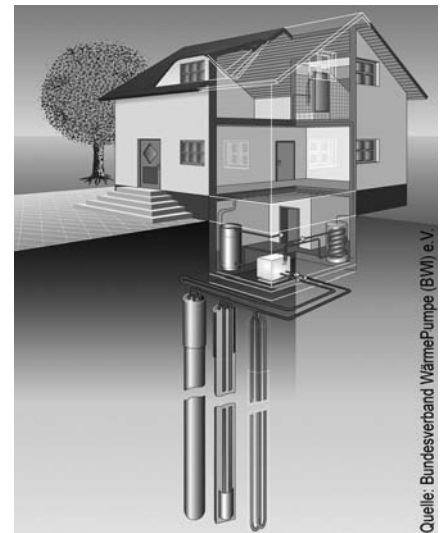




# REGION Bodensee - Oberschwaben

INFO HEFT

## Regenerative Energien in der Region Bodensee-Oberschwaben



No. 8



Regionalverband  
Bodensee-Oberschwaben

Energieagentur Ravensburg

energieagentur

## Regenerative Energien in der Region Bodensee-Oberschwaben

### in Zusammenarbeit mit

- der Energieagentur Ravensburg
- dem Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 8, Forstdirektion Tübingen
- der Staatlichen Lehr und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Gründlandwirtschaft, Aulendorf
- den in der Region Bodensee-Oberschwaben Strom einspeisenden Energieversorgungsunternehmen:
  - Elektrizitätswerk Hettingen – August Kanus OHG
  - EnBW Regionalzentrum Oberschwaben in Biberach
  - EnBW Regionalzentrum Heuberg-Bodensee in Tuttlingen
  - Fürstlich Waldburg-Zeil'sche Hauptverwaltung
  - Gammertinger Energie- und Wasserversorgung GmbH
  - Gemeindewerke Krauchenwies
  - Stadtwerke Bad Saulgau
  - Stadtwerke Lindau
  - Stadtwerke Mengen
  - Stadtwerke Pfullendorf
  - Stadtwerke Sigmaringen
  - Stadtwerke Überlingen GmbH
  - Technische Werke Friedrichshafen GmbH

Mit freundlicher Unterstützung durch die



**Kreissparkasse  
Ravensburg**

Herausgeber: Regionalverband Bodensee-Oberschwaben  
Hirschgraben 2, 88214 Ravensburg  
Tel.: (0751) 36354-0 Fax (0751) 36354-54  
E-mail: [info@bodensee-oberschwaben.de](mailto:info@bodensee-oberschwaben.de)  
Internet: <http://www.bodensee-oberschwaben.de>

Verfasser: Geschäftsführer Walter Göppel, Energieagentur  
Ltd. Forstdirektor Matthias Schappert  
Oberlandwirtschaftsrat Franz Pfau  
Dipl.-Ing. Harald Winkelhausen  
Dipl.Verw.wiss. Guido Köberle

Grafik: Dipl.-Ing. Steffi Rosentreter

Druck: druckidee, Jochen Abt e.K., Mooswiesen 13/1, 88214 Ravensburg

## Vorwort

Der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben hat sich bereits 1985 über die Studie „Energie und Umwelt“ der grundlegenden Aufarbeitung zur Entwicklung örtlicher und regionaler Energieversorgungskonzepte angenommen. Vorrangige Zielsetzung damals war es, Wege zur Energieeinsparung aufzuzeigen und konsequent zu verfolgen. Die Senkung des Energieverbrauchs, z.B. durch Wärmedämmung im Siedlungswesen, ist bis heute die unbestrittene Zielsetzung Nr. 1, um die Kosten für die Energienutzung zu senken, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu mindern und die CO<sub>2</sub>-Belastung der Umwelt deutlich zu reduzieren.

In der o.g. Studie wurde aber bereits auch das Potenzial an nutzbaren regenerativen Energien geprüft und in Relation zum gesamten Energieverbrauch gestellt. So wurde festgestellt, dass für die Region Bodensee-Oberschwaben vor allem durch die Nutzung von Holz, Biogas und Deponiegas, weniger dagegen durch Windenergie, Wasserkraft und der zu dem damaligen Zeitpunkt marktwirtschaftlich noch nicht ausgereiften und preislich konkurrenzfähigen Solarkraft zum Jahr 1995 bzw. 2000 in etwa 3,6 % des Energieverbrauchs durch regenerative Energien bereit gestellt werden könnten.

20 Jahre nach dieser Grundlagenarbeit und 5 Jahre des Überschreitens des damaligen Prognosezeitraums ist der Zeitpunkt gekommen, erneut das Potenzial nutzbarer regenerativer Energien darzustellen – diesmal aber nicht als Prognose, sondern als Bestand. Mit den zum Teil explosionsartig steigenden Kosten bei Erdöl und Erdgas, aber auch den deutlich gestiegenen Strompreisen sind weitere gewichtige Argumente gegeben, um sich dem Thema „Regenerative Energien“ anzunehmen.

Der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben ist stolz darauf als erster Verband in Baden-Württemberg das Thema „Windenergie“ über einen entsprechenden Teilregionalplan, der 2005 dann seine Fortschreibung erfuhr, geregelt zu haben. Weiter ist die Region Bodensee-Oberschwaben dank der guten und konstruktiven Zusammenarbeit mit den Landkreisen Ravensburg, Sigmaringen und Bodenseekreis sowie einer Reihe weiterer öffentlicher wie auch privatwirtschaftlicher Partner federführend in Baden-Württemberg bei der Prüfung der Potenziale der Geothermie (Erdwärme).

Mit der vorliegenden Studie liegt ein umfassendes und aktuelles „Kompendium“ zur Nutzung regenerativer Energien in der Region Bodensee-Oberschwaben vor. Nur durch die Unterstützung seitens der Energieagentur Ravensburg sowie weiterer, in den einzelnen Beiträgen namentlich genannter Personen und Institutionen war es möglich, diesen Bericht zu erstellen. Allen Beteiligten sei für ihr Engagement ausdrücklich gedankt. Gedankt sei auch der Kreissparkasse Ravensburg, die als Hauptförderer der Energieagentur Ravensburg die Publikation finanziell unterstützt hat.



Viktor Grasselli  
Verbandsvorsitzender



Dr. Stefan Köhler  
Verbandsdirektor



## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
1 Einleitung .....	7
2 Potenzialabschätzung regenerativer Energien Geschäftsführer Walter Göppel, Energieagentur .....	9
2.1 Regenerativer Strom „Made in der Region Bodensee-Oberschwaben“ .....	9
2.2 Endenergieverbrauch .....	10
2.3 Welche Möglichkeiten gibt es? .....	10
2.4 Darstellung der Energieformen .....	11
2.5 Strom .....	12
2.6 Wärme .....	14
2.7 Umweltauswirkungen / -verträglichkeit .....	14
2.8 Flächenmanagement .....	17
2.9 Wirtschaftsfaktor .....	18
2.10 Förderungsmöglichkeiten .....	19
2.11 Einschätzung zur Zukunft von regenerativen Energien .....	20
2.12 Blockheizkraftwerk .....	21
2.13 Fazit .....	21
3 Energieholzpotenziale in der Region Bodensee-Oberschwaben Ltd. Forstdirektor Matthias Schappert .....	26
3.1 Vorbemerkungen .....	26
3.2 Ergebnisse der Bundeswaldinventur II .....	27
3.2.1 Besitzverteilung .....	27
3.2.2 Baumartenanteile in % .....	28
3.2.3 Vorrat .....	28
3.2.4 Zuwachs versus Nutzung zwischen 1987 und 2002 .....	29
3.2.5 Holzaufkommen Schätzung 2003 bis 2017 .....	30
3.2.6 Fazit .....	30
3.3 Energieholzpotenziale in der Region Bodensee-Oberschwaben .....	31
3.3.1 Energieholzpotenziale aus Derbholz im Reisig .....	31
3.3.2 Energieholzpotenzial aus stofflich verwertbaren Sortimenten .....	33
3.3.3 Fazit .....	34
3.4 Realisierung des Energieholzpotenzials .....	34
3.4.1 Preisgestaltung .....	34
3.4.2 Deckungsbeitrag .....	36
3.4.3 Fazit .....	36
3.4.4 Bereitstellungslogistik .....	36
3.4.5 Fazit .....	37
3.5 Zusammenfassung .....	38

4	Potenzialabschätzung für den Bereich Biogas Oberlandwirtschaftsrat Franz Pfau .....	40
4.1	Allgemeine Aussagen zum Biogas - Erneuerbare Energie aus der Landwirtschaft .....	40
4.1.1	Biogas - Grundlagen .....	40
4.1.2	Ökologische Vorteile .....	41
4.1.3	Funktion einer Biogasanlage .....	41
4.2	Potenzialabschätzung für den Bereich Biogas .....	42
4.2.1	Stand der Biogasnutzung in der Region Bodensee-Oberschwaben (Nov. 2004) .....	42
4.2.2	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Biogasanlagen .....	42
4.2.3	Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe in der Region Bodensee-Oberschwaben .....	43
4.2.4	Potenzielle Biogasbetriebe in der Region Bodensee-Oberschwaben .....	43
5	Windenergie in der Region Bodensee-Oberschwaben Dipl.-Ing. Harald Winkelhausen, Regionalverband Bodensee-Oberschwaben .....	45
5.1	Vorbemerkung .....	45
5.2	Derzeitige Nutzung der Windenergie .....	46
5.3	Windenergiepotenzial .....	47
5.4	Konfliktpotenziale .....	49
5.5	Ausblick .....	50
6	Wasserkraft in der Region Bodensee-Oberschwaben Dipl.Verw.wiss. Guido Köberle, Regionalverband Bodensee-Oberschwaben .....	49
7	Geothermie in der Region Bodensee-Oberschwaben Dipl.Verw.wiss. Guido Köberle, Regionalverband Bodensee-Oberschwaben .....	51
7.1	Projekt 1: Oberflächennahe Geothermie - Erdwärmesonden für Häuslebauer, Investoren und andere Wärme- und Kälteverbraucher .....	51
7.2	Projekt 2: Tiefe Geothermie - Hydrogeologische und geothermische Grundlagen für die Nutzung der tiefen Geothermie/Hydrogeothermie in der Region Bodensee-Oberschwaben .....	52
8	Zusammenfassung .....	53
Anhang		
	Abkürzungsverzeichnis .....	55
	Dank an die bei der Erstellung des Info-Heftes beteiligten Institutionen und Energieversorgungsunternehmen .....	56

# 1 Einleitung

Die Region Bodensee-Oberschwaben hat als erste Region in Baden-Württemberg im Jahre 1996 das Thema Windenergie aufgegriffen und einen Teilregionalplan „Windenergie“ aufgestellt (rechtskräftig seit Dezember 1989).

Mit der Änderung des Landesplanungsgesetzes (2003) musste dieser fortgeschrieben und der neuen Rechtslage angepasst werden. Parallel hierzu hat der Planungsausschuss des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben im April 2003 beschlossen, auch weitere regenerative Energien in der Region zu untersuchen. Neben der bereits seit langem im Einsatz befindlichen Wasserkraftnutzung sollten insbesondere die Themen der oberflächennahen Geothermie sowie der Tiefen Geothermie/Hydrogeothermie, der nachwachsenden Rohstoffe und Biogas hinsichtlich einer verstärkten Nutzbarkeit in der Region geprüft werden.

Der Regionalverband verfolgt dabei das Ziel, eine größere Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen in Verbindung mit einer Reduzierung der Treibhausgase zu erreichen. Durch die Vertiefung vorhandener Ansätze im Bereich regenerativer Energien, die für die Region als besonders effektiv und steigerungsfähig erscheinen, soll durch die gemeinsame Entwicklung von Konzepten mit Partnern vor Ort eine weitere Verbreitung regenerativer Energien erreicht und zugleich die Wertschöpfung in der Region gehalten werden. Hierzu zählt z.B. die Stärkung des regionalen Baugewerbes und des Handwerks im Bereich der Geothermie oder der Land- und Forstwirtschaft (nachwachsende Rohstoffe wie z.B. Energieholz).

Zur Datenerhebung wurde die Zusammenarbeit mit den Fachverwaltungen der Land- und Forstwirtschaft gesucht, die Potenzialabschätzungen für die Zukunft in den Bereichen Biogas und nachwachsende Rohstoffe (Energieholz) für die Region zur Verfügung gestellt haben.

Zu der seit in Kraft treten des Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) eingetretenen Entwicklung bei den erneuerbaren Energien in der Region wurde mit der Energieagentur Ravensburg

kooperiert, um gemeinsam Grundlagen für die Region zu erheben. Hierzu hat der Regionalverband mit allen Strom anbietenden Energieversorgungsunternehmen der Region Kontakt aufgenommen und dort die Entwicklung der regenerativen Energien seit in Kraft treten des EEG abgefragt.

Dankenswerter Weise haben sich alle Energieversorger, die Strom in das Netz der Region einspeisen, an der Erhebung beteiligt und Daten zur Verfügung gestellt.

Dabei wurde die Anzahl der ins Netz einspeisenden Anlagen und deren Leistung in kW immer angegeben. Dort wo anstelle von genauen Jahresleistungen nach Volllaststunden in kWh für den erzeugten Strom eine pauschale Angabe (durchschnittliche Volllaststunden in kWh/kW) gemacht wurde, hat die Energieagentur Ravensburg diese Daten durch die folgenden eigenen Erfahrungswerte ersetzt:

Art der regenerativen Energie	Betriebsstunden pro Jahr
Photovoltaik	950
Windenergie	1.300
Wasserkraft	4.000
Biogas/Biomasse	6.000
Klärgas/Deponiegas	6.000

Somit konnte die Energieagentur das Potenzial regenerativer Energien für die Zeit seit in Kraft treten des EEG im Jahre 2000 ermitteln.

Die Tabellen mit der Entwicklung der Stromgewinnung aus regenerativer Energie in der Region Bodensee-Oberschwaben enthalten alle Anlagen, die im jeweils beschriebenen Zeitraum Strom in die Netze der Energieversorger eingespeist haben.

Der Regionalverband bedankt sich bei allen an der Erhebung beteiligten Energieversorgungsunternehmen, die Strom in das öffentliche Netz einspeisen. Die Liste der Beteiligten entnehmen Sie bitte dem Anhang.



Bei der Wasserkraftnutzung ist darauf hinzuweisen, dass durch das EEG eine Vielzahl der Betreiber von Kleinwasserkraftwerken wieder in das Netz einspeisen, die in der Energiebilanz enthalten sind.

Die stichprobenartige Überprüfung von bekannten Anlagenbetreibern mit größeren Anlagen hat ergeben, dass auch diese meist in das Netz der Energieversorgungsunternehmen einspeisen. Für nicht erfasste Anlagen (Eigenstromverbraucher) wird davon ausgegangen, dass zum jeweiligen Einspeisungsergebnis in den einzelnen Landkreisen bzw. in der Region nochmals bis zu 5 % der jährlich erbrachten Leistung hinzugerechnet werden kann.

Die Fortschreibung des Teilregionalplanes „Windenergie“ ist abgeschlossen, der Teilregionalplan wurde beim Wirtschaftsministerium zur Genehmigung eingereicht. Über den Inhalt und die Situation in der Region dürfen wir auf den Fachbeitrag von Herrn Dipl.-Ing. Harald Winkelhausen verweisen, der den Teilregionalplan „Windenergie“ verantwortlich erstellt hat.

Das Projekt „Geothermie in der Region Bodensee-Oberschwaben“ konnte Ende Oktober 2005 abgeschlossen werden. Den Inhalt der beiden Projekte zur Geothermie entnehmen Sie bitte dem kurzen Fachbeitrag.

Das Info-Heft Nr. 8 enthält den derzeitigen Stand unserer Erhebungen und Kenntnisse über die regenerativen Energien in der Region.

## 2 Potenzialabschätzung regenerativer Energien Geschäftsführer Walter Göppel

### energieagentur

Energieagentur Ravensburg gGmbH  
 Zeppelinstraße 16, 88212 Ravensburg  
 Tel.: 0751 / 354 15 70; Fax: 0751 / 36 14 27 14  
 E-Mail: info@energieagentur-ravensburg.de  
 www.energieagentur-ravensburg.de

### 2.1 Regenerativer Strom „Made in der Region Bodensee-Oberschwaben“

In der Region Bodensee-Oberschwaben leben rund 613.000 (Ende 2004) Einwohner und verbrauchen derzeit jährlich ca. 938 Mio. kWh Strom.

Für die Stromerzeugung dieser privaten Haushalte (Anteil vom Gesamtstromverbrauch, ca. 28 %) entweichen ca. 638.000 Tonnen Kohlendioxid in die Atmosphäre. Doch der weltweite Energieverbrauch wird sich laut allen Prognosen in den nächsten 50 Jahren verdreifachen. Das heißt, zur Deckung des weltweiten wachsenden Energiebedarfs werden bis zum Jahre 2020 schätzungsweise bereits 2.000 Gigawatt neue Kraftwerkskapazitäten erforderlich werden. Die Folge ist, dass die Energie knapper und teurer wird. Gleichzeitig muss in dieser Zeit den Klimaschutzziele des Kyoto-Protokolls Rechnung getragen werden.

Die wichtigsten Schritte sind:

- Einsparpotenziale konsequent nutzen
- Kraft-Wärme-Kopplung und effiziente Technologien einsetzen
- Regenerative Energien ausbauen.

Mit regenerativem Strom aus der Region Bodensee-Oberschwaben können über 90.700 Einwohner (ca. 15 %) versorgt werden. Vor dem 01.04.2000 lag der Anteil noch bei ca. 4 %. Mit Wirkung des „Erneuerbaren Energien Gesetzes“ wurde innerhalb von 4 Jahren eine Steigerung von 11 % erreicht.

Die Entwicklung im Bereich der regenerativen Stromerzeugung in der Region Bodensee-Oberschwaben ist unterschiedlich.

Ein besonderer Zuwachs konnte bei der solaren Stromerzeugung (Photovoltaik) im Landkreis Ravensburg verzeichnet werden. Der Anteil stieg um den Faktor 260.

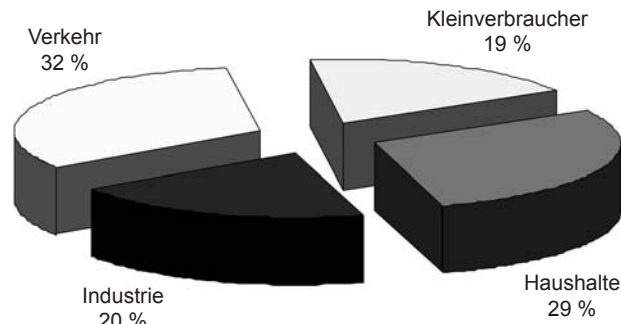
Die regenerative Stromerzeugung in der Region Bodensee-Oberschwaben verteilt sich für das Jahr 2004 wie folgt:

Photovoltaik	24.065.115 kWh
Biogas / Biomasse	54.336.000 kWh
Wasserkraft	41.300.000 kWh
Klärgas / Deponiegas	6.054.000 kWh
Windkraft	5.785.000 kWh
<b>Gesamt</b>	<b>ca. 131.540.115 kWh</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung</b>	<b>89.450 Tonnen</b>
<b>Gesamtinvestitionen</b>	<b>ca. 221.600.000 EUR</b>

Die genaue Aufteilung in den einzelnen Landkreisen ist im Anhang aufgeführt.

## 2.2 Endenergieverbrauch

**Abb. 1: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren in Baden-Württemberg**

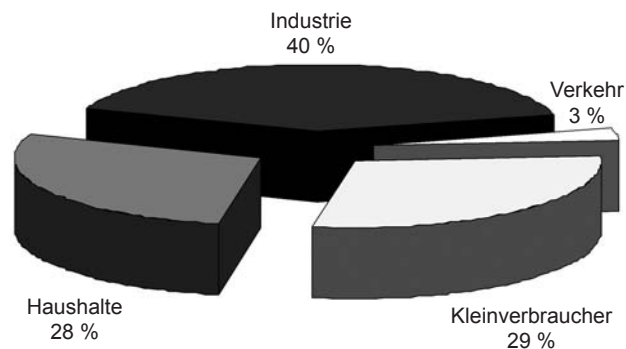


Quelle: WM-BW – Energiebericht 2001, Stuttgart 2002/7

**Tab. 1: Endenergieverbrauch in der Region Bodensee-Oberschwaben**

Ist-Zustand	Entwicklung in der Region nach der globalen Prognose bis zum Jahr 2050
ca. 47 Mio. kWh/Tag	ca. 141 Mio. kWh/Tag
ca. 12.000 t CO <sub>2</sub> /Tag	ca. 45.000 t CO <sub>2</sub> /Tag
..... und wie sieht die Energiekostenentwicklung aus?	

**Abb. 2: Stromverbrauch nach Verbrauchssektoren in Baden-Württemberg**



Quelle: WM-BW – Energiebericht 2001, Stuttgart 2002/7

**Tab. 2: Stromverbrauch in der Region Bodensee-Oberschwaben**

Ist-Zustand	Entwicklung in der Region nach der globalen Prognose bis zum Jahr 2050
ca. 10 Mio. kWh/Tag	ca. 30 Mio. kWh/Tag
ca. 6.700 t CO <sub>2</sub> /Tag	ca. 20.000 t CO <sub>2</sub> /Tag
..... und wie sieht die Stromkostenentwicklung aus?	

## 2.3 Welche Möglichkeiten gibt es?

Durch die Nutzung alternativer / erneuerbarer Energieformen kann der dargestellte Kohlendioxidverbrauch eingeschränkt werden, da die

regenerativen Energien Kohlendioxid-neutral sind. Zudem bieten diese Energieformen den Vorteil, dass sie erneuerbar sind, also „unendlich“

verfügbar. Zudem werden in den nächsten Jahren die erneuerbaren Energieformen durch die steigenden Energiepreise und die knapper werdenden Energieressourcen wie Erdöl, Erdgas und Uran immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Allerdings befreit die Nutzung der „sauberen“ erneuerbaren Energieformen die Menschheit nicht davon, insgesamt den Energieverbrauch in der Zukunft einzuschränken und mit Energien schonender umzugehen.

## 2.4 Darstellung der Energieformen

Bei der Darstellung, welche erneuerbaren Energieformen in der Region Bodensee-Oberschwaben vorhanden sind, muss im Vorfeld eine Unterscheidung nach der Nutzungsform vorgenommen werden. Als Nutzungsmöglich-

keit der Energien kommen zum einen Strom, zum anderen Wärme in Betracht, die nach folgenden Energieformen unterschieden werden können:

### Strom

- feste Biomasse
  - Holz  
(Oberschwaben zählt neben dem Schwarzwald zu den waldreichen Gegenden Baden-Württembergs. Holz kann entweder als Stückholz, Hackschnitzel oder Pellet genutzt werden.)
- flüssige Biomasse
  - Biogas  
(Wird in der Landwirtschaft aus Gülle und Pflanzenteilen gewonnen und zur Stromerzeugung verwendet. Dieser wird ins öffentliche Netz eingespeist. Dieser Strom wird rund um die Uhr erzeugt.)
  - Wasserkraft
  - Pflanzenöl
- Solarstrom (Photovoltaik)
- Windkraft
- Klärgas

### Wärme

- feste Biomasse
  - Holz  
(Im Bereich der Pellet- und Hackschnitzel-Technik gibt es bereits vollautomatisch beschickte Zentralheizanlagen)
- Pflanzenöl
- Solarthermie  
(durch Warmwasserwärmung oder Heizunterstützung)
- Klärgas
- Geothermie (Erdwärme)  
Durch Wärmepumpen, die überwiegend Wärme aus dem Erdreich, der Luft oder dem Grundwasser entziehen, können Gebäude beheizt und mit Warmwasser versorgt werden. Wärmepumpen arbeiten am effizientesten, wenn das angeschlossene Heizungsverteilsystem mit niedrigen Temperaturen betrieben wird (Fußboden-/Wandheizung.)

