

# Potenzialanalyse zu Erneuerbaren Energien im Landkreis Dillingen a.d.Donau

November 2012

erstellt vom Energie- und Umweltzentrum Allgäu (eza!)

Dr. Hans-Jörg Barth  
Florian Botzenhart  
Leonie Wiesiollek

Burgstraße 26  
87435 Kempten  
Tel 0831 960286-85  
Fax 0831 960286-88  
barth@eza.eu  
www.eza.eu





## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	4
1 Zusammenfassung.....	5
2 Aufgabenstellung und Ziel.....	7
3 Potenzialermittlung.....	8
3.1 Grundlagenermittlung .....	8
3.1.1 Windkraft.....	8
3.1.2 Photovoltaik und Solarthermie.....	8
3.1.3 Photovoltaik - Freilandanlagen .....	8
3.1.4 Wasserkraft .....	9
3.1.5 Biomasse.....	9
3.1.6 Energieholz.....	10
3.1.7 Geothermie.....	10
3.2 Einsparpotenziale.....	10
3.2.1 Einsparpotenzial Gebäude .....	10
3.2.2 Einsparpotenzial Verkehr.....	12
3.3 Erzeugungspotenziale erneuerbare Energien.....	14
3.3.1 Windkraft.....	15
3.3.2 Photovoltaik und Solarthermie – Dachflächen .....	16
3.3.3 Photovoltaik - Freilandanlagen .....	17
3.3.4 Wasserkraft .....	18
3.3.5 Biomasse.....	18
3.3.6 Energieholz.....	20
3.3.7 Geothermie.....	21
3.3.8 Zusammenfassung Stromerzeugung .....	22
3.3.9 Zusammenfassung Wärmerzeugung .....	23
3.4 Qualitative Bewertung einer Energieautarkie .....	24
3.5 Maßnahmenempfehlungen .....	28
4 Fazit.....	30



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Entwicklung der Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen.....	9
Abb. 2: Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasseanlagen.....	10
Abb. 3: Heizwärmeverbrauch entsprechend der Gebäudealtersstruktur im Bestand im Landkreis Dillingen a.d. Donau.....	11
Abb. 4: Heizwärmeverbrauch entsprechend der Gebäudealtersstruktur im Landkreis Dillingen a.d. Donau .....	12
Abb. 5: Entwicklung der Energieeinsparung im PKW-Verkehr .....	13
Abb. 6: Heutige Nutzung erneuerbarer Energien vs. Gesamtpotenzial nach Energieträger.....	14
Abb. 7: Verhältnis der für Solarthermie und Photovoltaik geeigneten freien Dachflächen gegenüber den installierten Anlagen. ....	17
Abb. 8: Gesamtes Erzeugungspotenzial aus Solarenergie (Dachflächen und Freiflächen) für den Landkreis Dillingen a.d. Donau.....	18
Abb. 9: Realisierbares Potenzial für Biogasnutzung .....	19
Abb. 10: Das realisierbare Potenzial aus Energieholz .....	20
Abb. 11: Umweltwärmepotenziale für den Landkreis Dillingen a.d. Donau.. ..	21
Abb. 12: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien für den Landkreis Dillingen a.d. Donau.....	22
Abb. 13: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien für den Landkreis Dillingen a.d. Donau im Kreisdiagramm. ....	22
Abb. 14: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien für den Landkreis Dillingen a.d. Donau.....	23
Abb. 15: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien für Landkreis Dillingen a.d. Donau.....	23
Abb. 16: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.....	24
Abb. 17: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2011 .....	25
Abb. 18: Mögliche Entwicklung des Strommixes aus erneuerbaren Energien.....	27
Abb. 19: Entwicklung der Stromproduktion aus Biomasse von 2006– 2011.....	29
Abb. 20: Entwicklung der Stromproduktion aus Biomasse im Zusammenhang mit Kraftwärmekopplung von 2006 - 2011 .....	30



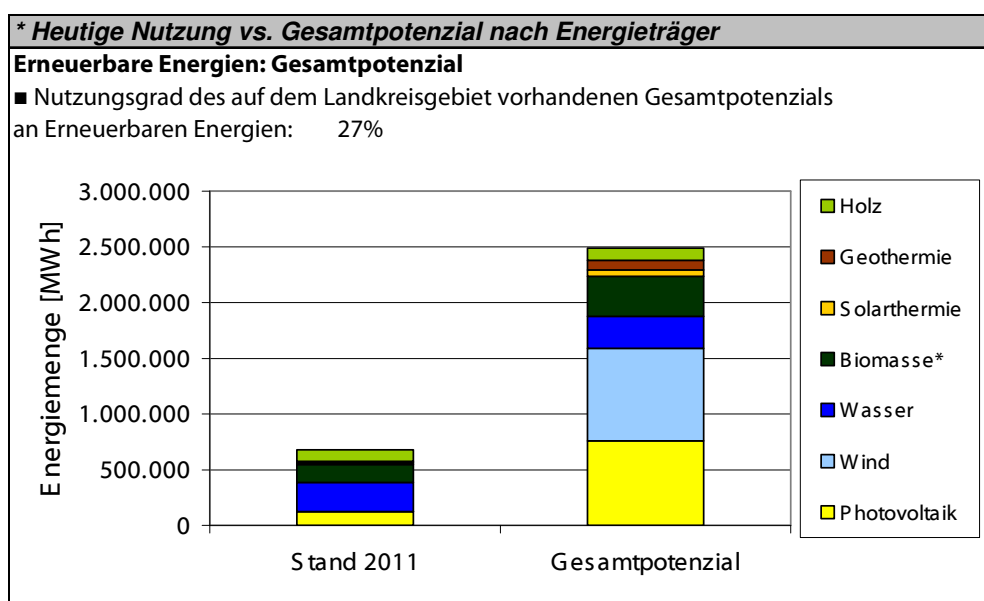
## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern .....	14
Tab. 2: Übersicht Windkraft-Referenzanlagen .....	15
Tab. 3: Nutzräume im Landkreis Dillingen .....	20



## 1 Zusammenfassung

Die Potenzialstudie für den Landkreis Dillingen a.d.Donau stellt die Erzeugungspotenziale der regenerativen Energien im Landkreis dar. Im Rahmen der Untersuchung wurden die Potenziale für jede Stadt und jede Gemeinde des Landkreises separat ausgewiesen, um den Kommunen eine fundierte Entscheidungsgrundlage für ihre weitere energiepolitische Strategie zu liefern. Dies gilt im Besonderen für die Definition von möglichen Standorten zur Windenergienutzung. Die Zusammenfassung der Einzelergebnisse liefert dem Landkreis einen Überblick über die Möglichkeiten des weiteren Ausbaus regenerativer Energien. Die heutige Nutzung der erneuerbaren Energien beträgt gutes Viertel des gesamten technischen Potenzials im Landkreis.



\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Energie aus Biogasanlagen

Wesentliche Säulen des Ausbaus erneuerbarer Energien sind die Windenergie und die Photovoltaik. Daneben bietet aber auch die Biomassennutzung noch ein erhebliches, bereits heute wirtschaftliches Ausbaupotenzial.

Die Studie zeigt auf, dass der Landkreis Dillingen das Potenzial dazu hat, vermutlich als einer der ersten Landkreise in Bayern neben der rechnerischen auch die tatsächliche Energieautarkie zu erreichen. Rechnerisch gesehen ist die Energieautarkie im Bereich Strom bei einem Stromverbrauch im Landkreis von 489.377 MWh (2011) und einer Stromerzeugung aus regenerativen Energieträgern von 513.170 MWh bereits erreicht. Eine tatsächliche Energieautarkie im Strombereich ist bis voraussichtlich 2020 möglich und ca. 10-20 Jahre später auch im Bereich der Wärmeerzeugung zu erreichen. Voraussetzung hierzu ist eine deutliche Steigerung der derzeitigen Sanierungsrate der energetischen Gebäudesanierung und der schnelle Ausbau der Windenergie im Landkreis. Hierdurch wird eine ideale Mischung der verschiedenen regenerativen Energieträger erreicht, welche in Kombination mit einer Verschiebung der Lastspitzen und der Bereitstellung von regelbarer Leistung durch zahlreiche KWK-Anlagen im Unternehmensbereich auch Versorgungslücken decken können. Als weiterer Speicher lässt sich das existierende Gasnetz instrumentalisieren, wodurch auf Strom- und später auch Wärmeimport von außen verzichtet werden kann. Der Netzausbau muss daher im Nieder- und allenfalls im Mittelspannungsbereich vorgenommen werden. Hochspannungstrassen erübrigen sich.



**Positiv für das Erreichen der Ziele wäre:**

**a) Strombereich:**

- ein schneller Ausbau der Windenergie auf ca. 150 – 170 GWh/a, dies entspricht 30 Windkraftanlagen
- die Motivation von Unternehmen mit ganzjährig hohem Wärme- und Kältebedarf, KWK-Anlagen zu realisieren
- die Motivation von Unternehmen zur Teilnahme an Energieeffizienznetzwerken, um Einsparpotentiale zu realisieren.
- die Realisierung der Wasserstoff- und Methanproduktion mittels Elektrolyse durch die Energieversorger
- die Bereitstellung von Speichermöglichkeiten für PV-Strom für private Haushalte durch die Energieversorger

**b) Wärmebereich**

- die rasche Erhöhung der Sanierungsrate bei der Gebäudesanierung auf mind. 2 %
- Nutzung des Potenzials von Biogasanlagen, die ohne Wärmenutzung am Netz sind
- Schaffung von Anreizen, beim Austausch von Heizungsanlagen im privaten Bereich ohne begleitende Gebäudesanierung, vorrangig Brennwerttechnik einzusetzen
- Ausbau der Solarthermie und Umweltwärme bei der Bereitstellung von Wärme



## 2 Aufgabenstellung und Ziel

Das Thema „Energiewende“ wird vom Landkreis Dillingen a.d.Donau nicht erst seit dem Beschluss der Bundesregierung als Reaktion auf die katastrophalen Ereignisse von Fukushima konsequent umgesetzt, sondern es ist bereits seit vielen Jahren zentraler Bestandteil der Kreispolitik. Neben der Fortführung der systematischen energetischen Gebäudemodernisierung im Bestand der Landkreis-Liegenschaften, unterstützt der Landkreis den verträglichen Ausbau regenerativer Energiegewinnung mit möglichst großer Wertschöpfung vor Ort. Bürgerbeteiligungsmodelle werden hier sehr begrüßt. Im Rahmen der Teilfortschreibung Windkraft des Regionalplanes der Planungsregion Augsburg hat der Landkreis eine Potenzialstudie zur Bezifferung der Erzeugungspotenziale im Bereich der erneuerbaren Energien für alle Städte und Gemeinden im Landkreis in Auftrag gegeben. Das vorrangige Ziel der Studie ist es, den einzelnen Kommunen in der Beurteilung möglicher Standorte für Windenergieanlagen eine bessere Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu stellen. Neben der Analyse der technischen und wirtschaftlichen Potenziale von Windenergiestandorten soll der Überblick über alle Potenziale erneuerbarer Energieträger eine ganzheitliche Betrachtung des Themas erlauben.

Zusätzlich zu reinen Erzeugungspotenzialen werden Einsparpotenziale durch Effizienzsteigerungen im Bereich der Gebäudesanierung und der entsprechende Verbrauchsrückgang aufgezeigt. Des Weiteren werden mögliche Einsparpotenziale in Abhängigkeit verschiedener Annahmen im Verkehrsbereich angegeben.

Die Erzeugungspotenziale wurden für die Bereiche Strom und Wärme berechnet.

Dabei gliedern sich die Potenziale in:

- Wind
- Photovoltaik
- Wasser
- Biomasse (Strom/Wärme)
- Solarthermie
- Geothermie/Umweltwärme
- Energieholz

Jede Kommune des Landkreises hat im August 2012 eine gemeindescharfe Darstellung der Erzeugungs- und Einsparpotenziale erhalten. In diesem Zusammenhang wurden die Windenergiepotenziale bereits im Juni separat an die Gemeinden übermittelt, da die Rückmeldefrist zur Meldung und Kommentierung möglicher Standorte an den Regionalen Planungsverband Augsburg im Juli endete. Die vollständige Analyse wurde den Gemeinden dann im August nachgereicht.

Dieser Bericht stellt eine Zusammenfassung der auf kommunaler Ebene ermittelten Potenziale für den gesamten Landkreis dar und ermöglicht eine konkrete Bewertung des Landkreises vor dem Hintergrund einer möglichen Energieautarkie. Des Weiteren werden konkrete Handlungsempfehlungen zum weiteren sinnvollen Ausbau der erneuerbarer Energien bzw. energiepolitischer Schwerpunkte im Landkreis Dillingen geben.



### 3 Potenzialermittlung

In der vorliegenden Potenzialschätzung wird das vorhandene technische Potenzial betrachtet, da dieses für die mittelfristige Energieplanung der Kommunen bzw. des Landkreises relevant ist. Die vorliegende Ausarbeitung soll zeigen, welcher Handlungsspielraum im Bereich von Energieeinsparung und regenerativer Energieproduktion prinzipiell besteht. Dem gegenüber hängt die Wirtschaftlichkeit der aufgezeigten technischen Potenziale von zahlreichen veränderlichen Faktoren ab (Rohstoff- und Energiepreisentwicklung, Investitionsprogramme und Fördermöglichkeiten, Markt- und Technologieentwicklung etc.), so dass von Fall zu Fall und damit meist erst zum Zeitpunkt einer anstehenden Maßnahmenumsetzung über die Frage der Wirtschaftlichkeit der Erschließung eines Potenzials zu entscheiden ist. Ohne weitere Angaben beziehen sich die im Folgenden genannten Potenziale daher immer auf technische Potenziale.

#### 3.1 Grundlagenermittlung

##### 3.1.1 Windkraft

Bisher ist im Landkreis Dillingen nur eine einzige Windenergieanlage in Betrieb. Diese liegt auf dem Gebiet der Gemeinde Glött. Es handelt sich um eine Enercon E-53 mit einer Nabenhöhe von 73 m und einer Leistung von 0,8 MW. In mittleren Windjahren, wie beispielsweise 2008, liefert diese Anlage 1170 MWh/a.

