Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH

Landkreis Donau-Ries ENERGIE

Landkreis Donau-Ries

Energienutzungsplan

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

Energienutzungsplan für den Landkreis Donau-Ries

Auftraggeber: **Landkreis Donau-Ries – Stabsstelle Kreisentwicklung (KE)**

Stefan Rößle

Landrat

Tel. 0906-74-0
info@
lra-donau-ries.de

Günther Zwerger

Projektleitung
Stabsstelle KE

Tel. 0906-74-0
Guenther.Zwerger@
ferienland-donau-
ries.de

Heike Burkhardt

Projektmanagement
Energiebeauftragte

Tel. 0906-74-258
heike.burkhardt@
lra-donau-ries.de

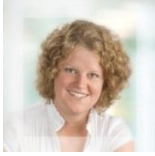
FfE-Auftragsnummer: **LkrDON-01**

Projektteam: **Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE GmbH)**

Dr.-Ing.
Serafin von Roon

Geschäftsführung
Tel. 089-158121-0
SRoon@ffe.de

Dipl.-Geogr.
Corinna Steinert



Projektleitung
Tel. 089-158121-88
CSteinert@ffe.de

Dipl.-Ing.
Simon Rebitzer

Projektbearbeitung
Tel. 089-158121-64
SRebitzer@ffe.de

Datenlieferung **Partner des Landkreises** (siehe **Anhang 2**)

Fertigstellung: **Mai 2014**

Impressum:

Endbericht
der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft
mbH (FfE)

zum Projekt:

Energienutzungsplan für den Landkreis Donau-Ries

Auftraggeber:

Landkreis Donau-Ries
Stabsstelle Kreisentwicklung

gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und
Medien, Energie und Technologie

Kontakt:

Am Blütenanger 71
80995 München
Tel.: +49 (0) 89 158121-0
Fax: +49 (0) 89 158121-10
E-Mail: info@ffe.de
Internet: www.ffegmbh.de

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Serafin von Roon

Danksagung

Hiermit möchten wir allen Mitwirkenden danken, die mit Ihrem Interesse und aktivem Engagement zum Gelingen des Projektes „Energienutzungsplan Donau-Ries“ beigetragen haben.

Besonders hervorzuheben ist die Unterstützung durch Herrn Landrat Stefan Rößle sowie die Stabsstelle Kreisentwicklung des Landratsamtes Donau-Ries, Herrn Günther Zwerger und Frau Heike Burkhardt.

Die Partner des Energie-Forums sowie die Mitglieder der Energie-Allianz des Landkreises Donau-Ries haben durch Ihre fachliche Unterstützung und die Bereitstellung von wichtigen Basisdaten ebenfalls einen sehr großen Beitrag geleistet, für den wir uns an dieser Stelle bedanken möchten.

Inhalt

1 Ausgangssituation ... 1
2 Methodik und Datenbasis ... 5
2.1 Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplans ... 6
2.2 Datenbasis und Regionenmodell ... 7
3 Energieverbrauch im Landkreis Donau-Ries ... 9
3.1 Endenergieverbrauch ... 10
3.1.1 Stromverbrauch ... 11
3.1.2 Wärmeverbrauch ... 13
3.2 Primärenergieverbrauch ... 17
3.3 CO_2-Bilanz (Treibhausgas-Emissionen) – Ist-Zustand ... 19
3.4 Öffentliche Liegenschaften ... 21
3.4.1 Vorbildfunktion des Öffentlichen Sektors ... 21
3.4.2 Energieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften ... 22
3.4.3 Energieverbrauch des öffentlichen Fuhrparks ... 26
3.4.4 Energieverbrauch der gemeindlichen Liegenschaften ... 27
4 Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien ... 30
4.1 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien ... 30
4.1.1 Biomasse ... 33
4.1.2 Solarenergie (Photovoltaik) ... 35
4.1.3 Windkraft ... 36
4.1.4 Wasserkraft ... 38
4.2 Wärmeerzeugung aus EE ... 39
4.2.1 Biomasse (Kraft-Wärme-Kopplung) ... 41
4.2.2 Solarenergie (Solarthermie) ... 46
4.2.3 Geothermie (Wärmepumpen) ... 47
5 Potenzial durch Einsparung und Effizienz ... 50
5.1 Zukunftsszenarien ... 51
5.2 Energieeinsparung & Energieeffizienz ... 52
5.2.1 Entwicklungstendenzen der Sektoren ... 53
5.2.2 Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren ... 57
5.2.3 Entwicklung des Wärmeverbrauchs nach Sektoren ... 58
5.3 Entwicklung der $CO_{2,äq}$-Emissionen ... 59
5.4 Entwicklung der Öffentlichen Liegenschaften ... 61

6 Ausbau-Potenzial Erneuerbarer Energien ... 64
6.1 Photovoltaik und Solarthermie ... 64
6.2 Biomasseanlagen ... 68
6.3 Windkraftanlagen ... 70
6.4 Wärmepumpen ... 77
7 Erreichung des Energieleitziels bis 2020 ... 80
8 Mögliche Auswirkungen auf das Stromnetz ... 84
8.1 Basisdaten zum deutschen Stromnetz ... 84
8.2 Vorbemerkung zum Ausbau von Windkraftanlagen ... 85
8.3 Netzbetrachtung durch Photovoltaik- und Windkraftausbau ... 86
8.3.1 Ländlich geprägtes Gebiet mit kleinen Ansiedlungen ... 88
8.3.2 Ländlich geprägtes Gebiet mit einer größeren Ansiedlung ... 92
8.3.3 Gebiet mit einer größeren Stadt in unmittelbarer Nähe ... 94
8.4 Zusammenfassung der Netzbetrachtung ... 97
9 Akteursbeteiligung am Energienutzungsplan ... 99
10 Maßnahmen im Landkreis Donau-Ries ... 101
10.1 Maßnahmenübersicht ... 101
10.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung zu ausgewählten Maßnahmen ... 102
10.2.1 Lernende Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN) ... 102
10.2.2 Modernisierung der Straßenbeleuchtung ... 106
10.2.3 Sanierung von kreiseigenen Liegenschaften ... 108
10.2.4 „1000-Dächer-Projekt“ im Landkreis Donau-Ries ... 115
11 Zusammenfassung & Fazit ... 118
Literaturverzeichnis ... 120

1 Ausgangssituation

Die Gestaltung der künftigen Energieversorgung ist aufgrund der Knappheit der fossilen Energieressourcen, einer weltweit erhöhten Energienachfrage sowie der Notwendigkeit die energiebedingten CO_2-Emissionen zu reduzieren, zu einer Schlüsselaufgabe des 21. Jahrhunderts geworden. Der drohende Klimawandel stellt dabei die größte Herausforderung dar und ist unmittelbar mit den Fragen nach Energieeinsparung, Energieeffizienz und einer möglichst CO_2-neutralen Energieerzeugung verbunden.

In diesem Zusammenhang hat der Landkreis Donau-Ries einen Energienutzungsplan (ENP) in Auftrag gegeben, mit dem Ziel, die Energiewende im Landkreisgebiet weiter voranzubringen. Das vorliegende Konzept beinhaltet eine umfassende Ist-Zustands-Analyse des Strom- und Wärmeverbrauchs sowie der Anteile erneuerbarer Energien. Anschließend werden Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenziale sowie die Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien dargestellt. Daraus abgeleitet ergeben sich die CO_2-Bilanz und mögliche Emissionseinsparungen. Als Ergebnis des Konzeptes werden die erforderlichen Maßnahmen in einem Katalog zusammengefasst und deren Ziele und Umsetzungsnotwendigkeiten beschrieben.

Kurzcharakteristik

Der Landkreis Donau-Ries liegt im Norden des Regierungsbezirks Bayerisch-Schwaben und hat eine Fläche von rund 1.275 km². In den zugehörigen 44 Gemeinden leben knapp unter 130.000 Einwohner.

Besonders prägend für das Landschaftsbild ist das im Nordwesten gelegene, geologisch einmalige Nördlinger Ries, seit Mai 2006 zertifiziert als nationaler Geopark, ein Meteoritenkrater mit einem Durchmesser von ca. 25 km. Das Gebiet weist diverse schutzwürdige Lebensraumtypen sowie Pflanzen- und Tierarten auf. Wegen der besonderen Bedeutung des Rieskraters, liegt zudem eine Sichtbarkeitsanalyse für Windkraftanlagen vor, die berücksichtigt werden muss. An das Nördlinger Ries angrenzend befinden sich die Ausläufer der Schwäbischen und der Fränkischen Alb. Der Süden des Landkreises wird von der Donau durchflossen in die von Süden her der Lech mündet. Dadurch kommt der Wasserkraft in diesem Gebiet eine große Bedeutung zu. Im Nordosten befindet sich der westliche Teil des Naturparks Altmühltal, für den bereits ein Zonierungskonzept für Windkraft vorliegt.

Bisherige Aktivität des Landkreises

Der Landkreis Donau-Ries ist auf dem Weg zur Energiewende schon weit vorangeschritten. Folgende wichtige Projekte und Ziele wurden bereits umgesetzt (vgl. **Abbildung 1-1**, Seite 2):

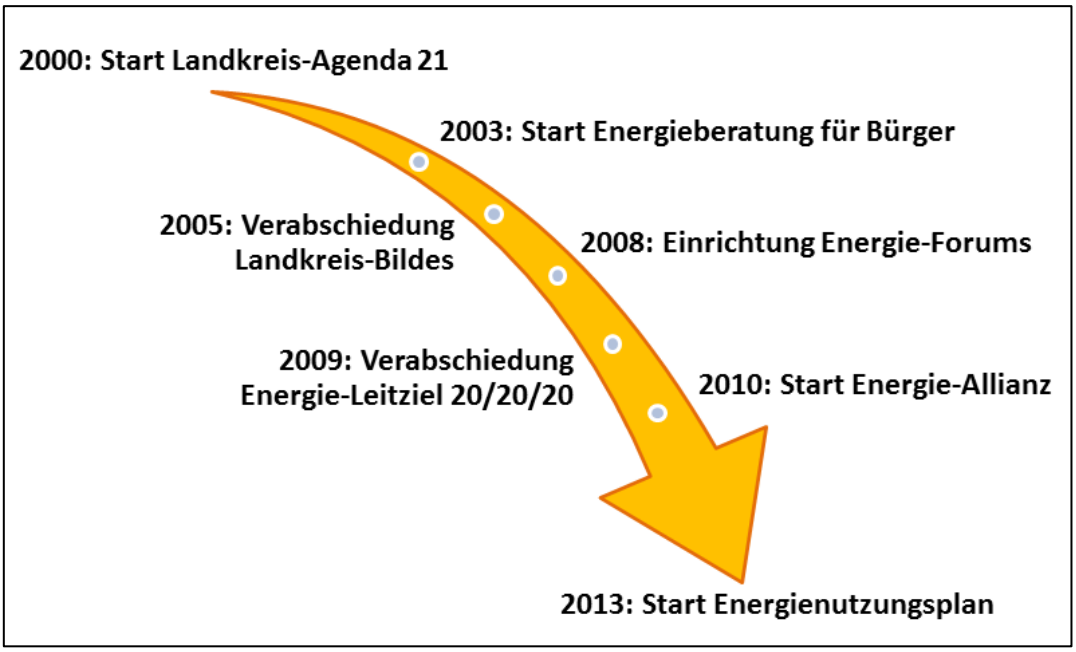


Abbildung 1-1: *Meilensteine des Landkreises Donau-Ries im Bereich Energie, eigene Darstellung nach /LKDON-01 11/*

Landkreis-Agenda 21

Nach dem positiven Kreistagsbeschluss zur Agenda 21 wurden 1999 alle gesellschaftlich relevanten Gruppierungen zur Teilnahme an deren Umsetzung eingeladen. Im März 2000 fand eine öffentliche Auftaktveranstaltung statt und die Arbeits-Treffen der vier Arbeitskreise begannen. Zum einen wurden dadurch Prozesse professionalisiert und verbessert, wie die ELER-Region Monheim Alb (gefördert durch das Programm zur Förderung der Regionalentwicklung – ELER), die Stabsstelle Kreisentwicklung (u. a. Energieberatungskooperation, Energie-Forum, Energie-Allianz, Landkreis Leitbild, Nationaler Geopark Ries) und die Familienstelle. Zum anderen wurden Projekte angestoßen, wie der Natur- und Artenschutzstammtisch, die Bürger-Solaranlage am Gymnasium Donauwörth und der Regionalmarkt.

Energieberatung für Bürger – Ein Erfolgsmodell

Die Energie-Beratung ist ein Projekt, das aus der Agenda 21 hervorgegangen ist. Sie wurde im Juni 2003 vom Landkreis Donau-Ries zusammen mit der Bauinnung Donau-Ries, der erdgas schwaben GmbH, der Lechwerke AG und dem Architekten Kurt Niebler ins Leben gerufen und feierte 2013 das zehnjährige Jubiläum. Jährlich finden über 100 Einzelberatungen statt, die Nachfrage ist nach wie vor unvermindert groß. Die „Kooperation Energie-Beratung“ war und ist so erfolgreich, dass das Konzept bereits von anderen Landkreisen übernommen wurde.

Zwei Mal im Monat bietet der Landkreis eine kostenlose und neutrale Erstberatung an (siehe **Abbildung 1-2**), je einmal in Donauwörth und Nördlingen (weitere Informationen: www.donau-ries.de). Koordiniert wird das Angebot durch die Stabsstelle Kreisentwicklung.

Abbildung 1-2: *Links: 10 Jahre Energie-Beratung (Berater-Team); Rechts: Stand der Energieberatung (v. l. Günther Zwerger, Günther Meyer, Heike Burkhardt), Fotos: Landkreis Donau-Ries*

Die Beratung richtet sich an Einzelhaushalte, Hausverwaltungen oder Hausmeister, aber auch Städte und Gemeinden. Beraten wird zu den folgenden Themenbereichen:

- Erneuerbare Energien
- Sonstige Energieträger
- Anwendungstechnik (Heizsysteme, Warmwasser-Bereitung, Lüftung, sparsame Energieverwendung)
- Nutzer-Verhalten (richtig heizen, richtig lüften, spezifischer Energieverbrauch in kWh/m², Energieeinsparmöglichkeiten)
- Bauliche Änderungen im bestand (Dämm-Maßnahmen Außenwand, Dach, Fußboden/Kellerdecke, Fenster)
- Förderprogramme (staatliche und andere)
- Gesetzliche Rahmenbedingungen (Ziele und Möglichkeiten aus der Energie-Einspar-Verordnung, Bundesimmissionsschutzgesetz)
- Grobe Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

Landkreis – Leitbild

Im Dezember 2004 verabschiedet der Kreistag das Landkreis – Leitbild. Dieses Leitbild bildet bis heute die Basis für viele Prozesse im Landkreis und die Grundlage für die politische Schwerpunkt-Setzung.

Energie-Forum

Im Oktober 2007 wurde im Kreistag beschlossen eine Expertengruppe zum Thema Energie zu bilden. 2008 wurde diese in „Energie-Forum“ umbenannt und hält seither ein bis dreimal jährlich Treffen ab. Aktuell sind etwa 30 Teilnehmer/innen aktiv, wobei immer auch Vertreter der Kreistagsfraktionen, der Stabsstelle Kreisentwicklung und der Landrat anwesend sind. Die offiziellen Partner des Energie-Forums sind in **Anhang 2** aufgeführt.

Das Energie-Forum Donau-Ries vereint alle energie-relevanten Akteure und beschließt die Neuaufnahme weiterer Mitglieder in die Energie-Allianz. Sie gibt den Anstoß zu diversen Projekten und leistet somit einen großen Beitrag zum weiteren Vorankommen des Landkreises bei der Energiewende. Die Erstellung eines ENP wurde vom Kreisaus-

schuss beschlossen und inhaltlich von den Fraktionen und Partnern der Energie-Allianz begleitet.

Folgende Meilensteine wurden durch das Energie-Forum bereits erreicht:

- 2008: Erarbeitung einer Datenbasis für den Landkreis (Basisjahr 2007)
- 2009: Formulierung des Energie-Leitziels & Beschluss durch den Kreistag
- 2010: Ausarbeitung der Idee einer Energie-Allianz & Beschluss durch den Kreistag & Offizielle Gründung und Unterzeichnung mit den Partnern des Energie-Forums
- 2013/14: Inhaltliche und fachliche Begleitung des Energienutzungsplans (ENP)

Energie-Allianz

Die Energie-Allianz ist eine gemeinsame Erklärung des Landkreises Donau-Ries und der Partner des Energie-Forums zur Erreichung des Energie-Leitzieles. Sie ist ein offenes Bündnis und wuchs 2014 mit der 5. Erweiterung auf 36 Partner an (siehe **Anhang 2**). Die Handlungsfelder der Energie-Allianz sind:

- Energieeffizienz und Energieeinsparung
- Nutzung von Energie aus erneuerbaren Energieträgern
- Stärkung, Pflege und Ausbau des lokalen Netzwerkes im Bereich Energie

Datenerhebung für 2007 und Energieleitziel 20/20/20

Der Landkreis hat bereits 2008 eine energetische Basisdatenerhebung für den Landkreis für das Jahr 2007 durchgeführt. Bei der damaligen Untersuchung wurden folgende Daten erhoben (vgl. **Anhang 19**):

- Stromerzeugung und Stromverbrauch (Abfrage bei Netzbetreibern)
- Anzahl und Gesamtverbrauch der Ölheizungen (Hochrechnung, Abschätzung)
- Biogasanlagen und deren Wärmenutzung (Abfrage beim Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) Nördlingen)
- Stromerzeugung aus Wasserkraft (Abfrage bei Netzbetreibern)
- Brennholzverbrauch (Hochrechnung der Kaminkehrer)
- Daten zu Solarkollektoren und Biomasseanlagen (Pellet und Hackschnitzel) (Abfrage beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – BAFA)
- Holz-Nutzung im Landkreis (Abschätzung)

Bei der Datenerhebung von 2008 sind folgende Unsicherheiten zu beachten: Der Strom- und Wärmeverbrauch der Industrie ist nicht erhoben worden; außerdem ist unklar, ob von den Stromnetzbetreibern der Stromabsatz oder die Netznutzung (Durchleitung) abgefragt wurde. Des Weiteren fehlte eine Erhebung der Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen und Solarthermie (bei Letzterer wurden nur geförderte Anlagen berücksichtigt). Der Heizöl-Verbrauch wurde nur grob abgeschätzt. Eine Erhebung zum Verbrauch des Verkehrssektors wurde nicht durchgeführt.

Soweit wie möglich wurden im aktuellen ENP die Daten für 2007 erneut erhoben, wo dies nicht möglich war, wurde eine Rückrechnung vorgenommen, um eine konsistente Datenbasis zu erhalten.

Auf Basis des Jahres 2007 wurde das „Energieleitziel 20/20/20“ für den Landkreis definiert. Bis zum Jahr 2020 sollten demnach eine Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien[1] an der Erzeugung um 20 % und eine Energieeinsparung um 20 % erreicht werden (vgl. **Abbildung 1-3**).

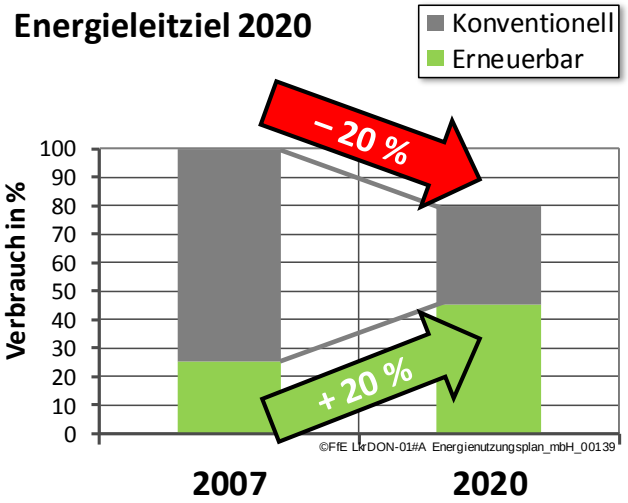


Abbildung 1-3: *Energieleitziel 20/20/20 des Landkreises Donau-Ries, eigene Darstellung*

2 Methodik und Datenbasis

Die Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE) wurde mit der Erstellung des ENP für den Landkreis Donau-Ries beauftragt. Das vorliegende Konzept wurde nach den Richtlinien des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Medien, Energie und Technologie zu Energienutzungsplänen /STMWIVT-01 11/ erstellt und entsprechend gefördert.

Zielsetzung

Ein ENP dient als wertvolles kommunales Planungsinstrument und wird mit dem Ziel erstellt, eine möglichst verbrauchsarme, auf erneuerbare Energien gestützte, intelligente Energieversorgung in der Kommune zu ermöglichen. Schließlich wird der Einsatz unterschiedlicher Technologien zur Minderung der CO_2-Emissionen geprüft und abgestimmt, um eine regionale und CO_2-arme Energieversorgung zu erreichen. Der Energie-Dreisprung – Energieeinsparung – Energieeffizienz – Nutzung Erneuerbarer Energien – gilt dabei stets als Leitprinzip (vgl. **Abbildung 2-1**).

[1] Die Begriffe „erneuerbar“ und „regenerativ“ werden in vorliegendem Bericht synonym verwendet.

Abbildung 2-1: *Der Energie-Dreisprung, /LFU-01 14/*

2.1 Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplans

Der Energienutzungsplan beinhaltet drei Schritte (vgl. **Abbildung 2-2**):

(1) Analyse des Ist-Zustandes (Bestandsanalyse)
Nach einer grundlegenden Übersicht zum Untersuchungsgebiet wird zunächst eine detaillierte Analyse des energetischen Ist-Zustandes auf Landkreis- und Gemeindeebene vorgenommen. Dabei werden die aktuellen Energieverbrauchsdaten (Wärme, Strom, Kraftstoff) erhoben und aufbereitet. Des Weiteren wird die vorhandene Energieinfrastruktur, wie z.B. Gas- und Fernwärmenetze, Heiz-, Heizkraft- und Blockheizkraftwerke, Solarparks, Biogasanlagen und Anlagen zur individuellen Wärmeversorgung, untersucht sowie der bereits vorhandene Anteil erneuerbarer Energieerzeugung ausgewiesen.

Zusätzlich werden die öffentlichen Liegenschaften und der kommunale Fuhrpark gesondert betrachtet, um konkrete Handlungsmöglichkeiten des Landkreises aufzuzeigen und damit eine Vorbildfunktion zu bewirken.

(2) Potenzial-Analyse (Einsparung und Ausbau Erneuerbarer Energien)
Im zweiten Schritt werden Einspar- und Energieeffizienzpotenziale für die einzelnen Sektoren Haushalte, Gewerbe, kommunale Liegenschaften, Landwirtschaft sowie Industrie und Verkehr ermittelt. Schließlich werden Möglichkeiten des Ausbaus der regenerativen Energien, wie zum Beispiel Windkraft und Photovoltaik (PV), detailliert untersucht.

(3) Konzeptentwicklung und Maßnahmenkatalog
Aus der Kombination von aktuellem Verbrauch und erhobenen Effizienz- und Erzeugungspotenzialen können im dritten Schritt konkrete Maßnahmen abgeleitet werden. Es werden Handlungsfelder und Handlungsoptionen des Landkreises unter anderem im Bereich der eigenen Liegenschaften sowie bei der Öffentlichkeitsarbeit ermittelt. Die Maßnahmen werden hinsichtlich verschiedener Kriterien wie Wirtschaftlichkeit und Personalbedarf bewertet und priorisiert. Daraus ergibt sich schließlich ein Maßnahmenkatalog, der die Umsetzung des ENPs einleitet.

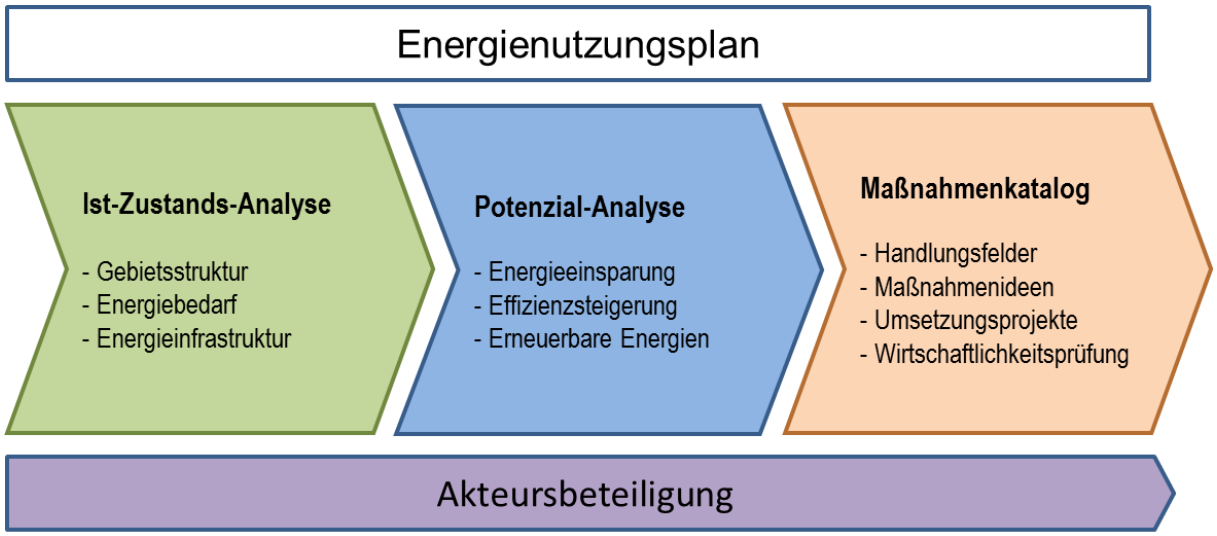


Abbildung 2-2: *Vorgehensweise bei der Erstellung eines Energienutzungsplans, eigene Darstellung nach /STMUG-02 11/*

Umsetzung des Energienutzungsplans
Im Anschluss an die Erstellung des ENP wird dieser im Kreistag beschlossen und die Umsetzung der Maßnahmen angeschoben. Dabei ist die Priorisierung der Maßnahmen von entscheidender Bedeutung. In der Regel werden zunächst diejenigen Projekte umgesetzt, die einen gewissen Vorbildcharakter aufweisen oder kostengünstig und schnell umsetzbar sind. Besonders wichtig in der Umsetzungsphase sind außerdem die Erhöhung des Bekanntheitsgrades des Energiekonzeptes, d.h. die Veröffentlichung in geeigneter Form sowie der Anstoß weiterführender Projekte.

Einsatz von Geoinformationssystemen
Während des gesamten Projektes werden Geoinformationssysteme zur Darstellung und Analyse von energierelevanten Daten verwendet. Dabei wurde durchgehend das Geoinformationssystem ArcView 10 verwendet. Sämtliche kartographischen Ergebnisse können dementsprechend in den Dateiformaten PDF, PNG und SHAPE (.shp) generiert werden. Vor allem das SHAPE-Format ermöglicht einen einfachen Datenaustausch von geographischen Informationen. Mittelfristig kann der Landkreis die Daten des ENP in ein WebGIS überführen, um den Zugang für interessierte Einrichtungen, Firmen und Bürger zu gewähren und die Ergebnisse im Sinne der Transparenz öffentlich zugänglich zu machen.

2.2 Datenbasis und Regionenmodell

Die Datenbasis für den ENP setzt sich aus zahlreichen Quellen zusammen. In enger Zusammenarbeit mit den Partnern des Landkreis Donau-Ries konnten wertvolle Daten auf Landkreis- und Gemeindeebene erhoben werden, wie zum Beispiel (siehe auch die vollständige Aufstellung in **Anhang 19**):

- Daten der Strom- und Gasnetzbetreiber (Strom- und Gasabsatz-Daten, Stromerzeugungsmengen der EEG-vergüteten Anlagen),

- Daten der Kaminkehrer (Aufstellung der Zentral- und Einzelfeuerstätten nach Energieträgern) und
- Daten des Amtes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen (AELF) zur Wärmenutzung in Biogasanlagen.

Für nicht vorhandene oder nicht zugängliche Daten wurde das Regionenmodell der FfE /FFE-21 10/ herangezogen, welches regional hoch aufgelöste Energieverbräuche auf Basis von statistischen Daten umfasst (siehe auch **Anhang 7**). Das FfE-Regionenmodell basiert u. a. auf folgenden statistischen Daten:

Soziodemografische Daten:

- Einwohnerzahl Deutschlands
- Erwerbstätige nach Wirtschaftssektoren
- Schüleranzahl, Schulen
- Bettenanzahl in Krankenhäusern

Infrastrukturelle Daten:

- Wohngebäude nach Typ, Baualter
- Anzahl Wohnungen und Wohnfläche
- Siedlungsflächen und andere Raumordnungstypen

Klimatologische Daten:

- Gradtagszahlen[2]
- Solare Einstrahlung
- Wetterdaten der Testreferenzjahrregionen des Deutschen Wetterdienstes

Die Daten werden auf Ebene der ca. 12.000 Gemeinden in Deutschland erhoben und für die Auswertung mittels GIS mit dem Amtlichen Gemeindeschlüssel (AGS) kodiert. Neben dem Energiebedarf der verschiedenen Sektoren sind insbesondere die Last- bzw. Leistungscharakteristika verschiedener Erzeuger und Verbraucher interessant.

Da keine flächendeckenden statistischen Informationen zum Wärmebedarf und Stromverbrauch auf Gemeindeebene existieren, werden Bezugseinheiten verwendet, um darauf rückschließen zu können. Für die Ermittlung der Wärmebedarfsdichte ist z. B. neben der Besiedelungsdichte und den Gebäudestrukturen auch die Kenntnis von Erwerbstätigenzahlen in unterschiedlicher regionaler Tiefe bis auf Gemeinde- oder Siedlungsebene notwendig.

Das Regionenmodell mit seiner statistischen Datenbasis kann ergänzend für die Ist-Zustands- und Potenzial-Analyse dienen und mögliche Datenlücken füllen. Eine detailliertere Beschreibung des Modells findet sich in **Anhang 7**.

[2] Die Gradtagszahl (auch Heizgradtage) wird zur Berechnung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes herangezogen. Sie stellt den Zusammenhang zwischen Raumtemperatur und Außenlufttemperatur für die Heiztage eines bestimmten Zeitraums für eine bestimmte Region dar.

Ist-Zustands-Analyse

Die Untersuchung des energetischen Ist-Zustandes der Kommune bildet die Basis für die Erstellung des ENP. Die dabei erhobenen Grunddaten werden für alle weiteren Berechnungen und Aussagen des ENP verwendet und sollten dementsprechend möglichst detailliert sein.

3 Energieverbrauch im Landkreis Donau-Ries

Zunächst soll ein Überblick zum aktuellen Energieverbrauch des Landkreises Donau-Ries gegeben werden. Dieser bildet die Basis für alle weiteren Berechnungen im Rahmen des ENPs.

Bei der Betrachtung des Energieverbrauchs ist zwischen End- und Primärenergie zu unterscheiden: Der Endenergieverbrauch ist diejenige Energiemenge, die der Anlagentechnik (z. B. Heizung, Warmwasserbereitung, Beleuchtungsanlage) zur Verfügung gestellt wird. Im Gegensatz dazu bezieht die Primärenergie auch diejenigen Energiemengen mit ein, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes entstehen, also bei Gewinnung, Umwandlung und Verteilung (Transport, Leitungsverluste) der jeweils eingesetzten Brennstoffe /DIN-01 07/.

Nachfolgend werden zahlreiche Berechnungen erläutert, die sich einerseits auf die installierte Leistung bzw. Anlagengröße (in kW/MW/GW) und andererseits auf die Energiemenge (in kWh/MWh/GWh) beziehen. Folgende Einheiten werden verwendet (vgl. **Tabelle 3-1**):

Tabelle 3-1: *Energieeinheiten und Umrechnung, eigene Darstellung*

Installierte Leistung		Energiemenge	
Kilowatt	kW	Kilowattstunde	kWh
Megawatt	MW	Megawattstunde	MWh
Gigawatt	GW	Gigawattstunde	GWh
Umrechnung			
1 GW = 1.000 MW = 1.000.000 kW			
1 GWh = 1.000 MWh = 1.000.000 kWh			

Die installierte Leistung ist die maximale Leistung (oder auch Nennleistung) der in einem Kraftwerk bzw. einer Anlage installierten Generatoren. Sie ist ein Maß für die Dimension oder Größe der Anlage, sagt jedoch noch nichts darüber aus, wie viel Energie damit erzeugt wird. Die Energiemenge (bzw. der Ertrag einer Anlage) wird dagegen zusätzlich durch die Anzahl an Stunden (h) pro Jahr ermittelt, die eine Anlage mit ihrer Nennleistung läuft und damit Energie produziert.

Beispielrechnung:
Eine Windkraftanlage mit 3 MW installierter Leistung läuft pro Jahr beispielsweise 1.500 Stunden (von maximal 8.760 Stunden eines Jahres). Daraus ergibt sich ein Energie- bzw. Stromertrag pro Jahr von 3 MW*1.500 h = 4.500 MWh.

3.1 Endenergieverbrauch

Der gesamte Endenergieverbrauch wird in **Abbildung 3-1, links** dargestellt, aufgeteilt nach Strom und Wärme sowie nach Kraftstoffverbrauch durch den Verkehrssektor. Insgesamt hatte der Landkreis Donau-Ries im Jahr 2012 einen Gesamtenergieverbrauch von knapp 5.000 GWh. Die Abbildung zeigt, dass der Stromverbrauch dabei einen relativ geringen Anteil im Vergleich zum Wärmeverbrauch einnimmt und dass der Verkehr ebenfalls ein Viertel des Endenergieverbrauchs verursacht.

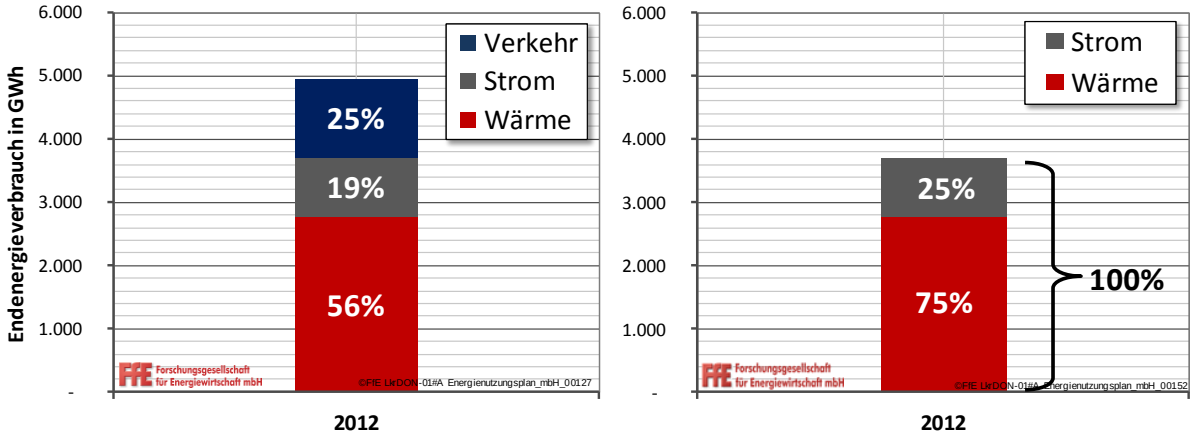


Abbildung 3-1: *Gesamter Endenergieverbrauch 2012 im Landkreis Donau-Ries (links mit, rechts ohne Verkehr/Kraftstoff) eigene Berechnungen nach /DIW-02 08/, /KKS-01 13/, /LKDON-03 13/, /STNB-01 13/*

In **Abbildung 3-1, rechts**, werden ausschließlich die Anteile des Strom- und Wärmeverbrauchs dargestellt. Dabei wird deutlich, dass drei Viertel der Energie als Wärme verbraucht werden und nur ein Viertel als Strom.

Im Jahr 2012 hatte der Landkreis Donau-Ries einen Endenergieverbrauch von insgesamt 4.954 GWh, der sich folgendermaßen aufteilt (vgl. auch Kennzahlen in **Anhang 11**):

Stromverbrauch:	930 GWh
Wärmeverbrauch:	2.772 GWh
Kraftstoffverbrauch (Verkehr):	1.252 GWh

Um den Verkehrsanteil am Verbrauch zu ermitteln, wurden die offiziellen Zahlen zum Fahrzeugbestand bei der Straßenverkehrsbehörde Donau-Ries abgefragt /LKDON-03 13/. Mittels durchschnittlichen Kilometerleistungen (in Kilometern und Litern pro Jahr) aus der bundesweiten Kraftfahrzeugstudie des Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung /DIW-02 08/, wurde der Kraftstoffverbrauch schließlich für den

Landkreis berechnet. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine erste Abschätzung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor.

Obwohl der Verkehr für über ein Viertel des Endenergieverbrauchs verantwortlich ist, wird er in den nachfolgenden Betrachtungen nicht weiter berücksichtigt. Zum einen ist dies mit den sehr geringen Handlungsmöglichkeiten der Kommune in diesem Bereich zu begründen, zum anderen ist eine Abgrenzung und Bilanzierung des Verkehrsaufkommens auf kommunaler Ebene äußerst aufwändig. Gegebenenfalls sollte der Verkehrssektor daher in einer separaten Studie untersucht werden.

Im Folgenden werden lediglich Strom- und Wärmeverbrauch näher untersucht.

3.1.1 Stromverbrauch

Zunächst wird der Stromverbrauch des Landkreises näher betrachtet.

Datenbasis und Datenaufbereitung
Donau-Ries wird von den folgenden vier Strom-Netzbetreibern versorgt:

- Lechwerke AG (LEW)
- N-Ergie Netze GmbH
- EnBW Ostwürttemberg DonauRies AG (ODR)
- Elektrizitätswerk Wennenmühle Schörger KG

Von allen Netzbetreibern wurden Daten zu Stromverbrauch und Stromerzeugung abgefragt, die jedoch in stark unterschiedlicher Qualität geliefert wurden. Um eine Zusammenstellung für den gesamten Landkreis Donau-Ries zu ermöglichen, wurden die Daten vereinheitlicht und aufbereitet (Methodik siehe **Anhang 4**). Aufgrund der unterschiedlichen Aufteilung der Kundengruppen bei den verschiedenen Netzbetreibern konnten letztlich nur zwei Gruppen eindeutig identifiziert werden:

- **Privat:** Private Haushalte
- **Wirtschaft:** Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), verarbeitendes Gewerbe, Landwirtschafts- und Sonderkunden

Stromverbrauch nach Sektoren
Nachfolgende **Abbildung 3-2, links** zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs von 2007 bis 2012, jeweils aufgeteilt nach den Kundengruppen Privat und Wirtschaft. Es wird deutlich, dass insgesamt über die letzten Jahre ein leichter Anstieg des Stromverbrauchs zu verzeichnen ist. Dies entspricht dem deutschlandweiten Trend. Obwohl sich die Anlagentechnik stetig verbessert und effizienter wird, führen Faktoren wie das Wirtschaftswachstum (Produktionssteigerung) oder der vermehrte Kauf von technischen Geräten im Privatbereich zu einer gegenteiligen Entwicklung. So wurden im Landkreis Donau-Ries in den letzten Jahren über 5.600 neue Arbeitsplätze geschaffen, die ihren Teil zu dieser Entwicklung beigetragen haben. **Abbildung 3-2, rechts** zeigt den prozentualen Anstieg von 2007 auf 2012, der im Privatbereich bei +5 % und in der Wirtschaft bei +10 % liegt.

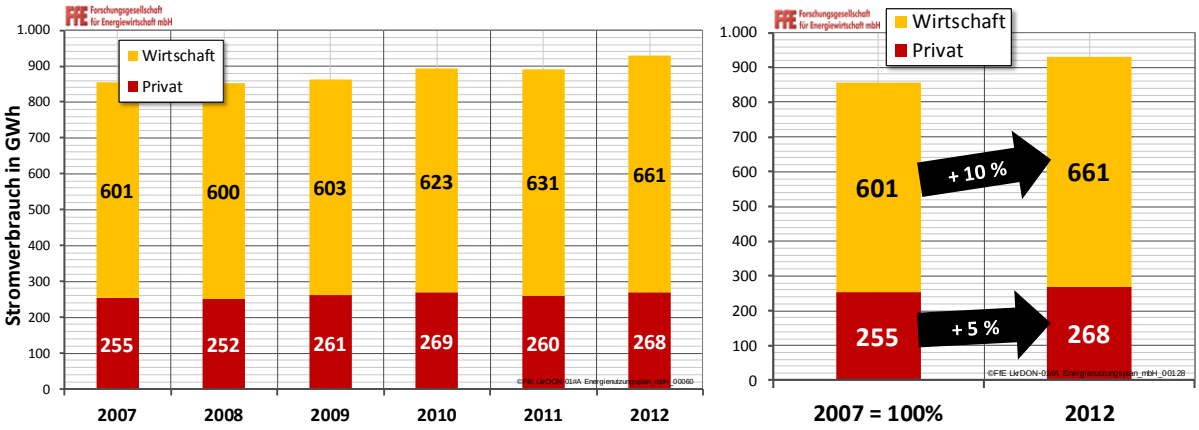


Abbildung 3-2: *Stromverbrauch (Endenergie) von 2007 bis 2012 im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /STNB-01 13/*

Insgesamt betrug der Stromverbrauch im Landkreis Donau-Ries für das Jahr 2012 rund 930 GWh, davon waren:

Privat: 268 GWh (29 %)

Wirtschaft: 661 GWh (71 %)

Stromverbrauch auf Gemeinde-Ebene

Um ein detailliertes Bild des Landkreises zu bekommen, zeigt **Abbildung 3-3,** Seite 13 den Stromverbrauch pro Gemeinde. Zusätzlich sind auch hier die jeweiligen Anteile für die Sektoren Privat und Wirtschaft ausgewiesen. Die hohen Gesamtverbräuche gehen meist einher mit hohen Einwohnerzahlen bzw. größeren Städten und/oder angesiedelten Großbetrieben, wie beispielsweise der Südzucker AG in der Gemeinde Rain.

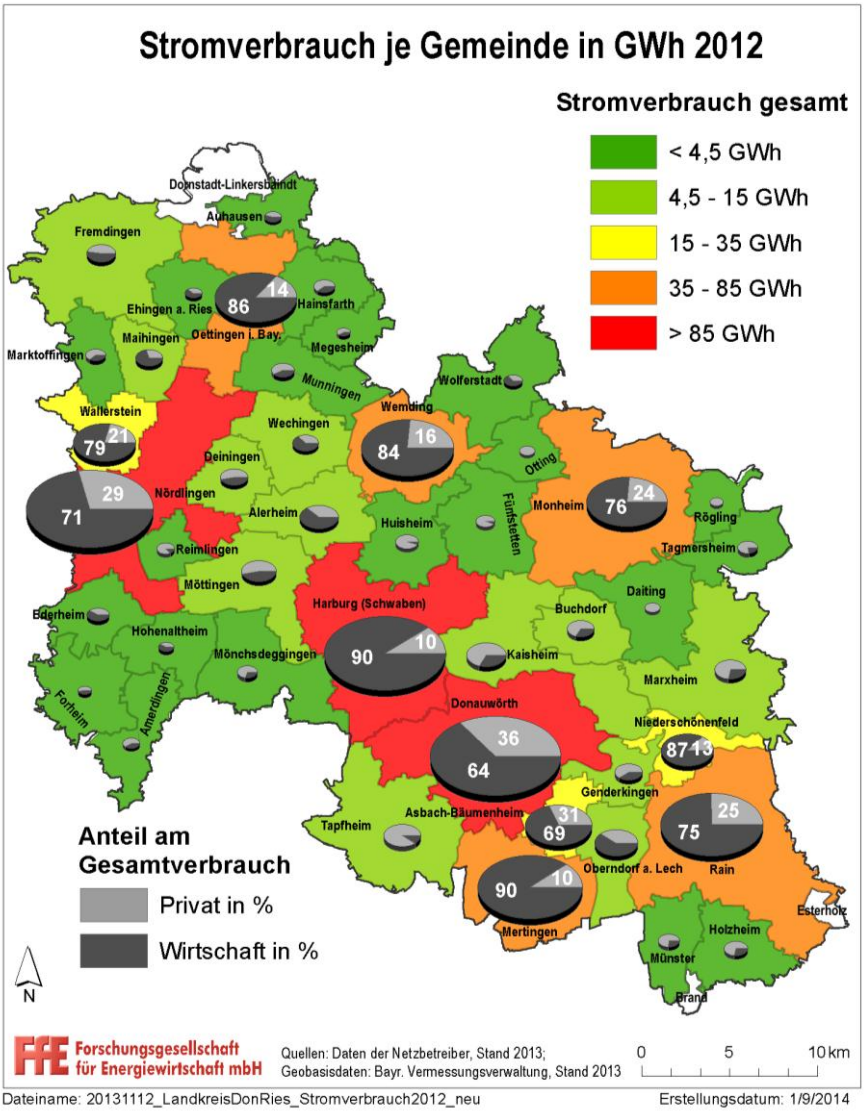


Abbildung 3-3: *Stromverbrauch (Endenergie) 2012 je Gemeinde, eigene Darstellung nach /STNB-01 13/*

3.1.2 Wärmeverbrauch

Nach dem Stromverbrauch wird im Folgenden der Wärmeverbrauch näher untersucht. Dieser ist im Landkreis Donau-Ries um den Faktor 3 höher als der Stromverbrauch (vgl. Abbildung 3-1) und hat daher eine besondere Bedeutung hinsichtlich möglicher Einsparpotenziale.

Datenbasis und Datenaufbereitung

Aufgrund des hohen Anteils an nicht-leitungsgebundener Wärmeerzeugung (z. B. mittels Heizöl oder Solarthermie), ist es im Vergleich zur Stromversorgung deutlich aufwändiger eine solide Datenbasis zum Wärmeverbrauch zu erhalten. Um dennoch eine möglichst genaue Auswertung zu ermöglichen, wurden folgende Quelldaten in Zusammenarbeit mit der Energie-Allianz Donau-Ries erfolgreich abgefragt:

- Gasabsatzdaten: Gasnetzbetreiber Erdgas Schwaben GmbH
- Heizölverbrauch: Institut für Wärme und Öltechnik/
  Verband der Mineralölindustrie

- Feuerstätten: Kaminkehrerinnung Schwaben
- Holznutzung: Waldbesitzervereinigung/ Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen
- Biogasanlagen: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen
- Abfallnutzung: Abfallwirtschaftsverband Nordschwaben
- Wärmepumpen: Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle (BAFA)/ Stromnetzbetreiber
- Heizstrom: Stromnetzbetreiber
- Solarthermie, Pellet/Scheitholz, Hackschnitzel: Bundesamt für Wirtschaft- und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Der jeweilige Detaillierungsgrad der Datenlieferungen ist im **Anhang 19** tabellarisch hinterlegt. Die umfangreichere Methodik zur Aufbereitung der Kaminkehrerstatistik ist in **Anhang 6** erläutert.

Wärmeverbrauch nach Sektoren

Um den Wärmeverbrauch nach Sektoren zu trennen, wurden Gasabsatzdaten, Heizölverbräuche, Feuerstätten (Kaminkehrerstatistik) sowie die Holznutzung auf Gemeindeebene aufbereitet. Im Anschluss daran wurden diese Daten mit den Ergebnisse des Regionenmodells /FFE-21 10/ abgeglichen (vgl. auch **Anhang 7 & 8**). Schließlich konnte eine Unterteilung nach den folgenden drei Sektoren vorgenommen werden:

- **Privat:** Private Haushalte,
- **GHD:** Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- **Verarbeitendes Gewerbe** (Industrie)

Im Gegensatz zum Stromverbrauch konnte der Wirtschaftsbereich in GHD und Verarbeitendes Gewerbe weiter untergliedert werden. Wie für den Stromverbrauch wurde auch für den Wärmeverbrauch eine rückwirkende Erhebung für das Jahr 2007 durchgeführt. In nachfolgender **Abbildung 3-4** ist das Ergebnis dargestellt.

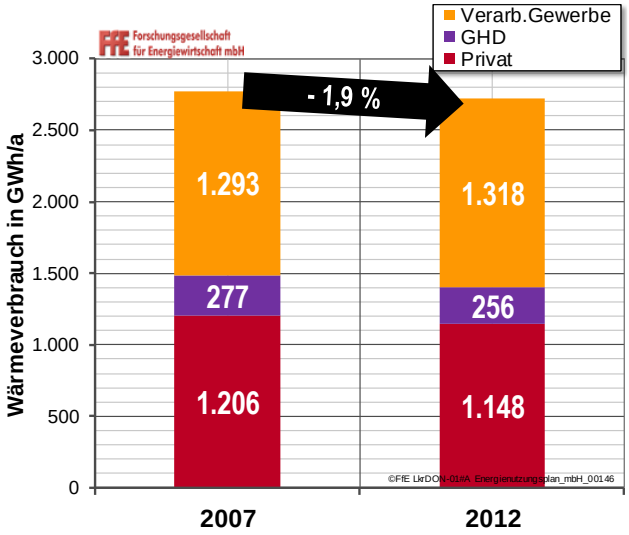


Abbildung 3-4: *Wärmeverbrauch (Endenergie) 2007 und 2012 im Landkreis Donau-Ries nach Sektoren, eigene Darstellung nach /FFE-21 10/*

Von 2007 bis 2012 ging der Wärmeverbrauch im Landkreis Donau-Ries um rund 1,9 % insgesamt leicht zurück. Zu beachten ist dabei, dass der Rückgang nur in den Sektoren Privat und GHD stattfand, während der Anteil des verarbeitenden Gewerbes im gleichen Zeitraum leicht angestiegen ist.

Insgesamt betrug der Wärmeverbrauch im Landkreis Donau-Ries für das Jahr 2012 rund 2.722 GWh, davon waren:

Privat:	1.318 GWh (48 %)
GHD:	256 GWh (10 %)
Verarbeitendes Gewerbe:	1.148 GWh (42 %)

Wärmeverbrauch nach Energieträgern

Auf Basis der genannten Quelldaten, insbesondere der Kaminkehrerstatistik, konnte folgende Auswertung des Wärmeverbrauchs aufgeteilt nach Energieträgern ermittelt werden (vgl. **Abbildung 3-5**). Über drei Viertel des Wärmeverbrauchs werden über die konventionellen Energieträger Erdgas und Heizöl bereitgestellt. Auf regenerativer Seite haben vor allem die Holznutzung (Scheitholz, Pellet und Hackschnitzel) sowie die Wärmenutzung aus Biogasanlagen hohe Anteile, zusammen genommen rund 15 %.

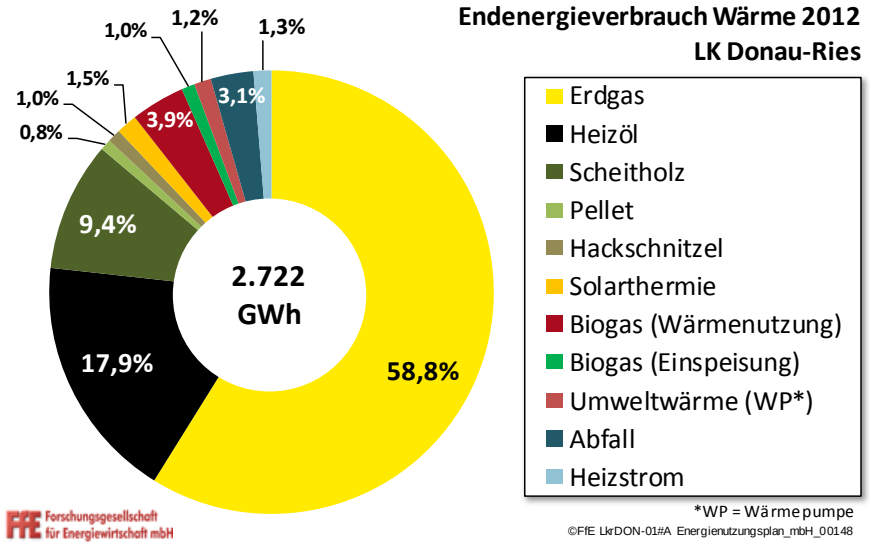


Abbildung 3-5: *Wärmeverbrauch 2012 (Endenergie) aufgeteilt nach Energieträgern im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /KKS-01 13/*

Wärmeverbrauch auf Gemeinde-Ebene

In **Abbildung 3-6** ist der Wärmeverbrauch je Gemeinde dargestellt. Die Kreisdiagramme zeigen die jeweiligen Anteile für Verarbeitendes Gewerbe, GHD und Private Haushalte. Es zeigt sich, dass Gemeinden mit hohem Gesamtverbrauch gleichzeitig einen größeren Anteil im Sektor Verarbeitendes Gewerbe zu verzeichnen haben, wie z. B. Nördlingen und Donauwörth aber auch Asbach-Bäumenheim, Mertingen, Monheim, Oettingen, Rain und Wemding. Diejenigen Gemeinden mit niedrigerem Wärmeverbrauch sind meist vom Sektor Private Haushalte dominiert.

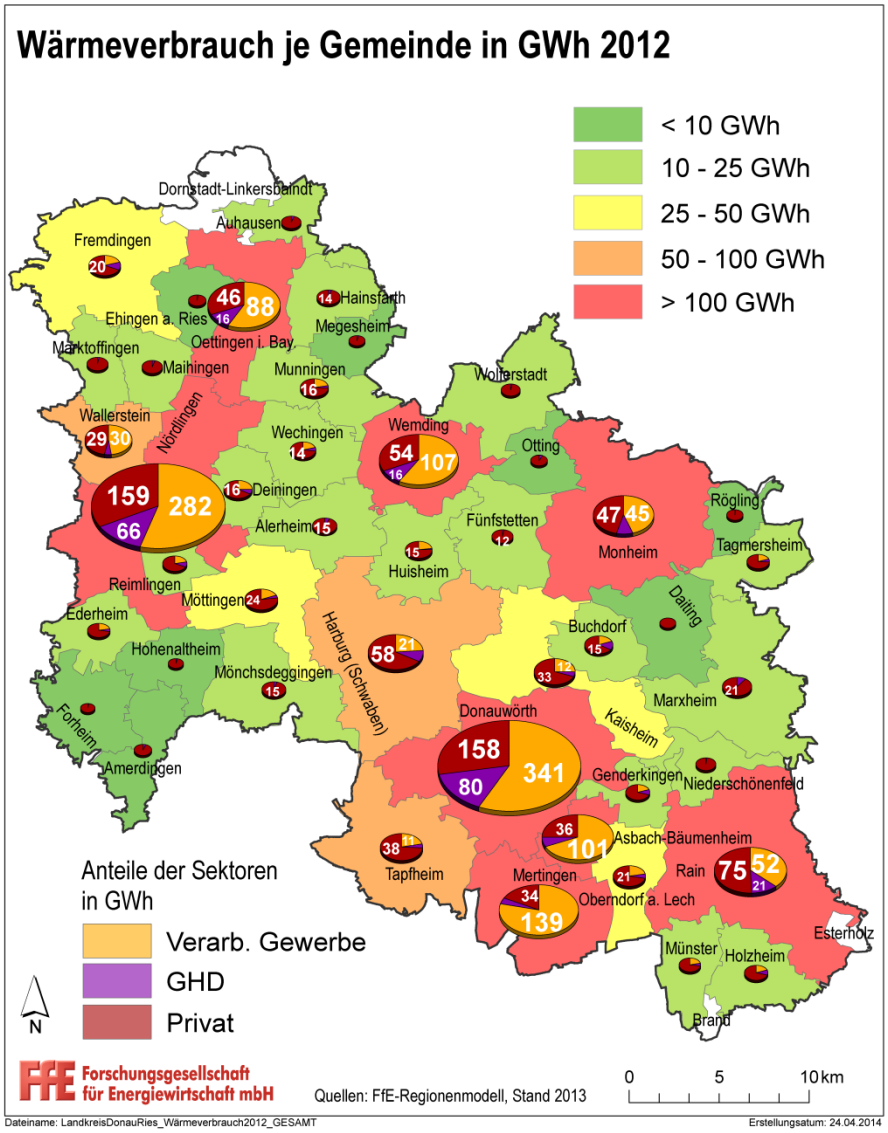


Abbildung 3-6: *Wärmeverbrauch (Endenergie) 2012 je Gemeinde, eigene Darstellung nach /FFE-21 10/*

Nachfolgend wird der Sektor der Privaten Haushalte nochmals auf Gemeindeebene herausgegriffen.