Abb.3: Photovoltaikanlage auf einem Bauernhaus im Allgäu



Quelle: Archiv Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

## 2.5 Strom

**Tab. 3: Regenerativer Strom „Made in der Region Bodensee-Oberschwaben“**

Gesamtauswertung für die Region (ca. 613.194 Einwohner)

Anlagenart	Anlagen		Leistung (kW)		Erzeugter Strom (kWh)	
	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004
<b>Photovoltaik</b>	65	3.234	155	25.332	147.250	24.065.115
<b>Biogas/Biomasse</b>	20	79	1.605	9.056	6.834.000	54.336.000
<b>Wasserkraft</b>	63	108	6.241	10.325	24.964.000	41.300.000
<b>Klärgas/Deponiegas</b>	3	10	97	1.009	582.000	6.054.000
<b>Windenergie*</b>	3	5	3.000	4.450	3.900.000	5.785.000
<b>Gesamt</b>	154	3.436	11.098	50.172	36.427.250	131.540.115

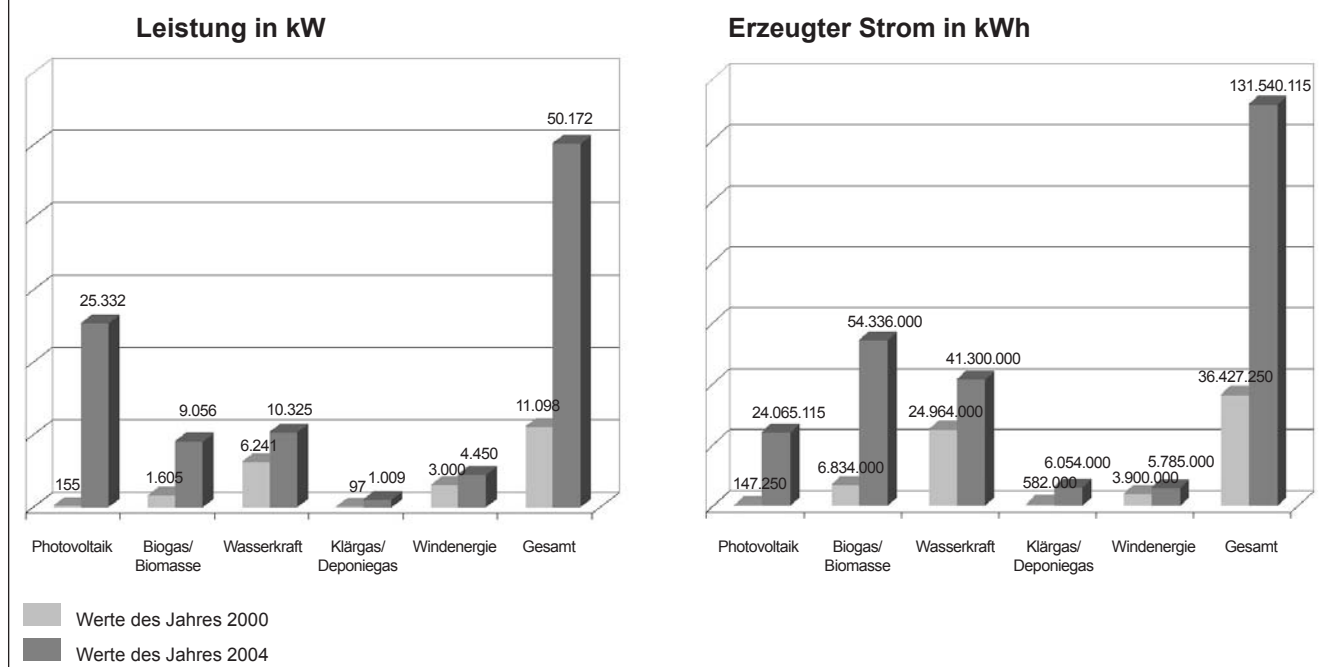
\* Nicht berücksichtigt sind zwei Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 3.000 kW, die beide in Bayern stehen und über die EnBW im Landkreis Ravensburg eingespeist werden und zwei weitere Windkraftanlagen mit je 1.300 kW Leistung in Bad Wurzach/Adelshofen, die erst im Dezember 2004 in Betrieb genommen wurden.

**Vergleichswerte für das Jahr 2004:**

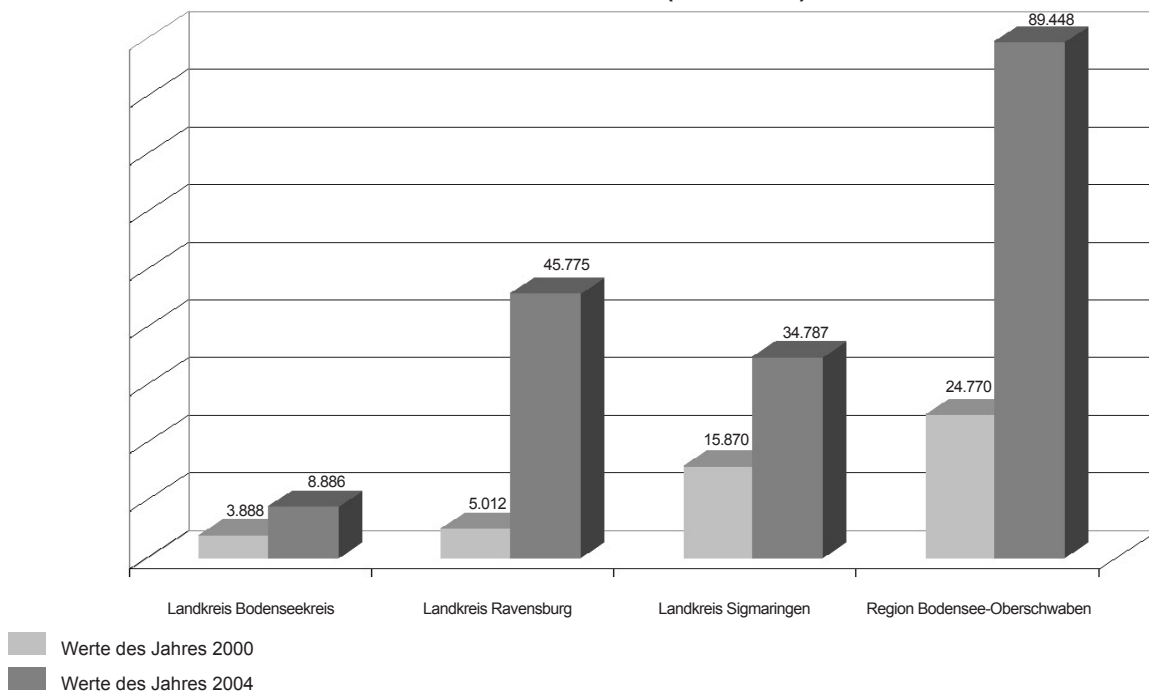
Versorgung von rund: 85.974 Einwohnern (ca. 14 %)

CO<sub>2</sub>-Einsparung: > 89.450 Tonnen

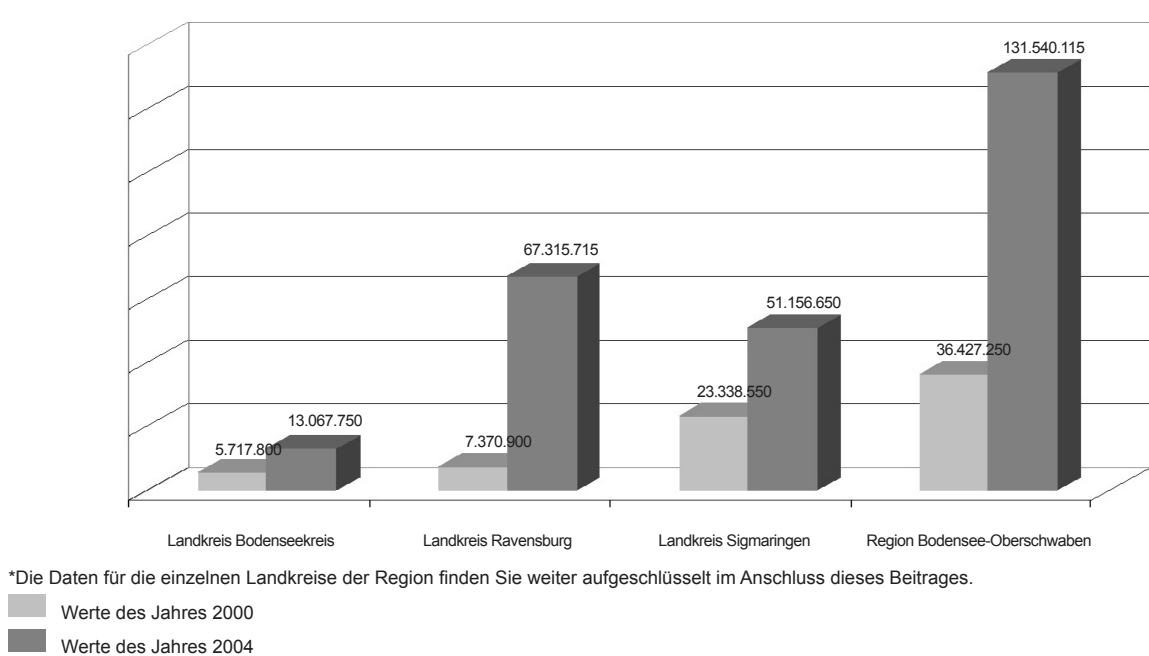
Gesamtinvestitionen 221.600.000 Euro

**Abb. 4: Regenerativer Strom in der Region Bodensee-Oberschwaben**

**Abb. 5: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Einsparung in der Region Bodensee-Oberschwaben seit in Kraft treten des EEG zum 01.04.2000 (in Tonnen)**



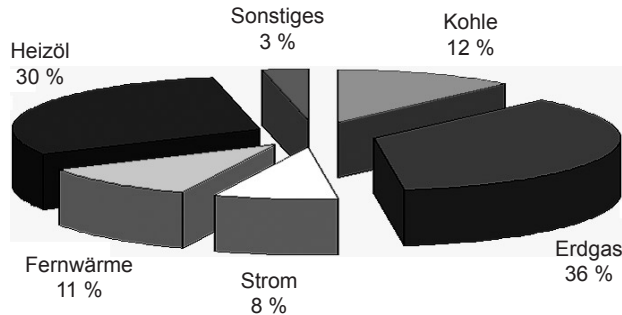
**Abb. 6: Entwicklung der Erzeugung regenerativen Stroms in der Region Bodensee-Oberschwaben seit Einführung des EEG zum 01.04.2000 (in kWh)\***



\*Die Daten für die einzelnen Landkreise der Region finden Sie weiter aufgeschlüsselt im Anschluss dieses Beitrages.

2.6 Wärme

Abb. 7: Beheizungsstruktur in Deutschland



2.7 Umweltauswirkungen / -verträglichkeit  
(mit freundlicher Unterstützung des Landratsamtes Ravensburg)

Biogas mit nachwachsenden Rohstoffen

Vorteile	Nachteile
Ressourcen-Schonung durch Einsparung fossiler Rohstoffe wie z.B. Erdöl	
Reduzierung klimarelevanter Emissionen durch die Vergärung (Methan und Kohlendioxid)	
Abbau von Geruchsstoffen in der Gülle	
Düngewirkung steigt durch Verbesserung der Fließfähigkeit und Stickstoffwirksamkeit (Einsparung von Mineraldünger)	
Kraftwerkskapazitätseinsparung durch durchgehende Betriebsstunden (Hohe Grundlastabdeckung) möglich	
	Landwirtschaftliche Flächen werden durch den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen belegt, möglicherweise Reduzierung auf wenige, energiereiche Pflanzen wie z.B. Mais. Folge: Die Vielfaltigkeit der Kulturlandschaft wird reduziert.
	Flächen werden vorrangig an „Energie-Wirte“ verpachtet, diese können durch das Strom-Einspeisungsentgelt höhere Pachtpreise bezahlen. Andere Landwirte, welche keine nachwachsenden Rohstoffe anbauen, sind damit im Nachteil.

Biogas mit Co-Fermenten

Vorteile	Nachteile
Ressourcen-Schonung durch Einsparung fossiler Rohstoffe, wie z.B. Erdöl	
Reduzierung klimarelevanter Emissionen durch die Vergärung (Methan und Kohlendioxid)	
Abbau von Geruchsstoffen in der Gülle	Geruchsemissionen bei der Verarbeitung von geruchsintensiven Co-Fermenten wie z.B. Fettabscheiderinhalte, Speisereste.
Düngewirkung steigt durch Verbesserung der Fließfähigkeit und Stickstoffwirksamkeit (Einsparung von Mineraldünger)	Erfahrungsgemäß Probleme mit der Intensität der Düngung im Grenzbereich der sog. „guten landwirtschaftlichen Praxis“.
	Flächen werden vorrangig an Energie-Wirte verpachtet, diese können durch das Strom-Einspeisungsentgelt höhere Pachtpreise bezahlen. Andere Landwirte sind damit benachteiligt.

Größere Energieausbeutung als bei nachwachsenden Rohstoffen.	Kontrolle der eingebrachten Co-Fermente schwierig
	Aufgrund des Betriebsumfanges (Durchsatzleistung) handelt es sich um Gewerbebetriebe mit Standorten im Außenbereich. Problem: Bauplanungsrecht mit Erschließung sowie Folgeproblem Erweiterungen; beitragsrechtliche Problematik für die Gemeinden
Kraftwerkskapazitätseinsparung durch durchgehende Betriebsstunden (hohe Grundlastabdeckung) möglich	

**Klärgas**

Vorteile	Nachteile
Verringerung der Klärschlammmenge durch Ausfäulung	
Dadurch: Reduzierung der Entsorgungskosten	
Ersatz von Primärenergie (Strom)	
CO <sub>2</sub> -Einsparung	

Klärgas entsteht beim Prozess der so genannten „Ausfäulung“ des Klärschlammes in kommunalen Kläranlagen. Der beim Abwasserreinigungsprozess entstehende Schlamm wird dabei im Faulbehälter bei Temperaturen von ca. 37°C unter Luftabschluss anaerob zersetzt, wodurch der Schlamm geruchlos wird und wobei das methanhaltige Klärgas entsteht. Der Prozess ist der gleiche wie die Vergärung von Substraten in Biogasanlagen. Bestehende Anlagenkonzepte belegen, dass Kläranlagen na-

hezu energieautark betrieben werden können, obwohl der Strombedarf erheblich ist. Dies wird erreicht durch die Verstromung des Gases in Gasturbinen, wobei zeitgleich Wärme anfällt, die zu Heizzwecken (Faulturm, 37°C!) oder zur Klärschlamm-trocknung Verwendung finden kann. Allerdings sind im Vergleich zu anderen Energieformen hohe Investitionskosten notwendig, die sich jedoch durch hohe Energieeinspeisungsvergütung wieder amortisieren. Zudem ist qualifiziertes Personal erforderlich.

**Solarstrom**

Vorteile	Nachteile
Ggf. geringere Fernwirkung	Falls an Südhängen und weithin sichtbar Störung des Landschaftsbildes durch glänzende Oberflächen
Vertikalgliederung der Landschaft in der Regel geschont	
Kein Geräusch / keine bewegten Elemente	Ungeklärt ist die Frage nach Tierverlusten (denkbar z.B. bei Wasserinsekten, die Flächen mit Wasser verwechseln und hier ihre Gelege ablegen).
Gefahr von Vogelverlusten wohl gering	Ungeklärt sind mögliche Scheuchwirkungen
Primäre Energie- und CO <sub>2</sub> -Einsparung	Keine Kraftwerkseinsatz-einsparung, da keine durchgehenden Betriebsstunden möglich. Denkmalschutz beachten

**Windkraft**

Vorteile	Nachteile
CO <sub>2</sub> -freie Stromgewinnung	keine Kraftwerkseinsatz-einsparung
Primärenergieeinsparung	
	z.T. erhebliche Störung des Landschaftsbildes durch Unruhe der Rotorbewegung, durch Umkehrung der Größenverhältnisse – Bsp.: 30 m hoher Drumlin wirkt mit 80 m-Windrad klein, z.T. erhebliche Fernwirkung
	Scheuchwirkung vorhanden vor allem Vogelverluste nachgewiesen (von Art zu Art unterschiedlich)



Die Energiegewinnung durch Windkraft ist insgesamt betrachtet sehr standortbezogen. Zum einen ist bei der Nutzung immer die negative Fernwirkung zu beachten (s.o. Nachteile), zum anderen ist eine Abhängigkeit von der mittleren Windgeschwindigkeit gegeben.

Auf den Beitrag von Herrn Dipl.-Ing. Harald Winkelhausen vom Regionalverband Bodensee-Oberschwaben zum Teilregionalplan „Windenergie“ wird verwiesen (Kapitel 5).

### Wasserkraft ( Kleinwasserkraftanlagen)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• emissionsfreie Erzeugung</li> <li>• hoher Wirkungsgrad</li> <li>• Langlebigkeit</li> <li>• Grundlastbetrieb möglich (d. h. Kraftwerkskapazitätseinsparung)</li> </ul>	Auswirkungen auf Fließgewässerökosysteme: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung des Strömungs- und Abflussgeschehens der Gewässerstruktur und des Stoffhaushaltes durch Stauhaltungen</li> <li>• Unterbrechung des Gewässerverbundes</li> <li>• Veränderung der Abflussmengen in Restgerinnen und Ausleitungen</li> <li>• Veränderung der Lebensgemeinschaften von Tier- und Pflanzenwelt</li> <li>• Direkte Fischschädigung durch die Betriebsanlagen</li> </ul>

Auf die ergänzenden Ausführungen des Regionalverbandes in Kapitel 6 wird verwiesen.

### Solarthermie

Vorteile	Nachteile
Energie- und CO <sub>2</sub> - Einsparung	
Warmwasserbedarf kann von Frühjahr bis Herbst ohne Heizungsanlage abgedeckt werden	
Ggf. geringere Fernwirkung	Falls an Südhängen und weithin sichtbar Störung des Landschaftsbildes durch glänzende Oberflächen
Vertikalgliederung der Landschaft in der Regel geschont	
Kein Geräusch/keine bewegten Elemente Gefahr von Vogelverlusten wohl gering	Ungeklärt ist die Frage nach Tierverlusten (denkbar z.B. bei Wasserinsekten, die Flächen mit Wasser verwechseln und hier ihre Gelege ablegen) Ungeklärt sind mögliche Scheuchwirkungen Denkmalschutz beachten

Auf der Basis von Fördermittel wurden knapp 5.000 Solaranlagen installiert. Mit einer Kollektorfläche von rund 41.000 m<sup>2</sup> werden pro Jahr

knapp 20 Mio. kWh. Wärme für die Brauchwassererwärmung und teilweise für die Heizungsunterstützung produziert.

### Feste Biomasse

Vorteile	Nachteile
Schadstoffe: CO <sub>2</sub> -neutral (gibt soviel CO <sub>2</sub> in die Atmosphäre ab, wie vom Holz aus der Atmosphäre gebunden wird)	mit Feinstaub angereicherter Wasserdampf <ul style="list-style-type: none"> <li>• größere Heizungen: Filter</li> <li>• kleinere Heizungen: optimale Holzfeuchte</li> </ul>
Wertschöpfung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaufkraft bleibt im Land</li> <li>• Arbeitsplätze</li> <li>• sinnvollere Verwendung von Fördergeldern (i. V. zu anderen regen. Energieformen)</li> </ul>	
Endlichkeit: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ständig sich regenerierende Biomasse</li> <li>• Zuwachs an Wäldern eher zunehmend</li> <li>• je höher Öl-Gaspreis steigt, umso mehr Holz kann wirtschaftlich eingesetzt werden: Mind. Verdopplung der bisherigen Menge</li> </ul>	

Auswirkungen für Wald und Waldbesitzer:

- Waldpflege: Vorbeugung gegen Borkenkäfer (Entnahme bruttauglichen Materials)
- Erleichterung bei Pflanzungen
- für den Waldbesitzer mind. kostenneutral mit zunehmender Gewinnchance

Auswirkungen für Bevölkerung und Umwelt:

- Unabhängigkeit von fossiler Energie
- geringe Transportentfernung und geringe Gefahren für die Umwelt
- emotionale Bindung an Wald und Heimat steigt

## Geothermie (Erdwärmesonden, Grundwasserwärmepumpen)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ortsnahe Bezugsmöglichkeit (mehr als 75 % der Wärme kommt aus der Umgebung)</li> <li>• hoher Wirkungsgrad</li> <li>• unerschöpfliche Energiequelle</li> <li>• Keine Nebenkosten (Wartung, Schornsteinfeger)</li> </ul>	<p>Gefährdung für das Grundwasser bei ungünstiger Hydrogeologie und nicht sachgemäßer Ausführung der Bohrungen</p> <p>Langzeitverhalten der Abdichtung bei Erdwärmesonden noch abklärungsbedürftig</p> <p>Einschränkungen in Wasserschutzgebieten.</p>

Zu beachten ist jedoch, dass Wärmepumpen eine hohe Effizienz bei Niedertemperaturheizsystemen (z. B. Fußboden- oder Wandflächenheizung) haben.

Auf den Beitrag des Regionalverbandes zum Projekt Geothermie in der Region wird verwiesen (Kapitel 7).

## 2.8 Flächenmanagement

### Biogas mit nachwachsenden Rohstoffen

Derzeit sind in der Region Bodensee-Oberschwaben über 80 Biogasanlagen in Betrieb oder wurden beantragt. Hierbei handelt es sich vor allem um kleinere Anlagen mit einer

elektrischen Leistung von deutlich < 500 MW. Die Ausbringung der Gärreste auf die landwirtschaftlichen Flächen ist bei diesen Einsatzstoffen grundsätzlich unproblematisch.

### Biogas mit Co-Fermenten

Die zur Verfügung stehenden Mengen an Co-Fermenten können mit den bestehenden Anlagen verarbeitet werden. Daher ist die Errichtung weiterer Biogasanlagen mit Co-Fermenten nur in sehr geringen Umfang zu erwarten. Derzeit werden im Landkreis Ravensburg in ca. 10 Anlagen Co-Fermente vergärt. In 4 Anlagen werden Co-Fermente hygienisiert, die übrigen Anlagen werden von diesen Anlagen mit bereits hygienisiertem Material beliefert.

hygienisiert werden. Aufgetreten sind Geruchsprobleme durch die Ausbringung sowie die Intensität der Ausbringung / Düngung, welche sich im Grenzbereich der sog. „guten landwirtschaftlichen Praxis“ bewegt.

Zum Thema „Biogas mit nachwachsenden Rohstoffen“ und „Biogas mit Co-Fermenten“ verweisen wir auf den Beitrag von Herrn Oberlandwirtschaftsrat Franz Pfau zur Potenzialabschätzung für den Bereich Biogas.

Die Ausbringung der Gärreste auf die landwirtschaftlichen Flächen hat in der Vergangenheit teilweise zu erheblichen Problemen geführt. Diese standen allerdings nur in Zusammenhang mit den 4 Anlagen, in denen Co-Fermente

## Geothermie

### Erdwärmesonden

Im August 2005 waren in der Aufschlusssdatenbank des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg rund 475 Erdwärmesonden aus der Region Bodensee-Oberschwaben mit insgesamt ca. 44.000 Bohrmeter erfasst. Bei einer Wärmenutzungsleistung von 50 Watt/m entspricht dies einer Gesamtleistung von ca. 2.200 kW. Zu bemerken ist, dass sich die Anzahl der Anträge in den letzten Jahren gesteigert hat. Durch die derzeit gegebenen Fördermöglichkeiten wird das laufende Jahr wohl mit einer Höchstzahl an Bohranzeigen enden. Nicht berücksichtigt ist dabei die Anzahl der Erdwärmekollektoren, die mit Außenluft oder mit Grundwasser betrieben werden. Im Landkreis Ravensburg werden derzeit 458 Wärmepumpen (Erdwärmesonden, Luft-Wärmepumpen, Grundwasser-Wärmepumpen) mit einer elektrischen Leistung von 2.961 kW betrieben, die eine Wärmeenergieerzeugung von 17 Mio. kWh gewährleisten und dadurch rund 1,7 Mio. Liter Heizöl einsparen können.