##### 3.1.2 Photovoltaik und Solarthermie

Entsprechend der Auskünfte der Netzbetreiber und Stromversorger sowie der in den Anlagenstammdaten bereitgestellten Informationen lässt sich die dynamische Entwicklung und der Stand der installierten Photovoltaikanlagen im Landkreis recht genau wiedergeben. Im Jahr 2011 lag der auf Dachflächen erzeugte Stromertrag im Landkreis bei 84.787 MWh/a. Weitere knapp 38.658 MWh/a kommen durch Freilandanlagen hinzu.

##### 3.1.3 Photovoltaik - Freilandanlagen

Dort wo Informationen über Freiflächen vorlagen (aus Anlagenstammdaten und Gemeindeinformationen), wurden diese berücksichtigt. Eine Abfrage bei allen Gemeinden lieferte diesbezüglich die nötigen Informationen, wobei sich nicht immer alle gemeldeten Standorte eindeutig zuordnen ließen, da die Netzeinspeisepunkte nicht immer auf dem Gemeindegebiet der Anlage lokalisiert sind. Bereits installierte Freiland-Photovoltaikanlagen konnten aufgrund der verfügbaren Datengrundlage nur bis einschließlich 2010 berücksichtigt werden.

Die folgende Abbildung zeigt die dynamische Entwicklung beim Ausbau der Photovoltaik im Landkreis Dillingen a.d.Donau bis zum Jahr 2011.



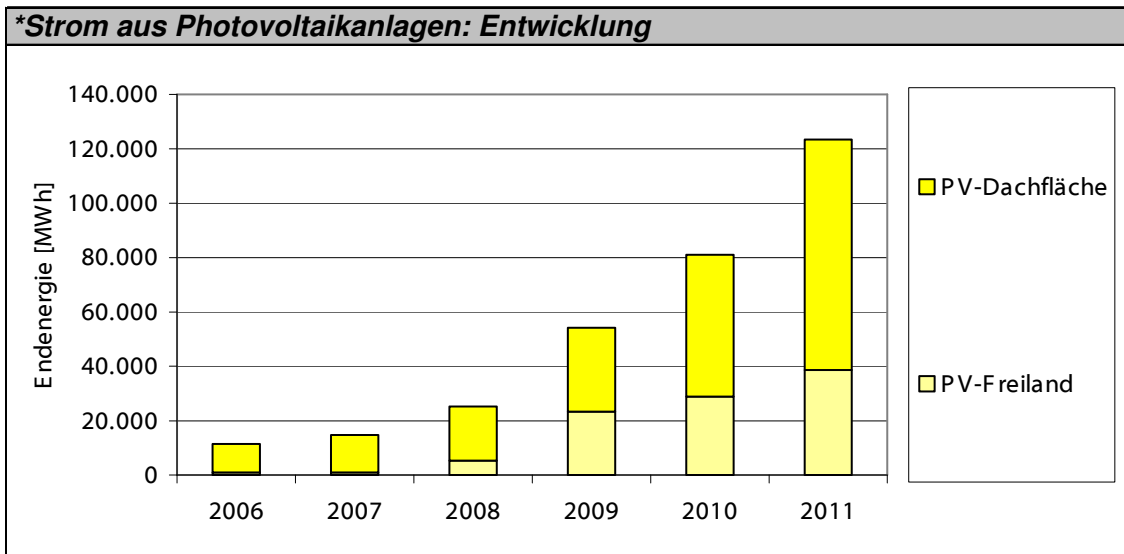


Abb. 1: Entwicklung der Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen

### 3.1.4 Wasserkraft

Im Landkreis Dillingen sind an der Donau eine ganze Reihe bedeutender Wasserkraftanlagen vorhanden. Zu nennen sind hier vor allem die großen Wasserkraftwerke Dillingen, Schwenningen Höchstädt, Faimingen und Gundelfingen mit einer Leistung über jeweils 7.000 kW.

In der Summe liefern die derzeit im Landkreis Dillingen installierten Wasserkraftanlagen eine Energiemenge von 260.680 MWh/a (2011).

### 3.1.5 Biomasse

Unter Biomasseanlagen fallen neben Biogasanlagen u. a. Pflanzenölanlagen und Holzheizkraftwerke. Diese wurden für die Gemeinden, soweit Informationen vorlagen, einzeln erfasst und im Anlagenbestand berücksichtigt. Biomassepotenziale beziehen sich lediglich auf einen Zubau an Biogasanlagen gemäß dem unter Potenzialen geschilderten Flächenansatz und einer optimierten Wärmenutzung bei bestehenden Biomasseanlagen.

Die folgende Abbildung zeigt, dass ähnlich wie bei der Photovoltaik, die Entwicklung bei den Biomasseanlagen im Landkreis Dillingen in den letzten Jahren sehr dynamisch verlaufen ist. Im Jahr 2011 belief sich die Stromproduktion auf 128.027 MWh/a. Dies entspricht in etwa der durch Photovoltaik erzeugten Strommenge auf Dachflächenanlagen im Landkreis.

Die genutzte Wärme betrug im selben Zeitraum (Jahr 2011) 32.222 MWh/a. Bei den Potenzialen wird noch ausgeführt, dass hier bei weitem nicht alle zur Verfügung stehende Wärme genutzt wird, sondern diese zum Großteil noch ungenutzt in die Umgebung entweicht.

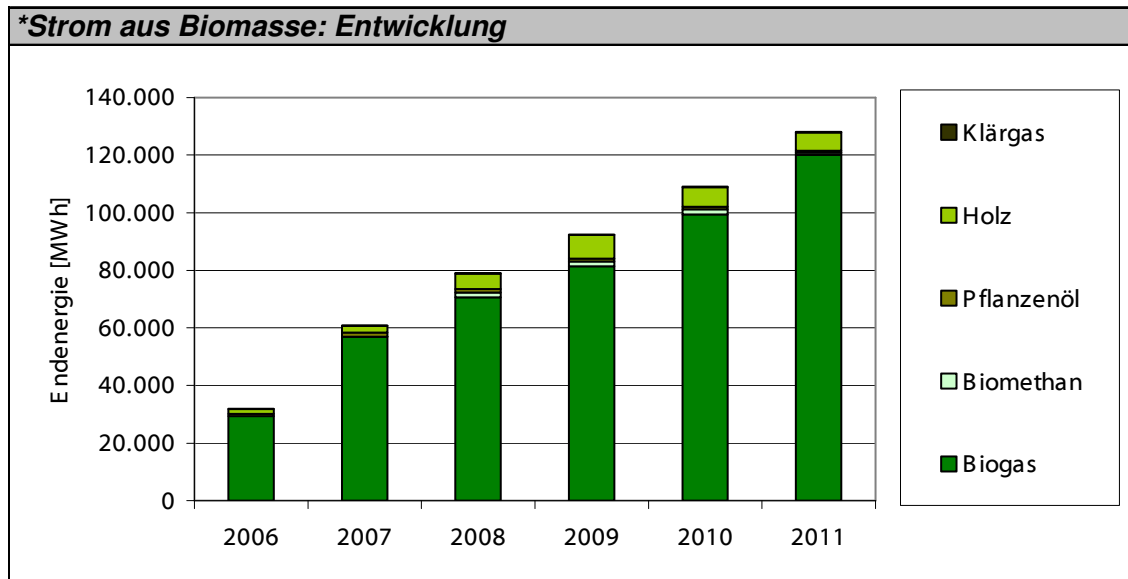


Abb. 2: Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasseanlagen im Landkreis Dillingen a. d. Donau

### 3.1.6 Energieholz

Im Landkreis Dillingen werden derzeit gut 103.000 MWh/a Wärme aus den Waldbeständen im Landkreis in Form von Scheitholz, Hackgut oder Pellets gewonnen. Die Methode der Ermittlung sowie die zugrunde liegenden Annahmen sind im Abschnitt zur Potenzialermittlung (3.3.6) ausgeführt.

### 3.1.7 Geothermie

Eine Nutzung der Erdwärme im Sinne von Tiefen-Geothermie ist aufgrund der geologischen und strukturellen Gegebenheiten des Gesteinskörpers im Landkreis derzeit nicht vorhanden. Im Bereich der oberflächennahe Erdwärmenutzung werden derzeit (2011) 13.700 MWh/a Heizwärme erzeugt.

## 3.2 Einsparpotenziale

### 3.2.1 Einsparpotenzial Gebäude

Die wesentlichen technischen Einsparpotenziale im Bereich der Wärmenutzung ergeben sich aus der energetischen Sanierung, bzw. Modernisierung der Gebäude. Zu einem sehr viel geringeren Anteil kann ein bewusster Umgang mit Heizung und warmem Wasser weitere Energie einsparen. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass bei zunehmendem energetischem Standard der Gebäude die Raumtemperatur sowie die Anzahl der beheizten Räume in der Regel zunehmen. Daher wird in der Potenzialbetrachtung nur der reduzierte Verbrauch durch die Gebäudesanierung angenommen. Gewohnheitsänderungen der Bewohner werden nicht berücksichtigt.



Mit Hilfe von Daten zum Gebäudebestand und dessen Baualtersstruktur aus der GENESIS Datenbank (Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung Bayern) kann über lokale Gebäudetypologien und Erfahrungswerte aus der eza!-Energieberatung ein spezifischer Heizwärmeverbrauch pro m<sup>2</sup> für jede Baualtersklasse und damit der jeweilige Heizwärmeverbrauch angegeben werden. Das resultierende Einsparpotenzial ergibt sich aus der Annahme, dass sämtliche Gebäude auf Brennwerttechnik umgerüstet werden und der Gebäudebestand vor Baujahr 1984 auf einen energetischen Standard modernisiert wird, welcher der EnEV 2009 gerecht wird (Abb. 3). Zum Vergleich wird in der gleichen Abbildung aufgezeigt, welche theoretischen Einsparpotenziale sich durch die weitergehende Modernisierung der Gebäude vor Baujahr 1984 auf Passivhausstandard ergeben würden, wengleich eine flächendeckende Umsetzung des Passivhausstandards aus mehreren Gründen (Gebäudezustand, Planungsaufwand, Denkmalschutz) unwahrscheinlich ist.

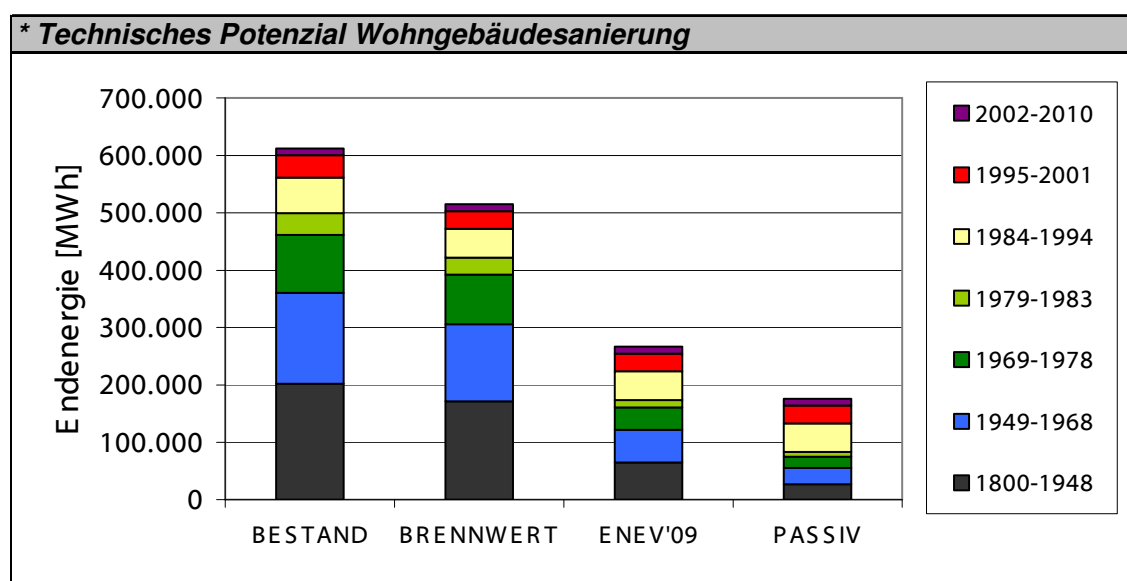


Abb. 3: Heizwärmeverbrauch entsprechend der Gebäudealtersstruktur (GENESIS Datenbank – Statistikdaten Bayern) im Bestand im Landkreis Dillingen a.d. Donau

Die zweite Säule zeigt die möglichen Einsparungen unter der Annahme, dass alle Gebäude auf Brennwerttechnik umgerüstet werden. Säule 3 gibt darüber hinaus an, welche weiteren Einsparungen durch eine Sanierung aller Gebäude vor Baujahr 1984 auf einen EnEV-2009-konformen Standard möglich wären. Säule 4 bildet die konsequente Umsetzung des Passivhausstandard ab.

Allein die Umstellung sämtlicher Heizanlagen auf Brennwerttechnik spart knapp 100.000 MWh/a Wärme pro Jahr ein. Dies entspricht etwa einem Sechstel des Verbrauchs oder knapp der Menge, die derzeit im ganzen Landkreis durch Holz bereit gestellt wird. Mit einer Sanierung des gesamten Bestandes vor 1984 auf EnEV-2009-Standard lässt sich mehr als die Hälfte des Energieverbrauches im Wärmebereich einsparen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt, wie sich eine Steigerung der durchschnittlichen Sanierungsrate (welche derzeit bei knapp 1% in Deutschland liegt) auf die bis 2020 zu erwartenden Einsparungen auswirken. Auch hier werden nur die Gebäude mit einem Baujahr vor 1984 berücksichtigt. Des Weiteren wird angenommen, dass die modernisierten Gebäude nach der Sanierung einen Energieverbrauch entsprechend der EnEV 2009 aufweisen. Bei einer Sanierungsrate von 2% lassen sich bis zum Jahr 2020 im Landkreis Dillingen a.d. Donau gut 80.000 MWh/a Wärme einsparen.