In **Abbildung 3-7, links**, Seite 17, ist der Wärmeverbrauch des Sektors Private Haushalte (PHH) pro Gemeinde dargestellt. Dabei wurde angegeben, welche Anteile auf Raumwärme (Heizung) und auf die Erwärmung von Brauchwasser entfallen. Wird der Wärmeverbrauch pro Gemeinde betrachtet, fällt auf, dass diejenigen Gemeinden mit größeren Städten (z. B. Donauwörth und Nördlingen) höhere Werte aufweisen. Um daher einen aussagekräftigeren Wert zu erhalten, wird in **Abbildung 3-7, rechts**, Seite 17, die Wärmedichte, also der Wärmeverbrauch bezogen auf die Quadratmeter Wohnfläche angegeben. Es zeigt sich, dass gerade die Gemeinden mit großen Städten eine niedrigere Wärmedichte aufweisen.

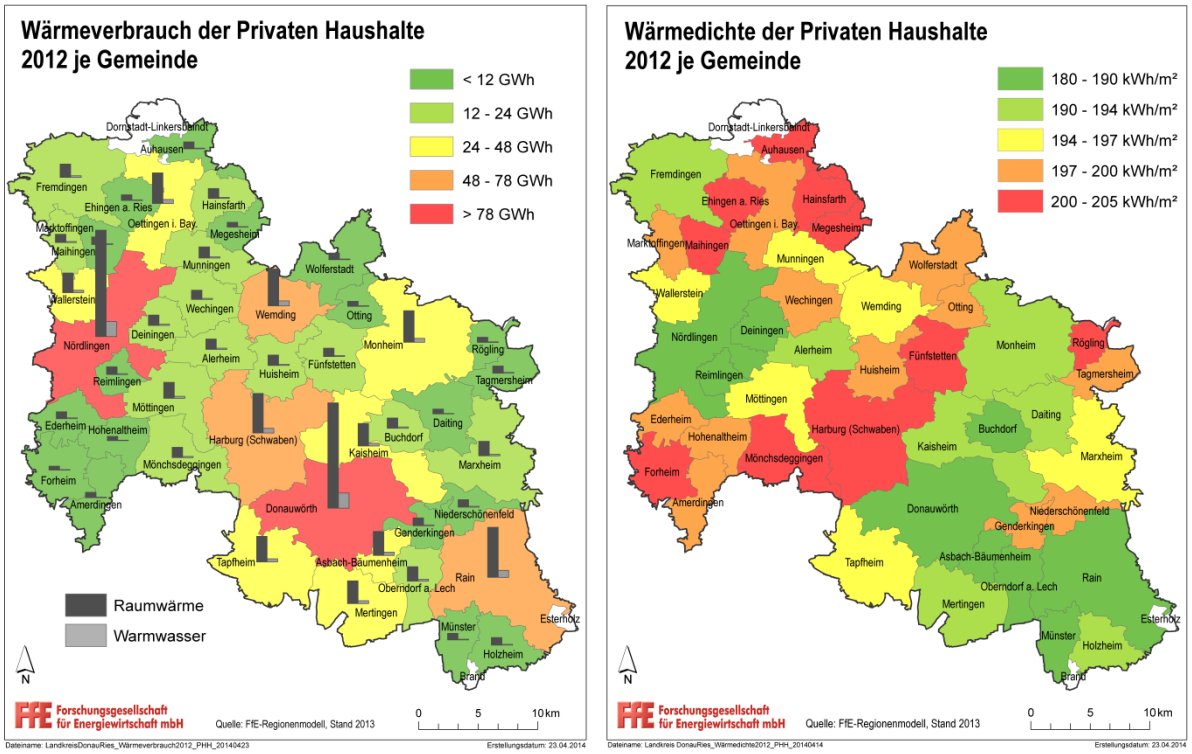


Abbildung 3-7: *Wärmeverbrauch (links) und Wärmedichte (rechts) 2012 im Sektor PHH pro Gemeinde mit Aufteilung nach Raumwärme und Warmwasser, eigene Darstellung nach /FFE-21 10/*

3.2 Primärenergieverbrauch

Wie bereits erwähnt kann unter Einbeziehung der Energiemengen aus Gewinnung, Umwandlung und Transportverlusten der Primärenergieverbrauch ermittelt werden. Für die Aufstellung der Primärenergiebilanz wurden die Primärenergiefaktoren sowie die Methodik nach *DIN V 18599-1* verwendet (vgl. **Tabelle 3-2**):

Tabelle 3-2: *Primärenergiefaktoren nach DIN V 18599-1:2007, /DIN-01 07/*

Werte aus DIN V 18599-1:2007/2011-12 **Werte angepasst in 2011 aufgrund steigender Anteile EE*		**Primärenergiefaktor (fp)**	
		Gesamt	**nicht erneuerbarer Anteil**
Brennstoffe	**Heizöl EL**	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
	Holz	1,2	0,2
Nah-/Fernwärme KWK	**fossil**	0,7	0,7
	erneuerbar	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme Heizwerk	**fossil**	1,3	1,3
	erneuerbar	1,3	0,1
Strom	**Strom-Mix**	2,8*	2,4*
Umweltenergie	**Solarenergie, Umgebungswärme**	1,0	0,0

Durch Multiplikation der Primärenergiefaktoren mit den zuvor ermittelten Endenergieverbräuchen je Energieträger (vgl. Kapitel 3.1) ergibt sich der Primärenergieverbrauch

des Jahres 2012 für den Landkreis Donau-Ries wie in **Abbildung 3-8** dargestellt. In Abbildung 3-8, **links** wurde der Strom mit dem Primärenergiefaktor für den deutschlandweiten Strom-Mix (D-Mix) bewertet. Es zeigt sich, dass der Primärenergieverbrauch in etwa zu gleichen Teilen auf Strom und Wärme entfällt. In Abbildung 3-8, **rechts** wurde der Anteil, den der Landkreis bilanziell über erneuerbare Stromerzeugung deckt mit einem Primärenergiefaktor von 0 bewertet. Damit reduziert sich der Stromanteil auf nur noch 10 %. Diese Betrachtung ist jedoch rein bilanziell: Da der Landkreis Donau-Ries nicht autark ist, wird hier nicht nur der im Landkreis selbst erzeugte Strom bezogen, sondern derjenige Strom welcher im gesamten Kraftwerkspark Deutschlands erzeugt und über dessen Netze transportiert wird (inklusive importierter Strommengen aus den europäischen Nachbarländern). Die ordnungsgemäße Darstellung ist demnach Abbildung 3-8, **links.**

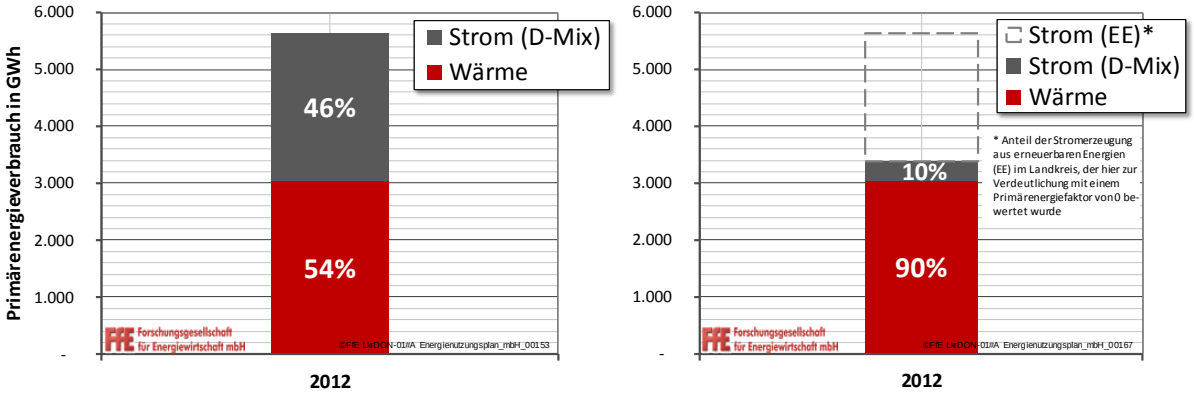


Abbildung 3-8: *Primärenergieverbrauch 2012 im Landkreis Donau-Ries (links: Strom nach D-Mix; rechts: mit bilanziellem Anteil Strom aus EE), eigene Darstellung nach /KKS-01 13/, /STNB-01 13/*

Insgesamt lag der Primärenergieverbrauch im Jahr 2012 mit 5.645 GWh höher als der Endenergieverbrauch. Anteilig waren davon:

Stromverbrauch: 2.604 GWh (46 %)

Wärmeverbrauch: 3.041 GWh (54 %)

Wird der Primärenergieverbrauch der Wärme näher betrachtet, so ergibt sich nachfolgende Aufteilung nach Energieträgern (vgl. **Abbildung 3-9**, Seite 19). Wie auch bei der Aufteilung des Endenergieverbrauchs werden über drei Viertel durch die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl abgedeckt.

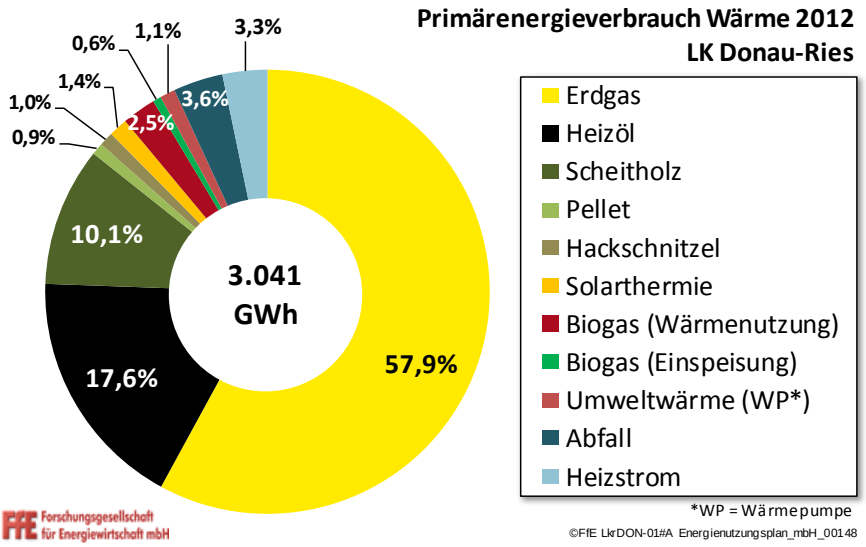


Abbildung 3-9: *Wärmeverbrauch 2012 (Primärenergie) aufgeteilt nach Energieträgern im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /KKS-01 13/*

3.3 CO_2-Bilanz (Treibhausgas-Emissionen) – Ist-Zustand

Auf Basis der durchgeführten Erfassung des Ist-Zustands von Wärme- und Stromverbräuchen kann eine CO_2-Bilanz aufgestellt werden. Kohlenstoffdioxid-Emissionen werden in CO_2 sowie Treibhausgase im Allgemeinen (wie z. B. Methan oder Fluorkohlenwasserstoffe – FCKW) zusammengefasst in CO_2-Äquivalente umgerechnet. Im Folgenden werden jeweils die CO_2-Äquivalente ($CO_{2,äq}$) ausgewiesen. Folgende Faktoren pro Energieträger wurden für die Bilanzierung herangezogen (vgl. **Tabelle 3-3**):

Tabelle 3-3: *CO_2-Äquivalente aus der Datenbank GEMIS 4.9, /GEMIS-01 14/, ausführliche Tabelle in **Anhang 9***

Energieträger	2010	2020	2030
	in g $CO_{2,äq}$/kWh		
Erdgas	284,9	268,2	266,3
Heizöl	373,7	364,8	358,1
Scheitholz	22,6	15,2	8,9
Pellet	26,4	19,5	14,5
Hackschnitzel	25,1	20,2	15,8
Solarthermie	24,2	38,5	34,3
Biogas (Wärmenutzung)	200,9	187,8	127,1
Biogas (Einspeisung)	132,8	119,3	79,6
Umweltwärme (Wärmepumpen)	181,6	113,7	60,9
Abfall	34,8	34,8	34,8
Heizstrom	568,7	374,3	206,4
Strom	568,7	374,3	206,4

Die Einheit „g $CO_{2,äq}$/kWh“ bedeutet, dass pro Kilowattstunde erzeugter Energie mittels des jeweiligen Energieträgers (z. B. Erdgas) x Gramm CO_2-Äquivalent ausgestoßen wird. Alle $CO_{2,äq}$-Werte entstammen der frei zugänglichen Datenbank GEMIS (Global Emissi-

on Model for Integrated Systems) des Öko-Institut e.V. und sind daher für jeden interessierten Bürger nachvollziehbar (siehe auch **Anhang 9**) /GEMIS-01 14/.

Durch Multiplikation des Endenergieverbrauchs mit den genannten $CO_{2,äq}$-Faktoren ergeben sich 1.230 Kilotonnen CO_2-Äquivalente, die im Jahr 2012 im Landkreis Donau-Ries ausgestoßen wurden. Pro Kopf ergeben das 9,5 Tonnen $CO_{2\text{-}äq}$. **Abbildung 3-10** zeigt, dass etwas mehr als die Hälfte der Emissionen aus dem Wärmeverbrauch stammt.

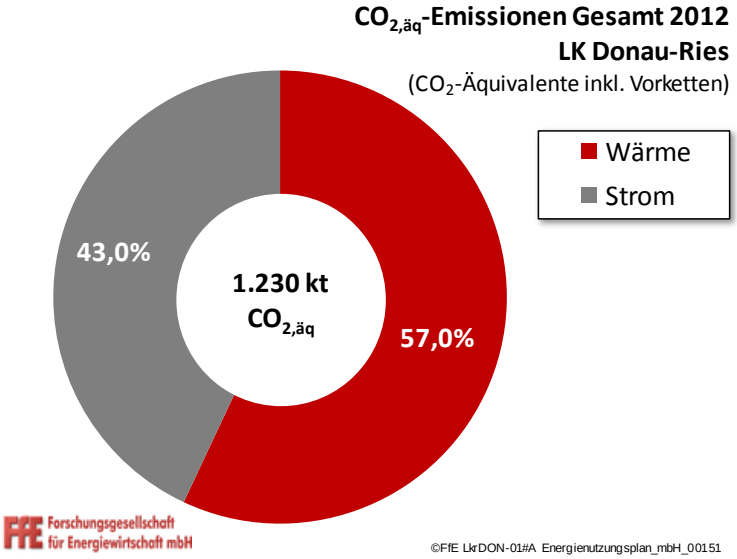


Abbildung 3-10: *$CO_{2,äq}$-Emissionen Gesamt (für Strom- und Wärmeverbrauch) 2012 im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung und Berechnung nach /GEMIS-01 14/, /KKS-01 13/*

Im Landkreis Donau-Ries wurden im Jahr 2012 rund 1.230 Kilotonnen CO_2-Äquivalente emittiert. Dies teilt sich wie folgt auf:

Stromverbrauch: 529 kt $CO_{2,äq}$ (43 %)

Wärmeverbrauch: 701 kt $CO_{2,äq}$ (57 %)

Pro Kopf ergeben sich folgende Werte:

Strom: 4,1 t $CO_{2,äq}$

Wärme: 5,4 t $CO_{2,äq}$

Gesamt: 9,5 t $CO_{2,äq}$

Zum Vergleich: In Deutschland lag dieser Wert 2010 bei 11,4 t $CO_{2,äq}$ und in Bayern bei 7,4 t $CO_{2,äq}$ /AUGL-01 14/.

In nachfolgender **Abbildung 3-11** ist der Wärmeanteil der $CO_{2,äq}$-Emissionen, von rund 701 Kilotonnen, nach Energieträgern aufgeteilt dargestellt. Erdgas und Erdöl als fossile Energieträger sind zusammen für über 90 % der Emissionen verantwortlich. Auffallend ist außerdem, dass der Heizstrom im Vergleich zum Endenergieverbrauch sehr hohe und im Gegensatz dazu Abfall sehr geringe $CO_{2,äq}$-Emissionen aufweist (vgl. mit Abbildung 3-5).

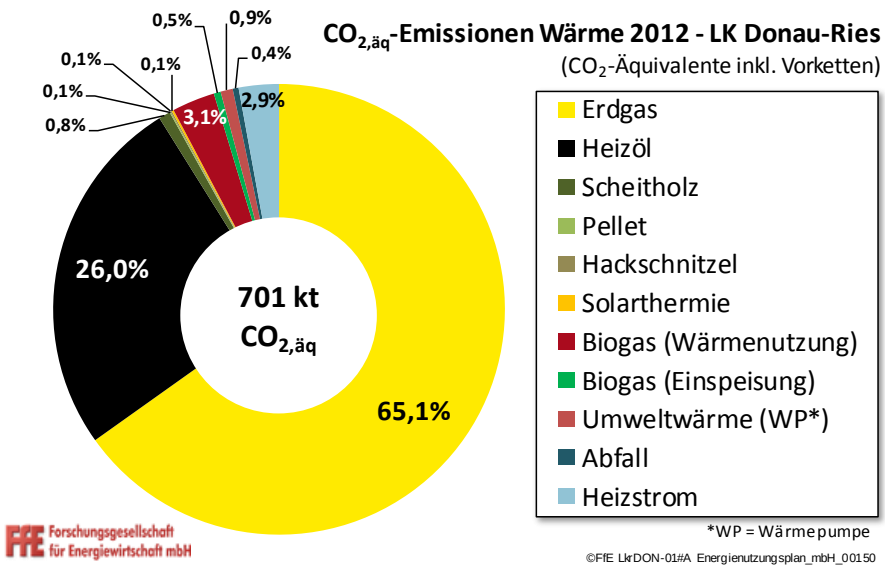


Abbildung 3-11: *$CO_{2,äq}$-Emissionen des Wärmeverbrauchs 2012 nach Energieträgern im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung und Berechnung nach /GEMIS-01 14/, /KKS-01 13/*

3.4 Öffentliche Liegenschaften

Nach Beschreibung des Ist-Zustandes für den gesamten Landkreis sollen nun die öffentlichen Liegenschaften nochmals getrennt ausgewiesen werden. Öffentliche Liegenschaften eines Landkreises oder einer Gemeinde haben in einem Energiekonzept grundsätzlich eine sehr große Bedeutung. Zum einen kann hier die Kommune direkt innerhalb ihrer Entscheidungsbefugnis tätig werden. Zum anderen ergibt sich dadurch immer auch eine Vorbildwirkung für ansässige Unternehmen und die Bevölkerung. Diese Vorbildfunktion ist zudem gesetzlich im Rahmen einer europäischen Richtlinie geregelt und soll an dieser Stelle kurz erläutert werden.

3.4.1 Vorbildfunktion des Öffentlichen Sektors

Zusammenfassung nach europäischer EDL-Richtlinie Art. 5 /EURL-01 06/ und deutschem EDL-Gesetz §3 Absatz (3) /BRD-03 12/:

Aufgrund eines Beschlusses der Europäischen Union 2006 per Richtlinie die Energieeffizienz der europäischen Mitgliedsstaaten zu steigern /EURL-01 06/, verabschiedete der Deutsche Bundestag am 4. November 2010 das Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G) /BRD-03 12/.

Dort werden u.a. Energieeinspar-Richtwerte festgelegt, die bis zum Mai 2017 und als Zwischenziel bis zum Mai 2011 durch Energieeffizienzmaßnahmen erreicht werden sollen.

Neben Energieunternehmen und Endkunden, betrifft dieses Gesetz auch den öffentlichen Sektor. Diesem wird zum einen eine gesellschaftliche Vorbildfunktion zugeschrieben, zum anderen birgt er ein großes Einsparpotenzial aufgrund seines beträchtlichen Energieverbrauchs.

Der öffentliche Sektor soll auf Grund seiner Marktmacht und der daraus resultierenden Bedeutung seiner Kaufentscheidung Energiedienstleistungen in Anspruch nehmen und Energieeffizienzmaßnahmen durchführen. Deren Schwerpunkt sollte vor allem auf wirtschaftlichen Maßnahmen liegen und in kurzer Zeit zu einem reduzierten Energieverbrauch führen. Insbesondere bei Baumaßnahmen sollen die Anforderungen zur Energieeffizienz in der Energieeinsparverordnung mindestens eingehalten, bestenfalls sogar überschritten werden.

Zusätzlich sollte mit Blick auf eine gesellschaftliche Vorbildfunktion gegenüber privaten Akteuren, eine verstärkte Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden.

Laut Studien zur Vorbereitung des 2. Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplans (NEEAP) 2006 /BMWI-13 11/, erfüllt der öffentliche Sektor seine Aufgabe als Vorbildfunktion bereits in vielfältiger Weise. Als wirksamste Maßnahmen erweisen sich das Zukunftsinvestitionsgesetz und die KfW-Programme.

Im Zukunftsinvestitionsgesetz, das im Rahmen des 2. Konjunkturpakets der Bundesregierung verabschiedet wurde, wurden den Kommunen und Ländern Mittel in Höhe von 10 Mrd. € zur Verfügung gestellt, mit einem Kofinanzierungsanteil von 25 %. Diese Mittel wurden vor allem für eine verbesserte Bildungsinfrastruktur und sonstige Infrastrukturmaßnahmen sowie zur Steigerung der Energieeffizienz verwendet.

Bei den KfW-Programmen für Kommunen werden vor allem Gelder für die Sanierung von öffentlichen Gebäuden, wie Schulen oder Kindertagesstätten vergeben.

Weitere Maßnahmen sind beispielsweise die Einführung energieeffizienterer Straßenbeleuchtung in Baden-Württemberg und Niedersachsen oder auch das Fifty/Fifty-Anreizsystem für Schulen, bei dem 50% der durch energiebewusstes Handeln eingesparten Energiekosten durch Kommunen zur freien Verfügung gestellt werden.

Um das Thema weiter voranzutreiben, findet ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderter Wettbewerb der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) in Kooperation mit dem deutschen Städte- und Gemeindebund, dem Deutschen Städtetag und dem Deutschen Landkreistag statt. Seit einigen Jahren wird nun ein Energieeffizienzpreis an besonders innovative und vorbildliche Projekte mit einem Preisgeld von 25.000 € vergeben. So wurde beispielsweise die Pinakothek der Moderne in München für ihr Energieeinspar-Contracting prämiert.

3.4.2 Energieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften

Entsprechend der beschriebenen Vorbildfunktion, werden nun die öffentlichen Liegenschaften des Landkreises Donau-Ries eigenständig betrachtet. Zu diesem Zweck wurden die Abteilung des Landratsamtes für Hochbau sowie die Donau-Ries Kliniken und Seniorenheime gKU (gemeinsames Kommunalunternehmen) um Datenbereitstellung gebeten.

Die Donau-Ries Kliniken und Seniorenheime gKU besteht seit dem Jahr 2008 und hat die Verantwortung für die Kliniken Donauwörth und Nördlingen sowie die Seniorenheime Rain, Monheim und Wemding übernommen. Sämtliche energetischen Daten für diese fünf Objekte wurden daher für die Jahre 2009 bis 2012 vom gKU bereitgestellt, die Datenbasis bis einschließlich des Jahres 2008 stammt von der Abteilung Hochbau des Landratsamtes.

Stromverbrauch der Landkreis-Liegenschaften

In **Abbildung 3-12** ist der Stromverbrauch aufgeteilt nach der Nutzungsart der Gebäude seit dem Jahr 2000 bis 2012 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Kliniken für über die Hälfte des Stromverbrauchs verantwortlich sind, gefolgt von Schulen und Seniorenheimen. Außerdem ist ersichtlich, dass der Stromverbrauch insgesamt über die Jahre leicht angesteigen ist.

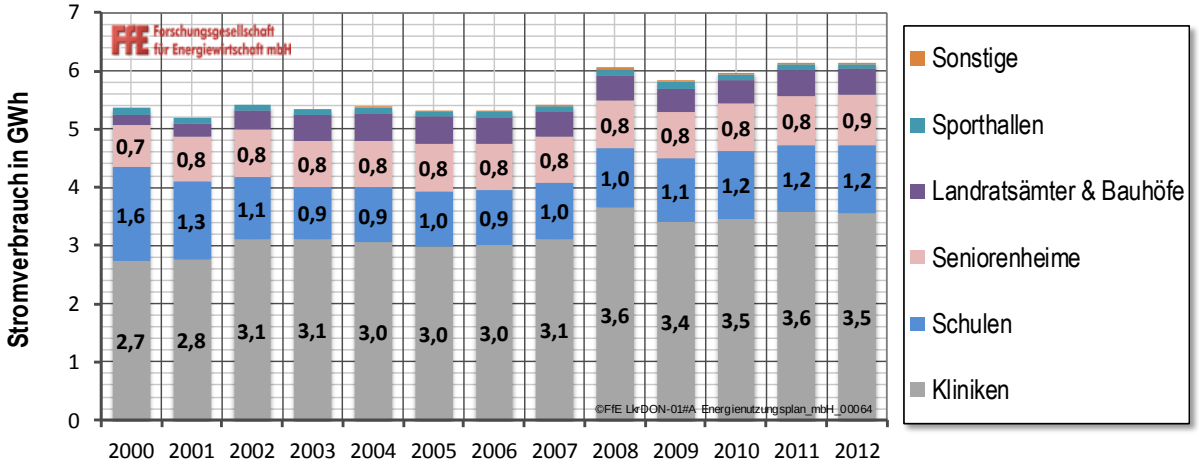


Abbildung 3-12: *Stromverbrauch (Endenergie) der öffentlichen Liegenschaften des Landkreises Donau-Ries nach Nutzungsart, eigene Darstellung nach /GKUD-01 13/, /LKDON-01 13/*

Insgesamt hatten die öffentlichen Liegenschaften des Landkreises im Jahr 2012 einen Stromverbrauch von 6.133 MWh (~6 GWh). Dies entspricht einem Anteil am Gesamtstromverbrauch des Landkreises von 0,66 %.

Um die Verbrauchsentwicklung besser einordnen zu können, sind nachfolgend einige Gebäude herausgegriffen, die eine besonders auffällige Entwicklung in den Jahren 2000 bis 2012 zeigen (vgl. **Abbildung 3-13**). Besonders fällt beispielsweise das Albrecht-Ernst-Gymnasium auf, bei dem ein extremer Rückgang des Stromverbrauchs bis 2003 vorliegt. In solchen Fällen sollten u. a. folgende Faktoren für die Daten-Bewertung berücksichtigt bzw. für weitere Entscheidungen näher untersucht werden:

- gestiegene/gesunkene Schülerzahlen in Schulen
- gestiegene/gesunkene Arbeitsplätze in Verwaltungseinrichtungen
- gestiegene/gesunkene Bettenanzahl/Belegung in Kliniken/Heimen
- Umstellung der Beleuchtungssysteme
- Erweiterungen der vorhandenen Gebäude (Anbauten) und Neubauten

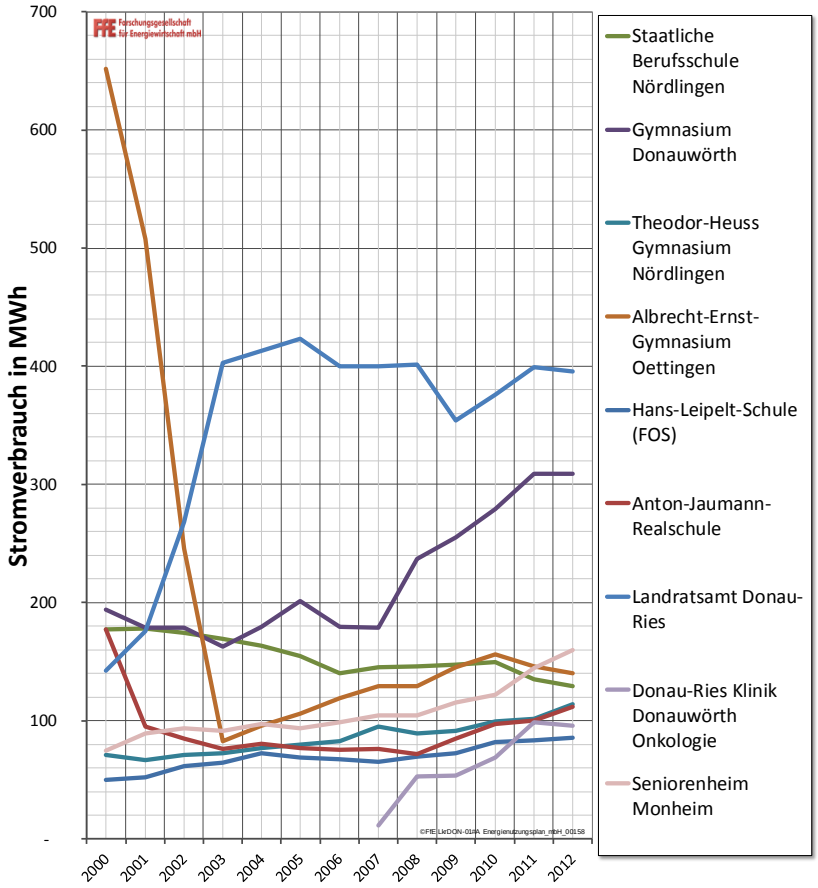


Abbildung 3-13: *Stromverbrauch ausgewählter Liegenschaften des Landkreises Donau-Ries, eigene Darstellung nach /GKUD-01 13/, /LKDON-01 13/*

Wärmeverbrauch der Landkreis-Liegenschaften

Analog zum Stromverbrauch wird nun der Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften untersucht. Auch hier konnten Daten ab dem Jahr 2000 bis 2012 erhoben werden.

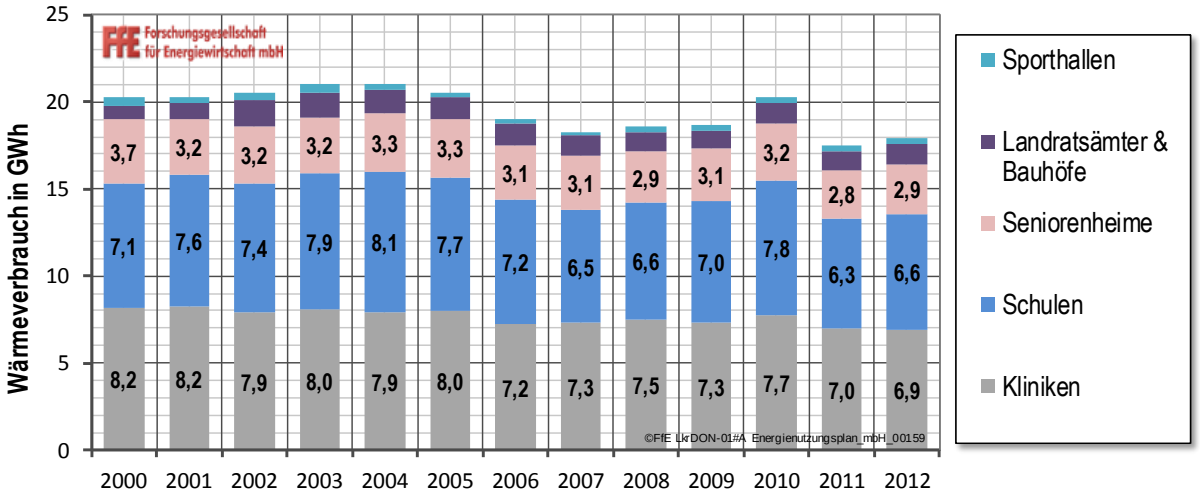


Abbildung 3-14: *Wärmeverbrauch (Endenergie) der öffentlichen Liegenschaften des Landkreises Donau-Ries nach Nutzungsart, eigene Darstellung nach /GKUD-01 13/, /LKDON-01 13/*

In **Abbildung 3-14,** Seite 24, ist der Wärmeverbrauch nach Nutzungsart der Gebäude aufgegliedert. Im Gegensatz zum Stromverbrauch haben beim Wärmeverbrauch Schulen und Kliniken in etwa die gleichen Anteile. Insgesamt ist der Wärmeverbrauch seit dem Jahr 2000 deutlich zurückgegangen.

Nachfolgende **Abbildung 3-15** zeigt den Wärmeverbrauch aufgeteilt nach Energieträgern. Der Großteil der Liegenschaften wird mit Erdgas versorgt, die Kliniken vollständig. Seit 2008 wird zusätzlich ein relevanter Wärmeanteil mittels einer Hackschnitzel-Anlage gedeckt. Der noch bis 2011 vorhandene geringe Anteil an Heizöl wurde mittlerweile vollständig substituiert.

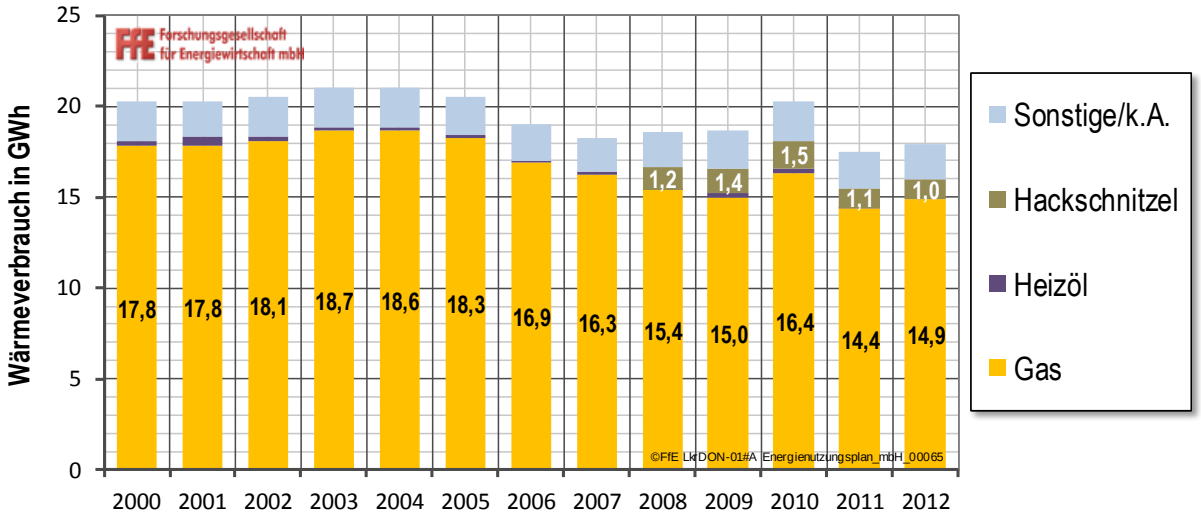


Abbildung 3-15: *Wärmeverbrauch (Endenergie) der öffentlichen Liegenschaften des Landkreises Donau-Ries nach Energieträgern, eigene Darstellung nach /GKUD-01 13/, /LKDON-01 13/*

Die Liegenschaften des Landkreises Donau-Ries hatten im Jahr 2012 insgesamt einen Wärmeverbrauch von 17.878 MWh (~18 GWh). Dies entspricht einem Anteil am Gesamtwärmeverbrauch des Landkreises von 0,65 %.

Die Energieträgerverteilung gliedert sich dabei folgendermaßen:

Erdgas:	14.921 MWh (83 %)
Heizöl:	0 MWh (0 %)
Hackschnitzel:	1.041 MWh (6 %)
Sonstige/keine A.:	1.916 MWh (11 %)

Abbildung 3-16 zeigt den Wärmeverbrauch einiger öffentlicher Gebäude, die eine auffällige Entwicklung aufweisen. Auch hier sollten die bereits erwähnten Faktoren (u. a. veränderte Schüler-, Personalzahlen etc.) beachtet werden. Besonderes Augenmerk muss auf mögliche Umstellungen des Heizsystems gelegt werden.

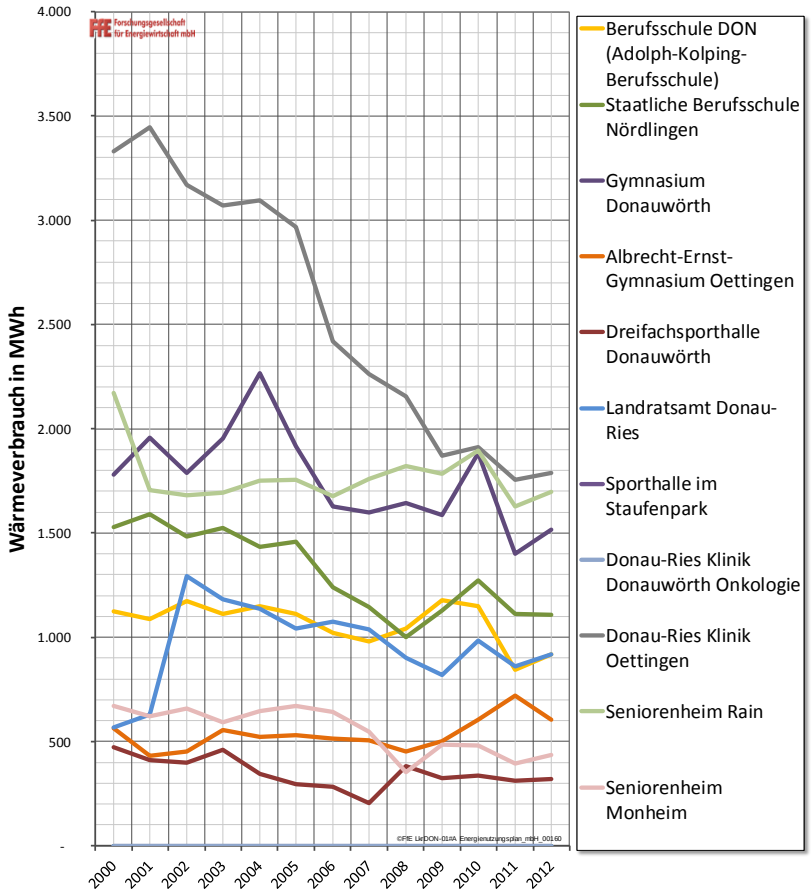


Abbildung 3-16: *Wärmeverbrauch ausgewählter Liegenschaften des Landkreises Donau-Ries, eigene Darstellung nach /GKUD-01 13/, /LKDON-01 13/*

3.4.3 Energieverbrauch des öffentlichen Fuhrparks

Abgesehen von den öffentlichen Gebäuden hat der Landkreis außerdem unmittelbaren Einfluss auf seinen Fuhrpark. Hier bestehen direkte Handlungsmöglichkeiten, weshalb hier eine kurze Beschreibung erfolgt.

Insgesamt besteht der Fuhrpark aus 16 Fahrzeugen der Kernverwaltung (überwiegend PKW, meist Diesel) sowie 11 Fahrzeugen der Bauhöfe (Unimog/LKW, Diesel).

Durchschnittlich verbrauchen diese Fahrzeuge zusammengenommen über 68.000 Liter Kraftstoff (~ 680 MWh) im Jahr. Davon sind:

Kernverwaltung: 22.000 Liter Kraftstoff pro Jahr (32 %); 220 MWh pro Jahr

Bauhöfe: 46.000 Liter Kraftstoff pro Jahr (68 %); 460 MWh pro Jahr

Dies entspricht CO_2-Emissionen von:

Kernverwaltung: 64 tCO_2 pro Jahr

Bauhöfe: 143 tCO_2 pro Jahr

3.4.4 Energieverbrauch der gemeindlichen Liegenschaften

Im Rahmen des ENPs wurde das Ziel gesetzt, die Gemeinden des Landkreises soweit wie möglich miteinzubeziehen. Dies soll die Kooperation zwischen Gemeinden und Landkreis in Energiefragen stärken und den Beginn einer gemeinsamen Datenbasis bilden.

Für die Erhebung wurden u. a. die Kontakte der Energie-Allianz genutzt, in der auch einige Gemeinden Mitglied sind. Darüber hinaus wurden sämtliche Gemeindeverwaltungen angeschrieben und gebeten Verbrauchsdaten zu Ihren Liegenschaften zu liefern. 26 der insgesamt 44 Gemeinden des Landkreises haben Daten zur Verfügung gestellt (Übersicht zu den teilnehmenden Gemeinden siehe **Anhang 12**).

Insgesamt hatten die 26 teilnehmenden Gemeinden im Jahr 2012 einen Endenergieverbrauch von insgesamt 23,4 GWh, davon waren:

Strom: 6,1 GWh (26 %)

Wärme: 17,3 GWh (74 %) vgl. **Abbildung 3-17**

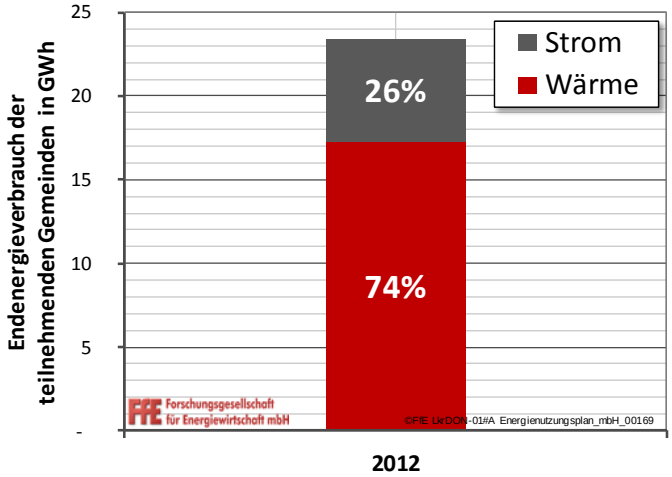


Abbildung 3-17: *Energieverbrauch (Endenergie) 2012 der teilnehmenden Gemeinden aus dem Landkreis Donau-Ries, eigene Berechnung nach /LKDG-01 13/*

Die Aufteilung des Wärmeverbrauchs nach Energieträgern ist in **Abbildung 3-18** dargestellt. Wie im gesamten Landkreis haben Erdgas und Heizöl zusammen einen Anteil von deutlich über drei Vierteln. Im erneuerbaren Bereich hat vor allem die Biomasse, hiervon häufig Pellet-Anlagen, eine sehr hohe Bedeutung.

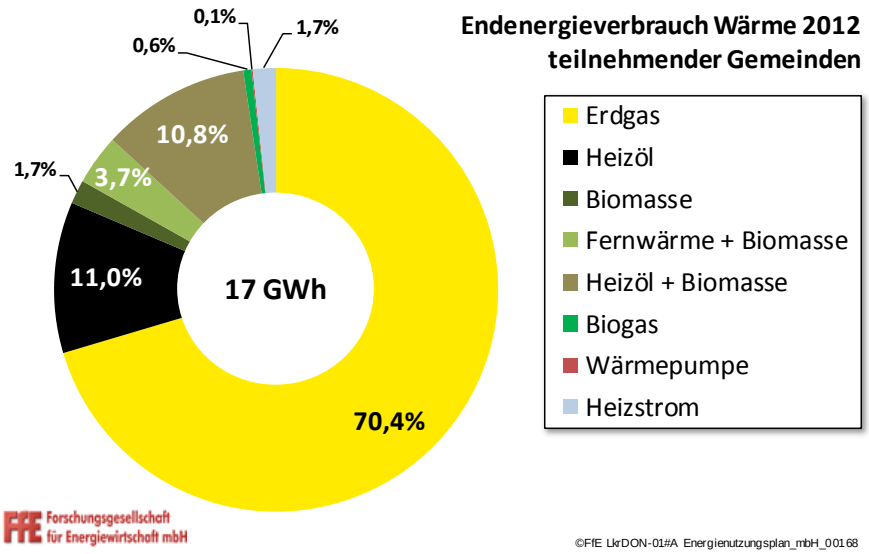


Abbildung 3-18: *Wärmeverbrauch (Endenergie) der teilnehmenden Gemeinden nach Energieträgern, eigene Berechnungen nach /LKDG-01 13/*

In **Abbildung 3-19,** Seite 29, ist zum einen der Gesamtenergiebedarf (Wärme und Strom) je Gemeinde sowie die Strom- und Wärmeverbräuche der teilnehmenden gemeindlichen Liegenschaften dargestellt. Zu beachten ist dabei, dass die Datenqualität der verschiedenen Gemeinden größere Unterschiede aufwies. Beispielsweise haben einige Gemeinden auch die Verbräuche ihrer Pumpstationen mitgeliefert, dementsprechend höher sind die dortigen Stromverbräuche. Manche Gebäude werden nicht beheizt und tauchen daher nur beim Stromverbrauch auf. Eine direkte Vergleichbarkeit zwischen den Gemeinden ist allein schon aufgrund der sehr unterschiedlichen Anzahl an öffentlichen Gebäuden nicht gegeben.

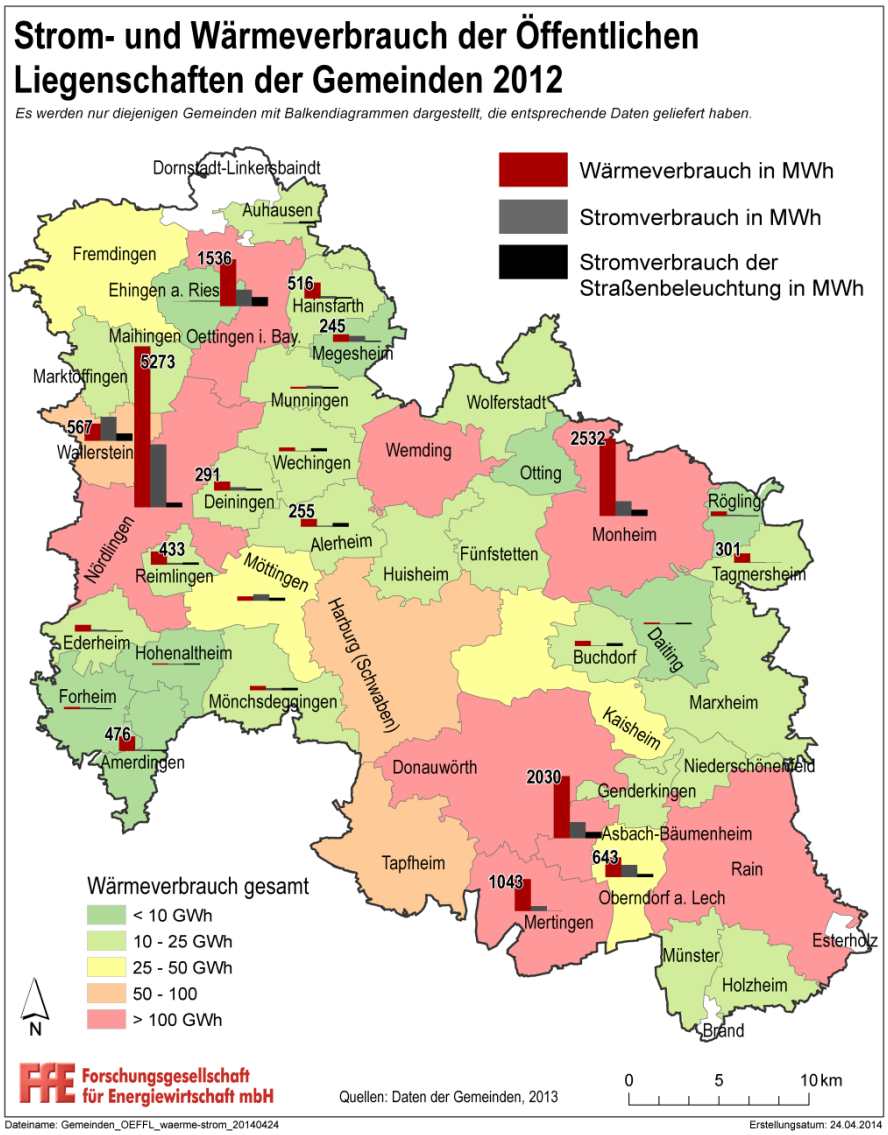


Abbildung 3-19: *Strom- und Wärmeverbrauch der öffentlichen Liegenschaften der Gemeinden 2012, eigene Darstellung nach /LKDG-01 13/*

Zusätzlich zu den gemeindlichen Liegenschafts-Verbräuchen wurden außerdem energierelevante Projekte der Gemeinden abgefragt (siehe **Anhang 13**). Beispielsweise sollten Sanierungsmaßnahmen oder die Einrichtung eines Nahwärmenetzes angegebene werden. Von 20 Gemeinden des Landkreises kam diesbezüglich eine Rückmeldung, welche in den ENP einfließen konnte. Die Aufstellung soll den Beginn einer Datenbasis darstellen, damit sich die Gemeinden untereinander bei ähnlichen Projekten unterstützen bzw. sich über relevante Kontakte und mögliche Umsetzungsprobleme austauschen können.

4 Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Sehr wichtig zur Erreichung des Energieleitziels des Landkreises Donau-Ries ist der Anteil der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien (EE).

4.1 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Um die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Landkreis zu ermitteln wurden sämtliche Daten der EEG-vergüteten Anlagen von 2007 bis 2012 bei den Strom-Netzbetreibern abgefragt und aufbereitet (vgl. Methodik **Anhang 4**). In **Abbildung 4-1** ist der Anstieg der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen seit 2007 bis zum Jahr 2012 dargestellt. Wird 2007 als Basisjahr mit 100 % angesetzt, so ist die Stromerzeugung um 75 % angestiegen /STNB-01 13/.

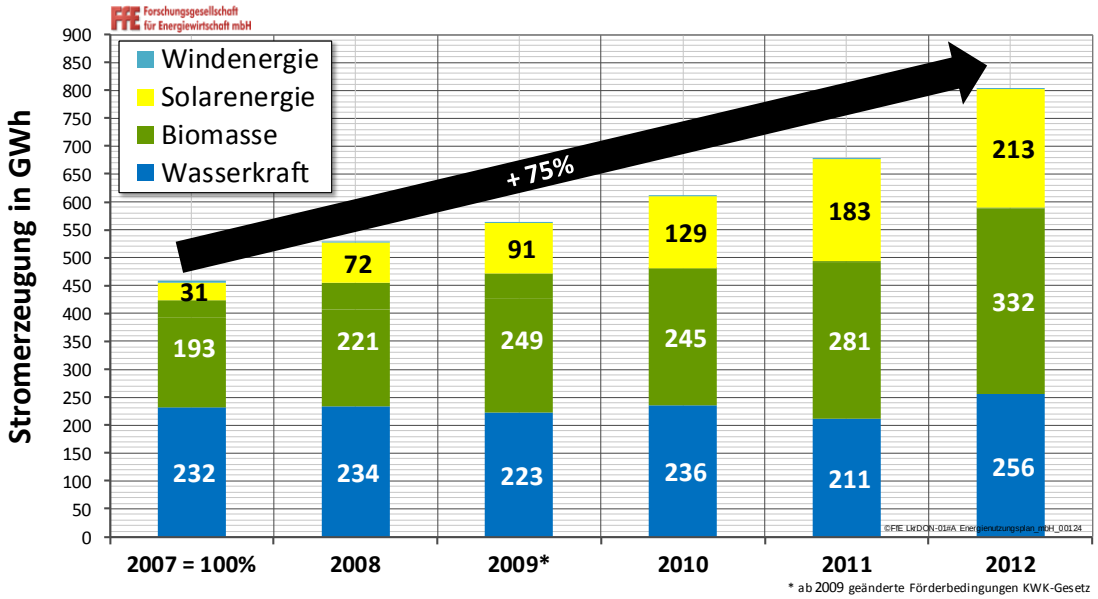


Abbildung 4-1: *Erneuerbare Stromerzeugung von 2007 bis 2012 im Landkreis Donau-Ries, nach /STNB-01 13/*

Donau-Ries hat damit einen Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch von 87 %. Zum Vergleich: Deutschland liegt bei 22 %, Bayern bei 32 % (siehe auch Kennzahlen Strom aus **Anhang 11**).

Die wichtigste Datenquelle für erneuerbare Stromerzeugung sind die Statistiken der Übertragungsnetzbetreiber zu sämtlichen nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergüteten Anlagen. Jede Anlage, die ans Netz geht und EEG-Vergütung erhält muss gemeldet sein und bestimmte Basisdaten zur Verfügung stellen. **Tabelle 4-1**, Seite 31, zeigt die EEG-Anlagen im Landkreis Donau-Ries getrennt nach Energieträgern. Im Bereich der Wasserkraft müssen zusätzlich die Großanlagen berücksichtigt werden, die nicht nach EEG vergütete werden, diese bilden hier den allergrößten Anteil.

Tabelle 4-1: *Anzahl und installierte Leistung der Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung im Landkreis Donau-Ries (EEG-vergütete und Nicht-EEG-Anlagen), /FFE-21 10/*

Energie-träger	Anzahl	Installierte Leistung [kW] *Stand: Okt. 2013*	
		EEG	Nicht-EEG
Solar	10.668 1)	248.842	
Biomasse	134	54.937	
Wasser	45	1.565	43.000
Wind	3 2)	1.804	
Gas	1 3)	130	
		307.148	*43.000*
Summe	***10.846***	***350.148***	

1) darunter 20 PV-Freiflächenanlagen mit 29 MW inst. Leistung

2) 1.800 kW-Anlage in Monheim, 4 kW-Anlage in Wolferstadt, 1 kW-Anlage in Kaisheim

3) Klär-, Deponie-, Grubengas

Insgesamt sind im Landkreis fast 11.000 Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung mit über 350 MW installierter Leistung vorhanden (Stand: Oktober 2013).

Sowohl von der Anzahl als auch von der installierten Leistung hat die Photovoltaik (Solar) den größten Anteil.

Um eine bessere Einordnung dieser Zahlen zu ermöglichen, wird in nachfolgender **Abbildung 4-2** die installierte Leistung der Stromerzeugung gegenübergestellt. Es fällt auf, dass besonders die Stromerzeugung aus Photovoltaik im Vergleich zur hohen installierten Leistung eine relativ geringe Erzeugung leistet. Im Falle der Biomasse- und Wasserkraft-Anlagen kehrt sich dieses Verhältnis um.

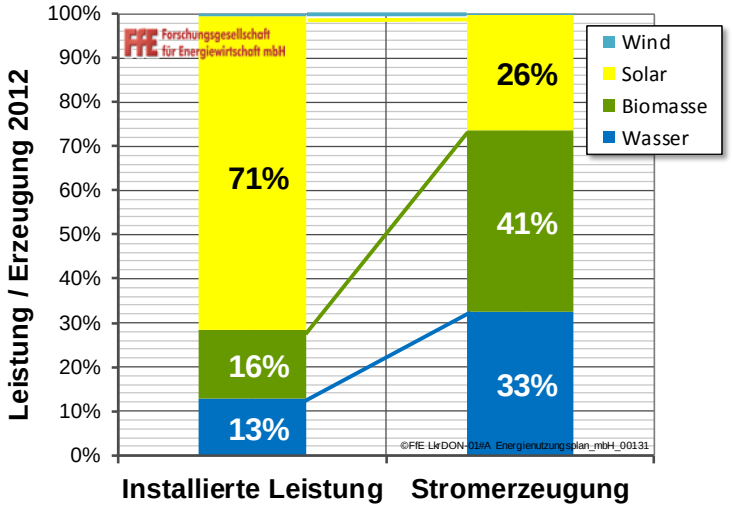


Abbildung 4-2: *Installierte Leistung im Vergleich zur Stromerzeugung 2012 im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /STNB-01 13/, /FFE-21 10/*

Stromerzeugung in den Gemeinden

Die nachfolgende **Abbildung 4-3** zeigt die Stromerzeugung aufgeteilt nach den Gemeinden des Landkreises. Auffällig sind die drei Gemeinden Donauwörth, Rain und Niederschönenfeld, in denen eine sehr hohe Stromerzeugung vorhanden ist, die stark von der Wasserkraft dominiert wird. Hier befinden sich vier die Großwasserkraftwerke des Landkreises an Donau und unterem Lech (vgl. auch Kapitel 4.1.4). Die anderen Gemeinden werden meist von Strom aus Biomasse dominiert, einige der kleineren Gemeinden haben fast ausschließlich Photovoltaik-Anlagen. Das 1,8 MW-Windrad in Monheim ist ebenfalls erkennbar.

