



KLIMASCHUTZKONZEPT TWISTETAL

Integriertes kommunales Klimaschutzkonzept
für die Gemeinde Twistetal



Gefördert (FKZ 03 KS 3928 B) durch die Bundesrepublik Deutschland, Zuwendungsgeber
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
aufgrund eines Beschlusses des Bundestages

Herausgeber

Gemeindeverwaltung Twistetal

Hüfte 7

34477 Twistetal

Erstellt von:



Technik- und Umweltconsulting GmbH

Georg - Glock - Straße 8
40474 Düsseldorf



Schumannstraße 35
53113 Bonn

Inhaltsverzeichnis

GLOSSAR	1
1 VORWORT BÜRGERMEISTER STEFAN DITTMANN	5
2 EINLEITUNG / HINTERGRUND	6
2.1 Einleitung.....	6
2.2 Intention der Gemeinde Twistetal	7
2.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung des Klimaschutzkonzeptes.....	8
2.4 Methodische Vorgehensweise.....	8
3 STATUS QUO UND AUSGANGSSITUATION	10
3.1 Die Gemeinde Twistetal und ihre Ortsteile.....	10
3.2 Energieversorgungsstruktur	14
3.3 Gebäudebestand.....	15
3.4 Wirtschaftsstruktur	18
3.5 Kommunale Liegenschaften.....	21
3.5.1 Ergebnisse Wärme	26
3.5.2 Ergebnisse Strom.....	34
3.6 Kraft-Wärme-Kopplung	37
3.7 Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien	37
3.7.1 Solarenergie	38
3.7.2 Oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen	42
3.7.3 Windenergie	43
3.7.4 Bioenergie	46
3.7.5 Wasserkraft	49
3.8 Abfallentsorgung, Biogene Reststoffe und Abwasser	49
3.8.1 Abfallentsorgung in der Gemeinde Twistetal	49
3.8.2 Abwasserreinigung und Betrieb der Kläranlage.....	50
3.8.3 Anfall von biogenen Reststoffen aus der Landschaftspflege.....	52
3.9 Öffentliche Straßenbeleuchtung	53
3.10 Verkehr	55
4 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ.....	58
4.1 Vorbemerkung	58
4.2 Methodische Vorgehensweise.....	58
4.3 Gesamtbetrachtung Gemeinde Twistetal	61

4.3.1	Energie- und CO ₂ -Bilanz im Sektor „Private Haushalte“	63
4.3.2	Energie- und CO ₂ -Bilanz im Sektor „Wirtschaft“	64
4.3.3	Energie- und CO ₂ -Bilanz im Sektor „Verkehr“	66
4.3.4	Zusammenfassung	67
4.4	Gesamtbetrachtung Region Nordwaldeck.....	68
4.4.1	Energie- und CO ₂ -Bilanz im Sektor „Private Haushalte“	70
4.4.2	Energie- und CO ₂ -Bilanz im Sektor „Wirtschaft“	71
4.4.3	Energie- und CO ₂ -Bilanz im Sektor „Verkehr“	72
4.4.4	Fazit	73
5	POTENZIALE UND HANDLUNGSOPTIONEN ZUR ENERGIEEFFIZIENZ UND NUTZUNG	
	ERNEUERBARER ENERGIEN.....	77
5.1	Handlungsfeld: Bestand und Neubau Privatgebäude (p)	77
5.2	Handlungsfeld: Kommunale Gebäude (k).....	82
5.3	Handlungsfeld: Gewerbe und Dienstleistungen (u)	94
5.4	Handlungsfeld: Ausbau erneuerbarer Energien	97
5.4.1	Solarenergie (s).....	97
5.4.2	Oberflächennahe Geothermie (g).....	131
5.4.3	Wind (w).....	148
5.4.4	Wasserkraft (f).....	155
5.4.5	Kraft-Wärme-Kopplung und Nahwärmeversorgung (n).....	158
5.4.6	Biogasgewinnung (b).....	160
5.4.7	Holznutzung (h).....	168
5.4.8	Gesamtbetrachtung der Potenziale zum Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien.....	183
5.5	Handlungsfeld: Potentiale im Entsorgungssektor (r)	194
5.6	Handlungsfeld: Verkehr und Mobilität (v).....	200
5.7	Handlungsfeld: Straßenbeleuchtung (l).....	204
5.8	Handlungsfeld: Übergreifende Handlungsansätze (ö)	206
5.9	Handlungsfeld: Regionale Handlungsansätze (i).....	209
6	HANDLUNGSPLAN ZUR UMSETZUNG.....	211
6.1	Bewertung der identifizierten Handlungsoptionen	211
6.1.1	Handlungsoptionen: Bestand und Neubau Privatgebäude (p)	212
6.1.2	Handlungsoptionen: Kommunale Gebäude (k).....	213
6.1.3	Handlungsoptionen: Gewerbe und Dienstleistung (u)	215
6.1.4	Handlungsoptionen: Photovoltaik (s)	216
6.1.5	Handlungsoptionen: Solarthermie (s).....	217
6.1.6	Handlungsoptionen: Oberflächennahe Geothermie (g)	218

6.1.7	Handlungsoptionen: Windenergie (w)	219
6.1.8	Handlungsoptionen: Wasserkraft (f)	220
6.1.9	Handlungsoptionen: Kraft-Wärme-Kopplung und Nahwärmeversorgung (n)	220
6.1.10	Handlungsoptionen: Biogas (b)	221
6.1.11	Handlungsoptionen: Energieträger Holz (h)	222
6.1.12	Handlungsoptionen: Nutzung biogener Reststoffe (r)	223
6.1.13	Handlungsoptionen: Verkehr und Mobilität (v)	224
6.1.14	Handlungsoptionen: Straßenbeleuchtung (l)	225
6.1.15	Handlungsoptionen: Übergreifende Handlungsoptionen und Kommunikation (ö)	226
6.1.16	Handlungsoptionen: Regionale Handlungsansätze (i)	227
6.2	Zusammenfassung der Priorisierung der möglichen Klimaschutzmaßnahmen nach ihrer Umsetzbarkeit	227
6.3	Empfehlung von Leuchtturmprojekten	229
6.3.1	Leuchtturmprojekt: Energiemanagement für kommunale Liegenschaften ...	233
6.3.2	Leuchtturmprojekt: Twistetaler Energieberater AG Klima-Aktiv	238
6.3.3	Bauherrenkampagne Geothermie	243
6.3.4	Solardachbörse und Solardachkataster	246
7	ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND AKTEURSBETEILIGUNG	253
7.1	Begleitende Kommunikation	253
7.2	Vorhandene Kommunikationswege	254
7.3	Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit	255
7.3.1	Interne Kommunikation	255
7.3.2	Externe Kommunikation	256
7.3.3	Veranstaltungen	259
7.3.4	Rahmenbedingungen zur Umsetzung des Konzeptes	260
8	CONTROLLING DER UMSETZUNG DES KLIMASCHUTZKONZEPTES	262
8.1	Steuerung des Klimaschutzprozesses	262
8.2	Organisatorische Rahmenbedingungen zur Umsetzung	263
8.3	Controlling der Zielerreichung	264
9	QUELLENVERZEICHNIS	266
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	274
	TABELLENVERZEICHNIS	280

Glossar

Aktivitätsrate

Die pro Kalenderjahr eingesetzte Menge eines Stoffes, welche zu Emissionen führt, wird als Aktivitätsrate bezeichnet.

Allokation

Allokation bezeichnet die Aufteilung von Kenngrößen (z.B. Energiebedarf, Emissionen, Kosten) eines Prozesses auf mehrere von ihm bereitgestellte Haupt- und Nebenprodukte nach einer bestimmten Regel.

Siehe auch → finnische Allokation

CH₄

Methan (CH₄) ist ein ungiftiges, farb- und geruchloses Gas. Nach Kohlendioxid (→ CO₂) ist es das bedeutendste von Menschen freigesetzte → Treibhausgas. Nach IPCC (1995) ist es ca. 21-mal stärker klimawirksam als CO₂, allerdings kommt es in deutlich kleineren Mengen in der Atmosphäre vor.

CO₂

Kohlendioxid (CO₂) ist ein farb- und geruchloses Gas, das natürlicher Bestandteil der Atmosphäre ist. Als Abfallprodukt der Energiegewinnung entsteht Kohlendioxid vor allem bei der vollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe. Kohlendioxid ist das wichtigste unter den klimarelevanten atmosphärischen Spurengasen.

Siehe auch → Treibhausgas, → CH₄, → N₂O

CO₂-Äquivalent

Einheitliche Bemessungsgrundlage, um den Beitrag der anderen Treibhausgase in Bezug zum Erwärmungspotenzial von CO₂ zu setzen.

Siehe auch → Treibhausgas, → CH₄, → N₂O

Direkte Emissionen

Direkte Emissionen beschreiben die → Emissionen, die direkt mit dem Anlagenbetrieb verbunden sind, z.B. bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern oder Biomasse in einer Feuerungsanlage. Synonym wird auch der Begriff Emissionen → ohne Vorketten gebraucht.

Siehe auch: → indirekte Emissionen

Ecoinvent

Umfangreiche Online-Datenbank des Swiss Centre for Life Cycle Inventories.

Emissionen

Freisetzung von Treibhausgasen und anderen Luftschadstoffen in die Atmosphäre. In der Regel als Emissionsfrachten über einem bestimmten Gebiet und in einem bestimmten Zeitraum angegeben.

Siehe auch: → direkte ~, → indirekte ~, → Gesamt~, → mit Vorketten, → ohne Vorketten

Emissionsfaktor (EF)

Der Emissionsfaktor entspricht dem Quotient aus der Masse eines emittierten Stoffes und der eingesetzten Masse eines Ausgangsstoffes. Neben dieser traditionell inputbezogenen Be-

trachtung (g/kWh Endenergie) kann der Emissionsfaktor aber auch auf den Produktausstoß bezogen werden (g/kWhel). Emissionsfaktoren sind zudem immer prozess- und anlagenspezifisch.

Endenergieverbrauch (EEV)

Der Endenergieverbrauch ist die Summe der vom Verbraucher eingesetzten Primär- und Sekundärenergieträger zur unmittelbaren Erzeugung von Nutzenergie nach Abzug von Umwandlungs- und Verteilungsverlusten.

Energieträger

Als Energieträger werden alle Quellen bzw. Stoffe bezeichnet, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist. Des Weiteren ist zu unterscheiden zwischen → Primärenergie und → Sekundärenergieträger.

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien sind Ressourcen, deren Vorräte nicht durch Lagerstätten begrenzt sind, sondern ständig nachgeliefert bzw. neugebildet werden. Zu ihnen gehören Wasserkraft einschließlich der Wellen-, Gezeiten-, Salzgradienten- und Strömungsenergie, Windenergie, solare Strahlungsenergie, Geothermie, Energie aus Biomasse einschließlich Biogas, Deponiegas und Klärgas sowie aus dem biologisch abbaubaren Anteil von Abfällen aus Haushalten und Industrie (vgl. EEG §3 Nr. 3).

Finnische Allokation

Mit diesem Verfahren werden Brennstoffeinsätze und resultierende Emissionen von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen auf die Einzelprodukte Strom und Wärme aufgeteilt. Die gegenüber einer getrennten Strom- und Wärmeerzeugung erzielte Einsparung an → Primärenergie wird hierbei zu gleichen Teilen den produzierten Einheiten Strom und Wärme zugerechnet. Zu diesem Zweck hat die Europäische Kommission einheitliche Wirkungsgrad-Referenzwerte für die getrennte Strom- und Wärmeerzeugung festgelegt (Entscheidung K(2006) 6817, Amtsblatt der Europäischen Union L 32/183ff., 06.02.2007).

Gesamtemissionen

Die Gesamtemissionen einzelner Energiebereitstellungsketten ergeben sich aus der Summe der → direkten und → indirekten Emissionen inklusive der → Vorketten. Synonym wird der Begriff Emissionen → mit Vorketten gebraucht.

Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS)

Vom Öko-Institut entwickeltes Programm mit umfangreicher Datenbasis als Instrument zur vergleichenden Analyse von Umwelteffekten der Energiebereitstellung und -nutzung GEMIS wurde seit 1987 kontinuierlich fortentwickelt und aktualisiert. Die aktuelle Version ist GEMIS 4.81.

Haushalte

Der Sektor "Haushalte" berücksichtigt den Energiebedarf der gesamten Privathaushalte in der Kommune.

Heizwert (unterer)

Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung einer definierten Masse Brennstoff frei wird, wenn der im Verbrennungsprodukt enthaltene Wasseranteil als Wasserdampf vorliegt. Im Gegensatz zum oberen Heizwert oder Brennwert wird hierbei eine mögliche Wärmerück-

gewinnung durch Kondensation des Wasserdampfs im Abgas nicht berücksichtigt.

Kommunale Liegenschaften

Liegenschaften im Besitz einer Gemeinde. Große Energieverbraucher sind beispielsweise Schulen, Kindertagesstätten, Krankenhäuser oder Freizeitbäder.

Indirekte Emissionen

Indirekte (auch vorgelagerte) Emissionen beinhalten die → Emissionen, die außerhalb des direkten Anlagenbetriebes, insbesondere bei der Anlagenherstellung und der Energieträgerbereitstellung (z.B. beim Biomasseanbau), auftreten.

Siehe auch: → mit Vorketten, → ohne Vorketten, → Gesamtemissionen

mit Vorketten (Emissionen)

Die → Emissionen mit Vorketten beschreiben die Summe der Emissionen direkt aus dem Anlagenbetrieb und indirekt aus den Vorketten (Anlagenherstellung, Energieträgerbereitstellung etc.). Synonym dazu sind die → Gesamtemissionen.

N₂O

N₂O (Distickstoffoxid / Lachgas) ist ein farbloses Gas aus der Gruppe der Stickoxide. Neben Kohlendioxid (→ CO₂) und Methan (→ CH₄) ist es als direkt klimawirksames Gas relevant. Nach IPCC (1995) ist es 310-mal so stark klimawirksam wie Kohlendioxid, kommt allerdings in deutlich kleineren Mengen in der Atmosphäre vor. Die bedeutendste anthropogene Quelle von Distickstoffoxid-Emissionen ist der landwirtschaftliche Einsatz von Stickstoffdüngemitteln.

Siehe auch → Treibhausgase

Nutzenergie

Unter Nutzenergie ist diejenige Form von Energie zu verstehen, die für den Energieanwender unmittelbar die Erfüllung einer Energiedienstleistung bewirkt. Mögliche Formen der Nutzenergie sind unter anderem mechanische Energie, Wärme, Kälte, Licht. Nutzenergie wird in der Regel durch Umwandlung von Endenergie gewonnen, z. B. in einem Ofen.

ohne Vorketten (Emissionen)

Emissionen ohne Vorketten umfassen lediglich die → direkten Emissionen des Anlagenbetriebs, z.B. bei der Verbrennung fossiler oder biogener Brennstoffe. Synonym dazu sind die → direkten Emissionen.

Siehe auch: → mit Vorketten, → Gesamtemissionen

Primärenergie

Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht, wie etwa Kohle, Gas, Öl oder als Sonne, Wind, Fließwasser, Erdwärme.

Siehe auch → Energieträger

Primärsektor

Dieser Sektor setzt sich aus Betrieben der Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und dem Bergbau zusammen.

Säurebildende Schadstoffe

Umfasst die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Ammoniak (NH₃). Diese vier Stoffe sind mitverantwortlich für die

Versauerung, die Bodeneutrophierung und die Bildung troposphärischen Ozons.

Sekundärenergieträger

Sekundärenergieträger werden durch einen oder mehrere Umwandlungsschritte aus Primärenergie gewonnen. Dabei fallen zwangsläufig Umwandlungs- und Verteilungsverluste an. Die wichtigsten Sekundärenergieträger sind Strom, Fernwärme, Heizöl und Benzin.

Sekundärsektor

Im Sekundärsektor sind Unternehmen mit industriellen und gewerblichen Schwerpunkt angesiedelt.

Substitution

Substitution bezeichnet den Ersatz eines Energieträgers durch einen anderen.

Substitutionsfaktor (SF)

Ein Substitutionsfaktor beschreibt, in welchem Maße bestimmte Energieträger durch einen anderen Energieträger ersetzt werden. In diesem Bericht beschreiben die Substitutionsfaktoren insbesondere den Ersatz fossiler → Primär- und Sekundärenergieträger durch → erneuerbare Energien.

Tertiärsektor

Der Tertiärsektor ist von der Vielfalt her der Größte Sektor. In diesem sind die Bereiche Gewerbe, Handel und Dienstleistungen zusammengefasst.

Treibhausgase (THG)

Treibhausgase sind atmosphärische Spurengase, die zum Treibhauseffekt beitragen und sowohl einen natürlichen als auch einen anthropogenen Ursprung haben können. Die wichtigsten Treibhausgase sind Kohlendioxid (→ CO₂), Methan (→ CH₄) und Distickstoffoxid (→ N₂O / Lachgas).

Vorketten

Vorgelagerte Prozesse der Gewinnung, Bereitstellung und Verarbeitung von Materialien und Brennstoffen, die zur Errichtung und zum Betrieb von Anlagen zur Energieerzeugung benötigt werden.

Zentrales System Emissionen (ZSE)

Am Umweltbundesamt geführte Datenbank zur Emissionsberichterstattung nach UNFCCC und nach dem Genfer Luftreinhalteprotokoll. Die Datenbank enthält insbesondere sektor- und anlagenspezifische Angaben zu → Aktivitätsraten, → Emissionsfaktoren und resultierenden → Emissionen.

1 Vorwort Bürgermeister Stefan Dittmann

Liebe Twistetaler,

der Klimawandel ist die zentrale Herausforderung unseres Jahrhunderts.

Unsere Aufgabe besteht zum einen darin, alles zu tun, um die schlimmen Folgen der Erderwärmung wie Hitzewellen, Sturm und Starkregen abzuwenden. Mit Erneuerbaren Energien wie Sonne, Wind, Holz, Wasserkraft und Biogas können wir CO₂ einsparen und somit den Klimawandel eindämmen. Zum anderen können wir auch die Chancen nutzen, die uns der Prozess des Klimaschutzes erst eröffnet. Durch Investitionen in effiziente Technologien und alternative Energien können die regionale Wertschöpfung erhöht und neue Arbeitsplätze vor allem im Handwerk geschaffen werden.

Klar ist, wir müssen schnell und gemeinsam handeln.

Die notwendige Verringerung des CO₂ Ausstoßes ist nur zu erreichen, wenn alle an einem Strang ziehen: die Kommune, die Wirtschaft und jeder einzelne Bürger. Wir wollen in und für Twistetal unseren Beitrag leisten. Mit Hilfe des integrierten kommunalen Klimaschutzkonzepts wollen wir neue Möglichkeiten erschließen, den Energiebedarf zu senken und verstärkt Erneuerbare Energien zu nutzen. Gemeinsam mit dem Projektbüro BDO und unseren Nordwaldecker Partnerkommunen Bad Arolsen, Diemelstadt und Volkmarsen haben wir ein Konzept entwickelt, das unsere Gemeinde klimafreundlicher macht und ihr gleichzeitig ein hohes Maß an Lebensqualität verleiht. Mit dem Klimaschutzkonzept wollen wir uns selbst den Spiegel vorhalten und Anregungen geben, wie wir uns klimafreundlicher verhalten können.

Ich möchte Sie herzlich einladen - Machen Sie mit beim Klimaschutz, damit wir auch in Zukunft gerne in unserem ländlich, herzlich, lebenswerten Twistetal wohnen können!

Herzliche Grüße

Ihr

Stefan Dittmann

-Bürgermeister-

2 Einleitung / Hintergrund

2.1 Einleitung

Die deutsche Klimapolitik hat es sich zum Ziel gesetzt bis zum Jahre 2020 die Emissionen von Treibhausgasen um mindestens 40 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu senken. Bis zum Jahr 2050 sind durch Klimaschutzmaßnahmen die Emissionen von Treibhausgasen um 80 bis 95 Prozent zu reduzieren. [1]

Zur Umsetzung der klimapolitischen Ziele hat die Klimaschutzinitiative der Bundesregierung Förderprogramme etabliert, die dazu dienen, die in Deutschland vorhandenen großen Potenziale zur Emissionsminderung durch u. a. die Steigerung der Energieeffizienz und die Nutzung regenerativer Energien kostengünstig und breitenwirksam zu erschließen. Dazu sollen bestehende Hemmnisse bei der Emissionsminderung identifiziert und abgebaut werden. Ziel ist es, zukunftsweisende Klimaschutztechnologien und innovative Kombinationen dieser Technologien anhand von Modellprojekten öffentlichkeitswirksam und lokal zu verbreiten.

Die Verantwortlichen der Gemeinde Twistetal beschäftigen sich seit einigen Jahren mit dem vielschichtigen Themenkomplex des Klimaschutzes. So wurde bisher z.B. die Straßenbeleuchtung auf energieeffiziente Natriumdampf-Hochdrucklampen umgestellt. Auch wurden im Rahmen des Konjunkturpaketes II verschiedene energetische Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen in kommunalen Liegenschaften durchgeführt.

Um das Thema Klimaschutz strategisch bearbeiten zu können (und auch lokale und regionale Synergiepotenziale zu erschließen) hat sich die Gemeinde Twistetal dazu entschlossen, gemeinsam mit den Nachbarkommunen Bad Arolsen und Diemelstadt durch die BDO Technik- und Umweltconsulting GmbH und die SynergieKomm Agentur für Nachhaltigkeit und Innovation ein integriertes kommunales Klimaschutzkonzept erstellen zu lassen.

Das ambitionierte Hauptziel der Region Nordwaldeck, zu der neben den o. g. Kommunen auch die Stadt Volkmarsen gehört, ist eine 100% Energieversorgung durch erneuerbare Energien bis zum Jahr 2030. Den verantwortlichen Akteuren wurde bewusst, dass dieses Ziel und die Herausforderungen des lokalen Klimaschutzes u. a. zu einer Neubewertung der bestehenden Energieversorgungsoptionen führen. Der Aspekt der Versorgungssicherheit und der bezahlbaren Energie ist für die Bürgerschaft und die ansässige Wirtschaft genauso wichtig wie die globale Aufgabe des Klimaschutzes. Damit dieser Spagat möglich wird, ist die Etab-

lierung nachhaltiger lokaler und regionaler Energieversorgungskonzepte genauso entscheidend wie der effiziente und bewusste Einsatz von Energie.

Der erste Schritt bei der Erstellung des bewusst umsetzungsorientiert konzipierten kommunalen Klimaschutzkonzeptes ist die Darstellung der aktuellen Situation in Bezug auf den Energieeinsatz in der Gemeinde Twistetal. Mit der Darstellung der Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz, der Nutzung rationeller Energieumwandlung in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der Ausschöpfung Erneuerbaren Energien wird der Grundstein für die Ausarbeitung von Vorschlägen für konkrete Klimaschutzmaßnahmen gelegt. Hierbei werden neben der kommunalen Situation auch immer die regionalen Synergien der Region Nordwaldeck verfolgt und einbezogen.

Maßgeblich für die Umsetzbarkeit von kommunalen Klimaschutzmaßnahmen sind die Bereitschaft, Motivation und Zusammenarbeit aller Akteure in der Gemeinde Twistetal. Hierbei kommt insbesondere der Gemeinde Twistetal eine wesentliche Rolle zu.

Um die Vielzahl der in diesem Klimaschutzkonzept erarbeiteten Klimaschutzmaßnahmen umsetzen zu können, nehmen auch die Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF) als regionalem Energieversorger, die Privatwirtschaft und die privaten Haushalten wichtige Rollen ein. Daher wurden die erarbeiteten Maßnahmenvorschläge mit den lokalen Akteuren diskutiert und anhand eines Handlungsplanes strategisch ausgearbeitet.

2.2 Intention der Gemeinde Twistetal

Neben den Herausforderungen des lokalen Klimaschutzes und dem Ziel bis 2030 eine 100% Energieversorgung durch erneuerbare Energien umzusetzen wird sich die Gemeinde Twistetal in den nächsten Jahren auch mit den Themen des demographischen Wandels, der Wirtschaftsförderung und der Konsolidierung der Kommunalfinanzen auseinandersetzen. Die Gemeinde Twistetal sieht das Thema Klimaschutz als wichtigen Baustein für die kommunale Entwicklung und Zukunftsfähigkeit der Gemeinde. Durch die notwendigen Investitionen unter Beachtung der regionalen Wertschöpfungskette sollen Klimaschutz und Wirtschaftsförderung sinnvoll miteinander verbunden und eine höhere Attraktivität für die Wirtschaft und Bürger der Gemeinde Twistetal erreicht werden.

Bei der Auswahl der inhaltlichen Schwerpunkte des Klimaschutzkonzeptes wurden ganz bewusst die lokalen Rahmenbedingungen und Ziele der lokalen Akteure im Rahmen einer sog. Lenkungsgruppensitzung einbezogen. Der Prozess der Schwerpunktfindung und Auswahl wur-

de durch die o. g. Beratungsbüros begleitet und moderiert. Gemeinsam mit der Gemeinde Twistetal wurden die folgenden Themenfelder als Schwerpunkte festgelegt:

- Kommunale Gebäude
- Private Gebäude
- Gewerbe und Industrie
- Solarenergie (Photovoltaik & Solarthermie)
- Holz & Biogas
- Biogene Reststoffe

Die Gemeinde Twistetal geht mit den Themen eigene Liegenschaften und Straßenbeleuchtung als gutes Vorbild bereits voran. Dennoch kommt dem Thema Energieeffizienz in öffentlichen Einrichtungen aufgrund weiterer Potenzial eine besondere Bedeutung zu.

Ausgehend von den in Kapitel 4 aufgezeigten Energieverbräuchen und daraus resultierenden CO₂- Emissionen weist u. a. der Sektor private Gebäude ein hohes Potenzial im Bereich der Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energien auf. Ähnliches gilt auch für den Sektor Wirtschaft.

2.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung des Klimaschutzkonzeptes

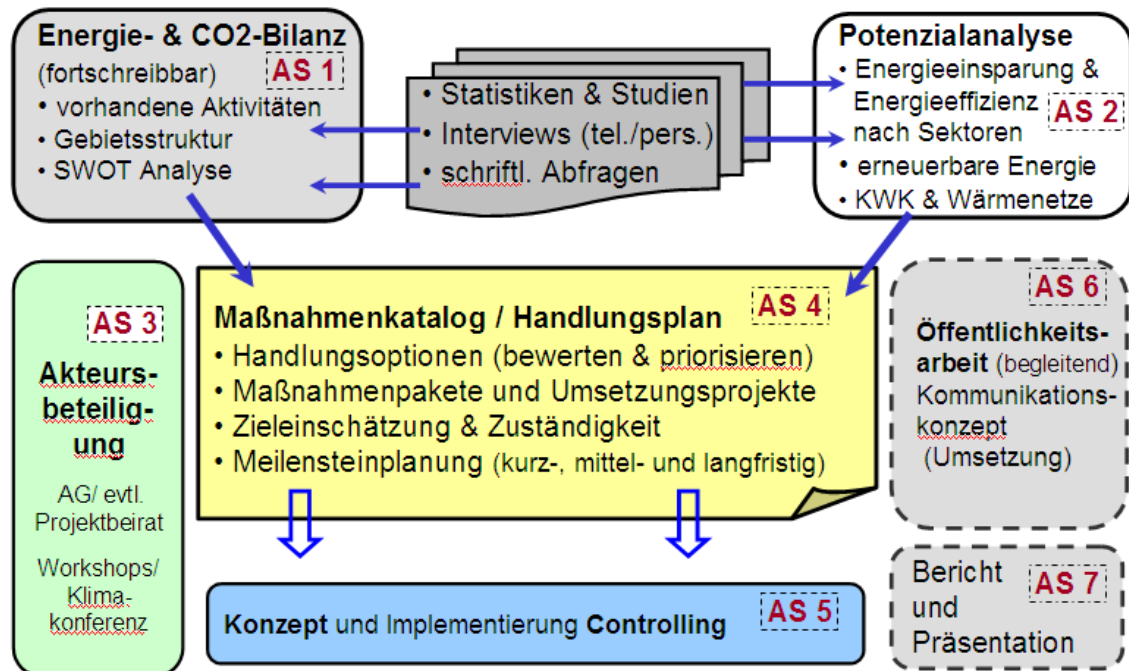
Integrierte kommunale Klimaschutzkonzepte folgen einer vorgegebenen Methodik (siehe Kapitel 2.4) und stellen für eine Kommune eine strategische Entscheidungs- und Planungshilfe dar. Trotz der vorgegeben Methodik kann inhaltliche aber auch auf die besonderen orts-spezifischen Gegebenheiten eingegangen werden.

Das übergeordnete ZIEL des kommunalen Klimaschutzkonzeptes der Gemeinde Twistetal ist eine 100%-Energieversorgung mit Erneuerbaren Energien in der Region Nordwaldeck bis 2030.

2.4 Methodische Vorgehensweise

Die Erstellung integrierter kommunaler Klimaschutzkonzepte folgt einer vorgeschriebenen Methodik des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit - BMUB. Um der Aufgabenstellung und Zielsetzung des Klimaschutzkonzeptes gerecht werden

zu können, sind verschiedene Arbeitsschritte abzuarbeiten. Zunächst werden eine Analyse des Status-Quo der bestehenden Aktivitäten vorgenommen und die lokale IST-Situation u. a. durch eine Energie- und CO₂-Bilanz erhoben.



Die auf dieser Bestandsanalyse aufbauende Potenzialanalyse stellt die konkret technisch-wirtschaftlich umsetzbaren Möglichkeiten, z.B. in den Bereichen Energieeffizienz und Nutzung Erneuerbarer Energien, dar. Wichtigster Punkt des Konzeptes ist der umsetzungsorientierte Maßnahmenkatalog und daraus abgeleitet der Handlungsplan. Hier werden konkrete Klimaschutzmaßnahmen aufgezeigt, um kurz-, mittel- und langfristig Energieverbräuche und damit klimarelevante Treibhausgasemissionen in der jeweiligen Kommune zu senken. Damit ein Monitoring der Klimaschutzmaßnahmen ermöglicht wird, zeigt das Klimaschutzkonzept eine fortschreibbare Vorgehensweise zum Controlling für die Umsetzung auf. Zur Einbindung u.a. lokaler privater und gewerblicher Akteure ist für die Umsetzung der empfohlenen Klimaschutzmaßnahmen eine zielgerichtete Öffentlichkeitsarbeit erforderlich. Hierfür sind ebenfalls Empfehlungen im vorliegenden Klimaschutzkonzept enthalten.

3 Status Quo und Ausgangssituation

3.1 Die Gemeinde Twistetal und ihre Ortsteile

Die nordhessische Gemeinde Twistetal ist aufgrund der kommunalen Neugliederung im Jahr 1972 entstanden. Das Zentrum und der kommunale Verwaltungssitz befinden sich im Ortsteil Twiste. Die Gemeinde gehört zum Landkreis Waldeck-Frankenberg und ist der Bezirksregierung in Kassel unterstellt. [2]

Geographie

Der Bachlauf der Twiste, dem die Gemeinde ihren Namen verdankt, ist ein Nebenfluss der Diemel und entspringt auf dem Gemeindegebiet, westlich des Ortsteils Berndorf. Die Twiste durchfließt die Ortsteile Berndorf und Twiste. Die Gemeinde liegt circa 50 Kilometer westlich von Kassel zwischen den beiden Mittelzentren Bad Arolsen und Korbach und weist eine Fläche von 74 km² auf. Die Nachbargemeinden sind im Nordosten Bad Arolsen, im Südosten Waldeck, im Südwesten die Kreisstadt Korbach und im Nordwesten die Gemeinde Diemelsee. [2]

Die Gemeinde Twistetal weist einen eher ländlichen Charakter auf, dies wird bei der Betrachtung der Flächennutzung deutlich. Über 57% der Gesamtfläche werden durch die Landwirtschaft genutzt. Als Forst- und Waldflächen dienen ca. 34% des Gemeindegebiets. Die Siedlungs- und Verkehrsflächen beanspruchen ca. 6,5% und die „sonstigen Flächen“ knapp 2%. [3]

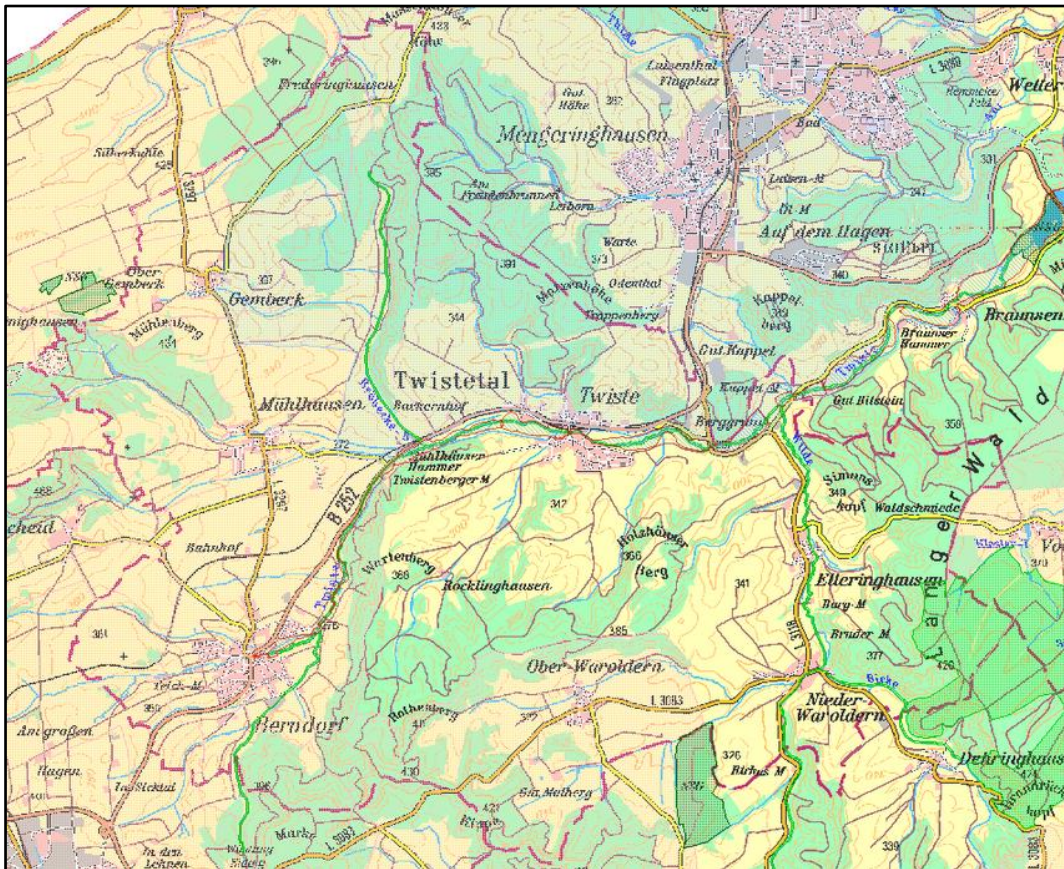


Abb. 1: Gemeinde Twistetal [4]

Verkehrliche Anbindung

Die Gemeinde Twistetal und die dazugehörigen Ortsteile besitzen einen unmittelbaren Anschluss an die Bundesstraße B 252 (Blomberg - Marburg). Der nächste Autobahnanschluss besteht in circa 18 Kilometer Entfernung an der Autobahn A44 Anschlussstelle Diemelstadt. Die Gemeinde ist durch den Bahnhof in Twiste an den regionalen Schienenverkehr angebunden. Von dort aus besteht eine Verbindung durch den Regionalzug nach Korbach und Kassel. Die nächsten Anbindungen an den Flugverkehr bestehen in Kassel-Calden (ca. 40km) und Paderborn-Lippstadt (ca. 60km). [3]

Daseinsgrundversorgung (Bildung | Medizin | Soziales)

Die Betreuung von Vorschulkindern wird innerhalb der Gemeinde durch drei evangelische Kindergärten in den Ortsteilen Berndorf, Mülhausen und Twiste sichergestellt. Auf dem Gemeindegebiet existieren zudem zwei Grundschulen in den Ortsteilen Berndorf und Twiste. Weiterführende Schulen bestehen innerhalb des Gemeindegebiets nicht. Hierfür nutzen die Schulkinder die Angebote der Nachbargemeinden.

Die medizinische Grundversorgung wird auf dem Gemeindegebiet durch einen Allgemeinmediziner sichergestellt. Für medizinische Notfälle befinden sich die Stadtkrankenhäuser in Bad Arolsen und Korbach in unmittelbarer Nähe der Großgemeinde Twistetal.

Das kulturelle Leben innerhalb der Großgemeinde ist durch Vereinsaktivitäten geprägt. Zu nennen sind beispielsweise die freiwilligen Feuerwehren oder das Schützenwesen. Die Aufführungen auf der Freilichtbühne im Ortsteil Twiste sind kulturelle Highlights. [2]

Bevölkerung

In der Gemeinde Twistetal leben insgesamt 4.834 Einwohner. Dies entspricht einer Bevölkerungsdichte von 61 Einwohnern je km². Die Einwohner verteilen sich wie folgt auf die Ortsteile:

Tab. 1: Ortsteile und Einwohner in Twistetal [Eigene Darstellung nach 3], Stand 15.01.2010

Ortsteil	Einwohner	
	Hauptwohnsitz	Nebenwohnsitz
Berndorf	1.738	79
Elleringhausen	168	14
Gembeck	257	12
Mühlhausen	625	35
Nieder-Waroldern	288	11
Ober-Waroldern	263	16
Twiste	1.276	52
Gesamt	4.615	219
Gesamteinwohnerzahl	4.834	

Die Ortsteile Twistetals

Der Ortsteil Berndorf ist die größte Ortschaft der Großgemeinde Twistetal. Berndorf ist von ansässigen Industrie- und Gewerbebetrieben geprägt. Durch die zahlreichen Arbeitsplätze und die Nähe zur Kreisstadt Korbach entstanden in der Vergangenheit ausgedehnte Neubausiedlungen. Im Vergleich zum Verwaltungssitz Twiste und dem Ortsteil Berndorf sind die restlichen Ortsteile deutlich kleiner.

Mülhausen ist mit seinen 625 Einwohnern insbesondere durch die Dorferneuerung geprägt. Im 18. Jahrhundert befand sich am Standort der heutigen Mühlhausener Mühle ein Eisenhammer und Hüttenwerk.

Gembeck ist der höchstgelegene Ortsteil der Gemeinde. [2] Ab Ende des 19. Jahrhunderts war die Gemeinde besonders durch die Coelestingrube westlich des Ortsteils bekannt. Das in ihr geförderte Strontium-Mineral wurde für die Herstellung von Feuerwerkskörper und im 2. Weltkrieg für die Herstellung von Leuchtschurmunition verwendet. Der ehemalige Tagebau westlich von Gembeck ist der einzige Ort in Deutschland, an dem das Strontium-Mineral Coelestin überhaupt einmal gefördert wurde. [5]

Die Ortschaften Elleringhausen, Ober- und Nieder-Waroldern sind innerhalb der letzten 15 Jahre von starken Bevölkerungsverlusten geprägt (23% - 30%). Der demographische Wandel stellt sich in Form einer sukzessiven Alterung der Bevölkerung dar. Zudem verfügen die größeren Ortschaften im Gemeindegebiet über infrastrukturelle Vorteile, sodass in den o. g.

Ortschaften auch Wanderungsverluste auftreten. [6] Alle drei Ortschaften sind vorwiegend landwirtschaftlich geprägt. [5]

3.2 Energieversorgungsstruktur

Konzessionsnehmer Erdgas

Der Verwaltungssitz Twiste und der Ortsteil Berndorf werden durch die Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF) mit Erdgas versorgt. Die restlichen Orte des Gemeindegebiets decken ihren Wärmebedarf durch Heizöl, Flüssiggas und andere fossile Brennstoffe. Ein geplanter Anschluss des Ortsteils Mühlhausen an das Erdgasnetz scheiterte an einer zu geringen Nachfrage der Anwohner. Das vorhandene Erdgasnetz innerhalb der beiden größten Ortsteile Berndorf und Twiste befindet sich im Eigentum der EWF. [7]

Konzessionsnehmer Strom

Konzessionsnehmer und Eigentümer des Stromnetzes ist die EWF [7].

Eine Übersicht über die Energieversorgungsstruktur der Gemeinde bietet folgende Karte:

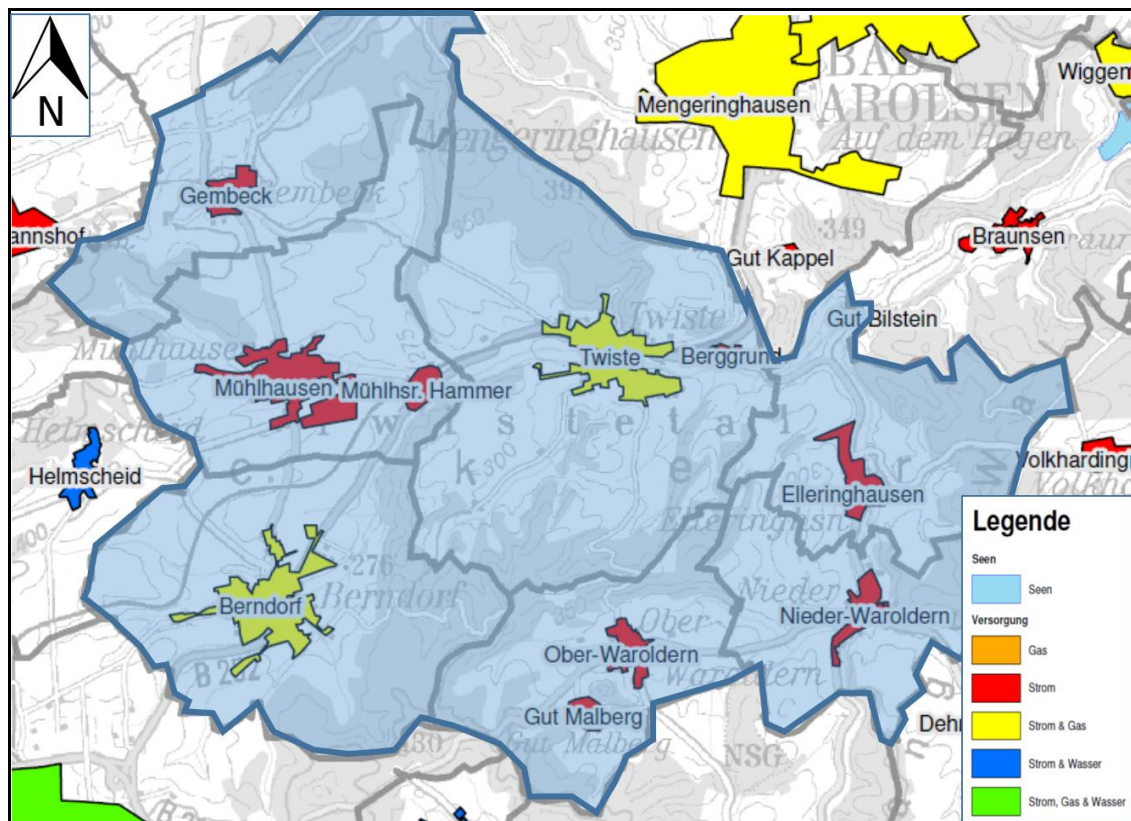


Abb. 2: Kartenausschnitt der EWF-Gebietskarte im Bereich Twistetal [8]

Die Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF)

Die EWF mit Sitz in Korbach ist ein regionales Dienstleistungsunternehmen in Nordhessen und versorgt in den Landkreisen Waldeck-Frankenberg, Kassel und Schwalm-Eder ein Gebiet von 1.260 km² mit elektrischer Energie, Erdgas, Wärme und Wasser. Weitere Tätigkeitsfelder sind die Organisation des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), die Unterstützung bei kommunalen Projekten, der Betrieb von Schwimmbädern sowie Energieberatungen für gewerbliche und private Kunden. Insgesamt sind rund 290 Mitarbeiter bei der EWF beschäftigt. Gesellschafter der EWF sind mit 54,5 % der Zweckverband Energie Waldeck-Frankenberg sowie die Thüga AG, München, mit 45,5 %. [9]

3.3 Gebäudebestand

Der Energieverbrauch in privaten Haushalten ist bundesweit in Bezug auf Strom und Wärme klimatisch und ökonomisch von großer Bedeutung (siehe hierzu auch Kap. 4.3.4). Besonders die Beheizung der Einfamilienhäuser in Hessen, ca. 49 % werden mit Heizöl beheizt, zeigt das enorme CO₂-Einsparungspotenzial, das ohne eine energetische Sanierung der Gebäude alleine durch eine Umstellung auf Erdgas oder erneuerbare Energien möglich wäre. [10]

Der Einsatz von Erneuerbaren Energien in privaten Wohnhäusern und Klimaschutzmaßnahmen zu mehr Energieeffizienz stellen also besonders im Immobilienbestand durch große Potenziale und Auflagen des Gesetzgebers [EnEV 2009] eine große Herausforderung für die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesrepublik Deutschland dar. So mussten laut EnEV beispielsweise Hauseigentümer bis Ende 2011 alle ungedämmten Obergeschossdecken dämmen, sofern die Dachräume unbeheizt sind und auch das darüber liegende Dach keine Dämmschicht besitzt.

Die Situation des Gebäudebestandes, aber auch die sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen der Hauseigentümer können sich lokal stark unterscheiden. Zur Aktivierung der CO₂-Einsparpotenziale sind die jeweiligen sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen der Hauseigentümer einzubeziehen. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass restriktive top-down Ansätze zu vermeiden und individuelle persönliche Überzeugungsarbeit, auch wenn diese zeitaufwendiger ist, zu empfehlen sind.

Die Erhebung der Wohngebäude durch den Zensus 2011 in der Gemeinde Twistetal hat einen Bestand von 1.433 Wohngebäuden ergeben (siehe Abb. 3) [11]. Aufgrund der ländlichen Struktur handelt es sich überwiegend um freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser.

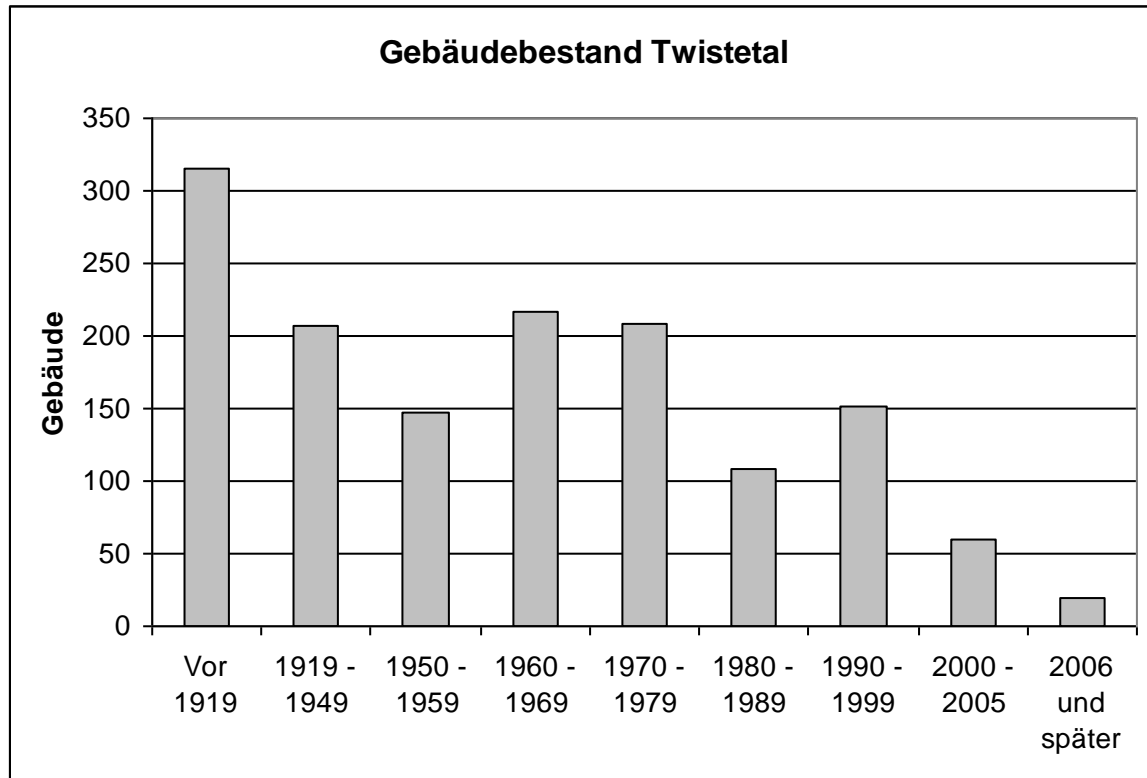


Abb. 3: Statistik Hessen, Zensus 2011 [11]

In Abb. 4 ist die hessische Gebäudetypologie abgebildet. Diese unterscheidet sich geringfügig von den Daten des Zensus 2011. So werden z.B. im Zensus 2011 die Gebäude vor 1919 zusammengefasst, während in der hessischen Gebäudetypologie in Fachwerk und Nichtfachwerk unterteilt wird. Gleiches gilt für die Gebäude nach 2002; auch hier ist keine genaue Übereinstimmung vorzufinden. Letzteres ist für die Auswertung nicht relevant, da wenn überhaupt, nur geringe Energieeinsparpotenziale erzielt werden bzw. diese sich nicht in einer überschaubaren Zeit amortisieren können.

Baualterklasse		Einfamilienhäuser		Reihenhäuser		Mehrfamilienhäuser	
A	Vor-1918 Fachwerk		EFH_A Geschosse: 2		RH_A Geschosse: 2		MFH_A Geschosse: 4
B	Vor-1918		EFH_B Geschosse: 2		RH_B Geschosse: 2		MFH_B Geschosse: 4
C	1919-1948		EFH_C Geschosse: 2		RH_C Geschosse: 2		MFH_C Geschosse: 3
D	1949-1957		EFH_D Geschosse: 1		RH_D Geschosse: 2		MFH_D Geschosse: 3
E	1958-1968		EFH_E Geschosse: 1		RH_E Geschosse: 2		MFH_E Geschosse: 4
F	1969-1978		EFH_F Geschosse: 1		RH_F Geschosse: 2		MFH_F Geschosse: 4
			EFH_G Geschosse: 1				
G	1979-1983		EFH_H Geschosse: 2		RH_G Geschosse: 2		MFH_G Geschosse: 3
H	1984-1994		EFH_I Geschosse: 1		RH_H Geschosse: 2		MFH_H Geschosse: 3
I	1995-2001		EFH_J Geschosse: 1		RH_I Geschosse: 2		MFH_I Geschosse: 3
J	Nach-2002		EFH_K Geschosse: 1		RH_J Geschosse: 2		MFH_J Geschosse: 3

Abb. 4: Hessische Gebäudetypologie [12]

3.4 Wirtschaftsstruktur

Die Mehrzahl der Erwerbstätigen der Großgemeinde ist nicht auf dem Gemeindegebiet, sondern in den umliegenden Städten und Gemeinden beschäftigt. Twistetal ist deshalb insbesondere als Wohnsitzgemeinde zu betrachten. Auf dem Gemeindegebiet sind vor allem zwei größere Industrie- und mehrere Handwerksbetriebe Arbeitgeber für die Region. Die Landwirtschaft ist aufgrund struktureller Veränderungen nicht mehr der dominierende Beschäftigungsschwerpunkt in Twistetal. [2]

In Twistetal leben 692 sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer. Diese sind zu einem Großteil im "produzierenden Gewerbe" tätig (62%). In den Beschäftigungssektoren "Sonstige Dienstleistungen" und "Handel/ Verkehr/ Gastgewerbe" sind ca. 36% der Bevölkerung der Gemeinde beschäftigt. Die Land- und Forstwirtschaft bildet mit unter 2 % den kleinsten Beschäftigungssektor. [13]

Tab. 2: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Twistetal [Eigene Darstellung nach 13] (Stand: 30.06.2010)

Beschäftigungssektor	Anzahl Beschäftigte	Anteil in [%]
Land- & Forstwirtschaft	13 Beschäftigte	1,89 %
Produzierendes Gewerbe	420 Beschäftigte	62,14 %
Handel/ Verkehr/ Gastgewerbe	82 Beschäftigte	11,85 %
Sonstige Dienstleistungen	167 Beschäftigte	24,13 %
Gesamt	692 Beschäftigte	100 %

Auf dem Gemeindegebiet existieren zwei große Gewerbeflächen der Kategorie GE, welche unmittelbar beziehungsweise in nächster Nähe zur Bundesstraße B 252 liegen. Durch die Bezeichnung GE nach der Baunutzungsverordnung (BauNVO) dienen diese Gewerbegebiete somit vorwiegend der Unterbringung von erheblich belästigenden Betrieben, wie zum Beispiel Unternehmen mit sehr lärmintensiven Produktionsschritten. Zulässig sind laut der BauNVO somit [14]:

- Gewerbebetriebe aller Art, Lagerhäuser, Lagerplätze und öffentliche Betriebe
- Geschäfts-, Büro- und Verwaltungsgebäude,

- Tankstellen,
- Anlagen für sportliche Zwecke

In den Gewerbegebieten "Berndorf" und "Twiste/ Storchwiese" haben mittelständische Handwerks-, Bau- und Fuhrbetriebe, sowie metallverarbeitende und Elektronikbetriebe ihren Standort. [15]

Twistetal - Berndorf („Hinter den Höfen“)

Tab. 3: Daten und Fakten zu Berndorf "Hinter den Höfen" [16, 17]

Gesamtfläche	20.000 m ²
Freie Fläche	Ca. 9.500 m ²
Größte Fläche	Individuell parzellierbar
Erschließung	Abwasser, Brauchwasser, Straße, Strom und Gas vorhanden
Zulässige Nutzung	GE (Gewerbegebiet)
Planungsstand	B-Plan
Verfügbarkeit	Sofort
Nutzungsmaße	GFZ: 0,6; FH: 10m
Eigentümer	Gemeinde Twistetal
Preis	14,50 €/m ²
Erschließungskosten	Nur Grundstücksanschlusskosten



Abb. 5: Gewerbegebiet "Berndorf" [17]

Twistetal - Twiste („Storchwiese“)

Tab. 4: Daten und Fakten zu Twiste "Storchwiese" [16, 17]

Gesamtfläche	21.000 m ²
Freie Fläche	z. Zt. Keine Freiflächen vorhanden
Größte Fläche	Individuell parzellierbar
Erschließung	Abwasser, Brauchwasser, Straße, Strom und Gas vorhanden
Zulässige Nutzung	GE (Gewerbegebiet)
Planungsstand	B-Plan
Verfügbarkeit	Sofort
Nutzungsmaße	GFZ: 0,8; FH: 7,5m
Eigentümer	Gemeinde Twistetal
Preis	14,50 €/m ²
Erschließungskosten	Nur Grundstücksanschlusskosten



Abb. 6: Gewerbegebiet Twiste „Storchwiese“ [15]

Region Nordwaldeck

Die Großgemeinde Twistetal vermarktet sich regional insbesondere in den wirtschaftlichen, touristischen und stadtplanerischen Bereichen gemeinsam mit den Nachbargemeinden Bad Arolsen, Diemelstadt und Volkmarsen unter dem Slogan „Nordwaldeck“.



Abb. 7: Gewerbegebiete in der Region Nordwaldeck [18]

In den vergangenen Jahren wurde auf regionaler Ebene u. a. das Tourismuskonzept Nordwaldeck erarbeitet.

3.5 Kommunale Liegenschaften

Im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes liegt ein inhaltlicher Schwerpunkt auf den öffentlichen Liegenschaften in kommunaler Trägerschaft. Eine Betrachtung öffentlicher Einrichtungen auch anderer Träger war im gegebenen Rahmen nicht möglich. Aufgrund der generell recht angespannten Haushaltssituation vieler Kommunen, gewinnt das Thema energetische Gebäudesanierung von städtischen Liegenschaften (z. B. Dämmung von Außenwänden und Dach, Austausch der Fenster, Erneuerung der Anlagen- und Beleuchtungstechnik) zunehmend an Bedeutung. Neben der Verminderung des CO₂-Ausstoßes ergibt sich durch die Energieeinsparung eine Entlastung des städtischen Haushaltes bei den Energiekosten. Daher stellen die kommunalen Liegenschaften einen Themenschwerpunkt für das Klimaschutzkonzept der Gemeinde Twistetal dar.

Die Gemeinde Twistetal verfügt in Twiste einschließlich der Ortsteile Berndorf, Mühlhausen,

Gembeck, Ober-Waroldern, Nieder-Waroldern und Elleringhausen, über insgesamt 16 Liegenschaften, von denen alle Liegenschaften unterschiedlicher Nutzung mit insgesamt etwa 9.000 m² beheizter Bezugsfläche gemäß EnEV 2009 in diese Bewertung eingeflossen sind. Die Auswahl der bewerteten Liegenschaften wurde von der zuständigen Lenkungsgruppe in Twistetal unter Beachtung der Sinnhaftigkeit gemäß Nutzung und Zustand der Liegenschaften getroffen. Im Bereich der Wärmebetrachtung konnten zwei Wohnhäuser in den Tabellen nicht mit aufgeführt werden (Wert = 0), da die Verbrauchswerte direkt mit den Nutzern abgerechnet werden und zur Bewertung nicht vorlagen (Haus Scholla in Gembeck und Wohnhaus Scholla in Elleringhausen).

Folgende Liegenschaften sind Bestandteil der Bewertung:

- Rathaus Twiste
- Bauhof Twiste I
- Mehrzweckhalle Twiste mit Feuerwehr
- Mehrzweckhalle Berndorf mit Feuerwehr
- Wohnhaus Berndorf Strother Straße (vermietet)
- Mehrzweckhalle Mühlhausen
- Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen
- Dorfgemeinschaftshaus Gembeck
- Haus Scholla, Gembeck
- Dorfgemeinschaftshaus Ober-Waroldern
- Feuerwehr Ober-Waroldern
- Dorfgemeinschaftshaus Nieder-Waroldern
- Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen
- Feuerwehr Elleringhausen
- Wohnhaus Scholla, Elleringhausen

Als Berechnungsgrundlage dienten die von der Gemeinde Twistetal zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten der letzten vier zusammenhängenden Jahre für Wärme und Strom (2009, 2010, 2011 und 2012). Um eine möglichst reelle Aussage über die einzelne Liegenschaft tref-

fen zu können, wurden Wärme- und Stromverbrauchswerte, die offensichtlich nicht ein ganzes Verbrauchsjahr umfassten, nicht berücksichtigt. Weiterhin flossen allgemeine Angaben zu den Gebäuden und der Anlagentechnik gemäß der Datengrundlage der Gemeinde Twistetal ein. Ergänzt wurden die Daten durch eine Vor-Ort-Begehung von Mitarbeitern der BDO Technik- und Umweltconsulting GmbH im April und November 2013.

Für die Bewertung wurde zunächst ein klimabereinigter Mittelwert [19] der letzten drei, bzw. vier zusammenhängenden Verbrauchsjahre Wärme je Gebäude ermittelt. Dieser wurde ins Verhältnis zu seiner Energiebezugsfläche gesetzt. Das Ergebnis wurde mit einem Vergleichswert nach EnEV 2009 [20] für die unterschiedlichen Nutzungen der Gebäudekategorien, eingeteilt in Bauwerkszuordnungsklassen (BWZK) [21], verglichen. (Diese beinhalten Benchmarks der Verbrauchswerte alter und neuerer Gebäude gleicher Nutzung).

In einem zweiten Arbeitsschritt flossen in das Ergebnis Angaben über Gebäude, die anlagentechnischen Komponenten und das Nutzerverhalten mit ein, so dass mit Hilfe eines internen Bewertungskataloges eine priorisierte Aussage über die Sanierungsbedürftigkeit der Liegenschaften möglich wurde. (Abb. 10)

Alle vorhandenen Daten wurden anhand der nachfolgenden Bewertungskriterien ausgewertet:

Wertung der Informationen, Punkteverteilung für eine Sanierungspriorität

Für den spezifischen Wärmeverbrauch, [kWh pro m² und Jahr]:

- 0 Punkte: < EnEV-Vergleichswert,
- 4 Punkte: \geq EnEV-Vergleichswert bis 20% > EnEV-Vergleichswert
- 8 Punkte: > 20% über EnEV-Vergleichswert vergeben.

Der spezifische Stromverbrauch floss mit

- 0 Punkte: < EnEV- Vergleichswert,
- 2 Punkt: > EnEV-Vergleichswert und < 20 % über EnEV-Vergleichswert,
- 4 Punkte: > 20 % über EnEV-Vergleichswert in die Bewertung ein.

Qualität der Außenwände

- 0 Punkte: energetisch hochwertig
- 2 Punkte: mittlerer energetischer Standard und
- 4 Punkte: sehr geringer Standard.

Qualität der Fenster

- 0 Punkte: energetisch hochwertig
- 2 Punkte: mittlerer energetischer Standard und
- 4 Punkte: sehr geringer Standard

Qualität des Dach/der obersten Geschossdecke

0 Punkte: energetisch hochwertig

2 Punkte: mittlerer energetischer Standard und

4 Punkte: sehr geringer Standard.

Qualität der Kellerdecke/Bodenplatte

0 Punkte: energetisch hochwertig

2 Punkte: mittlerer energetischer Standard und

4 Punkte: sehr geringer Standard.

Die Anlagentechnik floss ein mit

0 Punkte: Anlagentechnik nach 2008

2 Punkt: Anlagentechnik zwischen 1998 und 2008

4 Punkte: Anlagentechnik vor 1998.

Ferner wurde die Nutzungsintensität (0 bis 2 Punkte), eventuell bereits geplante Sanierungsmaßnahmen (0 bis 2 Punkte), mögliche vorhandene Bauschäden, (0 bis 2 Punkte), und eventuell dadurch vorhandene Nutzungseinschränkungen, (0 oder 2 Punkte), in der Punktwertung mit berücksichtigt.

Maximal konnten 42 Punkte je Liegenschaft erzielt werden, was zeitgleich die höchste Sanierungspriorität darstellt.

Sanierungspriorität

20 bis 42 Punkte	sehr hoch
15 bis 19 Punkte	hoch
11 bis 14 Punkte	mittel
6 bis 10 Punkte	gering
0 bis 5 Punkte	sehr gering

Die absoluten Werte für Wärme- und Strom je Liegenschaft wurden, da durch sie keine direkte Aussage über die Qualität der Gebäudehülle getroffen werden kann und die Liegenschaften unabhängig von ihrer Größe objektiv bewertet werden sollten, in der Bewertungsmatrix nicht berücksichtigt. Für die abschließende Sanierungsbewertung je Liegenschaft wurden die absoluten Verbräuche jedoch hinzugezogen (Abb. 8).

Für den Stromverbrauch der Liegenschaften wurden Mittelwerte aus den letzten vier zusammenhängenden Verbrauchsjahren Strom gebildet, die, ebenfalls bezogen auf die Energiebezugsfläche, mit den zugehörigen Vergleichswerten nach EnEV 2009 je BWZK [21] vergli-

chen wurden.

3.5.1 Ergebnisse Wärme

Die Gemeinde Twistetal hat bereits in der Vergangenheit mit der Umsetzung des Themenkomplexes „Liegenschaften und Energie“ ambitioniert begonnen. Bereits bei 13 der 16 Liegenschaften wurde die Anlagentechnik innerhalb der letzten drei Jahre erneuert. Auch sind bei einer Vielzahl der Gebäude bereits energetische Modernisierungsmaßnahmen, wie Dämmung des Daches/der obersten Geschossdecke oder Dämmung der Außenwände, umgesetzt worden. Nur zwei der 16 Liegenschaften fallen in die Sanierungskategorie „sehr hoch“ (20 bis 42 Punkte), weitere fünf fallen in die Kategorie „hoch“ (15 bis 19 Punkte), fünf Liegenschaften liegen in der „mittleren“ Sanierungskategorie (11 bis 14) und die übrigen vier fallen in die Kategorien gering bis sehr gering sanierungsbedürftig. Von den bewerteten Gebäuden fällt keines unter den Denkmalschutz, was die Möglichkeiten einer energetischen Modernisierung erfahrungsgemäß einschränken und verteuern kann. Besonders hervorzuheben ist das bislang schon sehr umfassend energetisch modernisierte Rathaus in Twiste, ein alter, ehemaliger Gutshof von 1920. Auch die Mehrzweckhalle in Berndorf wurde bereits grundlegend energetisch modernisiert. Hier wurden bereits neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung in 2010 und eine neue Anlagentechnik mit zeitgemäßer Brennwerttechnik eingebaut, sowie das Dach gedämmt. Dennoch sind nach wie vor energetische Einsparpotenziale im Bereich der öffentlichen Liegenschaften zur Senkung der Energiekosten und der CO₂-Emissionen sowie zur Reduzierung der Betriebskosten vorhanden.

Der durchschnittliche Gesamtwärmeverbrauch der bewerteten kommunalen Liegenschaften der letzten vier zusammenhängenden Jahre (2009 bis 2012), liegt bei etwa 870 MWh/a (ohne Haus Scholla und Wohnhaus Scholla). Abb. 8 zeigt die Aufteilung des absoluten Wärmeverbrauches auf die einzelnen Liegenschaften der Gemeinde Twistetal.

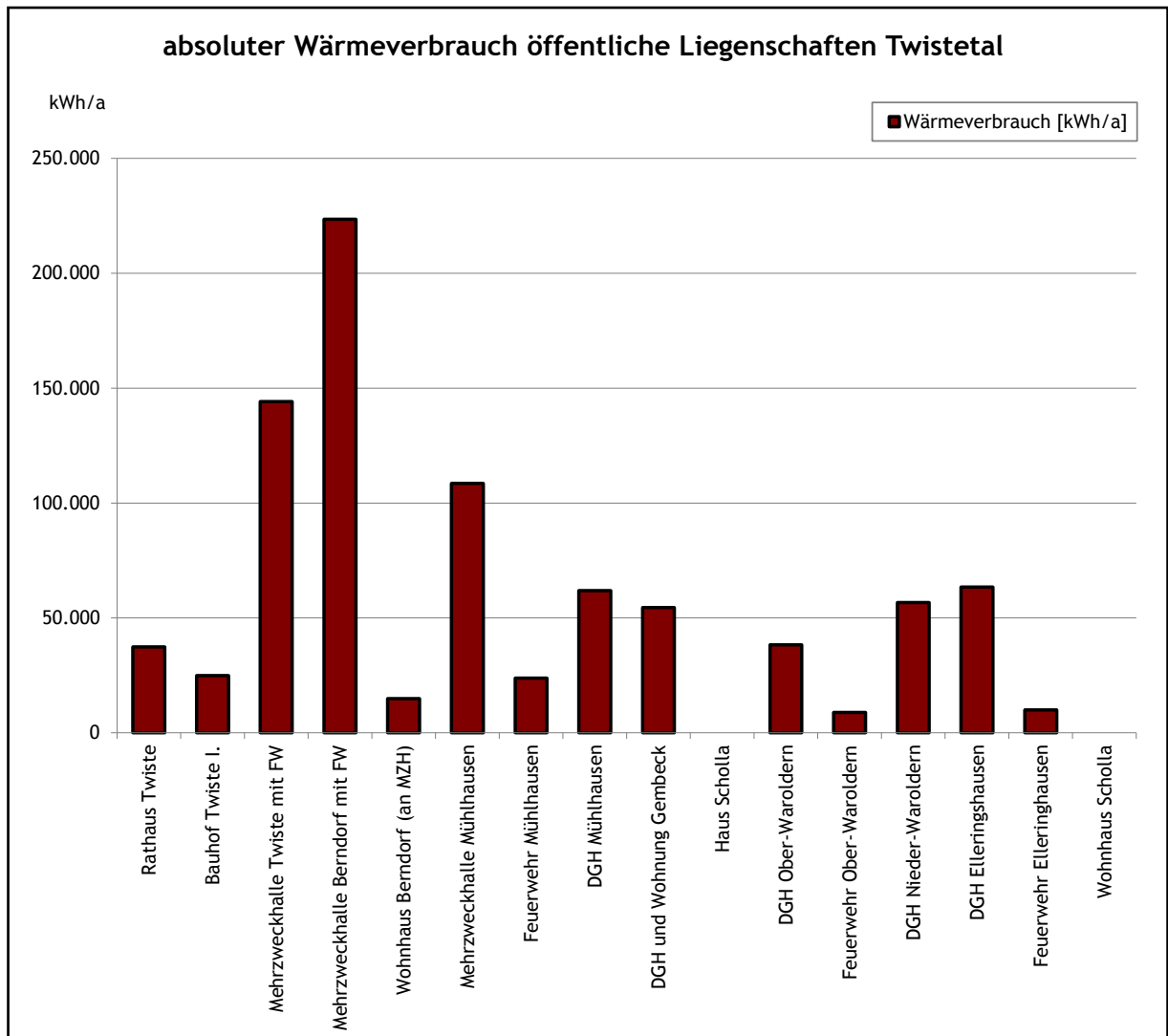


Abb. 8: Absoluter Wärmeverbrauch je Liegenschaft [Eigene Berechnungen]

Hier zeigt sich, dass die drei Mehrzweckhallen von Twistetal die mit Abstand größten absoluten Wärmeverbraucher sind und gemeinsam etwa 55 % (das entspricht etwa 476.000 kWh/a) des gesamten Wärmeverbrauches aller bewerteten Liegenschaften aufweisen. Alle Mehrzweckhallen stammen aus dem Beginn der 1970er Jahre. Die aus dieser Zeit, (vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977), stammenden Bauteile sind in der Regel auf einem sehr schlechten energetischen Stand. Zeitgleich werden alle Hallen häufig genutzt, woraus ein großer Nutzerbedarf Wärme resultiert. Die Gemeinde Twistetal hat bei allen Mehrzweckhallen bereits energetisch gravierend eingegriffen und zum Teil umfassend modernisiert (besonders erwähnenswert ist die Mehrzweckhalle Mühlhausen). Abb. 9 stellt den Wärmeverbrauch je Liegenschaft, bezogen auf die EnEV-Vergleichswerte von 2009 in kWh/m²a dar.

Erst hier zeigt sich, welche Liegenschaft spezifisch tatsächlich sehr viel, bzw. wenig Wärme verbraucht, da sich der Wärmeverbrauch direkt auf die beheizte Fläche des Gebäudes bezieht (errechnete Wärmebezugsfläche gem. EnEV 2009).

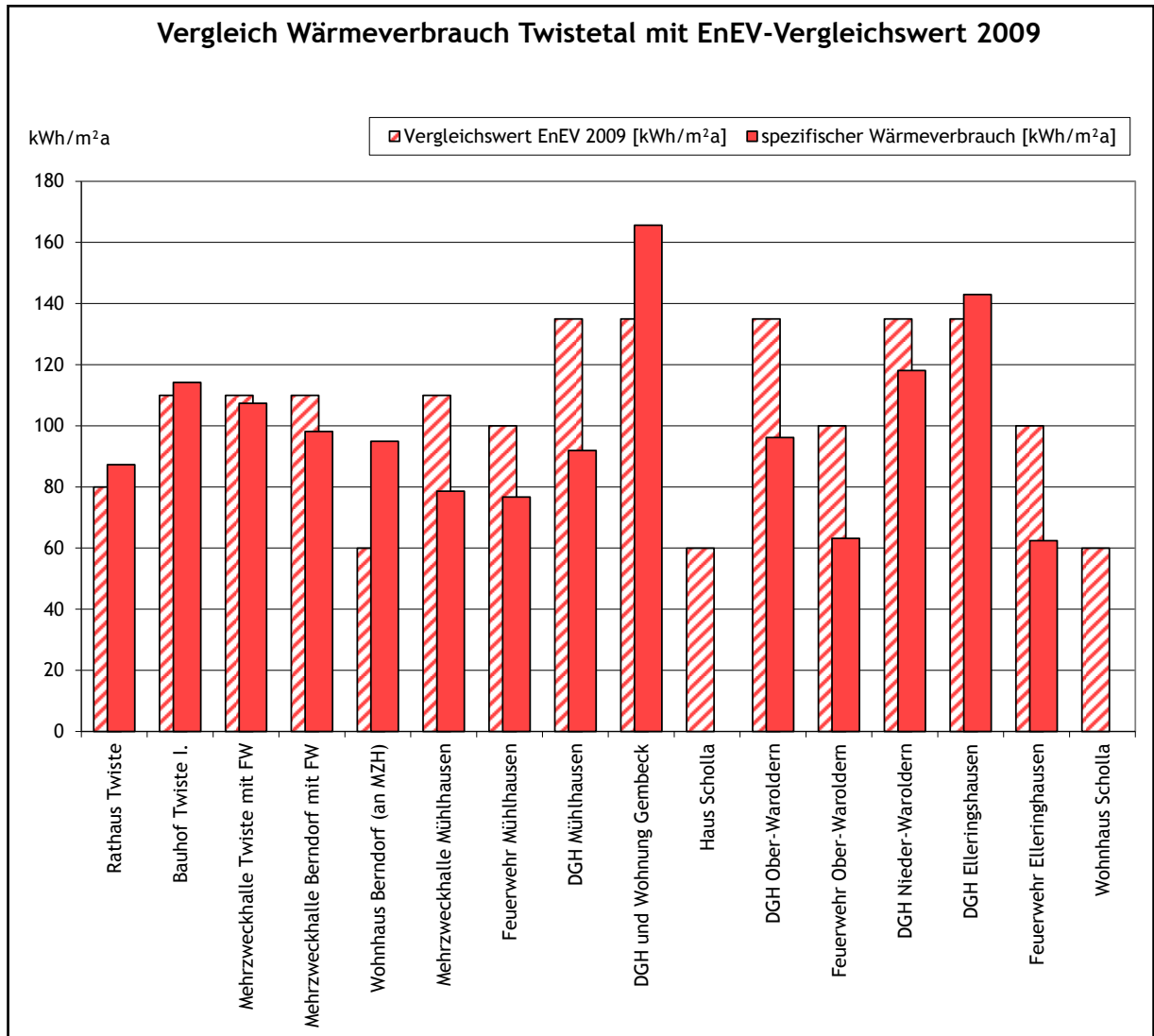


Abb. 9: Vergleich Wärmeverbrauch je Liegenschaft mit Vergleichswert der EnEV 2009 [Eigene Berechnung]

Hier wird deutlich, dass die drei Mehrzweckhallen alle unter ihren jeweiligen EnEV-Vergleichswerten von 2009 liegen. Das bedeutet, dass die Hallen, obwohl sie absolut gesehen einen sehr hohen Verbrauch aufweisen, spezifisch pro m² und Jahr jedoch nicht auffällig sind und sich die bereits getätigten energetischen Modernisierungsmaßnahmen durch geringere Verbräuche je m² bereits bemerkbar machen.

Von den 16 bewerteten Liegenschaften liegen in der Gemeinde Twistetal nur fünf Liegenschaften über den EnEV-Vergleichswerten. Diese sind:

- Dorfgemeinschaftshaus Gembeck: 30,6 kWh/m²a, (spezifischer Wärmeverbrauch: 165,6 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 135 kWh/m²a)
- Wohnhaus Berndorf: 7,3 kWh/m²a (spezifischer Wärmeverbrauch: 87,3 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 80 kWh/m²a)
- Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen: 8 kWh/m²a (spezifischer Wärmeverbrauch: 143 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 135 kWh/m²a)
- Rathaus Twiste: 4,8 kWh/m²a (spezifischer Wärmeverbrauch: 114,8 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 110 kWh/m²a)
- Bauhof Twiste: 4,2 kWh/m²a (spezifischer Wärmeverbrauch: 114,2 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 110 kWh/m²a)

Um eine konkretere Aussage zur Sanierungswürdigkeit der einzelnen Liegenschaft geben zu können, reicht die Feststellung einer Überschreitung der Vergleichswerte nicht aus. Zusätzlich werden im Folgenden die weiter oben aufgeführten Aspekte in die Betrachtung hinzugezogen. (Die im Folgenden, bzw. in Kapitel 5.2 aufgeführte Einschätzung der Sanierungsnotwendigkeit der einzelnen Liegenschaften ersetzt nicht die konkrete Betrachtung und Berechnung der einzelnen Liegenschaft für Maßnahmen und Wirtschaftlichkeit durch Fachleute / Fachingenieure [Architekten, Energieberater...], sondern dient einer ersten Übersicht). Eine präzisere Rangfolge für die Sanierungspriorität zeigt sich nach der Ergänzung der genannten Ergebnisse mit der Bewertung der Bauteile je Liegenschaft, des Ist-Zustandes, der Nutzungsintensität und der Anlagentechnik (Abb. 10).

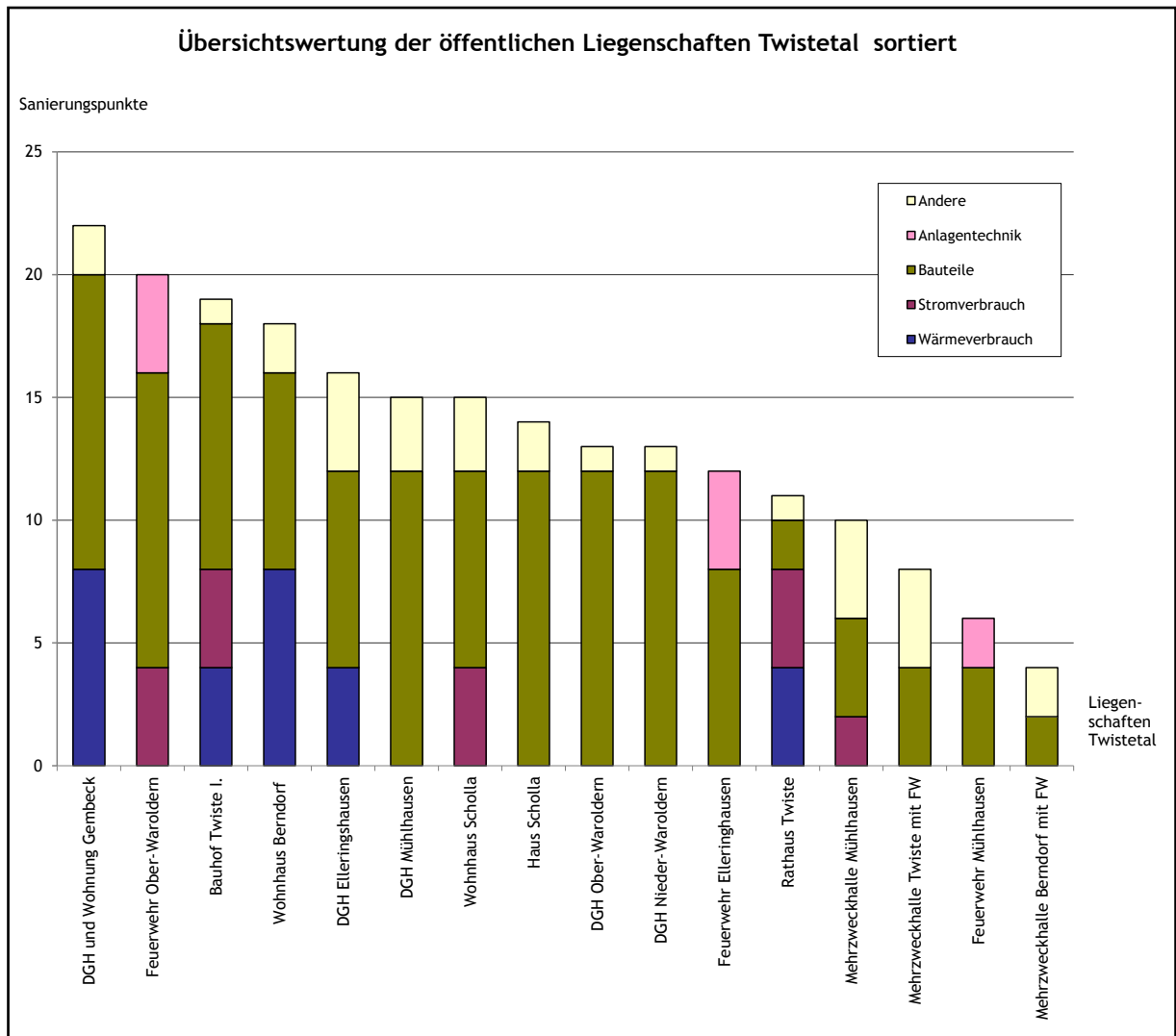


Abb. 10: Übersicht Sanierungspriorität [Eigene Berechnungen]



Dorfgemeinschaftshaus Gembeck mit Wohnung

Das Dorfgemeinschaftshaus Gembeck wurde 1953 erbaut und wird als Wohnung und Dorfgemeinschaftshaus mit einer angebauten Garage für die Feuerwehr genutzt. Die Bauteile sind überwiegend auf baujahresbedingtem Qualitätsstand, es wurde bislang wenig verändert. Lediglich die Fenster wurden vermutlich in den 1980er Jahren ausgetauscht. Allein die Anlagentechnik wurde, wie bei fast allen öffentlichen Liegenschaften der Gemeinde Twistetal, bereits erneuert. 2010 wurde ein neuer Ölbrennwertkessel eingebaut. Außenwände, Dach und Kellerdecke sind bislang baulich noch nicht „angefasst“ worden. Der spezifische Wärme-

verbrauch des Gebäudes liegt, obwohl es eher sporadisch genutzt wird, sehr hoch und mit 165,6 kWh/m²a, 30,6 kWh/m²a über dem entsprechenden EnEV-Vergleichswert 2009. Auch der absolute Wärmeverbrauch ist in Anbetracht der geringen Nutzungsintensität mit etwa 6,3 % am gesamten Wärmeverbrauch der bewerteten Liegenschaften sehr hoch. Das Gebäude weist große energetische Einsparpotenziale auf.



Feuerwehr Ober-Waroldern

Bei der Feuerwehr Ober-Waroldern handelt es sich um ein relativ kleines Gebäude mit ca. 140 m² beheizter Bezugsfläche. Es wird überwiegend als Garage für die Feuerwehrfahrzeuge mit kleinem Schulungsraum genutzt. Die Bauteile entsprechen dem Baujahr des Gebäudes von 1971 und weisen in allen Bereichen Optimierungspotenziale zur Senkung des Energieverbrauches auf. Dieser ist jedoch weder absolut noch spezifisch gesehen hoch, was an der geringen Nutzungsquantität liegt. Das Gebäude wird mit Strom über Nachtspeicheröfen beheizt.



Bauhof Twiste I

Der Bauhof Twiste in unmittelbarer Nähe zum Rathaus Twiste wurde 1981 erbaut und wird als Fahrzeughalle mit Aufenthaltsraum genutzt. Das Gebäude hat keine eigene Heizungsanlage und wird vom Rathaus über eine Wärmeleitung mitbeheizt. Die Anlagentechnik des Rathauses wurde in 2010 ausgetauscht. Auch in 2010 wurden die alten Fenster des Bauhofs gegen Fenster mit Wärmeschutzverglasung und einem U-Wert von 1,1 W/m²K ausgetauscht. Das entspricht einem sehr guten energetischen Qualitätsstandard. Die übrigen Bauteile, (Außenwände und Dach), wurden bislang nicht optimiert. Das Gebäude wird werktags genutzt. Der absolute Wärmeverbrauch ist nicht auffällig hoch, was aber auch an der relativ kleinen beheizten Fläche liegt, bzw. geklärt werden sollte, ob die Fahrzeughalle durchgängig mitbeheizt wird. Der spezifische Wärmeverbrauch liegt jedoch mit 4,2 kWh/m²a leicht über dem EnEV-Vergleichswert von 2009.



Wohnhaus Berndorf Strother Straße

Bei dem Wohnhaus Berndorf handelt es sich um ein freistehendes Einfamilienhaus in direkter Nachbarschaft zur Mehrzweckhalle Berndorf, von 1955. Im Jahr 1981 wurden die Fenster des Gebäudes ausgetauscht. Diese sind aber jetzt schon über 30 Jahre alt und entsprechen daher nicht den heutigen Energiestandards. In 2000 wurde die Außenhülle energetisch optimiert, der Rest der wärmeübertragenden Umfassungsfläche wurde bislang nicht optimiert. Das Gebäude liegt mit seinem spezifischen Wärmeverbrauch 34,9 kWh/m²a über dem EnEV-Vergleichswert.



Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen

Das Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen wurde 1952 erbaut und 1979 sowie 2003 erweitert. Obgleich die Wärmebezugsfläche relativ klein ist (ca. 440 m²), liegt das Gebäude mit durchschnittlich etwa 63.400 kWh/a Wärmeverbrauch an Platz 4 der bewerteten kommunalen Liegenschaften von Twistetal. Das entspricht etwa 7,3 % des gesamten Wärmeverbrauches. Auch der spezifische Verbrauch liegt mit 143 kWh/m²a 8 kWh/m²a über dem Vergleichswert der EnEV 2009. An den Bauteilen wurde bislang wenig optimiert, geplant sind aber bereits der Austausch der vorhandenen alten Glasbausteine, sowie eine neue Dacheindeckung, in deren Rahmen auch eine Dämmung eingebracht werden soll. Die Anlagentechnik ist auch hier, wie in den meisten kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Twistetal, in 2010 komplett erneuert worden.



Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen

Der absolute Wärmeverbrauch des Dorfgemeinschaftshauses Mühlhausen liegt ähnlich hoch, wie beim Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen. Die beheizte Fläche ist jedoch deutlich größer. Aus diesem Grund ist der spezifische Wärmeverbrauch hier unauffällig und unterhalb des EnEV-Vergleichswertes. Das könnte daran liegen, dass die Bauteile energetisch eine bessere Qualität aufweisen. Tatsächlich ist bis auf die Anlagentechnik aber noch nicht viel gemacht worden. Die Außenwände, das Dach und die Kellerdecke sind ungedämmt, die Fenster vermutlich aus Mitte der 1980er Jahre. Bereits geplant ist eine Teilerneuerung der Fenster.

**Wohnhaus Scholla (am DGH Elleringhausen) und****Haus Scholla**

Die Wärmeverbräuche der Wohngebäude Wohnhaus am DGH Elleringhausen und Haus Scholla werden von den Bewohnern der Gebäude direkt mit dem Versorger abgerechnet, und lagen daher nicht vor. Grundsätzlich kann man aber eine Aussage zu der energetischen Qualität der Bauteile treffen. Bei beiden Gebäuden wurde in 2010 die Anlagentechnik erneuert und beim Wohnhaus Scholla von 1961 wurde bereits das Dach neu gedeckt und in diesem Rahmen auch zeitgemäß gedämmt. Ansonsten wurde bislang bei beiden Gebäuden wenig energetisch optimiert. Beim Gebäude Wohnhaus Scholla sind Potenziale zur Einsparung des Wärmeverbrauchs und damit auch des CO₂-Ausstosses im Bereich der Außenwände, der Fenster und der Kellerdecke vorhanden. Beim Haus Scholla von 1800, liegen zusätzlich Potenziale im Bereich des Daches. Hier sollte über eine Dämmung der obersten Geschossdecke, die vom Gesetzgeber über die EnEV 2009, sofern nicht das Dach gedämmt ist, bereits verpflichtend ist. Im Bereich der Außenwände kommt möglicherweise nur eine Innenwanddämmung in Frage. Grundsätzlich können Einsparpotenziale nur nach vorheriger detaillierter Betrachtung der einzelnen Modernisierungsmaßnahmen durch Fachleute/Fachingenieure (z.B. Architekten oder Energieberater), besonders hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einer jeder Maßnahme, genauer definiert werden.

Aussicht

Grundsätzlich hat die Gemeinde Twistetal schon sehr umfangreich mit energetischen Modernisierungen begonnen. Fast in allen Liegenschaften wurde bereits die Anlagentechnik erneuert, und entspricht weitestgehend dem aktuellen Stand der Technik. Dennoch sind nach wie vor Potenziale bei den meisten Liegenschaften zur Energieeinsparung vorhanden. Diese können aber nur anhand einer detaillierten energetischen Betrachtung genau bestimmt werden. Durch die Novellierung der EnEV, die voraussichtlich ab 2014 anzuwenden sein wird, werden die Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden im Bereich der Neubauten nochmals deutlich gesteigert. Um auch zukünftig den Werterhalt der kommunalen Liegenschaften im Bestand zu gewährleisten sind energetische Sanierungen zu empfehlen. Eine energetische Sanierung erhält bzw. steigert nicht nur den Wert der Immobilie, (aktueller Stand der Technik, niedrigere Verbrauchskosten und Emissionen), sondern erhöht auch den Komfort und das „Wohn- bzw. Wohlfühl“ der Bewohner und Nutzer einer Immobilie.

3.5.2 Ergebnisse Strom

Der Gesamtverbrauch Strom der Gemeinde Twistetal und ihrer Ortsteile für die bewerteten 16 kommunalen Liegenschaften liegt bei etwa 140 MWh/a, die sich wie folgt auf die Liegenschaften aufteilen:

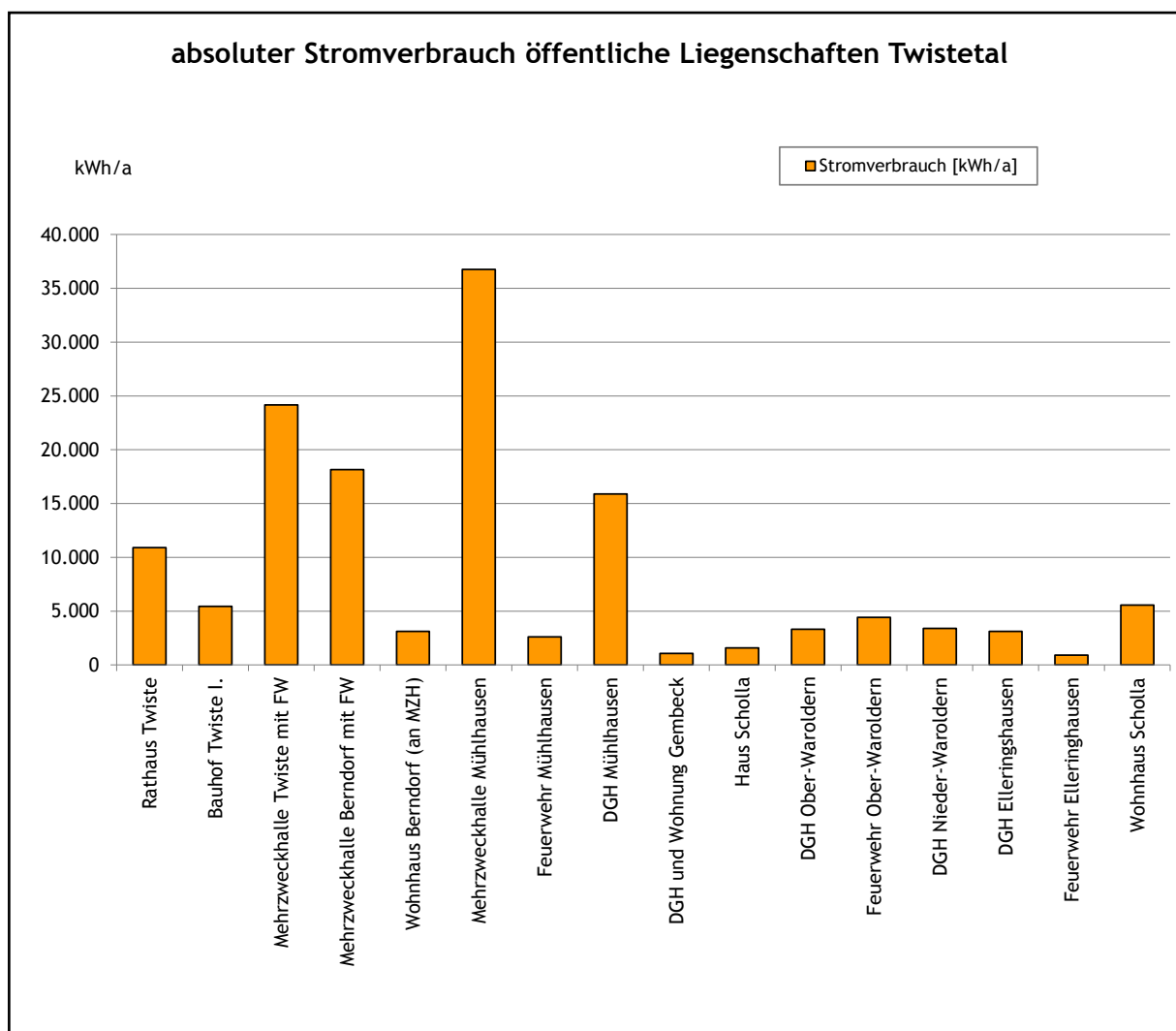


Abb. 11: Absoluter Stromverbrauch je Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

In Abb. 1111 wird deutlich, dass der Stromverbrauch der meisten Liegenschaften der Gemeinde Twistetal absolut gesehen sehr gering ist. Heraus sticht die Mehrzweckhalle Mühlhausen, die Mehrzweckhalle Twiste und die Mehrzweckhalle Berndorf sowie das Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen und das Rathaus Twiste hervor. Bei allen Liegenschaften lässt sich der hohe absolute Verbrauch mit sehr großen Bezugsflächen, sowie einer großen Nutzungsintensität der Gebäude erklären. Ob der Verbrauch spezifisch tatsächlich sehr hoch ist, zeigt

sich in Abb. 12.

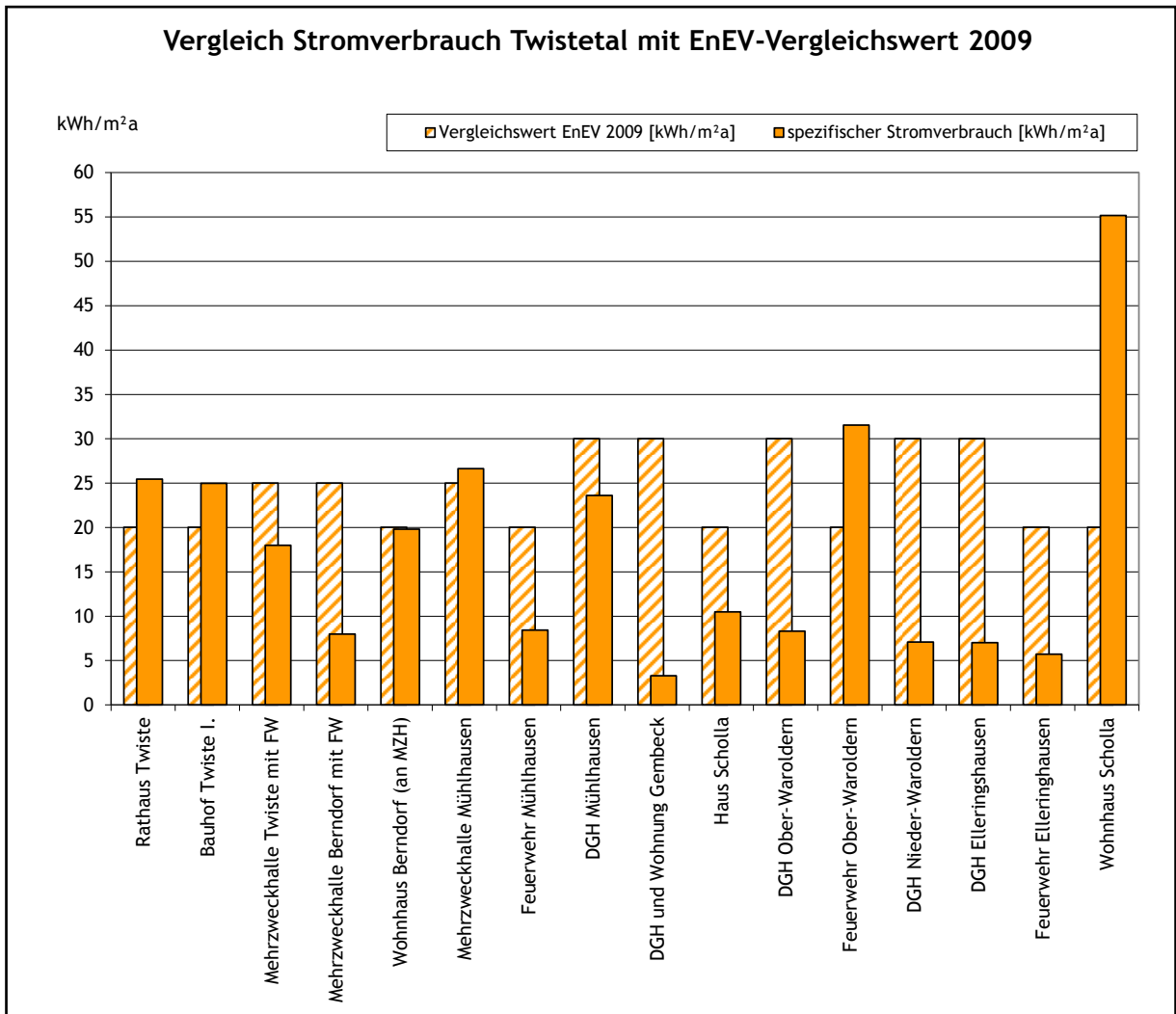


Abb. 12: Vergleich Stromverbrauch/Liegenschaft mit EnEV-Vergleichswert 2009 [Eigene Berechnungen]

Jetzt wird deutlich, dass alle genannten Liegenschaften spezifisch nur sehr wenig Strom verbrauchen und zumeist unter den jeweiligen EnEV-Vergleichswerten von 2009 liegen. Nur die Mehrzweckhalle Mühlhausen liegt mit 1,6 kWh/m²a sehr gering, das Rathaus mit 5,5 kWh/m²a etwas mehr über seinem EnEV-Vergleichswert von 2009. Folgende der bewerteten Liegenschaften liegen über ihren EnEV-Vergleichswerten von 2009:

- Rathaus Twiste: 5,5 kWh/m²a über dem Vergleichswert, (spezifischer Stromverbrauch: 25,5 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 20 kWh/m²a)
- Bauhof Twiste: 5,0 kWh/m²a über dem Vergleichswert, (spezifischer Stromverbrauch:

25,0 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 20 kWh/m²a)

- Mehrzweckhalle Mühlhausen: 1,6 kWh/m²a über dem Vergleichswert, (spezifischer Stromverbrauch: 26,6 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 20 kWh/m²a)
- Feuerwehr Ober-Waroldern: 11,6 kWh/m²a über dem Vergleichswert, (spezifischer Stromverbrauch: 31,6 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 20 kWh/m²a)
- Wohnhaus Scholla: 35,2 kWh/m²a über dem Vergleichswert, (spezifischer Stromverbrauch: 55,2 kWh/m²a, Vergleichswert EnEV 2009: 20 kWh/m²a)

Aussicht

Grundsätzlich kann der Status Quo der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Twistetal als positiv bewertet werden. Dennoch liegen einige Stromverbräuche sehr hoch. Die möglichen Gründe und die Einsparpotenziale im Bereich Strom der kommunalen Liegenschaften werden in Kapitel 5.2 näher betrachtet.