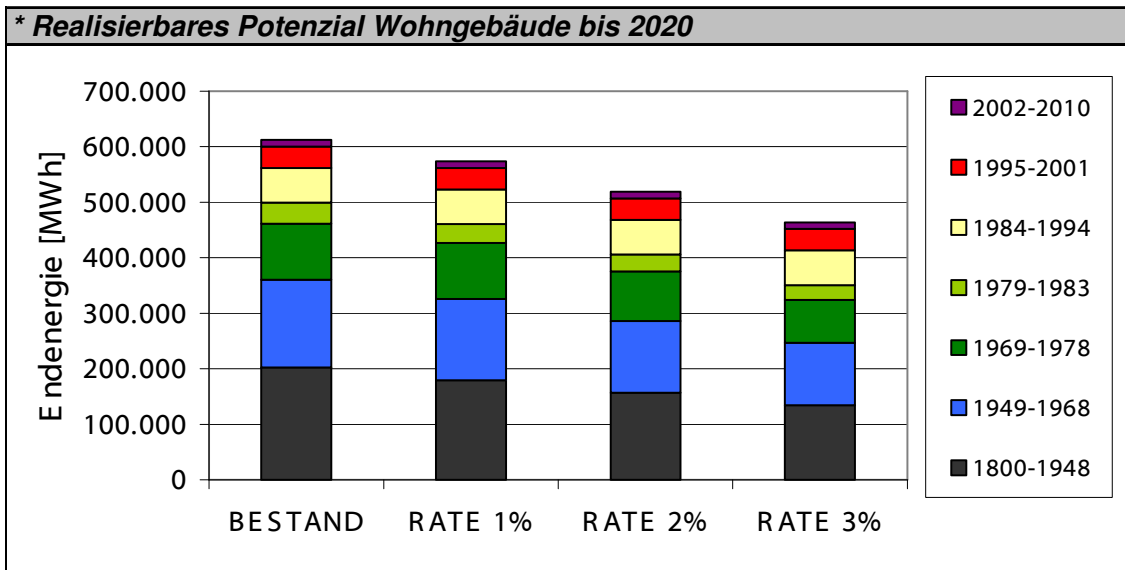


Abb. 4: Heizwärmeverbrauch entsprechend der Gebäudealtersstruktur im Landkreis Dillingen a.d.Donau unter der Annahme unterschiedlicher Sanierungsraten pro Jahr bis zum Jahr 2020 (die gegenwärtige durchschnittliche Sanierungsrate liegt in Deutschland bei ca. 0,9%)

### 3.2.2 Einsparpotenzial Verkehr

Die Daten zu Fahrzeugbestand, Fahrzeugverteilung sind der Statistik des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) entnommen. Im Verkehrsbereich liegt generell ein sehr hohes Einsparpotenzial, da die Fahrzeugindustrie erst in den letzten Jahren das Thema Energieeffizienz angegangen ist und energiesparende Fahrzeuge erst sehr langsam den Markt durchdringen. Neue Konzepte im Bereich der Mobilität, insbesondere der Elektromobilität, sind erst am Beginn der Entwicklung. Das technische Potenzial ist für den Verkehrsbereich sehr schwierig zu bestimmen, da die Rahmenbedingungen zu variabel sind. Aus diesem Grunde wird hier von den folgenden Annahmen ausgegangen: Da sich die Fahrtstrecken des Individualverkehrs nur wenig einschränken lassen, werden Einsparungen nur durch eine Verlagerung der Fahrtstrecken auf energieeffizientere Verkehrsmittel (ÖPNV und Fahrrad bzw. Pedelec) und die Effizienzsteigerung der Fahrzeugantriebe erzielt.

Annahme 1: Die Fahrzeugeffizienz (der durchschnittliche Treibstoffverbrauch) verbessert sich pro Jahr um 0,2 Liter/km (dieser Wert entspricht etwa den EU Zielen von 135 g/km CO<sub>2</sub>-Emissionen für alle Fahrzeuge) (Abb. 5 blaue Linie)

Annahme 2: Mit einbezogen wird hierbei eine zusätzliche Veränderung im Fahrverhalten mit einer jährlichen Reduzierung der durchschnittlich gefahrenen Strecke um 200 km (Abb. 5 rote Linie).

Elektromobilität wird mangels wirtschaftlicher Batterietechnik zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht als probates Mittel für einen signifikant reduzierten Energieverbrauch im Straßenverkehr angesehen. Dennoch ist in Abb. 5 ein Szenario erhöhter Elektromobilität mit einem theoretischen Marktanteil von 20% aufgeführt. Dieses zeigt, dass die tatsächlichen Einsparungen (durch die wesentlich effizientere Antriebstechnik) nicht so hoch ausfallen wie gemeinhin angenommen. Für Elektroantriebe wurde ein Energieaufwand von 22 kWh/100 km angenommen. Vergleichsweise liegt der Energieverbrauch beim Benzinmotor bei 74 kWh/100 km.



Im Nutzfahrzeugbereich sind nur geringe Einsparungen zu erzielen, da dieser unter den gegenwärtigen europäischen Rahmenbedingungen in Zukunft noch deutlich wachsen wird, wodurch sich der Energieverbrauch in diesem Bereich nicht reduziert, sondern im besten Falle aufgrund besserer Effizienz gleich bleibt.

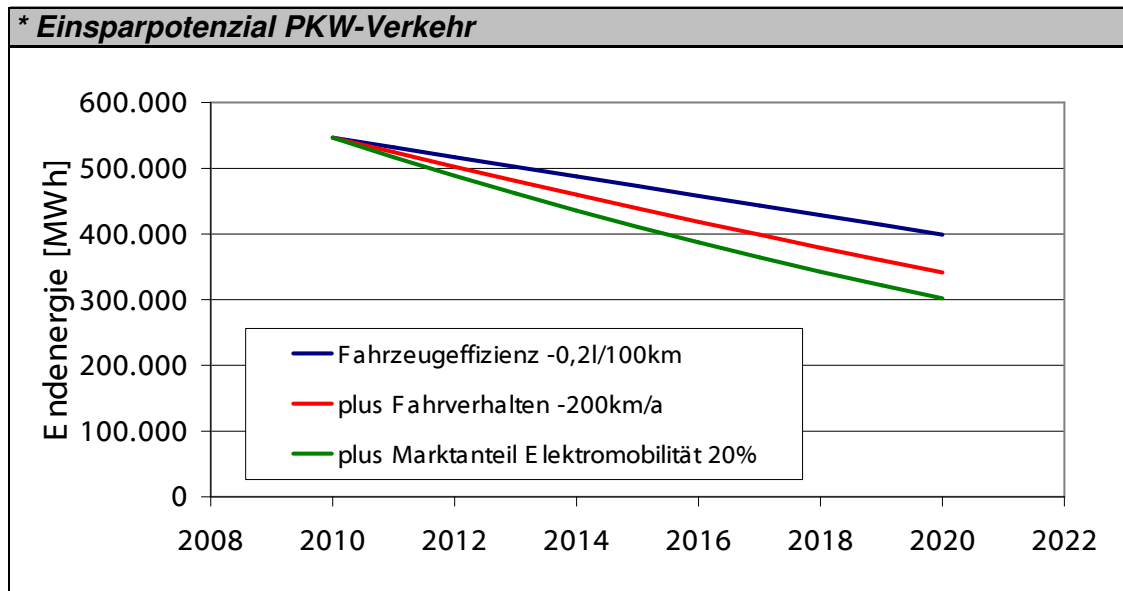


Abb. 5: Entwicklung der Energieeinsparung im PKW-Verkehr

Annahme 1: Die Fahrzeugeffizienz (der durchschnittliche Treibstoffverbrauch) verbessert sich pro Jahr um 0,2 Liter/km (dieser Wert entspricht etwa den EU Zielen von 135 g/km CO<sub>2</sub>-Emissionen für alle Fahrzeuge) (blaue Linie).

Annahme 2: Mit einbezogen wird hierbei eine zusätzliche Veränderung im Fahrverhalten mit einer jährlichen Reduzierung der durchschnittlich gefahrenen Strecke um 200 km (rote Linie).

Annahme 3: Mit einbezogen wird zusätzlich ein Marktanteil Elektromobilität von 20% (grüne Linie).



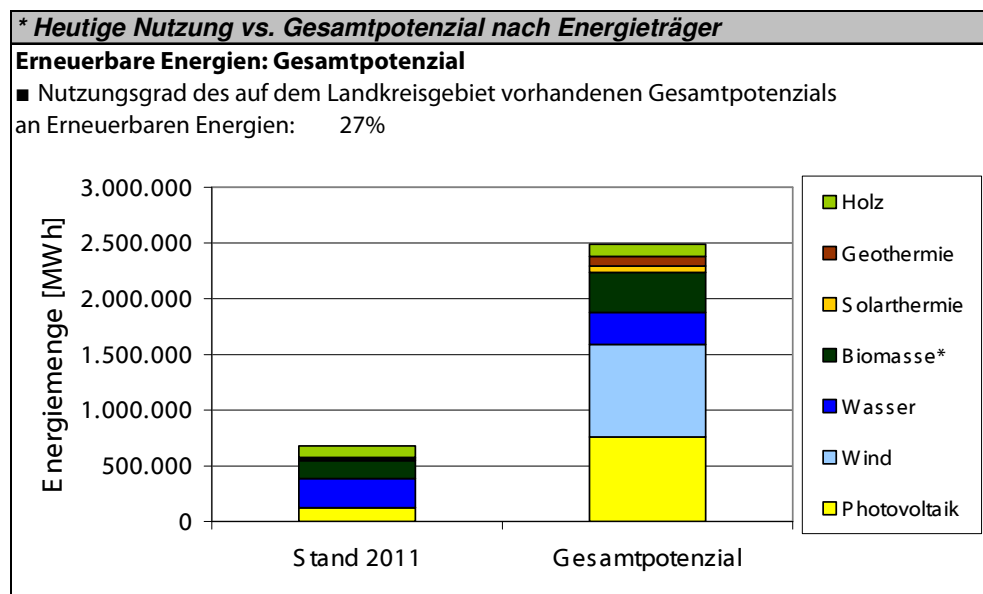
### 3.3 Erzeugungspotenziale Erneuerbare Energien

Im Rahmen der Potenzialabschätzung wurden die Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien im gesamten Landkreis Dillingen bestimmt. Diese sind in der folgenden Tabelle aufgelistet und der gegenwärtigen Nutzung gegenübergestellt.

Tab. 1: Erzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern

<b>* Potenziale aus Erneuerbaren Energien nach Energieträger</b>			
<b>Potenziale für Strom- / Wärmeerzeugung durch Erneuerbare Energien [MWh]</b>			
	Stand 2011	Potenzial	Gesamt
PV-Dach	84.787	609.543	694.330
PV-Freiland	38.658	26.028	64.686
Wind	1.017	829.021	830.038
Wasser	260.680	26.068	286.748
Biomasse*	128.027	69.936	197.963
Solarthermie	14.781	45.170	59.951
Geothermie	13.776	69.505	83.281
Holz	103.852	6.065	109.917
Biomasse*	32.222	129.748	161.969
<b>Strom</b>	<b>513.169</b>	<b>1.560.595</b>	<b>2.073.764</b>
<b>Wärme</b>	<b>164.631</b>	<b>250.487</b>	<b>415.118</b>
<b>Σ EE-Potenzial:</b>	<b>677.800</b>	<b>1.811.083</b>	<b>2.488.882</b>

\*Stand 2011: Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Energie aus Biogasanlagen. Potenzial berücksichtigt nur Biogasanlagen und eine optimierte Wärmenutzung bei allen Biomasseanlagen



\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Energie aus Biogasanlagen

Abb. 6: Heutige Nutzung erneuerbarer Energien vs. Gesamtpotenzial nach Energieträger



Es zeigt sich, dass die höchsten technischen Potenziale im Bereich der Windenergienutzung liegen. Derzeit herrschende politische und naturschutzrechtliche Rahmenbedingungen stehen einer vollständigen Nutzung des Potenzials entgegen. Dennoch wird ein Ausbau der Windenergie im Landkreis Dillingen schon aus Gründen des Energie-Mixes notwendig sein. Auch die Photovoltaik spielt eine herausragende Rolle. Dann folgt ein weiterer Ausbau der Biomassepotenziale sowie die bessere Nutzung der Solarthermie. Nur geringe Ausbaupotenziale im Landkreis haben die Energieträger Wasser und Holz.

Im Folgenden werden die Potenziale einzeln aufgeführt.

### 3.3.1 Windkraft

Die in den Gemeindeblättern<sup>1</sup> dargestellten potenziellen Standortflächen sind so gewählt, dass die Reliefbedingungen für den Standort optimal sind und die Abstände (von mindestens 800 m) zu Siedlungen eingehalten werden.

Für die potenziellen Standortflächen werden die Rechenergebnisse für Energieertrag und Anlagenauslastung ausgewiesen. Eingangsgrößen für die Berechnungen sind die Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit am Standort in der Nabenhöhe des angegebenen Anlagentyps sowie dessen Leistungskennlinie. Grundlage für die Windgeschwindigkeiten ist ein Datensatz aus dem statistischen Windfeldmodell des Deutschen Wetterdienstes sowie die Geländetopographie im betrachteten Gebiet (eine umfangreichere Erläuterung der angewandten Methodik befindet sich im Anhang1).

Die Auswahl an Referenzanlagen orientiert sich an den wesentlichen Nabenhöhen- bzw. Leistungsklassen sowie an den derzeitigen Marktanteilen der Anlagenhersteller in Deutschland. Aus technischer Sicht muss auf die Unterscheidung zwischen getriebelosen Anlagen (Hersteller Enercon) und Anlagen mit Getriebe (Hersteller Vestas) hingewiesen werden. Energieerträge und die Zahl der Volllaststunden können je nach Anlagentyp auch in ein und derselben Nabenhöhe merklich voneinander abweichen, da die Anlagentypen in der Regel für spezielle Windverhältnisse, beispielsweise Starkwindstandorte oder Schwachwindstandorte, ausgelegt sind.