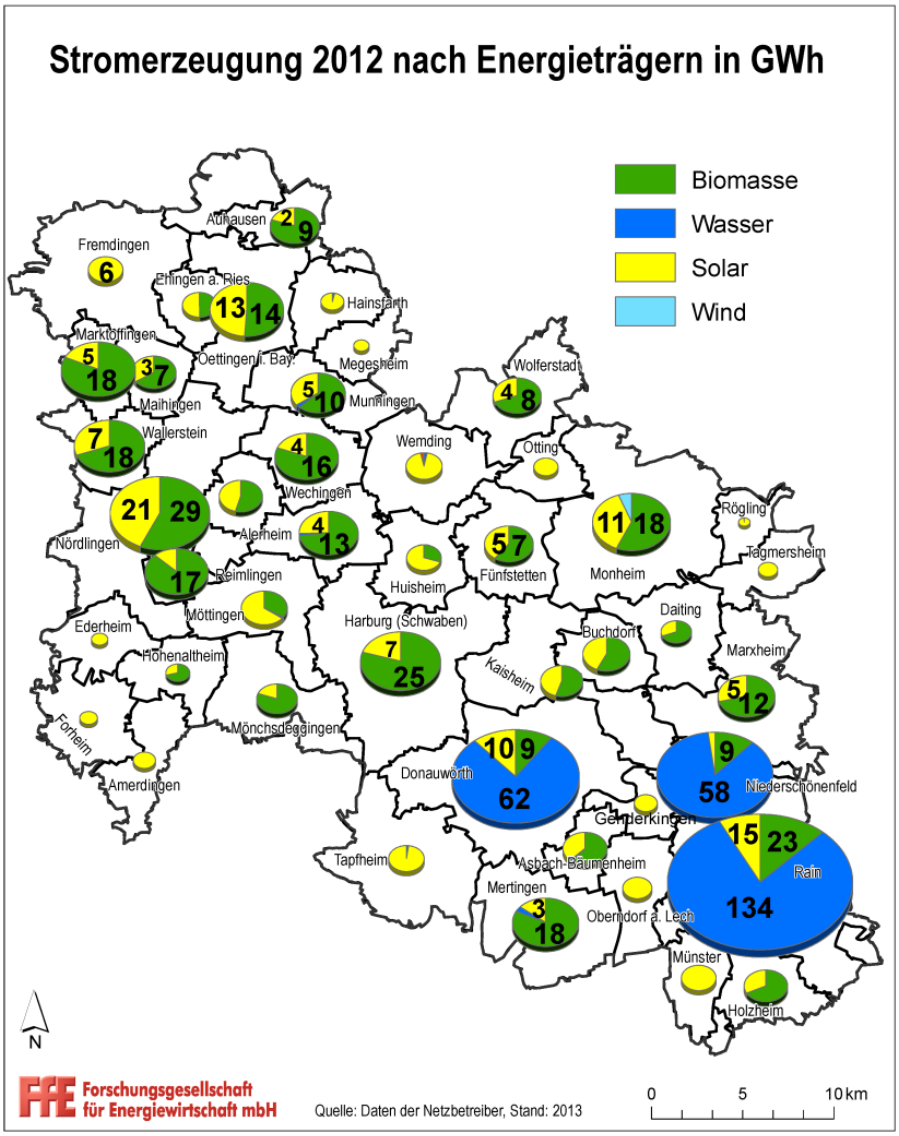


Abbildung 4-3: *Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern je Gemeinde, eigene Darstellung nach /STNB-01 13/*

Nachfolgend werden die einzelnen erneuerbaren Energieträger zur Stromerzeugung näher betrachtet.

4.1.1 Biomasse

Deutschlandweit setzte sich die Stromerzeugung aus Biomasse im Jahr 2012 folgendermaßen zusammen (vgl. **Abbildung 4-4**):

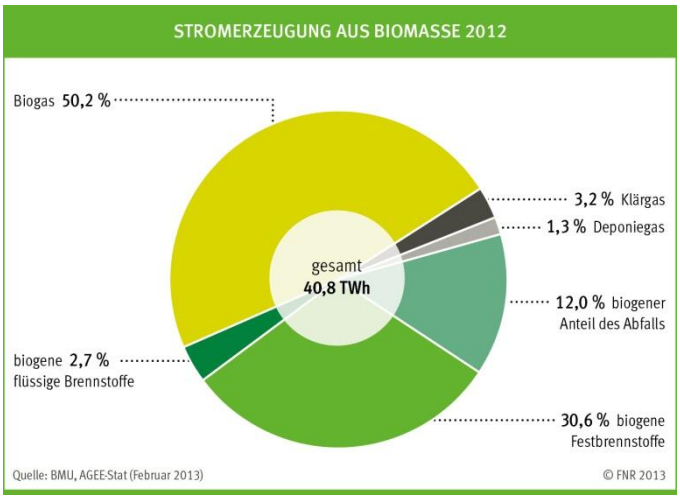


Abbildung 4-4: *Stromerzeugung aus Biomasse 2012 in Deutschland, /FNR-01 13/*

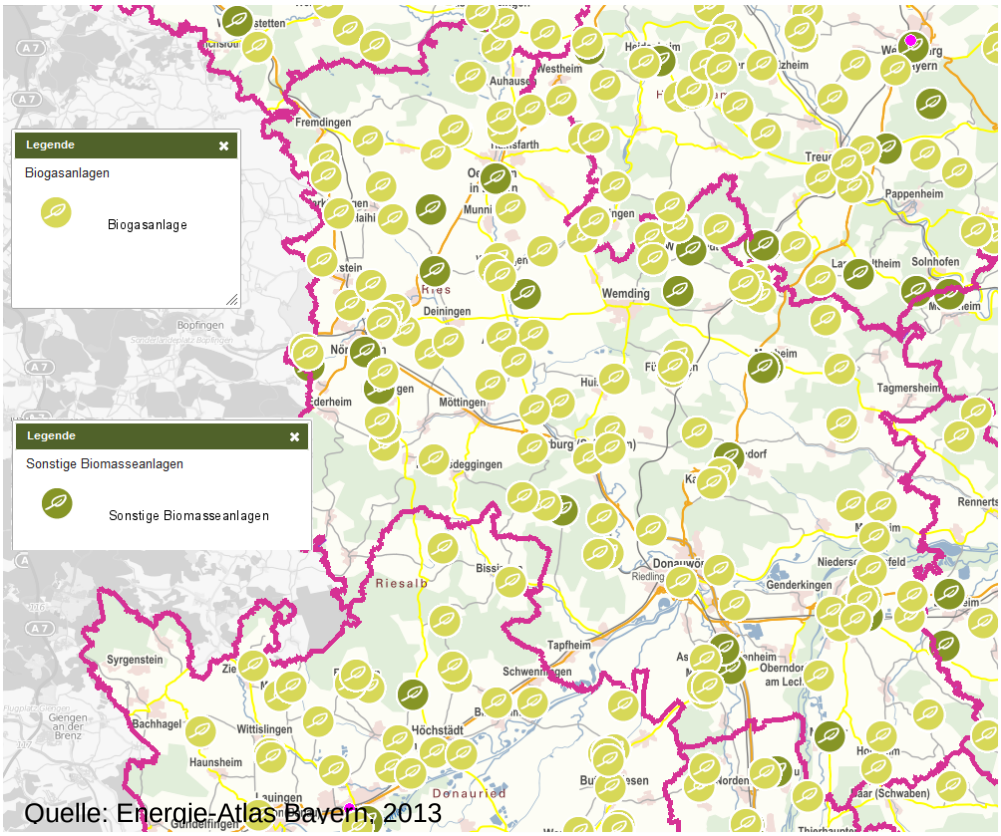
Stromerzeugung aus Biogasanlagen hatte den größten Anteil von knapp über der Hälfte. Biogene Festbrennstoffe trugen fast ein Drittel und biogener Abfall weitere 12 % bei. Klärgas, biogene flüssige Brennstoffe und Deponiegas spielten eine untergeordnete Rolle.

Auch im Landkreis Donau-Ries hat die Stromerzeugung aus Biogas eine sehr große Bedeutung. Ein Biogasreaktor wandelt Teile der Pflanze in Methan um. Daraus wird in einem Blockheizkraftwerk Wärme und Strom erzeugt. Für die Energieerzeugung kommen im Prinzip alle organischen Stoffe in Frage, wobei einige besser dafür geeignet sind als andere. Meist wird als Grundlage Gülle verwendet, die um pflanzliche Substrate wie Mais, Gras oder Getreide ergänzt wird. Bezogen auf die eingebrachte Menge liefert Mais den größten Biogasertrag. Bei der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Energiepflanzen muss jedoch besonders auf die Nachhaltigkeit geachtet werden.

Strom aus Biomasse hat im gesamten Landkreis den höchsten Anteil an der erneuerbaren Stromerzeugung. Auch die meisten Gemeinden stützen ihre erneuerbare Versorgung vorwiegend darauf (vgl. Abbildung 4-3).

Abbildung 4-5, Seite 34, zeigt die Standorte der Biogasanlagen nach Verortung des Energieatlas Bayern (Stand: Dez. 2012). Hier werden auch „sonstige Biomasseanlagen“ ausgewiesen, die „aufgrund der Angaben in den ursprünglichen Datenquellen nicht eindeutig den Kategorien Biogasanlagen oder Biomasseheiz(kraft)werke zugeordnet werden konnten. Dennoch kann es sich bei den hier dargestellten Anlagen um solche handeln. Weitere mögliche Anlagentypen sind z.B. Pflanzenölmotoren, Biomasseheizungen o.ä.“ /STMWI-02 13/. Es zeigt sich, dass im Landkreis zahlreiche Biogasanlagen vorhanden sind:

Insgesamt waren im Landkreisgebiet im Jahr 2012 rund 55 MW Biomasse-Anlagen (KWK) Leistung installiert, die 333 GWh bzw. 41 % des erneuerbaren Stroms lieferten.



Quelle: Energie-Atlas Bayern, 2013

Abbildung 4-5: *Biomasse-Anlagen im Landkreis Donau-Ries, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Datenstand: 2008-2012), /STMWI-02 13/*

In **Abbildung 4-6**, Seite 35, ist zusätzlich zur Anzahl auch die installierte Leistung der Biomasse-Anlagen pro Gemeinde dargestellt. Es handelt sich hier um EEG-vergütete Anlagen zur Stromerzeugung. Dazu gehören in erster Linie Biogasanlagen aber auch Biomasse-Heizkraftwerke.

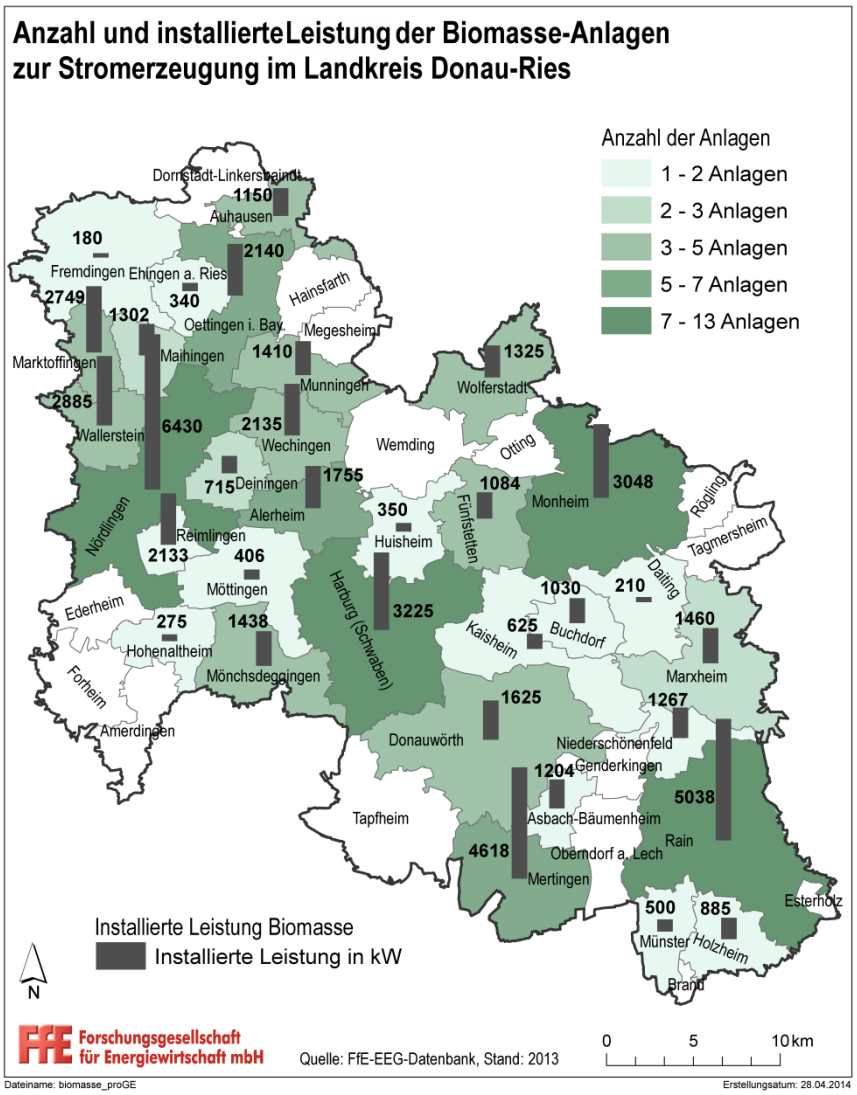


Abbildung 4-6: *Anzahl und installierte Leistung der EEG-vergüteten Biomasse-Anlagen zur Stromerzeugung im Landkreis Donau-Ries (Stand: Okt. 2013), eigene Darstellung nach /FFE-21 10/*

4.1.2 Solarenergie (Photovoltaik)

Die Photovoltaik (PV) hat in Süddeutschland eine große Bedeutung, da hier die solaren Einstrahlungswerte deutlich höher sind als beispielsweise in Norddeutschland. Auch der Landkreis Donau-Ries ist in diesem Bereich weit fortgeschritten. So befindet sich beispielsweise in der Gemeinde Rain die größte gewächshausdachintegrierte PV-Anlage Deutschlands.

Im gesamten Landkreisgebiet befanden sich zum Stand September 2013 insgesamt 10.668 Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 249 MW. Darunter waren 20 Freiflächenanlagen mit einer installierten Leistung von rund 29 MW. Den Großteil bildeten jedoch die kleineren Aufdach-Anlagen.

Im Jahr 2012 wurden 213 GWh Strom aus Photovoltaik in das Stromnetz eingespeist.

Nachfolgende **Abbildung 4-7** zeigt in den Balkendiagrammen die installierte Leistung der bestehenden Anlagen (Stand: Ende 2012). Zusätzlich ist das technische Potenzial auf sämtlichen nutzbaren Dachflächen pro Gemeinde ausgewiesen.

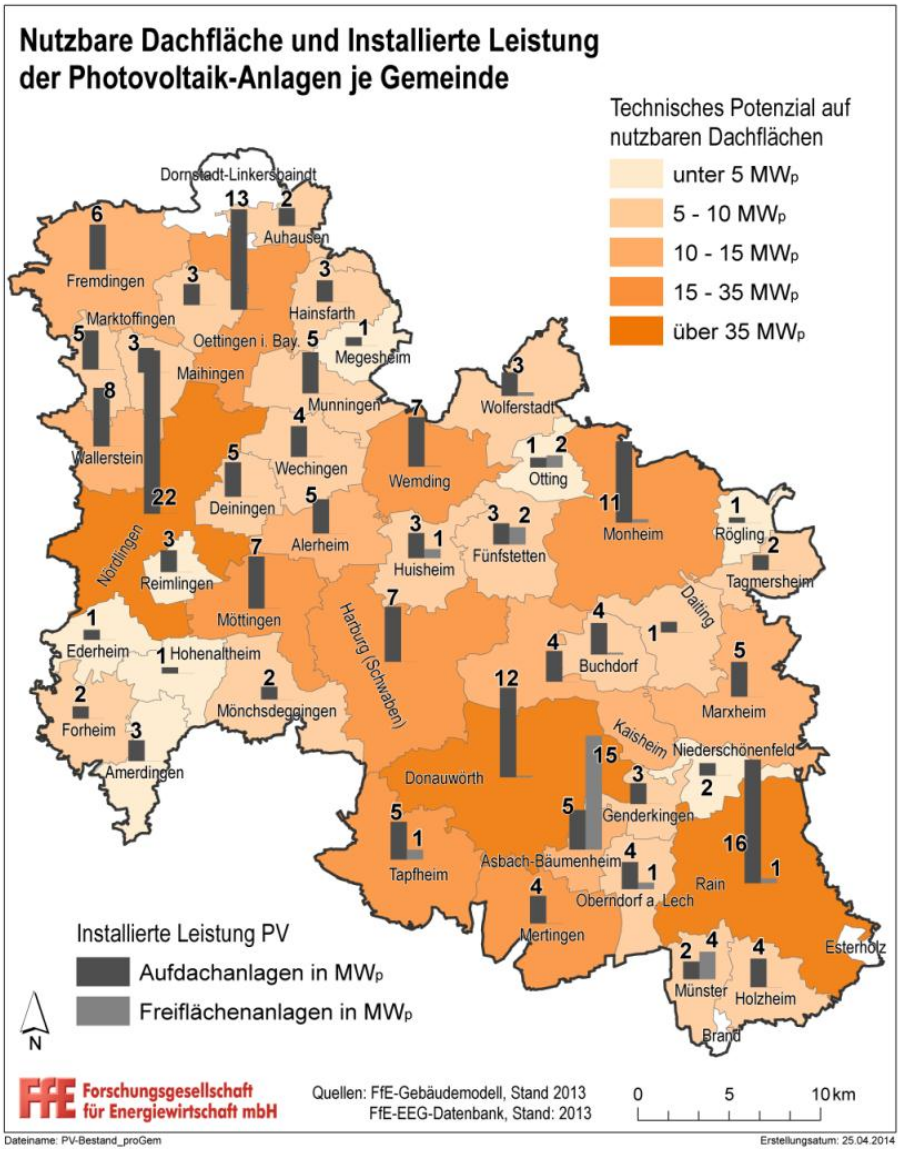


Abbildung 4-7: *Technisches Potenzial der nutzbaren Dachflächen und installierte Leistung der Bestands-Anlagen (Aufdach und Freiflächen, Stand: Okt. 2013), eigene Darstellung nach /FFE-40 10/, /FFE-21 10/*

Es zeigt sich, dass in den Gemeinden mit hohem Potenzial auch höhere Leistungen an bestehenden Aufdach-Anlagen installiert sind. Die Freiflächen-Anlagen sind separat als zweiter Balken dargestellt. Sie finden sich hauptsächlich im Süden des Landkreises mit einer besonders hohen Leistung in der Gemeinde Asbach-Bäumenheim.

4.1.3 Windkraft

Im Landkreis Donau-Ries gibt es bisher drei Windkraft-Anlagen. Nur eine Anlage (bei Wittesheim) kann als Großanlage bezeichnet werden (vgl. **Abbildung 4-8**, Seite 37):

Sulzdorf (Kaisheim):	1 kW
Wittesheim (Monheim):	1.800 kW (1,8 MW)
Wolferstadt:	4 kW

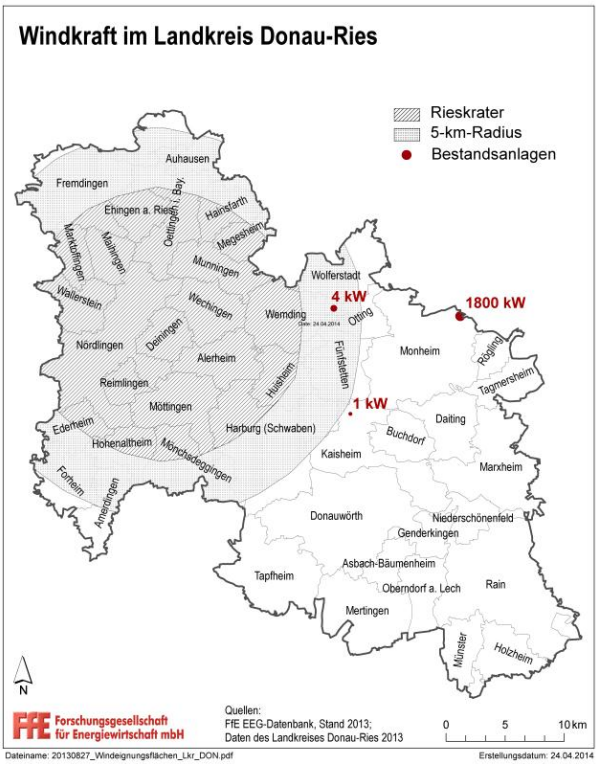


Abbildung 4-8: *Windkraft-Bestandsanlagen und schematisch dargestellte Lage des Rieskraters, eigene Darstellung nach /FFE-21 10/*

Insgesamt haben die drei Anlagen im Jahr 2012 rund 2 GWh Strom erzeugt. Damit hatten sie einen Anteil von nur 0,3 % an der erneuerbaren Stromerzeugung des Landkreises.

Die Gründe für eine geringe Bedeutung der Windkraft sind zum Teil naturgegeben. So nimmt der Meteoritenkrater Nördlinger Ries eine beträchtliche Fläche des Landkreises ein und ist ein in Europa einmaliger, attraktiver Naturraum (vgl. Abbildung 4-8). Dementsprechend wurde beschlossen im Kraterbecken selbst sowie am Kraterrand einschließlich eines Radius von 5 km, keine Großwindkraft-Anlagen zu genehmigen /RPVA-01 06/.

Des Weiteren zeigt ein Blick in den Energie-Atlas Bayern, dass die mittleren Windgeschwindigkeiten (hier in 140 m Höhe) eher im unteren Bereich liegen (vgl. Abbildung 4-9). Als Faustregel wird häufig angegeben, dass mindestens eine mittlere Windgeschwindigkeit von 4,5 bis 5 m/s vorliegen sollte, um eine Anlage wirtschaftlich betreiben zu können. Diese Werte werden im Landkreis-Gebiet nur lokal begrenzt erreicht. Unter Ausschluss des Rieskraters bleiben schließlich noch weniger geeignetere Windstandorte.

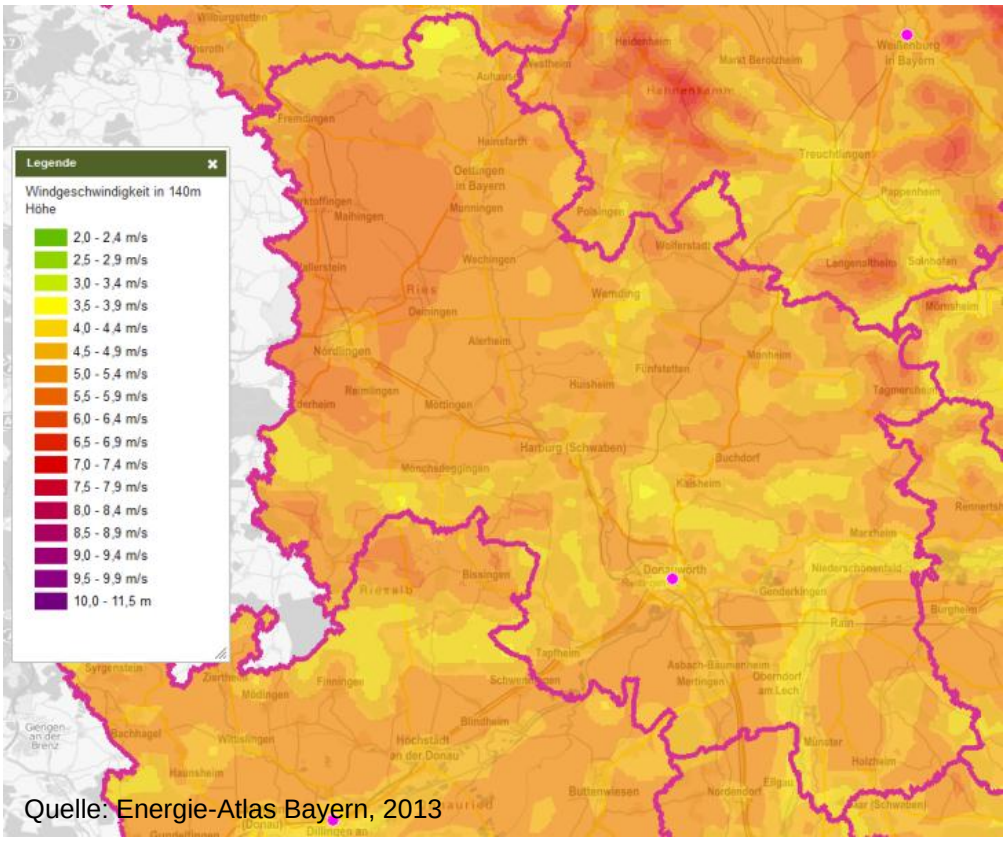


Abbildung 4-9: *Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern, Windgeschwindigkeit in 140 m Höhe (über Boden) im Landkreis Donau-Ries, /STMWI-02 13/*

4.1.4 Wasserkraft

Die Donau ist zweitgrößter und zweitlängster Fluss Europas und durchquert den Süden des Landkreises Donau-Ries. Konkret fließt sie von Südwest nach Ost durch die Gemeinden Tapfheim, Donauwörth, Genderkingen, Kaisheim, Niederschönenfeld und Marxheim. Der Lech als weiterer größerer Fluss im Landkreis durchquert von Süd nach Nord die Gemeinden Rain am Lech und Niederschönenfeld, an der Grenze zu Marxheim mündet er in die Donau.

An diesen beiden Flüssen befinden sich die Großwasserkraftwerke des Landkreises:

- Donauwörth
- Feldheim (Niederschönenfeld)
- Rain
- Oberpeiching (Rain)

Hinzu kommen einige kleinere Wasserkraftwerke, die eine Förderung durch das EEG erhalten (vgl. **Abbildung 4-10)**.

Insgesamt ist eine Wasserkraft-Leistung von 44,6 MW im Landkreis installiert. Im Jahr 2012 erzeugte diese 256 GWh Strom. Davon sind:

Großwasserkraft (4 Anlagen):	43,0 MW Leistung –	254 GWh Stromerzeugung 2012
Kleinwasserkraft (EEG):	1,6 MW Leistung –	2 GWh Stromerzeugung 2012

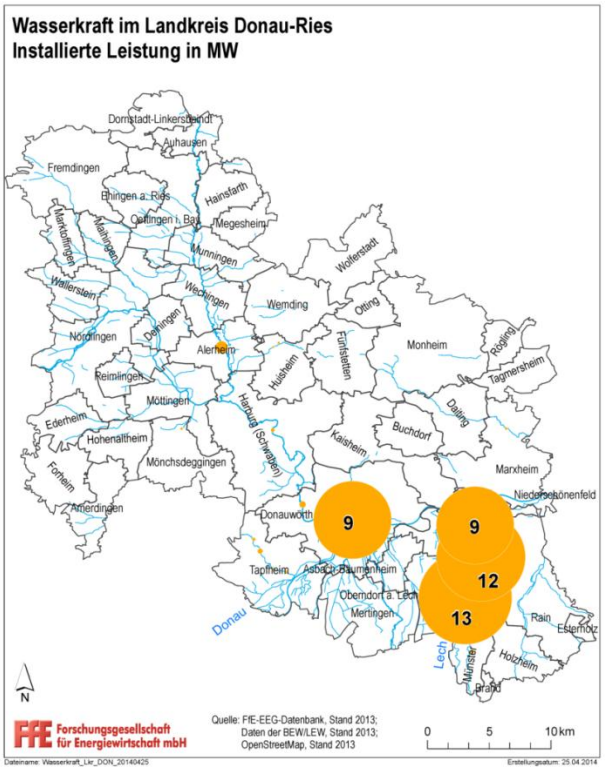


Abbildung 4-10: *Lage und installierte Leistung der Wasserkraft-Anlagen im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /BEW-01 13/, /FFE-40 10/, /OSM-01 10/*

Energiegewinnung aus Wasserkraft hat in Süddeutschland unter anderem aufgrund der günstigen Geländeausformung eine lange Tradition. Dementsprechend häufig sind die diesbezüglich vorhandenen Potenziale bereits größtenteils ausgeschöpft /BMU-09 10/.

Dennoch konnte nach Rücksprache mit den Lechwerken bzw. deren Tochter BEW, ein geringes Ausbaupotenzial für die nächsten Jahre ermittelt werden. Vor allem am unteren Lech sind Maßnahmen geplant, die vor allem die Maschinentechnik betreffen. Dadurch wird eine Ertragssteigerung der Großwasserkraftanlagen im Landkreis um rund 1 – 2 % erwartet. Die geplanten Maßnahmen bewegen sich allesamt im Rahmen des gültigen Wasserrechts. Weitere Maßnahmen, wie Neuanlagen, Stauerhöhungen oder neue Turbinen, genauso wie generelle Modernisierungen, wären rechtlich derzeit nicht möglich /BEW-01 14/.

4.2 Wärmeerzeugung aus EE

Betrachtet man den Endenergieverbrauch Deutschlands, so fällt der Wärmebereich am stärksten ins Gewicht. Die regenerative Wärmeerzeugung aus Biomasse hat durch das EEWärmeG und das Marktanreizprogramm (MAP) einen hohen Stellenwert in Deutschland erlangt.

Die regenerative Wärmeerzeugung gliedert sich in die netzgebundenen zentralen Nahwärmesysteme, wie Hackschnitzelheizwerk und Biogas-KWK sowie die dezentralen Wärmeerzeuger wie Wärmepumpe, Solarthermie und Pelletheizungen. Die zentralen Systeme finden dabei in Gebieten mit einer hohen Wärmeabnahme Verwendung. In Einfamilienhaussiedlungen und Siedlungsgebieten mit geringer Wärmedichte kommen de-

zentrale Techniken zum Einsatz. Allen voran ist die Solarthermie zu nennen, da dieses System mit allen Heizungsanlagen kombiniert und in nahezu beliebiger Größe ausgelegt werden kann.

Die regenerative Wärmeerzeugung ist im Landkreis Donau-Ries weit vorangeschritten. Für die diesbezügliche Auswertung wurden u. a. folgende Daten in Zusammenarbeit mit der Energie-Allianz herangezogen (sieh auch Kapitel 3.1.2):

- Wärmenutzung aus Biogasanlagen (AELF)
- geförderte Solarthermie-, Pellet-, Hackschnitzel- und Scheitholz-Anlagen sowie Wärmepumpen (BAFA)
- Energetische Holznutzung (Waldbesitzervereinigung/AELF)
- Energetische Nutzung von Abfällen (AWV Nordschwaben)

Diese neu erhobenen Daten wurden mit der vergangenen Erhebung für 2007 abgeglichen. Die Daten für Solarthermie und Wärmepumpen wurden damals nicht erfasst und deshalb neu ermittelt. In **Abbildung 4-11** wird nachfolgend dargestellt, wie stark die erneuerbare Wärmeerzeugung von 2007 bis 2012 angestiegen ist. Besonders hervorzuheben ist der Anstieg der Wärmenutzung aus Biogasanlagen. Die energetische Holznutzung hat gleichbleibend einen sehr hohen Stellenwert.

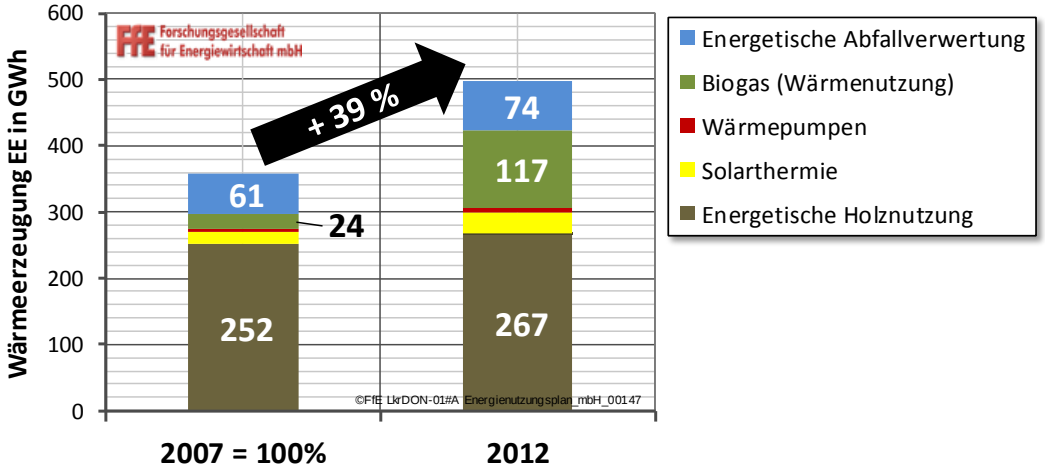


Abbildung 4-11: *Erneuerbare Wärmeerzeugung 2007 und 2012 im Landkreis Donau-Ries, nach /BAFA /LKDON-01 09/*

Während 2007 rund 358 GWh Wärme aus erneuerbaren Quellen erzeugt wurden, waren es 2012 bereits fast 500 GWh. Damit erfolgte ein Anstieg um 39 %.

Der Anteil Erneuerbarer Energieerzeugung am Wärmeverbrauch liegt damit 2012 bei 18 %. Zum Vergleich: Deutschland liegt bei 12 %, Bayern bei ebenfalls 18 % (siehe auch Kennzahlen Wärme in **Anhang 11**).

Daten des BAFA

Eine wichtige Quelle für Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung ist das bereits genannte Bundesamt für Ausfuhrkontrolle (BAFA). Seitens des BAFA werden im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) verschiedene Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung gefördert. Dazu gehören in erster Linie Solarkollektoranlagen, Biomasse-

Anlagen mit Scheitholz, Pellets oder Hackschnitzeln sowie Wärmepumpen. Die Auswertung dieser Daten gibt zwar kein vollständiges Bild ab, da zusätzlich Anlagen errichtet werden, die nicht gefördert sind. Dennoch kann ein erster Eindruck zu Anzahl, installierter Leistung und Fördersummen gegeben werden.

Nachfolgende **Abbildung 4-12** zeigt **links** die installierte Leistung der BAFA-Anlagen im Zeitraum von 2007 bis 2013. Pellet-, Scheitholz-, und Solar-Anlagen haben dabei die größten Anteile. In der Abbildung **rechts** sind die entsprechenden Fördergelder aufsummiert dargestellt. Insgesamt floßen im Zeitraum von 2007 bis 2013 über 5,4 Mio. Euro in den Landkreis Donau-Ries. Über die Hälfte der Summe wurde für Solarkollektoren bereitgestellt, Pellet-Anlagen standen an zweiter Stelle. Für Scheitholz-Anlagen und Wärmepumpen wurde in etwas gleich viel ausgegeben. An letzter Stelle standen Hackschnitzel-Anlagen.

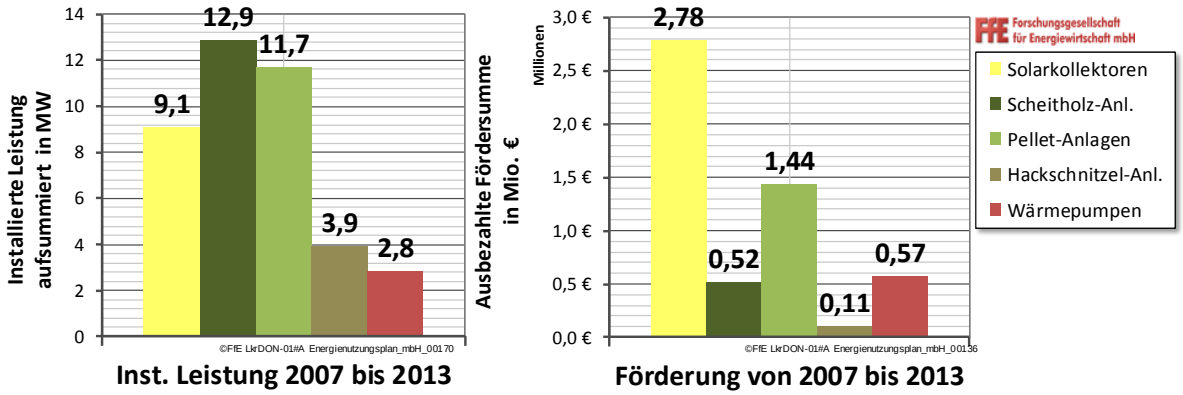


Abbildung 4-12: *Installierte Leistung (links) und ausbezahlte Fördersumme (rechts) im Zeitraum 2007 bis 2013 für BAFA-geförderte Anlagen im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /BAFA-01 13/*

In **Anhang 10** findet sich eine ausführliche Auswertung aller gelieferten BAFA-Daten.

Nachfolgend werden die einzelnen erneuerbaren Energieträger zur Wärmeerzeugung näher betrachtet.

4.2.1 Biomasse (Kraft-Wärme-Kopplung)

Als Biomasse wird all das definiert, was durch Lebewesen – wie z. B. Menschen, Tiere und Pflanzen – an organischer Substanz entsteht. Biomasse ist der einzige erneuerbare Energieträger, der alle benötigten End- bzw. Nutzenergieformen wie Wärme, Strom und Kraftstoffe speicherbar und grundlastfähig erzeugen kann.

Im Bereich der Wärmeerzeugung kann Biomasse in verschiedenen Formen eingesetzt werden:

Wärmenutzung aus Biogasanlagen

Biogasanlagen wurden anfangs hauptsächlich zur Stromerzeugung betrieben. Unter anderem aufgrund des veränderten gesetzlichen Rahmens (EEG) und Bonus-Systemen rückte jedoch zunehmend auch die gekoppelte Wärmenutzung (Kraft-Wärme-Kopplung – KWK) in den Vordergrund. Anlagen müssen inzwischen einen bestimmten Anteil an Wärme nutzen, um EEG-Vergütungen zu erhalten. /EEG-05 12/

Im Landkreis Donau-Ries erstellt das AELF Nördlingen eine aufwändige Statistik zur Wärmenutzung in Biogasanlagen. Dabei werden die Betreiber der Anlagen einzeln abgefragt und so eine sehr genaue Datenbasis geschaffen.

Zum Stand August 2013 waren demnach 89 Biogasanlagen mit einer Leistung von 49,2 MW im Landkreisgebiet installiert (1.010 kW davon ist flexibilisierte Leistung). In diesen Anlagen wurden rund 117 GWh Wärme erzeugt. Darin enthalten ist der Anteil von Biogas, der in das Erdgasnetz eingespeist wird und knapp 23 GWh entspricht /AELFN-02 13/.

In **Abbildung 4-13** ist die Anzahl der Biogas-Anlagen im Landkreis gezeigt, getrennt nach erheblicher, geringer und keiner Wärmenutzung /AELFN-02 13/. Seit 2007 ist der Anteil an Anlagen mit erheblicher Wärmenutzung stark angestiegen, sodass 2013 nur noch 19 Anlagen keine oder eine geringe Wärmenutzung aufweisen.

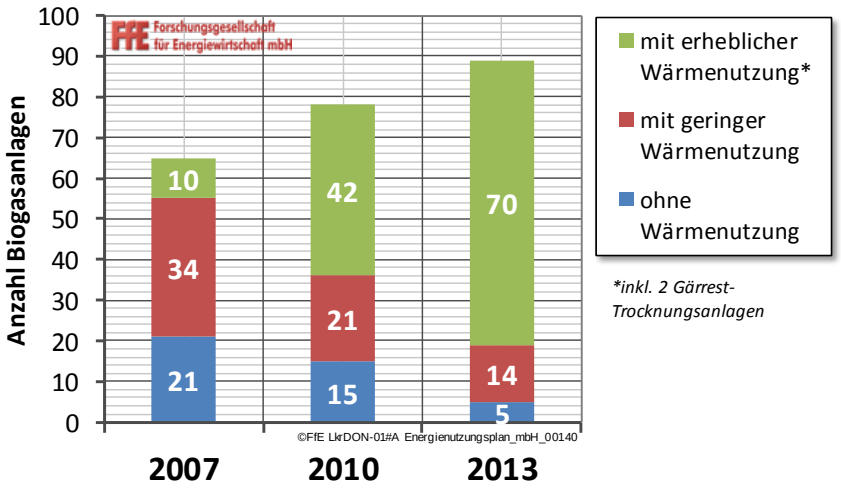


Abbildung 4-13: *Wärmenutzung in Biogasanlagen 2007, 2010 und 2013, eigene Darstellung nach /AELFN-02 13/*

Hinzu kommen voraussichtlich weitere vier Anlagen, die derzeit noch in Planung sind. Etwa 74 GWh Wärme würden dadurch zusätzlich erzeugt. Ein Großteil des Biogases aus den geplanten Anlagen würde ins Erdgasnetz eingespeist werden, was einer Energiemenge von 65 GWh entspräche (vgl. auch Kapitel 6.2).

Festbrennstoffe

Zu den Heizsystemen auf Basis von Festbrennstoffen zählen beispielsweise Hackschnitzel- und Pellet-Systeme sowie Kaminöfen. Auf Basis der vorhandenen Daten der Waldbesitzervereinigung und des AELF, kann eine Abschätzung zur Wärmegewinnung aus den Feuerungsanlagen im Landkreis Donau-Ries erfolgen. Dabei müssen eine Vielzahl an Rahmenbedingungen beachtet werden, wie zum Beispiel, dass im Landkreis eine sehr große Anzahl an Kaminen bzw. Kaminöfen vorhanden ist, diese jedoch in der Regel nur zusätzlich zum vorhandenen Heizsystem an besonders kalten Tagen eingesetzt werden.

Abbildung 4-14, Seite 43, zeigt den Anstieg der installierten Leistung der BAFA-geförderten Anlagen von 2007 bis 2013. Es wird deutlich, dass vor allem Scheitholz- und Pellet-Anlagen gefördert wurden, in 2013 insgesamt 28,5 MW Leistung (inkl. Hackschnitzel).

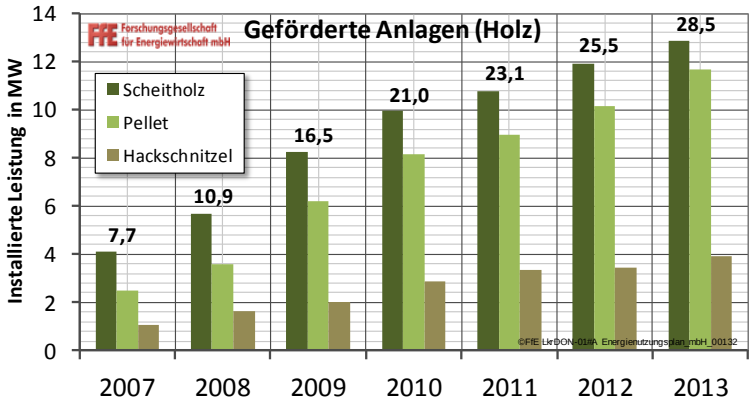


Abbildung 4-14: *Kumulierte installierte Leistung der Biomasse-Anlagen (Holz) der BAFA-geförderte Anlagen im Zeitraum 2007 bis 2013 im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /BAFA-01 13/*

Waldrest- und Schwachholz (Stückholz, Waldhackschnitzel)

Waldrest- und Schwachholz umfasst das bei der Durchforstung und beim Holzeinschlag anfallende und nicht stofflich verwertbare (Weiterverarbeitung im Sägewerk) Holz. Es besteht aus dünnen Stämmen mit einem Durchmesser von weniger als 20 cm, Ästen und Baumkronen. Eine Weiterverarbeitung zu Stückholz, Pellets oder Hackschnitzel (sog. Waldhackschnitzel) ist notwendig, damit eine energetische Nutzung ermöglicht wird. Hackschnitzel können in Kleinanlagen zur Wärmeerzeugung und in Heizkraftwerken zur gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Letztere kommen im Verbund mit Nah- und Fernwärmenetzen zum Einsatz.

Um die Holznutzung aus Waldgebieten im Landkreis Donau-Ries abschätzen zu können, wurden Informationen der Waldbesitzervereinigung bzw. des AELF herangezogen. Unter Annahme dass ein ähnlich hoher Anteil Energieholz aus Derbholz (Stammteile und Äste bis 8 cm Durchmesser) im Landkreis verwendet wird wie in Deutschland (über 40 %), werden in Donau-Ries etwa 88.000 Festmeter (fm) pro Jahr genutzt. Hinzu kommt die Nutzung des Reisigs von etwa 16.500 Festmetern. Dies entspricht etwa der Hälfte des anfallenden Reisigs im gesamten Landkreis. Eine intensivere Nutzung ist nicht erwünscht, da es dabei zum Entzug von Nährstoffen aus dem Wald kommt /AELFN-01 13/.

Insgesamt als Energieholz werden also 104.500 Festmeter pro Jahr genutzt, was bei einem Umrechnungsfaktor von 0,5 zu einer Energieholzmasse von rund 52.000 Tonnen (Trockenmasse) führt. Unter Annahme eines Heizwerts von 5,1 MWh/t ergibt sich ein Energiegehalt von 266,5 GWh /AELFN-01 13/, eigene Berechnungen.

Dieser relativ hohe Wert resultiert aus den günstigen Rahmenbedingungen im Landkreis. So sind sehr große Waldflächen vorhanden, deren Holzvorräte zur Energiegewinnung genutzt werden können. Hinzu können außerdem importierte Festbrennstoffe, z. B. aus benachbarten Landkreisen, kommen deren Anteil ist jedoch nur schwer ermittelbar.

Hackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Hackschnitzel können außerdem über Kurzumtriebsplantagen (KUP) angebaut werden. Dafür kommen mehrere Pflanzenarten (Energiepflanzen bzw. Energiehölzer) in Betracht. Die gängigsten sind Weiden, Pappeln und Miscanthus. Dabei liefern Pappelplantagen mit 23 t/ha (82 MWh/ha) den größten Ertrag, gefolgt von Miscanthus (Chinaschilf) mit 19 t/ha (74 MWh/ha) und Weiden mit 16 t/ha (57 MWh/ha). Der Aufwuchs der Holzgewächse wird nach 6 bis 10 Jahren abgeerntet und zu Hackschnitzeln verarbeitet. Die angegebenen Literaturwerte bewegen sich in großen Bandbreiten und hängen von vielen Faktoren ab. Diese Werte sind Durchschnittsangaben bei einem Wassergehalt von 35 %. Es gilt allerdings auf einen „gesunden" Mix zu achten, der weniger anfällig gegen Schädlingsbefall ist. Somit wäre es nicht zielführend, Monokulturen aus den ertragsstärksten Pappeln anzubauen.

Kurzumtriebsplantagen sind auch im Landkreis Donau-Ries in geringem Umfang vorhanden. Zum Jahr 2013 waren 15,81 Hektar genehmigte Flächen vorhanden. Dies entspricht einer jährlichen, nachhaltigen Nutzung von rund 240 t (atro) aus Hackschnitzeln. Bei einem Heizwert von 5,0 MWh/t ergibt dies 1,2 GWh Wärmeertrag /AELFN-01 13/, eigene Berechnungen.

Energieholz kann auch aus Hecken, Landschaftsgehölzen und Gärten gewonnen werden. Dazu liegen jedoch bisher keine Mengenabschätzungen für den Landkreis vor, sie wurden daher nicht berücksichtigt /AELFN-01 13/.

Biomasse-Heizkraftwerke

Großanlagen zur Nutzung von Biomasse zur Wärmeerzeugung sind sogenannte Biomasse-Heiz(kraft)werke. Während Heizwerke nur Wärme erzeugen, wird in Heizkraftwerken Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt, d. h. die gekoppelte Erzeugung von Wärme und Strom wird genutzt.

Als Großabnehmer für Holz/Hackschnitzel sind u. a. folgende Anlagen im Landkreis relevant (Betreiber in Klammern) /AELFN-01 13/:

- Biomasse Heizkraftwerk Mertingen (MVV Enamic GmbH)
- Biomasse Heizwerk Rain (RBW Rain Biomasse)
- Hackschnitzelheizung Schule Nördlingen (Landkreis Donau-Ries)
- Hackschnitzelheizung Schule Monheim (Stadt Monheim)
- Hackschnitzelheizung Schule Wolferstadt (Gemeinde Wolferstadt)

In **Abbildung 4-15** sind Biomasse-Heiz(kraft)werke des Landkreises dargestellt (Datenstand 2010, möglicherweise nicht vollständig) /STMWI-02 13/.

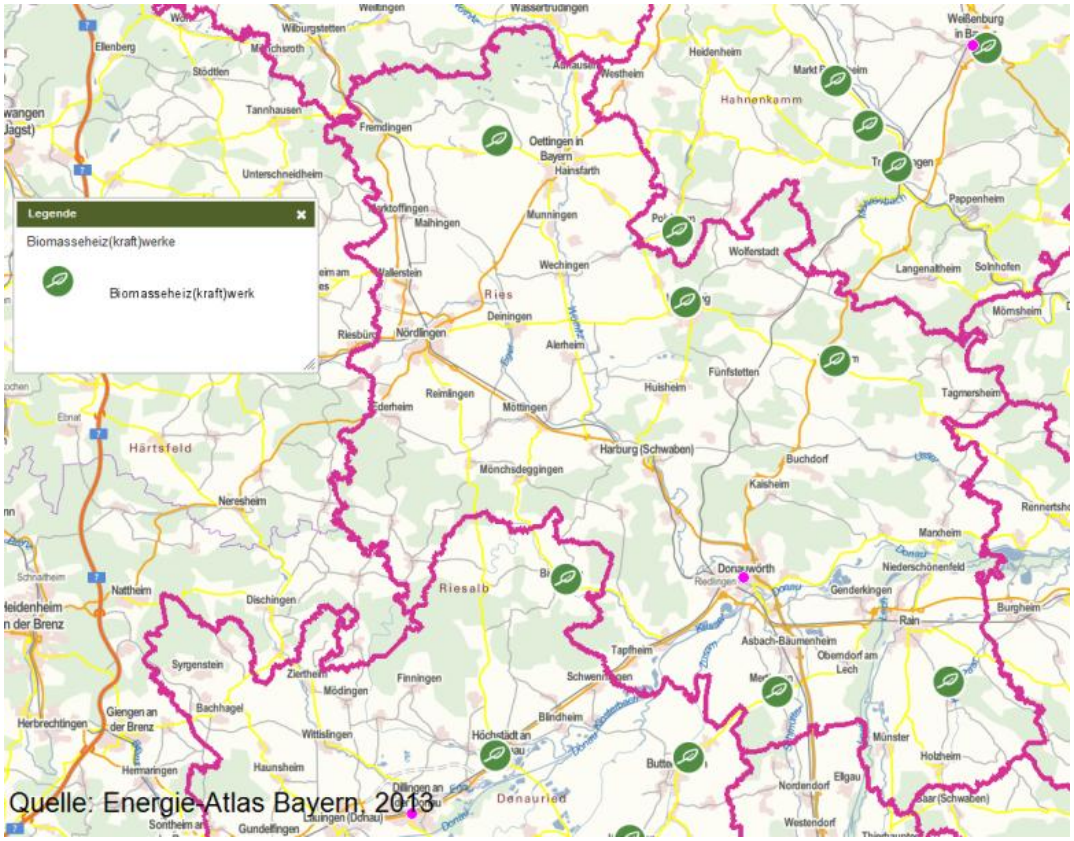


Abbildung 4-15: *Biomasse-Heiz(kraft)werke im Landkreis Donau-Ries, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Datenstand: 2010), /STMWI-02 13/*

Regenerative Wärmeerzeugung wird häufig in Kombination mit Nahwärmenetzen eingesetzt. Derzeit sind im Landkreisgebiet 11 Wärmenetze in Planung mit etwa 200 Heizungen. Drei bereits umgesetzte Beispiele für dezentrale Biomasse-Nutzung im Landkreis sollen hier kurz erläutert werden:

Biomasse-Heizkraftwerk Mertingen (Zott)

Seit 2009 ist das Biomasse-Heizkraftwerk Mertingen in Betrieb und versorgt 2.500 Haushalte mit Strom (9.400 MWh pro Jahr) sowie einen Großabnehmer von Prozess-Dampf für die Milch-, Joghurt- und Käseproduktion, die Molkerei Zott (rund 50.000 MWh im Jahr 2013). Als Brennstoff dienen Hackschnitzel aus den Wäldern rund um Mertingen. /BSF-01 08/, /BSF-02 12/, /ZOTT-01 14/

Biomasse-Heizwerk Rain

Dieses Biomasse-Heizwerk versorgt die AVIKO Deutschland GmbH mit Prozessdampf. Das Unternehmen stellt Kartoffelprodukte wie Pommes Frites und Kartoffelflocken her und ist das drittgrößte Unternehmen weltweit in diesem Bereich.

Ursprünglich waren zwei Gaskessel und eine 10-MW-Gasturbine in Betrieb, aufgrund der hohen und schwankenden Gaspreise wurde die Anlage durch das Biomasse-Heizwerk ersetzt. Als Brennstoff dienen Hölzer und Kartoffelreste aus der Produktion von AVIKO. Der Biomassekessel hat eine Leistung von 15,7 MW, der Redundanzkessel

18 MW. Das anfallende Biogas aus der Kläranlage von AVIKO wird ebenfalls thermisch genutzt. Rund 24.000 t Altholz pro Jahr werden benötigt um die Anlage zu betreiben. /RBW-01 13/

Nahwärmenetz Fünfstetten

Das Nahwärmenetz in Fünfstetten setzt sich aus einem biogas-betriebenen BHKW (850 kW) und einem Biomasse-Heizkessel (700 kW) zusammen. Zusätzlich ist ein Pufferspeicher mit 30.000 Litern Fassungsvermögen vorhanden. Während das BHKW die Grundlast über das Jahr abdeckt, wird zu Zeiten höherer Verbräuche der Hackschnitzelkessel zugeschaltet. Pro Jahr werden 4.650 MWh Wärme erzeugt, die an 148 angeschlossene Wärmeabnehmer geht (vgl. **Abbildung 4-16**) /HBIO-01 13/.

Abbildung 4-16: *Versorgungsbereich des Nahwärmenetzes Fünfstetten nach Abschluss des 3. Bauabschnitts, /HBIO-01 13/*

4.2.2 Solarenergie (Solarthermie)

Die Solarthermie kann als dezentrales System ebenfalls einen wichtigen Beitrag bei der Erzeugung regenerativer Wärme leisten. Mit einer solarthermischen Kombi-Anlage zur Heizungsunterstützung kann ein Deckungsanteil von etwa 20 % des Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarfs erreicht werden /CORR-01 13/. Dies entspricht in etwa einer Wärmemenge von 6.000 kWh pro Jahr im Falle eines Einfamilienhauses.

Im Fall der Solarkollektor-Anlagen werden seitens der BAFA nur Anzahl und Kollektorfläche in m² sowie die Fördersummen erhoben. Die installierte Leistung wurde basierend auf der Kollektorfläche rechnerisch ermittelt. In **Abbildung 4-17**, Seite 47, ist zu erkennen, dass vor allem in der Zeit von 2007 bis 2010 ein starker Zuwachs der solarthermischen installierter Leistung stattgefunden hat, der in den vergangenen Jahren jedoch abgeflacht ist. Im Jahr 2013 waren schließlich 9,6 MW Leistung installiert.

