



REGION Bodensee - Oberschwaben

Energie- und Klimaschutz- konzept für die Region Bodensee-Oberschwaben

Umsetzung der Energiewende 2022



INFOHEFT

No. 12

Bearbeitung durch **energieagentur**
Ravensburg

Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

Regionalverband Bodensee-Oberschwaben
Info Heft No. 12

Energie- und Klimaschutzkonzept für die Region Bodensee-Oberschwaben

Umsetzung der Energiewende 2022

Bearbeitung durch

- Energieagentur Ravensburg gGmbH

Ravensburg
Oktober 2012

Herausgeber: Regionalverband Bodensee-Oberschwaben
Hirschgraben 2, 88214 Ravensburg
Tel.: (0751) 363 54 - 0 Fax: (0751) 363 54 - 54
E-Mail: info@bodensee-oberschwaben.de
Internet: www.bodensee-oberschwaben.de

Info: Energieagentur Ravensburg gGmbH
Zeppelinstraße 16, 88212 Ravensburg
Tel.: (0751) 764 707 - 0 Fax: (0751) 764 707 - 9
E-Mail: info@energieagentur-ravensburg.de
Internet: www.energieagentur-ravensburg.de

Verfasser: Nadine Wahl, Studierende an der Hochschule Biberach / Ulm
Walter Göppel, Geschäftsführer der Energieagentur Ravensburg gGmbH

Druck: Druckerei Harder GmbH, 88250 Weingarten

Vorwort

Die Energiewende ist eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung von enormer Tragweite. Mit der Abschaltung aller deutschen Kernkraftwerke bis spätestens 2022 wurde das Ende des Atomzeitalters in Deutschland beschlossen. In Baden-Württemberg, das einen hohen Atomstromanteil von 52 % an der Bruttostromerzeugung im Jahr 2009 aufwies, sind besondere Anstrengungen beim Ausbau erneuerbarer Energien erforderlich.

Neben den Herausforderungen, die eine Abkehr vom fossilen Energiesystem mit sich bringt, bietet die Energiewende vor allem große Chancen. Eine nachhaltige Energieversorgung durch erneuerbare Energien erhöht die Unabhängigkeit von Öl- und Gasimporten und stärkt die Wirtschaft vor Ort durch neue Arbeitsplätze und Unternehmen. Durch die Verringerung von Treibhausgas- und Schadstoffemissionen wird ein wesentlicher Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz geleistet.

Die Bundesregierung hat als wesentliche Ziele der Energiewende einen Anstieg der regenerativen Stromversorgung auf mindestens 35 % und der regenerativen Wärmeversorgung auf 14 % spätestens bis zum Jahr 2020 rechtlich verankert. Für die Realisierung dieser Ziele bedarf es neben gesetzlichen Regelungen insbesondere Konzepte und Maßnahmen auf regionaler und kommunaler Ebene. Der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben hat frühzeitig die Bedeutung des Themas erkannt und im Juni 2011 die Energieagentur Ravensburg mit der Erarbeitung des vorliegenden Energie- und Klimaschutzkonzepts 2022 mit den Schwerpunkten "Strom" und "Wärme" beauftragt.

Im Rahmen der Fortschreibung des Teilregionalplans Windenergie hat der Regionalverband an zahlreichen Informationsveranstaltungen in den Städten und Gemeinden der Region mitgewirkt. Dabei hat sich deutlich gezeigt, dass die Bürger immer auch wissen möchten, welche Alternativen es im Bereich der Wasserkraft, der Geothermie etc. gibt. Durch die vorliegende Studie wird nun regionsweit aufgezeigt, wo wir derzeit stehen und welche Potenziale in den verschiedenen Bereichen noch realisierbar sind. Daneben werden sachkundige Aussagen zu den Themen "Energieeffizienz", "Netze" und "Speicher" getroffen.

Ein wichtiges Ergebnis der Studie vorweg: Die Energiewende in der Region Bodensee-Oberschwaben bezogen auf die bundespolitische Zielsetzung ist machbar. Ausgehend vom Status Quo liegen die größten Potenziale bei der Stromversorgung bei der Einsparung sowie im Bereich Windenergie und Photovoltaik und darüber hinaus im Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung. Eine Vorreiterrolle hat der Landkreis Sigmaringen, der nicht nur den gesamten Stromverbrauch im Jahr 2022 aus regenerativen Energien abdecken, sondern darüber hinaus noch "Überschüsse" erzielen könnte. Auch im Landkreis Ravensburg und in der regionsweiten Betrachtung könnten die politischen Zielsetzungen deutlich übertroffen werden.

Unser Dank geht an dieser Stelle an die Energieagentur Ravensburg, die durch langjähriges Know-how und fundierter Kenntnis der regionalen Gegebenheiten für die Erstellung der Studie prädestiniert war. Die Nähe zu den Akteuren vor Ort, zu den Landkreisen und Kommunen, aber auch zu Gewerbe- und Industrieunternehmen zeigt sich insbesondere in den Handlungsempfehlungen am Ende der Studie, deren Umsetzung der entscheidende Faktor für das Gelingen der Energiewende sein wird.



Hermann Vogler
Verbandsvorsitzender



Wilfried Franke
Verbandsdirektor

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	5
1 Einleitung.....	7
2 Politische Zielsetzung und gesetzliche Regelungen	8
3 Energiemanagement und Klimaschutz in der Region Bodensee-Oberschwaben	9
4 Grundlagen und Methodik der Datenerhebung und Potenzialermittlung.....	12
4.1 Status Quo des Energiebedarfs und der Energieversorgung	12
4.2 Energieverbrauchsentwicklung und -einsparung.....	13
4.3 Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien und für die Energieeffizienz	16
4.4 Potenziale für den Ausbau der fossilen Kraft-Wärme-Kopplung	20
4.5 Treibhausgas-Emissionen	21
5 Status Quo der Energieversorgung und Emissionen	22
5.1 Landkreis Bodenseekreis.....	22
5.2 Landkreis Ravensburg	22
5.3 Landkreis Sigmaringen	23
5.4 Region Bodensee-Oberschwaben	23
6 Potenziale für die Energieversorgung und den Klimaschutz	27
6.1 Landkreis Bodenseekreis.....	27
6.2 Landkreis Ravensburg	30
6.3 Landkreis Sigmaringen	32
6.4 Region Bodensee-Oberschwaben	34
7 Infrastrukturelle Rahmenbedingungen	40
7.1 Strom-, Wärme- und Gasnetze	40
7.2 Speichertechnologien	43
7.3 Flächenplanung	45
8 Handlungsempfehlungen.....	46
9 Zusammenfassung und Ausblick.....	47
Literatur und Quellen	49

1 Einleitung

Energiewende und Klimaschutz

Im Jahr 2010 wurde von der Deutschen Bundesregierung das „Energiekonzept 2050“ vorgelegt. Hierin wurde als Ziel formuliert, bis zum Jahr 2020 35 % sowie bis zum Jahr 2050 80 % der Stromerzeugung aus regenerativen Quellen bereit zu stellen. Der im Jahr 2000 von der damaligen Regierung beschlossene Atomausstieg sollte aufgehoben und die Laufzeiten der Atomkraftwerke im Schnitt um 12 Jahre verlängert werden.

Ein Jahr später, nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima (Japan) Anfang 2011, beschloss die Deutsche Bundesregierung dann, unter dem Begriff der Energiewende, am 6. Juni 2011 die sofortige Abschaltung der sieben ältesten Kernkraftwerke sowie des Kernkraftwerkes Krümmel und die stufenweise Abschaltung der weiteren neun Atomkraftwerke bis 2022.

Atomkraftwerke gelten, lässt man den Transport der Brennstäbe unberücksichtigt, als praktisch treibhausgasfrei. Doch sowohl der Uranabbau und -transport, als auch die Stromerzeugung selbst und besonders die Verwahrung des bei der Reaktion entstehenden radioaktiven Abfalls, bergen immense Gefahren.

Bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern wiederum entstehen Treibhausgase, darunter insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO₂), welche den Treibhauseffekt verstärken und damit das Klima der Erde beeinflussen.

Zudem sind sowohl die Nutzung von Uran als auch die von fossilen Energien durch ihre Ressourcenverfügbarkeit stark beschränkt.

Dennoch, so zeigen auch die Erhebungen aus der Region, tragen Atomkraft und fossile Energien bisher mit dem größten Anteil zu unserer Energieversorgung bei.

Das soll sich ändern.

Ziel und Thematik dieser Studie

Das Ziel dieser Studie ist es, ein ganzheitliches Konzept vorzulegen, mit dem sowohl das Klima geschützt, als auch die Energiewende in der Region Bodensee-Oberschwaben erreicht werden kann.

Hierfür wurden für die Bereiche Strom, Wärme und Kraft-Wärme-Kopplung zunächst der Status Quo ermittelt (Kapitel 5) und darauf aufbauend die Potenziale für das Jahr 2022 errechnet (Kapitel 6).

Aus diesen Erkenntnissen heraus wurden im Folgenden konkrete Handlungsempfehlungen formuliert (Kapitel 8), die zur möglichst raschen und gezielten Umsetzung der Ziele führen sollen.

Der Bereich Verkehr / Mobilität wurde im Rahmen dieser Studie nicht betrachtet. Der Bereich Kälte wurde als Teilaspekt behandelt.

2 Politische Zielsetzung und gesetzliche Regelungen

Sowohl die deutsche Bundesregierung, als auch die baden-württembergische Landesregierung, haben Energiekonzepte zur Gestaltung der zukünftigen Energieversorgung und zum Schutz des Klimas herausgebracht. Zudem wurden Gesetze erlassen, die der Energiewende und dem Klimaschutz dienen sollen. Und auch auf internationaler Ebene gibt es energie- und klimaschutzbetreffende Abkommen.

Politische Zielsetzungen:

Ziele der Bundesregierung bis 2020:

- Reduzierung des Primärenergieverbrauchs um 20 % gegenüber 2008
- Reduzierung des Stromverbrauchs um 10 % gegenüber 2008
- Erhöhung der regenerativen Stromerzeugung von 17 auf 35 %
- Erhöhung der regenerativen Wärmeenergieerzeugung von 6 auf 14 %
- Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung von 12 auf 25 %
- Reduzierung der CO₂-Emissionen um 40 % gegenüber 1990
- Steigerung der Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz von 1 auf 6 %
- Verdoppelung der Energieproduktivität gegenüber 1990

Energiewende 2022 (Bundesregierung):

- schrittweise Abschaltung aller Kernkraftanlagen bis 2022

Klimaschutzkonzept 2020plus, Baden-Württemberg:

- Reduzierung der CO₂-Emissionen um 30 % gegenüber 1990

- Steigerung des Windenergieanteils auf 10 % der Bruttostromerzeugung
- Energieeffizienzsteigerungen, Nutzung von Abwärmepotenzialen, Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung
- Vorbildfunktion von Kommunen, z. B. klimaneutrale Verwaltung

Längerfristige Ziele - Energiekonzept 2050 der Bundesregierung:

- Reduzierung des Energieverbrauchs um 50 % gegenüber 2008
- Erhöhung der regenerativen Stromerzeugung auf 80 %
- Reduzierung der CO₂-Emissionen um 80 bis 95 % gegenüber 1990

Kyoto-Protokoll:

- Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen um 21 % gegenüber 1990 (bis 2012 – wurde erreicht)
- weitere Reduktionsziele sollen Ende 2012 auf der UN-Klimakonferenz in Katar festgelegt werden

Relevante gesetzliche Regelungen:

- Energiewirtschaftsgesetz (EnWG)
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG)
- Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)
- Erneuerbare Energien Wärme Gesetz (EEWärmeG)
- Erneuerbare Wärme Gesetz (EWärmeG)
- Energieeinspargesetz und -verordnung (EnEG und EnEV)
- Gesetz zur Beschleunigung des Stromnetzausbaus
- Verordnung zu Strom- und Gaszählern
- Heizkostenverordnung

3 Energiemanagement und Klimaschutz in der Region Bodensee-Oberschwaben

Die Region Bodensee-Oberschwaben ist eine von zwölf Raumordnungs- und Planungsregionen in Baden-Württemberg. Sie setzt sich aus den Landkreisen Bodenseekreis, Ravensburg und Sigmaringen zusammen und umfasst derzeit mehr als 617.000 Einwohner.

Im Folgenden wird dargestellt, welche Anstrengungen in der Region Bodensee-Oberschwaben bereits unternommen werden, um zur Erreichung eines sinnvollen Energiemixes und zum bestmöglichen Schutz des weltweiten Klimas beizutragen.

Übersicht über ausgewählte kommunale Energie- und Klimaschutzaktivitäten in der Region:

	European Energy Award	Energie- und Klimaschutzkonzepte	Bioenergiedörfer
Landkreis Bodenseekreis	6 Teilnehmer 1 Auszeichnung	1 Konzept	1 Bioenergiedorf
Landkreis Ravensburg	20 Teilnehmer 10 Auszeichnungen	1 Konzept	
Landkreis Sigmaringen	5 Teilnehmer 1 Auszeichnung		4 Bioenergiedörfer
Region Bodensee-Oberschwaben	31 Teilnehmer 12 Auszeichnungen	2 Konzepte	5 Bioenergiedörfer

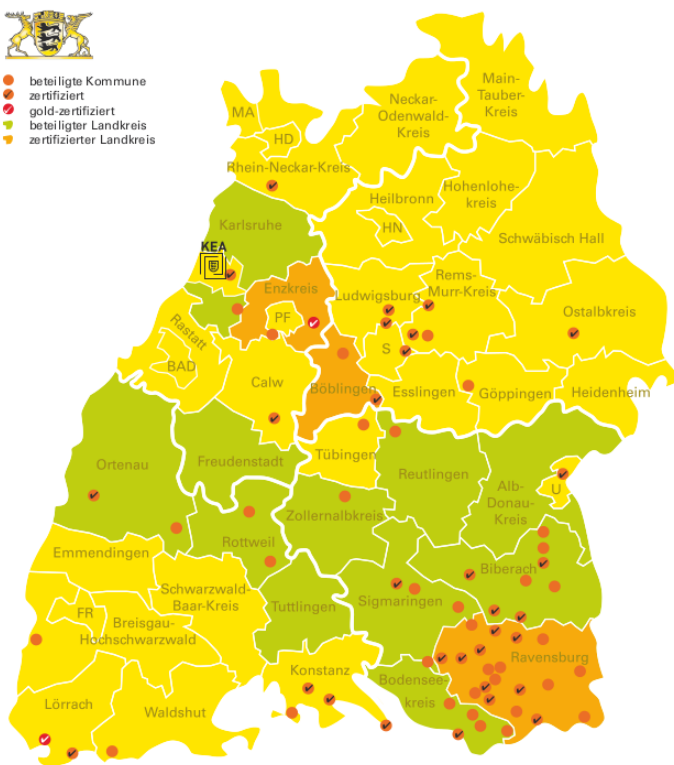
Im September 2012 haben die Städte Ravensburg und Weingarten sowie die Gemeinden Baienfurt, Baidt und Berg eine gemeinsame Erklärung für ein „CO₂-neutrales Schussental“

unterzeichnet. Darin enthalten sind feste Ziele für CO₂-Einsparung und regenerative Strom- und Wärmeerzeugung bis zum Jahr 2020, die die Bundes- und Landesziele nochmals übertreffen.

Der **European Energy Award** ist ein Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren, mit dem Energie- und Klimaschutzaktivitäten von Kommunen und Landkreisen erfasst, bewertet, geplant, gesteuert und regelmäßig überprüft werden. Die Auszeichnung der Städte, Gemeinden und Landkreise mit dem European Energy Award (50 % Umsetzung) oder European Energy Award Gold (75 %) dient der besonderen Anerkennung des

bereits Erreichten. Besonders wirkungsvoll bei der Teilnahme am European Energy Award sind seine breite Themenabdeckung und die Öffentlichkeitswirkung für die Bürger der teilnehmenden Gemeinden.

Die folgende Übersicht zeigt die Teilnehmer am European Energy Award in Baden-Württemberg.



© KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH

eea-Gemeinden und Landkreise (Stand 07/2012)

<p>Kreisfreie Städte Karlsruhe ✓ Ulm ✓</p> <p>Bodenseekreis Friedrichshafen ✓ Meckenbeuren Neukirch Oberteuringen Tettnang</p> <p>Enzkreis Engelsbrand Wiernsheim ✓</p> <p>Landkreis Biberach Bad Schussenried ✓ Biberach an der Riß Dürmentingen ✓ Ingoldingen ✓ Laupheim Maseheim ✓ Mietingen Ochsenhausen</p> <p>Landkreis Böblingen Renningen Waldenbuch ✓</p> <p>Landkreis Göppingen Hattenhofen</p> <p>Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald Neuenburg am Rhein</p> <p>Landkreis Calw Ebhausen ✓</p> <p>Landkreis Karlsruhe Karlsbad</p> <p>Landkreis Konstanz Gailingen am Hochrhein Konstanz ✓ Radolfzell ✓ Singen ✓</p> <p>Landkreis Lörrach Lörrach ✓ Rheinfelden (Baden) ✓</p> <p>Landkreis Ludwigsburg Kornwestheim ✓ Ludwigsburg ✓</p>	<p>Landkreis Ravensburg Amtzell Aulendorf ✓ Bad Waldsee ✓ Bad Wurzach Bartenfurt Barmst Berg Ebnatsbich Musbach Fronrute ✓ Grünkraut ✓ Isny Kilslegg Leutkirch Ravensburg ✓ Vogt ✓ Wangen ✓ Weingarten Wilhelmstorf ✓ Wölpertswende ✓</p> <p>Landkreis Reutlingen Reutlingen</p> <p>Landkreis Rottweil Oberndorf Rottweil</p> <p>Landkreis Sigmaringen Bad Saulgau Illmensien Mengen Sigmaringen ✓</p> <p>Landkreis Tübingen Tübingen</p> <p>Landkreis Waldshut Bad Säckingen</p> <p>Ortenaukreis Gutach Lahr ✓</p> <p>Ostalbkreis Aalen ✓</p> <p>Rems-Murr-Kreis Fellbach ✓ Korb Waiblingen ✓ Weissach im Tal ✓</p> <p>Rhein-Neckar-Kreis Walldorf ✓</p> <p>Zollernalbkreis Hechingen</p>
---	--

Die Grafik stammt aus dem Juli 2012. Inzwischen haben sowohl die Stadt Friedrichshafen als auch Landkreis und Stadt Ravensburg den European Energy Award in Gold beantragt.