3.6 Kraft-Wärme-Kopplung

Im Gegensatz zur getrennten Umwandlung von Primärenergie in Wärme oder Strom stellt die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) eine deutlich ressourcenschonendere, CO₂-arme, sichere und kostengünstige Alternative dar. KWK-Anlagen gibt es in allen Leistungsgrößen, von der kleinen „Stromerzeugenden Heizung“ im 1-2 Familienhaus bis zu Anlagengrößen passend für ein Schwimmbad, einen Produktionsbetrieb oder ein Nahwärmenetz.

Für die Gemeinde Twistetal sind bisher keine KWK-Anlagen bekannt. Da man auch hierfür im Regelfall einen Gasanschluss benötigt, wäre das nur in Berndorf und Twiste möglich. Allerdings können BHKW auch Gasnetz-unabhängig mit Pflanzenöl, Biogas, Öl oder Flüssiggas betrieben werden.

Für die Mehrzweckhallen (MZH) wurde von Seiten der Gemeinde bereits der Einsatz von BHKW geprüft, dies war aber nicht wirtschaftlich. Auch bei einem großen Industriebetrieb hat man den KWK-Einsatz vor einigen Jahren erwogen. [7] Hier wurde diese Lösung verworfen, weil die erzeugbare Wärme für den in der Produktion benötigten Dampf nicht ausreichte. [22]

Nahwärmenetze wurden bisher in der Gemeinde Twistetal nicht aufgebaut. Dies hängt auch mit der lockeren Bebauung und dem Fehlen großer Verbraucher mit hohem kontinuierlichem Wärmebedarf zusammen.

Insgesamt haben die Kraft-Wärme-Kopplung und der Aufbau von Nahwärmenetzen für die Gemeinde als Handlungsfeld einen geringeren Stellenwert.

3.7 Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien sind neben der Energieeffizienz die wichtigste Säule für den Klimaschutz, Um die im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes ermittelten Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien richtig einordnen zu können, ist zunächst auch in diesem Bereich eine Feststellung der bisherigen Aktivitäten notwendig. Der Überblick über die bisherige Nutzung erneuerbarer Energien in der Gemeinde Twistetal ist nicht in allen Fällen umfassend möglich, weil die Datenlage eine lückenlose Ermittlung nicht zulässt.

3.7.1 Solarenergie

Die bestehenden Anlagen im Solarenergiebereich sind durch die breite Inanspruchnahme der öffentlichen Förderung und deren gute Dokumentation relativ exakt zu ermitteln. Für die Photovoltaikanlagen werden die Anlagenstammdaten zu EEG-Anlagen der Netzbetreiber und die Informationen zur Energieerzeugung herangezogen.

Für die Darstellung der solarthermischen Anlagen ist dies schon schwieriger, weil nicht alle Eigentümer die Förderung nach dem Marktanreizprogramm, das über die Bundesanstalt für Ausfuhrkontrolle (BAFA) abgewickelt wird, in Anspruch nehmen. Andere Fördermöglichkeiten z.B. über Energieversorger oder Landesprogramme, sind nicht erfasst. Den hier dargestellten Werten sind daher schätzungsweise etwa 30 % hinzuzufügen. Da es hierzu keine Daten gibt, kann der Wert nur geschätzt werden.

Solarenergienutzung zur Stromerzeugung

Die bestehenden Photovoltaik-Anlagen lassen sich wie folgt differenziert darstellen:

Es gibt 2012 insgesamt 307 PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von 4.065 kWp (Kilowatt Peak). [23]

Eine Vielzahl von Einzelanlagen verteilt sich auf die verschiedenen Größenklassen, wobei in den letzten Jahren die Anlagengröße bedingt durch die Preisminderung zugenommen hat.

Auf städtischen Liegenschaften gibt es bisher keine PV-Anlagen.

Es gibt **keine** PV-Anlage, die im Besitz der Kommune ist oder die von einer Gemeinschaft von Twistetaler Bürgern betrieben wird, ein Konzept, das in anderen Kommunen inzwischen häufig anzutreffen ist.

Der Zubau an installierter Leistung war im letzten Jahrzehnt starken Schwankungen unterworfen. 2007 bis 2011 konnten hohe Zuwächse verzeichnet werden, seither geht der Zubau an PV-Anlagen wieder zurück. Interessant ist hier auch der Fakt, dass bereits 1993 in Twistetal eine 4,11 kWp PV-Anlage installiert wurde, 10 Jahre vor dem Beginn des eigentlichen Booms (Abb. 13: Installierte Leistung und Anzahl an PV-Anlagen 1993 - 2012 [Eigene Berechnungen nach 23])

3).

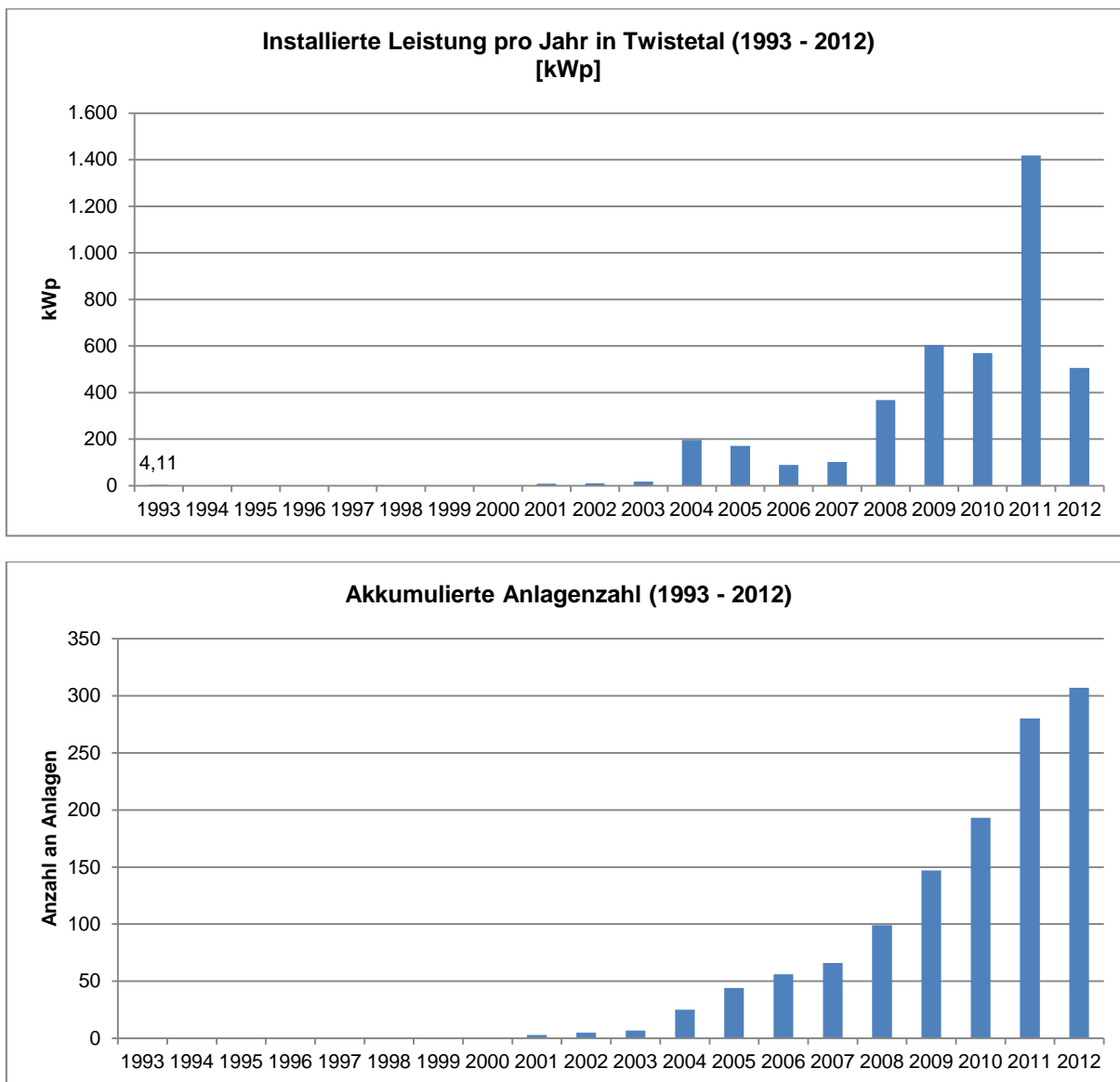


Abb. 13: Installierte Leistung und Anzahl an PV-Anlagen 1993 - 2012 [Eigene Berechnungen nach 23]

Die Verteilung der Anlagengrößen unterscheidet sich deutlich von der Verteilung der Leistung in den einzelnen Größenklassen. So entfallen auf 54 der 307 Anlagen, das sind 17,6 %, gut 44 % der gesamten installierten Leistung. Auf der anderen Seite haben 67 Anlagen, 21,8 %, gerade einmal 7,4 % der Gesamtleistung aller PV-Anlagen (Abb. 14).

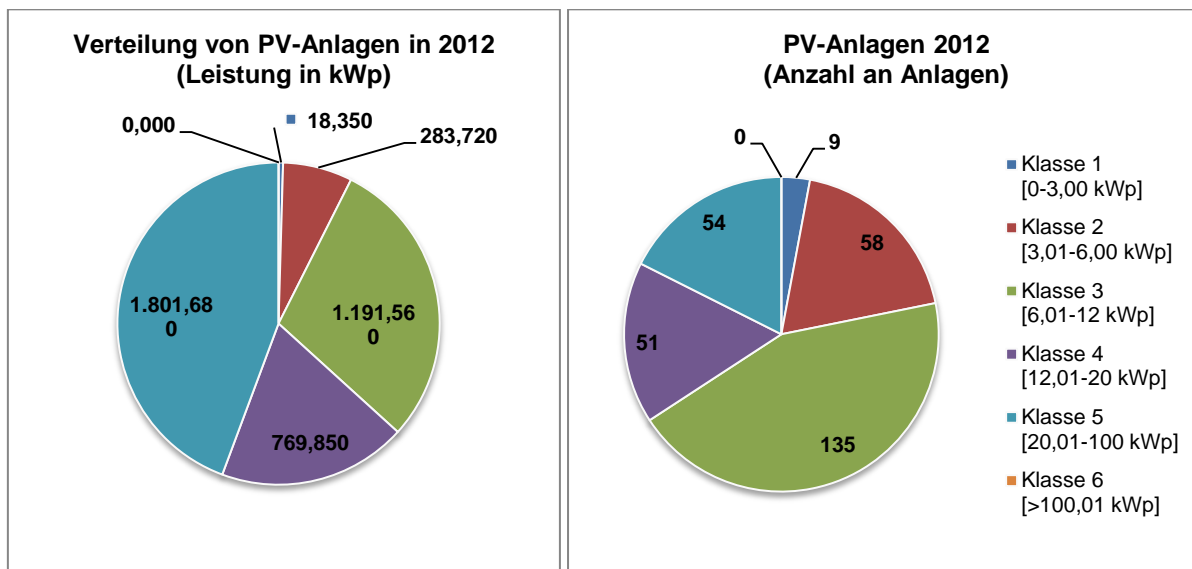


Abb. 14: Verteilung der installierten PV-Anlagen 2012. [Eigene Darstellung nach 23]

Die sektorale Verteilung (Anlagen auf Privatgebäuden, kommunale Liegenschaften und Gewerbebauten) ist einseitig, alle Anlagen befinden sich auf Dächern privater Wohngebäude. Laut Kommune wurde auf den Dachflächen der Firma Müller & Sohn Kunststoffherzeugnisse GmbH + Co KG in jüngster Zeit eine PV-Anlage mit einer Gesamtleistung von ca. 260 kWp installiert. Hier sind jedoch noch keine Daten bei der EWF verfügbar, sodass diese Anlage in den zugrundeliegenden Bestandsdaten und Potenzialberechnungen nicht mit berücksichtigt werden konnte. Dass bisher auf kommunalen Dächern keine PV-Anlagen installiert wurden, hat zwei Gründe: Zum einen stellt die Aufbringung der finanziellen Mittel aus dem kommunalen Haushalt ein wesentliches Hemmnis dar, zum anderen gab es keine Einigung über ein Betreiberkonzept für kommunale Dachflächenanlagen. [7]

Solarenergie - solarthermisch

Die Solarenergienutzung zur Brauchwassererwärmung und zur Raumwärme ist weniger weit verbreitet. Bis einschließlich 2012 gab es in Twistetal 110 Solarkollektoranlagen mit einer Kollektorfläche von insgesamt 995 m². Davon waren 95,5 % Flachkollektoren, der Rest Vakuumröhrenkollektoren. Die Durchschnittsgröße der Anlagen beträgt ca. 9 m² und stellt daher die typische Anwendung im Privatwohnungsbau dar. [24]

Man kann davon ausgehen, dass es zusätzlich 30 % Anlagen (d.h. 92 Anlagen) gibt, die im Zuge einer normalen Heizungserneuerung realisiert wurden, ohne Fördermittel zu beanspruchen, oder zu einem Zeitpunkt gebaut wurden, als es keine Fördermittel gab (vor 2000).

Insgesamt wird daher von einem Bestand von ca. 1.294 m² Kollektorfläche ausgegangen, entsprechend ca. 143 Anlagen.

Außerdem gibt es an den beiden Freibädern Solarabsorberanlagen mit einer Gesamtfläche von rund 902 m². Damit werden Beckenwasser und Warmwasser für die Duschen beheizt. Im Freibad Twiste kann mit ca. 300 m² Kollektorfläche ein Beckenvolumen von etwa 800 m³ beheizt werden, im Freibad Berndorf sind es rund 980 m³ (Abb. 15), die durch 602 m² Flächenkollektoren erwärmt werden. [7] Somit können mit 1 m² Kollektorfläche zwischen 1,6 und 2,7 m³ Beckenwasser erwärmt werden, bei gleichzeitiger Warmwasserbereitstellung für die Duschen.



Abb. 15: Links: Luftbildaufnahme Freibad Berndorf mit Solarabsorberanlage [25]; rechts: Solarabsorberanlagen Freibad Berndorf im Detail [26]

Während früher solarthermische Anlagen fast ausschließlich für die Brauchwassererwärmung installiert wurden, ist nun auch durch die bessere Regelbarkeit, ergänzt durch größere Speicher, eine Heizungsunterstützung üblich geworden. Fördertechnisch wird hier ebenfalls ein besonderer Anreiz gegeben.

Der Zubau an Solarthermie-Anlagen hat in den letzten Jahren stark abgenommen. Die stärksten Jahre waren 2006, indem fast 380 m² Solarkollektoren installiert wurden und 2008, wo es knapp 220 m² waren (Abb. 16). Seither nimmt, wenn auch stark schwankend, die Zahl an jährlich installierter Kollektorfläche und Anlagen ab.

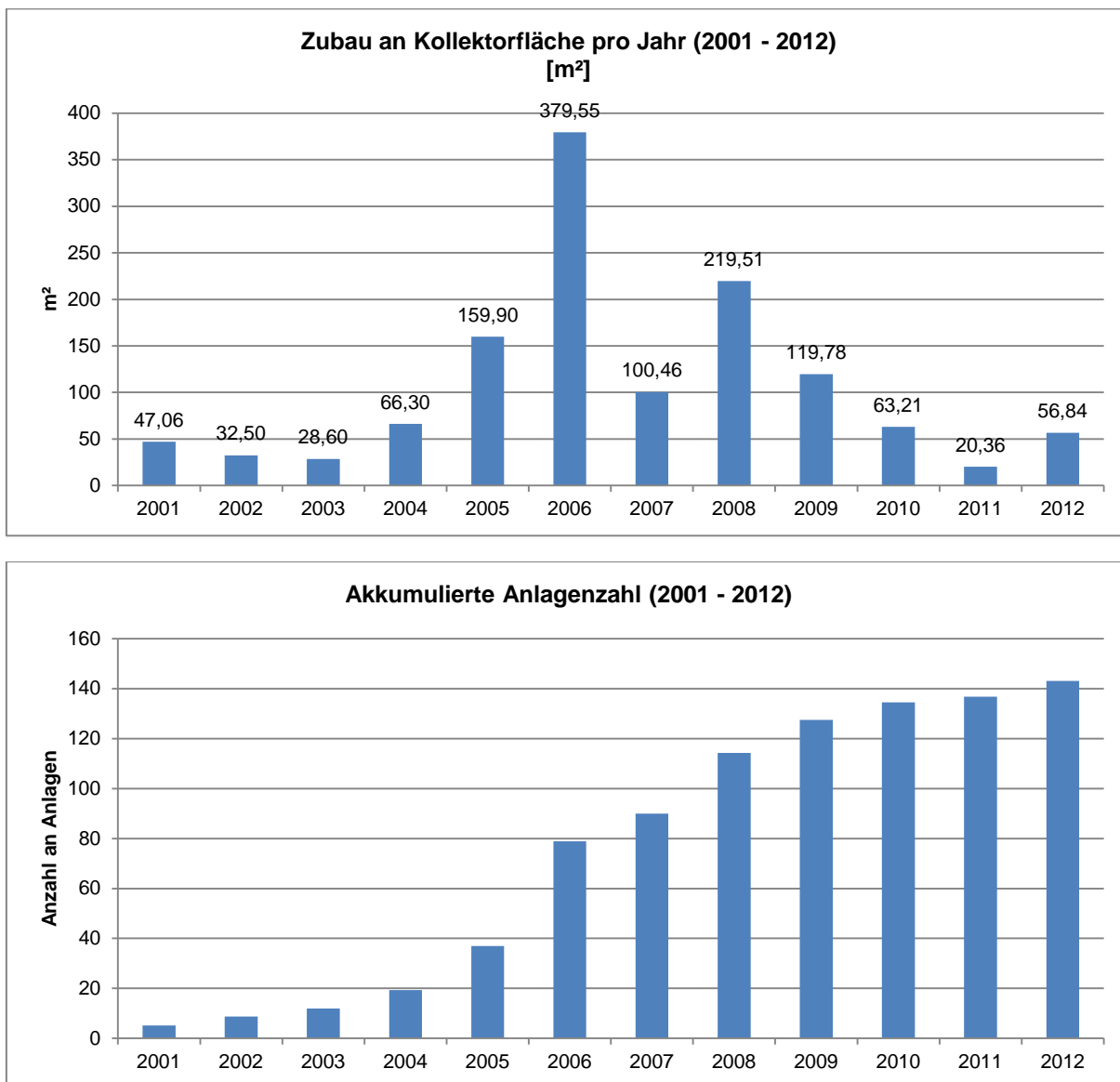


Abb. 16: Installierte m²-Fläche und Anzahl an Solarthermie-Anlagen 2001 - 2012 [Eigene Berechnungen nach 24]

Alle Anlagen befinden sich in privater Hand. Weder auf kommunalen noch gewerblichen Dächern wurden bisher Solarkollektoren installiert [7], wie auch eine Luftbilddauswertung ergab.

3.7.2 Oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen

Für die oberflächennahe Erdwärmenutzung sind die naturräumlichen Rahmenbedingungen in Twistetal weitestgehend günstig, wie im Kapitel 5.4.2 noch ausgeführt wird. [27] Für die

Realisierung einer Erdsondenbohrung bis 100 m Tiefe ist eine Genehmigung der Unteren Wasserbehörde erforderlich, für größere Tiefen gilt das Bergrecht und die Genehmigung hat durch die Bezirksregierung Kassel zu erfolgen. Für Wärmepumpenanlagen, die Erdwärme über Erdkollektoren nutzen, ist eine Genehmigung nicht erforderlich. Folgende Fakten lassen sich für Twistetal zusammenfassen:

- Bis einschließlich 2012 wurden in Twistetal 5 Wärmepumpenanlagen installiert - alle nach 2005.
- Deren Heizleistung beträgt insgesamt 48,8 kW, also 9,8 kW im Durchschnitt.
- Die Entzugsleistung (Heizleistung minus Verbrauch der Wärmepumpe) beträgt insgesamt 41,5 kW, etwa 8,3 kW pro Anlage im Durchschnitt.
- Daraus ergibt sich ein Wärmeenergieertrag von etwa 100 MWh/a, was etwas mehr als 28 t CO₂ pro Jahr einspart [Eigene Berechnungen].
- Die Tiefe der Erdsonden variiert stark und liegt zwischen 45 und 118 m, 79 m im Durchschnitt.
- Es gibt zwei Wasser--Wärmepumpen, die in den 1980er Jahre installiert wurden. [28]

3.7.3 Windenergie

Aufgrund der topographischen Gegebenheiten des Gemeindegebietes und den daraus resultierenden Windpotenzialen (siehe Abb. 17) in einer Höhe von 140 m über Grund existieren in Twistetal generell gute Standorte d. h. Windgeschwindigkeiten > 5,75 [m/s] für Windenergieanlagen (WEA).

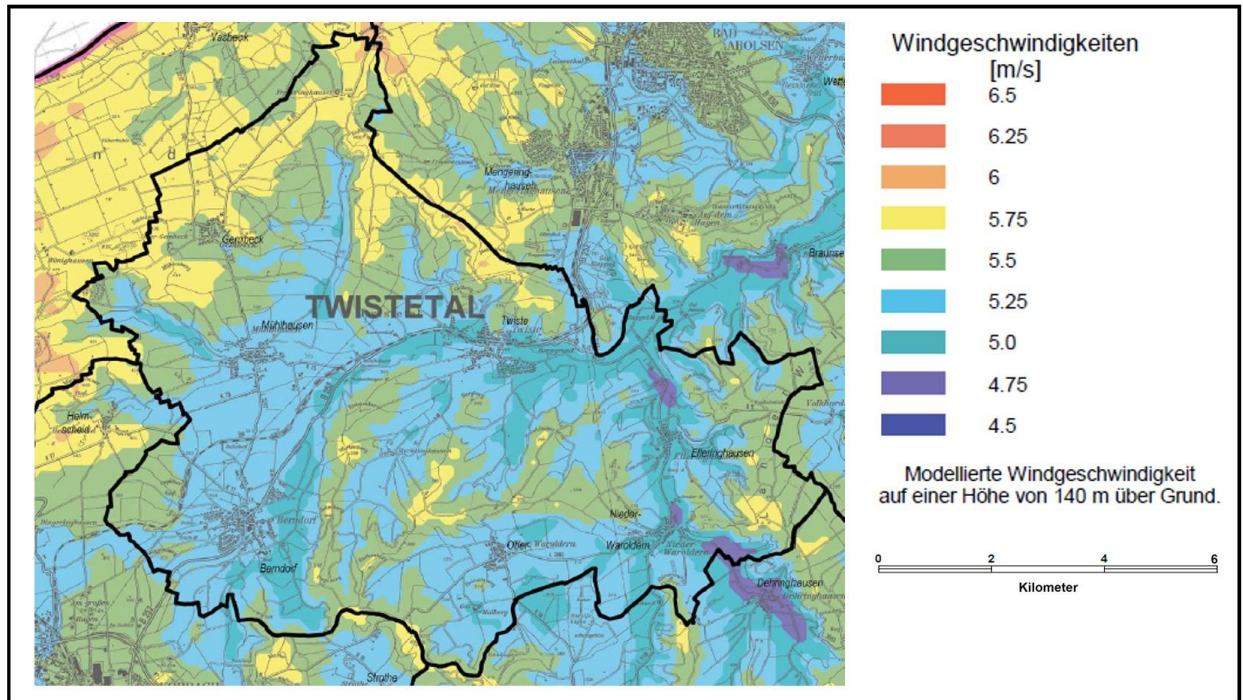


Abb. 17: Modellierte Windgeschwindigkeiten in Twistetal [29]

Der hessische Verwaltungsgerichtshof hatte in seinem Urteil vom 17.03.2011 das Windenergiekonzept aus dem Regionalplan 2009 wegen unzureichender Dokumentation im Planungsprozess für unwirksam erklärt, obwohl die sachlichen Inhalte des Windenergiekonzeptes innerhalb der Begründung vor Gericht bestätigt wurden.

Nach dem Beschluss der Bundesregierung aus der Atomenergie auszusteigen und der daraus eingeleiteten Energiewende wurde bei der Regionalversammlung Nordhessen am 11.04.2011 die obere Landesplanungsbehörde damit beauftragt, dass aufgehobene Windenergiekonzept neu zu erstellen. Neben dem Thema Windenergie wurde die Landesplanungsbehörde durch einen folgenden Beschluss zudem damit beauftragt, die Kapitel „Regenerative Energieversorgung“ und „Konventionelle Energieversorgung“ zu überarbeiten bzw. neu zu erstellen. [30]

Der Teilregionalplan Windenergie Nordhessen 2013 liegt aktuell im Entwurf vor. Die erste Anhörung bzw. Offenlegung ist beendet. Er wird derzeit vom Regierungspräsidium in Kassel überarbeitet. Die zweite Offenlegung ist frühestens für Februar 2014 geplant, sodass eine Beschlussfassung erst Mitte des Jahres 2014 erfolgen kann. [31]

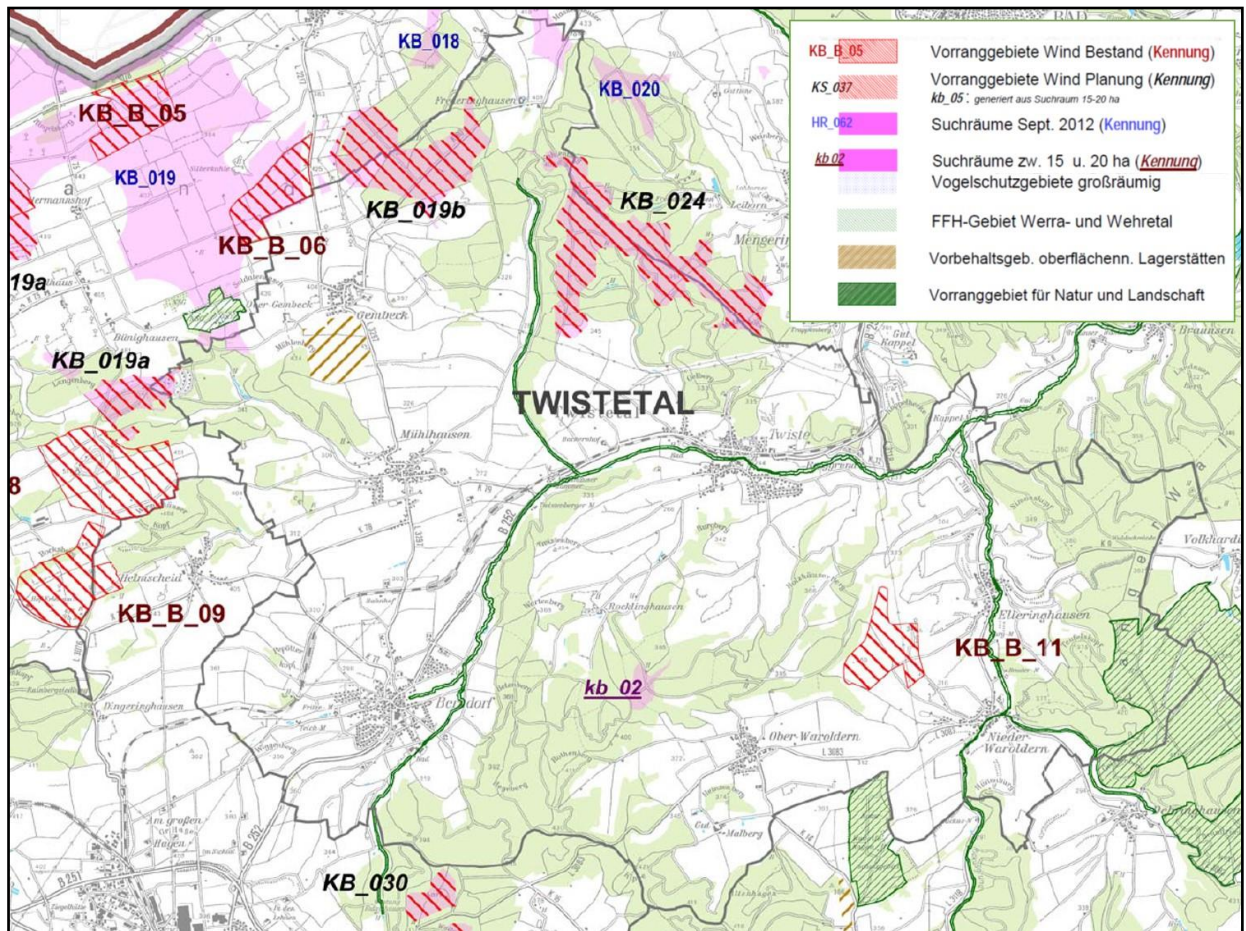


Abb. 18: Arbeitskarte Vorranggebiete Windenergie" (Stand 29.11.2012) [32]

Die Nutzung von Windenergie hat in der Gemeinde Twistetal eine langjährige Tradition. So gehörten die fünf WEA nördlich von Gembeck vor rund 20 Jahren zu den ersten WEA, die in der Region Nordwaldeck errichtet wurden. Aktuell existieren bei Gembeck keine WEA mehr. Die fünf rund 50m hohen Anlagen wurden im Laufe des letzten Jahres zurückgebaut. Ein Repowering ist etwa 500m nördlich des alten Standortes geplant. [33]

Nach Information der Gemeindeverwaltung existieren auf dem Gemeindegebiet aktuell 6 WEA in Nieder-Waroldern mit einer Gesamtleistung von 8.700 kW. Laut aktuellem Planungsstand sollen auf dem Gemeindegebiet in Zukunft 4 weitere WEA mit einer Gesamtleistung von 9.200 kW entstehen. Bei einer ganzheitlichen Umsetzung der geplanten WEA würde sich somit die Gesamtleistung auf dem Gemeindegebiet mehr als verdoppeln. [7]

3.7.4 Bioenergie

Bioenergie wird aus Ressourcen von stetig nachwachsenden Energieträgern gewonnen, die zu einem großen Teil von den ortsansässigen land- und forstwirtschaftlichen Betrieben bereitgestellt werden. Daher werden hier der Stand der Biogasgewinnung und die Holznutzung in der Gemeinde Twistetal betrachtet, die Nutzung von biogenen Reststoffen wird im nachfolgenden Kapitel behandelt. Neben den positiven Einkommenseffekten für die Region wird dadurch eine steuerbare Energiequelle bereitgestellt, die mit Blick auf eine regenerative Vollversorgung zum Ausgleich der stark schwankenden Dargebote von Sonne und Wind beitragen kann.

3.7.4.1 Biogasgewinnung

Wesentliche Basis für die Erzeugung von Biogas sind der Anbau nachwachsender Rohstoffe (NawaRo) sowie die Nutzung von Wirtschaftsdünger (Gülle) und Grünschnitt durch landwirtschaftliche Betriebe in der Region. Meist liefern mehrere Landwirte ihre Inputstoffe an eine Biogasanlage.

Die Biogasnutzung hat in der Gemeinde Twistetal keine große Bedeutung. Es ist in der Gemeinde bisher keine Biogasanlage vorhanden. Von der Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe ist dies verwunderlich, da es eine ausgewogene Betriebsgrößenstruktur gibt (Abb. 19) und der Anteil des Dauergrünlands an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche nur 26 % beträgt, im Vergleich zu Diemelstadt 37,5 % und Bad Arolsen 44,5 %. Es gibt ca. 20 noch aktive Betriebe, ca. 2-3 größere pro Ortsteil. [34] Es liegt also ein deutlicher Schwerpunkt auf der agrarischen Nutzung der Flächen.

Sehr viele Landwirte bauen jedoch NawaRo an und liefern diese als Inputstoffe an die Biogasanlagen in der Region. Landwirtschaftliche Flächen werden auch von einem Investor aus dem Bereich Landmaschinen- und Baumaschinenverleih sowie Erzeugung erneuerbare Energien aus dem östlich angrenzenden Waldeck-Dehringhausen für die gezielte Produktion von NawaRo angepachtet. Die Landwirte bewirtschaften das Land in seinem Auftrag. Nach Schätzung der örtlichen Akteure werden 7 % der Ackerfläche für die Biogasanlage im Nachbarort genutzt. [35] Es bestehen auch von Seiten des Investors Überlegungen, die Leistungsfähigkeit dieser Anlage zu erhöhen.

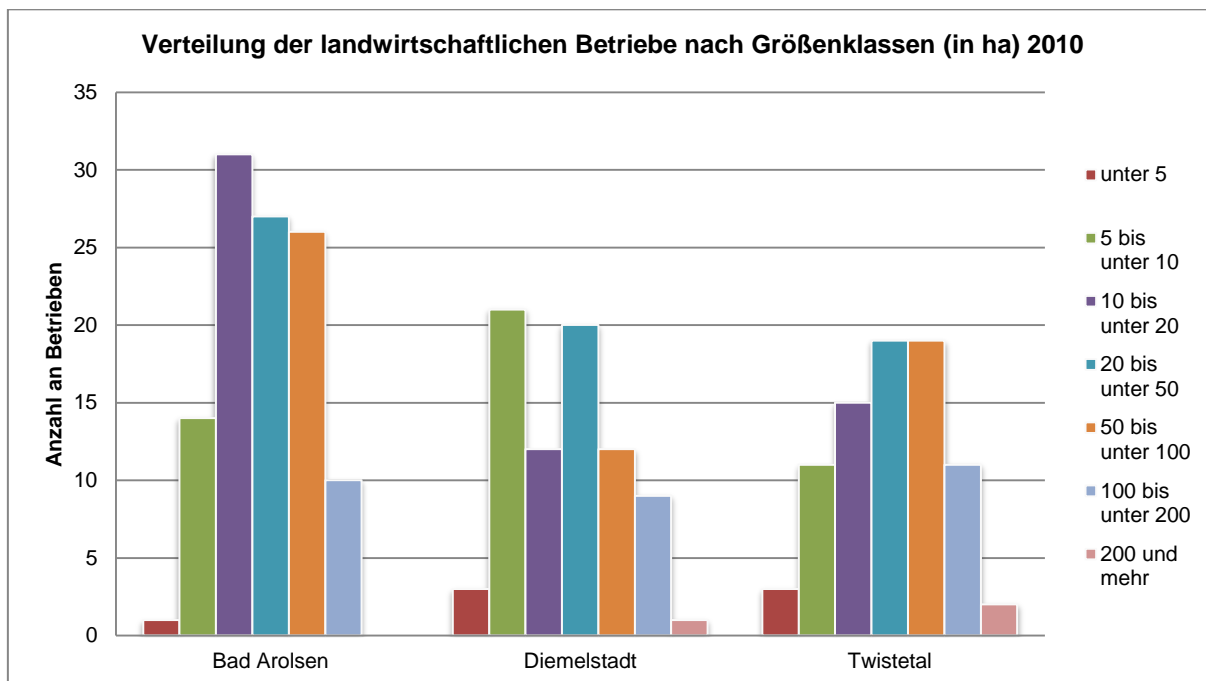


Abb. 19: Betriebsgrößen im Vergleich zu den anderen Gemeinden [Eigene Darstellung nach 34]

Zwar haben dabei die Landwirte ihre Einnahmequelle, allerdings können anderweitige regionalökonomische Effekte für die Gemeinde, wie Gewerbeeinnahmen aus dem Betrieb der Biogasanlage oder die Nutzungsmöglichkeiten für den Aufbau von Energiekonzepten mit Wärmenetzen nicht wirksam werden. Die negativen Effekte bleiben dagegen erhalten, wie Druck auf die Bodenpreise - Betreiber von Biogasanlagen zahlen 3-fach höhere Pachtpreise, mögliche Monokulturen oder erhöhtes Verkehrsaufkommen durch den Transport, ohne auch den Gesamtnutzen und die Gestaltungsmöglichkeit in der Gemeinde zu haben. [36] Die Monokultur in Form von Maisanbau führt auch zu Konflikten mit der Jagdgenossenschaft, denn die Jagdpächter müssen für die Wildschäden aufkommen, die z.B. durch Wildschweine in den Maisfeldern verursacht werden. Diese sind bei diversifizierter Anbaukultur deutlich geringer.

Die Biogasnutzung wird von Seiten der Gemeinde und einer Reihe von Akteuren in der Gemeinde wegen der o.g. Punkte kritisch gesehen. Allerdings könnten passende Anlagenkonzepte, die einen umfassenderen Nutzen bringen, interessant sein, z.B. kleinere Anlagen, die eine sinnvolle Wärmenutzung ermöglichen. Außerdem wird eine stärkere Einbindung der Bürger verlangt, sowohl was die finanzielle Beteiligung als auch die Einbindung in Planungsprozesse angeht.

3.7.4.2 Holznutzung

34 % der Gemeindefläche von Twistetal ist Wald, damit liegt dieser Anteil deutlich unter dem durchschnittlichen Anteil im Landkreis Waldeck-Frankenberg von 45,6 %. [34] Dennoch verfügt auch die Gemeinde selbst über 2.565 ha eigenen Wald (2011), der genauer betrachtet werden sollte. Der Wald der Gemeinde Twistetal ist PEFC (Programm zur Anerkennung von Forstzertifizierungssystemen) zertifiziert und wird nach diesen Kriterien bewirtschaftet. [37] Die reale Nutzung in der laufenden Forsteinrichtungsperiode (3 Jahre von 2010 bis 2012) weicht vom geplanten Hiebsatz wie folgt ab: Die Gesamtnutzung über alle Baumarten liegt bei 73 %, die Buche ist insg. zu 60 %, die Eiche zu 67 %, die Fichte zu 108 % und die Kiefer zu 35 % genutzt worden. Bei der Nutzung der alten Buchenbestände werden noch Reserven gesehen. Die Buchen Hauptnutzung macht insgesamt die Hälfte der gesamten Nutzung aus und ist erst zu 51 % erfüllt. Der Grad der o.g. Nutzung ist jedoch nur möglich, wenn die Verjüngung des Baumbestandes auch gelingt, also der Verbiss durch Wild nicht zu hoch ist, was vielerorts nicht der Fall ist.

Daneben ist der größte Waldbesitzer der Landkreis Waldeck-Frankenberg, der mit 19.000 Hektar der größte kommunale Waldbesitzer Deutschlands ist. Zuständig für die Verwaltung des Sondervermögens ist die Waldeckische Domänialverwaltung, kurz Domanium genannt. Die Bewirtschaftung des Waldes erfolgt durch das Hessische Forstamt Diemelstadt.

Trotz hoher Holzproduktion ist der Waldanteil in den letzten 20 Jahren gestiegen. Es konnten keine Informationen über die Vermarktung der Waldbestände in der Gemeinde Twistetal ermittelt werden, also wieviel in die stoffliche Verwertung geht und wieviel als Energieholz vermarktet wird. Es besteht ein starker Marktsog durch den Holzbedarf der Papierindustrie, - ein Teil des Holzes geht nach Hagen, von Biomasse (Heiz-)Kraftwerken, die wiederum u.a. den Heizbedarf der Papierindustrie decken und die Pelletsindustrie. Es wird sogar von einem Machtkampf zwischen der Industrie und den privaten Holznutzern gesprochen. Hierzu liegen jedoch keine genauen Zahlen vor.

Es gehen „geringe Mengen“ [35, 36] in die direkte Vermarktung an Endverbraucher als Scheitholz für Heizzwecke.

3.7.5 Wasserkraft

In Twistetal gibt es 2 Wasserkraftanlagen (WKA), die Strom nach EEG-Richtlinien einspeisen und vergütet bekommen. Beide sind an der Twiste gelegen. [23] Da die meisten WKA älteren Datums sind, kann auch davon ausgegangen werden, dass es Anlagen gibt, die Strom außerhalb des EEG-Vergütungssystems produzieren, beispielsweise zur Eigenstromversorgung in energieintensiven Betrieben. Um ein möglichst umfassendes Bild der derzeitigen Wasserkraftnutzung geben zu können, wurde mit Hilfe des Regierungspräsidiums Kassel eine postalische Umfrage an alle Inhaber von Wasserrechten versandt.

Von den insgesamt 5 Wasserrechte-Inhabern [38] beteiligten sich 2 an der Befragung. Diese nutzen den Strom sowohl zum Eigenverbrauch als auch zur EEG-Einspeisung. Zukünftige Planungen für bspw. ein Repowering gibt es nicht, allenfalls werden Maßnahmen zum Erhalt der Anlage in Erwägung gezogen. [39] Nach Informationen des Regierungspräsidiums werden mindestens 2 Wasserrechte nicht mehr ausgeübt. [38]

Anhand der EWF-Anlagen- und -Bewegungsdaten ergeben sich für Twistetal folgende Daten: Die 2 Wasserkraftanlagen haben eine installierte Leistung von 29,50 kW und im Jahr 2012 wurden so 27,3 MWh Strom produziert und nach EEG vergütet.

Obwohl bei Stromerzeugung durch Wasserkraft, neben der Leistung und Turbinenart, auch verschiedenste Faktoren, wie bspw. Fließgeschwindigkeit oder Schluckvermögen erheblichen Einfluss auf den Ertrag einer Anlage haben, wurden mit den verfügbaren Daten Durchschnittswerte gebildet, die später als Grundlage für die Potenzialberechnungen (siehe Kapitel 5.4.4) dienen. Sie sind lediglich Richtwerte; eine Einzelfallbetrachtung ist unabdingbar.

3.8 Abfallentsorgung, Biogene Reststoffe und Abwasser

3.8.1 Abfallentsorgung in der Gemeinde Twistetal

Die Verantwortung für die Entsorgung des Siedlungsabfalls liegt bei der Abfallwirtschaft des Landkreises Waldeck-Frankenberg, einem Eigenbetrieb des Landkreises. Außerdem gehören zum Eigenbetrieb das Kompostwerk und die Deponie in Flechtdorf, sowie ein weiteres Kompostwerk in Geismar, in dem eine Vorbehandlung erfolgt. [40]

Es fallen jährlich ca. 23.000 t Bioabfälle auf dem Kreisgebiet an. Diese werden kompostiert. Eine Vergärung wurde bisher aus wirtschaftlichen Gründen und mit Hinblick auf eine erwar-

tete mangelnde Akzeptanz bei den Bürgern nicht umgesetzt.

Andere Abfälle zur Verwertung werden im Landkreis durch etwa 10 Betreiber von Rücknahmesystemen eingesammelt, schätzungsweise 6.000 t Kunststoffe u.a., 11.500 t PPK (Papier, Pappe, Karton) und 4.000 t Altglas pro Jahr. Es bleiben ca. 30.000 t Reststoffe pro Jahr.

Die Gewerbeabfälle, also auch die Speisereste, unterliegen dem freien Markt. Hier gibt es teilweise auch Kooperation mit der Abfallentsorgung. Ein großer privater Entsorger ist die Firma Frese Entsorgung GmbH & Co. KG aus Medebach (Hochsauerland), die dann für den industriellen Kunden in der Gemeinde Twistetal den kompletten Abfall entsorgt. [22] Die anfallenden 20 t Bioabfall pro Jahr werden in einer ca. 33 km entfernten Biogasanlage in Medebach-Titmaringhausen verwertet. Hier ist geplant mit der Abwärme aus dem BHKW der Biogasanlage ein Nahwärmenetz für das Dorf aufzubauen. Der Betreiber baut das Netz, die Hauseigentümer beteiligen sich mit Hausanschlusskosten von 2.500 € [41] und erhalten einen 7-Jahresvertrag mit der Zusicherung, die Wärme zum halben Äquivalentpreis von Heizöl zu erhalten.

Es gibt eine Reihe von privaten Containerdiensten, die das Gros der Reststoffe entsorgen. Die Entsorgungswege sind dabei unübersichtlich, ein großer Teil der Reststoffe entgeht den Gemeinden, die durch eine aktivere Rolle hier einen wirtschaftlichen Nutzen haben.

Der Kreis Waldeck-Frankenberg ist relativ groß und durch die zentrale Lage des Edersees ergeben sich logistisch gesehen besondere Hindernisse für eine optimierte Entsorgung.

Eine für die Gemeinde bzw. das Gemeindegebiet aufgeschlüsselte Jahres-Abfallbilanz der Abfallwirtschaft des Landkreises Waldeck-Frankenberg gibt es nicht.

3.8.2 Abwasserreinigung und Betrieb der Kläranlage

Der Abwasserverband Twistetal betreibt eine Kläranlage (Abb. 20) für 9.000 EW, an die die Orte Berndorf, Dehringhausen, Elleringhausen, Gembeck, Helmscheid, Mühlhausen, Nieder-Waroldern, Ober-Waroldern, Twiste angeschlossen sind. Es handelt sich um eine Belebungsanlage mit den Klärstufen: Rechen, Sandfang, Belebungsbecken, Nachklärbecken und Schlamm-silo. [42]



Abb. 20: Links: Luftbildaufnahme der Kläranlage in Twistetal [42]; rechts: Blick auf die Kläranlage [26]

Die Kläranlage liegt in direkter räumlicher Nähe zum Schredderplatz, der auch von der Stadt Bad Arolsen genutzt wird.

Die aerobe Schlammstabilisierung lässt eine Klärgasnutzung nicht zu. 2012 hatte die Kläranlage einen Stromverbrauch von ca. 321.000 kWh (Abb. 21). Zusammen mit allen anderen Regenüberlauf- und -rückhaltebecken belief sich der Stromverbrauch für die Abwasserentsorgung der Gemeinde Twistetal auf 340.000 kWh im Jahr. Damit ist dies der wichtigste Stromverbraucher der Gemeinde. Die Kläranlage verbraucht fast 2,3-mal so viel Strom im Jahr wie alle betrachteten kommunalen Liegenschaften (siehe Kapitel 3.5.2) zusammen. [7, 43]

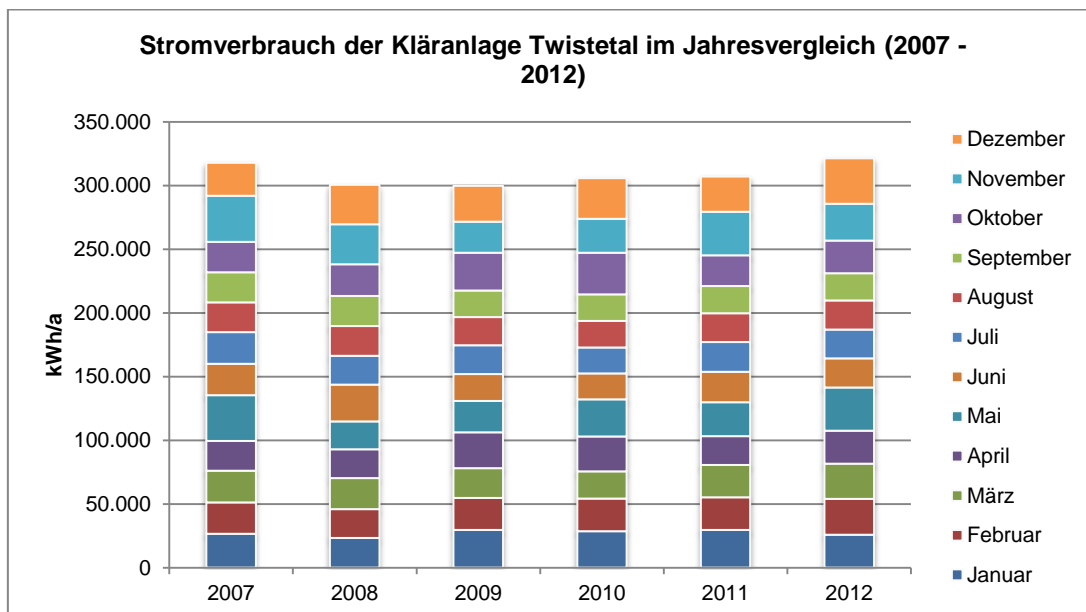


Abb. 21: Stromverbrauch der Kläranlage Twistetal im Jahresvergleich [Eigene Darstellung nach 43]

Bei der Abfallwirtschaft des Landkreises Waldeck-Frankenberg fallen ca. 40.000 t Klärschlamm an, die von der Landwirtschaft genutzt wird. Die Verwertung erfolgt über die KRV-Klärschlamm- und Reststoffverwertungsgesellschaft Waldeck-Frankenberg mbH, an der der Landkreis mit 51 % beteiligt ist. Eine Vergärung des Klärschlammes erfolgt nicht.

Die Städte Bad Arolsen und Volkmarsen beteiligen sich dabei nicht.

3.8.3 Anfall von biogenen Reststoffen aus der Landschaftspflege

Auf dem Gebiet der Gemeinde Twistetal betreibt die Abfallwirtschaft des Landkreises Waldeck-Frankenberg einen Schredderplatz (Abb. 22), der auch von der Stadt Bad Arolsen genutzt wird. Er dient der Sammlung von Landschaftspflegeholz, insgesamt gibt es im Kreisgebiet 15 solcher Plätze, die teilweise schon vorsortiert werden.

Das Material wird in das Kompostwerk Flechtdorf (Diemelsee) gefahren, die im Rahmen eines kooperativen Regionalkonzeptes mit dem Maschinenring betrieben werden. Ca. 20 Landwirte arbeiten wechselnd im Nebenerwerb in den beiden Kompostwerken des Landkreises und nutzen den entstandenen Boden. So bleibt die komplette Wertschöpfung in der Region.

Die Stadt Bad Arolsen und die Gemeinde Twistetal bewirtschaften den Schredderplatz gemeinsam. Beim Schredderplatz fallen schätzungsweise 13.000 - 14.000 t Grünabfälle im Jahr an, die im Falle Twistetal sehr hochwertig sind (ca. 30 % Unterkorn, was schnell zu kompostieren ist). [40] Die Reststoffe werden vor Ort durch einen Dienstleister (Vergabe an Unternehmen) geschreddert.



Abb. 22: Blick auf den Schredderplatz neben der Kläranlage [26]

3.9 Öffentliche Straßenbeleuchtung

Allgemeine Situation

Der Anteil der Straßenbeleuchtung am kommunalen Stromverbrauch in Deutschland beträgt ca. 36 % (Abb. 23). Der Anteil an den kommunalen Energiekosten ist entsprechend hoch. Dieser hohe Energiebedarf der Straßenbeleuchtung ist u.a. durch veraltete Beleuchtungsanlagen begründet. Nach Angaben des Zentralverbandes Elektrotechnik und Elektroindustrie (ZVEI) sind ca. 33 % der Straßenleuchten mit Beleuchtungstechnik aus den 60-er Jahren ausgestattet, hiervon werden jährlich ca. 3 % erneuert. [44]

Das mögliche Einsparpotenzial durch moderne Straßenbeleuchtung in Deutschland beziffert der ZVEI auf ca. 2,2 Mrd. kWh jährlich. Dies entspricht einer Einsparung von ca. 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Ausstoss und ca. 400 Mio. Euro Energiekosten pro Jahr.

Die Kosten für die öffentliche Straßenbeleuchtung setzen sich zusammen aus:

- Energiekosten
- Instandhaltungskosten
- Investitionskosten

Hierbei ist der Aufwand für die Energie mit ca. 65 % besonders relevant.

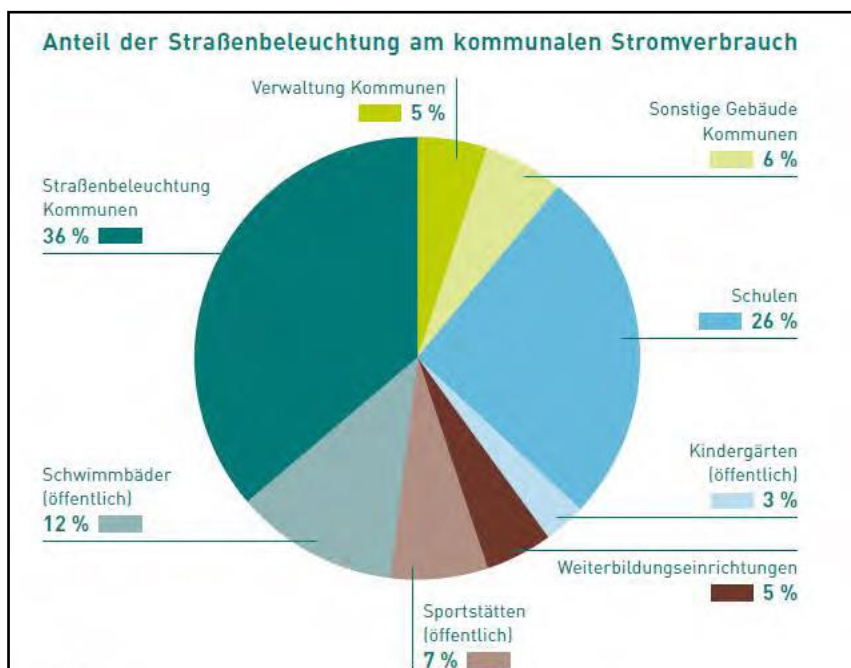


Abb. 23: Anteil der Straßenbeleuchtung am kommunalen Stromverbrauch [45]

Die aktuelle finanzielle Lage vieler öffentlicher Haushalte bedingt ein Abwägen zwischen Investitionen in energieeffiziente Technologien einerseits und der Haushaltskonsolidierung andererseits.

Der Handlungsbedarf in Bezug auf energieeffiziente Beleuchtungstechnik wird durch die eingeführte europäische Richtlinie Ökodesign (2005/32/EG) von rechtlicher Seite verstärkt. Hiernach sind Leuchten mit Hochdruck-Quecksilberdampflampen umzurüsten. Die Hochdruck-Quecksilberdampflampe ist die in Deutschland noch immer am häufigsten eingesetzte Leuchtmittelart. Ab dem Jahr 2015 ist das in Verkehr bringen dieser Leuchtmittel unzulässig.

Kommunale Aufgaben

Zu den originären Aufgaben der Kommunen gehört u.a. die Beleuchtung von öffentlichen Straßen, Wegen und Plätzen. Diese Pflichtaufgabe ist in den Landesstraßen- und Landeswegesetzen der jeweiligen Bundesländer geregelt. Diese Pflicht beschränkt sich auf gefährliche Fahrbahnstrecken und die geschlossene Ortslage und wird begrenzt durch die finanzielle Zumutbarkeit von Beleuchtungsmaßnahmen.

Darüber hinaus sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Gewährleistung der Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer in den Dunkelstunden
- Unterstützung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung
- Attraktivitätssteigerung des Straßenbildes bzw. Erhöhung der Lebensqualität [46]

Twistetal - IST-Situation

Die Gemeinde Twistetal betreibt die Straßenbeleuchtung im Gemeindegebiet. Ein Wartungsvertrag mit dem lokalen Energieversorger Energie Waldeck Frankenberg GmbH (EWF) regelt die Instandsetzung, den Austausch und die Erneuerung von Leuchten.

Für die Ermittlung des Bestandes der Straßenbeleuchtung wurde auf die Datenbank der EWF zurückgegriffen. Zum aktuellen Bearbeitungsstand (März 2014) sind im Gemeindegebiet 422 Straßenlaternen installiert. Das ausgeleuchtete Straßennetz hat eine Länge von 33,7 km bei einem mittleren Leuchtenabstand von ca. 80 m.

Der Gesamtstromverbrauch der Straßenbeleuchtung betrug im Jahr 2012 ca. 88,6 MWh. Hieraus resultierten Stromkosten in Höhe von 18.732 € für das Jahr 2012.

In der nachfolgenden Abbildung ist die historische Entwicklung des Stromverbrauches der

Straßenbeleuchtung aus den Jahren 1992 bis 2012 dargestellt.

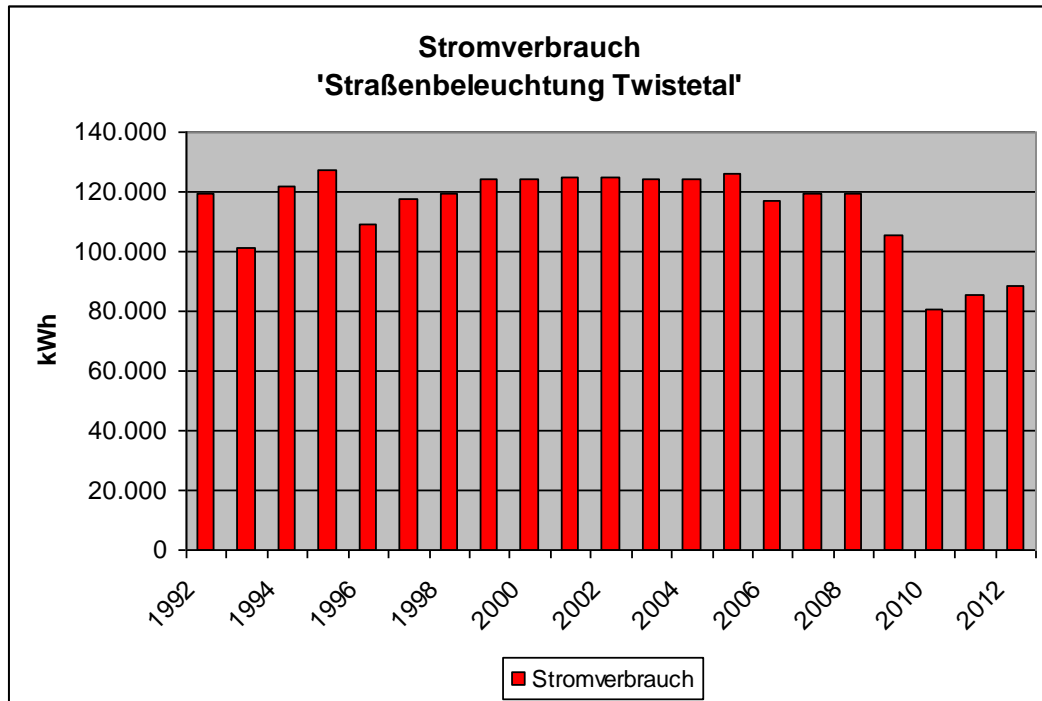


Abb. 24: Gemeinde Twistetal, historischer Stromverbrauch

Aus der Abb. 24 geht hervor, dass sich der Stromverbrauch seit 2008 um ca. 26 % reduziert hat. Laut Aussage des Betreibers wird die Straßenbeleuchtung in bestimmten Nachtstunden ausgeschaltet und somit einerseits Energie eingespart. Andererseits wurden in der Vergangenheit bereits Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt. Aktuell hat die Gemeinde Twistetal alle in Betrieb befindlichen Leuchtmittel zu 100 % auf NAV (Natriumdampf-Hochdrucklampen) umgestellt.

3.10 Verkehr

Verschiedene Studien und Gutachten gehen davon aus, dass der überwiegende Teil (ca. 70%) der Emissionen im Verkehrsbereich vom motorisierten Individualverkehr (MIV) verursacht werden. Unter den Begriff MIV wird im Allgemeinen die persönliche und individuelle Nutzung von Kraftfahrzeugen wie zum Beispiel PKWs, Krafträder, Quads oder Trikes verstanden. Trotz der eingegangenen Selbstverpflichtung der deutschen Automobilindustrie konnte im Verkehrssektor bundesweit bislang kein nachhaltiger Rückgang der Emissionen im Vergleich zu den Daten des Jahres 1990 erreicht werden. Ausschlaggebend für diese Entwicklung ist eine

weiter ansteigende durchschnittliche Fahrleistungen (14.200 km pro Jahr je PKW), ein stagnierender Durchschnittsverbrauch der Personenkraftwagen (7,9 l / 100km) sowie ein kontinuierliches Wachstums des Fahrzeugbestandes, zwischen 1996 und 2011 um durchschnittlich 0,6 % pro Jahr. [47]

Im Gemeindegebiet von Twistetal sind insgesamt 3.723 motorisierte Fahrzeuge registriert, welche sich wie folgt auf die verschiedenen Fahrzeugtypen verteilen:

Tab. 5: Zugelassene Kraftfahrzeuge in Twistetal [Eigene Darstellung nach 48]

Fahrzeugart	Anzahl	Anteil in [%]	Je Einwohner
Busse	4	0,11 %	0,00
Krafträder	311	8,35 %	0,06
Lastkraftwagen	161	4,32 %	0,03
Nicht näher definiert	4	0,11 %	0,00
Personenkraftwagen	2.734	73,44 %	0,57
Sonderfahrzeuge	34	0,91 %	0,01
Trikes/ Quads	27	0,73 %	0,01
Zugmaschinen	448	12,03 %	0,09
Gesamt	3.723	100,00 %	0,77

Auffallend ist insbesondere der hohe Anteil an Personenkraftwagen. PKWs machen in Twistetal rund 73% der angemeldeten motorisierten Fahrzeuge aus. Rund 57 % der Einwohner der Gemeinde Twistetal besitzen ein Auto. Der Stellenwert des individuellen motorisierten Individualverkehrs kann somit als hoch eingestuft werden.

Auf dem Gemeindegebiet bildet die von Nordosten nach Südwesten verlaufende Bundesstraße B 252 (Blomberg-Marburg) die Hauptverkehrsachse. Weitere wichtige Verkehrsachsen sind die Landstraßen L 3083, L 3118 und L 3297. Über die Bundesstraße B 252 besteht in circa 18 Kilometer Entfernung durch die Anschlussstelle Diemelstadt die Anbindung an die Autobahn A 44. [15]

Betreiber des Infrastrukturnetzes des Öffentlichen Nahverkehrs in der Gemeinde sind folgende Verkehrsunternehmen:

- Deutsche Bahn (DB)
- Nordhessischer VerkehrsVerbund (NVV)
- Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF)

Die Deutsche Bahn ist verantwortlich für die Anbindung der Gemeinde Twistetal an den

Schienenverkehr. Die Gemeinde ist durch den Bahnhof in Twiste an den Schienenverkehr angebunden. Durch den Regionalzug R4 bestehen von dort aus Verbindungen nach Korbach und Kassel. Auf dem Gemeindegebiet bestehen zudem mehrere Busverbindungen. Durch diese sind Anbindungen nach, Bad Arolsen, Diemelsee, Korbach, Waldeck, Willingen, Volkhardinghausen und Volkmarsen gegeben (Abb. 25).



Abb. 25: Anbindung der Gemeinde Twistetal an den ÖPNV [49]

Betreiber der Busverbindungen ist der Nordhessische VerkehrsVerbund (NVV). Die Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF) betreibt eine Mobilitätszentrale mit AnrufSammelTaxi (AST). Im Jahr 2012 belief sich das Volumen der Mobilitätszentrale im Landkreis Waldeck-Frankenberg auf 57 AST- und 20 Buslinien. [50] Dadurch, dass der gesamte Bus- und AST-Verkehr im Zuständigkeitsbereich des Landkreises Waldeck-Frankenberg liegen, ist der Einfluss der Gemeinde Twistetal in Bezug auf Gestaltung und Verfügbarkeit des ÖPNVs als begrenzt einzustufen.

4 Energie- und CO₂-Bilanz

4.1 Vorbemerkung

Die Energie- und CO₂-Bilanz für die Gemeinde Twistetal mit dem Bezugsjahr 2012 stellt eine wichtige Grundlage des integrierten Klimaschutzkonzeptes dar. Die CO₂-Bilanz dient dazu besonders klimarelevante Sektoren zu identifizieren und ist damit eine Grundlage für die Festlegung von Handlungsschwerpunkten für die Klimaschutzmaßnahmen in Twistetal.

Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf den Emissionen von Kohlendioxid (CO₂), das bei Einsatz fossiler Energieträger zur Erzeugung von Energie (Strom und Wärme) entsteht. Die Bilanzierung erfasst die energiebedingten CO₂-Emissionen der Kommune. Bei der Berechnung der Energieverbräuche mit dem Bilanzierungstool ECORegion^{smart} werden die daraus resultierenden Emissionen an CO₂ in folgende Teilbereiche bzw. Sektoren unterschieden:

- Private Haushalte
- Wirtschaft (Gewerbe, Industrie)
- Verkehr

Die Erstellung der kommunalen CO₂-Bilanz basiert auf den durch die Gemeinde zur Verfügung gestellten Datengrundlagen. Diese werden gemäß der vorgegebenen Methodik der Bilanzierungssoftware ECORegion^{smart} berechnet.

4.2 Methodische Vorgehensweise

Die vorliegende Energie- und CO₂-Bilanzierung wurde anhand der internetbasierten Bilanzierungssoftware „ECORegion^{smart}“, mit der Version ECORegion 3.04.0001 erstellt. Die Software wurde von der Schweizer Firma „ECOSPEED AG“ in Zusammenarbeit mit dem „Klima-Bündnis“ und der Bundesgeschäftsstelle des „European Energy Awards“ entwickelt. Ziel der Einführung der internetbasierten Datenbank ist es, durch eine einheitliche Bilanzierungsmethodik eine gewisse interkommunale Vergleichbarkeit zu erreichen. Zudem bietet die Software durch hinterlegte Datenbanken mit länderspezifischen Durchschnittswerten die Möglichkeit fehlende lokale Daten zu interpolieren.

Aufgrund der standardisierten Handhabung des Programms wird Kommunen die jährliche Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz vereinfacht. Zudem ist eine rückwirkende Bilanzierung bis in das Jahr 1990 möglich, sodass sich das Programm auch für ein Monitoring innerhalb der genannten Teilbereiche Private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr eignet.

Die von der Software vorgesehene Arbeitsweise ist zweigeteilt:

- In einem ersten Arbeitsschritt wird eine sog. **Startbilanz** erstellt. Diese verfährt im *top-down*-Ansatz. Hierbei werden bundesweite Durchschnittswerte anhand der Einwohnerzahlen (Rückschlüsse auf Energieverbrauch Privater Haushalte sowie Energieverbrauch im Verkehrssektor) und der Beschäftigtenzahlen (Rückschlüsse auf Energieverbrauch in Gewerbe und Industrie) verwendet. Auf deren Grundlage lässt sich bereits eine vorläufige Energie- und CO₂-Bilanz erstellen.
- In der **Endbilanz** wird die vorläufige Energie- und CO₂-Bilanz an die lokalen Gegebenheiten angepasst. Hierbei wird nach dem *bottom-up*-Prinzip verfahren. Das heißt, dass durch die Eingabe von lokalen nach Energieträgern sowie Verbrauchssektoren differenzierten Energieverbrauchsdaten und Fahrleistungen, die bereits erstellte Startbilanz in ihrem Detaillierungsgrad deutlich verbessert. Die lokale Aussagekraft der Endbilanz steigt mit der Quantität, aber vor allem mit der Qualität der eingegebenen Daten. Die Datenrecherche und Dateneingabe ist bei dieser spezifischen Energie- und CO₂-Bilanz im Gegensatz zur Startbilanz bedeutend zeitintensiver.

Nach der Fertigstellung der Endbilanz bieten sich erste Vergleiche zwischen den zwei erstellten Bilanzen an, zum Beispiel im Bereich „CO₂-Emissionen pro Einwohner.“ Vergleiche zwischen der Start- und Endbilanz sind wegen der einheitlichen Berechnungsgrundlage innerhalb des Programms empfehlenswert. Im Gegensatz zu Gegenüberstellungen mit bundesweiten Statistiken, bei denen die Berechnungsgrundlagen abweichen können und die lokalen und regionalen Besonderheiten nicht berücksichtigt werden. Innerhalb der Datenbank werden die lokalen Besonderheiten, wie beispielsweise Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur anhand der Beschäftigtenzahlen berücksichtigt.

Als Bilanzierungsmethodik wurde die innerhalb der Software integrierte Life-Cycle-Assessment-Methodik (LCA-Methodik) gewählt. Berücksichtigung finden dabei nicht nur die am Ort der Energieumwandlung direkt entstehenden Emissionen, sondern auch die Energieaufwendungen der Vorkette, d.h. die gesamten Emissionen, die für die Primärenergiegewin-

nung, Aufbereitung bzw. Umwandlung und den Transport der jeweiligen Energieträger aufgewendet werden („Vorkette“), werden eingerechnet.

Witterungsbereinigung

Zu berücksichtigen ist, dass das Programm ECORegion^{smart} keine Klima- bzw. Witterungsbereinigung durchführt. Dies ist sowohl beim Vergleich zwischen unterschiedlichen Jahren, als auch beim Vergleich mit anderen kommunalen Energie- und CO₂-Bilanzen zu beachten.

Innerhalb der verwendeten Version ECORegion^{smart} ist lediglich die Betrachtung der Kohlendioxid-Emissionen (CO₂-Emissionen) möglich. Andere Gase mit klimaschädigender Wirkung wie Methan (CH₄) oder Distickstoffmonoxid/Lachgas (N₂O), welche ansonsten als CO₂-Äquivalente erfasst werden, werden hier nicht berücksichtigt.

Unterscheidung der Verbrauchssektoren

Um anhand von CO₂-Bilanzen handlungsorientierte und verursacherbasierte Konzepte erstellen zu können, werden die CO₂-Emissionen den verschiedenen o. g. Energieverbrauchssektoren zugerechnet. Prinzipiell ist dabei nach folgenden Verbrauchssektoren zu unterscheiden:

- **Haushalte:** Der Sektor „Haushalte“ berücksichtigt den Energiebedarf der gesamten Privathaushalte in der Kommune.
- **Wirtschaft:**
 - die Landwirtschaft (primärer Sektor)
 - das produzierende Gewerbe (sekundärer Sektor)
 - der Dienstleistungsbereich (tertiärer Sektor)
- **Verkehr:** Die Angaben beziehen sich auf die innerhalb der Kommune gemeldeten Krafträder, LKW, PKW und Landmaschinen.

Erneuerbare Energien

Durch die Erzeugung von Kraftstoffen, Wärme und Strom aus Erneuerbaren Energien findet eine Substitution von fossilen Energieträgern statt. Diese Substitution wird im besonderen Ausmaß seit der Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) im Jahr 2000 unterstützt. Das EEG fördert den Ausbau von Anlagen der Erneuerbaren Energien (EE) für einen Zeitraum von 20 Jahren. Im Rahmen des Lebenszyklus einer EE-Anlage fallen u.a. für die

Herstellung und Gewinnung der erzeugten Energieeinheit Emissionen an, die bilanziell dargestellt werden müssen.

Fossile Energieträger

Durch den Einsatz fossiler Energieträger werden in Deutschland große Mengen des klimaschädlichen Treibhausgases Kohlendioxid sowie weitere schädliche Luftschadstoffe in die Atmosphäre emittiert. Dieser kumulierte Luftschadstoffausstoß differenziert je nach fossilen Energieträgern erheblich. Die Bilanzierungssoftware ECORegion^{smart} nutzt hierzu verschiedene Kennziffern, auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann.

4.3 Gesamtbetrachtung Gemeinde Twistetal

Im Folgenden wird der Endenergieverbrauch der Gemeinde Twistetal nach Verbrauchssektoren und Energieträgern aufgeschlüsselt. Unterschieden wird dabei in die folgenden Verbrauchssektoren: Private Haushalte, Wirtschaft, Verkehr sowie die verschiedenen Energieträger, die den jeweiligen Abbildung entnommen werden können.

Da in der Gemeinde Twistetal kein Fernwärmenetz besteht wurden bei der Erstellung der Endbilanz die in der Startbilanz berechneten Werte auf null gesetzt. Die errechneten Wärmeenergiemengen für Fernwärme aus der Startbilanz wurden in der Endbilanz den Wärmeenergiequellen Heizöl, Erdgas, Holz und Flüssiggas gut geschrieben, sodass keine Veränderung in der Gesamtenergiemenge vorgenommen wurde.

Der Endenergieverbrauch wird durch ECORegion für die Gemeinde Twistetal im Bezugsjahr 2012 auf ca. 141.820 MWh/a angegeben. Innerhalb des Beobachtungszeitraumes zwischen 1990 und 2012 sank der Endenergieverbrauch um rund 15 % von ca. 167.755 MWh/a auf die aktuellen 141.820 MWh/a. Einher verringerte sich die Bevölkerung im selben Zeitraum um 134 Einwohner bzw. um ca. 3 %. Die Anzahl der Erwerbstätigen sank im Gemeindegebiet im angegebenen Zeitraum um rund 6 % von 727 auf 686 erwerbstätige Personen. Auch der jährliche Gesamt-CO₂-Ausstoß sank innerhalb des Beobachtungszeitraums von 41.300 t/a auf 30.845 t/a. Der bisher maximale Endenergieverbrauch (ca. 198.950 MWh/a) wurde in der Gemeinde gemäß der Berechnungen von ECO Region im Jahr 1997 erreicht, der maximale CO₂-Ausstoß (ca. 45.970 t/a) im Jahr 1995.

Der Sektor Wirtschaft verbrauchte im Jahr 2012 mit ungefähr. 52.410 MWh/a ca. 37 % der Gesamtenergie. Fast 36 % der gesamten CO₂-Emissionen (ca. 11.100 t/a) wurden innerhalb

dieses Sektors ausgestoßen. Bezüglich der CO₂-Emissionen folgen die Sektoren Verkehr mit ca. 33 % (ca. 10.150 t/a) und Haushalte mit ca. 31 % (ca. 9.595 t/a) (Abb. 26).

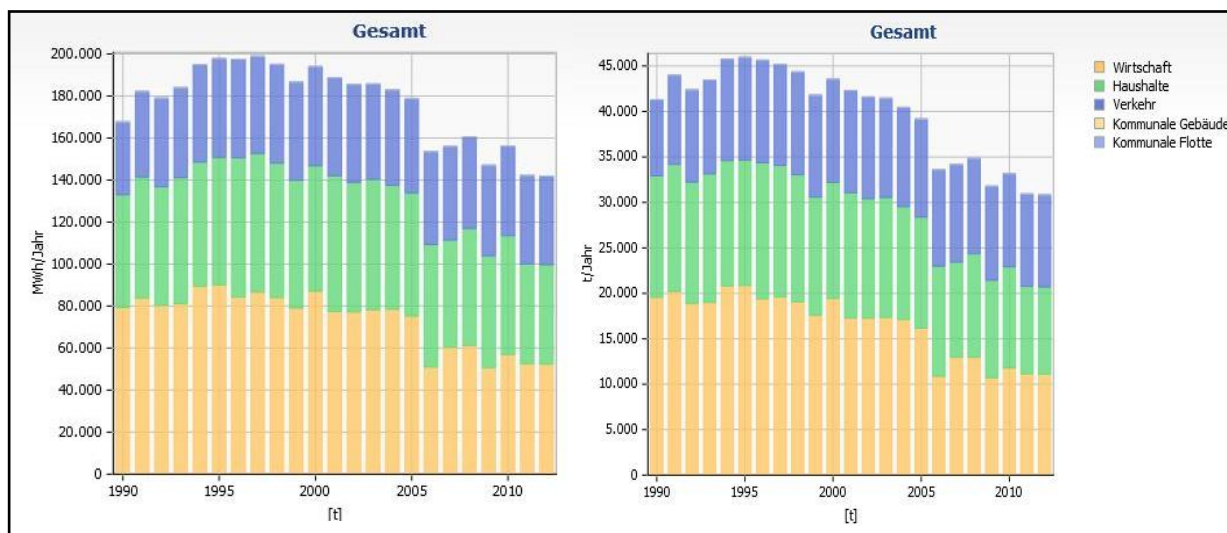


Abb. 26: Gesamtendenergieverbrauch nach Sektoren (links) und Gesamt-CO₂-Ausstoß nach Sektoren (rechts)

Der Stromverbrauch sank zwischen 1990 und 2012 von ca. 50.510 MWh/a auf ungefähr 43.135 MWh/a. Dies macht eine Einsparung von rund 15 % innerhalb des Beobachtungszeitraums aus. Der Energieträger Strom ist mit ca. 30 % wichtigster Energieträger der Gemeinde Twistetal (siehe auch Abb. 34).

Im Gesamtstromverbrauch der Kommune aus dem Jahr 2012 haben fossile beziehungsweise konventionelle Energieträger wie Braunkohle (ca. 28 %), Atomkraft (ca. 23 %), Steinkohle (ca. 20 %) oder Erdgas (ca. 12 %) mit insgesamt ca. 83 % weiterhin die höchsten Anteile. Seit dem Jahr 2000 und der Einführung des EEG ist eine intensivere Nutzung erneuerbarer Energien zu beobachten. So liegt beispielsweise der Stromverbrauch aus Windenergie in der Gemeinde Twistetal aktuell bei 1.470 MWh/a (ca. 3,4 %) (Abb. 27). Der Stromverbrauch nach den verschiedenen Energieträgern resultiert aus der durch ECoregion angewendeten Methodik, die den Bundesstrommix verwendet.

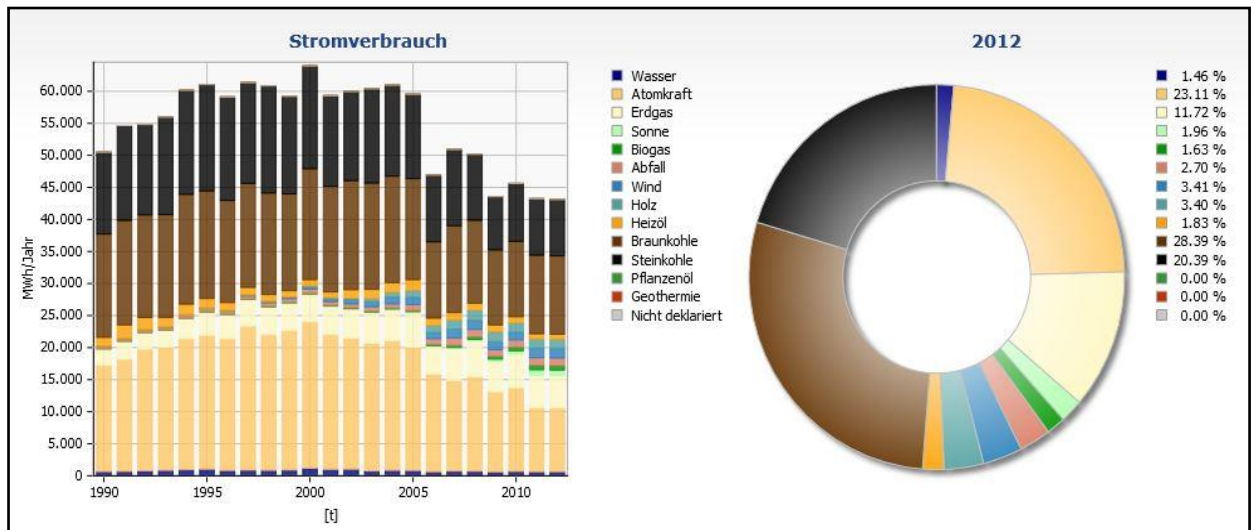


Abb. 27: Gesamtstromverbrauch nach Energieträgern

4.3.1 Energie- und CO₂-Bilanz im Sektor „Private Haushalte“

Die Gesamtenergieverbräuche im Sektor Private Haushalte belaufen sich aktuell auf ca. 47.305 MWh/a. Zwischen 1990 und 2012 macht dies eine Ersparnis von rund 12 % aus. In der unten stehenden Abbildung wird die abnehmende Relevanz der Energieträger Heizöl und Braunkohle sowie die gesteigerte Bedeutung des Energieträgers Holz innerhalb der letzten Jahre deutlich. Die mengenmäßig bedeutendsten Posten im Endenergieverbrauch Privater Haushalte im Bezugsjahr 2012 sind Strom mit ungefähr 19.035 MWh/a, Erdgas mit ca. 12.700 MWh/a, Heizöl mit ca. 8.695 MWh/a und Holz mit rund 4.880 MWh/a (Abb. 28).

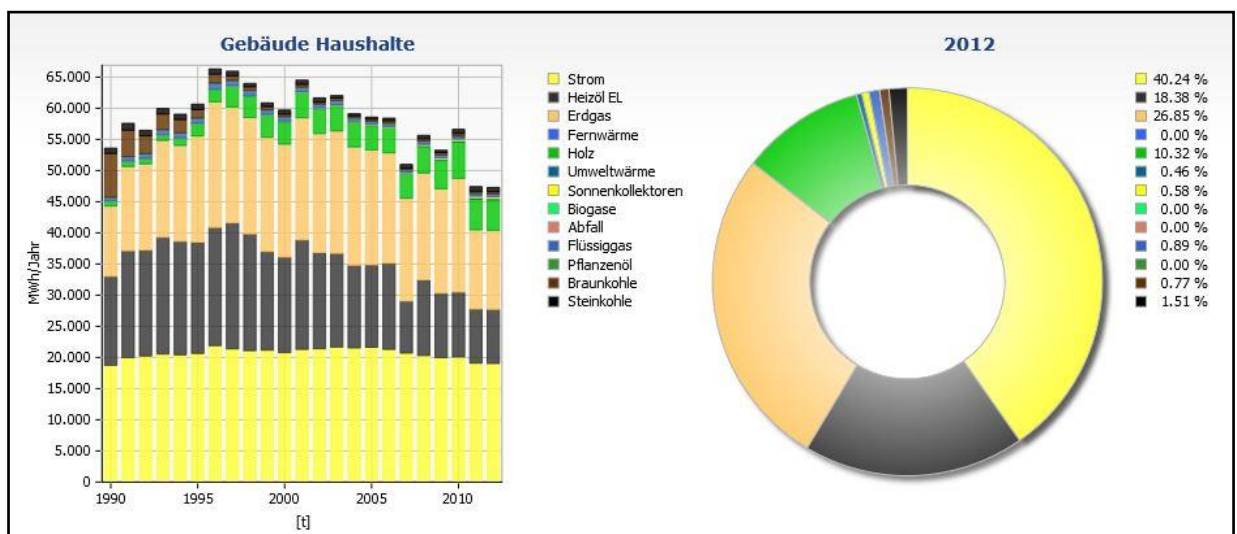


Abb. 28: Energieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Private Haushalte

Der CO₂-Ausstoß im Sektor Private Haushalte ist im Vergleich zum Ausgangsjahr 1990 mit ca. 13.370 t/a insgesamt um ca. 3.775 t/a zurückgegangen. Im Bezugsjahr 2012 betrug der CO₂-Ausstoß in diesem Sektor 9.595 t/a. Die mit Abstand größten Emittenten des klimaschädlichen Treibhausgases CO₂ sind in diesem Sektor die Energieträger Strom (ca. 4.255 t/a), Erdgas (ca. 2.470 t/a) und Heizöl (ca. 2.320 t/a). Insbesondere Erdgas und Heizöl werden zur Erzeugung der Raumwärme in den Privaten Haushalten eingesetzt (Abb. 29).

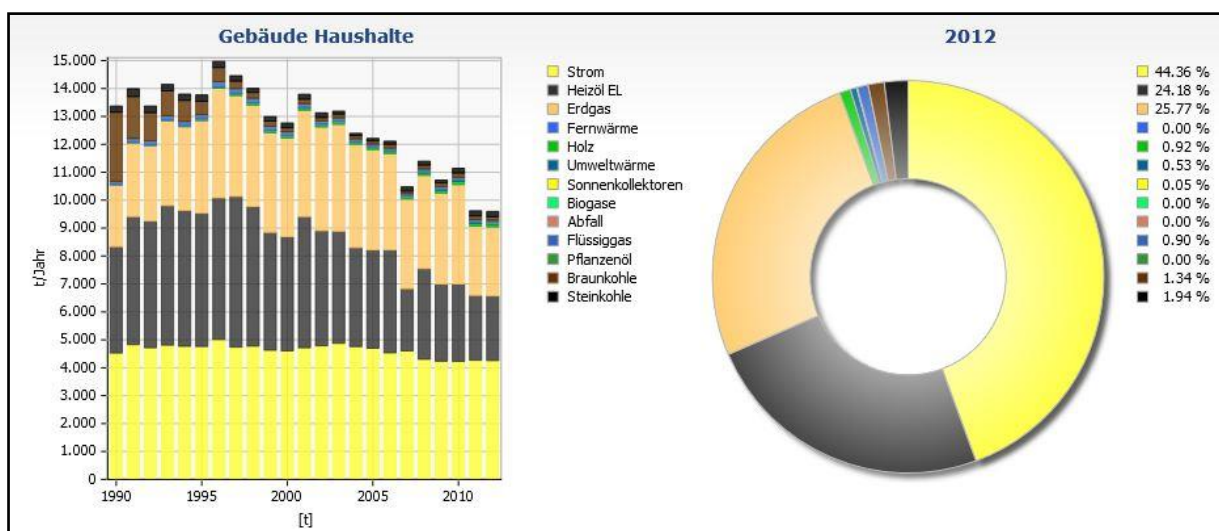


Abb. 29: CO₂-Ausstoß im Sektor Private Haushalte

4.3.2 Energie- und CO₂-Bilanz im Sektor „Wirtschaft“

Im Trend sind die Gesamtendenergieverbräuche im Sektor Wirtschaft innerhalb der letzten Jahre gesunken. Zwischen dem Ausgangsjahr 1990 (ca. 79.390 MWh/a) und dem Bezugsjahr 2012 (ca. 52.410 MWh/a) sank der Gesamtenergieverbrauch im Sektor um ca. 34 % (26.980 MWh/a). Aktuell sind im Wirtschaftsbereich Strom mit ca. 22.885 MWh/a und Erdgas mit ungefähr 14.715 MWh/a die bedeutendsten Energieträger (Abb. 30).

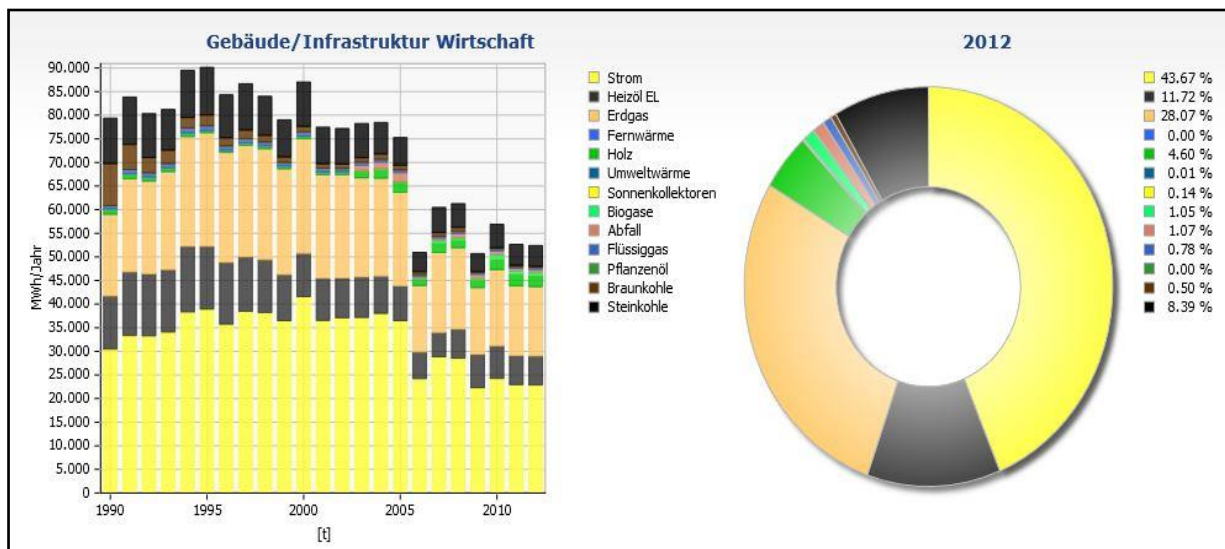


Abb. 30: Endenergieverbrauch im Sektor Wirtschaft

Im Vergleich zwischen dem Ausgangsjahr 1990 (ca. 19.555 t/a) und dem Bezugsjahr 2012 (ca. 11.105 t/a) hat im Wirtschaftsbereich die Menge an ausgestoßenem CO₂ abgenommen. Größten Anteil am Ausstoß des klimaschädlichen Treibhausgas CO₂ haben im Jahr 2012 die Energieträger Strom (ca. 5.115 t/a), Erdgas (ca. 2.865 t/a), Heizöl (ca. 1.640 t/a) und Steinkohle (ca. 1.145 t/a) (Abb. 31).

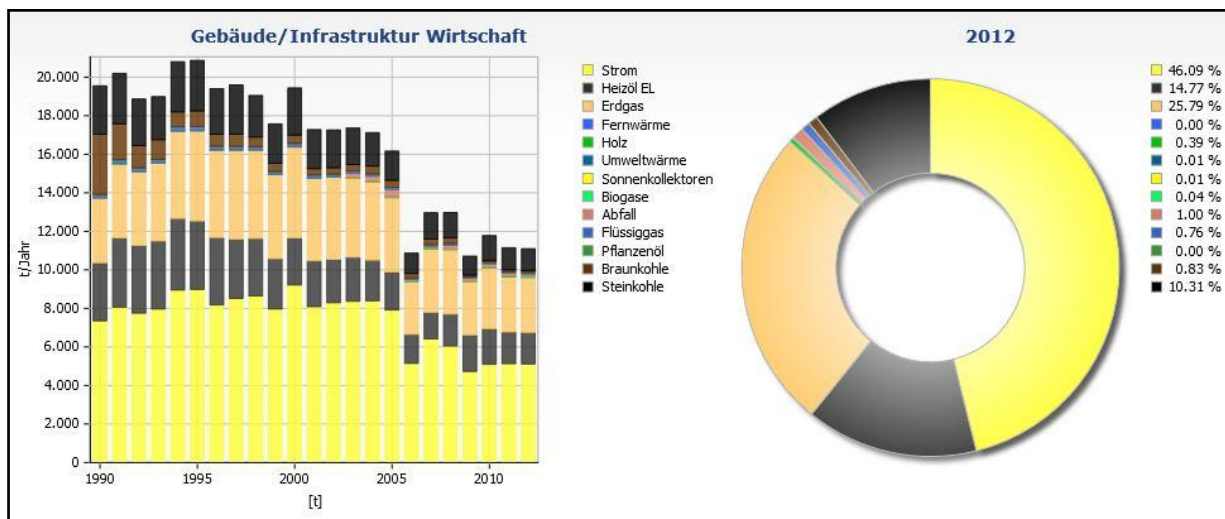


Abb. 31: CO₂-Ausstoß im Sektor Wirtschaft

4.3.3 Energie- und CO₂-Bilanz im Sektor „Verkehr“

Der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr steigt bundesweit seit dem Jahr 1990. Ausschlaggebend für diese Entwicklung ist in Deutschland eine weiter ansteigende durchschnittliche Fahrleistung der Personenkraftwagen (PKW) (14.200 km pro Jahr), ein stagnierender Durchschnittsverbrauch auf einem relativ hohen Niveau (7,9 l /pro 100 km) sowie ein kontinuierliches Wachstums des Fahrzeugbestandes, zwischen 1996 und 2011 um durchschnittlich 0,6 % pro Jahr. [47] In der Gemeinde Twistetal stieg der Gesamtenergieverbrauch im Sektor Verkehr von ca. 34.750 MWh/a (1990) auf fast 42.105 MWh/a im Bezugsjahr 2012 an. Zu beachten ist jedoch, dass der Endenergieverbrauch in Twistetal im Sektor Verkehr seit dem Jahr 2000 rückläufig ist. Innerhalb der letzten Jahre ist insbesondere die steigende Bedeutung des Energieträgers Diesel und eine sinkende Relevanz des Energieträgers Benzin zu erkennen. Im Jahr 2012 sind im Verkehrsbereich die Energieträger Benzin und Diesel mit einem Verbrauch von rund 19.885 MWh/a (Benzin) bzw. ca. 14.800 MWh/a (Diesel) die bedeutendsten Energieträger (Abb. 32).

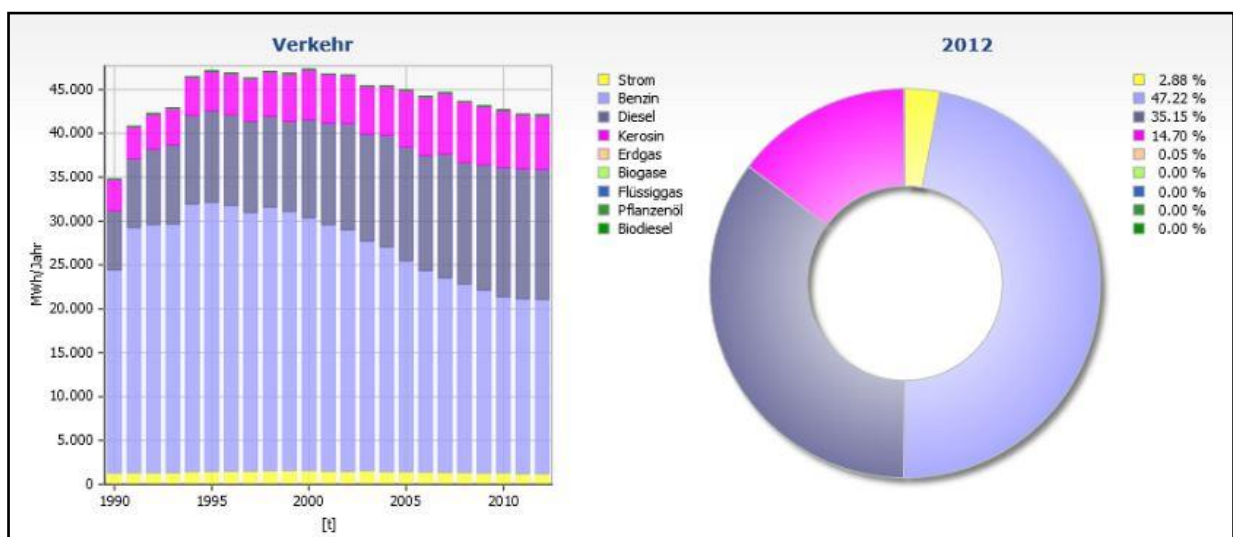


Abb. 32: Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr

Die CO₂-Emissionen verlaufen im Verkehrsbereich nahezu parallel zum Endenergieverbrauch in diesem Sektor. Auch der CO₂-Ausstoß stieg innerhalb des Beobachtungszeitraums in der Gemeinde Twistetal von ca. 8.375 t/a (1990) auf ca. 10.150 t/a (2012). Auch der regressive Trend seit dem Jahr 2000 sowie die Anteile an den CO₂-Emissionen verlaufen einheitlich mit denen des Endenergieverbrauchs (Abb. 33).