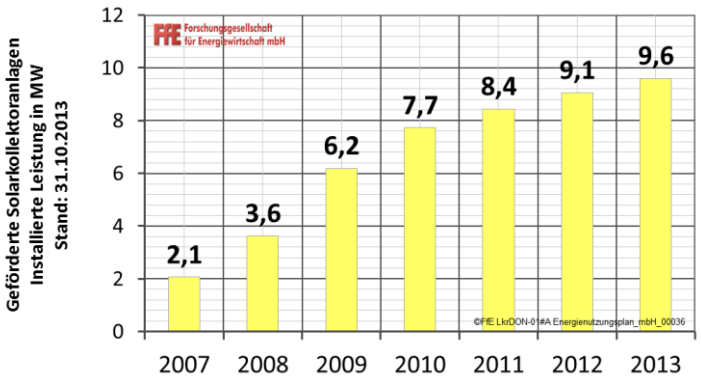


Abbildung 4-17: *Kumulierte installierte Leistung der BAFA-geförderten solarthermischen Anlagen im Zeitraum 2007 bis 2013 im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /BAFA-01 13/*

Laut BAFA wurden bis zum 31.10.2013 insgesamt 2.777 geförderte Solarthermie-Anlagen im Landkreis Donau-Ries installiert. Hinzu kommen weitere, nicht geförderte Anlagen, so dass sich in Summe ein Bestand von etwa 66.000 m² Kollektorfläche ergibt /FFE-40 10/. Solarthermie-Anlagen können je nach Typ, Material und Ausrichtung der Anlage zwischen 250 und 600 kWh pro m² Kollektorfläche erbringen. Weiterhin hängt der Ertrag vom regionalen Standort der Anlage ab. Für den Landkreis Donau-Ries konnte ein durchschnittlicher, spezifischer, nutzbarer Ertrag von 423 kWh/m², angesetzt werden /CORR-01 13/.

Daraus ergeben sich rund 9 GWh aus den geförderten und 19 GWh aus den verbleibenden Anlagen, die einen Teil des Wärmebedarfs im Landkreis Donau-Ries abdecken.

4.2.3 Geothermie (Wärmepumpen)

Der Geothermie wird in der Debatte um erneuerbare Wärme- und Stromerzeugung eine wachsende Rolle zugedacht. Vor allem die Gemeinden und Landkreise im süddeutschen Raum versuchen das dort vorhandene Potenzial nutzbar zu machen.

Grundsätzlich wird zwischen oberflächennaher und tiefengeothermischer Nutzung unterschieden. Die Abgrenzung zwischen diesen beiden Formen liegt bei ca. 400 m Tiefe /STMUG-01 05/. Zur oberflächennahen Geothermie zählt in erster Linie die Nutzung von Erdwärmesonden. Mittlerweile erreichen die technisch neuesten Sonden bereits den Bereich der Tiefengeothermie, der Übergang kann daher zunehmend als fließend betrachtet werden /TUB-01 05/.

Tiefengeothermie

Innerhalb der Tiefengeothermie kann zwischen zwei Systemen unterschieden werden, die je nach vorhandenem Untergrund zur Anwendung kommen. Normalerweise werden Bereiche genutzt, deren poröse oder zerklüftete Gesteinsformationen bereits natürlicherweise mit Wasser gefüllt sind, sogenannte hydrothermale Systeme. In Gebieten, wo dies nicht der Fall ist, kann dieser Zustand mittels einer künstlichen Zerklüftung und Wasserzufuhr (Hot-Dry-Rock-Systeme, HDR) hergestellt werden. Dieses Verfahren wird beispielsweise in Basel angewendet /TUB-01 05/.

Nachfolgende **Abbildung 4-18** zeigt geologisch günstige Gebiete für tiefengeothermische Nutzung in Bayern. In diesen Gebieten ist die Temperatur nahe der Oberfläche hoch genug um mittels Bohrungen genutzt werden zu können. Naturräumlich handelt es sich dabei um das Süddeutsche Molassebecken, in dessen Region bereits zahlreiche Tiefenbohrungen zu finden sind.

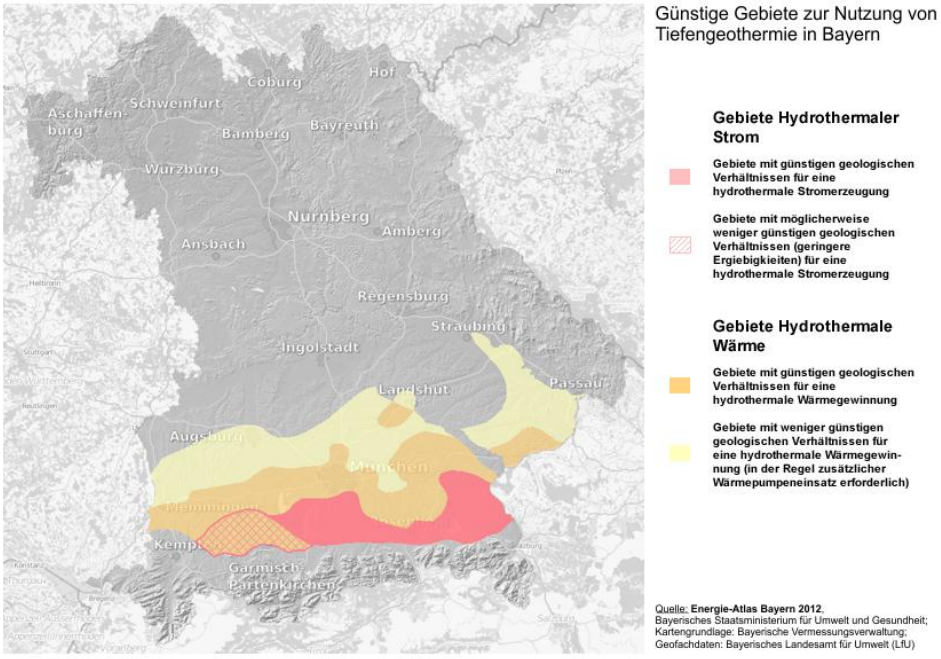


Abbildung 4-18: *Günstige Gebiete zur Nutzung von Tiefengeothermie in Bayern, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Stand: 2012), /STMWI-02 13/*

Das gesamte Gebiet des Landkreises Donau-Ries liegt außerhalb der ausgewiesenen Eignungsgebiete gemäß Energie-Atlas Bayern. Folglich wird die Tiefengeothermie in diesem Energiekonzept nicht näher betrachtet.

Oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpen)

Erdwärmesonden nutzen die natürlich vorhandene thermische Energie aus dem Untergrund (Erdwärmepumpen). In der Regel werden sie in Deutschland bisher in Tiefen von 30 bis 100 m abgesenkt, da größere Tiefen aufgrund technischer und wirtschaftlicher Aspekte seltener erschlossen werden /STMWI-02 13/. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Erdwärmepumpen, können außerdem Luft- und Wasserwärmepumpen zum Einsatz kommen. Vielerorts wird dieses Potenzial bereits genutzt – meist wird dabei die vorhandene Energie zum Heizen und Kühlen von Gebäuden verwendet.

Laut BAFA sind im Landkreis Donau-Ries von 2007 bis 2013 insgesamt 212 Wärmepumpen mit einer installierten Leistung von 2,8 MW in Betrieb gegangen (vgl. **Abbildung 4-19**, Seite 49). Bei einem durchschnittlichen Jahreswärmeverbrauch im Einfamilienhaus von 30.000 kWh pro Jahr, kann von einem Wärmeertrag aus diesen Wärmepumpen von rund 6,4 GWh pro Jahr ausgegangen werden. /BAFA-01 13/

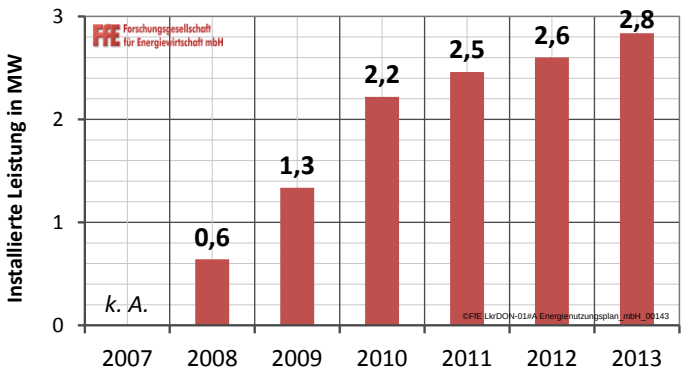


Abbildung 4-19: *Kumulierte installierte Leistung der BAFA-geförderten Wärmepumpen im Zeitraum 2007 bis 2013 im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /BAFA-01 13/*

Dies entspricht nur 0,5 % des Gesamtwärmebedarfs des Jahres 2010. Es ist zu beachten, dass hier nur diejenigen Wärmepumpen erfasst sind, die auch eine Förderung durch die BAFA erhalten haben.

Auf die Ausweisung eines konkreten Potenzials für Wärmepumpen wird an dieser Stelle verzichtet. Die Möglichkeiten für deren Einsatz sind so vielfältig, dass eine vernünftige Potenzialermittlung mit der vorliegenden Datenbasis nicht möglich ist.

Potenzial-Analyse

5 Potenzial durch Einsparung und Effizienz

Die Potenzial-Analyse gliedert sich in zwei Teilbereiche:

- Energieeinsparungen durch Effizienzsteigerungen in der Energienutzung
- Einsparung von fossilen Energieträgern durch den Einsatz regenerativer Energieerzeugung

Der erste Punkt bezieht sich dabei überwiegend auf die Möglichkeiten zur Einsparung in der Wärmeversorgung von Wohngebäuden, der Gewerbe- und Industriebetriebe und aller sonstigen Gebäude und Einrichtungen.

Unter dem zweiten Teilbereich wird das Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien verstanden, wie beispielsweise Solarenergie und Windkraft (siehe dazu Kapitel 6).

Grundsätzlich muss zwischen den verschiedenen Potenzialbegriffen unterschieden werden (vgl. **Abbildung 5-1**). Das theoretische Potenzial gibt an, welches Potenzial rein auf Basis des physikalisch nutzbaren Energieangebots (z.B. der Sonneneinstrahlung) realisiert werden könnte. Werden zusätzlich technische Restriktionen, wie v.a. die verfügbare Anlagentechnik (Wirkungsgrade), berücksichtigt, ergibt dies das technische Potenzial. Unter dem wirtschaftlichen Potenzial versteht man schließlich jenen Anteil des technischen Potenzials, welcher auch unter den aktuell gültigen Bedingungen als wirtschaftlich betrachtet werden kann. Kern des Diagramms bildet schließlich das praktische oder auch umsetzbare Potenzial. Hier werden zusätzliche Rahmenbedingungen wie die politische oder gesellschaftliche Umsetzbarkeit so weit wie möglich miteinbezogen.

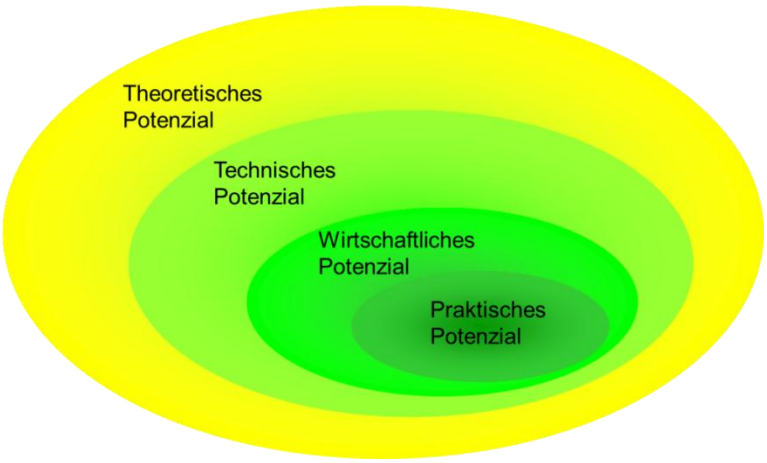


Abbildung 5-1: *Abgrenzung des Potenzialbegriffs, eigene Darstellung*

Um ein sinnvolles Potenzial ausweisen zu können, werden im Folgenden Zukunftsszenarien entworfen, die die Entwicklung des Landkreises bis 2020 prognostizieren.

5.1 Zukunftsszenarien

Entsprechend einer umfassenden Studie zum Thema „Energiezukunft 2050“ hat die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. drei Zukunftsszenarien für den Wärme- und Stromverbrauch definiert und detailliert untersucht /FFE-25 09/.

Die Hauptunterschiede zwischen den Szenarien bestehen in der eingesetzten Technik, dem Nutzerverhalten sowie der jeweiligen Sanierungsquote und der (Nicht-) Einhaltung der aktuell gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) (vgl. **Abbildung 5-2**). Zusätzlich wurden demographische (Bevölkerungswachstum), wirtschaftliche (Energiepreissteigerung) und ordnungspolitische (z.B. Förderpolitik) Entwicklungen berücksichtigt.

- Strom: Steigerung der Effizienz entspricht der historischen Entwicklung
- Wärme: historische Sanierungsquote mit Sanierung nach gesetzlichen Vorgaben

- Strom: beste verfügbare Technik bei Neuanschaffung oder Ersatz von Geräten
- Wärme: Verdopplung der Sanierungsquote mit Sanierung nach gesetzlichen Vorgaben

- Strom: beste verfügbare Technik bei Neuanschaffung oder Ersatz von Geräten & bewusstere und sparsamere Nutzung von Energie
- Wärme: Verdopplung der Sanierungsquote mit Sanierung nach Vorgaben an den Neubau

Abbildung 5-2: *Übersicht der Zukunfts-Szenarien für Strom und Wärme, nach* /FFE-25 09/

Szenario 1
Szenario 1 ist das Referenz- oder Kontinuitätsszenario und entspricht einem Vorgehen gemäß dem Leitsatz „weiter wie bisher“.

Hier basiert die Fortschreibung von Strom- und Wärmeverbräuchen auf der historischen Entwicklung und es werden keinerlei weitere Anstrengungen unternommen Energie einzusparen oder effizienter zu nutzen. Zusätzlich wird eine auf dem bisherigen Verlauf basierende Bevölkerungs- und BIP-Entwicklung zugrunde gelegt.

Szenario 2
Im Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass Fortschritte im technischen Bereich als Hauptantriebsfeder für Energieeinsparung fungieren und zu einer erhöhten Technikeffizienz führen.

Das Nutzerverhalten spielt auch hier noch keine Rolle. Dafür wird davon ausgegangen, dass jedes Haushalts- oder sonstiges Gerät durch das jeweils beste am Markt verfügbare ersetzt wird und so Zug um Zug immer die effizienteste Technik zum Einsatz kommt.

Szenario 3

Szenario 3 baut auf Szenario 2 auf und setzt zusätzlich ein umweltbewusstes Handeln und damit eine positive Entwicklung voraus.

Neben der auch hier eingesetzten besten verfügbaren Technik, spielt hier zum ersten Mal das Nutzerverhalten eine bedeutende Rolle. So wird angenommen, dass sich in der Bevölkerung zunehmend ein umweltbewusstes Handeln in Bezug auf den Energieverbrauch durchsetzt. Dies äußert sich beispielsweise durch sparsameres Verhalten, den Einsatz von intelligenten Systemen (Smart Meter) oder auch den Verzicht auf bestimmten Luxus, wie beispielsweise ein Auto.

Nachfolgend wird nun beschrieben, welche Potenziale in den Bereichen Energieeffizienz und Einsparung im Landkreis Donau-Ries vorliegen. Zunächst wird die Gesamtentwicklung von Strom und Wärme gezeigt, im Anschluss werden diese beiden Bereiche gesondert betrachtet und nach Sektoren unterschieden.

5.2 Energieeinsparung & Energieeffizienz

Die nachfolgenden Diagramme zeigen die Entwicklung des Strom- und Wärmeverbrauchs im Landkreis für die Jahre 2007, 2012 und 2020 (vgl. **Abbildung 5-3**).

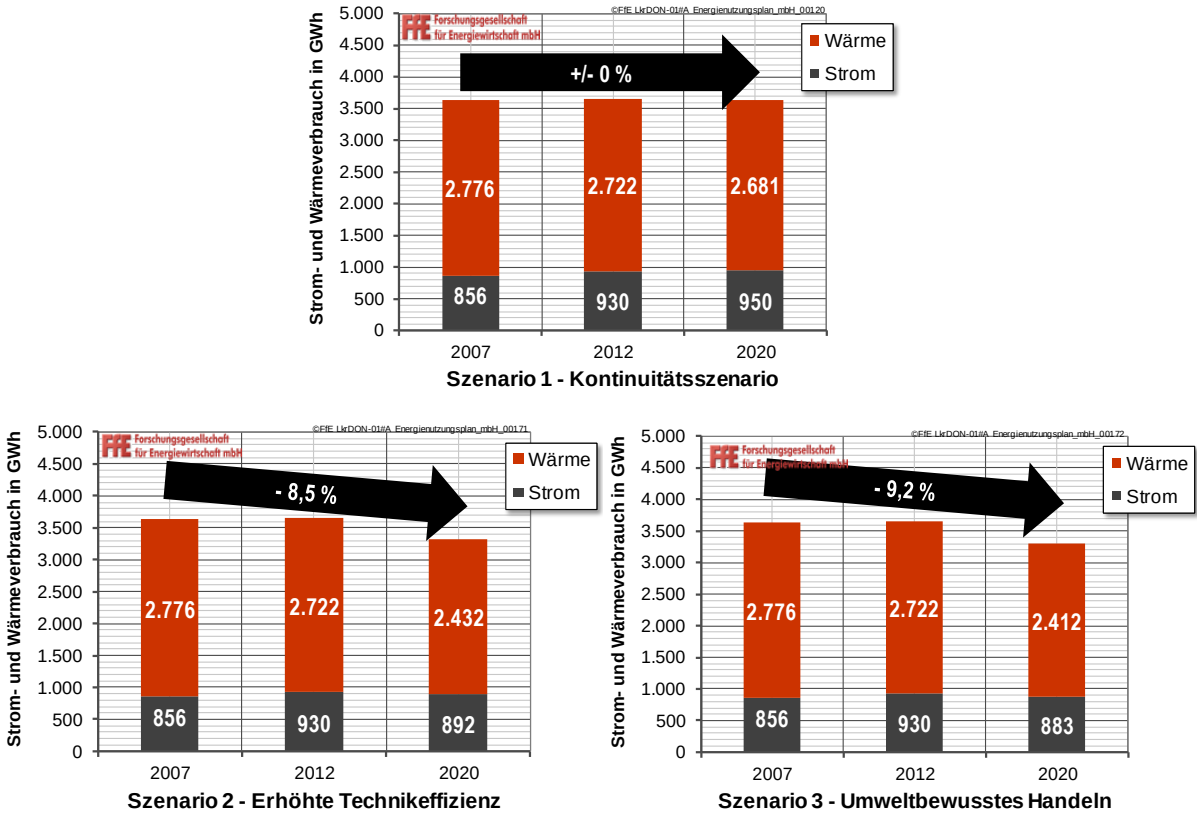


Abbildung 5-3: *Entwicklung des Endenergieverbrauchs (Strom und Wärme) in drei Zukunftsszenarien bis 2020, nach /FFE-25 09/*

Die Jahre wurden ausgewählt, um einerseits die Entwicklung seit der ersten Bestandsaufnahme (2007) bis heute (2012) abzubilden. Andererseits sollte die zukünftige Entwicklung bis zum Jahr 2020 gezeigt werden, da bis dahin das Energieleitziel erreicht werden soll. Die weitere Entwicklung der Szenarien bis 2050 ist in **Anhang 3** zu finden.

Im Kontinuitätsszenario („weiter wie bisher“) wird deutlich, dass die Verbräuche im Wesentlichen gleich bleiben. Während im Wärmebereich ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist, wird dieser durch einen Anstieg im Strombereich wieder ausgeglichen. Die Szenarien 2 und 3 gleichen sich im Wesentlichen. Der Gesamtrückgang seit 2007 beträgt 8,5 bzw. 9,2 %. Von 2007 bis heute konnte noch kein nennenswerter Anteil eingespart werden, bis 2020 muss daher deutlich mehr passieren. Dabei zeigt sich, dass vor allem die technische Effizienz ausgenutzt werden sollte. Der Anteil der durch umweltbewussteres Verhalten noch zusätzlich eingespart werden kann, ist im Vergleich relativ gering, hier kann nur noch etwa ein Prozent an zusätzlicher Einsparung generiert werden.

5.2.1 Entwicklungstendenzen der Sektoren

Bevor die Entwicklung des Strom- und Wärmeverbrauchs im Landkreis näher betrachtet werden, sollten folgende grundsätzliche Tendenzen innerhalb der drei Wirtschaftssektoren beachtet werden:

Private Haushalte (PHH)

Im Bereich der Privaten Haushalte (PHH) kann der größte Anteil an Energieeinsparungen über eine konsequente Sanierung der Gebäude realisiert werden. Zusätzlich können technisch effiziente Geräte und ein energiesparendes Verhalten in den Haushalten zu einer Reduktion beitragen.

Im folgenden Abschnitt wird kurz auf grundsätzlich nötige Sanierungsmaßnahmen und die entsprechenden Sanierungszyklen eingegangen.

Übersicht zu Sanierungsmaßnahmen und -zyklen

Die Sanierung wird in der Regel in Maßnahmen an folgenden Gebäudeteilen unterteilt:

- Heizungsanlage
- Fenster
- Außenwand
- Dach
- Keller

Im Rahmen des Projektes „Energienutzungsplan der Stadt Nürnberg“ /FFE-17 11/ wurden Sanierungszyklen zu jedem dieser Gebäudeteile bzw. Maßnahmen bestimmt: Statistisch gesehen wird eine Heizungsanlage etwa alle 20 bis 25 Jahre erneuert. Durch einen Defekt kann ein Tausch des bestehenden Heizsystems aber auch schon deutlich früher notwendig werden. Demgegenüber steht die Tatsache, dass in vielen Heizungskellern Anlagen installiert sind, die älter als 25 Jahre sind.

Um den genannten Umständen Rechnung zu tragen, wird der Maßnahme „Erneuerung der Heizanlage“ eine Gauß-Verteilung zu Grunde gelegt, welche den Sanierungszyklus möglichst realitätsnah wiedergeben soll. In **Abbildung 5-4** ist dieser dargestellt. Nach 25 Jahren erreicht die Sanierungsquote mit knapp 9 % das Maximum. Im Laufe der Zeit pendelt sich der Wert dann bei etwa 4,5 % ein, da sich die einzelnen Sanierungszyklen überlagern und damit keine ausgeprägten Extrema mehr entstehen. Der Betrachtungszeitraum wird auf 90 Jahre festgesetzt, da die 1946 errichteten Gebäude bis 2030 in etwa diesen Zeitraum durchlaufen. Eine Fortführung der Fortschreibung ergibt eine wei-

tere Verstetigung der Kurve um den Wert 4,5 %. Die Sanierungsquote gibt nur Auskunft über die Anzahl der durchgeführten Maßnahmen, nicht über den energetischen Erfolg.

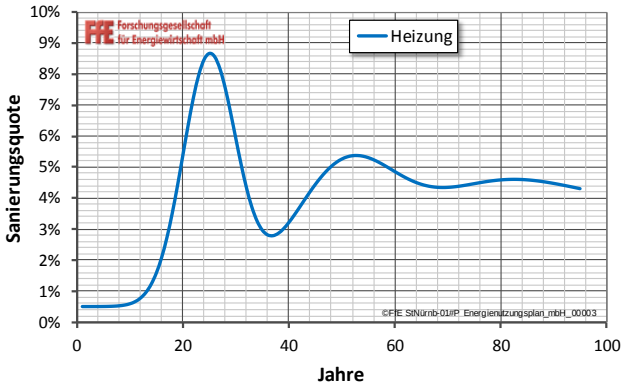


Abbildung 5-4: *Sanierungszyklus der Heizungsanlagen, /FFE-17 11/*

Für die weiteren Sanierungsmaßnahmen wird das Vorgehen zur Bestimmung der Sanierungsquoten analog gewählt. Dabei haben die Fenster nach 30 Jahren das Maximum und die Außenwand sowie Dach/Keller nach 40 Jahren. Dargestellt sind diese Verläufe in **Abbildung 5-5** und **Abbildung 5-6**.

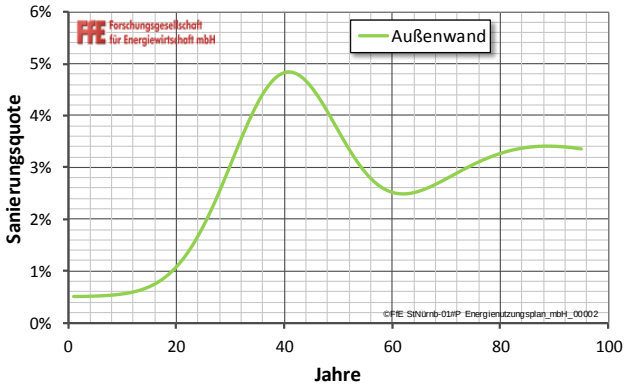


Abbildung 5-5: *Sanierungszyklus der Außenwand, /FFE-17 11/*

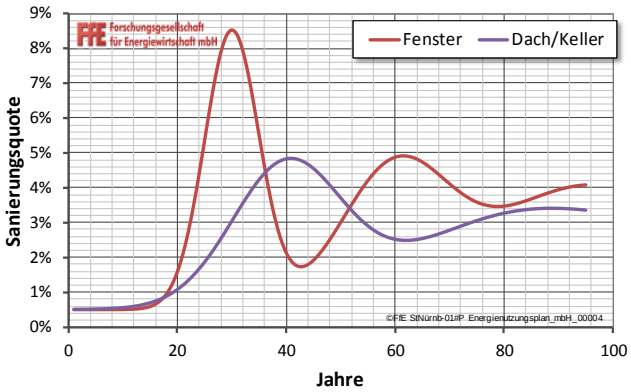


Abbildung 5-6: *Sanierungszyklus von Fenster, Dach und Keller, /FFE-17 11/*

Die Sanierungsraten beginnen mit dem Ende der jeweiligen Baualtersklasse. Ein 1945 errichtetes Gebäude befindet sich demnach auf dem Höhepunkt der zweiten „Fenstertausch-Welle“ (vgl. Abbildung 5-6).

Sanierungspotenzial Privater Haushalte

Einen ersten Hinweis für das Sanierungspotenzial im Landkreis Donau-Ries gibt die Verteilung des vorhandenen Gebäudebestandes auf die einzelnen Baualtersklassen.

Besonders die Baujahre 1900 bis 1945 haben mit knapp 23 % Wohnflächenanteil einen sehr großen Anteil am Gebäudebestand des Landkreises Donau-Ries (vgl. hierzu **Tabelle 5-1**) /FFE-04 12/. Auch die nachfolgenden drei Klassen weisen Anteile von über 10 % auf. Bei der überwiegenden Zahl dieser Gebäude steht daher in naher Zukunft eine umfassende Sanierung der Gebäudehülle an.

Tabelle 5-1: *Wohnflächen nach Baualtersklassen in Bestandsgebäuden des Landkreises Donau-Ries, /FFE-04 12/*

Wohnfläche nach Baualter			
Nr.	**Baualterklasse**	**Wohnfläche in m²**	**Anteil der Wohnfläche**
1	vor 1900	405.767	7%
2	1900 bis 1945	1.406.566	23%
3	1946 bis 1960	779.397	13%
4	1961 bis 1970	694.980	11%
5	1971 bis 1980	775.329	13%
6	1981 bis 1985	620.216	10%
7	1986 bis 1995	468.032	8%
8	1996 bis 2000	320.871	5%
9	2001 bis 2005	520.485	9%
10	nach 2006	129.357	2%

Auch die Wohnfläche aufgeteilt nach Siedlungstypen kann erste Hinweise auf Einsparpotenziale geben (vgl. **Tabelle 5-2**). Es zeigt sich, dass Einfamilienhäuser und Reihenhaus-Siedlungen fast 70 % der Siedlungen im Landkreis ausmachen. Hier besteht also das größte Potenzial Energie einzusparen.

Tabelle 5-2: *Wohnflächen nach Siedlungstypen in Bestandsgebäuden des Landkreises Donau-Ries, /FFE-04 12/*

Wohnfläche nach Siedlungstyp			
Nr.	**Siedlungstyp**	**Wohnfläche in m²**	**Anteil der Wohnfläche**
1	Streusiedlung	75.239	1%
2	Einfamilienhaus-Siedlung	2.330.743	38%
3	Dorfkern	436.269	7%
4	Reihenhaus-Siedlung	1.833.488	30%
5	Zeilenbebauung	253.746	4%
6	Hochhäuser	-	0%
7	Blockrandbebauung	933.430	15%
8	City-Bebauung	-	0%
9	Altstadt	258.085	4%

Historisch liegt die durchschnittliche Sanierungsquote unter 1 %. Schon bei einer Verdoppelung der Quote auf rund 2 %, könnte sich die Wärmeeinsparung bis 2020 für den Landkreis im Bereich der Privathaushalte von 84 GWh (Szenario 1) auf 205 GWh (Szenario 2) erhöhen (vgl. **Abbildung 5-7**).

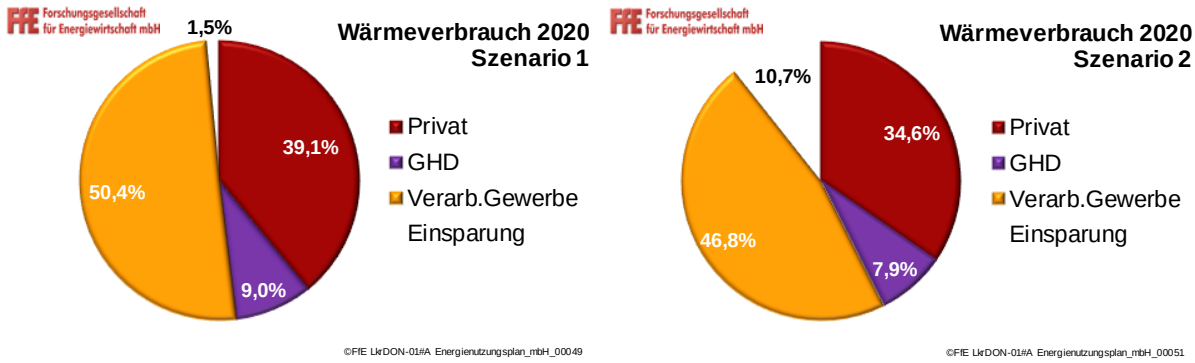


Abbildung 5-7: *Einsparung Wärme 2020 (Sz. 1) und 2020 (Sz. 2) im Landkreis Donau-Ries, nach /FFE-25 09/*

Stromeinsparung Privater Haushalte

In dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, dass auch der Stromverbrauch der privaten Haushalte in geringem Umfang reduziert werden kann.

Im Kontinuitätsszenario entspricht die Steigerung der Energieeffizienz der historischen Entwicklung. Die größeren Einsparungen könnten schließlich durch technischen Fortschritt in Szenario 2 hervorgerufen werden.

Dass hier nur relativ geringe Einsparungen erreicht werden können liegt u.a. an folgenden Umständen: Verbesserungen in der Energieeffizienz werden in der Regel durch die Anschaffung größerer Geräte und den zusätzlichen Stromverbrauch der Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK) kompensiert. Die Betrachtung der letzten Jahre zeigt, dass der Stromverbrauch deshalb punktuell sogar weiter ansteigen kann. Zusätzlich können der geplante Ausbau der Elektromobilität, der zunehmende Klimatisierungsbedarf der Wohngebäude und ein zunehmender Einsatz von Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung eine solche Entwicklung fördern /FFE-25 09/.

Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

Der Sektor GHD hat in Bezug auf den Energieverbrauch relativ große Ähnlichkeit zu den Privaten Haushalten. Dies liegt in der Regel daran, dass sich der überwiegende Teil der gewerblichen Nutzflächen (Einzelhandel, Verwaltung, Dienstleister) in Wohngebäuden befindet /FFE-25 09/. Aufgrund dieser großen Übereinstimmungen wird der Energieverbrauch des Sektors GHD analog zum Sektor PHH fortgeschrieben.

Verarbeitendes Gewerbe (Industrie)

Der Schwerpunkt im Energieverbrauch der Industrie liegt bei der Prozessenergie. Auf die Raumwärme entfällt ein verhältnismäßig geringer Anteil. Eine exakte Erhebung des industriellen Verbrauchs an Strom und Wärme wäre flächendeckend für den Landkreis Donau-Ries mit erheblichem Aufwand verbunden. Hier hätten freiwillige Angaben von einem Großteil der Betriebe zu ihren jeweiligen Verbräuchen erfasst werden müssen, was im Rahmen dieser Studie nicht möglich war. Auf Basis des Regionenmodells der FfE wurden jedoch erste Abschätzungen durchgeführt:

Es wird davon ausgegangen, dass sich der Energieverbrauch in den nächsten Jahren nicht signifikant verändern wird. Hierfür gibt es mehrere Gründe:

Grundsätzlich haben vor allem große Betriebe ein Eigeninteresse daran, Strom einzusparen, da sie wirtschaftlich arbeiten müssen. Technisch gesehen werden daher, wenn möglich und rentabel, häufig bereits energiesparende Geräte und Maschinen eingesetzt bzw. das Abwärmepotenzial genutzt. Hinzu kommen zahlreiche gesetzliche Regelungen von deutscher Seite oder der EU (z.B. die EU-Energieeffizienzrichtlinie), die einem Betrieb Vorgaben zu Effizienz und Einsparungen machen.

In Szenario 1 wird davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch zunächst ansteigt (vgl. Abbildung 5-3). So werden beispielsweise neue Messgeräte eingesetzt, die zur Kontrolle der Energieeffizienz dienen sollen, die jedoch zu einem zusätzlich Strombedarf führen. Ein ähnlicher Effekt entsteht, wenn bei energieintensiven Prozessen von Wärme- auf Stromversorgung umgestellt wird. Hier wird zwar wärmeseitig Energie eingespart, stromseitig ist jedoch ein Anstieg des Verbrauchs die Folge.

Zusammenfassend sind folgende Punkte zu beachten:

- Anstieg der Produktionsmengen und damit verbundener Mehrverbrauch
- höhere Anforderungen an den Umweltschutz erfordern durch den Einsatz von zusätzlichen Komponenten (z. B. elektrische Abgasfilter) höheren Energieeinsatz
- Effizienzmaßnahmen im Produktionsprozess schwer umsetzbar
- hohe Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen

Diesen Punkten steht die jährliche Effizienzsteigerung der Industriebetriebe gegenüber. In Deutschland liegt dieser Effizienzgewinn jährlich bei etwa 1 %. Durch die Etablierung eines Lernenden Energieeffizienz-Netzwerkes (LEEN) kann dieser Wert verdoppelt bis verdreifacht werden. In einem LEEN schließen sich mehrere (energieintensive) Unternehmen zusammen und tauschen sich bezüglich ihrer Erfahrungen mit Energieeffizienzmaßnahmen aus. Zusätzlich erfolgen energetische Initialberatungen für jedes Unternehmen, um grundsätzliche Energieeinsparpotenziale gleich von Anfang an zu identifizieren, zu quantifizieren sowie zu priorisieren.

5.2.2 Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren

Wird der Stromverbrauch in die Zukunft bis 2050 fortgeschrieben, so ergibt sich folgende Entwicklung (vgl. **Abbildung 5-8**, Seite 58):

Die Wirtschaft (GHD & verarbeitendes Gewerbe) hat mit über 70 % (2012) den Hauptanteil am Stromverbrauch im Landkreis. Werden keinerlei Anstrengungen im Landkreis unternommen (Szenario 1), so steigt der Verbrauch von heute 930 GWh bis zum Jahr 2050 um rund 100 GWh an. Während dabei im privaten Sektor ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist, wächst der Strombedarf der Industrie (siehe auch Kapitel 5.2.1). In Szenario 2 und 3 ist hingegen ein deutlicher Rückgang des Gesamtstromverbrauchs von 930 GWh bis auf 770/760 GWh zu verzeichnen. Es wird deutlich, dass das zusätzliche Umweltbewusstsein in Szenario 3 kaum noch Verbesserung gegenüber Szenario 2 bringt (nur etwa 10 GWh mehr Einsparung). Im Wirtschaftsbereich besteht kein Unterschied mehr zwischen den beiden Szenarien, da hier das Nutzerverhalten kaum noch Verbesserungen bringen kann. Dies zeigt, dass im Strombereich vor allem der technische Fortschritt zur Verbesserung führen muss. Bis 2050 könnten insgesamt bis zu 20 % des Stroms eingespart werden (Szenario 3).

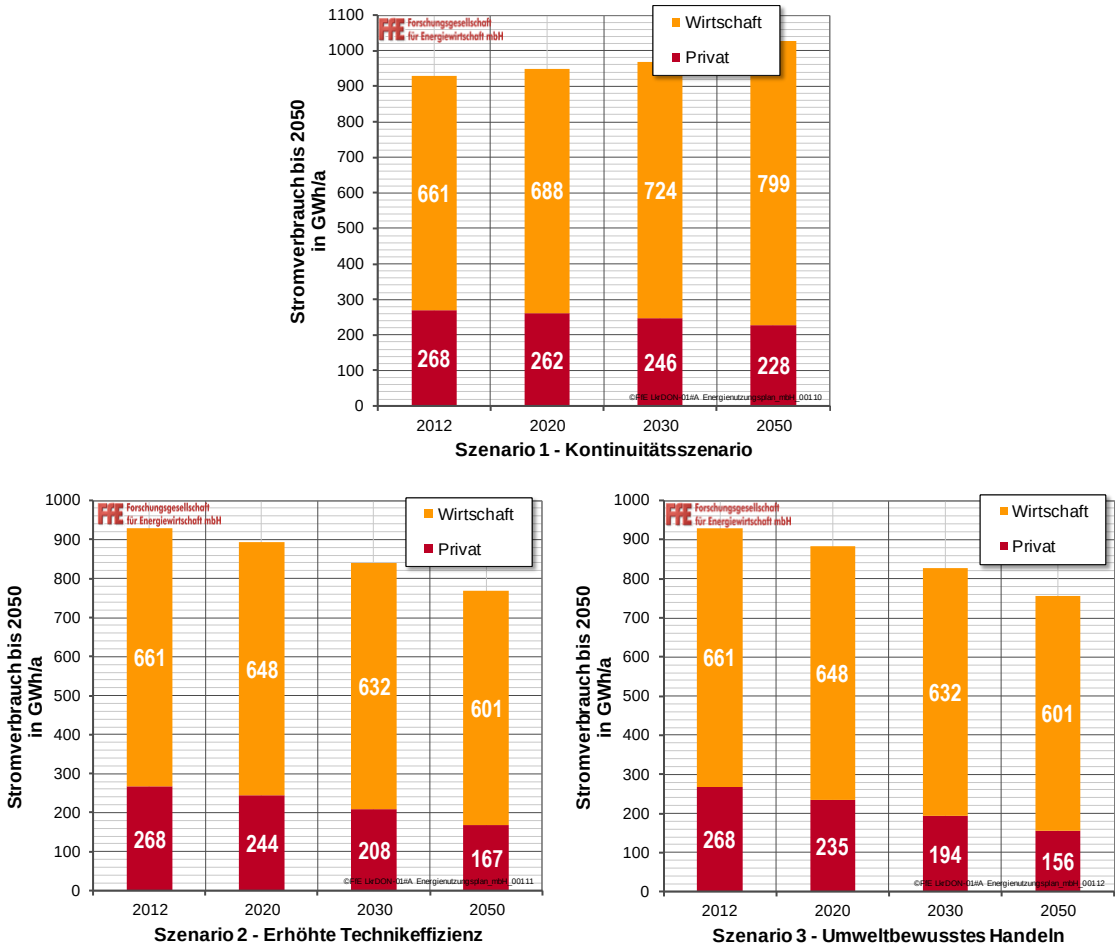


Abbildung 5-8: *Entwicklung des Stromverbrauchs nach Sektoren in drei Zukunftsszenarien, nach / FFE-25 09/*

5.2.3 Entwicklung des Wärmeverbrauchs nach Sektoren

Die Verteilung des Wärmeverbrauchs nach Sektoren zeigt, dass Privathaushalte mit 42 % sowie das verarbeitendes Gewerbe mit 48 % annähernd gleiche Anteile haben. Im Sektor GHD werden noch rund 10 % der Gesamtwärme verbraucht (vgl. **Abbildung 5-9**). Im Unterschied zum Stromverbrauch kann im Wärmebereich bereits im Kontinuitätsszenario ein Rückgang verzeichnet werden. Allein schon die Einhaltung der bestehenden Sanierungsrichtlinien (EnEV) und eine Sanierungsquote die der historischen entspricht, könnten dies erreichen. Im Gegensatz dazu verzeichnet das verarbeitende Gewerbe in Szenario 1 einen steigenden Wärmebedarf (vgl. Kapitel 0). In den Szenarien 2 und 3 ist eine wesentlich höhere Energieeinsparung im Vergleich zum Ist-Zustand möglich. Ebenso wie beim Strom spielt auch hier in erster Linie der technische Fortschritt die entscheidende Rolle, während das Nutzerverhalten nur noch einen relativ kleinen Anteil an Einsparung realisieren kann. Bis zum Jahr 2050 sind im Idealfall (Szenario 3) Einsparungen im Wärmebereich von bis zu 40 % möglich.

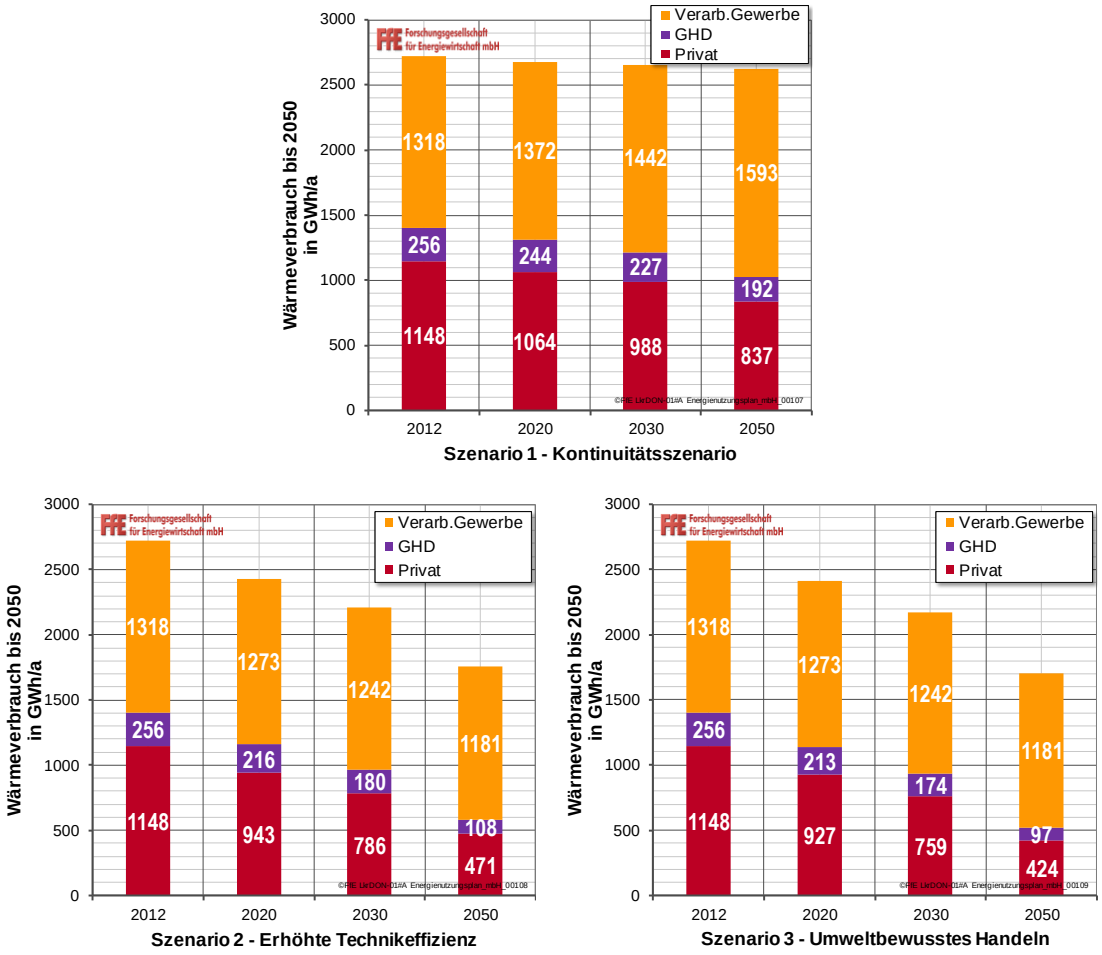


Abbildung 5-9: *Entwicklung des Wärmeverbrauchs nach Sektoren in drei Zukunftsszenarien, nach /FFE-25 09/*

5.3 Entwicklung der $CO_{2,äq}$-Emissionen

Um den Treibhausgasausstoß zu verringern, kann der Energieverbrauch reduziert oder die benötigte Energie regenerativ erzeugt werden. Beide Wege weisen ein Potenzial zur $CO_{2,äq}$-Minderung auf und wurden bereits in den vorangegangenen Kapiteln erläutert.

Um die $CO_{2,äq}$-Einsparung zu bestimmen, wurden zuerst die Energieeinsparungen aus den Szenarien ermittelt (siehe Kapitel 5.2) und der restliche Verbrauch den einzelnen Energieträgern zugeordnet. Um daraus abschließend die $CO_{2,äq}$-Emissionen berechnen zu können, ist die Kenntnis der spezifischen $CO_{2,äq}$-Faktoren der eingesetzten Energie notwendig, die aus dem Datenbanksystem GEMIS (siehe **Anhang 9**) entnommen wurden.

In **Abbildung 5-10** ist die Entwicklung der $CO_{2,äq}$-Emissionen für alle drei betrachteten Szenarien dargestellt. Da die CO_2-Äquivalente in GEMIS nur bis 2030 vorliegen, konnte kein Wert für 2050 ausgewiesen werden. Der größte Rückgang findet bei den Emissionen der Strombereitstellung statt. Obwohl in Szenario 1 im Landkreis der Stromverbrauch sogar leicht ansteigt, verringern sich die $CO_{2,äq}$-Emissionen. Dies liegt daran, dass laut GEMIS angenommen wird, dass sich der gesamtdeutsche Mix (D-Mix) durch den Einsatz immer mehr erneuerbarer Energieträger stark verbessert. Bisher ist jedoch

eher das Gegenteil der Fall, da Gas aus dem Mix gedrängt und dafür verstärkt Kohle genutzt wird. Erkennbar ist außerdem, dass die Emissionen von Erdgas und Heizöl nur in Szenario 1 noch leicht ansteigen und ansonsten rückläufig sind.

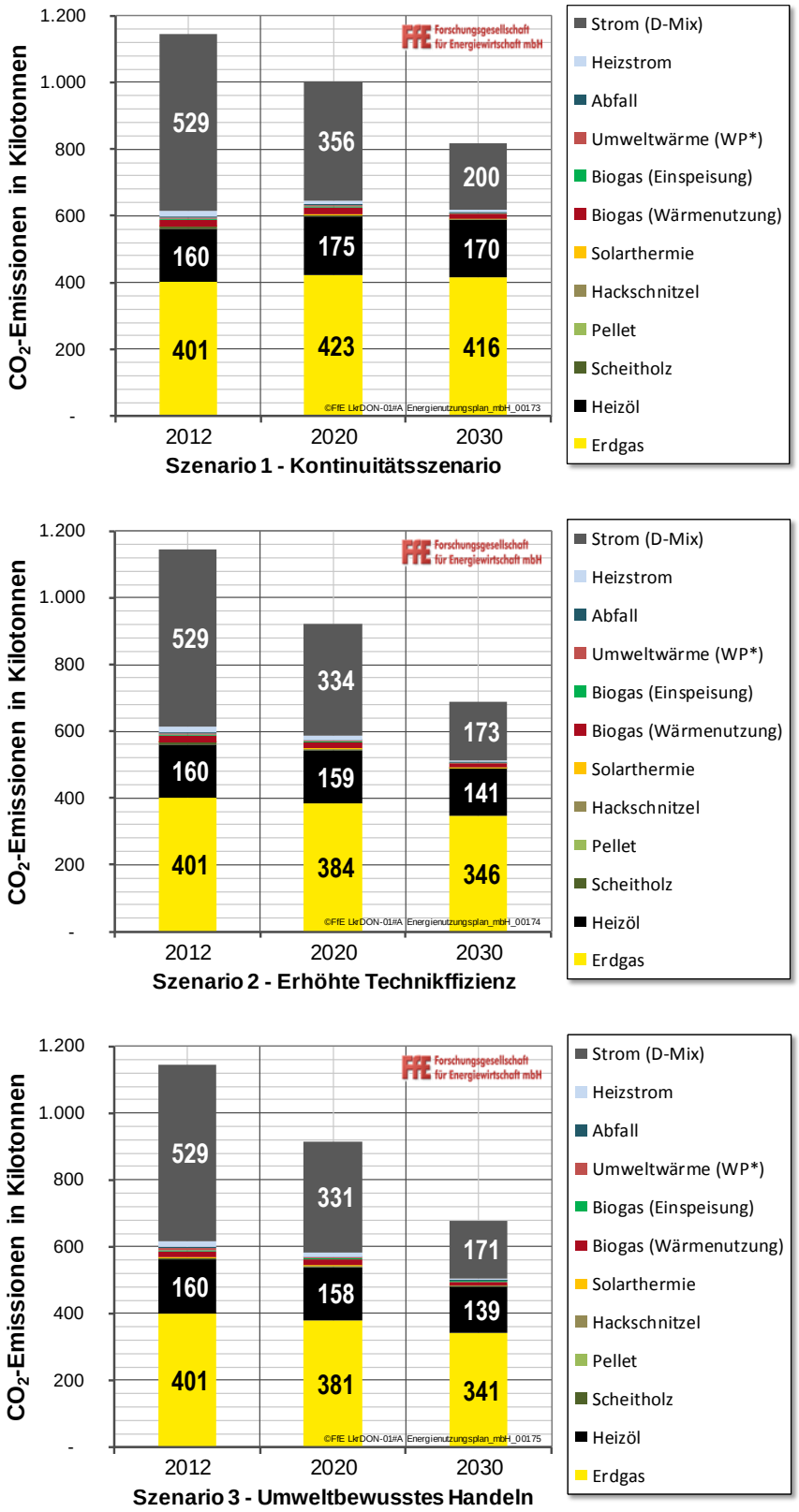


Abbildung 5-10: *Entwicklung der CO_2-Emissionen im Landkreis Donau-Ries bis 2030, eigene Berechnungen, /GEMIS-01 14/*

Insgesamt können im Landkreis Donau-Ries 330 (Szenario 1) bis zu 470 Kilotonnen (Szenario 3) CO_2-Äquivalente bis zum Jahr 2030 eingespart werden.

Hinweis zur Gutschriftmethode

In Kapitel 3.1.2 wurde bereits kurz auf den Unterschied zwischen der Bilanzierung von Strom aus dem deutschen Kraftwerkspark (D-Mix) und der Anrechnung im Landkreis erzeugter erneuerbarer Energie (Gutschriftmethode) eingegangen (vgl. dazu auch Abbildung 3-8). Auf diese Unterscheidung soll an dieser Stelle nochmals kurz eingegangen werden:

Die Gutschriftmethode beschreibt den rechnerischen Weg die eigenen CO_2-Emissionen durch die Erzeugung regenerativer Energie zu reduzieren. Bei der Stromerzeugung wird davon ausgegangen, dass die regenerativen Energiequellen keine CO_2-Emissionen aufweisen und jede „erneuerbare" Kilowattstunde eine Kilowattstunde aus dem deutschen Kraftwerkspark ersetzt. Bei der Wärme wird nach folgendem Grundsatz bilanziert: „Die Pflanze emittiert bei der Verbrennung nur die CO_2-Menge, die sie während des Wachstums aufgenommen hat." Diese Annahmen führen dazu, dass jede kWh regenerativen Stroms eine CO_2 Gutschrift in Höhe von 547 g erzielt. Die kWh Wärme wird mit 0 gCO_2 bilanziert.

Diese Vorgaben spiegeln die Realität allerdings nicht wider und beruhen auf theoretischen Ansätzen. Tatsächlich wird jede kWh regenerativen Stroms dem deutschen Kraftwerkpark zugerechnet, wenn sie in das Stromnetz eingespeist wird. Die Folge ist der sinkende CO_2-Faktor für Strom aus dem deutschen Kraftwerkmix. Davon ausgenommen wären autarke Inselsysteme. Es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass sich einzelne Gemeinden vom Verbundnetz trennen werden.

Aus den beschriebenen Gründen wurde darauf verzichtet für die Berechnungen die Gutschriftmethode anzuwenden. CO_2-Einsparungen können Vor-Ort also nur über Einsparungen erreicht werden.

Eines darf bei dieser Betrachtung aber keinesfalls außer Acht gelassen werden: Die Erzeugung regenerativen Stroms kommt allen zu Gute und senkt die globalen CO_2-Emissionen. Ebenso bringt die Verbrennung von Biomasse kein „neues" CO_2 in die Atmosphäre und wirkt dadurch dem Klimawandel entgegen. Deshalb ist es wichtig, die Energiewende durch konsequente Einsparung und Nutzung regenerativer Energiequellen voranzubringen. Die Devise lautet also: „Immer das große Ganze im Auge haben und sich nicht auf eine isolierte Insel begeben."

5.4 Entwicklung der Öffentlichen Liegenschaften

Die öffentlichen Liegenschaften und der öffentliche Fuhrpark spielen gerade in Bezug auf Einsparung und Effizienz immer eine besondere Rolle und werden daher separat ausgewiesen. Hier besteht die Chance für den Landkreis bzw. die Gemeinden, im unmittelbaren Wirkungskreis aktiv zu werden und damit eine Vorbildfunktion zu erfüllen.

Einsparpotenzial der Liegenschaften

Entsprechend der Ist-Zustands-Analyse wurde für die landkreiseigenen Liegenschaften jeweils ein Wärme- und Stromverbrauch ausgewiesen. Es wurde ersichtlich, dass etwa 6 GWh Strom und rund 18 GWh Wärme pro Jahr verbraucht werden (Angaben von

2012). Der Fokus hinsichtlich Energieeinsparung und -effizienz sollte also auch hier im Wärmebereich liegen. Dahingehend bestehen im Landkreis bereits Planungen, wie sie in **Tabelle 5-3** aufgeführt sind:

Tabelle 5-3: *Maßnahmen des Landkreises Donau-Ries zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs, eigene Darstellung nach /LKDON-02 13/*

Maßnahmen des Landkreises zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs			
Gebäude	**Gemeinde**	**Jahr der Sanierung**	**Maßnahme**
Albrecht-Ernst Gymnasium	Oettingen	2014	Photovoltaikanlage
Albrecht-Ernst Gymnasium	Oettingen	2013-17	Generlasanierung
Anton-Jaumann-Realschule	Wemding	2020	Photovoltaikanlage
Anton-Jaumann-Realschule	Wemding	2014-21	Generalsanierung
Berufsschule Nördlingen	Nördlingen	2020	Photovoltaikanlage
Berufsschule Nördlingen	Nördlingen	2014-18	Generalsanierung Pausenhalle
Berufsschule Nördlingen	Nördlingen	2017/18	Fassadensanierung Wirtschaftsschule
Berufsschule Nördlingen	Nördlingen	2019/20	Dachsanierung Werkstätten
Berufsschule Nördlingen	Nördlingen	2020-22	Satteldächer auf alle Gebäude
Gymansium Donauwörth	Donauwörth	2015	Dachsanierung Haus 1
Gymansium Donauwörth	Donauwörth	2020	Fassadensanierung Haus 1
Gymansium Donauwörth	Donauwörth	2021	Heizungssanierung
Gymansium Donauwörth	Donauwörth	2018/19	Fassadensanierung Haus 2
Gymnasium Donauwörth	Donauwörth	2015	Photovoltaikanlage
Hans-Leipelt-Schule	Donauwörth	2020	Heizungsoptimierung
Hans-Leipelt-Schule	Donauwörth	2018/19	Fassadensanierung
Ludwig-Bölkow-Berufsschule	Donauwörth	2020	Photovoltaikanlage
Ludwig-Bölkow-Berufsschule	Donauwörth	2017-19	Sanierung Fassade Werkhalle
Ludwig-Bölkow-Berufsschule	Donauwörth	2018/19	Sanierung Heizungsanlage
Ludwig-Bölkow-Berufsschule	Donauwörth	2020-22	Wärmeschutzmaßnahme, Raumlüftung, Dachsanierung
Schulzentrum Stauferpark	Donauwörth	1987	Biomasse-Wärmeverbund
Theodor-Heuss Gymnasium	Nördlingen	2015	Photovoltaikanlage
Theodor-Heuss Gymnasium	Nördlingen	2013-17	Generalsanierung

Die aufgeführten Maßnahmen sind teils bereits in der Umsetzung, teils handelt es sich um mittel- bis langfristige Planungen.