Ein **Bioenergiedorf** ist eine Gemeinde, die einen großen Teil ihres Strom- und Wärmebedarfs aus überwiegend regional bereitgestellter Biomasse selbst deckt. Es gibt keine klaren Vorgaben, aber gängig ist die Definition, dass mindestens so viel Strom erzeugt wird, wie von der Gemeinde benötigt wird, mindestens die Hälfte der Wärme bereitgestellt wird (möglichst durch Kraft-Wärme-Kopplung) und dass mehr als die Hälfte der Anlagen in Besitz von Wärmeabnehmern und Landwirten ist. Die Basis der

Energieversorgung stellt häufig eine Biogasanlage oder ein Biomasseheizkraftwerk, die sowohl Strom als auch Wärme bereit stellen. Auch weitere regenerative Energien, wie Photovoltaik, Solarthermie und andere, können zum Einsatz kommen. Bioenergiedörfer in der Region sind Lippertsreute (Lkr. Bodenseekreis) sowie Leibertingen, Meßkirch, Lautenbach und Lampertsweiler (Lkr. Sigmaringen).

Energie- und Klimaschutzkonzepte bieten eine gute Grundlage für die Einführung eines Energie- und Klimaschutzmanagementsystems und für die Umsetzung von Energie- und Klimaschutzprojekten. Ein solches Konzept beinhaltet mehrere Teilschritte eines Energie- und Klimaschutzmanagements von der Analyse über das Formulieren von Zielen bis hin zu einem Maßnahmenkatalog als Entscheidungs-

grundlage für die Umsetzung von Effizienz- und Klimaschutzprojekten. So kann ein solches Konzept als Leitfaden für eine langfristig angelegte Energiepolitik dienen. Kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte wurden bereits für die Stadt Friedrichshafen (Lkr. Bodensee) und die Gemeinde Amtzell (Lkr. Ravensburg) angefertigt.

4 Grundlagen und Methodik der Datenerhebung und Potenzialermittlung

4.1 Status Quo des Energiebedarfs und der Energieversorgung

Zur Ermittlung des **Strombedarfs** in den Landkreisen der Region Bodensee-Oberschwaben wurden zum einen Angaben des Energieversorgers EnBW (Lkr. Bodenseekreis, Lkr. Sigmaringen), zum anderen Angaben der Kreisgemeinden (Lkr. Ravensburg) herangezogen, jeweils aus dem Jahr 2010. In beiden Fällen sind die Summen nicht vollständig, da die EnBW nicht alle Verbraucher erfasst und die Gemeinden wiederum jene Verbräuche nicht erfassen, für die keine Konzessionsabgabe¹ gezahlt wird. Zudem sind all jene Verbraucher nicht erfasst, die ihren Strom selbst erzeugen und direkt nutzen (z. B. kleine Wasserkraftwerke).

Zur Darstellung des **Strommixes** in der Region Bodensee-Oberschwaben wurden die Daten des Energieversorgers EnBW über die installierten Leistungen betrachtet und durch Datenerhebungen aus den Landratsämtern der einzelnen Landkreise ergänzt. Aus diesen Leistungsdaten (in kW) wurden mit Hilfe gängiger Werte für die Volllaststunden² (h) der entsprechenden Energiearten die erzeugten Energiemengen (in kWh³) berechnet.

Zur Ermittlung des **Wärmebedarfs** wurden Erfahrungswerte der Energieagentur Ravensburg für den Wärmebedarf pro Einwohner in unterschiedlichen Gemeinden der verschiedenen Landkreise verwendet und jeweils ein realistischer Durchschnittswert gebildet.

Die Zusammensetzung des **Wärmemixes** für das Jahr 2010 ergibt sich aus Daten der Schornsteinfeger (Öl- und Gaskessel bis 1.000 kW), dem Solaratlas (solarthermische Anlagen) und der BAFA (geförderte Biomassekessel). Weitere Daten (z. B. Geothermie, Biogas) lieferten die Landratsämter. Aus einer früheren

Erhebung der Energieagentur wurde der Anteil der Kachelöfen ermittelt.

Bei der **Kraft-Wärme-Kopplung** (KWK) werden sowohl elektrischer Strom als auch Wärme in einem sogenannten Blockheizkraftwerk (BHKW) erzeugt. Der Anteil der fossilen Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung im Jahr 2010 wurde den Angaben der EnBW entnommen. Der Wert für die Wärmeerzeugung wurde aus diesen Daten errechnet. Dabei wurde für die Stromerzeugung ein Wirkungsgrad von 35 % und für die Wärmeerzeugung von 55 % bei stromgeführten⁴ Anlagen angenommen. Für wärmegeführte⁵ Anlagen wurden 30 % für Strom und 60 % für Wärme angesetzt.

Es wurden folgende Durchschnittswerte für die Volllaststunden der Bestandsanlagen⁶ angenommen:

Photovoltaikanlagen	1.000 h/a
Windenergieanlagen	1.300 h/a
Wasserkraftanlagen	3.000 h/a
Biogasanlagen	7.000 h/a
Öl- und Gasheizkessel (fossile Energien)	1.800 h/a
Erdwärmeeanlagen	2.500 h/a ⁷
Holz	2.000 h/a
Kachelöfen	1.000 h/a
KWK-Anlagen fossil	6.500 h/a

¹ Konzessionsabgaben sind Entgelte, die z. B. ein Energieversorgungsunternehmen an Gemeinden zahlt, um öffentliche Wege für Strom- und Gasleitungen zu nutzen.

² theoretische Betriebsstunden über ein Jahr bei ständiger voller Leistung

³ stündlich erzeugte Energiemenge bei 1 kW

⁴ Stromerzeugung im Vordergrund

⁵ Wärmeerzeugung im Vordergrund

⁶ keine Angaben für Solarthermie, Thermalwasser

⁷ in Kombination mit einem Pufferspeicher

4.2 Energieverbrauchsentwicklung und -einsparung

Strombedarfsentwicklung

In Deutschland entfielen im Jahr 2005 1 % des Bruttostrombedarfs¹ auf die Landwirtschaft, 3 % auf den Verkehr, 8 % auf öffentliche Einrichtungen, 14 % auf Handel und Gewerbe, 27 % auf die Haushalte und der deutlich größte Anteil mit 47 % auf die Industrie. Dieser hohe Anteil und damit der Einfluss der Industrie auf den Stromverbrauch zeigt sich auch im Vergleich der Entwicklung des Bruttostrombedarfs² mit der des Bruttoinlandsprodukts³ (BIP) in Deutschland:

Zeitraum	Entwicklung Strombedarf	Entwicklung BIP
1996 – 2005	+ 1,4 %/a	+ 1,9 %/a
2005 – 2007	+ 1,0 %/a	+ 3,6 %/a
2007 – 2008	- 0,6 %	+ 1,9 %
2008 – 2009	- 6 %	- 4,0 %
2009 – 2010	+ 4 %	+ 3,8 %
2010 – 2011	k. A.	+ 5,8 %

Nachdem zwischen 1996 und Ende 2004 das Bruttoinlandsprodukt in Deutschland im Schnitt einen jährlichen Zuwachs von 1,9 % verzeichnete, gab es in den Jahren 2005 und 2006 einen deutlichen Anstieg, gefolgt von einem starken Einbruch in den Jahren 2008 und 2009 und daran anschließend wiederum eine große Zunahme 2010. Dies kann auf den Produktionsrückgang und die -wiederzunahme im Verlauf der Finanz- und Wirtschaftskrise zurück geführt werden, die ihren Anfang 2007 in den USA hatte und besonders im Jahr 2008 auch für die Unternehmen in Deutschland spürbar wurde.

Auch in den Gemeinden der Region Bodensee-Oberschwaben ist der Einfluss der Industrie auf die Strombedarfsentwicklung klar erkennbar. Je nach Industrieanteil ist auch hier in den Stromverbrauchsdaten der vergangenen Jahre die Finanz- und Wirtschaftskrise deutlich erkennbar.

Die Entwicklung des Strombedarfs in Deutschland und der Region ist also zu großen Teilen von der wirtschaftlichen Entwicklung abhängig. Diese jedoch ist für die nächsten zehn Jahre nur schwer vorherzusagen. Nach einem verhältnismäßig hohen Wachstum zwischen 2009 und 2011 (3 – 6 %), direkt nach der Krise, zeigt sich aktuell ein Abwärtstrend, der sich im Moment auf dem Niveau der Zeit vor der Wirtschaftskrise (etwa 2 %) befindet. Die Prognosen für die Zukunft gehen in diesem Bereich weit auseinander und die Einflüsse sind vielfältig: Konsum, Energiepreise, Ressourcenverfügbarkeit und mehr spielen dabei eine Rolle und beeinflussen sich wiederum auch gegenseitig.

Der Einfluss des Strombedarfs von öffentlichen Einrichtungen, Handel und Gewerbe sowie von Haushalten, die insgesamt einen Anteil von 49 % am Bruttostrombedarf ausmachen, ist deutlich schwieriger in der Entwicklung auszumachen. Es ist davon auszugehen, dass der Bedarf in diesem Bereich aufgrund verstärkter Technisierung (Computer, Touchscreens, digitale Visualisierung, Smartphones) in den letzten Jahren angestiegen ist. Eine weitestgehende Sättigung in diesem Bereich ist aktuell jedoch bereits anzunehmen. Auch werden nach und nach immer mehr alte Geräte durch effizientere neue ersetzt (besonders Kühl- und Gefriergeräte, Wasch- und Trockenmaschinen).

Allgemein ist zu beachten, dass in den vergangenen Jahren bereits in verschiedenen Bereichen Einsparmaßnahmen umgesetzt wurden. Der sogenannte „Rebound-Effekt“ ist hierbei nicht zu unterschätzen. Demzufolge werden etwa effizientere Geräte oftmals

¹ Quelle: Wikipedia

² Quelle: Statistisches Bundesamt (laut Wikipedia)

³ Quelle: Statistisches Bundesamt

weniger effizient genutzt. Zudem führen Energieeinsparungen oft zu finanziellen Einsparungen, woraufhin wiederum andere Investitionen möglich werden, was sowohl die Produktnachfrage als auch den Energieverbrauch durch die zusätzlichen Geräte erhöht.

Die Elektromobilität ist dem Bereich Verkehr zuzuordnen, welcher innerhalb dieser Studie nicht betrachtet wird. Die Abgrenzung könnte sich in Zukunft jedoch schwieriger gestalten, da gerade Pedelecs und Elektrofahräder, aber auch Elektroautos, zuhause oder auf Firmengelände geladen werden. Stromtankstellen werden hingegen abgrenzbar sein. Es ist hierbei zu beachten, dass die Elektromobilität in der Regel keinen zusätzlichen Bedarf darstellt, sondern hierbei Öl und Gas durch Strom ersetzt werden. Je nach Herkunft des Stromes kann durch weniger Umwandlungsschritte sowie effizientere Umsetzung (besserer Wirkungsgrad), der Primärenergiebedarf¹ sogar sinken. Die genaue Entwicklung der Elektromobilität ist aus heutiger Sicht schwer einzuschätzen, anzunehmen ist jedoch eine Steigerung.

Für diese Studie wurde in Anbetracht der genannten Umstände und Entwicklungen für die nächsten Jahre eine durchschnittliche Strombedarfssteigerung von 1 % pro Jahr angenommen, was bis zum Jahr 2022 einer Steigerung von gut 10 % im Vergleich zum Jahr 2010 entspricht. Dieser Wert bezieht sich auf die Bereiche Landwirtschaft, öffentliche Einrichtungen, Handel und Gewerbe, Haushalte sowie die Industrie.

Wärmeverbrauchsentwicklung

Für die Wärmeverbrauchsentwicklung in Deutschland und der Region liegen aktuell keine belastbaren Daten vor. Auszugehen ist, aufgrund immer höherer Anforderungen bei der Gebäudedämmung, von einer tendenziellen Abnahme in diesem Bereich.

¹ Die Primärenergie entspricht dem Energiegehalt vor etwaigen Umwandlungsschritten.

Energieeinsparung

Zur Einschätzung der Energieeinsparpotenziale wurden für diese Studie zum einen diverse Werte aus vorangegangenen Studien und Prognosen herangezogen, zum anderen aus den Erfahrungswerten der Energieagentur heraus realistische Annahmen getroffen.

Die Einsparung von Energie ist das größte und günstigste „Kraftwerk“. Jede Kilowattstunde die nicht verbraucht wird, muss auch nicht erzeugt werden. Oftmals reichen schon geringfügige Veränderungen beim Nutzerverhalten und in der Technik, um bereits beachtliche Einsparungen zu erzielen. Im Rahmen dieser Studie wurde zwischen kurzfristig erreichbaren Einsparpotenzialen (schnell umsetzbar, geringe Investitionen) und mittel- und längerfristigen Einsparpotenzialen (Planung und gezielte Investition notwendig) unterschieden.

Es ergaben sich daraus folgende **prozentuale Einsparpotenziale bis 2022**:

	Strom	Wärme
Einfache Maßnahmen	5 - 10 %	5 - 10 %
Mittel- und längerfristige Maßnahmen	20 - 30 %	40 - 50 %

Zu den **einfachen Maßnahmen** zählen jene, für die keine oder nur geringe Investitionen getätigt werden müssen. Sie sind außerdem schnell umsetzbar und amortisieren sich oft schon nach kurzer Zeit.

Für Strom:

- Information und Schulung
- Vermeidung von Stand-By-Verbräuchen
- Vermeidung unnötigen Betriebs

Für Wärme:

- Minderung der Raumtemperatur
- gezieltes, kurzes Lüften
- Richtige Einstellung der Heizungsregelung und Warmwasserbereitung; Hydraulischer Abgleich

Zu den **mittel- und längerfristigen Maßnahmen** gehören jene, für die gezielte Investitionen nötig sind, die sich aber in der Regel bereits nach wenigen Jahren amortisieren.

Für Strom:

- Erfassung der Verbrauchsdaten und Einführung eines Energiemanagements
- Ersatz älterer Elektrogeräte durch effizientere Varianten
- Beleuchtung: Präsenzmelder, LED
- Lüftung: Anpassung an Benutzungsstruktur
- Austausch von Heizungspumpen
- Effizienzsteigerung bei Produktionsmaschinen und Druckluftanlagen

Für Wärme:

- Erfassung der Verbrauchsdaten und Einführung eines Energiemanagements
- Dämmung von Heizungs- und Warmwasser-Leitungen
- Gebäudedämmung und –sanierung
- Abwärmerückgewinnung

Da sich die geschätzten prozentualen Einsparpotenziale für Strom und Wärme in den verschiedenen Bereichen nur geringfügig unterscheiden, wurden für alle Kreise, unabhängig von ihrer jeweiligen Aufteilung in Industrie, Haushalte und so weiter, insgesamt dieselben Mittelwerte angesetzt. Diese sind für Strom 10 % für einfache und zusätzlich 25 % für mittel- und längerfristige Maßnahmen und für den Bereich Wärme 10 % und 45 %.

Zusammenfassung

Bis zum Jahr 2022 ergibt sich mit einer angenommenen Strombedarfserhöhung von insgesamt 10 % und bei Ausnutzung aller theoretischen Einsparpotenziale von insgesamt 35 % eine mögliche Einsparung von 25 % gegenüber dem Jahr 2010.

Für den Bereich Wärme ergibt sich bis zum Jahr 2022 bei Ausnutzung aller theoretischen Potenziale eine mögliche Einsparung von bis zu 55 % gegenüber 2010.

4.3 Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien und für die Energieeffizienz

Zur Einschätzung der Ausbaupotenziale der erneuerbaren Energien wurden für diese Studie sehr vielfältige Datenquellen herangezogen. Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Potenzialeinschätzung für die einzelnen Energiearten erläutert.

Im Bereich **Photovoltaik** sind die theoretischen Potenziale immens. Weltweit gesehen übertrifft die eintreffende Sonnenenergie den aktuellen Strombedarf um ein Vielfaches.

Im Jahr 2010 hat der Regionalverband eine Planungshinweiskarte zur Festlegung von Standorten für großflächige Photovoltaikanlagen im Rahmen der kommunalen Bauleitplanung erstellt und im Internet veröffentlicht¹. Obwohl ein Vergütungsanspruch für Strom aus Freiflächenanlagen gemäß § 32 EEG nur noch im Rahmen der dort genannten Kriterien besteht (u.a. nur noch auf Konversionsflächen und längs von Autobahnen und Schienenwegen in einer Entfernung von bis zu 110 m) und zudem der Flächenbedarf erheblich ist (siehe Kapitel 7.3), ist auch in den kommenden Jahren mit der Realisierung weiterer Freiflächenanlagen zu rechnen. Der Schwerpunkt der Potenziale im Bereich Photovoltaik liegt dennoch im Bereich Dachflächen, Häuserfassaden und sonstigen Überdachungen.

Um eine Prognose für das Jahr 2022 abzuge-

ben, wurde die bisherige Entwicklung betrachtet sowie über Erfahrungswerte und Satellitenbilder die noch zur Verfügung stehenden, geeigneten Dachflächen analysiert.

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

Photovoltaikanlagen	1.000 h/a
---------------------	-----------

Der Teilregionalplan **Windenergie** 2006 des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben wird zur Zeit fortgeschrieben. Die 24 geplanten Vorranggebiete für Windenergie bieten Platz für 130 Windenergieanlagen. Diese Anlagenzahl wurde als Potenzial für den Ausbau der Windenergie bis 2022 im Rahmen dieser Studie zugrunde gelegt. Der Kriterienkatalog für die Festlegung der Vorranggebiete umfasst neben den Themen Windhöffigkeit, Siedlungsabstände, Natur- und Artenschutz, Denkmalschutz etc. auch eine Bewertung der Anbindung an das Stromnetz. Die Netzanbindung wird zudem durch die Bündelung der Windenergieanlagen in den Vorranggebieten erleichtert. Die Fortschreibung des Teilregionalplans Windenergie befindet sich derzeit in der Offenlage, daher sind Änderungen im weiteren Verfahren nicht ausgeschlossen.