### Feste Biomasse

Hierzu wird auf den Beitrag „Energieholzpotenziale in der Region Bodensee-Oberschwaben“ von Herrn Ltd. Forstdirektor Matthias Schappert vom Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 8, Forstdirektion verwiesen.

## 2.9 Wirtschaftsfaktor

Um die 131.540.115 kWh Strom (im Jahre 2004) aus erneuerbaren Energien in der Region Bodensee-Oberschwaben zu erzeugen, sind folgende Leistungen (kW) und Investitionen notwendig, bei:

Photovoltaik	25.332 kW	ca. 114,0 Mio. EUR
Bio-, Klärgas/Biomasse	10.065 kW	ca. 35,2 Mio. EUR
Wasserkraft	10.325 kW	ca. 67,1 Mio. EUR
Windkraft	4.450 kW	ca. 5.340.000 EUR
<b>Gesamtinvestitionen</b>		<b>ca. 221.600.000 EUR</b>

### Grundwasserwärmepumpen

Im Landkreis Ravensburg wurden ca. 50 Anlagen wasserrechtlich behandelt.

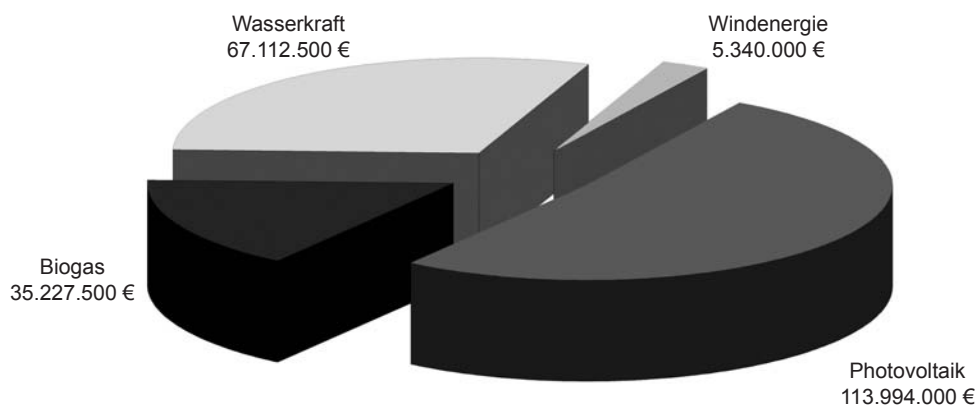
### Mineral-, Heil- und Thermalwässer, Solen und Säuerlinge in Baden-Württemberg

Nach der Veröffentlichung des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg „Mineral-, Heil- und Thermalwässer, Solen und Säuerlinge in Baden-Württemberg“ vom März 2002 gibt es in der Region insgesamt 21 zu beachtende Bohrungen, von denen 5 auf den Bodenseekreis (Friedrichshafen, Meersburg, Überlingen), 15 auf den Landkreis Ravensburg (Aulendorf, Bad Waldsee, Bad Wurzach, Kißlegg, Wangen i.A., Ravensburg) und eine auf den Landkreis Sigmaringen (Bad Saulgau) entfallen. Auf die in den Landkreisen Ravensburg und Sigmaringen vorhandenen Erdöl- und Erdgasfelder sowie auf den Erdgasspeicher bei Wilhelmsdorf, wird hingewiesen.

Um die 131.540.115 kWh regenerativen Strom zu produzieren, sind in der Region Investitionen in Höhe von rund 222 Mio. € erforderlich.

Die Auswirkungen von alternativen / erneuerbaren Energieformen auf die Arbeitsplatzgewinnung können nicht ohne weiteres dargestellt werden, da nicht nur direkte Arbeitsplätze bei den Betreibern betroffen sind, sondern auch Auswirkungen auf die mittelständische Wirtschaft (z. B. Installation der Anlagen etc.) mit zu beachten sind.

**Abb. 8: Notwendige Investitionen in der Region Bodensee-Oberschwaben um 131.540.115 kWh regenerativen Strom aus regenerativen Quellen zu produzieren**



## 2.10 Förderungsmöglichkeiten

### EEG-Vergütungen

**Tab. 4: Solarstrom-Vergütungssätze 2005**

Freiflächen	43,5 Ct/kWh
Aufdach bis 30 kW:	54,5 Ct/kWh
Aufdach über 30 kW:	51,9 Ct/kWh
Aufdach über 100 kW:	51,0 Ct/kWh
Fassaden bis 30 kW:	59,3 Ct/kWh
Fassaden über 30 kW:	56,7 Ct/kWh
Fassaden über 100 kW:	56,1 Ct/kWh

**Tab. 5: Biomasse-Vergütungssätze 2005 nach EEG**

	< 150 kW <sub>el</sub>	< 500 kW <sub>el</sub>	< 5.000 kW <sub>el</sub>	< 5 MW <sub>el</sub>
Grundvergütung <sup>1)</sup>	11,5 ct/kWh <sub>el</sub>	9,9 ct/kWh <sub>el</sub>	8,9 ct/kWh <sub>el</sub>	8,4 ct/kWh <sub>el</sub> <sup>2)</sup>
Einsatz nur von „Pflanzenbestandteilen“ (bei Verbrennung von Holz)	6,0 ct/kWh <sub>el</sub>	6,0 ct/kWh <sub>el</sub>	4,0ct/kWh <sub>el</sub> (2,5 ct/kWh <sub>el</sub> )	0 ct/kWh <sub>el</sub>
KWK-Zuschlag	2,0 ct/kWh <sub>el</sub>	2,0 ct/kWh <sub>el</sub>	2,0 ct/kWh <sub>el</sub>	2,0 ct/kWh <sub>el</sub>
Technologie-Zuschlag	2,0 ct/kWh <sub>el</sub>	2,0 ct/kWh <sub>el</sub>	2,0 ct/kWh <sub>el</sub>	0 ct/kWh <sub>el</sub>
max. möglich:	21,5 ct/kWh <sub>el</sub>	19,9 ct/kWh <sub>el</sub>	17,9 (16,4) ct/kWh <sub>el</sub>	10,4 ct/kWh <sub>el</sub>

<sup>1)</sup> Absenkung um jährlich 1,5 % ab 01.01.05

<sup>2)</sup> Anlagen, die Altholz III/IV verbrennen: 3,9 ct/kWh<sub>el</sub>

### Förderprogramme

- Zuschüsse für Biomasse und Solarthermie vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
- div. Darlehen von der KfW und der Landesbank

Fördermöglichkeiten hängen jedoch immer von der politischen Haushaltslage ab.

## 2.11 Einschätzung zur Zukunft von regenerativen Energien

### Biogas mit nachwachsenden Rohstoffen

Derzeit sind in der Region Bodensee-Oberschwaben über 80 Biogasanlagen in Betrieb oder wurden beantragt. Von diesen Anlagen werden ca. 95 % auf der Grundlage von Gülle und nachwachsenden Rohstoffen betrieben. Mehr als die Hälfte der Anlagen wurden nach dem Jahr 2000 erbaut, seit dem Inkraft-

treten des EEG ist die Zahl der Biogasanlagen sprunghaft angestiegen. Bisher setzt sich diese Tendenz fort, wobei die Zahl durch die zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Ausbringungsflächen begrenzt wird.

### Biogas mit Co-Fermenten

Die zur Verfügung stehenden Mengen an Co-Fermenten können mit den bestehenden Anlagen verarbeitet werden. Daher ist die Errichtung weiterer Biogasanlagen mit Co-Fermenten

nur in sehr geringen Umfang zu erwarten. Nach unseren Informationen besteht bereits jetzt ein ausgeprägter Konkurrenzkampf der Biogasanlagenbetreiber um die Co-Fermente.

### Klärgas

Der Ausbau der kommunalen Kläranlagen ist beendet; das erschlossene Potenzial an Klärgas ist nicht weiter ausbaubar. Leistungssteigerungen sind dennoch möglich durch Ersatz alter

Gasturbinen durch neue, energetisch leistungsfähigere Aggregate. Die Investition in diese Anlagen amortisiert sich innerhalb einiger Jahre, sofern die Wärme genutzt werden kann.

### Windkraft und Solarstrom

Als regenerative Energien sind Windkraft und Solarenergie zur Stromgewinnung grundsätzlich positiv zu bewerten. Eine Kosten (Kosten für Allgemeinheit – u.a. Verluste für Landschaftsbild) – Nutzenanalyse muss dennoch verstärkt zum Tragen kommen. Zudem gilt zu bedenken, dass über definitive Wirkungen auf

den Naturhaushalt, insbesondere bei Solaranlagen noch zu wenig bekannt ist. Eine Gefahr könnte darin gesehen werden, dass ein Trend zu immer größeren Anlagen (sowohl Höhe der WiKrA als auch Fläche der Solaranlagen) besteht. Die Kosten (Belastung) für Landschaft werden dadurch immer massiver.

### Wasserkraft

Wasserkraftanlagen sind aus energetischer Sicht positiv zu bewerten. Allerdings sind die damit verbundenen Auswirkungen auf die Fließgewässerökosysteme in die Gesamtbeurteilung mit einzubeziehen. Die bestehenden Kleinwasserkraftanlagen sollten weiterhin genutzt und saniert werden; allerdings sollte bei bestehenden Anlagen – falls noch nicht vorhanden – die ökologisch erforderliche Mindestwasserregelung und die Durchgängigkeit erreicht werden.

Neue Kleinwasserkraftwerke sollten nur noch an dafür geeigneten Gewässerabschnitten und aufgrund ihres geringen Anteils am Gesamtstromaufkommen und ihrer relativ großen Auswirkungen auf den Naturhaushalt nur noch bedingt zum Einsatz kommen.

## Feste Biomasse

### a) Ausbaupotenzial

In der Zukunft wird die Bedeutung des Holzes als alternative Energieform zunehmen. Ein Ausbaupotenzial in der Region ist – wie von Herrn Ltd. Forstdirektor Schappert in seinem Beitrag dargestellt – vorhanden. Zwar ist auch der Faktor Holz durch eine gewisse Endlichkeit eingeschränkt, jedoch ist das Potenzial, welches der Wald bietet, noch lange nicht ausgeschöpft.

### b) Umsetzung in der Region

In Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 8, Forstdirektion, der Energieagentur Ravensburg (zusammen mit dem Landkreis Biberach) und den Kreisforstverwaltungen der Landkreise der Region soll das Thema „Energieholz“ nach Abschluss des Projektes „Geothermie“ aufgegriffen und nach gemeinsamen Lösungsansätzen gesucht werden.

## Geothermie

Durch die steigenden Energiekosten ist eine sehr starke Zunahme der Wärmepumpentechnik zu erwarten. Es sollte mehr auf Multiplikatoren (z. B. Architekten) geachtet werden. Wo die Un-

tergrundverhältnisse für den Bau und Betrieb von Erdwärmesonden geeignet sind, kann in den Karten des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben eingesehen werden.

## Solarthermie

Auch hier ist durch die steigenden Energiekosten eine deutliche Zunahme zu erwarten. Immerhin können bei optimaler Ausrichtung rund 60 % der Warmwassermenge und max. 20 % der Heizungswärme mit Sonnenenergie abge-

deckt werden. Bei einer Untersuchung im Landkreis Konstanz könnten bis zu 50 % der Dächer belegt werden, was einem Wärmeertrag von jährlich 500 Mio. kWh entspricht. Voraussetzung ist eine Südausrichtung der Gebäude.

## 2.12 Blockheizkraftwerk

Im Zusammenhang mit Formen der Energieeinsparung sollten auch die sog. Blockheizkraftwerke genannt werden. Hierbei handelt es sich um Kleinkraftwerke, bei denen nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung sowohl die erzeugte elektrische Energie als auch die thermische Energie genutzt werden. Vorteil an diesen Blockheizkraftwerken sind der

optimierte Brennstoffeinsatz, die rationellere Nutzung von Energiereserven sowie eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Anwendung für Gebäude, die möglichst gleichzeitig Strom und Wärme benötigen, wie z.B. Krankenhäuser, Altenheime, Hallenbäder, Gewerbebetriebe, größere Wohngebäude, usw.

## 2.13 Fazit

Insgesamt kann festgestellt werden, dass erneuerbare Energien in der Region Bodensee-Oberschwaben umfangreich genutzt werden. Es muss jedoch zwischen den einzelnen Energieformen, ihren Vor- und Nachteilen unterschieden werden. Ebenso im Grad ihrer Auslastung. Im Bereich Wasserkraft ist beispielsweise eine Verbesserung nicht mehr an neuen Standorten,

sondern nur noch durch technisch bessere Anlagen möglich, im Bereich Geothermie ist insgesamt noch Ausbaupotenzial vorhanden. Ein sehr wichtiges Kriterium für eine sinnvolle Nutzung einer erneuerbaren Energieform ist darin zu sehen, ob 24-stündige Verfügbarkeit gegeben ist. Zudem wird man – auch in Anbetracht der Naturereignisse der letzten Monate – nicht

umhin kommen, den Energieverbrauch insgesamt zu reduzieren.

Alle regenerativen Energiearten tragen bei der Stromerzeugung zur Brennstoffeinsparung bei. Sollten Kraftwerksreserven eingespart werden, eignen sich Anlagen, die jährlich eine Laufzeit von über 5.000 Betriebsstunden, wie z. B. Biomasse-, Wasserkraftanlagen usw. erreichen.

Was für die Stromerzeugung gilt, gilt auch für die Wärmeerzeugung von beheizten Gebäuden. Gerade hier haben sich die Energiekosten innerhalb eines Jahres verdoppelt.

Grundsätzlich sollten bei bevorstehenden Investitionen effiziente Technologien eingesetzt werden.

Die feste Biomasse und die Wärme aus dem Erdreich könnten das Rückgrat der regenerativen Energiewirtschaft in Oberschwaben bilden. Der Waldanteil liegt bei knapp 30 % der Region. Insgesamt könnten rund 15 % des Wärme- und Warmwasserbedarfs der Einwohner aus Energieholz gewonnen werden. Eine weitere Wärmeversorgung von Gebäuden stellt die „Wärme aus dem Erdreich“ mit Strom und Gaswärmepumpen dar. In welchen Gebieten sich die Erdwärme einsetzen lässt, zeigt die Untersuchung des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben. Aus regenerativem, grundlastfähigem Strom aus Biogas / Biomasse und Wasserkraft könnten in der Region über 35.000 Wohnhäuser (Neubauten mit rund 120 m<sup>2</sup> Wohnfläche und mit niedrigen Temperaturen ausgelegten Heizflächen) mit Hilfe von Wärmepumpen versorgt werden.

Welches Heizsystem und welche Energieart einsetzbar sind, lässt sich nicht pauschal beantworten, sondern ist abhängig von der Gebäude- und Benutzungsstruktur.



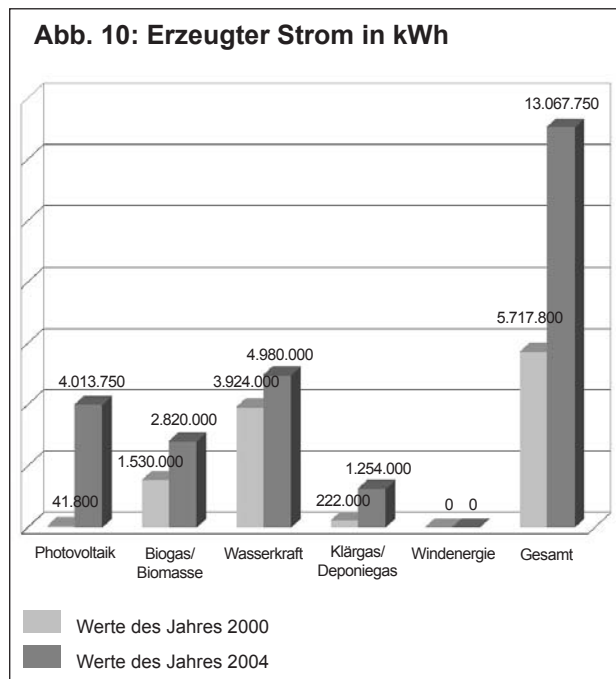
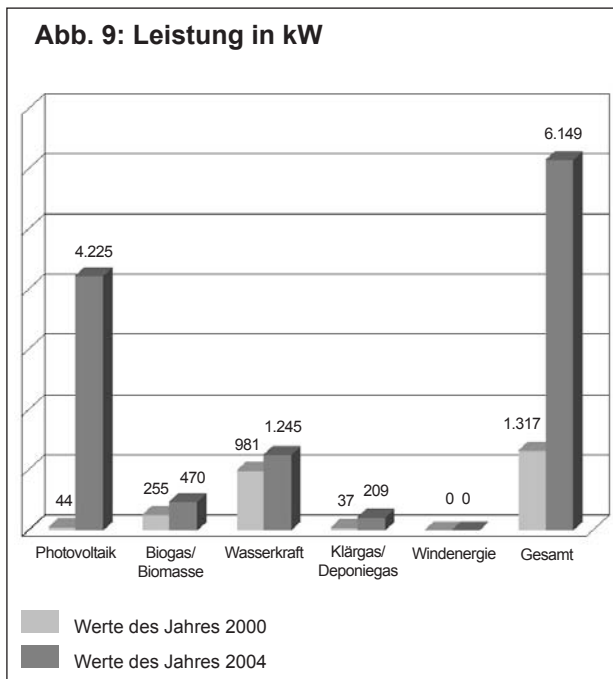
Regenerativer Strom „Made in der Region Bodensee-Oberschwaben“

Auswertung für den Bodenseekreis (2004: 204.392 Einwohner)

**Tab. 6: Gesamtauswertung**

Anlagenart	Anlagen		Leistung (kW)		Erzeugter Strom (kWh)	
	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004
Photovoltaik	23	666	44	4.225	41.800	4.013.750
Biogas/Biomasse	3	6	255	470	1.530.000	2.820.000
Wasserkraft	13	22	981	1.245	3.924.000	4.980.000
Klärgas/Deponiegas	1	3	37	209	222.000	1.254.000
Windenergie	0	0	0	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>40</b>	<b>697</b>	<b>1.317</b>	<b>6.149</b>	<b>5.717.800</b>	<b>13.067.750</b>

**Vergleichswerte für das Jahr 2004:**  
 Versorgung von rund: 8.541 Einwohnern (ca. 4 %)  
 CO<sub>2</sub>-Einsparung: > 8.886 Tonnen (im Jahr 2000 ca. 3.888 Tonnen)  
 Gesamtinvestitionen 29.481.500 €





**Regenerativer Strom „Made in der Region Bodensee-Oberschwaben“**

**Auswertung für den Landkreis Ravensburg (2004: 275.070 Einwohner)**

**Tab. 7: Gesamtauswertung**

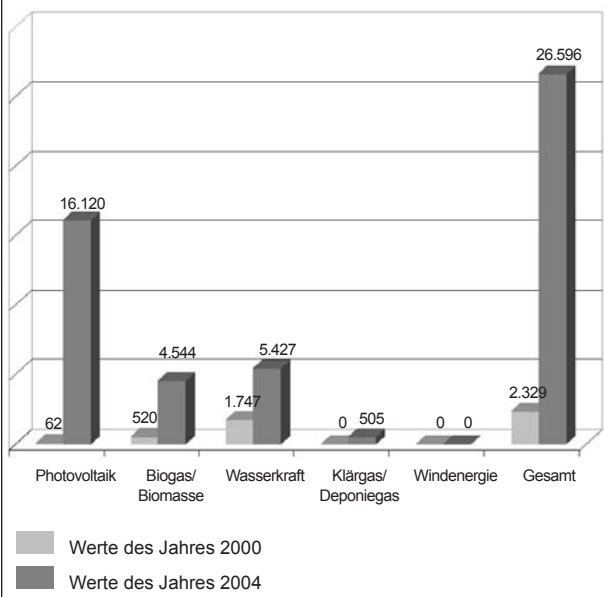
Anlagenart	Anlagen		Leistung (kW)		Erzeugter Strom (kWh)	
	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004
<b>Photovoltaik</b>	25	1.921	62	16.120	58.900	15.313.715
<b>Biogas/Biomasse</b>	14	54	520	4.544	324.000	27.264.000
<b>Wasserkraft</b>	17	51	1.747	5.427	6.988.000	21.708.000
<b>Klärgas/Deponiegas</b>	0	3	0	505	0	3.030.000
<b>Windenergie*</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Gesamt</b>	56	2.029	2.329	26.596	7.370.900	67.315.715

\* Nicht berücksichtigt sind zwei Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 3.000 kW, die beide in Bayern stehen und über die EnBW im Landkreis Ravensburg eingespeist werden und zwei weitere Windkraftanlagen mit je 1.300 kW Leistung in Bad Wurzach/Adelshofen, die erst im Dezember 2004 in Betrieb genommen wurden.