Tab. 2: Übersicht Windkraft-Referenzanlagen

Referenzanlage	Rotordurchmesser	Nabenhöhe	Leistung
Enercon E-53	m	73 m	0,8 MW
Enercon E-82	82 m	98 m	2,0 MW
Enercon E-82	82 m	98 m	3,0 MW
Enercon E-82	82 m	138 m	2,3 MW
Enercon E-82	82 m	138 m	3,0 MW
Enercon E-101	101 m	135 m	3,0 MW
Vestas V-80	80 m	100 m	2,0 MW
Vestas V-90	90 m	105 m	3,0 MW
Vestas V-112	112 m	119 m	3,0 MW

<sup>1</sup> Für jede Kommune im Landkreis wurde eine separate Windanalyse vorgenommen. Diese liegen dem Landratsamt und der jeweiligen Kommune vor.



In dieser Studie ist für jede Nabenhöhenkategorie aus der Grundmenge von 9 Referenzanlagen der Anlagentyp mit der besten Auslastung angegeben.

Die hier gemachten Angaben stellen eine Hilfe bei der Standortfindung dar, ersetzen jedoch keine Windmessung und kein Wirtschaftlichkeitsgutachten im Vorfeld der Realisierung eines Projektes.

Für eine Wirtschaftlichkeitsabschätzung sind zum Einen der Preis der Anlage sowie deren Verfügbarkeit ausschlaggebend, zum Anderen die darüber hinaus entstehenden Kosten für Netzanschluss der Anlage, ggf. mit erforderlichem Leitungsbau, Ausbau der Zuwegung, Ausgleichsflächen, Pacht / Grundstückskauf, Wartung, Versicherung, ... Die Preise der Windenergieanlagen unterliegen Marktschwankungen. Daher ist diesbezüglich keine allgemein gültige Aussage möglich. In den letzten beiden Jahren musste für eine Enercon E-82 2 MW zwischen 3,5 und 4 Mio. Euro kalkuliert werden. Die entsprechend größere Enercon E 101 3 MW lag bei ca. 5 Mio. Euro.

Generell sind die Windverhältnisse im Landkreis Dillingen so, dass an exponierten Standorten auf Höhenzügen Windenergie wirtschaftlich erzeugt werden kann. Für die meisten potenziellen Standorte gilt aber, dass eine sorgfältige Kalkulation und die Minimierung von Nebenkosten für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen notwendig sind. Dies bedeutet besonders, dass hohe Pachtpreise oder Ausgleichszahlungen ebenso wie aufwändige Wegebauten oder Leitungsnetze ein Projekt zum Scheitern bringen können. Die Kenngröße der Volllaststunden kann überschlägig so interpretiert werden, dass Zahlen über 1.500 Volllaststunden im Jahr in der Regel einen wirtschaftlichen Betrieb erlauben. Ein Wert von 2.000 Volllaststunden bedeutet für das Binnenland bereits eine gute Auslastung und spricht für die jeweiligen Standorte. In die Berechnung des Gesamtpotenzials des Landkreises sind nur Anlagenstandorte eingeflossen, für die pro Windkraftträd mindestens 1.500 Volllaststunden angenommen werden. Zugrunde gelegt wurde jeweils die Referenzanlage, bei der der höchste Ertrag zu erwarten ist. In diesem Fall sind dies die Anlagen Enercon E-82 MW 3.0 (Nabenhöhe 138 m) und Vestas V-112 MW 3.0 (Nabenhöhe 119 m).

Da es sich bei dem berechneten Windkraftpotenzial um ein technisches Potenzial handelt, wurden auch Anlagenstandorte berücksichtigt, die unter den gegenwärtigen rechtlichen Rahmenbedingungen nicht oder nur schwer zu realisieren sind (beispielsweise Anlagen in EU-Vogelschutzgebieten). Deshalb ergibt sich ein vergleichsweise hohes technisches Potenzial von 829.021 MWh/a (vgl. Abb. 11 und 12).

### 3.3.2 Photovoltaik und Solarthermie – Dachflächen

Zur Ermittlung des Photovoltaikpotenzials wird die zur solaren Nutzung geeignete Dachfläche in einer Gemeinde über die durch Gebäude versiegelte Fläche abgeschätzt. Der Anteil geeigneter Dachflächen wird auf Grundlage von empirisch ermittelten Dachflächenanalysen in verschiedenen bayerischen Kommunen in Abhängigkeit der Siedlungsgröße und -struktur angegeben.

Folgende Eingangsgrößen werden hierbei ermittelt:

- a. Gebäude- und Freifläche, Stand 2010 [m<sup>2</sup>]
- b. Anzahl der Wohngebäude, Stand 2010
- c. Wohnfläche in Wohn- und Nichtwohngebäuden, Stand 2010 [m<sup>2</sup>]
- d. Endenergie aus Solarthermie gemäß BAFA [MWh]
- e. Installierte PV-Leistung und Ertrag [kWp und kWh/a]





Von den freien geeigneten Dachflächen wird zunächst der zur solarthermischen Wärmeengewinnung (für Brauchwasser und Heizungsunterstützung) notwendige Dachflächenanteil abgezogen. Abzüglich dieser für Solarthermie zu nutzenden Dachfläche ergibt sich für die Photovoltaik-Nutzung das angegebene Dachflächenpotenzial.

Für den spezifischen Stromertrag werden konservative 90 kWh/m<sup>2</sup> angenommen. Dieser Wert liegt niedriger als viele Angaben aus der Literatur (besonders für Südbayern), bildet aber trotzdem einen realistischen Ansatz, da zunehmend west- und ostexponierte Dächer, bzw. Dächer mit flachen Neigungen mit Photovoltaik bestückt werden. Für den Flächenbedarf werden 10 m<sup>2</sup>/kWp angenommen. Auch in diesem Falle wird mit einem konservativen Wert gerechnet, da Dachüberstände und weitere Hindernisse eine volle Belegung der geeigneten Dachfläche oft nicht zulassen.

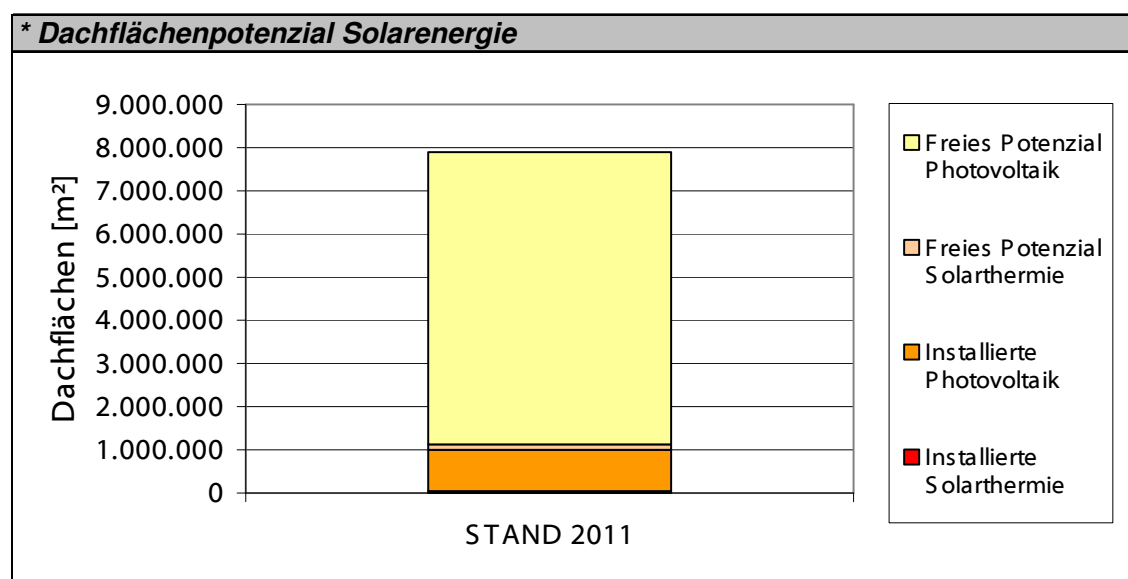


Abb. 7: Verhältnis der für Solarthermie und Photovoltaik geeigneten freien Dachflächen gegenüber den installierten Anlagen

### 3.3.3 Photovoltaik - Freilandanlagen

Freiland-Photovoltaikanlagen dürfen nach dem gegenwärtigen EEG (§31 3. Satz 1 Nr. 4) entlang von Autobahnen und Bahnlinien (110 m), in Gewerbegebieten (die vor 2010 als solche in der Bauleitplanung ausgewiesen worden sind (§32 Abs. 3 Satz 2,3)), oder auf Konversionsflächen (ehemalige Militär, Industrie- oder Gewerbefläche) errichtet werden. Eine Abfrage bei allen Gemeinden lieferte die nötigen Informationen über Konversionsflächen auf den Gemeindegebieten.

Die entlang von Bahnlinien berücksichtigten Flächen sind in die bisherige Nutzungsstruktur eingepasst (also angrenzend zu Gewerbestandorten) und nicht systematisch auf allen an Bahnlinie gelegenen landwirtschaftlichen Nutzflächen. Die ausgewählten Flächen im Bereich von Kiesabbaugebieten im Donautal sind lediglich als Hinweise auf eine mögliche Nutzung zur Energiegewinnung zu werten, da uns keine Informationen über die zeitlichen Nutzungsrechte, die Naturschutzauflagen (Renaturierung) oder Grundwasserverhältnisse vorlagen. Auch wurde die Möglichkeit schwimmender PV-Anlagen nicht berücksichtigt.

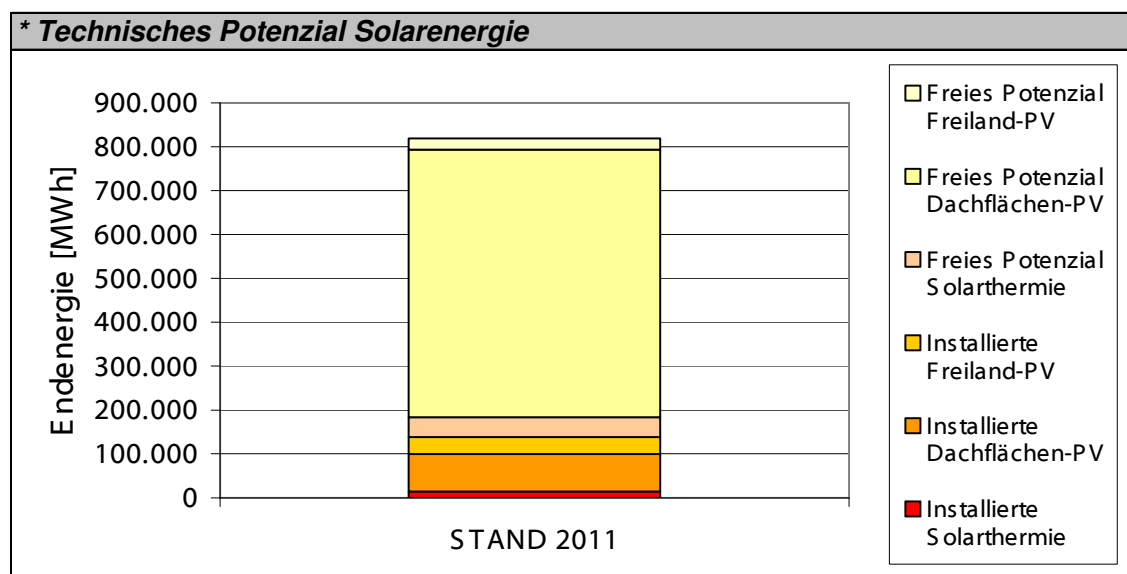


Abb. 8: Gesamtes Erzeugungspotenzial aus Solarenergie (Dachflächen und Freiflächen) für den Landkreis Dillingen a.d. Donau

### 3.3.4 Wasserkraft

Die energetische Nutzung der Wasserkraft ist im Landkreis Dillingen sehr bedeutend und mit den bestehenden Anlagen (260.680 MWh/a) weitgehend ausgeschöpft. Das freie technische Potenzial beträgt unter Berücksichtigung der Auskünfte des zuständigen Wasserwirtschaftsamtes sowie unter Berücksichtigung der naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen nur ca. 10% (26.068 MWh/a vgl. Tabelle 1 und Abbildung 12). Neue Querverbauungen sind derzeit nicht zu realisieren, wenngleich besonders bei kleineren Wasserläufen durchaus Möglichkeiten bestehen.

### 3.3.5 Biomasse

Biogasanlagen erzeugen aus landwirtschaftlichen Substraten Strom und Wärme. Als Substrate kommen Grünschnitt, Biomüll, Speisereste, Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung in Frage. Zur Berechnung des energetischen Potenzials werden landwirtschaftliche Flächen, die aktuelle Anbausituation und der Viehbestand der vorherrschenden Tierarten sowie weitere Eingangsgrößen (EEG- und KWK-Strom aus Biomasseanlagen) berücksichtigt. Im Hinblick auf die energetische Ausnutzung der bestehenden landwirtschaftlichen Flächen liegt der Potenzialermittlung folgender Ansatz zugrunde:

- Grünland 5 % (für energetische Nutzung)
- Ackerland 25 %
- Wirtschaftsdünger 66 %

Der Energiegehalt der Biomasse bzw. des daraus gewinnbaren Biogases wird nach den Angaben des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft berechnet. Beim Wirtschaftsdünger wird aufgrund von Weideverlusten und teilweise geringen Herdengrößen ein nutzbarer Anteil von lediglich 66% angesetzt. Potenzial liegt im Bereich der Gülleverwertung. Eine Realisierung dieses Potenzials erscheint aufgrund der aktuellen Fördersituation im EEG 2012 möglich in güllegeführten Kleinanlagen bis 75 kW mit einem Mindestanteil von 80 Massenprozent Gülle (EEG 2012 §27b).