¹ www.rvbo.de

Zusätzliches Potenzial im Bereich Windenergie besteht darin, bestehende Anlagen durch neue zu ersetzen (Repowering). Von den sechs bestehenden Anlagen in der Region ist eine (Blochingen) aufgrund von Flugbeschränkungen nicht durch eine größere Anlage austauschbar. Bei den anderen beiden Gebieten wären nach dem Repowering durch geänderte Abstandskriterien nur noch 2 statt 5 Anlagen möglich. Deshalb wurde für die Windenergieanlagen in der Region das Repowering nicht als zusätzliches Potenzial mitbetrachtet.

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

Windenergieanlagen	1.600 h/a
--------------------	-----------

Zur Abschätzung der Potenziale für **Wasserkraft** wurden Daten der Landratsämter verwendet sowie aus der Studie „Potenziale der Wasserkraftnutzung im Bodenseekreis“ und der OEW-Potenzialstudie „Erneuerbare Energien“ entnommen. Möglichkeiten für Repowering wurden ebenfalls betrachtet. Zu beachten ist, dass sich an einigen Anlagen aufgrund inzwischen erhöhter Anforderungen für den Schutz der Gewässer und der Tierwelt geringere Durchlaufmengen, also geringere Erträge ergeben können.

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

Wasserkraftanlagen	4.000 h/a
--------------------	-----------

In den eher land- und viehwirtschaftlich strukturierten Landkreisen Ravensburg und Sigmaringen trägt **Biogas** bereits mit hohem Anteil zur Stromversorgung bei. Insgesamt sind die Potenziale in allen Landkreisen, unter Berücksichtigung der „nachhaltigen Obergrenze“ von 35 % für den Anteil von Silomais auf Ackerflächen, bereits fast vollständig ausgeschöpft. Um die verfügbaren Gülle- und Mistmengen in der Region abzuschätzen, wurden die Viehbe-

stände laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg betrachtet. Hier gibt es noch Potenziale. Auch andere „Energiepflanzen“ sollten in Betracht gezogen werden, um eine gewisse Vielfalt beim Anbau zu gewährleisten. Große Potenziale bieten außerdem die Nutzung der anfallenden Abwärme durch Nachschaltung zum Beispiel eines Organic-Rankine-Prozesses¹ (Effizienzsteigerung), als Heizwärme vor Ort und im Nahwärmenetz sowie die Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung ins Gasnetz.

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

Biogasanlagen	7.000 h/a
---------------	-----------

Für eventuell noch offene Potenziale im Bereich **Holz** wurden bislang keine belastbaren Daten erhoben. Insgesamt ist hier aber davon auszugehen, dass das größte Potenzial aus den Wäldern, unter Zurückhaltung einer gewissen Vorratsmenge, bereits ausgenutzt wird. Zu beachten ist, dass bei den bestehenden Anlagen nicht nur Holz aus der Region Bodensee-Oberschwaben, sondern auch aus anderen Regionen verwendet wird. Potenziale gibt es noch im Bereich der schnellwachsenden Hölzer. Hier sollten die ökologischen Auswirkungen geprüft und beachtet werden.

Da die Holzverbrennung / -vergasung grundlastfähig ist und damit zur Versorgungssicherheit und Netzstabilität beiträgt, wurde für die Potenziale zur Stromversorgung der Ersatz von großen Holzheizkesseln (ab 100 kW, reine Wärmebereitstellung) durch BHKWs mit Holzvergasung (Strom und Wärme) in die Berechnungen mit einbezogen. Diese Anlagen befinden sich derzeit noch im Versuchsstadium.

¹ siehe Abschnitt „Organic Rankine Cycle“ in diesem Kapitel

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

Holz-BHKWs	7.000 h/a
------------	-----------

Unter Erdwärme oder Geothermie versteht man die in Form von Wärme gespeicherte Energie im Untergrund.

Bei der **oberflächennahen Geothermie** (bis ca. 400 m Tiefe) wird die Wärme in der Regel über Erdwärmesonden gewonnen und mittels einer Wärmepumpe zur Gebäudebeheizung genutzt. Die Abschätzung der Potenziale in diesem Bereich erfolgte nur im groben Maß und über Prognosen verschiedener Studien zum Thema sowie über die bisherige Entwicklung. Es ist davon auszugehen, dass die realen Potenziale in diesem Bereich höher liegen als hier angenommen.

Zu beachten ist bei dieser Technologie zum einen die Jahresarbeitszahl¹ (diese ist im realen Betrieb oft zu niedrig) und zum anderen der Bezug des Stroms. Sinnvoll ist hier eine Kopplung der Erdwärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage. Jedoch geht dieses Konzept in unseren Breitengraden in der Regel nur im Sommer auf, wenn die Sonneneinstrahlung hoch genug ist. Eine weitere sinnvolle, jahreszeitunabhängigere Anwendungsmöglichkeit bietet die Kombination mit einem entsprechend großen Pufferspeicher. In dieser Variante kann die Anlage dann betrieben werden, wenn überschüssiger Strom vorhanden ist, und in dieser Zeit den Speicher füllen (aufheizen). Nach Bedarf kann die Wärme dann wieder entnommen werden. Wichtig ist hierbei, dass der Speicher groß genug ist und möglichst verlustarm arbeitet.

Der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

¹ Die Jahresarbeitszahl zeigt, wie viel elektrische Energie benötigt wird um eine gewisse Menge thermische Energie bereitzustellen. Sie sollte bei mindestens 4 liegen: 1 Teil Strom, 4 Teile nutzbare Wärme.

hat im Jahr 2005 in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg die Nutzung der Erdwärme in der Region Bodensee-Oberschwaben untersucht und die Ergebnisse veröffentlicht. Zur oberflächennahen Geothermie geben insbesondere die Karten „Hydrogeologische Kriterien zur Anlage von Erdwärmesonden“ wichtige Hinweise für die Beurteilung der örtlichen Gegebenheiten.

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

Erdwärmepumpen	2.500 h/a ²
----------------	------------------------

Bei der **Tiefengeothermie** besteht neben der Wärmebereitstellung auf höherem Temperaturniveau auch die Möglichkeit, die gewonnene Wärme zur Stromerzeugung zu nutzen. Hierfür sind Temperaturen von mindestens 150 °C beziehungsweise etwa 100 °C bei ORC notwendig. Diese Technik ist jedoch wegen Umwelt- und Sicherheitsbedenken stark umstritten. Die Abschätzung der Tiefengeothermie-Potenziale beschränkt sich innerhalb dieser Studie daher auf den Bereich Thermalwasser. Hierfür wurden bislang nur einzelne Quellen untersucht. Die realen Potenziale liegen sicherlich höher.

Im Rahmen des Interreg-Projekts „GEOMOL“, an dem der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben als Projektpartner beteiligt ist, werden derzeit Untersuchungen zur Abschätzung der Potenziale im Molassebecken durchgeführt, die unter anderem weitergehende Kenntnisse für die zukünftige Nutzung der Tiefengeothermie (Temperaturmodell), einschließlich der Thermalwassernutzung, bringen sollen.

Die Abschätzung der Potenziale im Bereich der **Solarthermieanlagen** erfolgte auf ähnliche Weise wie im Bereich Photovoltaik, vor al-

² in Kombination mit einem Pufferspeicher

lem auf Basis der bisherigen Entwicklung und unter Betrachtung geeigneter Dachflächen.

Saftige und holzige Abfälle werden bislang nur wenig zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Zu ihnen zählen Bioabfälle, Speisereste und überlagerte Lebensmittel (saftig) sowie Grünschnitt, Landschaftspflegematerial (teils saftig, teils holzig) und Holzabfälle zum Beispiel aus Sägereien (holzlig). Die Potenzialabschätzung in diesem Bereich erfolgte auf Grundlage von Daten der Landratsämter sowie der Machbarkeitsstudie „Biogasanlagen - Oberschwaben“ der Schöttle Consulting GmbH in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Ravensburg.

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

Abfallvergärungsanlagen (Biogasanlagen)	7.000 h/a
--	-----------

Die dargestellten Potenziale im Bereich der **industriellen Abwärme** im Landkreis Bodensee-kreis entstammen einer Potenzialerhebung

für das Stadtgebiet Friedrichshafen. Für weitere Teile des Landkreises Bodenseekreis sowie für die Landkreise Ravensburg und Sigmaringen liegen derzeit noch keine vergleichbaren Potenzialerhebungen vor.

Für die vorliegenden Potenziale wurde auch die Möglichkeit mit einberechnet, aus der Abwärme bei der Stromerzeugung mit Verbrennung (z. B. Biogasanlagen, Abfallvergärung), weiteren Strom zu erzeugen. Beispielhaft wurde hier der sogenannte **Organic-Rankine-Cycle (ORC)** betrachtet. Die Abwärme kann hierbei über eine dem BHKW nachgeschaltete Anlage zur weiteren Stromerzeugung genutzt werden.

Die Funktionsweise ist grundsätzlich dieselbe wie bei einem herkömmlichen Dampfkraftprozess, jedoch reichen durch spezielle Thermoöle schon wesentlich niedrigere Temperaturen (etwa 100 – 400 °C) um den Prozess in Gang zu bringen. Bei diesem Prozess fällt noch immer ein Teil Abwärme an, allerdings auf niedrigerem Temperaturniveau, der zur Heizung nahegelegener Gebäude und zur Warmwasserbereitung dienen kann. Zu beachten ist, dass durch die teilweise Nutzung der Anlagenwärme zur Stromnutzung, die theoretischen Potenziale im Wärmebereich geringer werden. Dies wurde innerhalb der Potenzialbetrachtung in dieser Studie berücksichtigt.

4.4 Potenziale für den Ausbau der fossilen Kraft-Wärme-Kopplung

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist die kombinierte Erzeugung und Nutzbarmachung von Strom und Wärme in einem Kraftwerk.

Bislang wird in Deutschland der Strom in großem Maß aus fossilen Brennstoffen und ohne besondere Nutzung der bei dieser Kraftstoffverbrennung anfallenden Wärme erzeugt. Dabei wird der Brennstoff nur zu 30 – 35 % genutzt. Sowohl bei der rein thermischen Nutzung (Heizkessel), als auch bei der Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplung kann der Brennstoff hingegen zu über 90 % ausgenutzt werden. Eine Effizienzsteigerung durch KWK ergibt sich also nur im Vergleich zur reinen Stromerzeugung, nicht im Vergleich zur rein thermischen Nutzung. Dennoch stellt die KWK – sowohl bei regenerativen als auch bei fossilen Brennstoffen – aus heutiger Sicht einen wichtigen Pfeiler in der zukünftigen Energieversorgung dar, da sie durch ihre Grundlastfähigkeit und variable Regulierbarkeit zur Netzstabilität beiträgt und je nach benötigter Last geregelt werden kann.

In der Region Bodensee-Oberschwaben gibt es laut Schornsteinfeger-Statistik 61.827 Öl- und 33.864 Gasfeuerungsanlagen unter 1.000 kW zur reinen Wärmeherzeugung. Über 25 % der Ölfeuerungsanlagen und über 30 % der Gasfeuerungsanlagen sind schon heute älter als 20 Jahre und müssen bereits in naher Zukunft ausgetauscht werden. Weitere 53 % (Öl) und 54 % (Gas) der aktuell bestehenden Anlagen werden voraussichtlich bis zum Jahr 2022 ausgetauscht werden müssen. Insgesamt gibt es bis zum Jahr 2022 also einen Austauschaufwand von 78 % (Öl) und 84 % (Gas). Es ist hierbei zu beachten, dass gerade ältere Anlagen oft überdimensioniert sind und der eigentliche Wärmebedarf vor Ort deutlich geringer ist.

Sowohl beim Ersatz von Öl- als auch von Gasfeuerungsanlagen sind Neu-Anlagen mit einer Leistung von über 50 kW interessant für die

kombinierte Strom- und Wärmeherzeugung. In den nächsten zehn Jahren werden in dieser Größenordnung gut 1.500 Ölheizungen und 1.600 Gasheizungen ersetzt werden müssen. Es sollten hier Volllastzeiten von mindestens 5.500 h/a angestrebt werden, was mit einer etwas geringer ausgelegten thermischen Leistung in Kombination mit einem Pufferspeicher und einem zusätzlichen Spitzenlastkessel erreicht werden kann. Sinnvoll ist es hierbei, nicht bis zum Versagen des bisherigen Kessels zu warten, sondern das BHKW bereits vorher zu installieren und den alten Kessel als Spitzenlastkessel einzusetzen. Besondere Vorteile dieser Auslegung sind die dadurch erreichbaren höheren Volllastzeiten der BHKWs und die damit einhergehende effizientere Brennstoffausnutzung.

Es wurde folgender Durchschnittswert für die Volllaststunden der möglichen Neuanlagen angenommen:

KWK-Anlagen fossil	5.500 h/a
--------------------	-----------

Der Bereich der **Kälte** (Kühl- und Klimageräte) ist bislang in der Regel dem Strom zuzuordnen. Gerade im Zusammenhang mit der Kraft-Wärme-Kopplung könnte in Zukunft jedoch vermehrt Kälte auch „aus Wärme“ erzeugt werden. In Industriebetrieben, aber auch in Bürogebäuden, ist in der Regel im Winter ein hoher Wärmebedarf vorhanden, während in den Sommermonaten Wärme meist nur in geringem Maß (z. B. Warmwasserbereitung) benötigt wird. Mit sogenannten Adsorptionskältemaschinen kann an dieser Stelle angesetzt und Kälte aus der überschüssigen Wärme bereit gestellt werden. Die Wärme dient hier dazu, den Prozess der Kältebereitstellung in Gang zu halten. Dabei werden Gesamtwirkungsgrade von bis zu 95 % erreicht. Diese Vorgehensweise bietet sich sowohl für fossile als auch regenerative KWK-Anlagen an.

4.5 Treibhausgas-Emissionen

Status Quo

Treibhausgase sind strahlungsbeeinflussende, gasförmige Stoffe, die zum sogenannten Treibhauseffekt beitragen und somit das Klima auf der Erde beeinflussen können. Die im Kyoto-Protokoll reglementierten Gase sind

- Kohlenstoffdioxid (CO₂),
- Methan (CH₄),
- Stickstofftrifluorid (NF₃),
- Distickstoffmonoxid (Lachgas, N₂O),
- Schwefelhexafluorid (SF₆) und
- Fluorkohlenwasserstoffe.

Die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg bestehen zu rund 91 % aus Kohlendioxid (CO₂), rund 4 % der Emissionen, gemessen in CO₂-Äquivalenten, entfallen auf Methan (CH₄) und weitere gut 4 % auf Lachgas (N₂O). Dabei ist berücksichtigt, dass eine Tonne Methan einen um den Faktor 21, Lachgas sogar um den Faktor 310 höheren Treibhauseffekt in der Atmosphäre bewirkt als eine Tonne CO₂. Die außerdem zu den im Kyoto-Protokoll reglementierten Treibhausgasen gehörigen F-Gase sind in den Betrachtungen des Landes nicht enthalten, sie machen deutschlandweit knapp 2 % aus.

Für die Region Bodensee-Oberschwaben liegen aktuell keine Gesamtbetrachtungen zu den Treibhausgasen, sondern nur zu einzelnen Gasen vor. Aufgrund seiner großen Bedeutung für das Klima wurden in dieser Studie besonders die Emissionswerte für CO₂ betrachtet. Die Informationen hierfür stammen aus dem Online-Archiv des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg.

Die CO₂-Emissionen bei der Nutzung verschiedener Energiequellen stellen sich folgendermaßen dar:

Energiequelle	CO ₂ -Ausstoß ¹	Einsparung
Strommix fossil	0,6 kg/kWh	0 % (Referenz)
Heizöl	0,32 kg/kWh	47 %
Erdgas	0,25 kg/kWh	58 %
Holzpellets	0,03 kg/kWh	95 %
Stückholz	0,02 kg/kWh	97 %
Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft	0 kg/kWh	100 %

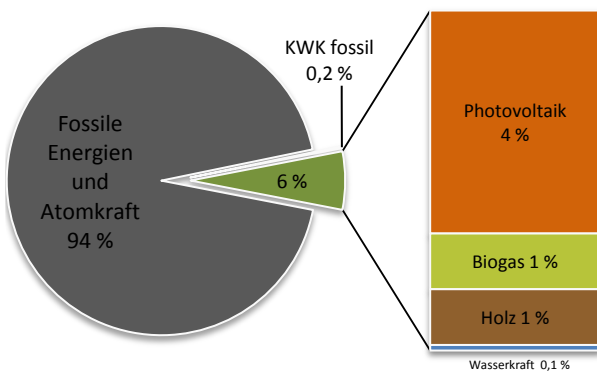
¹ Quelle: Landesweite Förderrichtlinie Klimaschutz-Plus!

5 Status Quo der Energieversorgung und Emissionen

5.1 Landkreis Bodenseekreis

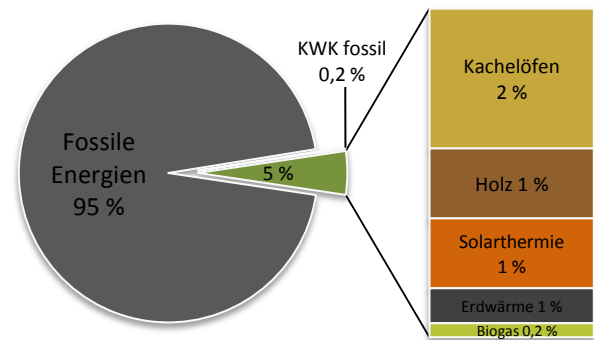
Aktueller Strommix im Lkr. Bodenseekreis

Der Stromverbrauch im Landkreis Bodenseekreis betrug im Jahr 2010 über **1.640 Mio. kWh¹** bzw. 7.871 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Stromerzeugung lag bei ca. **6 %**.