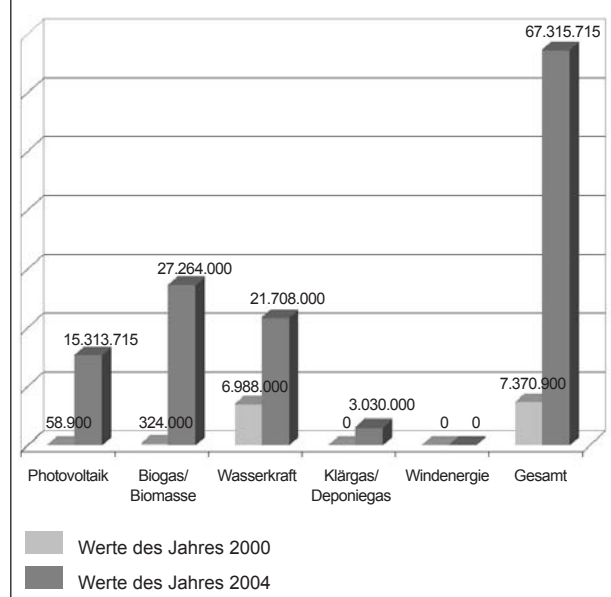
**Vergleichswerte für das Jahr 2004:**

Versorgung von rund: 43.712 Einwohnern (ca. 15,9 %)  
 CO<sub>2</sub>-Einsparung: > 45.775 Tonnen (im Jahr 2000 ca. 5.012 Tonnen)  
 Gesamtinvestitionen 124.927.000 €

**Abb. 11: Leistung in kW**



**Abb. 12: Erzeugter Strom in kWh**



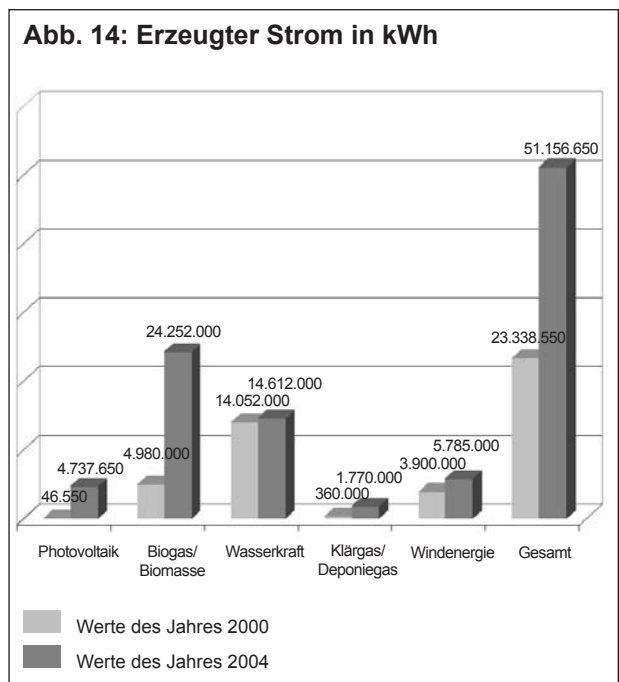
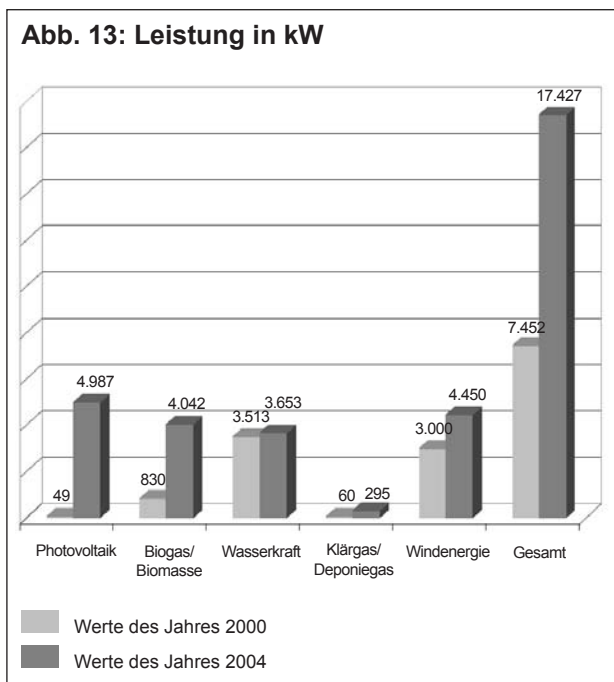
Regenerativer Strom „Made in der Region Bodensee-Oberschwaben“

Auswertung für den Landkreis Sigmaringen (2004: 133.732 Einwohner)

**Tab. 8: Gesamtauswertung**

Anlagenart	Anlagen		Leistung (kW)		Erzeugter Strom (kWh)	
	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004	am: 01.04.2000	am: 31.12.2004
Photovoltaik	17	647	49	4.987	46.550	4.737.650
Biogas/Biomasse	3	19	830	4.042	4.980.000	24.252.000
Wasserkraft	33	35	3.513	3.653	14.052.000	14.612.000
Klärgas/Deponiegas	2	4	60	295	360.000	1.770.000
Windenergie	3	5	3.000	4.450	3.900.000	5.785.000
<b>Gesamt</b>	<b>58</b>	<b>710</b>	<b>7.452</b>	<b>17.427</b>	<b>23.338.550</b>	<b>51.156.650</b>

**Vergleichswerte für das Jahr 2004:**  
 Versorgung von rund: 33.436 Einwohnern (ca. 25 %)  
 CO<sub>2</sub>-Einsparung: > 34.787 Tonnen (im Jahr 2000 ca. 15.870 Tonnen)  
 Gesamtinvestitionen 66.705.500 €



### 3 Energieholzpotenziale in der Region Bodensee-Oberschwaben Ltd. Forstdirektor Matthias Schappert



Leiter Referat 83  
Forstpolitik und Forstliche Förderung Süd  
Telefon: 07071 / 602-261  
E-Mail: matthias.schappert@rpt.bwl.de



Regierungspräsidium Tübingen  
Abteilung 8 – Forstdirektion  
Konrad-Adenauer-Str. 20  
72072 Tübingen

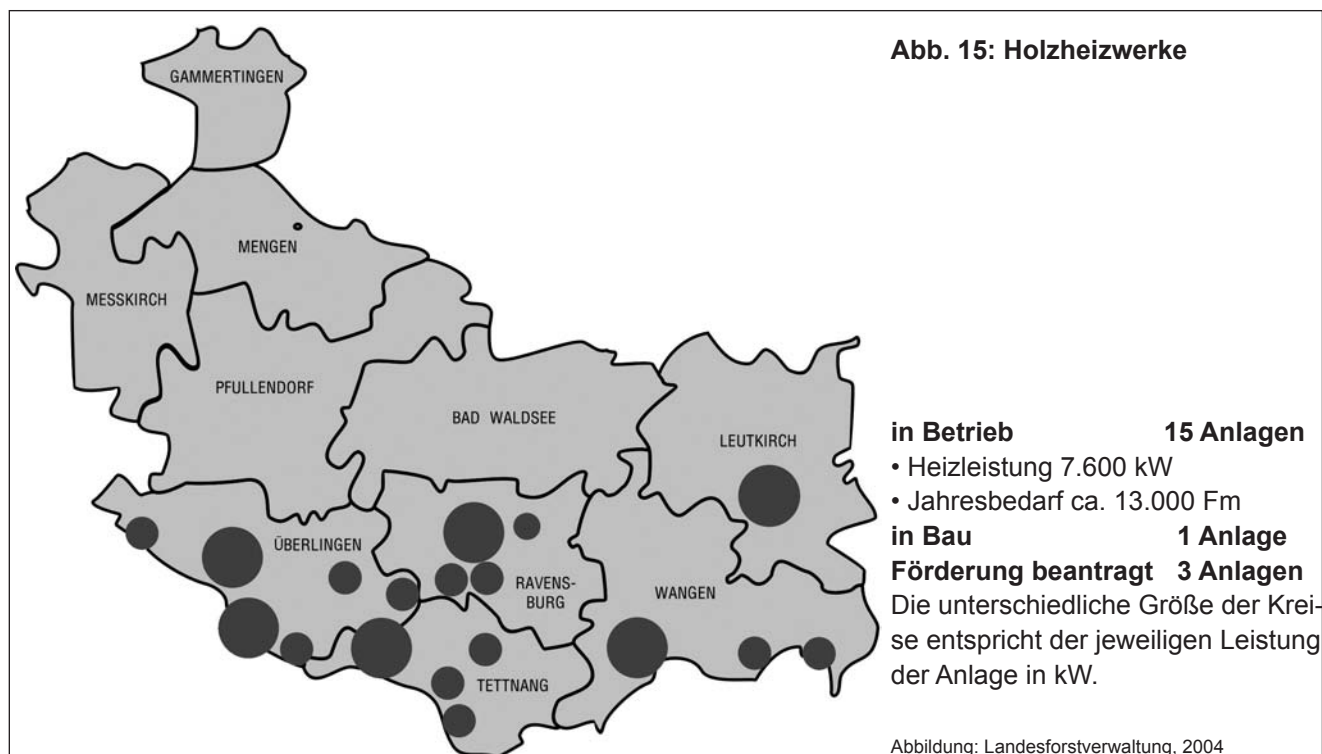
#### 3.1 Vorbemerkungen

Die Bundeswaldinventur (BWI) basiert auf einem permanenten Stichprobensystem, das bundesweite Ausdehnung hat und gesamthafte Zustandsdaten liefert.

Der Vergleich der beiden Großrauminventuren der BWI I mit Stichtag 1987 und BWI II mit Stichtag 2002 liefert darüber hinaus Aussagen zur Waldentwicklung in vielfältigen Ausgestaltungen. Als Stichprobeninventur lässt die BWI allerdings auch nur die bedingte Regionalisierung der Ergebnisse zu, da der Fehler mit ab-

nehmender Stichprobenanzahl zunimmt. Somit sind die Auswertungen auf Regionsebene grundsätzlich statistisch besser abgesichert als die Detailauswertungen auf Landkreisebene, wo dieses Instrument zumindest bei einzelnen Fragestellungen an seine Grenzen stößt.

Alle Überlegungen zum Energieholzpotenzial beziehen sich auf die Bereitstellung von Holz zur Hackschnitzelaufbereitung, d. h. zur Verwendung in größeren Einheiten.



Die Abt. Forstdirektion bezieht grundsätzlich die Bereitstellung von Holz zur Brennholzproduktion als Scheitholz nicht in die Überlegungen mit ein, da dieser Markt schon in der Vergangenheit durch die unteren Forstbehörden, Waldbesitzer und örtlichen Brennholzhändler bedient wurde. Darüber hinaus lassen sich in größeren Anlagen die Vorgaben der 1. Bundesimmissionsschutzverordnung und der TA-Luft, insbesondere hinsichtlich der Feinstaubproblematik deutlich besser verwirklichen als bei

Einzelsystemen. Das Ziel sollte daher sein, insbesondere im kommunalen und gewerblichen Bereich Hackschnitzel zur Energieversorgung in Nahwärmesystemen bzw. zur thermischen Gesamtverwertung bereitzustellen.

Von Belang für das Thema Energieholzbereitstellung sind die folgenden grundsätzlichen Auswertungen (vgl. Auswertungsunterlagen zur Region Bodensee-Oberschwaben und zu den drei einbezogenen Landkreisen).

## 3.2 Ergebnisse der Bundeswaldinventur II

### 3.2.1 Besitzverteilung

Der öffentliche Wald nimmt in der Region Bodensee-Oberschwaben insgesamt 36 % der Gesamtwaldfläche ein. Schwerpunkte sind die Landkreise Bodenseekreis und Sigmaringen mit jeweils leicht über 40 %, der Landkreis Ravensburg dagegen umfasst nur 27 % öffentlichen Wald. Auch die Aufteilung des öffentlichen Waldes in Staatswald und Körperschaftswald ist regional stark unterschiedlich, wobei im Landkreis Sigmaringen der Körperschaftswald deutlich überwiegt, während in den beiden anderen Landkreisen der Staatswald eine größere Bedeutung einnimmt.

Hauptsächlicher Waldbesitzer in der Region ist allerdings der Privatwald und hier mit deutlichem Vorsprung der Großprivatwald (> 200 ha) mit insgesamt 36 % der Gesamtwaldfläche. Der mittlere Privatwald (5 bis 200 ha) spielt nur im Landkreis Ravensburg eine nennenswerte Rolle. Kleinprivatwald (< 5 ha) ist mit 19 % bei geringen Unterschieden in den einzelnen Landkreisen überall von Bedeutung. Insbesondere diese Waldbesitzkategorie wird bei den folgenden Überlegungen eine differenzierte Betrachtung erfahren müssen.

	LK Bodenseekreis	LK Ravensburg	LK Sigmaringen	Region
<b>Gesamtwaldfläche in ha</b>	21.205	51.512	45.811	118.529
<b>Flächenanteil in %</b>				
Staatswald	24	22	3	15
Körperschaftswald	17	5	40	21
Kleinprivatwald	20	24	14	19
mittlerer Privatwald	9	13	5	9
Großprivatwald	30	36	38	36

### 3.2.2 Baumartenanteile in %

Die Region Bodensee-Oberschwaben wird bei einem Baumartenanteil von ca. 69 % vom Nadelholz und hier eindeutig von der Fichte dominiert. Sonstige Nadelbaumarten (Tanne, Douglasie, Kiefer und Lärche) spielen mit ca. 10 % eine untergeordnete Rolle. Die Dominanz der Nadelbaumarten und insbesondere der Fichte zeigt sich im Landkreis Ravensburg besonders stark, während der Bodenseekreis mit knapp

60 % Nadelholz geringere Anteile aufweist. Im letzten Landkreis spielen naturgemäß die sonstigen Nadelbäume (insbesondere Kiefer) eine deutlich überproportionale Rolle. Bei den Laubbaumarten, die auf insgesamt gut 31 % der Gesamtwaldfläche stocken, sind die Buche bzw. die sonstigen Laubbäume (Eiche, Esche, Ahorn, Linde, Erle, Birke, Pappel etc.) zu etwa gleichen Anteilen vertreten.

**Tab. 10: Baumarten, Anteile in %**

	LK Bodenseekreis	LK Ravensburg	LK Sigmaringen	Region
Fichte	43,64	65,17	58,42	58,60
Sonstige Nadelbäume	16,19	8,52	8,50	9,92
<b>Summe Nadelbäume</b>	<b>59,83</b>	<b>73,69</b>	<b>66,92</b>	<b>68,52</b>
Buche	23,11	8,49	20,91	15,97
Sonstige Laubbäume	17,06	17,82	12,17	15,51
<b>Summe Laubbäume</b>	<b>40,17</b>	<b>26,31</b>	<b>33,08</b>	<b>31,48</b>

Schwerpunkte der Laubholzverteilung innerhalb der Region sind der Bodenseekreis mit gut 40 % und der Landkreis Sigmaringen mit 33 %, während der Landkreis Ravensburg nur 26 % mit deutlichem Übergewicht bei den sonstigen Laubbaumarten als Folge von waldbaulichen Umbaumaßnahmen aufweist.

Die Entwicklung der Baumartenanteile (vgl. Auswertungen zur BWI II) innerhalb der Region Bodensee-Oberschwaben zeigt zwischen 1987 und 2002 einen deutlichen Verlust bei der Fichte, der durch die beiden singulären Orkane von 1990 und 1999 bzw. die entsprechenden Borkenkäferkalamitäten einerseits, andererseits auch durch den gezielten waldbaulichen Umbau seitheriger Nadelholzreinbestände in Mischbestände hervorgerufen wurde. Die Anteile der sonstigen Nadelbaumarten sind dage-

gen insgesamt stabil, bei einer leichten Zunahme der Fläche der Douglasie und einer leichten Abnahme der Kiefernfläche. Insgesamt ist der Anteil der Nadelhölzer um etwa 7.000 ha in der Region gesunken.

Der Anteil der Laubbäume hat sich dagegen um ca. 8.000 ha erhöht. Schwerpunkte bilden hier sowohl die Buche als auch die sonstigen Laubbaumarten als Reaktion auf entsprechende Anreicherungsverbauten in seitherigen Nadelholzreinbeständen bzw. Sturm- und Käferereignisse mit dem Anbau insbesondere von sonstigen Laubbaumarten auf der Freifläche.

Diese Entwicklungstendenzen innerhalb der Region spiegeln sich in den einzelnen Landkreisen in ähnlicher Weise wieder.

### 3.2.3 Vorrat

Die Vorratsentwicklung zeigt bei den einzelnen Baumarten teils unterschiedliche Tendenzen. Bei der Fichte ist ein Rückgang festzustellen (-0,8 Mio. m<sup>3</sup>), ebenso in geringerem Umfang

auch bei der Kiefer (-0,07 Mio. m<sup>3</sup>). Dagegen nimmt der Vorrat der jedoch flächenmäßig unbedeutenden Baumarten Tanne, Douglasie und Lärche leicht zu. Beim Laubholz ist grundsätz-

lich eine Vorratsanreicherung festzustellen, die sowohl bei der Buche (+1,9 Mio. m<sup>3</sup>) als auch bei den sonstigen Laubbaumarten (+1,6 Mio. m<sup>3</sup>) vorhanden ist. Insgesamt steht einem leichten Vorratsabbau beim Nadelholz (-0,17 Mio. m<sup>3</sup>) ein deutlicher Vorratsaufbau beim Laubholz (+3,48 Mio. m<sup>3</sup>) gegenüber.

Bei der Vorratsgliederung in die verschiedenen Stärkeklassen lässt sich beim Nadelholz eine

deutliche Abnahme im schwachen und mittelstarken Bereich bei gleichzeitiger Zunahme im Starkholzbereich feststellen. Bei den Laubhölzern ist dagegen eine Zunahme über alle Durchmesserklassen mit Ausnahme des absoluten Schwachholzes festzustellen, d. h. die Tendenz geht eindeutig weg vom schwachen und mittelstarken Holz und hin zur verstärkten Bereitstellungsmöglichkeit von Starkholzsortimenten.

### 3.2.4 Zuwachs versus Nutzung zwischen 1987 und 2002

Eine Betrachtung der durchschnittlichen Zuwächse und Nutzungen im Zeitraum 1987 bis

2002 verdeutlicht die Ergebnisse der Vorratsentwicklung.

**Tab. 11: Mittlerer jährlicher Zuwachs (1 000 m<sup>3</sup> EFm o. R.)**

Baumarten-Gruppe	Staatswald	Körperschaftswald	Privatwald	Insgesamt
Fichte	122	171	775	1.068
Sonstige Nadelbäume	26	36	64	127
Buche	34	57	111	201
Sonstige Laubbäume	25	18	63	106
<b>Insgesamt</b>	<b>207</b>	<b>282</b>	<b>1.013</b>	<b>1.502</b>

**Tab. 12: Mittlere jährliche Nutzung (1 000 m<sup>3</sup> EFm o. R.)**

Baumarten-Gruppe	Staatswald	Körperschaftswald	Privatwald	Insgesamt
Fichte	99	204	810	1.114
Sonstige Nadelbäume	13	23	50	86
Buche	21	34	61	116
Sonstige Laubbäume	10	6	21	38
<b>Insgesamt</b>	<b>144</b>	<b>268</b>	<b>943</b>	<b>1.355</b>

Bei der Fichte steht ein Zuwachs von 1,068 Mio. m<sup>3</sup> einer Nutzung von 1,114 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr entgegen. Dies ist in erster Linie die Folge der beiden Orkane und der nachfolgenden Borkenkäferschäden, aber auch ein Effekt der offensiven Holznutzung in Zeiten guter Marktlage. Letztere betrifft die in diesem Zeitraum durchgeführten Pflegeeingriffe und Durchforstungen im schwach- und mittelstarken Bereich, die aus waldbaulichen Überlegungen als Bestandsstabilisierung positiv zu werten sind. Bei den sonstigen Nadelbäumen und allen Laubhölzern liegt dagegen die Nutzung im Zeitraum 1987 bis 2002 unter den Zuwachsraten, so dass hier die Vorratsanrei-

cherung nachvollziehbar wird. Die Gesamtrendenzen Zuwachs versus Nutzung in der Region sind in allen Besitzarten wieder zu finden. Die Übernutzung bei der Fichte ist insbesondere im Körperschaftswald und im Privatwald, und hier im größeren Privatwald festzustellen, während der Staatswald unter dem Zuwachsniveau genutzt hat. Bei den anderen Nadelbaumarten und bei allen Laubbaumarten liegt die Nutzung bei allen Waldbesitzarten unter dem Zuwachs, wobei insbesondere der Privatwald und hier der kleinere Privatwald die Nutzungsmöglichkeiten nicht ausgeschöpft hat.

### 3.2.5 Holzaufkommen Schätzung 2003 bis 2017

Die Holzaufkommensprognose der FVA auf Basis BWI II ergibt für die Region Bodensee-Oberschwaben ein Nutzungspotenzial von

insgesamt 1.233 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr, d. h. etwa 120.000 m<sup>3</sup> weniger als in der vergangenen Periode tatsächlich genutzt wurde.

**Tab. 13: Sortiment**

Baumarten-Gruppe	Stammholz (L1b-L6)	Industrieholz	Nicht verw. Derbholz	Insgesamt
Fichte	674	70	39	784
Sonstige Nadelbäume	89	10	5	104
Buche	121	76	19	216
Sonstige Laubbäume	54	58	18	129
<b>Insgesamt</b>	<b>938</b>	<b>214</b>	<b>82</b>	<b>1.233</b>

**Tab. 14: Aufteilung des Gesamtpotenzials auf Waldeigentumsarten**

Baumarten-Gruppe	Staatswald ein-schl. Bundeswald	Körperschaftswald	Kleinprivatwald (bis 5 ha)	Mittl. Privatwald (über 5 bis 200 ha)	Großprivatwald (über 200 ha)
Fichte	95	113	211	108	257
Sonstige Nadelbäume	25	25	19	10	26
Buche	33	48	34	19	81
Sonstige Laubbäume	27	20	29	19	34
<b>Insgesamt</b>	<b>181</b>	<b>206</b>	<b>293</b>	<b>156</b>	<b>397</b>

Bei der Fichte ist ein starker Rückgang des Nutzungspotenzials zu erkennen, der sich insgesamt auf 330.000 m<sup>3</sup> pro Jahr beläuft und der insbesondere den Körperschaftswald und den Großprivatwald betrifft, während der kleinere Privatwald und abgeschwächt auch der mittlere Privatwald höhere Nutzungsmöglichkeiten aufweisen. Das Nutzungspotenzial liegt bei den sonstigen Nadelbaumarten in geringerem Umfang und bei den Laubbäumen in deutlichem Umfang über der realisierten Nutzung

der vergangenen 15 Jahre. Die möglichen Nutzungssteigerungen betreffen hier sowohl den Staatswald (alle Baumartengruppen, außer Fichte), den Körperschaftswald (insbesondere Laubholz) und den Privatwald (Laubholz). Bei einer genauen Betrachtung der Gruppe der Privatwälder fallen erhöhte Nutzungsmöglichkeiten im Kleinprivatwald und mittleren Privatwald (Schwerpunkt sonstige Laubhölzer) und im Großprivatwald (Schwerpunkt Buche) auf.

### 3.2.6 Fazit

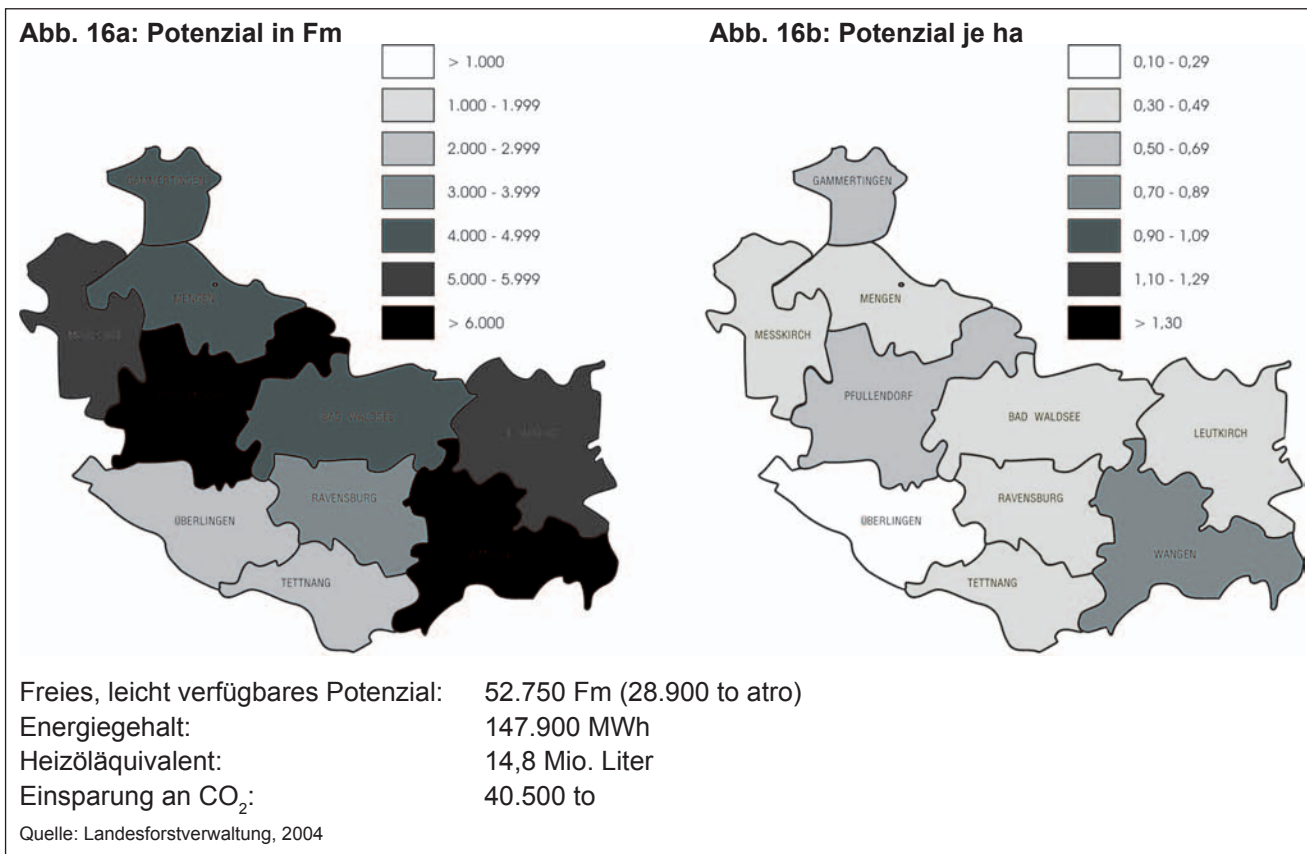
Das Gesamtpotenzial der Holznutzungen in der Region Bodensee-Oberschwaben nimmt insgesamt ab. Der Rückgang resultiert aus einer gravierenden Absenkung der nutzbaren Masse bei der Baumart Fichte und einer deutlichen Zunahme im Bereich des Laubholzes. Daher müssen sich alle Überlegungen zur Energieholznutzung auf die letztgenannten Baumartengruppen konzentrieren, da die Nadelhölzer wohl ganz überwiegend der höherbewerteten stofflichen Verwertung zugeführt werden. Die Besitzaufgliederung der Nutzungsmöglichkeiten im Bereich der für die Energieholznutzung prädestinierten Laubhölzer zeigt, dass erhebliche Anteile im Privatwald stehen, und zwar sowohl im kleineren als auch im größeren Privatwald. Bei der Realisierung dieser Nutzungsmöglichkeiten wird der Kleinprivatwald, wie später noch dargelegt werden wird, allerdings die schwierigste Besitzart darstellen.