Potenziale für Kurzumtriebsplantagen haben in unserer Betrachtung keinen Eingang gefunden, da diese landwirtschaftliche Nutzflächen beanspruchen würden. Hierzu ist grundsätzlich eine Aufforstungsgenehmigung von der unteren Naturschutzbehörde und der Forstbehörde einzuholen. Darüber hinaus müssen solche Flächen in den geltenden Flächennutzungsplänen vorgesehen sein. Dadurch wird gegebenenfalls eine Änderung des Flächennutzungsplans notwendig. Auf Grundlage der gegenwärtig herrschenden Rahmenbedingungen ist der Aufwand zur Potenzialschätzung im Rahmen dieser Studie nicht zu bewältigen. Generell ist beispielsweise für den Anbau von Pappeln in erster Linie die Anforderung ausreichender Niederschläge notwendig. Daher könnte ein Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen auch mit weniger guten Böden durchaus in Betracht kommen, besonders, wenn die Anbauflächen nicht „Plantagencharakter“ haben, sondern sich im Sinne von Biotopverbundsystemen linienhaft in die Landschaft einfügen. Darüber hinaus kann geprüft werden, inwiefern ein Anbau in Überschwemmungsgebieten sinnvoll ist. Hingewiesen sei in diesem Rahmen auf die Studie „Entwicklung von Praxishilfen für regionale Initiativen zur Etablierung von Kurzumtriebsplantagen (KUP)“, die momentan von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) erstellt wird. In der Studie wird unter anderem das Flächenpotenzial von Kurzumtriebsplantagen für den Landkreis Dillingen dargestellt. Ergebnisse der Studie werden Anfang des Jahres 2013 erwartet.

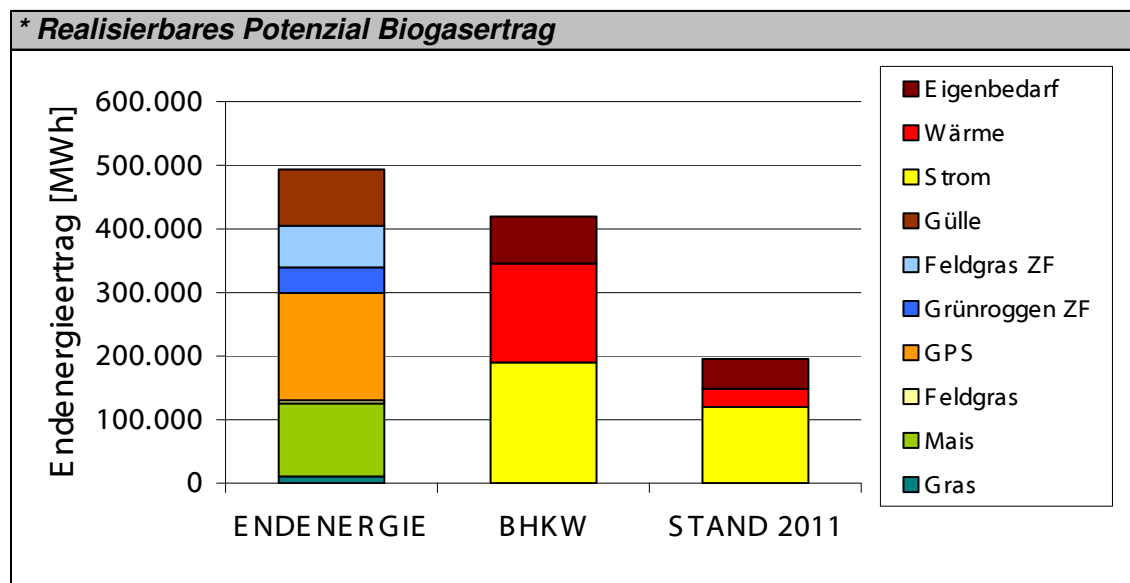


Abb. 9: Realisierbares Potenzial für Biogasnutzung

Die Abbildung zeigt in der ersten Säule den möglichen Energieertrag landwirtschaftlicher Ressourcen. In der zweiten Säule sind die zu erwartenden Erträge darauf betriebener Blockheizkraftwerke (BHKW) wiedergegeben (Strom, Wärme und Wärme-Eigenbedarf für den Anlagenbetrieb). Die dritte Säule zeigt den Ertrag gegenwärtig installierter Biogasanlagen auf dem Landkreisgebiet.



### 3.3.6 Energieholz

Das energetische Potenzial von Energieholz lässt sich in Landschaftspflegeholz, Industrie- und Sägereistholz, Abfall- und Gebrauchtholz sowie Wald- und Waldrestholz gliedern. Hier wurde nur der Anteil des Wald- und Waldrestholzes berücksichtigt, da die Erfassung der Mengen aller anderen Holzarten den Aufwand für die Untersuchung (gemessen am zu erwartenden Nutzen) sprengen würde. Für die Abschätzung des Energieholzpotenzials wurden die Waldflächen im Landkreis Dillingen drei Naturräumen zugeordnet, für die jeweils unterschiedliche Wachstums- und Nutzungsverhältnisse anzusetzen sind.

Tab. 3: Nutzräume im Landkreis Dillingen

Naturraum	Zuwachs [fm/a]	Brennholzanteil [%]
Riesalp	7	50
Donauauen	3	70
Donau-Schwäbisches Hügelland	10	30

Der angenommene Heizwert liegt bei ca. 2.100 kWh pro Festmeter in Abhängigkeit vom Anteilsverhältnis zwischen Laubholz und Nadelholz (Bayerischer Waldbrief 2006). Daraus kann das technische Potenzial für Wärme aus Energieholz ermittelt werden. Es wird dabei angenommen, dass sowohl im Staatswald als auch im Kommunalwald gegenwärtig annähernd der volle Anteil am Zuwachs genutzt wird – das Potenzial also relativ gering ausfällt. Lediglich im Privatwald können Holzreserven in der Größenordnung von 10% des Zuwachses angenommen werden. Diese können als technisches Potenzial angesehen werden, sind in der Regel aufgrund der kleinräumigen Struktur im Privatwald in der Praxis schwer zu mobilisieren. Dennoch sind diese als technisches Potenzial hier ausgewiesen.

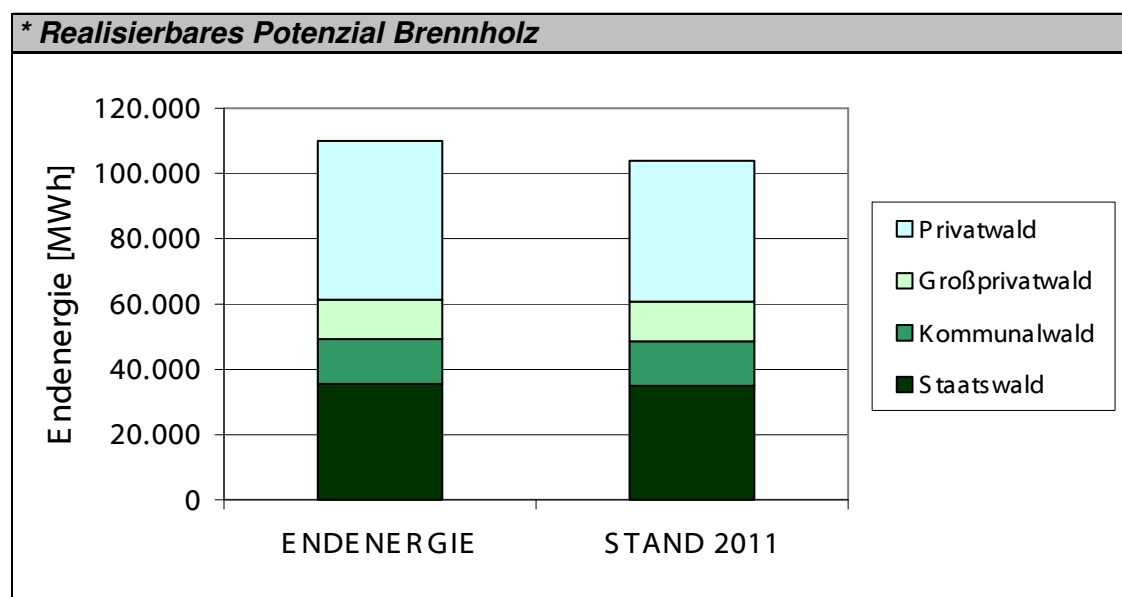


Abb. 10: Das realisierbare Potenzial aus Energieholz (in Abhängigkeit unterschiedlicher Waldstruktur) Das Potenzial ist dem gegenwärtigen Stand der Nutzung gegenüber gestellt. Hier zeigt sich, dass das derzeitige Potenzial im Landkreis nur noch sehr gering ist.



### 3.3.7 Geothermie

Eine Nutzung der Erdwärme im Sinne von Tiefen-Geothermie ist aufgrund der geologischen und strukturellen Gegebenheiten des Gesteinskörpers im Landkreis derzeit vermutlich nicht erfolgversprechend. Die Betrachtungen beziehen sich daher ausschließlich auf oberflächennahe Erdwärmennutzung. Oberflächennahe Geothermie ist für den einzelnen Haushalt gut nutzbar. Sie kommt allerdings hauptsächlich bei Neubauten zum Einsatz, da für einen effizienten Betrieb niedrige Vorlauftemperaturen im Heizkreis erforderlich sind. Für Bestandsgebäude kommt der Einsatz einer Wärmepumpe daher nur im Zuge einer kompletten Sanierung in Betracht.

Für die ausgewiesenen Potenziale wurde ein Eignungsfaktor von 0,95 angesetzt, der abbildet, dass nicht auf allen Flächen Erdsondenanlagen genehmigt werden können (z.B. in Wasserschutzgebieten). Es wird weiter die Annahme zugrunde gelegt, dass der Gebäudebestand durch Sanierung einen stark reduzierten Energiebedarf in  $[W/m^2]$  aufweist. Hierbei werden folgende Ansätze nach Gebäudealtersklassen getroffen:

- Gebäude 1995-2001 ( $55 W/m^2$ )
- Gebäude 2002-2010 ( $45 W/m^2$ )
- Saniert zwischen 2010 und 2020 ( $35 W/m^2$ )

Für die maximale Anzahl an Betriebsstunden und die Leistungszahl der Neuanlagen werden 1800 h bzw. 3,5 zugrunde gelegt. Bei Bestandsanlagen beträgt die Leistungszahl 3,2.

Das derzeitige Potenzial, das sich aus den oben genannten Rahmenbedingungen ergibt, beträgt noch knapp 70.000 MWh/a.

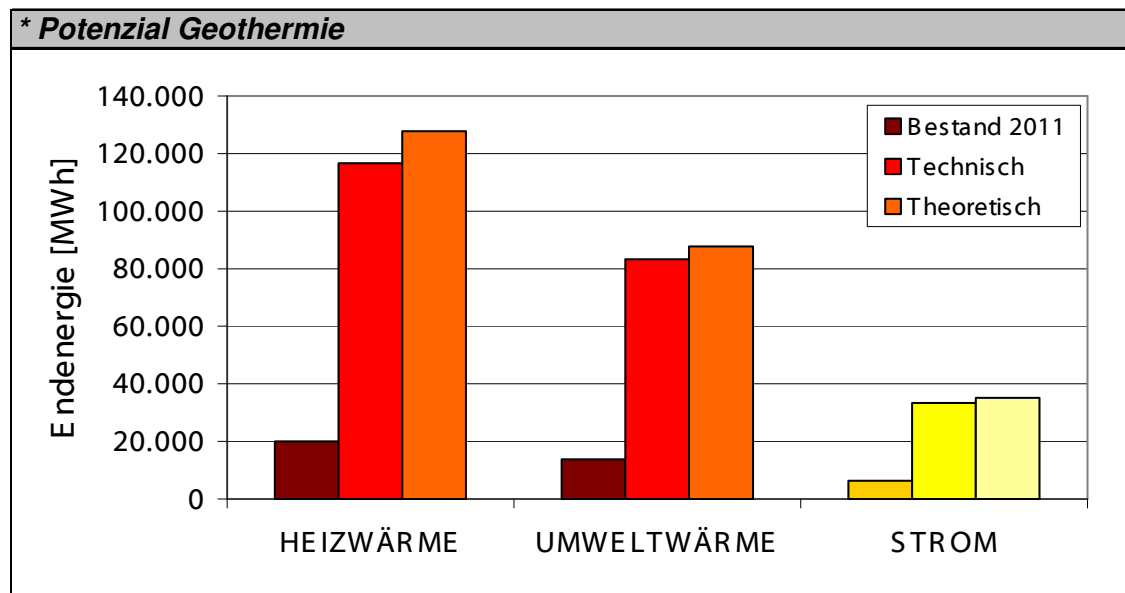


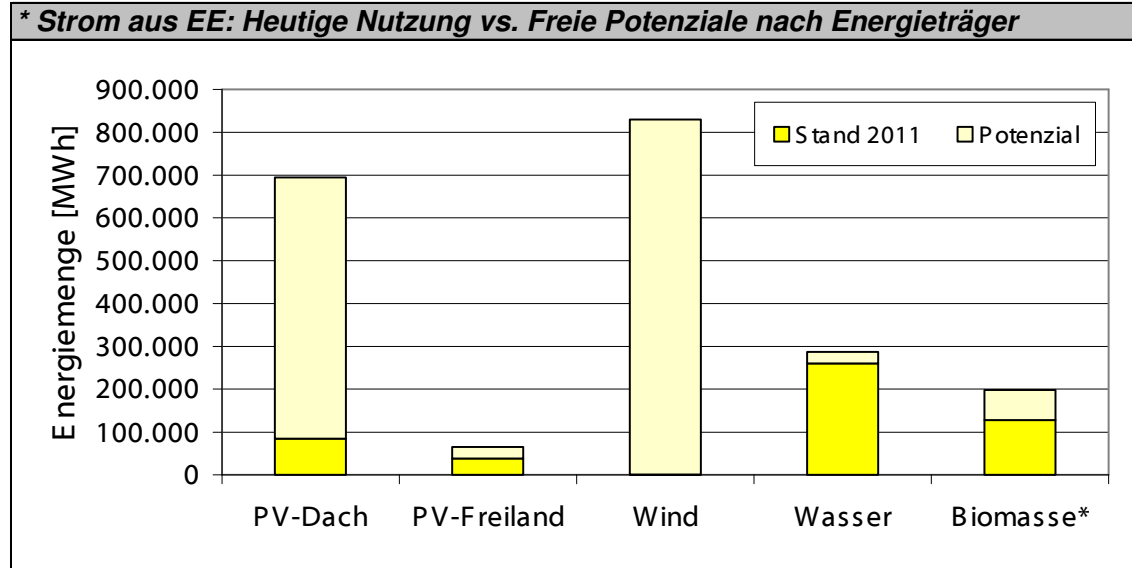
Abb. 11: Umweltwärmepotenziale für den Landkreis Dillingen a.d. Donau

Angegeben sind die zu erzielenden Heizwärmemengen, welche sich aus der Summe der reinen Umweltwärme und der notwendigen Hilfsenergie (Strom für den Betrieb der Wärmepumpen) zusammensetzen. Das technische Potenzial ergibt sich ausgehend vom theoretischen Potenzial durch Anwendung eines Reduktionsfaktors, welcher abbildet, dass nicht auf allen Grundstücken Erdwärmesondenbohrungen genehmigt werden können.