Aktueller Wärmemix im Lkr. Bodenseekreis

Der Wärmeverbrauch im Landkreis Bodenseekreis betrug im Jahr 2010 über **3.230 Mio. kWh** bzw. 15.501 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Wärmeerzeugung lag bei ca. **5 %**.

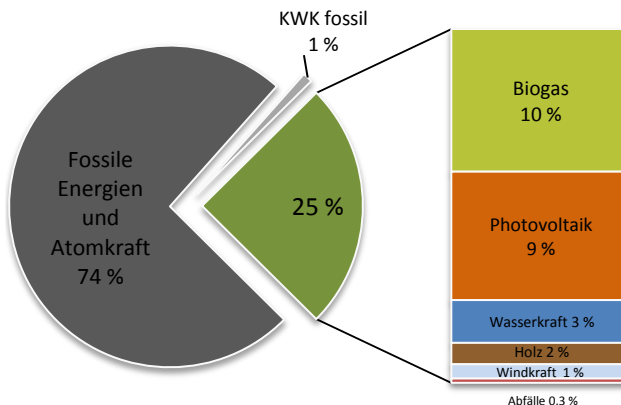


¹ davon fast 10 % für die Bodensee-Wasserversorgung

5.2 Landkreis Ravensburg

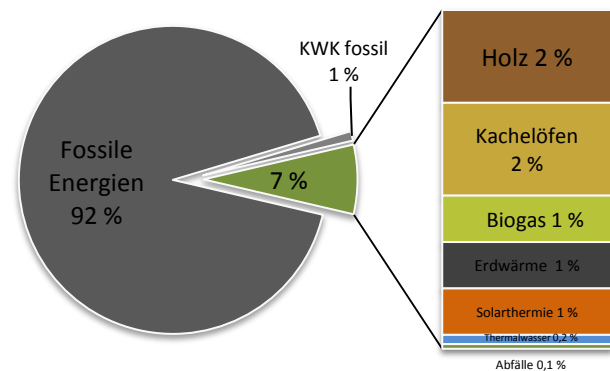
Aktueller Strommix im Lkr. Ravensburg

Der Stromverbrauch im Landkreis Ravensburg betrug im Jahr 2010 über **1.520 Mio. kWh** bzw. 5.488 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Stromerzeugung lag bei ca. **25 %**.



Aktueller Wärmemix im Lkr. Ravensburg

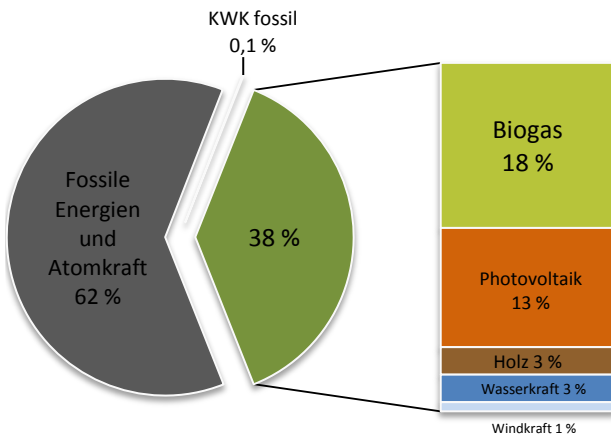
Der Wärmebedarf im Landkreis Ravensburg betrug im Jahr 2010 über **3.625 Mio. kWh** bzw. 13.088 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Wärmeerzeugung lag bei ca. **7 %**.



5.3 Landkreis Sigmaringen

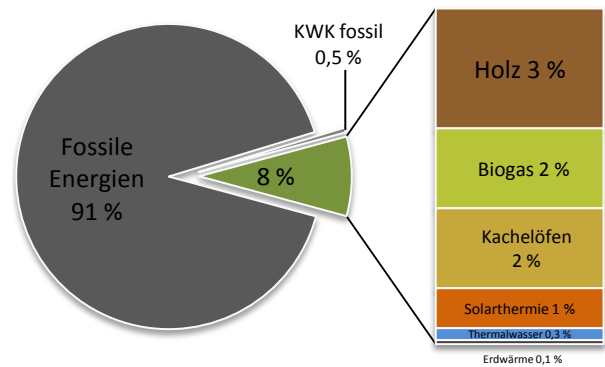
Aktueller Strommix im Lkr. Sigmaringen

Der Stromverbrauch im Landkreis Sigmaringen betrug im Jahr 2010 über **675 Mio. kWh** bzw. 5.184 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Stromerzeugung lag bei ca. **38 %**.



Aktueller Wärmemix im Lkr. Sigmaringen

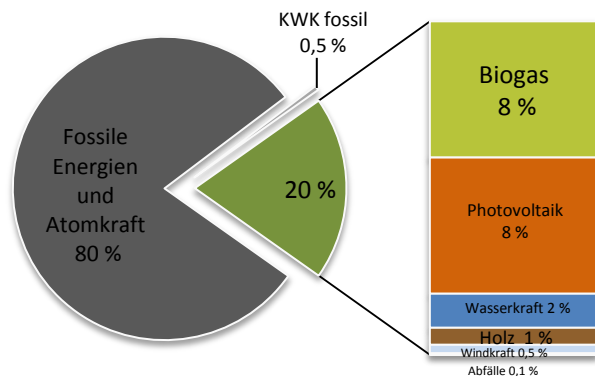
Der Wärmebedarf im Landkreis Sigmaringen betrug im Jahr 2010 über **1.563 Mio. kWh** bzw. 12.003 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Wärmeerzeugung lag bei ca. **8 %**.



5.4 Region Bodensee-Oberschwaben

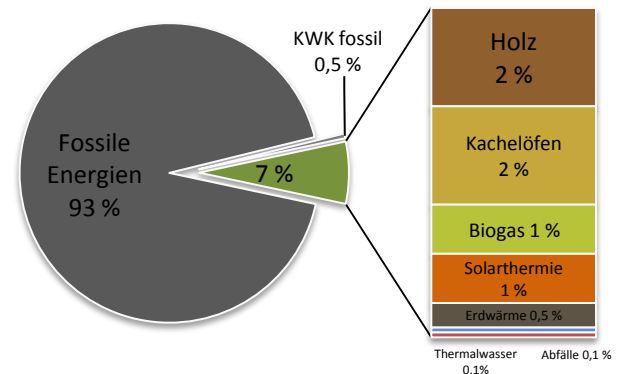
Aktueller Strommix in der Region Bodensee-Oberschwaben

Der Stromverbrauch in der Region Bodensee-Oberschwaben betrug im Jahr 2010 über **3.835 Mio. kWh** bzw. 6.230 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Stromerzeugung lag bei ca. **20 %**.



Aktueller Wärmemix in der Region Bodensee-Oberschwaben

Der Wärmeverbrauch in der Region Bodensee-Oberschwaben betrug im Jahr 2010 über **8.418 Mio. kWh** bzw. 13.676 kWh pro Einwohner. Der Anteil der regenerativen Energien an der Wärmeerzeugung lag bei ca. **7 %**.



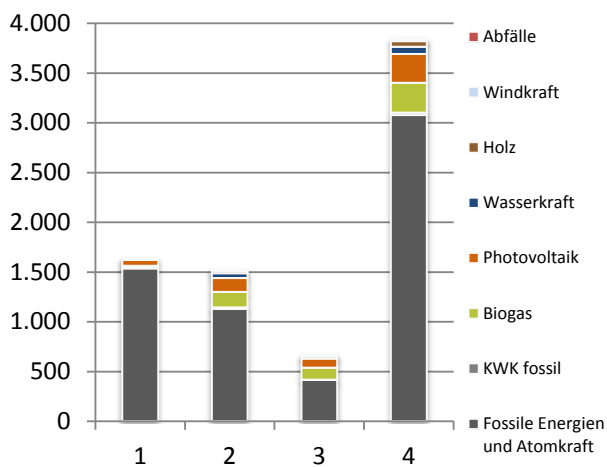
Vergleich des Strom- und Wärmemixes in der Region im Jahr 2010

Die folgenden Grafiken zeigen die verschiedenen Strom- und Wärmemixe der Landkreise Bodenseekreis (1), Ravensburg (2), Sigmaringen (3) und der Region Bodensee-Oberschwaben (4) im Vergleich, jeweils in der

linken Grafik mit den absoluten Werten pro Jahr, in der rechten Grafik mit den spezifischen Werten pro Einwohner und Jahr.

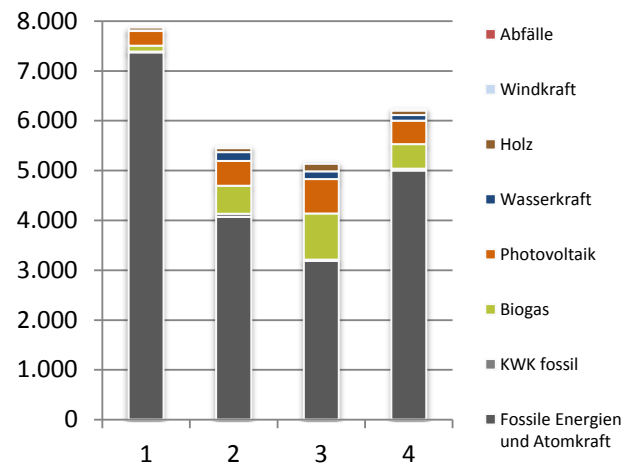
Vergleich des Strommixes in der Region im Jahr 2010

Gesamtstrommix:



(in Mio. kWh pro Jahr)

Spezifischer Strommix:



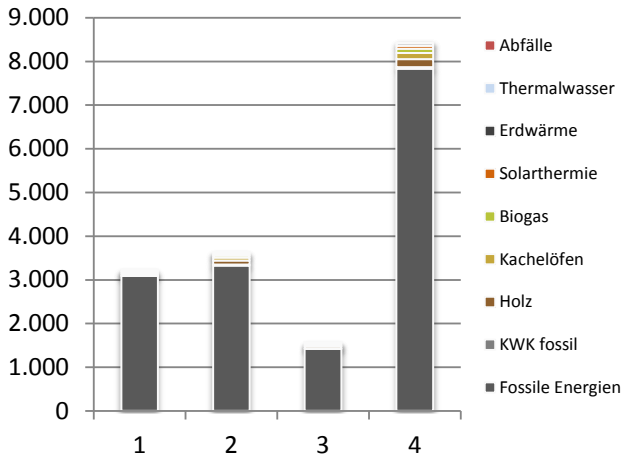
(in kWh pro Einwohner und Jahr)

Sowohl beim Gesamtstromverbrauch und mehr noch beim spezifischen Verbrauch pro Einwohner zeigt der Bodenseekreis die höchsten Werte. Neben dem hohen Industrieanteil im Kreis spielt hierbei auch die Bodensee-Wasserversorgung eine Rolle, die fast 10 % des gesamten Stroms benötigt, um Trinkwasser für große Teile Baden-Württembergs zu

fördern. Der spezifische Vergleich zeigt auch, dass die Landkreise Ravensburg und Sigmaringen annähernd gleich auf sind. Während der Landkreis Ravensburg insgesamt die höchste regenerative Stromerzeugung aufweist, liegt der Landkreis Sigmaringen im Bezug auf die Einwohnerzahl deutlich vorne.

Vergleich des Wärmemixes in der Region im Jahr 2010

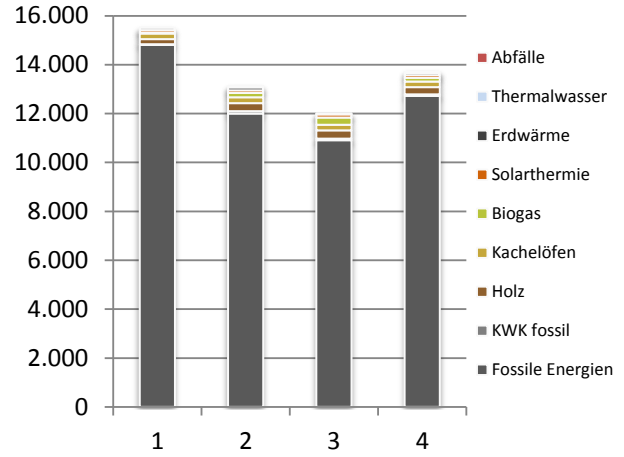
Gesamtwärmemix:



(in Mio. kWh pro Jahr)

Im Wärmebereich ist der Gesamtverbrauch im Landkreis Ravensburg am höchsten, während bei den spezifischen Werten auch hier der Bodenseekreis den höheren Verbrauch aufweist. Ganz deutlich zeigt sich auch der hohe Anteil der fossilen Energien an der Wärmebereitstellung.

Spezifischer Wärmemix:



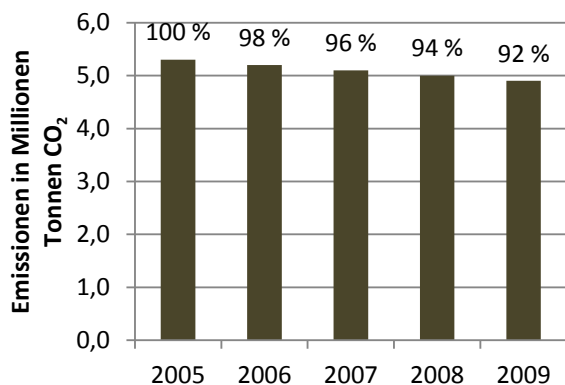
(in kWh pro Einwohner und Jahr)

Auffällig ist außerdem die sehr ähnliche Mengenverteilung bei Strom und Wärme. Die Haushalte und Kommunen spielen hierbei eine untergeordnete Rolle, da sich die Verbräuche dort von Kreis zu Kreis nicht wesentlich unterscheiden. Der Grund für die Unterschiede im Wärmeverbrauch ist vor allem auf die verschiedenen Industrieanteile zurück zu führen. Auch der Tourismusanteil spielt eine Rolle.

Treibhausgas-Emissionen

Kohlenstoffdioxid ist das bekannteste und mengenmäßig am meisten emittierte Gas unter den Treibhausgasen und soll deshalb gesondert betrachtet werden.

Das folgende Schaubild zeigt die **Entwicklung der CO₂-Emissionen** aus der Verbrennung fossiler Energieträger in der Region Bodensee-Oberschwaben von 2005¹ bis 2009 (Verursacherbilanz²):



In der Region Bodensee-Oberschwaben wurde von 2005 bis 2009 eine **CO₂-Einsparung** von 8 % erreicht, im Landkreis Bodenseekreis von 1 %, im Landkreis Ravensburg von 14 % und im Landkreis Sigmaringen von 5 %.

Im Jahr 2008 betrug der durchschnittliche jährliche **CO₂-Ausstoß pro Person** in Deutschland etwa 9,8 Tonnen, in Baden-Württemberg 7,2 Tonnen und in der Region Bodensee-Oberschwaben 7,9 Tonnen.

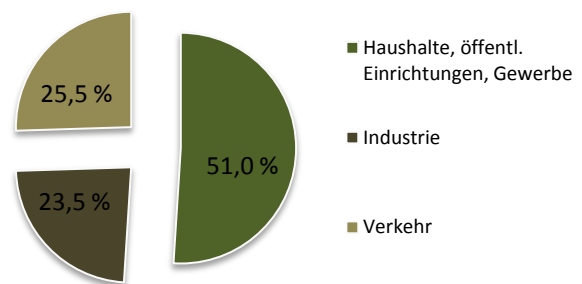
Landkreis Bodenseekreis: 8,0 t/Ea³

Landkreis Ravensburg: 8,39 t/Ea

Landkreis Sigmaringen: 6,94 t/Ea

Zum Vergleich: Der Weltklimarat fordert ein weltweites Ziel von höchstens 2 Tonnen pro Person und Jahr. Die Gesamtregion sowie alle einzelnen Landkreise liegen noch weit darüber.

Die **Anteile** der verschiedenen Bereiche im Jahr 2009 gliederten sich wie folgt:



Die innerhalb dieses Energie- und Klimaschutzkonzeptes behandelten Bereiche, also Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Handel und Gewerbe sowie Industrie, besitzen insgesamt einen Anteil von 74,5 % des CO₂-Ausstoßes in der Region. Der Verkehr liegt mit 25,5 % deutlich darunter. Der größte Anteil an CO₂ wird also bei der Bereitstellung von Strom und Wärme emittiert.

¹ statistische Erhebungen liegen hier erst ab 2005 vor

² bezieht sich auf die Verursacher / Verbraucher (Endenergie)

³ pro Einwohner (E) und Jahr (a)

6 Potenziale für die Energieversorgung und den Klimaschutz

Erneuerbare Energien sollen in Deutschland im Jahr 2020 mindestens **35 %** der Stromversorgung sichern (Energiekonzept 2020 der Bundesregierung). Im Bereich des Wärme- und Kältebedarfs sollen es bis 2020 **14 %** werden (EEG).

In diesem Kapitel werden die aus heutiger Sicht in der Region Bodensee-Oberschwaben

vorhandenen regenerativen Potenziale in den Bereichen Energieeinsparung, Strom, Wärme und Kraft-Wärme-Kopplung dargestellt und erläutert.

Die Hintergründe und Quellen der Erhebungen und Potenzialeinschätzungen werden in Kapitel 4.3 näher erläutert.