### 3.3 Energieholzpotenziale in der Region Bodensee-Oberschwaben

Auf der Basis der Nutzungsprognose der FVA hat die Abt. Forstdirektion ihre Prognose aus dem Jahr 2003 nochmals überarbeitet. Die

Prognose wird getrennt nach Energieholzpotenzialen aus Derbholz im Reisig und stofflich verwertbaren Sortimenten.



#### 3.3.1 Energieholzpotenziale aus Derbholz im Reisig

Die seitherigen Überlegungen gingen davon aus, dass die Bereitstellung von Energieholz ausschließlich aus Holz durchgeführt wird, das keiner stofflichen Verwertung zugeführt werden kann, da hierfür kein Abnehmer vorhanden ist und/oder die Nutzung keinen positiven Deckungsbeitrag erwarten lässt.

Die Berechnung des Energieholzpotenzials folgt vergleichbar mit den Überlegungen aus dem Jahre 2003 folgenden Prämissen:

- Grundlage ist die Nutzungsprognose auf Basis BWI II, Anteil Derbholz im Reisig.
- Es erfolgt ein Zuschlag für die Nutzung von Holz unterhalb der Derbholzgrenze von

7 cm, das erfahrungsgemäß bei einer Energieholzbereitstellung mit erfasst wird. Der Zuschlag wird analog vergleichbarer Untersuchungen auf 4,2 % beim Nadelholz und 7,5 % beim Laubholz bezogen auf das Gesamtnutzungspotenzial festgelegt.

- Für nicht befahrbare Lagen (Steilhänge, fehlende Tragfähigkeit des Untergrunds) wird das Nutzungspotenzial um 20 % verringert.
- Der aus der besitzartenspezifischen Auswertung dem Kleinprivatwald zugeordnete Anteil wird komplett aus den Überlegungen herausgenommen. Obwohl der Kleinprivatwald mit seinen Strukturproblemen weiterhin im Fokus forstpolitischer Überlegungen



steht, hat sich die Abt. Forstdirektion aus folgenden Gründen zu dieser Vorgehensweise entschlossen:

- a) Ein erheblicher Anteil Derbholzes im Reisig wird im Kleinprivatwald zur eigenen Brennholzversorgung genutzt oder anderweitig vermarktet.
- b) Der Anteil der Kleinprivatwaldbesitzer, die ihren Wald nicht mehr forstlich oder in völlig anderer Weise bewirtschaften, nimmt zunehmend eine größere Bedeu-

tung ein. Daher ist eine realistische Einschätzung des Verhaltens der Eigentümer nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt möglich.

- Vom errechneten Nutzungspotenzial wird ein geschätzter Anteil von 15.000 m<sup>3</sup> (entspricht ca. 60 % der im Jahr 2003 seitens der Forstämter gemeldeten Brennholzsortimente) als Selbstwerbung von Reisschlägen durch die örtliche Bevölkerung abgezogen.

**Tab. 15: Energieholzpotenziale aus Derbholz im Reisig in der Region Bodensee-Oberschwaben**

Baumart	Nutzungspotenzial insgesamt (alle Sorten) in FM	Potenzial Derbholz i. R. in FM	Zuschlag Derbholz < 7 cm, NH: 4,2 %, LH: 7,5 % des Gesamtpotenzials in FM	Summe 1 Derbholz in FM
<b>Fichte</b>	784.000	39.000	32.928	71.928
<b>sonst. NB</b>	104.000	5.000	4.368	9.368
<b>Summe NB</b>				
<b>Buche</b>	216.000	19.000	16.200	35.200
<b>sonst. LB</b>	129.000	18.000	9.675	27.675
<b>Summe LB</b>				

Baumart	Abschlag Gelände 20 % in FM	Summe 2 Derbholz in FM	Anteil KPW in %	Anteil KPW in FM	Summe 3 Derbholz in FM
<b>Fichte</b>	14.386	57.542	26,9	15.479	42.063
<b>sonst. NB</b>	1.874	7.494	18,3	1.371	6.123
<b>Summe NB</b>					<b>48.186</b>
<b>Buche</b>	7.040	28.160	15,7	4.421	23.739
<b>sonst. LB</b>	5.535	22.140	22,5	4.982	17.158
<b>Summe LB</b>					<b>40.897</b>

Insgesamt ergibt sich aus den Überlegungen ein nutzbares, freies Potenzial für Energieholzzwecke von ca. 43.000 Fm Nadelholz und 31.000 Fm Laubholz, zusammen 74.000 Fm. Dieses Ergebnis liegt zwischen der Potenzialstudie der Forstdirektion Freiburg aus dem Jahre 2000 und der Einschätzung der Forstämter von 2003, allerdings ist eine deutliche Verschie-

bung hin zum Laubholz feststellbar, was den geänderten Nutzungspotenzialen der einzelnen Baumartengruppen aus der Prognose der FVA entspricht.

Das Energieholzpotenzial Derbholz in Reisig entspricht somit ca. 40.000 to atro und könnte theoretisch ca. 20 Mio. Liter Heizöl ersetzen.

	Nadelholz	Laubholz	Summe	
<b>Energiepotenzial aus Derbholz in FM</b>	48.186	40.897	89.083	
<b>Abzügl. Selbstwerbung Reisschlag insg. 15.000 FM (= 60 % Brennholzlieferung, 1/3 NH, 2/3 LH)</b>	5.000	10.000	15.000	
<b>Nutzbares, freies Potenzial in FM</b>	43.186	30.897	74.083	
<b>Nutzbares, freies Potenzial in to atro</b>	19.630	20.298	39.928	
	Energiegehalt in Mwh		204.431	(1 kg = 5,12 kWh)
	Heizöläquivalent in Mio. Liter		20,44	
	Einsparung CO <sub>2</sub> in to		56.014	

### 3.3.2 Energieholzpotenzial aus stofflich verwertbaren Sortimenten

Über die seitherigen Überlegungen hinaus wurde auch die Nutzung stofflich verwertbarer Sortimente in die Überlegungen einbezogen. Dies erfolgt auf Grund der Tatsache, dass insbesondere im Laubholzbereich die Prognose der FVA eine erhebliche Nutzungssteigerung aufzeigt, die einerseits waldbaulich durchaus angebracht erscheint, andererseits jedoch auf einen zunehmend mengenmäßig unflexiblen Markt trifft. Die Überlegung geht davon aus, dass unter gewissen Prämissen die Nutzung schlechter Stammholzsortimente und Industrieholz als Energieholz eine Alternative darstellen könnte, um in Zeiten begrenzten Mengenabsatzes waldbaulich sinnvolle Maßnahmen umzusetzen.

Die Herleitung der Potenziale folgt folgenden Prämissen:

- Nachdem bei den Nadelholzarten, insbesondere bei der Fichte, die Nutzungspotenziale deutlich unter den realisierten Nutzungen der vergangenen Periode liegen, wurden beide Baumartengruppen bei den weiteren Überlegungen ausgespart.
- Grundlage ist die Nutzungsprognose auf Basis BWI II, Anteil Stamm- und Industrieholz im Bereich der Laubholzarten.
- Vom theoretischen Potenzial wurde die Nutzung aus den Jahren 1987 bis 2002 abgezogen, da unterstellt wurde, dass diese Nutzungshöhe in etwa der verkaufsfähigen Mengen im Bereich der Region entspricht.
- Für nicht befahrbare Lagen wurde wiederum 20 % des Gesamtpotenzials abgezogen.
- Der Anteil des Kleinprivatwaldes wurde analog der vorherigen Berechnung aus den Überlegungen herausgenommen.

Aus den Überlegungen ergibt sich ein theoretisch nutzbares Energieholzpotenzial von insgesamt 41.700 Fm Stammholz (23.100 Fm Bu, 18.600 Fm sonstige Laubbäume) und 34.500 Fm Industrieholz (14.300 Fm Bu, 20.200 Fm sonstige Laubbäume).

Hieraus errechnet sich ein Gesamtpotenzial für die Buche von 37.400 Fm oder 25.000 to atro sowie 38.800 Fm sonstige Laubbäume oder 24.000 to atro, also insgesamt 76.200 Fm oder 49.200 to atro, was nochmals einer Einsparung von ca. 25 Mio. Liter Heizöl theoretisch entspricht.

Die Überlegungen zur Energieholznutzung aus stofflich verwertbaren Sortimenten zeigen jedoch auch, dass die potenziellen Nutzungen zu etwa 46 % im öffentlichen Wald, zu 54 % jedoch im Privatwald und hier insbesondere im Großprivatwald (39 %) stehen.

### 3.3.3 Fazit

Auf der Basis der Prognose der FVA über mögliche Holznutzungen für die Jahre 2003 bis 2017 ergibt sich ein theoretisch frei verfügbares Energieholzpotenzial von insgesamt 43.000 Fm Nadelholz als Derbholz im Reisig (entspricht 19.630 to atro) sowie 107.000 Fm Laubholz über alle Sortimente hinweg (entspricht 69.480 to atro) also insgesamt ca. 89.100 to atro, was einer theoretischen Einsparung von 45,6 Mio. Liter Heizöl entspricht. Über die Realisierbarkeit einer solchen Überlegung sagt jedoch diese Mengenaussage eines theoretischen Potenzials nichts aus!

## 3.4 Realisierung des Energieholzpotenzials

Die mögliche Realisierung der theoretischen Energieholzmenge wird neben allen persönlichen, subjektiven Entscheidungsgrundlagen

der Waldbesitzer von den drei hauptsächlichen Faktoren Preisgestaltung, Deckungsbeitrag und Logistik bestimmt werden.

### 3.4.1 Preisgestaltung

Gegenüber der Prognose aus dem Jahre 2003 geht die Forstdirektion dieses Mal davon aus, dass auch klassisch stofflich verwertbare Sortimente mit in den Energieholzbereich integriert werden, die sich nach hiesiger Einschätzung in ihrer Gesamtmenge nicht verwerten lassen und daher ungenutzt im Wald verbleiben würden und zu Humus zerfallen. Daraus folgt, dass der Waldbesitzer durch die Bereitstellung von Energieholz in keinsten Weise ein „Abfallproblem“ lösen will, sondern gezielt ein marktfähiges Produkt zur Verfügung stellt!

Nachdem die Hauptüberlegungen in den Bereich „Energieholz aus Laubholz“ zielen, sind die dort heute gültigen Preise als Anhaltspunkte zu nutzen:

- Industrieholz Buche  
23,5 €/Fm  $\triangleq$  35,3 €/to atro
- Industrieholz Sonstige Laubbäume  
20,6 €/Fm  $\triangleq$  33,0 €/to atro
- Buchen-Palette  
30,0 €/Fm  $\triangleq$  45,0 €/to atro
- Buchenstammholz, Güteklasse C  
35,0 €/Fm  $\triangleq$  52,5 €/to atro

Als Sonderfall könnte die Bereitstellung von Fichtenindustrieholz aus Gipfelaufbereitung ins-

besondere bei Borkenkäferbefall eine gewisse Rolle spielen, wobei dieses Holz überwiegend in der Spanplattenindustrie eingesetzt wird.

- Industrieholz Fichte, nicht schleiffähig  
18,2 €/Fm  $\triangleq$  40,0 €/to atro

Zur erforderlichen langfristigen Versorgung von Heizwerken mit Energieholz hält das Referat Holzvermarktung der Forstdirektion als Mischpreis über alle Sortimente einen Betrag von 40,0 €/to atro für an die Waldstraße gerücktes Rohholz für unerlässlich.

Dies entspricht im Laubholzbereich einem Preis von 25,0 bis 27,0 €/Fm bzw. bei der Fichte einem Preis von ca. 18,0 €/Fm.

Unter der Bedingung, dass bei einer Energieholznutzung auch Sortimente verwendet werden können, die sonst als Resthölzer im Wald verbleiben (Derbholz im Reisig, gewisse Mengensätze unter der Derbholzgrenze), erscheint dieser Preis unter Beachtung der heute gültigen Alternativpreise als Minimum, um Waldbesitzer überhaupt zur Bereitstellung dieses Produktes zu veranlassen. Niedrigere Preisvorstellungen der Abnehmer werden langfristig nicht zum Erfolg hinsichtlich einer deutlichen Bereitstellung von Energiehölzern führen.

Tab. 16: Stammholz-Potenzial in 1.000 EFm o. R.

Gesamt- potenzial	Anteile (analog Gesamtnutzung)			Nutzungs- menge in 1987-2002	Differenz 1 Potenzial / Nutzung	Abschlag Ge- lände 20 % am Gesamt- potenzial	Differenz 2 Potenzial / Nutzung	Anteil KPW in %	Anteil KPW	Differenz 3 ohne KPW	
	SW	KW	MPW								GPW
	KW	KPW	MPW								GPW
Fichte	674	81,6	97,1	181,3	93,0	221,1	958	-284			
sNB	89	21,3	21,3	16,3	8,5	22,2	74	15			
<b>Σ NB</b>	<b>763</b>	<b>102,9</b>	<b>118,4</b>	<b>197,6</b>	<b>101,5</b>	<b>243,3</b>	<b>1.032</b>	<b>-269</b>			
Buche	121	18,5	26,9	19,0	10,6	45,4	65	56	8,7	23,1	
sLB	54	12,2	8,3	12,1	7,9	14,2	16	38	22,5	18,6	
<b>Σ LB</b>	<b>175</b>	<b>30,7</b>	<b>35,2</b>	<b>31,1</b>	<b>18,5</b>	<b>59,6</b>	<b>81</b>	<b>94</b>	<b>17,3</b>	<b>41,7</b>	

Tab. 17: Industrieholz-Potenzial in 1.000 EFm o. R.

Gesamt- potenzial	Anteile (analog Gesamtnutzung)			Nutzungs- menge in 1987-2002	Differenz 1 Potenzial / Nutzung	Abschlag Ge- lände 20 % am Gesamt- potenzial	Differenz 2 Potenzial / Nutzung	Anteil KPW in %	Anteil KPW	Differenz 3 ohne KPW	
	SW	KW	MPW								GPW
	KW	KPW	MPW								GPW
Fichte	70	8,5	10,1	18,3	9,7	23,0	100	-30			
sNB	10	2,4	2,4	1,8	1,0	2,5	8	-2			
<b>Σ NB</b>	<b>80</b>	<b>10,9</b>	<b>12,5</b>	<b>20,1</b>	<b>10,7</b>	<b>25,5</b>	<b>108</b>	<b>-32</b>			
Buche	76	11,6	16,9	11,9	6,7	28,5	41	35	15,2	14,3	
sLB	58	12,1	9,0	13,1	8,3	15,3	17	41	22,5	20,2	
<b>Σ LB</b>	<b>134</b>	<b>23,7</b>	<b>25,9</b>	<b>25,0</b>	<b>15,0</b>	<b>43,8</b>	<b>58</b>	<b>76</b>	<b>14,7</b>	<b>34,5</b>	

Tab. 18: Energieholzpotenziale aus stofflich verwertbaren Sortimenten in der Region Bodensee-Oberschwaben

Gesamt- potenzial in 1.000 EFm o. R	Anteile (analog Gesamtnutzung) in 1.000 EFm o. R				Gesamt- potenzial in to atro	Energieinhalt in Mwh (1 kg = 5,12 Kwh)	Heizöl- äquivalent in Mio. Liter	Einsparung CO <sub>2</sub> in to	
	SW	KW	KPW	MPW					GPW
	KW	KPW	MPW	GPW					GPW
Buche	37,4	6,7	10,2	-	3,7	16,8	24.933		
sLB	38,8	10,5	7,8	-	7,4	13,1	24.250		
<b>Σ LB</b>	<b>76,2</b>	<b>17,2</b>	<b>18,0</b>	<b>-</b>	<b>11,1</b>	<b>29,9</b>	<b>251.817</b>	<b>68.998</b>	

### 3.4.2 Deckungsbeitrag

Neben der reinen Erlösseite ist für den Waldbesitzer die Frage entscheidend, welcher Deckungsbeitrag, d. h., der Reinerlös errechnet aus Verkaufserlösen abzüglich Erntekosten, durch die Maßnahme erreicht werden kann.

Vergleicht man den geforderten Preis von 40 €/to atro mit den Kosten möglicher Aufarbeitungsvarianten (siehe Tab. 19), so zeigt sich, dass nur bei einem Teil der Holzernteverfahren das potenzielle Energieholz kostendeckend bzw. mit Gewinn seitens des Waldbesitzers aufzubereiten ist (Preis Laubholz 25 bis 27 €/Fm, Fichte ca. 18 €/Fm).

Es sind dies folgende Verfahren:

- Motormanuelle Bereitstellung Laub-Industrieholz
- Tragschlepperverfahren bei Laubholz
- Teilmechanisierte Verfahren bei mittelstarkem Laubholz
- Vollmechanisierte Verfahren bei Laub-Industrieholz
- Spezielle Energieholzverfahren im Laubholz.

Die Bereitstellung von Fichtenenergieholz lässt sich in keinem bekannten Verfahren kostendeckend darstellen.

### 3.4.3 Fazit

Aus Sicht eines Waldbesitzers ergibt nur die Bereitstellung von Laubenergieholz als Konkurrenzprodukt zur Bereitstellung von Industrieholz und schlechten Stammholzsortimenten überhaupt die Chance eines positiven Deckungsbeitrages. Auch dies unterstreicht die Bedeutung eines angemessenen Preises.

### 3.4.4 Bereitstellungslogistik

Nach Vorstellung der Forstdirektion kann es nur die Aufgabe des Waldbesitzers sein, das Energieholz an der Waldstraße bereitzustellen. Weitergehende Aufbereitungsschritte bis hin zur Versorgung der Endverbraucher müssen im Bereich unternehmerischen Handelns liegen.

Aus forstlicher Sicht haben die Bereitstellungssysteme folgenden Grundanforderungen zu genügen:

- a) Es ist auszuschließen, dass einzelne Abnehmer von Energiehölzern aus den bereitgestellten Mengen die darin enthaltenen Stammholzsortimente heraus-sortieren, um diese höherpreislich weiter zu vermarkten. Eine solche Vorgehensweise würde den Stammholzpreis bei Laubholz nachhaltig schädigen, daher den Waldbesitz in seiner Gesamtheit betreffen und unweigerlich zum Verzicht auf jegliche Energieholzbereitstellung führen.

Das Problem lässt sich dadurch vermeiden, dass Energiehölzer nach ihrer Bereitstellung über den Sommer hinweg im Wald gelagert werden, was zusätzlich zu einer deutlichen Abtrocknung und damit Reduktion der Transportkosten / Erhöhung des Heizwertes führt.

- b) Dagegen müssen Energiehölzer als Nadelholz, insbesondere aus Fichte, aufgrund der Forstschutzsituation entweder zeitnah verarbeitet oder auf zentrale Lagerplätze deutlich außerhalb des Waldes verbracht werden.
- c) Die Mengenfeststellung bei Energieholz sollte grundsätzlich über das Gewicht des absolut trockenen Holzes erfolgen, da klassische Vermessungsverfahren für Stamm- und Industrieholz so aufwendig sind, dass sie die Kostensituation deutlich negativ beeinflussen und somit den Deckungsbeitrag in vielen Fällen unter

ein vertretbares Niveau drücken. Dies setzt voraus, dass entsprechende Anlagen zum Verwiegen der Transportfahrzeuge bzw. zur Festlegung des Wassergehaltes vorhanden sind (analog Industrieholzvermarktung). Bei einer Hackung an der Waldstraße wäre auch die Abrechnung über Volumen Schüttraummeter Hackschnitzel und Feststellung des Wassergehaltes möglich (Umrechnungsfaktor laut Literatur beim Nadelholz: 1 to atro = 6,8 srm, Laubholz: 1 to atro = 4,5 srm).

Aus den Überlegungen zur Bereitstellungslogistik ergeben sich folgende Preise frei Heizwerk (Unterlagen KWF):

- Rohholzpreis lt. Forderung der Forstdirektion 40 €/to atro
- Kosten für das Hacken mit einem Mobilhacker auf der Waldstraße je nach Stärke des vorhandenen Rohholzes und eingesetzter Technik, bei stärkeren Laubhölzern und starkem Hacker 20 €/to atro, bei Fichtenschwachholz und kleinerer Maschine 35 €/to atro
- Zwischentransport der Hackschnitzelcontainer mit einem Dumper, sofern auf der Waldstraße eine Beladung der Transport-LKW's mit Containern nicht möglich ist 3-4 €/to atro

- Transport ins Heizwerk (unterstellt 2,50 € je srm bei 30 km Entfernung lt. Literaturangaben) bei Laubholz 11 €/to atro, bei Nadelholz 7 €/to atro

Hieraus ergeben sich Gesamtkosten je nach System und bereitgestellten Holzsortimenten, die etwa zwischen 70 und 95 €/to atro frei Heizwerk liegen.

Alternativ hierzu ist auch vorstellbar, das Rohholz mit dem LKW auf große zentrale Plätze / Hackschnitzellager zu verbringen, wo es durch entsprechend leistungsstarke stationäre oder auf LKW aufgebaute Hacker weiterverarbeitet wird. Dies bedeutet einerseits direkte Kosten durch den Rohholztransport von ca. 10 €/to atro bei einer Transportentfernung von ca. 20 bis 25 km, führt jedoch andererseits sicherlich zu geringeren Hackerkosten (Leistung Hacker: 25 srm/Std. bei kleiner Anhängemaschine bis 250 srm/Std. bei auf LKW aufgebauter Großmaschine) bzw. zum Verzicht eines an der Waldstraße zumindest teilweise erforderlichen Zwischentransports mit dem Dumper, so dass sich in der Gesamtsumme insbesondere bei Laubholzbereitstellung ein Preis ergeben wird, der ähnlich dem niedrigeren Preis bei der Verarbeitung innerhalb des Waldes liegt.

### 3.4.5 Fazit

Beim unterstellten Erlös für den Waldbesitzer von 40 €/to atro frei Waldstraße lassen sich Energieholzkosten frei Abnehmerstelle Heizwerk von ca. 70 bis max. 95 €/to atro vermuten.

### 3.5 Zusammenfassung

Auf der Basis der Holznutzungsprognose der Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt zur Bundeswaldinventur II ergibt sich für die Region Bodensee-Oberschwaben ein theoretisches Energieholzpotenzial aus Derbholz im Reisig bzw. stofflich verwertbaren Laubholzsortimenten von insgesamt ca. 89.000 t atro.

Bei seitens der Forstdirektion geforderten Erlösen von 40 €/to atro über alle Sortimente hinweg zeigt sich, dass sich für den Waldbesitzer ausschließlich die Nutzung von Laubholz zum Zwecke der Energieholzbereitstellung betriebswirtschaftlich rechnet, so dass Nadelhölzer mit Ausnahme von marginalen Mengen aus den Überlegungen ausgeklammert werden können.

Die Forstdirektion ist daher der Auffassung, dass Bereitstellungsschwerpunkte insbesondere im Bereich der Landkreise Sigmaringen und Bodenseekreis sowie in laubholzreicheren Teilbereichen des Landkreises Ravensburg überlegenswert erscheinen. Der typisch nadelholzgeprägte östliche Teil des Landkreises Ravensburg dürfte für die Überlegungen eine nicht ausreichende Rohstoffgrundlage bieten.

Durch die Schwerpunktsetzung beim Laubholz und die räumliche Konzentration auf Teilbereiche der Region Bodensee-Oberschwaben reduziert sich das mögliche Energieholzpotenzial nochmals und dürfte geschätzt bei ca. 60.000 bis max. 70.000 to atro pro Jahr liegen. Eine theoretisch mögliche Bereitstellung aus dem Kleinprivatwald ist hierbei nicht einbezogen, da sie nur bei entsprechend interessantem Preis und Absatzmodalitäten überhaupt vorstellbar erscheint.