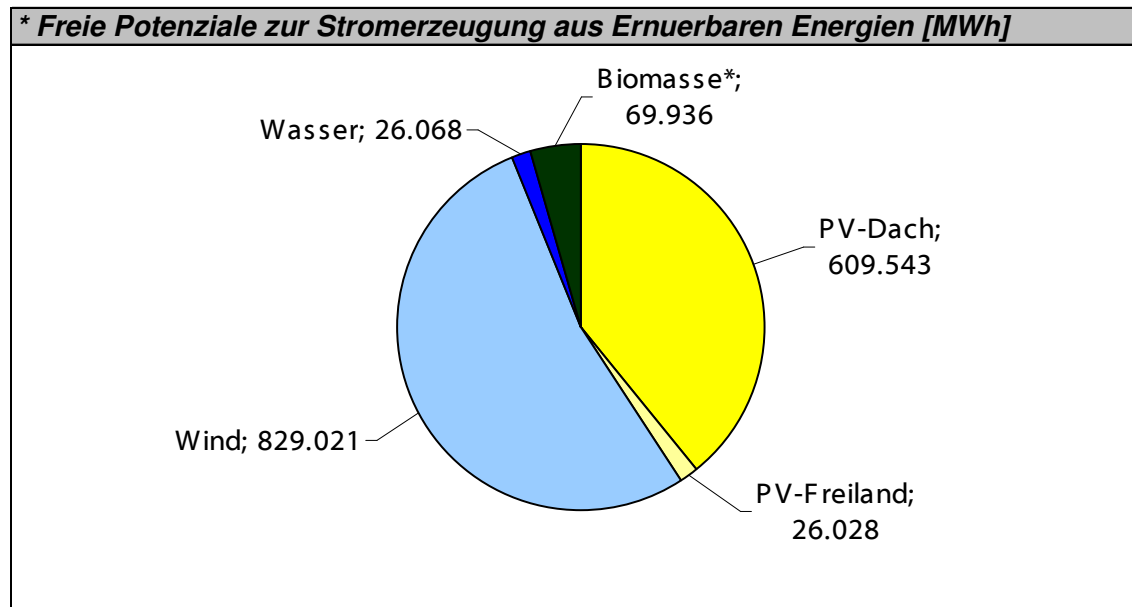
### 3.3.8 Zusammenfassung Stromerzeugung

Die gesamten technischen Erzeugungspotenziale im Bereich Strom betragen im Landkreis Dillingen a.d. Donau 2.073.764 MWh/a. Der größte Anteil davon befindet sich bei Wind, knapp gefolgt von Photovoltaik.



\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Strom aus Biogasanlagen

Abb. 12: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Stromerzeugung aus erneuerbaren-Energien für den Landkreis Dillingen a.d. Donau



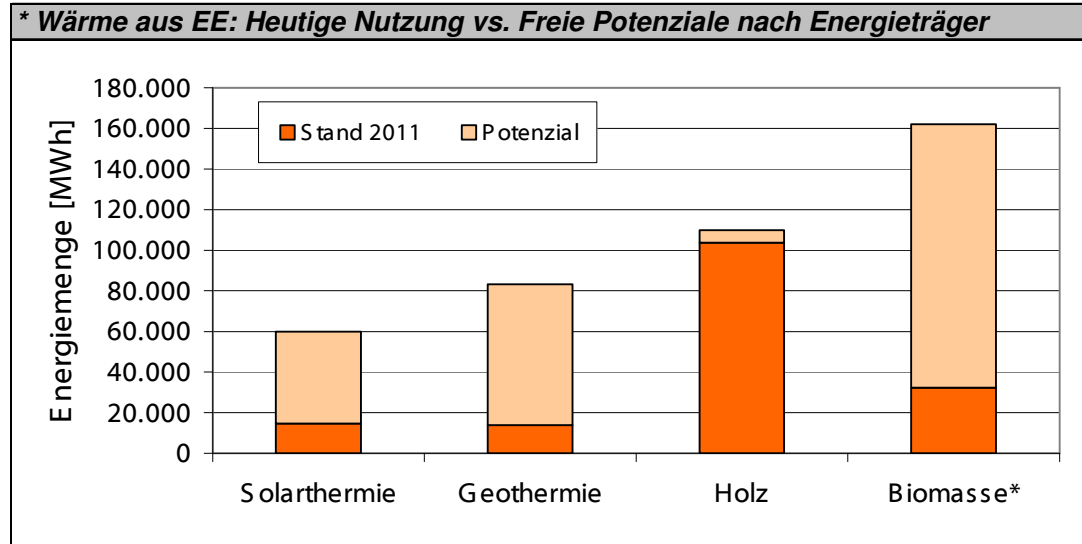
\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Strom aus Biogasanlagen

Abb. 13: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien für den Landkreis Dillingen a.d. Donau im Kreisdiagramm



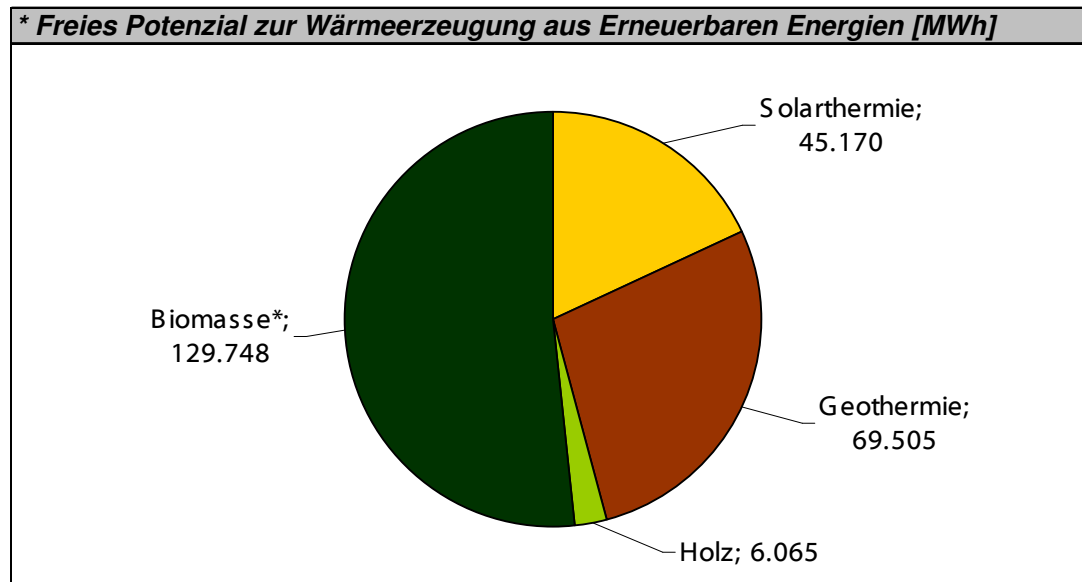
### 3.3.9 Zusammenfassung Wärmeerzeugung

Die gesamten technischen Erzeugungspotenziale im Bereich Wärme betragen im Landkreis Dillingen a.d. Donau 415.118 MWh/a. Der größte Anteil davon befindet sich bei Biomasse (ohne Holz).



\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Wärme aus Biogasanlagen

Abb. 14: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien für den Landkreis Dillingen a.d. Donau



\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Wärme aus Biogasanlagen

Abb. 15: Zusammenfassung des technischen Potenzials zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien für Landkreis Dillingen a.d. Donau

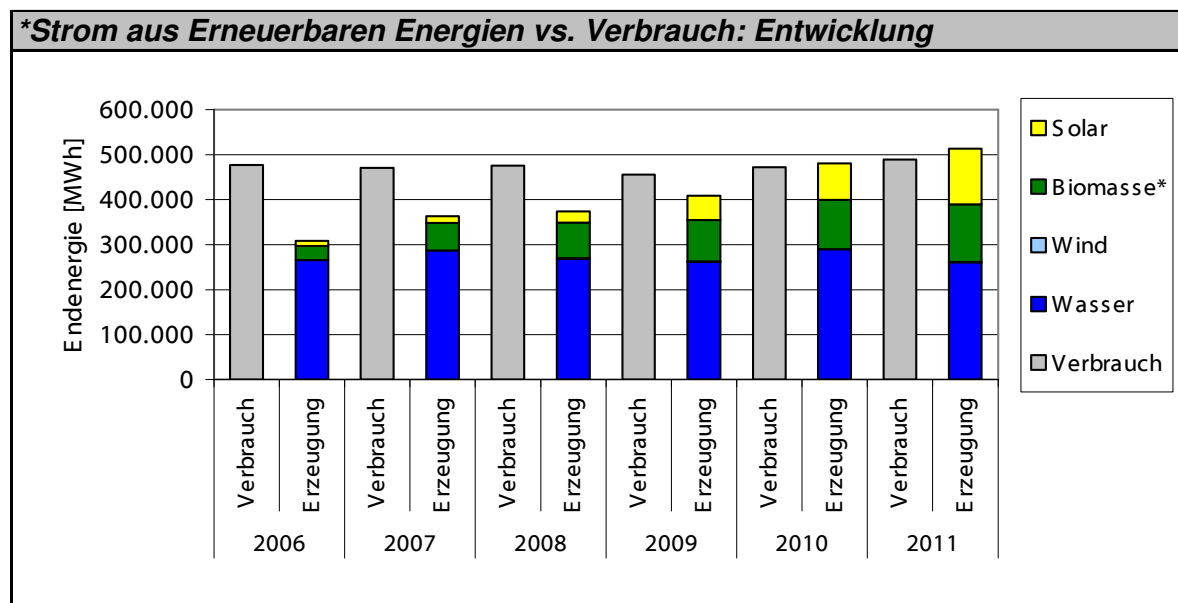


### 3.4 Qualitative Bewertung einer Energieautarkie

Eine vollständige Eigenversorgung mit regenerativen Energieträgern ist vor dem Hintergrund knapper werdender fossiler Energierohstoffe bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts erforderlich. Auf nationaler Ebene entspricht dies dem derzeitigen langfristigen Ziel des Bundesministeriums für Umwelt. Allerdings ist die Realisierbarkeit in starkem Maße von den entsprechenden strukturellen Rahmenbedingungen einer Region abhängig, wie beispielsweise die Verfügbarkeit von verschiedenen regenerativen Energieträgern, die Koppelung von Erzeugung und Nachfrage sowie einer Lösung der Speicherproblematik für eine Region.

#### Strom

Im Landkreis Dillingen a.d. Donau sind diese Rahmenbedingungen bereits für einen mittelfristigen Zeithorizont bis 2020 vergleichsweise günstig. Ein hoher Wasserkraftanteil von 260.68 MWh/a (2001) sowie ein ebenfalls hoher Anteil an Strom aus Biomasseanlagen von knapp 128.027 MWh/a (2011) ergeben 388.707 MWh/a (2011) weitgehend witterungsunabhängig zur Verfügung stehende Energie. Dazu kommen 123.446 MWh/a (2011) Strom aus Photovoltaik. Demgegenüber spielt die Energie aus Wind bisher keine Rolle im Landkreis Dillingen a.d. Donau. Ein Fortschreiben des Trends der letzten Jahre wird selbst unter geänderten EEG-Rahmenbedingungen bereits in den nächsten 3-5 Jahren zu einer ausgewogenen Verteilung von Wasser, Biomasse und PV-Stromerzeugung im Landkreis führen (siehe Abb. 16).



\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Strom aus Biogasanlagen

Abb. 16: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Landkreis Dillingen a.d. Donau

Zumindest aus technischer Sicht ist es auch im Landkreis Dillingen problemlos möglich, den Anteil aus Windenergie auf das Niveau der anderen regenerativen Energieträger zu steigern.

Da sich die Energieträger Sonne und Wind in Bayern recht gut zeitlich und witterungsabhängig ergänzen, sollte dieser Ausbau vor dem Hintergrund der anzustrebenden Energieautarkie unbedingt angestrebt werden. Ein erster Schritt ist mit dem im Bau befindlichen Windpark in Zöschingen bereits vollzogen. Bedauerlich ist allerdings, dass es auf den geplanten Standorten (ohne Ein





schränkungen durch Naturschutz oder andere offensichtliche Konfliktpotenziale) nicht gelungen ist, alle geplanten (und genehmigten) Anlagen in Folge eines Gerichtsverfahrens zu realisieren.

Im Landkreis Dillingen gibt es keine günstigeren Standorte als in Zöschingen. Dies bedeutet, dass in Zukunft entweder andere, weniger gut geeignete Standorte in Grenzertragsräumen erschlossen werden müssen, oder aber tief greifende Konflikte mit Belangen des Naturschutzes gelöst werden müssen.

Aus rechnerischer Sicht hat der Landkreis Dillingen im Bereich der Stromerzeugung die Selbstversorgung (in Summe) bereits erreicht. Dies bedeutet aber nicht, dass keine Energie vom Stromversorger zugekauft werden müsste, denn nach wie vor reicht die im Landkreis produzierte Energiemenge nicht aus, um die Lastspitzen abzudecken.