Die Maßnahmen des Albrecht-Ernst Gymnasiums sowie des Theodor-Heuss Gymnasiums sind bereits in der Umsetzung. Die Anton-Jaumann-Realschule sowie die Hans-Leipelt-Schule befinden sich in der Planung für die nächsten Jahre. Ebenso ist der Planungsstand folgende zwei Liegenschaften bereits fortgeschritten:

- Gymnasium Donauwörth (Dachsanierung bereits für 2015 geplant)
- Berufsschule Nördlingen (zw. 2014 und 2018 Generalsanierung geplant)

Diese beiden letztgenannten Liegenschaften wurden in Zusammenarbeit mit dem Team Hochbau des Landratsamtes ausgewählt und eine Wirtschaftlichkeitsabschätzung der geplanten Sanierungsmaßnahmen durchgeführt (siehe **Kapitel 10.2.3**). Ein dementsprechendes Einsparpotenzial wird dort erläutert.

Einsparpotenzial des Fuhrparks

Der Fuhrpark des Landkreises trägt ebenfalls einen nicht unerheblichen Teil zum Energieverbrauch bei.

Die kreiseigenen Fahrzeuge, inklusive derjenigen der Kreisbauhöfe, benötigen jährlich rund 70.000 Liter Kraftstoff. Insgesamt ergibt sich daraus ein CO_2-Ausstoß von 207 t pro Jahr.

Um diese hohen Werte zu reduzieren, sollten effiziente Antriebe und alternative Kraftstoffe wie Gas, Bioethanol/-diesel, Pflanzenöl, Elektro-, Hybrid- oder Wasserstoffantrieb eingesetzt werden. Hierbei könnte besonders der Landkreis eine Vorbildfunktion wahrnehmen und seinen eigenen Fuhrpark umrüsten.

Mittels einer Umstellung auf alternative Antriebe und Kraftstoffe der Ausstoß von CO_2-Emissionen deutlich gesenkt werden. Schon eine Umrüstung der Fahrzeuge auf Flüssiggas, würde die CO_2-Emissionen, von bisherigen 3,097 kg/l bei einem Dieselmotor und 2,909 kg/l bei einem Benziner, auf 1,81 kg/l senken.

Eine erste Einsparungs-Abschätzung kann mit folgenden Erfahrungswerten für Elektrofahrzeuge getroffen werden: Demnach brauchen PKW mit zwei bis vier Personen und einem Fahrprofil im städtischen und ländlichen Bereich (ohne Autobahnfahrten!) etwa 15 kWh Strom pro 100 km. Kleine Transporter (bis 3,5 t) benötigen unter gleichen Bedingungen etwa 25 kWh/100 km.

Dementsprechend ist die CO_2-Einsparung durch eine komplette Umstellung des kreiseigenen Fuhrparks auf Elektrofahrzeuge in **Abbildung 5-11** dargestellt. Je nachdem, ob der D-Mix oder der Strombezug aus erneuerbaren Quellen (hier Wind und PV) zugrunde gelegt wird, sinken die Emissionen auf jährlich 26 bzw. nur noch 5 tCO_2. Die Fahrzeuge der Kreisbauhöfe wurden hier nicht berücksichtigt, da deren Umrüstung auf Elektromobilität aufgrund zahlreicher Transportfahrzeuge (Lkw und Unimog) schwer kalkulierbar ist.

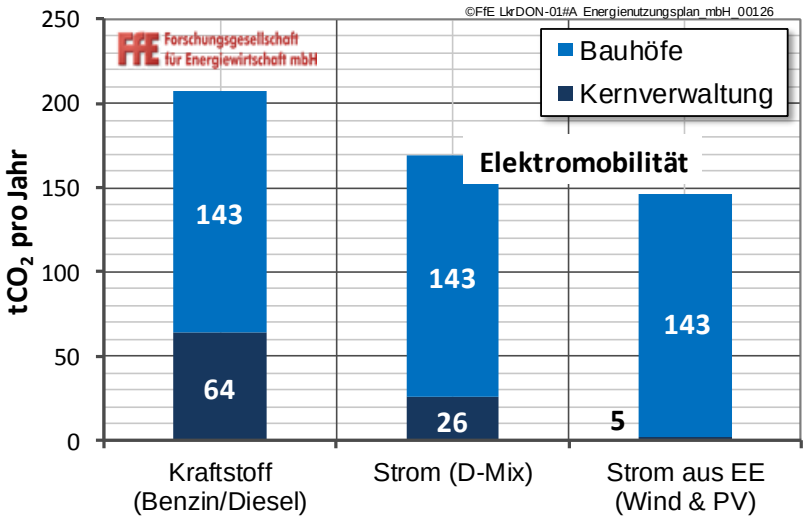


Abbildung 5-11: *CO_2-Einsparung bei Umrüstung auf Elektromobilität, eigene Berechnungen, /GEMIS-01 14/*

6 Ausbau-Potenzial Erneuerbarer Energien

„Deutschland hat unendlich viel Energie.“ Mit diesem Slogan wirbt die Agentur für Erneuerbare Energien /AEE-01 10/. Der Landkreis Donau-Ries will einen möglichst hohen Anteil der Energieversorgung über erneuerbare Energien abdecken und somit konventionelle Energieträger substituieren. Nach der Untersuchung der Energieeinspar- und effizienzpotenziale wird daher auf das Potenzial Erneuerbarer Energien eingegangen.

In der Ist-Zustands-Analyse wurde erläutert, dass für Wasserkraft nur ein geringes Ausbaupotenzial besteht und für Tiefengeothermie kein Potenzial innerhalb des Landkreises. Auf diese beiden Energieträger wird folglich hier nicht mehr im Detail eingegangen.

6.1 Photovoltaik und Solarthermie

Ausgehend von der in Deutschland eintreffenden Strahlung erscheint das theoretische Potenzial tatsächlich nahezu unendlich. Bisher hat vor allem die Photovoltaik (PV) im Bereich der solaren Energienutzung eine große Bedeutung.

Das theoretische Potenzial für PV in Deutschland beträgt rund 50.000 GW. Dies berechnet sich aus der Grundfläche Deutschlands (357.000 km²) und einer Leistungsdichte von 150 W/m² für PV-Module. Offensichtlich ist dieses theoretische Potenzial zur Beschreibung des zukünftigen Ausbaus ungeeignet.

Das wirtschaftliche Potenzial für Photovoltaik-Anlagen ist ohne eine Förderung wie dem EEG – zum heutigen Zeitpunkt – ohne Bedeutung. Auch in den nächsten Jahren kann weiterhin nur durch politische Entscheidungen der Ausbau der Photovoltaik gesteuert werden. Als Folge der bereits erfolgten *„Grid-Parity“* (d.h. die Erzeugungskosten pro Kilowattstunde einer Photovoltaikanlage sind kleiner, als der Endverbraucherpreis für den Bezug von fossil produziertem Strom), wird jedoch die Bedeutung des EEG langsam abnehmen.

Annahmen zur Berechnung des PV-Potenzials

Für die Entwicklung einer Prognose zum Ausbau der Photovoltaik ist es sinnvoll, ein Erwartungspotenzial zu bestimmen. Dieses Erwartungspotenzial wird geringer als das technische Potenzial sein. Es stellt vielmehr einen – basierend auf aktuellen Daten und unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen – maximal zu erreichenden Ausbauzustand dar.

Zur Bestimmung des Erwartungspotenzials wird eine Reihe von plausiblen Annahmen getroffen. Diese werden im Folgenden dargestellt und kurz diskutiert:

- Stromeinspeisung aus PV-Anlagen wird auch in Zukunft gefördert

Dies ist die wichtigste Annahme. Ohne eine entsprechende Förderung werden in den nächsten Jahren keine nennenswerten Leistungen an Photovoltaik-Anlagen in Deutschland zugebaut.

- PV-Anlagen werden überwiegend auf Dächern installiert

Aktuell sind knapp 15 % der PV-Anlagenleistung Freiflächenanlagen. Somit stimmt gegenwärtig die Annahme, dass PV-Anlagen überwiegend auf Dachflächen gebaut werden. In der Vergangenheit wurden PV-Anlagen auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen gebaut. Diese werden bereits seit der Änderung des EEG im Jahr 2009 nicht mehr gefördert. Mit Blick auf die aktuellen Stromgestehungskosten von PV-Anlagen ist nicht von einem weiteren Ausbau der Photovoltaik auf Ackerflächen auszugehen. PV-Anlagen auf Konversionsflächen werden jedoch weiterhin gefördert.

Zudem haben sich die Anforderungen zum Erhalt der Förderung für Freiflächenanlagen mit den Änderungen am EEG im Jahr 2012 weiter verschärft:

- Freiflächenanlagen entlang von Verkehrswegen (Schiene, und Autobahn) werden nur noch bis zu einer Leistung von 10 MW gefördert
- Zusätzlich darf im Umkreis von 2 Kilometern im Zeitraum von 2 Jahren in der gleichen Gemeinde keine weitere Anlage in Betrieb genommen werden
- Der Korridor entlang von Verkehrswegen, in dem eine Förderung möglich ist, beträgt nun 110 Meter. Zusätzlich müssen Abstände zu den Verkehrswegen eingehalten werden /EEG-05 12/

Über die Flächen entlang von Verkehrswegen kann das Freiflächenpotenzial von PV-Anlagen je Gemeinde abgeschätzt werden. Es hat sich gezeigt, dass 2 bis 4 Anlagen mit Leistungen von 5 bis 10 MW je Gemeinde realisierbar sind.

- Es werden in Zukunft keine Gebäude nur für PV-Anlagen gebaut

Mit der Novelle des EEG wurden neue Nichtwohngebäude explizit aus der Förderung ausgenommen. Somit ist diese Annahme gerechtfertigt /EEG-05 12/.

- Auswirkungen der neuen EEG Novellierung in 2014 auf die Ausbauszenarien werden nicht mit betrachtet

Zukünftig wird auch die Eigenstromerzeugung anteilig an der EEG-Umlage beteiligt. Ausgenommen sind lediglich Kleinanlagen bis 10 kW_{el} bis zu einer maximalen Erzeugung von 10.000 kWh pro Jahr.

Potenzial für Photovoltaik

Mit den hier dargestellten Annahmen kann ein PV-Potenzial für den Landkreis Donau-Ries bestimmt werden.

Die Diskussion hat gezeigt, dass der Bestand in verschiedene Typen von PV-Anlagen unterschieden werden kann. Diese sind

- Freiflächenanlagen,
- Anlagen auf gewerblichen oder landwirtschaftlichen Dachflächen und
- Anlagen auf Wohngebäuden.

In **Abbildung 6-1** ist das Potenzial für Photovoltaik-Aufdach-Anlagen im Landkreis Donau-Ries dargestellt, aufgeteilt nach Gebäuden auf denen Sie installiert werden können.

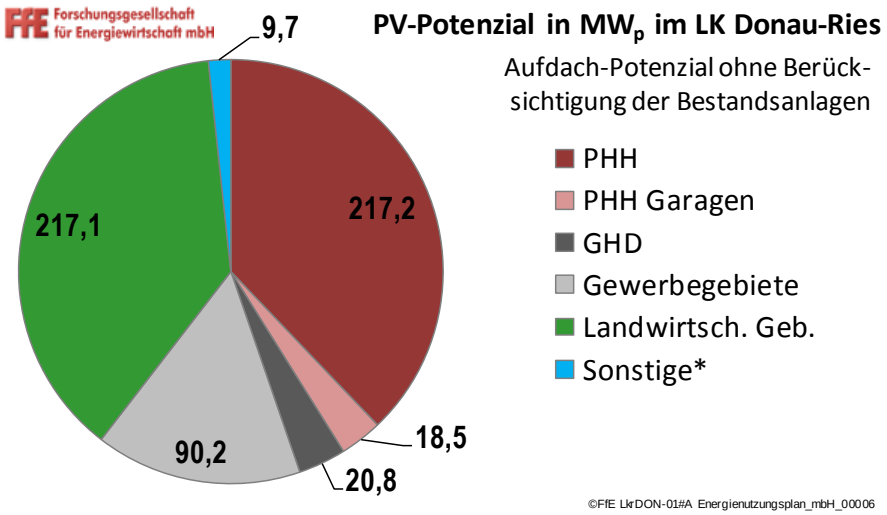


Abbildung 6-1: *Technisches Potenzial für Photovoltaik-Aufdach-Anlagen im Landkreis Donau-Ries, /FFE-21 10/*

Auf Basis der nutzbaren Dachfläche ergibt sich entsprechend den vorgestellten Annahmen ein PV-Gesamtpotenzial für den Landkreis von rund 574 MW_p[3].

Dies ist das maximal mögliche bzw. technische Potenzial, wenn alle nutzbaren Dachflächen vollständig mit Photovoltaik-Anlagen bebaut werden würden. **Abbildung 6-2**, Seite 67, zeigt dieses Potenzial aufgeschlüsselt pro Gemeinde.

[3] MW_p bedeutet Megawatt Peak; Diese Einheit ist bei Photovoltaik-Anlagen gebräuchlich, da es sich um diejenige Leistung handelt, die bei Standard-Testbedingungen (STC) erreicht wird, d. h. bei einer Zellentemperatur von 25 °C, einer Bestrahlungsstärke von 1.000 W/m² und einem Sonnenlichtspektrum gemäß AM = 1,5.

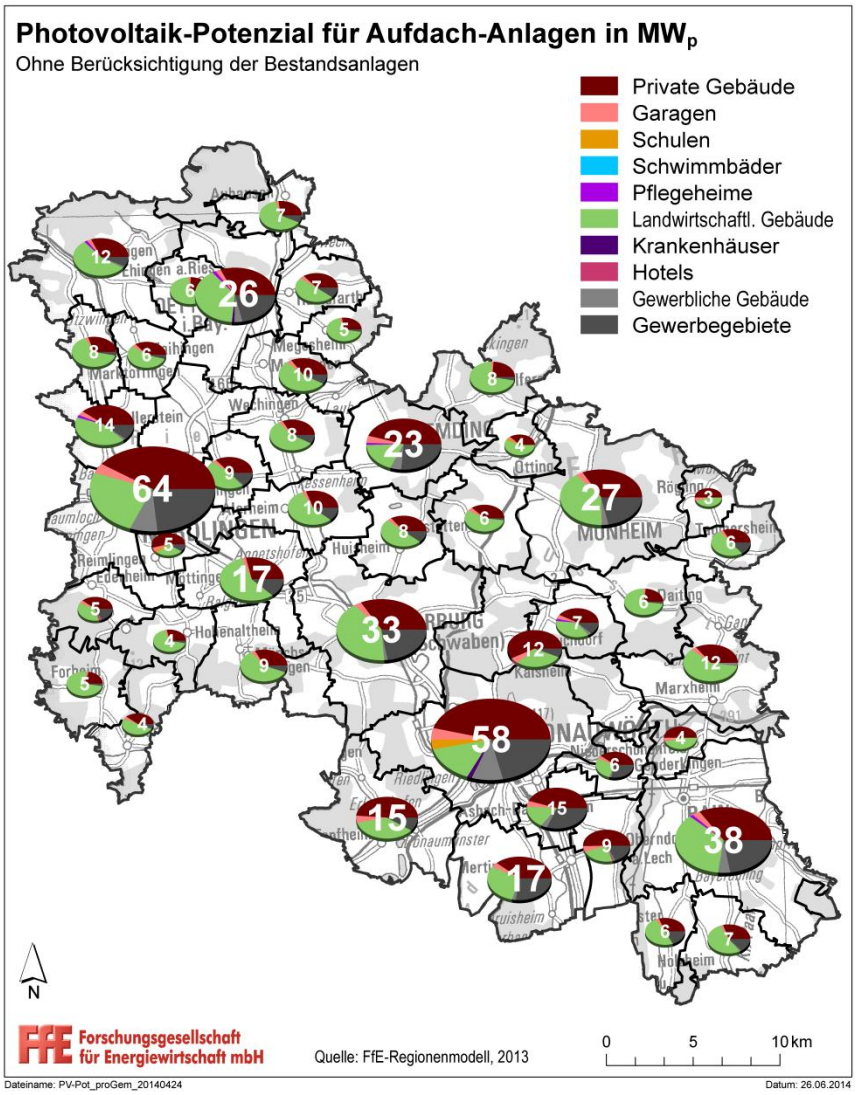


Abbildung 6-2: *Photovoltaik-Potenzial je Gemeinde für Aufdach-Anlagen in MW_p nach Gebäudetypen, nach /FFE-04 12/, /FFE-40 10/*

Freiflächenanlagen (Konversionsflächen)

Nach aktuellem EEG sind PV-Anlagen auf Konversionsflächen förderfähig /EEG-05 12/. Im Landkreis Donau-Ries würde sich dementsprechend die Alfred-Delp-Kaserne in Donauwörth (Schellenberg) grundsätzlich eignen. Die 30 Kasernengebäude auf rund 30 ha Land sollen nach bisherigen Plänen abgerissen werden und ein neues Stadtquartier entstehen/ GKD-01 13/. Unter Annahme einer Komplett-Bebauung mittels einer Freiflächenanlage könnten etwa 14 MW_p installiert werden.

Ein grundlegendes Potenzial für PV-Freiflächenanlagen im gesamten Landkreis wird hier nicht ausgewiesen, da die Nutzung zu vieler Flächen möglich wäre, dies jedoch stark vom Einzelfall abhängt. Trotzdem soll darauf hingewiesen werden, dass hier ein erhebliches Potenzial für Photovoltaik vorhanden ist. Sollten sich die politischen und naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen verändern, kann hier dementsprechend angeknüpft werden.

Solarthermie

Solarthermie und Photovoltaik konkurrieren grundsätzlich um die Dachflächen im Landkreis. Dies muss im Hinterkopf behalten werden, wenn Dachflächenpotenziale ausgewiesen werden. Bisher haben Photovoltaikanlagen den weitaus größeren Dachflächenanteil belegt.

Besonders heizungsunterstützende solarthermische Anlagen bergen für Gebäude mit einer Wohneinheit ein großes Potenzial bzgl. der Wärmebedarfsdeckung und werden auch vorrangig auf solchen Gebäudetypen installiert. Unter diesen Gebäudetyp fallen Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften und Reihenhäuser, sog. Ein-Wohneinheiten-Häuser. In den bayerischen Gemeinden sind im Mittel auf 19,1 % dieses Gebäudetyps solarthermische Anlagen mit einer durchschnittlichen Bruttokollektorfläche (d.h. Solar-Module inkl. Rahmen etc.) von 8,9 m² installiert. Für diese Anlagen im Landkreis Donau-Ries konnte ein spezifischer, nutzbarer Ertrag von 423 kWh/m² Bruttokollektorfläche und eine erzeugte Wärmemenge von 28 GWh ermittelt werden (vgl. Kapitel 4.2.2).

Weiterhin wurde für diesen Gebäudetyp ein solarthermisch substituierbares Endenergiepotenzial errechnet. Dieses erhöht sich zwar mit zunehmend installierter Kollektorfläche pro Gebäude. Es muss aber berücksichtigt werden, dass der spezifische, nutzbare Ertrag mit zunehmender Größe der Anlage abnimmt. Ebenfalls nimmt dieser spezifische Ertrag bei der Sanierung von Gebäuden ab, weil durch die Sanierung der Wärmebedarf und somit das solarthermisch substituierbare Potenzial gesenkt wird.

Für den Fall, dass jedes Gebäude mit der optimalen Kollektorfläche ausgestattet wird, ergibt sich für den Landkreis Donau-Ries ein Gesamtpotenzial von 165 GWh.

Dabei sind einschränkende Faktoren wie Dachaufbauten, Dachneigung, etc. bereits berücksichtigt, weshalb es sich um das praktische Potenzial handelt /CORR-01 13/.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Verdoppelung der Kollektorfläche nicht zu einer Verdoppelung des Wärmeertrags führt. Daher sollten tendenziell auf vielen Häusern eher kleine Anlagen installiert werden.

6.2 Biomasseanlagen

Ein Potenzial für die energetische Nutzung von Biomasse wird in der Regel über die nutzbaren landwirtschaftlichen Flächen innerhalb eines Gebietes ermittelt. Zum einen muss dabei berücksichtigt werden, welcher Flächenanteil bereits mit Energiepflanzen bestückt ist und zum anderen welcher Anteil der Fläche für Futter- und Nahrungsmittelanbau benötigt wird.

Im Landkreis Donau-Ries liegen keine offiziell freigegebenen, statistischen Zahlen zur Flächennutzung für den Anbau von Energiepflanzen vor. Auf Basis der installierten Leistung der Biomasseanlagen und weiteren Kennzahlen lässt sich dieser Flächenanteil jedoch abschätzen. Zunächst wird dafür der Futterbedarf für Viehbetriebe ermittelt und eine Abschätzung zum Mais-Anteil für Biogas-Anlagen durchgeführt. In der Regel liegt der Mais-Anteil des Substrat-Mix einer Bi-

ogasanlage bei durchschnittlich 60 – 70 %, der Rest wird durch andere Energiepflanzen, wie z. B. Ackergras oder Winterweizen sowie tierische Biomasse (Gülle, Mist) abgedeckt /AELFN-02 14/.

Aus diesen Rahmenbedingungen lässt sich schließen, dass heute bereits zwischen 17.000 und 18.000 Hektar im Landkreis für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden /AELFN-02 14/. Dies entspricht einem Anteil an der Landwirtschaftsfläche (ca. 76.500 ha, /DESTATIS-04 14/) von 23 %.

Dieser Anteil ist im Vergleich bereits ziemlich hoch. In Bayern lag der Anteil energetisch genutzter Fläche 2011 insgesamt bei 10,8 %. Das praktisch umsetzbare Potenzial gilt bei den regionalen Fachleuten für den Landkreis Donau-Ries als erschöpft. Potenzial wird vor allem noch in der verstärkten Wärmenutzung sowie der Flexibilisierung der Leistungsbereitstellung gesehen. So gibt es aktuell noch 5 Anlagen, welche keine und 14 Anlagen, welche nur geringe Wärmenutzung aufweisen (vgl. **Abbildung 6-3**).

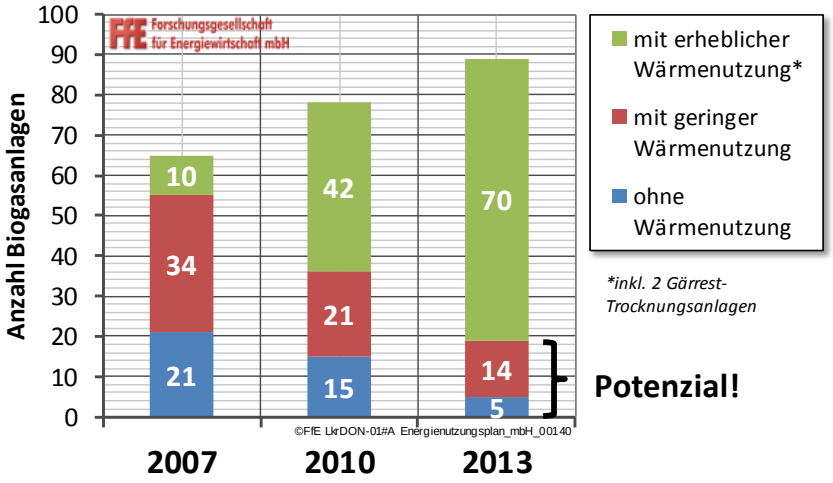


Abbildung 6-3: *Wärmenutzungspotenzial der Biogasanlagen im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /AELFN-02 13/*

Des Weiteren sind aktuell 4 Anlagen in Planung, die zusätzlich 8,7 GWh Wärme und 65,1 GWh Biogas-Einspeisung bereitstellen können. Dies würde die bisherige Wärmenutzung aus Biogas von 117 GWh auf 191 GWh erhöhen.

Technisches Potenzial auf Basis der Nahrungsmittelsicherheit

Trotz der Erkenntnis, dass das praktisch umsetzbare Potenzial derzeit ausgeschöpft ist, soll an dieser Stelle ein technisches Potenzial für den Landkreis ausgewiesen werden. Im Falle veränderter Rahmenbedingungen, wie beispielsweise dem neuen EEG, welches im August 2014 in Kraft tritt, kann dieses technische Potenzial als Orientierung dienen.

Als Ausgangswert dient der theoretische Flächenbedarf zur Bereitstellung von 100 % des Bedarfs an Nahrungsmitteln in Deutschland: 0,18 ha/Kopf (bzw. 1.870 m²/Kopf) /TUM-02 08/. Wird dieser mit der Einwohnerzahl Bayerns (2012) multipliziert werden etwa 65 % der Landwirtschaftsflächen Bayerns für die Nahrungsmittelsicherheit benötigt. Folglich bleiben 35 % der Landwirtschaftsflächen übrig, die einer anderen, in diesem Falle energetischen Nutzung zugeführt werden können.

Unter der Annahme dass theoretisch etwa 35 % der Landwirtschaftsflächen im Landkreis Donau-Ries energetisch genutzt werden könnten, entspricht dies einer Fläche von rund 26.800 Hektar. Wird weiter angenommen, dass bereits 17.500 Hektar energetisch genutzt werden, so bleibt eine restliche, energetisch nutzbare Fläche von 9.300 Hektar.

Für das technische Potenzial wird also angenommen, dass 35 % der Ackerfläche für Energiepflanzen zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren wird angenommen, dass eine erhöhte Güllenutzung erfolgt, in diesem Fall von 40.000 Großvieheinheiten (im Landkreis Donau-Ries waren 2010 über 65.000 Rinder und Kühe gemeldet, /BLSD-05 13/). Außerdem wird vorausgesetzt, dass ein Drittel des im gesamten Waldgebiet anfallenden Rest- und Schwachholzes als Energieholz genutzt wird. Die restlichen zwei Drittel werden im Wald belassen, um dem Bedarf des Waldbodens an Nährstoffen gerecht zu werden. Auch ein erhöhter Anteil an Kurzumtriebsplantagen wird angenommen (Anbau auf etwa 60 ha). Folglich könnten bis zu 42 % des aktuellen Wärmebedarfs über Biomasse gedeckt werden (vgl. **Abbildung 6-4**).

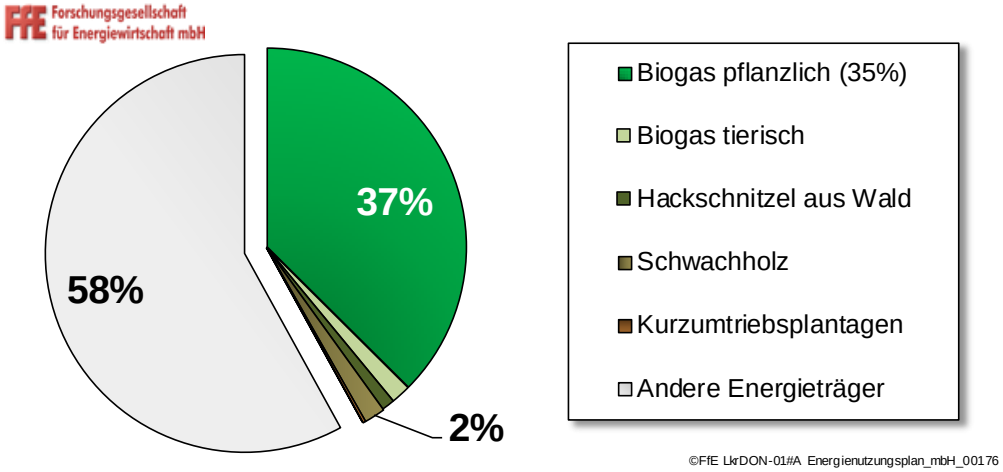


Abbildung 6-4: *Potenzial zur Wärmebereitstellung mittels Biomasse, eigene Berechnungen*

6.3 Windkraftanlagen

Entsprechend der Ist-Zustands-Analyse hat die Windkraft mit lediglich einer Großanlage im Landkreis Donau-Ries bisher noch keine große Bedeutung (vgl. Kapitel 4.1.3).

Der Anteil an der Stromerzeugung liegt bisher bei nur 0,3 %. Die aktuellen gesetzlichen Unklarheiten zu den gültigen Abstandregeln haben dazu geführt, dass bestehende Planungen zunächst auf Eis liegen.

Bevor die Methodik der Windkraft-Potenzialermittlung erläutert wird, wird zunächst kurz auf den Stand der Technik eingegangen.

Grundvoraussetzungen und Stand der Technik

Um die Ermittlung des Potenzials nachvollziehbar darzustellen, wird hier kurz auf den Stand der Technik im Bereich Windkraft eingegangen. Drei Trends lassen sich derzeit feststellen:

Erstens werden immer mehr Offshore-Anlagen gebaut. Zweitens gewinnt das sog. „*Repowering*“ älterer, weniger leistungsfähiger Windkraftanlagen an Bedeutung. Der dritte und für den Landkreis wichtigste Trend ist die Entwicklung hin zu immer größeren Anlagen. Dabei ist sowohl der Rotordurchmesser, als auch die Nabenhöhe entscheidend.

Meistverbreitet sind in Deutschland derzeit 1 bis 3-MW-Turbinen. Zwischen 2010 und 2011 hat sich die dominierende Klasse der 2-MW-Anlagen hin zu 3-MW-Anlagen verschoben, die meist Nabenhöhen von 135 bis 140 m aufweisen /IRB-01 12/. Die Klasse unter 1,5 MW hat mittlerweile nur noch geringere Bedeutung.

Methodik der Potenzialbestimmung

Geeignete Standorte von Windkraftanlagen erfüllen zum einen die notwendigen Abstände zu Siedlungen, Verkehrswegen, Schutzgebieten, usw. und weisen zum anderen hohe mittlere Windgeschwindigkeiten auf. Alle Flächen, für welche die notwendigen Abstände zutreffen, werden nachfolgend als Windeignungsflächen bezeichnet. Bei der Planung neuer Windparks ist zudem die Größe der Windeignungsfläche entscheidend. So wird für einen Windpark bestehend aus 10 Windkraftanlagen mit einer Leistung von je 2,5 MW eine Fläche von mindestens 250 ha benötigt.

Zur Bestimmung des Windpotenzials im untersuchten Gebiet werden zunächst die Windeignungsflächen bestimmt. Diese sind definiert über die gesamte Fläche abzüglich aller Windausschlussflächen. In Windausschlussflächen ist die Installation von Windkraftanlagen generell nicht zugelassen. Zu den Windausschlussflächen zählen:

- Siedlungsgebiete inklusive eines Puffers von 1.000 m,
- Gewerbliche und industrielle Gebiete inklusive eines Puffers von 500 m,
- Flora-Fauna-Habitat-Schutzgebiete inklusive eines Puffers von 500 m,
- Vogelschutzgebiete (VS; Special Protected Areas) inklusive eines Puffers von 500 m,
- Naturschutzgebiete (NSG) inklusive eines Puffers von 500 m,
- Nationalparks (NTP) inklusive eines Puffers von 500 m,
- Große Hauptverkehrsstraßen inklusive eines Puffers von 100 m,
- Kleinere Hauptverkehrsstraßen inklusive eines Puffers von 50 m,
- Stromleitungen inklusive eines Puffers von 50 m,
- Eisenbahnstrecken inklusive eines Puffers von 100 m,
- Biotope gem. §§ 30 BNatschG /BRD-02 09/.

Wasserschutzgebieten sind zunächst keine Ausschlussflächen, es kann jedoch trotzdem zu Nutzungskonflikten beim Bau von Windkraftanlagen kommen. Dazu liegen jedoch keine einheitlichen Verbote oder Ausschlusskriterien vor (Einzelfallentscheidungen), daher wurden sie hier nicht berücksichtigt. Die Wahl der Pufferabstände orientieren sich an /DLR–01 04/ und /FFE-03 11/. Da für die Planung von Windkraftanlagen die Pufferabstände stark von dem jeweiligen Einzelfall abhängig sind, wurden die Abstände e-

her großzügig gewählt, um mögliche Nutzungskonflikte vollständig auszuschließen. Folglich wären im Einzelfall auch geringere Abstände möglich.

Ergänzend werden die folgenden Gebiete mit eingeschränkter Nutzbarkeit für Windkraftanlagen zusätzlich berücksichtigt:

- Landschaftsschutzgebiete,
- Naturparks,
- Biosphärenreservate,
- Waldgebiete.

Flächen in diesen Schutzgebieten sind als Standorte für Windkraftanlagen weniger geeignet. Sie sollen aber in nachfolgender Analyse nicht vollständig ausgeschlossen werden, da in Einzelfällen eine Eignung dieser Flächen gegeben sein kann /LOI-01 08/.

Häufig wird zur Abschätzung der Eignung von Windkraftstandorten die mittlere Windgeschwindigkeit über ein Jahr herangezogen. Dieser Wert ist jedoch nicht sehr aussagekräftig, da nicht klar wird, über welche Zeitraum und Zeitpunkt im Jahr der Wind in welcher Stärke auftritt. Ein besserer Wert ist daher die Zahl der Volllaststunden, d.h. die Stundenanzahl pro Jahr in der die Anlage mit ihrer Nennleistung läuft. Um diese zu ermitteln wurde vom Deutschen Wetterdienst die digitale Weibullverteilung[4] der Windgeschwindigkeit für Gesamtdeutschland im 200-m-Raster /DWD-02 12/ bezogen. Aus diesen Daten konnten die Volllaststunden in 80 m Höhe über Grund generiert werden. Dazu wurde eine 3-MW-Referenzanlage (Enercon–E 82) mit ihren spezifischen technischen Eigenschaften herangezogen.

Diese Daten ermöglichen eine erste Abschätzung der Güte und Wirtschaftlichkeit eines Standortes. Eine konkrete Standortplanung mit entsprechender Windmessung kann dadurch jedoch keinesfalls ersetzt werden.

Windausschlussflächen

Zunächst wurden für den Landkreis Donau-Ries diejenigen Flächen ermittelt, auf denen der Bau einer Windkraftanlage nicht in Frage kommt (Windausschlussflächen):

Geographische Daten zu den Siedlungen liegen über den CORINE Landcover Datensatz des Umweltbundesamts /CLC-01 09/ vor. Da in diesem Datensatz kleinere Siedlungen häufig nicht erfasst werden, wird er durch den OpenStreetMap-Datensatz (OSM) /OSM-01 10/ ergänzt. Durch die Berücksichtigung beider Datensätze werden nahezu alle Siedlungen und Gewerbegebiete im Landkreis erfasst. Dem OSM-Datensatz werden zudem Informationen zu den Verkehrswegen entnommen. Unter Berücksichtigung der notwendigen Abstände (Puffer) zu den Siedlungen und Verkehrswegen ergeben sich die entsprechenden Ausschlussflächen.

Die Siedlungs- und Verkehrsflächen inklusive der entsprechenden Puffer, stellen den größten Anteil der Windausschlussflächen. Es existieren jedoch weitere Ausschlussflächen, die in **Abbildung 6-5**, Seite 73, dargestellt sind. Als kategorische Ausschlussflächen können dabei Flora-Fauna-Habitate (FFH), Vogelschutzgebiete (VS) und Natur-

[4] Statistische Wahrscheinlichkeitsverteilung, die u.a. Lebensdauer und Ausfallhäufigkeit technischer Bauelemente oder Werkstoffe mitberücksichtigt

schutzgebiete (NSG) betrachtet werden. Hier ist es in der Regel kaum möglich eine Genehmigung zum Bau einer Windkraftanlage zu erhalten. Weitere Kategorien wie Landschaftsschutzgebiete (LSG), Naturparks (NP) sowie die sehr großen Waldflächen im Landkreis stellen keine grundsätzlichen Ausschlussflächen dar, müssen jedoch besonders berücksichtigt werden. So können entsprechende Standorte aus dem Typus LSG oder NP herausgenommen werden und dadurch eine Genehmigung erhalten. Im Falle von Waldflächen muss in erster Linie an die konkurrierende (Holz-) Nutzung, das Landschaftsbild sowie grundsätzliche Einwände aus der Bevölkerung gedacht werden.

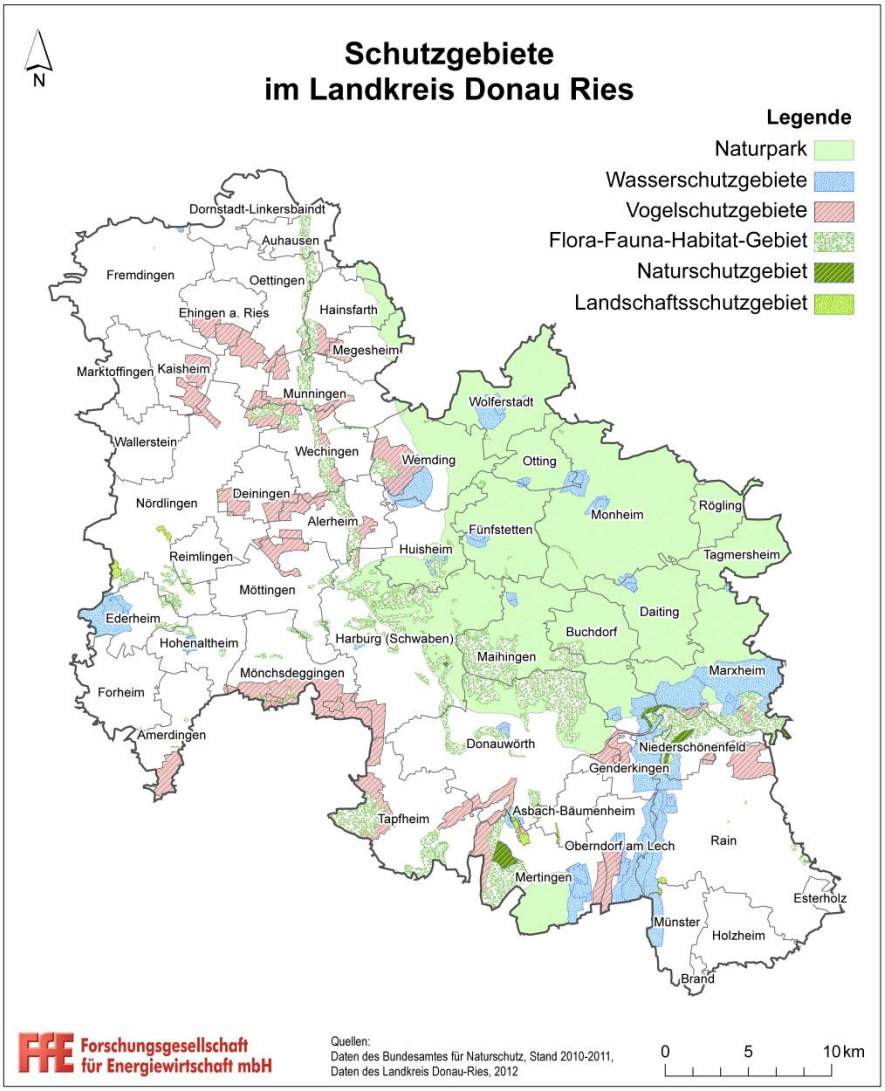


Abbildung 6-5: *Schutzgebiete im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach /BFN-01 11/, /CLC-01 09/*

Technisches Potenzial auf den Eignungsflächen

Entsprechend der beschriebenen Methodik wurde in **Abbildung 6-6**, Seite 74, die Potenzialerhebung für den Landkreis Donau-Ries durchgeführt. Der Rieskrater sowie der 5-km-Streifen wurden schematisch eingetragen um dessen Ausmaße besser abschätzen zu können. Die farbigen Flächen stellen die Windeignungsflächen dar und sind mit Volllaststunden nach Weibull-Verteilung hinterlegt. Diese Volllaststunden sind nur eine erste Abschätzung und stellen kein gesichertes Ergebnis für einen konkreten Standort dar.

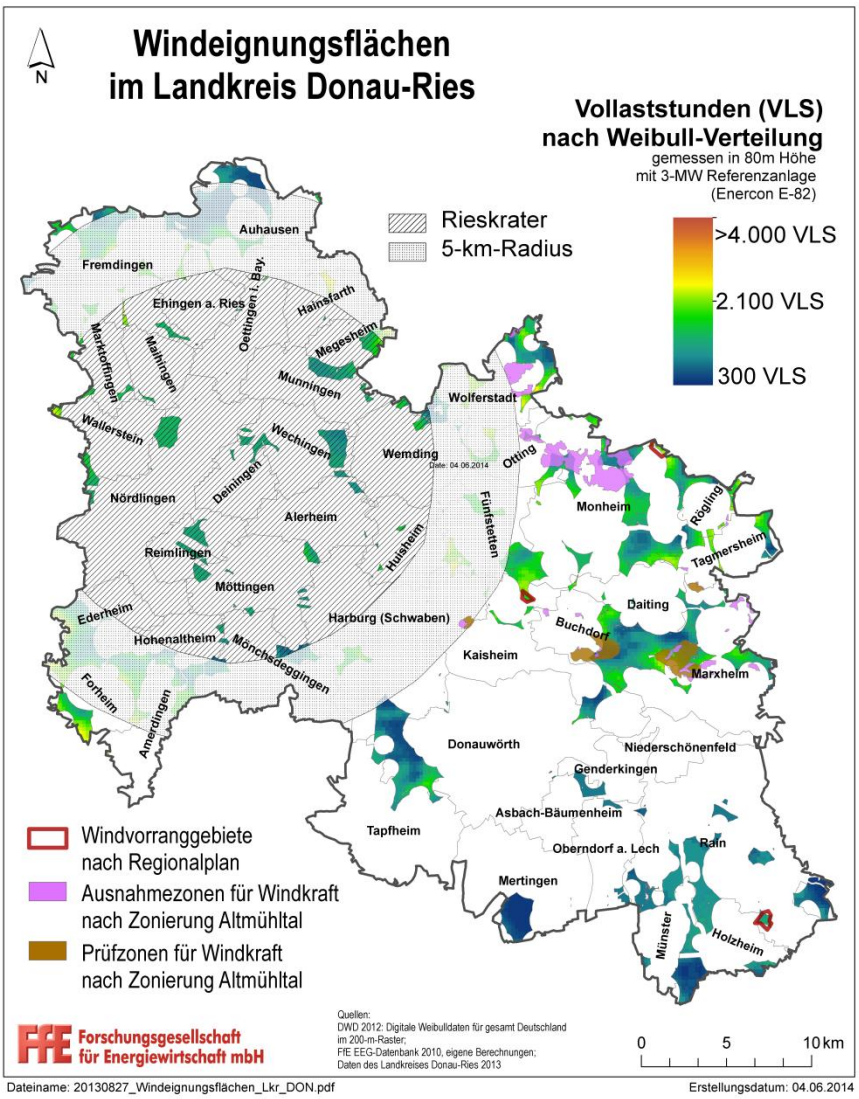


Abbildung 6-6: *Windeignungsflächen im Landkreis Donau-Ries, eigene Darstellung nach eigenen Berechnungen, /DWD-02 12/, /RPVA-01 06/, /STMUV-01 13/*

Es zeigt sich, dass vor allem am östlichen Rand des Landkreises Gebiete mit besserer Eignung befinden (Bereich um Monheim). Hier steht auch das bisher einzige Großwindrad des Landkreises (siehe auch Abbildung 4-8). Dieser Bereich liegt komplett im Bereich des Naturpark Altmühltal und hat daher einen besonderen Schutzstatus (vgl. Abbildung 6-5). Daher sind auch die Windvorranggebiete nach bisher gültigem Regionalplan /RPVA-01 06/ sowie Ausnahme- und Prüfzonen der Zonierung des Altmühltals /STMUV-01 13/ eingezeichnet. **Abbildung 6-7** zeigt nochmals detailliert das Gebiet des Naturparks Altmühltal. Ein Großteil des Gebietes gilt als Tabuzone für Windkraft, d. h. es dürfen dort keine Windräder gebaut werden. In den Ausnahmezonen ist die Errichtung von Windrädern grundsätzlich möglich, in den Prüfzonen muss im Einzelfall entschieden werden /STMUV-01 13/.

Bei einer mittleren Leistungsdichte von 0,15 MW/ha (dieser Wert ergibt sich, wenn die deutschlandweiten Ziele nach DLR-Leitstudie /DLR-02 12/ erreicht werden sollen) und unter Annahme von 1.800 Volllaststunden, könnten nach grober Abschätzung folgende Anlagenanzahl und Erträge erzielt werden:

Windvorranggebiete:	6 Anlagen (à 3 MW)	34 GWh pro Jahr
Ausnahmezonen:	57 Anlagen (à 3 MW)	310 GWh pro Jahr
Prüfzonen:	31 Anlagen (à 3 MW)	167 GWh pro Jahr

Bei einer Zielannahme der Deckung von 10 % (~ 92 GWh) des aktuellen Stromverbrauchs pro Jahr durch Windkraft würden bereits 17 Anlagen mit 51 MW installierte Leistung ausreichen.

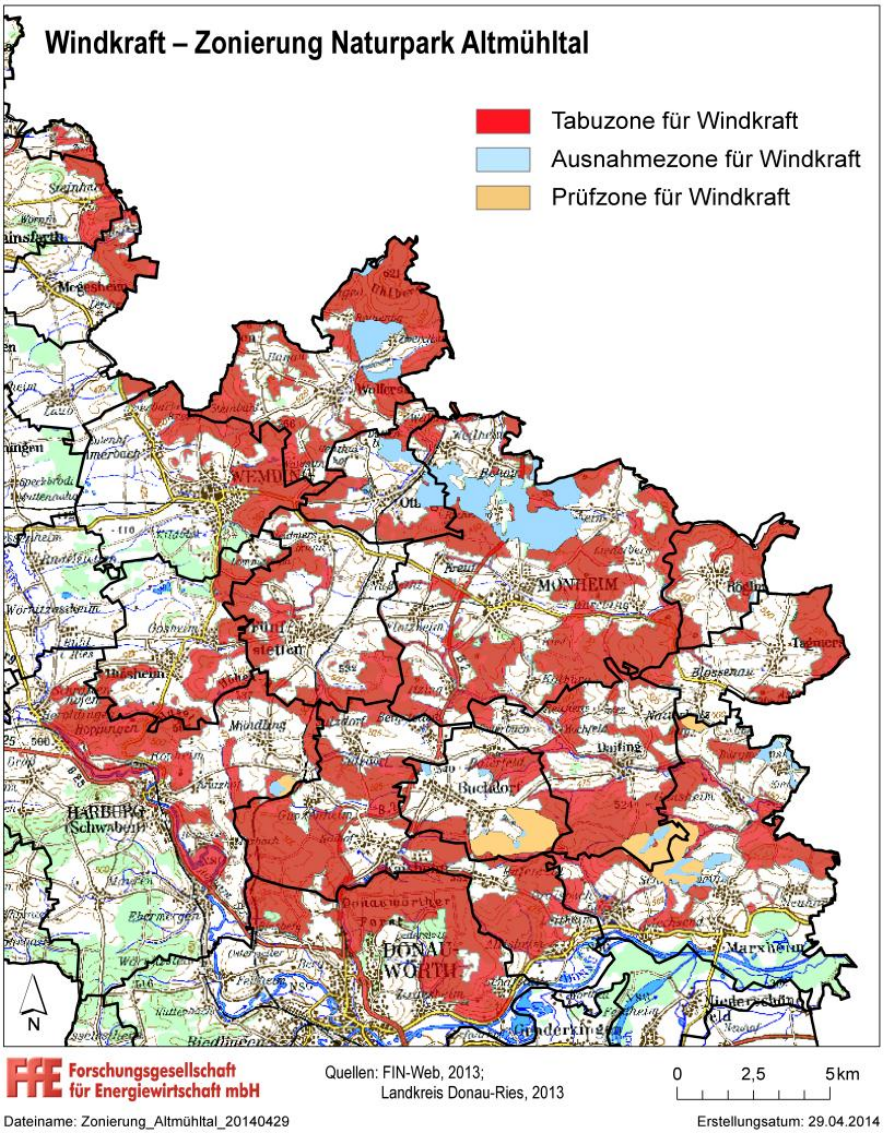


Abbildung 6-7: *Zonierungskonzept für Windkraft im Altmühltal (Auszug des Landkreisgebietes Donau-Ries), eigene Darstellung nach /STMUV-01 13/*

Windkraft im Nördlinger Ries

Eine weitere Besonderheit stellt für den Windkraftausbau das Nördlinger Ries dar. Aufgrund seiner besonderen Schutzwürdigkeit, wurde beschlossen, dass im Rieskrater

selbst und in einem Radius von 5 km darum herum keine Windkraftanlagen gebaut werden dürfen /RPVA-01 06/. Da der festgelegte 5-km-Radius umstritten ist, wurde zusätzlich eine Sichtbezugsanalyse durchgeführt (vgl. **Abbildung 6-8**). Hier wird deutlich, dass einige Bereiche innerhalb der 5-km-Grenze doch geeignet wären, da sie keinen starken Einfluss auf das Landschaftbild des Rieskraters haben würden.

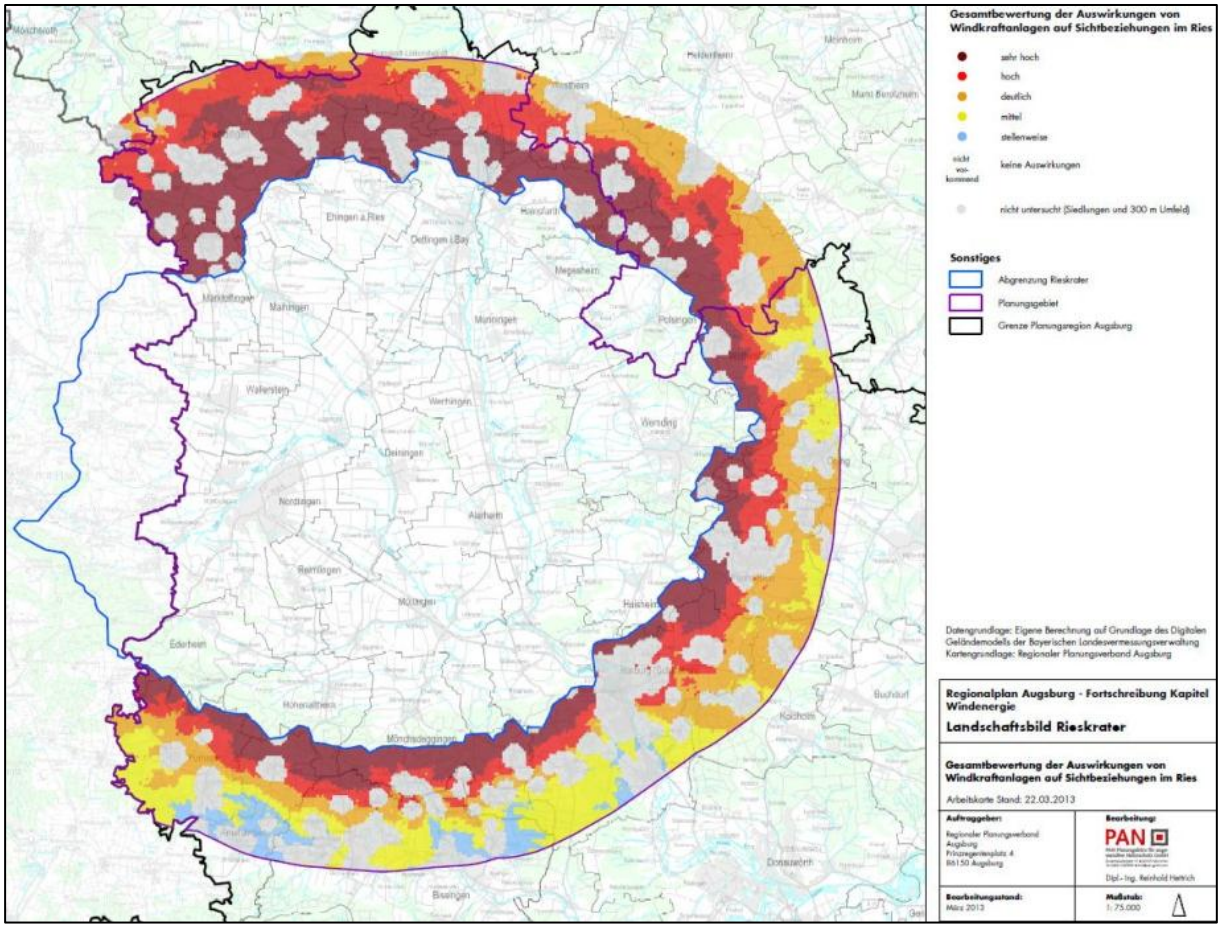


Abbildung 6-8: *Sichtbezugsanalyse für Windkraftanalagen im Nördlinger Ries, /RPVA-01 13/*

Trotz der relativ schwierigen Umstände sind aktuell folgende Projekte im Planungsverfahren (vgl. **Tabelle 6-1**):

Tabelle 6-1: *Aktueller Planungsstand der Windkraftanlagen im Genehmigungsverfahren im Landkreis Donau-Ries (Stand: April 2014), Aufstellung nach /LKDON-01 14/, /RN-01 14/*

Aktueller Planungsstand Windkraft im Landkreis Donau-Ries *(Stand: April 2014)*		
Ort	**Anzahl**	**Stand des Genehmigungsverfahrens**
Nähe Wallerdorf	6	aktuell nicht genehmigungsfähig; artenschutzrechtliche Prüfung muss vorgelegt werden, da Vorkommen von Rotmilan und Steinadler nachgewiesen sind
Nähe Pessenburgheim	2	aktuell nicht genehmigungsfähig; negative Aussage des Luftamtes Südbayern, mögliche Störung des Radarfunks am Militärflugplatz Neuburg
Esterholz (Riedheim)	5	Gebiet der Bayerischen Staatsforsten, daher derzeit keine weitere Planung wegen unsicherer Gesetzeslage (Abstandsregelungen)
Donauwörth (Tapfheim)	5 bis 10	derzeit keine weitere Planung wegen unsicherer Gesetzeslage (Abstandsregelungen)
Asbacher Hof (Nußbühl)	1	derzeit keine weitere Planung wegen unsicherer Gesetzeslage (Abstandsregelungen)

Quellen: Daten des Landkreises, 2013/14; Rieser Nachrichten, 2014

Wie aus der Tabelle 6-1 entnommen werden kann ist es aktuell schwer eine gültig Aussage zu treffen, welche der Projekte umgesetzt werden können. Die weiteren politischen und gesetzlichen Entwicklungen müssen dahingehend abgewartet werden.