Tab. 19: Kosten für die Bereitstellung von Energieholz		Geschätzte Kosten in € je EFm o. R. frei Waldstraße		
Bereitstellungsvariante	Arbeitsschritte	Schwachholz BHD < 20 cm	Mittelstarkes Holz BHD 20-35 cm	Starkholz BHD > 35 cm
<b>Motormanuelle Verfahren</b>				
Motormanuelle Bereitstellung Fichte - IL	Fällen, Grobentasten, Zopfen mit EMS; Rücken mit Seilschlepper	30-50	20-30	
Motormanuelle Bereitstellung Buche - IL	Fällen, Grobentasten, Zopfen mit EMS; Rücken mit Seilschlepper	20-30		
Tragschlepperverfahren Buche	Fällen, Grobentasten, Zopfen mit EMS, Vorliefern mit Seilwinde oder Pferd, Rücken mit Tragschlepper		25	20
<b>Teilmechanisierte Verfahren</b>				
Teilmechanisierte Bereitstellung Fichte – oder Buche – IL, Seillinienverfahren	Kombiniertes Aufarbeiten (Fällen, Grobentasten, Zopfen), Vorliefern im 1-Mann-Seillinienverfahren, Rücken mit Zangen- oder Tragschlepper	35-45 (Fichte / Buche)	25-35 (Fichte)	
Teilmechanisierte Bereitstellung Buche – IL, mod. Goldberger Verfahren	Kombiniertes Aufarbeiten (Fällen, Grobentasten, Zopfen), Rücken (Seilschlepper) im 2-Mann-Seillinienverfahren	25-40	20-25	
<b>Vollmechanisierte Verfahren</b>				
Vollmechanisierte Bereitstellung von Fichte – IL	Aufarbeitung (Fällen, Entasten, Zopfen) durch Kranvollerlmer, Rücken mit Tragschlepper	20-30		
Vollmechanisierte Bereitstellung von Buche – IL	Aufarbeitung (Fällen, Entasten, Zopfen) durch Kranvollerlmer, Rücken mit Tragschlepper	25	20-25	
<b>Kombinierte Verfahren</b>				
Kombinierte Bereitstellung von Fichte – IL, Rückegassenabstand > 20 m	Seilunterstütztes Fällen, Vorliefern der Zwischenfelder, vollmechanisierte Aufarbeitung der Kranzone und der vorgelieferten Stämme mit Vollerlmer, Rücken mit Tragschlepper	30-45		
Kombinierte Bereitstellung von Fichte – IL, Rückegassenabstand > 20 m	Fällen, Vorliefern der Zwischenfelder mit Pferd, vollmechanisierte Aufarbeitung der Kranzone und der vorgelieferten Stämme mit Vollerlmer, Rücken mit Tragschlepper	25-35		
<b>Energieholzverfahren</b>				
Bereitstellung von Energieholz Fichte / Kiefer aus Jungbeständen	Fällen, Grobentasten, Zopfen / Vorliefern mit Seilwinde, Rücken mit Zangenschlepper	30-35		
Bereitstellung von Energieholz aus Fichtenkronen	Grobentastung, Zopfen der Krone von stärkeren Fichten Rücken mit Tragschlepper oder Rückewagen	30-40		
Bereitstellung von Energieholz aus Laubstarkholz	Motormanuelles Fällen und Aufarbeiten des Laubstarkholzes, Führen von wenigen Trennschnitten in der Krone (EMS oder Kappsäge an Tragschlepper) Rücken mit Tragschlepper			20
Bereitstellung von Energieholz aus Erschließung von Laubholzjungbeständen	Anlage der Rückegassen mit Vollerlmer, Rücken mit Tragschlepper	25		
Bereitstellung von Energieholz aus Laubholz an Rückegasse	Motormanuelles Fällen und Aufarbeiten des Laubstarkholzes, Führen von wenigen Trennschnitten in der Krone (Hacken auf der Rückegasse)			30 (incl. Hacken)

Quelle: Holzernverfahren nach Kuratorium Waldarbeit und Forsttechnik (KWF), auf geringere Entastungsqualität gutächtlich angepasst, Spezielle Energieholzerntverfahren nach KWF



## 4 Potenzialabschätzung für den Bereich Biogas Oberlandwirtschaftsrat Franz Pfau

Übergebietlicher Biogasberater für die Regierungsbezirke Tübingen und Freiburg bei der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf, Tel.: 07525 / 942-357; Fax: - 370  
E-mail: Poststelle@lvvg.bwl.de

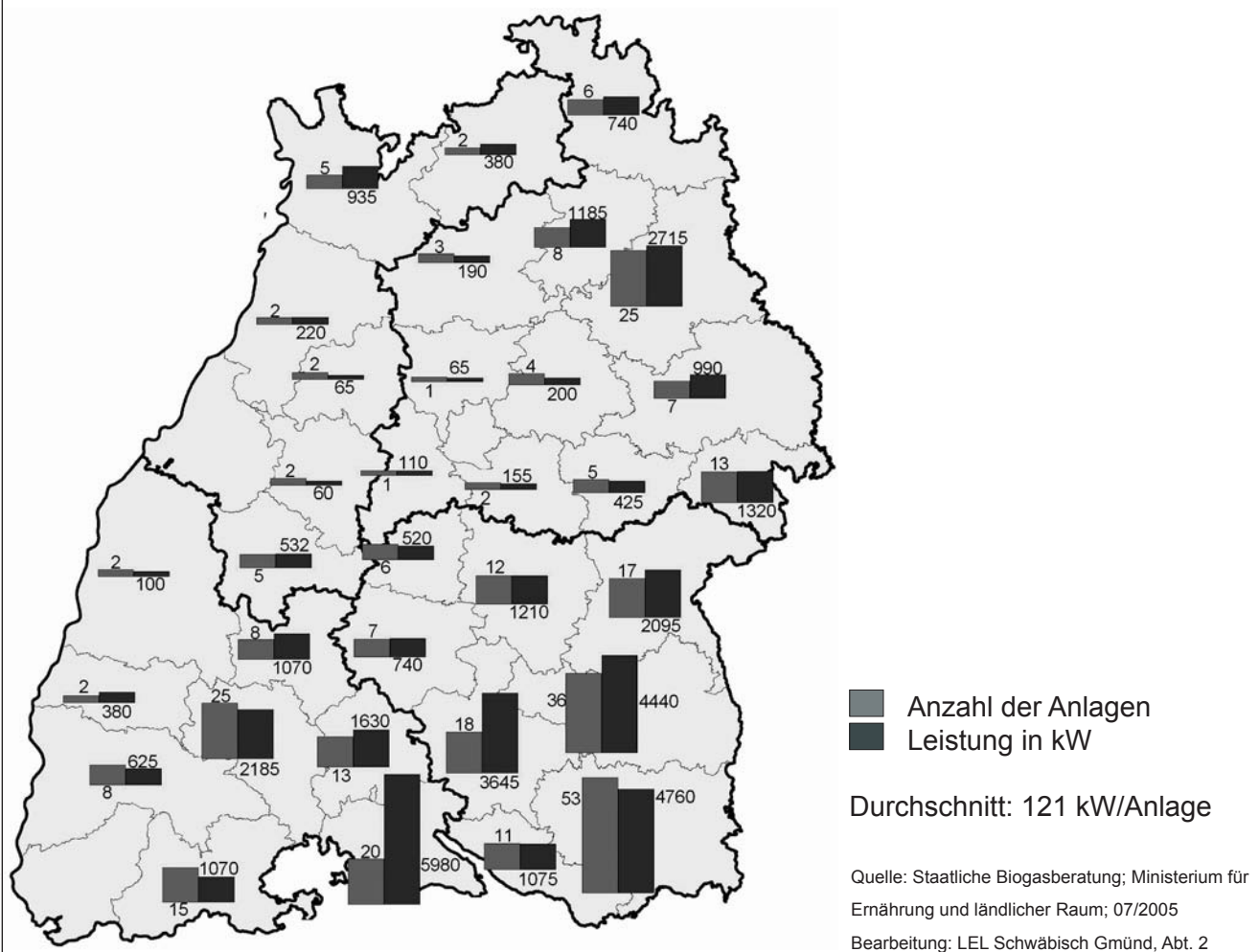
### 4.1 Allgemeine Aussagen zum Biogas - Erneuerbare Energie aus der Landwirtschaft

#### 4.1.1 Biogas - Grundlagen

Biogas gewinnt als regenerative Energiequelle immer mehr an Bedeutung. So hat die Anzahl der Biogasanlagen in der BRD seit der Einführung des Stromeinspeisegesetzes im Jahr 1991 nach Angaben des Fachverbandes Biogas von etwa 130 Anlagen im Jahr 1992 auf nunmehr etwa 2500 Anlagen im Jahr 2005 zugenom-

men. Weitere Anlagen sind in der Planung oder bereits im Bau. Im Land Baden-Württemberg waren zur Jahresmitte 2005 etwa 350 Anlagen in Betrieb. Im Gebiet des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben befanden sich zur Jahresmitte 2005 etwa 80 Biogasanlagen.

Abb. 17: Biogasanlagen in Betrieb in Baden-Württemberg 2005



In landwirtschaftlichen Biogasanlagen wird organische Substanz in einem mehrstufigen Vergärungsprozess durch Mikroorganismen zu Biogas abgebaut. Das Gas entsteht unter Licht- und Luftabschluss bei Gärtemperaturen von 35 - 55 °C. Biogas besteht aus energiereichem Methan ( $50 - 75 \% \text{CH}_4$ ), aus Kohlendioxid ( $25 - 50 \% \text{CO}_2$ ) sowie einem geringen Anteil an Spurengasen ( $< 1\% \text{H}_2\text{S}, \text{NH}_4$  u.a.). Je nach Methangehalt hat ein Kubikmeter Biogas einen spezifischen Energiegehalt von ca. 6 kWh/m<sup>3</sup>, was etwa 0,6 Litern Heizöl entspricht.

#### 4.1.2 Ökologische Vorteile

Bei der Verbrennung von Biogas im Motor des BHKW wird nur soviel CO<sub>2</sub> freigesetzt wie zuvor bei der Erzeugung der Biomasse in der Photosynthese gebunden wurde. Deshalb handelt es sich bei Biogas um eine regenerative Energiequelle, die fossile Energieträger ersetzen kann. Auch die sehr klimaschädlichen Methan- und Lachgas-Emissionen aus Güllelagern können durch die Biogastechnik reduziert werden.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die ausgefaulte Gülle in der Regel deutlich geruchsärmer

#### 4.1.3 Funktion einer Biogasanlage

Landwirtschaftliche Biogasanlagen bestehen in der Regel aus einer Vorgrube zur Erfassung und Mischung des Substrates, einem gasdichten und wärmeisolierten Gärbehälter (Fermenter) mit Heizung und Rührwerk, einem Gaslager (Foliensack) und einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmeenergieerzeugung. Für das ausgefaulte Gärsubstrat, das als wertvoller Wirtschaftsdünger auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen verwertet werden kann, wird zudem ein entsprechend dimensioniertes Gülle-Endlager benötigt.

Biogasanlagen werden überwiegend als Durchfluss-Fermenter betrieben. Dies bedeutet, dass täglich frisches Substrat zugegeben und dadurch ausgefaultes Material aus dem Fermenter verdrängt wird. Die theoretische

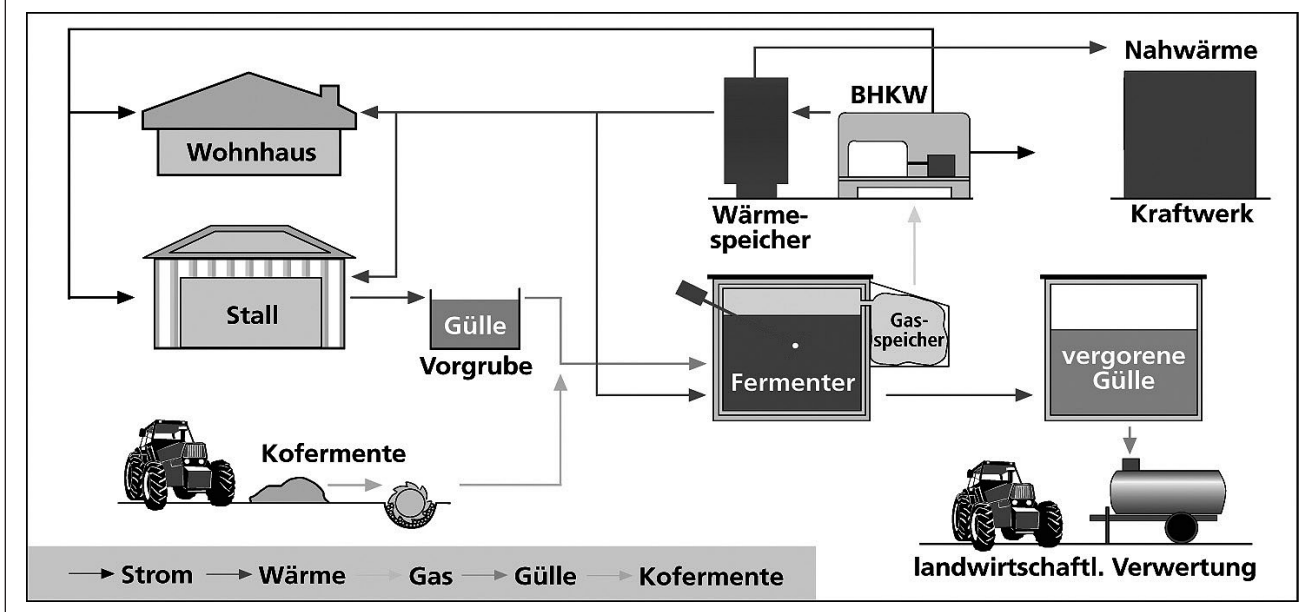
Als Ausgangsstoffe für die Vergärung werden heute neben Gülle und Festmist zunehmend auch Zusatzstoffe vom eigenen Betrieb wie Silomais, Grassilage und nachwachsende Rohstoffe von stillgelegten Flächen eingesetzt. Organische Reststoffe wie Gemüse- und Speiseabfälle, Rasenschnitt, Trester oder Fettabscheiderrückstände, werden wegen des im Jahr 2004 neu eingeführten „Nawaro-Bonus“ von zusätzlichen 6 ct/kWh nur noch in etwa 10 % der Biogasanlagen eingesetzt.

ist, und bei der Düngung, wegen der besseren Stickstoffverfügbarkeit von den Pflanzen schneller aufgenommen wird. Damit ist eine gezieltere Düngung (Kopfdüngung) besser möglich als mit herkömmlicher Gülle. Zudem ist die ausgefaulte Gülle durch den Abbau von organischer Substanz dünnflüssiger und besser homogenisierbar. Auch Krankheitserreger und Unkrautsamen werden, wie neuere Untersuchungen der Universität Hohenheim belegen, im Biogasfermenter weitgehend abgetötet.

Verweilzeit im Gärbehälter beträgt dabei etwa 40 - 100 Tage. Die Gärtemperatur sollte möglichst konstant gehalten werden. Zur Vermeidung von Schwimm- und Sinkschichten wird, insbesondere bei der Zugabe von faserigen Stoffen wie Gras oder Silagen, ein leistungsfähiges Rührwerk benötigt. Heute werden überwiegend Tauchpropeller- oder Haspelrührwerke eingesetzt.

Die zu erzielende Gasausbeute ist stark von Art und Menge des zugeführten Substrats abhängig und beträgt bei Rinder- und Schweinegülle etwa 20 - 30 m<sup>3</sup> Biogas pro m<sup>3</sup> Gülle. Deutlich höhere Gasmengen sind durch die Zugabe von vergärbare Biomasse wie frischem Grünschnitt, Silagen oder organischen Abfallstoffen zu erzielen.

Abb. 18: Funktionsweise einer Biogasanlage



Aus einem Kubikmeter Biogas können mit einem biogasbetriebenen Blockheizkraftwerk (BHKW) bei einem elektrischen Wirkungsgrad von etwa 35 % zirka 1,5 - 2,0 kWh elektrischer Strom erzeugt werden.

Mit der Gülle von 100 Kühen kann damit im Jahr etwa 100.000 kWh elektrische Energie er-

zeugt werden, die für den Bedarf von 30 - 40 Haushalten ausreicht. Die anfallende Abwärme von Motor und Auspuff kann zudem über Wärmetauscher zur Gärbehälterheizung sowie zur Heizung von Wohnhäusern oder Ställen verwendet werden.

## 4.2 Potenzialabschätzung für den Bereich Biogas

### 4.2.1 Stand der Biogasnutzung in der Region Bodensee-Oberschwaben (Nov. 2004)

In den Landkreisen Ravensburg (53), Sigmaringen (18) und Bodenseekreis (11) waren im Oktober 2005 insgesamt etwa 82 Biogasanlagen in Betrieb. Im Vergleich zur Gesamtzahl

der Biogasanlagen in Baden-Württemberg von etwa 350 Anlagen ist dies ein beachtlicher Anteil. Etwa 10 weitere Anlagen sind derzeit noch im Bau oder in der Genehmigungsphase.

### 4.2.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Biogasanlagen

Durch die Novellierung des „Erneuerbare Energien Gesetzes“ (EEG) im August 2004 haben sich die Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Betrieb landwirtschaftlicher Biogasanlagen deutlich verbessert.

Der Einspeisepreis für Strom aus Biogasanlagen wurde durch das neue Gesetz und ins-

besondere durch die Einführung des sogenannten „Nawaro-Bonus“ um 6 ct/kWh angehoben. Zusätzlich wurde die Grundvergütung von 10 ct auf 11,3 ct erhöht und ein weiterer Bonus für die Nutzung der anfallenden Abwärme (KWK-Bonus) eingeführt.

Die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage ist in hohem Maße von den einzelbetrieblichen Gegebenheiten abhängig. Insbesondere die Größe des Tierbestandes, die Art und Menge der vorhandenen Zusatzstoffe, die gegebene bauliche Situation und die mögliche Verwertung der anfallenden Wärme sind von Bedeutung.

Die Investitionskosten für eine landwirtschaftliche Biogasanlage mit 100 kW elektrischer Leistung liegen im Bereich zwischen 200.000 und 500.000 Euro (2005) und verursachen durch Zins und Abschreibungen relativ hohe Festkosten. Zudem ist aufgrund langer Laufzeiten und hoher thermischer Belastungen der BHKW-Technik mit relativ hohen Reparatur- und

Wartungskosten zu rechnen. Um einen wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage zu erreichen sind gute Gasausbeuten und eine solide Technik mit hohen Wirkungsgraden notwendig.

Wie Beispielsrechnungen zeigen, können Biogasanlagen unter den derzeitigen Rahmenbedingungen ab einer Tierbestandsgröße von etwa 100 Großvieheinheiten und einer guten Flächenausstattung kostendeckend betrieben werden. Soll eine Biogasanlage nennenswerte Gewinne abwerfen, sind größere Tierzahlen, weitere Kosubstrate oder eine überdurchschnittliche Verwertung der anfallenden Abwärme notwendig.

**4.2.3 Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe in der Region Bodensee-Oberschwaben**

Bedingt durch den Strukturwandel in der Landwirtschaft hat sich die Gesamtzahl der landwirtschaftlichen Betriebe in der Region Bodensee-Oberschwaben von 13.547 (1979) auf 7.485 (2003) in den letzten Jahren deutlich reduziert. Lediglich in der Gruppe der Betriebe mit mehr als 50 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) hat eine Zunahme von 146 Betrieben (1979) auf 927 Betriebe (2003) stattgefunden.

Deutlich zurückgegangen ist insbesondere die Zahl der Rinderhalter, die sich von 10.848 (1979) auf 4.199 Betriebe verringert hat. Gleich-

zeitig hat sich die Zahl der gehaltenen Tiere je Halter von durchschnittlich etwa 30 auf über 50 Rinder erhöht.

Betrachtet man die Entwicklung bei der landwirtschaftlich genutzten Fläche, so wird deutlich, dass sich im Zeitraum 1979 bis 2003 die durchschnittliche Betriebsgröße in der Region von 14 auf 24 ha zwar deutlich erhöht hat, dass dieser Wert im Vergleich zu anderen Regionen und Bundesländern nach wie vor relativ niedrig ist.

**4.2.4 Potenzielle Biogasbetriebe in der Region Bodensee-Oberschwaben**

Da Gülle ein hervorragendes Grundsubstrat zur Erzeugung von Biogas ist, sind zur Biogaserzeugung in erster Linie Betriebe mit einer größeren Tierhaltung (ab ca. 100 Großvieheinheiten) geeignet. Hierbei ist es nachrangig, ob es sich dabei um Rinder-, Schweine- oder Hühnergülle handelt.

In der Region Bodensee-Oberschwaben stellt sich die Situation nach Zahlen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg des Jahres 2003 wie folgt dar:

**Tab. 20: Größere Tierhaltungsbetriebe in der Region Bodensee-Oberschwaben**

	Rindviehalter über 100 Tiere	Schweinehalter über 600 Tiere	Geflügelhalter über 3.000 Tiere
Ravensburg	447	35	9
Sigmaringen	122	61	5
Bodenseekreis	64	64	1
Region insg.	633	108	15

Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2003

Auf der Grundlage der größeren Tierhaltungsbetriebe ergeben sich für die Region Bodensee-Oberschwaben etwa 750 potenzielle Biogasanlagen. Zusätzlich sind schätzungsweise etwa 50 - 100 weitere Biogasanlagen denkbar die ohne eigene Tierhaltung oder mit Fremd-Gülle betrieben werden. Daneben könnten in der Region zukünftig auch zirka 10 - 20 Gemeinschaftsbiogasanlagen entstehen, die Substrate von mehreren landwirtschaftlichen Betrieben gemeinschaftlich verwerten. Insgesamt ergeben sich in der Region Bodensee-Oberschwaben danach etwa 800 - 900 potenzielle Biogasanlagen.

Da bei größeren Anlagen entsprechende Abstände zur Wohnbebauung eingehalten werden müssen (z. B. nach TA-Luft 300 m) und die Region Bodensee-Oberschwaben relativ dicht besiedelt ist, reduziert sich die Zahl der möglichen Biogas-Standorte schätzungsweise auf etwa 300 - 400 Betriebe.

Unter der Voraussetzung, dass sich die Rahmenbedingungen für die Biogaserzeugung nicht wesentlich verschlechtern, dürfte sich die Zahl der Biogasanlagen in den nächsten 3 - 5 Jahren also etwa vervierfachen.

Geht man dabei bei Neuanlagen von einer durchschnittlichen Leistung von 120 kW<sub>el</sub> pro Biogasanlage aus, würde dies bei durchschnittlich 7.000 Betriebsstunden eine jährliche Stromerzeugung von 840.000 kWh pro Anlage ergeben. Bei 300 - 400 Neuanlagen in der Region könnten diese somit rund 300.000.000 kWh (300 GWh) Strom erzeugen.

Die in der Region zum Jahresende 2004 bestehenden rund 80 Anlagen sind aufgrund ihrer bisher oftmals geringen Leistung mit durchschnittlich 80 kW und einer Betriebszeit von rund 5.000 Stunden pro Jahr berücksichtigt. Dies ergibt eine Jahresleistung von ca. 32 GWh.

Bei einem derzeit jährlichen Verbrauch von rund 938 GWh Strom durch die Haushalte in der Region (bei 613.000 Einwohnern) bedeutet dies, dass zusammen mit den Ende 2005 bereits bestehenden 80 Anlagen eine mögliche Stromversorgungsquote von rund 35 % der Bevölkerung aus Biogasanlagen erreicht werden könnte.