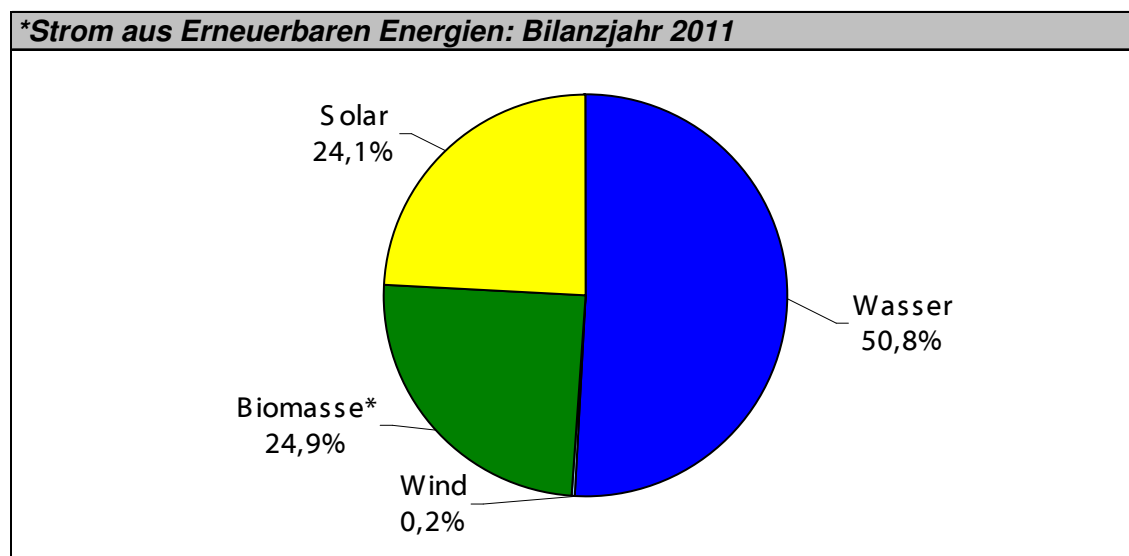


Abb. 17: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2011 im Landkreis Dillingen a.d. Donau

Die Lösung ist hier zum Einen die zeitliche Verlagerung der Lastspitzen und zum Anderen die Zwischenspeicherung von Strom aus Erzeugungsspitzen. Durch einen weiteren Ausbau der erneuerbaren Energieträger im Landkreis können mittelfristig auch Speichermöglichkeiten mit vergleichsweise geringem Wirkungsgrad, wie z.B. die Wasserstofferzeugung, sowie die anschließende Methanisierung zu einem wichtigen Baustein einer tatsächlichen Energieautarkie (in der Stromversorgung) werden. Der gute Ausbau des Gasnetzes im Landkreis sowie die Gegenwart zahlreicher Biogasanlagen stellen hierfür die beste Voraussetzung dar. Bedingung sind dann Spitzenlastkraftwerke, die die kurzfristigen Lücken in der Versorgung schließen können.

Eine weitere Verbreitung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Unternehmen könnte hier in Zukunft auch eine wichtige Rolle spielen. Die Präsenz von zahlreichen kleineren regelbaren Anlagen zur Stromerzeugung im Landkreis kann sich bei entsprechenden Vergütungsmodellen für die Betreiberunternehmen schnell rechnen. In der Regel sind KWK-Anlagen für viele Unternehmen bereits unter den heutigen Rahmenbedingungen in 6-8 Jahren amortisiert. Dass die Dynamik in dieser Richtung gegenwärtig auf sich warten lässt, ist also weniger ein technisches, als vielmehr ein Bewusstseinsproblem.

Vor dem Hintergrund der geschilderten Aspekte im Landkreis Dillingen a.d. Donau ist eine tatsächliche Autarkie im Strombereich bereits bis 2020 durchaus machbar und damit weit mehr als nur eine Vision. Dieser Fall zeigt auch, dass es möglicherweise zu früh ist, den umstrittenen Bau von



Potenzialanalyse Erneuerbare Energien für den Landkreis Dillingen  
neuen Hochspannungstrassen quer durch Deutschland zu bauen, die bereits kurz bis mittelfristig nicht mehr gebraucht werden, da neben dem Landkreis Dillingen zeitlich etwas verzögert auch zahlreiche weitere Regionen in Bayern die Selbstversorgung mit Strom aus der Region realisieren können.

### **Positiv für das Erreichen der Ziele wäre:**

#### **a) Strombereich**

- ein schneller Ausbau der Windenergie auf ca. 150 – 170 GWh/a, dies entspricht 30 Windkraftanlagen
- die Motivation von Unternehmen mit ganzjährig hohem Wärme- und Kältebedarf, KWK-Anlagen zu realisieren
- die Motivation von Unternehmen zur Teilnahme an Energieeffizienznetzwerken, um Einsparpotentiale zu realisieren.
- die Realisierung der Wasserstoff- und Methanproduktion mittels Elektrolyse durch die Energieversorger
- die Bereitstellung von Speichermöglichkeiten für PV-Strom für private Haushalte durch die Energieversorger

#### **Wärme**

Im Bereich der Wärmeversorgung sehen die Verhältnisse im Landkreis Dillingen a.d.Donau noch etwas anders aus als beim Strom. Der gesamte Wärmeverbrauch im Landkreis ist nicht bekannt, da im Rahmen dieser Studie keine Angaben über den Verbrauch von Heizwärme und Prozesswärme der Unternehmen erhoben worden sind.

Der Heizwärmebedarf von den privaten Gebäuden im Landkreis beträgt knapp über 600.000 MWh/a. Davon werden ca. 100.000 MWh/a durch Biomasse (vorwiegend Holz und holzartige Brennstoffe) erzeugt. Dies bedeutet alleine im Bereich der Wohngebäude einen Anteil von 500.000 MWh/a an fossilen Energieträgern.

Das Einsparpotenzial durch eine Verdoppelung der Sanierungsrate auf 2 % führt bis 2020 zu einer Einsparung von knapp 100.000 MWh/a. Weitergehende Sanierung des Gebäudebestandes vor 1984 auf EnEV-2009-Niveau führt bestenfalls zu einem Wärmebedarf von knapp 300.000 MWh/a, womit noch immer ein Defizit von 200.000 MWh/a vorliegt. Dieses kann aber durchaus mit erneuerbaren Energien gedeckt werden – beträgt doch alleine das Potenzial aus Biomasse 162.000 MWh/a. Das Potenzial für die Nutzung von Umweltwärme liegt immerhin bei knapp 70.000 MWh/a (siehe Abb. 15). Bei einem weitgehend modernisierten Gebäudebestand ist davon auszugehen, dass hier nur noch Niedertemperaturheizungen zum Einsatz kommen, welche sich sowohl für Umweltwärme als auch Solarthermie eignen. Daher ist davon auszugehen, dass – die entsprechende Gebäudemodernisierung vorausgesetzt – der vollständige Wärmebedarf im Bereich der Wohngebäude im Landkreis Dillingen regenerativ gedeckt werden kann.

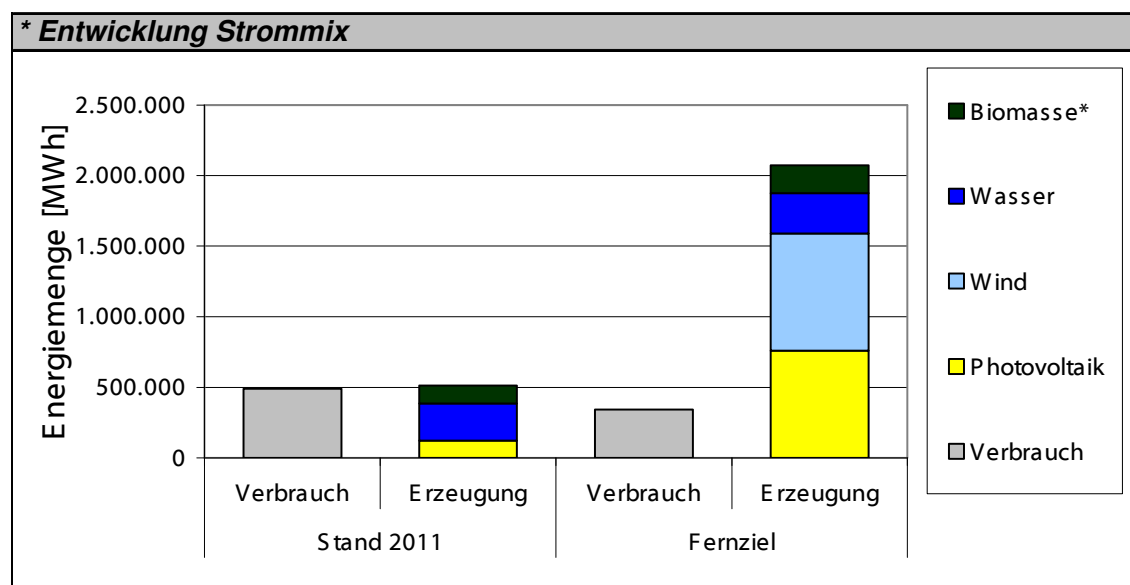
Nicht berücksichtigt sind dabei die knapp 130.00 MWh/a, die bei der Realisierung der Biomassepotentiale an Wärme anfallen. Hier ist zu überlegen, wie die Wärme aus zumeist peripher gelegenen Biogasanlagen zum Verbraucher geführt werden kann. Zumeist werden sich der Gastransport und die Wärmeerzeugung vor Ort als Lösung anbieten. Bisher mangelnde Investitionsanreize (durch eine gute EEG-Vergütung) werden spätestens bis 2030 (nach Auslaufen der EEG-Förderung) die Betreiber der Anlagen dazu zwingen, die Wärme verbrauchernah zu erzeugen.



Die für die Unternehmen notwendige Heiz- und Prozesswärme kann mit Ausbau der KWK deutlich effizienter aus Erdgas oder Biogas gewonnen werden. Speziell bei Unternehmen ist zu prüfen, ob das Biogas aus den zahlreichen Biogasanlagen ohne bisherige Wärmenutzung nicht durch den Betrieb von KWK-Anlagen effizienter genutzt werden kann.

Der Anteil an Prozesswärme, der nicht auf die oben geschilderte Weise gedeckt werden kann, kann mittelfristig sicherlich mit Hilfe von in der Region überschüssigem Strom erzeugt werden, da die Potenziale zur Stromproduktion weit über denen der regenerativen Wärmeenergiebereitstellung liegen (Abb. 18). Die Summierung aller technischen Potenziale in Abbildung 18 in der Gegenüberstellung zum erwarteten Verbrauch zeigt, dass selbst unter der Voraussetzung, dass langfristig ein Großteil der Mobilität elektrisch erfolgen wird, genug Strom zur Verfügung stehen kann, um auch die nötige Heizwärme zu erzeugen.

Eine vollständige Energieautarkie im Landkreis Dillingen ist folglich auch im Bereich der Wärmebereitstellung durchaus möglich. Bei konsequenter Umsetzung der Einsparpotenziale im Bereich der Gebäudesanierung ist diese Entwicklung im Landkreis Dillingen bereits ca. zwei Jahrzehnte vor dem bundespolitischen Ziel von 2050 möglich.



\*Biomasse als Summe aus Biogas, Holz, Biomethan und Biotreibstoffe, i.d.R. Strom aus Biogasanlagen

Abb. 18: Mögliche Entwicklung des Strom-Mixes aus erneuerbaren Energien

### Positiv für das Erreichen der Ziele wäre:

#### b) Wärmebereich

- die rasche Erhöhung der Sanierungsrate bei der Gebäudesanierung auf mind. 2 %
- Nutzung des Potenzials von Biogasanlagen, die ohne Wärmenutzung am Netz sind
- Schaffung von Anreizen, beim Austausch von Heizungsanlagen im privaten Bereich
- ohne begleitende Gebäudesanierung vorrangig Brennwertechnik einzusetzen
- Ausbau der Solarthermie und Umweltwärme bei der Bereitstellung von Wärme



## 3.5 Maßnahmenempfehlungen

### 3.5.1 Gebäudesanierung

Die energetische Gebäudemodernisierung ist eine Grundvoraussetzung für alle weiteren Maßnahmen im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung.

- **Landkreis als Vorbild**  
(bereits praktiziert) Der Landkreis bewirtschaftet seine eigenen Liegenschaften vorbildlich und modernisiert systematisch unter Anwendung höchster energetischer Standards (Umsetzung Sanierungskonzept).
- **Motivation der Kommunen - Energiepakt**  
(sofort) Die Kommunen des Landkreises müssen für ihre Bürger sichtbar selbst als Vorbild wirken und die kommunalen Liegenschaften mustergültig bewirtschaften und modernisieren. Wichtigste Maßnahme ist hier beispielsweise die Einführung eines Energie- oder Klimaschutzpaktes, mit dessen Unterzeichnung sich die Kommunen verpflichten, eine Energiebuchhaltung (für ihre Liegenschaften) einzuführen, eine regelmäßige Anlagenoptimierung durchzuführen und eine Energieberatung für ihre Bürger anzubieten (eventuell in Kooperation mit Nachbargemeinden) sowie das Thema in der Öffentlichkeitsarbeit zu bewerben.
- **Koordinierung von professionellem Energiemanagement** für die Kommunen des Landkreises (sofort). Kommunales Energiemanagement baut auf die regelmäßige Anlagenoptimierung in den kommunalen Liegenschaften auf. Daneben spielt die Schulung der Gebäudeverantwortlichen eine wichtige Rolle. Für kleine Kommunen lohnt sich das Engagement eines Dienstleisters selten. Ein Zusammenschluss mehrerer Gemeinden und ihrer geeigneten Liegenschaften in einem Gebäudepool würde dieses Problem lösen.

### 3.5.2 Informationskampagne Windenergienutzung

Die Erfahrungen in Zöschingen zeigen, wie wichtig es ist die Bürger über alle Aspekte der Nutzung der Windkraft zu informieren. In einer systematischen, längerfristig angelegten Informationskampagne liegt möglicherweise der Schlüssel zur notwendigen Akzeptanzbildung bei den betroffenen Bürgern. Die Umsetzung des Projektes „Windstützpunkt“ ist hier ein erster Schritt. Wechselnd sollte in allen relevanten Gemeinden Informationsveranstaltungen zum Thema Windenergienutzung allgemein und die Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung durchgeführt werden. Der Landkreis sollte diese Kampagne koordinieren und verantwortlich durchführen.

### 3.5.3 Ausbau Photovoltaik und Solarthermie

Die Photovoltaik wird einen weiteren Boom erleben, sobald einigermaßen wirtschaftliche Speicher für Ein- und Mehrfamilienhäuser zur Verfügung stehen. Hierzu muss der Markt beobachtet werden und rechtzeitig eine Informationskampagne gestartet werden. Ein Solarkataster kann die Öffentlichkeitsarbeit des Landkreises zu diesem Thema deutlich bereichern.