6.1 Landkreis Bodenseekreis

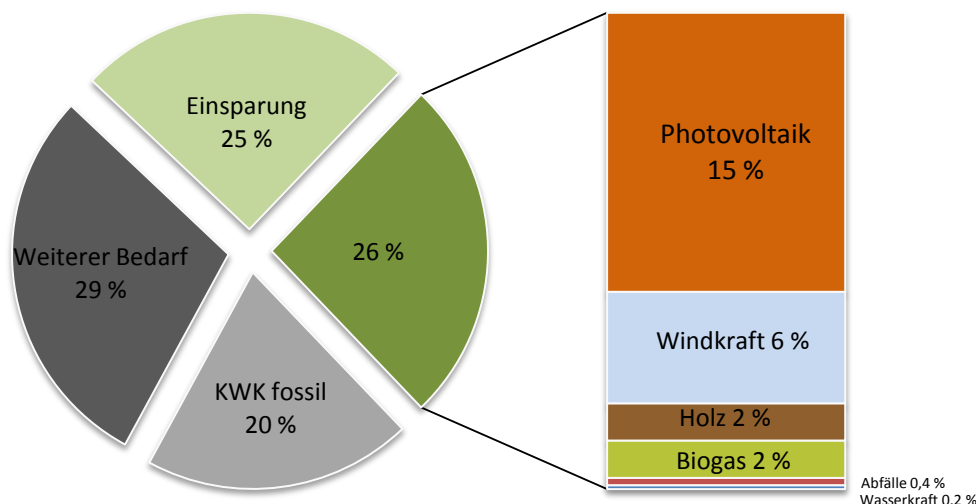
Strom

Im Landkreis Bodenseekreis kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis 2022 von **6** auf **26 %** gesteigert werden.

Den Hauptanteil trägt die Photovoltaik hierzu bei. Besonders Industriegebäude sowie Dach-

flächen im Gastronomie- und Tourismusbereich, bieten Platz für Neuanlagen. Einen weiteren wichtigen Anteil stellt die Windenergie dar.

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Stromeinsparung von 25 %¹ erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **35 %**, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **27 %**.

¹ Einsparpotenziale von 35 %, abzüglich einer Strombedarfssteigerung von 10 % bis 2022

	Photovoltaik		Windenergie		Biogas	
Bestand	62 MW	62 Mio. kWh/a	0 MW	0 Mio. kWh/a	3 MW	24 Mio. kWh/a
Neuanlagen	185 MW	185 Mio. kWh/a	63 MW	101 Mio. kWh/a	0,5 MW	3,5 Mio. kWh/a
Effizienz					1 MW	7,5 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	247 MW	247 Mio. kWh/a	63 MW	101 Mio. kWh/a	5 MW	35 Mio. kWh/a
2010 - 2022		4 auf 15 %		0 auf 6 %		1 auf 2 %
Zubaurate		18 bis 19 MW/a		2 Anlagen/a		gering

	Holz		Wasserkraft		Abfälle	
Bestand	1,8 MW	13 Mio. kWh/a	1,6 MW	2 Mio. kWh/a	0 MW	0 Mio. kWh/a
Neuanlagen	3,4 MW	19 Mio. kWh/a	0,22 MW	0,88 Mio. kWh/a	0,7 MW	5 Mio. kWh/a
Effizienz	0,9 MW	6 Mio. kWh/a	0,14 MW	0,6 Mio. kWh/a	0,3 MW	2 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	6 MW	38 Mio. kWh/a	2 MW	3 Mio. kWh/a	1 MW	7 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 auf 2 %		0,1 auf 0,2 %		0 auf 0,4 %
Zubaurate		2 - 3 Anlagen/a		gering		sehr gering

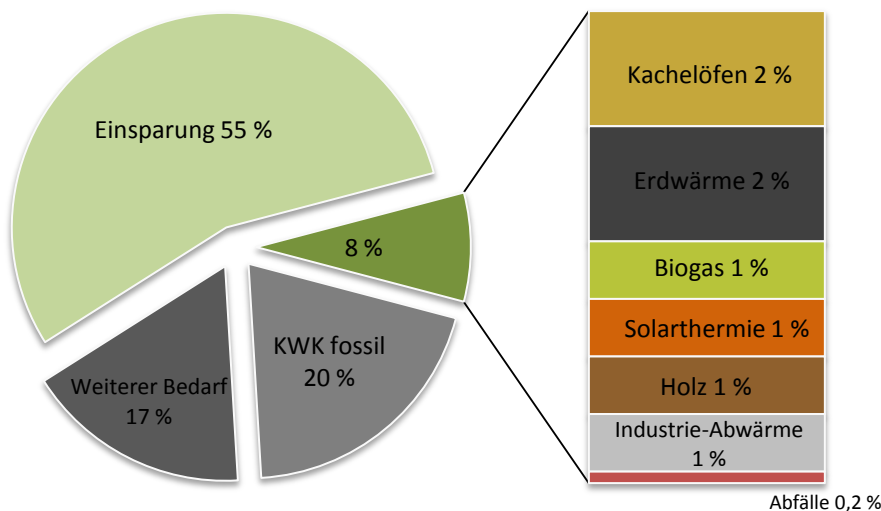
Wärme

Im Landkreis Bodenseekreis kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung bis 2022 von **5** auf **8 %** gesteigert werden.

Die Anteile der verschiedenen Energieträger sind hier recht ausgeglichen. Während es

kaum Potenziale gibt, die regenerativen Energien im Wärmebereich auszubauen, bietet die Einsparung enormes Potenzial.

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Wärmeeinsparung von 55 % erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **18 %**, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **44 %**.

	Biogas		Erdwärme		Holz		Kachelöfen	
Bestand	1 MW	7,5 Mio. kWh/a	8 MW	19 Mio. kWh/a	22 MW	45 Mio. kWh/a	48 MW	48 Mio. kWh/a
Neuanlagen	5 MW	37,5 Mio. kWh/a ¹	12 MW	29 Mio. kWh/a	k. A.	k. A.	2 MW	2 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	6 MW	45 Mio. kWh/a	20 MW	48 Mio. kWh/a	7 MW	37 Mio. kWh/a²	50 MW	50 Mio. kWh/a
2010 - 2022		0,2 auf 1 %		1 auf 2 %		1 %		2 %
Zubaurate		gering		1 – 2 MW/a				0,2 MW/a

	Solarthermie		Abfälle		Industrie-Abwärme ³	
Bestand		21 Mio. kWh/a	0 MW	0 Mio. kWh/a	0 MW	0 Mio. kWh/a
Neuanlagen		20 Mio. kWh/a	0,8 MW	7 Mio. kWh/a	k. A.	30 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial		41 Mio. kWh/a	0,8 MW	7 Mio. kWh/a	k. A.	30 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 %		0 auf 0,2 %		0 auf min. 1 %
Zubaurate		hoch		sehr gering		k. A.

¹ Neuanlagen sowie bislang ungenutzte Potenziale bestehender Anlagen

² geringerer Wert als Bestand, da teilweiser Ersatz durch Spitzenlastkessel

³ hierbei wurden bislang erst zwei Kommunen betrachtet, weitere Potenziale sind denkbar

6.2 Landkreis Ravensburg

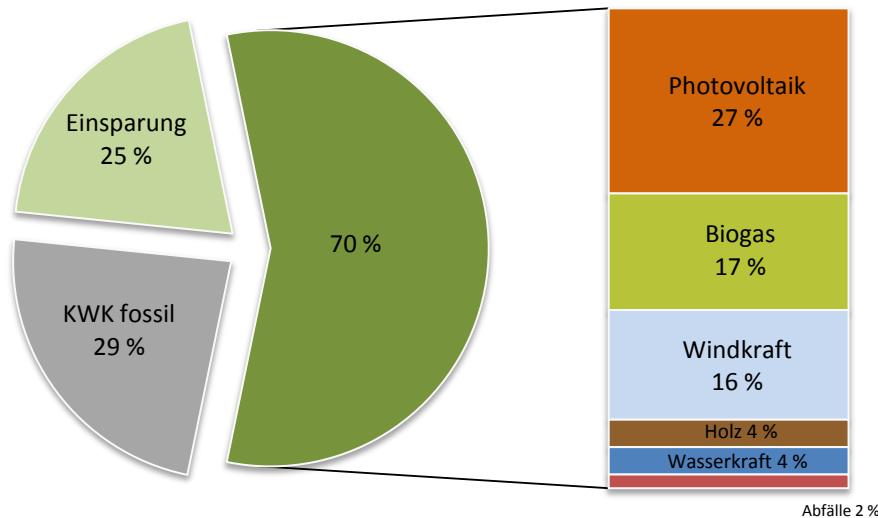
Strom

Im Landkreis Ravensburg kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis 2022 von **25** auf **70 %** gesteigert werden.

Den Hauptanteil trägt die Photovoltaik bei. Besonders Industriegebäude sowie Dachflächen

im Gastronomie- und Tourismusbereich, bieten Platz für Neuanlagen. Weitere wichtige Anteile stellen Biogas und die Windenergie dar.

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Stromeinsparung von 25 %¹ erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **93 %**, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **39 %**. Damit kann sich der Landkreis Ravensburg bereits annähernd selbst regenerativ versorgen.

	Photovoltaik		Windenergie		Biogas	
Bestand	139 MW	139 Mio. kWh/a	7,9 MW	10 Mio. kWh/a	22 MW	156 Mio. kWh/a
Neuanlagen	277 MW	277 Mio. kWh/a	144 MW	230 Mio. kWh/a	8 MW	56 Mio. kWh/a
Effizienzsteigerung					7 MW	51 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	416 MW	416 Mio. kWh/a	152 MW	240 Mio. kWh/a	37 MW	263 Mio. kWh/a
2010 - 2022		9 auf 27 %		1 auf 16 %		10 auf 17 %
Zubaurate		27 bis 28 MW/a		4 - 5 Anlagen/a		gering

	Holz		Wasserkraft		Abfälle	
Bestand	3 MW	22 Mio. kWh/a	16 MW	49 Mio. kWh/a	0,6 MW	4,5 Mio. kWh/a
Neuanlagen	5,7 MW	32 Mio. kWh/a	0,2 MW	0,7 Mio. kWh/a	2 MW	12 Mio. kWh/a
Effizienzsteigerung	0,7 MW	5 Mio. kWh/a	3,7 MW	15 Mio. kWh/a	0,5 MW	4 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	9 MW	59 Mio. kWh/a	20 MW	64 Mio. kWh/a	3 MW	21 Mio. kWh/a
2010 - 2022		2 auf 4 %		3 auf 4 %		0,3 auf 1,5 %
Zubaurate		3 - 4 Anlagen/a		gering		sehr gering

¹ Einsparpotenziale von 35 %, abzüglich einer Strombedarfssteigerung von 10 % bis 2022

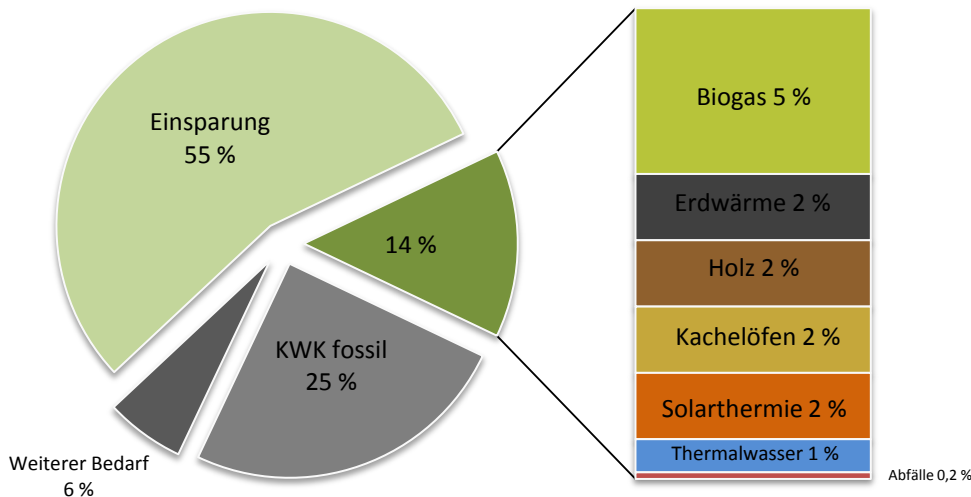
Wärme

Im Landkreis Ravensburg kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung bis 2022 von **7** auf **14 %** gesteigert werden.

ung mit Biogas bietet noch große Potenziale. Die weiteren Anteile der verschiedenen Energieträger sind annähernd ausgeglichen.

Besonders die Abwärme bei der Stromerzeugung

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Wärmeeinsparung von 55 % erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **31 %**, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **56 %**.

	Biogas		Erdwärme		Holz		Kachelöfen	
Bestand	7 MW	49 Mio. kWh/a	13 MW	32 Mio. kWh/a	18 MW	92 Mio. kWh/a	64 MW	64 Mio. kWh/a
Neuanlagen	20 MW	141 Mio. kWh/a ¹	21 MW	50 Mio. kWh/a			2 MW	2 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	27 MW	190 Mio. kWh/a	34 MW	82 Mio. kWh/a	14 MW	75 Mio. kWh/a²	66 MW	66 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 auf 5 %		1 auf 2 %				2 %
Zubaurate		gering		2 MW/a				gering

	Solarthermie		Abfälle		Thermalwasser	
Bestand		32 Mio. kWh/a	0,7 MW	5 Mio. kWh/a	k. A.	7 Mio. kWh/a
Neuanlagen		23 Mio. kWh/a		6 Mio. kWh/a	k. A.	22 Mio. kWh/a
Effizienzsteigerung				2 Mio. kWh/a		
Gesamtpotenzial		55 Mio. kWh/a		13 Mio. kWh/a	k. A.	29 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 auf 2 %		0,1 auf 0,2 %		0,2 auf 1 %
Zubaurate		hoch		sehr gering		k. A.

¹ Neuanlagen sowie bislang ungenutzte Potenziale bestehender Anlagen

² geringerer Wert als Bestand, da teilweiser Ersatz durch Spitzenlastkessel

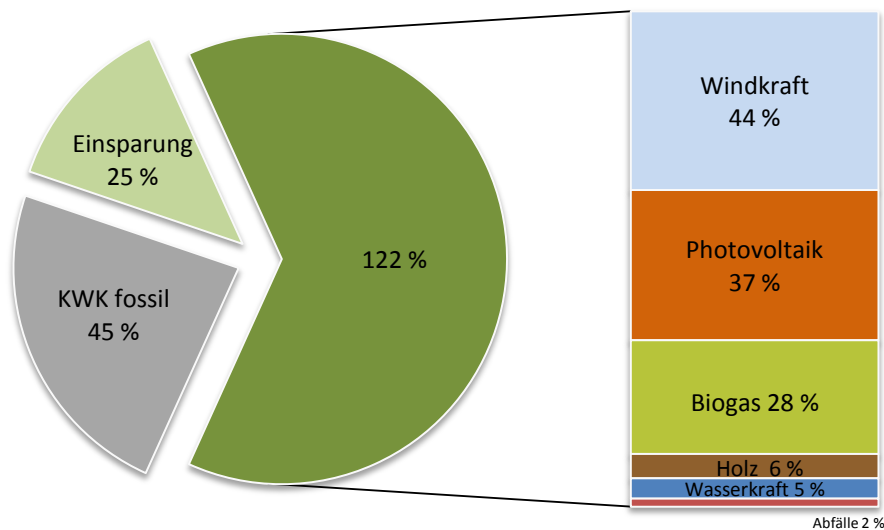
6.3 Landkreis Sigmaringen

Strom

Im Landkreis Sigmaringen kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis 2022 von **38** auf **122 %** gesteigert werden. Damit kann der Landkreis Sigmaringen zum regenerativen Stromexporteur werden.

Den Hauptanteil tragen hier die Windenergie und die Photovoltaik bei. Ein weiterer wichtiger Anteil entfällt auf Biogas (v. a. Bestand).

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Stromersparung von 25 %¹ erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **163 %**, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **60 %**. Damit kann sich der Landkreis Sigmaringen komplett selbst mit Strom versorgen und erzielt sogar Überschüsse.

	Photovoltaik		Windenergie		Biogas	
Bestand	90 MW	90 Mio. kWh/a	4,5 MW	6 Mio. kWh/a	17 MW	121 Mio. kWh/a
Repowering					4,3 MW	30 Mio. kWh/a
Neuanlagen	161 MW	161 Mio. kWh/a	183 MW	293 Mio. kWh/a	1,3 MW	9 Mio. kWh/a
Effizienzsteigerung					4 MW	28 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	251 MW	251 Mio. kWh/a	188 MW	299 Mio. kWh/a	27 MW	188 Mio. kWh/a
2010 - 2022		13 auf 37 %		1 auf 46 %		18 auf 28 %
Zubaurate		15 - 17 MW/a		5 - 7 Anlagen/a		gering

	Holz		Wasserkraft		Abfälle	
Bestand	3 MW	20 Mio. kWh/a	5,6 MW	17 Mio. kWh/a	0 MW	0 Mio. kWh/a
Neuanlagen	3,4 MW	19 Mio. kWh/a	3,1 MW	9 Mio. kWh/a	1,1 MW	7,5 Mio. kWh/a
Effizienzsteigerung			1,3 MW	5 Mio. kWh/a	0,3 MW	2,5 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	6,4 MW	39 Mio. kWh/a	10 MW	31 Mio. kWh/a	1,4 MW	10 Mio. kWh/a
2010 - 2022		3 auf 6 %		3 auf 5 %		0 auf 1,5 %
Zubaurate		gering		2 - 4 Anlagen/a		sehr gering

¹ Einsparpotenziale von 35 %, abzüglich einer Strombedarfssteigerung von 10 % bis 2022

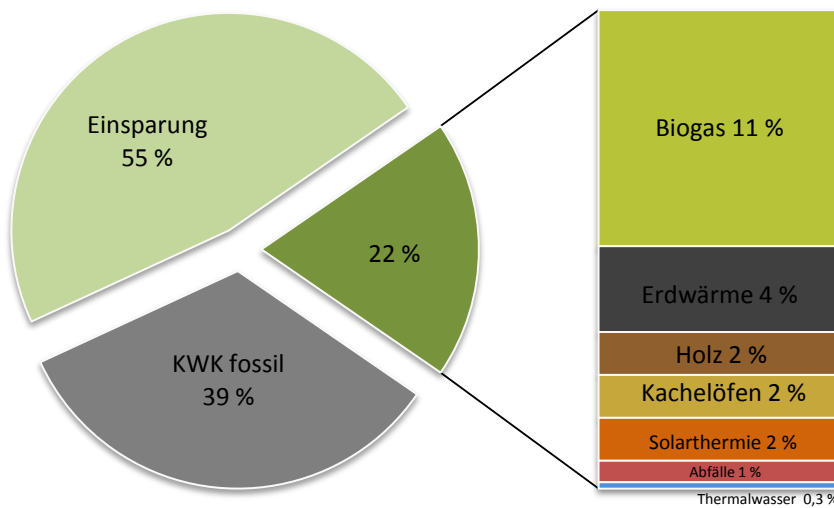
Wärme

Im Landkreis Sigmaringen kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung bis 2022 von **8** auf **22 %** gesteigert werden.