6.4 Wärmepumpen

Wie bereits in der Ist-Zustands-Analyse erläutert, hat Tiefengeothermie im Landkreis Donau-Ries keine Relevanz. Dennoch kann oberflächennahe Geothermie, bzw. der Einsatz von Wärmepumpen genutzt werden.

In **Abbildung 6-9**, Seite 78, sind Bestandsanlagen sowie die potenzielle Eignung des Landkreisgebietes dargestellt. Die eingezeichneten Bestandsanlagen sind jedoch bei Weitem nicht vollständig. Dennoch zeigt ihre Lage, dass selbst in Gebieten mit der Kennung „voraussichtlich nicht möglich“ Standorte genutzt werden. Der Energie-Atlas bezieht sich hier auf Daten und Auswertungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) von 2010. Deren Bewertungen erfolgten auf Grundlage der Vorgaben im Leitfaden für Erdwärmesonden in Bayern und den Erkenntnissen der Wasserwirtschaftsverwaltung /STMWI-02 13/.

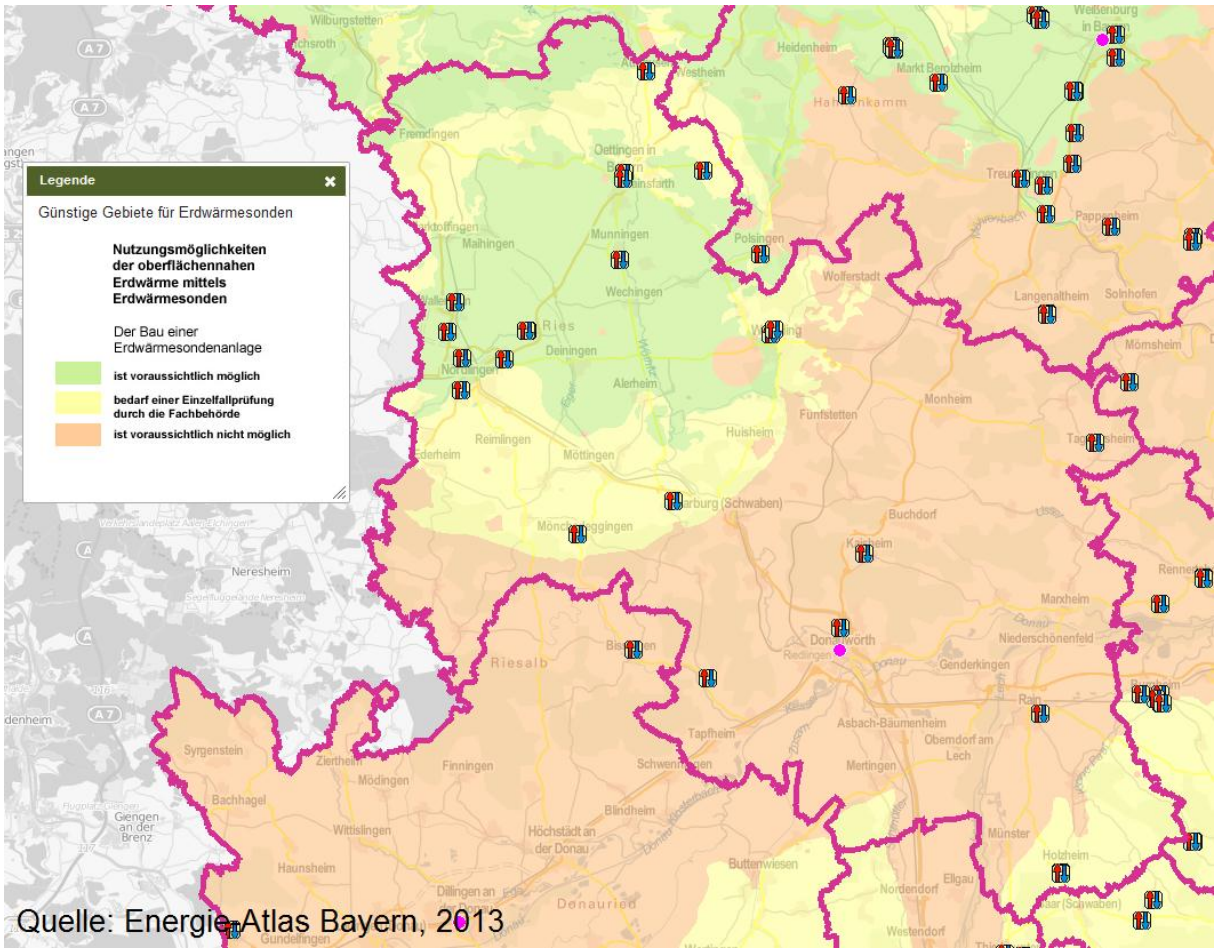


Abbildung 6-9: *Günstige Gebiete für Erdwärmesonden, Auszug aus dem Energie-Atlas Bayern (Datenstand: 2012) , /STMWI-02 13/*

Ein Potenzial für den Ausbau von Wärmepumpen auszuweisen ist für den gesamten Landkreis nicht möglich. Dies liegt vor allem daran, dass der Einsatz einer Wärmepumpe von so vielen Rahmenbedingungen abhängt, dass dies immer eine Einzelfallentscheidung darstellt. Dennoch kann auf Basis einiger Kennzahlen und des historischen Zubaus von Wärmepumpen ein Szenario entwickelt werden:

In Deutschland sollte laut einer Prognose des Bundesverbandes für Erneuerbare Energien (BEE) die Anzahl installierter Heizungs-Wärmepumpen von 2008 bis 2020 um den Faktor 6 zunehmen /GZB-01 10/. Die Absatzzahlen verkaufter Heizungswärmepumpen des Bundesverbandes Wärmepumpe belegen jedoch, dass der Zuwachs von 2008 bis 2013 nur etwa 15 – 20 % p. a. mit rückläufiger Tendenz betrug /BWP-02 13/. Aufgrund der Entwicklungen des Wärmepumpenzubaus der letzten Jahre im Landkreis Donau-Ries (vgl. Abbildung 4-19), wobei zu berücksichtigen ist, dass nicht alle installierten Anlagen von der BAFA gefördert wurden, kann eine Steigerung des jährlichen Wärmeertrages aus Wärmepumpen um 12 % p. a. bezogen auf den Ertrag aus 2012 als realistisch angesehen werden /BAFA-01 13/. Da einigen Einfamilienhäusern eine Sanierung bevorsteht, die auch das Heizsystem betrifft, ist davon auszugehen, dass sich ein Teil der Hauseigentümer für die sehr effiziente und regenerative Heiztechnologie Wärmepumpe entscheiden wird.

Bei einem dementsprechenden Ausbau der Wärmepumpen könnten bis zum Jahr 2020 rund 66 GWh Wärme pro Jahr erzeugt werden.

7 Erreichung des Energieleitziels bis 2020

Wie Eingangs beschrieben, hat sich der Landkreis Donau-Ries das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 eine Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien um 20 % sowie eine Reduktion des Energieverbrauchs um 20 % zu erreichen (vgl. Kapitel 1 und Abbildung 1-3).

Werden nun die unter Kapitel 5 beschriebenen Einsparungen sowie die Potenziale (bzw. Szenarien) aus Kapitel 6 zusammengeführt und im Sinne des Energieleitziels bis 2020 fortgeschrieben, so könnte folgende Entwicklung stattfinden (vgl. **Abbildung 7-1**):

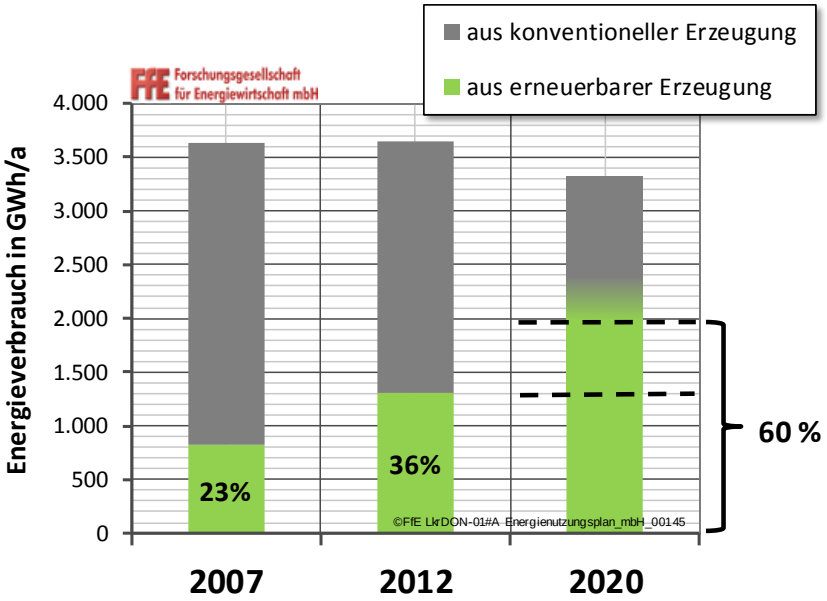


Abbildung 7-1: *Szenario zur Erreichung des Energieleitziels, eigene Berechnungen*

Die Einsparung wird hier nach Szenario 2 (vgl. Kapitel 5.2) angenommen. Das heißt, der Endenergieverbrauch (Strom plus Wärme) reduziert sich von rund 3.600 auf 3.300 GWh (– 8,5 %). Diese Einsparung wäre mit einigen Anstrengungen realisierbar, entspräche jedoch nicht dem Energieleitziel mit einer Einsparung von 20 %. Dieser Teil des gesetzten Ziels wird daher für den Landkreis Donau-Ries kaum erreichbar sein. Dabei muss berücksichtigt werden, dass im gleichen Zeitraum im Landkreis ein nennenswerter Anstieg der Wirtschaftsleistung, verbunden mit über 5.000 neuen Arbeitsplätzen, zu verzeichnen war. Eine gleichzeitige Einsparung wurde dadurch erheblich erschwert.

Der zweite Baustein des Energieleitziels betrifft den Anteil Erneuerbarer Energien an der Energieerzeugung. Der Anteil Erneuerbarer Energien lag 2007 bei 23 % und 2012 bei 36 %, inklusive der Großwasserkraftanlagen. Hier ist anzumerken, dass beim Gesamtenergieverbrauch des Jahres 2007 und somit auch bei der Formulierung des Leitzieles die Industrie nicht berücksichtigt wurde, jetzt also von einem rund 950 GWh höheren Gesamtenergieverbrauch ausgegangen wird, bei gleichbleibender Erhebung der Erneuerbaren Energien. Eine Steigerung um 20 % seit 2007 entspräche also mindestens einem Anteil in 2020 von 46 %. Dieses Ziel kann aller Voraussicht nach erreicht werden, wenn folgende Entwicklung stattfindet (vgl. **Tabelle 7-1**, Szenario 1):

Tabelle 7-1: *Szenarien zum Ausbau Erneuerbarer Energien im Landkreis Donau-Ries bis 2020, eigene Darstellung und Berechnungen*

			Ertrag 2020 in GWh			
Szenario zur Erreichung des Energieleitziels bis 2020	**Ertrag 2007 in GWh**	**Ertrag 2012 in GWh**	**Szenario 1 Annahmen**	**Szenario 1 20% mehr EE**	**Szenario 2 Annahmen**	**Szenario 2 Kompensation**
Biogas (Wärme)	**24**	**117**	Zubau geplanter Anlagen	**191**	Zubau geplanter Anlagen	**191**
Biomasse & KWK (Strom)	**193**	**334**	in etwa gleichbleibend	**334**	in etwa gleichbleibend	**334**
Energetische Abfallverwertung	**61**	**74**	in etwa gleichbleibend	**74**	in etwa gleichbleibend	**74**
Energetische Holznutzung	**252**	**267**	in etwa gleichbleibend	**267**	in etwa gleichbleibend	**267**
Kurzumtriebplantagen (KUP)	**-**	**1**	Zubau geplanter Anlagen	**3**	Zubau geplanter Anlagen	**3**
Photovoltaik	**31**	**213**	Ertragsanstieg um 10 %	**234**	Maximales Ausbauszenario	**387**
Solarthermie	**18**	**36**	Zubau entsprechend	**56**	Verdoppelung von Senario 1	**112**
Wärmepumpen	**3**	**21**	Zubau entsprechend	**66**	Verdoppelung von Senario 1	**132**
Wasserkraft (inkl. Großanl.)	**232**	**256**	Ertragsanstieg um ca. 2 %	**261**	Ertragsanstieg um ca. 2 %	**261**
Windenergie	**3**	**2**	Zubau von 6 Anlagen (3 MW)	**32**	Zubau von 42 Anlagen (3 MW)	**227**
Summe EE in GWh	***817***	***1.321***		***1.518***		***1.987***
Anteil EE in Prozent	***23%***	***36%***		***46%***		***60%***
Verbrauch Gesamt in GWh (Stro	***3.600***	***3.650***		***3.300***		***3.300***

Die geringeren Einsparungen könnten bilanziell durch einen höheren Anstieg der erneuerbaren Erzeugung kompensiert werden (vgl. Tabelle 7-1, Szenario 2 – Kompensation). Steigt der Anteil Erneuerbarer Energien auf 60 %, wäre zumindest die restliche Menge konventionell erzeugter Energie gleich derjenigen des Energieleitziels von 2009.

Um dies zu erreichen müssten erhebliche Anstrengungen unternommen werden. Vor allem Photovoltaik und Windkraft müssten stark ausgebaut werden, um dieses Ziel zu erreichen. Die getroffenen Annahmen basieren dabei allesamt auf den vorhandenen Potenzialen. Der Ausbau der Windkraft mit 42 Anlagen erscheint hier sehr hoch. Dennoch könnten diese Anlagen ausschließlich auf Vorrang- und Ausnahmeflächen des Naturparks Altmühltal installiert werden. Ob die genannten Ausbauziele auch wirtschaftlich und praktisch umsetzbar sind, ist hier noch nicht berücksichtigt.

Insgesamt muss festgehalten werden, dass das Energieleitziel von 2009 auf Basis einer im Wärmebereich auf Privathaushalte und Kleingewerbe reduzierten Datenlage definiert wurde. Sowohl der Verkehrsbereich als auch die Industrie waren nicht berücksichtigt. Weitere Rahmenbedingungen, wie die starke wirtschaftliche Entwicklung im Landkreis, wurden bei der Zieldefinition ebenfalls nicht einbezogen. Das Energieeinsparpotenzial wurde aus Sicht der heute vorliegenden Daten und unter Kenntnis der Entwicklungen der vergangenen sechs Jahre zu optimistisch eingeschätzt. Aus heutiger Sicht können selbst im optimistischsten Szenario (Szenario 3) nur etwa 9,2 % eingespart werden (vgl. Kapitel 5.2). In den Jahren 2007 bis 2012 fand sogar ein leichter Anstieg des Stromverbrauchs statt, vor allem bedingt durch das Wachstum im Industrie-Bereich.

Folglich ist die Formulierung eines neuen Energieleitzieles zu empfehlen, angepasst an die nun umfassenden Datenbasis und Potenzialerhebung, definiert werden. In **Tabelle 7-2** sind drei Szenarien aufgezeigt, auf Basis deren ein neues Ziel für den Landkreis gefunden werden kann.

Tabelle 7-2: *Szenarien für 2030 und 2050, eigene Berechnungen*

Stand Heute (2012)				Basis für mögliche Ziel-vorschläge	2030				2050			
Strom-verbrauch in GWh	Wärme-verbrauch in GWh	Summe Verbrauch in GWh	Anteil EE in %		Strom-verbrauch & Einsparung	Wärme-verbrauch & Einsparung	Summe Verbrauch & Einsparung	Anteil EE	Strom-verbrauch & Einsparung	Wärme-verbrauch & Einsparung	Summe Verbrauch & Einsparung	Anteil EE
930	2.722	3.652	1.321	Szenario 1 in GWh	930	2.657	3.587	1.563	930	2.550	3.480	1.745
Bisheriger Anteil Erneuerbarer Energien (EE) am Gesamtverbrauch			36%	Einsparung bzw. Anteil EE in %	0 %	2 %	< 2 %	44 %	0 %	6 %	5 %	50 %
				Szenario 2 in GWh	840	2.450	3.290	1.711	769	2.150	2.919	2.029
				Einsparung bzw. Anteil EE in %	10 %	10 %	10 %	52 %	17 %	21 %	20 %	70 %
				Szenario 3 in GWh	826	2.175	3.001	1.966	757	1.800	2.557	2.547
				Einsparung bzw. Anteil EE in %	11 %	20 %	18 %	66 %	19 %	34 %	30 %	100 %

Zeigt die jeweils nötigen Prozent-Zahlen für Einsparung insgesamt und den Anteil EE gegenüber dem Jahr 2012

Die genauen Annahmen zur Berechnung der Szenarien aus Tabelle 7-2 sind in **Anhang 14** zu finden.

Folgende Ziele können darauf aufbauend vorgeschlagen werden:

- Zielvorschlag 1:
  2030: Energieverbrauch -10%, Erneuerbare +50% (bezogen auf 2012)
  2050: Energieverbrauch -20%, Erneuerbare +100% (bezogen auf 2012)
- Zielvorschlag 2:
  2030: Energieverbrauch -20% Erneuerbare +30% (bezogen auf 2012)
  2050: Energieverbrauch -30% Erneuerbare +50% (bezogen auf 2012)
- Zielvorschlag 3:
  2030: 60% Anteil Erneuerbare durch Mix aus Einsparung & Ausbau EE
  2050: 90% Anteil Erneuerbare durch Mix aus Einsparung & Ausbau EE

Die Zielvorschläge sind alle gemäß den ermittelten Potenzialen und aus fachlicher Sicht erreichbar. Während die Zielvorschläge 1 und 2 exakt vorgeben, wie viel eingespart und wie stark die Erneuerbaren Energien ausgebaut werden sollen, ist beim Zielvorschlag 3 lediglich das Gesamtziel definiert, das durch einen frei wählbaren Mix aus Einsparung und Erneuerbaren erreicht werden kann. Der Zielvorschlag 3 hat somit den Vorteil mögliche noch nicht absehbare Entwicklungen in einem der beiden Ansatzpunkte durch verstärkte Anstrengungen im zweiten Handlungsbereich zu kompensieren.

8 Mögliche Auswirkungen auf das Stromnetz

Für den Landkreis Donau-Ries wurden Potenziale für den Zu- bzw. Ausbau von erneuerbaren Energien ausgewiesen. In diesem Zusammenhang ist von großem Interesse welchen Einfluss der zusätzliche Strom aus erneuerbaren Energien auf die derzeit bestehenden Stromnetze in der Region hat. Vor allem zu Zeiten mit geringer Verbraucherlast durch Industrie, GHD und Haushalte kann die Situation auftreten, dass wesentlich mehr Strom erzeugt als verbraucht wird. Dadurch kann es zu mehr oder weniger starker Belastung der verschiedenen Netzebenen kommen. Um dies zu verhindern, ist es notwendig entweder das elektrische Netz zu optimieren, zu verstärken oder gar auszubauen, wenn eine zeitweise Abschaltung erneuerbarer Energieerzeuger, insbesondere von Windenergieanlagen, vermieden werden soll. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden für drei Regionen mit unterschiedlichen Randbedingungen (ländlich, ländlich bis städtisch, städtisch) die Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf das Stromnetz mit Hilfe von Ausbauszenarien untersucht.

8.1 Basisdaten zum deutschen Stromnetz

Das deutsche Stromnetz ist in die vier Spannungsebenen Höchstspannung (HÖS), Hochspannung (HS), Mittelspannung (MS) und Niederspannung (NS) gegliedert. Durch diese Netze fließt traditionell Wechselstrom. Die verschiedenen Netzebenen dienen unterschiedlichen Zwecken, die in **Abbildung 8-1** verdeutlicht werden.

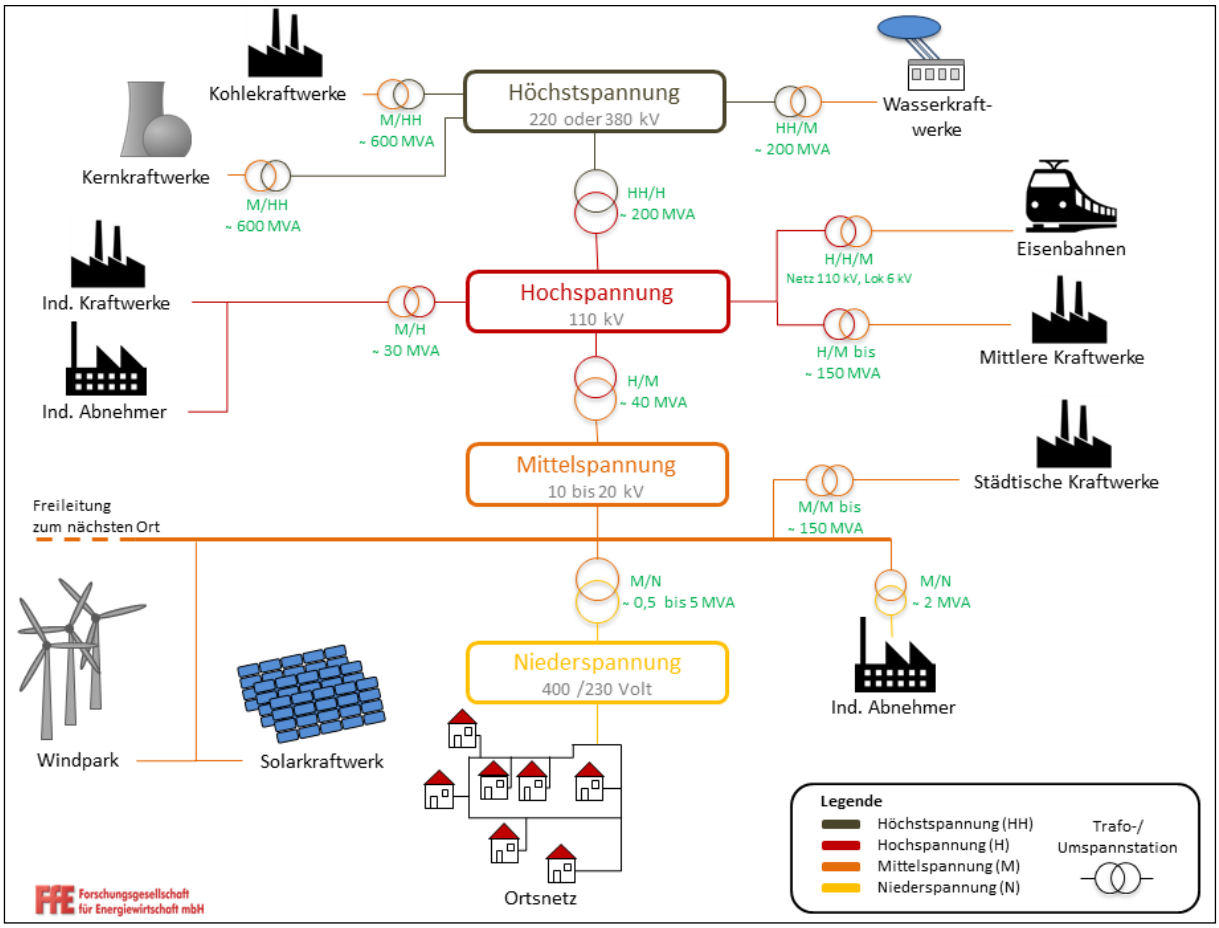


Abbildung 8-1: *Schema der Stromversorgung in Deutschland, eigene Darstellung*

Durch den Ausbau regenerativer Energien (Energieerzeugung) sowie möglichen Veränderungen im Verbraucherverhalten (z.B. Elektromobilität) werden die Anforderungen an die Stromnetze und deren Komponenten steigen. Eine Visualisierung dieser Einflüsse erfolgt mittels Netzlastkurven, die die stündlich aufgelöste Energieerzeugung dem Verbrauch gegenüberstellen. Die Differenz aus beiden Lastkurven wird als Residuallast bezeichnet und gibt wieder, ob Energie aus dem Netz bezogen oder eingespeist werden muss. Die Komponenten wurden bisher auf eine maximal zu erwartende Leistung plus einen Sicherheitsfaktor von mindestens +10 % ausgelegt /DIN-01 00/. Da eine Energieübertragung in beide Richtungen (Bezug/Einspeisung) möglich ist, gilt diese Leistung auch für die Übertragung überschüssigen Stroms in das übergeordnete Netz. Vereinfacht ausgedrückt darf die Residuallast die Auslegungsleistung der Netzkomponenten nicht überschreiten. Ist davon auszugehen, dass die Installation zusätzlicher Erzeugungsanlagen oder eine Zunahme des Verbrauchs zu Netzproblemen führen wird, muss ggf. das Stromnetz bzw. einzelne Komponenten (z.B. Transformator) optimiert oder verstärkt werden, um einen stabilen Netzbetrieb zu gewährleisten. Im ungünstigsten Fall ist ein Netzausbau erforderlich.

8.2 Vorbemerkung zum Ausbau von Windkraftanlagen

Im Zusammenhang mit dem Netzausbau durch Windkraftanlagen ist auch die rechtliche Situation zwischen Investor, Netzbetreiber, Energieversorger, Bürger und Kommune/Landkreis sowie ihre Einflussmöglichkeiten auf den Ausbau der Windkraft zu beachten.

Die Rechte und Pflichten der einzelnen Akteure
Anlagenbetreiber /EEG-05 12/:

- Der Anlagenbetreiber muss alle Investitionen bis zum Netzübergabepunkt tätigen
- Der Anlagenbetreiber ist für die Einhaltung sämtlicher baurechtlicher Vorschriften (z.B. Lärmemission, Einhaltung des Mindestabstandes) zuständig

Netzbetreiber /EEG-05 12/:

- Sind zur Abnahme verpflichtet, können aber reduzieren oder abschalten. Dadurch entstehende Verluste müssen vergütet werden
- Ab dem Netzübergabepunkt, der vom Netzbetreiber vorgegeben werden kann, muss der Netzbetreiber für den Abtransport des Stromes sorgen (ggf. Verstärkung der Leitungen)

Relevante Gesetzgebung /EEG-05 12/:

- § 5 Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) – Regelt den Anschluss und die daraus entstehenden Pflichten für Netz- und Anlagenbetreiber
- § 9 Erweiterung der Netzkapazität – Der Netzbetreiber ist nicht zur Optimierung, zur Verstärkung und zum Ausbau seines Netzes verpflichtet, soweit dies wirtschaftlich unzumutbar ist

Eine definitive Klärung des Sachverhaltes kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abgegeben werden. In der aktuellen Lage widersprechen sich die Empfehlung der Clearingstelle /CLS-01 11/ und ein aktuelles Gerichtsurteil des OLG Hamm /OLG-01 11/. In mehreren Internetquellen wird auf eine noch ausstehende Entscheidung des Bundesgerichtshofes (BGH) zu dieser Thematik hingewiesen.

Des Weiteren sind folgende Rahmenbedingungen zu beachten:

- Bürger können ggf. im Rahmen eines Bürgerkraftwerkes als Anlagenbetreiber auftreten
- Kommunen/Landkreise haben die Möglichkeit über die Ausweisung von Windvorrangflächen auf die Standorte der Windkraftanlagen einzuwirken

Zusätzliche Investitionskosten
Netzausbau ist grundsätzlich mit nicht unerheblichen Kosten verbunden. Häufig stellt sich daher die Frage, welche Netzkosten durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien verursacht werden. Da dies bisher nur für ganz Deutschland abgeschätzt wurde /DENA-07 12/, regional jedoch sehr unterschiedlich sein kann, wird aktuell eine umfassende Studie mit dem Titel „Verteilnetzstudie Bayern 2013“ von der TU München erstellt /TUM-01 13/. Bisher ist nur ein Zwischenbericht dazu erschienen, der noch keine konkreten Ergebnisse präsentiert. In naher Zukunft soll jedoch der Abschlussbericht vorliegen.

8.3 Netzbetrachtung durch Photovoltaik- und Windkraftausbau

In der nachfolgenden Betrachtung werden für den Landkreis Donau-Ries stellvertretend drei charakteristische Gebiete untersucht:

- Ländlich geprägtes Gebiet mit kleinen Ansiedlungen
- Ländlich geprägtes Gebiet mit einer größeren Ansiedlung
- Gebiet mit einer größeren Stadt in unmittelbarer Nähe

Verglichen werden jeweils die Windeignungsflächen aus dem Energieatlas Bayern /STMWI-02 13/ und dem Regionalplan Region Augsburg /RPVA-01 06/ dargestellt (vgl. **Abbildung 8-2**, **Abbildung 8-3** und **Abbildung 8-4**). In der jeweils **linken** Abbildung stehen die Gelb- und Rottöne für Windgeschwindigkeiten (gelb: niedrige durchschnittliche Windgeschwindigkeit, rot: hohe durchschnittliche Windgeschwindigkeit) und die grünen Flächen für geeignete Windkraftanlagen Standorte (dunkelgrün: Windgeschwindigkeit > 5 m/s, hellgrün: Windgeschwindigkeit < 5 m/s und > 4,5 m/s). In der jeweils **rechten** Abbildung stellen die gepunkteten Gebiete Ausschlussflächen dar, mit einem Rautenmuster werden Windvorrangflächen hinterlegt, während weiße Flächen für Windkraftanlagen möglich sind, aber nicht bevorzugt behandelt werden. Es zeigt sich, dass die beiden genannten Quellen z. T. zu übereinstimmenden Aussagen gelangen und deshalb davon ausgegangen wird, dass in diesen Gegenden einer Nutzung der Windkraft grundsätzlich nichts im Wege steht.

Ländlich geprägtes Gebiet mit kleinen Ansiedlungen (Beispiel Tagmersheim):

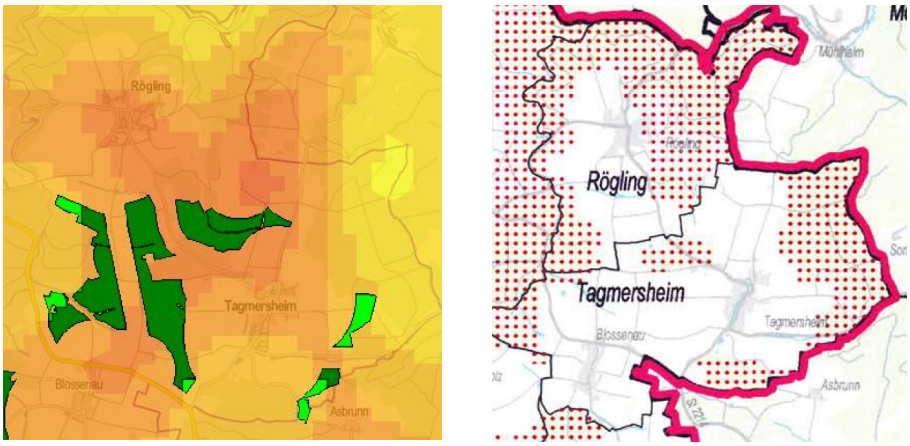


Abbildung 8-2: *Tagmersheim, Rögling: Vergleich Windatlas Bayern (links), /STMWI-02 13/ mit dem Regionalplan Region Augsburg (rechts), /RPVA-01 06/*

Ländlich geprägtes Gebiet mit einer größeren Ansiedlung (Beispiel Rain):

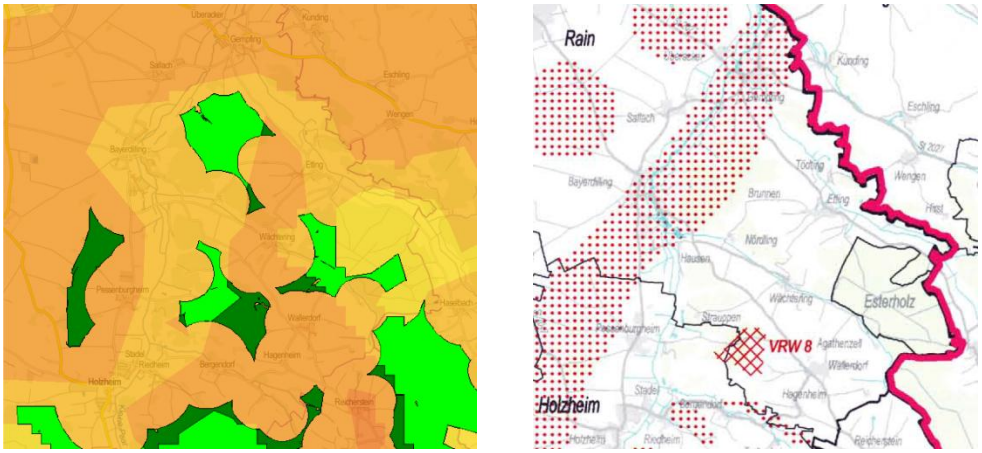


Abbildung 8-3: *Rain am Lech: Vergleich Windatlas Bayern (links), /STMWI-02 13/ mit dem Regionalplan Region Augsburg (rechts) /RPVA-01 06/*

Gebiet mit einer größeren Stadt in unmittelbarer Nähe (Beispiel Donauwörth):

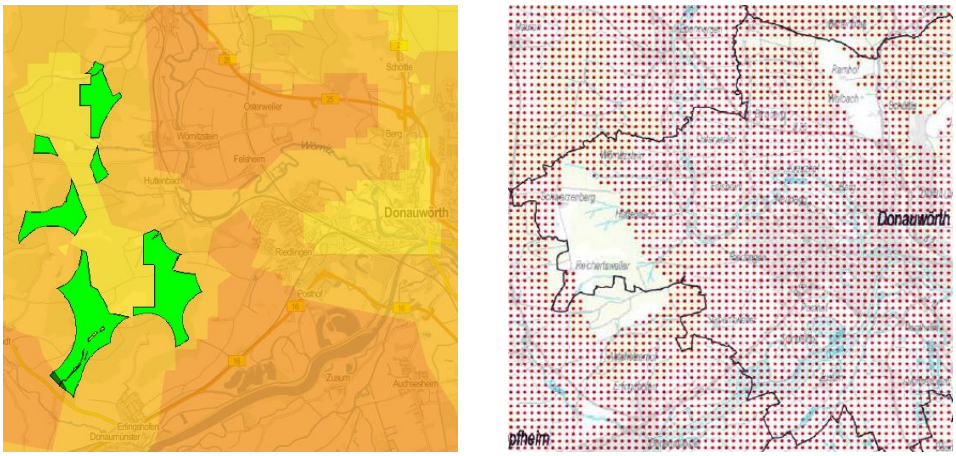


Abbildung 8-4: *Donauwörth: Vergleich Windatlas Bayern (links), /STMWI-02 13/ mit dem Regionalplan Region Augsburg (rechts), /RPVA-01 06/*

8.3.1 Ländlich geprägtes Gebiet mit kleinen Ansiedlungen

Die im Folgenden beschriebene methodische Vorgehensweise findet bei allen Beispielen Anwendung.

Wie in Abbildung 8-1 gezeigt, werden kleinere Anlagen wie PV-Aufdach-Anlagen und Biomasse-BHKW an das Niederspannungsnetz angebunden. Überschüssig eingespeister Strom wird auf Mittelspannung hochtransformiert (Rückspeisung) und zu den nächsten Ortschaften geleitet. Der Überschuss an Strom im Niederspannungsnetz stellt daher prinzipiell kein Problem dar. Werden aber sehr viele Kleinanlagen an das örtliche Niederspannungsnetz angeschlossen, kann es bei einer ungünstigen Verteilung dieser Anlagen in einzelnen Straßenzügen zu Engpässen kommen. Eine stellenweise hohe Dichte an PV-Anlagen ist in **Abbildung 8-5** am Beispiel von Garmisch-Partenkirchen dargestellt.

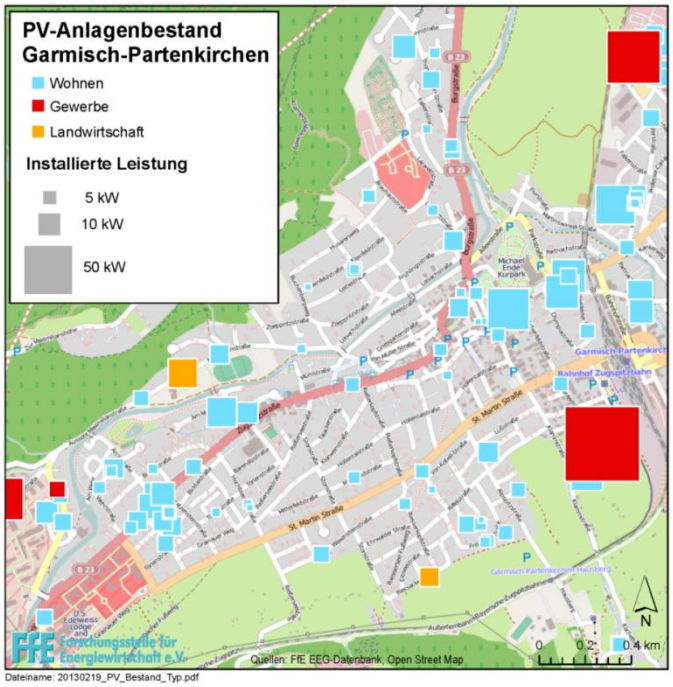


Abbildung 8-5: *Verteilung von Photovoltaikanlagen im Ortsnetzgebiet, /FFE-11 14/*

Um jedoch solche möglichen Engpässe auf Niederspannungsebene zu identifizieren, müsste eine komplexe Simulation der Netzlast erfolgen, die alle Komponenten und Leitungen großräumig abbildet. Im Rahmen dieses Projektes kann dies nicht durchgeführt werden. Daher wurde die Netzlast vereinfacht bilanziert, um grob abschätzen zu können, in welchen Regionen und zu welchen Zeiten es zu kritischen Situationen kommen kann. Diese vereinfachte Betrachtung kann jedoch nur eine Aussage für die Mittelspannungsebene geben.

In der Mittelspannungsebene, über die die einzelnen Ortschaften in der betrachteten Netzregion miteinander verbunden sind, kann es durch hochtransformierten Überschuss-Strom aus dem Verteilnetz (Niederspannung) und der zusätzlichen Einspeisung aus Wind- und Wasserkraft- sowie PV-Freiflächenanlagen zu Netzengpässen kommen, die im Folgenden betrachtet werden sollen.

Bestimmung der Verbraucherlast

Der Verbraucherlastgang wird durch den Stromverbrauch aus Wirtschaft und privaten Haushalten bestimmt.

Zur Berechnung des Lastganges für den Sektor private Haushalte werden charakteristische Smart Meter Datensätze (reale Verbräuche durch Messung) für Ein- und Mehrfamilienhäuser (EFH/MFH) als Grundlage hinterlegt. Über statistische Quellen, die im FfE-Regionenmodell /FFE-21 10/ weiterverarbeitet wurden, kann die Anzahl der einzelnen Gebäude in dem betrachteten Gebiet ermittelt werden. Um nun die Lastkurve zu bestimmen, wird der Verbrauch der einzelnen Gebäude auf die Gesamtzahl hochgerechnet und der dadurch erhaltene Stromverbrauch mit dem realen Verbrauchswert, der vom örtlichen Netzbetreiber zur Verfügung gestellt wurde, normiert.

Zur Bestimmung der Verbraucherlast im Sektor Wirtschaft werden die Lastgänge der DENA-Netzstudie /DENA-07 10/ entnommen. Das betrachtete Gebiet liegt demnach in der Netzregion 76. Der Verbraucherlastgang wird wiederum mit den vom Netzbetreiber gelieferten Daten normiert.

Die Summe aus den beiden erhobenen Lastgängen ergibt somit den gesamten Verbraucherlastgang in der Region. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass diese Last und ihre Charakteristik (Leistungsspitzen und -täler) auch in Zukunft gleich bleiben.

Bestimmung der Erzeugerlast

Die Erzeugerlast setzt sich aus dem Lastgang jedes einzelnen Stromerzeugers – von der kleinen Photovoltaik (PV)-Anlage (einige kW) über fossil betriebene BHKW bis hin zum Laufwasserkraftwerk (mehrere MW) – zusammen. Besonders die regenerativen Technologien PV- und Windkraftanlagen unterliegen dabei großen Schwankungen.

Über die installierte Leistung, welche aus der EEG-Datenbank /FFE-40 10/ entnommen werden kann, und den charakteristischen solaren Einstrahlungswerten (PV) /DWD-02 04/ sowie den Windgeschwindigkeiten /DWD-02 11/ kann die Erzeugerlastkurve für diese Technologien ermittelt werden. Über weitere statistische Quellen können die übrigen Erzeugungsanlagen (Wasserkraft, Biomasse, BHKW) erfasst und berechnet werden.

Die beiden resultierenden Lastkurven (Verbrauch und Erzeugung) für eine Juni- und Januarwoche sind in **Abbildung 8-6** dargestellt.

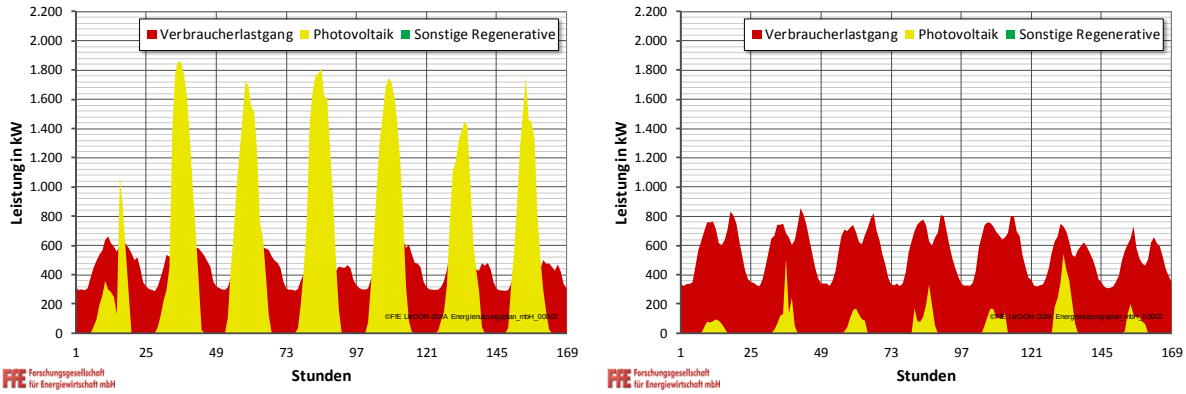


Abbildung 8-6: *Tagmersheim: Verbraucherlast und regenerative Stromerzeugung Juni/Januar, eigene Berechnungen*

Bestimmung der Residuallast

Durch die Kombination aus beiden Lastgängen kann die resultierende Residuallast bestimmt werden (vgl. **Abbildung 8-7** und **Abbildung 8-8**), die auf alle vorhandenen Zuleitungen der Region aufgeteilt wird. Negative Werte bedeuten, dass ein Überschuss an elektrischer Energie erzeugt und in das Stromnetz eingespeist wird. Die rote Linie stellt das Maximum der Verbraucherlast (ca. 1 GW) und damit den Richtwert für die Stärke der Mittelspannungsebene in der betrachteten Region dar. Es ist zu erkennen, dass dieser Wert durch die Stromerzeugung aus PV-Anlagen bereits heute in einigen Fällen überschritten wird, dann kommt es zur Rückspeisung in die nächsthöhere Ebene.

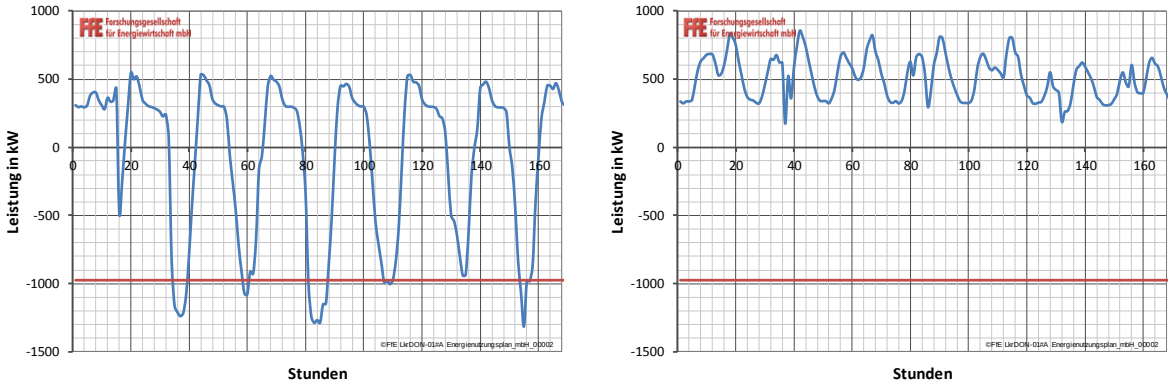


Abbildung 8-7: *Tagmersheim: Wochenvergleich Juni/Januar, eigene Berechnungen*

Der Wochenvergleich zeigt eine klare Sommer- und eine bewölkte Winterwoche mit den hohen solaren Erträgen im Juni und der sehr geringen Ausbeute im Januar. Die Gesamterträge aus Photovoltaik sind in den Sommermonaten sehr hoch, was zu einer häufigen Belastung der Netze führt. Die größten Leistungsspitzen aus den PV-Anlagen sind dagegen an kalten, klaren Tagen im Februar und März zu erwarten. Die berechnete maximale negative Lastspitze tritt im März mit -1.500 kW auf.

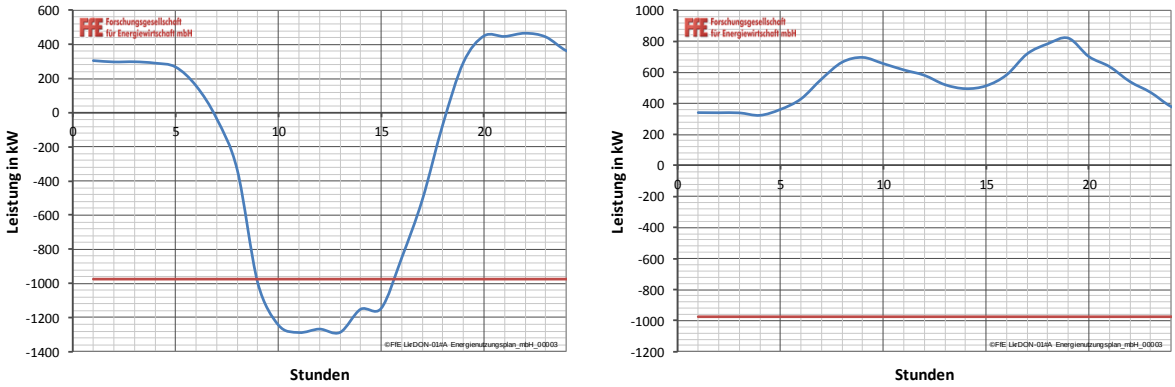


Abbildung 8-8: *Tagmersheim: Tagesvergleich Juni/Januar, eigene Berechnungen*

Aus dem Tagesverlauf kann sehr schön die Einstrahlung der Sonne abgelesen werden (**Abbildung 8-8**, linkes Diagramm). Die Photovoltaikanlagen in den beiden Gemeinden produzieren deutlich mehr Strom als in dem Gemeindegebiet verbraucht wird. Hier müssen u. U. in Zukunft einzelne Netzkomponenten verstärkt werden.

Veränderung der Lastkurve durch eine Erhöhung der PV-Leistung

Für die folgende Betrachtung wird davon ausgegangen, dass sich die installierte PV-Leistung bis zum Jahr 2020 um 64 % erhöhen wird. Alle weiteren Einflussfaktoren (Stromverbrauch, Stromerzeugung aus Biomasse) bleiben unverändert, da dies eine gesonderte und vertiefte Analyse erfordert, die im Rahmen dieses Projektes nicht durchgeführt werden kann. Das PV-Ausbauszenario basiert einerseits auf dem maximalen Potenzial, das für Aufdachanlagen in der betrachteten Region besteht und andererseits auf dem historischen Zubau an PV-Anlagen in dieser Region. Mit Kenntnis dieser Daten wird der weitere Ausbau mittels einer Sigmoid-Kurve modelliert. Aus dieser Wachstumskurve kann für ein beliebiges zukünftiges Jahr der PV-Bestand abgelesen werden /FFE-84 12/, /FFE-21 10/, /FFE-40 10/. Nach selbiger Vorgehensweise wurde auch die Erzeugerlast durch PV in den Kapiteln 0 und 0 bestimmt.

Für die Beispielregion 1 ergibt sich die in **Abbildung 8-9** dargestellte Lastkurve.

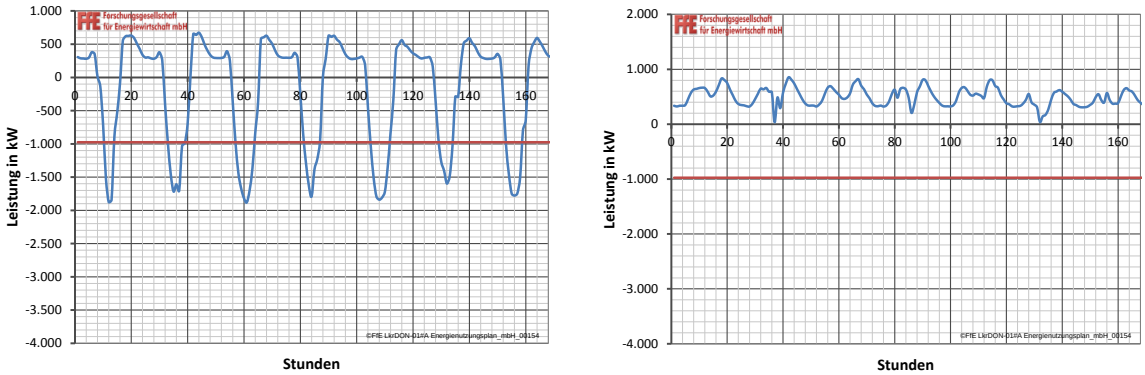


Abbildung 8-9: *Tagmersheim: Wochen-Lastkurve mit 64 % höherer PV-Leistung (Vergleich Woche Oktober / Januar) , eigene Berechnungen*

Wie zu erwarten ist, steigen die Anforderungen an das Netz durch die höhere Leistung. Allerdings liegt das Maximum nicht um 64 % sondern sogar um 98 % (1.065 kW) über der aktuellen Lastspitze. Da die Verbraucherlast in einer ländlichen Region aufgrund geringer Einwohnerzahlen und des meist geringen Industrieanteils eher niedrig liegt, sind die elektrischen Netze auch nur für geringere Lasten ausgelegt. Das führt dazu, dass dort die Belastung der Netze bei hoher Einspeisung aus erneuerbaren Energien deutlich höher ist als in urbaneren Regionen mit höheren Verbraucherlasten und dementsprechend dimensionierten Stromnetz. Folglich kann eine gezielte Verstärkung des Stromnetzes notwendig sein. Sollte das Netz in diesem Gebiet bereits ertüchtigt worden sein, verschiebt sich die Belastungsgrenze (rote Linie) dementsprechend.

Veränderung der Lastkurve durch eine Erhöhung der PV- und Windleistung

Für den Zubau im Bereich Windkraft wurden vier Anlagen mit jeweils 3 MW Leistung angesetzt. Es soll durch diese Annahme v. a. gezeigt werden, dass möglicherweise das N-1-Kriterium (bzw. N-Minus-Eins-Kriterium) bei den Mittelspannungsleitungen in dieser sehr ländlichen Region nach einem starken Zubau von Windkraftanlagen nicht mehr eingehalten werden könnte. Dieses Kriterium wird in der elektrischen Energietechnik angewendet, um bei einem Ausfall einer Netzkomponente (Freileitung, Umspannwerk etc.) den Gesamtbetrieb des Stromnetzes zu gewährleisten. **Abbildung 8-10**, Seite 92, zeigt, dass der Einfluss der PV auf das Netz bei zusätzlicher Stromeinspeisung durch

Windkraft keine wesentliche Rolle mehr spielt. Unabhängig von der Jahreszeit kommt es häufig zu starken Lastüberdeckungen, d. h. die erzeugte Menge an Strom ist höher als die verbrauchte.

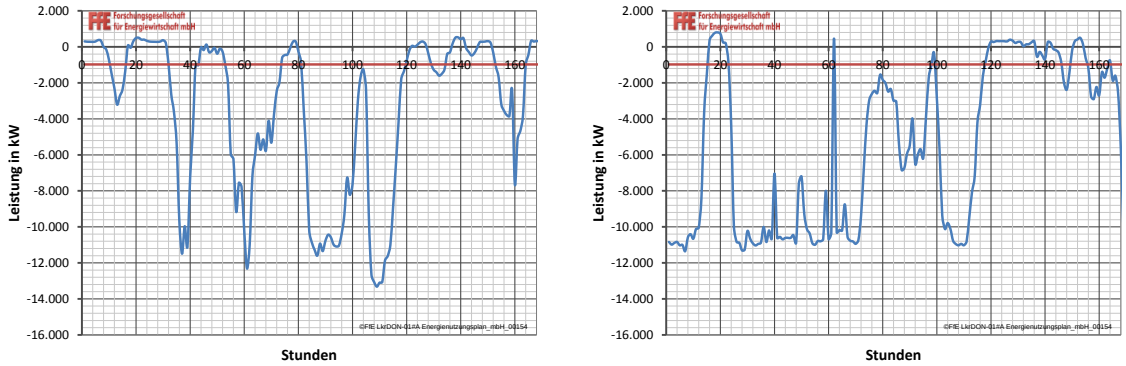


Abbildung 8-10: *Tagmersheim: Wochen-Lastkurve mit zusätzlicher Wind-Leistung von 12 MW (Vergleich Woche Oktober/Januar) , eigene Berechnungen*

8.3.2 Ländlich geprägtes Gebiet mit einer größeren Ansiedlung

Betrachtet wird die Region um Rain am Lech. In den folgenden Diagrammen ist zu erkennen, dass die regenerative Energieerzeugung, insbesondere aus der Wasserkraft, sehr hoch ist, wodurch der Einfluss der PV und, wie später abgebildet, der Windkraft auf die Residuallast wesentlich geringer ausfällt, im Vergleich zur ersten Beispielregion.

Bestimmung der Residuallast

Die Verbraucher- und Erzeugerlastkurve ist in **Abbildung 8-11** abgebildet. Eine Besonderheit ist der sehr hohe Anteil an Strom aus den Wasserkraft- und Biomasseanlagen (blau), wovon zwei Drittel auf Wasserkraft und ein Drittel auf Biomasse entfallen. Diese Anlagen liefern aufgrund ihres konstanten Betriebs das ganze Jahr hinweg einen relativ gleichbleibenden Beitrag zur Strombereitstellung.

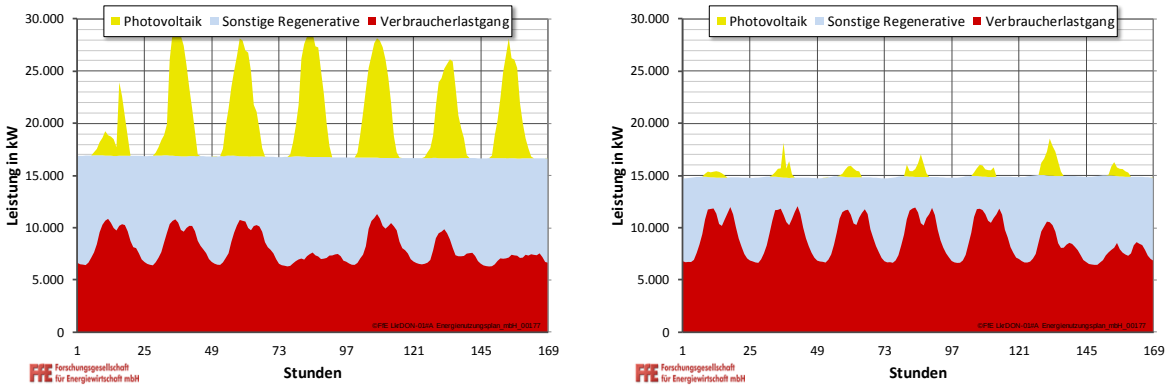


Abbildung 8-11: *Rain: Verbraucherlast und regenerative Stromerzeugung Juni/Januar, eigene Berechnungen*

Für die resultierende Residuallast ergeben sich **Abbildung 8-12** und **Abbildung 8-13**, Seite 93. Negative Werte bedeuten dabei, dass ein Überschuss an elektrischer Energie erzeugt und in das Stromnetz eingespeist wird. Die rote Linie stellt das Maximum der Verbraucherlast (ca. 12,5 GW). Es ist zu erkennen, dass dieser Wert durch die Stromerzeugung aus PV-Anlagen und den Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK)

und den Wasserkraftanlagen bereits deutlich überschritten wird, sodass folglich bereits häufig Strom von der Mittelspannungs- in die Hochspannungsebene zurückgespeist wird.