Um die Solarthermie auszubauen, sind einerseits größere Pilotprojekte notwendig, die eventuell der Landkreis umsetzen kann. Darüber hinaus wäre eine gezielte Kontaktaufnahme mit Eigentümern von Heizanlagen, die in naher Zukunft ersetzt werden müssen, sinnvoll. Diese Kontakte müssen die Kommunen zu ihren Bürgern aufnehmen. Der Landkreis kann die Datenerfassung übernehmen oder zumindest koordinieren sowie die Gemeinden dazu motivieren, dieses umzusetzen.

### 3.5.4 Biomasse

Für den Wärmebereich zeigt die Analyse ein erhebliches Potenzial in der Nutzung von Biomasse, hier vor allem Biogas, auf (vgl. Abb. 14 und 15). Abbildung 19 und 20 zeigen den kontinuierlichen Zubau von Biomasse zur Stromerzeugung. Von 2006 bis 2011 hat sich die erzeugte Endenergie aus Biomasse von 32.034 MWh/a auf 128.027 MWh/a vervielfacht. Abbildung 19 zeigt des Weiteren den Anteil der Strommenge, welcher bei gleichzeitiger Wärmenutzung erzeugt wird (KWK-Bonus). Auffallend ist hier, dass der Anteil der Wärmenutzung seit 2009 nahezu stagniert, während der Anteil der Stromproduktion kontinuierlich ansteigt. Dies zeigt, dass die Energieeffizienz der Anlagen zunehmen zurückgegangen ist und die entstehende Wärme derzeit ungenutzt verschenkt wird. Hier besteht großer Handlungsbedarf und ein erhebliches Potenzial, das genutzt werden sollte.

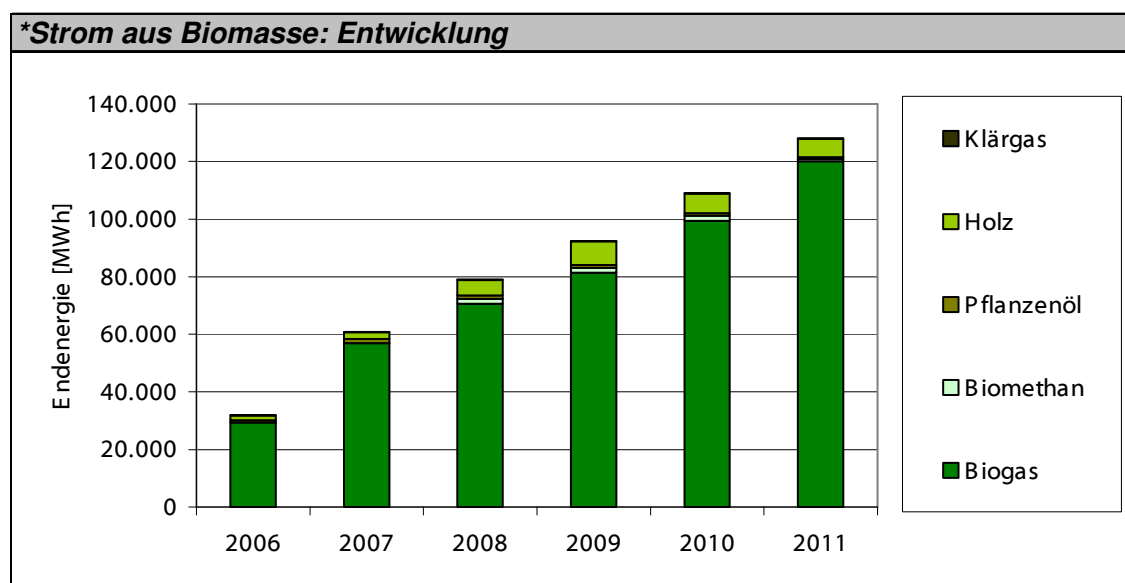


Abb. 19: Entwicklung der Stromproduktion im Landkreis Dillingen a.d.Donau aus Biomasse von 2006 – 2011

Als konkrete Maßnahme kann der Landkreis eine direkte Ansprache der Kommunen vornehmen, in denen Biogasanlagen ohne Wärmenutzung am Netz sind. In diesem Zusammenhang sind Kooperationen zwischen der Landwirtschaft und den Kommunen denkbar, in welchen die Kommunen Unterstützung beim Aufbau einer Wärmenetzinfrastruktur bieten. Kommunale Gebäude können oft der Ausgangspunkt für solche Netzplanungen sein. Eine räumliche Trennung von Wärmeabnehmer und Biogasanlagenstandort kann über Gasleitungen und Satelliten-BHKWs überwunden werden. Dabei gilt es allerdings die neuen Rahmenbedingungen des EEG zu beachten.

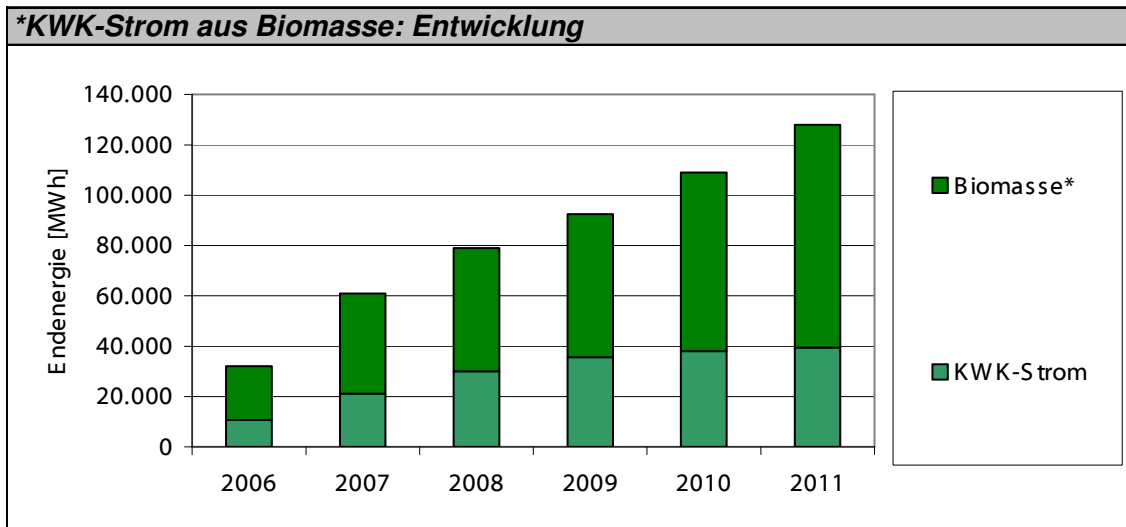


Abb. 20: Entwicklung der Stromproduktion im Landkreis Dillingen a.d. Donau aus Biomasse im Zusammenhang mit Kraftwärmekopplung von 2006- 2011

#### 4 Fazit

Abschließend zeigt diese Potenzialstudie, dass der Landkreis Dillingen das Potenzial dazu hat, vermutlich als einer ersten Landkreise in Bayern neben der rechnerischen auch die tatsächliche Energieautarkie zunächst im Strombereich (bis 2020) und ca. 10-20 Jahre später auch im Bereich der Wärmeerzeugung zu erreichen. Voraussetzung hierzu ist eine deutliche Steigerung der derzeitigen Sanierungsrate der energetischen Gebäudesanierung und der schnelle Ausbau der Windenergie im Landkreis. Hierdurch wird eine ideale Mischung der verschiedenen regenerativen Energieträger erreicht, welche in Kombination mit einer Verschiebung der Lastspitzen und der Bereitstellung von regelbarer Leistung durch zahlreiche KWK-Anlagen im Unternehmensbereich auch Versorgungslücken decken können. Als weiterer Speicher lässt sich das existierende Gasnetz instrumentalisieren, wodurch auf Strom- und später auch Wärmeimport von außen verzichtet werden kann. Der Netzausbau muss daher im Nieder- und allenfalls im Mittelspannungsbereich vorgenommen werden. Hochspannungstrassen erübrigen sich zumindest für den Landkreis Dillingen a.d. Donau.



## Anhang

# WINDERTRAGSANALYSE LANDKREIS DILLINGEN

Überblick über formale Zusammenhänge und Parameter

09.05.2012

Dr. Hans-Jörg Barth, Dipl.-Ing. Tobias Eder, Dipl.-Phys. Florian Botzenhart



### Extrapolation der Weibull-Parametere auf Nabenhöhe

Die Extrapolation der Winddaten auf Höhen über 80 m (ausgehend von den Winddaten des DWD in 80 m Höhe ü. G.) erfolgt auf Basis eines im Rahmen des Forschungsprojektes AuWiPot ([www.windatlas.at](http://www.windatlas.at)) entwickelten Ansatzes. Im Folgenden sind die maßgeblichen Parameter und formalen Zusammenhänge beschrieben.

Die Dichtefunktion der Weibullverteilung  $[WV(v)]$ , also die Häufigkeitsverteilung, lässt sich in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit durch einen Formparameter  $[k]$  und einen Skalierungsparameter  $[A]$  beschreiben:

$$WV(v) = \frac{k}{A} \left[ \frac{v}{A} \right]^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{A}\right)^k}$$

### Extrapolation des A-Parameters auf Nabenhöhe

Der A-Parameter weist in der Regel eine hohe Korrelation zur mittleren Windgeschwindigkeit auf (ca. 99 %), folglich wurden zur Extrapolation Ansätze gewählt, die bei der Extrapolation der mittleren Windgeschwindigkeit Anwendung finden. Hierbei wird die mittlere Windgeschwindigkeit in gesuchter Höhe ausgehend von der mittleren Windgeschwindigkeit in 80 m Höhe über eine logarithmische Funktion und einen Skalierungsfaktor berechnet. Der Skalierungsfaktor wird als Rauigkeitslänge bezeichnet und ist abhängig von der Topographie.

Zusätzlich wurden orografische Gegebenheiten bei der Extrapolation des A-Parameters in folgender Weise berücksichtigt:

- eine seehöhenabhängige Reduktion des Zuschlages um 1/3 in einer Höhe von 2.000 m ü. NN, ansteigend bis auf 2/3 in 3.000 m ü. NN
- keine Erhöhung des A-Parameters über ausgeprägten Kuppen

### Extrapolation des k-Parameters

Eine eindeutige Korrelation mit der mittleren Windgeschwindigkeit ist für den k-Parameter nicht gegeben. Abhängigkeiten bzgl. des Geländes und weiterer topografischer Gegebenheiten sind bislang nicht allumfassend erforscht. Der verwendete Ansatz wurde anhand von SODAR-Messungen entwickelt, wobei generell von einer Abnahme des k-Parameters in der Ekman-Schicht (Höhe der Grenzschicht ü. G. abhängig von Topographie und Orographie) ausgegangen wird. Der entsprechende formale Zusammenhang sowie die verwendeten Parameter zur Extrapolation sind im Folgenden angegeben.

#### *Datengrundlage:*

- Parameter  $k$  der Weibullverteilung  $[k_A]$  in 80 m Höhe  $[z_A]$
- Typenanalyse Orographie

#### *Formale Zusammenhänge:*

$$k(z) = k_A + c_2 (z - z_A) \exp\left(-\frac{z - z_A}{z_m - z_A}\right)$$

Formparameter	$c_2$	$z_m$
Kuppen	0.030	50.0
Flachland	0.060	75.0

mit

$k(z)$	...	k-Parameter auf Nabenhöhe $z$
$k_A$	...	k-Parameter auf Basishöhe $z_A$
$c_2$	...	Formkonstante
$z$	...	Nabenhöhe ü. G.
$z_A$	...	Basishöhe
$z_m$	...	Höhe des Maximums der Extrapolationsfunktion





### **Berechnung des Jahresertrages (E) auf Nabenhöhe**

Die Berechnung des Jahresertrages erfolgt anhand vorgegebener Leistungskennlinien für gewählte Referenzanlagen. Zusätzlich sind Reduktionsfaktoren für Luftdichte, Anlagenverfügbarkeit, elektrische Verluste, Vereisung und Nachlaufverluste berücksichtigt.

*Datengrundlage:*

- Parameter  $A$  und  $k$  der Weibullverteilung  $[WV(v)]$  in Nabenhöhe
- HüNN des Standortes  $[z]$
- Anlagendaten:
  - Leistungskennlinie  $[LK(v)]$ , Inkrement 1 m/s
  - Anlagenleistung  $[P_{WEA}]$
  - Nabenhöhe  $[NH]$

*Formale Zusammenhänge:*

Berechnung der Dichtefunktion der Weibullverteilung für diskrete Punkte der Leistungskennlinie (Inkrement: 1 m/s)

$$WV(v) = \frac{k}{A} \left[ \frac{v}{A} \right]^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{A}\right)^k}$$

Berechnung des theoretischen Jahresertrages aus Leistungskennlinie und Dichtefunktion, multipliziert mit  $365,25 * 24$  Stunden

$$E_{\text{theor}} = \sum_{v=0}^{30} LK(v) * WV(v) * 8766 \text{ h} \text{ [kWh]}$$

Die Reduktion des theoretischen Jahresertrages um Luftdichte  $[R_{\rho}]$ , Anlagenverfügbarkeit  $[R_{tec}]$ , elektrische Verluste  $[R_{elc}]$  und Vereisung  $[R_{ice}]$  erfolgt anhand von Parametern, die im Rahmen des Projektes AuWiPot ([www.windatlas.at](http://www.windatlas.at)) als repräsentative Kenngrößen festgelegt wurden.

$$E_{\text{net}} = E_{\text{theor}} * R_{\rho} * (1.0 - R_{tec} - R_{elc} - R_{ice}) \text{ [kWh]}$$

Der Jahresertrag wird infolge von Anlagenverfügbarkeit und elektrischer Verluste jeweils um Werte von 3% reduziert. Die Reduktionsfaktoren zur Luftdichte und Vereisung skalieren mit der Höhe über NN.

Für den Jahresertrag eines Windparks an einem Standort mit mehr als einer Anlage wird infolge Nachlaufverlusten und Umwandlungsverlusten ein pauschaler Abschlag von 10% angenommen.