Besonders die Abwärme bei der Stromerzeugung

mit Biogas bietet noch große Potenziale. Die weiteren Anteile der verschiedenen Energieträger sind annähernd ausgeglichen.

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Wärmeeinsparung von 55 % erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **49 %**, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **87 %**.

	Biogas		Erdwärme		Holz		Kachelöfen	
Bestand	5 MW	38 Mio. kWh/a	0,6 MW	2 Mio. kWh/a	23 MW	45 Mio. kWh/a	30 MW	30 Mio. kWh/a
Neuanlagen	19 MW	132 Mio. kWh/a ¹	24 MW	58 Mio. kWh/a	k. A.	k. A.	2 MW	2 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	24 MW	170 Mio. kWh/a	25 MW	60 Mio. kWh/a	5,3 MW	37 Mio. kWh/a²	32 MW	32 Mio. kWh/a
2010 - 2022		2 auf 11 %		0,1 auf 4 %				2 %
Zubaurate		gering		2 – 3 MW/a				gering

	Solarthermie		Abfälle		Thermalwasser	
Bestand		17 Mio. kWh/a	0 MW	0 Mio. kWh/a	k. A.	4 Mio. kWh/a
Neuanlagen		9 Mio. kWh/a	1,6 MW	11 Mio. kWh/a	k. A.	k. A.
Gesamtpotenzial		26 Mio. kWh/a	1,6 MW	11 Mio. kWh/a	k. A.	4 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 auf 2 %		0 auf 1 %		0,3 %
Zubaurate		hoch		sehr gering		k. A.

¹ Neuanlagen sowie bislang ungenutzte Potenziale bestehender Anlagen

² geringerer Wert als Bestand, da teilweiser Ersatz durch Spitzenlastkessel

6.4 Region Bodensee-Oberschwaben

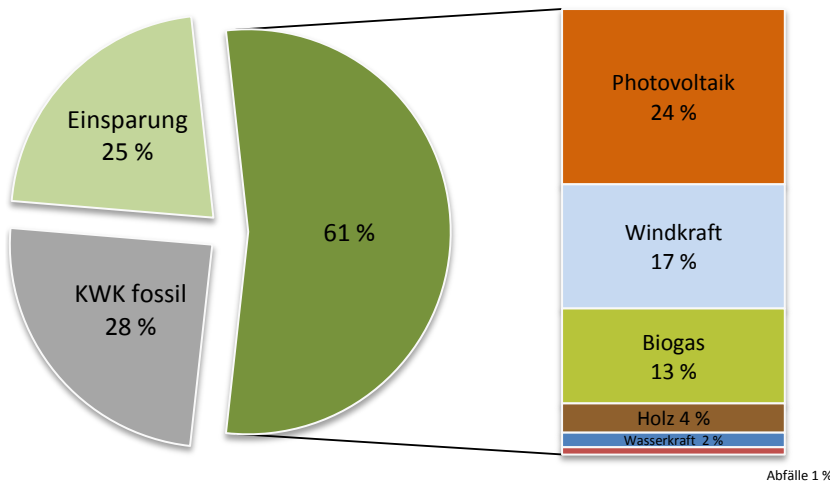
Strom

In der Region Bodensee-Oberschwaben kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis 2022 von **20** auf **61** % gesteigert werden.

Den Hauptanteil tragen die Photovoltaik und

die Windenergie dazu bei. Ein ebenfalls hoher Anteil entfällt auch hier auf Biogas (hauptsächlich Bestand).

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Stromeinsparung von 25 %¹ erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **81** %, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **37** %. Damit kann sich die Region Bodensee-Oberschwaben bereits zum größten Teil selbst regenerativ mit Strom versorgen.

	Photovoltaik		Windenergie		Biogas	
Bestand	290 MW	290 Mio. kWh/a	12 MW	16 Mio. kWh/a	42 MW	301 Mio. kWh/a
Repowering			13 MW	18 Mio. kWh/a	4,3 MW	30 Mio. kWh/a
Neuanlagen	624 MW	624 Mio. kWh/a	390 MW	624 Mio. kWh/a	10 MW	68 Mio. kWh/a
Effizienzsteigerung					12 MW	86 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	914 MW	914 Mio. kWh/a	415 MW	658 Mio. kWh/a	68 MW	485 Mio. kWh/a
2010 - 2022		8 auf 24 %		0,5 auf 17 %		8 auf 13 %
Zubaurate		62 - 63 MW/a		13 Anlagen/a		gering

	Holz		Wasserkraft		Abfälle	
Bestand	8 MW	55 Mio. kWh/a	23 MW	77 Mio. kWh/a	0,6 MW	4,5 Mio. kWh/a
Repowering			5 MW	21 Mio. kWh/a		
Neuanlagen	12,5 MW	70 Mio. kWh/a	3,5 MW	11 Mio. kWh/a	4 MW	25 Mio. kWh/a
Effizienzsteigerung	1,6 MW	11 Mio. kWh/a			1,1 MW	8,5 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	22 MW	136 Mio. kWh/a	31 MW	98 Mio. kWh/a	5,6 MW	38 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 auf 4 %		2 %		0,1 auf 1 %
Zubaurate		mittel		gering		sehr gering

¹ Einsparpotenziale von 35 %, abzüglich einer Strombedarfssteigerung von 10 % bis 2022

Zusammenfassung des Bereichs Strom

Im Jahr 2010 lag der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in der Region Bodensee-Oberschwaben bei etwa 20 %. Bei Ausnutzung aller regenerativen Potenziale könnte dieser Anteil bis zum Jahr 2022 auf bis zu 61 % im Vergleich zu 2010 gesteigert werden.

Werden außerdem die vollständigen Einsparpotenziale genutzt, abzüglich der geschätzten Strombedarfserhöhung, ergibt sich ein regenerativer Anteil von 81 %.

Die größten Potenziale bieten dabei die Photovoltaik (8 auf 24 %), die Windenergie (0,5 auf 17 %) und Biogas (8 auf 13 %). Bei diesem hohen Anteil an fluktuierenden, also nicht kon-

tinuierlich vorhandenen Energien, spielt die Speicherung eine besonders wichtige Rolle (siehe Kapitel 7.1) und auch für ein passendes Energiemanagement und eine ausreichende Netzstabilität (siehe Kapitel 7.2) muss gesorgt werden, um die Versorgung mit Strom langfristig und sicher zu gewährleisten.

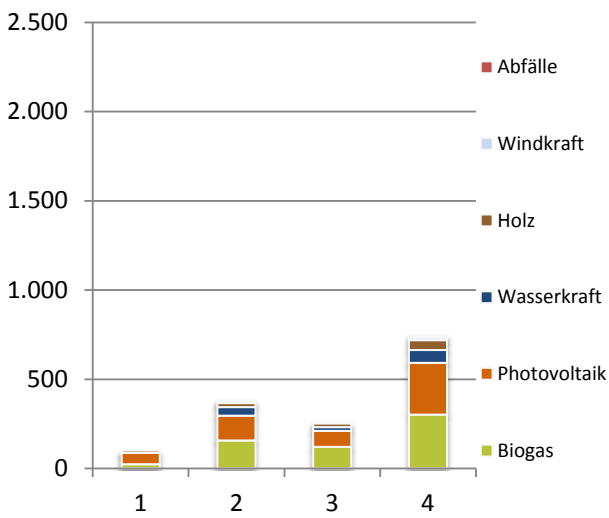
Unter Annahme einer Strombedarfszunahme von 10 % und Einsparpotenzialen von 35 %, können bis 2022 Einsparungen von bis zu 25 % erreicht werden. Diese Potenziale sollten besonders gezielt angegangen werden, denn jede Kilowattstunde, die nicht benötigt wird, muss auch nicht erzeugt werden und trägt außerdem in besonderem Maß zum Schutz des Klimas bei.

Vergleich des Status Quos (2010) und der Potenziale an erneuerbaren Energien im Bereich Strom bis 2022, bezogen auf die Verbrauchswerte aus dem Jahr 2010

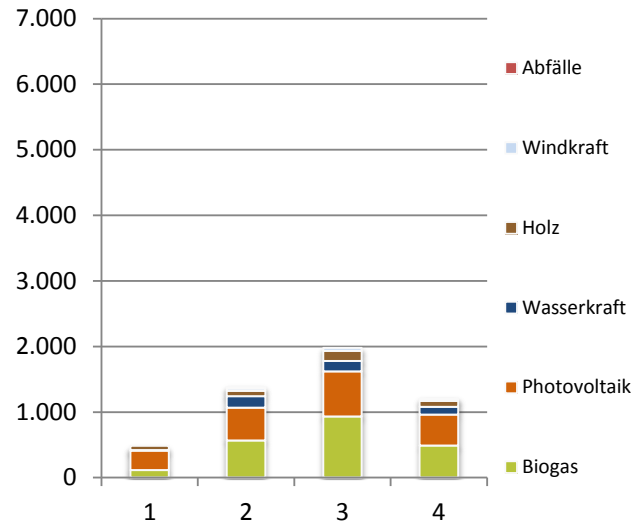
Die folgenden Grafiken zeigen den Status Quo der Stromversorgung sowie die Potenziale für erneuerbare Energien der Landkreise Bodenseekreis (1), Ravensburg (2), Sigmaringen (3) und der Region Bodensee-Oberschwaben (4)

im Vergleich, jeweils in der linken Grafik mit den absoluten Werten pro Jahr, in der rechten Grafik mit den spezifischen Werten pro Einwohner und Jahr.

Status Quo

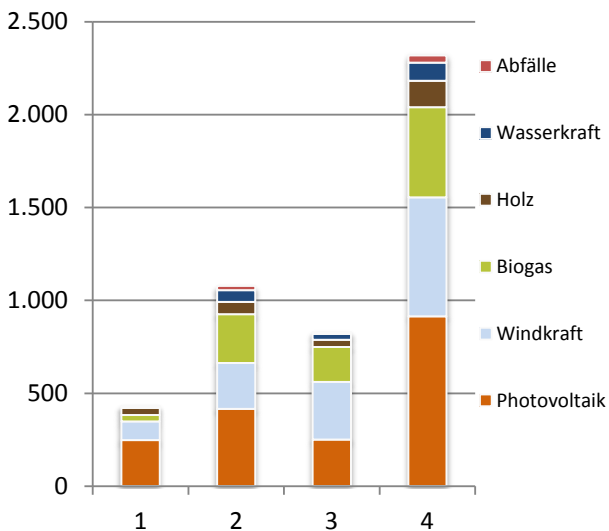


(in Mio. kWh pro Jahr)

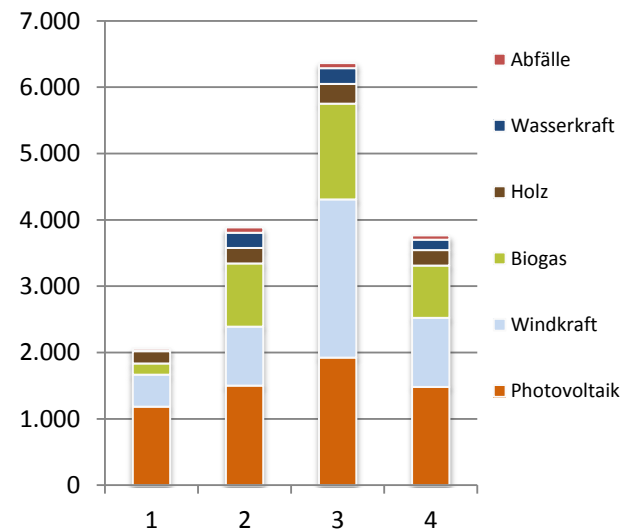


(in kWh pro Einwohner und Jahr)

Potenziale (inkl. Bestand)



(in Mio. kWh pro Jahr)



(in kWh pro Einwohner und Jahr)

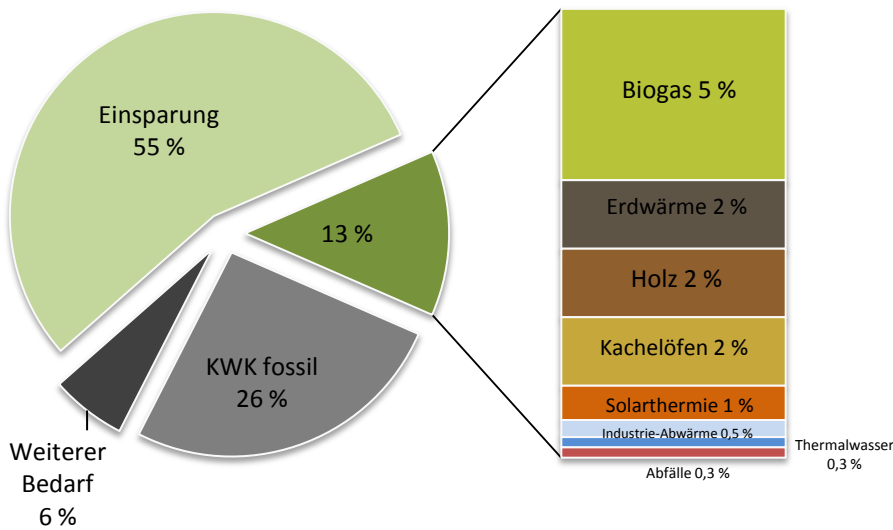
Wärme

In der Region Bodensee-Oberschwaben kann der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung bis 2022 von **7** auf **13 %** gesteigert werden.

Besonders die Abwärme bei der Stromerzeugung mit Biogas bietet aus heutiger Sicht noch

Potenziale. Die weiteren Anteile der verschiedenen Energieträger sind nahezu ausgeglichen.

Die genaue Aufteilung der Potenziale zeigen die folgende Grafik und die Tabelle:



Unter Annahme einer Wärmeeinsparung von 55 % erhöht sich der Anteil der erneuerbaren Energien auf gut **29 %**, der Anteil der fossilen KWK auf knapp **58 %**.

	Biogas		Erdwärme		Holz		Kachelöfen	
Bestand	13 MW	94 Mio. kWh/a	22 MW	53 Mio. kWh/a	63 MW	181 Mio. kWh/a	142 MW	142 Mio. kWh/a
Neuanlagen	44 MW	311 Mio. kWh/a ¹	57 MW	137 Mio. kWh/a			6 MW	6 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial	58 MW	405 Mio. kWh/a	79 MW	190 Mio. kWh/a	26 MW	149 Mio. kWh/a²	148 MW	148 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 auf 5 %		0,5 auf 2 %		2 %		2 %
Zubaurate		gering		5 – 6 MW/a				gering

	Solarthermie		Abfälle		Industrie-Abwärme		Thermalwasser	
Bestand		69 Mio. kWh/a	0,7 MW	5 Mio. kWh/a	0 MW	0 Mio. kWh/a	k. A.	11 Mio. kWh/a
Neuanlagen		53 Mio. kWh/a	3,3 MW	25 Mio. kWh/a	k. A.	30 Mio. kWh/a	k. A.	18 Mio. kWh/a
Gesamtpotenzial		122 Mio. kWh/a	4 MW	30 Mio. kWh/a	k. A.	30 Mio. kWh/a	k. A.	29 Mio. kWh/a
2010 - 2022		1 %		0,1 auf 0,3 %		0 auf 0,5 %		0 auf 0,3 %
Zubaurate		hoch		gering		k. A.		k. A.

¹ Neuanlagen sowie bislang ungenutzte Potenziale bestehender Anlagen

² geringerer Wert als vorher, da teilweiser Ersatz durch Spitzenlastkessel

Zusammenfassung des Bereichs Wärme

Im Jahr 2010 lag der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung in der Region Bodensee-Oberschwaben bei etwa 7 %. Bei Ausnutzung aller regenerativen Potenziale könnte dieser Anteil bis zum Jahr 2022 auf bis zu 13 % gesteigert werden.

Werden außerdem die vollständigen Einsparpotenziale genutzt, ergibt sich ein regenerativer Anteil von 29 %.

Die größten Potenziale bietet dabei die Abwärme der Stromerzeugung aus Biogas (1 auf 5 %). Insgesamt sind die regenerativen Potenziale im Wärmebereich jedoch verhältnismäßig gering.

Bedeutender sind in diesem Bereich mögliche Einsparmaßnahmen von bis zu 55 %. Diese Potenziale sollten besonders gezielt angegangen werden.

Bislang ungeklärt ist die zukünftige Möglichkeit, hochtemperaturige Wärme für beispiels-

weise Industrieprozesse bereit zu stellen. Hierfür eignen sich als realistische Anwendung in der Region bislang neben bereits genutzten Energiequellen wie Müll nur Biogas, Methanisierung sowie die Wasserstoffnutzung.

Theoretisch kommen geothermische und solare Spezialanwendungen ebenfalls für hochtemperaturige Anwendungen in Betracht, deren Nutzbarkeit hängt jedoch stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Solare Anwendungen, bei denen Sonnenstrahlen gezielt gebündelt werden, sind in der Region Bodensee-Oberschwaben nicht möglich, da die Einstrahlungsstärke der Sonne zu gering ist. Geothermische Anwendungen im Tiefenbereich bringen wiederum große Umwelt- und Sicherheitsrisiken mit sich.