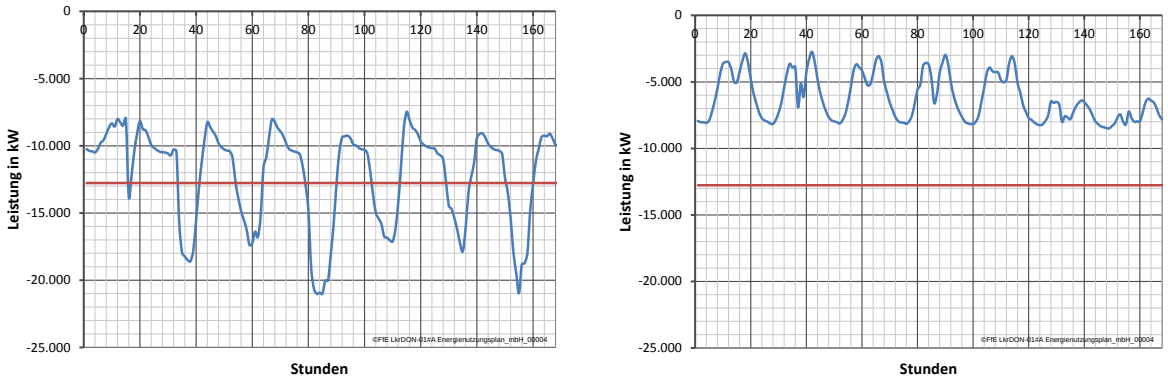


Abbildung 8-12: *Rain: Wochenvergleich Juni/Januar, eigene Berechnungen*

Im Wochenvergleich ist wiederum der zu erwartende höhere Ertrag im Sommer (Juni, linkes Diagramm) ersichtlich.

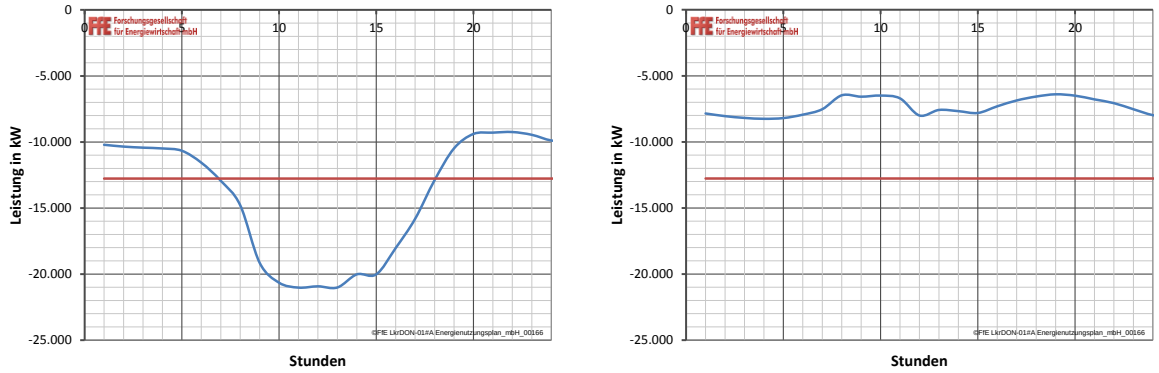


Abbildung 8-13: *Rain: Tagesvergleich Juni/Januar, eigene Berechnungen*

Aus dem Tagesverlauf kann auch in diesem Beispielgebiet die Einstrahlung der Sonne abgelesen (linkes Diagramm) werden.

Auf dem Gebiet der Gemeinde Rain am Lech sind mehrere Laufwasserkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von über 20 MW installiert. Aus diesem Grund ist das Stromnetz dort bereits sehr gut ausgebaut. Es stehen beispielsweise auf dem Gemeindegebiet Rain und Holzheim vier Übergabestationen an das 110 kV-Netz zur Verfügung. Ein Ausbau der Netze ist demnach aller Voraussicht nach in dieser Gegend nicht erforderlich.

Veränderung der Lastkurve durch eine Erhöhung der PV-Leistung

In Beispielregion 2 wird ein Ausbau der installierten PV-Leistung um 66 % unterstellt. Dadurch ergibt sich die Lastkurve aus **Abbildung 8-14**, Seite 94.

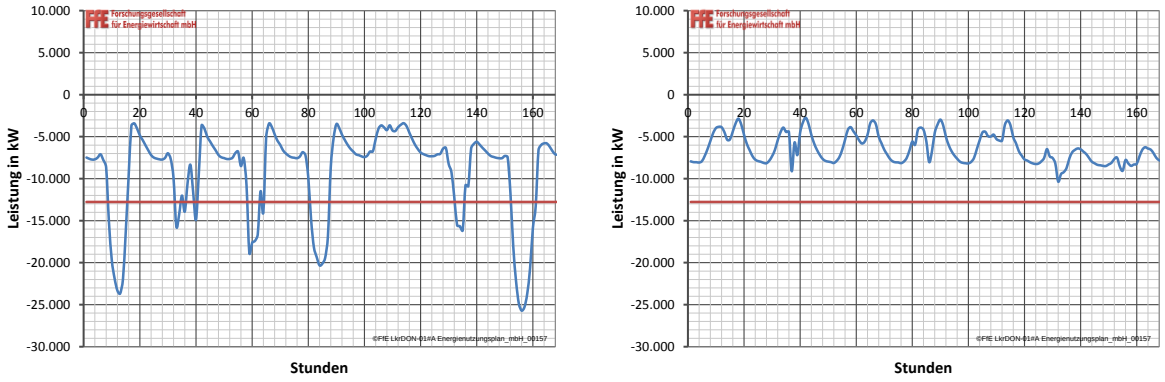


Abbildung 8-14: *Rain: Wochen-Lastkurve mit 66 % höherer PV-Leistung (Vergleich Woche Oktober/Januar), eigene Berechnungen*

In der ländlich geprägten Region mit größeren Ansiedlungen liegt das Maximum nach dem Zubau um 39 % (8.712 kW) über der aktuellen Lastspitze. Diese erhöhten Spitzen sollten für das Netz kein Problem darstellen, da dieses aufgrund der starken Einspeisung aus Wasserkraft für hohe Lasten dimensioniert sein dürfte.

Veränderung der Lastkurve durch eine Erhöhung der PV- und Windleistung
Für den Zubau im Bereich Windkraft wurden sechs Anlagen mit jeweils 3 MW Leistung angesetzt. **Abbildung 8-15** zeigt, dass der Einfluss von der Windkraft auf das Netz gegenüber der Photovoltaik nicht mehr so groß ist wie in der Region um Tagmersheim. Trotzdem erhöht sich die Lastspitze durch den Zubau der Windkraftanlagen nochmal zusätzlich um 80 % gegenüber dem ausschließlichen Zubau von PV-Anlagen. Folglich sollte dann auch in dieser Region die Netzstabilität überprüft und sichergestellt werden, was durch den Übertragungsnetzbetreiber geschieht.

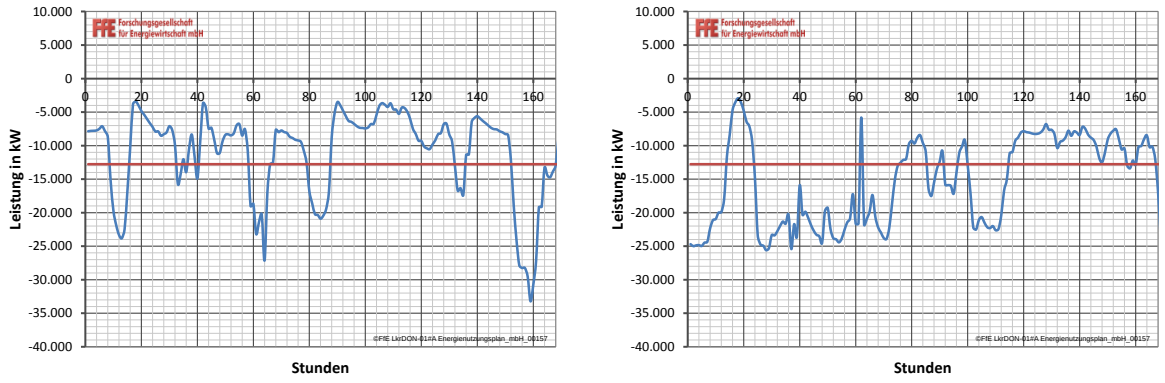


Abbildung 8-15: *Rain: Wochen-Lastkurve mit zusätzlicher Wind-Leistung von 18 MW (Vergleich Woche Oktober/Januar), eigene Berechnungen*

8.3.3 Gebiet mit einer größeren Stadt in unmittelbarer Nähe

Durch die weiter steigende Einwohnerzahl (Donauwörth ca. 18.000 EW, Rain ca. 8.600 EW, Rögling und Tagmersheim ca. 1.700 EW) nimmt die Bedeutung der regenerativen Stromerzeugung in der Region um Donauwörth nochmals deutlich ab. In den folgenden Diagrammen ist der Einfluss der erneuerbaren Energien kaum noch zu erkennen.

Die Verbraucher- und Erzeugerlastkurve für Donauwörth ist in **Abbildung 8-16** abgebildet.

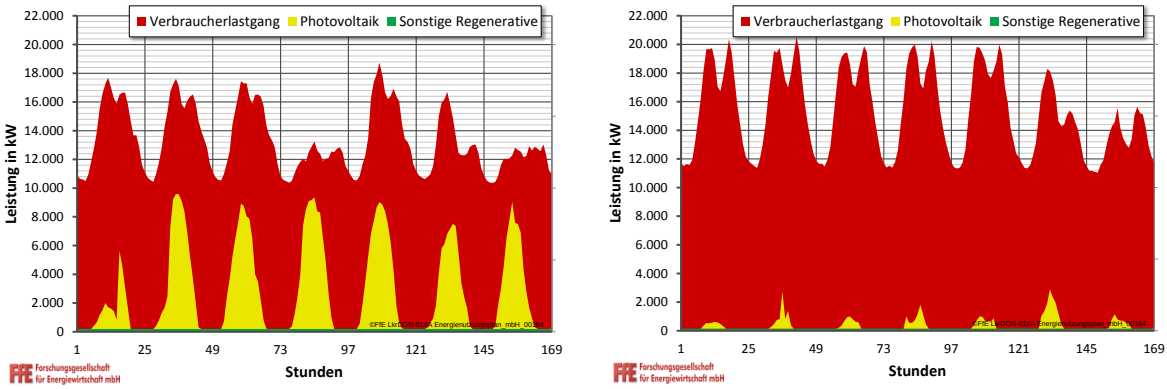


Abbildung 8-16: *Donauwörth: Verbraucherlast und regenerative Stromerzeugung Juni/Januar, eigene Berechnungen*

Bestimmung der Residuallast

Für die resultierende Residuallast ergeben sich **Abbildung 8-17** und **Abbildung 8-18.** Negative Werte bedeuten dabei, dass ein Überschuss an elektrischer Energie erzeugt und in das Stromnetz eingespeist wird. Die rote Linie stellt das Maximum der Verbraucherlast (ca. 22 MW) und in diesem Fall den Richtwert für die Stärke der untersten Netzebene in der betrachteten Region dar. Nur am vierten und siebten Tag (im Sommer) kann die hohe solare Einstrahlung noch einen nennenswerten Einfluss auf den Gesamtlastgang ausüben. An den übrigen Tagen ist die erzielbare Leistung aus den PV-Anlagen zu gering.

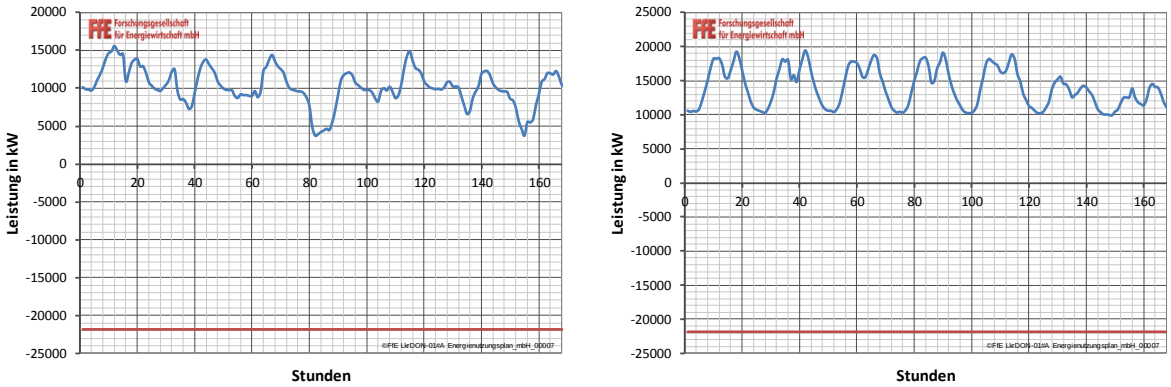


Abbildung 8-17: *Donauwörth: Wochenvergleich Juni /Januar, eigene Berechnungen*

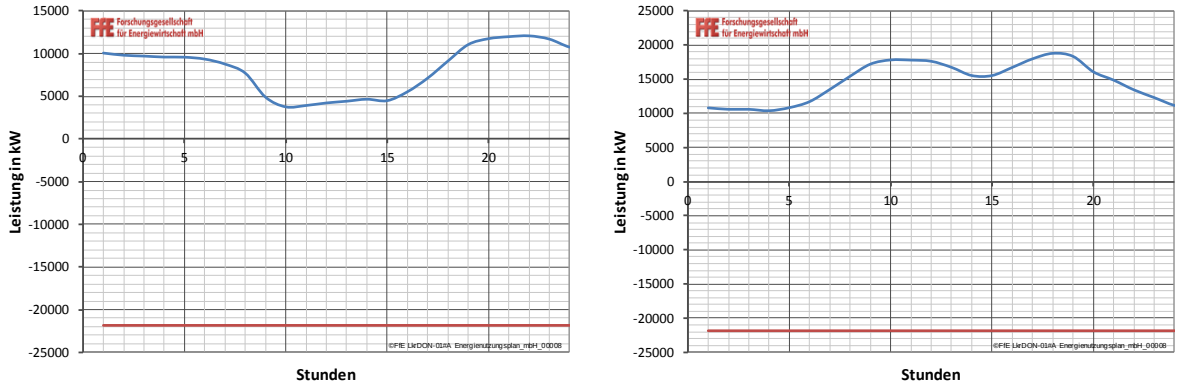


Abbildung 8-18: *Donnauwörth: Tagesvergleich Juni / Januar, eigene Berechnungen*

Die Stadt Donauwörth mit ihrem Leistungs- und Energiebedarf muss über gut ausgebaute Netze versorgt werden. So dürfte im Normalfall ein Ausbau der regenerativen Energieträger das Netz nur punktuell vor Probleme stellen. Hierzu kann auf Grund der Datenlage keine detailliertere Aussage getroffen werden.

Veränderung der Lastkurve durch eine Erhöhung der PV-Leistung

In Beispielregion 3 wird ein Ausbau der installierten PV-Leistung um 93 % unterstellt. Dadurch ergibt sich die Lastkurve aus **Abbildung 8-19**. Es ist zu sehen, dass zwar zeitweise ein Überschuss an Strom (linkes Diagramm) vorhanden ist, aber die aktuelle Verbraucherlastspitze selbst durch den starken PV-Ausbau nicht überschritten wird und somit keine Probleme in der Mittelspannungsebene auftreten dürften.

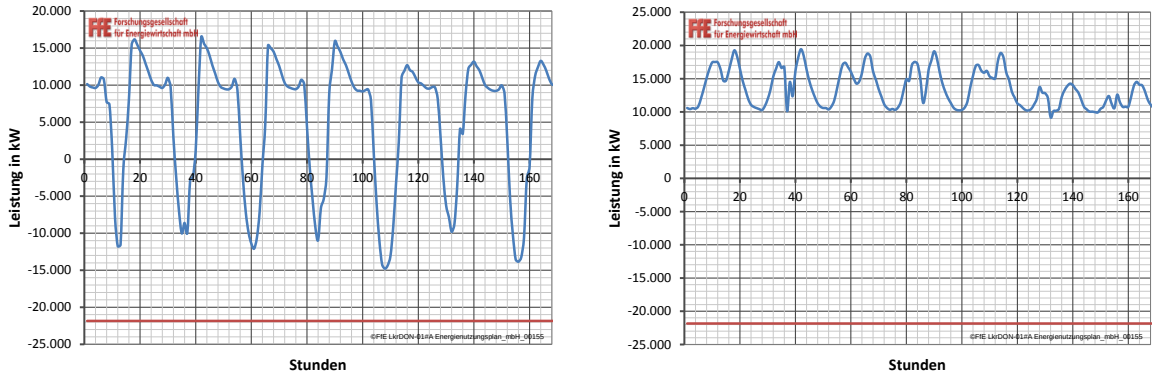


Abbildung 8-19: *Donauwörth: Wochen-Lastkurve mit 93 % höherer PV-Leistung (Vergleich Woche Oktober / Januar) , eigene Berechnungen*

Veränderung der Lastkurve durch eine Erhöhung der PV- und Windleistung

Werden zusätzlich zur Erweiterung der Photovoltaik noch sieben Windkraftanlagen mit je 3 MW Leistung zugebaut, kommt es in windstarken Zeiten zu einer sehr hohen Lastüberdeckung (**Abbildung 8-20**, linkes Diagramm), die soweit führt, dass die derzeitige Lastspitze um 18 % (4.017 kW) leicht überschritten wird.

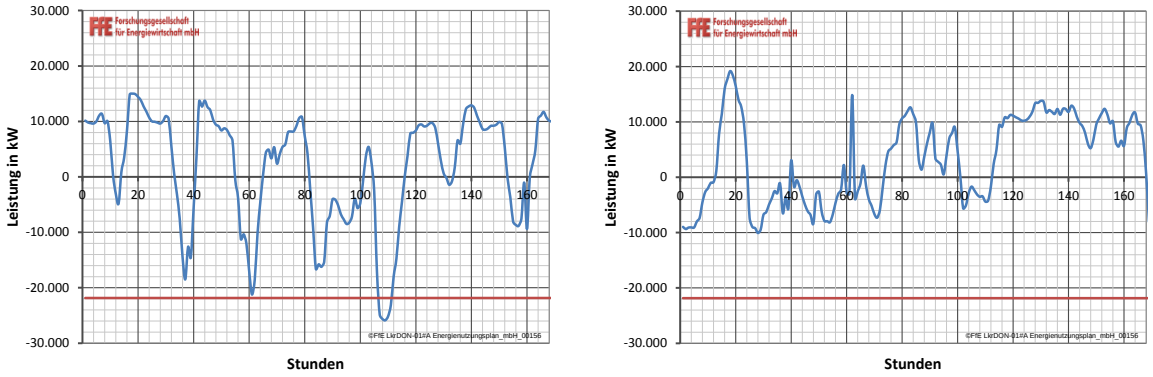


Abbildung 8-20: *Donauwörth: Wochen-Lastkurve mit zusätzlicher Wind-Leistung von 21 MW (Vergleich Woche Oktober/Januar) , eigene Berechnungen*

8.4 Zusammenfassung der Netzbetrachtung

Drei charakteristische Regionen des Landkreises Donau-Ries wurden untersucht, um die Auswirkungen des Zubaus erneuerbarer Energien auf das Stromnetz zu ermitteln. Der Fokus dieser vereinfachten Betrachtung lag auf der Mittelspannungsebene, da eine Aussage über das Niederspannungsnetz nur mit erheblichem Aufwand möglich wäre.

Es hat sich gezeigt, dass in der ländlichen Region um Tagmersheim die Netzlast in der Mittelspannungsebene häufig deutlich über der Verbraucherlastspitze liegt und ein starker Ausbau der Photovoltaik die derzeitige Netzbelastung noch verschärfen würde. Gleiches gilt für den Zubau von Windkraftanlagen. In diesem Fall wäre die Netzbelastung noch deutlich ausgeprägter und würde kontinuierlich über das Jahr hinweg auftreten. Folglich könnten sowohl der Ausbau der Photovoltaik als auch der Windkraft eine Verstärkung bzw. einen Ausbau des Netzes nötig machen, sofern Optimierungsmaßnahmen nicht ausreichend sind.

In der ländlichen Region mit größeren Ansiedlungen (Rain am Lech) wären die Auswirkungen geringer, da die starke Einspeisung aus Wasserkraft und Biomasse-KWK bereits heute dominiert. Für einen reinen PV-Ausbau sind die Kapazitäten des Netzes ausreichend. Sobald jedoch mehrere Windkraftanlagen zugebaut werden würden, käme es vor allem in windstarken Zeiten zu einer deutlichen Mehrbelastung des Netzes.

Aufgrund der hohen Verbraucherlast in der Stadt Donauwörth mit seinen umliegenden Gebieten stellt ein starker Ausbau der PV in dieser Region keine Probleme für das vorhandene Stromnetz dar. Erst bei einem Zubau von mehreren Windkraftanlagen (hier: 7 Anlagen mit je 3 MW) würde zeitweise eine bemerkenswerte Mehrbelastung des Netzes auftreten.

Neben der Betrachtung der zunehmenden Erzeugerlast sollte auch berücksichtigt werden, dass in Zukunft die Verbraucherlast, beispielsweise durch die verstärkte Installation von Wärmepumpen oder Ladestationen für Elektrofahrzeuge, möglicherweise zunimmt, sodass sich eine erhöhte Erzeugung und Verbrauch entweder zeitweise kompensieren oder eine höhere Belastung auf Seiten der Verbraucher auftritt.

Für alle Betrachtungen gilt, dass es sich um stark vereinfachte Ansätze und Abschätzungen handelt, um erste Hinweise auf mögliche kritische Situationen im regionalen

Stromnetz zu erhalten. Die Betrachtungen erlauben zudem keinen unmittelbaren Rückschluss von den beispielhaft ausgewählten Regionen auf ähnlich strukturierte Netzregionen. Es handelt sich um Einzelfallbetrachtungen, die in jedem Fall einer Prüfung durch den Netzbetreiber bedürfen. Die Netzlasten werden grundsätzlich von den Netzbetreibern in regelmäßigen Abständen kontrolliert, um die Versorgungssicherheit stets zu gewährleisten.

Der Weg zur Umsetzung des Energienutzungsplans

Nach der Betrachtung des Energieverbrauchs im Landkreis sowie der noch vorhandenen Potenziale, sollen nun die weiteren Schritte zu einer gelungenen Umsetzung des ENPs angesprochen werden. Um eine breite Zustimmung für die Inhalte des ENPs zu erlangen wurden die Netzwerkpartner des Landkreises aus dem Energiebereich eingebunden. Dies geschah über die Mithilfe bei der Datenbeschaffung und einen Workshop. Im Rahmen des Workshops wurden Maßnahmen erarbeitet, die anschließend zusammen mit der Stabsstelle Kreisentwicklung ergänzt und weiter abgesprochen wurden.

9 Akteursbeteiligung am Energienutzungsplan

Der ENP soll dabei helfen, Möglichkeiten zur effizienteren Energienutzung und den sinnvollen Einsatz erneuerbarer Energien im Landkreis aufzuzeigen. Der Landkreis kann hierbei eine Vorbildfunktion einnehmen, indem er seine Gebäude und Infrastruktur energieeffizient gestaltet oder etwa durch Organisation von öffentlichen Informationsveranstaltungen zu energierelevanten Themen sowie mit Beratungsangeboten zur Umsetzung des ENPs beiträgt. Außerdem kann der Landkreis als Motor und Organisator fungieren. Der Großteil der Umsetzung muss aber durch die Bürger sowie die ansässigen Unternehmen erfolgen. Dazu gehören bspw. die Sanierung der Wohngebäude, die Installation effizienter und nachhaltiger Wärmeerzeugungssysteme oder ein bewussterer Umgang mit Energie. Des Weiteren sollten Unternehmen sowohl Prozessenergie als auch Energie für Querschnittstechnologien (gesamte Energieinfrastruktur wie z.B. Beleuchtung oder Lüftung) hocheffizient einsetzen. Aus diesem Grund ist es wichtig, bei der Entwicklung von Maßnahmen Bürger und Unternehmer sowie weitere relevante Akteure so stark wie möglich einzubinden.

Dies geschah im Rahmen eines Workshops, der im Anschluss an die Präsentation der Zwischenergebnisse des ENPs am 28.01.2014 in Donauwörth stattfand. Dazu waren die Partner der Energieallianz sowie weitere relevante Akteure und Gemeindevertreter eingeladen. Der Vortrag zeigte neben dem derzeitigen energetischen Ist-Zustand im Landkreis die Potenziale bzgl. Energieeinsparung und Energieeffizienz sowie des Einsatzes erneuerbarer Energien auf. Diese beiden Themenblöcke waren gleichzeitig auch die Grundlage zur Bildung von zwei großen Gruppen, in denen die beiden Themen zunächst ausführlich diskutiert wurden. Zunächst galt es hierbei herauszufinden, wie die Stimmung bzw. Meinung der Teilnehmer bzgl. oben genannter Themen aktuell ist und was nach ihrer Meinung aktuell gut oder weniger gut im Landkreis organisiert ist.

Abbildung 9-1: *Begrüßung der Workshop-Teilnehmer durch den Landrat (links) und Vorstellung der Zwischenergebnisse (rechts)*

Abbildung 9-2: *Workshop-Gruppen „Energieeinsparung und –effizienz" (links) und „Ausbau erneuerbarer Energien" (rechts)*

In der Gruppe „Energieeinsparung und -effizienz" gehörten folgende Aspekte zu den Hauptdiskussionspunkten:

- der Energieverbrauch in Gewerbe- und Handwerksbetrieben
- die Vernetzung von Betrieben im Industriesektor zur Energieeffizienzsteigerung
- die Umsetzung kleinerer Maßnahmen im Privathaushalt (Pumpen, Kühlschrank, Beleuchtung) mit dazugehörigen Fördermöglichkeiten
- Beratungsangebote für Haushalte hinsichtlich Sanierung

Die zweite Gruppe „Ausbau erneuerbarer Energien" diskutierte besonders über folgende Punkte:

- Steigerung des PV-Ausbaus mit zunehmendem Eigenverbrauch
- Eigenständige und flexible Stromversorgung für den Landkreis mittels eines virtuellen Kraftwerks

In einer zweiten Runde wurden die beiden großen Gruppen nochmals unterteilt. Kleingruppen aus 2 bis 4 Personen konkretisierten die vorherigen Diskussionspunkte der ersten Runde in Form von Maßnahmen, für die je ein Steckbrief erarbeitet wurde. Darin waren folgende Punkte darzulegen:

- Wie sieht das Projekt/ die Maßnahme aus? Was ist das Ziel?

- Welche Kosten (erste Abschätzung) müssen dafür eingeplant werden?
- Wer sind die verantwortlichen Akteure und die unterstützenden Partner?

Abschließend wurde jeder Steckbrief von einem Gruppenteilnehmer dem gesamten Publikum vorgetragen.

Abbildung 9-3: *Kleingruppe bei der Erstellung eines Maßnahmensteckbriefs (links) und abschließende Vorstellung des Steckbriefs (rechts)*

Eine Tabelle mit allen Maßnahmen, die im Rahmen des Workshops erarbeitet wurden befindet sich in **Anhang 15**.

10 Maßnahmen im Landkreis Donau-Ries

Der ENP stellt nur den ersten Schritt von Vielen dar, die Energieversorgung im Landkreis umzustrukturieren. Dementsprechend sollen im Anschluss direkt weitere Maßnahmen ergriffen werden. Dazu wurden die Maßnahmenideen aus dem Workshop in Zusammenarbeit mit der Stabsstelle Kreisentwicklung des Landkreises Donau-Ries diskutiert und ergänzt um hieraus einen umfangreichen Maßnahmenkatalog zu erhalten. Zusätzlich wurde eine fachliche Einschätzung der FfE abgegeben und damit eine Priorisierung der Maßnahmen vorgenommen. Damit hat der Landkreis direkt die Möglichkeit die nächsten Maßnahmen anzugehen und umzusetzen.

10.1 Maßnahmenübersicht

Insgesamt wurden 33 Einzelmaßnahmen ermittelt. Thematisch zusammengehörige Maßnahmen wurden zu einem Maßnahmenpaket zusammengefasst (vgl. **Tabelle 10-1**). Die Punktanzahl zu Maßnahmenpaketen bildet daher die durchschnittliche Punktzahl der Einzelmaßnahmen ab. Eine ausführliche Darstellung und Kurzbeschreibung aller Einzelmaßnahmen, inklusive fachlicher Einschätzung der Kosten und Wirkung sowie einer dementsprechenden Priorisierung findet sich in **Anhang 16**. Zusätzlich wird in **Anhang 18** auf rechtliche Rahmenbedingungen, Richtlinien und Förderungen zu den Maßnahmen (wenn vorhanden) hingewiesen. In **Anhang 20** finden sich ausführliche Informationen zu aktuellen Förderprogrammen im Allgemeinen.

Tabelle 10-1: *Zusammenfassung der Maßnahmen des Energienutzungsplans, eigene Darstellung, ausführliche Tabelle in Anhang 16*

Maßnahmen / Maßnahmenpakete	Fachliche Gesamtbewertung
Weiterführung erfolgreicher Projekte (7 Einzelprojekte*)	10,3
Informations-Kampagne "Energie sparen" über 3 Jahre (8 Einzelmaßnahmen*)	8,0
Etablierung eines Netzwerks für Gewerbe und Industrie (3 Einzelmaßnahmen*)	9,7
Ausbau der Vorbildfunktion des Landkreises bzw. der kreiseigenen Liegenschaften (5 Einzelmaßnahmen*)	7,8
Darstellung des Landkreises Donau-Ries als "Biogas-Region"	7,0
Gründung einer Energiegenossenschaft	9,3
Einrichtung eines Virtuellen Kraftwerks	7,5
Nutzung von Bewegungs- und Schwingungsenergie	5,5
Errichtung eines Landkreis-Windrads	7,5
Einführung eines Klima-Sparbuchs für den Landkreis Donau-Ries	8,5
Erstellung eines Solardachkatasters	9,5
Photovoltaik - 1000-Dächer-Projekt (Hausspeicher)	9,0
Übernahme der Ergebnisdaten des ENP in das Landkreis-GIS	11,0
Einstellung eines Klimaschutzmanagers	10,0

**Durchschnittspunktezahl aus den Einzelmaßnahmen*

Für die Bewertung wurden drei Kriterien ausgewählt und mit folgenden Faktoren in die Bewertung einbezogen:

- Sachkosten für den Landkreis: 0,25
- Personalkosten für den Landkreis: 0,25
- Fachliche Bewertung (Wirksamkeit der Maßnahme): 0,5

In jedem Kriterium konnten Punkte von 1 bis 6 erzielt werden. Bei den Kosten waren 6 Punkte (günstig, wenig Aufwand) das Beste und 1 Punkt (sehr teuer, hoher Aufwand) das schlechteste Ergebnis. Im Fall der fachlichen Bewertung wurde 1 Punkt gewertet als geringer Beitrag bzw. Wirkung und 6 Punkte als sehr hoher Beitrag (hohe Wirkung). Die Punkte für Kosten und fachliche Bewertung wurden aufsummiert. Maximal konnten 12 Punkte erreicht werden.

10.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung zu ausgewählten Maßnahmen

Nachfolgend werden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu ausgewählten Maßnahmen durchgeführt. Die Auswahl erfolgte in Absprache mit der Stabsstelle Kreisentwicklung und unter Berücksichtigung der vorhandenen Basisdaten.

10.2.1 Lernende Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN)

In einem Lernenden Energieeffizienz-Netzwerken, kurz LEEN, setzen sich industrielle Unternehmen das Ziel, gemeinsam mit anderen Unternehmen den Energieverbrauch, die Energiekosten und gleichzeitig die CO_2-Emissionen nachhaltig zu reduzieren. In den wissenschaftlich begleiteten und vom Bundesumweltministerium geförderten „30 Pilot-Netzwerken“ konnte gezeigt werden, dass in der Industrie erhebliches Potenzial zur

Steigerung der Energieeffizienz vorhanden ist. An dem Projekt nahmen rund 360 Unternehmen in insgesamt 30 Lernenden Energieeffizienz-Netzwerken teil.

Die **Abbildung 10-1** zeigt, dass die teilnehmenden Betriebe mit durchschnittlich 10 % Energieeinsparung über die gesamte Laufzeit des jeweiligen Netzwerks überdurchschnittlich viel zur Energiekostensenkung und zur CO_2-Minderung beitragen. Damit erreichen sie im Mittel eine mehr als doppelt so hohe Steigerung ihrer Energieeffizienz gegenüber dem Durchschnitt der Industrie. Neben der Energieeinsparung hat die Netzwerkteilnahme aber auch monetäre Anreize. Mit einer statischen Amortisationszeit von durchschnittlich 3,2 Jahren ließen sich die Investitionskosten relativ kurzfristig durch Energiekosteneinsparungen kompensieren. Zudem waren die Maßnahmen mit einer internen Verzinsung von durchschnittlich 31 % sehr wirtschaftlich.

Auswertung der Initialberatungsberichte aus den 30 Pilotnetzwerken in Deutschland*		
Ausgewertete Initialberatungsberichte	Anzahl	323
Monetär bewertete Maßnahmen	Anzahl	5.650
• davon wirtschaftlich (rentabel: > 12 % interne Verzinsung)	Anzahl	3.150
• Ø interne Verzinsung der wirtschaftlichen Maßnahmen (i >12 %)	%	31
• Ø statische Amortisationszeit der wirtschaftlichen Maßnahmen	Jahre	3,2
• Ø Energieeinsparung pro Betrieb bei Realisierung aller rentablen Maßnahmen (i >12 %)	MWh/a	2.780
• Ø CO_2-Minderung pro Betrieb bei Realisierung aller rentablen Maßnahmen	t/a	960
• Ø Gesamtinvestition für rentable Maßnahmen pro Betrieb	€	579.000
• Ø vermeidbare jährliche Energiekosten pro Betrieb (durch rentable Maßnahmen)	€/a	179.000

*Stand: Auswertung von 29 der 30 Netzwerke

Abbildung 10-1: *Auswertung der Initialberatungsberichte aus den 30 Pilotnetzwerken in Deutschland, Fraunhofer ISI*

Des Weiteren wurde auch eine Vielzahl an qualitativ bewerteten Maßnahmen, deren resultierende Energieeinsparungen nur schwer quantifiziert werden können, erarbeitet. Diese stammen häufig aus dem organisatorischen Bereich oder fallen in die Kategorie *Vermeidung unnötigen Verbrauchs*. Dazu gehört beispielsweise das Vermeiden von Standby-Verlusten o. ä., was oft nicht unerhebliche Energieeinsparungen nach sich zieht. Viele Maßnahmen lassen sich auch mit nicht- oder geringinvestivem Aufwand durchführen, wie z. B. die regelungstechnische Optimierung von Anlagen.

Die Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft (FfE) begleitete im Rahmen des geförderten Projektes insgesamt drei Lernende Energieeffizienz-Netzwerke.

Das Netzwerk „LEEN München-Oberbayern“ konnte mit einer erheblichen Effizienzsteigerung abgeschlossen werden (vgl. **Abbildung 10-2**). Die Unternehmen konnten im Durchschnitt ihren Energieverbrauch um 8,9 % und ihre CO_2-Emissionen um 10 % reduzieren. Absolut konnten etwa 60 Gigawattstunden an Energie und 30.0000 Tonnen an CO_2 eingespart werden. Zudem reduzierten sich die Energiekosten um 5,2 Mio. €.

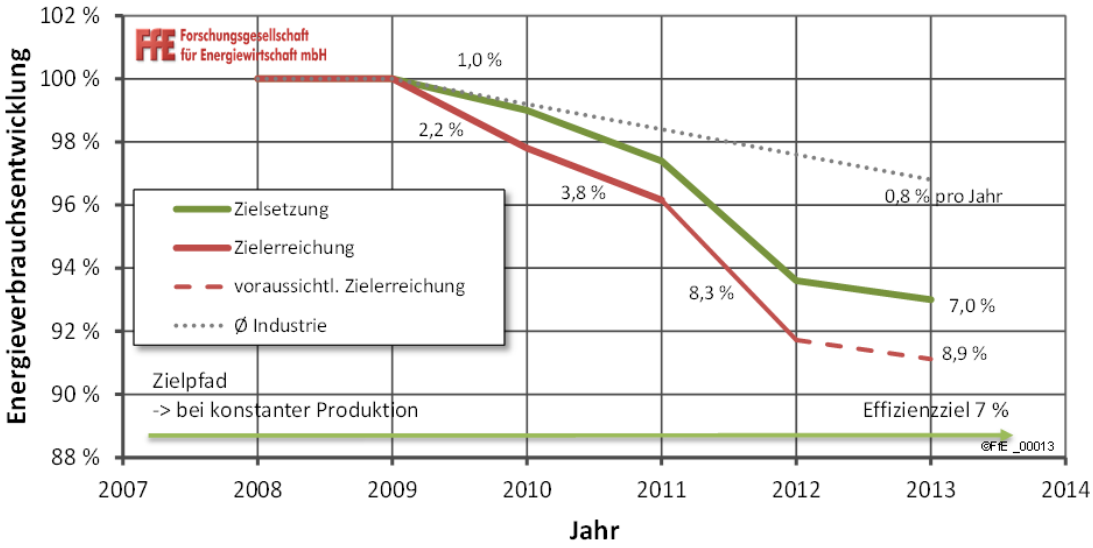


Abbildung 10-2: *Energieverbrauchsentwicklung des Netzwerks München-Oberbayern, eigene Darstellung und Berechnungen*

Im Folgenden wird die Wirtschaftlichkeit durchgeführter Maßnahmen aus verschiedenen Anwendungsbereichen beispielhaft dargelegt.

Bereich Stromversorgung: Reduzierung der Spitzenlast

Die gesamte elektrische Leistungsaufnahme eines Industriebetriebs soll im Rahmen der Maßnahme auf maximal 270 kW begrenzt werden. Durch die Reduzierung lassen sich die Kosten, die für die Leistungsvorhaltung anfallen, senken. Der spezifische Leistungspreis für Leistungen bis 270 kW beträgt hier 7,3 € pro kW und Monat. Über 270 kW steigt dieser in diesem Fall auf 11,4 € pro kW und Monat. Die Einsparungen werden anhand eines typischen Stromlastgangs eines Industriebetriebes, der in **Abbildung 10-3** dargestellt ist, berechnet.

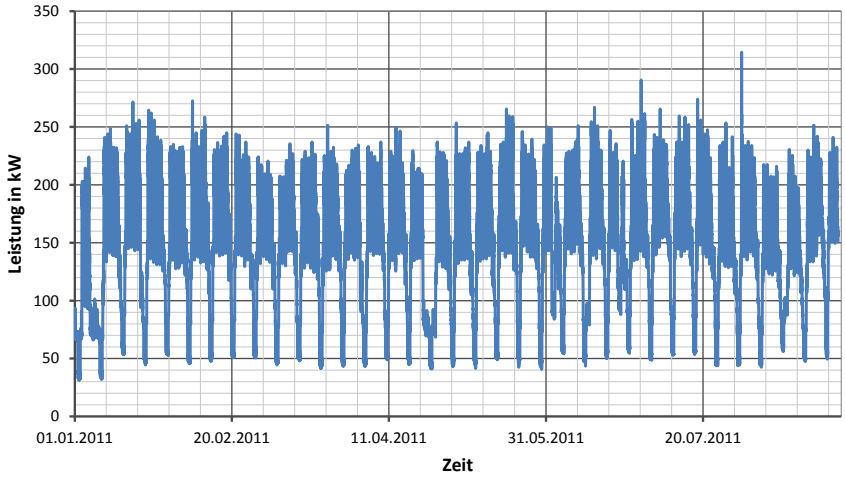


Abbildung 10-3: *Stromlastgang eines Industriebetriebs, eigene Berechnungen*

Zur Veranschaulichung sind in **Tabelle 3-2**, Seite 105, ausgewählte Viertelstundenwerte des Lastgangs und die Differenz zu 270 kW, um die die Spitzenlast reduziert werden muss, aufgelistet.

Tabelle 10-2: *Ausgewählte Viertelstunden-Leistungswerte und Differenz zur reduzierten Maximalleistung, eigene Berechnungen*

Datum und Uhrzeit	Leistung in kW	Leistungsdifferenz zu 270 kW
01.08.2011 07:00:00	314,5	44,5
30.06.2011 07:30:00	290,5	20,5
26.08.2011 08:15:00	285	15
19.08.2011 07:15:00	283	13
24.06.2011 11:15:00	275	5
18.07.2011 06:45:00	274	4
07.02.2011 11:30:00	272,5	2,5
19.01.2011 12:00:00	271,5	1,5

Durch die Maßnahme lassen sich jährlich 830 € einsparen. Zur Umsetzung müssen 3.000 € (1.000 € Personal- und 2.000 € Materialkosten) aufgewandt werden. Folglich amortisiert sich die Maßnahme in 3,6 Jahren (statisch) und weist eine interne Verzinsung von 25 % (über 10 Jahre) auf.

Bereich Drucklufterzeugung: Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung

Zunächst sollte überprüft werden, wie hoch die Effizienz der installierten Kompressoren ist. Die Leistungsaufnahme pro erzeugtem m³ Druckluft pro Minute sollte so gering als möglich sein. **Abbildung 10-4** zeigt die Effizienzbereiche von starren (konstante Drehzahl) Druckluftkompressoren in Abhängigkeit des erzeugten Druckniveaus.

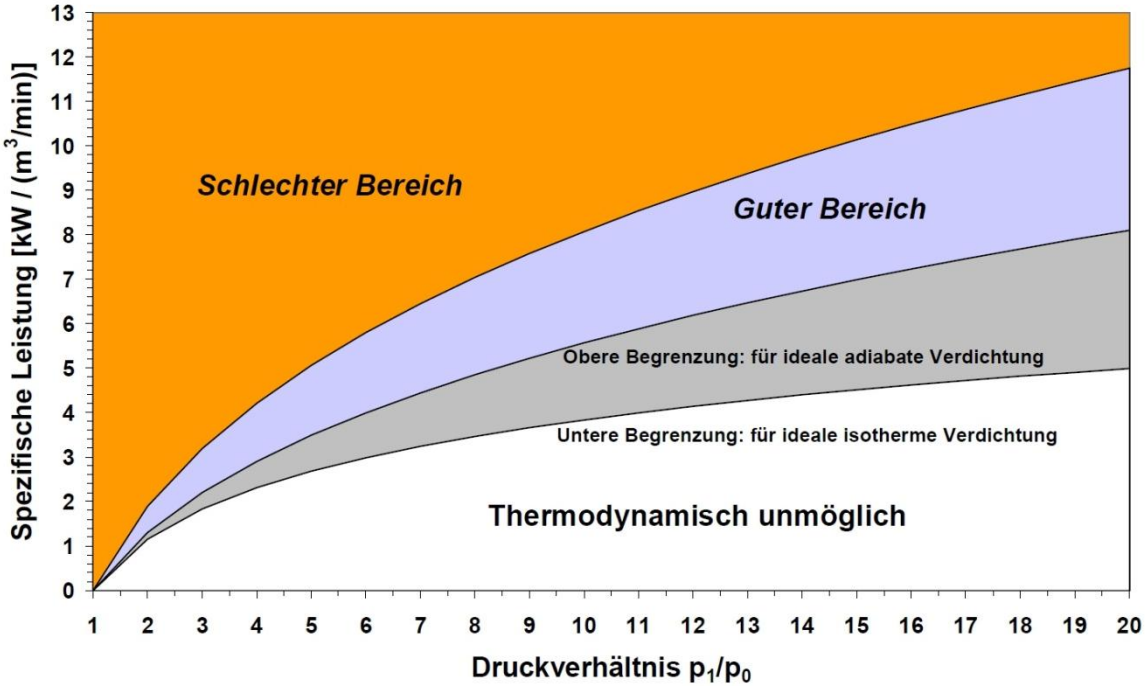


Abbildung 10-4: *Effizienzbereiche von starren Druckluftkompressoren, /ISI-01 03/*

Außerdem werden ca. 93 % bis 94 % der eingesetzten Energie in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben und lediglich 6 % bis 7 % verbleiben in der Druckluft, weshalb die Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung sehr sinnvoll ist. Durch Einspeisung der Abwärme in einen Heizkreislauf (beispielsweise mittels eines Öl-/Wasser-Wärmetauschers) lassen sich real etwa 65 % der aufgenommenen elektrischen Energie in Form von Wär-

me zurückgewinnen. **Tabelle 10-3** zeigt die relevanten Daten der Kompressoren eines Industriebetriebs.

Tabelle 10-3: *Betriebsdaten der Druckluftkompressoren, eigene Berechnungen*

	Liefermenge	Leistungsaufnahme		Stunden		
Kompressor	m³/min.	kW Volllast	kW Leerlauf	Betrieb	Last	Leerlauf
CSD	10,13	66,2	15,2	3.224	3.172	52
CSD	10,13	66,2	15,2	8.736	0	8.736
BSD	5,64	36,6	9	4.888	3.692	1.196
BSD	5,64	36,6	9	5.200	4.004	1.196

Sowohl die Menge als auch das Temperaturniveau der Abwärme variieren mit dem Betriebszustand (Volllast/Leerlauf). Häufig ist die anfallende Abwärme während des Leerlaufs aufgrund des zu geringen Temperaturniveaus nicht nutzbar, so dass lediglich die Abwärme während des Volllastbetriebs bei der Wärmerückgewinnung berücksichtigt wird. Aus diesem Grund sollte Kompressor 2, der kontinuierlich im Leerlauf (Redundanzbetrieb, falsche Parametrierung, etc.) betrieben wird, nicht mit einer WRG ausgestattet werden. In **Tabelle 10-4** ist die nutzbare Abwärme der installierten Kompressoren aufgelistet.

Tabelle 10-4: *Energieverbrauch und nutzbare Abwärme der Druckluftkompressoren, eigene Berechnungen*

Kompressor	Energieverbrauch (Volllast) in kWh/a	WRG in kWh/a
CSD	209.986	136.491
CSD	0	0
BSD	135.127	87.833
BSD	146.546	95.255
gesamt	491.660	319.579

Zur Nutzung der Abwärme sind vier Wärmetauscher, deren gesamte Investitionskosten 22.000 € betragen, erforderlich. Daraus resultieren im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit eine statische Amortisationszeit von 1,6 Jahren und eine interne Verzinsung von 64 %, weshalb die Maßnahme hoch wirtschaftlich ist.

10.2.2 Modernisierung der Straßenbeleuchtung

Etwa ein Drittel der bezogenen elektrischen Energie im öffentlichen Sektor entfällt auf die Straßenbeleuchtung. Im Landkreis Donau-Ries ist die Instandhaltung der Straßenbeleuchtung Aufgabe der Gemeinden. Im Folgenden ist sind die Einsparpotenziale durch die Modernisierung der Straßenbeleuchtung beispielhaft für eine Gemeinde aus dem Landkreis dargelegt.

Durch Umstellung der Leuchten auf LED lassen sich erfahrungsgemäß bis zu 80 % der Energie einsparen /EWE-03 13/. Häufig genannte weitere Einsparungen, wie etwa reduzierte Wartungskosten wurden nicht berücksichtigt, da bspw. Verschmutzungen der Laternen auch ohne Tausch des Leuchtmittels in regelmäßigen Abständen entfernt werden müssen. Allerdings wäre zu prüfen, inwieweit sich die Wartungsintervalle ausdehnen lassen.

Eine Alternative zur Umstellung auf LED ist die Installation von Induktions- oder Natriumdampflampen. Die Investitionskosten pro Leuchtmittel beschränken sich dabei auf rund 35 € bei etwas geringeren Energieeinsparungen. Dies kommt daher, dass die Leuchtmittel im Vergleich zur LED-Variante mit einer höheren Leistung installiert werden müssen, um mit dem nicht gerichteten Licht die gleiche Beleuchtungsstärke auf der Straße zu erreichen. Des Weiteren haben die Natriumdampflampen ein häufig unbeliebteres, gelbes und damit dunkler wirkendes Farbbild. /BEV-01 14/, /ENU-01 13/

Die Betrachtung der Stromverbräuche in den einzelnen Straßen lässt vermuten, dass die Straßen teilweise stark überbeleuchtet sind, wodurch sich zum einen die Leistung zukünftig eingesetzter Leuchtmittel und damit die Energiekosten zusätzlich reduzieren lassen. Eine detaillierte Lichtplanung wird daher dringend empfohlen.

Für eine erste Abschätzung der Kosten verschiedener Beleuchtungsvarianten in den nächsten 10 Jahren (10 Jahre entspricht etwa der Lebensdauer der LED-Leuchten) wurden folgende Annahmen getroffen /EWE-03 13/, /EON-01 14/:

- Strompreis: **20 Ct/kWh (brutto)**
- Investitionskosten aktuelle Beleuchtung (Leuchtmitteltausch nach je 2 Jahren): **53.000 € (brutto)**
- Investitionskosten LED-Mastköpfe: **195.500 € (brutto)**
- Investitionskosten Induktions-/Natriumdampf-Leuchten (Leuchtmitteltausch nach je 5 Jahren): **21.200 € (brutto)**
- Betriebskosten 1. Jahr aktuelle Beleuchtung: **72.822 € pro Jahr**
- Betriebskosten 1. Jahr LED (80 % Energieeinsparung): **41.266 € pro Jahr**
- Betriebskosten 1. Jahr Induktions-/Natriumdampf-Leuchte (50 % Energieeinsparung): **48.548 € pro Jahr**
- Zinssatz Guthaben: **3 %**
- Teuerungsrate: **2 %**
- Energiepreissteigerungsrate: **4 %**
- Betrachtungszeitraum: **10 Jahre**

In **Abbildung 10-5** ist zu erkennen, dass die annuitätischen Kosten der Induktions- und Natriumdampflampen im Betrachtungszeitraum von zehn Jahren am niedrigsten sind. Es wurde angenommen, dass sich 50 % Energie bzw. Energiekosten durch den Leuchtmitteltausch einsparen lassen. Für die Wartungskosten wurden, wie oben beschrieben, die Wartungskosten der bisherigen Beleuchtung angesetzt. Diese betragen 50 % der jährlichen Energiekosten im 1. Jahr. Im Gegensatz zu den LED-Mastköpfen müssen die Induktions-/Natriumdampflampen zwar einmal nach fünf Jahren ersetzt werden, allerdings haben diese den Vorteil, dass der bisherige Mastkopf weiter verwendet werden kann, was die Investitions- bzw. Kapitalkosten deutlich reduziert. Der Nachteil dieser Leuchtmittel sind dagegen das ungünstigere Farbbild und die niedrigere Effizienz im Vergleich zur LED. Die LED-Variante ist aber über die Lebensdauer von 10 Jahren trotz sehr hoher Investitionskosten nicht übermäßig teurer und es kann eine Energie- bzw. Energiekosteneinsparung von 80 % erreicht werden.

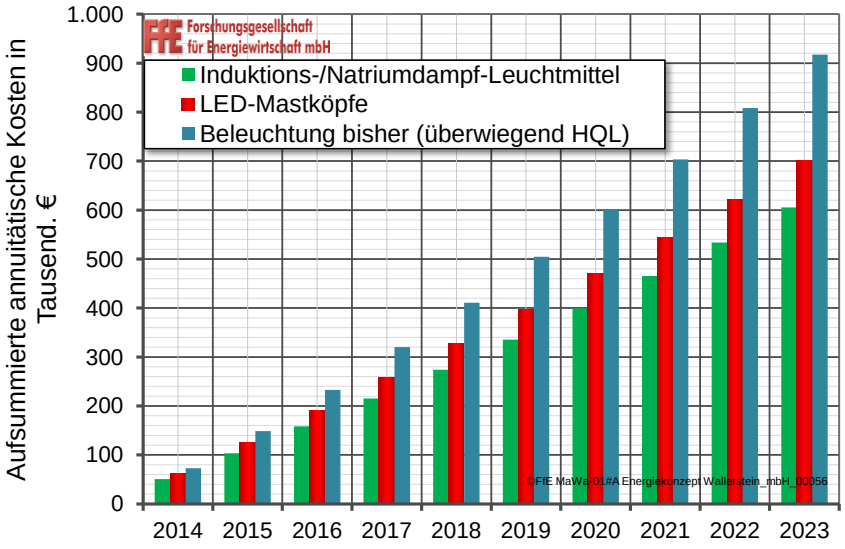


Abbildung 10-5: *Aufsummierte annuitätische Kosten der Straßenbeleuchtung, eigene Berechnungen*

Zudem sind die Fördermöglichkeiten für die Straßenbeleuchtung zu überprüfen. Für LED-Leuchten werden bessere Konditionen als für die alternativen Leuchtmittel vom Fördergeldgeber angeboten.

10.2.3 Sanierung von kreiseigenen Liegenschaften

Energieeinsparung und -effizienz seitens des Landkreises kann vor allem im Bereich ihrer eigenen Gebäude stattfinden. Hier bieten sich häufig beim Wärmeverbrauch große Einsparpotenziale. Im Folgenden werden dazu zwei kreiseigene Liegenschaften näher betrachtet, die Berufsschule Nördlingen und das Gymnasium Donauwörth. Diese beiden Gebäude wurden in Zusammenarbeit mit der zuständigen Team 120 (Hochbau) des Landratsamtes ausgewählt.

Berufsschule Nördlingen

Die Berufsschule Nördlingen wurde bereits im Jahr 1968 bezogen, weshalb in den kommenden Jahren bis 2022 einige Sanierungsmaßnahmen erfolgen sollen. Geplant sind die Generalsanierung der Pausenhalle, die Fassadensanierung der Wirtschaftsschule, die Dachsanierung der Werkstätten und eine Errichtung von Satteldächern auf allen Gebäuden.