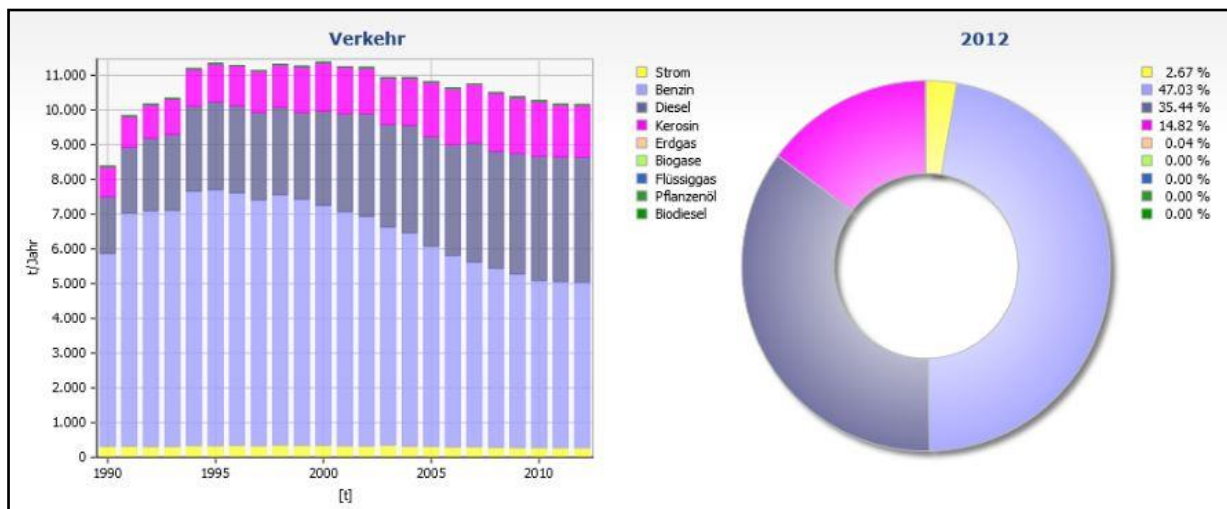


Abb. 33: CO₂-Ausstoß im Sektor Verkehr

4.3.4 Zusammenfassung

Wie bereits in Kapitel 4.3 dargestellt liegt der aktuelle Gesamtendenergieverbrauch der Gemeinde Twistetal bei ca. 141.820 MWh/a. Die höchsten Anteile an diesem Endverbrauch haben die Energieträger Strom mit ca. 30 % (ca. 43.135 MWh/a), Erdgas mit ca. 19 % (ca. 27.435 MWh/a), Benzin mit ca. 14 % (ca. 19.885 MWh/a), Heizöl mit ca. 10 % (ca. 14.840 MWh/a) und Diesel mit ca. 10 % (ca. 14.800 MWh/a).

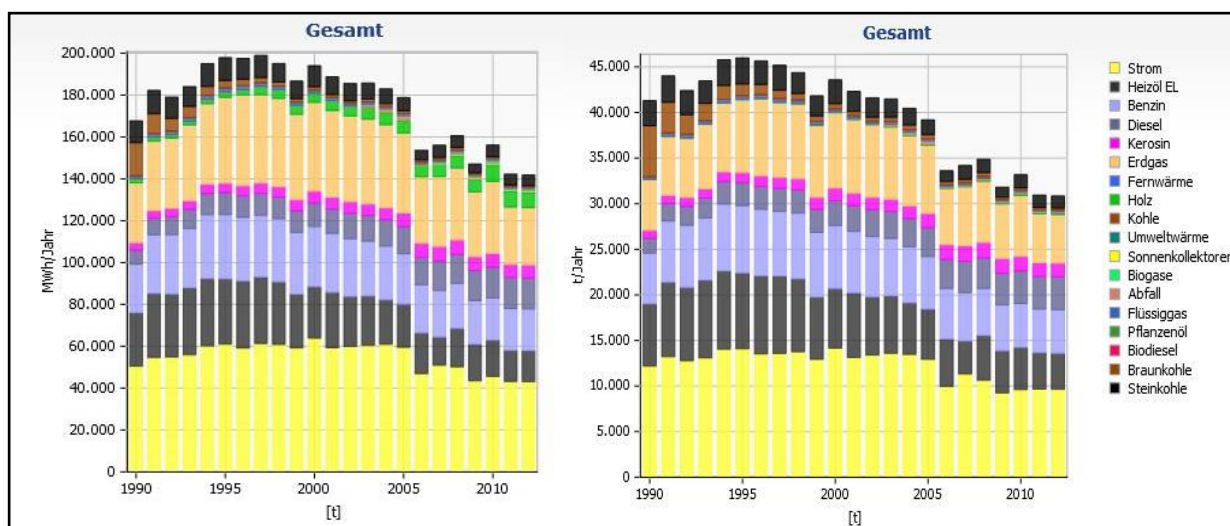


Abb. 34: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern (links) & CO₂-Ausstoß nach Energieträgern (rechts)

Nach einem Anstieg der CO₂-Emissionen bis in das Jahr 1995 (ca. 45.970 t/a) sinken die jährlichen CO₂-Emissionen seit diesem Jahr tendenziell. Die jährlichen CO₂-Emissionen liegen aktuell bei ca. 30.845 t/a. Minderungspotenziale bestehen insbesondere bei einer verstärkten Nutzung Erneuerbarer Energien und einer angestrebten Substitution der fossilen Energieträger (Abb. 34).

4.4 Gesamtbetrachtung Region Nordwaldeck

Die Bürgermeister der Region Nordwaldeck, bestehend aus den Kommunen Bad Arolsen, Diemelstadt, Twistetal und Volkmarsen, haben sich Ende 2012 dazu entschlossen, das Thema Klimaschutz sowohl kommunal als auch regional strategisch vertiefend anzugehen. Ein wesentliches Ziel der Bürgermeister der Region Nordwaldeck ist hierbei die Etablierung einer bilanziell CO₂-neutralen Energieversorgung für die Bereiche Strom und Wärme bis zum Jahre 2030.

Im Folgenden wird der Endenergieverbrauch der Region Nordwaldeck gemäß der o. g. Verbrauchssektoren (siehe auch unten stehende Abb. 35) und Energieträgern (siehe auch Abb. 43) aufgeschlüsselt.

Der Gesamtendenergieverbrauch für die Region Nordwaldeck wird durch ECORegion^{smart} im Bezugsjahr 2012 auf ca. 1.349.870 MWh/a angegeben. Innerhalb des Beobachtungszeitraumes zwischen den Jahren 1990 und 2012 sank der Endenergieverbrauch um rund 3 % von ca. 1.390.310 MWh/a auf die aktuellen 1.349.870 MWh/a. Nach den Berechnungen des Bilanzierungstools ECORegion^{smart} wurde der maximale Endenergieverbrauch im Beobachtungszeitraum im Jahr 1996 erreicht. Seitdem ist ein tendenziell sinkender Endenergieverbrauch in der Region zu beobachten.

Im Beobachtungszeitraum ist der Verlauf der Kurve bezüglich des CO₂-Ausstoßes ähnlich dem des Endenergieverbrauchs in der Region Nordwaldeck. Das Bilanzierungstool geht im Bezugsjahr 2012 in der Region Nordwaldeck von einem Gesamt-CO₂-Ausstoß von ca. 293.195 t/a aus. Im Beobachtungszeitraum sank der jährliche Gesamt-CO₂-Ausstoß um rund 14 %. Auch im jährlichen CO₂-Ausstoß wurde der Peak mit einem Gesamtausstoß von 393.835 t/a im Jahr 1996 erreicht.

Der Sektor Wirtschaft verbrauchte im Jahr 2012 mit ca. 681.340 MWh/a über 50 % der Gesamtendenergie. Daraus resultieren ca. 49 % der gesamten CO₂-Emissionen (ca. 144.910 t/a). Der Sektor Verkehr emittiert ca. 27 % (ca. 79.875 t/a) und die privaten Haushalte ca. 23 %.

(ca. 68.405 t/a) des Treibhausgases CO₂.

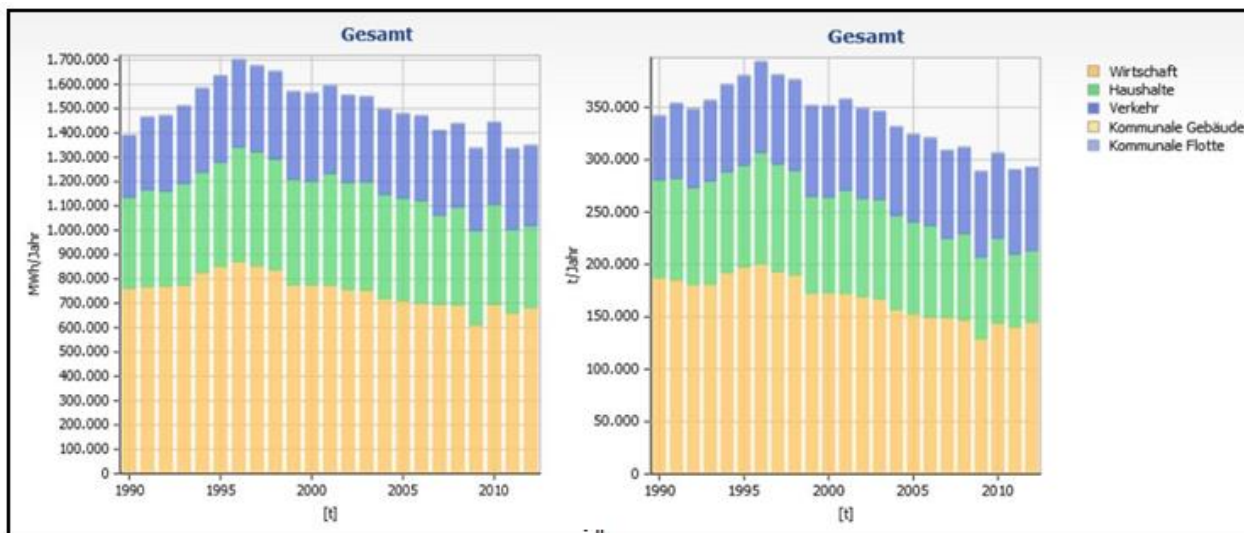


Abb. 35: Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren (links) und Gesamt-CO₂-Ausstoß nach Sektoren (rechts)

Der Stromverbrauch stieg in der Region Nordwaldeck zwischen 1990 und 2012 von ca. 439.800 MWh/a auf ungefähr 460.605 MWh/a (2012). Dies macht eine Steigerung von rund 5 % innerhalb des Beobachtungszeitraums aus. Der Energieträger Strom ist mit ca. 34 % wichtigster Energieträger der Region Nordwaldeck (siehe auch Abb. 43). Im Beobachtungszeitraum stieg der Stromverbrauch in der Region bis in das Jahr 1998. Seit diesem Peak (ca. 547.725 MWh/a) ist ein leichter tendenzieller Rückgang des Stromverbrauchs in der Region Nordwaldeck zu verzeichnen (Abb. 36).

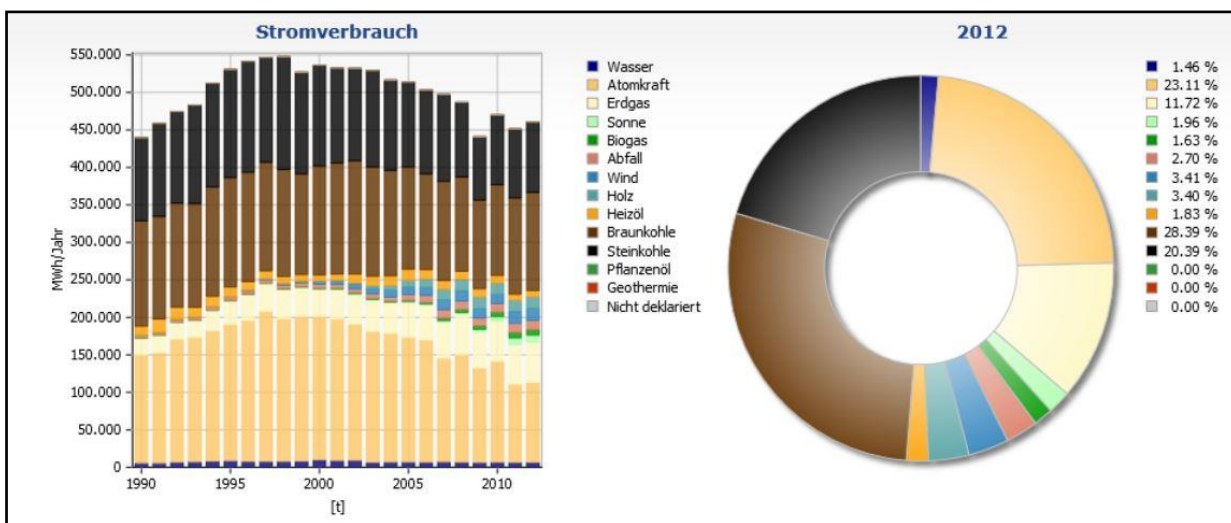


Abb. 36: Gesamtstromverbrauch nach Energieträgern

Im Gesamtstromverbrauch der Region Nordwaldeck aus dem Jahr 2012 haben fossile bzw. konventionelle Energieträger wie Braunkohle (ca. 28 %), Atomkraft (ca. 23 %), Steinkohle (ca. 20 %) oder Erdgas (ca. 12 %) mit insgesamt ca. 83 % weiterhin die höchsten Anteile.

4.4.1 Energie- und CO₂-Bilanz im Sektor „Private Haushalte“

Die Endenergieverbräuche im Sektor „Private Haushalte“ belaufen sich aktuell auf ca. 337.270 MWh/a. Zwischen 1990 und 2012 nahmen diese um rund 12 % ab. In der unten stehenden Abbildung wird die abnehmende Relevanz der Energieträger Heizöl und Braunkohle sowie die gesteigerte Bedeutung des Energieträgers Holz innerhalb der letzten Jahre deutlich. Die mengenmäßig bedeutendsten Posten im Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im Bezugsjahr 2012 sind Strom mit rund 135.713 MWh/a, Erdgas mit ca. 90.560 MWh/a, Heizöl mit ca. 61.990 MWh/a und Holz mit rund 34.795 MWh/a (Abb. 37).

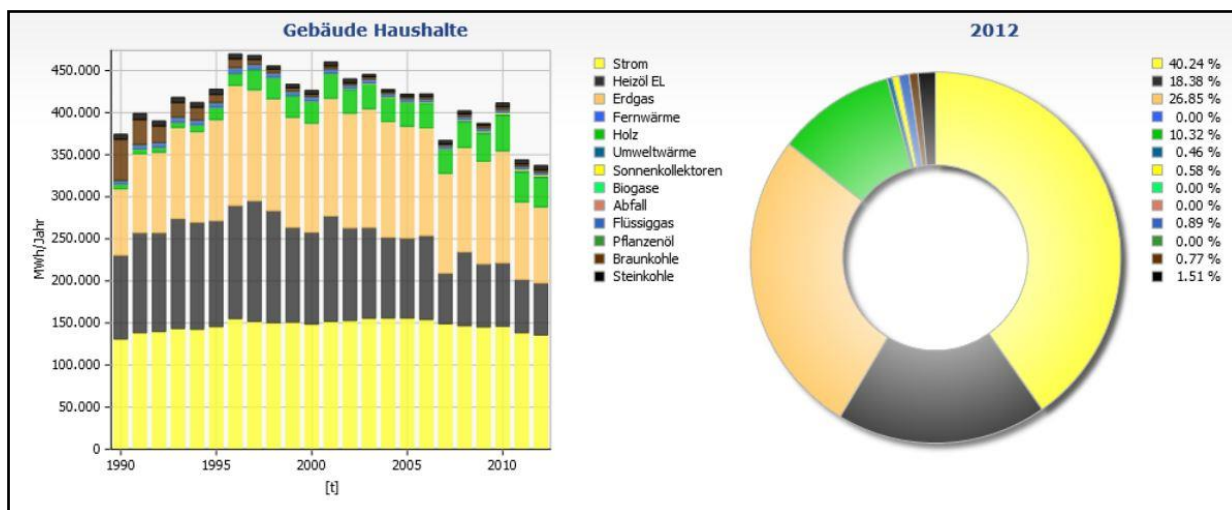


Abb. 37: Energieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Private Haushalte

Im gewählten Bezugsjahr 2012 betrug der CO₂-Ausstoß in diesem Sektor 68.405 t/a. Der CO₂-Ausstoß im Sektor „Private Haushalte“ ist im Vergleich zum Ausgangsjahr 1990 mit ca. 93.355 t/a insgesamt um rund 24.950 t/a (ca. 27 %) zurückgegangen. Die mit Abstand größten Emittenten des klimaschädlichen Treibhausgases CO₂ sind im Sektor Private Haushalte die Energieträger Strom (ca. 30.345 t/a), Erdgas (ca. 17.625 t/a) und Heizöl (ca. 16.545 t/a). Es ist davon auszugehen, dass insbesondere die Energieträger Erdgas und Heizöl zur Erzeugung der Raumwärme eingesetzt (Abb. 38) werden.

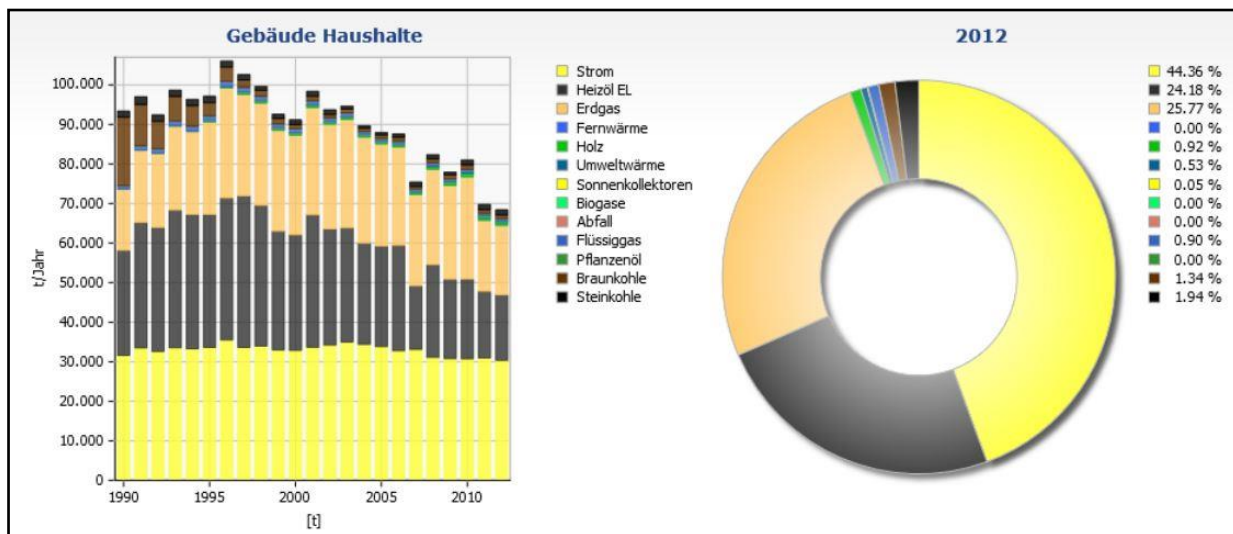


Abb. 38: CO₂-Ausstoß im Sektor Private Haushalte

4.4.2 Energie- und CO₂-Bilanz im Sektor „Wirtschaft“

Tendenziell sinken im Sektor Wirtschaft die Endenergieverbräuche seit dem Jahr 1996. Im Peak wurden in der Region Nordwaldeck im Sektor Wirtschaft 871.835 MWh/a Energie verbraucht. Zwischen dem Ausgangsjahr 1990 (ca. 761.205 MWh/a) und dem Bezugsjahr 2012 (ca. 681.340 MWh/a) ist der Endenergieverbrauch um ca. 10 % (79.865 MWh/a) zurückgegangen. Aktuell sind Strom mit ca. 315.105 MWh/a und Erdgas mit ungefähr 189.190 MWh/a die bedeutendsten Energieträger (Abb. 39).

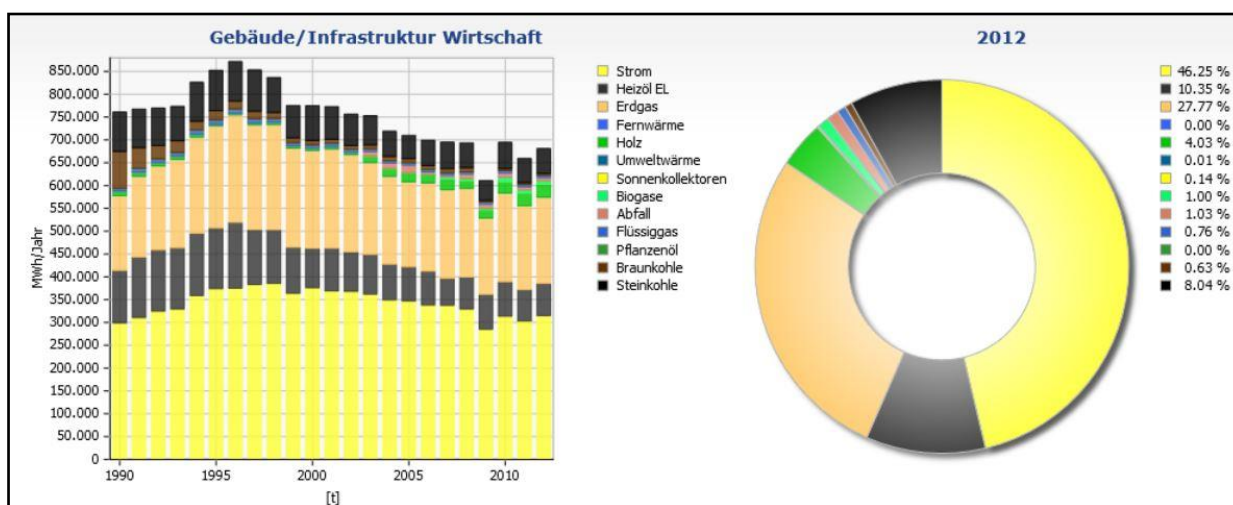


Abb. 39: Endenergieverbrauch im Sektor Wirtschaft

Im Vergleich zwischen dem Ausgangsjahr 1990 (ca. 187.340 t/a) und dem Bezugsjahr 2012 (ca. 144.910 t/a) hat die Menge an ausgestoßenem CO₂ im Sektor Wirtschaft um ca. 23 % abgenommen. Den größten Anteil am Ausstoß des klimaschädlichen Treibhausgas CO₂ haben im Jahr 2012 die Energieträger Strom (ca. 70.455 t/a), Erdgas (ca. 36.820 t/a), Heizöl (ca. 18.810 t/a) und Steinkohle (ca. 14.270 t/a) (Abb. 40).

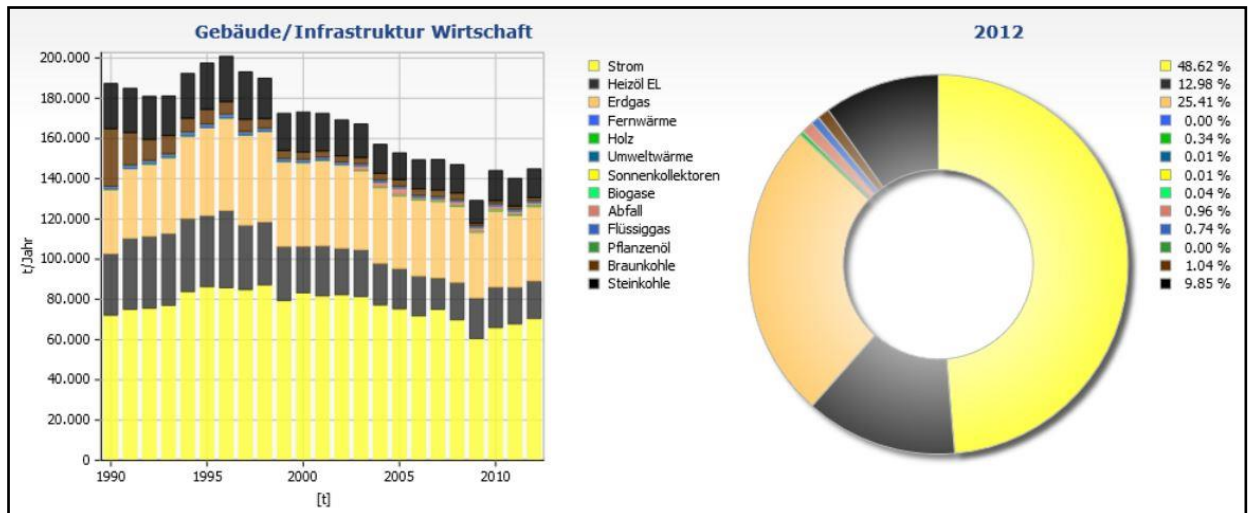


Abb. 40: CO₂-Ausstoß im Sektor Wirtschaft

4.4.3 Energie- und CO₂-Bilanz im Sektor „Verkehr“

Der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr steigt bundesweit seit dem Jahr 1990. Ausschlaggebend für diese Entwicklung ist in Deutschland eine weiter ansteigende durchschnittliche Fahrleistung der Personenkraftwagen (PKW), im Jahr 2012 waren dies 14.200 km pro Jahr, ein stagnierender Durchschnittsverbrauch auf einem relativ hohen Niveau (7,9 l /pro 100 km) sowie ein kontinuierliches Wachstum des Fahrzeugbestandes, zwischen 1996 und 2011 um durchschnittlich 0,6 % pro Jahr. [47] In der Region Nordwaldeck stieg der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr im Betrachtungszeitraum von ca. 254.815 MWh/a (1990) auf fast 331.260 MWh/a im Bezugsjahr 2012 an. Der Höhepunkt des verkehrsbedingten Endenergieverbrauchs in der Region Nordwaldeck wurde im Jahr 2000 mit ca. 362.510 MWh/a notiert, seit diesem Jahr ist ein tendenzieller Rückgang zu verzeichnen.

Innerhalb der letzten Jahre ist insbesondere die steigende Bedeutung des Kraftstoffes Diesel und eine sinkende Relevanz des Energieträgers Benzin zu erkennen. Im Jahr 2012 sind im Verkehrsbereich die Energieträger Benzin und Diesel mit einem Verbrauch von rund 142.115 MWh/a (Benzin) bzw. ca. 135.095 MWh/a (Diesel) die bedeutendsten Energieträger

(Abb. 41).

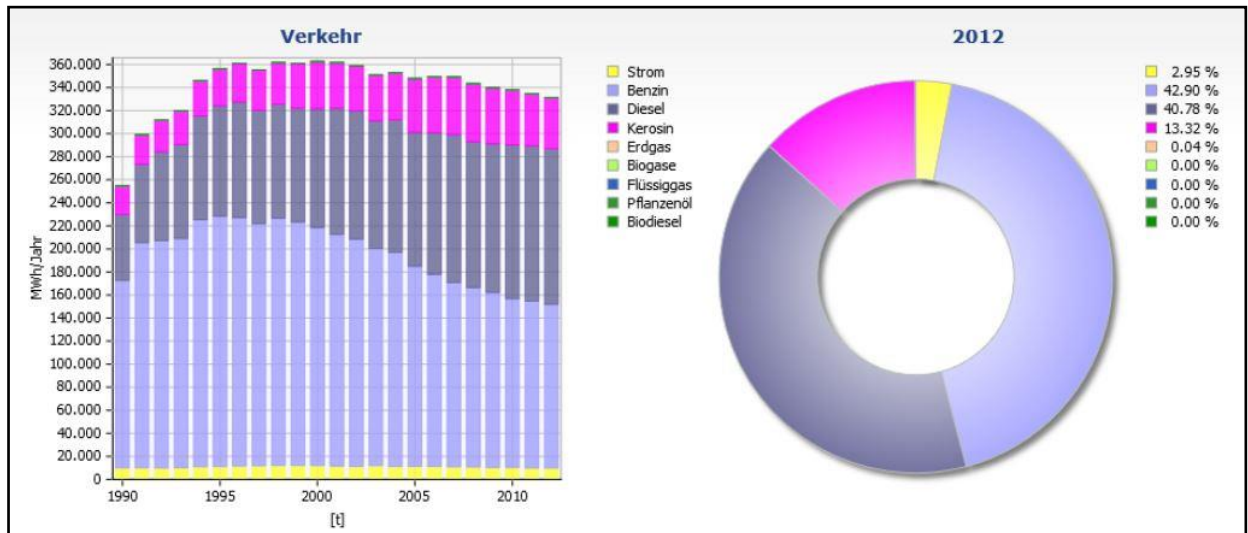


Abb. 41: Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr

Der Endenergieverbrauch und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen verlaufen im betrachteten Zeitraum nahezu parallel. Daher stieg der CO₂-Ausstoß innerhalb des Beobachtungszeitraums in der Region Nordwaldeck von ca. 61.420 t/a (1990) auf ca. 79.875 t/a (2012). Dies gilt auch für den regressiven Trend seit dem Jahr 2000 (Abb. 42).

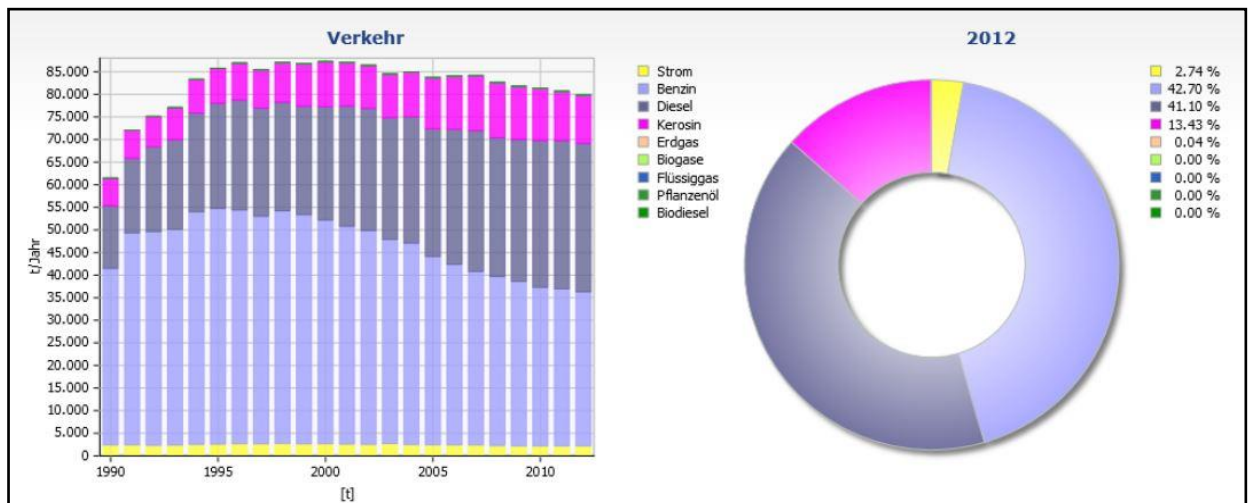


Abb. 42: CO₂-Ausstoß im Sektor Verkehr

4.4.4 Fazit

Wie bereits in Kapitel 4.4 dargestellt, liegt der aktuelle Gesamtendenergieverbrauch der Region Nordwaldeck im Jahr 2012 bei ca. 1.349.870 MWh/a. Die höchsten Anteile an diesem

Endenergieverbrauch haben die Energieträger Strom mit ca. 34 % (ca. 460.605 MWh/a), Erdgas mit ca. 21 % (ca. 279.895 MWh/a), Benzin mit ca. 11 % (ca. 142.115 MWh/a), Diesel mit ca. 10 % (ca. 135.095 MWh/a) und Heizöl ebenfalls mit ca. 10 % (ca. 132.485 MWh/a).

Nach einem Anstieg der CO₂-Emissionen von 1990 (342.115 t/a) bis in das Jahr 1996 (ca. 393.835 t/a) sinken die jährlichen CO₂-Emissionen seit diesem Peak tendenziell. Die jährlichen CO₂-Emissionen liegen im Jahr 2012 bei ca. 293.195 t/a (Abb. 43).

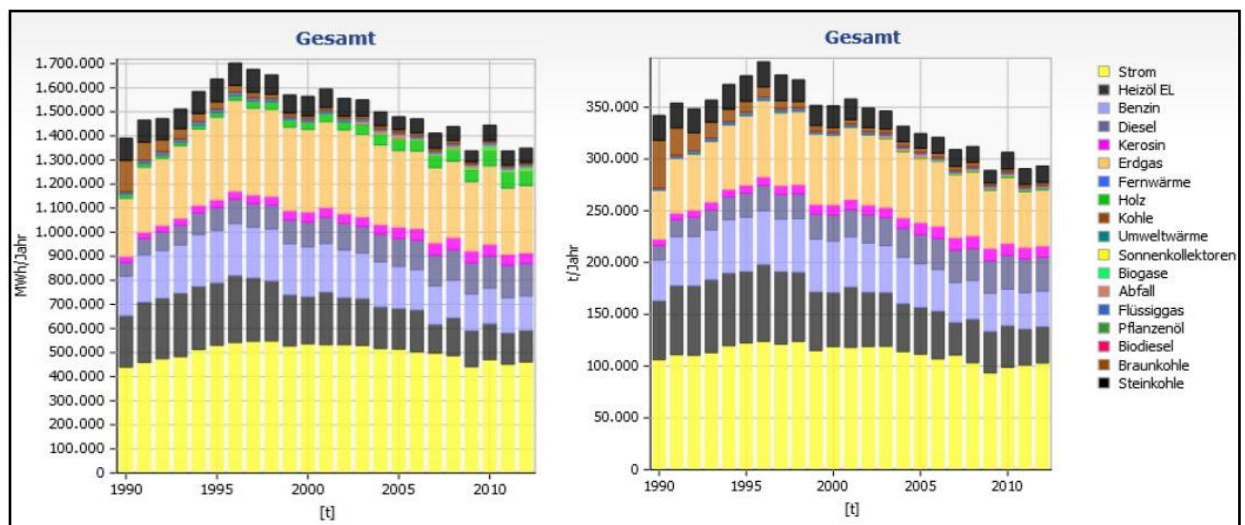


Abb. 43: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern (links) & CO₂-Ausstoß nach Energieträgern (rechts)

Im Hinblick auf das strategische Ziel der Bürgermeister der Region Nordwaldeck, eine bilanziell CO₂-neutrale Energieversorgung für die Bereiche Strom und Wärme bis zum Jahre 2030 sicherzustellen, ist neben einer Betrachtung der Gesamtendenergiebilanz nach der LCA-Methodik (inklusive Vorkette), auch eine Betrachtung der Endenergiebilanz ohne Vorkette sinnvoll. Eine solche Endenergiebilanz nach dem Territorialprinzip ist in Abb. 44 dargestellt. Bei der Territorialbilanz (IPCC-Methodik) werden der Endenergieverbrauch bzw. die CO₂-Emissionen berücksichtigt, die innerhalb des Territoriums (Kommunen der Region Nordwaldeck) tatsächlich entstehen. Diese Bilanz verdeutlicht, welcher Energiebedarf für den betrachteten Zeitraum in der Region hätte durch erneuerbare Energien produziert werden müssen, um diese autark mit Energie zu versorgen. Zukünftig ist bei gleichbleibenden wirtschaftlichen und demographischen Rahmenbedingungen u. a. aufgrund steigender technischer Effizienzniveaus von einem tendenziell sinkenden Energiebedarf auszugehen der durch erneuerbare Energien zu decken ist.

Die höchsten Anteile am Endenergieverbrauch der Territorial- bzw. IPCC-Methodik in der Region Nordwaldeck haben die Energieträger Erdgas mit ca. 26 % (ca. 239.225 MWh/a) und Strom mit ca. 20 % (185.120 MWh/a). Auch der Anteil der Energieträger Heizöl, Benzin und Diesel am Endenergieverbrauch ist mit jeweils rund 12 % beachtlich.

Aufgrund der hier nicht berücksichtigten Vorkette ist der Endenergieverbrauch nach dem Territorialprinzip (IPCC-Methodik) geringer als bei der LCA-Methodik. Für das Bezugsjahr 2012 geht die Bilanzierungssoftware ECO-Region^{smart} nach dem Territorialprinzip insgesamt von einem Endenergieverbrauch von ca. 913.945 MWh/a aus.

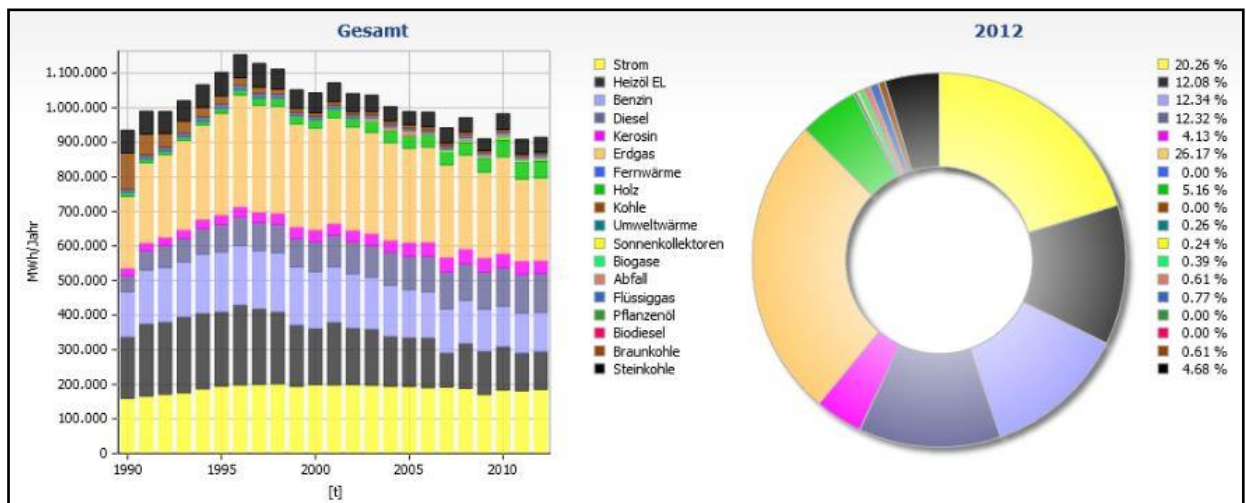


Abb. 44: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern im Territorialprinzip

Nach dem Territorialprinzip sind in der Endenergiebilanz der Region Nordwaldeck gemäß u. a. der demographischen und wirtschaftsstrukturellen Rahmenbedingungen die Endenergieverbräuche in der Stadt Bad Arolsen mit rund 461.455 MWh/a (ca. 50 %) am höchsten. Der Endenergieverbrauch in den Städten Diemelstadt und Volkmarsen ist mit ca. 178.510 MWh/a (Diemelstadt) bzw. 175.725 MWh/a (Volkmarsen) auf nahezu gleichwertigem Niveau. Der geringste Endenergieverbrauch liegt mit rund 11 % bzw. 98.255 MWh/a in der kleinsten Kommune der Region Nordwaldeck, der Gemeinde Twistetal vor (Abb. 45).

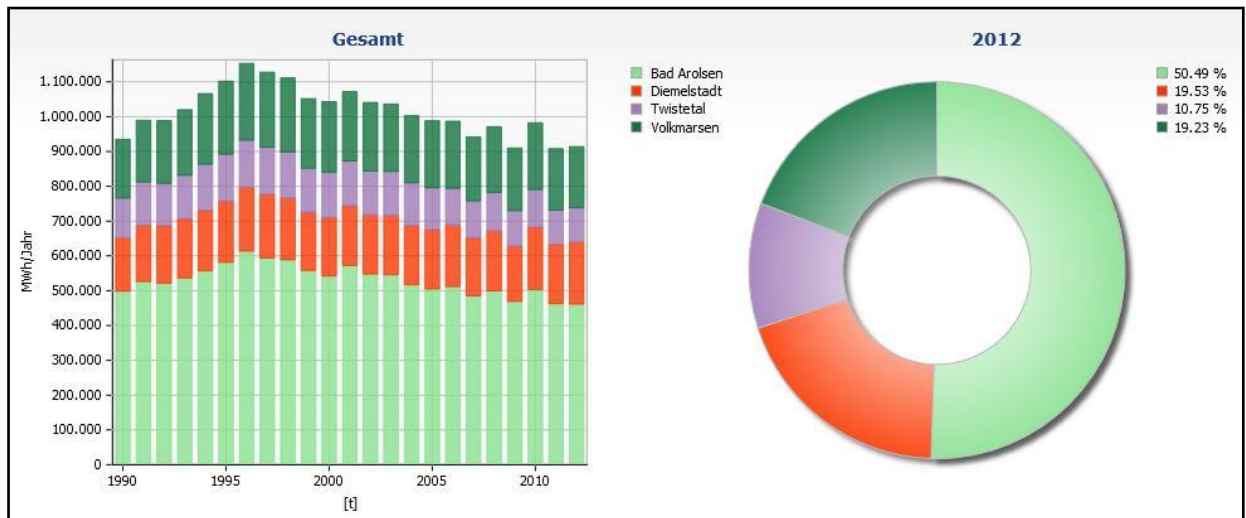


Abb. 45: Gesamtendenergiebilanz im Territorialprinzip - kommunal aufgeschlüsselt

5 Potenziale und Handlungsoptionen zur Energieeffizienz und Nutzung Erneuerbarer Energien

5.1 Handlungsfeld: Bestand und Neubau Privatgebäude (p)

In Deutschland liegen die größten Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand. Für die Beheizung eines Bestandsgebäudes wird etwa dreimal so viel Energie benötigt, wie für einen Neubau. Der größte Teil des Energiebedarfes in privaten Haushalten, rund 85 %, wird für Heizwärme und Warmwasser benötigt. [51]

Etwa 85 % des deutschen Gebäudebestandes sind bisher unsaniert. Ein besonders hohes energetisches Modernisierungspotenzial bieten Gebäude die vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 errichtet wurden. Das Ziel der Bundesregierung ist es, den Wärmebedarf des Gebäudebestandes bis 2020 um 20 % und den Primärenergiebedarf bis 2050 um 80 % zu senken.

Die Sanierungsquote (bauliche und energetische Maßnahmen) beträgt aktuell etwa 3 % des Gebäudebestands, wobei nur rund ein Drittel davon auch energetische Optimierungsmaßnahmen beinhaltet. Bei diesem Tempo verringert sich der Energiebedarf bis 2050 lediglich um 57 % im Vergleich zum Jahr 2008. [52] Somit ergibt sich eine Abweichung in Höhe von 23 % gegenüber den Zielen der Bundesregierung bis zum Jahre 2050.

Die Vorteile einer energetischen Gebäudesanierung sind vielseitig:

- Reduktion der CO₂-Emissionen
- Senkung der Betriebskosten für den Eigentümer, bzw. Mieter
- Erhöhung des Wohnkomforts und damit gesteigerte Lebensqualität
- Werterhalt bzw. Wertsteigerung der Immobilie
- Sicherung von zumeist regionalen Arbeitsplätzen, voranging in mittelständischen Betrieben

Um ein Bestandsgebäude energetisch zu modernisieren, können z.B. folgende Bereiche optimiert werden:

- Dämmung der Außenwände und des Daches, Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. der Kellerdecke

- Austausch von Fenstern / Türen
- Austausch / Erneuerung der Anlagen- und Lüftungstechnik und ggf. Umstellung auf andere Energieträger, z.B. Nutzung Erneuerbarer Energien, wie Biogas oder Holzpellets, oder den Einsatz von Solaranlagen oder Wärmepumpen

Welche Optimierungsmaßnahmen je Gebäude tatsächlich die größten Einsparpotenziale bieten und auch ökonomisch sinnvoll sind, muss im Einzelfall durch einen Fachmann geprüft werden.

Neben den Energieeinsparmöglichkeiten aus dem Wärmesektor bieten sich weitere Potenziale zur Stromeinsparung in Privathaushalten an:

- Umstellung auf effiziente Elektrogeräte (z.B. Austausch der Heizungsumwälzpumpe, Kühlschrank, etc.)
- Nutzung von Energiesparlampen
- Einsatz abschaltbarer Steckerleisten, um Stand-by- oder Leerlaufverluste zu vermeiden
- Kühlgeräte wenn möglich in unbeheizten Räumen aufstellen
- Errichtung von Photovoltaikanlagen zur Eigenstromerzeugung
- Das Nutzerverhalten hat einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch eines Gebäudes. Bis zu 15 % Energiekosten können durch Verhaltensänderungen eingespart werden

Für die energetische Betrachtung und den daraus resultierenden Einsparpotenzialen des privaten Gebäudebestandes wurden die Wohngebäude in der Gemeinde Twistetal anteilig auf die Baualtersklassen nach der Hessischen Gebäudetypologie aufgeteilt [12] und je Altersklasse energetisch bewertet.

In Hinblick auf die Energieeinsparpotenziale (Heizwärme) wurde für den Gebäudebestand¹ in der Gemeinde Twistetal ein Wärmebedarfswert von 100 kWh/m²a angesetzt. Dies ist ein reell zu erreichender Wert der Schwierigkeiten durch bauliche Begebenheiten, Auflagen, Denkmalschutz und andere äußere Einschränkungen berücksichtigt. Der Wärmebedarfswert von 100 kWh/m²a wurde ausschließlich für Gebäude der Baualtersklasse A-H angesetzt, da

¹ Für die Baualtersklassen A-H der hessischen Gebäudetypologie

bei neueren Gebäuden (nach Baujahr 1994) eine energetische Sanierung betriebswirtschaftlich nicht darstellbar ist. Tatsächlich können die Einsparpotenziale bei intensiver Betrachtung und Ausführung deutlich höher ausfallen als der o.g. Wärmebedarfswert.

Die zum Zielwert hinterlegten Maßnahmen sind:

- Dämmung der Kellerdecke
- Dämmung der Außenwände
- Erneuerung der Anlagentechnik
- Austausch der Fenster
- Dämmung des Daches bzw. der obersten Geschossdecke

Fördermöglichkeiten

Für die Finanzierung einer energetischen Gebäudesanierung stehen zinsgünstige Kredite und Zuschüsse aus verschiedenen Förderprogrammen zur Verfügung. Zu nennen sind an dieser Stelle die BAFA, KfW sowie regionale Fördermittelgeber. Informationen zum Einsatz und Umgang effizienter Technologien werden in der Regel z.B. durch regionale Beratungsstellen oder den Energieversorger zur Verfügung gestellt.

Bei der energetischen Sanierung der privaten Wohngebäude ist das Thema der Akteursbeteiligung (Eigentümer, Handwerk, EWF, etc.) für die Akzeptanz und Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen entscheidend.

Neben den Einzelgebäuden wird zudem auch ein integriertes Quartierskonzept zur Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und Infrastruktur empfohlen.

Übersicht der Einzelmaßnahmen

Vor dem Hintergrund, dass nicht alle Einzelmaßnahmen innerhalb eines Jahres komplett umgesetzt werden und eine Einsparung realistisch dargestellt werden soll, wurde eine jährliche Sanierungsquote je unten aufgeführter Maßnahmen der Bestandsgebäude in Höhe von 1,5 % angesetzt. Die nachfolgend gerechneten Einzelmaßnahmen bilden nur eine Auswahl möglicher Energieeinsparmaßnahmen. Darüber hinaus sind z.B. der Einbau einer Lüftungsanlage oder die Umstellung auf einen anderen Energieträger (z.B. Einsatz regenerativer Energien) zusätzliche energetische Sanierungsmöglichkeiten zur Energieeinsparung.

Dämmung der Kellerdecke

Kellerdecken wurden bis in die 1980er Jahre nur unzureichend bis gar nicht gedämmt. Die Dämmung der Kellerdecke ist nicht nur sehr preiswert, sondern immer dann besonders wirksam, wenn unbeheizte Kellerräume mit undichten, älteren Kellerfenstern unter Wohn- und Aufenthaltsräumen liegen. [53]

Durch die Dämmung der Kellerdecke lassen sich durchschnittlich 5 % Energie über alle Baualtersklassen (A-H) einsparen. Die anfallenden Kosten liegen bei der Durchführung durch eine Fachfirma bei ca. 35 € pro Quadratmeter. Mit den oben genannten Rahmenbedingungen ist eine Energieeinsparung im ersten Jahr von etwa 50 MWh bzw. ca. 12 t CO₂-Einsparung möglich. Durch kumulative Effekte steigt die Einsparung deutlich.

Dämmung der Außenwände

Der private Gebäudebestand umfasst in Twistetal etwa 1.433 Häuser. Davon ausgehend, das durchschnittlich 7,6 % des Gebäudebestandes (110 Häuser der Kategorie A-H) bereits gedämmt wurden und beim Neubaubestand ab 2002 sich eine Außenwanddämmung nicht wirtschaftlich darstellen lässt, wurden etwa 1.244 Gebäude bezüglich der Einsparpotenziale der Außenwanddämmung betrachtet. Nach Umsetzung der Energieeinsparmaßnahme ist im ersten Jahr eine Einsparung von etwa 170 MWh möglich². Das entspricht einer CO₂-Einsparung von etwa 39 t.

Austausch des Heizkessels

Für die Betrachtung der Maßnahme Austausch des Heizkessels flossen alle Gebäude bis 2002 in die Bewertung ein. Mit den oben getroffenen Annahmen kann im ersten Jahr eine Energieeinsparung von ca. 105 MWh bzw. 24 t CO₂-Einsparung erreicht werden.

Generell birgt das Feld der privaten Gebäudesanierung große Einsparpotenziale für die Senkung des CO₂-Ausstosses und die Reduzierung der Wärmemengen.

Austausch der Fenster

Davon ausgehend, das sich der Fensteraustausch bei den Neubauten durch Amortisationszeiten von bis zu 100 Jahren (eigene Berechnung) nicht wirtschaftlich darstellen lässt, wurden ausschließlich die Baualtersklassen A-H auf ihre Einsparpotenziale untersucht.

Wie bereits oben beschrieben wurde, kann bei einer Sanierungsquote von 1,5%/a mit einer Energieeinsparung in Höhe von 95 MWh respektive 22 t CO₂-Einsparung im ersten Jahr ge-

² Bei einer Sanierungsquote von 1,5% pro Jahr

rechnet werden. Zudem wird eine Steigerung des Wohlbefindens in dem Wohngebäude durch eine verbesserte thermische Behaglichkeit erreicht.

Dämmung des Daches bzw. der obersten Geschossdecke

Die Dämmung des Daches ist eine wichtige Sanierungsmaßnahme und das Dach als Bauteil im Gesamtkontext zu sehen. Da über das Dach bis zu 30 % der Energie verloren gehen können, sollte dieser Maßnahme besondere Beachtung geschenkt werden.

Die Vorgehensweise dabei kann sehr unterschiedlich sein. Zum einen können Zwischensparrendämmungen und zum anderen Aufsparrendämmungen durchgeführt werden. Zu welcher Variante der einzelne später tendiert hängt maßgeblich von der vorhandenen Situation und den Zielen ab. Die Aufsparrendämmung ist die zumeist teurere Variante, da das Dach komplett abgedeckt, gedämmt und wieder neu eingedeckt wird. Dies ist zum Beispiel sinnvoll, wenn die Dachdeckung z.B. aus Altersgründen eh erneuert werden muss. Bei der Zwischensparrendämmung kann von innen gearbeitet werden, da die Dämmung zwischen den Sparren eingebracht wird. Hier sind die Anschlüsse zu den Außenwänden, sowie die Herstellung der luftdichten Ebene aber oftmals schwieriger mängelfrei herzustellen, was zu Folgemängeln führen kann, auch ist eine eventuell vorhandene Nutzung der Räume während der Durchführung eingeschränkt.

Wenn das Dach nicht ausgebaut werden soll oder ohnehin bewohnt und beheizt ist, ist die Dämmung der obersten Geschossdecke eine vergleichsweise günstige und effiziente Sanierungsmaßnahme, die vom Gesetzgeber in der EnEV 2009 eh verpflichtend umzusetzen ist. (vgl. Kasten unten)

Für die Wohngebäude bis Baujahr 1994 ergeben sich Einsparpotenziale von ca. 125 MWh kWh bzw. 29 t CO₂-Einsparung im ersten Jahr.

Anforderungen der Energieeinsparverordnung an Wohngebäude:

Grundsätzlich hat der Eigentümer eines Bestandsgebäudes (auch Nichtwohngebäudes) gem. EnEV 2009

- den Heizkessel auszutauschen, sofern dieser mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt wird, und vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut wurde.
- Außerbetriebnahme von elektrischen Speicherheizsystemen im Nichtwohngebäudebestand bei Beheizung von jährlich mind. 4 Monaten/Jahr auf mindestens 19°C Innenraumtemperatur in Gebäuden > 500 m² beheizte NF (Nutzfläche)

- Dämmung von noch nicht gedämmten Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen im nicht beheizten Bereich gem. Anlage 5 der EnEV 2009
- Dämmung der obersten Geschossdecke, sofern das darüber liegende Dach nicht gedämmt ist.

Die genannten Punkte sind verpflichtend umzusetzen. Einschränkungen und Ausnahmen sind in der EnEV 2009 §10 und §10a dargelegt. Grundsätzlich gilt der Maßstab der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen (vgl. EnEV 2009, §10 (6)). Die seit dem 16. Oktober 2013 verabschiedete EnEV 2014 wird Mitte 2014 in Kraft treten. Die oben aufgeführten Eigentümerverpflichtungen, ausgenommen der Heizkesselaustausch, (s. unten), erfahren in der neuen EnEV keine Änderungen.

Handlungsoptionen

- | | |
|------------|---|
| p1 | Informations- und Beratungskampagne für private Hausbesitzer (z.B. energetische Sanierungsmöglichkeiten und deren Einsparpotenziale, Stromspartipps, Fördermöglichkeiten). |
| p2 | Thermographieaktion , koordiniert und abgestimmt, evtl. finanziell unterstützt durch die Stadt oder EWF. |
| p3 | Auflegung lokaler Förderprogramme zur energetischen Sanierung/ Umstellung auf regenerative Energien. |
| p4 | Kooperation mit Handwerk und EWF bei Beratungsangeboten zur Aufklärung der privaten Eigentümer (siehe p1). |
| p5 | Dämmmaßnahmen bei Gebäuden (Außenwände, Kellerdecke, oberste Geschossdecke/Dach). |
| p6 | Austausch der Fenster bei Gebäuden. |
| p7 | Modernisierung bzw. Austausch der Anlagentechnik. |
| p8 | Bildung von Dämmgemeinschaften. |
| p9 | Beratung zum Nutzerverhalten bzgl. Stromeinsparung |
| p10 | Austausch „alter“ Haushaltsgeräte durch energieeffizientere |
| p11 | Anreize für energiesparendes Verhalten durch Ideenwettbewerbe und Bonuszahlungen bei eingesparten Energiekosten |

5.2 Handlungsfeld: Kommunale Gebäude (**k**)

Voraussetzung für eine Kostenbremse bei den kommunalen Energiekosten ist zunächst eine Überwachung der Energieverbräuche im Jahresverlauf und im Vergleich der Jahre untereinander (unter Beachtung sich ändernder Parameter, wie Temperatur, Nutzungsflächen oder -änderung). Als Basis für ein solches Energiecontrolling bedarf es daher einer kontinuierlichen Datenerfassung und Kennwertermittlung sowie Bewertung und Ableitung von Maßnah-

menvorschlägen.

Der Gebäudebestand muss in Stand gehalten und planvoll erneuert werden. Energetische Maßnahmen werden sinnvollerweise mit allgemeinen Instandsetzungs- oder Sanierungsmaßnahmen gekoppelt durchgeführt, um wirtschaftliche Synergieeffekte zu erzielen. Aus dem Energiecontrolling ergeben sich auch Hinweise zur energetischen Verbesserung bei einzelnen Gebäuden. Es sollte daher ein 5-Jahres-Investitionsplan mit hinterlegten Zielwerten zur Effizienzsteigerung und Erhöhung des Nutzungsgrades von erneuerbaren Energien aufgestellt werden. So können Zielwerte, wie jährlich 2 % Energieverbrauchssenkung oder den Anteil erneuerbare Energien in den eigenen Liegenschaften bis 2020 um 50 % zu erhöhen, mit einem Investitionsplan gekoppelt werden. Wenn dieser dann von den politischen Gremien beschlossen wird, hat die Verwaltung eine klare Handhabe.

Neben diesen grundsätzlichen Aspekten wurden in diesem Klimaschutzkonzept die einzelnen kommunalen Liegenschaften an Hand einer Auswertung der Wärme- und Stromverbräuche, der Gebäudedaten und durch Inaugenscheinnahme der Liegenschaften beurteilt. Daraus lässt sich schon eine Reihe von Handlungsoptionen ableiten, wie sie im Folgenden aufgeführt sind. Um eingehender die eigenen Liegenschaften zu bewerten, sollten diese in einem eigenen Teilkonzept detailliert analysiert werden, um einen speziellen Handlungsplan hierfür zu erarbeiten.

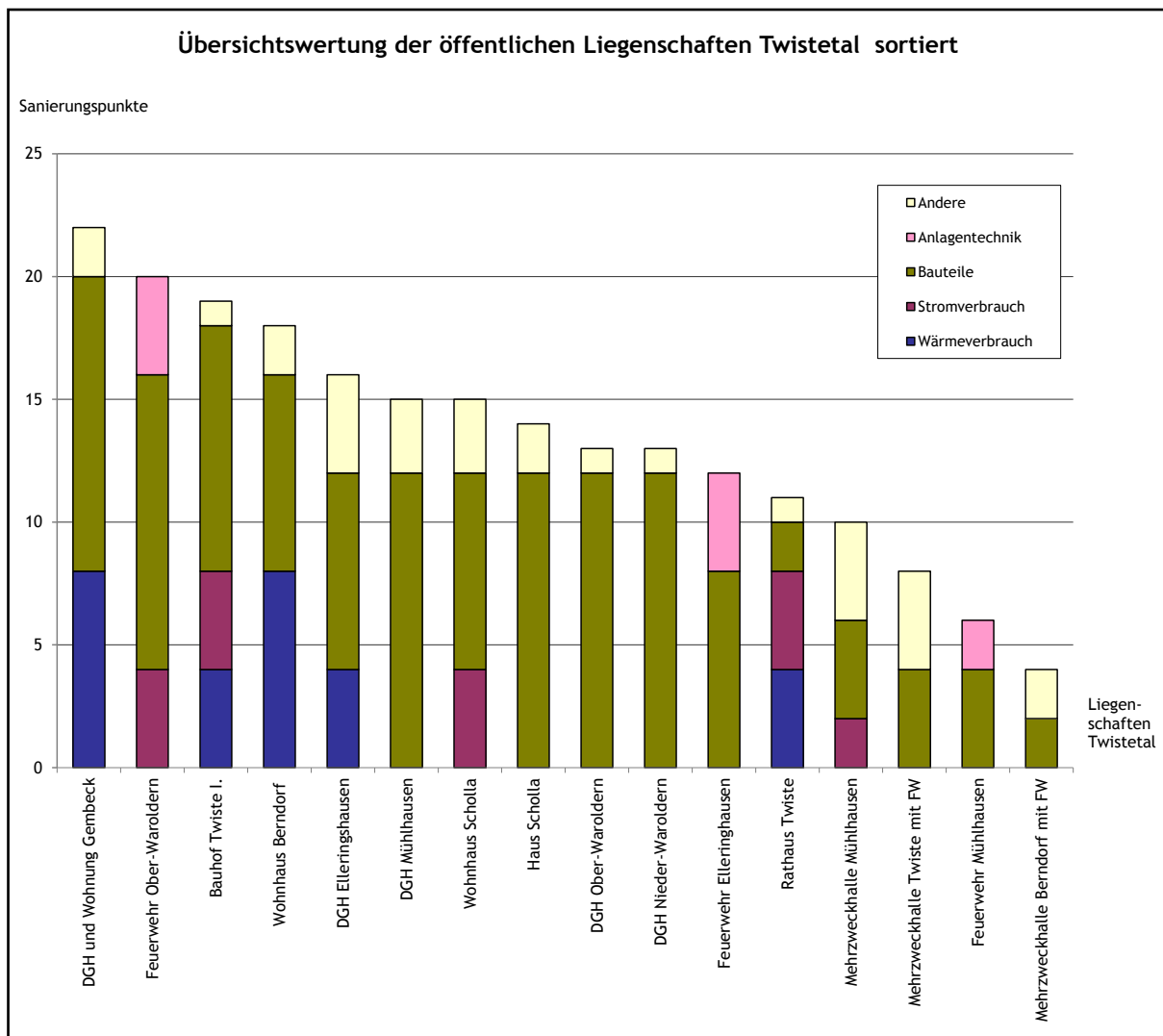


Abb. 46: Übersicht Sanierungspriorität [Eigene Berechnungen]

Empfehlungen zu den Ergebnissen der priorisierten Liegenschaften

Abb. 47 gibt eine Übersicht über die Gesamtqualität des Gebäudes einschließlich des Stromverbrauches. Nach der energetischen IST-Analyse der Liegenschaften in Kapitel 3.5 wird im Folgenden eine Auswertung der Punktevergabe für die Sanierungspriorität vorgenommen:



Dorfgemeinschaftshaus Gembeck mit Wohnung - 22 Punkte Wärme

Das Dorfgemeinschaftshaus fällt mit 22 Sanierungspunkten in die Sanierungskategorie „sehr hoch“ und steht an erster Stelle der Sanierungswürdigkeit der kommunalen, bewerteten Liegenschaften von Twistetal. Allein die Anlagentechnik ist auf einem aktuellen technischen

Stand. Die Bauteile weisen in allen Bereichen der wärmeübertragenden Umfassungsfläche große Einsparpotenziale auf. Auch der spezifische Wärmeverbrauch von 165,6 kWh/m²a liegt mit 30,6 kWh/m²a trotz geringer Nutzungshäufigkeit des Gebäudes, deutlich über dem EnEV-Vergleichswert. Bei einer steigenden Nutzungsintensität würde dieser noch höher liegen. Trotz der geringen Nutzungsintensität hat das Gebäude mit einer verhältnismäßig kleinen Wärmebezugsfläche von etwa 329 m² einen relativ hohen absoluten Wärmeverbrauch von ca. 6,3 % Anteil am Gesamtverbrauch der bewerteten Liegenschaften. Ob sich in Anbetracht der geringen Nutzung umfassende Sanierungsinvestitionen wirtschaftlich darstellen lassen, kann nur durch eine konkretere energetische Gebäudebewertung festgestellt werden. Aber schon geringe Investitionen wie z.B. Dämmung der Kellerdecke und der obersten Geschossdecke (vom Gesetzgeber gem. EnEV 2009 auch für Nichtwohngebäude seit 2011 ohnehin verpflichtend), können große Wärmemengen eingespart und damit Betriebskosten und CO₂-Emissionen deutlich gesenkt werden. Zusätzlich weist das Gebäude leichte Bauschäden auf, die möglicherweise in einem Schritt mit energetischen Maßnahmen behoben werden können. Durch energetische Modernisierung können aber nicht nur Kosten gesenkt, sondern auch das Wohlbefinden der Bewohner (hier im Bereich der durchgängig genutzten Wohnung) und der Nutzer des Dorfgemeinschaftshauses erheblich gesteigert werden. Dies kann im Umkehrprinzip zu einer Nutzungsintensivierung der Gebäude führen. Eine tiefergehende energetische Untersuchung hinsichtlich der Einsparmöglichkeiten des Wärmeverbrauches ist angeraten.



Feuerwehr Ober-Waroldern - 16 Punkte Wärme + 4 Punkte Strom

Das Gebäude der Feuerwehr Ober-Waroldern wird nur sehr gering genutzt und dann über elektrische Nachtspeicheröfen beheizt. Durch Aufteilung des Stromverbrauches für Wärme und Strom konnte ein ungefährender Wärmeverbrauch ermittelt werden. Durch die Größe und sehr geringe Nutzungsintensität nimmt das Gebäude trotz 16 Punkte im Bereich Wärme und vorhandener baulicher Modernisierungsmöglichkeiten keine priorisierte Stellung für eine energetische Sanierung ein. Dennoch wird empfohlen, die Anlagentechnik in näherer Zukunft auszutauschen, da Nachtspeicheröfen aus den 1970er Jahren oft mit gesundheitsgefährdeten Baustoffen (Asbest) hergestellt wurden und nicht mehr auf dem Stand der heutigen Technik sind. Eine Verpflichtung zum Austausch sieht der Gesetzgeber in diesem Fall jedoch nicht vor.

**Bauhof Twiste - 15 Punkte Wärme + 4 Punkte Strom**

Da der Bauhof Twiste über eine Wärmeleitung vom Rathaus mitbeheizt wird, wurden die vorliegenden Verbrauchswerte anteilig aufgeteilt. Für eine konkrete Bewertung des Bauhofs empfehlen wir den Einbau eines eigenen Wärmemengenzählers. Nur so kann tatsächlich eine Aussage zum spezifischen Wärmeverbrauch des Gebäudes getroffen werden. Im Jahr 2010 wurden bereits wärmeschutzverglaste neue Fenster eingebaut. Auch die Anlagentechnik des Rathauses, die den Bauhof mit Wärme versorgt, ist 2010 erneuert worden. Der Bauhof Twiste ist aufgrund der relativ geringen Fläche (218 m²) von der ein Großteil als Fahrzeughalle genutzt wird, und der bereits getätigten Maßnahmen nicht prioritär einzustufen. Es ist zu prüfen, ob die Wärmeleitung vom Rathaus zum Bauhof in ausreichendem Maße gedämmt wurde.

**Wohnhaus Berndorf - 18 Punkte Wärme**

Bei dem Wohnhaus Berndorf von 1955 wurde bislang wenig baulich verändert, die 1981 ausgetauschten Fenster sind mittlerweile schon wieder veraltet. Der Rest des Gebäudes ist in baujahresbedingtem baulichem Zustand. Die Wärmeverbräuche lagen nicht vollständig vor. Aus diesem Grund konnten nur Vermutungen getroffen werden. Durch die vorliegende energetisch schlechte Bausubstanz kann aber angenommen werden, dass das Gebäude tatsächlich einen sehr hohen spezifischen Wärmeverbrauch aufweist. Im Bereich der Gebäudehülle liegen zahlreiche Möglichkeiten der Energieeinsparung vor. (z.B. Dämmen der obersten Geschossdecke, Dämmung der Außenwände, Dämmung der Kellerdecke). Da zusätzlich bei Wohngebäuden die Nutzungsintensität sehr hoch ist, und sich möglicherweise auch Kinder dauerhaft in dem Gebäude aufhalten, wird hier eine detailliertere Untersuchung hinsichtlich der Einsparpotenziale zur Senkung der Betriebskosten und CO₂-Emissionen und Steigerung des Komforts für die Bewohner empfohlen. Zusätzlich wird der Werterhalt der Immobilie gesichert, sowie das Risiko möglicher Vermietungsleerstände reduziert. Die Möglichkeiten der energetischen Optimierungsmaßnahmen, sowie deren tatsächlich Einsparpotenziale und Amortisationen können nur im Rahmen einer detaillierten energetischen Gebäudebetrachtung durch Fachleute (z.B. Architekten, Energieberater) beziffert werden.

**Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen - 16 Punkte Wärme**

Obwohl das Gebäude nur sporadisch genutzt wird, liegt der Wärmeverbrauch des Dorfgemeinschaftshauses Elleringhausen sowohl absolut sehr hoch, als auch spezifisch über seinem EnEV-Vergleichswert 2009. Für das Gebäude sind bereits energetische Sanierungsmaßnahmen vorgesehen (Austausch der Glasbausteine und neue Dacheindeckung mit Dämmung). Aus diesem Grund wird das Gebäude ohnehin prioritär betrachtet. Dennoch sollten auch weitere Optimierungsmaßnahmen geprüft werden. Durch eine energetische Sanierung sinken nicht nur die Betriebskosten und die CO₂-Emissionen, der Komfort und das Wohlfühlverhalten der Nutzer werden zusätzlich gesteigert. Das kann zu einer Steigerung der Nutzungshäufigkeit führen, die sich wiederum positiv auf die Immobilie auswirkt.

**Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen - 15 Punkte Wärme**

Obgleich das Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen einen Sanierungspunkt im Bereich der Wärme weniger aufweist, als das Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen, zeigt der grüne Balken in Abb. 47 deutlich, dass im Bereich der Bauteile wesentlich größere Optimierungspotenziale liegen. Da der spezifische Wärmeverbrauch geringer ist, als bei dem Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen, kann an der Nutzungshäufigkeit des Gebäudes liegen. Geplant ist hier bereits eine Teilsanierung der Fenster. Da der absolute Verbrauch der Liegenschaft trotz geringer Nutzungsintensität des Gebäudes, (abgesehen der Wohnung), relativ hoch ist, empfehlen wir hier eine tiefergehende energetische Gebäudebetrachtung durch Fachleute, (z.B. Architekten oder Energieberater), zur Ermittlung der genauen Einsparpotenziale. Die Dämmung der Kellerdecke und der obersten Geschossdecke sind z.B. zwei verhältnismäßig günstige Investitionen zur Reduzierung der Verbräuche, die sich erfahrungsgemäß gut wirtschaftlich darstellen lassen. Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist zudem vom Gesetzgeber gem. EnEV 2009 seit Ende 2011 verpflichtend auszuführen³.

³ Unter der Voraussetzung, dass das darüber liegende Dach nicht bereits gedämmt ist.

**Wohnhaus Scholla (am DGH Elleringhausen) und****Haus Scholla**

Bei beiden Häusern sind große energetische Einsparpotenziale im Bereich der Bauteile vorhanden (vgl. Kapitel 3.5.1). Da in den Gebäuden durchgehend Menschen leben und in Anbetracht der vorhandenen baulichen Einsparpotenziale wird bei beiden Gebäuden eine tiefergehende energetische Gebäudeanalyse empfohlen.

Handlungsschwerpunkt Wärme

An den Liegenschaften der Gemeinde Twistetal wurden schon viele energetische Maßnahmen, zum Teil mit viel Engagement und als Komplettsanierungen mit Vorbildfunktion (hervorzuheben sind hier die Mehrzweckhallen Mühlhausen, Twiste und Berndorf, die zeitgleich durch ihre großen Wärmebezugsflächen auch die größten Verbraucher sind und sich die dadurch reduzierten Verbräuche deutlich bemerkbar machen), umgesetzt. Auch wurde bereits bei fast allen kommunalen Liegenschaften in 2010 die Anlagentechnik erneuert. Durch die schon große Anzahl durchgeführter Maßnahmen fielen die ermittelten Einsparpotenziale für die Gemeinde Twistetal in Kapitel 6.3.4 relativ gering aus, was als positiv bewertet werden kann. Dennoch wird die Fortführung der energetischen Modernisierungen bzw. eine tiefere energetische Gebäudebewertung in hier aufgeführter priorisierter Rangfolge empfohlen:

1. Dorfgemeinschaftshaus Gembeck
2. Wohnhaus Berndorf
3. Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen
4. Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen
5. Wohnhaus Scholla
6. Haus Scholla

Beim Rathaus Twiste, welches schon sehr ambitioniert energetisch saniert wurde, liegt der spezifische Wärmeverbrauchswert noch leicht über dem EnEV-Vergleichswert von 2009. Hier sollte trotz durchgeführter Maßnahmen nach der Ursache für den noch relativ hohen Verbrauch geforscht werden.

Bei den ebenfalls schon gut auf Stand gebrachten Mehrzweckhallen empfiehlt sich trotz der grundsätzlich unauffälligen Verbrauchswerte, auf Grund der Größe und den damit absoluten hohen Werten immer ein fortlaufender Blick auf die Gebäude zur Reduzierung der Wärmemengen.

Die Abb. 47 zeigt für die Gemeinde Twistetal deutlich, dass in den meisten Liegenschaften noch Optimierungspotenziale im Bereich der Bauteile (grüner Balken) zur Senkung der CO₂-Emissionen sowie zur Senkung der Energiekosten der Stadt vorhanden sind. Die Wirtschaftlichkeit energetischer Optimierungsmaßnahmen kann jedoch nur anhand einer detaillierten energetischen Betrachtung der einzelnen Liegenschaft unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit geklärt werden.

Hinweis:

Grundsätzlich hat der Eigentümer eines Bestandsgebäudes (auch Nichtwohngebäudes) gem. EnEV 2009

- den Heizkessel auszutauschen, sofern dieser mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt wird, und vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut wurde.

- Außerbetriebnahme von elektrischen Speicherheizsystemen im Nichtwohngebäudebestand bei Beheizung von jährlich mind. 4 Monaten/Jahr auf mindestens 19°C Innenraumtemperatur in Gebäuden > 500 m² beheizte NF (Nutzfläche)
- Dämmung von noch nicht gedämmten Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen im nicht beheizten Bereich gem. Anlage 5 der EnEV 2009
- Dämmung der obersten Geschossdecke, sofern das darüber liegende Dach nicht gedämmt ist.

Die genannten Punkte sind verpflichtend umzusetzen. Einschränkungen und Ausnahmen sind in der EnEV 2009 §10 und §10a dargelegt. Grundsätzlich gilt der Maßstab der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen (vgl. EnEV 2009, §10 (6)). Die seit dem 16. Oktober 2013 verabschiedete EnEV 2014 wird Mitte 2014 in Kraft treten. Die oben aufgeführten Eigentümerverpflichtungen, ausgenommen der Heizkesselaustausch, (s. unten), erfahren in der neuen EnEV keine Änderungen.

Aussicht Wärme

Der Status Quo der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Twistetal ist grundsätzlich sehr positiv zu bewerten. Viele Gebäude wurden bereits energetisch modernisiert, die Anlagentechnik wurde in fast allen kommunalen Liegenschaften, zumindest in Teilen (Heizkessel), bereits erneuert. Für einige Gebäude sind bereits fortführende energetische Maßnahmen geplant. Im Falle einer Senkung des Wärmeverbrauchs auf EnEV-Vergleichswert 2009-Niveau aller Liegenschaften, die derzeit noch über diesem liegen, ergäbe sich eine Einsparung von etwa 3 % des Gesamtwärmeverbrauchs der Gemeinde Twistetal. Das entspricht etwa 23 MWh/a. Bei steigendem Heizwärmebedarf durch Steigerung der Nutzungsintensität besonders der Dorfgemeinschaftshäuser, lägen die Einsparungen deutlich höher. Zeitgleich ist das geringe Einsparpotenzial ein positives Ergebnis der bereits getätigten Maßnahmen. Das tatsächliche Einsparpotenzial je Liegenschaft kann aber nur anhand einer detaillierten Energieberatung je Gebäude bestimmt werden und würde nach den bisherigen Informationen die 3 % übersteigen. Durch die Novellierung der EnEV im Jahr 2014 werden die Anforderungen an die energetische Qualität von Bestandsgebäuden nicht wesentlich geändert. § 10 der EnEV 2014 verschärft jedoch die Bedingungen für den Ausbau von alten Heizungsanlagen, der auch kommunale Liegenschaften betreffen wird. Ab in Kraft treten der neuen EnEV im Frühjahr 2014, müssen Heizungsanlagen, die vor 1985 eingebaut wurden, erneuert werden. Dies betrifft jedoch nicht Niedertemperaturheiz- und Brennwertkessel. Übrig bleiben Konstanttemperaturheizkessel die nur noch einen geringen Anteil an den alten eingebauten Heizungssystemen einnehmen, was in der Gemeinde Twistetal nicht von Belang ist. Zusätzliche Möglichkeiten der Senkung der CO₂-Emissionen kann eine Umstellung auf andere, regenerative Energieträger wie Biogas oder Holzpellets sein, was in der Gemeinde Twistetal durch die vielen bereits erneuerten Heizungsanlagen sich eher schwierig wirtschaftlich darstellen lässt.

Auch der Einbau von Lüftungsanlagen in Bestandsgebäude ist eine weitere energetische Optimierungsmöglichkeit für Bestandsgebäude.

Um zukünftig

- den Werterhalt,
- eine mögliche Wertsteigerung,
- die Senkung der CO₂-Emissionen,
- die Senkung der Betriebskosten, (besonders im Hinblick auf steigende Preise bei den Energieträgern)
- eine Komfortsteigerung, bzw. die Steigerung des Wohlfühlempfindens der Bewohner und Nutzer,
- den Vorbildcharakter als Kommune
- die Verpflichtung der Umsetzung der jeweils gültigen EnEV

für die kommunalen Liegenschaften zu erreichen, sind energetische Modernisierungen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit unumgänglich.

Empfehlungen zu den Ergebnissen der priorisierten Liegenschaften - Strom

Grundsätzlich ist der Stromverbrauch des überwiegenden Teils der kommunalen Liegenschaften der Gemeinde Twistetal unauffällig. Zum einen kann das an gut geschulten Mitarbeitern und Nutzern sowie schon getätigter Anschaffung energieeffizienter Geräte, zum anderen aber auch an nur sehr geringen Nutzungszeiten der Gebäude und einem damit verbundenen niedrigen Strombedarfs liegen. Bei fünf Gebäuden liegt der Stromverbrauch über dem EnEV-Vergleichswert von 2009:



Rathaus Twiste

Das Rathaus Twiste liegt mit 5,5 kWh/m²a über dem entsprechenden EnEV-Vergleichswert von 2009. In Verwaltungsgebäuden ist ein großes Aufkommen elektrischer Geräte üblich (Computer, Kopierer, Beleuchtung...). Oft sind diese Geräte oder Leuchtmittel nicht auf einem aktuellen energieeffizienten Stand, was höhere Verbräuche zur Folge hat. Auch das Nutzerverhalten im Umgang mit Strom wirkt sich direkt auf den Verbrauch aus. Hier wird

eine detaillierte Untersuchung der Stromverbraucher, sowie eine Schulung der Mitarbeiter des Rathauses empfohlen. Bei Neu- oder Ersatzbeschaffung von elektrischen Geräten oder Leuchtmitteln sollte auf eine niedrige Energieeffizienzklasse geachtet werden.

**Bauhof Twiste**

Woraus die hohen Verbrauchswerte Strom des Bauhofs resultieren, kann nur anhand einer detaillierteren Untersuchung der Stromverbraucher herausgefunden werden. Grundsätzlich wird auch hier bei Neu- und Ersatzbeschaffung elektrischer Geräte der Kauf von energieeffizienten Geräten sowie von effizienten Leuchtmitteln empfohlen. Eine Schulung der Mitarbeiter des Bauhofs kann ebenso zur Senkung der Verbräuche beitragen.

**Mehrzweckhalle Mühlhausen**

Durch eine sehr hohe Nutzungsintensität der Mehrzweckhalle mit entsprechenden Veranstaltungen entsteht ein hoher Strombedarf für elektrische Geräte und Beleuchtung. Die Möglichkeiten einer Senkung der Verbräuche können nur durch eine intensivere Betrachtung der Stromverbraucher und deren Effizienzklassen, sowie einer Untersuchung des Nutzerverhaltens der Mitarbeiter und Besucher der Halle identifiziert werden. Wie zuvor wird auch hier bei Ersatz- bzw. Neuanschaffung elektrischer Geräte dringend empfohlen, auf die Energieeffizienz zu achten, sowie die Nutzer und Veranstalter auf einen effizienten Umgang mit Strom hinzuweisen.

**Feuerwehr Ober-Waroldern**

Da das Feuerwehrhaus Ober-Waroldern mit Strom beheizt wird, wurde der Verbrauch Strom anteilig für Wärme und Strom aufgeteilt. Eine genaue Menge für den Haushaltsstrom konnte nicht ermittelt werden. Ob der Stromverbrauch für Elektrische Geräte und Beleuchtung tatsächlich hoch ist, kann nur mittels differenzierter Aufschlüsselung der Stromverbraucher getroffen werden (Nachtspeicheröfen, elektrische Geräte, Beleuchtung...). Eventuell ist hier der Wert für den Stromverbrauch Wärme höher anzusetzen. Grundsätzlich sollte bei der Feuerwehr über den Austausch der Anlagentechnik oder die Investition für eine PV-Anlage

für den Eigenbedarf Strom nachgedacht werden. Eine Schulung der Mitarbeiter der Feuerwehr zum Thema effizienter Umgang mit Strom wird empfohlen.



Wohnhaus Scholla (am DGH Elleringhausen)

Für das Wohnhaus Scholla lagen nur Stromverbrauchsdaten aus einem Jahr vor. Ob der Verbrauch tatsächlich durchgängig sehr hoch ist, konnte im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes nicht ermittelt werden. Hinweise zur Anschaffung neuer Elektrogeräte mit niedrigen Effizienzklassen, zur Umstellung von Leuchtmitteln auf LED-Technik oder andere stromsparende Verbraucher sowie zu Stromspartipps im Alltag, können im Rahmen von Veranstaltungen oder Flyern gegeben werden.

Handlungsschwerpunkt Strom

Die Stromverbräuche der kommunalen Liegenschaften sind überwiegend unauffällig und liegen fast alle, ausgenommen der oben erwähnten Liegenschaften, unter den jeweiligen EnEV-Vergleichswerten von 2009.

Besonders im Bereich des Rathauses Twiste und des Bauhofs empfehlen wir eine detailliertere Untersuchung der Stromverbraucher, sowie eine Schulung der Mitarbeiter und Nutzer zum effizienten Umgang mit Strom.

Zur weiteren Optimierung und Senkung des Stromverbrauches empfiehlt sich grundsätzlich eine Einweisung für die Mitarbeiter sowie Hinweise zum sparsamen Umgang mit Strom für die Nutzer aller kommunalen Liegenschaften.

Auch ist bei Neu- bzw. Ersatzbeschaffungen von elektrischen Geräten/Leuchtmitteln grundsätzlich auf deren Energieeffizienz zu achten.

Hinweis:

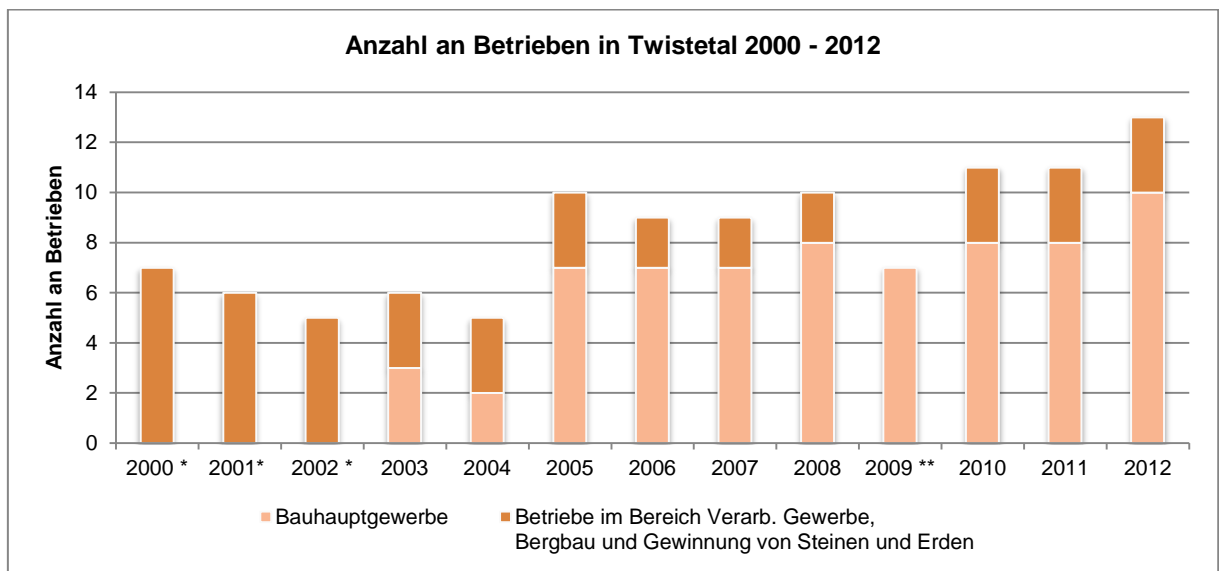
Ab Frühsommer 2014 und damit dem Inkrafttreten der neuen EnEV 2014, gibt es eine Erweiterung der bestehenden Pflicht der öffentlichen Hand zum Aushang von Energieausweisen in behördlich genutzten Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr. Die Pflicht betrifft dann auch kleinere Gebäude mit $\geq 500 \text{ m}^2$, (bislang $\geq 1.000 \text{ m}^2$), bzw. ab Juli 2015 noch kleinere Gebäude $\geq 250 \text{ m}^2$ NF, (Nutzfläche), mit starkem Publikumsverkehr.

Handlungsoptionen

- | | |
|------------|---|
| k1 | Aufbau eines weitergehenden Energiemanagements , mit Energiecontrolling: Festlegung des Prozesses, des Datenkranzes, der Frequenz der Datenerfassung, der Software, Bildung von Indikatoren als Messkennwerte zur jährlichen Überprüfung. |
| k2 | Einbau von Messensorik und automatisierter Verbrauchserfassung und Dokumentation für das Gebäudemanagement, aber auch für die Nutzer. |
| k3 | Hausmeisterschulung zur korrekten Handhabung der Datenerfassung und überzeugten Umsetzung der Ziele. |
| k4 | Mitarbeiterschulung zu „Energieeffizientes Verhalten am Arbeitsplatz“; dies gilt insbesondere für das Rathaus Twiste und den Bauhof. Speziell in diesen Liegenschaften ist ein höherer Stromverbrauch zu verzeichnen. Eine Einweisung zur weiteren Optimierung und Senkung des Stromverbrauches empfiehlt sich aber grundsätzlich für die Mitarbeiter und Nutzer aller kommunalen Liegenschaften. |
| k5 | Energieanalyse der Liegenschaften , Beantragung eines Teilkonzeptes in der Klimaschutzinitiative für alle städtischen Liegenschaften. |
| k6 | Erstellung eines jährlichen Energieberichtes über die Verbräuche der Liegenschaften, Ableitung von Verbesserungszielen, Gremienbeschluss dieser Einsparziele und Ausbauziele für Erneuerbare Energien. |
| k7 | Aufstellung eines Gebäudeinventars und eines 5-Jahres-Investitionsplans für Energieeffizienz und Erneuerbare Energien mit jährlicher Fortschreibung. |
| k8 | Visualisierung der Energieverbräuche gegenüber den Nutzern (Vereine, Jugendliche, Mitarbeiter und Besucher), Kommunikation und Aktionen mit diesen. |
| k9 | Tieferegehende Betrachtung hinsichtlich Optionen für wirtschaftlich sinnvolle, energetische Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Liegenschaften.
Energetische Sanierungsmaßnahmen
Beginn beziehungsweise Fortführung der ambitionierten energetischen Sanierungen in priorisierter Rangfolge:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dorfgemeinschaftshaus Gembeck 2. Wohnhaus Berndorf 3. Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen 4. Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen 5. Wohnhaus Scholla 6. Haus Scholla |
| k10 | Senkung durch Ursachenforschung bezüglich hoher Stromverbräuche. |
| k11 | Anschaffung von energieeffizienten Geräten ; bei der Neuanschaffung von Elektrogeräten sollte der Punkt Energieeffizienz mit berücksichtigt werden und in die Kostenschätzung mit integriert werden. Dies gilt grundsätzlich für alle Liegenschaften, insbesondere aber für die Liegenschaften mit verbrauchsintensiven Geräten. |
| k12 | Erstellung und Aushang von Energieausweisen , sofern noch nicht gemacht. Vorausschau: erweiterte Auflagen für den Aushang in der kommenden EnEV 2014 |

5.3 Handlungsfeld: Gewerbe und Dienstleistungen (u)

Der Status quo im Gewerbesektor wird bereits in Kapitel 3.4 dargelegt. In der Gemeinde Twistetal sind nur KMU ansässig, 3 produzierende Unternehmen und 8 aus dem Bauhauptgewerbe. Insgesamt gibt es dort in den letzten 3 betrachteten Jahren ca. 300 Beschäftigte (Abb. 47).



* Keine Daten für 'Bauhauptgewerbe'

** Keine Daten für 'Betriebe im Bereich Verarb. Gewerbe, Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden'

Abb. 47: Beschäftigte in den gewerblichen Unternehmen in Twistetal [Eigene Darstellung nach 34]

Maßnahmen auf Unternehmensebene

Die größeren Firmen sind

- Wilke Waldecker Fleisch- und Wurstwaren GmbH & Co.KG in Berndorf (160 Mitarbeiter) und
- Müller & Sohn Kunststoffherzeugnisse GmbH + Co KG in Twiste, die Kunststoffherzeugnisse im Spritzgussverfahren herstellen. [2]

Die ansässigen größeren Unternehmen prüfen schon Möglichkeiten zur Verbesserung der Energiesituation. So wurde beispielsweise in einem firmenspezifischen Energieaudit 20-30 % Einsparpotenzial identifiziert. Mögliche Maßnahmen betreffen die Optimierung des Anlagenparks sowie das Lastmanagement durch Produktionssteuerung zur Vermeidung von Lastspitzen. Das Interesse an einer verbesserten Energieeffizienz ist durchaus vorhanden, allerdings

ist die wirtschaftliche Umsetzbarkeit bei längeren Amortisationszeiten (z.B. teilweise 10 Jahre für Verbesserungsmaßnahmen) nicht gegeben. [22] In den fensterlosen Produktionsräumen ist der Beleuchtungsbedarf sehr hoch. Hier wird durch schrittweise Umrüstung auf LED-Technik optimiert. Allerdings fehlen teilweise noch geeignete Lampen.

In der Produktion von Kunststoffzeugnissen wird neben den allgemeinen Verbräuchen für das Spritzgussverfahren viel Energie benötigt, hier für das Schmelzen des Rohmaterials oder der Halbzeuge, das Schließen der Formen und die Kühlung sowie für die gesamte Prozesssteuerung. Durch Eigenerzeugung mit erneuerbaren Energien kann hier bereits eine Entlastung erfolgen. So hat die Firma in Twiste u.a. eine 260 kWp PV-Anlage installiert.

Bei der Firma maraTEC. INTERNATIONAL GmbH in Nieder-Waroldern hingegen fällt das Thema eher in der Produktentwicklung und Beratung an. Sie sind in Design und Ausstattung u.a. von Melkställen tätig, wobei es hier auch um Kühlaggregate und energieeffiziente Anlagentechnik sowie Wärmerückgewinnung oder intelligente Regelungs- und Steuerungssysteme zur Reduktion des Energieverbrauchs geht. [54]

Die Unternehmen für die Möglichkeiten der Energieeffizienz zu sensibilisieren und sie bei ihren Bestrebungen zu unterstützen ist eine wichtige Initiative. Dazu kann der Erfahrungsaustausch als kontinuierliche Form etabliert werden, was auch auf Nordwaldeck Ebene erfolgen könnte. Öffentliche Angebote, z.B. die Beratungsangebote der KfW, können hier bekannt gemacht und der Zugang zu ihnen erleichtert werden.

Klimaschutz bei der Vermarktung

Klimaschutz im Gewerbebereich setzt zum einen bei den einzelnen Betrieben an, aber auch bei der Ausweisung und Vermarktung von Gewerbeflächen. Zwar sind in den beiden existierenden Gewerbegebieten in Berndorf und Twiste bereits 80 % vermarktet und nur noch 0,8 ha Fläche frei (Tab. 6). Hier können aber die Themen Klimaschutz und Erneuerbare Energien durchaus noch zum Tragen kommen, wenn man potenziellen Firmen gezielt Energiebezogene Beratungsangebote unterbreitet oder Firmen bevorzugt, die mit einem energetisch vorbildlichen Gebäude oder sonstiger innovativer Technik sich hervortun. Auch könnten Rabatte gewährt werden für Firmen, die z.B. Geothermie nutzen.

Tab. 6: Potenziale zur Ausweitung der Gewerbeaktivitäten [7]

Gewerbefläche insgesamt [ha]	Bisher genutzte Fläche [%]	Bisher ungenutzte Fläche [ha]	Ansässige Unternehmen [Anzahl]
4,10	80,49	0,80	7

Da die Vermarktung von Gewerbeflächen auf Nordwaldeck Ebene erfolgt, ist hier auch ein geeigneter Ansatzpunkt, diese Initiativen in die Nordwaldeck Region hineinzutragen oder sie direkt auf breiter Ebene umzusetzen.

Der Bereich des Tourismus hat in der Gemeinde Twistetal mit ca. 4.700 Übernachtungen eine geringere Bedeutung. [55] Die Aktivitäten werden auf Nordwaldeck-Ebene geplant, auch das überwiegende Marketing erfolgt hier. Die Aktivitäten stehen im Schatten von Bad Arolsen und dem Tourismus am Twistesee. Daher wird dieser Bereich nicht weiter vertieft.

Handlungsoptionen

- u1** Einbindung der Themen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien in die Vermarktung der Gewerbeflächen. Schaffung von Vorteilen für neu ansiedelnde Betriebe, die erneuerbare Energien nutzen, z.B. Rabatte.
- u2** Einladung des Bürgermeisters zur lokalen Unternehmerrunde unter dem Tenor „Klimaschutz in Twistetal“, um die lokalen Ansprechpartner kennenzulernen, Interesse zu wecken, die Ressourcen aus der Wirtschaft für den Klimaschutz in Twistetal zu mobilisieren und gemeinsam Projekte durchzuführen. Vorträge zu innovativen Energielösungen für Betriebe, z.B. mit der HA Hessen Energie GmbH.
- u3** Die Erstellung eines umsetzungsorientierten Katasters für solargeeignete Flächen (Dächer und Fassaden) sollte erstellt und den Unternehmen zur Verfügung gestellt werden.
- u4** Erstellung eines Wärmekatasters und Aufzeigen innovativer Lösungen, wie Geothermie oder KWK-Anlagen oder zentrale Lösungen für Wärme- und Kälteversorgung.
- u5** Initiierung eines Netzwerkes auf Nordwaldeck-Ebene zur „Energieoptimierung von bestehenden Gewerbegebieten“. Evtl. auch die gemeinsame Beantragung von Fördergeldern für ein Klimaschutzteilkonzept zur Entwicklung passender Angebote für die Unternehmen.
- u6** Suche nach einem Unternehmen, das im Zuge einer Aktion „Energieeffizienzbetrieb“ bereit wäre, öffentlichkeitswirksam Effizienzmaßnahmen oder innovative Konzepte zu realisieren und andere von den Erfahrungen partizipieren zu lassen, z.B. im Rahmen der o.g. Unternehmerrunde. Auch in Kooperation mit der Industrie- und Handelskammer.

5.4 Handlungsfeld: Ausbau erneuerbarer Energien

5.4.1 Solarenergie (s)

Die Potenziale zur Solarenergienutzung sind wegen der breiten Verfügbarkeit potenzieller Standorte (Dachflächen, Fassaden) und die damit verbundene flexible Integration in Siedlungsformen detailliert zu betrachten. In den folgenden Abschnitten werden die

- solarelektrische Nutzung über Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) und die
- solarthermische Nutzung über Solarkollektoren

untersucht. Sowohl die technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, als auch die Anwendungsbereiche der Nutzenergie sind völlig unterschiedlich, allerdings konkurrieren die beiden Nutzungsarten bei den verfügbaren Dachflächen miteinander.