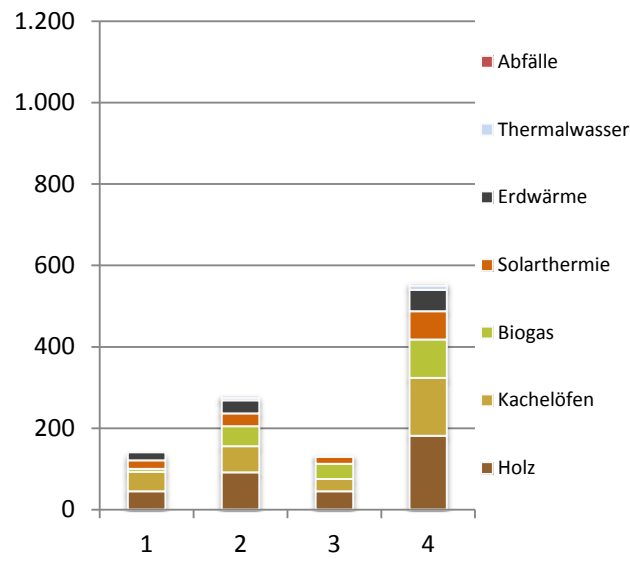
Die Potenziale für Industrie-Abwärme und Thermalwasser wurden bislang nur für einzelne Standorte untersucht. Hier gibt es weiteren Untersuchungsbedarf und aller Wahrscheinlichkeit nach auch noch weitere Potenziale.

Vergleich des Status Quos (2010) und der Potenziale an erneuerbaren Energien im Bereich Wärme bis 2022, bezogen auf die Verbrauchswerte aus dem Jahr 2010

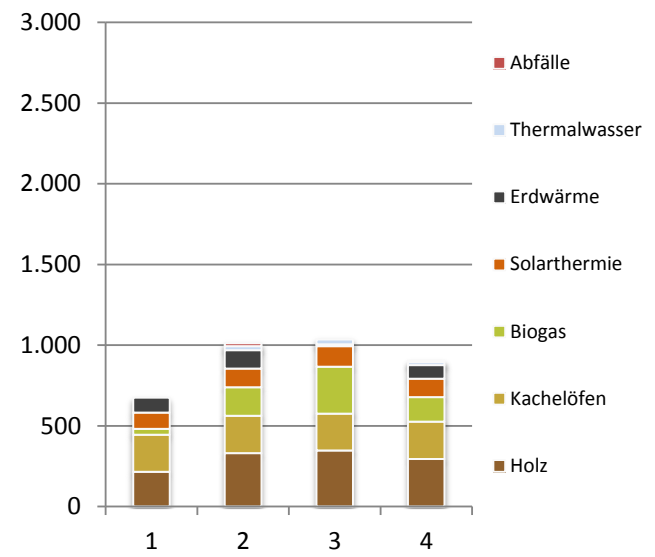
Die folgenden Grafiken zeigen den Status Quo der Wärmeversorgung sowie die Potenziale für erneuerbare Energien der Landkreise Bodenseekreis (1), Ravensburg (2), Sigmaringen (3) und der Region Bodensee-Oberschwaben (4)

im Vergleich, jeweils in der linken Grafik mit den absoluten Werten pro Jahr, in der rechten Grafik mit den spezifischen Werten pro Einwohner und Jahr.

Status Quo

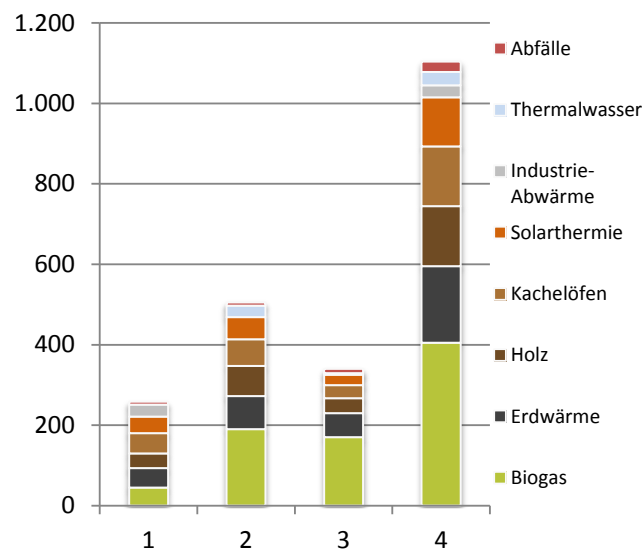


(in Mio. kWh pro Jahr)

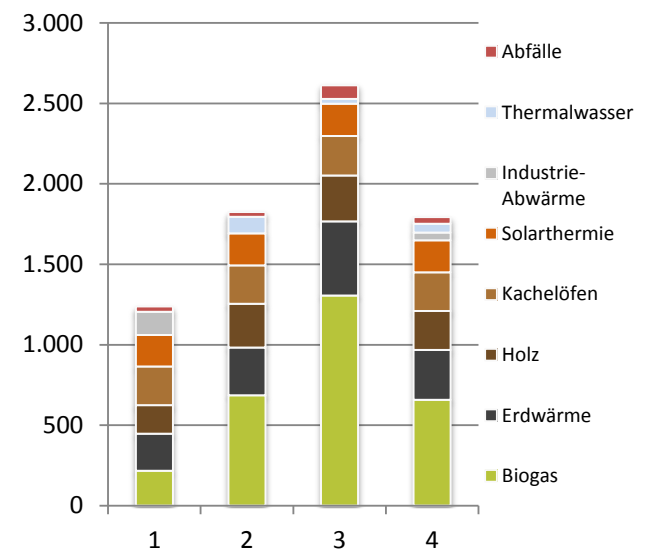


(in kWh pro Einwohner und Jahr)

Potenziale (inkl. Bestand)



(in Mio. kWh pro Jahr)



(in kWh pro Einwohner und Jahr)

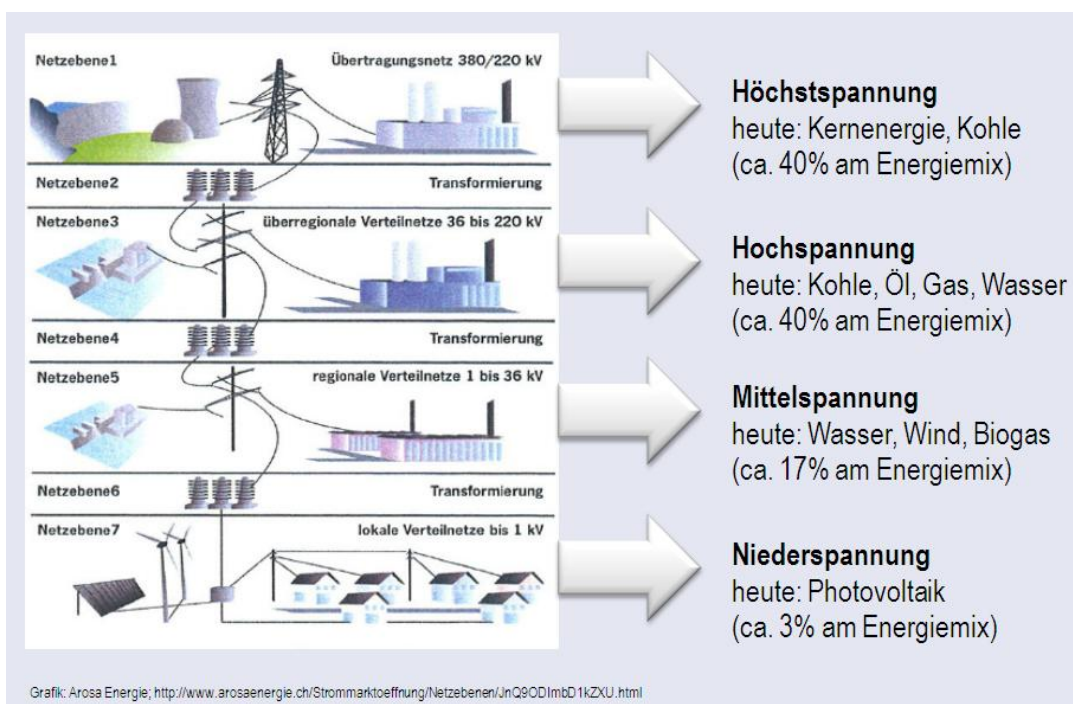
7 Infrastrukturelle Rahmenbedingungen

7.1 Strom-, Wärme- und Gasnetze

Stromnetze

Bisher wird der Strom vor allem in Großkraftwerken erzeugt, die ans Hochspannungsnetz angeschlossen sind. In Zukunft werden immer mehr Windräder und Solarmodule in das Stromnetz einspeisen, was bislang im Mittel-

spannungsnetz geschieht. Dieses ist jedoch (noch) nicht darauf ausgelegt, mit diesen steigenden Mengen umzugehen. Die folgende Grafik zeigt die bisherige Einspeisestruktur in die verschiedenen Netzebenen:



Diese Anteile werden sich in Zukunft deutlich verschieben. Zusätzlich bringt die dezentrale Einspeisung, besonders jene durch fluktuierende Energiearten, Probleme mit der Netzstabilität mit sich. Gründe hierfür sind unter anderem:

- temporär hohe Leistungen von Photovoltaikanlagen bei flächendeckend starker Sonneneinstrahlung
- geringe Einspeisung von Blindleistung
- begrenzte Möglichkeiten der Leistungsregelung

Das Netz der Zukunft sollte parallel zum Ausbau der erneuerbaren Energien immer weiter angepasst, verstärkt und die Entwicklung immer wieder erfasst und ausgewertet werden. Der Bedarf an Speicherung elektrischer Energie sollte so gering wie möglich gehalten werden, beispielsweise durch „intelligente Netze“ und Lastmanagement.

Als erstes müssen das bestehende regionale Netz und seine Verbindungen zu Überlandleitungen erfasst und auf ihre Zukunftstauglichkeit hin untersucht werden. Schwachstellen und mögliche Problematiken müssen herausgearbeitet werden. Ebenso müssen die beste-

henden Anlagen, besonders jene, die grundlastfähig sind, sowie bestehende Speicher (auch z. B. Kühlhäuser) erfasst werden. Auf Grundlage dieser Datenbank können regionale „virtuelle Kraftwerke“ geschaffen werden, in denen viele dezentrale Anlagen miteinander verknüpft werden. Auch sollten diese Daten für Interessierte und potenzielle Investoren zugänglich sein, um weitere Untersuchungen zu ermöglichen und Investitionen gezielt planen zu können.

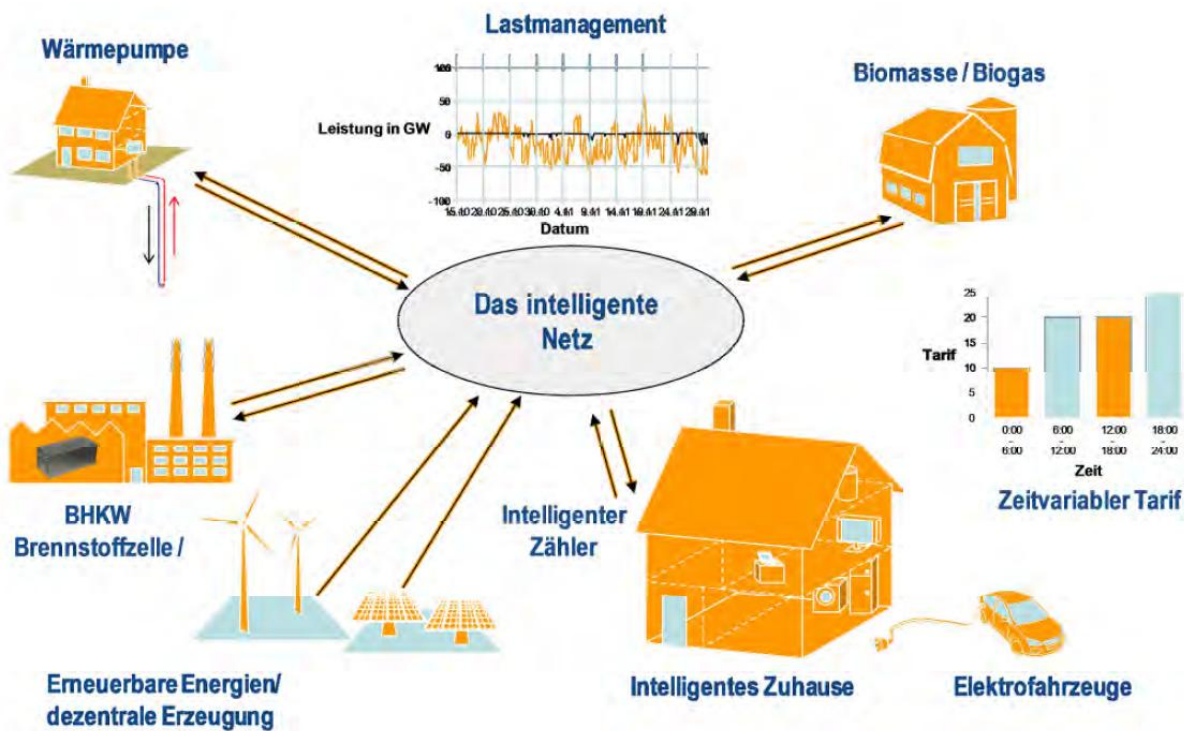
Weitere mögliche Lösungsansätze zur Netzstabilisierung sind:

- Ausbau regelbarer und grundlastfähiger Stromerzeugungsanlagen (Biogas, Holz, fossile KWK)

- Speicherung
- Einspeisung / Regelung von Blindleistung
- Dezentrale Spannungsregulierung (durch Photovoltaikanlagen oder regelbare Ortsnetztrafos)

Einen etwaigen Aufbau für ein „intelligentes Netz“ und eine dezentrale Struktur zeigt die folgende Grafik¹:

¹ Quelle: EnBW Regional AG



Weitere Empfehlungen zur Infrastruktur des Stromnetzes können den Handlungsempfehlungen in Kapitel 8 entnommen werden.

lungen in Kapitel 8 entnommen werden.

Wärme- und Gasnetze

Wärmenetze finden sich bislang vor allem im innerstädtischen Bereich und in Bioenergiedörfern. Gasnetze (meist „Erdgasnetze“) sind in Deutschland relativ flächendeckend vorhanden.

In den vorangegangenen Kapiteln wurde bereits mehrfach die Problematik beziehungsweise das Potenzial der anfallenden Wärme bei der Stromerzeugung in Verbrennungsanlagen erwähnt.

Befinden sich in der näheren Umgebung der Anlage potenzielle Wärmeabnehmer (Haushalte, Industrieunternehmen etc.), so bietet sich die Installation eines Wärmenetzes an. Hierbei kommen neben Biogasanlagen auch Holzfeuerungen und fossile Stromerzeugungsanlagen in Betracht. Über das Wärmenetz gelangt das temperierte Wasser zu den Abnehmern.

Für Biogasanlagen gibt es daneben auch die

Möglichkeit, ein kleines Gasnetz zu installieren. Sind im näheren Umfeld der Anlage keine Abnehmer oder müssten starke Steigungen überwunden werden, so bietet es sich an, dass das in der Anlage erzeugte Biogas über eine Gasleitung zunächst in die direkte Umgebung der Verbraucher gebracht und dort in einem oder mehreren Blockheizkraftwerken in Strom und Wärme umgesetzt wird. Von dort aus können dann über wesentlich kürzere Wärmeleitungen die Abnehmer versorgt werden.

Eine weitere Möglichkeit bietet die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das vorhandene Erdgasnetz. Diese Praxis lohnt sich aufgrund der hohen Investitionskosten derzeit erst ab einer Leistung von etwa 1,5 MW. So kann etwa das Gas aus mehreren Biogasanlagen herkömmlicher Größe, in einer gemeinsamen Aufbereitungsanlage behandelt werden.

7.2 Speichertechnologien

Stromspeicher

Die größten regenerativen Potenziale für die Stromversorgung in der Region Bodensee-Oberschwaben bis zum Jahr 2022 bieten die Photovoltaik (24 %), die Windenergie (17 %) und das Biogas (13 %). Erst danach folgen Holz (4 %), Wasserkraft (2 %) und verschiedene Abfälle (1 %). Photovoltaik und Windenergie sind jedoch fluktuierende Energien, liefern also unregelmäßig Strom. Die vorherige Abschätzung der Leistung und Erzeugungsmenge (je nach Witterung) ist dabei nur bedingt möglich.

Durch die Speicherung dieser Energien können Leistungsschwankungen, zeitweise Leis-

tungsüberschüsse und -mängel ausgeglichen werden. Da Speicherung immer aber auch mit Verlusten verbunden ist, sollten diese mit einem „intelligenten Netz“ (Smart Grid) verknüpft werden, um die Möglichkeit zu haben, den Verbrauch so gut es geht an die Erzeugung anzupassen und den Bedarf an Speichern möglichst gering zu halten.

Grundsätzlich eignen sich zur Speicherung diverse Batterietypen sowie Pumpspeicherkraftwerke und weitere Technologien wie Power-to-Gas. Eine Auswahl an Speichermöglichkeiten zeigt die folgende Tabelle:

	Energie-dichte ¹	Leistungs-dichte ²	Lebensdauer / Verluste	Anwendung	
Pumpspeicher-kraftwerke	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	40 – 60 Jahre / sehr gering	> 100 MW	ausgereift, abhängig von der Geografie
Power-to-Gas³	800 – 10.000	> 500	5 – 15 Jahre / sehr gering	MW	Entwicklungsphase, geringer Wirkungsgrad
Nickel-Cadmium-Batterien	40 – 60	50 – 150	~ 10 Jahre / gering	kW – MW	Cadmium ist giftig
Nickel-Metallhydrid-Batterien	60 – 100	~ 250	~ 10 Jahre / eher gering	kW – MW	teurer, aber Alternative zu Ni-Cadmium
Lithium-Ionen-Batterien	75 – 200	150 – 300	5 – 15 Jahre / sehr gering	kW – MW	verhältnismäßig teuer
Bleibatterie	30 – 50	75 – 300	5 – 15 Jahre / gering	kW – MW	ausgereift, giftig, schwer

¹ Mögliche Speichermenge in Wh/kg

² Mögliche Leistungsabgabe in W/kg

³ Gas wird aus Strom erzeugt, z. B. Wasserstoff / Methan

Im Juli 2012 wurde von der EnBW eine Studie zu den Potenzialen im Bereich der **Pumpspeicherkraftwerke** veröffentlicht. Innerhalb dieser Studie werden auch zwei mögliche Standorte

in der Region Bodensee-Oberschwaben genannt. Die Prüfung der Realisierbarkeit dieser Vorhaben steht noch aus.