## 5 Windenergie in der Region Bodensee-Oberschwaben

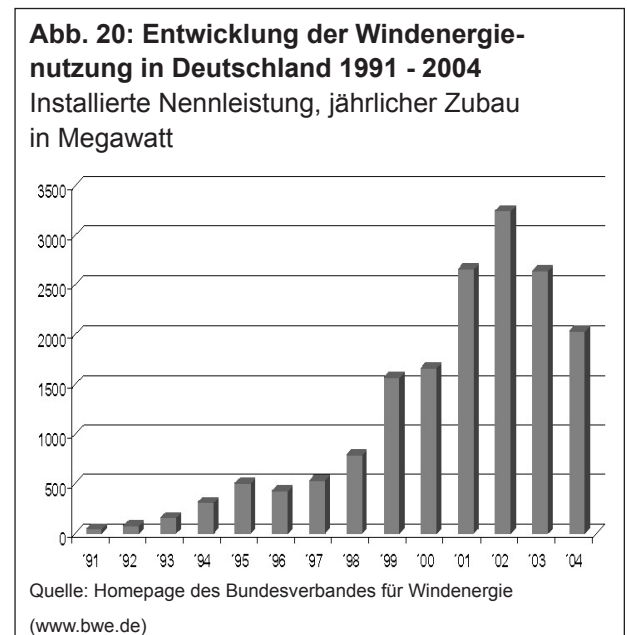
### 5.1 Vorbemerkung

Mit der Neufassung des § 35 BauGB im Jahre 1996 wurde die Errichtung von Windkraftanlagen seit dem 1. Januar 1997 in die Reihe der „privilegierten“ Außenbereichsvorhaben eingestuft. Da aufgrund dieser Regelung, die Errichtung von Anlagen zur Nutzung der Windenergie nur dann versagt werden kann, wenn öffentliche Belange entgegenstehen, stieg die Zahl der Windkraftanlagen in der Bundesrepublik Deutschland seit 1997 kontinuierlich an (s. Abb. 19 und 20). Der zwischen 1997 und 2002 sogar exponentiell steigende Zuwachs von Windkraftanlagen wurde zusätzlich durch weitere gezielte Fördermaßnahmen des Bundes gestützt. Insbesondere die im Rahmen des EEG geregelte Einspeisungsvergütung führte in den letzten Jahren geradezu zu einem Boom in der Windenergiebranche.

In der Region Bodensee-Oberschwaben gingen im Jahre 1997 die ersten drei Windkraftanlagen ans Netz (Standort Judentenber, Gemeinde Illmensee). Der Regionalverband nahm dies zum Anlass, von den im BauGB verankerten Regelungsmöglichkeiten Gebrauch zu machen, und schrieb in den Jahren 1997/98 erstmalig

den Regionalplan zum Thema „Windenergie“ fort. Neben der Festlegung von Vorrangstandorten für Windkraftanlagen wurden auch teilräumliche Ausschlussgebiete festgelegt, in denen die Errichtung von regionalbedeutsamen Windkraftanlagen nicht zulässig ist. Hiermit wurde vor allem der besonderen landschaftlichen Empfindlichkeit von Teilen der Region gegenüber großen Windkraftanlagen Rechnung getragen.

Mit der Novellierung des Landesplanungsgesetzes Baden-Württemberg (LplG BW) im Jahre 2003 wurde eine erneute Fortschreibung des Regionalplans notwendig, da der Gesetzgeber nunmehr eine Festlegung von Vorranggebieten für regionalbedeutsame Windkraftanlagen mit regionsweiter außergebietlicher Ausschlusswirkung vorschreibt (§ 11, Abs. 3 und 7 LplG BW). Der Fortschreibungsentwurf ist zwischenzeitlich per Satzung beschlossen und beim Wirtschaftsministerium zur Genehmigung eingereicht. Mit der Verbindlicherklärung wird zum Jahresende gerechnet.



## 5.2 Derzeitige Nutzung der Windenergie

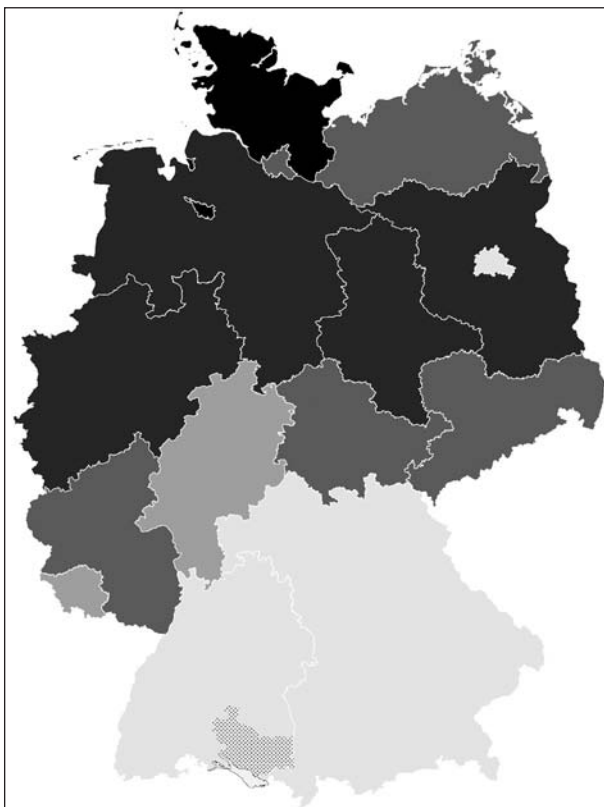
Einen Überblick über die derzeit installierte Nennleistung in der Bundesrepublik Deutschland gibt Abb. 21. Bezogen auf die Grundfläche des jeweiligen Bundeslandes zeigt sich ein deutliches Nord-Süd-Gefälle. Sind zum Jahresbeginn 2005 in Schleswig-Holstein bereits 139 kW pro Quadratkilometer Landesfläche installiert, so bilden Baden-Württemberg mit 7 kW/km<sup>2</sup> und Bayern mit 3 kW/km<sup>2</sup> die Schlusslichter.

In der Region Bodensee-Oberschwaben sind zum gleichen Zeitpunkt an den Standorten Adelshofen, Blochingen, Judentenberg und Leibertingen insgesamt sieben Windkraftanlagen am Netz, welche zusammen über 7.050 kW Nennleistung verfügen (s. Abb. 22). Dies ergibt eine installierte Nennleistung von 2 kW/km<sup>2</sup>.

Da anders als in der Branche allgemein üblich (s. auch Studie des Bundesverbandes für Windenergie (BWE) „Windenergie 2004“) die Windkraftanlagen-Betreiber der Region ihre tatsächlichen Betriebsergebnisse nur sehr eingeschränkt offen legen, kann der tatsächliche

Energieertrag dieser Anlagen nur anhand der installierten Nennleistung hochgerechnet werden. Legt man den von der EnBW verwendeten Durchschnittswert von 1.300 Volllaststunden zugrunde, so ergibt sich bei der derzeit installierten Nennleistung (s.o.) ein durchschnittlicher Jahresertrag von ca. 9.000 MWh.

Es muss jedoch angenommen werden, dass dieser Wert tendenziell zu hoch liegt. Aufgrund der veröffentlichten Betriebsergebnisse des Standorts Judentenberg aus den Jahren 1999 (1060 Volllaststunden) und 2000 (898 Volllaststunden) ist davon auszugehen, dass in der Region nur durchschnittlich 1.100 Volllaststunden erzielt werden können. Insbesondere das Jahr 1999 kann anhand der vom BWE publizierten Windindex-Berechnungen (s. S. 274 der o.g. Studie „Windenergie 2004“) als „Normaljahr“ für den süddeutschen Raum gelten, so dass die Werte aus Judentenberg näherungsweise zur Eichung der zu erwartenden Betriebsergebnisse herangezogen werden können. Der o.g. durchschnittliche Jahresertrag wird daher vermutlich 10 - 20 % geringer ausfallen.

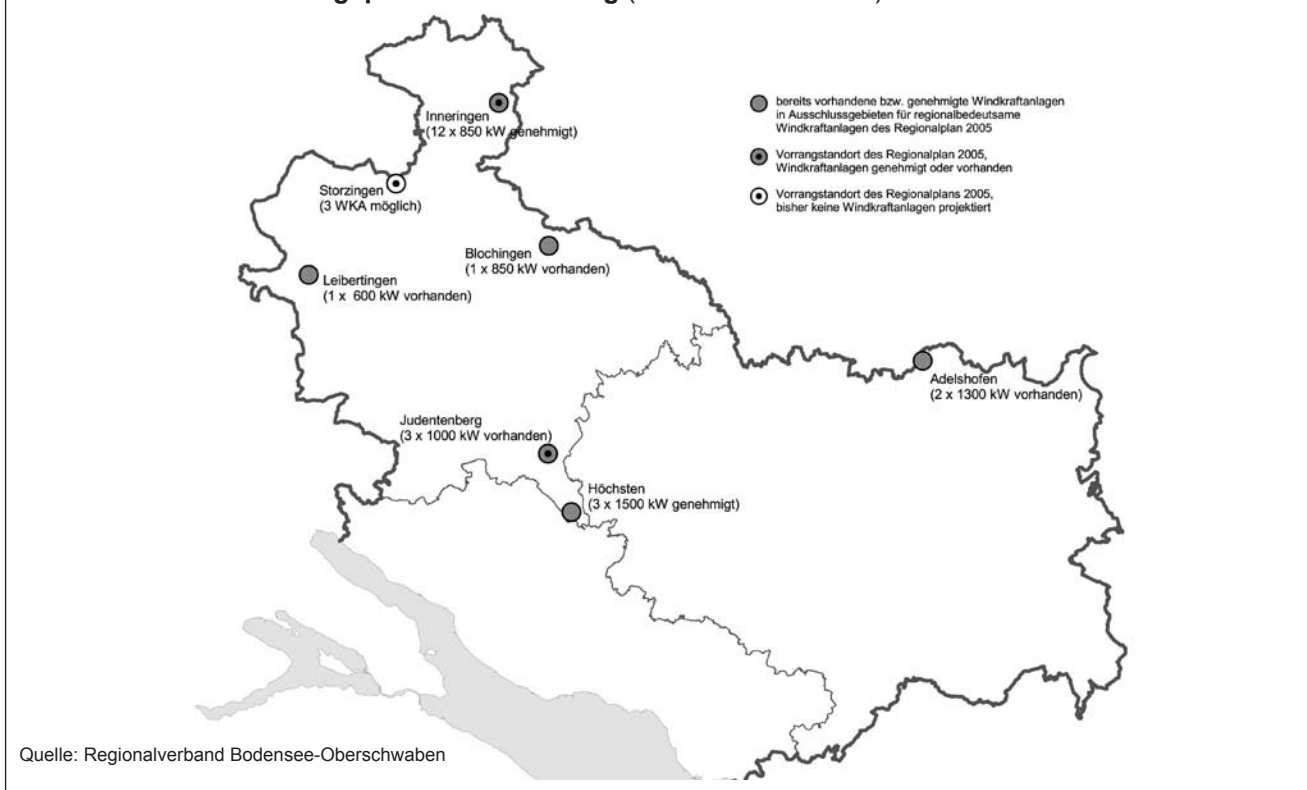


**Abb. 21: Installierte Nennleistung der Windkraftanlagen in den Bundesländern bezogen auf die jeweilige Landesfläche**  
(Stand 30.12.2004)

Quelle: Homepage des Bundesverbandes für Windenergie  
Auswertung Regionalverband Bodensee-Oberschwaben



**Abb. 22: Standorte zur Windenergienutzung in der Region Bodensee-Oberschwaben**  
**Installierte und geplante Nennleistung (Stand Oktober 2005)**



### 5.3 Windenergiepotenziale

Der in Abschnitt 5.2 dargestellte bundesweite Vergleich der installierten Nennleistung spiegelt sehr gut die unterschiedlichen Windverhältnisse in den einzelnen Bundesländern wider. Durchschnittliche jährliche Windgeschwindigkeiten größer 6,0 m/s bezogen auf 50 m über Grund sind in Norddeutschland mehr oder weniger die Regel. Hinzu kommen gleichmäßigere Windverhältnisse, die eine deutlich höhere Zahl der Volllaststunden garantieren. Demgegenüber sind in Süddeutschland gute bis sehr gute Windverhältnisse nur an wenigen Standorten anzutreffen (s. auch Windkarten des Deutschen Wetterdienstes von Deutschland, [www.dwd.de](http://www.dwd.de)).

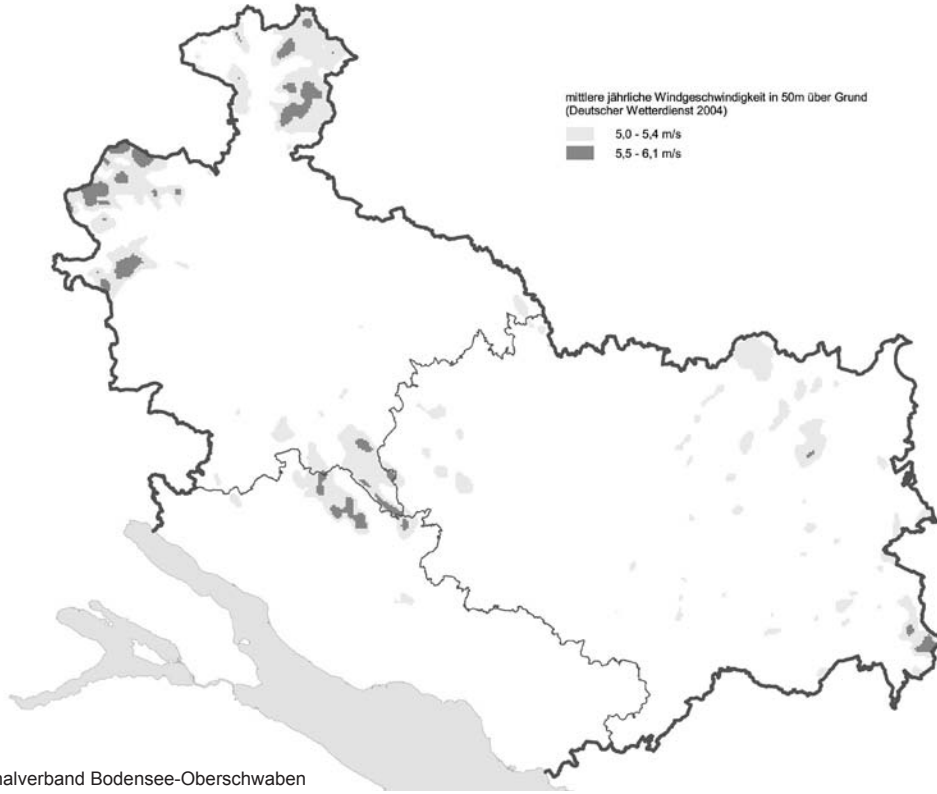
Eine Auswertung der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten in der Region Bodensee-Oberschwaben ergibt, dass in 50 m über Grund nur auf einem Prozent der Regionsfläche mit Werten größer 5,5 m/s gerechnet werden kann

(Abb. 23 und 24). Die Maximalwerte liegen bei nur 6,1 m/s.

Laut Empfehlung des Bundesverbandes für Windenergie ist jedoch davon auszugehen, dass im Regelfall die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (ca. 65 m) mindestens 5,7 - 6,0 m/s betragen sollte, um wirtschaftlich tragbare Ergebnisse zu erzielen (Informationsbroschüre des BWE 2004 für Anleger „Mit einer grünen Anlage schwarze Zahlen schreiben“). Umgerechnet auf 50 m über Grund bedeutet dies ein erforderliches Mindestwindangebot von ca. 5,5 - 5,8 m/s.

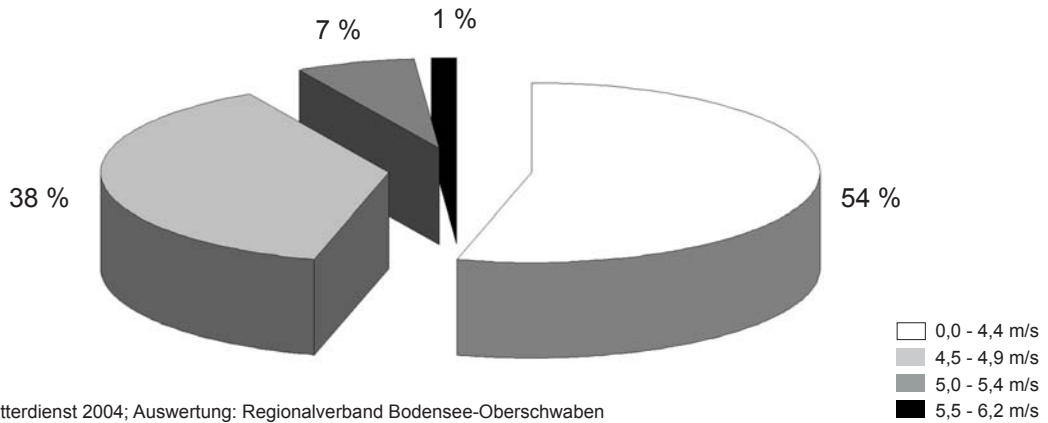
Die Region Bodensee-Oberschwaben verfügt damit allenfalls über einzelne Standorte mit gerade ausreichenden Windverhältnissen und ist alleine aufgrund ihres natürlichen Windenergiepotenzials für die Nutzung von Windenergie nicht gerade prädestiniert.

**Abb. 23: Windenergiepotenziale in der Region Bodensee-Oberschwaben nach dem statistischen Windfeldmodell des Deutschen Wetterdienstes (Stand 2004)**



Auswertung: Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

**Abb. 24: Verteilung der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten in 50 m über Grund in der Region Bodensee-Oberschwaben (Stand 2004)**



Quelle: Deutscher Wetterdienst 2004; Auswertung: Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

## 5.4 Konfliktpotenziale

Die ohnehin schon geringe Zahl von Standorten mit gerade ausreichenden Windverhältnissen wird weiter eingeschränkt durch Belange, die der Errichtung und dem Betrieb von Windkraftanlagen entgegenstehen:

Neben fachrechtlich fixierten Ausschlussgebieten (z.B. Naturschutzgebiete, Mindestabstände zu Verkehrswegen, konkurrierende Festlegungen der Bauleit- und Regionalplanung) sind es wegen des Streusiedlungscharakters in weiten Teilen Oberschwabens vor allem die aus der TA-Lärm abgeleiteten Vorsorgeabstände zu wohngenutzten Siedlungsflächen oder Einzelgebäuden, die zu einem räumlichen Ausschluss führen (Abb. 25).

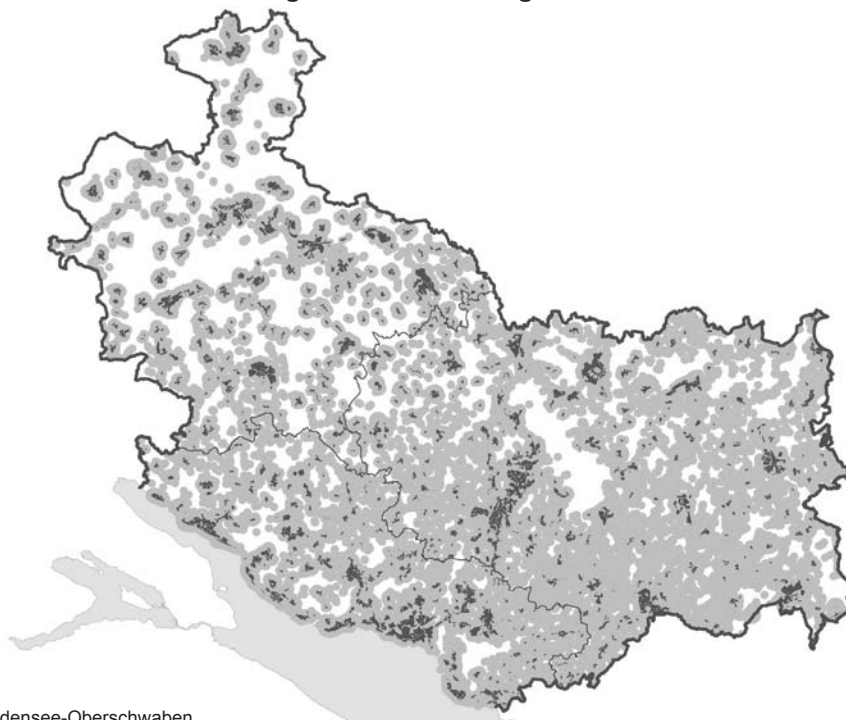
Demgegenüber sind Gebiete, die wegen ihrer natur- und kulturräumlichen Eigenart, Schönheit und Vielfalt besonders schutzwürdig sind, und in denen die Errichtung regionalbedeutsamer Windkraftanlagen besonders schwer wiegt (vgl. VGH Mannheim, Urteil vom 16.10.2002, 8 S 737/02), von geringerem Flächenanteil. Sie konkurrieren aber aufgrund ihrer exponierten

Lage in vielen Fällen mit potenziell geeigneten Flächen (Abb. 26).

Auf den Hochflächen der Schwäbischen Alb schränken zudem militärische Belange die Nutzung der Windenergie ein (Nachtfliegergebiete) oder schließen diese gar aus (Umfeld des Truppenübungsplatzes Heuberg).

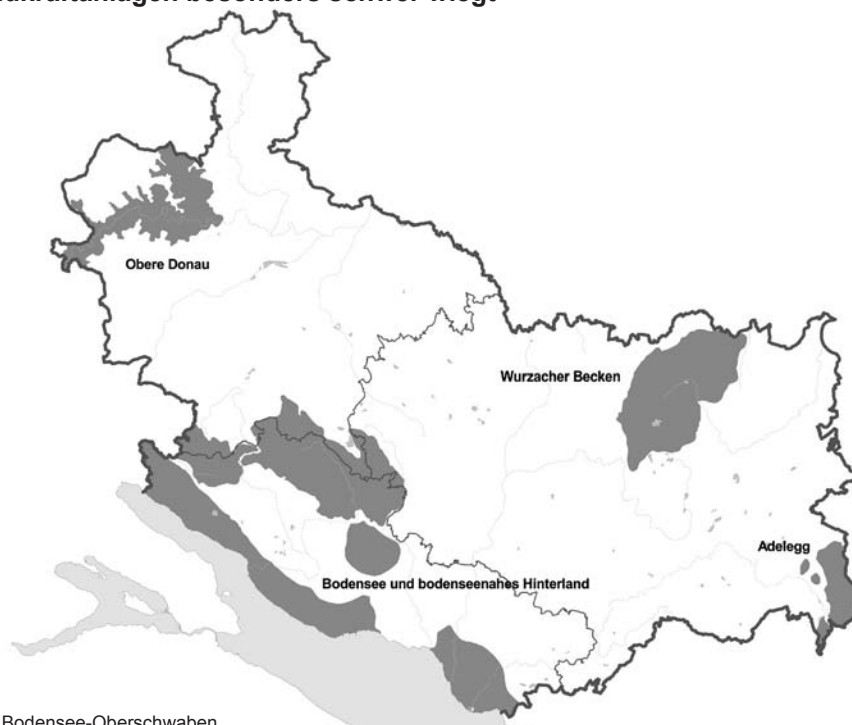
Bei den Fortschreibungen des Regionalplans 1997/98 und in 2004/05 wurden die konkurrierenden Nutzungen sorgfältig geprüft und mit den vorhandenen Windenergiepotenzialen abgewogen. Im Ergebnis wurden Vorrang- und Ausschlussgebiete für regionalbedeutsame Windenergieanlagen ausgewiesen, in denen die nachhaltige Nutzung der Windenergie in einem ausgewogenen Verhältnis zu den zu erwartenden negativen Auswirkungen steht. Aufgrund des vergleichsweise geringen Windpotenzials in der Region kommen nur wenige Standorte für eine vorrangige Windenergienutzung in Frage (Näheres s. Fortschreibung des Regionalplans, Plansatz 4.2.5 Erneuerbare Energien, [www.bodensee-oberschwaben.de](http://www.bodensee-oberschwaben.de)).

**Abb. 25: Mindestabstände von Windparks ab 3 Anlagen zu wohngenutzten Siedlungsflächen und Einzelgebäuden auf der Grundlage der Bestimmungen der TA-Lärm**



Quelle: Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

**Abb. 26: Aus landschaftlichen Gründen besonders schutzwürdige Gebiete, in denen die Errichtung von Windkraftanlagen besonders schwer wiegt**



Quelle: Regionalverband Bodensee-Oberschwaben

## 5.5 Ausblick

Trotz der in den vorherigen Abschnitten gemachten Ausführungen kann der Anteil der Windenergienutzung an der Energieproduktion in der Region Bodensee-Oberschwaben in den nächsten Jahren noch deutlich gesteigert werden. Für zwei Standorte (Inneringen, Höchst) liegen bereits bauplanungsrechtliche Genehmigungen vor (s. auch Abb. 22), so dass hier mit einem Zubau von insgesamt 14.700 kW installierter Nennleistung ausgegangen werden kann. Dies wären bei 1.300 Volllaststunden ca. 9.000 MWh jährlich.