Abb. 48 zeigt die Globalstrahlung (Jahressummen 2013) in Nordhessen. In Nordwaldeck, um Bad Arolsen, Diemelstadt und Twistetal beträgt die Globalstrahlung zwischen 961 und 980 kWh/m² und liegt damit unter dem bundesweiten Mittelwert (1.045 kWh/m²). Trotzdem eignet sich der Standort für die photovoltaische und solarthermische Energiegewinnung. [56]

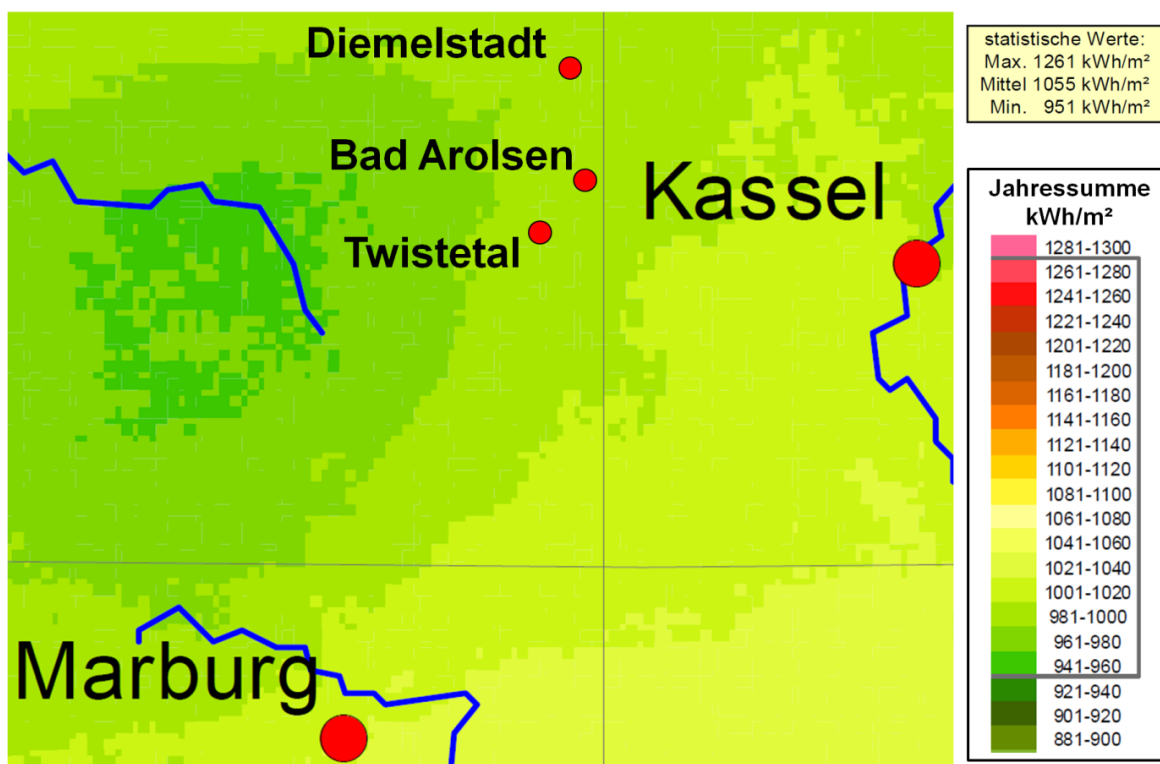


Abb. 48: Globalstrahlung (Mittlere Jahressummen 1981 - 2010) in Nordhessen [Geänderte Karte nach 56]

Im Folgenden wird entsprechend dem methodischen Ansatz zwischen den beiden Szenarien und jeweils 3 Betrachtungszeiträumen unterschieden (Tab. 7). Im Trendszenario wird die prozentuale Ausbaquote an Solaranlagen bezogen auf die ermittelten Potenzialflächen bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen, also ohne Klimaschutzanstrengungen, dargestellt. Das Klimaschutzszenario betrachtet die Installation von Solaranlagen vor dem Hintergrund einer konsequenten Klimaschutzpolitik. Beide Szenarien werden jeweils für einen kurz- (2015), mittel- (2020) und langfristigen Zeitpunkt (2030) errechnet.

Der prozentuale Anteil an Gebäuden mit PV- oder Solarthermienutzung wird für das Jahr 2020 zugrunde gelegt. Demnach sind dann im

- **Trendszenario** 10 % der Gebäude mit einer Solaranlage und im
- **Klimaschutzszenario** 25 % der Gebäude mit einer Solaranlage

ausgestattet. Die Ausbauraten für 2015 und 2030 ergeben sich hieraus.

Tab. 7: Beispieltabelle [Eigene Berechnungen nach 6]

Jahr	Dachflächenanteil mit einer Solaranlage (bezogen auf die Potenzialflächen)	
	Trendszenario	Klimaschutzszenario
2015	4 %	11 %
2020	10 %	25 %
2030	21 %	53 %

Den Potenzialberechnungen für die Gewinnung von Strom und Wärme aus Sonnenenergie liegen folgende allgemeine **Annahmen** zu Grunde:

- Die Globalstrahlung beträgt (Mittlere Jahressummen 1981 - 2010) zwischen 981 und 1.000 kWh/m². Der statistische Mittelwert für die Bundesrepublik liegt bei 1.055 kWh/m². [56]

Private Wohngebäude:

- 1.406 Wohngebäude in Twistetal 2011 (Wohngebäude = Dachflächen) [57]
 - 50 % der Dächer von Wohngebäuden eignen sich für eine Solaranlage.
 - 20 % Reduktion der geeigneten Dachflächen, wegen konkurrierender Nutzung.
- 2 Gebäude insgesamt werden pro Jahr neu errichtet. [7, 58]
 - 1 Gebäude davon wird anstelle eines bestehenden Gebäudes neu errichtet (Abriss - Neubau),
 - demnach wird 1 Gebäude zusätzlich neu gebaut.
- Neubauten sind alle geeignet für Solaranlagen.

Gewerbe:

- Es wird davon ausgegangen, dass bis 2030 alle entsprechend ausgewiesenen Flächen ge-

werblich genutzt werden. [7]

- Vorhandene Solarthermie- oder PV-Anlagen werden von den Potenzialflächen abgezogen.

Kommunale Liegenschaften:

- Basis sind die Gebäude mit geeigneten Dachflächen (Luftbildauswertung). [Eigene Erhebung]

5.4.1.1 Solarenergienutzung zur Stromerzeugung - Photovoltaik

Der Potenzialberechnung liegen die zuvor zwischen den Beratungsbüros und der Gemeinde Twistetal abgestimmten Annahmen zu Grunde. Datengrundlage sind offizielle Statistiken des Bundes, des Landes, des Kreises sowie der Gemeinde. Zusätzlich erfolgte eine enge Abstimmung mit der Lenkungsgruppe hinsichtlich relevanter Entwicklungstendenzen in der Gemeinde. Insgesamt ergibt sich so eine auf die regionalen und lokalen Gegebenheiten zugeschnittene Szenarienberechnung. Die Berechnungen sind nach den Sektoren Private Wohngebäude, Kommunale Liegenschaften und Gewerbe gegliedert.

Spezifische Annahmen zur Potenzialberechnung

Der Potenzialberechnung für die Solarenergienutzung zur Stromerzeugung in den verschiedenen Sektoren liegen folgende Annahmen zugrunde:

- 950 kWh/kWp (im Mittel) Jahresertrag einer PV-Anlage bei kleinen Anlagen [Eigene Erhebung]
- 99 kWh/a Ertrag pro m²-PV-Kollektorfläche - Jahresertrag für kommunale Gebäude, Berechnungsgrundlage für die vorliegenden Daten [59]
- 0,564 kg/kWh CO₂-Emissionsfaktor Strommix für 2011 [60], der substituiert wird
- 1.750 €/kWp Investitionskosten - Alle Kosten beinhalten entsprechende Material- und Installationskosten. [61]

Private Wohngebäude:

- 3.500 kWh/a Stromverbrauch in einem durchschnittlichen Haushalt [62]
- 8,4 kWp beträgt die mittlere Leistung der PV-Anlagen, dies ist ein Mischwert aus 3 kWp Leistung je Anlage bei Wohngebäuden, 30 kWp bei landwirtschaftlichen und gewerblichen Gebäuden, Anteil 20 % der Privatgebäude.
- 1.406 private Wohngebäude vorhanden [57]
- 307 Anlagen wurden bis einschl. 2012 auf priv. Dächern installiert. [23]

Gewerbe:

- 114 kWp/ha installierbarer Leistung bei Gewerbeflächen⁴

Kommunale Liegenschaften:

- Es gibt keine PV-Anlagen auf kommunalen Dächern [7]
- Für 16 Gebäude besteht noch Ausbaupotenzial, etwa 4.729 m². [Eigene Erhebung]

Potenziale bei privaten Wohngebäuden

Wichtige Grundlage für die Potenzialberechnung ist die Entwicklung des Gebäudebestandes in den vergangenen Jahren (siehe Kapitel 3.3). Unter Berücksichtigung des demographischen Wandels und der vorhandenen Flächenkapazitäten wurde eine jährliche Neubaurate von 2 Privatgebäuden angenommen, wobei ein Gebäude anstelle eines Bestandsgebäudes errichtet wird. [7] 307 Anlagen wurden bislang installiert und werden vom geeigneten Gebäudebestand abgezogen. [23] Wie in Tab. 8 zu erkennen ist, sind derzeit (2013) etwa 490 Privatgebäude für die PV-Nutzung geeignet. Bis 2030 wird sich das Potenzial um weitere 33 Gebäude erhöhen.

Tab. 8: Entwicklung des Gesamtgebäudebestands 2012 - 2030 [Eigene Berechnungen nach 7, 57]

Jahr	Private Wohngebäude	Geeigneter Gebäude für PV-Nutzung (Bestand + Neubau)
2012 (Basisjahr)	1.406	255
2015	1.409	261
2020	1.414	270
2030	1.424	288

Im **Trendszenario** wird davon ausgegangen, dass 10 % des geeigneten privaten Gebäudebestands im Jahr 2020 mit PV-Modulen bestückt sind. Bei einer gleichbleibenden Ausbaurate bedeutet dies für die Jahre 2015 und 2030 einen Zuwachs von 4 beziehungsweise 21 %. In Tab. 9 und Tab. 10 sind die jeweiligen Ausbauraten für Bestandsgebäude und Neubauten dargestellt.

⁴ Genau ermittelt anhand gemischter Gewerbegebiete (Stadt Geldern), wie sie ohne spezifische Branchenschwerpunkte üblicherweise in Städten mittlerer Größe anzutreffen sind (nur wirtschaftlich sinnvolle Flächen, Beachtung Dachneigung, Ausrichtung, Struktur der Dächer).

Tab. 9: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	10	27,3	15,4	29	50.210
2020	25	72,6	40,9	76	133.656
2030	57	162,7	91,7	171	299.653

Tab. 10: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	0	0,4	0,2	0,45	788
2020	1	2,6	1,4	3	4.725
2030	4	12,2	6,9	13	22.444

Für den gesamten privaten Gebäudesektor ergeben sich aus dem Trendszenario folgende Gesamtkennwerte (Tab. 11): Im Jahr 2020 werden 26 Gebäude PV-Anlagen nutzen und pro Jahr über 75 MWh Strom produzieren. Dabei werden Emissionen von mehr als 42 t CO₂a vermieden. Im Jahr 2030 könnten mit 61 Anlagen fast 175 MWh Strom pro Jahr erzeugt werden. Dazu wären Investitionskosten von gut 322.000 Euro notwendig, legt man heutige Preise zugrunde.

Tab. 11: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	10	27,7	15,6	29	50.998
2020	26	75,1	42,4	79	138.381
2030	61	174,9	98,6	184	322.097

Abb. 49 verdeutlicht den enormen Bestand an installierten PV-Anlagen. Immerhin zeigt sich, dass die solare Stromerzeugung ohne weitere Anstrengungen bis 2030 noch einmal um fast 5 % gesteigert werden kann, gemessen an dem heutigen Anlagenbestand.

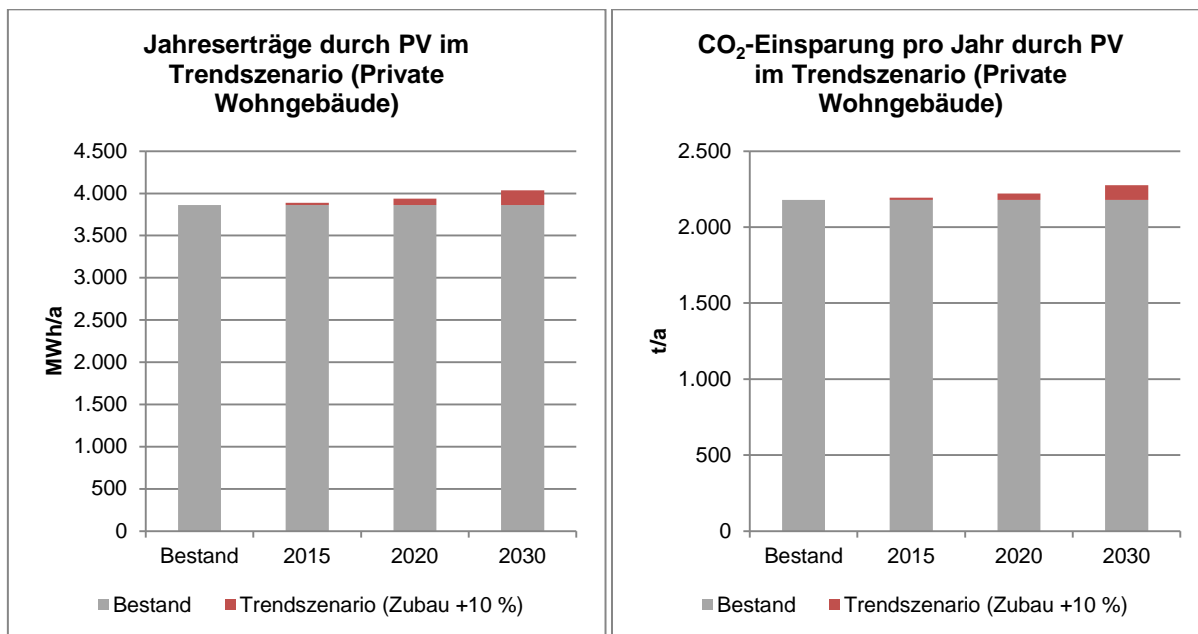


Abb. 49: Stromerträge und CO₂-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Das **Klimaschutzszenario** geht davon aus, dass 25 % des geeigneten privaten Gebäudebestands im Jahr 2020 PV-Anlagen installiert haben. Bei einer gleichbleibenden Ausbaurrate bedeutet dies für die Jahre 2015 und 2030 einen Zuwachs von 11 beziehungsweise 53 %. Gut 143 Anlagen würden 2030 etwa 407 MWh/a produzieren und fast 230 t CO₂ pro Jahr einsparen. Die Investitionskosten würden sich nach heutigen Maßstäben auf etwa knapp 750.000 Euro belaufen (Tab. 12). Im gleichen Zeitraum würden 11 Neubauten PV-Anlagen nutzen und so rund 30,5 MWh/a Strom produzieren (Tab. 13).

Tab. 12: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	24	68,1	38,4	72	125.526
2020	64	181,4	102,3	191	334.140
2030	143	406,7	229,4	428	749.132

Tab. 13: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	0	1,1	0,6	1	1.969
2020	2	6,4	3,6	7	11.813
2030	11	30,5	17,2	32	56.109

Für den privaten Gebäudesektor ergeben sich aus dem Klimaschutzszenario die in Tab.14 zusammengefassten Gesamtkennwerte. Im Jahr 2020 könnten 66 neue Anlagen knapp 188 MWh/a Strom erzeugen und so etwa 106 t CO₂ pro Jahr einsparen. Nach Investitionen von etwa 805.000 Euro könnten in Twistetal 2030 insgesamt 153 Anlagen fast 440 MWh/a erzeugen und Emissionen in einer Höhe von fast 247 t CO₂ jährlich einsparen.

Tab. 14: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	24	69,2	39,0	73	127.495
2020	66	187,8	105,9	198	345.952
2030	153	437,1	246,5	460	805.241

Abb. 50 zeigt, dass im Klimaschutzszenario ein erkennbarer Zubau schneller erreicht wird. Bis 2030 kann sich die installierte Leistung gemessen am heutigen Anlagenbestand um mehr als 11 % erhöhen. Vor dem Hintergrund sinkender Modulpreise, steigender Wirkungsgrade und vorhandener Fördermechanismen oder zunehmender Grid-parity⁵ kann dieses Ziel erreicht werden, wenn die Stadt ihre Bürger dabei unterstützt.

⁵ Mit Grid-parity oder Netzparität wird die Grenze bezeichnet, an der die Kosten für selbst erzeugten Strom genauso hoch sind, wie die Kosten für eingekauften Strom.

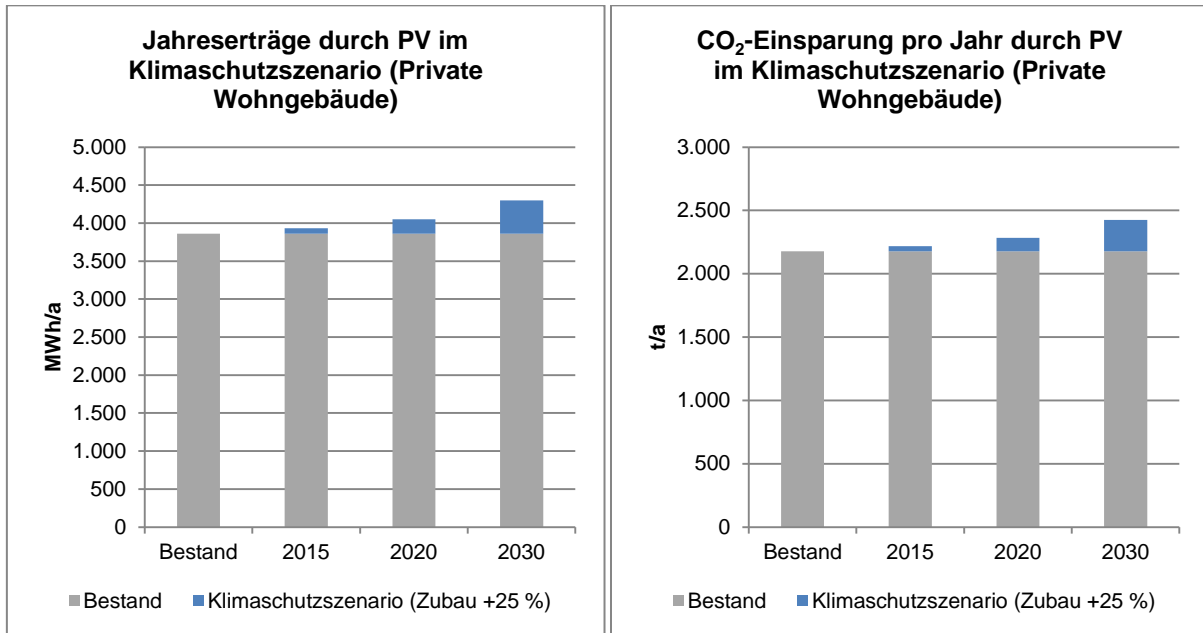


Abb. 50: Stromerträge und CO₂-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaschutzszenario
[Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich für die privaten Wohngebäude zeigt einerseits die Potenziale bei Energieerzeugung und CO₂-Einsparungen, andererseits die großen Unterschiede der beiden Szenarien (Abb. 51). Den immensen Anlagenbestand außer Acht gelassen, ergeben sich noch gute Zubaupotenziale. Während die Ergebnisse im Trendszenario, Zunahme von 75 MWh/a Strom in 2020, sich eher bescheiden darstellen, ist die Situation beim Klimaschutzszenarium günstiger: Bei einer optimalen Potenzialausnutzung im Jahr 2030 könnten durch die 437 MWh/a Strom jährlich fast 125 Haushalte versorgt werden. Annähernd 250 t CO₂ würden so pro Jahr zusätzlich eingespart. [62]

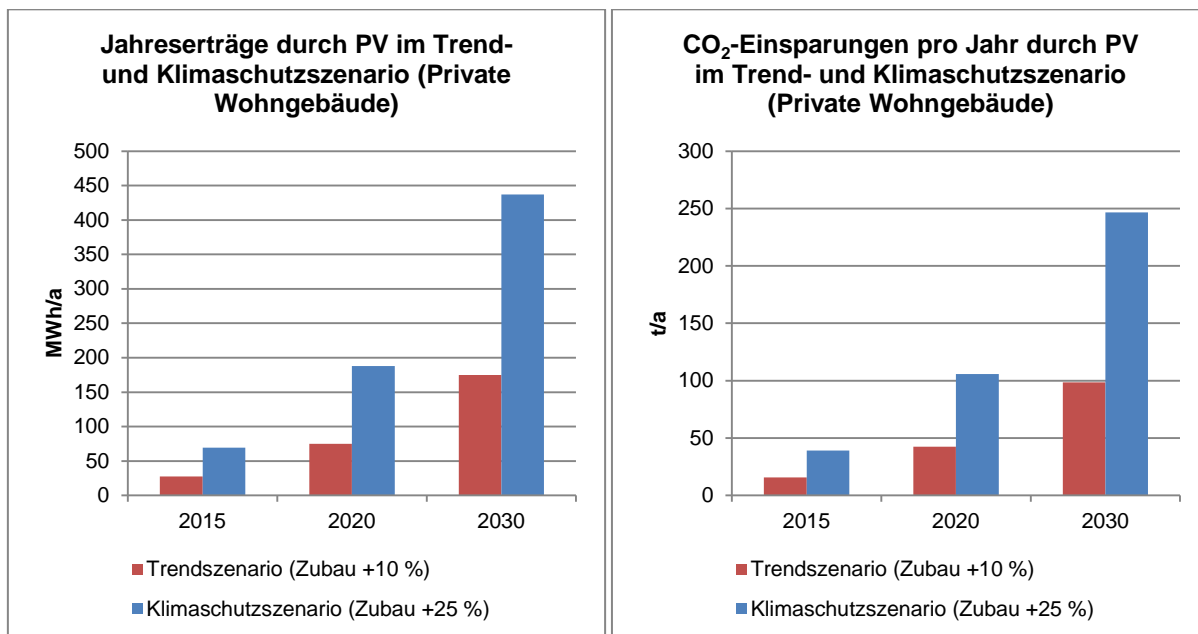


Abb. 51: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]

Potenziale bei kommunalen Liegenschaften

Auf den eigenen Liegenschaften der Gemeinde sind bisher keine PV-Anlagen installiert. Hier besteht Ausbaupotenzial. Aufgrund der Angaben aus Twistetal und Auswertungen von Luftbildaufnahmen konnten nutzbare Dachflächen ermittelt werden. Die zur Verfügung stehende Gesamtdachfläche beträgt rund 4.730 m² (Tab. 15) [Eigene Erhebung, 7]. So lassen sich erste Potenziale errechnen. Allerdings bedarf es hier einer jeweiligen Einzelfallprüfung, da Faktoren wie Statik oder Gebäudenutzung nicht berücksichtigt werden konnten. Bei der Planung sollte auch berücksichtigt werden, zu welchem Zeitpunkt eine PV-Anlageninstallation am sinnvollsten ist. Insbesondere eine Kopplung mit anderen Sanierungsmaßnahmen kann zu Kosteneinsparungen führen.

Tab. 15: Potenzielle Dachflächen für PV-Anlagen auf den kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

Liegenschaft	Nutzbare Dach- fläche [m²]*	Jahresertrag [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung [t/a]	Leistung [kWp]
Rathaus Twiste	65	6,6	3,7	7
Bauhof Twiste I.	204	20,6	11,6	22
Mehrzweckhalle Twiste mit FW	1.235	124,8	70,4	131
Mehrzweckhalle Berndorf mit FW	749	75,7	42,7	80
Wohnhaus Berndorf (an MZH)	130	13,1	7,4	14
Mehrzweckhalle Mühlhausen	604	61,0	34,4	64
Feuerwehr Mühlhausen	135	13,7	7,7	14
DGH Mühlhausen	90	9,1	5,1	10
DGH und Wohnung Gembeck	305	30,8	17,4	32
Haus Scholla	66	6,7	3,8	7
DGH Ober-Waroldern	281	28,4	16,0	30
Feuerwehr Ober-Waroldern	147	14,8	8,4	16
DGH Nieder-Waroldern	167	16,8	9,5	18
DGH Elleringhausen	400	40,4	22,8	43
Feuerwehr Elleringhausen	87	8,8	5,0	9
Wohnhaus Scholla	62	6,2	3,5	7
Summe	4.729	477,6	269,4	503

* Schätzung

Die Ausbauraten im **Trendszenario** sind sehr moderat (Tab. 10). Bis 2030 könnten über 1.000 m² Modulfläche auf kommunalen Dächern installiert sein. Der jährliche Stromertrag läge bei fast 108 MWh/a; 60,6 t CO₂a könnten so eingespart werden. Hierzu wären Investitionen in Höhe von knapp 200.000 Euro notwendig, etwa 11.000 Euro pro Jahr.

Tab. 16: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	installierte Modul- fläche [in m²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	177	17,9	10,1	19	32.992
2020	473	47,8	26,9	50	87.978
2030	1.064	107,5	60,6	113	197.951

Im **Klimaschutzszenario** würden mehr als doppelt so viele Module verbaut. Schon 2020 wäre ein Viertel der Dachflächen für PV genutzt (Tab. 17). Dann könnten pro Jahr über 119MWh Strom produziert werden, was wiederum zu einer Einsparung von gut 67 t CO₂ pro Jahr führt. Somit könnte 2020 im Klimaschutzszenario schon mehr Energie produziert werden, als 2030 im Trendszenario.

Tab. 17: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzscenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	installierte Modulfläche [in m ²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	443	44,8	25,3	47	82.479
2020	1.182	119,4	67,3	126	219.945
2030	2.660	268,6	151,5	283	494.876

Vor dem Hintergrund günstiger Modulpreise, der Signalwirkung für Bürger und der mittelfristigen finanziellen Entlastungen für den kommunalen Haushalt, scheint die Realisierung wie im Klimaschutzscenario beschrieben, realistisch. Da hier die Kommune selbst als Eigentümer die Steuerungsfunktion hat, kann die Ausbaurrate von vornherein höher sein. Durch eigene Investitionen oder Überlassung der Dachflächen für Bürgerenergiegemeinschaften könnten so alle geeigneten Dachflächen sehr viel früher belegt sein als in dieser Rechnung ermittelt. Bei Optimierung der Anlagen auf einen maximalen Eigenverbrauch, würden sich die Investitionen nach 10 bis 15 Jahren amortisiert haben und nachhaltig zur Entlastung des kommunalen Haushaltes beitragen.

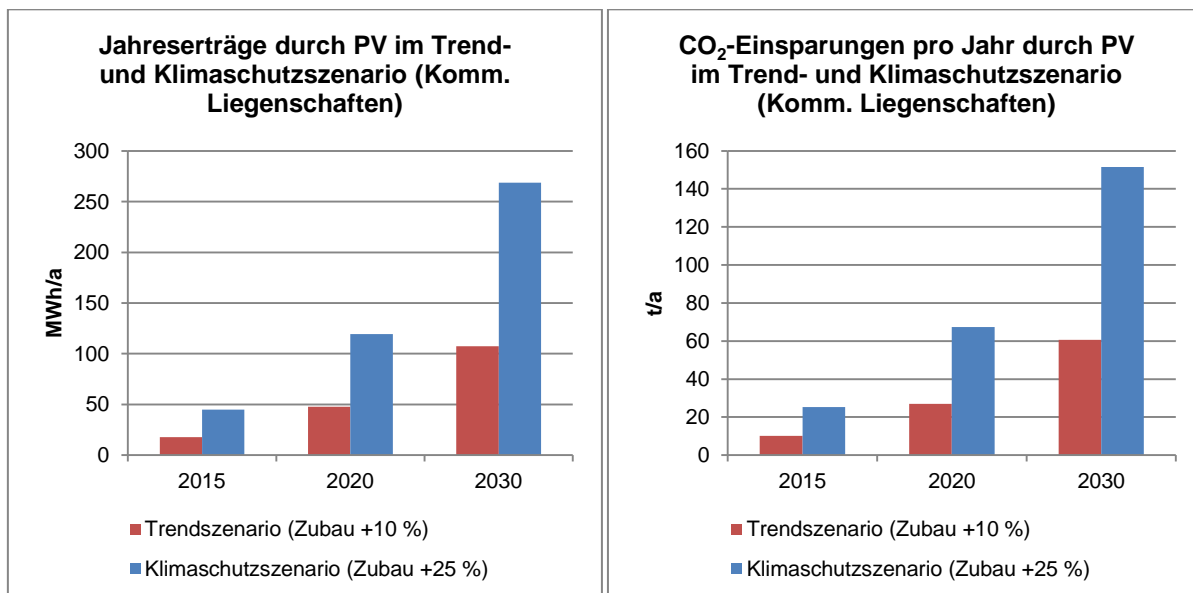


Abb. 52: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

Potenziale bei Gebäuden mit gewerblicher Nutzung

In Twistetal sind gegenwärtig zwei Gewerbegebiete mit insgesamt 4,1 ha Fläche ausgewiesen. Davon sind 3,3 ha in Nutzung. Nach aktuellen Informationen und Auswertung neuerer Luftbilder gibt es dort weder PV- noch Solarthermienutzung. Außer den 0,8 ha freier Baufläche ist derzeit keine weitere Gebietsausweisung für Gewerbeansiedlung vorgesehen. [7] Es wird davon ausgegangen, dass bis 2030 alle freien Gewerbeflächen in Nutzung sind. Somit kann für die Potenzialberechnung die Gesamtfläche von 4,1 ha angenommen werden (Tab. 18). Allerdings wird angenommen, dass PV-Anlagen ausschließlich auf Dachflächen installiert werden. In der Gesamtfläche sind jedoch auch Freiflächen wie Grünanlagen, Wege und Parkplätze enthalten. Rund 12,9 % der Gewerbeflächen in Twistetal, das sind 0,42 ha (rd. 4.250 m²), sind mit Gebäuden überbaut [7].

Da sich die Nutzungsformen in Gewerbegebieten stark unterscheiden können, was sich auf Bebauungsart sowie -dichte und somit auch auf verfügbare Dachflächen auswirkt, wird ein Mittelwert angenommen. Pro Hektar gesamter Gewerbefläche können im Schnitt 114 kWp Leistung installiert werden.

Tab. 18: Entwicklung der für die PV-Nutzung im Gewerbe bis 2030 betrachteten Flächen [Eigene Berechnungen]

Jahr	Neue Potenzialflächen für PV-Versorgung [ha]	Gesamte Potenzialflächen für PV-Versorgung [ha]
2012 (Basisjahr)		3,30
2015	0,13	3,43
2020	0,36	3,66
2030	0,80	4,10

Nach Berechnungen der Ausbauraten für bestehende Gewerbeflächen könnten im **Trendszenario** bis 2020 rund 38 kWp Leistung installiert werden. So könnten pro Jahr gut 20 t CO₂ eingespart und fast 36 MWh Strom erzeugt werden. Hinzu kämen etwa 2 kWp durch Anlagen auf Neubauten, die auch immerhin 2,2 MWh/a erzeugen und 1,2 t CO₂ a einsparen. Im Jahr 2030 könnten knapp 85 kWp Leistung installiert sein. Dadurch läge der jährliche Energieertrag bei über 80 MWh/a, was zu einer CO₂-Entlastung von fast 45,5 t/a führt. Durch Gewerbeneubauten kämen weitere 11 kWp hinzu, die jährlich etwa 10,3 MWh/a Strom erzeugen und knapp 6 t CO₂a einsparen. Betrachtet man die mögliche PV-Dachflächen-Nutzung aller Gewerbeflächen (Tab. 19) so könnten im Jahr 2020 rund 40 kWp und 2030 ca. 95 kWp Leistung installiert sein. Über den gesamten Berechnungszeitraum hinweg wären, einschließlich

2030, durch alle neuen Anlagen über 830 MWh Strom erzeugt worden. Nach heutiger Preisentwicklung lägen die Investitionskosten bei insgesamt gut 167.000 Euro.

Tab. 19: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Darstellung]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [kWp]	Investitionskosten [€]
2015	0,13	13,8	7,8	14	25.353
2020	0,35	37,9	21,4	40	69.825
2030	0,84	90,7	51,2	95	167.081

Das Trendszenario zeigt, dass auch im Gewerbesektor Twistetals Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien vorhanden sind (Abb. 53). Trotz geringer Neubaukapazitäten machen neue Gewerbeansiedlungen spätestens 2030 immerhin über 11 % an der Energieerzeugung aus.

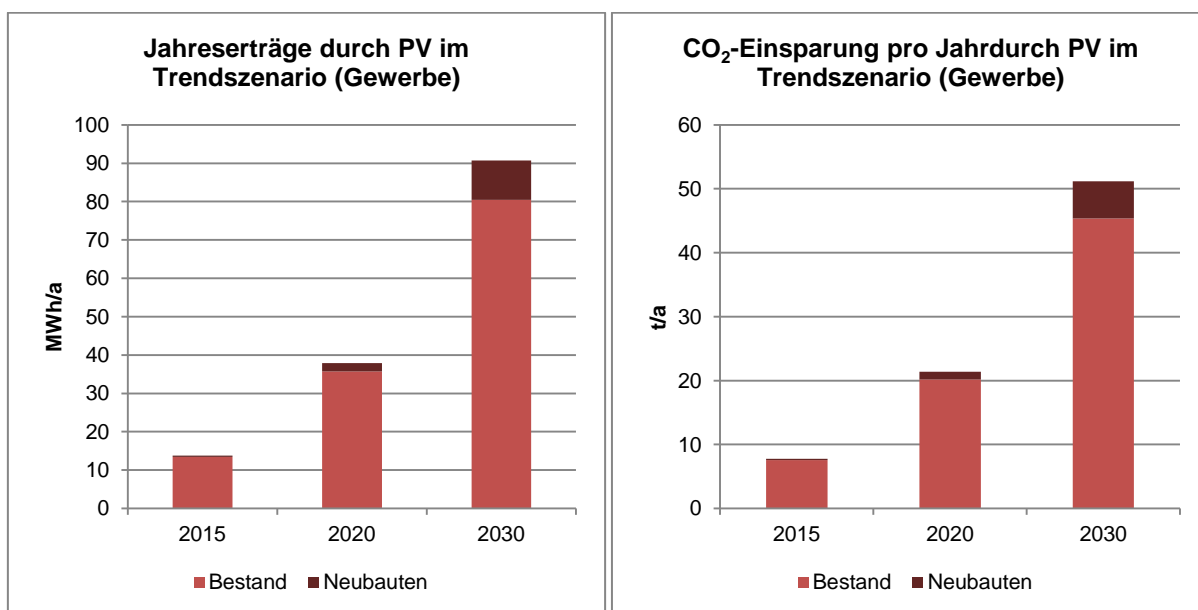


Abb. 53: Stromerträge und CO₂-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Bei einem zielgerichteten Ausbau der PV-Nutzung im **Klimaschutzszenario** könnten bis 2020 rund 94 kWp Leistung auf Bestandsgebäuden und 6 kWp auf Neubauten installiert sein. 2030 wären es etwa 212 kWp, bzw. 27 kWp. Trotz des überschaubaren Gewerbesektors können Potenziale nutzbar gemacht werden (Tab. 20). Fast 95 MWh/a könnten im Jahr 2020 insgesamt durch PV-Anlagen auf Gewerbedächern erzeugt werden. Damit ließen sich 27 Haushalte

versorgen und über 53 t CO₂a einsparen. Zehn Jahre später würden die Erzeugerkapazität noch einmal verdoppelt werden, auf fast 227 MWh/a, respektive 128 t CO₂a. Hierfür wären Investitionen von knapp 418.000 Euro notwendig.

Tab. 20: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Darstellung]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	0,32	34,4	19,4	0,036	63.383
2020	0,88	94,8	53,4	0,100	174.563
2030	2,09	226,8	127,9	0,239	417.703

Abb. 54 zeigt, dass das Gros der Potenziale im Gewerbebestand liegt. Nichtsdestotrotz sollte bei zukünftigen Bauten auf eine Optimierung hinsichtlich erneuerbare Energien-Nutzung geachtet werden.

In den Potenzialberechnungen wurden keine Fassadenflächen oder neuere Technologien, wie PV-Folien, mit einbezogen. Sehr attraktive Anwendungsfälle stellen Möglichkeiten dar, den erzeugten Strom auch direkt für die Kühlung oder den Betrieb von Wärmepumpen einzusetzen (siehe Handlungsoption **s12-s18** in Abschnitt 5.4.1.2).

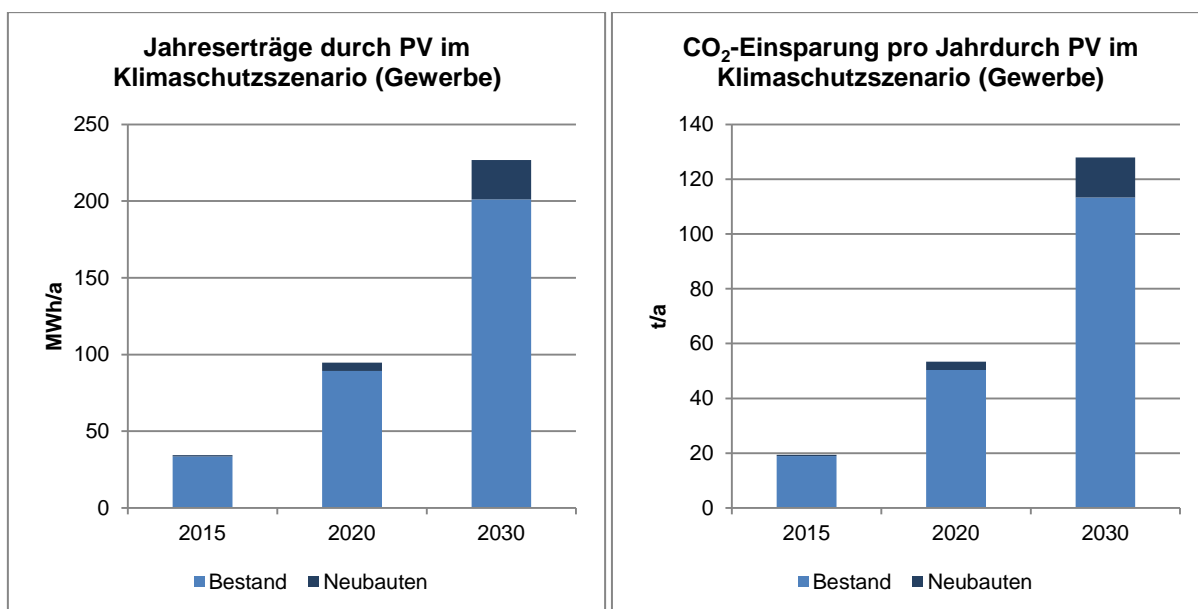


Abb. 54: Stromerträge und CO₂-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich macht noch einmal die Unterschiede zwischen Trend- und Klimaschutzszenario deutlich (Abb. 55). Ohne Klimaschutz- und Ausbaubemühungen würden 2030 jährlich etwa 95 MWh Strom durch zusätzliche Anlagen erzeugt. Vor dem Hintergrund einer konsequenten Klimaschutzpolitik könnte im selben Zeitraum mehr als doppelt so viel Leistung installiert werden, die jährlich knapp 130 t CO₂ einsparen.

In Twistetal ist die Anzahl an Unternehmen nicht sehr hoch. Dies liegt an der Größe der Gemeinde und an den ländlichen Strukturen der Region. Eine Umsetzung der möglichen Potenziale hängt somit stark von wenigen Entscheidern ab. Sollten sich Gewerbetreibende für die Installation von PV-Anlagen entscheiden, könnten die im Trend- oder gar Klimaschutzszenario prognostizierten Werte schnell übertroffen werden. Wenn kein Ausbau erfolgt, sollten die Gründe hierfür untersucht werden. Moderne Betreiberkonzepte wie Bürgeranlagen oder das Verpachten von Dachflächen stellen Möglichkeiten dar, Potenziale zu heben.

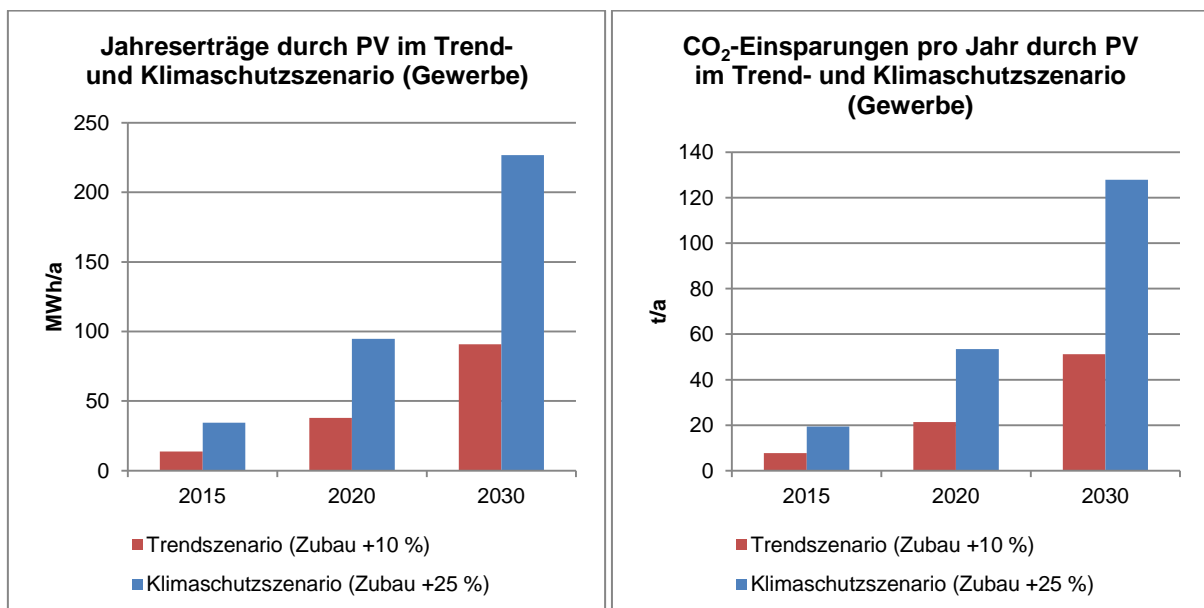


Abb. 55: Vergleich der Ertrags- und CO₂-Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]

Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich

Ohne Klimaschutzanstrengungen gilt, dass die Prognose im **Trendszenario** eintreten wird. Bis 2020 werden fast 170 kWp Leistung neu installiert (Tab. 21). Das ergibt einen jährlichen Stromertrag von knapp 161 MWh/a und spart fast 91 t CO₂ a. Im Jahr 2030 werden sich diese Werte mehr als verdoppelt haben. Nach heutigen Maßstäben sind dann knapp 690.000 Euro

investiert worden, wodurch 393 kWp installiert worden sind, die im Jahr 373 MWh/a Strom erzeugen und dadurch über 210 t CO₂a einsparen würden. Die jährlichen Investitionskosten bis dahin liegen zwischen 36.000 Euro und gut 40.000 Euro. Diese Zunahme ergibt sich aus dem Zu- und Neubau im Privat- und Gewerbesektor: So nehmen die Potenzialflächen zu, zumal Neubauten statisch besser für die PV-Nutzung ausgelegt sein können.

Tab. 21: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO₂-Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Jahresertrag [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t]	CO ₂ - Einsparung [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	19,7	19,7	11,1	11,1	0,021	36.217	36.217
2014	59,1	39,4	33,3	22,2	0,042	72.665	36.448
2015	118,5	59,4	66,8	33,5	0,062	109.343	36.678
2016	197,9	79,4	111,6	44,8	0,084	146.251	36.908
2017	297,4	99,6	167,7	56,1	0,105	183.389	37.138
2018	417,3	119,8	235,3	67,6	0,126	220.757	37.368
2019	557,5	140,3	314,4	79,1	0,148	258.355	37.598
2020	718,3	160,8	405,1	90,7	0,169	296.184	37.829
2021	899,7	181,4	507,4	102,3	0,191	334.243	38.059
2022	1.102,0	202,2	621,5	114,1	0,213	372.531	38.289
2023	1.325,1	223,1	747,4	125,9	0,235	411.051	38.519
2024	1.569,3	244,2	885,1	137,7	0,257	449.800	38.749
2025	1.834,6	265,3	1.034,7	149,7	0,279	488.779	38.979
2026	2.121,2	286,6	1.196,4	161,7	0,302	527.989	39.210
2027	2.429,3	308,0	1.370,1	173,7	0,324	567.428	39.440
2028	2.758,8	329,6	1.556,0	185,9	0,347	607.098	39.670
2029	3.110,1	351,2	1.754,1	198,1	0,370	646.998	39.900
2030	3.483,1	373,0	1.964,5	210,4	0,393	687.128	40.130

Das **Klimaschutzszenario** setzt eine langfristige, zielgerichtete und dennoch ökonomisch verträgliche Klimaschutzpolitik voraus. Die ermittelten Werte für 2020 liegen schon über denen des Trendszenarios 2030 (Tab. 22). Bei einer Gesamtinvestition von etwa 740.500 Euro wären 423 kWp Leistung installiert. Jährlich würden ab diesem Zeitpunkt 402 MWh/a Strom erzeugt und 226,7 t CO₂a eingespart. 2030 wären über 980 kWp installiert. Dafür müssten gut 1,7 Millionen Euro aufgewendet werden. Dies entspricht jährlichen Investitionskosten zwischen 90.000 Euro und 100.000 Euro.

Wenn man bedenkt, dass die Montage von Photovoltaikanlagen zum größten Teil von Handwerksbetreibern aus der Region vorgenommen wird und etwa die Hälfte der Kosten ausmacht, dann kann man ermessen, welche positiven Effekte dieser Ausbau für die regionale Wertschöpfung hat.

Tab. 22: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO₂-Einsparpotenzial im Klimaschutzscenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Jahresertrag [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t]	CO ₂ - Einsparung [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	49,2	49,2	27,7	27,7	0,052	90.544	90.544
2014	147,8	98,6	83,3	55,6	0,104	181.662	91.119
2015	296,2	148,4	167,0	83,7	0,156	273.357	91.694
2016	494,6	198,5	279,0	111,9	0,209	365.627	92.270
2017	743,5	248,9	419,4	140,4	0,262	458.472	92.845
2018	1.043,1	299,6	588,3	169,0	0,315	551.892	93.421
2019	1.393,8	350,6	786,1	197,8	0,369	645.888	93.996
2020	1.795,7	402,0	1.012,8	226,7	0,423	740.460	94.571
2021	2.249,3	453,6	1.268,6	255,8	0,477	835.607	95.147
2022	2.754,9	505,6	1.553,8	285,1	0,532	931.329	95.722
2023	3.312,8	557,9	1.868,4	314,6	0,587	1.027.626	96.298
2024	3.923,2	610,4	2.212,7	344,3	0,643	1.124.499	96.873
2025	4.586,6	663,3	2.586,8	374,1	0,698	1.221.948	97.448
2026	5.303,1	716,6	2.991,0	404,1	0,754	1.319.972	98.024
2027	6.073,2	770,1	3.425,3	434,3	0,811	1.418.571	98.599
2028	6.897,1	823,9	3.890,0	464,7	0,867	1.517.745	99.175
2029	7.775,2	878,1	4.385,2	495,2	0,924	1.617.495	99.750
2030	8.707,7	932,5	4.911,1	525,9	0,982	1.717.821	100.325

Abb. 56 zeigt die Gesamtpotenziale des Trend- und Klimaschutzscenario im Verhältnis zum Anlagenbestand. Trotz des hohen Anlagenbestands kann noch eine Steigerung bei der Stromerzeugung aus Sonnenenergie in Twistetal erreicht werden. Im Trendszenario könnte sich der Ertrag bis 2030 um rund 10 % erhöhen, im Klimaschutzscenario sind es fast 25 %, fast ein Viertel. Aber die bestehenden Anlagen werden auch in der Zukunft die weitaus größten Beiträge liefern.

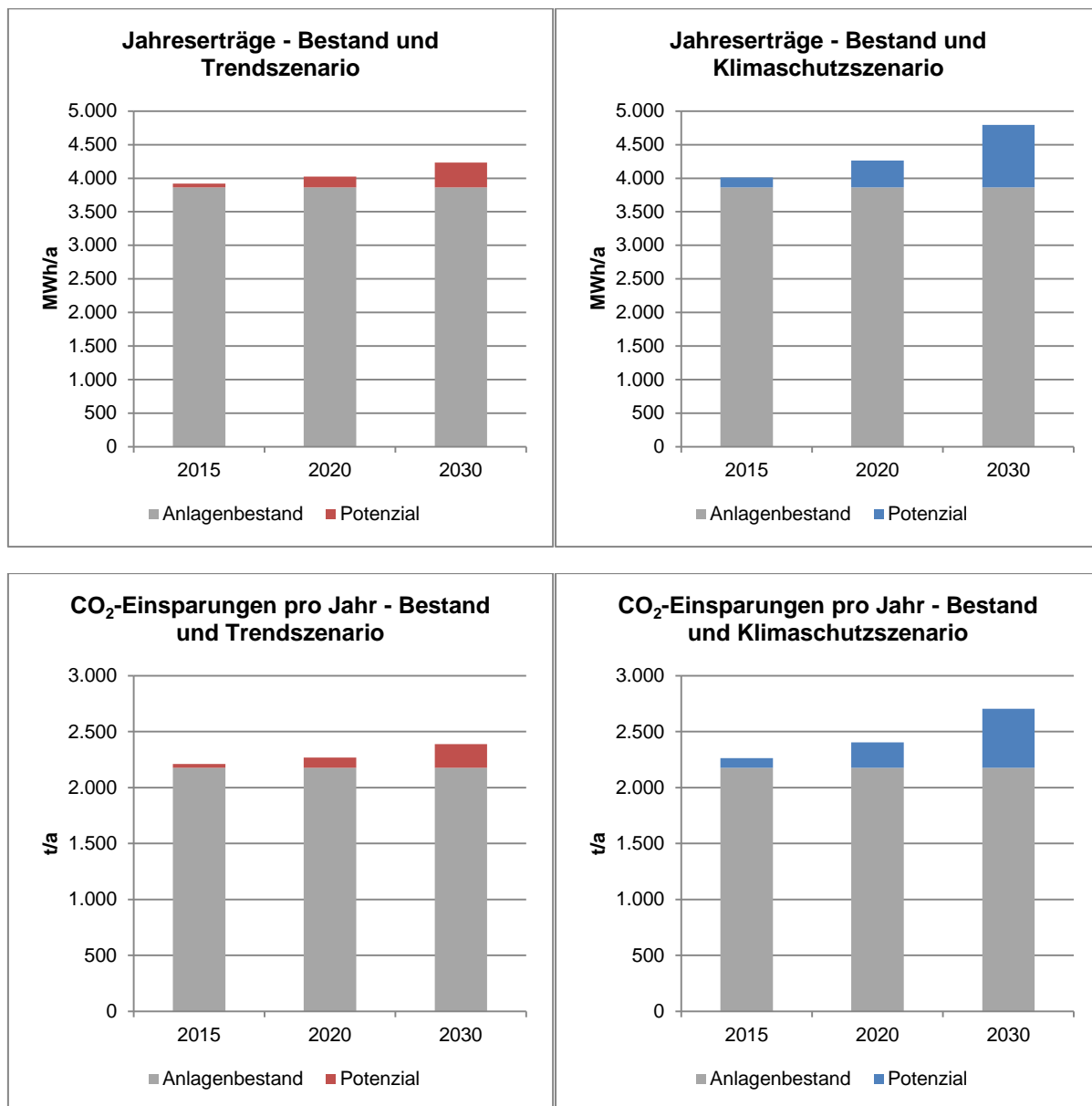


Abb. 56: PV-Anlagenbestand und Potenziale im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich stellt Trend- und Klimaschutzszenario gegenüber (Abb. 57). Dargestellt sind die akkumulierten Werte der drei Sektoren privater Gebäudebestand, kommunale Liegenschaften und Gewerbe, jeweils für die entsprechenden Potenziale zu den Zeitpunkten 2015, 2020 und 2030. Auch wenn der Privatsektor, gemessen für das Jahr 2030, etwa 47 Prozent des Gesamtpotenzials ausmacht, sind die Ausbaumöglichkeiten bei kommunalen Liegenschaften (ca 29 %) und Gewerbebauten (gut 24 %) ein wichtiger Bestandteil in den Potenzialberechnungen. Wegen der zu erwartenden geringen Neubautätigkeit entfallen 94 % der Potenziale auf Bestandsgebäude.

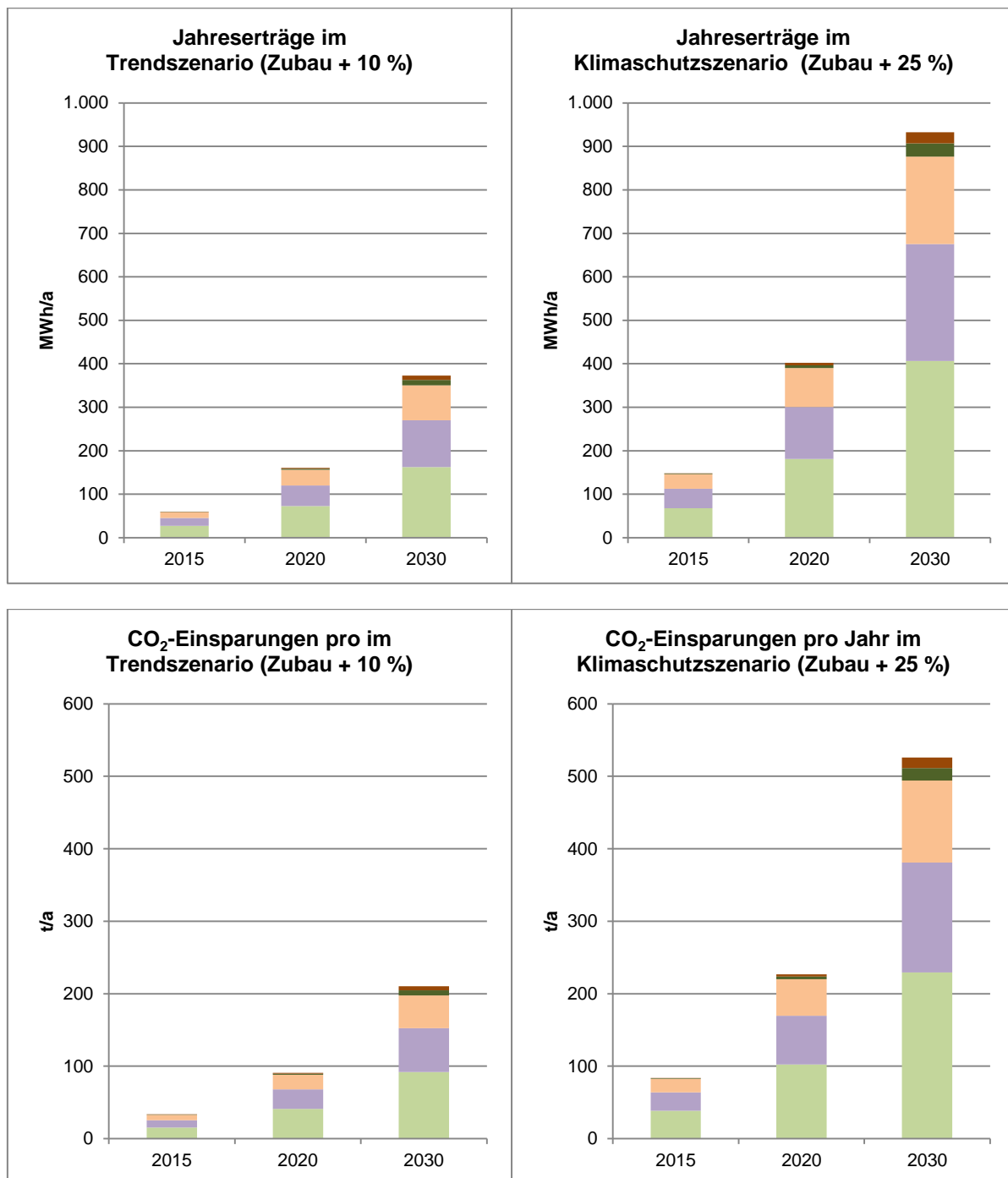


Abb. 57: Szenarienvergleich der PV-Nutzungspotenziale im Detail (Eigene Berechnungen)

Handlungsoptionen - Photovoltaik

Um die errechneten Potenziale auch umsetzen zu können, bedarf es zielgerichteter Maßnahmen durch eine Vielzahl von Akteuren. Dabei sollte die Gemeinde selbst vor allem eine koordinierende Funktion übernehmen. Wichtige Akteure für die Umsetzung im Bereich Photovoltaik sind die Hausbesitzer. Kooperationspartner für die meisten Maßnahmen sind vor allem Architekten, das Handwerk und die Banken. Eine enge Abstimmung dieser Akteure ist für die Ausnutzung der Potenziale unabdingbar. Folgende Handlungsoptionen werden vorgeschlagen:

- s1** Neutrale Informations- und Beratungskampagne für Neubau oder Sanierung mit Terminen vor Ort zur Nutzung von PV zusammen mit Handwerk und EWF (z.B. Realisierungsmöglichkeiten, gesetzliche Rahmenbedingungen (EEG), Einsparpotenziale und Nutzungsmöglichkeiten (Eigenverbrauch/ E-Mobilität))
- s2** PV- Potenziale kommunaler Liegenschaften, z.B. Freifläche des Klärwerks, identifizieren und nutzen. In Kombination mit Stromspeichern kann der PV-Betrieb der Straßenbeleuchtung untersucht werden.
- s3** Vermarktung der öffentlichen Dächer für die PV-Nutzung (z.B. als Bürgersolaranlage). Weitere Unterstützung durch Bereitstellung von Flächen auf eigenen Liegenschaften seitens der Kommune.
- s4** Flächenkonkurrenz von PV- und Solarthermieanlagen zu anderen Nutzungsmöglichkeiten minimieren durch sinnvolle Kombination mit vorhandenen Nutzungen.
- s5** (Inter-) Kommunales Solardachkataster und Solarflächenbörse: Auswertung von Luftbildaufnahmen mittels GIS und Identifizierung von wirtschaftlich attraktiven Dachflächen für Photovoltaik und Solarthermie. Durch eine Solarflächenbörse können die identifizierten Potenziale der Photovoltaik einfach aufgefunden und eine Nutzung beschleunigt werden.
- s6** Ermittlung vorhandener großer Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen. Aktive Ansprache der Unternehmen und Darstellung der positiven wirtschaftlichen Effekte durch Einsparmöglichkeiten mittels Eigenverbrauch oder möglicher Pachteinahmen.
- s7** Nutzung freier Flächen auf landwirtschaftlichen Gebäuden (Dachflächen).
- s8** Kampagne für eine forcierte Nutzung von Photovoltaik im Gewerbe, auch Nutzung von Fassaden und Folien bei Hallen mit statisch geringerer Tragfähigkeit, Stärkung des Eigenverbrauchs und Informationen zu Speichern und Netzintegration mit Unterstützung der VEW und weiteren Kooperationspartnern.
- s9** Informationskampagne zu E-Mobilität & PV-Anlagen zusammen mit Herstellern & lokalen Handwerkern. Mit Solarladesäulen für E-Fahrzeuge an kommunalen Gebäuden, z. B. als Leuchtturmprojekt, die Informationskampagne stärken.
- s10** Beobachtungen technischer Möglichkeiten von PV z. B. Folien auf Dächern und Fassaden.

§11 Ausarbeitung & Umsetzung geeigneter Finanzierungsmodelle, z.B. eines Bürgerfonds mit Ertragsbeteiligung zur Realisierung kommunaleigener PV-Anlagen.

5.4.1.2 Solarthermie

Auch hier sind die Berechnungen nach den Sektoren Private Wohngebäude, Kommunale Liegenschaften und Gewerbe gegliedert.

Annahmen zur Potenzialberechnung

Folgende spezifischen Annahmen wurden für die Potenzialermittlung der thermischen Solar-
energienutzung zugrundegelegt:

- Erträge Solarkollektoren im Mittel $450 \text{ kWh/m}^2\text{a}^6$
- Das CO_2 -Äquivalent, das eingespart werden kann, wird auf $0,283 \text{ kg/kWh}$ festgelegt, da von einem Substitutionsmix im Wärmebereich von
 - 68 % Heizöl ($0,302 \text{ kg/kWh}$) und
 - 32 % Erdgas ($0,244 \text{ kg/kWh}$) ausgegangen wird. [Eigene Berechnungen nach 9, 63]
- 1.000 € Investitionskosten pro m^2 Kollektorfläche (anteilige Montage- und Transportkosten sind mit inbegriffen, Kosten für Warmwasserspeicher nicht, da auch bei regulärer Heizungserneuerung notwendig) [64]
- Bestandsgebäude haben einen Heizenergiebedarf (inkl. Warmwasser) von $123 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Neubauten haben einen Heizenergiebedarf (inkl. Warmwasser) von $53 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.
- Durch eine Solarthermie-Anlage können $37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ Heizenergie (inkl. Warmwasser) erzeugt werden.

Bestand:

- 110 Solarthermie-Anlagen mit einer Kollektorfläche von $995,4 \text{ m}^2$ wurden zwischen 2001 und 2012 installiert und von der BAFA (MAP) gefördert. [24]
 - 30 % Erhöhung, da auch nicht geförderte Anlagen installiert wurden [7]
 - 143 Anlagen mit einer Kollektorfläche von 1.294 m^2 wurden demnach bisher installiert.
- Alle Anlagen können dem Privatsektor zugeschrieben werden, da es keine Solarthermie-Anlagen, die Energie mittels Erdwärmesonden gewinnen, im gewerblichen und kommunalen Bereich Twistetals gibt.

⁶ Allgemeine Angaben aus Tests: $250\text{-}600 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Private Wohngebäude:

- Heizbedarf für Bestandsgebäude insgesamt: 21,5 MWh/a
 - bei 175 m² Wohnfläche und einem Heizwärmebedarf von 100 kWh/m²
 - + 4.000 kWh Warmwasserbedarf
- Heizbedarf für Neubauten insgesamt: 9,25 MWh/a
 - bei 175 m² Wohnfläche und einem Heizwärmebedarf von 30 kWh/m²
 - + 4.000 kWh Warmwasserbedarf
- 30 % des Gesamtwärmebedarfs bei Bestandsgebäuden wird solar gedeckt, das sind 6,5 MWh/a.
 - Der gleiche Wert wird für Neubauten angesetzt, wobei der Anteil dann bei 70 % des Gesamtwärmebedarfs liegt.
 - Größe je Kollektor bei Privatgebäuden: 6 m².
- 419 Wohngebäude geeignet für Solarthermie
 - 143 Anlagen wurden bis einschl. 2012 auf priv. Dächern installiert und wurden abgezogen.

Gewerbe:

- Es existieren keine Solarthermie-Anlagen auf gewerblichen Dächern.
- 12,88 % (0,42 ha) der genutzten Gewerbefläche sind überbaut. Dies wird als beheizte Fläche angenommen, wobei nicht beheizte Verkehrsflächen und mehrgeschossige Bauten sich gegenseitig ausgleichen.
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab - für genauere Potenzialermittlungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

Kommunale Liegenschaften:

- Es konnte ein Annäherungswert für die Nutzflächen von knapp 9.000 m² ermittelt werden. [7] Freibäder wurden nicht einbezogen, da hier Nutzung mittels Solarabsorberanlagen schon erfolgt.
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab - für genauere Potenzialermittlungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

Potenziale bei privaten Wohngebäuden

Auf Dächern privater Gebäude sind bislang 143 Anlagen installiert und werden vom geeigneten Gebäudebestand abgezogen. Für die ‚Anzahl geeigneter Gebäude‘ werden die Werte wie in Abschnitt 5.4.1.1. zugrunde gelegt. Durch die geringere Zahl an Anlagen ergibt sich allerdings eine andere Grundgesamtheit (Tab. 23).

Tab. 23: Bestand an privaten Wohngebäuden bis 2030 und Eignung für Solarthermie-Nutzung [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäudebestand [Basis 2011]	Anzahl geeigneter Gebäude
2012 (Basisjahr)	1.406	419
2015	1.403	419
2020	1.398	417
2030	1.388	414

Die folgenden Berechnungen stellen das Potenzial solarthermischer Energieerzeugung bezogen auf ‚Durchschnittsgebäude‘ dar (siehe Annahmen). Viele Faktoren, wie Gebäudeart (Einfamilien- / Mehrfamilienhaus) oder die Größe der beheizten Nutzfläche spielen aber eine wesentliche Rolle bei Größe und Auslegung einer Solarthermie-Anlage. Diese Werte können nur indirekt anhand des Jahresertrags und der CO₂-Einsparungen berücksichtigt werden.

Im **Trendszenario** wird von einer Ausbaurate von 10 % für das Jahr 2020 ausgegangen. Zu diesem Zeitpunkt wären 42 Bestandsgebäude mit Solarthermie versorgt. Dies würde zu einer Einsparung von knapp 270 MWh/a konventionell erzeugter Heizenergie und 76,4 t CO₂a führen. Dafür müssten Investitionen von knapp 600.000 Euro aufgewendet werden. Der Neubaubereich ist wegen des geringen Zubaus vernachlässigbar. Insgesamt zeigt sich, dass die Solarthermie ein hohes Potenzial bietet. Schon 2020 können gut 275 MWh/a Heizenergie erzeugt und dadurch über 78 t CO₂a eingespart werden. Zehn Jahre später wird sich der Bestand um fast 100 Anlagen erhöht haben (Tab. 24).

Tab. 24: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m ²]	Investitionskosten [€]
2015	16	102,3	29,0	227	227.310
2020	43	275,5	78,1	612	612.169
2030	98	632,1	179,2	1.405	1.404.754

Abb. 58 zeigt Anlagenbestand und die Potenziale im Trendszenario für 2015, 2020 und 2030. Ohne jegliche Klimaschutzanstrengungen seitens der Politik könnte sich der Anlagenbestand bis 2020 um fast 50 % erhöht haben. 2030 wären mehr als doppelt so viele Anlagen wie heute installiert.

Insgesamt wären hierzu Investitionen von ca. 1,4 Millionen Euro notwendig. Diese Investiti-

onstätigkeit wird zu einem sehr großen Teil in der Region getätigt, weil die Einbindung in das Heizsystem fast ausschließlich durch das örtliche Heizungsgewerbe erfolgt. Hier stellt beispielsweise eine Qualifizierungsoffensive mit dem Handwerk einen zielführenden Ansatz dar.

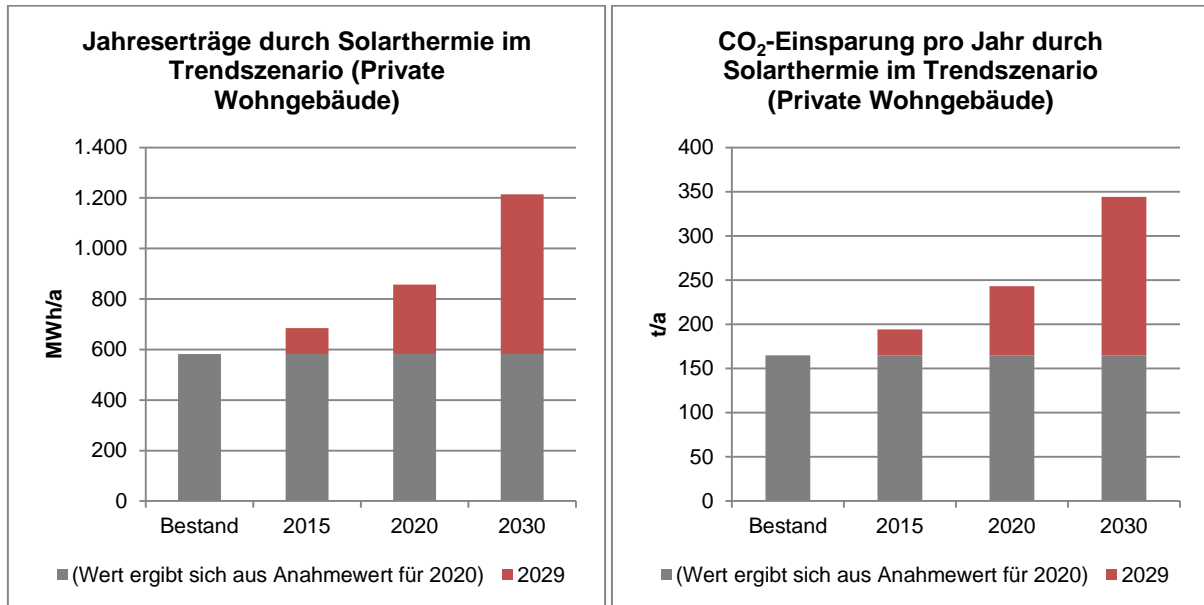


Abb. 58: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Das **Klimaschutzszenario** bedarf einer zielorientierten Klimapolitik. 2020 würden über 100 Bestandsgebäude zusätzlich mittels Solarthermie versorgt. Die Investitionskosten im Privatssektor belaufen sich dabei auf fast 1,5 Millionen Euro. Hinzu kommen 2 Neubauten. Zehn Jahre später sind es dann insgesamt 11 neue Gebäude, die knapp 70 MWh/a solarthermisch erzeugen und dadurch fast 20 t CO₂a einsparen sowie 234 Bestandsgebäude mit einem jährlichen Ertrag von 1.511 kWh und Einsparungen von rund 430 t CO₂a.

Insgesamt zeigt das Klimaschutzszenario das enorme Potenzial bei der Nutzung von Solarthermie auf (Tab. 25 und Abb. 59). Schon 2020 könnten fast 690 MWh/a Energie zusätzlich erzeugt werden - mehr als doppelt so viel wie durch den aktuellen Bestand. So würden ca. 195 t CO₂a eingespart. Dabei handelt es sich aber nur um ein Viertel aller potenziell für Solarthermie nutzbaren Gebäude. 2030 hätte sich die solarthermische Energieerzeugung mit 1.580 MWh/a fast verdreifacht. Dafür müssten über 3,5 Millionen Euro investiert werden.

Tab. 25: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m ²]	Investitionskosten [€]
2015	40	255,7	72,5	568	568.276
2020	107	688,7	195,2	1.530	1.530.424
2030	245	1.580,3	447,9	3.512	3.511.886

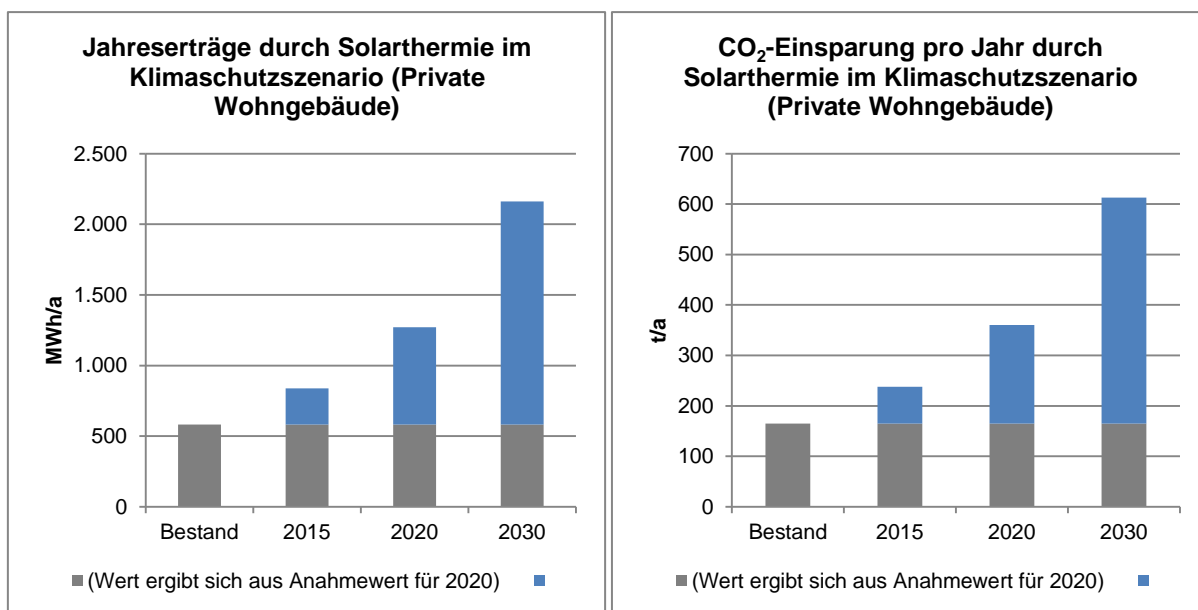


Abb. 59: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]:

Abb. 60 verdeutlicht die enormen Unterschiede zwischen und Klimaschutz- und Trendszenario. Es wird deutlich, was eine nachhaltige, langfristige und zielorientierte Klimapolitik auf kommunaler Ebene bewirken kann.

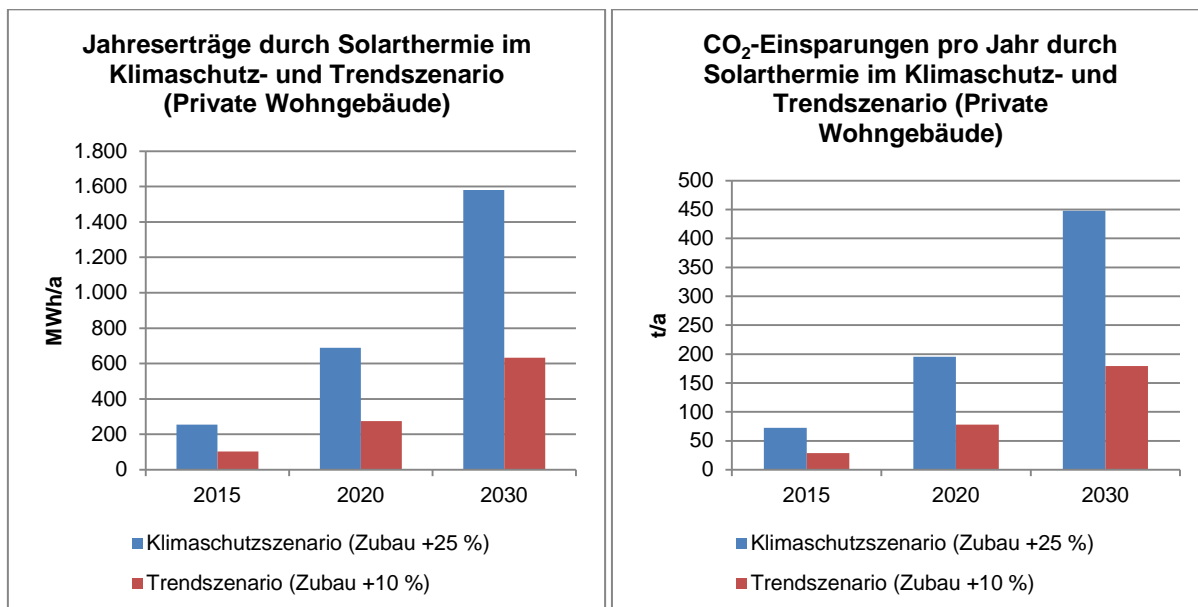


Abb. 60: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]

Potenziale bei kommunalen Liegenschaften

Auf kommunalen Liegenschaften sind, ausgenommen die beiden Freibäder, bisher keine Solarthermieanlagen installiert. 16 Gebäude haben geeignete Dachflächen. Die Nutzfläche dieser Gebäude beträgt schätzungsweise rund 8.990 m². [7] Mehr noch als bei der Photovoltaik (siehe Abschnitt 5.4.1.1) ist für die Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen jedoch Nutzungsart, Wärmelast und Lastgang des jeweiligen Gebäudes von hoher Bedeutung. Daher gilt hier besonders das Erfordernis einer genauen Einzelfallprüfung. Die Potenzialberechnung gibt nur einen Hinweis auf theoretisch mögliche Größenordnungen bei der Energieerzeugung. Auch die Nutzungskonkurrenz zur Photovoltaik wurde in den Kalkulationen nicht berücksichtigt. Bei der Einzelfallprüfung sollte die Wirtschaftlichkeit beider Energieformen gegenübergestellt werden. Gegebenenfalls macht auch die Nutzung beider Technologien Sinn.

Das **Trendszenario** für die Solarthermie-Nutzung in kommunalen Liegenschaften beschreibt eine sehr moderate Nutzung dieser Heiztechnologie (Tab. 26).

In den kommenden Jahren könnten 1 bis 2 Gebäude solarthermisch beheizt werden (ca. 340 m² Nutzfläche). Insbesondere die Eignung von Gebäude mit passendem Nutzungsprofil, also kontinuierlichem Warmwasser- oder/und Heizenergieverbrauch, sollten eingehender analysiert werden. Bis 2020 könnten 6 bis 8 Gebäude umgerüstet sein, also knapp 900 m² Nutzfläche. So würden etwa 33 MWh/a Wärmeenergie erzeugt und gut 9 t CO₂a eingespart. Die In-

vestitionskosten liegen bei unter 74.000 Euro.

Tab. 26: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	beheizte Nutzfläche [m²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m²]	Investitionskosten [€]
2015	337	12,4	3,5	28	27.608
2020	899	33,1	9,4	74	73.621
2030	2.022	74,5	21,1	166	165.647

Laut **Klimaschutzszenario** könnten 2020 ein Viertel aller Nutzflächen solar beheizt werden, also mehr als 2030 im Trendszenario (Tab. 27). Fast 83 MWh/a könnten jährlich erzeugt werden. Dabei wären mit 184 m² Kollektorfläche gerade mal 2 % der potenziell nutzbaren Dachflächen belegt. Eine Kombination zwischen photovoltaischer und solarthermischer Energieerzeugung sollten bei den Einzelfallprüfungen unbedingt berücksichtigt werden.

Tab. 27: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	beheizte Nutzfläche [m²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m²]	Investitionskosten [€]
2015	843	31,1	8,8	69	69.020
2020	2.247	82,8	23,5	184	184.052
2030	5.056	186,4	52,8	414	414.118

Trend- und Klimaschutzszenario (Abb. 61) sind wegen der notwendigen Einzelbetrachtung wenig aussagekräftig. Allerdings lässt sich ein gewisses Potenzial bei den kommunalen Liegenschaften ableiten. Bei den Überprüfungen der einzelnen Gebäude sollten auch Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung mit betrachtet werden. Investitionen in neue Heizungstechnik sind am sinnvollsten, wenn ein Gebäude bspw. ausreichend gedämmt ist und/oder die Erneuerung der Heizungstechnik ansteht. Natürlich führt dies zu höheren Investitionskosten. Diese würden sich aber im Laufe der Jahre, auch vor dem Hintergrund steigender Energiepreise, amortisieren und mittelfristig zu Kostenersparnissen für die Stadt führen.

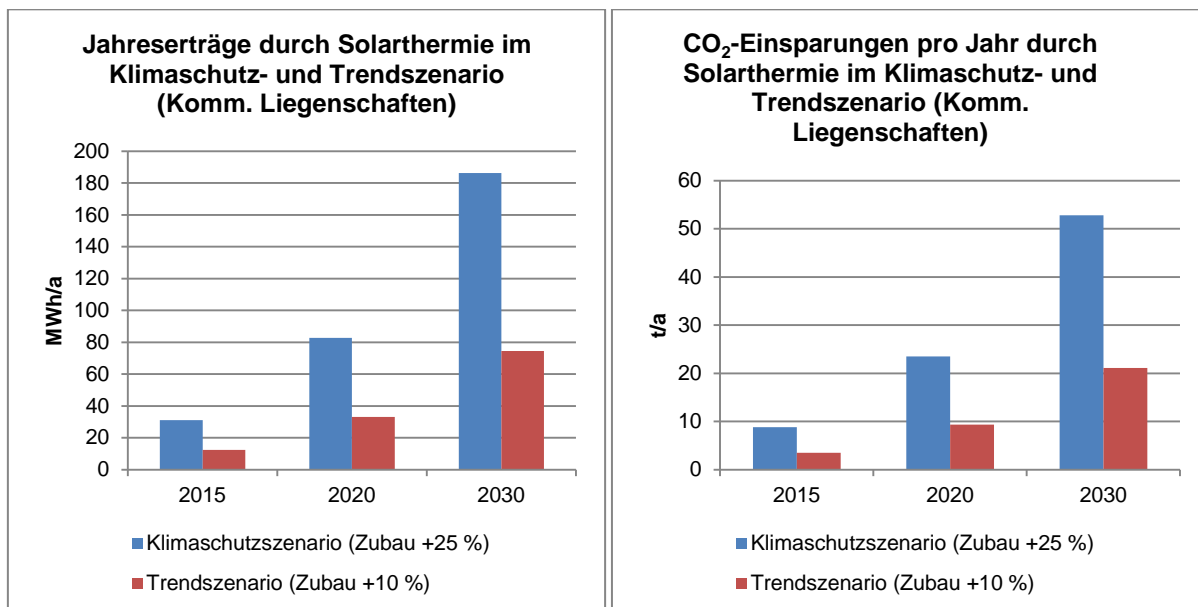


Abb. 61: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

Potenziale bei Gebäuden in gewerblicher Nutzung

12,88 % der bisher genutzten Gewerbeflächen (4.250 m²) sind bebaut. Aktuell existieren keine Solarthermie-Anlagen im Gewerbesektor. Legt man die gleiche Relation für die noch nicht vergebenen Gewerbeflächen (8.000 m²) an, ergibt sich ein Restpotenzial von rund 1.000 m² Gebäudenutzfläche (Tab. 28). Da diese Potenzialfläche erst noch durch zukünftige Gewerbebauten erschlossen werden muss, nimmt die gesamte Potenzialfläche für Solarthermieversorgung bis 2030 sukzessive zu.

Tab. 28: Entwicklung der Potenzialflächen für Solarthermie-Nutzung im Gewerbe bis 2030 [Eigene Berechnungen]

Jahr	Neue Potenzialflächen für Solarthermieversorgung [m ²]	Gesamte Potenzialflächen für Solarthermieversorgung [m ²]	Gesamte Potenzialflächen für Solarthermieversorgung [ha]
2012 (Basisjahr)	0	4.249	0,42
2015	172	4.421	0,44
2020	458	4.707	0,47
2030	1.030	5.279	0,53

Das **Trendszenario** zeigt die ungenutzten Potenziale im Gewerbesektor (Tab. 29). Wegen der überschaubaren Größe der Gewerbegebiete in Twistetal und der noch bebaubaren Flächen wird nicht zwischen Bestand und Neubau unterschieden. Die Potenzialberechnungen

wären zu unscharf. In Abb. 62 wird lediglich dargestellt, welchen theoretischen Anteil Solarthermie im Gewerbeneubau einnehmen könnte. 2020 könnten knapp 450 m² solarthermisch versorgt werden. Das spart knapp 5 t CO₂a im Jahr. Zehn Jahre später sind es über 1.000 m². Fast 40 MWh/a werden dann solarthermisch erzeugt. Die Investitionskosten liegen unter 90.000 Euro.

Tab. 29: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m ²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m ²]	Investitionskosten [€]
2015	162	6,0	1,7	13	13.285
2020	446	16,4	4,7	36	36.500
2030	1.066	39,3	11,1	87	87.324

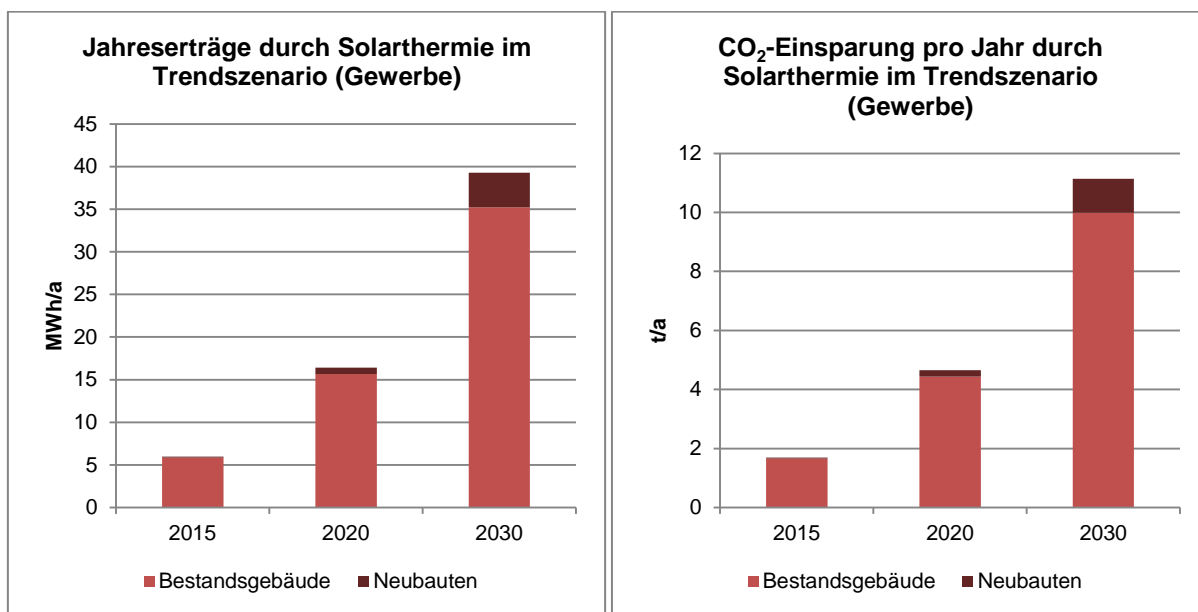


Abb. 62: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Die Daten für das **Klimaschutzszenario** sind ambitioniert. 2020 würden über 1.100 m² mit 41,5 MWh/a solarthermisch versorgt, 2030 fast 2.700 m² mit knapp 100 MWh/a. Dafür wären Investitionen in Höhe von über 220.000 Euro notwendig (Tab. 30 und Abb. 63).

Tab. 30: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m²]	Investitionskosten [€]
2015	409	15,1	4,3	34	33.504
2020	1.127	41,5	11,8	92	92.274
2030	2.696	99,4	28,2	221	220.799

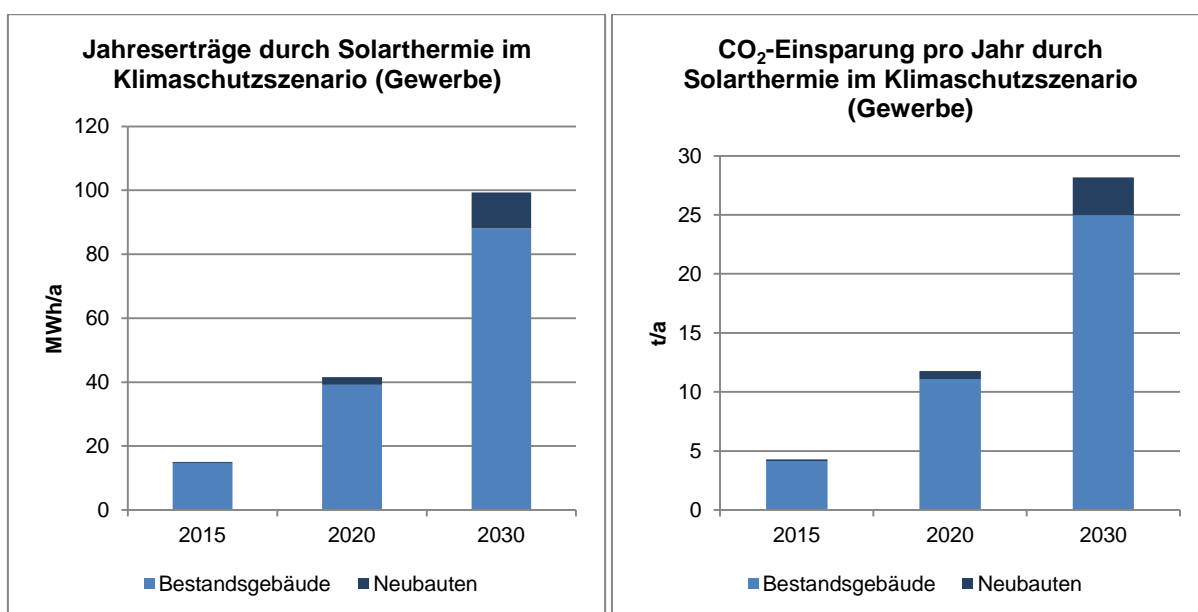


Abb. 63: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Bisher wird Solarthermie im Gewerbesektor nicht als Energiequelle genutzt. Beide Szenarien zeigen, gemessen an Größe und Anzahl der Betriebe, erhebliches Potenzial auf. Hier muss angemerkt werden, dass sich das Nutzerverhalten in Gewerbebauten zum einen meist stark von denen in privaten Wohngebäuden unterscheidet und zum anderen die Wärmelastkurven im Gewerbebereich je nach Branche und Betrieb stark divergieren. Die Berechnungen zeigen nur die theoretisch möglichen Potenziale auf, ohne auf die eben genannten Aspekte näher einzugehen. Eine Erstellung von individuellen, aber auch gemeinschaftlichen Wärmekonzepten kann hier sinnvoll sein. Auch Anforderungen an Prozesswärme könnte interessant sein, was andere technische Lösungen erfordert, die hier nicht betrachtet sind. Hier sollte die Kommune als Initiator auftreten. Aber auch ohne gezielte Maßnahmen ist davon auszugehen, dass die Erzeugung solarthermisch erzeugter Energie in den kommenden Jahren auch für das Twistetaler Gewerbe interessant wird (Abb. 64).

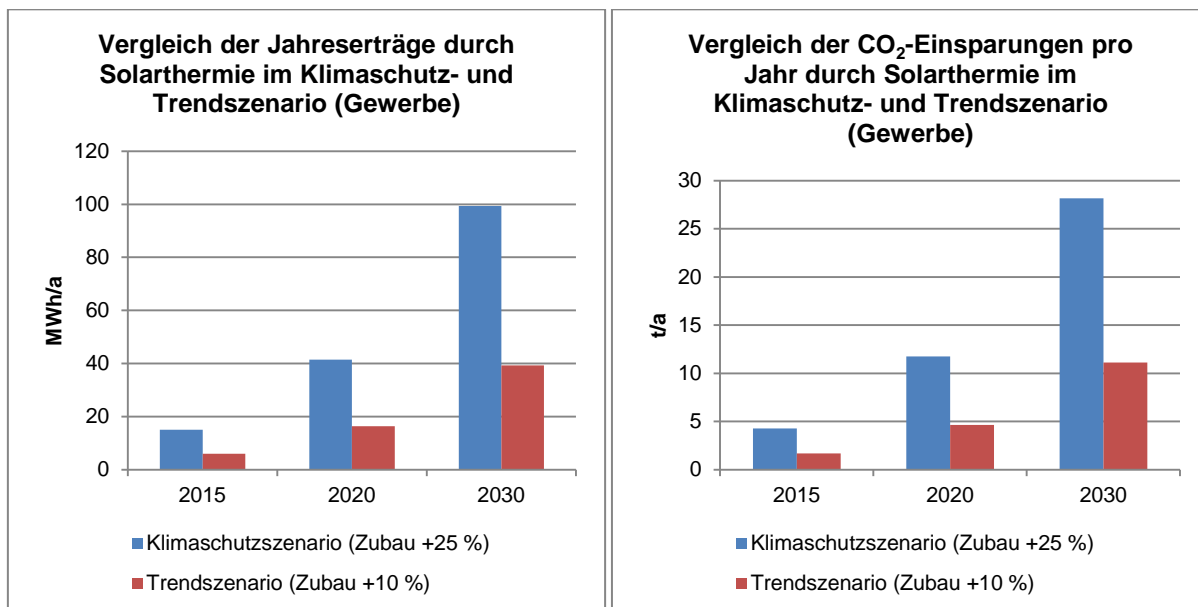


Abb. 64: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]

Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich

Im folgenden Abschnitt sind die akkumulierten Potenziale für die jeweiligen Jahre bis einschließlich 2030 dargestellt (Tab. 31 und Tab. 31).

Laut **Trendszenario** wird sich die installierte Kollektorfläche schon in wenigen Jahren, gemessen am heutigen Bestand, um gut 20 % erhöht haben. So würden fast 121 MWh/a Wärmeenergie produziert und gut 34 t CO₂a eingespart. Fünf Jahre später wäre es über 720 m² Kollektorfläche und 2030 wird davon ausgegangen, dass fast 1.660 m² Solarkollektoren installiert sind - mehr als doppelt so viel wie heute. Pro Jahr würden dann 211 t CO₂a eingespart und 746 MWha Wärmeenergie produziert. Bei einem stetigen Ausbau wären bis dato insgesamt über 7.000 MWh Energie erzeugt und fast 2.000 CO₂ eingespart. Die Gesamtinvestitionskosten belaufen sich nach heutigen Maßstäben auf knapp 1,66 Millionen Euro, zwischen 89.000 Euro und 95.000 Euro jährlich.

Tab. 31: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO₂-Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t]	CO ₂ - Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m ²]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	40,1	40,1	11,4	11,4	89,1	89.112	89.112
2014	120,4	80,3	34,1	22,8	178,5	178.476	89.364
2015	241,1	120,7	68,3	34,2	268,2	268.203	89.727
2016	402,3	161,2	114,0	45,7	358,3	358.293	90.091
2017	604,3	201,9	171,3	57,2	448,7	448.747	90.454
2018	847,1	242,8	240,1	68,8	539,6	539.565	90.817
2019	1.130,9	283,8	320,5	80,5	630,7	630.746	91.181
2020	1.455,9	325,0	412,7	92,1	722,3	722.290	91.544
2021	1.822,3	366,4	516,5	103,8	814,2	814.198	91.908
2022	2.230,2	407,9	632,1	115,6	906,5	906.469	92.271
2023	2.679,8	449,6	759,6	127,4	999,1	999.104	92.635
2024	3.171,3	491,4	898,9	139,3	1.092,1	1.092.102	92.998
2025	3.704,7	533,5	1.050,1	151,2	1.185,5	1.185.464	93.362
2026	4.280,4	575,6	1.213,2	163,2	1.279,2	1.279.189	93.725
2027	4.898,4	618,0	1.388,4	175,2	1.373,3	1.373.278	94.089
2028	5.558,8	660,5	1.575,6	187,2	1.467,7	1.467.730	94.452
2029	6.262,0	703,1	1.774,9	199,3	1.562,5	1.562.546	94.816
2030	7.008,0	746,0	1.986,3	211,4	1.657,7	1.657.725	95.179

Unter den Annahmen des **Klimaschutzszenarios** käme es jährlich zu hohen Zuwächsen bei der Solarthermie-Nutzung (Tab. 32). Zwischen 220.000 und 240.000 Euro würden pro Jahr investiert; dabei entstehen jährlich zwischen mehr als 200 m² Kollektorfläche. Insgesamt könnten im Jahr 2030 bei einem Investitionsvolumen von 4,15 Millionen Euro jährlich 1.866MWh Energie erzeugt und ca. 529 t CO₂ eingespart werden. Bei einem gleichbleibenden Ausbau könnten laut Klimaschutzszenario bis 2030 insgesamt fast 4.970 t CO₂ eingespart und 17.530 MWh Wärmeenergie erzeugt werden.

Tab. 32: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO₂ -Einsparpotenzial im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t]	CO ₂ - Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m ²]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	100,3	100,3	28,4	28,4	222,8	222.780	222.780
2014	301,1	200,9	85,3	56,9	446,3	446.336	223.555
2015	603,0	301,9	170,9	85,6	670,8	670.800	224.464
2016	1.006,2	403,3	285,2	114,3	896,2	896.172	225.373
2017	1.511,3	505,1	428,4	143,2	1.122,5	1.122.454	226.281
2018	2.118,7	607,3	600,5	172,1	1.349,6	1.349.644	227.190
2019	2.828,7	710,0	801,8	201,2	1.577,7	1.577.743	228.099
2020	3.641,7	813,0	1.032,2	230,4	1.806,8	1.806.750	229.007
2021	4.558,2	916,5	1.292,0	259,8	2.036,7	2.036.666	229.916
2022	5.578,6	1.020,4	1.581,2	289,2	2.267,5	2.267.491	230.825
2023	6.703,2	1.124,7	1.900,0	318,8	2.499,2	2.499.225	231.734
2024	7.932,6	1.229,3	2.248,4	348,4	2.731,9	2.731.867	232.642
2025	9.267,0	1.334,4	2.626,6	378,2	2.965,4	2.965.418	233.551
2026	10.707,0	1.439,9	3.034,8	408,1	3.199,9	3.199.878	234.460
2027	12.252,8	1.545,9	3.472,9	438,2	3.435,2	3.435.246	235.368
2028	13.905,0	1.652,2	3.941,2	468,3	3.671,5	3.671.523	236.277
2029	15.663,9	1.758,9	4.439,8	498,5	3.908,7	3.908.709	237.186
2030	17.530,0	1.866,1	4.968,7	528,9	4.146,8	4.146.803	238.094

Der Szenarienvergleich zeigt die enormen Unterschiede zwischen Trend- und Klimaschutzszenario (Abb. 65). Schon die Zielmarken im Trendszenario erscheinen ambitioniert. Informations- und Beratungskampagnen seitens der Kommune könnten den Ausbautrend unterstützen. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass auch ohne politische Bestrebungen die solarthermische Energienutzung in den kommenden Jahren stark zunehmen wird.