Einer ersten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einer Sanierung liegen folgende Daten zugrunde:

- Beheizte Fläche: **13.170 m²**
- Wärmeverbrauch 2012: **1.106.000 kWh**
- Spezifischer Wärmeverbrauch unsaniert: **84 kWh/(m²*a)**
- Spezifischer Wärmeverbrauch saniert nach EnEV: **42 kWh/(m²*a)**
- Spezifischer Wärmeverbrauch saniert nach Passivhaus-Standard: **15 kWh/(m²*a)**
- EnEV - Sanierungsvollkosten: **7,1 Mio. € (brutto)**
- EnEV - Energiebedingte Mehrkosten: **2,5 Mio. € (brutto)**

- Passivhaus – Sanierungsvollkosten: **8,9 Mio. € (brutto)**
- Energiekosten Erdgas: **6 Ct/kWh (brutto)**
- Zinssatz Darlehen: **1 %**
- Teuerungsrate: **2 %**
- Energiepreissteigerungsrate: **6 %**
- Betrachtungszeitraum: **35 Jahre**

In **Abbildung 10-6** ist zu erkennen, dass sich eine Sanierung nach dem Passivhaus- und dem EnEV-Standard unter Berücksichtigung der genannten Rahmenbedingungen wirtschaftlich bei Betrachtung der nächsten 20 Jahre nicht rechnet. Allerdings lassen sich bei einer Sanierung nach Passivhaus-Standard im ersten Jahr bereits 54.500 € an Betriebskosten einsparen. Wird nach EnEV saniert, betragen die Einsparungen noch 33.188 €. Durch die Energiepreissteigerung beträgt die Einsparung nach zehn Jahren im Falle des Passivhauses bereits 97.643 € pro Jahr und bei der EnEV-Sanierung 59.453 € pro Jahr. Der Break-Even-Punkt der jährlichen Kosten erfolgt nach 26 Jahren, also im Jahr 2040. Von diesem Zeitpunkt an sind die jährlichen Gesamtkosten für das sanierte Gebäude nach Passivhaus-Standard niedriger als die des Bestandsgebäudes. Im Falle der EnEV-Sanierung wird dieser Punkt erst nach 35 Jahren erreicht.

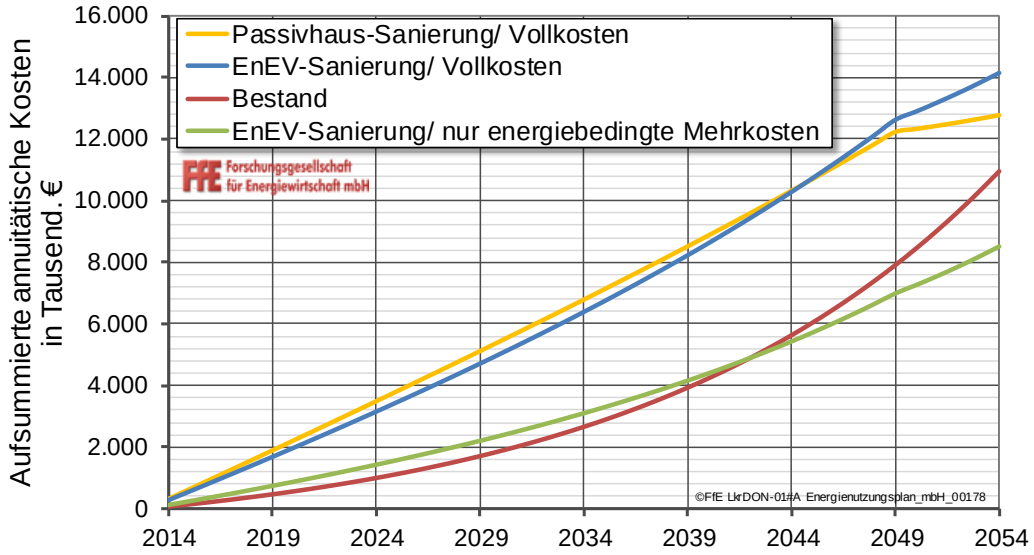


Abbildung 10-6: *Vergleich der annuitätischen Kosten der Berufschule Nördlingen saniert nach EnEV- und Passivhaus-Standard und unsaniert, eigene Berechnungen*

Werden nur die energiebedingten Mehrkosten als Investition angesetzt, da die Instandhaltungskosten in jedem Fall gezahlt werden müssen und nicht zu einem erhöhten Energiestandard beitragen, lassen sich die Sanierungskosten bereits nach etwa 27 Jahren durch die Energiekosteneinsparungen kompensieren. Beispielsweise sind Fenster mit Zwei-Scheiben-Verglasung Stand der Technik und mit Drei-Schreiben-Verglasung der erhöhte Energiestandard. Sobald die Sanierung nur aus energetischen Gründen erfolgt, ist der Ansatz der der energiebedingten Mehrkosten nicht mehr korrekt und die Wirtschaftlichkeit bei der angenommenen Laufzeit nicht mehr gegeben /FIW-01 12/.

Der spezifische Wärmeverbrauch der Berufschule ist mit 84 kWh/(m²*a) vor dem Hintergrund des Gebäudealters vergleichsweise niedrig (vgl. **Abbildung 10-7**). Dadurch fallen die Energieeinsparungen bei einer Sanierung, insbesondere nach EnEV, moderat aus. Auch der spezifische Stromverbrauch ist mit 10 kWh/(m²*a) vergleichsweise niedrig.

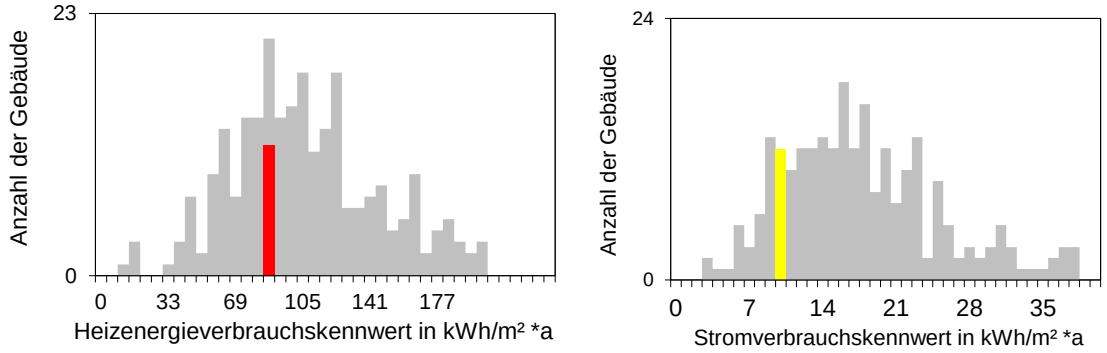


Abbildung 10-7: *Vergleich des Heizenergie- (links) und Stromverbrauchs (rechts) der Berufschule Nördlingen mit den Kennwerten für Berufschulen der AGES (Stand: 2005), eigene Berechnungen nach /AGES-01 07/*

In Anbetracht der langfristigen Energiepreissteigerung sollte sofort nach einem höheren energetischen Standard, wie etwa Niedrig- oder Passivhausstandard, saniert werden, um eine deutlich höhere Wärmebedarfsreduktion und Energiekosteneinsparung zu erreichen. Allerdings ist dies zunächst mit höheren Investitionskosten verbunden. Die in **Abbildung 10-8** dargestellte Sensitivitätsanalyse verdeutlicht, dass sich auch eine Sanierung nach EnEV bei zunehmender Energiepreissteigerung auszahlt. Liegt die zukünftige Energiepreissteigerung bei 8 % oder mehr, ist eine Sanierung nicht nur energetisch, sondern auch rein wirtschaftlich rentabel.

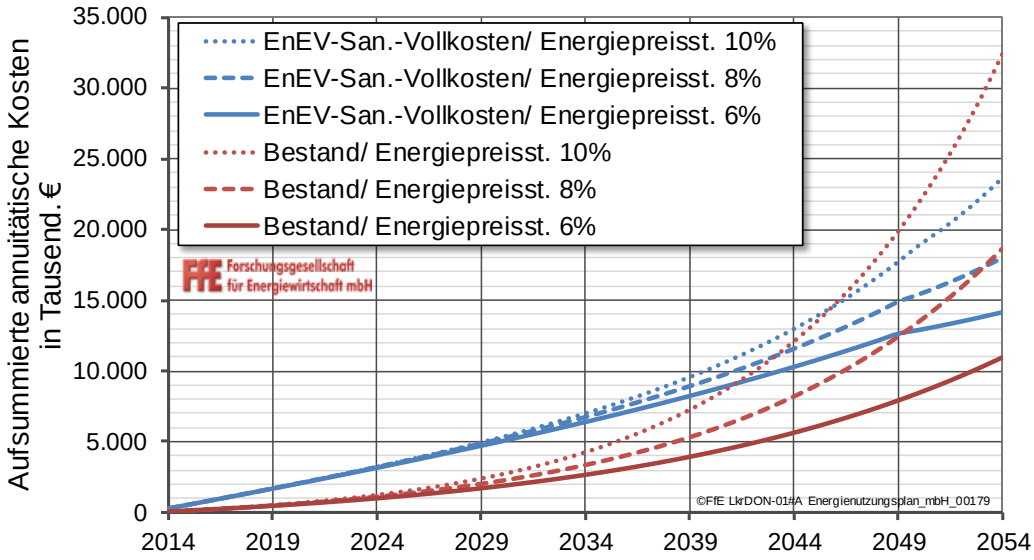


Abbildung 10-8: *Vergleich der annuitätischen Kosten der Berufschule Nördlingen saniert nach EnEV und unsaniert in Abhängigkeit der Energiepreissteigerung, eigene Berechnungen*

Gleichzeitig verbessert sich durch eine Sanierung das Gebäudeklima erheblich und der monetäre Gebäudewert steigt ebenfalls. Diese beiden Faktoren finden in der Sanie-

rungsentscheidung jedoch nur sehr selten Berücksichtigung. Eine genaue Prüfung der Wirtschaftlichkeit hat durch ein sachverständiges Planungsbüro zu erfolgen.

Gymnasium Donauwörth

Das erste Gebäude des Gymnasiums Donauwörth wurde bereits im Jahr 1957 bezogen. Seitdem wurde der Gebäudekomplex ständig erweitert und bereits teilweise erneuert. In den kommenden Jahren bis 2021 sollen außerdem einige Sanierungsmaßnahmen erfolgen. Geplant sind die Dach- und Fassadensanierung von Haus 1, die Fassadensanierung von Haus 2 und die Heizungssanierung des gesamten Komplexes.

Einer ersten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einer Sanierung liegen folgende Daten zugrunde:

- Beheizte Fläche: **14.539 m²**
- Wärmeverbrauch 2012: **1.729.000 kWh**
- Spezifischer Wärmeverbrauch unsaniert: **119 kWh/(m²*a)**
- Spezifischer Wärmeverbrauch saniert nach EnEV: **65 kWh/(m²*a)**
- Spezifischer Wärmeverbrauch saniert nach Passivhaus-Standard: **15 kWh/(m²*a)**
- EnEV - Sanierungsvollkosten: **7,8 Mio. € (brutto)**
- EnEV - Energiebedingte Mehrkosten: **2,7 Mio. € (brutto)**
- Passivhaus – Sanierungsvollkosten: **9,8 Mio. € (brutto)**
- Energiekosten Erdgas: **6 Ct/kWh (brutto)**
- Zinssatz Darlehen: **1 %**
- Teuerungsrate: **2 %**
- Energiepreissteigerungsrate: **6 %**
- Betrachtungszeitraum: **35 Jahre**

In **Abbildung 10-9** ist zu erkennen, dass sich eine Sanierung nach dem Passivhaus-Standard im Gegensatz zum EnEV-Standard unter Berücksichtigung der genannten Rahmenbedingungen wirtschaftlich rechnet.

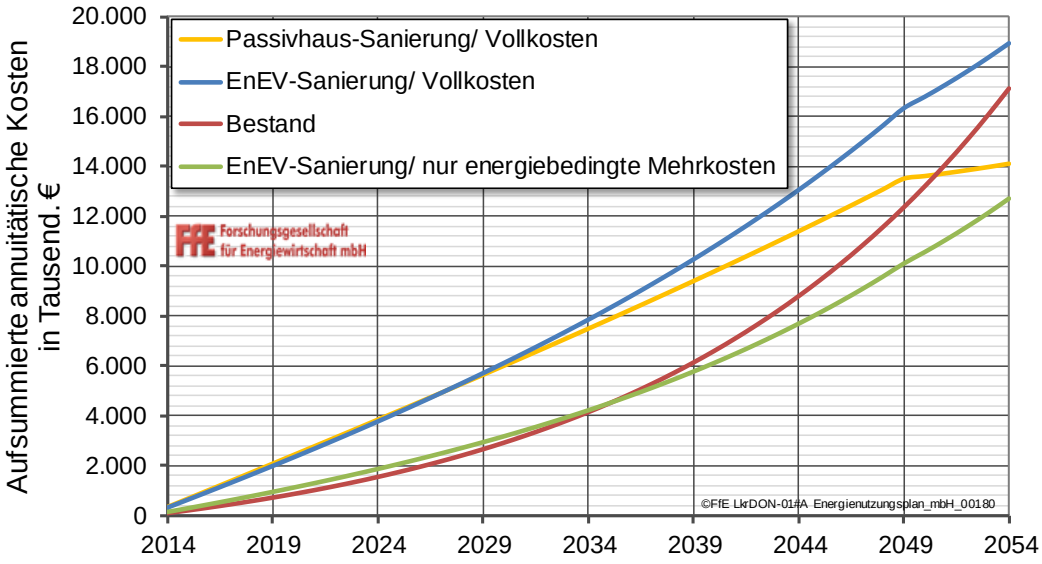


Abbildung 10-9: *Vergleich der annuitätischen Kosten der Gymnasiums Donauwörth saniert nach EnEV- und Passivhaus-Standard und unsaniert, eigene Berechnungen*

Bei einer Sanierung nach Passivhaus-Standard lassen sich im ersten Jahr bereits 90.636 € an Betriebskosten einsparen. Wird nach EnEV saniert, betragen die Einsparungen noch 47.019 €. Durch die Energiepreissteigerung betragen die Einsparungen nach zehn Jahren 162.316 € pro Jahr bzw. 84.204 € pro Jahr. Der Break-Even-Punkt der jährlichen Kosten erfolgt nach 23 Jahren, also im Jahr 2037. Von diesem Zeitpunkt an sind die jährlichen Gesamtkosten für das sanierte Gebäude nach Passivhaus-Standard niedriger als die des Bestandsgebäudes. Im Falle der EnEV-Sanierung wird dieser Punkt erst nach 30 Jahren erreicht.

Werden nur die energiebedingten Mehrkosten als Investition angesetzt, da die Instandhaltungskosten in jedem Fall gezahlt werden müssen und nicht zu einem erhöhten Energiestandard beitragen, lassen sich die Sanierungskosten bereits nach etwa 22 Jahren durch die Energiekosteneinsparungen kompensieren. Beispielsweise sind Fenster mit Zwei-Scheiben-Verglasung Stand der Technik und mit Drei-Schreiben-Verglasung der erhöhte Energiestandard. Sobald die Sanierung nur aus energetischen Gründen erfolgt, ist der Ansatz der der energiebedingten Mehrkosten nicht mehr korrekt und die Wirtschaftlichkeit bei der angenommenen Laufzeit nicht mehr gegeben /FIW-01 12/.

Der spezifische Wärmeverbrauch des Gymnasiums ist mit durchschnittlich 119 kWh/(m²*a) (mehrere Teilgebäude) vor dem Hintergrund des Gebäudealters noch vergleichsweise niedrig. Dagegen ist der spezifische Stromverbrauch mit 21 kWh/(m²*a) relativ hoch (vgl. **Abbildung 10-10**). Bezüglich der Heizungssanierung wird bereits darüber nachgedacht ein BHKW zu installieren, was sich bei dem gezeigten Stromverbrauch als vorteilhaft erweisen würde.

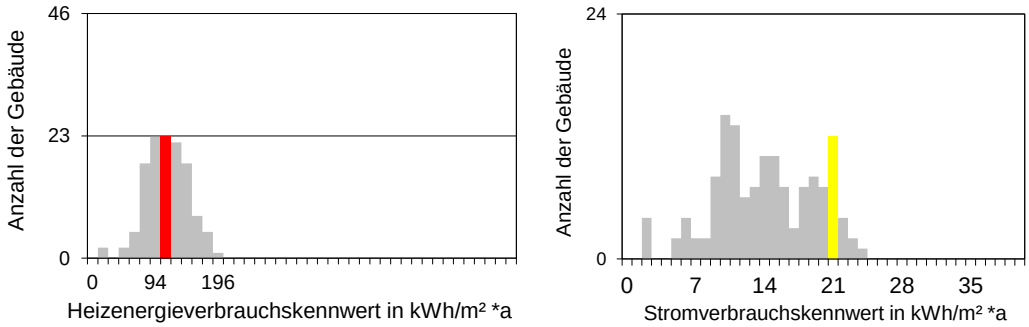


Abbildung 10-10: *Vergleich des Heizenergie- (links) und Stromverbrauchs (rechts) des Gymnasiums Donauwörth mit den Kennwerten für Gymnasien mit Turnhalle der AGES (Stand: 2005), eigene Berechnungen nach /AGES-01 07/*

In Anbetracht der langfristigen Energiepreissteigerung sollte sofort nach einem höheren energetischen Standard, wie etwa Niedrig- oder Passivhausstandard, saniert werden, um eine deutlich höhere Wärmebedarfsreduktion und Energiekosteneinsparung zu erreichen. Allerdings ist dies zunächst mit höheren Investitionskosten verbunden. Die in **Abbildung 10-11**, dargestellte Sensitivitätsanalyse verdeutlicht, dass sich auch eine Sanierung nach EnEV bei zunehmender Energiepreissteigerung auszahlt. Liegt die zukünftige Energiepreissteigerung bei etwa sieben Prozent oder mehr, ist eine Sanierung nicht nur energetisch, sondern auch rein wirtschaftlich rentabel.

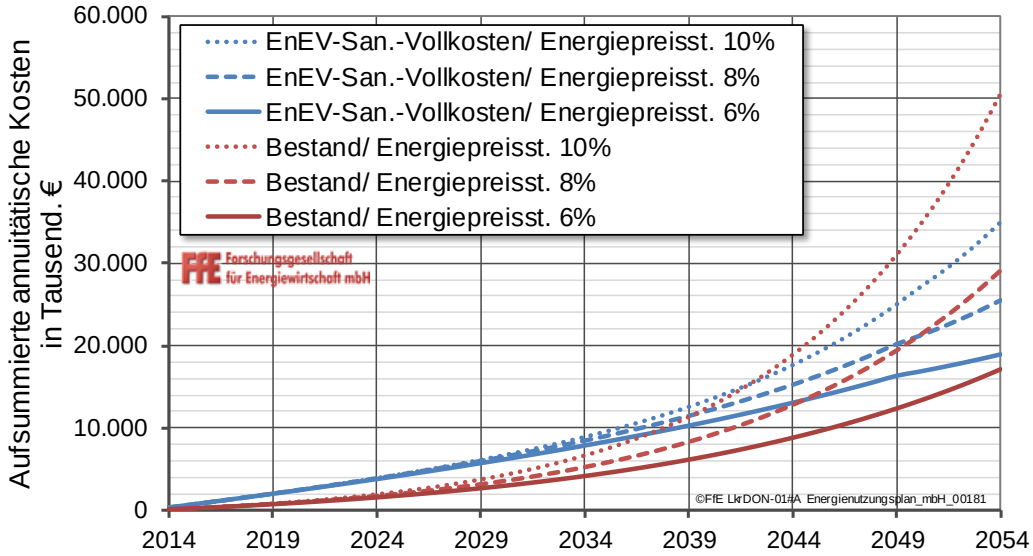


Abbildung 10-11: *Vergleich der annuitätischen Kosten der Berufschule Nördlingen saniert nach EnEV und unsaniert in Abhängigkeit der Energiepreissteigerung, eigene Berechnungen*

Gleichzeitig verbessert sich durch eine Sanierung das Gebäudeklima erheblich und der monetäre Gebäudewert steigt ebenfalls. Diese beiden Faktoren finden in der Sanierungsentscheidung jedoch nur sehr selten Berücksichtigung. Eine genaue Prüfung der Wirtschaftlichkeit hat durch ein sachverständiges Planungsbüro zu erfolgen.

BHKW zur Strom- und Wärmeversorgung

Wie bereits erwähnt, besteht seitens des Landkreises und der Schulleitung die Überlegung, den Wärme- und Strombedarf teilweise mit einem BHKW zu decken. Auf Basis der vorhandenen Daten wurde ein BHKW mit 60 kW elektrischer und 82 kW thermischer Leistung zur Deckung der Grundlast ausgewählt. Mit diesem BHKW könnten etwa 20 % des Wärmebedarfs des Gebäudes im Fall einer Sanierung nach EnEV gedeckt werden. Gleichzeitig ließen sich etwa 46 % des Strombedarfs durch das BHKW bereitstellen. Bei einer Sanierung nach dem Passivhaus-Standard würden sich der Wärmebedarf und die notwendige Heizleistung stark reduzieren, sodass das BHKW dementsprechend kleiner dimensioniert werden müsste. In beiden Sanierungsfällen wäre jedoch ein zusätzlicher Spitzenlastkessel erforderlich. Nachteilig wirken sich vor allem die relativ geringen Benutzungsstunden eines Schulgebäudes auf den BHKW-Betrieb aus. Ein möglicher Wärmeverbund mit weiteren naheliegenden kommunalen Gebäuden wäre eine gute Lösung, um die Volllaststunden des BHKW und damit die Rentabilität zu erhöhen.

Des Weiteren wurden folgende Rahmenbedingungen zur Wirtschaftlichkeitsabschätzung angenommen /EEG-01 14/, /ASUE-01 11/, /STMUG-02 11/:

- Investitionskosten BHKW inkl. Planung und Montage: **136.000 €**
- Volllaststunden: **2.270 h pro Jahr**
- Eigenstromnutzung: **100 %**
- Abschreibungsdauer: **15 Jahre**
- Energiekosten Erdgas: **6 Ct/kWh (brutto)**
- Stromkosten: **24 Ct/kWh (brutto)**
- Energiesteuerrückerstattung: **0,55 Ct/kWh**
- Wirkungsgrad der installierten Erdgaskessel: **90 %**
- Kalkulationszinssatz: **1 %**
- Energiepreissteigerungsrate: **6 %**
- Anzahl der Benutzungsstunden für KWK-Bonus: **30.000 h pro Jahr**

Nach der letzten Novelle des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes müssen für KWK-Anlagen, die nach dem 1. August 2014 in Betrieb gehen, bei der Eigenstromnutzung 50 % der EEG-Umlage, also 3,12 Ct/kWh, gezahlt werden. Des Weiteren wird die Energiesteuer von 0,55 Ct/kWh zurückerstattet, wenn ein Jahresnutzungsgrad von mind. 70 % erreicht wird, was im betrachteten Fall als gegeben angenommen wurde /EEG-01 14/. **Abbildung 10-12** zeigt den Verlauf der Barwerte eines BHKW im Gymnasium Donauwörth bei variierender Höhe der EEG-Umlage. Die Barwert-Verläufe bei einer EEG-Umlage von 0 Ct/kWh bzw. 6,24 Ct/kWh dienen als Referenzwerte.

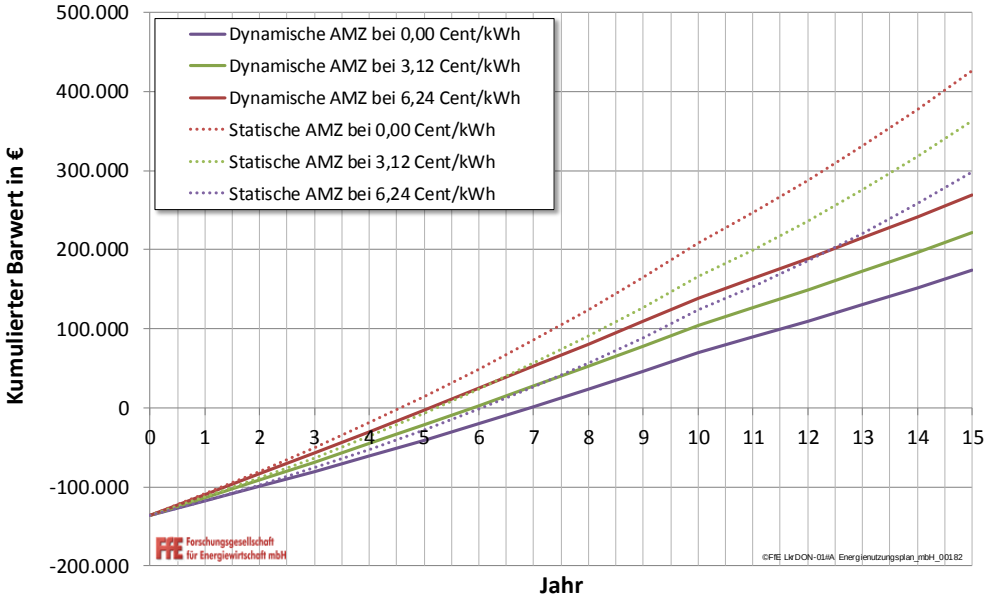


Abbildung 10-12: *Zeitlicher Verlauf des Barwerts eines BHKW im Gymnasium Donauwörth in Abhängigkeit der EEG-Umlage, eigene Berechnungen*

Es ist zu erkennen, dass die Investition in ein BHKW nach einer ersten Grobabschätzung wirtschaftlich ist. Die Amortisationszeit beträgt dabei etwas mehr als fünf Jahre.

10.2.4 „1000-Dächer-Projekt“ im Landkreis Donau-Ries

Im sogenannten „1.000-Dächer-Programm“ wurde in Deutschland erstmals die Photovoltaik subventioniert. Eine Fortsetzung folgte im Rahmen des „100.000-Dächer-Programms“ im Jahr 1999. Darin wurden 70 % der Anlagen- und Installationskosten gefördert. Auch Landkreise und Städte, wie bspw. Anhalt-Bitterfeld und Bitterfeld-Wolfen im Bundesland Sachsen-Anhalt, verstärkten ihren PV-Zubau, indem Hausbesitzern Sonderkonditionen beim Kauf einer PV-Anlage angeboten wurden und die Finanzierung zusätzlich durch die ansässige Kreissparkasse mit Darlehen ohne Eigenkapital unterstützt wurde /SBW-01 14/.

In ähnlicher Art und Weise könnte der Landkreis Donau-Ries den Ausbau der Photovoltaik weiter vorantreiben. Entsprechend des Maßnahmenvorschlags aus dem Workshop (vgl. **Anhang 11 & 12**) sollte dafür ein Zuschuss seitens des Landkreises über die Kreisumlage finanziert werden (im Rahmen einer Förderung), die 1.000 Beispielhaushalten zu Gute kommen soll, die bereit sind eine PV-Anlagen in Kombination mit einem Speicher zu installieren.

Aufgrund der stark gekürzten EEG-Einspeisevergütung für Strom aus Photovoltaik, gewinnt der Eigenstromverbrauch zunehmend an Bedeutung. Ohne Batteriespeichersystem und Lastmanagement im Haushalt lässt sich durchschnittlich ein Eigenverbrauchsanteil von 30 % erreichen. Vor allem durch Hausspeichersysteme kann dieser Wert deutlich gesteigert werden. Allerdings sind die Investitionskosten für die Systeme derzeit noch relativ hoch, sodass ein wirtschaftlicher Betrieb (im Vergleich zum Netzbezug und der reinen PV-Anlage) kaum möglich ist, selbst mit Hilfe des aktuellen Investitionskostenzuschusses durch die KfW-Bankengruppe. Die Förderung kann im Rahmen des seit 1. Mai 2013 gültigem KfW-Programms 275 in Anspruch genommen werden /KFW-01 13/.

Allerdings sinken die Kosten der Batteriespeichersysteme fortwährend durch Forschung und Weiterentwicklung, weshalb die Investition in eine PV-Anlage, kombiniert mit einem Hausspeichersystem, in naher Zukunft rentabel sein dürfte.

In folgendem Beispiel wird die Wirtschaftlichkeit eines Hausspeichersystems mit dem Strombezug aus dem Netz und dem alleinigen Betrieb einer PV-Anlage verglichen. Die dabei zugrunde gelegten Rahmenbedingungen sind in **Tabelle 10-5** aufgelistet.

Tabelle 10-5: *Rahmenbedingungen für die Investition in eine PV-Anlage mit Hausspeichersystem, /FFE-01 15/*

Parameter	Wert	Einheit
Zinssatz (Systeme ohne/mit Speicher)	8,12/5	%
Inflationsrate	2	%
EEG-Einspeisevergütung (Stand Oktober 2013)	14,24	ct/kWh
Strompreis (Stand 2013)	28,74	ct/kWh
Strompreisanstieg	5	%/a
PV-Anlage		
Nennleistung	4,5	kW_p
Investitionskosten	1.500	€/kW_p
Anteil betriebsgeb./sonstige Kosten	2	% d. Inv./a
Hausspeichersystem (DC-System mit Li-Ionen-Speicher)		
Kapazität	5,4	kWh
DOD	80	%
Investitionskosten (min/max)	1.556/6.208	€/$kWh_{nutzbar}$
Resultierender Tilgungszuschuss	2.700	€

In **Abbildung 10-13**, Seite 117, sind die drei erwähnten Versorgungsvarianten im Vergleich dargestellt. Es zeigt sich, dass die PV-Anlage, deren Strom teilweise eingespeist und zum Teil selbst genutzt wird, bei einer Laufzeit von 20 Jahren und unter den Rahmenbedingungen aus Tabelle 10-5 am wirtschaftlichsten ist. Die Kosten für den Strom aus dem Netz liegen etwas höher als bei der reinen PV-Anlage. Die annuitätischen Kosten des Hausspeichersystems variieren durch die Förderkonditionen der KfW und unterschiedliche Herstellerkosten. Im günstigsten Fall kann das Hausspeichersystem aber bereits gleichziehen mit den anderen beiden Varianten.

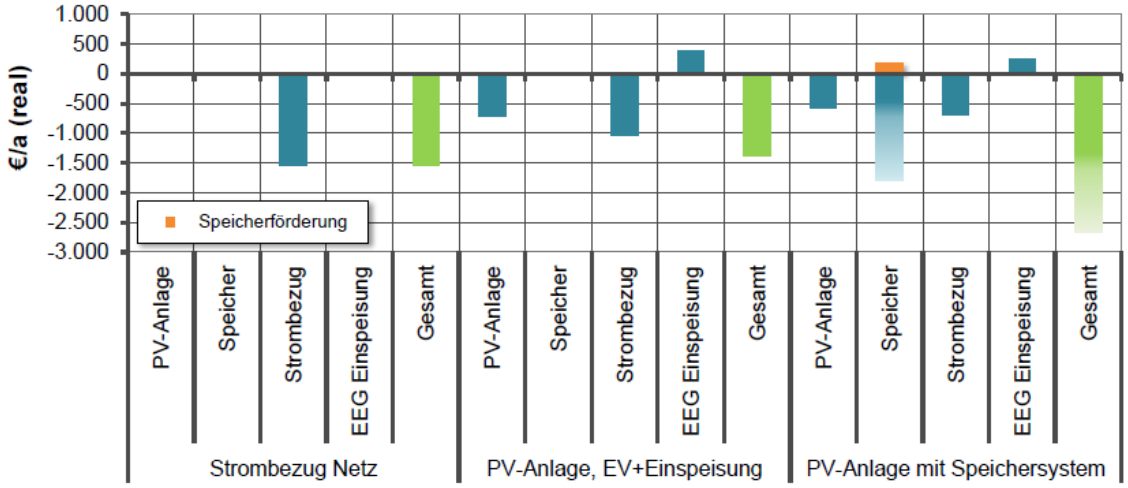


Abbildung 10-13: *Annuitätischer Wirtschaftlichkeitsvergleich, /FFE-01 15/*

11 Zusammenfassung & Fazit

Bereits seit dem Jahr 2000 unterstützt der Landkreis Donau-Ries aktiv den nachhaltigen Umgang mit Energie. Besonders die Einrichtung des Energie-Forums, der Start der Energie-Allianz sowie der Beschluss des Energieleitziels stellten hier die wichtigsten Meilensteine dar. Mit der Durchführung des vorliegenden Energienutzungsplans (ENP) wurde ein weiterer Schritt unternommen, die Energiewende im Landkreis weiter voranzubringen. Die Ergebnisse des ENP lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Ist-Zustands-Analyse

Der Landkreis Donau-Ries verbrauchte im Jahr 2012 insgesamt rund 5.000 GWh Endenergie. Davon entfielen 19 % auf Strom, 25 % auf Kraftstoffe bzw. den Verkehr und 56 % auf Wärme. Um Energie einzusparen und die Effizienz zu erhöhen muss also vor allem der Wärmebereich (Heizung/Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme des Gewerbes) in den Fokus der Bemühungen rücken. Der genannte Endenergieverbrauch (Strom und Wärme) führte zu Treibhausgas-Emissionen von insgesamt 1.230 Kilotonnen CO_2-Äquivalenten.

Die öffentlichen Liegenschaften des Landkreises hatten am Strom- und Wärmeverbrauch jeweils nur einen Anteil von unter einem Prozent.

Der Stromverbrauch ist seit 2007 leicht angestiegen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine positive wirtschaftliche Entwicklung, verbunden mit dem Anstieg an Arbeitsplätzen eine wesentliche Rolle gespielt hat. Der Wärmeverbrauch ist hingegen im gleichen Zeitraum leicht zurückgegangen.

Die Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien ist im Landkreis Donau-Ries sehr stark. Der Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch liegt bei 87 % im Vergleich zu Bayern mit 32 % und Deutschland mit 22 %. Biomasse, Wasserkraft und Solarenergie (Photovoltaik) tragen im Wesentlichen zu diesem Spitzenwert bei. Beim Wärmeverbrauch liegt dieser Anteil bei 18 % (zum Vergleich: Bayern 18 % und Deutschland 12 %), wobei die energetische Holznutzung sowie die Wärmenutzung aus Biogasanlagen stark dominieren (siehe auch Kennzahlen-Tabellen in **Anhang 11**).

Potenzial-Analyse

Das Potenzial zur Energieeinsparung wurde mittels der drei Szenarien „Kontinuität“ („weiter wie bisher“), „Technische Effizienz“ sowie „Umweltbewusstes Handeln“ ermittelt. Im Betrachtungszeitraum 2007 bis 2020 ergeben sich je nach Szenario Einsparungen von 0 % bis 10 %. Diese Einsparungen können einerseits durch technische Verbesserungen (effizientere Geräte und Prozesse) und andererseits durch Sanierung erreicht werden.

Da der Landkreis bei der Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien schon sehr weit vorangeschritten ist, sind die praktischen Potenziale in einigen Bereichen bereits nahezu ausgeschöpft, wie bei Biomasse und Wasserkraft. Weiteres Ausbaupotenzial bieten dagegen Photovoltaik (trotz des fortgeschrittenen Status), Windkraft (die bisher kaum genutzt wird) sowie im Wärmebereich Solarthermie und Wärmepumpen.

Auch die Auswirkungen des Zubaus Erneuerbarer Energien auf das Stromnetz (Mittelspannungsebene) wurden untersucht. Dazu wurden drei charakteristische Regionen des Landkreises Donau-Ries in Bezug auf den Ausbau von PV und Windkraft betrachtet. Es zeigte sich, dass ein geringerer Zubau in der Regel keine erheblichen Auswirkungen auf das Netz hat. Erst bei stärkerem Zubau (bei Windkraft noch stärker als bei PV) kann es theoretisch v. a. in ländlichen Gebieten zu Engpässen im Netz kommen. Die Netzbetreiber sind jedoch gesetzlich verpflichtet solchen Situationen rechtzeitig vorzubeugen.

Erreichung des Energieleitziels

Eine Einsparung von 20 % sowie eine Steigerung des erneuerbaren Anteils um 20 % bis zum Jahr 2020 waren die Bestandteile des Energieleitziels von 2009. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Verbrauch der Sektoren Industrie und Verkehr bei der Basisdatenerhebung damals nicht ermittelt wurde. Die Einsparung von 20 % kann unter realistischen Annahmen in den verbleibenden sechs Jahren nicht mehr erreicht werden. Selbst im optimistischsten Szenario wird bis 2020 nur eine Einsparung von 10 % erreicht. Zu berücksichtigen ist bei dieser Entwicklung, dass im gleichen Zeitraum im Landkreis ein nennenswerter Anstieg der Wirtschaftsleistung, verbunden mit über 5.000 neuen Arbeitsplätzen und damit einer steigenden Bevölkerungszahl, zu verzeichnen war. Eine gleichzeitige Einsparung wurde dadurch erheblich erschwert.

Die Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien um 20 % ist dagegen mit einigen wenigen zusätzlichen Maßnahmen erreichbar. So müsste z. B. der Ertrag aus Photovoltaik um ca. 10 % ansteigen und sechs 3-MW-Windkraftanlagen errichtet werden. Bilanziell könnte die fehlende Einsparung durch einen stärkeren Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien ausgeglichen werden, dazu müssten jedoch wesentlich größere Anstrengungen unternommen werden. Es sollte folglich angedacht werden, das Energieleitziel an die neuen Bedingungen anzupassen.

Umsetzung des Energienutzungsplans (Maßnahmenkatalog)

Um den ENP auf eine breite Basis zu stellen, wurde fortwährend darüber berichtet und eng mit der Stabsstelle Kreisentwicklung zusammengearbeitet. Außerdem wurden die Energie-Allianz und das Energie-Forum, u. a. im Rahmen eines Workshops, eingebunden.

Aus dieser Zusammenarbeit konnten insgesamt 29 Einzelmaßnahmen ermittelt und fachlich bewertet werden. Zu vier ausgewählten Maßnahmen wurde zusätzlich eine erste Wirtschaftlichkeitsabschätzung durchgeführt. Dazu gehören die Sanierung der Berufsschule Nördlingen und des Gymnasiums Donauwörth, Einsparungsmöglichkeiten durch eine modernisierte Straßenbeleuchtung, Effizienzpotenziale durch Lernende Energieeffizienz-Netzwerke in der Industrie sowie der kombinierte Einsatz von PV-Anlage und Hausspeichersystem in Privathaushalten.

Im nächsten Schritt werden nun die Kreisgremien über Priorisierung und Zeitplanung der Maßnahmen abstimmen. Die erste Umsetzungsphase des ENPs wird damit eingeleitet.

Literaturverzeichnis

AEE-01 10 Schmidt, Janine; Mühlenhoff, Jörg: Erneuerbare Energien 2020 - Potenzialatlas Deutschland. Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2010

AELFN-01 13 Weber, W.: Baumartenverteilung und Zuwachs im Wald, Kurzumtriebsplantagen mit schnellwachsenden Baumarten, Potentielle nachhaltige Holznutzung im Wald, Großabnehmer von Energieholz im Landkreis Donau-Ries. Monheim: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen, 2013

AELFN-02 13 Wärmenutzung Biogasanlagen 2007, 2010 und 2013 - Landkreis Donau-Ries. Nördlingen: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen, 2013

AELFN-02 14 Energiepflanzenanbau im Landkreis Donau-Ries - Abschätzungen zum Biomassepotenzial in: Telefonat mit Herrn Geitner vom 29.04.2014. Nördlingen: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen, 2014

AGES-01 07 Zeine, Carl; Gebhardt, Marén; Bockting, Beate; Mantai, Alexander; Wei, Jian Ping: Verbrauchskennwerte 2005 - Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. Münster: ages GmbH, 2007

ASUE-01 11 BHKW-Kenndaten 2011 - Module, Anbieter, Kosten. Berlin: Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (ASUE), 2011

AUGL-01 14 Emissionen an Treibhausgasen 1995 – 2010 nach Bundesländern - Berechnungsstand Frühjahr 2014 in: http://www.ugrdl.de/tab31.htm. Düsseldorf: Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder, 2014

BAFA-01 13 Bestandsdaten der BAFA im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) für den Landkreis Donau-Ries - Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen. Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2013

BAFA-02 12 Förderung von Biomasseanlagen in: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/biomasse/index.html. Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 2012

BAUM-05 13 Karg, Ludwig; Wedler, Michael; Blaschke, Torsten; Pielniok, Denise; Sailer, Martin; von Roon, Serafin; Fieger, Christian; Steinert, Corinna: Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis München und die fünf beteiligten Gemeinden Baierbrunn, Gräfelfing, Kirchheim bei München, Schäftlarn und Unterföhring. München: B.A.U.M. Consult GmbH, 2013

BEV-01 14 Straßenbeleuchtung in: http://www.energieverbraucher.de/de/Buero-Verkehr/Licht/Strassen--Beleuchtung__555/ContentDetail__8237/. Unkel: Bund der Energieverbraucher, 2014

BEW-01 13 Bruttoerzeugungen der Kraftwerke an MDK und am Unteren Lech (kWh). Augsburg: Bayerische Elektrizitätswerke GmbH (BEW), 2013

BEW-01 14 Ertüchtigungsmaßnahmen für Wasserkraftwerke im Rahmen der nächsten 10 Jahre im Landkreis Donau-Ries in: Telefonat mit Herrn Bernhard Janka, LEW Vetrieb am 25.02.2014. Augsburg: Bayerische Elektrizitätswerke GmbH (BEW), Lechwerke AG (LEW), 2014

BFN-01 11 Schutzgebietsdaten Deutschlands im Shapeformat - Natura 2000 - Biosphärenreservate -

Nationalparke - Naturparke - Naturschutzgebiete - Landschaftsschutzgebiete. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2011

BLSD-05 13 Statistik kommunal 2012 - Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten für den Landkreis Donau-Ries 09779. München: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (BLSD), 2013

BMU-09 10 Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland. Aachen: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), 2010

BMWI-13 11 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE): 2. Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), 2011

BMWI-13 13 Energiedaten - Nationale und internationale Entwicklung - Stand 20.08.2013. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), 2013

BRD-02 09 Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) - Zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 6.10.2011 I 1986. Berlin: Bundesrepublik Deutschland, 2009

BRD-03 12 Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G). Berlin: Bundesregierung Deutschland, 2012

BSF-01 08 Klimaneutraler dampf für Molkerei Zott und umweltfreundlicher Strom für 2.500 Haushalte - Das Gemeinschaftsprojekt von MVV Energiedienstleistungen und Bayerische Staatsforsten geht in Mertingen an den Start in: http://www.baysf.de/de/home/unternehmen_wald/aktuelles/detailansicht/browse/6/article/85/klimaneutraler-dampf-fuer-molkerei-zott-und-umweltfreundlicher-strom-fuer-2500-haushalte.html. Regensburg: Bayerische Staatsforsten AöR, 2008

BSF-02 12 Die Zukunft entfacht - Bioenergie aus den Bayerischen Staatsforsten. Ein Interview mit dem Vorstandsvorsitzenden Dr. Rudolf Freidhager. Regensburg: Bayerische Staatsforsten AöR, 2012

BSW-04 13 Ebert, Marcel; Voigtländer, Christoph: Ermittlung aktueller Zahlen zur Energieversorgung in Bayern - Prognose 2011 und 2012. München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT), 2013

BWP-02 13 Absatzzahlen 2012. Berlin: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V., 2013

CLC-01 09 CORINE Land Cover (CLC2006) - Legende. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA), 2009

CLS-01 11 Empfehlung der EEG Clearingstelle zur Wahl des Netzübergabepunktes in: http://www.clearingstelle-eeg.de/files/2011-1_Empfehlung.pdf, abgerufen 08.2013. Berlin: EEG Clearingstelle, 2011

CORR-01 13 Corradini, Roger: Regional differenzierte Solarthermie-Potenziale für Gebäude mit einer Wohneinheit. Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Herausgegeben durch die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), München 2013 – ISBN 978-3-941802-26-1; ISBN-A 10.978.3941802/261.

DENA-07 10 Agricola, Annegret-Cl.; Kohler, Stephan; Seidl, Hannes: dena-Netzstudie II - Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick 2025. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2010

DENA-07 12 Agricola, Annegret-Cl.; Höflich, Bernd; Richard, Philipp et al.: Ausbau- und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030 - dena-Verteilnetzstudie. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2012

DESTATIS-04 14 Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung - Landkreis Donau-Ries - Stichtag: 31.12.2011. Wiesbaden: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2014

DIN-01 00 DIN EN 50160 - Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen. Berlin: Beuth-Verlag GmbH, 2000

DIN-01 07 DIN V 18599-10 - Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Berlin: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2007

DIW-02 08 Kalinowska, Dominika; Kunert, Uwe: Kraftfahrzeugverkehr 2007 - Alternative Antriebe bei Pkw auf dem Vormarsch in: DIW Wochenbericht Nr. 50. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), 2008

DLR-01 04 Nitsch, Joachim; Krewitt, Wolfram; Nast, Michael; Viebahn, Peter: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland - Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), 2004

DLR-02 12 Nitsch, Joachim; et al.: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global - Leitstudie 2011. Bonn: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Technische Thermodynamik, Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung, 2012

DWD-02 04 Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland, Mittlere Jahressummen, Zeitraum 1981-2000. Hamburg: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2004

DWD-02 11 Daten der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten im 200 m-Raster für die Bundesrepublik Deutschland in 100 m über Grund. Offenbach am Main: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2011

DWD-02 12 Digitale Weibulldaten der Windgeschwindigkeit für gesamt Deutschland im 200-m-Raster. Offenbach: Deutscher Wetterdienst (DWD), 2012

EEG-01 14 Entwurf eines Gesetzes zur grundlegenden Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und zur Änderung weiterer Bestimmungen des Energiewirtschaftsrechts in: http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Gesetz/entwurf-eines-gesetzes-zur-grundlegenden-reform-des-erneuerbare-energien-gesetzes-und-zur-aenderung-weiterer-bestimmungen-des-energiewirtschaftsrechts,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf. Berlin: Bundesregierung, 2014

EEG-05 12 Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) - Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2730) geändert worden ist in:

http://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2009/BJNR207410008.html#BJNR207410008BJNG000700000. Berlin: Bundesregierung Deutschland, 2012

EGSW-02 13 Gasabsatz im Landkreis Donau-Ries. Augsburg: Erdgas Schwaben GmbH, 2013

ENU-01 13 Straßenbeleuchtung - Sparpotenzial erkennen und nutzen - ein Leitfaden für Gemeinden. St. Pölten: Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Umwelt - und Energiewirtschaft, 2013

EON-01 14 Schwarz, Ralf: Straßenbeleuchtung - die LED-Technik auf dem Vormarsch. München: EON Bayern AG, 2014

EURL-01 06 RICHTLINIE 2006/32/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/ EWG des Rates, Amtsblatt der Europäischen Union. Brüssel: Europäisches Parlament und Europäischer Rat, 2006

EWE-03 13 Straßenbeleuchtungskonzept. Oldenburg: EWE AG, 2013

FFE-25 09 Beer, Michael; Corradini, Roger; Fieger, Christian; Gobmaier, Thomas; Köll, Lorenz; Podhajsky, Rainer; Steck, Michael; Zotz, Manfred; Karl, Hans-Dieter: Energiezukunft 2050, Teil II - Szenarien. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., 2009

FFE-01 15 Staudacher, Thomas; Jacob, Sebastian; Eller, Sebastian; Habermann, Jochen: EnEff:Wärme – Dezentrale Stromversorgungskonzepte - laufendes Projekt. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2015

FFE-03 11 Schmid, Tobias; Pfeifroth, Philipp: EEG-Potentialstudie Bayern - Ausbauplanung im 110-kV-Netz. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2011

FFE-04 12 Schmid, Tobias; Beer, Michael; Corradini, Roger: Energiemodell der Wohngebäude in: BWK Bd. 64 (2012) Nr. 1/2. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2012

FFE-11 14 Von Roon, Serafin; Sutter, Manuel; Samweber, Florian; Wachinger, Kristin: Netzausbau in Deutschland - Wozu werden neue Netze benötigt?. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2014

FFE-17 11 Christian, Fieger; Tobias, Schmid; Corinna, Steinert; Roman, Burhenne: Energienutzungsplan der Stadt Nürnberg. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2011

FFE-21 10 Beer, Michael; Schmid, Tobias: Das Regionenmodell - Neue Ansätze zur Modellierung von Energiesystemen in: BWK Bd. 62 (2010) Nr. 10. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2010

FFE-40 10 Schmid, Tobias: EEG-Datenbank in: http://www.ffe.de/wissenffe/artikel/. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2010

FFE-84 12 Schmid, Tobias; Steinert, Corinna; Carr, Luis: Prognose der Versorgungsaufgabe - Update 2012. München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, 2012

FIW-01 12 Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe - Metastudie Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen. Gräfelfing: FIW München, 2012

FNR-01 13 Stromerzeugung aus Biomasse 2012. Gülzow-Prüzen: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2013

GEMIS-01 14 Global Emission Model for Integrated Systems (GEMIS) in: Version 4.9 in: http://www.iinas.org/gemis-download-de.html. Freiburg: Öko-Institut e.V., 2014

GKD-01 13 EUROPAN 12 DONAUWÖRTH ADAPTABLE CITY - PROTOKOLL DES RÜCKFRAGENKOLLOQUIUMS MINUTES OF THE COLLOQUIUM in: http://www.europan.de/europan12/pdf/E12-DONAUWOERTH-DE-SITE-VISIT.pdf. Doanuwörth: Große Kreisstadt Donauwörth, 2013

GKUD-01 13 Energiewerte der Krankenhäuser und Seniorenheime - Wärmeverbrauch (Heizung) nach Energieträgern, Stromverbrauch. Donauwörth: Donau-Ries Kliniken und Seniorenheime gKU, 2013

GZB-01 10 Platt, Michael; Exner, Stepha; Bracke, Rolf: Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes - Bestandsaufnahme und Trends. Bochum: GeothermieZentrum Bochum, 2010

HBIO-01 13 Hofer, Michael: Nahwärmenetz Fünfstetten in: http://www.aelf-kr.bayern.de/laendlicher_raum/41525/linkurl_7.pdf (Präsentation vom 22.07.2013). Fünfstetten: Landwirtschaftlicher Betrieb Michael Hofer, Hofer Biogas GmbH & Co.KG, 2013

IRB-01 12 Heier, Siegfried: Nutzung der Windenenergie - 6., erweiterte und vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2012

ISI-01 03 Fraunhofer ISI: Druckluft Effizient - Fakten zur Druckluft in: www.drucklufft-effizient.de. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, 2003

KFW-01 13 Merkblatt Erneuerbare Energien - Erneuerbare Energien "Speicher". Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe, 2013

KKS-01 13 Kaminkehrerstatistik des Landkreises Donau-Ries. Augsburg: Kaminkehrerinnung Schwaben, 2013

LFU-01 14 Energie-Dreisprung in: http://www.lfu.bayern.de/umweltkommunal/co2_minderung/pic/276411_gr.jpg. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), 2014

LKDG-01 13 Verbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften der Gemeinden - Strom- und Wärmeverbrauchsdaten 2012. Donauwörth: Gemeinden des Landkreises Donau-Ries, 2013

LKDON-01 09 Bilanzaussagen zum Landkreis Donau-Ries. Donauwörth: Landkreis Donau-Ries, 2009

LKDON-01 11 Workshop Wissensgemeinschaft Bayerischer EnergieWenderegionen. Donauwörth: Landkreis Donau-Ries, 2011

LKDON-01 13 Energiewerte der Landkreisgebäude - Wärmeverbrauch (Heizung) nach Energieträgern, Maßnahmenplanung (Sanierungen etc.), Stromverbrauch, Energiekennzahlen Einstufung. Donauwörth: Landkreis Donau-Ries, 2013

LKDON-01 14 Aktueller Planungsstand der Windkraftanlagen im Genehmigungsverfahren im Landkreis Donau-Ries in: Vortrag im Kreisausschuss vom 13.01.2014. Donauwörth: Landkreis Donau-Ries, 2014

LKDON-02 13 Maßnahmen des Landkreises zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs. Donauwörth: Landkreis Donau-Ries, Team 120, 2013

LKDON-03 13 Zahlen zum Fahrzeugbestand des Landkreises Donau-Ries zum 31.12.2012. Donauwörth: Landkreis Donau-Ries - Straßenverkehrsbehörde, 2013

LOI-01 08 Loibl, Helmut Dr.: VGH München: Landschaftsschutzgebiet spricht nicht gegen Windkraftanlage in: http://www.paluka.de. Regensburg: Paluka Sobola, 2008

OLG-01 11 Gerichtsurteil zur Netzanbindung einer Windkraftanlage in: http://www.justiz.nrw.de/nrwe/olgs/hamm/j2011/I_21_U_94_10urteil20110503.html, abgerufen 08.2013. Hamm: Oberlandesgericht Hamm, 2011

OSM-01 10 OpenStreetMap (OSM) - Die freie Wiki-Weltkarte. Veröffentlicht unter der freien CC-BY-SA-Lizenz durch OpenStreetMap und Mitwirkende. http://www.openstreetmap.org/, 2010

RBW-01 13 Biomasseanlage zur Prozesswärmeerzeugung. Augsburg: RBW Rain Biomasse Wärmegesellschaft mbH, 2013

RN-01 14 Windräder liegen auf Eis - Umweltausschuss 1 Vorhaben nicht genehmigungsfähig, weil Vorgaben nicht erfüllt sind in: Rieser Nachrichten vom 02.04.2014. Nördlingen: Rieser Nachrichten, 2014

RPVA-01 06 Regionalplan Ausburg (9) 2006. Augsburg: Regionaler Planungsverband Augsburg, 2006

RPVA-01 13 Gesamtauswertung der Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Sichtbeziehungen im Ries in: Regionalplan Augsburg - Fortschreibung Kapitel Windenergie Landschaftsbild Rieskrater. Augsburg: Regionaler Planungsverband Augsburg, 2013

SBW-01 14 1000 Dächer Programm Bitterfeld-Wolfen in: http://www.bitterfeld-wolfen.de/de/wisl_s-cms/_redaktionell/10/Banner/4/. Bitterfeld-Wolfen: Stadt Bitterfeld-Wolfen, FB Stadtentwicklung, 2014

STMUG-01 05 Oberflächennahe Geothermie - Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund. Ein Überblick für Bauherren, Planer und Fachhandwerker in Bayern. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), 2005

STMUG-02 11 Leitfaden Energienutzungsplan in: http://www.stmi.bayern.de/imperia/md/content/stmi/bauen/rechtundtechnikundbauplanung/_staedtebau/veroeffentlichungen/oeko/leitfaden_enp.pdf. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), 2011

STMUV-01 13 Fachinformationssystem Naturschutz (FIS-Natur) in: http://www.lfu.bayern.de/natur/fis_natur/index.htm. München: Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), 2013

STMWI-02 13 Energie-Atlas Bayern - Web Map Service in: http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?0. München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, 2013

STMWIVT-01 11 Bayerisches Energiekonzept "Energie innovativ" - Von der Bayerischen Staatsregierung beschlossen am 24. Mai 2011. München: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT), 2011

STNB-01 13 Daten der Stromnetzbetreiber zu Stromverbrauch und Stromerzeugung pro Gemeinde im Landkreis Donau-Ries. Augsburg, Nürnberg, Ellwangen, Alerheim: Lechwerke AG (LEW), N-Ergie Netze GmbH, EnBW Ostwürttemberg DonauRies AG (ODR), Elektrizitätswerk Wennenmühle Schörger KG, 2013

TUB-01 05 Köhler, Silke: Geothermisch angetriebene Dampfkraftprozesse - Analyse und Prozessvergleich binärer Kraftwerke - Zur Erlangung des akademischen Grades Doktorin der Ingenieurwissenschaften. Berlin: Technische Universität Berlin, 2005

TUM-02 08 Rauh, Stefan; Heißenhuber, Alois: NAHRUNG VS. ENERGIE – ANALYSE DER KONKURRENZ-BEZIEHUNGEN in: Vortrag anlässlich der 48. Jahrestagung der GEWISOLA „Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung“ Bonn, 24. – 26. September 2008. Bonn: Technische Universität München - Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, 2008

TUM-01 13 Witzmann, Rolf; Altschäffl, Sascha; Esslinger, Peter; Lödl, Martin; Pardatscher, Robert; Stöckl, Georg; Viernstein, Lorenz: Verteilnetzstudie Bayern 2013 - Ausbaubedarf bis 2021 - Basisszenario. München: Technische Universität München, Fachgebiet Elektrische Energieversorgungsnetze, 2013

ZOTT-01 14 Regenerative Energie in: http://www.zott.de/zott-caring-for-life/verarbeitung-und-transport/dampfgewinnung-durch-hackschnitzel-heizkraftwerk/. Mertingen: Zott SE & Co. KG, 2014