Wärmespeicher

Während im Sommer die Sonneneinstrahlung besonders hoch ist, wird Wärme vor allem im Winter benötigt. Bei der Nutzung von Solarthermie, aber auch aller Arten von Wärmepumpen (Erd-, Luft-, etc.), wenn sie mit Photovoltaik kombiniert werden, führt dies zu Diskrepanzen.

Kurzzeitige Wärmespeicher sind inzwischen schon zu weiten Teilen etabliert, um lange Vorlaufzeiten zu vermeiden oder die tagsüber erzeugte Wärme abends und nachts abgeben zu können. Um aber auch die Brücke zwischen Sommer und Winter zu schließen, wurden inzwischen Anwendungen entwickelt, die helfen, die Wärme bis in den Winter hinein zu speichern.

Dazu gehören zum Beispiel Kies-Wasser-, Heißwasser-, Aquifer-, und Erdsondenwärmespeicher sowie thermochemische Wärmespeicher.

In Deutschland und auch in der Region Bodensee-Oberschwaben gibt es diesbezüglich

bereits einige Forschungs- und Testanlagen. Bislang zeigten die Tests im Jahresverlauf jedoch meist hohe Verluste. Auch die Investitionskosten für diese Speicher sind hoch und die Technik insgesamt noch wenig erprobt.

Interessanter ist aus heutiger Sicht und in Anbetracht der bisherigen Erfahrungen aus der Praxis die Nutzung von Wärmespeichern (ebenso Kälteanlagen) als „Puffer“ für überschüssigen Strom. Diese Methode wurde in der Vergangenheit bereits in Form der sogenannten „Nachtspeicheröfen“ angewendet. Die direkte Erzeugung von Wärme aus Strom, wie sie bei Nachtspeicheröfen geschieht, ist jedoch sehr ineffizient, deshalb eignen sich Wärmepumpen für eine solche Pufferung deutlich besser, da sie bereits vorhandene „Wärme“ nutzen und diese unter Einsatz von Strom auf ein höheres Temperaturniveau heben. So könnten Wärmepumpen während der Heizperiode immer dann den zugehörigen Wärmespeicher füllen, wenn überschüssiger Strom zur Verfügung steht. Nach demselben Prinzip können auch Kälteanlagen überschüssigen Strom „puffern“.

7.3 Flächenplanung

Zur Erzeugung von regenerativer Energie werden je nach Energiequelle unterschiedlich große Flächen benötigt, um dieselbe Menge bereit zu stellen. Besonders deutlich wird dies, wenn man die Leistung pro Fläche von Biogas-, Photovoltaik- und Windenergieanlagen vergleicht, wie die mittlere Tabellenspalte

zeigt. Zu beachten ist hierbei besonders, dass die Anlagen auch unterschiedliche Volllastzeiten haben. Die rechte Tabellenspalte zeigt daher die benötigte Fläche in Bezug auf die jährlich erzeugte Strommenge. Hier glätten sich die Unterschiede etwas, sind aber immer noch deutlich vorhanden.

Biogas	ca. 452 ha / 1.000 kW	65 ha / 1 Mio. kWh/a
Photovoltaik (Freifläche)	ca. 3 ha / 1.000 kW	3 ha / 1 Mio. kWh/a
Windenergie	ca. 0,02 ha / 1.000 kW	0,01 ha / 1 Mio. kWh/a

Diese Fakten sollten auch bei der Gestaltung eines sinnvollen Energiemixes beachtet werden. Während Photovoltaik und Windenergie wesentlich weniger Fläche in Anspruch nehmen, benötigen alle Anlagen, die auf Brennstoffe angewiesen sind (z. B. Mais, Holz) deutlich mehr Platz. Bei Silomais, der sowohl für Biogasanlagen als auch zur Fütterung von Tieren angebaut wird, ist die ausgeprägte Nutzung bereits an einigen Stellen in der Region deutlich erkennbar. Die nachhaltige Obergrenze liegt hier bei etwa 35 % und ist laut Statistischem Landesamt Baden-Württemberg im Landkreis Ravensburg mit 36 % bereits erreicht. Im Landkreis Sigmaringen liegt der Anteil bei 18 %, im Landkreis Bodenseekreis bei 16 %. Für die Gesamtregion ergibt sich ein An-

teil von 24 % an der gesamten Ackerfläche. Der Flächenbedarf von Biogasanlagen schwankt je nach eingesetztem Substrat. Abfallstoffe wie Gülle, Mist oder Bioabfälle fallen ohnehin an und benötigen so gesehen keine zusätzliche Fläche.

Zu beachten ist auch, ob die benötigte Fläche noch auf andere Weise parallel genutzt werden kann. Photovoltaikanlagen lassen sich gut auf Dachflächen anbringen, als Verschattung nutzen oder in die Gebäudefassade integrieren. Die Fläche um eine Windenergieanlage oder einen Windpark, kann sehr gut weiterhin genutzt werden, beispielsweise als Weide- oder Anbaufläche.

8 Handlungsempfehlungen

„Einfach nur“ Strom und Wärme zu erzeugen wird in Zukunft nicht mehr genug sein. Eine große Auswahl an Technologien ist heute bereits vorhanden. Auch die Potenziale sind da, um ein zukunftsfähiges System für unsere Energieversorgung zu bauen. Die Herausforderung ist nun, die Technologien und Potenziale intelligent zu nutzen und konsequent wei-

ter zu entwickeln, geschickt zu kombinieren und zu verknüpfen. Das Wichtigste ist aber, zu beginnen. Die folgenden Handlungsempfehlungen unterstützen die Realisierung der theoretisch erreichbaren Ziele bis 2022 und darüber hinaus. Sie stellen Anregungen dar und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Administration, Öffentlichkeitsarbeit und Kooperation

- Einführung von Energiemanagement / -controlling für Kommunen und Unternehmen (European Energy Award, Energieeffizienztische)
- Fortbildung von Mitarbeitern zu Kümmerern (z. B. Energie- und Klimaschutzmanager)
- Bildungsprojekte (Energiedetektive, Junior-Energiemanager, Ausbildung von Langzeitarbeitssuchenden)
- Erstellung und Fortschreibung von CO₂-Bilanzen
- Netzworkebildung (Planer, Handwerk, Kommunen, Unternehmen)

Energieeinsparung und –effizienz

- flächendeckende unabhängige Energieberatung
- Förderung von Einsparmaßnahmen durch kommunale Anreizsysteme und gezielte Öffentlichkeitsarbeit
- weitestgehende Nutzung der Abwärme von Stromerzeugungs-, Kälte- und industriellen Anlagen

Anlagen und Infrastruktur

- Erfassung der gegebenen Netzstruktur, Einspeisepunkte sowie von grundlastfähigen Anlagen und Speichern
- Verstärkung und Ausbau der vorhandenen Netze; Umbau in „intelligente Netze“ (Smart Grids)
- Einrichtung „virtueller Kraftwerke“ auf regionaler Ebene

- jährliche Bestandserfassung der EEG- und KWK-Anlagen (einschließlich Leistung und Erzeugung)
- Ausbau der Kurzzeit-Speicherung (Kommunen, Industrie, Privatpersonen, Anlagenbetreiber)
- Ausbau der „Strompufferung“ durch Kälteanlagen, Kühlhäuser sowie Wärmepumpen mit Wärmespeichern

Erstellung weiterführender Studien

- Analyse des vorhandenen Stromnetzes in der Region, Möglichkeiten zur sicheren Integration von Erneuerbaren Energien, Speicherung, Netzstabilisierung
- Zukunftsfähige Mobilität: Öffentlicher Nahverkehr (ÖPNV), Elektro-Mobilität und Radverkehr; Mobilitätskonzepte für Unternehmen und öffentliche Einrichtungen (z. B. Jobticket, Elektromobilität usw.)
- Transport, Import und Export
- detaillierte Energie- und Klimaschutzkonzepte für Landkreise und Kommunen mit Potenzialerhebung für Abwärme aus Industrie und Stromerzeugung, Thermalwasser (Hydrothermie), Energieholz und Kraft-Wärme-Kopplung sowie möglichen Nahwärmeclustern
- Fortschreibung des Energie- und Klimaschutzkonzeptes 2022 mit Erhebung der großen Kühlhäuser und Kälteanlagen, Notstromanlagen, Abwärmepotenzialen und möglichen Standorten von Gasturbinen sowie Speicherkraftwerken

9 Zusammenfassung und Ausblick

Regenerative Stromabdeckung bis 2022, bezogen auf die politisch beschlossene Energiewende und die Klimaschutzziele der Bundesregierung:

Die politisch beschlossene Energie- bzw. Stromwende ist in der Region Bodensee-Oberschwaben bis 2022 machbar beziehungsweise sogar deutlich zu übertreffen. Das belegen die Ergebnisse des vorliegenden Energie- und Klimaschutzkonzeptes für die Region Bodensee-Oberschwaben.

Der Landkreis Sigmaringen hat bereits heute das 35 %-Ziel der Bundesregierung erreicht und der Landkreis Ravensburg wird es schon in den nächsten 3 bis 5 Jahren erreichen können. Deutlich schwieriger wird das Bundesziel im Landkreis Bodenseekreis zu erreichen sein. Durch die vorhandene Infrastruktur (höhere Industrie- und Tourismusansiedlung, überregionale Bodenseewasserversorgung, usw.) hat der Bodenseekreis den höchsten Stromverbrauch in der Region Bodensee-Oberschwaben. Mit über 65 % haben die Industrie und das Gewerbe den größten Anteil am Gesamtstrombedarf.

Der Ausbau der regenerativen Stromerzeugungsanlagen und zugleich die Steigerung der Versorgungssicherheit kann durch die Strom-Direktvermarktung zusätzlich erreicht werden. Das betrifft vor allem größere beziehungsweise industrielle Stromerzeugungsanlagen.

Machbar ist die Energiewende aber nur mit Energieeffizienzsteigerungen, Energieeinsparungen, mit der Nutzung aller vorhandenen Potenziale, Photovoltaik zur Eigenstromerzeugung, Ausbau der Windenergie und Kraft-Wärme-Kopplung sowie industrielle Gasturbinen zur Eigenstromerzeugung und Spitzenlastabdeckung. Das Konzept zeigt auch die Grenzen bei der regenerativen Stromerzeugung auf. Bei der Wasserkraftnutzung gibt es aufgrund der europarechtlichen Regelungen sowie der vorhandenen Gewässerstruktur und der relativ hohen Investitionskosten im Verhältnis gegenüber der Windenergie geringe

Potenziale. Das zeigt auch die aktuelle Wasserkraftpotenzialstudie des Landkreises Bodenseekreis. Die Potenziale liegen hauptsächlich in der Sanierung von vorhandenen Anlagen.

Nicht enthalten im Energie- und Klimaschutzkonzept Bodensee-Oberschwaben sind eventuelle weitere Potenziale aus dem kommenden „Potenzialatlas Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg“, eventuelle Wasserkraftpotenziale aus dem Landkreis Sigmaringen aus der noch nicht fertiggestellten Landespotenzialstudie sowie die Potenziale aus möglichen Pumpspeicherkraftwerken.

Im Landkreis Ravensburg ist mit dem Bau von Biogasanlagen auch die Silomaisfläche erheblich gestiegen, so dass die nachhaltige Obergrenze mit ca. 35 % nahezu erreicht ist.

Bis zum Jahr 2022 könnte theoretisch die Region Bodensee-Oberschwaben mit über 60 % "eigenem", regenerativ erzeugtem Strom versorgt werden. Unter Ausnutzung aller Einsparpotenziale sogar mit 81 %. Der Landkreis Sigmaringen könnte sogar die 100 %-Marke überschreiten.

Derzeit sind in der Region rund 130 Windenergieanlagen vorgesehen und können bei sorgfältiger Planung beziehungsweise Steuerung vom Netz auch aufgenommen werden. Der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben hat bei der Standortauswahl im Rahmen der Fortschreibung Teilregionalplan Windenergie auch die Stromeinspeisung in die Höchstspannungsebene mit berücksichtigt. Um in der Mittel- und Niederspannungsebene eine dauerhafte Netzstabilität zu erreichen, sind kurzfristige Stromspeichermöglichkeiten zu installieren. Das können bis zum Jahr 2022 vorhandene Biogasanlagen, neue Pumpspeicherkraftwerke, mobile und stationäre Batterien, vorhandene Kühllhäuser, Wärmepumpen und Blockheizkraftwerke mit Pufferspeicher sowie intelligente Netzsteuerungen sein.

Regenerative Wärmeabdeckung bis 2022, bezogen auf die Ziele der Bundesregierung:

Die Bundesregierung hat das Ziel, bis 2020 über 14 % des Wärmebedarfs über erneuerbare Energien abzudecken. Das Land Baden-Württemberg sogar über 16 %. Die Region Bodensee-Oberschwaben liegt bei ca. 7 %. Der jährliche Wärmeverbrauch mit knapp 10 Milliarden kWh ist um mehr als den Faktor 2,2 höher als der Stromverbrauch und stellt die Region vor große Herausforderungen in der Zukunft. Allein mit dem Ausbau erneuerbarer Energien sind die Ziele nicht zu erreichen. Die energiepolitischen Ziele in der Region beziehungsweise in den Landkreisen sowie in den Kommunen können nur mit Energiesparmaßnahmen und unter Einbindung aller Beteiligten erreicht werden.

Über 75 % der Gebäude wurden vor 1978 (noch keine Wärmeschutzverordnung) erstellt und sind somit "energetisch" Altbauten. Alleine über 25 % der Heizungsanlagen sind älter als 20 Jahre und müssen ausgetauscht werden. Um die Ziele zu erreichen, müssen schnellstens die in Kapitel 8 aufgeführten Handlungsempfehlungen umgesetzt werden.

Die Energieagenturen Ravensburg, Bodensee-kreis und Sigmaringen haben unabhängige Dienstleistungspakete für Kommunen, Industrie, Gewerbe und Wohnungswirtschaft entwickelt und stehen für alle Energiefragen beziehungsweise zur Umsetzung der lokalen Energiewende beratend zur Verfügung.

CO₂-Einsparung bis zum Jahr 2022:

Der Kohlenstoffdioxid-Ausstoß ist unter anderem verantwortlich für die Klimaveränderungen die auch in der Region Bodensee-Oberschwaben bereits bemerkbar sind. Die Höhe der Treibhausgasemissionen ist abhängig vom Energieverbrauch und der Energieart. Die CO₂- Reduzierung von 1 bis 14 % gegenüber 2005 ist in den drei Landkreisen sehr unterschiedlich. So wurden in der Gesamtregion nur 8 % CO₂ gegenüber 2005 eingespart. Um die 40 %igen CO₂-Einsparziele (gegenüber 1990) zu erreichen und die Folgekosten der Klimaveränderungen möglichst gering zu halten, ist dringender Handlungsbedarf gegeben. Hier muss auch unbedingt die Mobilität mit berücksichtigt werden.

Ausblick nach 2022:

Um die bundespolitischen Ziele bis 2050 in der Region Bodensee-Oberschwaben zu erreichen, sind weitere Anstrengungen notwendig. Aufgrund der noch nicht abzusehenden politischen Rahmenbedingungen und technischen Möglichkeiten sind aber noch keine konkreten Aussagen möglich.

Aber es gilt:

Jede Kilowattstunde, die nicht verbraucht wird, muss auch nicht erzeugt und bezahlt werden!

Literatur und Quellen

Landratsämter Bodenseekreis, Ravensburg und Sigmaringen

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Deutsches Statistisches Landesamt

Wikipedia

„*Potenziale der Wasserkraftnutzung im Bodenseekreis*“; Landratsamt Bodenseekreis (04/2012)

„*Machbarkeitsstudie Biogasanlagen Oberschwaben – Verwertung von Biotonnen- und Grüngutabfällen*“; Schöttle Consulting GmbH und Energieagentur Ravensburg gGmbH (01/2010)

„*Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Baden-Württemberg – Sachstand und Entwicklungsperspektiven*“; Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (09/2011)

„*Potenzialanalyse Erneuerbare Energien – Landkreis Biberach*“; Energieagentur Biberach (10/2011)

und weitere.

Aus der Reihe INFO-HEFTE sind erschienen:

1999	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 1: 25 Jahre Regionalplanung in Bodensee-Oberschwaben
2000	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 2: Pendlerverkehr in Bodensee-Oberschwaben
2001	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 3: Bevölkerungsentwicklung von 1900 bis 2000 in der Region Bodensee-Oberschwaben
2003	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 4: Synergie-Effekte durch Kooperationen; in Zusammenarbeit mit kommunalen und staatlichen Partnern im Bereich EDV / GIS
2003	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 5: Bevölkerungsprognosen für die Region Bodensee-Oberschwaben
2004	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 6: Verkehr in der Region Bodensee-Oberschwaben; Kraftfahrzeugbestand, Ausgewählte Straßenverkehrszählungen, Pendlerverkehr (vergriffen)
2005	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 7: Rankings und Online-Erhebungen. Die Region Bodensee-Oberschwaben im bundesdeutschen Vergleich
2005	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 8: Regenerative Energien in der Region Bodensee-Oberschwaben
2006	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 9: Entwicklung des Fachkräftenachwuchses in der Region Bodensee-Oberschwaben; in Zusammenarbeit mit der Industrie- und Handelskammer Bodensee-Oberschwaben
2008	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 10: Energieholz in der Region Bodensee-Oberschwaben und im Landkreis Biberach; in Zusammenarbeit mit dem Regionalverband Donau-Iller
2010	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 11: Klimafibel Ergebnisse der Klimaanalyse für die Region Bodensee-Oberschwaben und ihre Anwendung in der regionalen und kommunalen Planung; in Zusammenarbeit mit den Landkreisen Bodenseekreis, Ravensburg, Sigmaringen und der Pädagogischen Hochschule Weingarten
2012	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 12: Energie- und Klimaschutzkonzept für die Region Bodensee-Oberschwaben: Umsetzung der Energiewende 2022; in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Ravensburg gGmbH