Wie bei den anderen Energieträgern auch liegt das größte Potenzial im Bereich ‚Private Wohngebäude‘. Ihr Anteil beläuft sich auf rund 85 % (2030). Der Ausbau kommunaler Liegenschaften birgt immerhin 10 % des Gesamtpotenzials. Auch wenn dieser Anteil in Zahlen niedrig erscheint, kann die Nachrüstung kommunaler Liegenschaften einen großen Einfluss als Multiplikator ausüben. Sie werden oft durch hiesige Ortsgruppen und -vereine genutzt. Gebäude der öffentlichen Verwaltung haben meist auch Publikumsverkehr. Sie können also als begehbare, erlebbare best-practice-Beispiele dienen. Der Gewerbesektor spielt mit 5 % nur eine geringe Rolle, aber auch hier lassen sich gegebenenfalls gute Synergien durch kombinierte und integrierte Wärmenutzungskonzepte entwickeln.

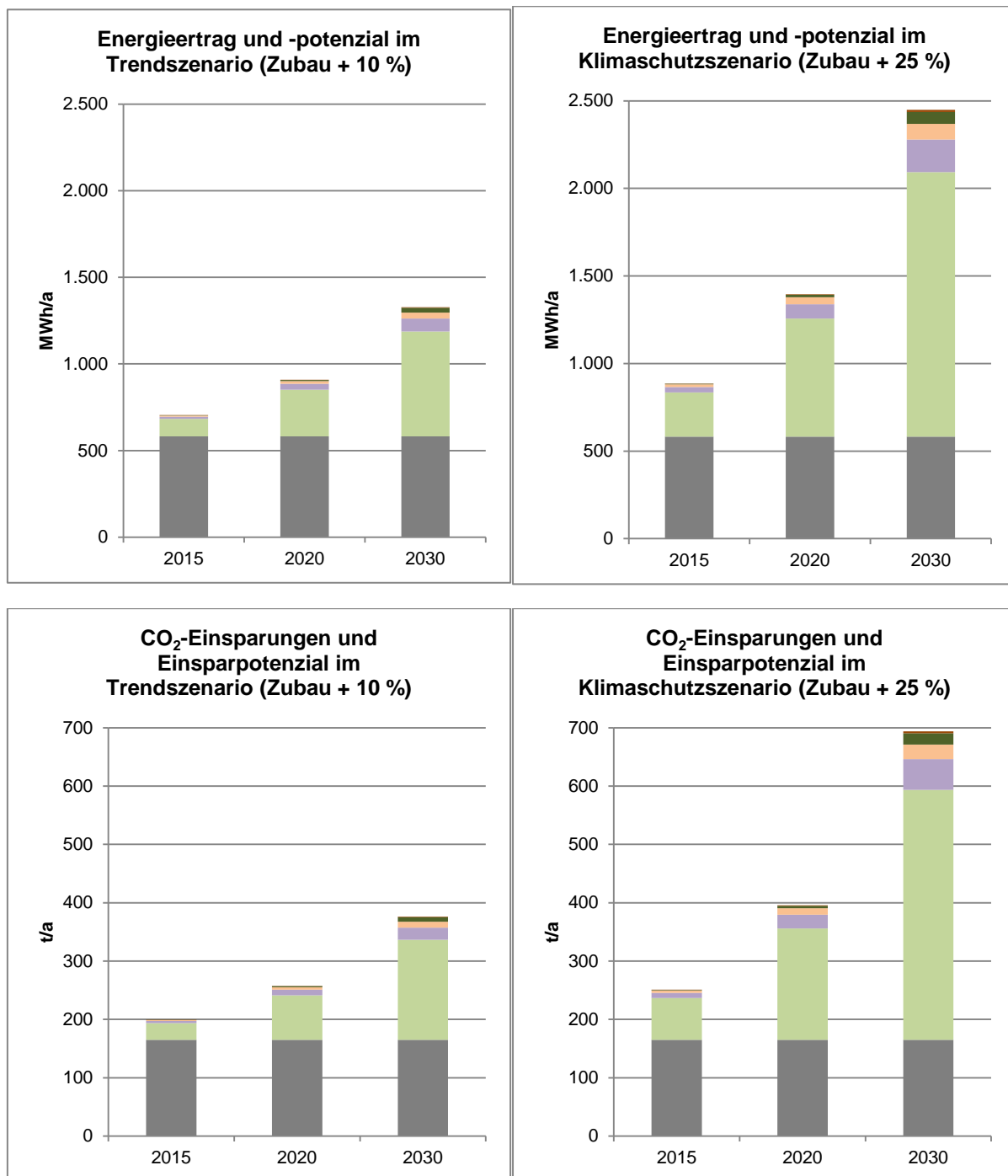


Abb. 65: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Solarthermie-Nutzung im Szenarienvergleich (Eigene Berechnungen]

Handlungsoptionen - Solarthermie

Für die Mobilisierung der ermittelten Potenziale lassen sich folgende Handlungsoptionen ableiten:

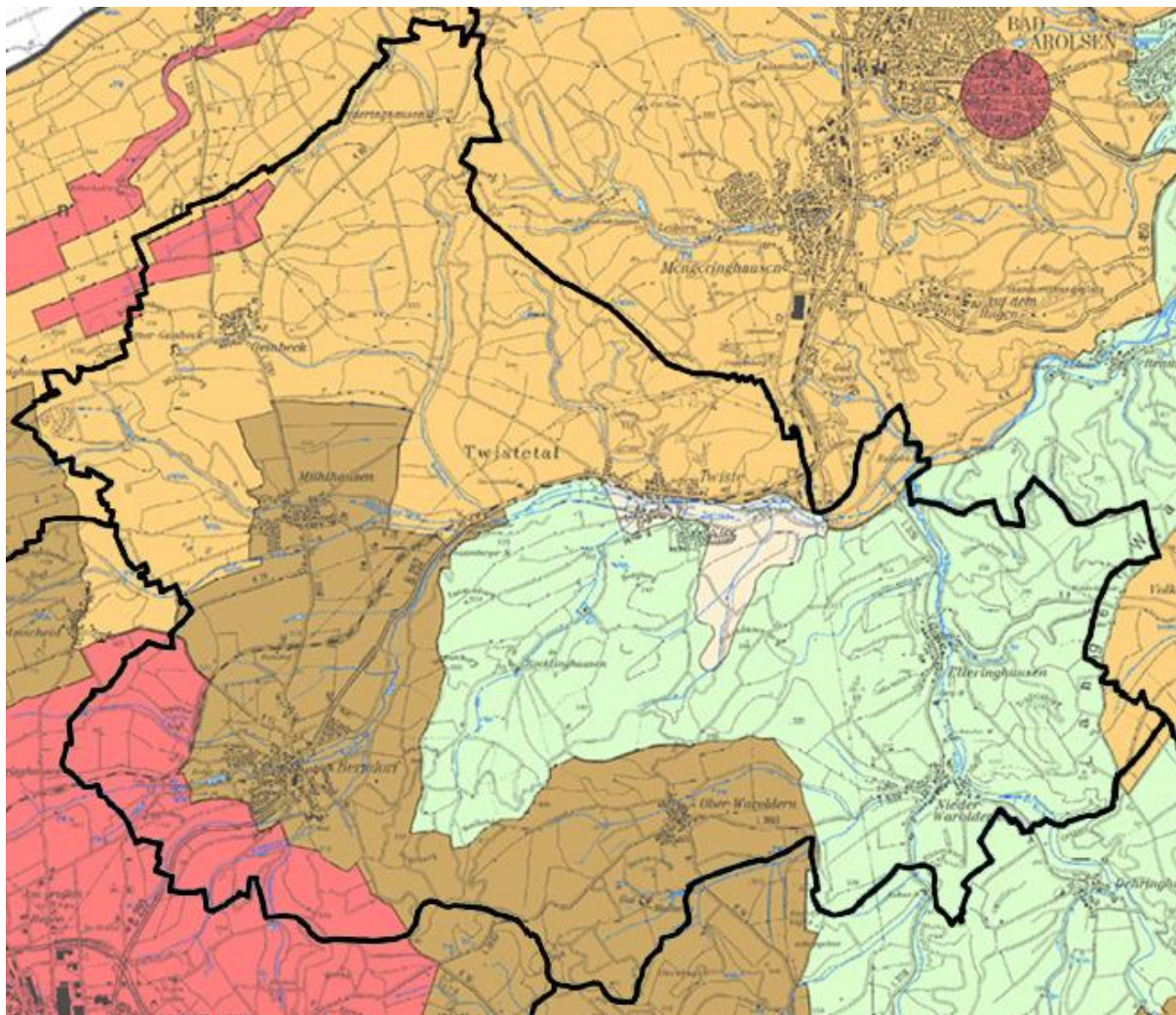
- s12** Systematische Prüfung der Eignung und Potenziale solarthermischer Anlagen bei anstehenden Sanierungen und Investitionen in öffentliche Liegenschaften (z. B. Duschbetrieb in Umkleiden von Mehrzweckhallen).
- s13** Beratungsangebote über die Nutzungsmöglichkeiten von Solarenergie als Prozesswärme oder Heizwärme in Betrieben durch die Wirtschaftsförderung bereitstellen/vermitteln.
- s14** Bereitstellung von Informationen über solarthermische Nutzung in Haushalten und Kombination mit anderen Beratungsangeboten.
- s15** Solaroffensive mit Handwerk und Banken: Entwicklung von Standardgrößen, z.B. 6, 8, und 10 m² Kollektorfläche im Systempreis, pauschal mit Montage und Wartung, passenden Finanzierungsangeboten unter Einbeziehung der öffentlichen Fördermittel sowie Unterstützung bei deren Beantragung und Abwicklung.
- s16** Solarforum initiieren als Plattform zum Informations- und Erfahrungsaustausch sowie zur Vermittlung von Kontakten und als Impuls für konkrete Projekte. Hier können interessierte Hausbesitzer oder Gewerbetreibende in Kontakt treten mit Herstellern und Handwerkern, die sich bei der Veranstaltung vorstellen. Es können so gebündelt Angebote verhandelt, Qualität gesteigert, Projekte professionell durchgeführt und Preise reduziert werden.
- s17** Die Nutzung von Solarthermie zur Brauchwasserbereitung und Heizungsunterstützung in öffentlichen Liegenschaften anderer Träger fördern, durch gezielte Ansprache größerer Wärmeverbraucher sowie Unterstützung bei der Überprüfung und Realisierung.
- s18** Wettbewerb für das Handwerk (evtl. zusammen mit der Kreishandwerkerschaft Waldeck-Frankenberg oder den Innungen) unter Heizungsfirmen, wer die meisten Solaranlagen bereits installiert hat. Begleitung durch eine Schulungs- und Werbekampagne.

5.4.2 Oberflächennahe Geothermie (g)

Im Gegensatz zu anderen Wärmequellen ist die oberflächennahe Geothermie bei geeigneten Voraussetzungen eine gleichbleibend gute Wärmequelle für die Wärmepumpennutzung. Diese Systemtechnik ist für kleine und große Leistungsbereiche gleichermaßen geeignet und kann gleichzeitig zur Deckung des Heiz- und Kühlbedarfs wirtschaftlich und energetisch sinnvoll sein.

Naturräumliche Voraussetzungen

Die Voraussetzungen für die oberflächennahe Geothermie-Nutzung in Twistetal sind differenziert zu betrachten, wie Abb. 66 zeigt.



- Hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig**
Gebiete mit mittlerer bis geringer Wasserdurchlässigkeit, ohne eine wesentliche Stockwerkstrennung und ohne Vorkommen von höher mineralisierten Grundwässern bzw. CO₂-Aufstiegszonen bei gleichzeitiger Lage außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten.
- Hydrogeologisch ungünstig**
Gebiete mit nennenswerten Grundwasser-, Mineralwasser- oder Heilwasservorkommen, die durch eine Grundwasserüberdeckung geschützt werden. Ungünstig sind auch Gebiete mit hoher Wasserdurchlässigkeit der Gesteine, einer wesentlichen, d.h. weiträumigen Stockwerkstrennung, mit Aufstiegszonen von CO₂ oder hoch mineralisierten Wässern oder mit artesisch gespannten Grundwasservorkommen sowie Tiefengrundwasserleiter (insbesondere im Festgestein), die nicht angefahren oder durchteuft werden sollten. Ungünstig sind zudem Gebiete mit quellfähigen Gesteinen, wie Anhydrit und bestimmten Tonen.
- Wasserwirtschaftlich relevant (siehe **Wichtiger Hinweis**)**
Gebiete in den Zonen WSG IIIB und HQSG III/2.
- Wasserwirtschaftlich ungünstig (siehe **Wichtiger Hinweis**)**
Gebiete in den Zonen WSG III und IIIA sowie HQSG III, III/1 und B.
- Hydrogeologisch unzulässig**
Gebiete, in denen aufgrund ungünstiger hydrogeologischer Gegebenheiten (s. o.) und nach bereits erfolgten Einzelfallprüfungen davon ausgegangen wird, dass die Errichtung von Erdwärmesonden in jedem Fall zu einer schädlichen Beeinflussung des Grundwassers führt.
- Wasserwirtschaftlich unzulässig**
Gebiete in den Zonen WSG I, II und vereinzelt IIIA sowie HQSG I, II und A.

Abb. 66: Potenzial für Geothermie-Nutzung in Twistetal [27]

Insbesondere die süd-östlichen Bereiche des Gemeindegebietes eignen sich gut für geothermische Energiegewinnung. Hierzu zählen z.B. auch die Ortsteile Elleringhausen und Niederwaroldern, wo noch Bauplätze für Neubauten zur Verfügung stehen. Wegen des Erfordernisses niedriger Vorlauftemperaturen für die Wärmeverteilung sind Neubauten besonders geeignet. Da hier auch kein Anschluss an das Erdgasnetz möglich ist, bietet sich diese Option hier besonders an. Der Norden ist hingegen als wasserwirtschaftlich ungünstig klassifiziert, in dem nach derzeitigen Rechtslage keine Erdwärmesonden erlaubt sind. Im westlichen Bereich ist eine Einzelfallprüfung notwendig. [27]

Bei der Energiegewinnung werden zur Wärmeentnahme im Regelfall Erdsonden genutzt, geschlossene Systeme aus Kunststoffrohr, die in ca. 40 bis 100 m tiefe Bohrlöcher ins Erdreich eingebracht werden. In den Rohren zirkuliert ein Sole-Wassergemisch. Dem umgebenden Gestein wird so die Wärme entzogen und der Wärmepumpe zugeführt. Für einen wirtschaftlichen Betrieb liegt die Ergiebigkeit bei min. 100 kWh pro Meter Sondenlänge im Jahr. Erdsonden liefern eine über das Jahr weitgehend konstante Temperatur, Wärmepumpen dieser Art können daher auch monovalent betrieben werden.

Für die Auslegung einer Erdsondenanlage sind der Wärmebedarf des Gebäudes und die geothermische Ergiebigkeit des Untergrunds die wichtigen Parameter. Das Beispiel in Tab. 33 betrachtet einen Wärmeleistungsbedarf von 10 kW bei einer spezifischen geothermischen Ergiebigkeit am Standort von 150 kWh/(m*a). Daraus errechnet sich eine erforderliche Länge für die Erdsonde von ca. 123 m, die man ökonomisch und bohrtechnisch im Regelfall auf mehrere Bohrungen verteilen würde, z.B. 2 Bohrungen á 62 m Tiefe. Das Beispiel geht von einer Arbeitszahl der Wärmepumpe von 4,3 aus, (Voraussetzung für die Förderung durch das Marktanreizprogramm 3,7 - 4,3), und von 2.400 jährlichen Betriebsstunden für eine Anlage zur Heizung und Brauchwassererwärmung.

Tab. 33: Beispiel für die Auslegung einer Erdsondenanlage [65]

erforderliche thermische Leistung (Heizleistung des Gebäudes)	10 kW
Arbeitszahl der Wärmepumpe	4,3
erforderliche geothermische Leistung	7,7 kW
geothermische Ergiebigkeit (bei 2.400 Betriebsstd./Jahr)	150 kWh/(m*a)
erforderliche Sondenlänge	ca. 123 m
erforderliche Bohrung(en)	1 Bohrung mit 123 m oder 2 Bohrungen mit je 62 m oder 3 Bohrungen mit je 41 m

Annahmen zur Potenzialberechnung

Der Berechnung der Potenziale liegen die folgenden, mit der Lenkungsgruppe der Gemeinde Twistetal abgestimmten Annahmen zu Grunde.

1. Das CO₂-Äquivalent wird auf 0,283 kg/kWh festgelegt, da von einem Substitutionsmix im Wärmebereich von
 - 68 % Heizöl (0,302 kg/kWh) und
 - 32 % Erdgas (0,244 kg/kWh) ausgegangen wird [Eigene Berechnungen nach 9, 63].

Private Wohngebäude:

- Bei Geothermienutzung werden am Gebäude vorher umfangreichere energetische Sanierungen durchgeführt.
- 1.406 Wohngebäude 2012 [57]
 - 5 Anlagen existieren [28]
- 1.401 Wohngebäude mit Geothermie nachrüstbar.
- 2 Gebäude insgesamt werden pro Jahr neu errichtet.
 - 1 Gebäude davon wird anstelle eines bestehenden Gebäudes neu errichtet (Abriss - Neubau).
- Neubauten sind besser geeignet als Bestandsbauten.
- Erdwärmenutzung erfolgt über Erdsonden, für die bei den Grundstücksgrößen in Twistetal ausreichend Flächen zur Verfügung stehen.
- Für elektrische Wärmepumpen wird eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,8 bis 4,3 (Mindest-Jahresarbeitszahl) angenommen.
- Als Wärme-Anschlusswert (für Raumwärme und Warmwasser) werden pro Wohneinheit angenommen
 - 10 kW im Gebäudebestand
Nach Abzug des Energieverbrauchs der Wärmepumpe liegt der Ertrag bei 18,4 MWh/a - ca. 105 kWh/m²a.
 - 5 kW im Neubaubereich
Nach Abzug des Energieverbrauchs der Wärmepumpe liegt der Ertrag bei 9,2 MWh/a - ca. 53 kWh/m²a.

Gewerbe:

- Gewerbebauten werden nicht gesondert betrachtet, sondern als Teil der allgemeinen Bebauung.
- Die jeweiligen Ertragswerte pro m² (Bestand bzw. Neubau) aus dem Privatsektor werden der Potenzialberechnung zugrunde gelegt.
- 12,88 % (0,42 ha) der genutzten Gewerbefläche sind überbaut. Dies wird als beheizte Fläche angenommen, wobei nicht beheizte Verkehrsflächen und mehrgeschossige Bauten sich gegenseitig ausgleichen.
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab - für genauere Potenzialermitt-

lungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

Kommunale Liegenschaften:

- Es konnte ein Annäherungswert für die Nutzflächen von knapp 8.990 m² ermittelt werden.
- Die jeweiligen Ertragswerte pro m² (Bestand bzw. Neubau) aus dem Privatsektor werden der Potenzialberechnung zugrunde gelegt.
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab - für genauere Potenzialermittlungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

Beim **Gebäudebestand** werden für Klimaschutz- und Trendszenario unterschiedliche Ausbauraten angenommen. Für das Trendszenario gilt 2020 eine Ausbaurate von 5 %, im Klimaschutzszenario liegt sie bei 10 % (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** er ermittelten Potenziale).

Tab. 34: Ausbauraten im Trend- und Klimaschutzszenario für geothermische Nutzung bei Bestandsgebäu-den [Eigene Berechnungen]

Jahr	Trendszenario	Klimaschutzszenario
2015	2 %	4 %
2020	5 %	10 %
2030	11 %	21 %

Neubauten sind generell besser für Geothermienutzung geeignet. Dementsprechend liegt der Umsetzungsgrad je nach Szenario höher. Im Trendszenario nutzen 25 % aller Neubauten Geothermie, im Klimaschutzszenario sind es 50 %.

Potenziale bei privaten Wohngebäuden

Der Gebäudebestand und dessen zukünftige Entwicklung orientieren sich an denselben Gegebenheiten wie in Kapitel 5.1 beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass alle Gebäude potenziell Geothermie nutzen können. In privaten Gebäuden sind bislang 5 Anlagen installiert und werden vom geeigneten Gebäudebestand abgezogen.

Wegen der großen Grundgesamtheit zeigen schon die Berechnungen im **Trendszenario** das enorme Potenzial der Geothermie auf. Für 2020 wird von 74 Gebäuden ausgegangen, die geothermische Wärmeenergie nutzen, 70 davon sind umgerüstete Bestandsgebäude. Allein in den sanierten Bestandsgebäuden würden über 1.280 MWh/a Wärmeenergie produziert und 365 t CO₂a eingespart, in den Neubauten kämen ca. 37 MWh/a hinzu, was nochmlas zu einer Entlastung von 10 t CO₂a führt.

Für 2030 wird angenommen, dass insgesamt über 160 Gebäude Geothermie nutzen und so mehr als 840 t CO₂a einsparen. Der Energieertrag läge insgesamt bei über 2.965 MWh/a (Tab. 35). Abb. 67 zeigt das enorme Steigerungspotenzial im Vergleich zum Bestand. Schon bald kann ein Vielfaches des bisherigen Energieertrags durch Geothermie-Anlagen generiert werden.

Tab. 35: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieranlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	28	497,1	140,9	332.851
2020	74	1.323,0	375,0	885.984
2030	166	2.966,4	840,8	1.986.645

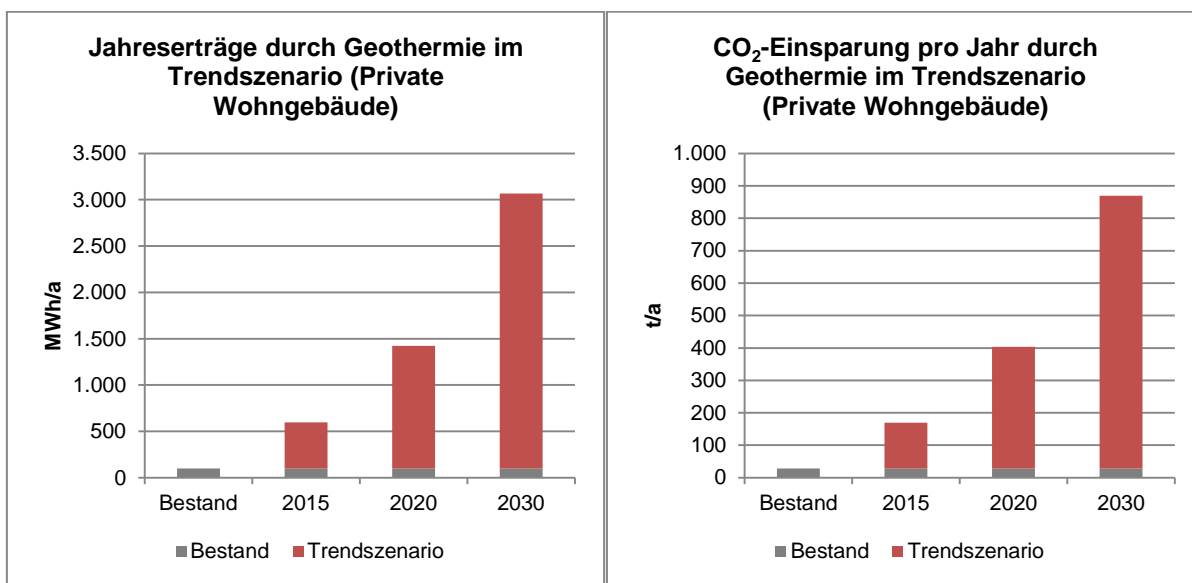


Abb. 67: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Bei konsequenter Umsetzung einer zielorientierten Klimaschutzpolitik, kann laut **Klimaschutzszenario** die Umrüstung auf Geothermie binnen kurzer Zeit enorme Zuwächse verzeichnen. Schon 2020 würden über 140 Bestandsgebäude geothermisch beheizt. Über 2.570 MWh Energie könnten so generiert und fast 730 t CO₂a eingespart werden. Trotz der geringen Neubaurate können auch hier hohe Potenziale gehoben werden. 2030 könnten 18 Neubauten Geothermie nutzen, die 1,5-mal so viel Energie produzieren wie der heutige Bestand. Zusatzinvestitionen von 216.000 Euro sind nach heutigen Maßstäben dafür notwendig.

Neben Tab. 36 zeigt insbesondere Abb. 68, dass sich die stetig zunehmende Geothermienutzung zu den drei dargestellten Zeitpunkten jedes Mal mehr als verdoppelt. Im Jahr 2030 könnten über 330 Gebäude geothermisch versorgt werden. So würden gut 5.930 MWh Energie erzeugt und ca. 1.680 t CO₂ pro Jahr eingespart.

Tab. 36: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieranlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	55	994,1	281,8	665.703
2020	148	2.646,1	750,0	1.771.969
2030	331	5.932,8	1.681,6	3.973.291

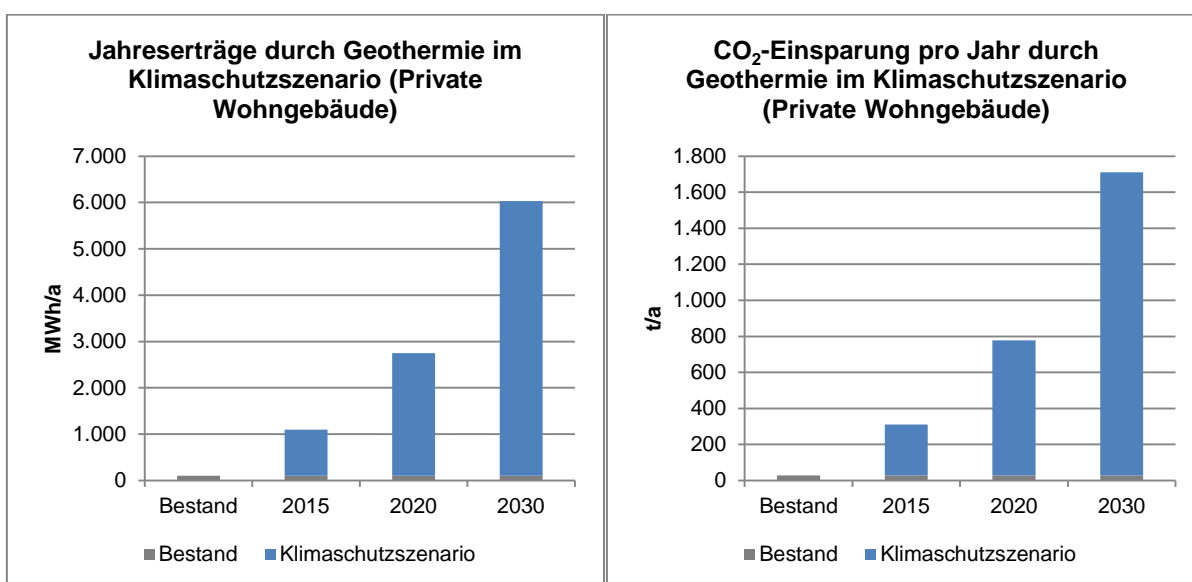


Abb. 68: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich in Abb. 69 zeigt die deutlichen Unterschiede bei den Ausbauraten. Im Klimaschutzszenario kann doppelt so viel erreicht werden wie im Trendszenario. Zum heutigen Zeitpunkt sind 5 Anlagen in Betrieb. Diese Anlagen sind alle zwischen 2006 und 2012 entstanden. [28] Dies deutet auf ein gesteigertes Interesse an dieser Technologie hin. Zunehmend gehören Wärmepumpen ins allgemeine Spektrum der Varianten, die bei der Erneuerung der Heizungsanlage geprüft werden.

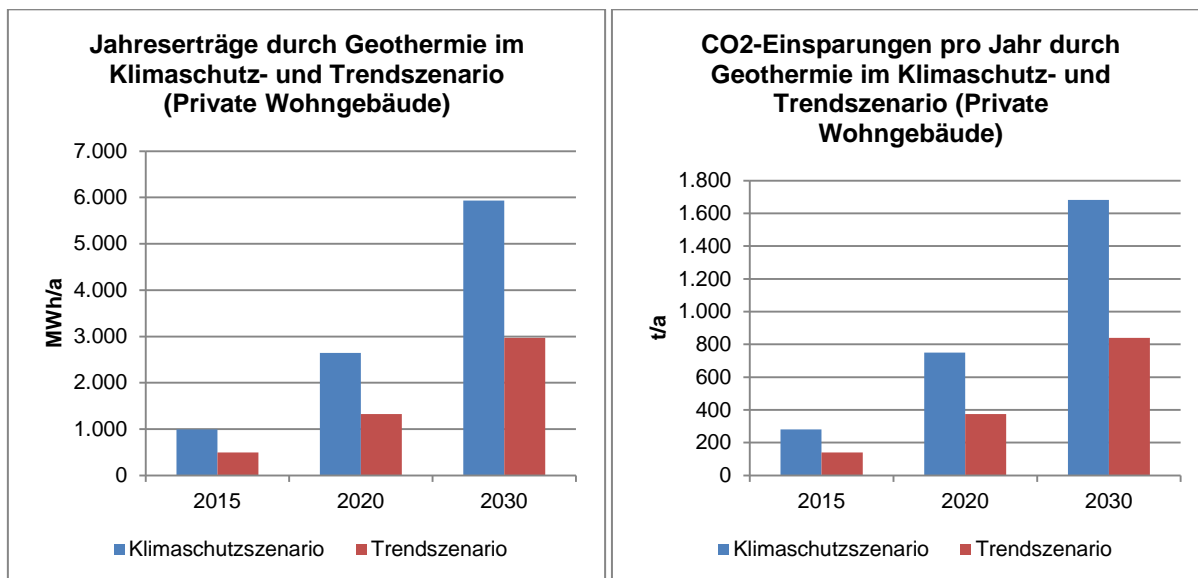


Abb. 69: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]

Potenziale bei kommunalen Liegenschaften

In kommunalen Liegenschaften wird bisher keine Geothermie genutzt. Die errechneten Potenziale für Trend- und Klimaschutzszenario beziehen sich auf die gesamte Nutzfläche aller Liegenschaften (knapp 8.990 m²) und wurden anhand der Annahmen entsprechend hochgerechnet. Ähnlich der solarthermischen Nutzung ist jedoch vor der Realisierung eine genaue Einzelfallprüfung notwendig.

Schon in 2015 könnten nach Berechnungen im **Trendszenario**, 170 m² Nutzfläche geothermisch beheizt werden, dies entspricht etwa einem Gebäude. 2030 könnten es mit über 1.000 m² schon 11 % der gesamten Nutzfläche sein. Hierfür wären Investitionen in Höhe von knapp 70.000 Euro notwendig, womit 2 bis 3 Gebäude umgerüstet werden könnten (Tab. 37).

Tab. 37: Geothermienutzung bei kommunalen Liegenschaften im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	durch Geothermie versorgte Fläche [m ²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	169	17,7	5,0	11.557
2020	449	47,3	13,4	30.818
2030	1.011	106,4	30,2	69.341

Im **Klimaschutzszenario** wird von einer doppelt so hohen Ausbaurate wie im Trendszenario ausgegangen (Abb. 70). Dementsprechend sind - 2030 - auch Erträge (213 MWh/a), CO₂-Einsparungen (60 t CO₂a) und Investitionskosten (von einmalig 140.000 Euro) doppelt so hoch.

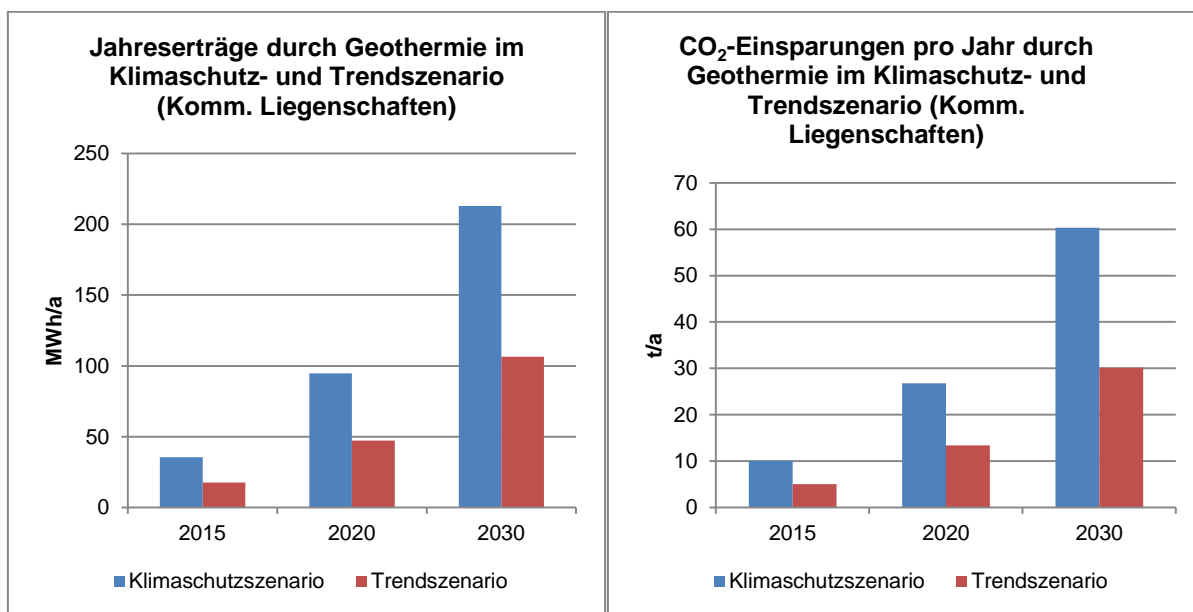


Abb. 70: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

Potenziale bei Gebäuden in gewerblicher Nutzung

Etwa 13 % der bisher genutzten Gewerbeflächen (3,3 ha) sind bebaut, das sind rund 4.200 m². Legt man die gleiche Relation für die noch nicht genutzten Gewerbeflächen (0,8 ha) an, ergibt sich ein Restpotenzial von gut 5.200 m². Es wird davon ausgegangen, dass 2030 alle Gewerbeflächen in Nutzung sind (Tab. 38). Insgesamt wird angenommen, dass im Gewerbe-sektor bisher keine geothermischen Anlagen vorhanden sind.

Wegen der divergierenden Nutzungsarten, die in Gewerbegebieten vorherrschen, ist eine genaue Bestimmung der Nutzflächen nicht möglich. Geothermie kann bspw. nicht nur zum Heizen oder zur Warmwasseraufbereitung genutzt werden, sondern kann auch zur Kühlung und Klimatisierung eingesetzt werden. Wegen des hohen Klimatisierungsgrades in Nicht-wohngebäuden (z.B. Serverräume, Büros, Gesundheitswesen) und des damit über das ganze Jahr hindurch hohen Energiebedarfs sind hier attraktive Einsatzmöglichkeiten für die geothermische Energieversorgung gegeben. Dies setzt aber auch eine genaue Einzelfallprüfung voraus.

Tab. 38: Entwicklung der Potenzialflächen für Geothermieversorgung im Gewerbe [Eigene Berechnungen]

Jahr	Neue Potenzialflächen für Geothermieversorgung [m²]	Gesamte Potenzialflächen für Geothermieversorgung [m²]
2015	172	4.421
2020	458	4.707
2030	1.030	5.279

Wegen der geringen Größe des Gewerbesektors in Twistetal ist das zu errechnende Potenzial in diesem Sektor eher gering. Durch die generell günstigen Einsatzmöglichkeiten kann die Nutzung geothermischer Energie jedoch durch positive Rahmenbedingungen und Unterstützung seitens der Kommune begünstigt werden (siehe dazu auch Kap. 5.4.1.2).

Laut **Trendszenario** könnte bei Bestandsbauten im Jahr 2020 eine Fläche von 212 m² geothermisch versorgt werden. So würden pro Jahr über 22 MWh Energie erzeugt und mehr als 6 t CO₂ eingespart. 2030 wären es jährlich schon über 50 MWh für knapp 500 m². Die Investitionskosten belaufen sich auf unter 33.000 Euro. Bei Neubauten kämen noch bis 2030 ca. 260 m² hinzu, entsprechend 14 MWh/a und eine CO₂-Einsparung von fast 4 t/a, wozu nach heutigem Preisstand einmalig 18.000 € erforderlich wären.

Insgesamt liegen die Investitionskosten 2020 einmalig bei über 22.000 Euro und 2030 bei über 50.000 Euro, um ab 2020 ca. 28 MWh/a Wärme zu erzeugen und damit 8 t CO₂ jährlich einzusparen, ab 2030 können 64 MWh/a erzeugt werden (Tab. 39 und Abb. 71).

Tab. 39: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden und Neubauten im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	123	10,6	3,0	8.406
2020	327	28,4	8,0	22.416
2030	736	63,9	18,1	50.435

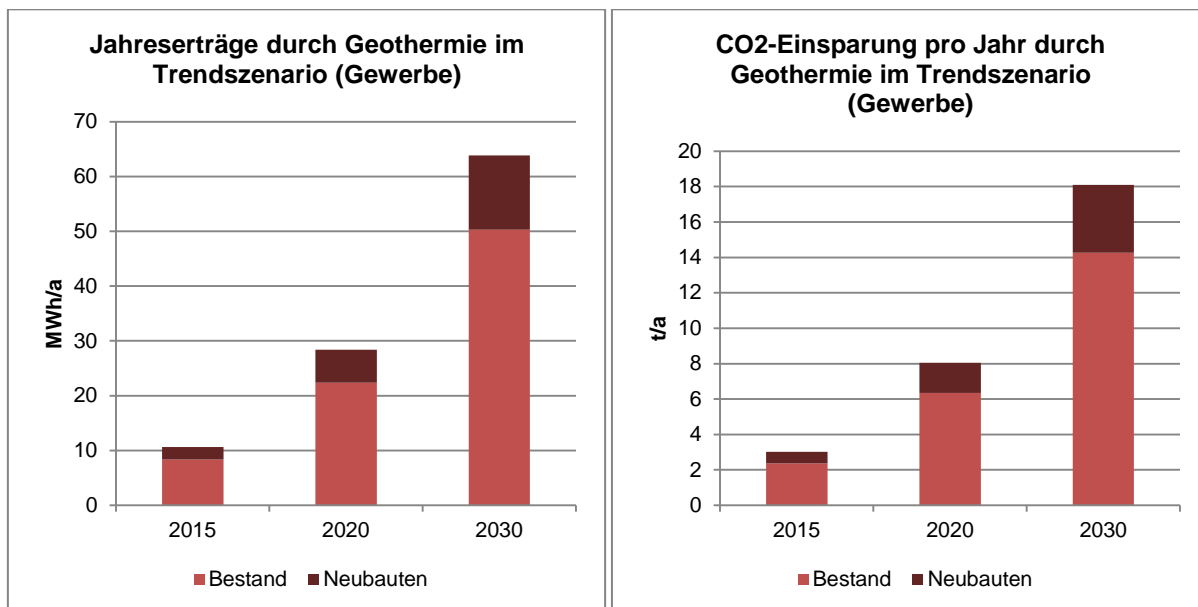


Abb. 71: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Bei konsequenter Umsetzung entsprechender Handlungsoptionen ist der Effekt deutlich höher: laut **Klimaschutzszenario** könnte im Jahr 2030 allein bei Bestandsgebäuden eine Gesamtfläche von knapp 1.000 m² geothermisch versorgt werden, zählt man den Neubau hinzu, sind es fast 1.500 m². Dabei würden jährlich insgesamt über 36 t CO₂ eingespart. Die Investitionskosten für einen jährlichen Ertrag von gut 100 MWh/a betragen etwa 100.000 Euro (Tab. 40).

Tab. 40: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden und Neubauten im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m ²]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	245	21,3	6,0	16.812
2020	654	56,8	16,1	44.831
2030	1.471	127,7	36,2	100.870

In Abb. 72 wird die Bedeutung des Gewerbeneubaus für das Gesamtpotenzial deutlich. Hier sollten durch innovative Wärme- und Betreiberkonzepte sowie Hilfestellungen seitens der Kommune positive Rahmenbedingungen für die Geothermienutzung geschaffen werden.

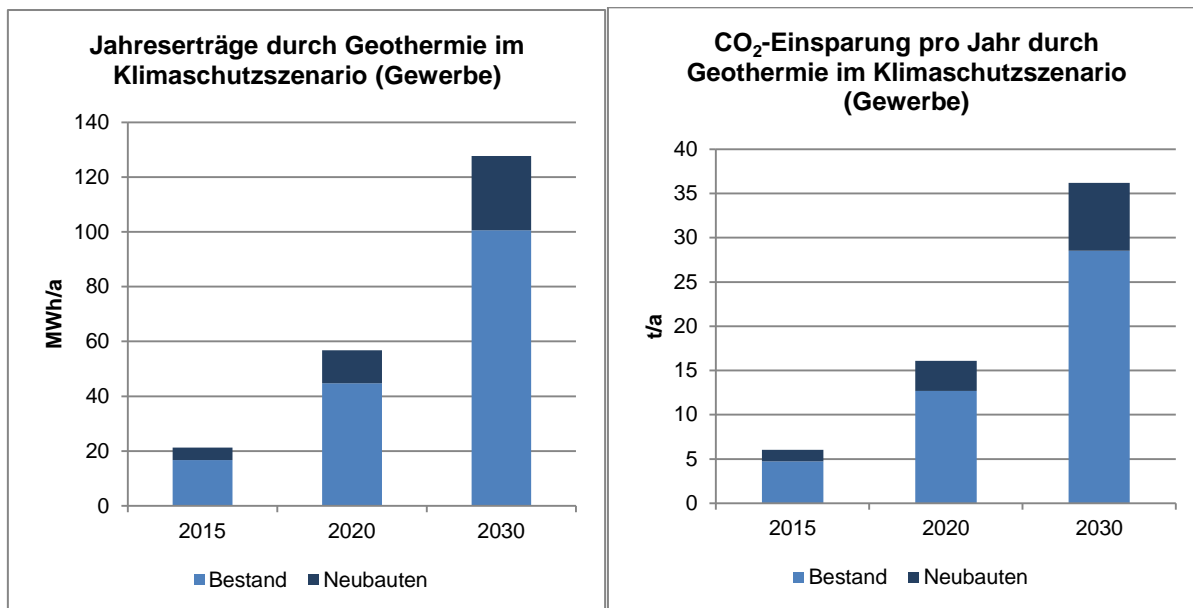


Abb. 72: Energieerträge und CO₂-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaschutzscenario [Eigene Berechnungen]

Abb. 73 zeigt die Energieerträge und CO₂-Einsparungen der verschiedenen Szenarien und Zeiträume im Vergleich. Trotz des kleinen Gewerbesektors in Twistetal lassen sich Potenziale ermitteln und auch heben, sofern die Kommune die Rolle eines ‚Kümmerers und Vermittlers‘ übernimmt.

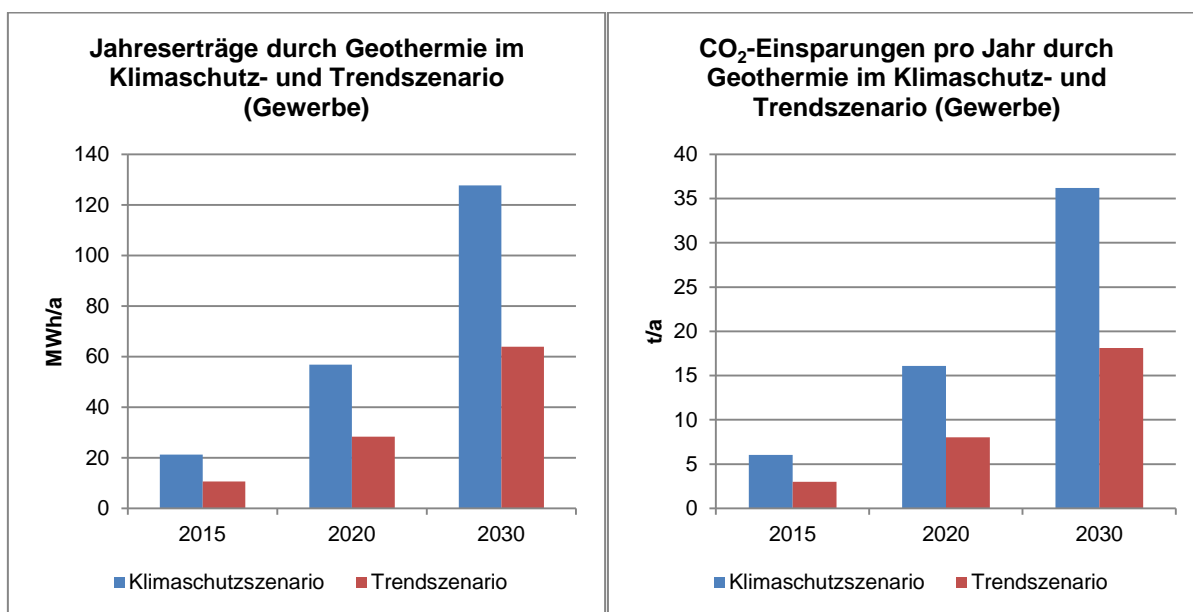


Abb. 73: Vergleich der Ertrags- und CO₂-Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]

Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich

Da sich Größe und Nutzungsart bei Privatgebäuden, kommunalen Liegenschaften und Gewerbe stark unterscheiden, wurde auf eine Umrechnung in Anlagenanzahl verzichtet. Denn auch diese wird in der Praxis sehr stark variieren.

In beiden Szenarien nimmt das jährliche Investitionsvolumen leicht ab. Dies lässt sich durch die Entwicklung im privaten Bausektor erklären: Durch den Rückbau bestehender Gebäude (1 Stück pro Jahr) verringert sich diese Teilmenge jährlich und somit auch die Anzahl an Gebäuden, die für Geothermie-Nutzung umgerüstet werden. Der Ausbau pro Jahr, in absoluten Werten, nimmt leicht ab. Gleichzeitig wird, anders als bei den Potenzialberechnungen zur Solarenergienutzung (Kapitel 5.4.1) angenommen, dass pro Jahr ein konstanter Prozentsatz der Neubauten Geothermie nutzt. Das sind im Trendszenario 25 %, im Klimaschutzszenario 50 %. Da die Anzahl an Neubauten pro Jahr gleichmäßig ansteigt (1 Stück), sind die neu zu tätigen jährlichen Investitionskosten immer gleich.

Tab. 41 zeigt die Gesamtentwicklung aller drei Sektoren im **Trendszenario**. Im Jahr 2020 könnten fast 1.400 MWh/a Energie durch Geothermie erzeugt werden. Dafür müssten gut 940.000 Euro investiert werden. 2030 könnten über 3.140 MWh/a geothermische Energie nutzbar gemacht werden. So würden knapp 900 t CO₂a eingespart werden. Das gesamte Investitionsvolumen beträgt nach heutigen Maßstäben 2,1 Millionen Euro, pro Jahr ca. 117.000 Euro.

Das Kosten-Nutzen Verhältnis wird mit den Jahren immer besser, weil die kumulierten Energieerträge immer größer werden. So sind für die eingesparten 1.786 t CO₂ bis zum Jahr 2020 durchschnittlich 67 Ct pro kg aufzuwenden, während sich 2030 die spezifischen Kosten für die eingesparten kg CO₂ auf 25 Cent halbieren.

Tab. 41: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO₂-Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung [t]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)						
2013	175,3	175,3	49,7	49,7	117.729	117.729
2014	525,8	350,5	149,0	99,3	235.309	117.580
2015	1.051,3	525,5	298,0	148,9	352.814	117.505
2016	1.751,6	700,3	496,5	198,5	470.244	117.430
2017	2.626,7	875,1	744,5	248,0	587.600	117.356
2018	3.676,5	1.049,8	1.042,1	297,5	704.881	117.281
2019	4.900,8	1.224,3	1.389,1	347,0	822.087	117.206
2020	6.299,5	1.398,7	1.785,5	396,5	939.218	117.131
2021	7.872,5	1.573,0	2.231,4	445,9	1.056.275	117.057
2022	9.619,8	1.747,2	2.726,6	495,2	1.173.256	116.982
2023	11.541,1	1.921,3	3.271,2	544,6	1.290.164	116.907
2024	13.636,4	2.095,3	3.865,1	593,9	1.406.996	116.832
2025	15.905,5	2.269,1	4.508,3	643,2	1.523.754	116.758
2026	18.348,4	2.442,9	5.200,7	692,4	1.640.437	116.683
2027	20.964,9	2.616,5	5.942,3	741,6	1.757.045	116.608
2028	23.754,9	2.790,0	6.733,1	790,8	1.873.578	116.533
2029	26.718,3	2.963,4	7.573,0	839,9	1.990.037	116.459
2030	29.855,0	3.136,7	8.462,1	889,1	2.106.421	116.384

Tab. 42 zeigt die jahresscharfen Werte für das **Klimaschutzszenario**. Sie liegen etwa doppelt so hoch, wie im Trendszenario. 2030 könnten demnach gut 6.270 MWh des jährlichen Heizenergiebedarfs geothermisch gedeckt werden. Die jährlichen Investitionskosten liegen zwischen 232.000 und 236.000 Euro - insgesamt bei 4,21 Millionen Euro.

Tab. 42: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO₂-Einsparpotenzial im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

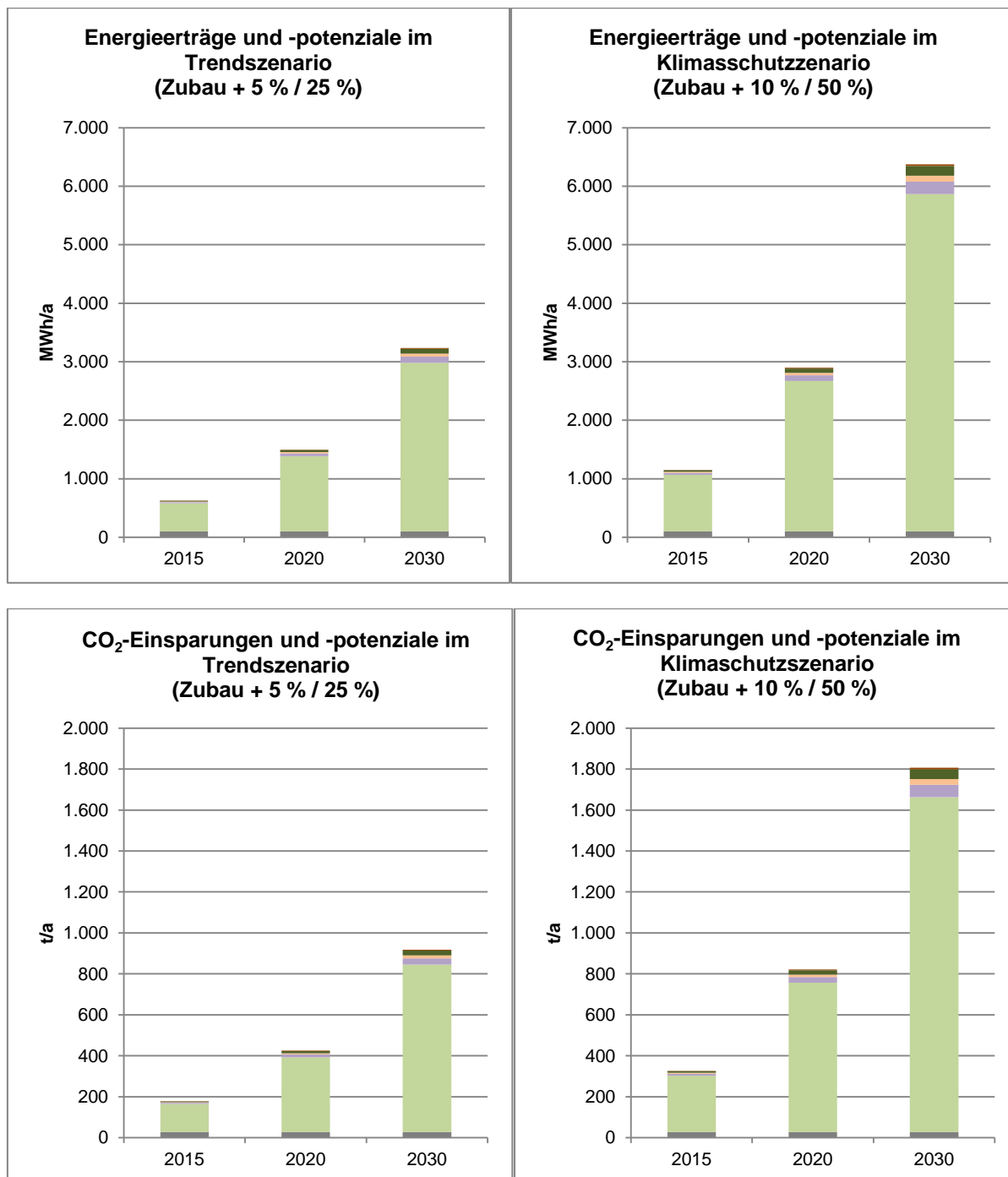
Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung [t]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)						
2013	350,7	350,7	99,4	99,4	235.458	235.458
2014	1.051,6	700,9	298,1	198,7	470.618	235.159
2015	2.102,5	1.050,9	595,9	297,9	705.628	235.010
2016	3.503,2	1.400,7	992,9	397,0	940.488	234.861
2017	5.253,4	1.750,2	1.489,0	496,1	1.175.200	234.711
2018	7.352,9	2.099,5	2.084,1	595,1	1.409.761	234.562
2019	9.801,6	2.448,6	2.778,2	694,0	1.644.173	234.412
2020	12.599,0	2.797,5	3.571,1	792,9	1.878.436	234.263
2021	15.745,1	3.146,1	4.462,8	891,7	2.112.549	234.113
2022	19.239,6	3.494,5	5.453,3	990,5	2.346.513	233.964
2023	23.082,2	3.842,6	6.542,4	1.089,2	2.580.327	233.814
2024	27.272,8	4.190,6	7.730,2	1.187,8	2.813.992	233.665
2025	31.811,1	4.538,3	9.016,5	1.286,3	3.047.507	233.515
2026	36.696,8	4.885,7	10.401,3	1.384,8	3.280.873	233.366
2027	41.929,8	5.233,0	11.884,6	1.483,2	3.514.090	233.216
2028	47.509,8	5.580,0	13.466,2	1.581,6	3.747.157	233.067
2029	53.436,6	5.926,8	15.146,1	1.679,9	3.980.074	232.917
2030	59.710,0	6.273,4	16.924,2	1.778,1	4.212.842	232.768

Fast das gesamte Potenzial, 94,6 % (gemessen für 2030) wäre dem Privatsektor zuzuschreiben (Abb. 74).

Kommunale Liegenschaften würden mit 3,6 % kaum ins Gewicht fallen, könnten aber Signalwirkung auf andere Bereiche ausüben. Twistetal könnte bspw. den Sanierungsverlauf eines Gebäudes detailliert veröffentlichen und Führungen für Interessierte anbieten.

Die übrigen 2 % des Gesamtpotenzials entfallen auf den Gewerbebereich. Hier könnten gezielte Einzelfallprüfungen Aufklärung über reale Geothermie-Potenziale geben. Dabei sollten auch weiter gefasste Nutzungskonzepte, z.B. im Verbund mit umliegenden Unternehmen oder Privaten, in Betracht gezogen werden.

Obwohl das Nutzungspotenzial in Bestandsgebäuden zurückhaltend bewertet wurde, machen sie fast 97 % des Gesamtpotenzials aus. Dies ist auch mit der geringen Neubautätigkeit in Twistetal in den kommenden Jahren zu erklären. Zudem muss, anders als bei PV- oder Solarthermie-Anlagen, die es schon als ‚Fertigbau-Kits‘ gibt, eine Geothermie-Anlage speziell an das Gebäude und die entsprechende Heizungsanlage angepasst werden. Eine verlässliche Informationsbasis kann hier auch Hemmnisse abbauen.



Legende:

- Anlagenbestand (Priv. Wohngebäude)
- Potenzial Gebäudebestand (Priv. Wohngebäude)
- Potenzial Gebäudebestand (Komm. Liegenschaften)
- Potenzial Gebäudebestand (Gewerbe)
- Potenzial Neubau (Priv. Wohngebäude)
- Potenzial Neubau (Komm. Liegenschaften)
- Potenzial Neubau (Gewerbe)

Abb. 74: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Geothermie-Nutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

Handlungsoptionen - Oberflächennahe Geothermie & Wärmepumpen

Auf der Basis der ermittelten Bestands- und Potenzialdaten, der allgemeinen Kenntnis des Marktes sowie den Erkenntnissen aus Gesprächen vor Ort, z.B. auch beim Energie-Café in der Gemeinde Twistetal können die nachfolgenden Handlungsoptionen abgeleitet werden. Sie betreffen teilweise nicht die Technik selbst, sondern auch die Rahmenbedingungen:

- g1** **Geothermienutzung bei Neubauten durch gezielte Beratung beim Grundstückverkauf und bei der Genehmigung.** Beispielsweise könnten beim Grundstücksverkauf seitens der Kommune Rabatte bei geothermischer Nutzung eingeräumt werden.
- g2** **Informationen zu Rahmenbedingungen und technischen Möglichkeiten bereitstellen,** damit Hausbesitzer und Besitzer von Gewerbebauten eine Entscheidungsgrundlage haben. Es kann auf Informationen des Landes Hessen zurückgegriffen werden.
- g3** **Effizienzinitiative Heizungstechnik** zusammen mit Handwerk zu den Themen Wärmepumpen, Heizungspumpen, Heizungscheck, zusammen mit Informationen zu öffentlichen Förderprogrammen,
- g4** **Wärmepumpenforum für interessierte Bauherren** in Kooperation mit Handwerk & Herstellern sowie Dienstleistern für Erdbohrungen für eine konzertierte Beratungskampagne mit Gruppenberatungen, Synergien durch Moderation sowie begleitete und vereinfachte Planungsprozesse, Erdbohrungen
- g5** **Ansprache EWF für eine Wärmepumpenkampagne** (Beratung, Eignungscheck, Ausstellung, u.a.), auch mit Blick auf die Kopplung mit einer PV-Anlage zur CO₂-freien Energieversorgung, evtl. Sondertarifen
- g6** **Qualifizierungsoffensive mit dem Handwerk zum 'Wärmepumpen-Effizienzbetrieb'.** (Inter-)Kommunale Initiative zur Aus- und Fortbildung von Handwerkern aus der Region hinsichtlich Geothermie-Nutzung.
- g7** **Für Gewerbebauten und größere Gebäudekomplexe Möglichkeiten eines Anschlusses benachbarter Objekte prüfen.** Durch gemeinsame Bohrungen könnten Kostenersparnisse erreicht werden. Gezielte Informationen bei Unternehmertreffen.
- g8** Sofern **Bohrergebnisse** vorliegen, diese **mit Einverständnis des Eigentümers als zusätzliche Information** und Entscheidungshilfe **bereitstellen**, z.B. auf der Internetseite der Gemeinde Twistetal. So wird das Netz der offiziell verfügbaren Daten zur oberflächennahen Geothermie erweitert.
- g9** **Beratung zur CO₂-mindernden Energieversorgung auf der Basis von erneuerbaren Energien und Wärmepumpen** zur Deckung des Wärmebedarfs im Winter und des Kühlbedarfs im Sommer auch in Kombination mit PV-Anlagen zum Eigenverbrauch bei potenziellen Gewerbeansiedlungen. Diese 'Klimaschutzberatung' gezielt als Marketingaspekt bei der WFEG ausbauen. Anreize für entsprechende Entscheidungen geben.
- g10** **Erstellung/Verteilung einer Bauherrenbroschüre (für Neubau und Bestand), die ausführlich über Geothermienutzung,** deren rechtliche Erfordernisse, Technik und Wirtschaftlich-

keit, Planungsablauf sowie Ansprechpartner in der Region informiert. Finanzierung auch durch die Werbeeinträge der involvierten Firmen.

g11 Die im **Wasser** vorhandene **Temperatur** kann mittels Wärmetauscher zum **Heizen und Kühlen** genutzt werden.

5.4.3 Wind (w)

Im Vergleich der erneuerbaren Energien weisen Windenergieanlagen (WEA) bei geringster Flächenintensität den größten Ertrag. Beim Ausbau der erneuerbaren Energien sind Windenergieanlagen zur Realisierung der Energiewende eine wichtige Option. Das für einen wirtschaftlichen Betrieb im Binnenland angenommene Mindestwindangebot wird in einer Stellungnahme des zuständigen Regierungspräsidiums Kassel bei 5,75 m/s in 140 m Höhe angesetzt. [66]

Die Nutzung von Waldflächen als Windenergieanlagen-Standorte wird in Hessen, wie in anderen Bundesländern auch, positiv gesehen. Die neuen höheren Windenergieanlagen ermöglichen die Erschließung solcher Standorte für die Windkraftnutzung im Binnenland (Abb. 75).

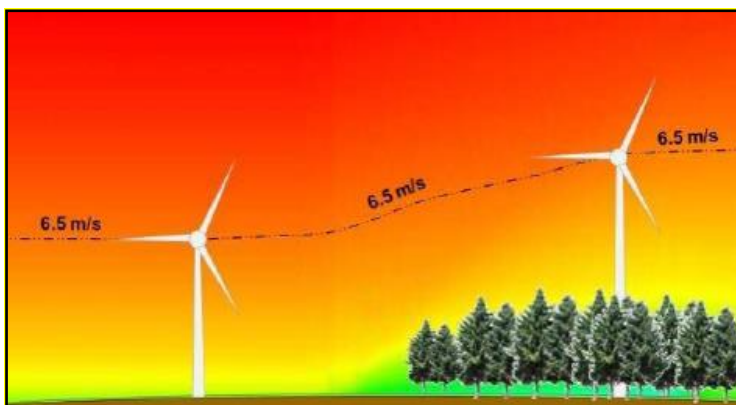


Abb. 75: Höhen von Windenergieanlagen auf bewaldeten und freien Flächen [67]

Solche Standorte konkurrieren möglicherweise mit anderen Nutzungen, wie der Freizeitnutzung und dem Naturschutz. So sind FFH Gebiete für eine solche Nutzung ausgenommen.

Auf der Basis eines Gutachtens zu den Windressourcen [29] hatte das Regierungspräsidium Kassel regionalisierte Daten zu den Windgeschwindigkeiten in den Landkreisen Nord- und Ost Hessens aufgestellt, die für die Planung und Ausweisung von Windvorranggebieten erste Orientierung bieten sollten, aber keine Standortgutachten ersetzen (vgl. Abb. 17).

Auf deren Basis wurden im Teilregionalplan Windenergie Nordhessen 2013, welcher wie in Kap. 3.7.3 bereits beschrieben, erst frühestens im Sommer 2014 in der Beschlussfassung vorliegen wird, verschiedene Suchräume für Windenergie festgelegt. Für das Gemeindegebiet Twistetal wurden im Entwurf des Teilregionalplans folgende Suchgebiete festgelegt:

- Gemarkung Gembeck (KB_019a)
- Gemarkung Gembeck (KB_019b)
- Gemarkung Twiste (KB_024)
- Gemarkung Nieder-Waroldern (KB_B_11) (vgl. Abb. 76).

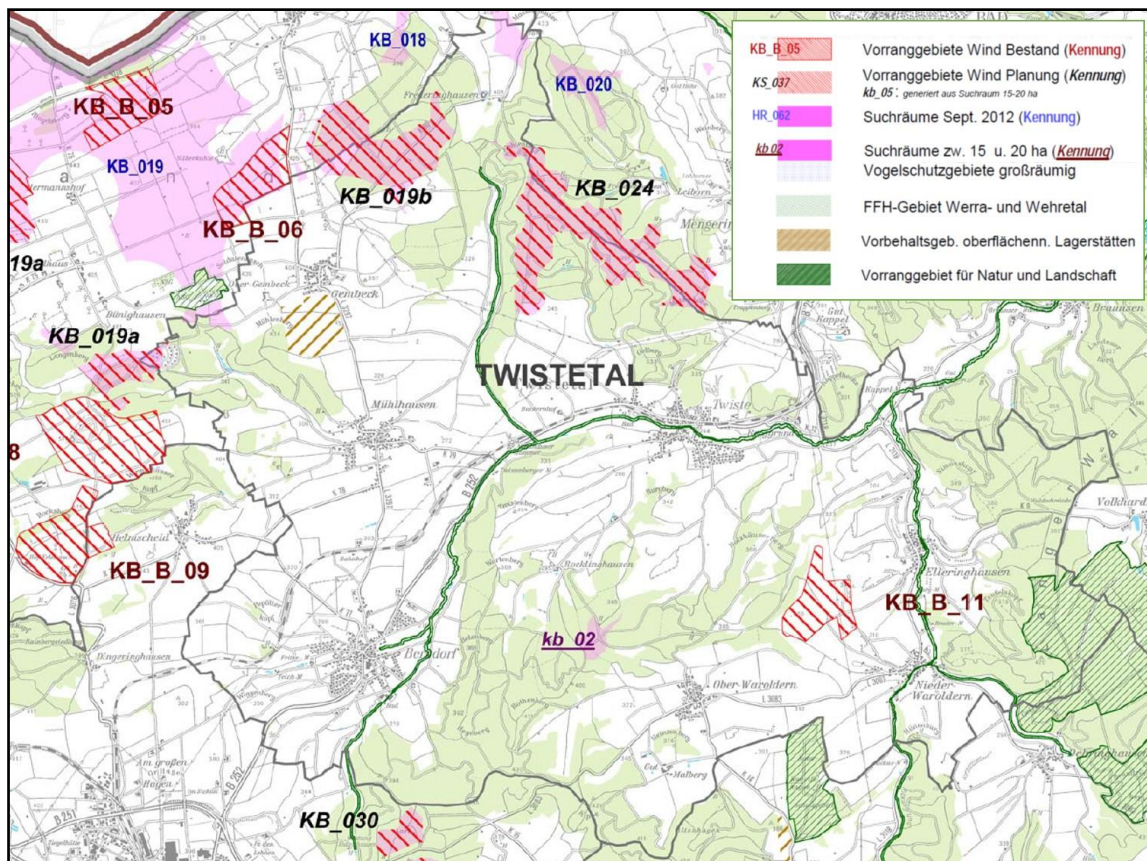


Abb. 76: Suchräume für Windenergie nach dem Teilregionalplan Windenergie Nordhessen [32]

Annahmen

- Gute Standorte (6 - 5,75 m/s) sind in Twistetal an mehreren Stellen gegeben.
- Neue Anlagen haben eine Leistung von 2,3 MW (Anlagentyp: Enercon-E70).
- Der Abbau der 5 technisch ineffizienten WEA nördlich von Gembeck führte zu einer Reduktion der potenziellen Windstromproduktion zwischen den Jahren 2012 und 2013.
- Es wird von zwei Ausbauvarianten ausgegangen: von 2 bzw. 4 Windenergieanlagen á 2,3 MW
- Aufgrund der unsicheren planungsrechtlichen Situation ist mit einem Zubau von WEA frühestens im Jahr 2016 zu rechnen.
- Auf der Basis von einer durchschnittlichen Betriebsdauer von 2.011 Vollaststunden pro Jahr ergibt sich pro WEA eine jährliche Stromproduktion von 4.625 MWh/a

Eine Potenzialermittlung für einen Zubau kann ohne eine genaue Prüfung des Windangebots und der sonstigen Rahmenbedingungen belastbar nur sehr eingeschränkt vorgenommen werden. Die ungewisse juristische Situation bezüglich des Teilregionalplans Windenergie Nordhessen erschwert die Potenzialermittlungen zusätzlich. In Absprache mit der Gemeinde Twistetal wird hier nun davon ausgegangen, dass auf dem Gemeindegebiet nur Flächen ausgewiesen werden können, die als Standorte für 2-4 Windenergieanlagen mit einer Leistung von je 2,3 MW geeignet sind.

In den folgenden Abschnitten wird zwischen 2 Szenarien unterschieden. Das Trendszenario steht für eine eher konservativ ausgelegte, das Klimaszenario für eine optimistischere Entwicklung im Bereich Windenergie.

Ohne genauen Bezug aus den Teilregionalplan Windenergie Nordhessen zu nehmen, wird im Trendszenario davon ausgegangen, dass auf dem Gemeindegebiet Flächen ausgewiesen können, die als Standorte für 2 WEA mit einer Leistung von je 2,3 MW geeignet sind. Im Vergleich mit dem Bezugsjahr 2012 würde dies bis in das Jahr 2017 zu einer Steigerung der jährlichen Stromproduktion aus Windenergie um ca. 19 % führen. Die vermiedenen CO₂-Emissionen würden sich von ca. 12.510 t CO₂/a (2012) auf ca. 14.850 t CO₂/a (2017) um rund 19 % steigern (Abb. 77).

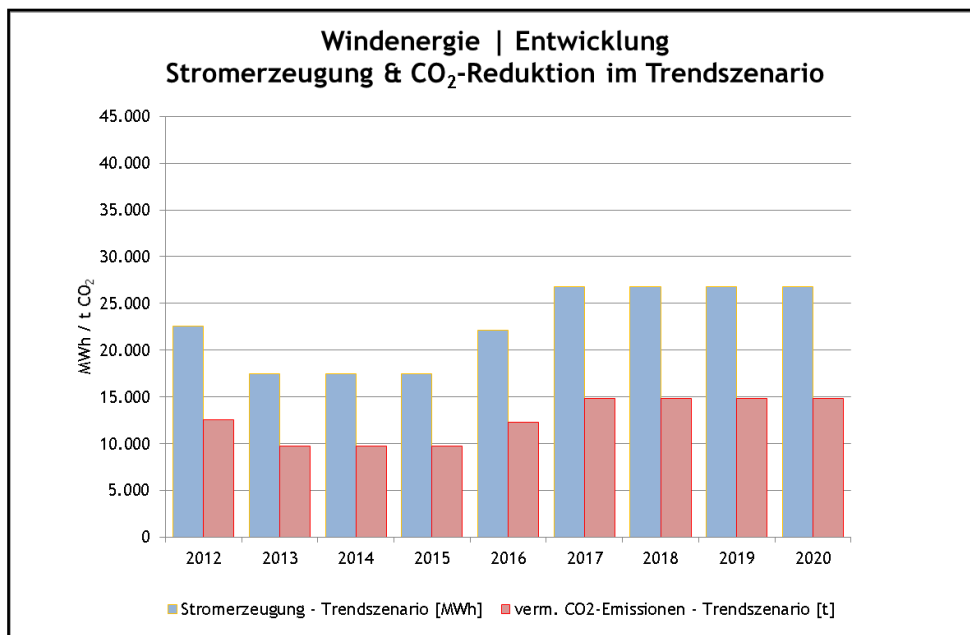


Abb. 77: Potenzial an Windstromproduktion und daraus resultierende CO₂-Reduktion in Twistetal im Trendszenario (untere Zubauvariante) [Eigene Berechnungen nach 68]

Im Klimaszenario wird von optimistischeren Rahmenbedingungen ausgegangen. Im Klimaszenario wird davon ausgegangen, dass auf dem Gebiet der Gemeinde Twistetal Flächen ausgewiesen werden, die als Standorte für 4 WEA mit einer Leistung von je 2,3 MW geeignet sind. Die bauliche Umsetzung der geplanten Projekte ist nach dem Klimaszenario bis in das Jahr 2019 abgeschlossen.

Im dargestellten Szenario wird davon ausgegangen, dass die jährliche Stromproduktion durch Windenergie von 22.520 MWh/a (2012) auf 35.997 MWh/a (2019) gesteigert werden kann. Dies entspricht einer Steigerung von rund 60 %. Pro Jahr könnten somit auf dem Gemeindegebiet im Vergleich zwischen Jahre 2012 und 2019 CO₂-Emissionen von rund 7.480 t/a (ca. 60 %) eingespart werden (Abb. 78).

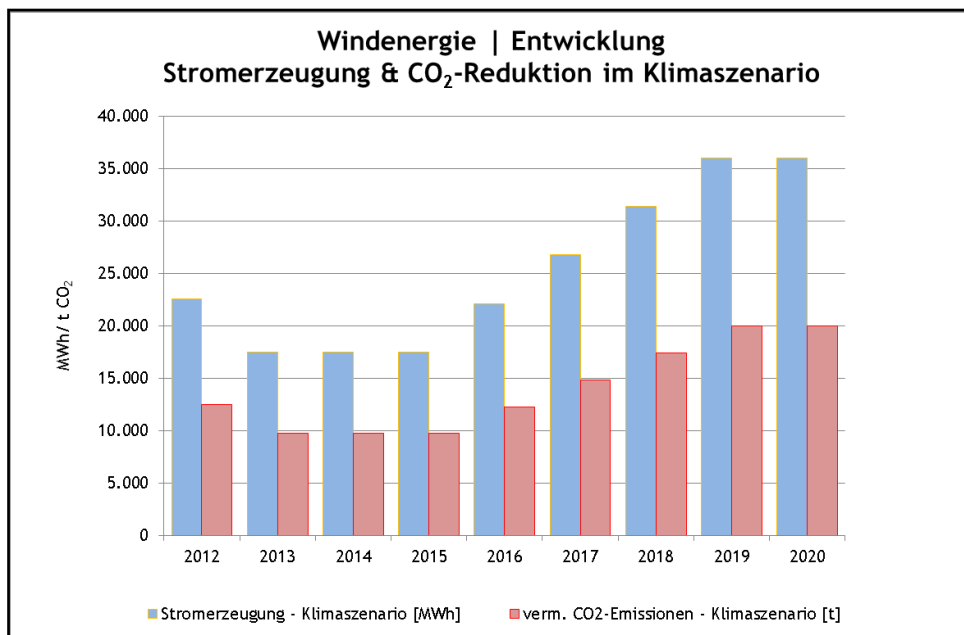


Abb. 78: Potenzial an Windstromproduktion und daraus resultierende CO₂-Reduktion in Twistetal im Klimaszenario (obere Zubauvariante) [Eigene Berechnungen nach 68]

Die unten stehende Abb. 79 fasst die Windenergiepotenziale auf dem Gemeindegebiet bis in das Jahr 2020 nochmals zusammen. Durch den Rückbau von 5 WEA nördlich des Ortsteil Gembeck ist zwischen dem Bezugsjahr 2012 und dem Jahr 2013 der Rückgang der Stromerzeugung und der vermiedenen CO₂-Emissionen dargestellt. Im Jahr 2016 ist durch den Zubau neuer WEA eine Steigerung der örtlichen Stromerzeugung und einer daraus resultierenden CO₂-Reduktion bis in das Jahr 2017 (Trendszenario) bzw. 2019 (Klimaschutzszenario) zu erkennen (Abb. 79).

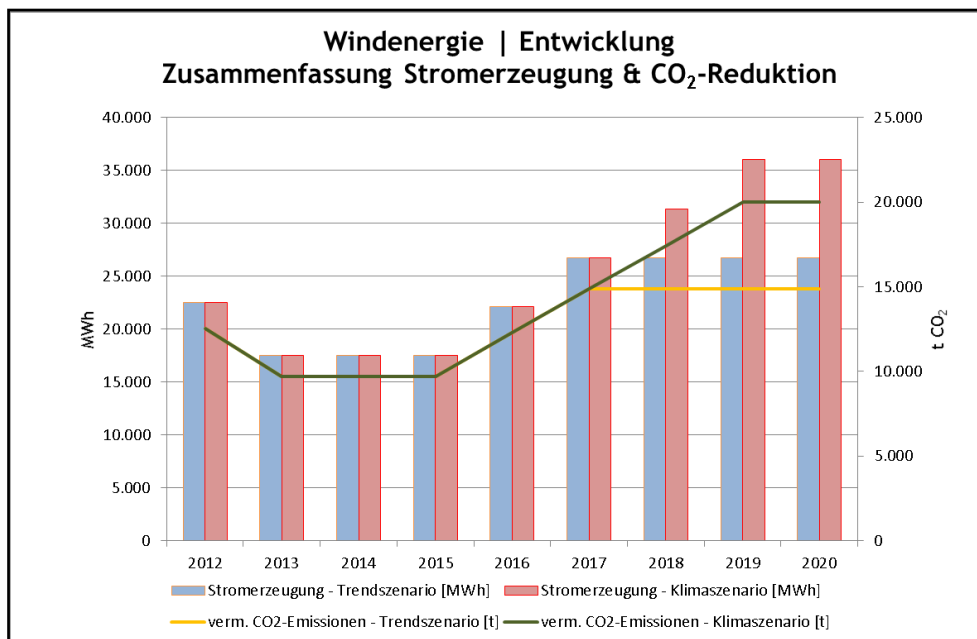


Abb. 79: Zusammenfassung der Windstromproduktion und CO₂-Reduktion in Twistetal im Trendszenario [Eigene Berechnungen nach 68]

Bis in das Jahr 2020 ergeben sich durch die Nutzung von Windenergie auf dem Gebiet der Gemeinde Twistetal verschiedene Einspar- bzw. Steigerungspotenziale. Bei einem Ausbau der WEA unter moderaten Bedingungen (Trendszenario) ist auf dem Gemeindegebiet von einer Stromerzeugung durch Windenergie in Höhe von rund 204.115 MWh bis in das Jahr 2020 auszugehen. Dies entspricht einer CO₂-Einsparung bis in das Jahr 2020 von ca. 113.333 t. Zur Umsetzung sind hierzu Gesamtinvestitionen von ca. 7 Mio. € notwendig. [Eigene Berechnungen]

Im Klimaszenario, also bei einem Ausbau der WEA auf dem Gemeindegebiet unter optimistischeren Rahmenbedingungen, ergeben sich bis in das Jahr 2020 CO₂-Einsparungen von rund 126.175 t. Die Stromerzeugung durch WEA würde in Twistetal bis in das Jahr 2020 bei rund 227.245 MWh liegen. Zur Umsetzung sind hierzu Gesamtinvestitionen von ca. 14 Mio. € notwendig. [Eigene Berechnungen]

Der Vergleich der Szenarien zeigt, dass durch den Ausbau von WEA unter optimistischeren Rahmenbedingungen die Stromerzeugung und CO₂-Einsparungen in Twistetal rund 11 % höher liegen als im Trendszenario. In einem längeren Betrachtungszeitraum würde sich dieser Unterschied noch deutlich erhöhen.

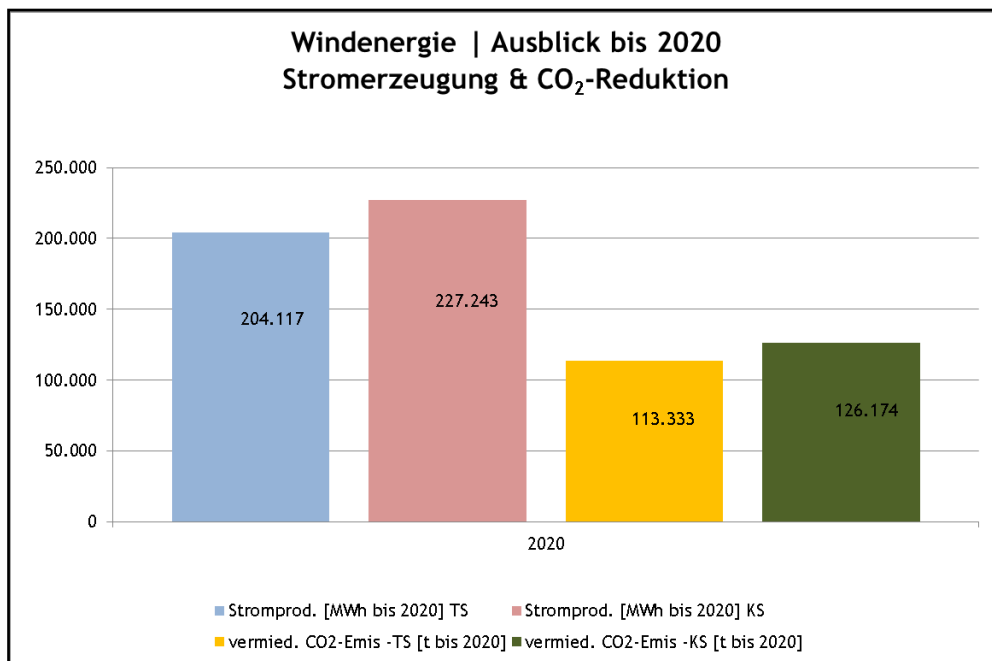


Abb. 80: Ausblick bezüglich Stromerzeugung und CO₂-Reduktion durch Windenergie in Twistetal

Handlungsoptionen

- w1** **Information und Transparenz zur Nutzung von Windenergie in der Bürgerschaft.**
Breite Bürgerkommunikation zu diesem Thema führen, um frühzeitig objektiv zu informieren.
- w2** **Bürgerbeteiligung über Genossenschaften** voranbringen, Initiatoren unterstützen, Gründung begleiten und Marketing forcieren.
- w3** Überprüfung der **planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen** innerhalb vorhandener Konzentrationszonen.
- w4** Erarbeitung von **Gutachten** im Hinblick auf die Anpassung der insbesondere **Höhe der baulichen Anlagen** innerhalb vorhandener Konzentrationszonen (z.B. Artenschutz, Landschaftsbild, Lärm, Wirtschaftlichkeit).
- w5** Möglichkeiten der Optimierung einer **kommunalen und/oder regionalen Wertschöpfung** bei der Realisierung von Windenergieanlagen prüfen
- w6** Beobachtung der technischen und sonstigen **Entwicklung von Windenergieanlagen** und perspektivische Anpassung der planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen auf die geänderten Rahmenbedingungen.
- w7** Beobachtung der Thematik der **Kleinwindkraftanlagen** und ggf. Anpassung des planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen.

5.4.4 Wasserkraft (f)

Wie in Kapitel 3.7.5 erwähnt, gibt es in Twistetal 2 Wasserkraftanlagen, die nach EEG-Richtlinien Strom erzeugen. Beide liegen an der Twiste. Nach Auskunft der Unteren Wasserbehörde existieren insgesamt noch 3 weitere Wasserrechte, zwei für die Twiste und eines für die Wilde, einem Zufluss der Twiste.

Wegen der aktuellen Rechtslage (Europäische Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EC) ist ein Ausbau über die bestehenden Wasserrechte hinaus unwahrscheinlich. [7] Auch die Antragsverfahren für Neubau oder Repowering sind komplex und dadurch langwierig. Ein kurzfristiger Ausbau ist somit eher unwahrscheinlich. Ungenutzte Wasserrechte bleiben nicht mehr unbefristet bestehen und können nicht mehr, bspw. durch Vererbung, weitergegeben werden. Langfristig ungenutzte Wasserrechte werden sukzessive gelöscht. Daher wird von einem Gesamtausbau auf Grundlage der bestehenden Wasserrechte für das Jahr 2020 ausgegangen.

Repowering könnte einerseits einen zusätzlichen Energiegewinn ermöglichen, führt aber auch dazu, dass aktuelle Bestimmungen aus der Wasserrahmenrichtlinie umgesetzt werden müssten (z.B. Fischtreppe, neue Rechen etc.). Die Umsetzung solcher und anderer Schutzmaßnahmen kann zu einer Ertragsminderung von 15 - 20 % führen, wie eine eigene Umfrage ergab. All diese Aspekte können zu erhöhten Investitionskosten führen, sodass ein Repowering schlussendlich unwirtschaftlich werden kann. [39]

Bedingt durch die vielen Unsicherheitsfaktoren wird von einer Szenarienunterscheidung abgesehen. Die Potenziale können dem [Klimaschutzszenario](#) zugeordnet werden.

Annahmen zur Potenzialberechnung

Die Annahmen wurden wie folgt aufgestellt:

- 0,564 kg/kWh CO₂-Emissionsfaktor Strommix für 2011 (2011 vorläufige Angaben; 2012 erste Schätzungen) [60]
- Der Annahmewert für Volllaststunden basiert auf den statistischen Auswertungen der in Betrieb befindlichen Wasserkraftanlagen auf dem Gemeindegebiet [Eigene Berechnungen nach 23]: 926 h/a Volllaststunden, dieser Wert liegt im Rahmen von Klein- und Kleinstwasserkraftnutzung. [69]

In den 2 bestehenden Wasserkraftanlagen in Twistetal sind insgesamt 29,5 kW Leistung installiert. So wurden im Jahr 2012 27,3 MWh Strom produziert und rund 15t CO₂ eingespart. Daraus ergeben sich folgende Durchschnittswerte pro Anlage (Tab. 43):

Tab. 43: Durchschnittskennwerte für eine Wasserkraftanlage in Twistetal [23]

Leistung pro Anlage [kW]	Jahresertrag pro Anlage [MWh]	Volllaststunden pro Anlage [h/a]
14,75	13,7	926

Potenziale beim Ausbau der Wasserkraft

Die in Tab. 43 dargestellten Kennwerte werden für die Potenzialberechnungen zugrunde gelegt. Bis 2020 könnten die übrigen 3 Wasserrechte genutzt werden. Ein früherer Zeitpunkt ist wegen der komplexen Antragsverfahren unwahrscheinlich und ein späterer Ausbau wird wegen der sukzessiven Löschung ungenutzter Wasserrechte nicht mehr möglich sein.

Ab 2020 könnten pro Jahr etwa 41 MWh Strom produziert und fast 23 t CO₂ eingespart werden (Tab. 44 und Abb. 81). Bis einschließlich 2030 könnten so insgesamt über 450 MWh Energie erzeugt und 250 t CO₂ eingespart werden.

Tab. 44: Anzahl, Leistung und Jahreserträge von Wasserkraftanlagen 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Wasserkraftanlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]	Installierte Leistung [kW]
2015	0	0,0	0,0	0
2020	3	41,0	23,1	44
2030	3	41,0	23,1	44

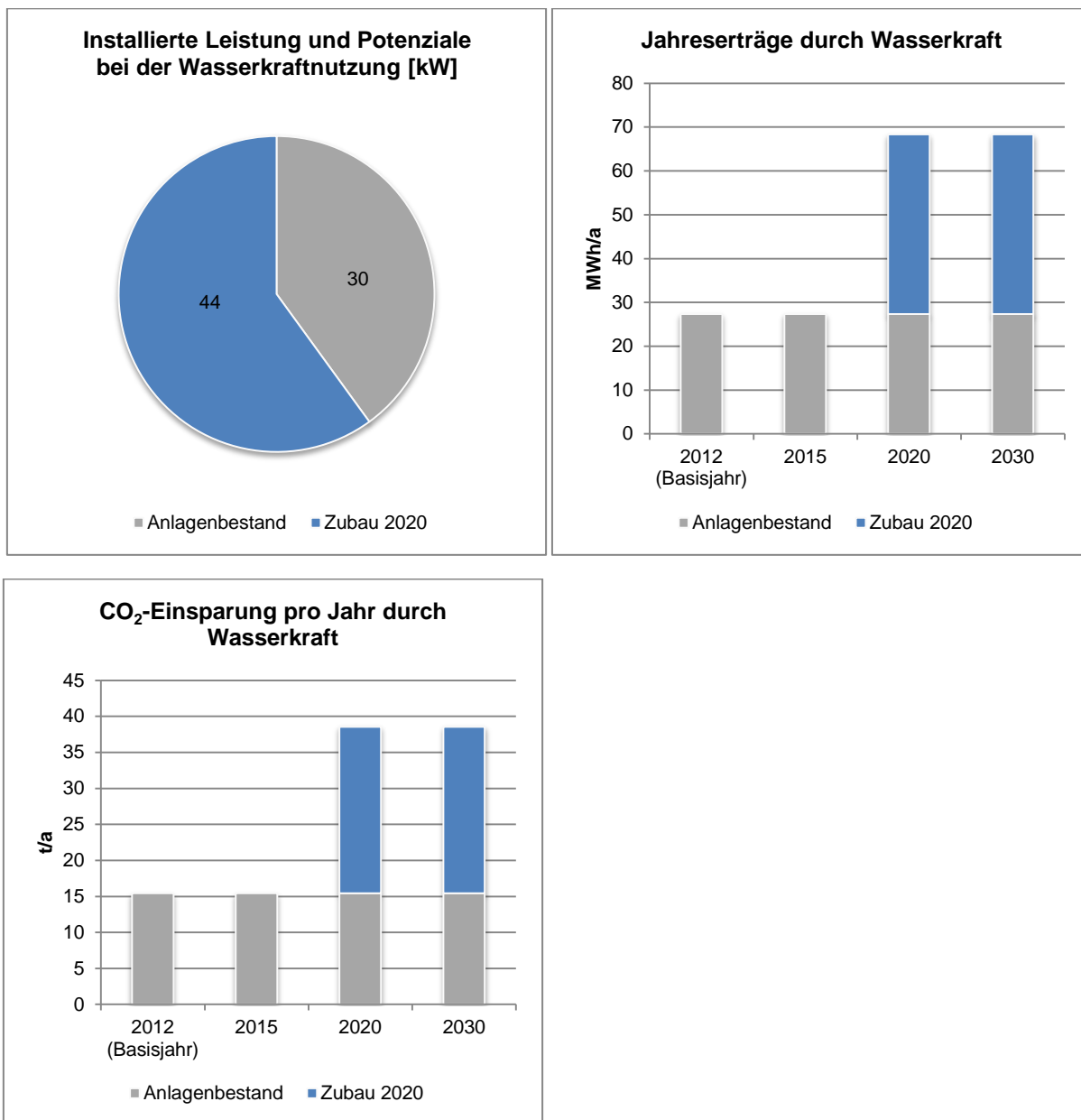


Abb. 81: Anlagenbestand und Potenziale bei der Wasserkraft [Eigene Berechnungen]

Handlungsoptionen - Wasserkraft

Insgesamt stellen sich die Rahmenbedingungen für den Ausbau von Wasserkraft schwierig dar. Die gesetzlichen Bestimmungen, insbesondere in Form der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie, führen zu komplizierten und lang andauernden Antragsverfahren. Die verlangten Investitionen zum Schutz des bestehenden Ökosystems sind so hoch, dass ein Anlagenneubau oder ein Repowering schnell unrentabel werden kann. Die folgenden Handlungsoptionen erstrecken sich daher hauptsächlich auf Flexibilität und Kooperation zwischen verantwortli-

chen Stellen vor dem Hintergrund aktueller Rahmenbedingungen.

- | | |
|-----------|--|
| f1 | Bürgergenossenschaft als Betreiber von Wasserkraftanlagen. Nicht genutzte Wasserrechte können durch eine Bürgergenossenschaft, unterstützt durch die Kommune, übernommen werden und in Nutzung gebracht werden. |
| f2 | Nutzung bestehender Wasserrechte zur Stromerzeugung. Alle bestehenden Rechte sollten ausgenutzt werden. Kommune kann Betreiber unterstützen/animieren. |
| f3 | Möglichkeiten zu Mikro-Pumpspeicherkraftwerken prüfen |
| f4 | Entwicklung eines Leitfadens zum Ausbau/Erhalt der Energieerzeugung aus Wasserkraft für Betreiber und Interessierte durch die verantwortlichen Stellen, z.B. Kommune, Untere Wasserbehörde etc. Rechtliche und verwaltungstechnische Rahmenbedingungen könnten erfasst und strukturiert dargestellt werden. |
| f5 | Zusammenarbeit für Versuchsanlagen zur Mikro-Wasserkraftnutzung. Die Gemeinde könnte in Kooperation mit Betreibern, Unterer Wasserbehörde, Umweltverbänden und Bildungs- / Forschungseinrichtungen neue Technologien umsetzen und erproben, um die ökologischen Erfordernisse mit deutlich geringeren Investitionen zu erreichen. |

5.4.5 Kraft-Wärme-Kopplung und Nahwärmeversorgung (n)

Im Gegensatz zur getrennten Umwandlung von Primärenergie in Wärme oder Strom stellt die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) eine deutlich ressourcenschonendere, CO₂-arme, sichere und kostengünstige Alternative dar. Die konventionelle Stromerzeugung kann heute je nach Technologie Wirkungsgrade von ca. 40 % erreichen, über 60 % der in den Primärenergieträgern enthaltenen Energie geht also ungenutzt als Wärme in die Umgebung verloren. Bei der Umwandlung von Primärenergie in KWK-Technologien wird die Abwärme, die bei der Stromerzeugung anfällt, als Heiz- oder Prozesswärme genutzt, was einen Gesamtwirkungsgrad, je nach Technologie, von über 90 % möglich macht. Es muss jedoch beachtet werden, dass sich dieser Vorteil nur ausnutzen lässt, wenn Wärme und Strom zeitgleich nachgefragt werden, da ansonsten der Wirkungsgrad einer KWK-Anlage drastisch sinkt. Die am jeweiligen Bedarf orientierte Auslegung der Anlage und gewählte Betriebsweise (stromgeführt, wärmegeführt, Strompreis-orientiert) ist für die Wirtschaftlichkeit der Anlage elementar wichtig. Um hier flexibler zu sein gehören fast immer ein Spitzenkessel und ein Speicher zum Gesamtsystem.

KWK-Anlagen gibt es in allen Leistungsgrößen, von der kleinen „stromerzeugenden“ Heizung im 1-2 Familienhaus bis zu Anlagengrößen passend für ein Schwimmbad, einen Produktions-

betrieb oder ein Nahwärmenetz.

Angesichts begrenzter Ressourcen sollten sowohl bei der Wärmebereitstellung als auch in der Stromerzeugung sehr viel intensiver die Möglichkeiten des Einsatzes der KWK-Technologie geprüft werden.

Studien die sich mit dem Thema „KWK“ befassen, belegen, dass die Potenziale zur Primärenergieeinsparung zwischen 10 bis 20 % liegen. [70]

Die Kraft-Wärme-Kopplung wird über das KWK-G oder - bei Einsatz von erneuerbaren Energieträgern wie Biomasse - über das EEG gefördert. Dennoch muss eine passgenaue Planung und Auslegung erfolgen, um einen wirtschaftlich optimierten Betrieb zu gewährleisten.

Einsatzmöglichkeiten für KWK-Anlagen bieten sich möglicherweise bei den ortsansässigen Industriebetrieben. Bei einem sehr hohen Strombedarf für Kühlung, Kompressionen und mechanischen Geräten sowie einem noch höheren Energiebedarf für die Dampferzeugung z.B. für die Wurstherstellung können sich Konzepte für eine gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung mit geeigneten Technologien sehr gut eignen. [22] So wurde in einem Betrieb beispielsweise ein BHKW wegen der geforderten Bedarfsparameter verworfen, nun soll eine Gasturbine geprüft werden, um auch Dampf auskoppeln zu können.

Auf der Suche nach Einsparmöglichkeiten für Energiekosten werden von den Großbetrieben schon die Möglichkeiten der KWK zusammen mit der Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen als eine Option geprüft. Bei kleineren Betrieben ist dies eher nicht der Fall. Daher könnte dieses Thema als ein Handlungsfeld gesehen werden, dass auf Nordwaldeckebene zusammen mit den Themen Effizienzsteigerung vorangebracht werden könnte.

In anderen Fällen, z.B. bei einem hohen Wärmebedarf an niedrigeren Temperaturen, wie er in Wärmenetzen oder für Trocknungszwecke gefordert ist, können ein BHKW oder eine ORC-Anlage passend sein.

Für den Einsatz von KWK bieten sich auch öffentliche Einrichtungen an, wo Wärmebedarf vorhanden ist. Dies könnte in einzelnen Fällen zutreffen, z.B. in größeren Wohnanlagen, wie dem Hofgut Rocklinghausen, wo Betreutes Leben, Arbeiten und Wohnen erfolgt. Neben der Landwirtschaft, eigener Metzgerei, der Verwaltung und der Gemeinschaftsverpflegung sind auch Wohnungen für ca. 70 Personen zu beheizen. [71]

Für den Einsatz von KWK-Anlagen sind alle Anwendungsfälle prüfenswert, wo ein relativ hoher stetiger Wärmebedarf besteht. In diesen Fällen kann das BHKW für die gekoppelte Pro-

duktion hohe Jahresbenutzungsstunden erreichen. Solche Anwendungsfälle liegen z.B. in Schwimmbädern, Krankenhäusern, Produktionsbetrieben, großen Wohn- / Geschäftskomplexen oder Hotels vor.

