	Nutzung noch ungenutzter Reststoffe aus der Landwirtschaft	Eff A		
16.	Thermographiespaziergänge	Eff San		
17.	Beratungsangebot	Eff San		
18.	Wärmekataster LKGI	Eff San		
19.	Entwicklung von	Eff San		

	Einzelbau-steinen mit regionalen Partnern			
20.	Bewegungsmelder in Kreisliegenschaften	Eff San		
21.	Bauliche Sanierung in öffentlichen Liegenschaften	Eff San		
22.	Energiemanagement	Eff San		
23.	Weiterführung „Energieeffizienz in der Dorferneuerung“	Eff San		
24.	Übertragung des Energiemanagements von der Kreisverwaltung auf die Kommunen	Eff San		
25.	Ersatz Einzelöfen	Eff San		
26.	Stromsparkampagnen / Ökostromwechselkampagnen	Eff All		
27.	urbane und/oder solidarische Landwirtschaft	Eff All		
28.	„Veggieday“	Eff All		
29.	Stadtführungen zu nachhaltigem Konsum			
30.	„Repair Cafés“	Eff All		
31.	Austausch von Elektrogeräten („weiße Ware“)	Eff All		
32.	Stärkung von „Green IT“	Eff All		
33.	Mitfahrzentralen	Mob		
34.	Flottenversuch	Mob		
35.	Mobile Nahversorgungsstationen	Mob		
36.	E-Tankstelle Kreis	Mob		

37.	Erdgasttankstellen - Erdgas-Infrastruktur aufbauen	Mob		
38.	Stadtradeln	Mob		
39.	Kampagnen Mobilitätsverhalten	Mob		
40.	Internet-Bürgerforum „Energiedialog“			
41.	Wettbewerbe			
42.	Schulaktionen			
43.	„Energietag“			
44.	Regelmäßige Notizen in Tagespresse			
45.	Verstetigung der Aktivitäten aus dem Bundesprojekt BERM			
46.	Akzeptanzkampagne zum Thema erneuerbare Energien			