- | | |
|-----------|---|
| n1 | Identifizierung günstiger Anwendungsfälle und Dokumentation in einem Kataster. Dies könnte in einem Teilkonzept vertiefend bearbeitet werden, das auch für die Ebene Nordwaldeck erarbeitet werden könnte. |
| n2 | Sensibilisierung für die Themen KWK und Nahwärme durch Veranstaltungen in Kooperation mit den anderen Kommunen, der EWF und der HA Hessen Agentur GmbH, auch Besichtigung von Anlagen. [72] |
| n3 | Prüfung der eigenen Liegenschaften auf Eignung für den Einsatz von KWK-Anlagen, Einbeziehung in die laufenden Investitionsüberlegungen. |

5.4.6 Biogasgewinnung (b)

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien nimmt die Biogasgewinnung eine besondere Rolle ein. Im Gegensatz zu den volatilen Energieträgern Sonne und Wind, die unter den gegenwärtigen Technikvoraussetzungen nur mit viel Aufwand zu speichern sind, kann Biogas gespeichert und bei Bedarf in Nutzenergie umgewandelt werden. Es kann auch aufbereitet und über Gasnetze an andere Orte des Verbrauchs transportiert werden. Biogas ist daher ein wichtiger Energieträger auf dem Weg zu einer regenerativen Vollversorgung.

Werden biogene Reststoffe und eigens für die Biogasproduktion angepflanzte Nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) in einer Anlage gemeinsam vergoren, dann spricht man von Kofermentationsanlagen. Sie sind bezogen auf die Schließung regionaler Stoffkreisläufe, eine sinnvolle Option. Auf Grund der fördertechnischen Rahmenbedingungen sind diese Anlagen in den letzten 10 Jahren zugunsten reiner NawaRo-Anlagen sehr zurückgegangen. Reine NawaRo-Anlagen wurden mangels anderer geeigneter Inputstoffe mit hohem Energiegehalt vorwiegend mit Energiemais beschickt, was in einzelnen Regionen zu einer einseitigen Anbaukultur oder der sog. „Vermaisung“ der Landschaft geführt hat. Schon bei der letzten Änderung des EEG wurde hier fördertechnisch entgegen gewirkt, indem Anreize für eine breitere Inputbasis gegeben wurden. Inzwischen stehen viele andere Anbaufrüchte zur Verfügung, allerdings bedarf es hier noch intensiverer Untersuchungen, insbesondere zu der prozesstechnischen Unterstützung.

Wie bereits in Kapitel 3.8.3 beschrieben, gibt es in der Gemeinde Twistetal bisher keine Biogasanlage. Die Landwirte produzieren aber NawaRos für Biogasanlagen in umliegenden Kom-

munen. Dadurch hat die Kommune zwar die nachteiligen Auswirkungen, aber keine positiven Gestaltungseffekte.

Annahmen und Berechnungsmethodik

Die Berechnung der Potenziale zur Biogasgewinnung aus der landwirtschaftlichen Produktion erfolgt auf der Basis der gegenwärtigen Agrarnutzung für typische Ackerfrüchte und für den vorhandenen Viehbestand. Da es darum geht, ein realistisches Potenzial zu ermitteln und andere Belange mit zu beachten, werden Einschränkungen angenommen. Außerdem wird von einer diversifizierten Anbaukultur ausgegangen, um die Belange des Landschafts- und Naturschutzes zu berücksichtigen. Mit Blick auf die Zukunft werden die sich bereits heute in der Verhandlung befindlichen EU-Richtlinien zur Flächenstilllegung und deren Nutzungsmöglichkeiten berücksichtigt. Gleichwohl können diese Berechnungen, denen die nachfolgenden Annahmen zu Grunde liegen, nur einen Anhaltspunkt bieten.

Die Berechnung erfolgt auf Basis der aktuellsten Zahlen der amtlichen Statistik (2010) (Flächen und Flächennutzung, Ackerfrüchte, Viehbestand) [34] und setzt diese in Relation zu anerkannten Kennwerten.

In der Gemeinde Twistetal gibt es im Jahr 2010 3.114 ha Ackerfläche und 1.098 ha Dauergrünland.

Es wird angenommen, dass max. 30 % der möglichen Fläche für energetische Nutzung eingesetzt wird. Davon können ab 2014 5 % der Ackerfläche, die im sog. ‚Greening‘ aus der traditionellen Bewirtschaftung herausgenommen und mit Blühstreifen versehen werden. Diese Biomasse kann zur Vergärung genutzt werden.

Grünland wird ebenfalls zu 30 % berücksichtigt, hier kann der 3. Schnitt verwertet werden. Ansonsten ist das Grünland zur Fütterung für die Milchviehwirtschaft erforderlich.

Wirtschaftsdünger (Gülle) kann vollständig eingesetzt werden.

Bei Nachwachsenden Rohstoffen wird eine ausgewogene Mischung an Ackerfrüchten berücksichtigt. Neue Anbaukulturen, wie die vielversprechende Durchwachsene Silphie (Abb. 84), werden hier noch nicht gesondert rechnerisch erfasst. Sie wird im Falle des Einsatzes wie Grünschnitt behandelt und erhöht diesen Anteil.

Es werden durchschnittlich 15 % Eigenenergiebedarf für Wärme und Strom abgezogen.

Für die Ermittlung von möglichen Versorgungsbeiträgen werden die Annahmen im Gebäudebereich zu Grunde gelegt, analog zu den Annahmen für Solarthermie.

Eine Unterscheidung nach den Verbrauchssektoren erfolgt nicht.

Für die Ermittlung der Erträge werden folgende Kennwerte herangezogen [73]:

Angenommene Erträge als Mittelwerte	
Input	Ertrag in Biogas Nm ³ / ha bzw. je Tier
Pflanzen zur Grünernte incl. Silomais	8.500 Nm ³
Zuckerrüben	7.200 Nm ³
Getreide-GPS	7.600 Nm ³
Grünland	5.350 Nm ³
Rindergülle pro Milchkuh	500 Nm ³
Schweinegülle pro Tier	105 Nm ³

Bei den Potenzialberechnungen sollten elektrische und thermische Nutzung betrachtet werden, da eine höchst mögliche Primärenergienutzung des erzeugten Biomethans nur in Kraft-Wärme-Kopplung erfolgen kann. Hierfür sind geeignete Wärmeverbraucher zu finden und bei der Standortwahl der Biogasanlage zu berücksichtigen. Dennoch wird hier für die Gesamtbeurteilung der Einfachheit halber nur der mögliche Beitrag zur Stromnutzung herangezogen.

Für die Potenzialermittlung in den beiden Szenarien werden die in Tab. 45 genannten Zubauraten angenommen.

Tab. 45: Zubauraten der verschiedenen Szenarien bei der Biogasgewinnung [Eigene Berechnungen]

Jahr	Zubauraten bei der Biogasgewinnung	
	Trendscenario	Klimaschutzszenario
2015	5 %	12,5 %
2020	10 %	25 %
2030	20 %	35 %

Da es sich bei den Annahmen um Mittelwerte handelt, können diese wegen der jeweils spezifischen betrieblichen und anbautechnischen Situation von konkreten Betriebsergebnissen abweichen. Eine Ausweitung der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche ist nicht vorgesehen, ebenso wenig wie ein zukünftiger Flächenverbrauch, der die zur Verfügung stehende Ackerfläche und Grünfläche reduziert.

Von Seiten der Gemeinde Twistetal wird der Biogasnutzung vor diesem Hintergrund der Flächenkonkurrenz und der mangelnden Akzeptanz nur geringe Bedeutung beigemessen.

Ergebnisse der Potenzialberechnung

Betrachtet man die zur Verfügung stehenden Anbaufrüchte, dann ist deren Zusammensetzung relativ ausgewogen (Abb. 82). Da in der Gemeinde Twistetal ein größerer Anteil an Ackerbauflächen vorhanden ist, sollte Wert darauf gelegt werden, dass die Produktion von

NawaRos für Biogasanlagen (bislang in den Nachbarorten) in einem ausgewogenen Verhältnis steht zu anderen Ackerfrüchten. Hier sollte man durch Information und Kontaktaufnahme mit den Landwirten oder Biogasbetreibern - auch in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer - entsprechend einwirken.

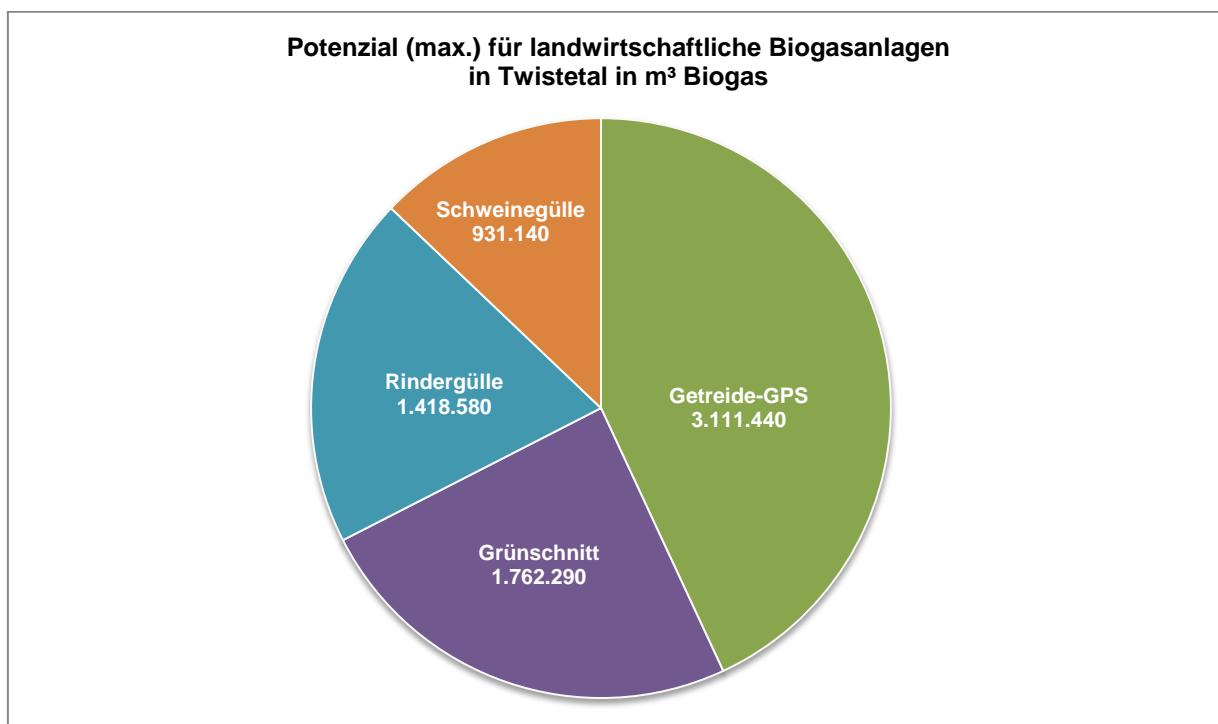


Abb. 82: Verteilung der Biogasgewinnung nach Inputstoffen [Eigene Berechnungen]

Es handelt sich um das unter ökologisch verträglichen Gesichtspunkten maximal nutzbare Potenzial bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen für die zukünftige agrarische Nutzung. Von diesem wird dann entsprechend der Annahmen nur ein moderater Anteil im Trendszenario und ein größerer Anteil im Klimaschutzszenario genutzt (Tab. 46 und Abb. 83). **Fehler! erweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Vorhandene Anbauflächen für die Biogasproduktion müssten in Abzug gebracht werden. Da diese Biogasanlagen aber nicht auf dem Gemeindegebiet Twistetals stehen, kann dies hier nicht erfolgen, sondern nur dargestellt werden, welche Anbaupotenziale insgesamt vorhanden sind. Es wird daher davon ausgegangen, dass es eine Umsteuerung von Ressourcen bzw. Inputstoffen geben kann, indem die Stoffe zukünftig in Biogasanlagen in Twistetal eingebracht werden könnten

Tab. 46: Potenziale im Szenarienvergleich für 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]

Jahreserträge	Trendszenario (+10%) [MWhel/a]				Klimaschutzszenario (+25 %) [MWhel/a]			
	NawaRo	Grünschnitt	Gülle	Gesamt	NawaRo	Grünschnitt	Gülle	Gesamt
2015	320,3	200,5	254,7	775,5	800,9	501,3	636,6	1.938,8
2020	640,7	401,1	509,3	1.551,1	1.601,7	1.002,7	1.273,3	3.877,7
2030	1.281,4	802,2	1.018,6	3.102,1	2.242,4	1.403,8	1.782,6	5.428,7

Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

CO ₂ -Einsparungen	Trendszenario (+10%) [t/a]				Klimaschutzszenario (+25 %) [t/a]			
	NawaRo	Grünschnitt	Gülle	Gesamt	NawaRo	Grünschnitt	Gülle	Gesamt
2015	180,7	113,1	143,6	437,4	451,7	282,8	359,1	1.093,5
2020	361,3	226,2	287,2	874,8	903,4	565,5	718,1	2.187,0
2030	722,7	452,4	574,5	1.749,6	1.264,7	791,7	1.005,4	3.061,8

Das Greening ab 2014 wurde berücksichtigt; Reduzierung der Werte für NawaRo um 5 %, Erhöhung der Werte für Grasschnitt um 5 %.

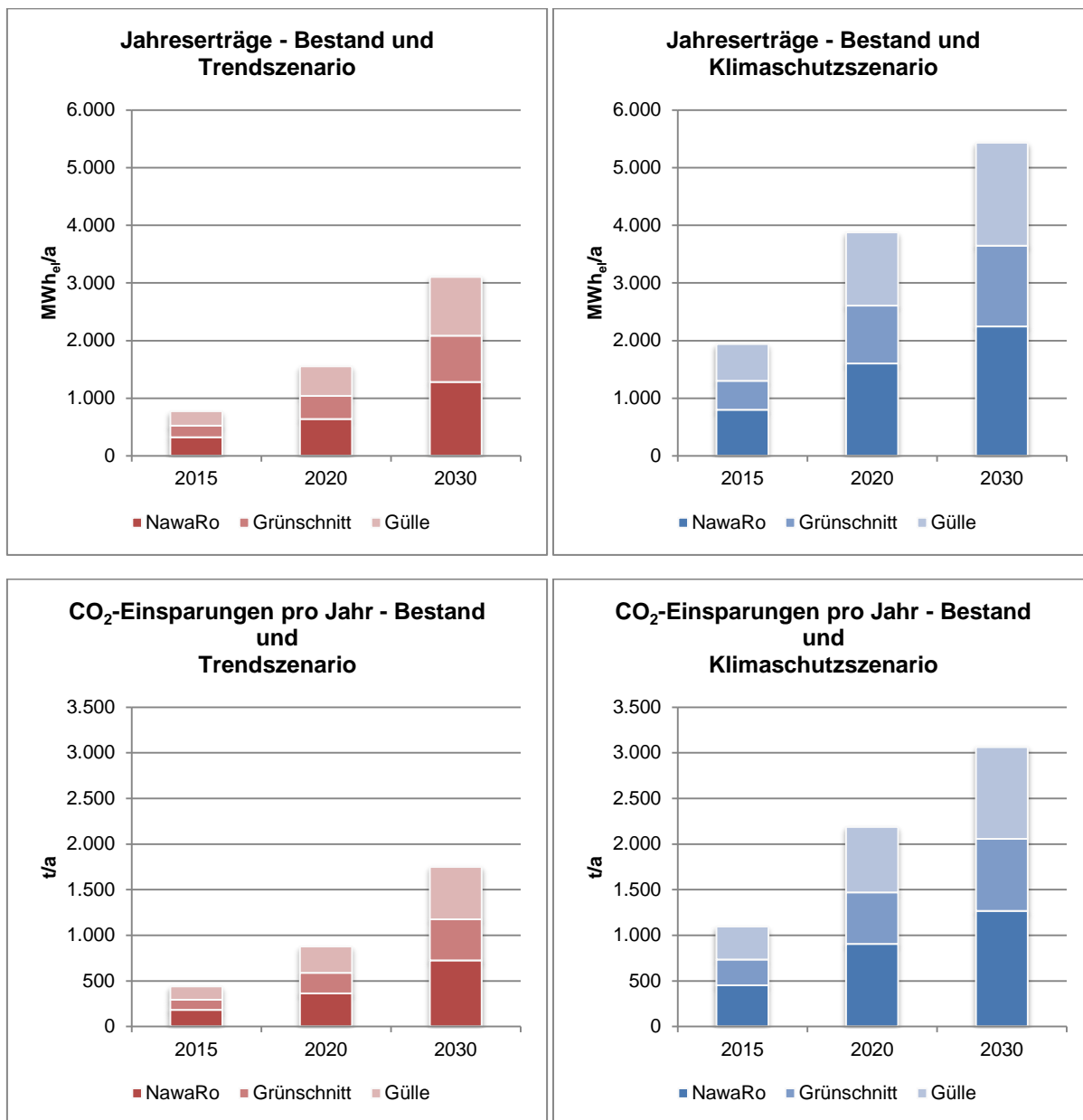


Abb. 83: Vergleich der Biogasgewinnung im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Es wird deutlich, dass in der Gemeinde Twistetal die Vergärung von Ackerfrüchten das größte Potenzial aufweist, gefolgt von Wirtschaftsdünger und Grasschnitt. Das Potenzial an vergärbaren Stoffen aus der Landschaftspflege ist vernachlässigbar. Durch diese Gewichtung der Inputstoffe ist die Gefahr einer Monokultur von Mais gegeben. Daher sollte man hier gezielt entgegenwirken. Die Durchwachsene Silphie ist ein Beispiel, wie so eine Diversifizierung aussehen kann (Abb. 84). Gerade in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer und anderen Instituten können hier gute Alternativen vorangebracht werden.



Abb. 84: Die Durchwachsene Silphie als vielversprechende Anbaufrucht zur Biogasgewinnung [74]

Durch den im Klimaschutzszenario aus Biogas erzeugten Strom könnten nach heutigen Verbrauchsmaßstäben 2030 ca. 1.550 Haushalte mit Strom versorgt werden. Da von einer Umwandlung in Kraft-Wärme-Kopplung ausgegangen wird, fällt auch nutzbare Wärme an, die zu geeigneten Verbrauchern gebracht werden muss. Für die Zukunft kann hier auch von geeigneten Speicherkonzepten ausgegangen werden, die eine vollumfängliche Nutzung des Biogases in KWK ermöglicht, wodurch das Biogas zusätzlich im gleichen Umfang zur Wärmebedarfsdeckung beitragen kann.

Bei den Ausbauplänen könnte gezielt auch die Einbeziehung der biogenen Reststoffe und die Abwasserreinigung beim Klärwerk einbezogen werden, um so durch Ko-Fermentation und andere Kooperationen maßstäblich passende Anlagenkonzepte zu realisieren. Ein kontinuierlicher Dialog zu diesem Thema ist dafür notwendig, denn die Akzeptanz der Bevölkerung ist als kritisch zu bewerten. Diese richtet sich vor allem gegen externe Investoren, die ihre Absichten nicht offen kommunizieren („zuerst kam die Maschinenhalle, dann die Bürgerversammlung“. [35] Eine frühzeitige Information und eine Verdeutlichung des Nutzens für die Gemeinde sind dabei unabdingbar. Auch die Suche nach geeigneten Standorten ist dafür wichtig. Es dürften keine Standorte genehmigt werden, bei denen kein sinnvolles Konzept

zur Wärmenutzung vorgelegt wird. Auch eine planerische Überlegung durch Landtausch, um auf diese Weise bessere Rahmenbedingungen zu schaffen wäre möglich.

Die Bürger wollen aber auch nicht nur informiert werden, sondern es sollten auch Möglichkeiten der direkten Beteiligung geben, z.B. durch finanzielle Einlagen.

Handlungsoptionen Biogasgewinnung

- | | |
|-----------|---|
| b1 | Information der Landwirte über die Einsatzmöglichkeiten von kleinen Biogasanlagen (< 75 kWel), insbesondere auch zur Verwertung von Gülle und die aktuellen Förderbestimmungen im EEG, zusammen mit der Landwirtschaftskammer, sowie hinsichtlich der neuen Bestimmungen des „Greenings“ und deren Nutzbarmachung für die energetische Nutzung. |
| b2 | Interessierte Landwirte bündeln und Gemeinschaftsbiogasanlagen initiieren mit optimierter Standortwahl, um so für alle Beteiligten die Abnahme von Wärme, die Beschaffung der Inputstoffe im näheren Umkreis und die Verwendungsformen zwischen Eigenverbrauch und Abgabe von Energie ins Netz zu regeln. |
| b3 | Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten und Unterstützung bei der Suche nach Wärmesenken , um gute Wärmenutzungskonzepte für die Biogasanlagen zu realisieren. Informationen über mobile Wärmetransporte und diese modellhaft realisieren. |
| b4 | Informationen und Hilfestellung zusammen mit der Landwirtschaftskammer über andere Anbaukulturen , Mehr-Kulturen-Nutzung und Anbaupflanzen, die den Herausforderungen des Klimawandels genügen und der Monokultur entgegenwirken. Kontakt mit dem Betreiber der Biogasanlage Waldeck-Dehringhausen zur Diversifizierung der Anbaufrüchte. |
| b5 | „Regionalforum Biogas Nordwaldeck“ initiieren , zusammen mit der Landwirtschaftskammer und dem Fachverband Biogas, um die kritischen Fragen der Biogasnutzung anzugehen, die Diversifizierung der Anbaufrüchte und die Verbesserung der Wärmenutzung zu verbessern. Start einer Informationskampagne Nordwaldeck zu Best Practice Biogasnutzungskonzepten und regionalökonomischem Nutzen der Biogasgewinnung. |
| b6 | Prüfung von Kooperationsmodellen mit der Kläranlage Twistetal zur Nutzung biogener Reststoffe in einer Kofermentationsanlage zusammen mit privaten Entsorgern und der Landwirtschaft. |

5.4.7 Holznutzung (h)

Die Holznutzung ist traditionell eine wichtige Ressource für die stoffliche und energetische Nutzung in der Region. Vor allem durch seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und seine Speicherfähigkeit ist Holz für eine zukunftsorientierte Energieversorgung ohne fossile Energieträger eine wesentliche Säule. Außerdem kann Holz auch mehrfach genutzt werden: nach einem stofflichen oder baukonstruktiven Einsatz kann immer noch eine energetische Nutzung erfolgen.

Außerdem ist Holz ein lokal verfügbarer Energieträger, der teilweise auch auf gemeindeeigenen Flächen bereitgestellt wird. Er trägt daher auf allen Verwertungsstufen zur regionalen Wertschöpfung bei.

Bei der Holznutzung in Twistetal sind verschiedene Segmente interessant, die auch bei der Potenzialberechnung berücksichtigt werden:

- Waldholz aus der Forstwirtschaft
- Holzartige Biomasse aus Straßenpfllegemaßnahmen
- Eigens zur Energieerzeugung angepflanzte Kurzumtriebsplantagen (KUP)
- Miscanthus

Die verschiedenen Holzarten haben unterschiedliche Eigenschaften, daher werden zur Potenzialermittlung auch verschiedene Annahmen erforderlich. Außerdem sind je nach Segment andere Nutzungs- und Verwertungswege zu beachten.

Waldholz

Holz aus der Forstwirtschaft sowie Holz aus Straßen- und Baumpfllegemaßnahmen, das für energetische Zwecke eingesetzt wird, wird als „Energieholz“ bezeichnet. Holz ist gespeicherte Sonnenenergie. Weil Holz ständig nachwächst und während dieses Prozesses so viel CO₂ bindet, wie es bei der Verbrennung wieder freisetzt, geschieht die Energiebereitstellung aus Holz im Gegensatz zur Nutzung fossiler Brennstoffe nahezu CO₂-neutral. In diesem Zusammenhang spricht man auch von „gespeicherter Sonnenenergie“ (Abb. 85).

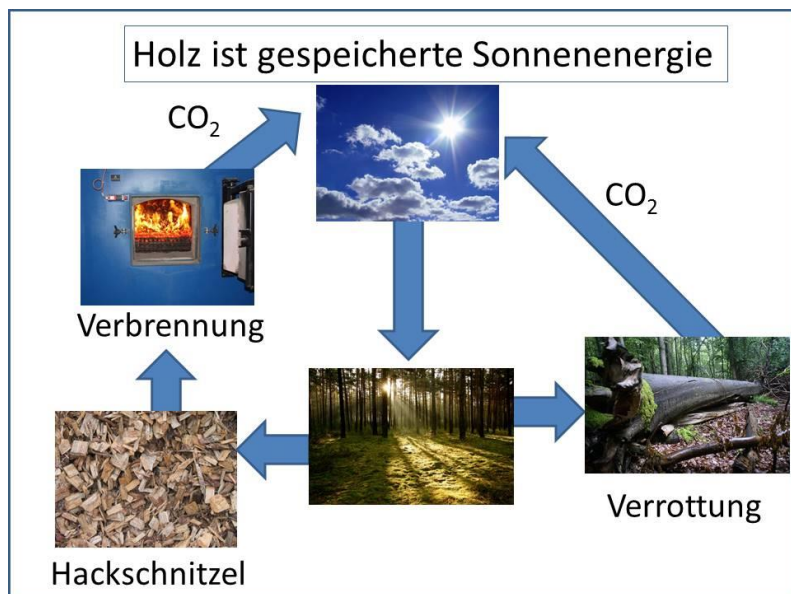


Abb. 85: Holz ist gespeicherte Sonnenenergie [1]

Holz kann gelagert und bedarfsgerecht zur Energieumwandlung eingesetzt werden. Mit dieser Speicherfähigkeit ist Energieholz gegenüber bspw. Windkraft oder Photovoltaik im Vorteil.

Steigende Energiepreise für fossile Energieträger bei gleichzeitig konstanten Preisen von Holzhackschnitzeln sprechen für die Nutzung des heimischen Energieholzes (Abb. 86).

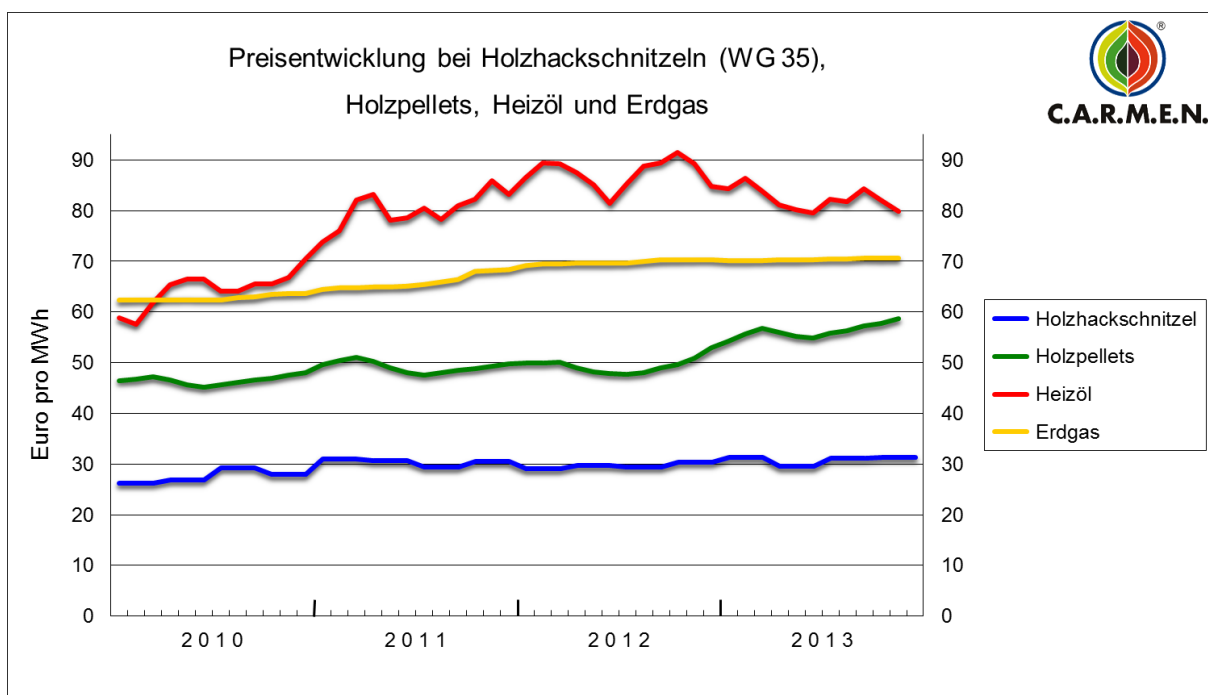


Abb. 86: Preisentwicklung bei Holzhackschnitzeln, Holzpellets, Heizöl und Erdgas. [76]

Die Gemeinde Twistetal besitzt 296 ha Gemeindewald [77]⁷. Hiervon sind 12,1 ha Nebenfläche (also Wald ohne Holz, z.B. Holzlagerplätze, Wege, Steinbrüche, Waldwiesen). Die reine Baumbestandsfläche beträgt 284,3 ha, hiervon sind ca. 15,7 ha (5,5 %) unbewirtschaftet („Wald außer regelmäßigem Betrieb“), da die Standorte so steil sind, dass sie nicht beerntet werden können, oder die Bestockung so schlecht ist, dass sich eine Nutzung nicht rentieren würde.

Beerntet werden also 269 ha „Wald im regelmäßigen Betrieb“ (Wirtschaftswald). Der Hiebsatz⁸ (Menge Holz, die im langjährigen Mittel geerntet wird) liegt hier bei 9,4 Vfm/ha (Vorratsfestmeter⁹ pro Hektar) Baumbestandsfläche und Jahr. Der Zuwachs beträgt im langjährigen Mittel 10,1 Vfm/ha jährlich.

Der Gemeindewald von Twistetal ist PEFC¹⁰ zertifiziert und wird nach dessen Richtlinien bewirtschaftet. Daher wird bei der Holzernte auf die sog. „Vollbaummethode“ (siehe Fußnote) verzichtet.

Die Eigentumsanteile der Domanialverwaltung an den kommunalen Waldflächen in der Gemeinde Twistetal betragen 2.190 ha. Darüber hinaus liegen zum Domanialwald keine weiteren Informationen vor. Daher wird an dieser Stelle von den gleichen Voraussetzungen ausgegangen, wie beim übrigen Kommunalwald. Demnach wären von den 2.190 ha Domanialwald 1.990 ha Wirtschaftswald. [7]

⁷ Die Angaben beziehen sich auf das Forsteinrichtungswerk vom 1.1.2006 und geben die aktuellsten Werte wieder.

⁸ Der Hiebsatz ist die durch ein forstwirtschaftliches Betriebsgutachten für einen bestimmten Zeitraum (in der Regel 10 Jahre) festgesetzte jährliche planmäßige Holznutzung in m³. (<http://www.bmelv-statistik.de>)

⁹ Vorratsfestmeter (Vfm) wird gemessen mit Rinde, Angabe des Holzvorrates eines stehenden Baumes oder eines stehenden Waldes oder Baumbestandes und erfasst nur das Derbholz.

¹⁰ PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) (pefc.de) Bei Energieholznutzung nach FSC-Kriterien ist bei der Anwendung der "Vollbaummethode" (=Nutzung der gesamten oberirdischen Biomasse des Baumes) darauf zu achten, dass diese nur auf nährstoffreichen Standorten und unter Verbleib der Blattmasse im Bestand durchgeführt wird.

Annahmen

Folgende Annahmen werden für die Berechnung zu Grunde gelegt:

- Der Energieverbrauch durch die Bergung / Verarbeitung wird nicht berücksichtigt.
- 1 Vorratsfestmeter (Vfm) = 2,5 Schüttraummeter¹¹ (SRM) Holzhackschnitzel (HHS)
- 1 SRM = (bei 30% Wassergehalt; 45 % Fichte/ 55 % Buche) = 900 kWh
- 1 Liter Heizöl = 10 kWh
- Der Einfachheit halber wird für die Verwertung von Holzhackschnitzeln (HHS) ausgegangen.
- Das CO₂-Äquivalent wird auf 0,283 kg/kWh festgelegt, da von einem Substitutionsmix im Wärmebereich von
 - 68 % Heizöl (0,302 kg/kWh) und
 - 32 % Erdgas (0,244 kg/kWh) ausgegangen wird.

Unter nachhaltigen Gesichtspunkten können maximal 0,7 Vfm/ha und Jahr zusätzlich geerntet werden. 0,7 Vorratsfestmeter entsprechen ca. 1,75 Schüttraummeter (srm) Holzhackschnitzel. Aus den 269 ha Wirtschaftswald können also theoretisch ca. 470 srm und aus den 1.990 ha Domanialwald theoretisch 3.482 srm Holzhackschnitzel zusätzlich erwirtschaftet werden.

Ein Schüttraummeter besitzt (variierend nach Holzart; bei 30 % Wassergehalt) einen Energiegehalt von 900 kWh, sodass aus den 3.952 srm Holzhackschnitzeln 3.575 MWh Energie zur Verfügung stehen. [78] 3.557 MWh Energie entsprechen ca. 355.680 Liter Heizöl. Diese Menge Heizöl entspricht CO₂-Emissionen in Höhe von ca. 1.007 Tonnen.

Szenarien und Zeiträume

Es besteht kein jährliches Steigerungspotenzial, das heißt, die Mengen bleiben über die Jahre konstant.

Trendszenario (Waldholz): Der Hiebsatz verbleibt bei 9,4Vfm/ha jährlich.

Klimaschutzszenario (Waldholz): Der Hiebsatz wird auf 10,1 Vfm/ha jährlich erhöht.

¹¹ Ein Schüttraummeter (SRM) entspricht einer lose geschütteten Holzmenge von einem Kubikmeter.

Ergebnisse der Potenzialberechnung

Begründet in der nachhaltigen Forstbewirtschaftung besteht im Hinblick auf die Erträge kein jährliches Steigerungspotenzial. Dies bedeutet, dass die Mengen über die Jahre konstant bleiben. Daher können Maßnahmen in diesem Bereich nur einmalig umgesetzt und nicht gesteigert werden.

Tabelle 47: Erträge und Einsparungen durch Waldholz im Trend- und Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

Art	Trendszenario (Waldholz)			Klimaschutzszenario (Waldholz)		
	Heizwert [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]	Heizwert [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]
HHS Stadtwald	0,0	0,0	0	423,0	119,7	42.300
HHS Domanialwald	0,0	0,0	0	3.133,8	886,9	313.380
Summe	0,0	0,0	0	3.556,8	1.006,6	355.680

Das Klimaschutzszenario bringt eine Steigerung der zusätzlich möglichen Energieerzeugung um 3.557 MWh/a sowie eine Einsparung von 355.680 Litern Heizöl und über 1.007 t CO₂ pro Jahr (Tab. 47).

Bei 75 Heiztagen (= 1.800 h) stehen somit fast 2.000 kW Leistung zur Verfügung. Zum Vergleich: ein Einfamilienhaus benötigt, je nach Baujahr und Dämmung, eine Heizleistung von ca. 10-15 kW; eine 150 kW-Heizung wäre ausreichend für eine kleine Schule. Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Heizwerten um theoretische Werte handelt. Die technisch machbaren Werte hängen von der jeweiligen Heizungsanlage ab. Die Energieverbräuche für die Ernte und ggf. Trocknung werden hier nicht berücksichtigt.

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Energiegehalten um theoretische Werte handelt. Die technisch machbaren Werte hängen vom Wirkungsgrad der jeweiligen Heizungsanlage ab.

Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Eine Kurzumtriebsplantage ist eine Anpflanzung schnell wachsender Bäume, z.B. Pappeln, Weiden oder Kiribaum (Paulownia) (Abb. 87) um innerhalb kurzer Umtriebszeiten¹² Holz als Energieholz zu produzieren. [79]

¹² Umtriebszeit = Zeitraum von der Bestandsbegründung bis zur Endnutzung durch Holzeinschlag



Abb. 87: Paulownia-Plantage [80]

Ab diesem Jahr werden Direktzahlungen der EU an die Landwirtschaft an das sogenannte „Greening“ geknüpft. Dies verlangt u.a. die Schaffung von 5 % ökologischer Vorrangflächen auf dem Ackerland, wie zum Beispiel Landschaftselemente, Ackerrand- oder Blühstreifen. Ab 2018 kann der Prozentsatz für die Vorrangflächen nach Überprüfung durch die EU-Kommission auf 7 % steigen; dieser Aspekt wird in der vorliegenden Studie noch nicht berücksichtigt.

Bislang ist ungeklärt, welche Nutzungen als "ökologische Vorrangflächen" gelten werden. Der aktuelle Vorschlag des EU-Rates enthält die Möglichkeit, KUP als Nutzung für eine ökologische Vorrangfläche anzuerkennen.

Die Energiehölzer werden als Stecklinge gepflanzt und je nach Baumart nach 2 bis 3 Jahren Anwachsen alle 2 bis 10 Jahre geerntet. Für die Ernte werden spezielle KUP-Häcksler benötigt. Derzeit ist unklar, ob Greening-Vorrangflächen gedüngt oder mit Pestiziden behandelt werden dürfen. Sollte dies nicht der Fall sein, so kommen Kurzumtriebsplantagen nur auf ausreichend guten Böden in Frage, wo auf die Düngung verzichtet werden kann. Durch den späten Reihenschluss herrscht bei KUP ein starker Unkrautdruck. Dieser kann auf Ausgleichsflächen allerdings durch mechanische Unkrautbekämpfung aufgefangen werden.

Annahmen

Für die verfügbaren Potenziale in Twistetal ergibt sich folgende Betrachtung: Auf dem Gemeindegebiet von Twistetal gab es im Jahre 2010 3.114 ha Ackerland. [34] Fünf Prozent

Greening-Vorrangflächen entsprechen ca. 156 ha. Pappeln werden 3 Jahre nach der Pflanzung durchschnittlich alle fünf Jahre geerntet und bringen Erträge von ca. 12 t Trockenmasse / Hektar und Jahr.¹³

Berechnungsmethodik

Der durchschnittliche Heizwert von Pappeln beträgt 4,1 MWh/t (bei 15% Wassergehalt). Sollten auf den gesamten 156 ha Vorrangfläche Pappeln als KUP angebaut werden, stehen somit fast 7.700 MWh Energie jährlich zur Verfügung. 7.700 MWh Energie entsprechen ca. 770.000 Liter Heizöl. Diese Menge Heizöl entspricht CO₂-Emissionen in Höhe von 2.172 Tonnen.

Szenarien und Zeiträume

Im Folgenden wird als Beispiel die Pappel verwendet.

Trendszenario (KUP): Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 10 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 30 % der Ausgleichsflächen Kurzumtriebsplantagen gepflanzt werden. Die erste Ernte erfolgt 2018.

Klimaschutzszenario (KUP): Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 25 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 50 % der Ausgleichsflächen Kurzumtriebsplantagen gepflanzt werden. Die erste Ernte erfolgt 2018.

Ergebnisse der Potenzialberechnung

Tab. 48 und Abb. 88 zeigen, dass das Klimaschutzszenario gegenüber dem Trendszenario im Jahre 2030 eine Steigerung des Energiegehaltes von 1.535 MWh sowie eine Einsparung von ca. 153.500 Litern Heizöl und ca. 434 t CO₂ bringt.

Tab. 48: Erträge und Einsparungen durch KUP im Trend- und Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

	Trendszenario (KUP)			Klimaschutzszenario (KUP)		
Jahr	Heizwert [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]	Heizwert [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]
2015	0	0,0	0	0	0,0	0
2018	767,5	217,2	76.752	1.918,8	543,0	191.880
2020	1.535,0	434,4	153.504	2.302,6	651,6	230.256
2030	2.302,6	651,6	230.256	3.837,6	1.086,0	383.760

¹³ Im Gegensatz zum Waldholz werden bei Kurzumtriebsplantagen (wie auch weiter unten bei Miscanthus) die Erträge in Tonnen erfasst, da die Ernte direkt als Holzhackschnitzel erfolgt.

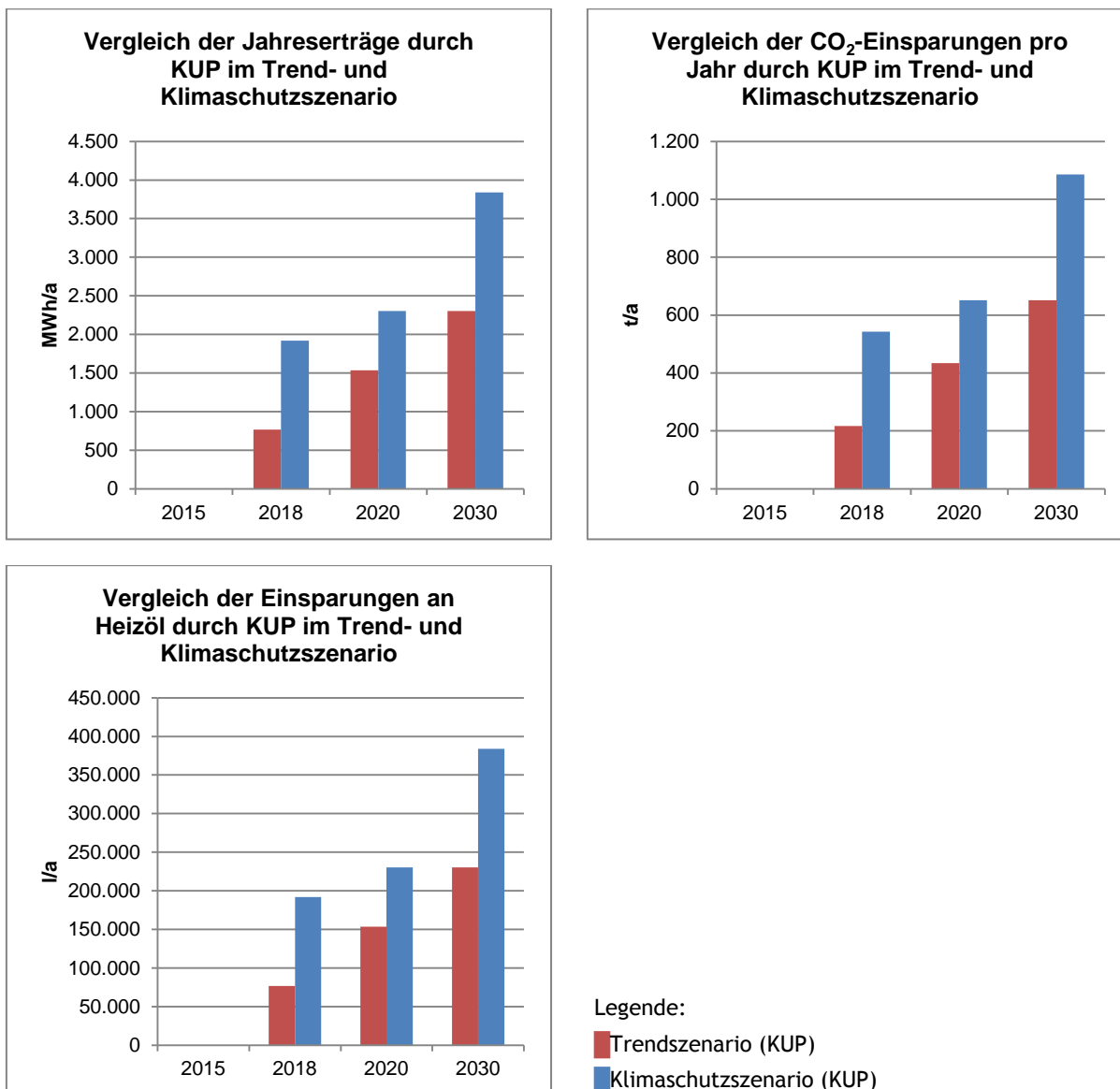


Abb. 88: Erträge und Einsparungen durch KUP im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

Miscanthus

Der schnellwüchsige und mehrjährige Miscanthus - auch Chinaschilf genannt - gehört zur Pflanzenfamilie der Süßgräser und bietet wegen seines hohen Heizwertes und seiner guten Kohlendioxidbilanz gute Voraussetzungen als Brennstoff (Abb. 89).



Abb. 89: Miscanthus-Feld [80]

Miscanthus trocknet im Winter ab und wird im Frühjahr mit einem herkömmlichen Maishäcksler geerntet. Das Hackgut kann zu Briketts und Pellets verarbeitet werden. Durch den geringen Feuchtegehalt muss das Erntegut vor der Verbrennung nicht nachgetrocknet werden. [79] Auf einem Hektar Fläche kann eine Menge Pflanzenmaterial geerntet werden, welches dem Heizöläquivalent von 6.000 - 8.000 Litern Heizöl entspricht. Eine Miscanthusplantage wird erst nach ca. 20 Jahren gerodet.

Wie schon im Absatz „Kurzumtriebsplantagen“ dargestellt ist noch unklar, ob Greening-Vorrangflächen gedüngt oder mit Pestiziden behandelt werden dürfen. Sollte dies nicht der Fall sein, so kommen Miscanthusplantagen nur auf ausreichend guten Böden in Frage, wo auf Herbizidbehandlung und Düngung verzichtet werden kann.

Annahmen

Berechnungsmethodik

Miscanthus wird 2 Jahre nach der Pflanzung jährlich geerntet und bringt einen Ertrag von durchschnittlich 18 t Trockenmasse/ Hektar und Jahr. Der durchschnittliche Heizwert von Miscanthus beträgt 4,1 MWh/t (bei 15 % Wassergehalt). Sollten auf den gesamten 156 ha (siehe oben) Vorrangfläche Miscanthus angebaut werden, stehen somit über 11.500 MWh

Energie jährlich zur Verfügung. 11.500 MWh Energie entsprechen ca. 1.150.000 Liter Heizöl. Diese Menge Heizöl entspricht CO₂-Emissionen in Höhe von 3.258 Tonnen.

Szenarien und Zeiträume

Trendszenario (Miscanthus): Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 10 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 30 % der Ausgleichsflächen Miscanthus angebaut wird. Die erste Ernte erfolgt 2017.

Klimaschutzszenario (Miscanthus): Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 25 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 50 % der Ausgleichsflächen Miscanthus angebaut wird. Die erste Ernte erfolgt 2017.

Ergebnisse der Potenzialberechnung

Das Klimaschutzszenario bringt gegenüber dem Trendszenario im Jahre 2030 eine Steigerung des Heizwertes von über 2.300 MWh, sowie eine Einsparung von über 230.000 Litern Heizöl und 652 t CO₂ jährlich (Tab. 49 und Abb. 90).

Tab. 49: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Trend- und Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]

	Trendszenario (Miscanthus)			Klimaschutzszenario (Miscanthus)		
Jahr	Heizwert [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]	Heizwert [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]
2015	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0
2017	1.151,3	325,8	115.128	2.878,2	814,5	287.820
2020	2.302,6	651,6	230.256	3.453,8	977,4	345.384
2030	3.453,8	977,4	345.384	5.756,4	1.629,1	575.640

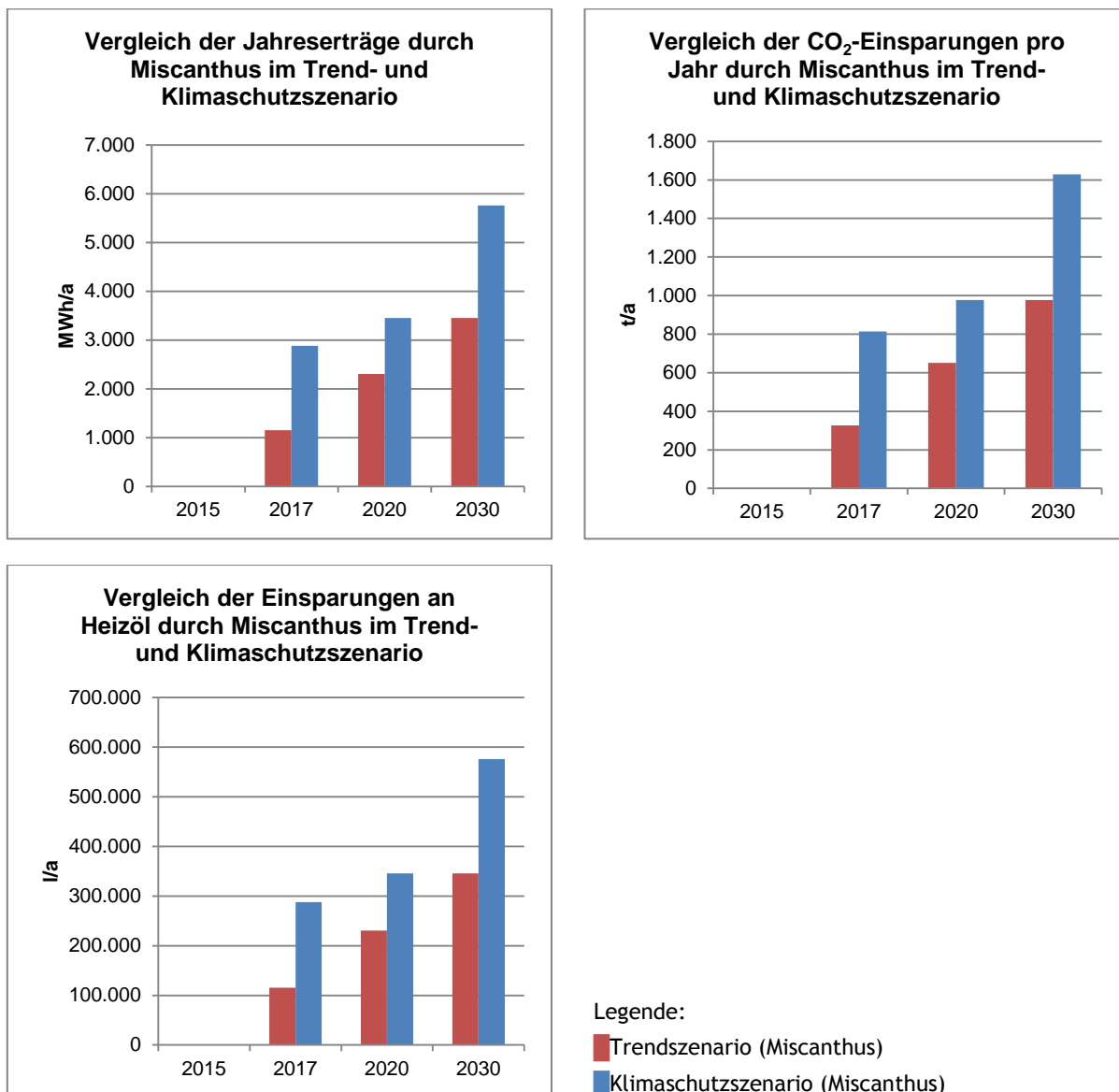


Abb. 90: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

Gesamtauswertung

Die Potenziale zur energetischen Nutzung der verschiedenen Holzsegmente sind für die verschiedenen Zeitperioden (kurz-, mittel- und langfristig) in den folgenden Tabellen und Abbildungen dargestellt. Dabei wird deutlich, dass die gezielte Anpflanzung von Biomasse zur Energieerzeugung einen - je nach Pflanzenart - unterschiedlichen Vorlauf benötigt. Perspektivisch übersteigt die Energiegewinnung aus den zusätzlich angepflanzten Flächen die Summe der Menge aus der Forstwirtschaft.

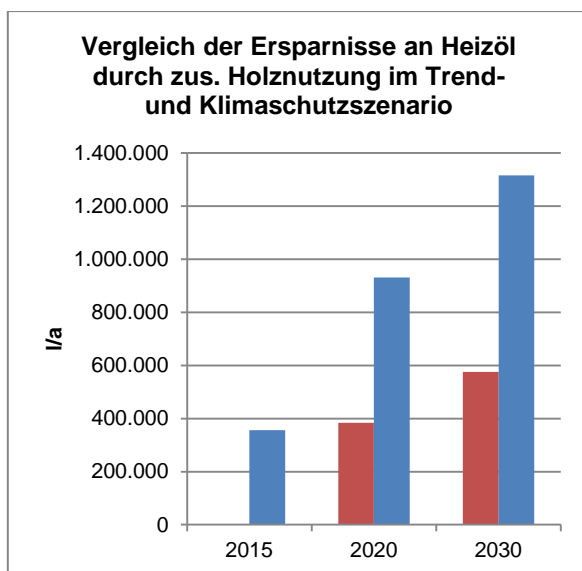
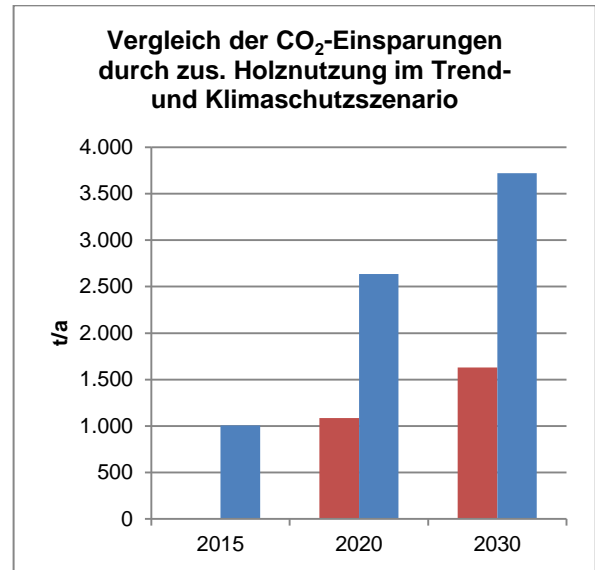
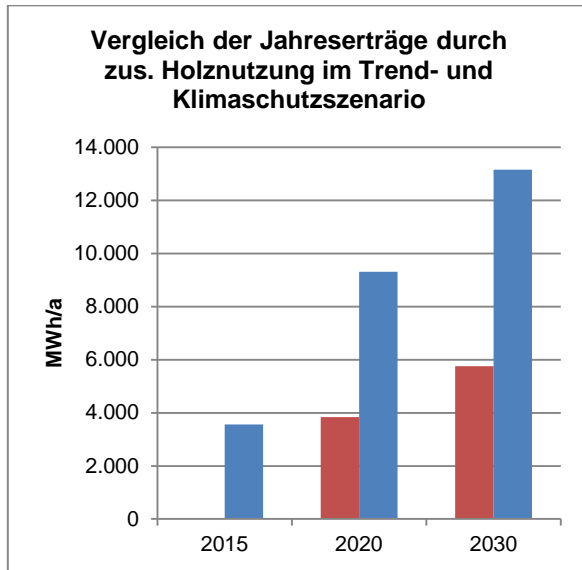
Insgesamt können unter den gegebenen Annahmen beim wenig anspruchsvollen Trendszenario 2020 rund 3.838 MWh, bzw. in 2030 ca. 5.756 MWh, zusätzliche Energie pro Jahr aus holzartiger Biomasse zur Verfügung stehen (Tab. 50). Nutzt man die Potenziale gemäß dem Klimaschutzscenario (Tab. 51) dann können es deutlich mehr, nämlich 9.313 MWh in 2020, bzw. 13.151 MWh im Jahr 2030, sein. Bei Ausnutzung der Potenziale aller Segmente (Klimaschutzscenario) können 2020 rund 931.320 l Heizöläquivalent eingespart werden, 2030 sogar fast 1.315.080 l. Dies entspricht bei heutigen Marktpreisen (80 €/100 l) schon einem Marktwert von über 1 Millionen Euro pro Jahr. Geht man von steigenden Preisen aus, dann wird die Ersparnis noch sehr viel höher sein. Diese Summe fließt bei Bezug von Heizöl und Erdgas zum größten Teil aus der Region. Gleichzeitig wird das Klima nennenswert entlastet durch eine CO₂-Minderung von 3.722 t pro Jahr.

Tab. 50: Gesamterträge und -einsparungen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Trendszenario (Energie aus holzartiger Biomasse)				
	Holzart / Jahr	2015	2020	2030
Energie-ertrag [MWh/a]	Waldholz	0,0	0,0	0,0
	KUP	0,0	1.535,0	2.302,6
	Miscanthus	0,0	2.302,6	3.453,8
	Summe	0,0	3.837,6	5.756,4
CO ₂ -Einsparung [t/a]	Waldholz	0,0	0,0	0,0
	KUP	0,0	434,4	651,6
	Miscanthus	0,0	651,6	977,4
	Summe	0,0	1.086,0	1.629,0
Ersparnis an Heizöl [l/a]	Waldholz	0	0	0
	KUP	0	153.504	230.256
	Miscanthus	0	230.256	345.384
	Summe	0	383.760	575.640

Tab. 51: Gesamterträge und -einsparungen im Klimaschutzscenario [Eigene Berechnungen]

Klimaschutzscenario (Energie aus holzartiger Biomasse)				
	Holzart / Jahr	2015	2020	2030
Energie-ertrag [MWh/a]	Waldholz	3.556,8	3.556,8	3.556,8
	KUP	0,0	2.302,6	3.837,6
	Miscanthus	0,0	3.453,8	5.756,4
	Summe	3.556,8	9.313,2	13.150,8
CO ₂ -Einsparung [t/a]	Waldholz	1.006,6	1.006,6	1.006,6
	KUP	0,0	651,6	1.086,0
	Miscanthus	0,0	977,4	1.629,1
	Summe	1.006,6	2.635,6	3.721,7
Ersparnis an Heizöl [l/a]	Waldholz	355.680	355.680	355.680
	KUP	0	230.256	383.760
	Miscanthus	0	345.384	575.640
	Summe	355.680	931.320	1.315.080



Legende:

■ Trendszenario (Holznutzung insgesamt)

■ Klimaschutzscenario (Holznutzung insgesamt)

Abb. 91: Erträge und Ersparnisse bei zusätzlicher Holznutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnung]

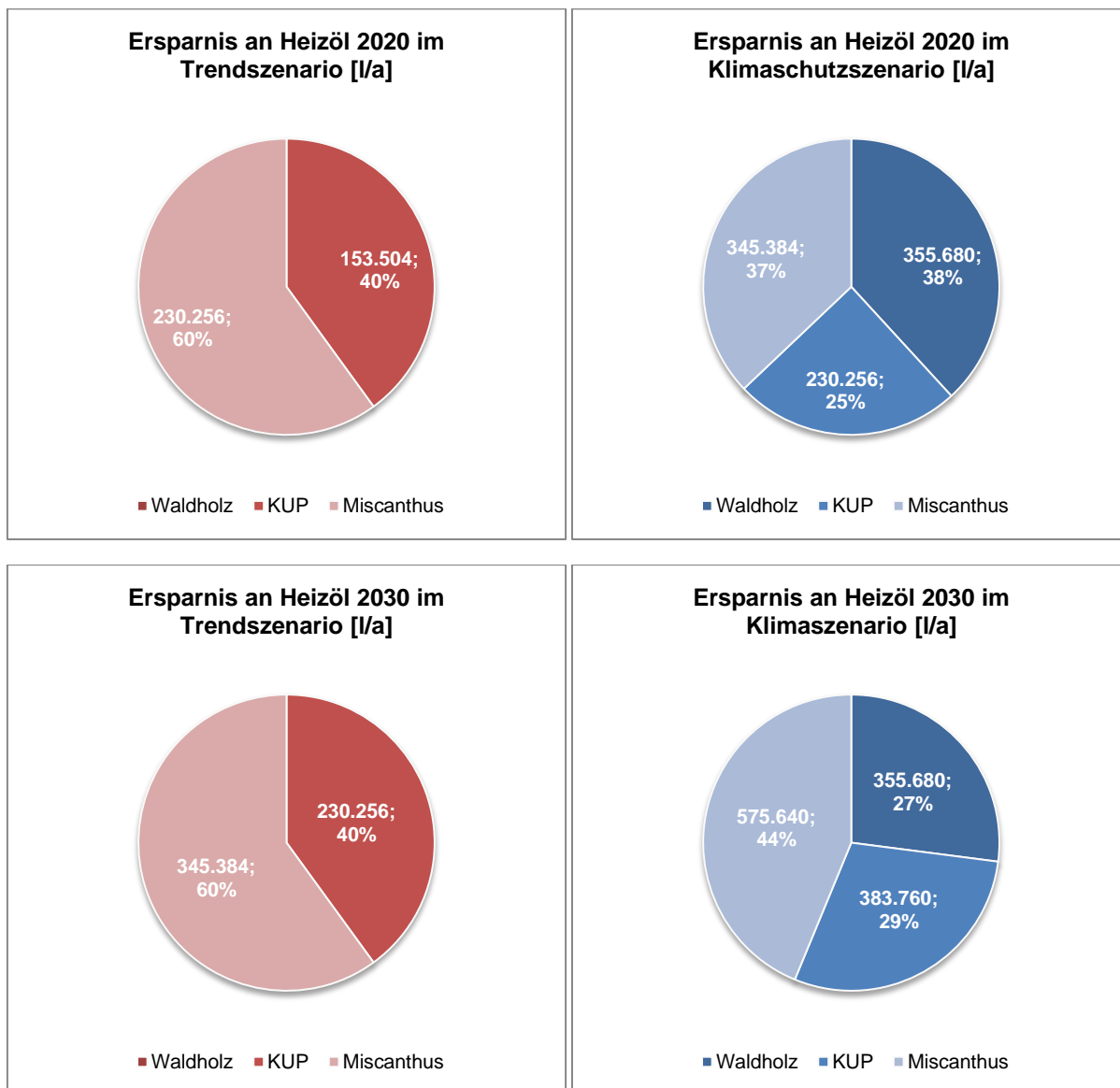


Abb. 92: Einsparung von Heizöläquivalenten durch die zusätzliche Nutzung von Holz [Eigene Berechnung]

Eine Ermittlung der Mengen, die heute aus der Forstwirtschaft für energetische Zwecke vermarktet, bzw. genutzt werden, konnten nicht ermittelt werden. Es ist aber anzunehmen, dass auch heute schon je nach Marktpreis - ein großer Teil der Holzbestände für Energiezwecke genutzt werden. Um ein umfassendes Bild zeichnen zu können müsste dieser Anteil den Zubauraten zugerechnet werden, da sie auch heute schon jährlich zu einem Energieertrag und zu einer Umweltentlastung beitragen. Daher beziehen sich die hier gemachten Angaben und Berechnungen nur auf die zusätzlich zur heutigen Nutzung erreichbaren Effekte.

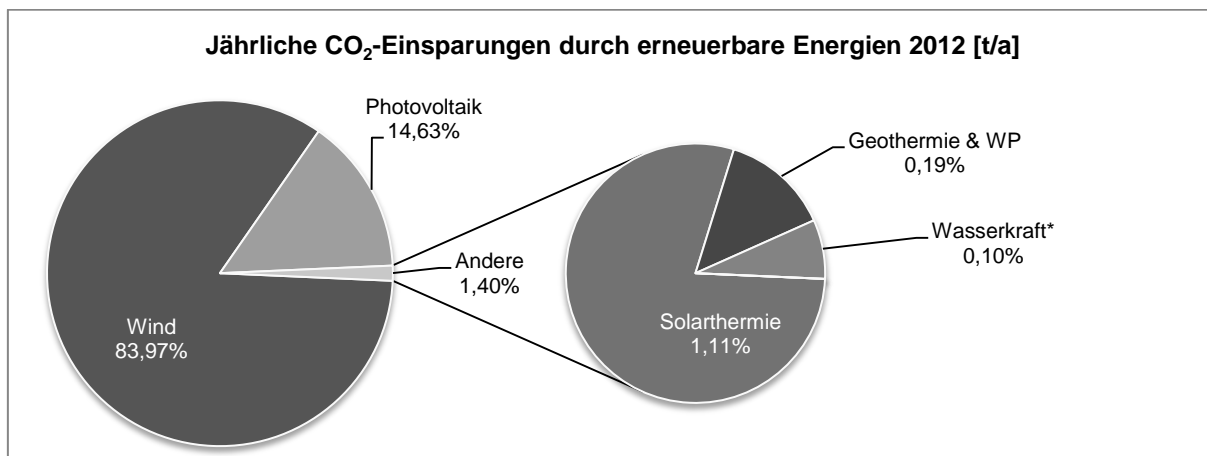
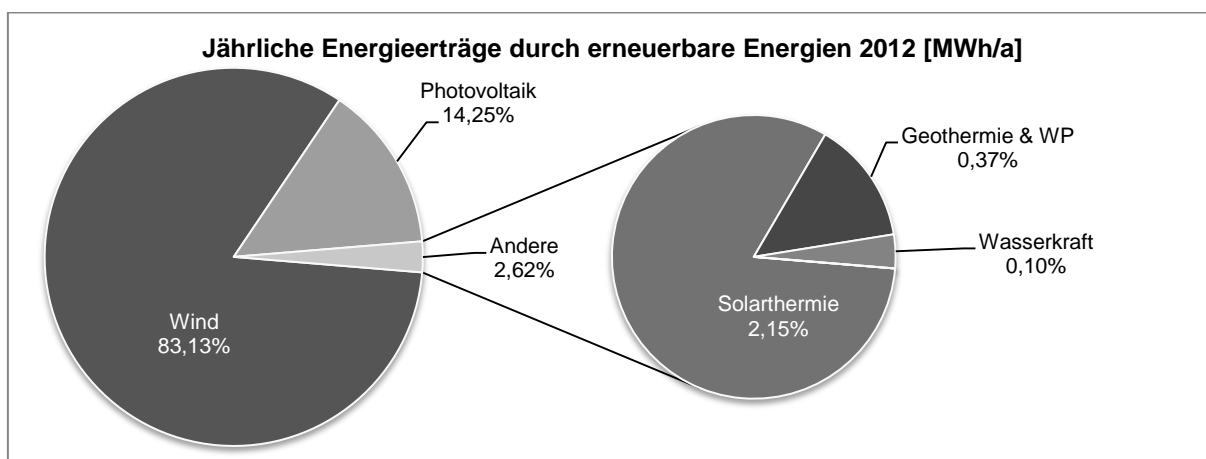
Handlungsoptionen holzartige Biomasse

Die Potenziale in den verschiedenen Holzsegmenten fallen auf Grund der spezifischen biologischen Rahmenbedingungen zu unterschiedlichen Zeiten an, manche lassen sich dann auch nicht beliebig steigern. Zur Nutzbarmachung der skizzierten Potenziale tragen daher auch sehr verschiedenartige Handlungsoptionen bei:

- h1** **Laufende Beobachtung der Vermarktung des Holzes** aus dem Gemeindewald und aus privaten Flächen, um bei veränderten marktwirtschaftlichen Bedingungen (z.B. hohe Preise für Energieholz bei steigenden Energiepreisen) schnell die Vermarktung umschichten zu können.
- h2** Auf entsprechend ausgewiesenen Flächen (Greening u.a.) können **Kurzumtriebsplantagen (KUP)** entstehen. Schnellwachsende Feldgehölze, wie Pappeln, Weiden, um die nachhaltige Verfügbarkeit des Rohstoffes Holz zu sichern. Dieses Potenzial sollte offensiv erschlossen werden.
- h3** **Anbau von Miscanthus auf entsprechend ausgewiesenen Flächen** (Greening u.a.). Dies sollte in Kooperation zwischen verschiedenen Landwirten erfolgen, weil dann die Bewirtschaftung, Beerntung, Nutzung der Erntemaschinen und die Vermarktung effizienter zu gestalten sind (auch in Zusammenhang mit h4)
- h4** Es sollte ein **Lohnunternehmer** gefunden werden, **der die Ernte von Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus mit einem speziellen KUP-Häcksler anbietet** und ggf. auch die Holzhackschnitzel vermarktet.
- h5** **Information über die ökologisch einwandfreie Nutzung von Holz** als Energieträger in der Haustechnik, insbesondere auch hinsichtlich ökologisch optimierter Einsatzmöglichkeiten, z.B. auch Holzvergaser im Kleinleistungsbereich. Schaffung einer entsprechenden Informationsbasis für den wirtschaftlich sinnvollen Einsatz.
- h6** **Gründung eines Expertenforums "Nutzung verschiedener holzartiger Biomasse"** im Zusammenhang mit dem Betrieb des Schredderplatzes. Auf Initiative der Kommune sollte eine Expertenrunde gegründet werden, in der die Nutzung verschiedener holzartiger Biomasse thematisiert wird.
- h7** **Aufbau eines Holzverwertungs- und Informationszentrums**, bspw. als Erweiterung des Schredderplatzes - alternativ an einem anderen geeigneten Ort, in Zusammenhang mit Handlungsoption **h6**. Von einem Informationszentrum aus können Vermarktungskampagnen initiiert werden. Dies kann sehr gut in interkommunaler Kooperation und zusammen mit Herstellern und Marktpartnern erfolgen.
- h8** **Mögliche Standorte für Holzhackschnitzelheizungen**, Holzvergaseranlagen mit KWK für große Einzelobjekte oder für Nahwärmenetze identifizieren und eine Ausbaustrategie erarbeiten.
- h9** **Etablierung eines jährlichen Dialoges „Nordwaldecker Holztag“** auf Nordwaldeck Ebene zwischen dem Domanium, den Kommunen und der Forstverwaltung sowie einschlägigen Experten, um innovative Projekte zur Anwendung von holzartiger Biomasse (alle Segmente) mit Demonstrationscharakter zu realisieren.

5.4.8 Gesamtbetrachtung der Potenziale zum Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien

Im Jahr 2012 wurden in Twistetal etwa 27.094 MWh Energie durch regenerative Energiequellen erzeugt. Dadurch konnten rund 14.893 t CO₂ eingespart werden. Die energetische Nutzung von Holz konnte wegen fehlender Daten hier nicht berücksichtigt werden. Ein Anteil von 681,9 MWh, gut 2,5 %, ist Wärmeenergie, bei dem Rest handelt es sich um Stromerzeugung. Windenergie leistet mit über 83 % an der Gesamtenergieerzeugung den größten Beitrag.



* Bei Wasserkraft wird keine Szenarienunterscheidung vorgenommen - sie werden dem Klimaschutzszenario zugeordnet; Potenziale erst zu 2020 nutzbar.

Abb. 93: Energieerträge und CO₂-Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Twistetal 2012 [Eigene Berechnungen]

Trendszenario

Für alle erneuerbaren Energien zusammen können bereits beim Trendszenario, also ohne besondere Anstrengungen, im Jahr 2020 fast 12.000 MWh/a Energie zusätzlich erzeugt und etwa 4.885 t/a CO₂ eingespart werden - jedes Jahr. Gemessen am heutigen Bestand wird sich der Energieertrag noch einmal um gut 42 % erhöhen, fast ein Drittel CO₂ wird dadurch mehr eingespart. 2030 könnte fast 64 % Energie mehr regenerativ erzeugt werden; gut 47 % mehr CO₂ wird so eingespart (Tab. 52).

Tab. 52: Erträge und CO₂-Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]
2015	1.481,0	654,0
2020	11.496,2	4.885,1
2030	17.337,2	7.034,5

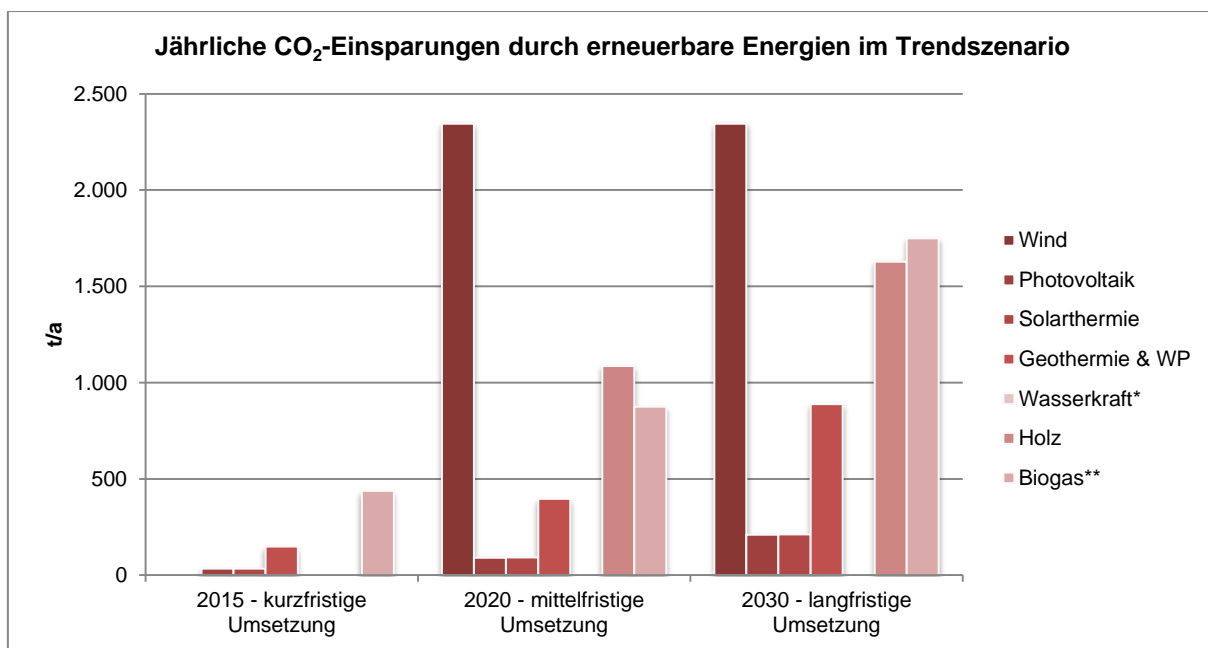
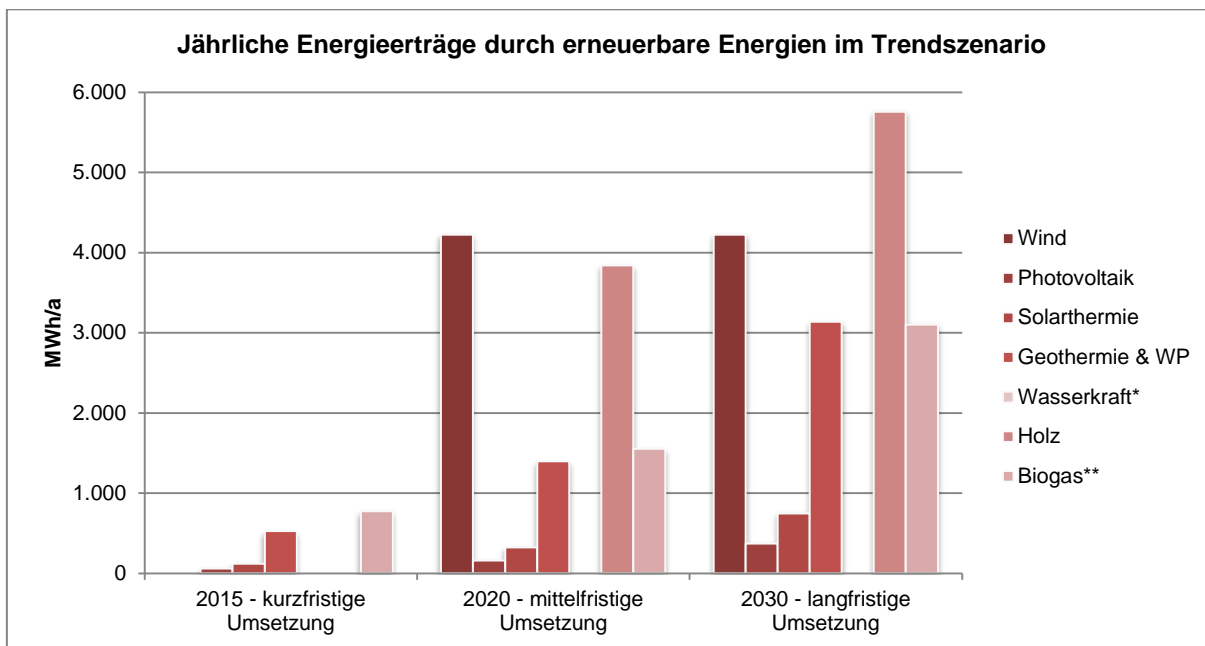
Tab. 53 und Abb. 94 zeigen den prozentualen Anteil am gesamten Energieertrag (und an den CO₂-Einsparungen) im jeweiligen Jahr. In den kommenden Jahren sollen Repowering-Maßnahmen bei verschiedenen Windenergieanlagen vorgenommen werden. Diese werden 2015 noch nicht abgeschlossen sein. Für die Zeiträume 2020 und 2030 sind dann die Mehrwerte dargestellt. 2020 macht die Windenergie so mit einem Schlag über ein Drittel der Gesamtpotenziale aus. Zehn Jahre später hat sich dieser Anteil wieder auf unter 25 % reduziert, bedingt durch das ‚Aufholen‘ der anderen Energieformen - insbesondere der energetischen Holznutzung. Bei den Energieformen Geothermie und Biogas wird das hohe Potenzial anhand der möglichen Erträge in den nächsten Jahren deutlich. Beide können (2030) einen Anteil von rund 18 % an der Energieerzeugung ausmachen.

Tab. 53: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO₂-Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

	Energieträger	2015	2020	2030
Ertrag	Wind	0,0	36,7	24,4
	Photovoltaik	4,0	1,4	2,2
	Solarthermie	8,1	2,8	4,3
	Geothermie & WP	35,5	12,2	18,1
	Wasserkraft*	0,0	0,0	0,0
	Holz	0,0	33,4	33,2
	Biogas**	52,4	13,5	17,9
CO ₂ -Einsparung	Wind	0,0	48,0	33,3
	Photovoltaik	5,1	1,9	3,0
	Solarthermie	5,2	1,9	3,0
	Geothermie & WP	22,8	8,1	12,6
	Wasserkraft*	0,0	0,0	0,0
	Holz	0,0	22,2	23,2
	Biogas**	66,9	17,9	24,9

* Bei Wasserkraft wird keine Szenarienunterscheidung vorgenommen - sie werden dem Klimaschutzszenario zugeordnet; Potenziale erst zu 2020 nutzbar.

** Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.



* Bei Wasserkraft wird keine Szenarienunterscheidung vorgenommen - sie werden dem Klimaschutzszenario zugeordnet; Potenziale erst zu 2020 nutzbar.

** Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

Abb. 94: Energieerträge und CO₂-Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Trendszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]

Klimaschutzszenario

Legt man die Annahmen des Klimaschutzszenarios zugrunde, wird sich der Beitrag erneuerbarer Energien in der Gemeinde Twistetal in den nächsten Jahren rasant entwickeln. Schon

2015 könnten fast 7.000 MWh Energie jährlich ‚neu‘ erzeugt werden. Das spart fast 2.560 t/a CO₂. Im Jahr 2020 würde noch einmal so viel Energie erzeugt und CO₂ eingespart wie heute (Tab. 54).

Tab. 54: Energieerträge und CO₂-Einsparungen im Klimaschutzszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO ₂ -Einsparung pro Jahr [t/a]
2015	6.996,8	2.567,2
2020	30.718,3	13.576,8
2030	41.166,4	17.120,6

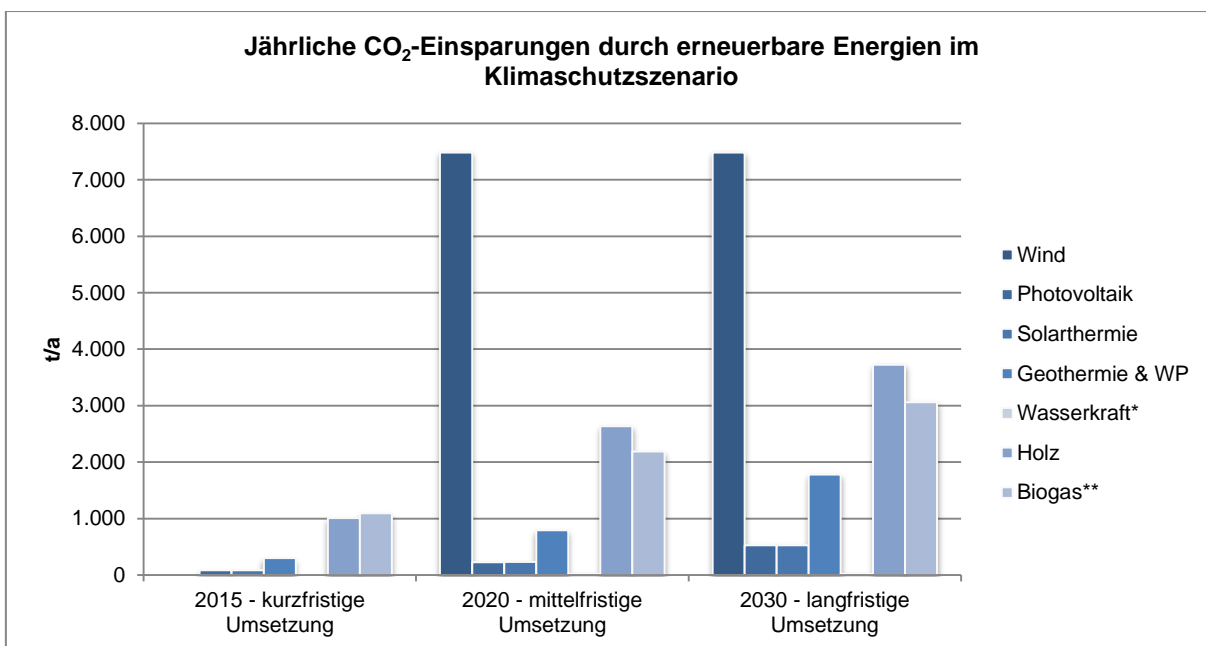
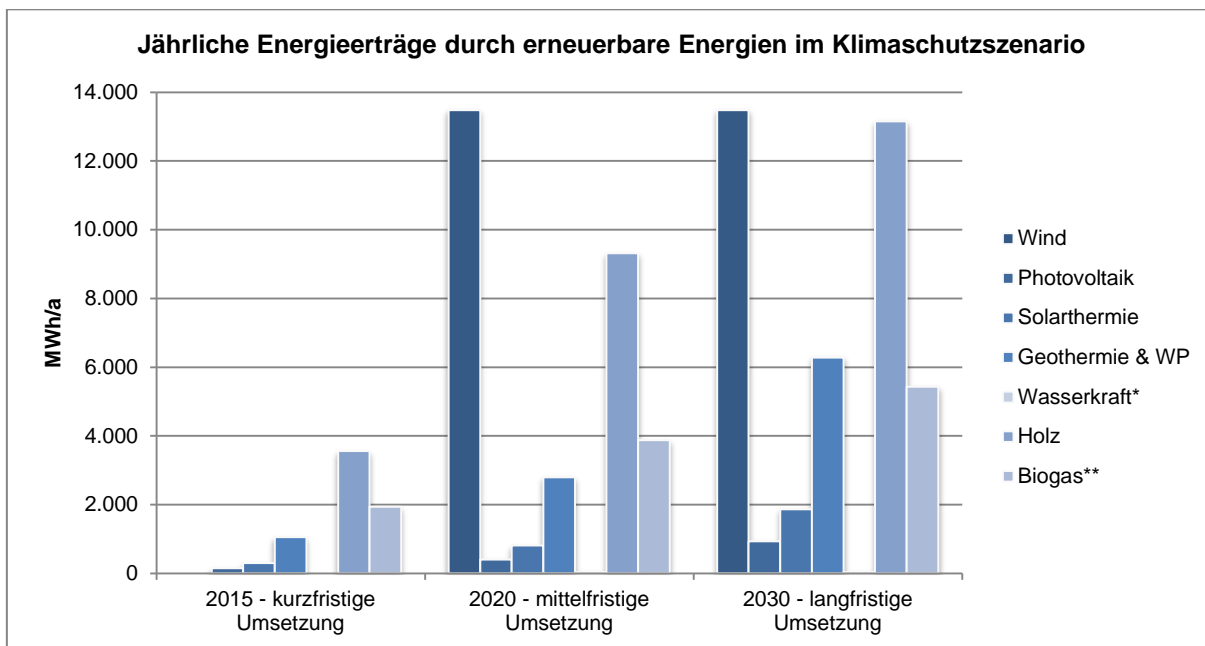
Auch hier zeigt sich der starke Einfluss der Windenergie. 2020 könnte sie fast 44 % aller regenerativen Energien ausmachen. Holz ist der zweitstärkste Energieträger. Etwa 30 % der gesamt erzeugten Energie stammt aus dieser Quelle, trotz ausgewogener und nachhaltiger Forstwirtschaft. Auch die in Twistetal bisher wenig beachtete Biogasnutzung weist ein hohes Potenzial von ca. 12 bis 13 % auf. Der Anteil geothermisch erzeugter Energie liegt bei gut 9 %, wird sich aber innerhalb von 10 Jahren signifikant auf über 15 % steigern. Der Ausbau der PV-Nutzung spielt - wegen des schon hohen Anlagenbestands - in den kommenden Jahren eher eine untergeordnete Rolle bezogen auf das Gesamtpotenzial der regenerativen Energieformen. Die Solarthermienutzung stellt einen Anteil von ca. 4 % am Ausbaupotenzial. Wegen der geringen Anzahl an Bestandsanlagen kann hier in den nächsten Jahren eine kontinuierliche Zunahme erfolgen (Tab. 55 und Abb. 95).

Tab. 55: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO₂-Einsparungen im Klimaschutzszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

	Energieträger	2015	2020	2030
Ertrag	Wind	0,0	43,9	32,7
	Photovoltaik	2,1	1,3	2,3
	Solarthermie	4,3	2,6	4,5
	Geothermie & WP	15,0	9,1	15,2
	Wasserkraft*	0,0	0,1	0,1
	Holz	50,8	30,3	31,9
	Biogas**	27,7	12,6	13,2
CO ₂ -Einsparung	Wind	0,0	55,1	43,7
	Photovoltaik	3,3	1,7	3,1
	Solarthermie	3,3	1,7	3,1
	Geothermie & WP	11,6	5,8	10,4
	Wasserkraft*	0,0	0,2	0,1
	Holz	39,2	19,4	21,7
	Biogas**	42,6	16,1	17,9

* Bei Wasserkraft wird keine Szenarienunterscheidung vorgenommen - sie werden dem Klimaschutzszenario zugeordnet; Potenziale erst zu 2020 nutzbar.

** Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.



* Bei Wasserkraft wird keine Szenarienunterscheidung vorgenommen - sie werden dem Klimaschutzszenario zugeordnet; Potentiale erst zu 2020 nutzbar.

** Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

Abb. 95: Energieerträge und CO₂-Einsparungen durch regenerative Energiequellen im Klimaschutzszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich zeigt die enormen Unterschiede zwischen Trend- und Klimaschutzszenario. Eine gezielte Klimaschutzpolitik zeigt Wirkung: 2030 könnten durch langfristig angelegte Maßnahmen doppelt so viel CO₂ eingespart werden, wie es ohne Konzentration

auf diesen Themenbereich der Fall wäre (Abb. 96).

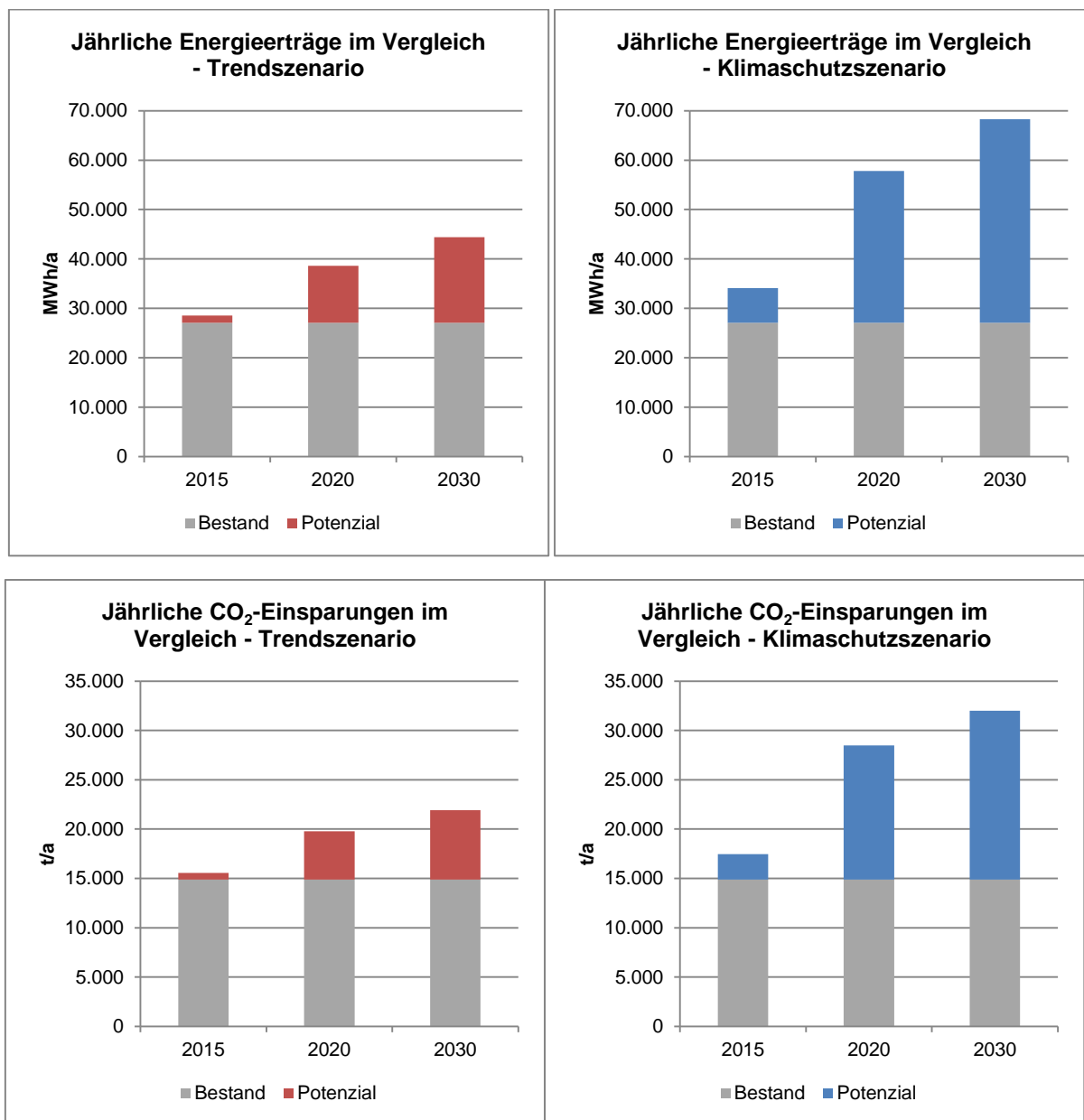


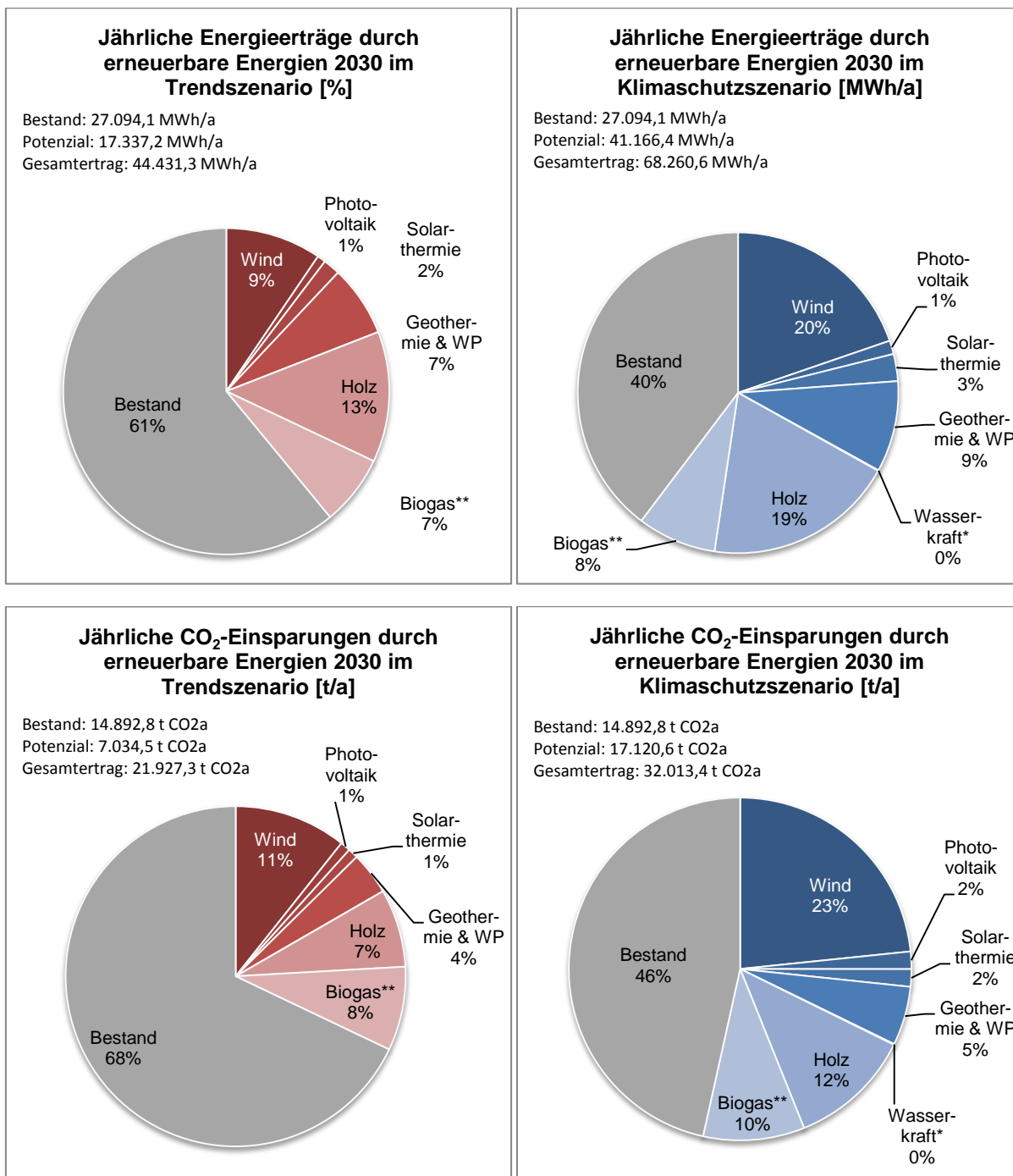
Abb. 96: Energieerträge und CO₂-Einsparungen im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

In der Abb. 97 sind die Anteile an Energieerträgen und CO₂-Ersparnissen für die beiden Szenarien samt heutigem Bestand im Jahr 2030 dargestellt. Holz- und Windenergie sind in beiden Szenarien die meist genutzten Energieformen, gefolgt von Biogas und Geothermie.

Zu beachten ist aber, dass sich durch die Windenergie und Biogasnutzung etwa doppelt so viel CO₂ einsparen lässt als durch Geothermie oder Solarthermie. Das hängt im Wesentlichen mit der Energieart zusammen, denn mit der regenerativen Stromerzeugung wird ein Ener-

giemix mit höherer CO₂-Belastung pro erzeugter kWh substituiert (0,564 g/kWh), als mit Wärmeenergie (0,283 g/kWh).

Bezogen auf den gesamten regenerativen Energiemix in Twistetal (Bestand + Potenzial) sind im Trendszenario 2030 etwa 17 % der neu gewonnenen Energie Strom, im Klimaschutzszenario sind es 29 %. Werden nur die Ausbaupotenziale (2030) betrachtet, ist die Erzeugung von Strom und Wärmeenergie relativ gleich verteilt: Im Trendszenario beträgt der Anteil der Wärmeenergiepotenziale 55,6 %, im Klimaschutzszenario 51,7 %.



* Bei Wasserkraft wird keine Szenarienunterscheidung vorgenommen - sie werden dem Klimaschutzszenario zugeordnet; Potenziale erst zu 2020 nutzbar.

** Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

Abb. 97: Anteil an Energieerträgen und CO₂-Einsparungen im Szenarienvergleich für das Jahr 2030 [Eigene Berechnungen]

Insgesamt bieten sich also mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien auch bei realistischen Ausbauszenarien gute Möglichkeiten einen nennenswerten Beitrag zur Energiebedarfsdeckung zu leisten. Im Jahr 2012 belief sich der Endenergieverbrauch mit Vorkette in Twistetal auf 141,82 GWh/a mit einem verursachten CO₂-Ausstoß von 30.845 t/a. Gemessen daran sind die erzielbaren Energieerträge mit 68,26 GWh/a (Bestand + Klimaschutzszenario) und eingesparten 32.013 t/a im Jahr 2030 beachtlich.

Es existieren zudem folgende weitere Einflussfaktoren, die eine Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien in der Gemeinde Twistetal unterstützen:

- Die Reduzierung des Endenergieverbrauchs durch Einsparung und Effizienzsteigerung in allen Anwendungsbereichen, die
- rationelle Energieumwandlung der eingesetzten Primärenergie und regenerative Energien, wo möglich durch Kraft-Wärme-Kopplung und den
- sorgsamem Umgang der erzeugten erneuerbaren Energien durch höchste Effizienzstandards im Wärme- und Strombereich.

Dadurch lässt sich bei gleichbleibender Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien-Anlagen deren Anteil am Gesamtenergieverbrauch erhöhen.

5.5 Handlungsfeld: Potentiale im Entsorgungssektor (r)

Im Entsorgungsbereich hat die Gemeinde Twistetal nur einen begrenzten direkten Handlungsspielraum, weil die Abfallentsorgung des Landkreises Waldeck-Frankenberg für den gesamten Siedlungsabfall zuständig ist. Wenn auch hier keine direkte Einflussnahme möglich ist, so kann die Gemeinde sehr wohl über die Gremien des Kreises oder verstärkt in Kooperation mit anderen Gemeinden Verbesserungsmöglichkeiten einfordern oder eine Erhöhung des Nutzungsgrades von anfallenden Reststoffen initiieren. Grundlage hierzu ist eine höchstmögliche Transparenz der Verwertungswege.

Im Bereich der Abwasserreinigung kann sie alle Aktivitäten auch in Kooperation mit Firmen, Landwirten oder gewerblichen Entsorgern in Angriff nehmen, die die Effizienz erhöhen oder die Eigenverwertung von Reststoffen zum Ziel haben.

Vor dem Hintergrund der eingeschränkten Handlungsmöglichkeiten werden hier die betrachteten Handlungsoptionen auf zwei Bereiche fokussiert: die Reduzierung des Stromverbrauches und evtl. Eigenerzeugung von Strom auf der Kläranlage, um die Kommune und damit die Bürger von hohen Abgaben zu entlasten und die verstärkte Nutzung von biogenen Reststoffen.

Energieeffizienzverbesserung in der Kläranlage

Kläranlagen haben einen vergleichsweise hohen Stromverbrauch, der auch von der Größe und der Prozesstechnik abhängt. Zwar werden für die Abwasserreinigung im Durchschnitt weniger als 4 % des jährlichen Stromverbrauchs eines Haushaltes aufgewendet [81], aber für eine Kommune ist die Abwasserreinigung oft der größte Stromverbraucher. In der Gemeinde Twistetal wurden 2012 ca. 340.000 kWh Strom für die Abwasserreinigung aufgewendet, dies sind 37,7 kWh/(EW*a). Damit liegt die Gemeinde Twistetal etwas über dem durchschnittlichen spezifischen Stromverbrauch aller Kläranlagen 2012 von 34,3 kWh pro Einwohner und Jahr.

Ziel sollte es sein, ein möglichst gutes Reinigungsniveau bei geringerem Energieaufwand zu erreichen. Die Kläranlagen werden in Größenklassen eingeteilt. Die Kläranlage Twistetal gehört mit 9.000 EW in die GK 3. Außerdem unterscheiden sie sich nach der Prozesstechnik.

Tab. 56: Spezifischer Stromverbrauch der Kläranlagen (Medianwerte) nach Reinigungsverfahren und Größenklassen (GK) in kWh/(EW*a) - (in Klammern: Anzahl der Anlagen) [81]

	BF	BS	SBR	TK	A	AB	PF
	spezifischer Stromverbrauch in kWh/(EW*a) (Anzahl der Anlagen)						
GK1		65,2 (184)	92,8 (45)	53,2 (65)	23,8 (45)	41,5 (44)	19,1 (26)
GK2		44,2 (476)	44,4 (46)	22,7 (119)		35,6 (123)	
GK3	37,9 (37)	39,4 (269)	50,2 (19)	24,7 (28)			
GK4	33,8 (509)	36,2 (345)	35,2 (27)	26,5 (15)			
GK5	31,9 (114)						

In der Tabelle sind nur einstufige Anlagen berücksichtigt, bei denen eine eindeutige Zuordnung zu folgenden Reinigungsverfahren möglich war: Belebungsverfahren mit anaerober Schlammstabilisierung (BF), Belebungsverfahren mit aerober Schlammstabilisierung (BS), Belebungsanlage mit Aufstauetrieb (SBR), Tropfkörperanlagen (TK), Abwasserteiche unbelüftet (A), Abwasserteiche belüftet (AB), Pflanzenkläranlagen (PF).

Insgesamt standen von 3.219 Anlagen vollständige Datensätze zur Verfügung, bei denen aufgrund der Angaben eine eindeutige Zuordnung zu einem der o. a. Verfahren möglich war.

Hier besteht der wesentliche Unterschied in der aeroben oder anaeroben Schlammstabilisierung. Bei der aeroben Schlammstabilisierung ist der Stromverbrauch höher, bei der anaeroben Schlammstabilisierung ist der Stromverbrauch für Belüftung geringer. Zwar besteht auch ein Wärmebedarf, allerdings kann durch die Möglichkeit der Faulgasgewinnung der Eigenbedarf zu einem großen Teil selbst gedeckt werden.

Die Streuung der Stromverbräuche ist groß, aber es ist auch ersichtlich, dass immerhin 30 % der Anlagen in der mit der Gemeinde Twistetal vergleichbaren Größenklasse (GK) nur Stromverbräuche von < 30 kWh/(EW*a) aufweisen (Abb. 98).

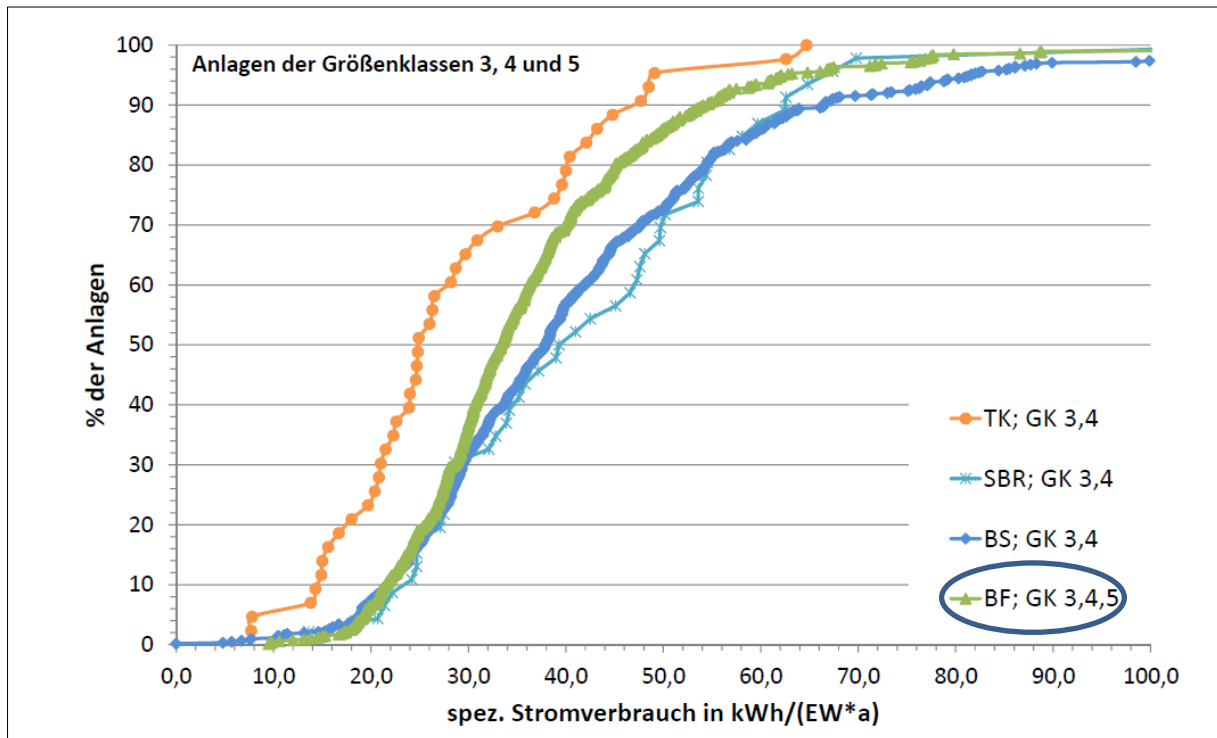


Abb. 98: Spezifischer Stromverbrauch in Abhängigkeit vom Reinigungsverfahren für Anlagen der Kläranlagen-Größenklassen 3,4 und 5 (> 5.000 EW) [81]

Die größten Verbraucher auf der Kläranlage sind die Gebläse für die Belüftung der Belebungsbecken für den aeroben Abbau (ca. 50 %), die Motoren für die Rührwerke und die Pumpen für die Beförderung des Materials sowie die Klärschlammbehandlung. [82]

Es gibt Möglichkeiten der Energieeinsparung, z.B. durch eine effizientere Belüftung, verbesserte Steuerung der Aggregate und den Einsatz von Motoren und Pumpen der besten Effizienzkategorie. Einsparungen von ca. 20 % sind hierdurch meist realisierbar.

Daneben gibt es je nach baulicher Situation die Möglichkeit, die Belüftung energetisch effizienter über Tropfkörper vorzunehmen, Wärme aus dem Abwasserstrom zurückzugewinnen oder eine solare Klärschlamm Trocknung einzuführen. Letzteres könnte auch im Verbund für mehrere Kommunen umgesetzt werden. Eine weitergehende energetische Verwertung besteht dann auch noch in der Gärrestverwertung über Biopellets.

Es kann noch weiteres Potenzial zur Effizienzverbesserung in der Kläranlage bestehen. Dies lässt sich aber nur anhand einer genaueren Analyse feststellen. In jedem Fall sollte der Stromverbrauch der wichtigsten Verbraucher in regelmäßigen Abständen für ein kontinuierliches Energiecontrolling erfasst und bewertet werden.

Das Land Hessen fördert den Energiecheck für kommunale Kläranlagen mit 75 % der Kosten, wenn er von einschlägigen Fachleuten durchgeführt wird. [82, 83] Werden in der Analyse Sofortmaßnahmen mit einem sehr guten Kosten-Nutzen-Verhältnis ($< 0,3$) vorgeschlagen, sind diese innerhalb von 2 Jahren umzusetzen.

Nach Ausschöpfung der Effizienzpotenziale bietet eine Kläranlage an sich auch die Option, selbst den benötigten Strom zu erzeugen. Die wichtigste Möglichkeit ist die Faulgasnutzung für den Betrieb eines Blockheizkraftwerkes, allerdings müsste hierfür in der Kläranlage Twistetal die Prozesstechnik auf anaerobe Schlammstabilisierung umgestellt werden. Auch dann müssten voraussichtlich weitere Substrate für die Co-Vergärung von extern eingebunden werden, wofür nach § 55, Abs. 3 WHG durch ökobilanzielle Beurteilung nachzuweisen ist, dass der Prozess der Reinigung nicht gestört und die Co-Vergärung die umweltgerechteste Entsorgungsvariante ist.

Weiterhin können im Abwasserstrom bei nutzbarem Gefälle (ca. > 3 m) kleine Wasserkraftturbinen zur Stromerzeugung eingesetzt werden.

Die Installation von Photovoltaik-Anlagen auf den Gebäuden zur solaren Deckung des Eigenbedarfs und Einspeisung von Überschussstrom in das Stromnetz ist eine Variante, die sich gegenwärtig in der Umsetzungsplanung befindet. Da die Gemeinde selbst nicht der Investor der Anlage sein wird, hängt die Wirtschaftlichkeit für die Gemeinde sehr von der vertraglichen Gestaltung zwischen den Partnern und den zukünftigen Rahmenbedingungen der EEG Förderung ab.

Nutzung biogener Reststoffe

Wie bereits unter Kapitel 3.8.3 dargelegt, hat die Gemeinde Twistetal gegenwärtig nur geringe Möglichkeiten dieses Thema aktiv aufzugreifen, weil zumindest die Abfallentsorgung der Siedlungsabfälle auf Kreisebene organisiert ist. Allerdings macht das Beispiel der ortsansässigen Firma Wurst Wilke und die Wertschöpfungskette der Entsorgung der dortigen Bioabfälle deutlich, dass hier wertvolle Ressourcen aus der Region abfließen und an anderer Stelle positive Effekte bewirken. Diese Tatsache belegt, dass biogene Abfälle eine wichtige Ressource in der Region sind, die auch ökonomisch interessante Optionen bietet. Daher sollte man besser von Wertstoffen oder Reststoffen (einer primären Nutzung) sprechen. Der Begriff „Wertstoff“ kann dabei zu einer dringend notwendigen Sensibilisierung und Neubewertung der biogenen Reststoffe führen, damit nicht das Grundverständnis einer lästigen Entsorgung vorherrscht, für deren reibungslose Erledigung man auch noch bereit ist, etwas zu zahlen.

Abb. 99 zeigt die verschiedenen Nutzungspfade.

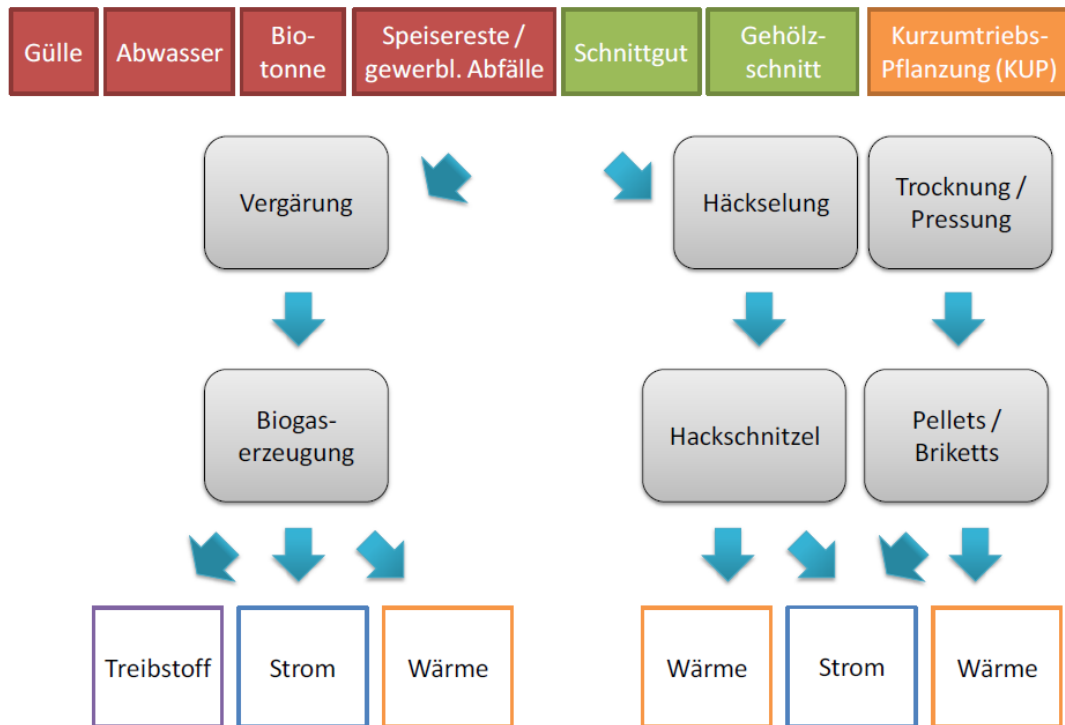


Abb. 99: Nutzungspfade bei der energetischen Verwertung von biogenen Abfällen [Eigene Darstellung]

Für die energetische Nutzung ist von Bedeutung, dass die Ressource

- in der Nähe des Energieverbrauchs anfällt,
- eine hohe Versorgungssicherheit aufweist,
- mit der energetischen Nutzung auch Entsorgungskosten eingespart werden und
- durch die Substitution fossiler Energieträger die regionale Wertschöpfung gesteigert und eine CO₂-Entlastung erreicht werden können.

Je nach Feuchtegehalt und Substratzusammensetzung sind verschiedene Prozesse der Verwertung möglich. Die Vergärung ist eine Option für pastöse und flüssige Abfälle aus Abwasser (Kläranlage und Klärschlamm), Biotonne, Speiseresten und Grünschnitt sowie aus der Lebensmittelindustrie und überlagerten Lebensmitteln aus dem Handel. Für die trockenen und holzartigen Abfälle sind die Trocknung und Pressung sowie die Häckselung möglich. Auch für Klärschlamm ist ein Trocknung und Pressung möglich. Diese Stoffe dienen dann als Brennstoff in Heizwerken oder - was immer anzustreben ist - in möglichst dezentralen Heizkraft-

werken mit gleichzeitiger Wärmenutzung und - was heute ebenfalls übliche Praxis ist - zur Mitverbrennung in großen Kraftwerken zur Stromerzeugung.

Sofern Daten zu den o.g. Stoffen vorhanden waren, sind sie in die Potenzialberechnungen (Kapitel 5.4.6 und 5.4.7) eingegangen.

Die Abfallströme und deren Verwertung und Behandlung spielen sich in einem größeren räumlichen Umriss ab. Dies macht auch insofern Sinn, weil innovative Anlagen der Verwertung und energetischen Nutzung durch das technische Erfordernis bestimmter Anlagengrößen nur bei einer ausreichend großen Abfallmenge sinnvoll zu betreiben sind. Allerdings sollte die Gemeinde auch hinreichend über die in ihrem Gebiet anfallenden Abfallströme informiert sein, um sich auch aktiv in die Suche nach guten Lösungen einbringen zu können. Die Anonymität des größeren Verbundes verhindert zuweilen auch gute innovative Ansätze. Nur durch eine Erhöhung der Anschlussdichte für die Grüne Tonne könnten verwertbare Mengen erhöht werden, was aber in ländlich strukturierten Gebieten sehr schwierig ist, denn eine eigene Kompostierung ist hier weit verbreitet.

Um die Nutzungsmöglichkeiten solide abschätzen und tragfähige Verwertungswege aufzeigen zu können, ist eine eingehende Betrachtung des Abfallaufkommens und der heutigen Abfallströme notwendig. Auf der verbesserten Informationsbasis sollten geeignete Wege zu einer optimierten Nutzung aufgezeigt und die organisatorischen Rahmenbedingungen benannt werden. Hierzu sollten im Einzelnen:

- der Anfall von biogenen Reststoffen identifiziert (Art und Mengen, zeitlicher und räumlicher Anfall, zukünftige Entwicklung),
- die jetzigen Verwertungsströme analysiert und hinsichtlich einer energetischen Verwertung in der Region Nordwaldeck überprüft,
- die wichtigen Akteure zusammengebracht,
- ein Geschäftsmodell für eine Reststoffbörse zur energetischen Nutzung dieser Kreisläufe in der Region entwickelt und Wege zur Umsetzung sinnvoller Kooperationen aufgezeigt werden.

Eine Analyse dieser Mengen und der damit verbundenen Potenziale kann im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes nicht erfolgen, sondern sollte als interkommunale Initiative oder als Teilkonzept erarbeitet werden.

Handlungsoptionen Energieeffiziente Kläranlage und Nutzung biogener Reststoffe

- r1** Forum „Nutzung biogener Reststoffe“ zusammen mit anderen Kommunen in Nordwaldeck, der Abfallwirtschaft Waldeck-Frankenberg, den privaten Entsorgern, um so in Kooperation eine möglichst große Menge an biogenen Reststoffen energetisch und stofflich zu nutzen.
- r2** Entwicklung von Qualitätsstandards und einem Label zur nachhaltigen Verwertung biogener Abfälle entwickeln und vergeben, um auf diese Weise zu sensibilisieren und den Rahmen für gute kooperative Projekte zu bilden.
- r3** Aufbau einer für die einzelnen Verbraucher differenzierte Energieverbrauchserfassung und eines Energiecontrollings in der Kläranlage.
- r4** Erstellung eines 5-Jahres Optimierungsplans für die Effizienzverbesserung in der Kläranlage, inkl. verbesserter Prozesstechnik oder anderer organisatorischer Lösungen, auch in interkommunaler Kooperation.
- r5** Beantragung einer Förderung für den Energiecheck für die Kläranlage Twistetal und der Komponenten in der Peripherie (Regenrückhaltebecken)
- r6** Prüfung aller Optionen zur Energieeigenerzeugung, inkl. möglicher Kooperationen mit Energieversorger, Landwirten und Industriebetrieben. Die Kläranlage könnte zu einem Reststoffhof erweitert werden.
- r7** Transparenz in den Abfallströmen herstellen, dafür sollte für die Gemeinde Twistetal - wie für alle anderen Kommunen - eine differenzierte jährliche Abfallbilanz aufgestellt und in der Gemeinde kommuniziert werden.
- r8** Es sollte auf Nordwaldeck-Ebene oder in Kooperation mit mehreren Gemeinden ein Abfallkataster erstellt werden, bei dem von den wichtigsten Abfalllieferanten (Unternehmen, Restaurants, öffentliche Liegenschaften) die Mengen und die Art der Reststoffe erfasst werden. Sofern wirtschaftliche Interessen dem im Wege stehen, können diese Mengen auch internetbasiert und anonymisiert auf einer Plattform erfasst werden.
- r9** Auf der Basis einer verbesserten Datenbasis sollte ein Masterplan „Energetische Verwertung von biogenen Reststoffen“ erarbeitet werden.

5.6 Handlungsfeld: Verkehr und Mobilität (v)

Wie in Kapitel 3.11 dargestellt wurden im Bezugsjahr 2012 alleine im Verkehrssektor 42.105 MWh/a verbraucht. Dies entspricht einem berechneten CO₂-Ausstoß von ca. 10.150 t/a oder aber rund 33% der Gesamtemissionen.

Auch wenn der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr seit dem Jahr 2000 rückläufig ist und die kommunalen Einflussmöglichkeiten begrenzt sind, kommt das Thema Verkehr für den Klimaschutz aber auch für die Entwicklung der Gemeinde Twistetal eine hohe Bedeutung zu.

Zu erarbeitende konkrete Handlungsoptionen müssen auf der Basis einer umfangreichen Datengrundlage, die sowohl eine detaillierte Analyse der vorhandenen Infrastruktur wie auch Ergänzungen fehlender Daten aus Mobilität in Deutschland (MiD) umfasst, erarbeitet werden. Hierbei ist ein regional abgestimmtes Vorgehen sowohl im ÖPNV, als auch beim motorisierten Individualverkehr (MIV) anzustreben.

Durch eine Studie des Umweltbundesamtes (UBA) aus dem Jahr 2010 ist es dennoch möglich, Aussagen über das Einspar- bzw. Reduktionspotenzial im Verkehrssektor zu tätigen. Innerhalb der Studie des UBAs wurde hierfür ein Maßnahmenkatalog mit 5 Handlungsfeldern und 26 Einzelmaßnahmen näher analysiert. Mittels TREMOD, einem Experten-Modell zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland, wurde hierbei das Reduktionspotenzial der einzelnen Maßnahmen für die Jahre 2020 und 2030 berechnet. Als Basisjahr fungiert hierbei das Jahr 2005.

Trotz der bereits angesprochenen eingeschränkten kommunalen Handlungsmöglichkeiten im ÖPNV und MIV sind zur Verdeutlichung der vorhandenen Potenziale im Folgenden die Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf Deutschland bezogen aufgeführt, welche auf kommunaler Ebene umgesetzt werden können:

Tab. 57: Minderung der CO₂-Emissionen nach Maßnahmen gegenüber dem Trend [Eigene Darstellung nach 84]

Maßnahme	Reduktionspotential bis 2020 in Deutschland [Mio. t CO ₂]	Reduktionspotential bis 2030 in Deutschland [Mio. t CO ₂]
Verkehrsvermeidende Siedlungs- und Verkehrsplanung		
Planungskonzept „Stadt der kurzen Wege“	10,2	13,8
Integration v. Verkehrs- & Siedlungspla-		
Abkehr vom Straßenneubau	1,8	2,3
Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe	3,4	3,2
Förderung umweltgerechter Verkehrsträger		
ÖPNV	2,6	1,9
Fahrrad- und Fußverkehr	5,0	4,0
Car-Sharing	Nicht quantifizierbar	Nicht quantifizierbar
Verbraucher- und Fahrverhalten		
Kraftstoffsparendes Fahren (PKW)	4,7	3,7
Kraftstoffsparendes Fahren (NFZ)	1,7	1,7
Fahrgemeinschaften	2,5	3,2

Zwischen den aufgeführten Maßnahmen sind untereinander Wechselwirkungen zu berücksichtigen, wodurch keine Aufsummierung der einzelnen Werte möglich ist. Für alle Maßnahmen geht das UBA durch gegenseitige Kompensation bzw. Verstärkung davon aus, dass 50-80% der darin aufgeführten CO₂-Einsparungen erreicht werden können. In der Bundesrepublik könnten bis zum Jahr 2020 Einsparungen zwischen 54 und 87 Mio. t CO₂ erzielt werden. Bis zum Jahr 2030 könnten nach dieser Methodik innerhalb Deutschlands 64 bis 103 Mio. t CO₂ eingespart werden. Bei den Werten ist zu beachten, dass sich die Angaben der Einsparpotenziale auf den gesamten Zeitraum beziehen und nicht auf die einzelnen Jahre herunter gerechnet werden können. Zudem handelt es sich bei den Maßnahmen teilweise um einmalige bzw. sofortige Einsparpotenziale (z. B. Erneuerung des Fahrzeugbestandes) oder um Maßnahmen deren Einsparpotenziale erst nach einiger Zeit greifen (z. B. verkehrsvermeidende planerische Instrumente).

Durch die oben beschriebenen Maßnahmen und Einsparpotentiale, kommt es zu einer Abweichung des Trendszenarios, sodass das UBA insgesamt für die Bundesrepublik von einer Minderung der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich ausgeht (Bezugsjahr 2005):

- 2020: um 27 - 43 % (54 - 87 Mio. t CO₂)
- 2030: um 32 - 51 % (64 - 103 Mio. t CO₂) [84]

Nimmt man die durch die ECOSPEED AG berechnete Energie- und CO₂-Bilanz der Gemeinde Twistetal als Grundlage, lag im Verkehrsbereich ein CO₂-Ausstoß von ca. 10.815 t CO₂ im Jahr 2005 vor. Für das Jahr 2020 ergibt sich somit ein theoretisches Einsparpotential zwischen rund 2.920 und 4.650 t CO₂ in der Gemeinde Twistetal. Die theoretischen Einsparpotentiale für das Jahr 2030 liegen in der Gemeinde zwischen ca. 3.460 und 5.515 t CO₂. Da in die Abschätzungen des UBAs auch Einsparpotentiale einbezogen wurden, welche von Städten und Kommunen nicht direkt beeinflusst werden können, wie beispielsweise der Luftverkehr, sollte jeweils der untere Wert als realistisches Potential bzw. Ziel betrachtet werden.

Handlungsoptionen

v1	Bau einer Elektrotankstelle in der Gemeinde Twistetal in Kooperation mit der EWF und somit Ausweitung des bestehenden Elektrotankstellennetzes in der Region Nordwaldeck.
v2	Etablierung eines „ Dorfautos “ ggf. als Elektrofahrzeug. Erstmal zur kostenfreien Verfügung für alle Bewohner eines Ortsteils (Kostenfreies Car-Sharing).
v3	Anschaffung von „ Probe Pedelects “ um die Nutzungsvorteile zu veranschaulichen.
v4	Etablierung eines ehrenamtlich betriebenen „ Bürgerbusses “.
v5	Etablierung einer lokalen Mitfahrzentrale (Mitfahrertreffen, etc.) für z. B. den Berufs- und Einkaufsverkehr.
v6	Bürgerinformationen über das bestehende ÖPNV Angebot. Abfrage bzgl. der Nutzerzufriedenheit und ggf. Anpassung des ÖPNV Angebotes.
v7	Bürgerinformationen zu folgenden Themen: Gegenüberstellung der Mobilitätskosten bzgl. der ÖPNV und PKW Nutzung, kraftstoffsparendes Fahren, Gesundheitsfördernden Wirkung von Fuß- und Radverkehr.
v8	Etablierung eines Supermarkts auf Rädern (in Kooperation mit der Region Nordwaldeck).
v9	Anregung von Verkehrserziehung in Schulen (Grund- und Weiterführende Schulen).

Region Nordwaldeck

- v10** Beantragung von Fördergeldern zur Erstellung eines Klimaschutzteilkonzept „Klimafreundliche Mobilität in Kommunen“ für eine detaillierte Untersuchung des Verkehrssektors und Einsparpotentialen in Kooperation mit den Nachbargemeinden.
- v11** Gründung und Etablierung eines Netzwerkes für E-Mobilität in der Region Nordwaldeck in enger Kooperation mit Autohäusern, Privatunternehmen, der EWF, etc.
- v12** Analyse und ggf. Optimierung des bestehenden AST-Systems.
- v13** Entwicklung eines „Verkehrsentwicklungsplans pro Klima“ für die Region Nordwaldeck unter Einbeziehung des touristischen Verkehrspotenzials (z. B. Verkehrsleitsystem für Fahrradfahrer).
- v14** Smart-Mobility auf der Ebene der Region Nordwaldeck: Car-Sharing-Angebote oder Mitfahrzentrale via Smartphones bzw. Apps.

5.7 Handlungsfeld: Straßenbeleuchtung (I)

Allgemeine Situation

In der Gemeinde Twistetal wurden in der Vergangenheit bereits umfangreiche Effizienzmaßnahmen durchgeführt. Konkret wurden alle 422 Straßenlaternen auf energieeffiziente Natriumdampf-Hochdrucklampen umgestellt. Weitere Effizienzmaßnahmen sind aktuell nicht geplant, können aber jederzeit veranlasst werden.

Für die Darstellung der Einsparpotenziale von Strom und CO₂, wurden ein Trend- und ein Klimaszenario erstellt:

- Das Trendszenario stellt die Einsparpotenziale der Straßenbeleuchtung auf einen langfristigen Wechsel der aktuellen NAV-Technik auf LED-Leuchtmittel dar. Beginn der Umsetzung ist das Jahr 2020 mit einer jährlichen Umsetzungsrate von 20 %. Die Umrüstung wird Ende 2024 abgeschlossen. Für die Kosten wurde eine jährliche Preissteigerungsrate von 3 % mit einem Basispreis von 22 Cent/kWh in 2014, angesetzt.
- Im Klimaszenario wird mit einem kompletten LED-Technik Austausch gerechnet. Für das Klimaszenario wird mit höheren Einsparpotenzialen aber kürzeren Umsetzungsfristen gerechnet. Ende der Umsetzung ist das Jahr 2019. Für die Kosten wird eine jährliche Preissteigerungsrate von 3 % mit einem Ausgangswert von 22 Cent/kWh in 2014, angesetzt.

Optimierung und Einsparpotenziale Straßenlaternen Twistetal

Trendszenario: jährliche Umsetzung 20 %, Ende 2024 Umsetzung der Optimierung abgeschlossen

Umsetzungsquote/a	0%	kurzfristig 0%	0%	0%	0%	0%	mittelfristig 20%	40%	60%
Jahr Umsetzung	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Einsparung Strom [kWh/a]	0	0	0	0	0	0	2.835	5.670	8.505
Einsparung Strom [kWh]	0	0	0	0	0	0	2.835	8.505	17.010
Einsparung CO ₂ [kg]	0	0	0	0	0	0	1.599	4.797	9.594
Einsparung Euro*/a	0	0	0	0	0	0	745	1.534	2.370

Umsetzungsquote/a	80%	100%						langfristig
Jahr Umsetzung	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Einsparung Strom [kWh/a]	11.340	14.175	14.175	14.175	14.175	14.175	14.175	14.175
Einsparung Strom [kWh]	28.350	42.525	56.700	70.875	85.050	99.225	113.400	127.575
Einsparung CO ₂ [kg]	15.989	23.984	31.979	39.974	47.968	55.963	63.958	71.952
Einsparung Euro*/a	3.255	4.191	4.317	4.446	4.580	4.717	4.859	5.004

Trendszenario bis 2030	*Kostenersparnis bei angenommenem Strompreis von 0,22 €/kWh in 2014 und 3 % Preissteigerungsrate pro Jahr:
128 [MWh] Strom	
72 [t] CO ₂	40.018 Euro bis 2030

Jährliche Einsparung CO₂ t/a nach Umsetzung der gesamten Maßnahme: ca. 8 t

Optimierung und Einsparpotenziale Straßenlaternen Twistetal

Klimaszenario: jährliche Umsetzung ca. 16 %, 2019 Umsetzung der Optimierung abgeschlossen!

Umsetzungsquote/a	16%	kurzfristig 33%	48%	66%	83%	100%	mittelfristig		
Jahr Umsetzung	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Einsparung Strom [kWh]	2.363	7.088	14.175	23.625	35.438	49.613	63.788	77.963	92.138
Einsparung CO ₂ [kg]	1.332	3.997	7.995	13.325	19.987	27.981	35.976	43.971	51.966
Einsparung Euro*/a	520	1.071	1.654	2.272	2.925	3.615	3.724	3.835	3.950

Umsetzungsquote/a								langfristig
Jahr Umsetzung	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Einsparung Strom [kWh]	106.313	120.488	134.663	148.838	163.013	177.188	191.363	205.538
Einsparung CO ₂ [kg]	59.960	67.955	75.950	83.944	91.939	99.934	107.928	115.923
Einsparung Euro*/a	4.069	4.191	4.317	4.446	4.580	4.717	4.859	5.004

Klimaszenario bis 2030	*Kostenersparnis bei angenommenem Strompreis von 0,22 €/kWh in 2014 und 3 % Preissteigerungsrate pro Jahr:
206 [MWh] Strom	
116 [t] CO ₂	59.748 Euro bis 2030

Jährliche Einsparung CO₂ t/a nach Umsetzung der gesamten Maßnahme: ca. 8 t

Abb. 100: Szenarien der Straßenbeleuchtung der Gemeinde Twistetal [Eigene Darstellung]

Generell liegen die Energieeinsparpotenziale zwischen alten Quecksilberdampflampen (dürfen ab 2015 nicht mehr eingesetzt werden), und zeitgemäßer effizienter NAV- oder LED-Technik zwischen 30 % und 60 %. Für welche Technik man sich entscheiden sollte, kann nur in einem eigenen Beleuchtungskonzept im Detail nach Abwägung aller Vor- und Nachteile der einzelnen Leuchtmittel sowie der Wirtschaftlichkeit, geklärt werden. Hilfreich ist hier auch die geförderte Nutzung eines eigenen Klimaschutzkonzeptes „Straßenbeleuchtung“.

Zusätzlich zur Energieoptimierung der Lampen, kann durch die Einführung einer Nachtabsenkung und die Verminderung des Beleuchtungsniveaus der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden.

Handlungsoptionen

- | | |
|-----------|--|
| I1 | Neben tageslichtabhängiger Steuerung durch Dämmerungsschalter evtl. sukzessive Einführung einer Nachtabschaltung , sofern diese aus Sicherheitsgründen vertretbar und zulässig ist. |
| I2 | Weitere Umstellung auf energieeffizientere , zeitgemäße Beleuchtungstechnik (z.B. LED-Technik) |
| I3 | Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes Straßenbeleuchtung |

5.8 Handlungsfeld: Übergreifende Handlungsansätze (ö)

Umfassende Betrachtung in Kooperation

Manche Handlungsoptionen lassen sich nicht einer bestimmten Technologie oder einem Energieträger zuordnen, sondern sind übergreifender Natur. Sie schaffen die Rahmenbedingungen, damit die anderen Maßnahmen mit geringeren Hemmnissen greifen können. Zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes sind die Gemeindeverwaltung und die politischen Gremien auf die aktive Mitwirkung einer Vielzahl wichtiger Akteure angewiesen. Die Verwaltung kann bei vielen Handlungsoptionen nur den Anstoß geben, für eine zielgerichtete Umsetzung die nötigen Rahmenbedingungen schaffen, eine koordinierende Rolle übernehmen und als Vorbild voran gehen. Wenn es um Investitionen geht, dann sind sie nur bei wenigen Maßnahmen die entscheidende Instanz. Wirtschaft und Bauherren sind oft die Investoren oder Nutzer bewirken mit ihrem Verhalten ein mehr oder weniger effizientes Ergebnis. Dies alles erfordert eine hohe Akzeptanz der Bewohner.

Da es sich um einen längeren Prozess handelt, ist es wichtig, die Themen Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und Klimaschutz immer wieder anzusprechen, sie in die bewährten Informationsflüsse einzubringen oder neue passende zu entwickeln. Es ist darauf zu achten, dass alle wichtigen Akteure in den Prozess der Umsetzung und seiner Weiterentwicklung eingebunden sind. Eine nachhaltige Beachtung des Themas kann nur gelingen, wenn es in Nutzerverhalten und alltägliche Abläufe in Verwaltung und Politik Eingang findet. Daher muss intern auch darauf geachtet werden, dass die interkommunale und verwaltungshierarchische Verankerung erfolgt, die Gremien auf Verbands- und Politischer Ebene eingebunden werden, um nur einige Aufgaben zu nennen. Manche Aktivitäten werden sinnvollerweise und politisch gewünscht auf Ebene der interkommunalen Zusammenarbeit Nordwaldeck bearbeitet. Auch hier sind die Informationsflüsse neu zu gestalten, damit die Bürgernähe der Gemeinde Twistetal auch zum Wohle des örtlichen Klimaschutzes erhalten bleibt und durch die professionelle Unterstützung auf Nordwaldeck Ebene gestärkt wird.

Daher ist es wichtig, alle wichtigen Akteure zu gewinnen, die dann jeweils in ihrem Aktionsbereich entsprechend klimaorientierte Entscheidungen fällen und Investitionen tätigen. Ein auf kommunaler Ebene beschlossenes Klimaschutzziel, untersetzt mit einem Handlungsplan, wie es dieses Klimaschutzkonzept ist, kann für alle eine verbindliche Orientierung werden. Je aktiver die Ziele von allen verfolgt werden, umso besser können sie erreicht werden. Dies bedarf jedoch eines kontinuierlichen Kommunikationsprozesses zur Schaffung eines guten Gesamtkonsenses und zur Unterstützung der einzelnen Maßnahmen seitens der Verwaltung. Ein solcher Kommunikationsprozess benötigt eine strukturelle Basis, damit er nicht im Sande verläuft. Um dem entgegenzuwirken, sollte die interkommunale Zusammenarbeit zu Klimaschutzthemen intensiviert werden. Hierfür bieten die Klimaschutzkonzepte, die auch in den Nachbarkommunen erstellt wurden, eine gute Ausgangsbasis.

In der Gemeinde Twistetal gibt es bereits eine aktive und interessierte Bürgerschaft, die sich mit den Themen Erzeugung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz weiterhin befassen möchte. Das hat u.a. die gute Resonanz bei den Veranstaltungen zur Bürgerbeteiligung während der Ausarbeitung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes gezeigt. Es gibt allerdings im Vergleich zu den anderen Kommunen noch wenig aktive Gruppen, die selbst Maßnahmen gezielt umsetzen. Hier besteht noch Aktivierungspotenzial, dass bei den einzelnen Zielgruppen sukzessive und passend zu den verfügbaren Ressourcen mobilisiert werden kann. Auch andere bereits bestehende Gruppen, z.B. die Feuerwehr können mit gezielten Aktionen für Klimaschutzmaßnahmen gewonnen werden und mit ihrem Engagement die gemeinschaftliche

Aufgabe zu unterstützen.

Die gemeinsame Energieversorgung, sei es durch die Beteiligung an einer Erneuerbaren Energien Anlage oder an einer gemeinsamen Wärmeversorgung, wird dadurch zu einem weiteren verbindenden Element zur Gemeinde und zur eigenen Ortschaft. Dadurch erhält der eigentliche Zweck einer zukunftsicheren und umweltfreundlichen Energieversorgung, die auch noch Energiekosten spart und unabhängiger von Preisschwankungen macht, nochmals einen besonderen Nutzen.

Handlungsoptionen

- | | |
|----|---|
| ö1 | Politischen Beschluss auf Gemeinde-Ebene herbeiführen, den Handlungsplan umzusetzen bzw. ein Klimaschutzziel abzuleiten und dieses zu beschließen. Dieser sollte in der Gemeinde kommunikativ verbreitet und durch die Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen aus dem IKK oder anderer Aktivitäten als Vorbild umgesetzt werden. |
| ö2 | Um Gestaltungsspielraum für die Umsetzung von erneuerbare Energiemaßnahmen zu erhalten, kann die Gemeinde Twistetal einen eigenen Solarbrief auflegen, am besten mit einer Bank, um Bürgerkapital einzusammeln und es für den Bau gemeindeeigener Solaranlagen auf den eigenen Liegenschaften zu verwenden. Die Bürger engagieren sich mit dem Solarbrief für ihre Gemeinde. |
| ö3 | Regelmäßige Information über die laufenden Projekte , Berichterstattung über die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes auf der Website der Gemeinde, durch Aushang, in den Ortschaften, und bei Veranstaltungen und Besichtigungen. |
| ö4 | Etablierung eines „Energiebeirates“ als halbjährliches Diskussionsforum aller wichtigen Akteure aus der Gemeinde. Sie sollten wichtiges Gremium zur Begleitung aller wichtigen Projekte der Gemeinde im Energie- und Klimabereich werden. Dort können auch Bürgergruppen u.a. eingebunden werden. |
| ö5 | Bildung von Bürgerenergiegemeinschaften (Genossenschaften oder andere Formen) initiiert von der Gemeinde, Landwirten, VEW und anderen Akteuren, um bei den Erneuerbaren Energien eine positive Gesamtdynamik zu entfalten. Private Akteure können sich zu Energiegenossenschaften zusammenschließen und so gemeinsam Anlagen realisieren. Es sollte gezielt je Ortschaft ein Projekt mit den Bürgern initiiert und dann auch umgesetzt werden. |
| ö6 | Zielgruppenspezifische Angebote , auch zusammen mit den jeweiligen Akteuren oder deren Medien, um das Thema immer wieder mittels entsprechend aufbereiteter Information und Kommunikation präsent zu halten. Dies ist besonders interessant für Kindergärten, Jugendgruppen |
| ö7 | Etablierung eines Preises „Twistetal - klimabewusst und erneuerbar“ , der jährlich ausgelobt wird. Um eine ausreichende Zahl guter Projekte zu erhalten, könnte er auf Nordwaldeck-Ebene ausgelobt werden, abwechselnd mit Schwerpunkt in einer der Kommunen, so dass er alle 4 Jahre in Twistetal ist. Er sollte realisierte gute Anlagen prämiieren, um viele |

Nachahmer zu finden. Die Preisträger sollen daher öffentlichkeitswirksam präsentiert werden, z.B. auch als Ausstellung in den Rathäusern oder bei den Banken. Der Preis sollte von einem breiten Bündnis getragen werden, z.B. EWF, Banken, Unternehmen.

- ö8 Informationskampagne über Anwendungs- und Fördermöglichkeiten (z.B. BAFA) für Energieeffizienz und Nutzung erneuerbare Energien im Gebäudebestand.** Erstellung einer Information und Versand mit den Grundsteuerbescheiden. Gekoppelt mit günstiger Sonderaktion für Thermographie in Kooperation z.B. mit der Verbraucherzentrale Hessens oder freien Anbietern, evtl. finanziell unterstützt durch eine Allianz von örtlichen Handwerkern und Firmen aus dem Baugewerbe.

5.9 Handlungsfeld: Regionale Handlungsansätze (i)

Die Region Nordwaldeck hat sich zum Ziel gesetzt bis zum Jahr 2030 eine 100% Energieversorgung (Strom und Wärme) durch erneuerbare Energien zu erreichen. Damit dieses Ziel erreichbar ist, werden die vier Kommunen der Region Nordwaldeck Bad Arolsen, Diemelstadt, Twistetal und Volkmarsen neben der Umsetzung der erarbeiteten kommunalen Klimaschutzmaßnahmen auch die vorhanden regionalen Synergiepotenziale herausarbeiten, diskutieren und umsetzen müssen.

Neben den in der folgenden Abbildung dargestellten regionalen Handlungsoptionen

Handlungsoptionen

- i1 Schaffung einer interkommunalen Energieagentur Nordwaldeck:** Alle Beratungs- und Informationskampagnen und Förderprogramme sollten in einer Beratungsinstitution (z.B. in der Rechtsform eines Vereins) konzentriert werden. Hauptzielgruppe sollten private Bauherren und KMU sein. Hierzu ist eine enge Zusammenarbeit mit bereits bestehenden Akteuren (Verbraucherberatung, Bürgerinitiativen, Handwerk, Banken, Energieversorger etc.) unabdingbar.
- i2 Aufbau eines Website-Angebotes auf der Internetplattform Nordwaldeck zum Thema ‚Energie und Klimaschutz‘** und Verlinkung zu den einzelnen Kommunen, relevanten Informationsstellen, themenbezogenen Projekten und Angeboten sowie Hinweisen auf Veranstaltungen, Fördermöglichkeiten Beratungsterminen etc., sozusagen als ‚Klimalotse‘. Es könnten auch vierteljährlich besondere Themen immer neu aufgegriffen werden, z.B. ‚Solarkollektor für mein Haus‘ oder ‚Die Erdwärme anzapfen‘. Auch themenbezogene Infopakete könnten eingestellt werden.
- i3 Untersuchung zur verstärkten Nutzung biogener Reststoffe aus der Abfallentsorgung und Abwasserreinigung** sowie aus der privaten und öffentlichen Landschaftspflege in der Nordwaldeck Region, Prüfung der Stoffströme und Entwicklung von Strategien, die regionale Wertschöpfung in der Region Nordwaldeck zu erhöhen.

- i4** Durchführung einer Bau-/Energiesmesse in den Nordwaldeck-Kommunen, die regelmäßig Hersteller und Interessenten zusammen bringt.
- i5** Vorhandene Beratungsangebote intensiver nutzen, Ausstellungen ausleihen, kooperative Aktivitäten (auch mit anderen Gemeinden) mit der HA Hessen Agentur GmbH, der Verbraucherzentrale Hessen, der EWF, dem Hausfrauenbund-Hessen vertiefen.

sind in den in den vorangegangenen Kapiteln (5.1 bis 5.8) weitere regionale Klimaschutzmaßnahmen aufgeführt, die durch die einzelnen Kommune alleine nur schwer umsetzbar sind.

Zum weiteren Vorgehen wird zuerst jeweils eine kommunale Diskussion der integrierten kommunalen Klimaschutzkonzepte empfohlen, bevor dann z. B. im Rahmen der Bürgermeisterrunde mögliche regionale Klimaschutzmaßnahmen gemeinsam diskutiert, festgelegt und deren Planung und Umsetzung vorangetrieben wird.

6 Handlungsplan zur Umsetzung

6.1 Bewertung der identifizierten Handlungsoptionen

Für die Gemeinde Twistetal werden zunächst 127 konkrete Handlungsoptionen abgeleitet, mit denen ein großer Teil der Potenziale bis 2030 mobilisiert werden kann.

Die einzelnen Handlungsoptionen können im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes und bei dem geringen Konkretisierungsgrad nur teilweise quantitativ bewertet werden. Daher werden alle genannten Handlungsoptionen qualitativ bewertet hinsichtlich

- Ihrem Beitrag zur CO₂-Minderung,
- Ihrer allgemeinen Wirtschaftlichkeit,
- der Erhöhung der regionalen Wertschöpfung,
- Ihrer Übertragbarkeit auf andere Kommunen,
- der aus örtlicher Sicht vorgenommenen Priorisierung (Ergebnisse Projektbeirat, Strategie-Workshop und Interviews).

Als Messgröße wird eine Skala verwendet von A - C, wobei A den höchsten Wert darstellt.

Die Bewertungsmatrix macht deutlich, dass es der Natur der Sache folgend eine Reihe von Handlungsoptionen gibt, die sich direkt auf die Planung und Investition von Anlagen beziehen, viele betreffen aber auch die Vorbereitung und Schaffung der Rahmenbedingungen für mehr Energieeffizienz und zum Ausbau der Erneuerbaren Energien. Die Maßnahmen bewirken durch die dezentrale Anwendung und die mittelständische Verankerung der sie anbietenden bzw. umsetzenden Firmen eine hohe Wertschöpfung für die Region. Auch bei den systemorientierten Handlungsoptionen, wo Strukturen aufgebaut werden, die über einen langen Zeitraum nachhaltig die Wirtschaftskraft vor Ort stärken, werden deutliche positive Impulse erwartet.

Es handelt sich bei dieser Bewertung um einen qualitativen Ansatz. Die Bewertung kann die Nutzenargumentation unterstützen und eine Abwägung zwischen verschiedenen Alternativen transparenter machen. Diese im Rahmen des Gutachtens nicht monetär zu bewertenden Effekte sollten nicht außer Acht gelassen, sondern zusammen mit technisch-ökonomischen und ökologischen Parametern in die Entscheidung einbezogen werden.

6.1.1 Handlungsoptionen: Bestand und Neubau Privatgebäude (p)

HO	Bestand und Neubau Privatgebäude p	Bewertung				
		(A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wertschöpfung	Übertrag- barkeit	örtliche Sicht
p1	Informations- und Beratungskampagne für private Hausbesitzer (z.B. energetische Sanierungsmöglichkeiten und deren Einsparpotenziale, Stromspartipps, Fördermöglichkeiten).	B	A	A	A	A
p2	Thermographieaktion, koordiniert und abgestimmt, evtl. finanziell unterstützt durch die Stadt oder EWF.	C	C	C	A	B
p3	Auflegung lokaler Förderprogramme zur energetischen Sanierung/ Umstellung auf regenerative Energien.	B	C	A	A	C
p4	Kooperation mit Handwerk und EWF bei Beratungsangeboten zur Aufklärung der privaten Eigentümer (siehe p1).	B	B	A	A	B
p5	Dämmmaßnahmen bei Gebäuden (Außenwände, Kellerdecke, oberste Geschossdecke/Dach).	A	B	A	A	A
p6	Austausch der Fenster bei Gebäuden.	B	B	B	A	B
p7	Modernisierung bzw. Austausch der Anlagentechnik.	A	A	A	A	B
p8	Bildung von Dämmgemeinschaften.	B	B	A	A	B
p9	Beratung zum Nutzerverhalten bzgl. Stromeinsparung	A	B	C	A	B
p10	Austausch alter Haushaltsgeräte durch energieeffiziente	A	B	B	A	A
p11	Anreize für energiesparendes Verhalten durch Ideenwettbewerbe und Bonuszahlungen bei eingesparten Energiekosten.	B	B	C	A	B

6.1.2 Handlungsoptionen: Kommunale Gebäude (k)

HO	Kommunale Gebäude k	Bewertung				
		(A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wertschöpfung	Übertrag- barkeit	örtliche Sicht
k1	Aufbau eines weitergehenden Energiemanagements, mit Energiecontrolling: Festlegung des Prozesses, des Datenkranzes, der Frequenz der Datenerfassung, der Software, Bildung von Indikatoren als Messkennwerte zur jährlichen Überprüfung.	B	A	C	A	A
k2	Einbau von Messsensorik und automatisierter Verbrauchserfassung und Dokumentation für das Gebäudemanagement, aber auch für die Nutzer.	B	B	B	A	B
k3	Hausmeisterschulung zur korrekten Handhabung der Datenerfassung und überzeugten Umsetzung der Ziele.	A	A	C	A	A
k4	Mitarbeiterschulung zu „Energieeffizientes Verhalten am Arbeitsplatz“; dies gilt insbesondere für das Rathaus Twistetal und den Bauhof. Speziell in diesen Liegenschaften ist ein höherer Stromverbrauch zu verzeichnen. Eine Einweisung zur weiteren Optimierung und Senkung des Stromverbrauches empfiehlt sich aber grundsätzlich für die Mitarbeiter und Nutzer aller kommunalen Liegenschaften.	A	A	C	A	A
k5	Energieanalyse der Liegenschaften, Beantragung eines Teilkonzeptes in der Klimaschutzinitiative für alle städtischen Liegenschaften.	B	B	C	A	B
k6	Erstellung eines jährlichen Energieberichtes über die Verbräuche der Liegenschaften, Ableitung von Verbesserungszielen, Gremienbeschluss dieser Einsparziele und Ausbauziele für Erneuerbare Energien.	C	B	B	A	B
k7	Aufstellung eines Gebäudeinventars und eines 5-Jahres-Investitionsplans für Energieeffizienz und Erneuerbare Energien mit jährlicher Fortschreibung.	C	A	B	A	A
k8	Visualisierung der Energieverbräuche gegenüber den Nutzern (Vereine, Jugendliche, Mitarbeiter und Besucher),	B	B	C	A	B

	Kommunikation und Aktionen mit diesen.					
k9	<p>Tiefergehende Betrachtung hinsichtlich Optionen für wirtschaftlich sinnvolle, energetische Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Liegenschaften.</p> <p>Energetische Sanierungsmaßnahmen</p> <p>Beginn beziehungsweise Fortführung der ambitionierten energetischen Sanierungen in priorisierter Rangfolge:</p> <ol style="list-style-type: none"> Dorfgemeinschaftshaus Gembeck Wohnhaus Berndorf Dorfgemeinschaftshaus Elleringhausen Dorfgemeinschaftshaus Mühlhausen Wohnhaus Scholla Haus Scholla 	A	B	B	A	B
k10	Senkung durch Ursachenforschung bezüglich hoher Stromverbräuche.	A	A	C	A	B
k11	Anschaffung von energieeffizienten Geräten; bei der Neuanschaffung von Elektrogeräten sollte der Punkt Energieeffizienz mit berücksichtigt werden und in die Kostenschätzung mit integriert werden. Dies gilt grundsätzlich für alle Liegenschaften, insbesondere aber für die Liegenschaften mit verbrauchsintensiven Geräten.	B	B	B	A	A
k12	Erstellung und Aushang von Energieausweisen, sofern noch nicht gemacht. Vorausschau: erweiterte Auflagen für den Aushang in der kommenden EnEV 2014.	B	B	C	A	A
k13	Beantragung von Fördergeldern zur Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes „Klimaschutz in kommunalen Liegenschaften“ für die Gemeinde Twistetal.	C	C	C	A	B

6.1.3 Handlungsoptionen: Gewerbe und Dienstleistung (u)

HO	Handlungsoption Gewerbe und Dienstleistungen u	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
u1	Einbindung der Themen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien in die Vermarktung der Gewerbeflächen.	B	B	B	A	A
u2	Einladung des Bürgermeisters zur lokalen Unternehmer- runde unter dem Tenor „Klimaschutz in Twistetal“.	B	B	B	A	A
u3	Erstellung eines Katasters für solargeeignete Flächen.	C	B	A	C	B
u4	Erstellung eines Wärmekatasters.	A	B	B	A	C
u5	Initiierung eines Netzwerkes „Energieoptimierung von bestehenden Gewerbegebieten“.	B	B	A	B	A
u6	Aktion „Energieeffizienzbetrieb“.	B	C	A	B	C

6.1.4 Handlungsoptionen: Photovoltaik (s)

HO	Handlungsoption Photovoltaik s	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minde- rungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
s1	Informations- und Beratungskampagne für Neubau oder Sanierung zur Nutzung von PV zusammen mit Handwerk und EWF.	A	B	B	A	B
s2	PV- Potenziale kommunaler Liegenschaften identifizieren und nutzen.	A	A	A	C	A
s3	Vermarktung der öffentlichen Dächer für die PV-Nutzung.	C	B	B	B	A
s4	Flächenkonkurrenz von PV- und Solarthermieanlagen mit anderen Nutzungen minimieren.	B	A	B	B	A
s5	(Inter-) Kommunales Solardachkataster und Solarflächen-börse.	B	A	A	C	A
s6	Ermittlung vorhandener großer Dachflächen für die Instal- lation von PV-Anlagen.	B	B	A	C	B
s7	Nutzung freier Flächen auf landwirtschaftlichen Gebäuden.	A	C	C	B	B
s8	Kampagne für eine forcierte Nutzung von Photovoltaik im Gewerbe.	A	B	B	C	A
s9	Informationskampagne zu E-Mobilität & PV-Anlagen.	B	C	B	A	A
s10	Beobachtungen technischer Möglichkeiten von PV.	A	C	C	B	A
s11	Ausarbeitung & Umsetzung geeigneter Finanzierungsmodel- le zur Realisierung kommunaleigener PV-Anlagen.	C	A	A	B	C

6.1.5 Handlungsoptionen: Solarthermie (**s**)

HO	Handlungsoptionen Solarthermie s	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
s12	Systematische Prüfung der Eignung und Potenziale solarthermischer Anlagen bei anstehenden Sanierungen.	B	A	B	C	B
s13	Beratungsangebote über die Nutzungsmöglichkeiten von Solarenergie als Prozesswärme bereitstellen.	B	B	B	A	A
s14	Bereitstellung von Informationen über solarthermische Nutzung in Haushalten.	B	B	B	A	A+
s15	Solaroffensive mit Handwerk und Banken.	A	B	A	A	A
s16	Solarforum: als Plattform zum Informations- und Erfahrungsaustausch.	C	B	B	A	C
s17	Solarthermie zur Brauchwasserbereitung und Heizungsunterstützung in öffentlichen Liegenschaften anderer Träger fördern.	B	C	B	C	B
s18	Wettbewerb unter Heizungsfirmen des Handwerks.	B	B	B	A	C

6.1.6 Handlungsoptionen: Oberflächennahe Geothermie (g)

HO	Handlungsoption Oberflächennahe Geothermie g	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ -Minderungspotenzial	Wirtschaftlichkeit	Regionale Wertschöpfung	Übertragbarkeit	Örtliche Sicht
g1	Geothermienutzung bei Neubauten durch städtebauliche Verträge oder Vorgaben im Bebauungsplan forcieren.	B	B	B	A	A
g2	Informationen zu Rahmenbedingungen und technischen Möglichkeiten bereitstellen.	A	B	B	A	B
g3	Effizienzinitiative Heizungstechnik.	B	B	A	B	B
g4	Wärmepumpenforum für interessierte Bauherren.	B	A	A	A	B
g5	Ansprache EWF für eine Wärmepumpenkampagne.	B	B	A	C	B
g6	Qualifizierungsoffensive mit dem Handwerk zum 'Wärmepumpen-Effizienzbetrieb'.	B	B	B	A	C
g7	Für Gewerbebauten und größere Gebäudekomplexe Möglichkeiten eines Anschlusses benachbarter Objekte prüfen.	B	A	A	C	C
g8	Bohrergebnisse mit Einverständnis des Eigentümers als zusätzliche Information und Entscheidungshilfe bereitstellen.	B	A	A	C	C
g9	Beratung zur CO ₂ -mindernden Energieversorgung auf der Basis von erneuerbaren Energien und Wärmepumpen.	A	B	A	C	C
g10	Erstellung einer Bauherrenbroschüre (für Neubau und Bestand), die ausführlich über Geothermienutzung informiert.	B	C	B	A	B

6.1.7 Handlungsoptionen: Windenergie (w)

HO	Windenergie w	Bewertung				
		(A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wertschöpfung	Übertrag- barkeit	örtliche Sicht
w1	Information und Transparenz zur Nutzung von Windenergie in der Bürgerschaft. Breite Bürgerkommunikation zu diesem Thema führen, um frühzeitig objektiv zu informieren.	B	A	B	C	A
w2	Bürgerbeteiligung über Genossenschaften voranbringen, Initiatoren unterstützen, Gründung begleiten und Marketing forcieren.	C	B	A	A	B
w3	Überprüfung der planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen innerhalb der vorhandenen Konzentrationszone	A	A	A	A	B
w4	Erarbeitung von Gutachten im Hinblick auf die Anpassung der insbesondere Höhe der baulichen Anlagen innerhalb der vorhandenen Konzentrationszone (z.B. Artenschutz, Landschaftsbild, Lärm, Wirtschaftlichkeit)	A	B	B	A	B
w5	Möglichkeiten der Optimierung einer kommunalen und/oder regionalen Wertschöpfung bei der Realisierung von Windenergieanlagen prüfen	C	A	A	A	A
w6	Beobachtung der technischen und sonstigen Entwicklung von Windenergieanlagen und perspektivische Anpassung der planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen auf die geänderten Rahmenbedingungen.	B	B	B	B	B
w7	Beobachtung der Thematik der Kleinwindkraftanlagen und ggf. Anpassung des planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen	B	B	B	C	B

6.1.8 Handlungsoptionen: Wasserkraft (f)

HO	Handlungsoptionen Wasserkraft f	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
f1	Bürgergenossenschaft als Betreiber von Wasserkraftanlagen.	C	B	A	A	C
f2	Nutzung bestehender Wasserrechte zur Stromerzeugung.	A	B	A	C	C
f3	Möglichkeiten zu Mikro-Pumpspeicherkraftwerken prüfen.	C	B	B	C	C
f4	Leitfaden zum Ausbau/Erhalt der Energieerzeugung aus Wasserkraft.	C	C	A	A	C
f5	Versuchsanlagen zur Mikro-Wasserkraftnutzung.	B	B	A	C	C

6.1.9 Handlungsoptionen: Kraft-Wärme-Kopplung und Nahwärmeversorgung (n)

HO	Handlungsoption Kraft-Wärme-Kopplung und Nahwärmeversorgung n	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
n1	Identifizierung günstiger Anwendungsfälle und Dokumentation in einem Kataster.	C	B	A	C	A
n2	Sensibilisierung für die Themen KWK und Nahwärme durch Veranstaltungen.	B	C	A	B	B
n3	Prüfung der eigenen Liegenschaften auf Eignung für den Einsatz von KWK-Anlagen.	B	B	A	C	A

6.1.10 Handlungsoptionen: Biogas (b)

HO	Handlungsoptionen Biogas b	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minde- rungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
b1	Information der Landwirte über die Einsatzmöglichkeiten von kleinen Biogasanlagen.	A	B	A	B	A
b2	Interessierte Landwirte bündeln und Gemeinschaftsbiogasanlage projektieren.	C	A	A	C	B
b3	Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten und Unterstützung bei der Suche nach Wärmesenken.	A	B	B	B	C
b4	Informationen und Hilfestellung über andere Anbaukulturen.	B	C	A	A	B
b5	„Regionalforum Biogas Nordwaldeck“ initiieren.	B	C	C	A	A
b6	Prüfung von Kooperationsmodellen mit der Kläranlage Twistetal	B	B	A	C	A

6.1.11 Handlungsoptionen: Energieträger Holz (h)

HO	Handlungsoptionen Energieträger Holz h	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
h1	Laufende Beobachtung der Vermarktung des Holzes.	C	A	A	C	B
h2	Kurzumtriebsplantagen (KUP).	B	B	A	B	B
h3	Anbau von Miscanthus auf entsprechend ausgewiesenen Flächen.	B	B	A	B	B
h4	Lohnunternehmer gewinnen, der die Ernte von Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus mit einem speziellen KUP-Häcksler anbietet.	C	A	A	A	A
h5	Information über die ökologisch einwandfreie Nutzung von Holz.	A	B	C	C	A
h6	Gründung eines Expertenforums "Nutzung verschiedener holzartiger Biomasse".	C	C	B	A	A
h7	Aufbau eines Holzverwertungs- und Informationszentrums.	B	B	A	B	A
h8	Mögliche Standorte für Holzackschnitzelheizungen identifizieren.	B	A	A	C	A
h9	Etablierung eines jährlichen Dialoges „Nordwaldecker Holztag“.	B	B	A	A	A

6.1.12 Handlungsoptionen: Nutzung biogener Reststoffe (r)

HO	Handlungsoption Nutzung biogener Reststoffe r	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
r1	Forum „Nutzung biogener Reststoffe“.	B	B	A	B	B
r2	Entwicklung von Qualitätsstandards zur nachhaltigen Verwertung biogener Abfälle.	B	C	B	A	C
r3	Aufbau einer Energieverbrauchserfassung und eines Energiecontrollings in der Kläranlage.	A	B	B	C	A
r4	Erstellung eines Optimierungsplans für die Effizienzverbesserung in der Kläranlage.	B	A	B	C	A
r5	Beantragung einer Förderung für den Energiecheck der Kläranlage.	C	A	B	C	A
r6	Prüfung aller Optionen zur Energieeigenerzeugung und Erweiterung der Kläranlage zu einem Reststoffhof.	C	B	A	C	A
r7	Transparenz in den Abfallströmen herstellen.	B	B	B	B	A
r8	Erstellung eines Abfallkatasters auf Nordwaldeck - Ebene.	A	B	A	A	B
r9	Masterplan „Energetische Verwertung von biogenen Reststoffen“.	B	B	B	C	A

6.1.13 Handlungsoptionen: Verkehr und Mobilität (v)

HO	Verkehr und Mobilität v	Bewertung				
		(A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO2-Minderungs-potenzial	Wirtschaft-lichkeit	Regionale Wertschöpfung	Übertrag-barkeit	örtliche Sicht
v1	Bau einer Elektrotankstelle in der Gemeinde Twistetal in Kooperation mit der EWF und somit Ausweitung des bestehenden Elektrotankstellennetzes in der Region Nordwaldeck.	C	C	C	A	A
v2	Etablierung eines „Dorfautos“ ggf. als Elektrofahrzeug. Erstmal zur kostenfreien Verfügung für alle Bewohner eines Ortsteils (Kostenfreies Car-Sharing).	B	B	B	A	B
v3	Anschaffung von „Probe Pedelecs“ um die Nutzungsvorteile zu veranschaulichen.	C	A	C	A	B
v4	Etablierung eines ehrenamtlich betriebenen „Bürgerbusses“.	B	B	C	A	B
v5	Etablierung einer lokalen Mitfahrzentrale (Mitfahrertreffen, etc.) für z. B. den Berufs- und Einkaufsverkehr.	C	A	C	A	B
v6	Bürgerinformationen über das bestehende ÖPNV Angebot. Abfrage bzgl. der Nutzerzufriedenheit und ggf. Anpassung des ÖPNV Angebotes.	C	B	C	A	B
v7	Bürgerinformationen zu folgenden Themen: Gegenüberstellung der Mobilitätskosten bzgl. der ÖPNV und PKW Nutzung, kraftstoffsparendes Fahren, Gesundheitsfördernden Wirkung von Fuß- und Radverkehr.	C	B	C	A	B
v8	Etablierung eines Supermarkts auf Rädern (in Kooperation mit der Region Nordwaldeck).	C	B	B	A	B
v9	Anregung von Verkehrserziehung in Schulen (Grund- und Weiterführende Schulen).	B	B	C	A	B
Region Nordwaldeck						
v10	Beantragung von Fördergeldern zur Erstellung eines Klimaschutzteilkonzept „Klimafreundliche Mobilität in Kommunen“ für eine detaillierte Untersuchung des Verkehrssektors und Einsparpotentialen in Kooperation mit den Nachbargemein-	C	B	C	A	B

	den					
v11	Gründung und Etablierung eines Netzwerkes für E-Mobilität in der Region Nordwaldeck in enger Kooperation mit Autohäusern, Privatunternehmen, der EWF, etc.	B	B	C	A	B
v12	Analyse und ggf. Optimierung des bestehenden AST-Systems.	C	C	C	A	B
v13	Entwicklung eines „Verkehrsentwicklungsplans pro Klima“ für die Region Nordwaldeck unter Einbeziehung des touristischen Verkehrspotenzials (z. B. Verkehrsleitsystem für Fahrradfahrer).	B	C	C	A	B
v14	Smart-Mobility auf der Ebene der Region Nordwaldeck: Car-Sharing-Angebote oder Mitfahrzentrale via Smartphones bzw. Apps.	B	B	B	A	B

6.1.14 Handlungsoptionen: Straßenbeleuchtung (1)

HO	Straßenbeleuchtung	Bewertung				
		(A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ -Minderungs-potenzial	Wirtschaft-lichkeit	Regionale Wertschöpfung	Übertrag-barkeit	örtliche Sicht
11	Neben tageslichtabhängiger Steuerung durch Dämmerungs-schalter evtl. sukzessive Einführung einer Nachtab-schaltung, sofern diese aus Sicherheitsgründen vertretbar und zulässig ist.	B	B	C	A	B
12	Weitere Umstellung auf energieeffizientere, zeitgemäße Beleuchtungstechnik (z.B. LED-Technik)	A	B	B	A	B
13	Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes Straßenbeleuch-tung	C	B	C	A	B

6.1.15 Handlungsoptionen: Übergreifende Handlungsoptionen und Kommunikation (ö)

HO	Handlungsoptionen Übergreifende Handlungsoptionen und Kommunikation ö	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
ö1	Politischer Beschluss Klimaschutzziel.	A	A	A	B	A
ö2	Solarbrief	B	B	A	A	B
ö3	Regelmäßige Information über laufende Projekte.	B	C	B	C	B
ö4	Etablierung eines „Energiebeirates“.	B	C	A	C	A
ö5	Bürgerenergiegenossenschaften, je Ortschaft ein Projekt.	B	B	A	B	A
ö6	Zielgruppenspezifische Angebote	A	C	B	B	B
ö7	Preis "Twistetal - klimabewusst und erneuerbar"	B	C	A	C	A
ö8	Informationskampagne über Anwendungs- und Fördermöglichkeiten für Energieeffizienz und erneuerbare Energien.	B	C	B	A	A

6.1.16 Handlungsoptionen: Regionale Handlungsansätze (i)

HO	Handlungsoptionen Regionale Handlungsansätze i	Bewertung (A - C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO ₂ - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Übertrag- barkeit	Örtliche Sicht
i1	Schaffung einer interkommunalen Energieagentur Nordwaldeck	/	A	A	A	A
i2	Aufbau eines Website-Angebotes zum Thema ‚Energie und Klimaschutz‘.	C	C	B	B	B
i3	Untersuchung zur verstärkten Nutzung biogener Reststoffe aus der Abfallentsorgung und Abwasserreinigung.	C	C	A	A	B
i4	Durchführung einer Bau-/Energiesmesse in den Nordwaldeck-Kommunen.	C	B	A	A	A
i5	Vorhandene Beratungsangebote intensiver nutzen.	C	A	B	A	A

6.2 Zusammenfassung der Priorisierung der möglichen Klimaschutzmaßnahmen nach ihrer Umsetzbarkeit

Die einzelnen Handlungsoptionen lassen sich auf der Zeitachse unterschiedlich schnell umsetzen. Dies hat wesentlich mit dem Finanzierungsbedarf, aber auch mit den zu erwartenden Hemmnissen zu tun. Manche Maßnahmen sind ohne große Investitionen zu ergreifen, durch organisatorische oder verhaltensbedingte Änderungen. Ungeachtet wirtschaftlicher Attraktivität muss für andere Maßnahmen Kapital aufgebracht werden. Dies ist in vielen Fällen nicht vorhanden und muss durch Kredite und andere Finanzierungsmodelle mobilisiert werden. Für die Energieeffizienz und die erneuerbaren Energien trifft die alleinige Wirkung der Marktdynamik aufgrund Preisattraktivität und Wirtschaftlichkeit noch nicht überall zu. Dies wird sich ändern, wenn in einigen Jahren beispielsweise die Netzparität von PV-Anlagen und anderen erneuerbaren Energien-Anlagen erreicht sein wird. Aber die Erfahrung zeigt, dass selbst höchst wirtschaftliche Maßnahmen, die sich innerhalb kürzester Zeit amortisieren, oft nicht umgesetzt werden. Hier bedarf es dann z.B. Information, Beratung, unkomplizierter Prob-

lemlösungen und Überzeugungskraft.

Der zweite Punkt bei der Beurteilung der Umsetzungsmöglichkeiten ist der Umstand, dass für einige Handlungsoptionen die Verabschiedung von Beschlüssen, das Führen von Verhandlungen, das Einholen von Genehmigungen, die Schaffung organisatorischer Rahmenbedingungen oder die Bürgerbeteiligung notwendig werden. Dies schlägt sich auf die Umsetzungsgeschwindigkeit nieder.

Daher werden die betrachteten Handlungsoptionen unter den Aspekten

- Kostenaufwand und
- Zeitaufwand bzw. Umsetzungsgeschwindigkeit

bewertet und in einem Handlungsportfolio Abb. 101 in Beziehung gesetzt.

Die Bewertung erfolgt jeweils nach den Kategorien Aufwand klein, mittel, hoch.

Daraus lässt sich eine Priorisierung für die Umsetzung ablesen: Die Handlungsoptionen im unteren linken Bereich sollten zuerst begonnen werden. In den mittleren Bereichen befinden sich die Handlungsoptionen, die wenig Kosten verursachen, aber auch schon mehr Zeit beanspruchen, oder höhere Kosten verursachen, aber schneller umzusetzen sind, oben rechts befinden sich die Maßnahmen, die sowohl länger dauern als auch mit höheren Kosten verbunden sind.

Die Maßnahmen, die sich im unteren linken Bereich befinden, sollten demnach vorrangig in Angriff genommen werden, da sie schnell umsetzbar sind und sich durch niedrige Kosten auszeichnen. Damit können schnell Erfolge erzielt werden, was den Prozess stimuliert, der sich dann selbst verstärken kann. So kann die Zeit für die langwierigeren oder die mit einem höheren Planungsaufwand verbundenen Maßnahmen genutzt und die Motivation für die schwierigeren Punkte hoch gehalten werden. Gleichwohl sollte man die aufwändigeren Punkte nicht aus dem Auge verlieren, weil sie begonnen werden müssen, denn sie benötigen einen längeren Vorlauf.

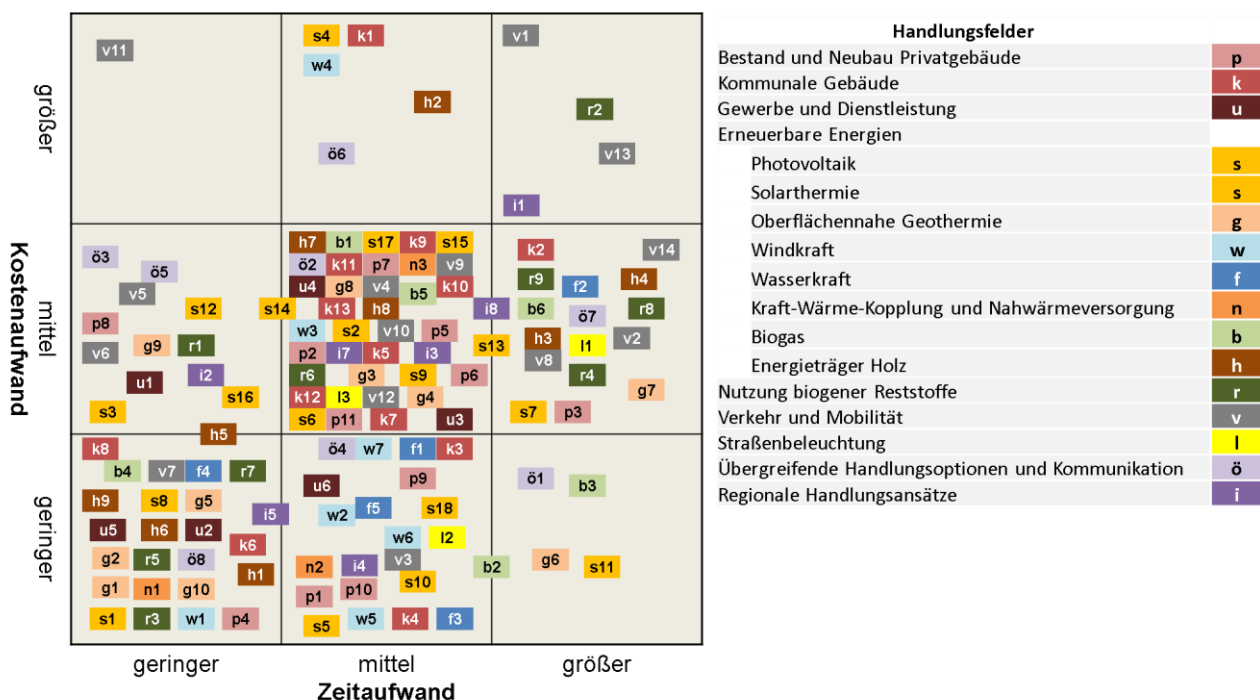


Abb. 101: Handlungsportfolio

6.3 Empfehlung von Leuchtturmprojekten

Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Twistetal fand am 21. November ein Strategieworkshop statt.

Den Schwerpunkt der dreistündigen Veranstaltung bildete die Entwicklung von Handlungsoptionen und -strategien und der Ausarbeitung von drei Leuchtturmprojekten zu den Themenfeldern Energieeffizienz, Solarthermie, Holz, Biogas, biogene Reststoffe und Wasser durch die Teilnehmer selbst.

Rund 18 Akteure aus verschiedensten Bereichen des öffentlichen Lebens arbeiteten beim Strategieworkshop mit. Sie vertraten folgende lokale Institutionen:

- Betriebe aus Land- und Forstwirtschaft,
- Stadtverwaltung,
- Banken,
- Wasser- und Abfallwirtschaft,
- Unternehmen aus dem hiesigen Gewerbe- und Industriesektor

- und Akteure aus dem Bereich Erneuerbare Energie.

Hierzu zählten auch Vertreter aus der Gesamtregion Nordwaldeck.

Die Teilnehmer erarbeiteten in Gruppen von 5-8 Personen mit einem Moderator rund 60 Minuten lang eine Handlungsmatrix mit Handlungsempfehlungen und Projektideen für Twistetal.



Dabei wurden die verschiedenen Energieträger und Verbrauchssektoren in der Handlungsmatrix berücksichtigt. Die Vorschläge beziehen sich teils auf die Gemeinde selbst, aber auch die interkommunale Zusammenarbeit mit anderen Nordwaldeck-Kommunen spielt eine wichtige Rolle. Im zweiten Arbeitsschritt wurden die Handlungsoptionen mithilfe eines Punktesystems durch die jeweiligen Teilnehmer der Gruppe priorisiert.

Im zweiten Teil des Strategieworkshops wurde die Projektidee mit der größten Punktzahl von der Gruppe entwickelt. Die für die Projektentwicklung relevanten Hauptaspekte Planung

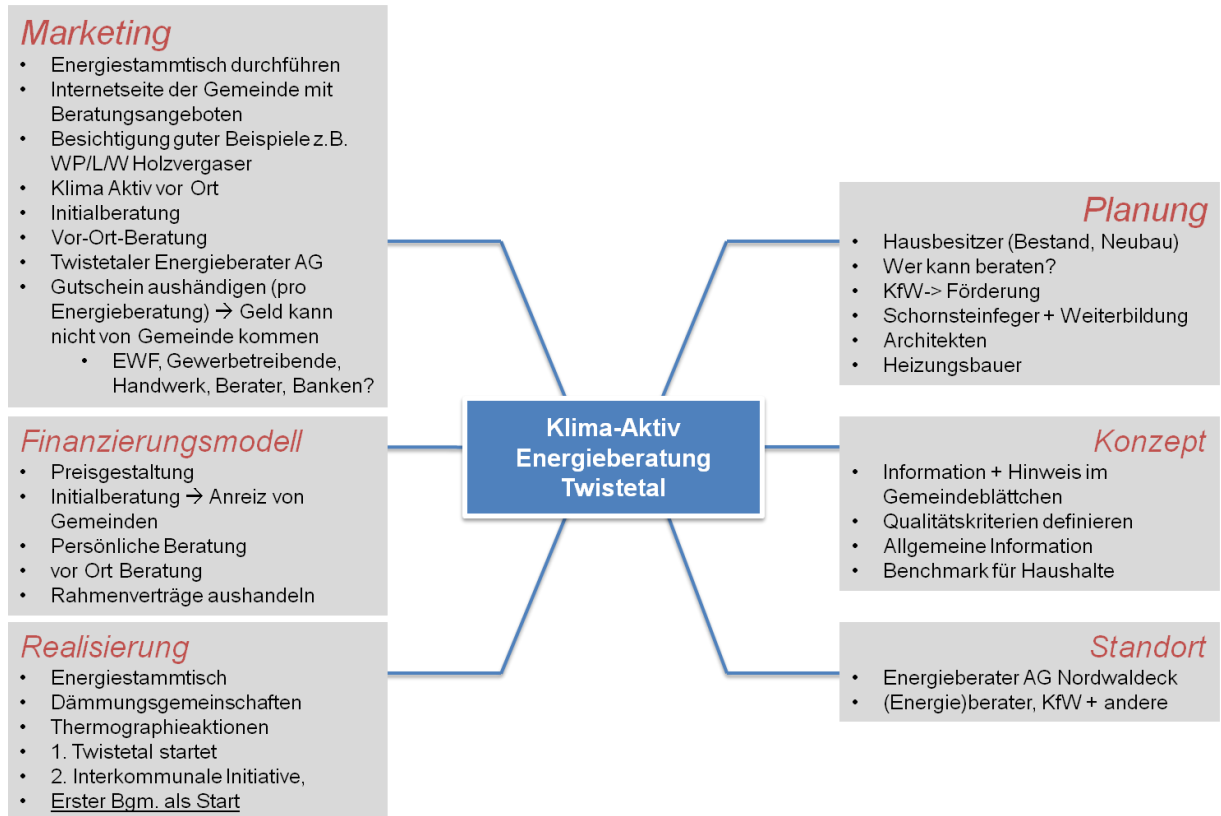
- Technisches Konzept,
- Realisierung,
- Marketingkonzept,
- Finanzierungsmodell und
- Standort

wurden konkret teils mit detaillierten Beschreibungen von Aufgaben, Akteuren und Prozessen in einer Mind-Map zusammengetragen. Nach einer 60-minütigen Bearbeitungszeit mit konstruktiven und intensiven Diskussionen stellten die Moderatoren diese „Leuchtturmprojekte“ dem gesamten Plenum vor.

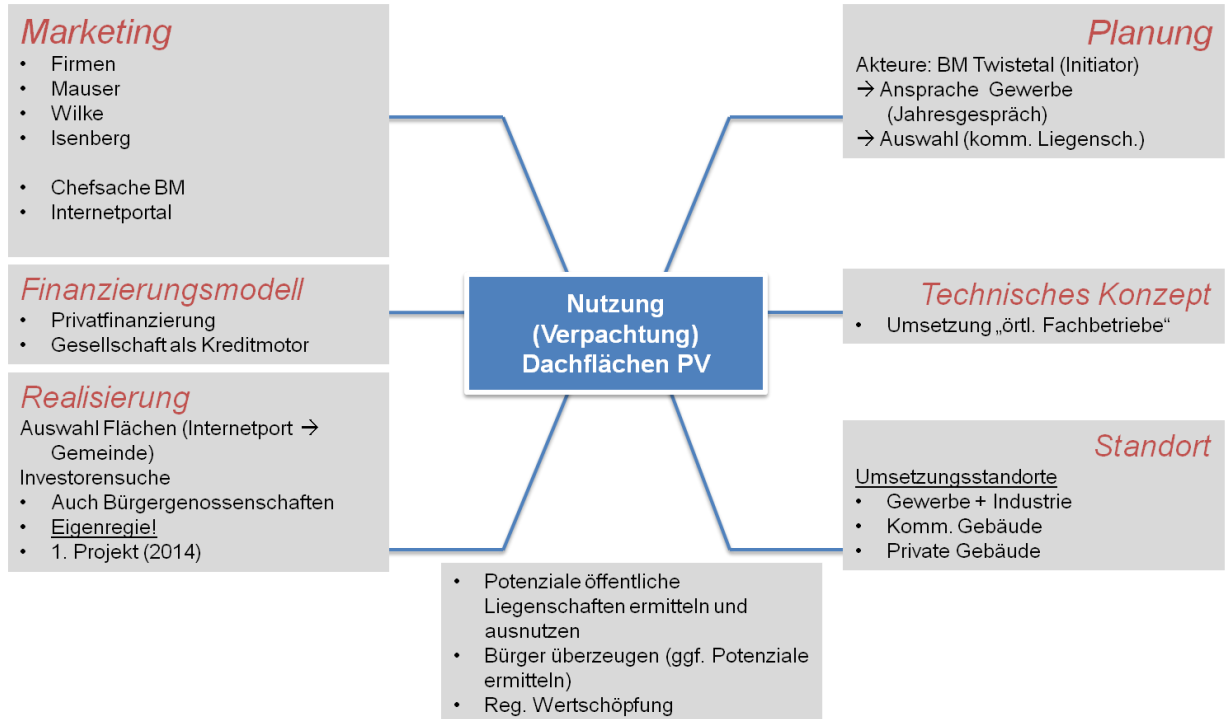
Im Rahmen des Strategieworkshops wurden durch die Arbeitsgruppen folgende Leuchtturm-

projekte erarbeitet:

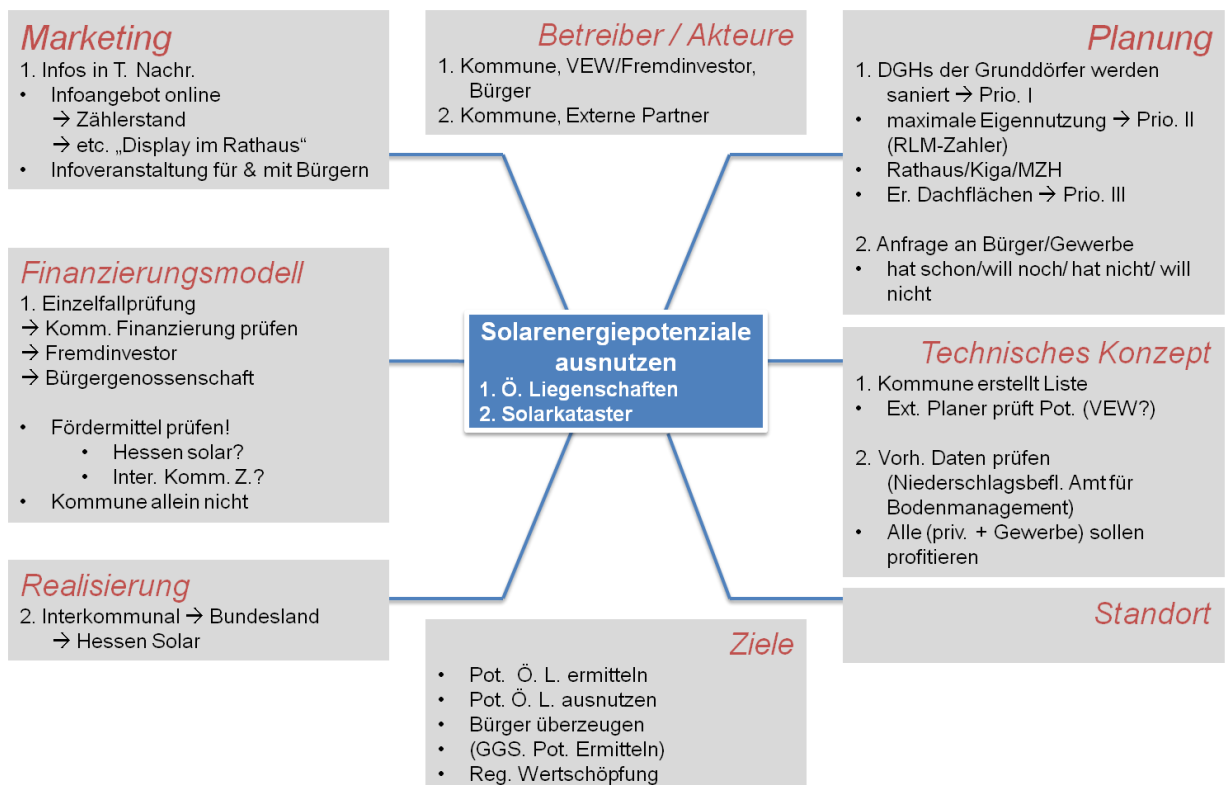
Leuchtturmprojekt: Klima-Aktiv Energieberatung



Leuchtturmprojekt: Nutzung bzw. Verpachtung der Dachflächen für PV-Anlagen



Leuchtturmprojekt: Potenziale der Solarenergie ausnutzen



6.3.1 Leuchtturmprojekt: Energiemanagement für kommunale Liegenschaften

Neben den im Strategieworkshop erarbeiteten Leuchtturmprojekten nimmt der Sektor der kommunalen Liegenschaften eine wichtige Rolle ein, da die Gemeinde Twistetal hier direkte Einflussmöglichkeiten hat und zudem eine Vorbildfunktion gegenüber der Wirtschaft und den privaten Haushalten einnehmen kann.

Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **k1** - **k13**)

- Beantragung von Fördermitteln zur Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“
- Erfassung aller Energieverbräuche und Bildung von Kennwerten
- Erstellung Energiebericht - jährlich
- Energieanalyse der Liegenschaften und Ausarbeitung eines wirtschaftlichen Sanierungsplans
- Entwicklung eines Twistetaler Energieeffizienzstandards
- Investitionsplan 5-Jahres-Zeitraum und systematische Prüfung Nutzung Erneuerbare Energien
- Hausmeisterschulungen
- Schulung Mitarbeiter (Energieeffizientes Verhalten am Arbeitsplatz)
- Hinweise für den Umgang mit stromabnehmenden Verbrauchern für Nutzer der öffentlichen Liegenschaften

Die Maßnahmenvorschläge sind im **Handlungsfeld „Kommunale Liegenschaften“** angesiedelt. Die Gebäude sind in großen Teilen schon in relativ gutem energetischem Zustand. Dennoch verbleiben noch energetische Einsparpotenziale. Insbesondere ist es wichtig in diesem Bereich durch kontrollierte Überwachung der Verbräuche für Wärme und Strom und abgeleiteten Maßnahmen eine kontinuierliche Verbesserung zu erzielen und diese zu dokumentieren.

Der erste Schritt zur Verbesserung ist die genaue Kenntnis der Energieverbräuche und deren Einflussfaktoren. Dies erreicht man durch die Einführung eines Energiecontrollings, d.h. durch

- die Erfassung der Energieverbräuche mit verursachungsgerechter Zuordnung,
- die Auswertung durch Vergleiche mit früheren Werten des gleichen Gebäudes unter Beachtung möglicher Änderungen (Zeitreihen über die Jahre) oder mit spezifischen Werten anderer Gebäude gleicher Nutzungsart und
- die zeitnahe Übermittlung dieser Informationen an die Gebäudenutzer und -verantwortlichen, damit diese sensibilisiert werden, ihr Verhalten anpassen und hinsichtlich betrieblicher Verbesserungen schnell reagieren können.

Um ein Energiecontrolling vorzunehmen, ist eine hinreichend sorgfältige Datenbasis notwendig. Eine automatische Erfassung der Verbrauchsdaten und Datenübermittlung per Internet oder über Datenlogger sollte für die Objekte mit größerem Verbrauch geprüft werden. Dadurch kann man eine bessere Steuerung und zeitnahe Behebung von Fehleinstellungen erreichen. Außerdem sollten bedarfsorientierte Einstellungen z.B. der Raumtemperaturen möglich sein.

Auf der Basis der genauen Kenntnis des energetischen Zustands der Gebäude sollte ein 5-Jahres Investitionsplan aufgestellt und laufend angepasst werden. Die Nutzung erneuerbarer Energien sollte bei jeder Maßnahme ein festes Prüfkriterium sein.

Für die eigenen Liegenschaften sollte ein Energieeffizienzstandard im Vergleich zu den allgemeinen Bestimmungen der jeweils gültigen EnEV entwickelt und verabschiedet werden. Dieser sollte die besondere Gebäudestruktur berücksichtigen, aber auch ambitioniert über dem gängigen Mindestniveau liegen. Er ist laufend anzupassen. Alle Baumaßnahmen an eigenen Liegenschaften haben diesen Standard dann zu erfüllen. Er kann auch Vorbild für andere öffentliche Träger werden.

Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
Aufbau eines Energiecontrollings	<p>Anpassung und Weiterentwicklung der Erfassungsmatrix</p> <p>Bündelung aller Daten</p> <p>Evtl. Einführung zusätzlicher Datenerfassung, um ein genaueres Bild zu erhalten</p> <p>Bildung Kennwerte und Vergleich mit allgemeinen Werten</p>	Gebäudemanagement
Erstellung eines jährlichen Energieberichtes	<p>Erstellung eines praktikablen Formats zur Eintragung durch alle Verantwortlichen</p> <p>Aufstellen des Prozesses, mit Zeiten und Hinweisen zur Datenlieferung</p> <p>Kommunikation und Bewertung der Ergebnisse mit den Hausmeistern</p> <p>Berichterstellung und -erstattung an den Magistrat und an die Öffentlichkeit</p>	Gebäudemanagement
Festlegung eines Twistetaler Energieeffizienzstandards als Orientierung für die eigenen Maßnahmen	Festlegung eines ambitionierten (über EnEV Standard) Effizienzstandards, angepasst an die vorhandene Bausubstanz für die Investitionen in eigenen Liegenschaften	Gebäudemanagement Architekt
Überprüfung auf energetische Optimierung Energieausweise Energieberatungen	<p>Ableitung der notwendigen Maßnahmen aus dem laufenden Energiecontrolling zur Verbesserung</p> <p>Thermographieaktion</p>	Gebäudemanagement Energieberater, Dienstleister
5-jähriger Investitionsplan	<p>Bewertung der Maßnahmen und Ranking</p> <p>Gegenüberstellung Kosten/Einsparmöglichkeiten</p> <p>Beschluss des Plans als Basis für laufende Investitionen</p>	Gebäudemanagement Magistrat

Kosten	Die Kosten für den Aufbau des Energiemanagements sind überschaubar, besonders da es sich in der Gemeinde Twistetal nur um eine begrenzte Anzahl öffentlicher Liegenschaften handelt. Bei dem Energiemanagement handelt es sich um eine systematische Anwendung mit Zusammenführung und Auswertung der aufgenommenen Daten. Kosten für die Vervollständigung aller Unterlagen und Implementierung, Energieanalysen u.a. sowie für evtl. zusätzlich notwendige Messtechniken, werden sich durch die Energiekostensparnis erfahrungsgemäß relativ schnell amortisieren.
CO ₂ -Ersparnis	<p>Für die Bewertung der CO₂-Einsparungen wurden zwei Szenarien betrachtet: Das Trendszenario mit einer Umsetzungsquote von 2 % jährlich und das Klimaszenario mit 4 % Umsetzungsquote jährlich. Bei Optimierung aller Liegenschaften, die über den Vergleichswerten der EnEV 2009 liegen auf deren Vergleichswerte, kann eine Einsparung des Wärme- und Stromverbrauchs von ca. 34 MWh/a erzielt werden. Das entspricht</p> <p>im Trendszenario einer summierten CO₂-Ersparnis von ca. 35 t, bei etwa 104 MWh Energieersparnis (Wärme und Strom) bis 2030,</p> <p>im Klimaschutzszenario können bis 2030 ca. 61 t CO₂, das entspricht etwa 192 MWh Energieersparnis für Wärme und Strom, eingespart werden. Nach Umsetzung aller Maßnahmen auf die EnEV-Vergleichswerte von 2009 liegt ein mögliches jährliches Einsparpotenzial bei ca. 13 t CO₂/a.</p>
Zeitplanung	Bei der Umsetzung handelt sich um eine kontinuierliche Aufgabe, die von der Gemeinde Twistetal bereits umfangreich begonnen wurde und umgehend fortgeführt werden sollte. Im ersten Jahr wird der Aufwand, besonders durch eine Einführung der Datenaufnahme höher sein, um dann in normales Verwaltungshandeln einzufließen.

Optimierung und Einsparpotenziale der kommunalen Liegenschaften Twistetal

Trendszenario: jährliche Umsetzung 2 % auf EnEV-Niveau

Umsetzungsquote/a	kurzfristig		6%	8%	10%	12%	mittelfristig		16%	18%
	2%	4%					14%	16%		
Jahr Umsetzung	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Einsparung Wärme [MWh]	0,46	1,39	2,77	4,62	6,93	9,71	12,94	16,64	20,80	
Einsparung Strom [MWh]	0,22	0,65	1,30	2,17	3,25	4,55	6,07	7,80	9,75	
Einsparung CO ₂ [t]	0,23	0,68	1,37	2,28	3,41	4,78	6,37	8,19	10,24	

Umsetzungsquote/a	20%	22%	24%	26%	28%	30%	32%	langfristig
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	34%
Jahr Umsetzung	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Einsparung Wärme [MWh]	25,42	30,50	36,05	42,06	48,53	55,46	62,86	70,71
Einsparung Strom [MWh]	11,92	14,30	16,90	19,71	22,75	26,00	29,46	33,15
Einsparung CO ₂ [t]	12,52	15,02	17,75	20,71	23,89	27,31	30,95	34,82

Trendszenario bis 2030
mögliche Einsparungen:

71 [MWh] Wärme
33 [MWh] Strom
35 [t] CO₂

Mögliche jährliche Einsparung CO₂ t/a Strom und Wärme nach Umsetzung der gesamten Maßnahme: ca. 13 t

Abb. 102: Einsparoptionen Trendszenario Energiemanagement [Eigene Berechnungen]

Optimierung und Einsparpotenziale der kommunalen Liegenschaften Twistetal

Klimaszenario: jährliche Umsetzung 4 % auf EnEV-Niveau

Umsetzungsquote/a	kurzfristig		12%	16%	20%	24%	mittelfristig		32%	36%
	4%	8%					28%	32%		
Jahr Umsetzung	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Einsparung Wärme [MWh]	0,92	2,77	5,55	9,24	13,87	19,41	25,88	33,28	41,60	
Einsparung Strom [MWh]	0,43	1,30	2,60	4,33	6,50	9,10	12,13	15,60	19,50	
Einsparung CO ₂ [t]	0,46	1,37	2,73	4,55	6,83	9,56	12,74	16,38	20,48	

Umsetzungsquote/a	40%	44%	48%	52%	56%	60%	64%	langfristig
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	68%
Jahr Umsetzung	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Einsparung Wärme [MWh]	50,84	61,01	72,10	84,12	97,06	110,92	125,71	141,43
Einsparung Strom [MWh]	21,89	24,72	27,98	31,67	35,80	40,36	45,35	50,78
Einsparung CO ₂ [t]	23,94	27,85	32,22	37,04	42,32	48,05	54,24	60,89

Klimaszenario bis 2030
mögliche Einsparungen:

141 [MWh] Wärme
51 [MWh] Strom
61 [t] CO₂

Mögliche jährliche Einsparung CO₂ t/a Strom und Wärme nach Umsetzung der gesamten Maßnahme: ca. 13 t

Abb. 103: Einsparoptionen Klimaschutzszenario Energiemanagement [Eigene Berechnungen]

6.3.2 Leuchtturmprojekt: Twistetaler Energieberater AG Klima-Aktiv

Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **o4**, **i1**, **i2**, **i4**, **i5**)

- Erarbeitung eines Beratungskonzepts für die Gemeinde Twistetal
- Kooperation mit beratenden Akteuren
- Bündelung der Fachkompetenz des örtlichen Handwerks
- Aufbau einer Beratungsplattform für Bauherren und Kleinunternehmen
- Organisationsstruktur und Marketing für die Energieberater AG Klima-Aktiv

Konzept

Dieses Leuchtturmprojekt ist dem Handlungsfeld „Übergreifende Handlungsansätze“ zuzuordnen und wurde in seinen Grundzügen im Strategieworkshop am 21.11.2013 von Bürgern / Akteuren der Gemeinde Twistetal erarbeitet. Wenn es - wie hier vorgeschlagen - nachher auf Nordwaldeck Ebene ausgeweitet wird, ist es auch den „Regionalen Ansätzen“ zuzuordnen.

Die Energieeinsparung im Gebäudebestand ist von vorrangiger Bedeutung für den Klimaschutz. Sie dient aber auch der Substanzerhaltung des Immobilienbestands und der Erhaltung der Wohnqualität. Ein effizienter und intelligenter Umgang mit Energie bildet die Basis für eine wirtschaftliche Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Wird weniger Energie verbraucht, muss weniger außerhalb der Region erzeugte Energie eingekauft werden und der Anteil der in der Region erzeugten erneuerbaren Energien an der Gesamtversorgung steigt. So fließt weniger Geld aus der Region ab und die örtliche Wirtschaftskraft wird gestärkt.

Die Sanierung des Gebäudebestands wirkt ähnlich wirtschaftsfördernd. Viele anfallende Aufgaben werden vom örtlichen Handwerk übernommen. Für den Hausbesitzer ist es oft jedoch ein Hemmnis, sich um alle Einzelaufgaben zu kümmern und diese zu koordinieren. Hier soll mit der „Twisetaler Energieberater AG Klima-Aktiv“ Hilfestellung geleistet werden. Sie fungiert als Informationsplattform zu allen - bereits an vielen anderen Stellen verfügbaren - Beratungsangeboten, Tools und Finanzierungsmöglichkeiten. Sie ist aber auch Koordinierungsstelle für die Planung, Einholung von Angeboten, Beantragung von Fördermitteln und Koordinierung der Abwicklung.

Der Schlüssel für das Gelingen einer Twisetaler Energieberater AG liegt im Wissen über das in der Region verfügbare Know-how, es zu verbreiten und vor Ort für Bürger und Unternehmen anzuwenden. Dabei wird auch eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Dienstleistern und Gewerken wie Energieberatern, Architekten, Schornsteinfeger,

Heizungsbauer sowie Banken gefördert, die den Endverbrauchern, Bauherren und Unternehmen gute Lösungen aus einer Hand anbieten können.

Um ihrer Schlüsselrolle gerecht zu werden, hat die „Twistetaler Energieberater AG Klima-Aktiv“ Aufgaben in den Bereichen:

- Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung von Bauherren und Kleingewerbe
- Initiieren von Kooperationen zwischen den Anbietern
- Entwicklung einer passenden Organisationsform zur Zusammenarbeit in der Twistetaler Energieberater AG
- Marketing: Positionierung und Vermarktung von Angeboten
- Zusammenstellung von verfügbarem Know-How in der Gemeinde
- Bereitstellung von Unterstützungsangeboten und Instrumenten
- Aufbau einer Webpräsenz
- Aktionstage und Kampagnen, Beratungen vor Ort durchführen
- Beratung bei den verschiedenen Finanzierungsoptionen

Die Initiative sollte von der Gemeinde ausgehen, wobei sehr früh bereits eine Allianz mit der Handwerkskammer und den Banken gesucht werden sollte. Durch Kooperation der Energieberater AG mit EWF, Handwerk, Banken etc., können nicht nur die anfallenden Gründungs- und Betriebskosten deutlich gesenkt werden, sondern es wird auch gleich wesentliches Know-How eingebunden. So erhöhen sich außerdem auch Reichweite und Anzahl der verfügbaren Informationskanäle für die Energieberater AG und es können mehr Bürger und Unternehmen informiert und beraten werden.

Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
Entscheidung auf Basis einer Vorlage	Inhaltliche Ausrichtung Zielgruppen Nutzen für die Gemeinde Organisationsmodell Kostendeckungsvorschlag	Gemeindevorstand/ Gemeindevetretung
Interne Planung	Orgateam zusammenstellen Externe Unterstützung klären Ressourcenplanung	Gemeindeverwaltung Banken Handwerk
Suche Kooperationspartnern	Suche nach geeigneten Kooperationspartnern Ansprache der Handwerker und Dienstleister in der Gemeinde Organisationsmodell konkretisieren und abstimmen Klärung der Rollen Sponsorenwerbung Standortsuche	Gemeindeverwaltung als Initiator Akteure in der Gemeinde Unternehmen EWF Banken Handwerkskammer Zusammenarbeit mit anderen Kommunen
Start der Twistetaler Energieberater AG Klima-Aktiv mit Aktionstagen und Informationskampagne	Aktionstag mit Besichtigung guter Beispiele vor Ort, Energieberatung vor Ort, auch in den einzelnen Ortsteilen Thermographieaktionen, Energieberatungslotterie etc. Internetseite (Gemeinde oder separat) mit Beratungsangeboten Förderlotse Energiespartipps mit Kooperationspartnern in Twistetaler Nachrichten veröffentlichen Energiesammtisch Dämmgemeinschaften	Twistetaler Energieberater AG Klima-Aktiv Kooperationspartner Akteure in der Gemeinde Vereine Twistetaler Nachrichten und Presse Nordwaldeck
Förderung der regionalen Kooperation	Weitere Aktionstage mit besonderen Schwerpunkten Nach weiteren Kooperationspartnern suchen Kooperation mit den anderen Kommunen in Nordwaldeck Konzept einer Energieberater AG Nordwaldeck Beantragung von Fördermitteln	Akteure in der Gemeinde Kooperationspartner Andere Kommunen in Nordwaldeck

Zeitplanung

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Entscheidung auf Basis einer Vorlage	■	■																
Interne Planung, Organisationsmodell	■	■	■															
Suche Kooperationspartner		■	■	■	■	■	■	■				■	■				■	■
Website, Start, laufende Aktionen						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Regionale Kooperation											■	■	■	■	■	■	■	■

Kosten	Es werden für die Maßnahmen jährlich 20.000 € veranschlagt, die zur Deckung von Kosten für Sachmittel und Unterstützung durch die Verwaltung anfallen. Weitere Kosten müssten durch ein Einwerben von Werbemittel der örtlichen oder überregionalen Wirtschaft und durch Gebühren gedeckt werden.
CO ₂ -Ersparnis	Die Beratung alleine bringt noch keine CO ₂ -Einsparung, sondern beschleunigt und ermöglicht Maßnahmen, stößt sie an und sorgt für deren sorgfältige Durchführung.

Direkt über Links nutzbare Informationen

Anhand der folgenden Beispiele soll ein kurzer Eindruck über das vorhandene Beratungsangebot in Sachen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz gegeben werden. Dies kann direkt für die Beratungsplattform der Twistetaler Energieberater AG nutzbar gemacht werden. Es kann sukzessive ausgebaut werden und muss nicht selbst aktualisiert werden.

Angebote der „Verbraucherzentrale Hessen“

Die Verbraucherzentrale Hessen bietet Informationsmaterial und günstige, persönliche Beratung zum Thema Energie. [85]

Bei der **Energieberatung** beraten Fachleute zu den Themen Heizen, Wärmedämmung, Strom sparen und energieeffiziente Geräte, erneuerbare Energiequellen sowie Fördermöglichkeiten. Es handelt sich um eine anbieterunabhängige Erstberatung. Es wird auch über Fördermöglichkeiten informiert. Das Angebot **„Stromdiebe im Haushalt“** ermöglicht Privatleuten das Messen von Stromverbräuchen mittels eines Messgerätes. So können energieintensive Geräte identifiziert werden. Gegebenenfalls können sich Neuanschaffungen lohnen.

Das Informationsmaterial reicht von Fachliteratur bis zu Unterrichtsmaterialien und kann zielgruppenspezifisch ausgewählt werden. [86]

Onlineportal „zukunft haus“

Es handelt sich um ein kostenfreies Online-Beratungsangebot. Dabei werden drei Zielgruppen unterschieden (Abb. 104).

Verbraucher können anhand interaktiver Rechenbeispiele Heizenergie- und Stromverbrauch überprüfen und statistisch erfassen. Zusätzlich gibt es umfassendes, videogestütztes Informationsmaterial zu Themen wie Energie sparen, energetische Sanierungsmaßnahmen, Energieausweis und Fördermöglichkeiten. Des Weiteren können über das Portal Fachberater ausfindig gemacht werden.



Abb. 104: Onlineportal „zukunft haus“ [87]

Planer & Handwerker finden Statistiken, Gesetze und Verordnungen sowie Informationen zu Baukosten, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Anlagentechnik und Fördermöglichkeiten vor. Zudem können Publikationen zu den Themengebieten käuflich erworben werden. Ähnliches gilt für die Sparte „Unternehmen & Öffentliche Hand“ mit entsprechend angepasster Ausrichtung des Informationsmaterials. Zusätzlich können zielgruppenspezifische Publikationen, wie Flyer oder Fachbücher erworben werden. [88]

Onlineportal „hessische energiespar-aktion“

Bei dem Onlineportal „hessische energiespar-aktion“ [89] handelt es sich um eine Kooperation zur Förderung der Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten. Durch ein kontinuierliches und umfangreiches Informationsangebot werden Entscheidungsgrundlagen für Hauseigentümer rund ums Gebäude geschaffen.

Über das Portal lassen sich auch Energieausweis und der Energiepass Hessen beauftragen. Außer für Hauseigentümer eignet sich das Informationsportal auch für Kommunen. Hier können Ausstellungen und Vorträge gebucht werden.

6.3.3 Bauherrenkampagne Geothermie

Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **g2**, **g4**, **g7**, **g9**, **g10**)

- Nutzung von Geothermie - Prüfung von Varianten an Hand von Beispielen bezogen auf die Abwägung einer zentralen Bohrung gegenüber vielen einzelnen Bohrungen für jedes Haus
- Prüfung für Nahwärmenutzungen
- Erdwärmenutzung zur Heizung und Kühlung in Gewerbegebieten und bei Gewerbebauten exemplarisch darstellen
- Technik zum Anfassen - Besichtigung von realisierten Anlagen
- Eignung für die Kooperation auf Nordwaldeck Ebene

Die Nutzung der Erdwärme in Verbindung mit elektrischen Wärmepumpen ist eine Option, die sich besonders für den Neubaubereich anbietet. Hier ist es ohne weiteren baulichen und finanziellen Aufwand möglich, eine für die geothermische Wärme passende Niedertemperaturheizung vorzusehen. Unklar ist, ob dabei der Aufbau gemeinsamer Bohrungen für benachbarte Gebäude wirtschaftlich günstiger ist als dezentrale Bohrungen. Dies sollte an exemplarischen Fällen ermittelt und die Ergebnisse verbreitet werden, um hier einen besseren Wissensstand und möglicherweise eine Kostendegression zu erreichen.

Allerdings kann auch insbesondere bei insgesamt höheren Wärmeverbräuchen, auch Warmwasserbedarf im Sommer, aber auch bei Kühlbedarf die Geothermie auch im Bestand eine gute Option sein. Dann muss je nach Wärmeverteilsystem möglicherweise eine bivalente Fahrweise erfolgen, um die nötigen Vorlauftemperaturen zu erreichen. Daher sind auch größere Objekte oder Objektverbünde sowie Gewerbeansiedlungen potenzielle Einsatzfelder.

Die europäische Gebäuderichtlinie weist den Weg hin zu einem Gebäude, das ab dem Jahr 2020 einen so geringen Energiebedarf haben soll, dass dieser nicht von außen durch fossile Energie, sondern, falls überhaupt notwendig, durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden soll. Bereits heute lässt sich diese Anforderung für den Neubaubereich weitgehend erfüllen, wenn planerisch und versorgungstechnisch frühzeitig die richtigen Weichen gestellt werden. In Neubaugebieten, bzw. bei Neubauten, kann hier die Gemeinde Twistetal aktiv werden.

Große Siedlungen – viele kleine Bohrungen

Erdwärmesonden eignen sich sowohl zur Beheizung einzelner Gebäude als auch für die Versorgung größerer Gebäudekomplexe oder ganzer Neubaugebiete. Vor allem bei größeren Objekten müssen genaue Untersuchungen des Untergrundes durchgeführt werden, damit sicher gestellt ist, dass die Anordnung der Sonden so erfolgt, dass eine gegen seitige wärmetechnische Beeinflussung unterbleibt.

Die größten deutschen Siedlungen dieser Art befinden sich in Nordrhein-Westfalen.



Abb. 105: Geothermie im Neubau [90]

Der wichtigste und federführende Akteur für diese Handlungsempfehlung ist die Gemeindeverwaltung, weil sie schon frühzeitig bei der Ausweisung von Baugebieten / Baugrundstücken oder beim Verkauf den Kontakt zu den Bauherren hat. Neben der Verwaltung sollten als weitere Akteure die im örtlichen Baugeschehen Tätigen eingebunden werden, also z.B. interessierte Bauträger, Architekten, Handwerker, Banken und Sparkasse sowie die Energieversorger, die ebenfalls an diesen Lösungen Interesse haben könnten.

Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
Information der Hausbesitzer, auch Informationen zu den möglichen Erträgen	Infothek zusammenstellen auf der Website der Gemeinde mit wichtigen Weblinks, Wärmepumpenforum veranstalten zusammen mit Handwerk, Herstellern, Bohrfirmen Energietammtisch mit Initialberatung zum Thema	Gemeindeverwaltung Verbraucherzentrale Kreishandwerkerschaft oder einzelne Betriebe
Identifizierung von möglichen Anwendungsfällen für Nahwärmeverbünde	Identifizierung von verdichteten Siedlungsbereichen mit höherer Wärmelast Prüfung der Wirtschaftlichkeit einer möglichen zentralen Wärmeversorgung Ansprache potenzieller Abnehmer und Prüfung des Interesses	Gemeindeverwaltung Immobilien Eigentümer Investoren Kooperationen mit der EWF

Finanzierung und Förderung	Erstellung einer Broschüre zur Förderfähigkeit zusammen mit Banken und Handwerk Gewinnung der Banken zur Kooperation Information und Unterstützung bei Antragstellung öffentlicher Fördermittel	Gemeindeverwaltung Lokale, regionale Banken Kreishandwerkerschaft
Information der Gewerbebetriebe und Handelsunternehmen	Veranstaltung Erdwärme zur Beheizung und Kühlung Einbindung der Thematik in eine Unternehmerrunde Kurz-Check anhand eingereicherter Unterlagen (Energierechnungen, Alter der Anlage u.a) anbieten	Gemeindeverwaltung Lokale, regionale Banken Kreishandwerkerschaft Innungsbetriebe aus Nordwaldeck Wirtschaftsförderung
Technik zum Anfassen	Besichtigung von realisierten Anlagen	Hausbesitzer Handwerksbetriebe für Heizung, Klima
Marketing und Moderation des Prozesses	Rundbrief an alle Eigentümer mit Interessensbekundung, Bauratgeber und Links zu interessanten Websites auf der Internetseite Veranstaltungen mit dem Handwerk zur Information und Qualitätssicherung Durchführung eines Wärmepumpen-Forums für alle interessierten und Vermittlung von Kontakten zwischen Bauherren, Handwerkern, WP-Herstellern und Bohrfirmen Besichtigung am Bohrloch Rückmeldung der Betreiber über die Erfahrungen und erzielten Einsparungen in einem Blog Regelmäßige Berichte über die Erfolge und weiteren Schritte	Gemeindeverwaltung Größere Immobilienbesitzer Presse Kreis als Genehmigungsbehörde Untere Wasserbehörde Handwerksbetriebe Andere Kommunen in Nordwaldeck

Zeitplanung

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Information Hausbesitzer																		
Identifizierung Anwendungsfälle Nahwärme																		
Finanzierung und Förderung																		
Information Gewerbebetriebe																		
Technik zum Anfassen																		
Marketing																		

6.3.4 Solardachbörse und Solardachkataster

Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen: **s2, s3, s5, s6, s7**)

- Informationskampagne zur Solarstromerzeugung zur Einspeisung und Eigennutzung
- Aufbau einer Solardachflächenbörse um PV-geeignete Dachflächen und Fassaden an Dritte zu verpachten
- Vertragsabschluss durch Mustervertrag vereinfachen
- Realisierungen von PV-Anlagen durch Bürgergenossenschaften fördern
- Schaffung der Informationsgrundlagen für die Solarenergienutzung durch Solarkataster
- Animation von privaten, gewerblichen und öffentlichen Akteuren zur Solarstromerzeugung

Dieses Leuchtturmdoppelprojekt ist dem Handlungsfeld "Solarenergie" zuzuordnen und wurde im Strategieworkshop am 21.11.2013 von Bürgern / Akteuren der Gemeinde Twistetal grundlegend erarbeitet.

Solardachbörse

Es gibt in der Gemeinde Twistetal für Photovoltaikanlagen noch Ausbaupotenzial, welches es zu nutzen gilt. Besonderes Potenzial bieten Dächer und Fassaden von Privatgebäuden, Öffentlichen Gebäuden und gewerblich genutzten Gebäuden. Damit die jeweiligen Eigentümer erkennen können, ob ihr Gebäude prinzipiell geeignet ist, brauchen sie hinreichende Informationen. Ein internetbasiertes Solardachkataster samt Informationsportal könnte diese Informationen und Kontaktdaten von Ansprechpartnern schnell und günstig zur Verfügung stellen.

Neben den geeigneten Flächen und dem Wissen der Anwendungsmöglichkeiten von PV-Anlagen bedarf es zur Realisation auch Investitionskapital. Sind geeignete Flächen und Investitionskapital nicht in einer Hand, so ist die Verpachtung der PV-geeigneten Fläche an einen Investor eine Möglichkeit PV-Anlagen zu realisieren. Der Eigentümer der Fläche bezieht vom Pächter ein zusätzliches und langfristiges Einkommen für die Bereitstellung der Fläche. Der Pächter erhält Zugriff auf gut geeignete Flächen und kann so sein Geld lukrativ und nachhaltig investieren. So können zusätzliche Investitionen in der Gemeinde Twistetal realisiert und die regionale Wertschöpfung gesteigert werden.

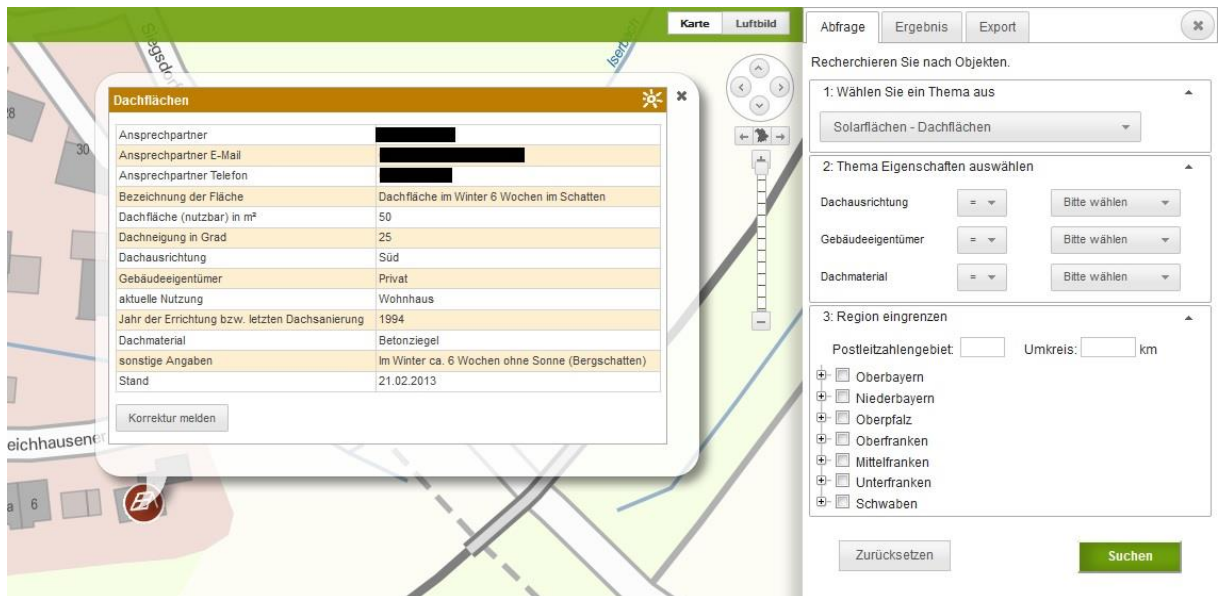


Abb. 106: Interaktive Karte der Solarflächenbörse des Energie-Atlas Bayern 2.0 [91]

Wie kommen nun Pächter und Investor zusammen? Eine Solarflächenbörse bietet potenziellen Verpächtern und Investoren ein Forum für einen ersten Kontakt (Abb. 106). Wird das Angebot um Leitfäden und Musterverträgen erweitert, kann dies Vertragsabschlüsse zwischen Verpächtern und Investoren vereinfachen. Wenn jedoch beispielsweise eine Bürgergenossenschaft bzw. -gesellschaft als regionaler Investor die PV-geeigneten Dächer der Gemeinde als Pächter nutzen will, dann kann dies auch bilateral geprüft und vereinbart werden. Ansonsten kann eine Solarflächenbörse einen starken Impuls geben [91], auch wenn der große Boom durch die Änderung des EEG möglicherweise ausbleibt.

Solardachkataster

Die Solarflächenbörse ist sehr gut kombinierbar mit dem internetbasierten Solardachkataster samt Informationsportal. Dort werden Daten über die PV-Eignung von jedem Gebäude bereitgehalten und zugänglich gemacht. Für Twistetal existiert derzeit noch kein Solardachkataster. Hier könnte sich die Gemeinde der Initiative „SolarDachHessen“ anschließen. Dabei handelt es sich um ein Projekt zur Erstellung eines landesweiten Solardachkatastersystems, das im Auftrag der Hessischen Landesregierung ins Leben gerufen wurde. Das System gibt Auskunft über

- die solare Eignung des Daches und den passenden Modultyp,
- den potenziellen Stromertrag und die CO₂-Einsparung

- sowie das Investitionsvolumen und der finanziellen Ertrag der Investition.

SolarDachHessen basiert auf dem Solardachkatastersystem SUN-AREA, das von über 350 Gemeinden verwendet wird. Zur Erstellung der Datengrundlage werden Laser- oder Stereoluftbilder erstellt. Durch hochauflösende Sensoren (Punktdichte > 2 pro m² bei Laserscannern, Bodenauf Auflösung von mind. 10 cm bei Stereoluftbildern) können auch kleinste Strukturen, wie Schornsteine oder Gauben, in den Berechnungen berücksichtigt werden. Anhand dieser Daten können entsprechende Ertrags- oder Einsparungspotenziale automatisch berechnet werden. Zudem besteht die Möglichkeit, anhand eines individuellen Ertragsrechners genauere Analysen vorzunehmen (Abb. 107).

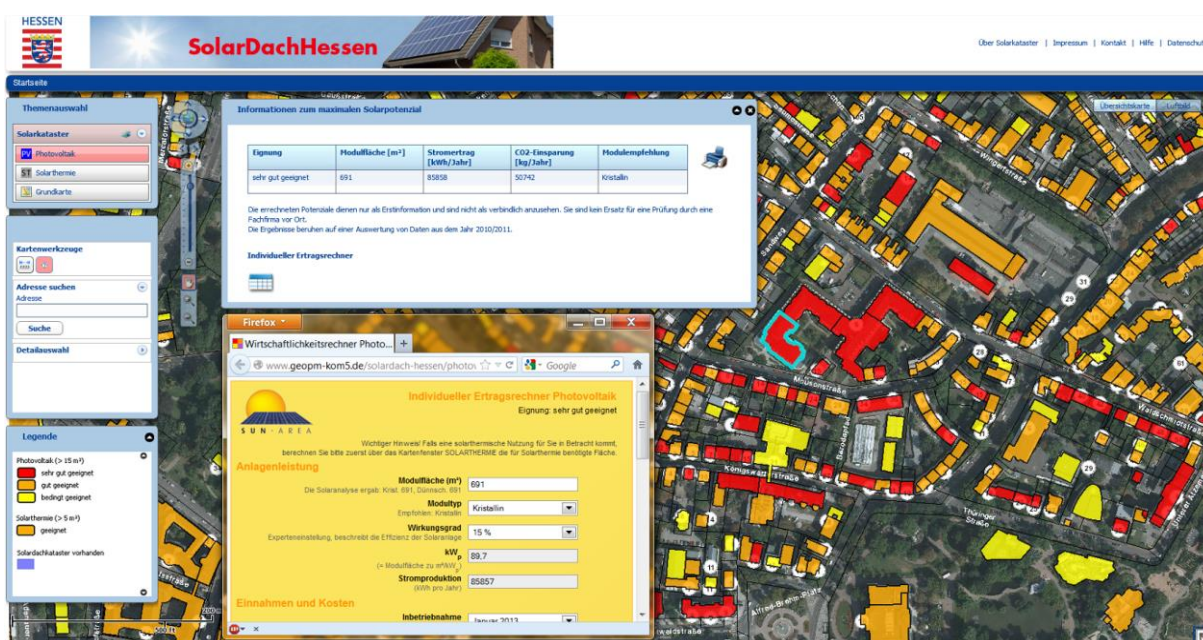


Abb. 107: Interaktive Karte des SolarDachHessen mit Ertragsrechner [92]

Derzeit (Stand: Anfang 2014) ist das SolarDachHessen noch auf ein Pilotgebiet mit 32 Kommunen beschränkt. Es ist vorgesehen, das System auf ganz Hessen auszuweiten. Die Daten sind über eine Web-GIS-Anwendung online für jeden abrufbar. Pro Gebäude lassen sich so per Klick die entsprechenden Detailinformationen abfragen. [93]

Alle hessischen Gemeinden und Städte, somit auch Twistetal, sind aber schon mit ihrer Gebäudestruktur parzellenscharf in das System integriert. In Abb. 108 sind verschiedene Ebenen des SolarDachHessen-Systems am Beispiel Twistetals dargestellt. Neben den Gemeindegebietsgrenzen lassen sich auch Luftbilder und Parzellengrenzen auf verschiedenen Maßstabsebenen betrachten.

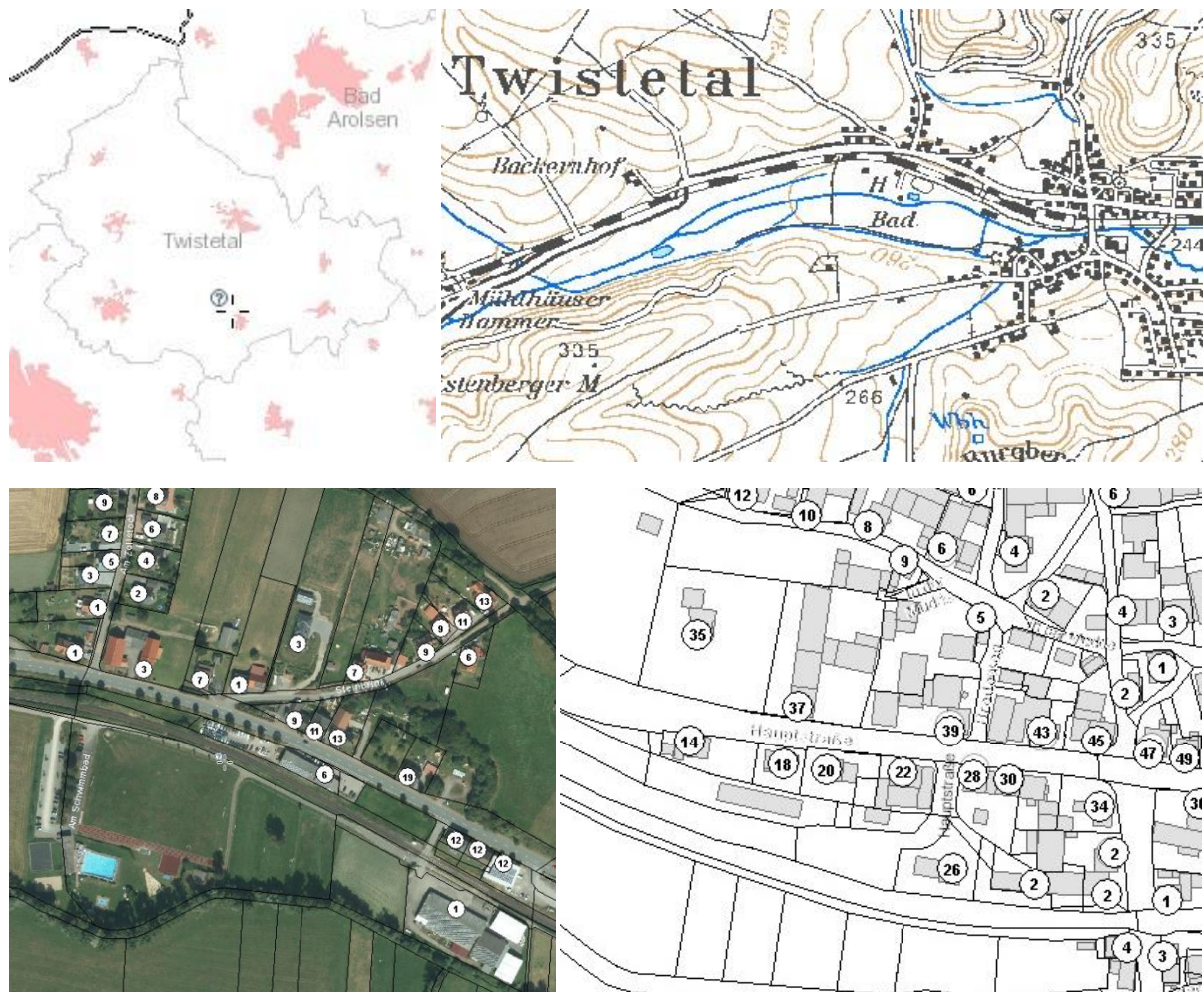


Abb. 108: Verschiedene Maßstabsebenen des vorbereiteten Katastersystems für Twistetal in SolarDachHessen [92]

Das Leuchtturmdoppelprojekt "Solarflächenbörse + Solardachkataster" ist zwar sehr umfangreich, aber es bietet in der Form mehr Möglichkeiten die Kosten zu begrenzen. Kooperationen mit Nachbargemeinden bieten weitere Einsparpotenziale.

Dieses Projekt eignet sich auch für die Umsetzung auf Nordwaldeck Ebene.

Arbeitsschritte Solarflächenbörse

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
Konzept für die Solarflächenbörse mit Informationsportal entwickeln	Inhaltliche Ausrichtung Zielgruppen Erweiterungsmöglichkeiten einplanen Kooperationspartner finden Finanzierungskonzept erstellen	Gemeindevorstand/ Gemeindevertretung Gemeindeverwaltung Akteure der Region
Umsetzung Solarflächenbörse mit Informationsportal	Projektumsetzung unter Zuhilfenahme von Fachfirmen und eigenen Kompetenzen Datenerhebung und -auswertung Leitfäden für Investoren und Verpächter erstellen Musterverträge entwickeln Öffentlichkeitsarbeit zum Start der Solarflächenbörse	Gemeindeverwaltung Akteure der Region Kooperationspartner Hochschule Kassel
Bürgergenossenschaft gründen	Ideen entwickeln und Gründungsmitglieder finden Erfahrungen aus anderen Kommunen / Regionen einholen Satzung erarbeiten Kooperationspartner finden Eigenkapital sammeln	Gemeindeverwaltung Akteure der Region Kooperationspartner
PV-geeignete Flächen auf/ an Gemeindegebäuden auf der Solarflächenbörse anbieten	Ratsbeschluss für Verpachtung erwirken Geeignete Gemeindegebäude finden Angebotskonditionen entwerfen Angebot auf der Solarflächenbörse veröffentlichen	Gemeindevorstand/ Gemeindevertretung Gemeindeverwaltung
Öffnung der Solarbörse für alle lokalen/regionalen Anbieter	Angebot allen in der Gemeinde mitteilen Andere Gebäudeeigner und Gewerbebetriebe als Anbieter gewinnen Gewerbliche Firmen im Handwerk gewinnen, die die Solardachbörse mit nutzen	Gemeindeverwaltung Akteure der Region Kooperationspartner aus Handwerk und Herstellern

Kosten	Den größten Kostenfaktor macht die Entwicklung und die Erstellung des Internetportals aus. Hierfür können durchaus zwischen 5.000 und 7.500 Euro anfallen. Kooperationen mit anderen Kommunen sollten unbedingt geprüft werden, da sich die anfallenden Kosten eher auf die technische Umsetzung als auf die Größe der Region beziehen. Auch eine Zusammenarbeit mit Sponsoren, bspw. aus der PV- / Solarthermie-Handwerkerbranche sollte geprüft werden
CO ₂ -Ersparnis	Eine direkte CO ₂ -Einsparung entsteht durch eine Solardachbörse nicht. Allerdings wird der Zugang zu nutzbaren Dachflächen erleichtert, was zu einer schnelleren Hebung der möglichen Potenziale führt.

Zeitplanung Solarflächenbörse

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Konzept Solarflächenbörse									
Umsetzung Solarflächenbörse									
Bürgergenossenschaft gründen									
Gemeinde bietet PV-Flächen an									
Ausweitung der Solardachbörse									

Arbeitsschritte Solardachkataster

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
Information und Beratung	Kontaktaufnahme zu SolarDachHessen Welche Daten werden benötigt? Prüfung des eigenen Datenbestands Verschiedene Solardachkatastersysteme sichten und prüfen Ist eine Integration in SolarDachHessen möglich? Interkommunale Zusammenarbeit prüfen	Gemeinde Nordwaldeck oder Kreis Waldeck-Frankenberg
Finanzierung	Kostenschätzung Verhandlung mit Kreis, Land, Energieversorgern wegen Fördermitteln führen Kooperation mit Universitäten und Hochschulen prüfen PPP-Modelle und Sponsoring prüfen	Gemeindeverwaltung Nordwaldeck Kreis Waldeck-Frankenberg Fördermittelgeber
Konzeptentwicklung und Entscheidungsfindung	Entwicklung eines tragfähigen Umsetzungskonzeptes Übermittlung an den Magistrat und Entscheidungsfindung	Gemeindeverwaltung Politik
Projektumsetzung	Projektumsetzung unter Zuhilfenahme von Fachfirmen Datenerhebung und -auswertung, Implementierung in ein Katastersystem Schaffung eines interaktiven Web-GIS-Portals (ggf. Integration in SolarDachHessen)	Gemeindeverwaltung Fachfirmen Hochschulen
Präsentation und Marketing	Präsentation und Bewerbung des Katastersystems Private, gewerbliche und öffentliche Akteure animieren, das System zu nutzen Eine kommunale Liegenschaft als Beispielprojekt initiieren	Umliegende Gemeinden Gemeindeverwaltung Politik

Kosten	<p>Eine Kostenschätzung gestaltet sich schwierig, da es einerseits unterschiedliche Systeme am Markt gibt, andererseits der Grad der Katasterumsetzung stark variieren kann. Dieser reicht von einer 2D-Auswertung mittels vorhandener Luftbilder in Kombination mit einer Ortsbegehung und Kartierung, bis hin zur Erstellung von 3D-Modellen auf Basis eigens angefertigter lasergestützter Luftbildaufnahmen.</p> <p>Allein für die Erstellung eines Solarkatasters kann man in etwa mit Kosten von mindestens 15.000 bis 20.000 Euro rechnen¹⁴. Dabei sind Verwaltungs- und Opportunitätskosten sowie laufende Kosten für das System (Wartung, Aktualisierung, Bereitstellung des Onlinezugangs etc.) nicht mit eingerechnet [94, 95]. Durch Kooperation mit den umliegenden Gemeinden lassen sich Synergien nutzen und die Kosten senken.</p>
CO ₂ -Ersparnis	<p>Durch die Schaffung einer Datengrundlage anhand des Solarkatasters wird direkt kein CO₂ eingespart. Allerdings wirkt das Katastersystem als Entscheidungshilfe zur Prüfung von Investitionsmöglichkeiten in Photovoltaik und Solarthermie. Daraus ergeben sich Synergieeffekte, die zu einem vermehrten Ausbau von Photovoltaik und Solarthermie führen können.</p>

Zeitplanung Solardachkataster

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8
Information und Beratung								
Finanzierung								
Konzeptentwicklung und Entscheidungsfindung								
Projektumsetzung								
Präsentation und Marketing								

¹⁴ Eine Kurzrecherche ergab, dass die Erstellung eines Solarkatasters etwa 200 Euro pro km² [55], bzw. mindestens 20.000 Euro [95] kosten kann. Unter Berücksichtigung der Größe der Gemeinde (74 km²) ergibt sich eine Kostenspanne von mindestens 15.000 bis 20.000 Euro.

7 Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung

Für die erfolgreiche Umsetzung des Handlungsplans sind nicht nur die unmittelbar mit der Investition befassten Gruppen, z.B. Handwerker, Gemeinde, Landwirte, Stadtwerke, Architekten und Bauherren als Akteure notwendig, sondern ebenso die Politik, die Meinungsbildner oder die Schulen. Häufig ist es so, dass eine Reihe singulärer Maßnahmen angestoßen werden, diese jedoch weder inhaltlich noch zeitlich koordiniert durchgeführt werden. Hierdurch werden wertvolle Ressourcen nicht optimal ausgenutzt und die breite Akzeptanz gefährdet, bzw. nicht auf einem konstruktiv hohen Niveau gehalten.

Das integrierte Klimaschutzkonzept für die Gemeinde Twistetal bietet einen guten Gesamtrahmen für die Vielfalt von Maßnahmen zum Klimaschutz in den nächsten Jahren.

7.1 Begleitende Kommunikation

Im Rahmen der Bearbeitung des Klimaschutzkonzeptes wurden folgende Beteiligungsformen gewählt, deren Ergebnisse in das Konzept eingeflossen sind:

- Lenkungsgruppe zur laufenden Abstimmung der Bearbeitung
- Energie-Café zur Einbindung einer breiten Öffentlichkeit, der wichtigen Akteure aus Bürgerschaft, Wirtschaft und Politik in der frühen Bearbeitungsphase
- Strategieworkshop zur Entwicklung und Priorisierung von Handlungsempfehlungen
- Diskussion der Ergebnisse im Gemeinderat
- Rückkopplung auf Nordwaldeck-Ebene in der Bürgermeisterrunde

Auf diese Weise ist eine Kontinuität zwischen Bearbeitung und Umsetzung gegeben. Für den laufenden Dialog zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes sollte hier angeknüpft werden. Insbesondere das Energie-Café ist hierfür eine geeignete Plattform.

Darüber wurden zu den wichtigsten Teilschritten Pressemitteilungen herausgegeben und auch im Internet veröffentlicht. In der örtlichen Presse kamen mehrmals größere Beiträge.



Abb. 109: Ideeninput beim Energie-Café [96]

7.2 Vorhandene Kommunikationswege

Bestehende Informationswege sind den Menschen in der Gemeinde vertraut und sollten aus Gründen der schnellen Erreichbarkeit, der Effektivität und der Akzeptanz möglichst umfassend genutzt werden. Manchmal passt eine inhaltliche Ausweitung um das Thema Klimaschutz gut und es ist eine willkommene Bereicherung.

Solche Medien und Informationskanäle sind im Regelfall

- Gemeindezeitungen
- Amtliche Verlautbarungen
- Infos von Privaten (EVU), Energieagenturen und öffentlichen Institutionen (z.B. Handwerkskammer und IHK)
- Veranstaltungen auf dem Gemeindegebiet
- Internetauftritt.

In der Gemeinde Twistetal gibt es die Gemeindezeitung „Twistetaler Nachrichten“, die wöchentlich erscheint und verteilt wird, eine Broschüre ‚Gemeinde Twistetal‘, in der auch die örtliche Wirtschaft inseriert sowie einzelne andere Faltblätter, z.B. zu Bau- oder Gewerbegebieten und den Internetauftritt <http://www.gemeinde-twistetal.de/> mit allen wichtigen Informationen. Auch auf der Website des Portals Nordwaldeck, z.B. <http://tourismus.nordwaldeck.de/> wird auf die Gemeinde Twistetal hingewiesen.

7.3 Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit

7.3.1 Interne Kommunikation

Für die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen ist innerhalb der Verwaltung der Gemeinde die Zusammenarbeit verschiedener Abteilungen gefordert. Die geringe Größe der Verwaltung unterstützt den guten Informationsfluss, allerdings ist dieser nicht unbedingt themenbezogen.

Viele klimarelevante Aufgaben werden auch vom Landkreis Waldeck-Frankenberg wahrgenommen, haben aber eine Auswirkung auf die Kommune und einen direkten Bezug zu anderen Bereichen mit Klimarelevanz. Hier seien die Baugenehmigungen, die Schulhoheit, die Abfallwirtschaft oder der Verkehr genannt. Für den Tourismus, den Stadtumbau und die Wirtschaftsförderung arbeiten die Kommunen in Nordwaldeck Bad Arolsen, Diemelstadt, Twistetal und Volkmarsen eng zusammen. Auch der Klimaschutz soll zukünftig stärker interkommunal vorangebracht werden.

Um gute Energie- und Klimabezogene Lösungen zu erreichen und Synergien zwischen den verschiedenen Projekten zu ermöglichen, ist ein kontinuierlicher Informationsaustausch zwischen den Verantwortlichen notwendig. Nur wenn alle gut und zeitgleich informiert sind kann eine Unterstützung für Projekte erwirkt werden.

Hierfür sollte in der Gemeinde eine ständige **Arbeitsgruppe Klimaschutz** etabliert werden, die alle Verantwortlichen für die wichtigsten Handlungsfelder einbindet und sich ca. 3-4-mal im Jahr trifft. Geleitet werden sollte er von einer dafür beauftragten Person aus der Verwaltung, die Koordinator für diese Aufgabe ist.

Folgende Punkte sind für die interne Kommunikation wichtig:

- Information über laufende Projekte, damit Verknüpfungsmöglichkeiten zu anderen Verwaltungsaufgaben auch gesehen und kontinuierlich genutzt werden können.

- Berichterstattung über die Umsetzungsfortschritte des Klimaschutzkonzeptes, die in geeigneter Form jährlich erfolgen sollte.
- Evtl. Projektsteckbriefe, die über die technischen und wirtschaftlichen Eckdaten von guten Beispielen berichten
- Präsentationen und Berichterstattung im Gemeinderat, Ausschüssen und Verwaltungsgremien

7.3.2 Externe Kommunikation

Allgemeine Öffentlichkeitsarbeit

Die allgemeine Öffentlichkeitsarbeit verfolgt die Ziele:

- Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Klimaschutz. Auch für bestimmte Zielgruppen zugeschnitten
- Bekannt machen der Ergebnisse und der Maßnahmenvorschläge des IKK, Vermarktung und Bündelung der Aktivitäten unterschiedlicher Akteure
- Kommunikation in die einzelnen Ortsteile, Vereine, Kirchengemeinden, Unternehmen u.a.
- Identifizierung mit dem Klimaschutz als Gemeinschafts-Projekt der Gemeinde.

Slogan entwickeln und vermarkten

Ein Slogan oder auch eine Wort-/Bildmarke bietet sich an, die Zielsetzung der Gemeinde knapp und prägnant zu kommunizieren. Dies könnte im Falle der Gemeinde Twistetal auch ein gemeinsamer Slogan für Nordwaldeck insgesamt sein, so z.B. eine Wort-Bildmarke z.B. „Nordwaldeck - Klima-Aktiv“. Für Twistetal ist es schwer, den bestehenden Slogan: Twistetal - ländlich, herzlich, lebenswert passend zu ergänzen, z.B. durch klimabewusst, da es dann schnell überladen wirkt. Ein solcher Slogan müsste eher losgelöst sein z.B. „Wir in Twistetal - mit Herz fürs Klima“. Er könnte in den nächsten Jahren für die verschiedensten Maßnahmen in der Gemeinde als Logo verwendet werden, unter dem dann Veranstaltungen und Aktivitäten laufen können.

Botschafter und Fürsprecher für diesen Slogan können sich mit ihren Projekten präsentieren. Dies kann im Internet erfolgen, indem sie mit einem eigenen Spruch und Bild, ihr eigenes Projekt in ein vorgefertigtes Template einstellen können. Sie können sich daraus Plakate

drucken und so nach außen ihre Unterstützung dokumentieren.

Aktuelles

Das Thema Klimaschutz kann man zu allen Anlässen aufgreifen, z.B. Eröffnungen, Fortschritte und Fertigstellung von Projekten, Treffen und Besichtigungen, Veranstaltungen als Ankündigung und Berichte danach.

Veröffentlicht werden Pressemitteilungen

- auf der Website der Gemeinde und in
 - Den Twistetaler Nachrichten, der wöchentlich erscheinenden Gemeindezeitung, die in allen Ortsteilen verteilt wird.

Auch sollte immer wieder mal angestrebt werden mit interessanten Themen in die Tagespresse zu kommen.

Printmedien

In einer so kleinen Gemeinde hält sich das Spektrum an Printmedien in Grenzen. Bei Neuauflagen der Broschüre „Gemeinde Twistetal“ kann das Thema Klimaschutz aufgenommen werden.

Auch könnte ein Faltblatt mit einer Kurzfassung oder einigen Kernergebnissen des IKK oder verabschiedeten Klimaschutzzielen der Gemeinde als „Daten und Fakten zum Klimaschutz in Twistetal“ herausgegeben werden.

Internetauftritt

Ein wichtiges Medium für die Umsetzung des IKK ist ein attraktiver Internetauftritt unter einer eigenen Domain oder als eigenen Menüpunkt auf der Website der Gemeinde. Folgende Punkte sollten beachtet werden:

- Ein eigener Menüpunkt ‚Energie und Klima‘ sollte auf der Startseite angelegt werden.
- Verlinkung auf die Homepages anderer wichtiger Informationsgeber, z.B. Energieland-Hessen oder dem Portal Nordwaldeck, falls dort Themen zum Klimaschutz bereitgestellt werden. So bietet sich die Möglichkeit durch sinnvolle Verlinkung aktuell zu bleiben bei breitem Leistungsangebot
- Aktuelle Informationen einstellen, um attraktiv zu bleiben

Die Internetpräsenz ist ein vergleichsweise kostengünstiges Instrument, wenn man es mit

einem Content Management System (CMS) selbst pflegen kann.

Folgende Inhalte und Angebote könnten enthalten sein, wobei sich hier je nach Ressourcen und Umsetzungsgrad des Klimaschutzkonzeptes ein sukzessiver Ausbau anbietet.

- Aktuelles
- Allgemeine Informationen, hier nicht das Rad neu erfinden, sondern Verlinkung auf allgemeine Infoseiten
- Laufende Aktivitäten in der Gemeinde bei den verschiedenen Akteuren
- Veranstaltungskalender für eigene Veranstaltungen, aber auch Hinweis zu Veranstaltungen Dritter in der Region
- Aktionen: Mitmachaktionen, für die Menschen sich melden oder abstimmen müssen
- Best-Practice und Aktivitäten Anderer „Ich mach mit“
- Forum für Bürger, Fachleute, Schüler, Vereine, Betriebe zu verschiedenen Themen, als virtuelle Fortführung des Energie-Cafés
- Virtuelles Beratungszentrum mit Verlinkung zu Beratungsinstitutionen sowie Berechnungstools, z.B. Auslegung PV und Solarthermie, Einsparmaßnahmen, Heizungstechnik, Förderfibel, CO₂-Rechner. Hier bietet sich auch der gemeinsame Aufbau auf dem Portal Nordwaldeck mit Verlinkung dorthin.

Klimaschutzpreis / Wettbewerbe

Preise und Wettbewerbe bieten eine gute Möglichkeit, in die Öffentlichkeit zu treten und für eine Maßnahme zu werben. So können z.B. folgende Richtungen gewählt werden:

- Auslobung eines Preises für umgesetzte Maßnahmen, z.B. ein Energieeffizienzpreis oder für Erneuerbare Energien,
- Klimaschutzideen - Gemeinschaftsaktivitäten speziell in den Vereinen
- Malwettbewerbe in den KiTas

Es bedarf einer guten Vorbereitung beim ersten Mal und die laufende Umsetzung muss ressourcenmäßig eingeplant werden. Eine Kooperation mit potentiellen Partnern als Sponsoren kann die Bedeutung erhöhen.

7.3.3 Veranstaltungen

Veranstaltungen verfolgen im Rahmen der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes verschiedene Zielsetzungen und bieten breite Möglichkeiten. Je nach Zielsetzung, Zielgruppe und Thema sind unterschiedliche Veranstaltungsformen geeignet.

- **Information:** Bei reinen Informationsveranstaltungen sind eine größere Teilnehmerzahl und Vorträge eine adäquate Form.
- **Qualifizierung und Gruppenberatung:** Hier wird sinnvollerweise eine Form von Workshops gewählt, die Inputphasen mit interaktiven Formen verbindet. Die Zahl der Teilnehmer sollte 25 - 30 nicht überschreiten.
- **Werkstätten und Vermittlung von Kontakten:** Bei kreativen Veranstaltungen wie Planungswerkstätten oder Vermittlung von Kontakten sind interaktive Methoden mit ca. 20 Personen eine effektive Form.
- **Mediation:** Bei der Mediation, z.B. bei Bürgerveranstaltungen zum Bau von Windenergieanlagen oder anderen Bürgerbeteiligungen hängt es von der konkreten Situation ab. Eine Mediation zwischen kontroversen Gruppen ist nur im kleinen Kreis möglich.
- **Exkursionen, Besichtigungen:** Besichtigungen hängen häufig von dem zu besichtigenden Objekt und seinen technisch/räumlichen Möglichkeiten sowie den Transportgegebenheiten ab. Sie dienen oft als Vorbereitung für eine bestimmte Anlagenplanung oder als touristische Ereignisse.
- **Ausstellungen, Messen:** Hier können Hersteller und Berater mit den Ratsuchenden in Kontakt treten. Eine solche „Energie- und Umweltmesse“ soll Ausstellung und Vortragsveranstaltungen sowie Besichtigung kombinieren. Sie erfordert eine solide Planung.

Das Spektrum der möglichen Veranstaltungen muss den verfügbaren Ressourcen angepasst sein. Hier kann man jedoch durch Kooperationen mit anderen Gemeinden, Firmen, Institutionen, Verbänden u.a. die Arbeit erleichtern, die Kosten reduzieren und den Erfolg erhöhen. Andere Institutionen und Firmen, die thematisch auf dem jeweiligen Gebiet Expertise aufweisen, können hier wichtige Partner sein. Dies hat den Vorteil, dass man sich die Fachleute als Referenten sichert, nach außen und für die Durchführung Fachkompetenz deutlich wird und auch der Zugang zur Klientel des Kooperationspartners für die Bewerbung der Veranstaltung leichter wird. Die Zielgruppenspezifische Zuordnung führt zu einer passgenaueren Aus-

richtung und zu einem besseren Erfolg bei der Information und Einbindung der regionalen Akteure.

Für die laufende Einbindung der interessierten Öffentlichkeit und aller wichtigen Akteure bietet sich eine **Fortführung des Energie-Cafès** an, in einem jährlichen Turnus. Es kann auch jeweils unter einem speziellen Themenschwerpunkt stehen. Bei Etablierung einer solchen Aktivität können auch zunehmend die Teilnehmer zu aktiven Beiträgen animiert werden.

Beispiele für weitere Veranstaltungen, die spezielle Zielgruppen adressieren, sind:

- Energienachbarschaftsfeste, z.B. bei Bauherren als Dämmgemeinschaften (Bauherren, Neubau und Sanierung)
- Energiesparwetten (in einer Siedlung oder einem Verein)
- Klimapatenschaften vermitteln (Unternehmen - Kita)
- Energieparcours / Lehrpfad zu Anlagen (Familien, Interessierte Bürger, Gäste). Hierfür könnte ein Flyer erstellt werden.
- Generationenvertrag Klimaschutz (Senioren - Kinder)

7.3.4 Rahmenbedingungen zur Umsetzung des Konzeptes

Es ist zu klären, wie eine Öffentlichkeitsarbeit für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes organisiert werden kann, wo die Verantwortung liegt, wie die Ressourcen bereitgestellt werden. Die Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit erfordert finanzielle und personelle Kapazitäten und kann daher wohl nur z.T. in den laufenden Budgets und Abläufen durch Verschiebung der inhaltlichen Schwerpunkte erfolgen.

Insbesondere ist nach der Annahme des Klimaschutzkonzeptes zu klären, welche Aufgaben

- auf der Ebene Nordwaldeck in interkommunaler Zusammenarbeit erfolgen kann,
- wo man sich gegenseitig unterstützt und
- was jede Gemeinde alleine macht.

Für manche Aktivitäten könnten auch Sponsoren gewonnen werden, ohne die parteiübergreifende und herstellerunabhängige Aufgabe nicht zu gefährden. Hier sollte eine Liste erstellt werden, wer in Frage käme und projektbezogen angesprochen werden kann. Für manche Veranstaltungen können auch Teilnehmerbeiträge erhoben werden, um sie zu finanzieren,

dies sollte dann auch genutzt werden. Dennoch sollte im kommunalen Budget ein moderater Betrag für kommunikative Maßnahmen zum Klimaschutz eingestellt werden.

8 Controlling der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes

8.1 Steuerung des Klimaschutzprozesses

Die Gemeinde Twistetal hat auf der Basis der vorhandenen Aktivitäten und Rahmenbedingungen durch die Lenkungsgruppe Handlungsfelder festgelegt. Die in Kapitel 5 dargestellten Handlungsfelder mit den dazu gehörigen Handlungsoptionen müssen aufgrund der kurz-, mittel- und langfristigen Zeitperspektive auf ihre Wirkungen untersucht werden.

Hierzu bedarf es einer systematischen Vorgehensweise, wie sie für Managementaufgaben im Regelfall im Managementkreislauf dargelegt ist.

Auf der Basis des Status-Quo (Energie- und CO₂-Bilanz) sollten folgende Arbeitsschritte ablaufen:

1. **Zieldefinition** (Klimaschutzziele für die Gemeinde Twistetal, Ziele für einzelne Handlungsfelder oder Maßnahmen): Diese müssen konkret, messbar, realistisch, passend, zeitlich definiert sein
2. **Planung einer Strategie** und Aufstellung eines Maßnahmenplans zur Zielerreichung
3. Entscheidung und **Umsetzung der Maßnahmen**
4. **Evaluation**, Überprüfung der Ergebnisse und Abgleich mit den Zielen

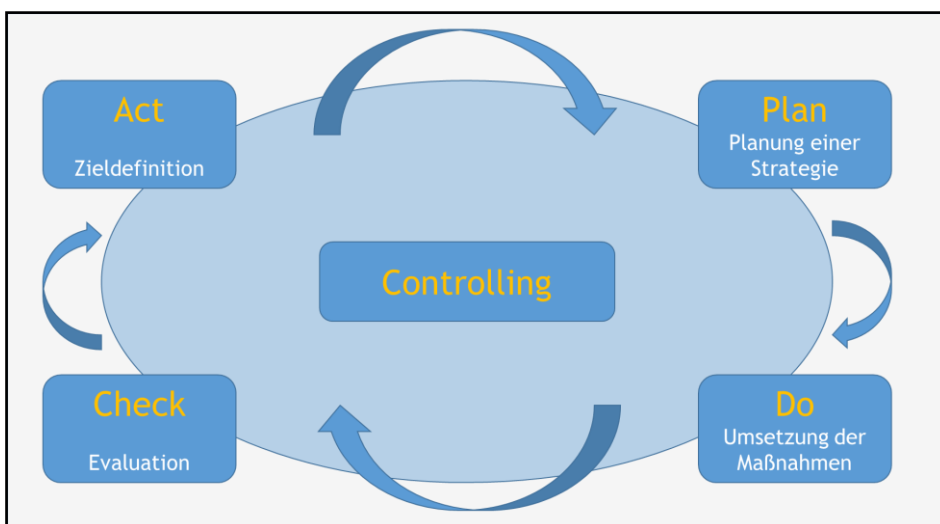


Abb. 110: Controlling nach dem PDCA-Managementkreislauf [Eigene Darstellung]

Dieser Managementkreislauf spiegelt sich auch im PDCA (Plan - Do - Check - Act) Prozess im Rahmen des Qualitätsmanagements wieder, der darauf angelegt ist, zielorientiert zu arbei-

ten, aber immer auch die einzelnen Schritte hier Handlungsfelder zu überprüfen, anzupassen und verbessert weiterzuverfolgen. Damit kann der Prozess optimal an die Möglichkeiten angepasst werden, ohne seine Zielgerichtetheit zu verlieren (Abb. 110). Vielmehr wird er im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) in Gang gehalten. [97]

Für das Klimaschutzmanagement in einer Kommune sind diese Prinzipien ebenfalls anwendbar. Die Klimaschutzstrategie und der Umsetzungsprozess der Maßnahmen erfordern einen ständigen Abgleich mit anderen Aktivitäten und Belangen der Kommunal- und Regionalpolitik, den Dialog mit den anderen Akteuren (z. B. die Bürgermeisterrunde) und die Anpassung der Realisierung an die verfügbaren Ressourcen.

Dieser Prozess muss, um in der o. g. Weise ablaufen zu können, von einer Person oder einem Gremium beobachtet und systematisch gesteuert und überprüft werden. Er gilt sowohl für den Gesamtprozess des Klimaschutzes in der Gemeinde, als auch für jede einzelne Maßnahme. Für die verschiedenen Maßnahmen können sowohl verschiedene Akteure verantwortlich, als auch unterschiedliche Abläufe sinnvoller sein.

Es ist wichtig, dass die Verantwortlichen für den Klimaschutzprozess in der Gemeinde Twistetal oder aber in der Region Nordwaldeck in konstruktivem Kontakt zu den jeweiligen Akteuren (für die einzelnen Maßnahmen stehen). Dies ist besonders für die Aktivierung des Investitionspotenzials notwendig, da die Gemeinde die wenigsten Maßnahmen selbst umsetzen kann. Der verantwortliche Akteur z. B. ein Klimaschutzmanager muss die beteiligten Akteure von der Sinnhaftigkeit und dem jeweiligen individuellen Nutzen überzeugen und sie für den gemeinsamen Prozess gewinnen.

8.2 Organisatorische Rahmenbedingungen zur Umsetzung

Dafür bedarf es analog zum Qualitätsmanagementprozess angepasste Strukturen und Verantwortlichkeiten, damit ein Controlling angemessen, wirkungsvoll und praktikabel umsetzbar ist.

Beim Klimaschutzprozess ist zu beachten, dass der Prozess sowohl innerhalb der Verwaltung vertikal zu den anderen Verwaltungsebenen und im interkommunalen Austausch, als auch in der gesamten Gemeinde unter Einbeziehung der Bürgerschaft und der politischen Gremien gesteuert und überprüft werden sollte.

Hierzu bietet sich für den internen Prozess eine „Arbeitsgruppe Klimaschutz“ in der Gemeindeverwaltung oder auf der Region Nordwaldeck Ebene an, die alle relevanten Ämter bzw.

Mitarbeiter einbindet und z. B. von einem Klimaschutzbeauftragten koordiniert wird. Es kann auch hilfreich sein, dass der Vorsitzende der Gruppe aus der Bürgerschaft kommt und evtl. turnusmäßig wechselt, die operative Arbeit aber vom Klimaschutzbeauftragten übernommen wird, um ein bestmögliche Verzahnung zwischen Verwaltung und Bürgerschaft zu erreichen. Die Arbeitsgruppe soll dem Bürgermeister bzw. der Bürgermeisterrunde (Nordwaldeck) in fest definierten Zeitabschnitten z. B. vierteljährlich berichten. Durch den Koordinator dieser Arbeitsgruppe sollte die Vernetzung zu den anderen Kommunen, der Region Nordwaldeck und des den Landkreises erfolgen.

8.3 Controlling der Zielerreichung

Das Controlling dient der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes im Ganzen als auch der Einzelmaßnahmen. Auf diese Weise können auch Teilerfolge sichtbar gemacht werden.

Für das Controlling der Zielerreichung sollten einfache Instrumente angewendet werden, die den Arbeitsprozess nicht belasten, sondern mit relativ wenig Aufwand erstellt werden können. Für den Gesamtprozess und die Einzelmaßnahmen sind überprüfbare Ziele und Kenngrößen oder Indikatoren zu benennen, die möglichst einfach messbar sind. Beispiele hierfür sind z. B. der Wärmeverbrauch je m² Nutzfläche bei den kommunalen Liegenschaften oder der Anteil Erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch in der Gemeinde Twistetal. Bei manchen Maßnahmen können auch weniger genaue Kenngrößen, wie z. B. die Anzahl der Aussteller zum Themenspektrum Energieeffizienz und erneuerbare Energien auf einer Baumesse herangezogen werden.

Als Instrumente zum Controlling bieten sich für die Gemeinde Twistetal zwei wichtige Instrumente an:

- **Energie- und Klimaschutzbericht:** Über die vorgeschlagenen und zur Umsetzung entschiedenen Maßnahmen sollte es z. B. jährlich einen Statusbericht geben. Dieser umfasst neben den eigenen kommunalen Liegenschaften, deren Verbräuche und Maßnahmen auch die anderen Handlungsoptionen. Hier wird dann eine Zuarbeit von den relevanten Akteuren erforderlich. Die Federführung liegt bei der Arbeitsgruppe Klimaschutz in der Gemeindeverwaltung.
 - Der Bericht sollte in ausführlicher Form im Gemeindevorstand/ Gemeindevertretung diskutiert sowie zum Download ins Internet gestellt werden.
 - In komprimierter Form als ‚Factsheet‘ sollte er auch für die Bürgerschaft ver-

öffentlich werden.

- Eine Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz sollte im Rhythmus von 5 Jahren erstellt werden. Diese sollte mit dem verwendeten Bilanzierungstool ECO Region erfolgen.
- Zusätzlich sollte mit dem Netzbetreiber (EWF) sowie dem Abfallentsorger vereinbart werden, jährlich alle relevanten Daten zusammenzutragen und an die Gemeinde Twistetal weiterzugeben.

9 Quellenverzeichnis

- [1] BMU (Hrsg.): Klima - Energie. <http://www.bmu.de/themen/klima-energie/> (Zugriff 22.01.2014)
- [2] Bürgerbroschüre Gemeinde Twistetal. Ausgabe 2012/2013. Nordhorn: BVB-Verlagsgesellschaft mbH.
- [3] Gemeinde Twistetal (2013): Twistetal. <http://www.twistetal.de/default.asp> (Zugriff 08.03.2013).
- [4] Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformationen (2014): <http://hessenviewer.hessen.de/confirmation.do?confirm=7fd045b87e59caf1a2eb2ac9bee79c0> (Zugriff: 08.04.2014).
- [5] Landkreis Waldeck-Frankenberg - Projektbüro Geopark (2013): Coelestinrevier Gembeck. http://www.geopark-grenzwelten.de/de/14_BergbauWelten/Gembeck.php4 (Zugriff 18.07.2013).
- [6] Gemeinde Twistetal (2012): Bestandsaufnahme Dorferneuerung „Grunddörfer“.
- [7] Gemeinde Twistetal: Kommunikation und Korrespondenz; 2013/2014.
- [8] Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF) (2011): Netzgebiet nach Versorgung der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH. <http://10.10.11.200:1813/download-E2AfXM/Netzgebietskarte.pdf> (Zugriff: 08.08.2013).
- [9] Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF): Kommunikation und Korrespondenz; 2013/2014.
- [10] Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): Potenziale zur Reduzierung der CO₂-Emissionen bei der Wärmeversorgung von Gebäuden in Hessen bis 2012; Darmstadt, 2012.
- [11] Statistik Hessen, Zensus 2011, Bevölkerung Kreis Waldeck Frankenberg am 9.Mai 2011.
- [12] Hessische Energiespar-Aktion (Hrsg.): Die Hessische Gebäudetypologie. http://www.energiesparaktion.de/downloads/Wohngebaeudetypologie/hf_040106.pdf (Zugriff: 04.02.2013).
- [13] Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.) (2012): Hessische Gemeindestatistik 2011. Wiesbaden.
- [14] Bundesministerium für Justiz: Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO) - § 8 Gewerbegebiete.
- [15] Standortbroschüre Nordwaldeck (o. J.): Gewerbeflächen hoch³ - Ihr Standort im Zentrum europäischer Logistik.
- [16] Broschüre „Gewerbegebiete der Gemeinde Twistetal“.
- [17] Städteverbund Nordwaldeck (2010): Wirtschaftsstandort zentral in Deutschland. <http://www.nordwaldeck.de/wirtschaft-nordwaldeck/gewerbeflaechen/twistetal.html> (Zugriff 24.07.2013).

- [18] Städteverbund Nordwaldeck (2010): Gewerbeflächen.
<http://www.nordwaldeck.de/wirtschaft-nordwaldeck/gewerbeflaechen.html> (Zugriff 10.07.2013).
- [19] Klimafaktoren vom Deutschen Wetterdienst, Stand: 02.09.2013.
- [20] Bundesregierung, „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“ (Energieeinsparverordnung - EnEV) von 2009.
- [21] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand - vom 30. Juli 2009“.
- [22] Interview mit der Firma Wilke Waldecker Fleisch- und Wurstwaren GmbH & Co.KG, 12.07.2013.
- [23] Energie Waldeck-Frankenberg GmbH (EWF): Jahresabrechnungen gemäß § 47 i. V. m. § 52 Abs. 1 Nr. 1 EEG - Berichtsjahr 2012. <http://www.ewf.de/netz/strom/eeg/eeg-jahresabrechnung-2012.htm> (Zugriff 04.02.2014).
- [24] eclareon GmbH: Solaratlas.de - Solarthermische Anlagen in Twistetal (laut BAFA).
<http://www.solaratlas.de> (Zugriff 10.07.2013).
- [25] Zentrale Kompetenzstelle für Geoinformation: hessenviwer - Twistetal.
<http://hessenviwer.hessen.de/> (Zugriff 18.03.2014).
- [26] Foto: Hemmers, 2013.
- [27] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.): Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen - Kreis Waldeck-Frankenberg (Karte 1:50.000); Bearbeitungsstand: 08. März 2012.
- [28] Landkreis Waldeck-Frankenberg - Fachdienst Wasser- und Bodenschutz: Korrespondenz 2013.
- [29] Regierungspräsidium Kassel (Hrsg.): Landkreis Waldeck-Frankenberg - Windressourcen.
http://www.rp-kas-sel.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HMdl_15/RPKS_Internet/med/d00/d0020b59-7d95-5431-79cd-aae2389e4818,22222222-2222-2222-2222-222222222222 (Zugriff 15.08.2013).
- [30] Regierungspräsidium Kassel (Hrsg.) (2013): Teilregionalplan Energie Nordhessen 2013 Entwurf (Entwurf) mit Umweltbericht - 1. Anhörung und Offenlegung. Kassel.
- [31] Regierungspräsidium Kassel (Hrsg.) (2013): Zwischenbilanz zum Teilregionalplan 2013 - Windenergie - Weitere Vorgehen. http://www.rp-kas-sel.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HMdl_15/RPKS_Internet/med/cbf/cbf20de4-320c-ef31-f012-f312b417c0cf,22222222-2222-2222-2222-222222222222 (Zugriff 20.09.2013).

- [32] Regierungspräsidium Kassel (Hrsg.) (2013): Arbeitskarte "Vorranggebiete Windenergie" - Stand: 31.01.2013. http://www.rp-kassel.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HMdl_15/RPKS_Internet/med/e4/ee479308-7c4a-c317-9cda-a2b417c0cf46,22222222-2222-2222-2222-222222222222 (Zugriff 25.11.2013).
- [33] Waldeckische Landeszeitung (2013): Neue Anlagen in Gembeck liefern fünfmal so viel Strom wie die Alten - Windpark auf Wachstumskurs. <http://www.wlz-fz.de/Lokales/Waldeck/Bad-Arolsen/Windpark-auf-Wachstumskurs> (Zugriff 28.01.2014).
- [34] Hessisches Statistisches Landesamt (Hrsg.) (2012): Hessische Gemeindestatistik 2012. Abrufbar unter: <http://www.statistik-hessen.de/publikationen/download/496/index.html>
- [35] Dokumentation des Energie-Cafés in der Gemeinde Twistetal am 02.07.2013.
- [36] Interview mit Landwirt und Biogasbetreiber in Diemelstadt, am 21.11.2013.
- [37] Mitteilungen des Hessischen Forstamtes Diemelstadt vom 06.11.2013.
- [38] Regierungspräsidium Kassel: Dezernat Oberirdische Gewässer, Hochwasserschutz - Kommunikation und Korrespondenz; 06.12.2013.
- [39] SynergieKomm: Schriftliche Befragung der Wasserrechteinhaber in Bad Arolsen, Diemelstadt und Twistetal zur Wasserkraftnutzung und zukünftigen Planungen; 12.2013.
- [40] Informationen der Abfallwirtschaft des Landkreises Waldeck-Frankenberg, Betriebsleitung, Gespräch am 02.07.2013.
- [41] Protokolle Ortsbeirats-Sitzung Medebach vom 18.11.2011 und 19.06.2013.
- [42] Kläranlagennachbarschaft: Twistetal. <http://www.dwa-nb102-hessen.de/klaeranlagen/datenblaetter/twistetal.html> (Zugriff: 05.09.2013).
- [43] Angaben der Verbands-Energie-Werk, Gesellschaft für Erneuerbare Energien mbH, Helmut Butterweck, vom 21.02.2014.
- [44] Dena, Deutsche Energie-Agentur, Dienstleister & Öffentliche Hand. Gute Argumente für eine energieeffiziente Straßenbeleuchtung- <http://www.stromeffizienz.de/dienstleister-oeffentliche-hand/beleuchtung/strassenbeleuchtung/gute-argumente.html> (Zugriff: 06.08.2013).
- [45] prognos AG (Hrsg.): Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, 08.2007. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Studien/studie-prognosenergieeinsparung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> (Zugriff 18.01.2013).
- [46] ÖPP Deutschland AG (Hrsg.): ÖPP-Beleuchtungsprojekte; 2010. http://www.partnerschaften-deutschland.de/fileadmin/Daten/Redaktionelle_Bilder/101111_OePP-Schriftenreihe-Bd2_Beleuchtung.pdf (Zugriff: 04.02.2013).
- [47] Kunert, U./ Radke S./ Chlond, B./ Kagerbauer, M. (2012): Auto-Mobilität: Fahrleistungen steigen weiter. In: DIW Wochenbericht Nr. 47.

- [48] KFZ-Zulassungsstelle Bad Arolsen (2013): Aktueller Fahrzeugbestand mit Gemeindeschlüssel (V3) - Twistetal. Stand 23.05.2013.
- [49] Nordhessischer VerkehrsVerbund (2012/2013): Liniennetz Bad Arolsen.
http://www.nvv.de/uploads/media/LNP-Bad-Arolsen_2013.jpg (Zugriff 24.07.2013).
- [50] Energie Waleck-Frankenberg GmbH (2013): Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV).
<http://www.ewf.de/oepnv/oepnv.htm> (Zugriff 24.07.2013).
- [51] Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.): Energieeffiziente Gebäude.
<http://www.dena.de/themen/energieeffiziente-gebaeude.html> (Zugriff: 22.07.2013).
- [52] Institut der deutschen Wirtschaft Köln
<http://www.iwkoeln.de/de/infodienste/iwd/archiv/beitrag/gebaeudesanierung-teurer-klimaschutz-87722> (Zugriff: 22.07.2013).
- [53] EnergieAgentur.NRW: Gebäudedämmung.
<http://www.energieagentur.nrw.de/modernisierung/themen/daemmung-der-kellerdecke-16323.asp> (Zugriff: 26.11.2013).
- [54] maraTEC: Die Experten für professionelle Farmen.
http://www.maratec.com/fileadmin/user_upload/pdf/maraTEC_Imageprospekt_D.pdf (Zugriff: 20.03.2014).
- [55] Tourismuskonzept Nordwaldeck 2011. <http://www.nordwaldeck.de/tourismus-nordwaldeck/tourismuskonzept-nordwaldeck.html> (Zugriff 20.03.14).
- [56] Deutscher Wetterdienst: Globalstrahlung der Bundesrepublik Deutschland: Mittelwerte der Jahressummen für den Zeitraum: 1981-2010.
http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_gutachten&T15805338371147076754824gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlich-keit%2FKlima_Umwelt%2FKlimagutachten%2FSolarenergie%2FGlobalstr_Karte_Mittel_node.html%3F__nnn%3Dtrue (Zugriff 31.01.2014).
- [57] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Wohngebäude- und Wohnungsbestand - Stich-tag 31.12.2011 - regionale Tiefe: Gemeinden, samt /Verbandsgemeinden.
<http://www.regionalstatistik.de> (Zugriff 07.10.2013).
- [58] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Baufertigstellungen. Errichtung neuer Wohnge-bäude 2008-2011 - regionale Tiefe: Gemeinden, samt /Verbandsgemeinden.
<http://www.regionalstatistik.de> (Zugriff 25.07.2013).
- [59] Heindl Server GmbH: Photovoltaikanlage online berechnen.
<http://www.solarserver.de/service-tools/online-rechner/pv-anlage-online-berechnen.html> (Zugriff 03.02.2014).
- [60] Umweltbundesamt (Hrsg.): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deut-schen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012; 05.2013.
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-spezifischen-kohlendioxid-emissionen-0> (Zugriff 31.01.2014).

- [61] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Hrsg.): Studie 'Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien', Freiburg, 11.2013.
<http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien-und-positions-papiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien> (Zugriff 31.01.2014).
- [62] EnergieAgentur.NRW GmbH: Erhebung „Wo im Haushalt bleibt der Strom?“; 09.05.2011.
<http://www.energieagentur.nrw.de/presse/singles-verbrauchen-strom-anders-15327.asp> (Zugriff 21.06.2013).
- [63] Öko Institut e.V. (Hrsg.): GEMIS, Globales Emissions-Modell-Integrierter Systeme, Version 4.71.
- [64] Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar), März 2011: Hintergrundpapier zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Solarthermie.
http://www.solartechnikberater.de/uploads/tx_sbdownloader/111213_Hintergrundpapier_ST-Wirtschaftlichkeitsberechnung.pdf (Zugriff: 11.01.2013).
- [65] Stadt Geldern: Grenzüberschreitende Potenzialstudie zur Nutzung erneuerbarer Energien in der GrenzRegio Maas-Niers; Geldern, 07.10.2011.
- [66] Regierungspräsidium Kassel - Obere Landesplanungsbehörde (08.2012): Stellungnahme zur Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 - Vorgaben zur Nutzung der Windenergie - Entwurf gemäß Beschluss der Landesregierung vom 18. Juni 2012.
http://www.rp-kassel.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/HMdl_15/RPKS_Internet/med/e75/e751055c-0c94-a317-9cda-a2b417c0cf46,22222222-2222-2222-2222-222222222222 (Zugriff 15.08.2013).
- [67] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Leitfaden Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen; 2012.
http://www.umwelt.nrw.de/klima/pdf/leitfaden_wind_im_wald.pdf (Zugriff 15.08.2013).
- [68] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2013): Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Bestimmungen der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012 - Akualisierte Anhänge 1,2 und 3 der Veröffentlichung „Climate Change 15/2013“.
- [69] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Kurzinfo Wasserkraft. <http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/wasserkraft/kurzinfo/> (Zugriff: 30.01.2014).
- [70] BET, Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH: KWK und Fernwärmepaket 2025; Aachen, 20.01.2011. http://www.bet-aachen.de/fileadmin/redaktion/PDF/Veroeffentlichungen/2011/BET-Gutachten_KWK_MVV_1101_01.pdf (Zugriff: 04.02.2013).
- [71] Lebenshilfe-Werk Kreis Waldeck-Frankenberg e.V., Hofgut Rocklinghausen, <http://www.lhw-wf.de/arb/rocklinghausen.htm> (Zugriff: 04.02.2013).
- [72] HA Hessen Agentur GmbH. <http://www.hessen-agentur.de/dynasite.cfm?dsmid=16043> (Zugriff: 04.02.2013).

- [73] Faustzahlen Biogas: nach KTBL: Leitfaden Biogas. Fraunhofer-IWES, DBFZ und eigene Berechnungen
- [74] Foto: Christian Knops; 2013.
- [75] Abbildung: Schulz.
- [76] C.A.R.M.E.N Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk (26.01.2014).
- [77] Schriftliche Mitteilung B. Winterhoff (Forstamt Diemelstadt), 11.11.2013.
- [78] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein. <http://www.aelf-ts.bayern.de> (Zugriff: 26.01.2014).
- [79] Pude, R. (2013). Großgräser und schnellwachsende Hölzer - Energie vom Acker. In: Erneuerbare Energien / Energieeffizienz. ILEK-Projektgruppe. 22-24.
- [80] Foto: Schulz.
- [81] Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): 25. WA Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen, 2012.
- [82] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Arbeitshilfe zur Verbesserung der Energieeffizienz von Abwasserbehandlungsanlagen - Anforderungen an die Planung und Durchführung, August 2011.
- [83] Otto Wilhelm Vicum, Regierungspräsidium Kassel: Energiecheck für kommunale Kläranlagen - Förderung der Erstellung von Energieanalysen, Vortrag 20.06.2013, Hestentag Kassel.
- [84] Umweltbundesamt (UBA) (2010): CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. UBA Texte 05/2010.
- [85] Verbraucherzentrale Hessen, <http://www.verbraucher.de/energie> (Zugriff 21.03.2013).
- [86] Verbraucherzentrale Hessen e.V. (Hrsg.): Beratung. Information. Interessenvertretung. <http://www.verbraucher.de/home> (Zugriff 21.03.2013).
- [88] Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.): zukunft haus. <http://www.zukunft-haus.info/> (Zugriff 21.03.2013).
- [87] Onlineportal „Zukunft Haus“ der dena Deutsche Energie Agentur, <http://www.zukunft-haus.info/> (Zugriff 21.03.2013).
- [89] Onlineportal „hessische energiespar-aktion“ <http://www.energiesparaktion.de/> , Projekt des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung und des Institut Wohnen und Umwelt (IWU), GmbH, Darmstadt.
- [90] EnergieAgentur.NRW (Hrsg.), Geothermie - Erdwärme für Nordrhein-Westfalen, o.O. 2010, S.5.
- [91] Energie-Atlas Bayern 2.0
http://www.energieatlas.bayern.de/thema_sonne/solarflaechenboerse.html (Zugriff: 25.03.2014).
- [92] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): SolarDachHessen.
<http://www.solardach.hessen.de> (Zugriff: 06.03.2014).

-
- [54] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): Das Solardachkataster - Wissenswertes über Solardachkataster. http://www.energieland.hessen.de/mm/Text_ueber_Solardachkataster.pdf (Zugriff: 06.03.2014).
- [94] sig Media GmbH & Co. KG (Hrsg.): Kostengünstig zum Solarkataster. <http://www.business-geomatics.com/online/anwendungen-a-produkte/59-anwendungen-a-produkte/376-kostenguenstig-zum-solarkataster.html> (Zugriff: 22.01.2013).
- [95] Technische Universität Kaiserslautern (Hrsg.): Entwicklung eines Solardachkatasters am Beispiel der Gemeinde Martinshöhe; Kaiserslautern/Bexbach, 06.2011. http://cpe.arubi.uni-kl.de/wp-content/uploads/2011/09/DA_Benjamin_Theis.pdf (Zugriff: 22.01.2013).
- [96] Fotos: SynergieKomm, 2013.
- [97] Krems, B.: Management; Köln, 04.07.2012. <http://www.olev.de/m/management.htm> (Zugriff 21.05.2013).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gemeinde Twistetal [4].....	11
Abb. 2: Kartenausschnitt der EWF-Gebietskarte im Bereich Twistetal [8]	14
Abb. 3: Statistik Hessen, Zensus 2011 [11].....	16
Abb. 4: Hessische Gebäudetypologie [12]	17
Abb. 5: Gewerbegebiet "Berndorf" [17].....	19
Abb. 6: Gewerbegebiet Twiste „Storchwiese“ [15]	20
Abb. 7: Gewerbegebiete in der Region Nordwaldeck [18]	21
Abb. 8: Absoluter Wärmeverbrauch je Liegenschaft [Eigene Berechnungen].....	27
Abb. 9: Vergleich Wärmeverbrauch je Liegenschaft mit Vergleichswert der EnEV 2009 [Eigene Berechnung]	28
Abb. 10: Übersicht Sanierungspriorität [Eigene Berechnungen].....	30
Abb. 11: Absoluter Stromverbrauch je Liegenschaften [Eigene Berechnungen].....	34
Abb. 12: Vergleich Stromverbrauch/Liegenschaft mit EnEV-Vergleichswert 2009 [Eigene Berechnungen]	35
Abb. 13: Installierte Leistung und Anzahl an PV-Anlagen 1993 - 2012 [Eigene Berechnungen nach 23]	39
Abb. 14: Verteilung der installierten PV-Anlagen 2012. [Eigene Darstellung nach 23].....	40
Abb. 15: Links: Luftbildaufnahme Freibad Berndorf mit Solarabsorberanlage [25]; rechts: Solarabsorberanlagen Freibad Berndorf im Detail [26]	41
Abb. 16: Installierte m ² -Fläche und Anzahl an Solarthermie-Anlagen 2001 - 2012 [Eigene Berechnungen nach 24]	42
Abb. 17: Modellierte Windgeschwindigkeiten in Twistetal [29]	44
Abb. 18: Arbeitskarte Vorranggebiete Windenergie" (Stand 29.11.2012) [32]	45
Abb. 19: Betriebsgrößen im Vergleich zu den anderen Gemeinden [Eigene Darstellung nach 34]	47
Abb. 20: Links: Luftbildaufnahme der Kläranlage in Twistetal [42]; rechts: Blick auf die Kläranlage [26]	51
Abb. 21: Stromverbrauch der Kläranlage Twistetal im Jahresvergleich [Eigene Darstellung nach 43]	51
Abb. 22: Blick auf den Schredderplatz neben der Kläranlage [26].....	52

Abb. 23: Anteil der Straßenbeleuchtung am kommunalen Stromverbrauch [45]	53
Abb. 24: Gemeinde Twistetal, historischer Stromverbrauch.....	55
Abb. 25: Anbindung der Gemeinde Twistetal an den ÖPNV [49]	57
Abb. 26: Gesamtendenergieverbrauch nach Sektoren (links) und Gesamt-CO ₂ -Ausstoß nach Sektoren (rechts)	62
Abb. 27: Gesamtstromverbrauch nach Energieträgern.....	63
Abb. 28: Energieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Private Haushalte	63
Abb. 29: CO ₂ -Ausstoß im Sektor Private Haushalte	64
Abb. 30: Endenergieverbrauch im Sektor Wirtschaft.....	65
Abb. 31: CO ₂ -Ausstoß im Sektor Wirtschaft	65
Abb. 32: Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr	66
Abb. 33: CO ₂ -Ausstoß im Sektor Verkehr	67
Abb. 34: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern (links) & CO ₂ -Ausstoß nach Energieträgern (rechts)	67
Abb. 35: Gesamtendenergieverbrauch nach Sektoren (links) und Gesamt-CO ₂ -Ausstoß nach Sektoren (rechts)	69
Abb. 36: Gesamtstromverbrauch nach Energieträgern.....	69
Abb. 37: Energieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Private Haushalte	70
Abb. 38: CO ₂ -Ausstoß im Sektor Private Haushalte	71
Abb. 39: Endenergieverbrauch im Sektor Wirtschaft.....	71
Abb. 40: CO ₂ -Ausstoß im Sektor Wirtschaft	72
Abb. 41: Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr	73
Abb. 42: CO ₂ -Ausstoß im Sektor Verkehr	73
Abb. 43: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern (links) & CO ₂ -Ausstoß nach Energieträgern (rechts)	74
Abb. 44: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern im Territorialprinzip.....	75
Abb. 45: Gesamtendenergiebilanz im Territorialprinzip - kommunal aufgeschlüsselt	76
Abb. 46: Übersicht Sanierungspriorität [Eigene Berechnungen].....	84
Abb. 47: Beschäftigte in den gewerblichen Unternehmen in Twistetal [Eigene Darstellung nach 34] .	94

Abb. 48: Globalstrahlung (Mittlere Jahressummen 1981 - 2010) in Nordhessen [Geänderte Karte nach 56]	97
Abb. 49: Stromerträge und CO ₂ -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	102
Abb. 50: Stromerträge und CO ₂ -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	104
Abb. 51: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]	105
Abb. 52: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]	107
Abb. 53: Stromerträge und CO ₂ -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	109
Abb. 54: Stromerträge und CO ₂ -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	110
Abb. 55: Vergleich der Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]	111
Abb. 56: PV-Anlagenbestand und Potenziale im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]	114
Abb. 57: Szenarienvergleich der PV-Nutzungspotenziale im Detail (Eigene Berechnungen)	115
Abb. 58: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	120
Abb. 59: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]:	121
Abb. 60: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]	122
Abb. 61: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]	124
Abb. 62: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	125
Abb. 63: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	126
Abb. 64: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen].	127

Abb. 65: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Solarthermie-Nutzung im Szenarienvergleich (Eigene Berechnungen)	130
Abb. 66: Potenzial für Geothermie-Nutzung in Twistetal [27]	132
Abb. 67: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	136
Abb. 68: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	137
Abb. 69: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]	138
Abb. 70: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]	139
Abb. 71: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	141
Abb. 72: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	142
Abb. 73: Vergleich der Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]	142
Abb. 74: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Geothermie-Nutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]	146
Abb. 75: Höhen von Windenergieanlagen auf bewaldeten und freien Flächen [67]	148
Abb. 76: Suchräume für Windenergie nach dem Teilregionalplan Windenergie Nordhessen [32]	149
Abb. 77: Potenzial an Windstromproduktion und daraus resultierende CO ₂ -Reduktion in Twistetal im Trendszenario (untere Zubauvariante) [Eigene Berechnungen nach 68]	151
Abb. 78: Potenzial an Windstromproduktion und daraus resultierende CO ₂ -Reduktion in Twistetal im Klimaszenario (obere Zubauvariante) [Eigene Berechnungen nach 68]	152
Abb. 79: Zusammenfassung der Windstromproduktion und CO ₂ -Reduktion in Twistetal im Trendszenario [Eigene Berechnungen nach 68]	153
Abb. 80: Ausblick bezüglich Stromerzeugung und CO ₂ -Reduktion durch Windenergie in Twistetal....	154
Abb. 81: Anlagenbestand und Potenziale bei der Wasserkraft [Eigene Berechnungen]	157
Abb. 82: Verteilung der Biogasgewinnung nach Inputstoffen [Eigene Berechnungen]	163
Abb. 83: Vergleich der Biogasgewinnung im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]	165

Abb. 84: Die Durchwachsene Silphie als vielversprechende Anbaufucht zur Biogasgewinnung [74] ..	166
Abb. 85: Holz ist gespeicherte Sonnenenergie [1]	169
Abb. 86: Preisentwicklung bei Holzhackschnitzeln, Holzpellets, Heizöl und Erdgas. [76].....	169
Abb. 87: Paulownia-Plantage [80]	173
Abb. 88: Erträge und Einsparungen durch KUP im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]	175
Abb. 89: Miscanthus-Feld [80]	176
Abb. 90: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]	178
Abb. 91: Erträge und Ersparnisse bei zusätzlicher Holznutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnung]	180
Abb. 92: Einsparung von Heizöläquivalenten durch die zusätzliche Nutzung von Holz [Eigene Berechnung]	181
Abb. 93: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Twistetal 2012 [Eigene Berechnungen]	183
Abb. 94: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Trendszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]	186
Abb. 95: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen durch regenerative Energiequellen im Klimaschutzszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]	189
Abb. 96: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]	190
Abb. 97: Anteil an Energieerträgen und CO ₂ -Einsparungen im Szenarienvergleich für das Jahr 2030 [Eigene Berechnungen]	192
Abb. 98: Spezifischer Stromverbrauch in Abhängigkeit vom Reinigungsverfahren für Anlagen der Kläranlagen-Größenklassen 3,4 und 5 (> 5.000 EW) [81]	196
Abb. 99: Nutzungspfade bei der energetischen Verwertung von biogenen Abfällen [Eigene Darstellung]	198
Abb. 100: Szenarien der Straßenbeleuchtung der Gemeinde Twistetal [Eigene Darstellung].....	205
Abb. 101: Handlungsportfolio.....	229
Abb. 102: Einsparoptionen Trendszenario Energiemanagement [Eigene Berechnungen]	237
Abb. 103: Einsparoptionen Klimaschutzszenario Energiemanagement [Eigene Berechnungen]	237
Abb. 104: Onlineportal „zukunft haus“ [87]	242
Abb. 105: Geothermie im Neubau [90]	244

Abb. 106: Interaktive Karte der Solarflächenbörse des Energie-Atlas Bayern 2.0 [91].....	247
Abb. 107: Interaktive Karte des SolarDachHessen mit Ertragsrechner [92]	248
Abb. 108: Verschiedene Maßstabsebenen des vorbereiteten Katastersystems für Twistetal in SolarDachHessen [92]	249
Abb. 109: Ideeninput beim Energie-Café [96]	254
Abb. 110: Controlling nach dem PDCA-Managementkreislauf [Eigene Darstellung].....	262

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ortsteile und Einwohner in Twistetal [Eigene Darstellung nach 3], Stand 15.01.2010	13
Tab. 2: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Twistetal [Eigene Darstellung nach 13] (Stand: 30.06.2010)	18
Tab. 3: Daten und Fakten zu Berndorf "Hinter den Höfen" [16, 17]	19
Tab. 4: Daten und Fakten zu Twiste "Storchwiese" [16, 17]	20
Tab. 5: Zugelassene Kraftfahrzeuge in Twistetal [Eigene Darstellung nach 48].....	56
Tab. 6: Potenziale zur Ausweitung der Gewerbeaktivitäten [7]	96
Tab. 7: Beispieltabelle [Eigene Berechnungen nach 6]	98
Tab. 8: Entwicklung des Gesamtgebäudebestands 2012 - 2030 [Eigene Berechnungen nach 7, 57] ...	100
Tab. 9: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	101
Tab. 10: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	101
Tab. 11: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	101
Tab. 12: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	102
Tab. 13: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	103
Tab. 14: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	103
Tab. 15: Potenzielle Dachflächen für PV-Anlagen auf den kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]	106
Tab. 16: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	106
Tab. 17: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	107

Tab. 18: Entwicklung der für die PV-Nutzung im Gewerbe bis 2030 betrachteten Flächen [Eigene Berechnungen]	108
Tab. 19: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbe- flächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Darstellung]	109
Tab. 20: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbe- flächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Darstellung]	110
Tab. 21: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	112
Tab. 22: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenzial im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	113
Tab. 23: Bestand an privaten Wohngebäuden bis 2030 und Eignung für Solarthermie-Nutzung [Eigene Berechnungen]	119
Tab. 24: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	119
Tab. 25: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	121
Tab. 26: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	123
Tab. 27: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	123
Tab. 28: Entwicklung der Potenzialflächen für Solarthermie-Nutzung im Gewerbe bis 2030 [Eigene Berechnungen]	124
Tab. 29: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	125
Tab. 30: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	126
Tab. 31: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	128
Tab. 32: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenzial im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	129
Tab. 33: Beispiel für die Auslegung einer Erdsondenanlage [65]	133

Tab. 34: Ausbauraten im Trend- und Klimaschutzszenario für geothermische Nutzung bei Bestandsgebäu-den [Eigene Berechnungen]	135
Tab. 35: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	136
Tab. 36: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	137
Tab. 37: Geothermienutzung bei kommunalen Liegenschaften im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	138
Tab. 38: Entwicklung der Potenzialflächen für Geothermieversorgung im Gewerbe [Eigene Berechnungen]	140
Tab. 39: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden und Neubauten im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	140
Tab. 40: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden und Neubauten im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	141
Tab. 41: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	144
Tab. 42: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO ₂ -Einsparpotenzial im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	144
Tab. 43: Durchschnittskennwerte für eine Wasserkraftanlage in Twistetal [23]	156
Tab. 44: Anzahl, Leistung und Jahreserträge von Wasserkraftanlagen 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]	156
Tab. 45: Zubauraten der verschiedenen Szenarien bei der Biogasgewinnung [Eigene Berechnungen]	162
Tab. 46: Potenziale im Szenarienvergleich für 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]	164
Tabelle 47: Erträge und Einsparungen durch Waldholz im Trend- und Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	172
Tab. 48: Erträge und Einsparungen durch KUP im Trend- und Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	174
Tab. 49: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Trend- und Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	177
Tab. 50: Gesamterträge und -einsparungen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]	179
Tab. 51: Gesamterträge und -einsparungen im Klimaschutzszenario [Eigene Berechnungen]	179

Tab. 52: Erträge und CO ₂ -Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]	184
Tab. 53: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO ₂ -Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]	185
Tab. 54: Energieerträge und CO ₂ -Einsparungen im Klimaschutzszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]	187
Tab. 55: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO ₂ -Einsparungen im Klimaschutzszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]	188
Tab. 56: Spezifischer Stromverbrauch der Kläranlagen (Medianwerte)nach Reinigungsverfahren und Größenklassen (GK) in kWh/(EW*a) - (in Klammern: Anzahl der Anlagen) [81]	195
Tab. 57: Minderung der CO ₂ -Emissionen nach Maßnahmen gegenüber dem Trend [Eigene Darstellung nach 84]	202