Eine weitere Potenzialreserve steckt in dem bislang noch nicht projektierten Vorrangstandort „Storzingen“ des Regionalplans (Abb. 22), bei dem unter Berücksichtigung der dort geltenden Höhenbeschränkungen die Installation von 3 x 1.000 kW Nennleistung grundsätzlich möglich ist.

Damit ist eine Steigerung des bisherigen Energieertrags von ca. 9.000 MWh jährlich auf gut

32.000 MWh pro Jahr möglich, wobei allerdings 11.115 MWh, also etwa ein Drittel, auf Standorte entfallen, die nach den Festlegungen der Regionalplan-Fortschreibung von 2005 nicht zu den regionalen Vorrangstandorten gehören. Unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.2 dargelegten Überlegungen zur Zahl der erreichbaren Volllaststunden sollte der jährlich zu erwartende Energieertrag allerdings auf 25 - 30 GWh pro Jahr nach unten korrigiert werden.

Da die bereits installierten Windkraftanlagen weitgehend dem neuesten Stand der Technik entsprechen und zudem fach- und planungsrechtliche Beschränkungen in der Regel den Austausch der „Altanlagen“ gegen neuere leistungsstärkere Anlagen nicht zulassen, ist in der Region mittelfristig von keinem nennenswerten Beitrag durch „Repowering“- Maßnahmen auszugehen.

## 6 Wasserkraft in der Region Bodensee-Oberschwaben (ergänzende Ausführungen des Regionalverbandes)

Durch die hohe jährliche Maschinenlaufzeit sind die Wasserkraftwerke als besonders effektiv einzustufen. Soweit in der Region möglich, sind Energieeffizienzsteigerungen bei der Wasserkraftnutzung in der Regel durch die Reaktivierung stillgelegter und die Modernisierung bestehender Kleinwasserkraftanlagen zu erreichen. Durch die Einführung des EEG im Jahre 2000 sind zu dem zu diesem Zeitpunkt ins Netz einspeisenden 63 Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von 6.241 kW bis Ende 2004 zusätzlich 45 Wasserkraftanlagen mit einer Leistung von 3.951 kW an das Netz gegangen. In der Datenauswertung für die Stromeinspeisung in das Stromnetz sind alle Wasserkraftanlagen berücksichtigt, die in die Netze der Energiever-

sorger in der Region Bodensee-Oberschwaben einspeisen. Die Gesamtleistung der zum Jahresende 2004 ins Netz einspeisenden 108 Wasserkraftanlagen in der Region lag bei 10.325 kW Leistung.

Die stichprobenartige Überprüfung einzelner Anlagenbetreiber mit verschiedenen großen Anlagen hat ergeben, dass auch diese meist in das Netz der Energieversorgungsunternehmen einspeisen. Für nicht erfasste Anlagen (Eigenstromverbraucher) wird davon ausgegangen, dass zum jeweiligen Einspeisungsergebnis in den einzelnen Landkreisen bzw. in der Region nochmals bis zu 5 % der jährlich erbrachten Leistung hinzugerechnet werden kann.

**Tab. 21: Anzahl der Anlagen und installierte Leistung der in das Stromnetz einspeisenden Wasserkraftanlagen in der Region Bodensee-Oberschwaben\***

Jahr	Lkr / Region	Anzahl der in das Netz einspeisenden Anlagen	installierte Gesamtleistung in kW	Zuwachs an Anlagen gegenüber Vorjahr	installierte zusätzl. Leistung in kW
vor 01.04.2000	FN	13	981		
vor 01.04.2000	RV	17	1.747		
vor 01.04.2000	SIG	33	3.513		
<b>vor 01.04.2000</b>	<b>B-O</b>	<b>63</b>	<b>6.241</b>		
nach 01.04.2000	FN	16	1.150	3	169
nach 01.04.2000	RV	22	2.684	5	937
nach 01.04.2000	SIG	33	3.513	0	0
<b>nach 01.04.2000</b>	<b>B-O</b>	<b>71</b>	<b>7.347</b>	<b>8</b>	<b>1.106</b>
2001	FN	20	1.229	4	79
2001	RV	39	4.790	17	2.106
2001	SIG	34	3.583	1	70
<b>2001</b>	<b>B-O</b>	<b>93</b>	<b>9.602</b>	<b>22</b>	<b>2.255</b>
2002	FN	21	1.234	1	5
2002	RV	49	5.305	10	515
2002	SIG	35	3.653	1	70
<b>2002</b>	<b>B-O</b>	<b>105</b>	<b>10.192</b>	<b>12</b>	<b>590</b>
2003	FN	21	1.234	0	0
2003	RV	49	5.305	0	0
2003	SIG	35	3.653	0	0
<b>2003</b>	<b>B-O</b>	<b>105</b>	<b>10.192</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
2004	FN	22	1.245	1	11
2004	RV	51	5.427	2	122
2004	SIG	35	3.653	0	0
<b>2004</b>	<b>B-O</b>	<b>108</b>	<b>10.325</b>	<b>3</b>	<b>133</b>

\* nach Angaben der Energieversorgungsunternehmen der Region

Weitere vorhandene Anlagen, unabhängig davon, ob diese noch in Betrieb oder stillgelegt sind, müssten im Einzelfall erhoben werden, auch hinsichtlich einer möglichen Wiederinbetriebnahme stillgelegter Anlagen und der Modernisierung betriebener Anlagen, soweit dies nicht bereits erfolgt ist. Dabei ist davon auszugehen, dass eine Vielzahl von ehemaligen Kleinwasserkraftanlagen zwischenzeitlich abgegangen sind.

Auch die Wasserkraftnutzung kann, so wie andere regenerative Energien, in Konkurrenz zu anderen Raumnutzungsansprüchen stehen. So plante die EVS im Jahre 1981 am Unterlauf der Argen den Bau von 8 kleineren Flusswasserkraftwerken auf den letzten 16 km vor der Einmündung in den Bodensee. Letztendlich scheiterte das Projekt, für das ein Raumordnungsverfahren durchgeführt wurde, an Fragen des Naturschutzes und den Vorgaben des Regionalplanes, nach dem die zusammenhängende Uferlandschaft der Argen zu erhalten war, da diese in vielen Bereichen ihren natürlichen Wildwassercharakter noch erhalten hatte und ihr Uferbereich mit den Auen einen bemerkenswert naturnahen Lebensraum darstellte. Neben den größeren Wasserkraftwerken an der Iller und an der Donau ist die Region vor allem durch eine Vielzahl von Kleinwasserkraftwerken an unseren Fließgewässern geprägt.

Wasserkraftanlagen haben sich an rechtlichen Vorgaben zu orientieren (vgl. hierzu: Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt und Verkehr, des Ministeriums Ländlicher Raum und des Wirtschaftsministeriums zur gesamtökologischen Beurteilung der Wasserkraftnutzung; Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis 1.000 kW - Neufassung vom 14.12.2000, Az: 51-8964.00). Neben der Frage der Wirtschaftlichkeit ist bei Genehmigungsverlängerungen in Form von Neugenehmigungen ein dauerhafter Mindestwasserabfluss zu gewährleisten. Insbesondere bei flachen Gewässern ohne Gefällsprünge, wie dies bei den Gewässern der Region Bodensee-Oberschwaben meist der Fall ist, stellt sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Neuanlagen.



## 7 Geothermie in der Region Bodensee-Oberschwaben

Das technische Potenzial der oberflächennahen Geothermie in Baden-Württemberg wird gegenwärtig auf etwa 4 Mrd. Kilowattstunden Wärmeenergie pro Jahr geschätzt. Dies entspricht ca. 5,5 % des Wärmebedarfs aller Haushalte in Baden-Württemberg. Damit können mehr als 900.000 Tonnen Kohlendioxid pro Jahr eingespart werden (Landtagsdrucksache Baden-Württemberg 13/4216 vom 06.04.2005).

Die Region Bodensee-Oberschwaben liegt in einem für die Erdwärmennutzung günstigen Bereich, weshalb die bislang fehlenden Grundlagen der Öffentlichkeit besser zugänglich gemacht werden sollen. Hierzu stellen der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben, die Landkreise Bodenseekreis, Ravensburg und Sigmaringen sowie weitere Sponsoren über eine flächendeckende Kartierung Informationen zum Nutzungspotenzial von Erdwärme durch Erdwärmesonden bereit. Die Karten wurden vom Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) flächendeckend für die gesamte Region Bodensee-Oberschwaben gefertigt. Durch die Bereitstellung hydrogeologischer Grundlagen für die Nutzung oberflächennaher

Geothermie durch Erdwärmesonden (Projekt 1) in der Region Bodensee-Oberschwaben soll der Öffentlichkeit die Möglichkeit der geothermischen Wärmenutzung aufgezeigt werden.

Ziel des Projektes ist

- die Erhöhung der Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen,
- eine weitere Reduzierung von Treibhausgasen und eine langfristig sichergestellte Wärme- und Kälteversorgung für den Anlagenbetreiber, da die Erdwärme unabhängig vom Klima, von Jahres- und Tageszeiten fast überall und jederzeit zur Verfügung steht,
- die Stärkung des regionalen Baugewerbes und des Handwerks,
- die Bereitstellung von Informationen für Investoren und Hauslebauer in der Region.

Die ebenfalls erarbeiteten hydrogeologischen und geothermischen Grundlagen für die Nutzung der Tiefen Geothermie/Hydrogeothermie in der Region Bodensee-Oberschwaben (Projekt 2) richten sich an Großwärmeverbraucher und -verteiler (z.B. Stadtwerke).

### 7.1 Projekt 1: Oberflächennahe Geothermie - Erdwärmesonden für Hauslebauer, Investoren und andere Wärme- und Kälteverbraucher

Die Karten zur Anlage von Erdwärmesonden sollen Hauslebauern, Investoren und Wärme-/Kälteverbrauchern bei der Entscheidung behilflich sein, ob die zukunftsweisende Erdwärmennutzung für sie zum Wärmen und Kühlen in Frage kommt. Die durch das LGRB erstellte Karte „Hydrogeologische Kriterien zur Anlage von Erdwärmesonden in der Region Bodensee-Oberschwaben“ weist neben den für die Erdwärmegewinnung geeigneten Räumen auch Gebiete aus, in denen die Nutzung der Erdwärme nicht oder nur unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen genehmigungsfähig ist.

Die Region ist in drei Karten unterteilt, die Blätter Nord, Süd und Ost, jeweils mit zugehöri-

Abb. 26: Blattschnitt der Kartensätze





ger Legende. In einem weiteren ergänzenden Kartensatz, aus drei deckungsgleichen Karten bestehend, werden die „Beschränkungen bei der Anlage von Erdwärmesonden aufgrund von Grundwassernutzungen“ detailliert dargestellt.

Der Inhalt der Karten „Hydrogeologische Kriterien zur Anlage von Erdwärmesonden in

der Region Bodensee-Oberschwaben“ beruht auf den Anforderungen und Festlegungen im „Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg (4. Auflage Mai 2005). Die hydrogeologischen Kriterien sind grundsätzlich ausgelegt für Erdwärmesonden bis zu einer Tiefe von 200 m.

## **7.2 Projekt 2: Tiefe Geothermie - Hydrogeologische und geothermische Grundlagen für die Nutzung der tiefen Geothermie/Hydrogeothermie in der Region Bodensee-Oberschwaben**

Aufgrund der beim Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) verfügbaren Daten und Unterlagen sowie der veröffentlichten Literatur zu den thermalen Grundwasserleitern Obere Meeresmolasse, Oberjura und Oberer Muschelkalk wurden die vorhandenen Befunde ausgewertet und als Planungsgrundlage für hydrogeothermische Projekte in der Region Bodensee-Oberschwaben möglichst einheitlich dargestellt.

Für die genannten Einheiten werden Karten zur Mächtigkeit, zur Schichtlagerung, zu den geohydraulischen und geothermischen Verhältnissen sowie geologisch-hydrogeologische Schnitte, Diagramme und ein Erläuterungstext vorgelegt.

Außerdem werden die Erdwärme-Konzessionsgebiete durch die Landesbergdirektion des LGRB dargestellt. Weitere Ausführungen behandeln die Abgrenzung von Schutzbezirken (engere Zustrombereiche) um sensible Grundwasservorkommen und -nutzungen (Mineral-, Heil- und Thermalwassergewinnungen) und die Einschränkungen für geothermische Projekte durch Wasserschutzgebiete.

Die genannten Darstellungen und Themen enthalten alle wesentlichen Daten für die Planung und Dimensionierung von hydrogeothermischen Doubletten und tiefen Erdwärmesonden und sind vor allem an Großwärmeverbraucher und -verteiler (z.B. Stadtwerke) gerichtet, die auf die Geothermie zurückgreifen wollen.

Die für eine Stromproduktion entscheidenden Grundwassertemperaturen von mehr als 100° C werden in der Region Bodensee-Oberschwaben im Oberjura und im Oberen Muschelkalk nur ganz im Süden erreicht. Zu diesen eng begrenzten Möglichkeiten einer geothermischen Stromproduktion in der Region aus heißem Grundwasser und zu eventuell sehr tiefen Geothermieprojekten (Hot-Dry-Rock-Projekte im Kristallinen Grundgebirge) bedarf es einer fachspezifischen Einzelberatung, im Bedarfsfall durch das LGRB.

Beide Projekte wurden Ende Oktober 2005 abgeschlossen und auf einer CD-ROM veröffentlicht, die beim Regionalverband Bodensee-Oberschwaben gegen eine Schutzgebühr von 5 Euro bezogen werden kann.

## 8 Zusammenfassung

Seit dem in Kraft treten des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) zum 01.04.2000 hat es in der Region Bodensee-Oberschwaben einen starken Schub beim Einsatz regenerativer Energien nach vorne gegeben. So wurden im Jahre 2004 rund 131.540.115 kWh regenerativen Stroms in der Region erzeugt, das 3,6-fache gegenüber dem Jahre 2000.

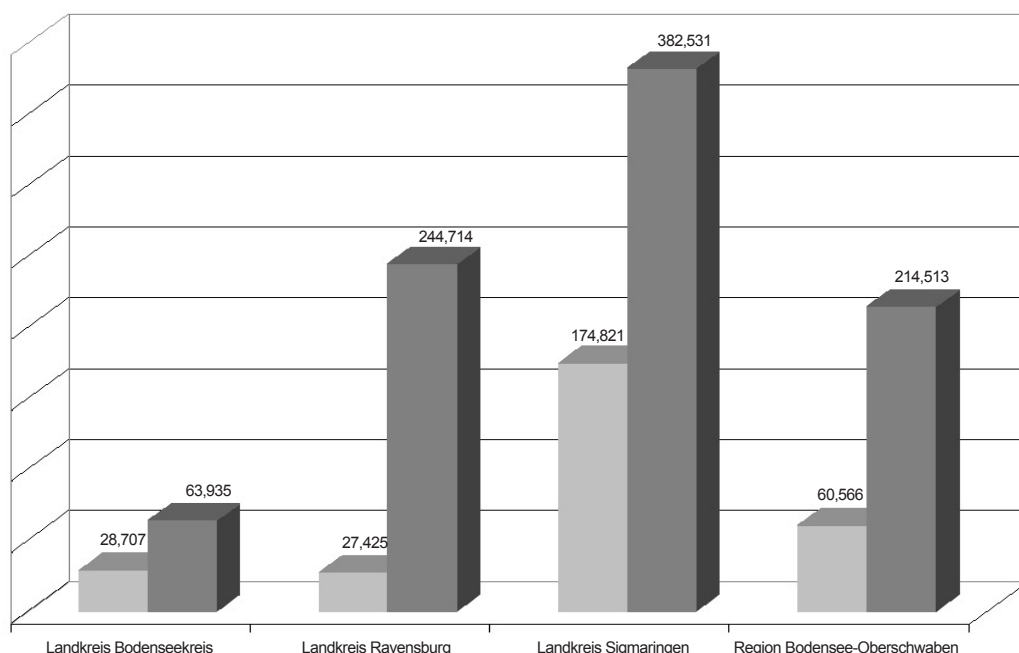
Wie in der Untersuchung der Energieagentur Ravensburg dargelegt, leben in der Region Bodensee-Oberschwaben rund 613.000 (Ende 2004) Einwohner, die jährlich ca. 938 Mio. kWh Strom verbrauchen.

Mit dem im Jahre 2004 in der Region gewonnenen regenerativen Strom (131.540.115 kWh) können rund 86.000 Einwohner der Region (14 %) mit Strom versorgt werden. Dies entspricht etwa 4 % des Gesamtstromverbrauchs der Region.

Durch die Potenziale der Biogasgewinnung könnten durch den Bau neuer Anlagen (300 - 400 Neuanlagen) rund 300 GWh Strom erzeugt werden, womit weitere 32 % der Bevölkerung der Region versorgt werden könnten.

Seit Beginn des Jahres 2005 sind in der Region Bodensee-Oberschwaben sieben Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 7.050 kW installiert. Unter Berücksichtigung weiterer bereits genehmigter Windkraftanlagen sowie der im Teilregionalplan „Windenergie 2005“ ausgewiesenen Positivstandorte kann der Beitrag der Windenergie an der Stromgewinnung mittelfristig auf ca. 30 GWh gesteigert werden, mit denen rund 3,2 % der Bevölkerung in der Region versorgt werden könnten.

**Abb. 27: Entwicklung des regenerativ erzeugten Stroms in kWh / Einwohner in der Region Bodensee-Oberschwaben**



Werte des Jahres 2000  
 Werte des Jahres 2004

Seit in Kraft treten des EEG im Jahre 2000 ist die Anzahl der Photovoltaikanlagen in der Region von 65 auf 3.234 Anlagen geradezu explodiert. Dabei wurde die Leistung der Anlagen von 155 auf 25.332 kW gesteigert. Damit können bislang rund 15.730 Einwohner der Region mit Strom versorgt werden (2,6 %).

Nicht berücksichtigt sind künftige Potenziale von Blockheizkraftwerken, die mit Holz oder Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen beschickt werden können. Erste Anlagen hierzu sind in der Region bereits im Bau. Neben dem Energieholz und der Biogasgewinnung sollte es zusammen mit dem weiteren Ausbau der Photovoltaik und einer gewissen Steigerung bei der Wasserkraft und der Windkraft (im Rahmen der Ausweisungen im Teilregionalplan „Windenergie“) möglich sein, den Anteil der regenerativen Energie beim Stromverbrauch der Haushalte in der Region auf > 50 - 60 % steigern zu können.

Hierbei müssen auch weitere, derzeit noch in der Entwicklung bzw. in der Markteinführung befindliche Technologien berücksichtigt werden.

Der Anteil der Privathaushalte am Gesamtstromverbrauch beträgt ca. 28 %. Der Regionalverband geht davon aus, dass bei einem Anteil regenerativen Stroms von > 50 - 60 % (bezogen auf die Haushalte) ca. 15 % des Gesamtstromverbrauchs der Region durch regenerative Energien abgedeckt werden kann.

Für den Zeitfaktor der Umsetzung ist dabei die Entwicklung der Energiepreise und die Förderung der regenerativen Energien von entscheidender Bedeutung.

Ein wesentlicher Beitrag zur Energieeinsparung kann z.B. durch die Niedrigenergiebauweise, die Sanierung vorhandener Bausubstanz, durch Wärmedämmung und Heizungserneuerung oder durch Stromsparmaßnahmen, wie z.B. durch den Einsatz effizienter Haushaltsgeräte, erreicht werden.

Im Bereich Energieholz besteht die Möglichkeit, neben der bereits vorhandenen Versorgung zirka weitere 15 % der Bevölkerung der Region

mit Wärme und Warmwasser versorgen zu können. Hierzu bedarf es jedoch der Entwicklung von Konzepten zur Umsetzung bereits vorhandener Kenntnisse und Strategien.

Weiteres Potenzial zur Wärmegewinnung ist bei der Geothermie in der Region vorhanden. Hier verweisen wir auf die vom Regionalverband veröffentlichte CD-ROM zur oberflächennahen Geothermie und Tiefen Geothermie/Hydrogeothermie in der Region Bodensee-Oberschwaben. Das technische Potenzial der oberflächennahen Geothermie in Baden-Württemberg wird gegenwärtig auf etwa 4 Mrd. Kilowattstunden Wärmeenergie pro Jahr geschätzt. Dies entspricht ca. 5,5 % des Wärmebedarfs aller Haushalte in Baden-Württemberg.

Nach dem Bericht der Energieagentur Ravensburg wird sich der weltweite Energieverbrauch laut allen Prognosen in den nächsten 50 Jahren verdreifachen. Das heißt, dass zur Deckung des weltweit wachsenden Energiebedarfs bis zum Jahre 2020 schätzungsweise bereits 2.000 Gigawatt neue Kraftwerkskapazitäten erforderlich werden. Die Folge ist, dass die Energie knapper und teurer wird. Gleichzeitig muss in dieser Zeit den Klimaschutzziele des Kyoto-Protokolls Rechnung getragen werden.

## Abkürzungsverzeichnis

### Energieholzpotenziale in der Region Bodensee-Oberschwaben

atro	absolut trockenes Holz
BHD	Brusthöhendurchmesser (Stammdurchmesser auf 1,30 m über Boden)
Bu	Buche
BWI	Bundeswaldinventur
EFm	Erntefestmeter
EFm o.R.	Erntefestmeter ohne Rinde
Fi	Fichte
Fm/FM	Festmeter (1 Fm = 1 m <sup>3</sup> )
EMS	Einmannmotorsäge
FVA	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
GPW	Großprivatwald
IL	Industrie-Langholz
KW	Körperschaftswald
KWF	Kuratorium Waldarbeit und Forsttechnik
KPW	Kleinprivatwald
LH	Laubholz
L1b-L6	Stärkeklassen Langholz
MPW	mittlerer Privatwald
NH	Nadelholz
sLB	sonstige Laubbäume
sNB	sonstige Nadelbäume
srm	Schüttraummeter
SW	Staatswald
TA-Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
to	Tonnen

### Potenzialabschätzung für den Bereich Biogas

LEL	Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche
Nawaro	nachwachsende Rohstoffe
BHKW	Blockheizkraftwerk
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

**Der Regionalverband Bodensee-Oberschwaben bedankt sich bei den beteiligten Institutionen und Energieversorgungsunternehmen für die freundliche Unterstützung bei der Erhebung der Daten für die Erstellung der Potenzialabschätzung.**

- Energieagentur Ravensburg gGmbH  
Zeppelinstraße 16, 88212 Ravensburg  
Ansprechpartner: Herr Geschäftsführer Walter Göppel
- Regierungspräsidium Tübingen, Abt. 8 – Forstdirektion  
Konrad-Adenauer-Str. 20, 72072 Tübingen  
Ansprechpartner: Herr Lt. Forstdirektor Matthias Schappert, Leiter Referat 83,  
Forstpolitik und Forstliche Förderung Süd
- Staatliche Lehr und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft  
Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf  
Ansprechpartner: Herr Oberlandwirtschaftsrat Franz Pfau,  
übergebietlicher Biogasberater für die Regierungsbezirke Tübingen und Freiburg

**Energieversorgungsunternehmen:**

- EnBW Regionalzentrum Oberschwaben  
Adolf-Pirrung-Str. 7, 88400 Biberach/Riß,  
Ansprechpartner: Herr Ernst Binder
- EnBW Regionalzentrum Heuberg-Bodensee  
Eltastaße 1-5, 78531 Tuttlingen,  
Ansprechpartner: Herr Stefan Teufel
- Fürstl. Waldburg-Zeil'sche Hauptverwaltung Abt. Elektrizitätswerk  
Schloß Zeil, 88299 Leutkirch,  
Ansprechpartner: Herr Dr. Frank Urfer
- Gammertinger Energie- und Wasserversorgung GmbH  
Hohenzollernstr. 5, 72501 Gammertingen,  
Ansprechpartner: Herr Werkleiter Manfred Schaller
- Gemeindewerke Krauchenwies  
Hausener Str. 1, 72505 Krauchenwies  
Ansprechpartner: Herr Viktor Franchini
- Knaus OHG, Säge- und Hobelwerk, Elektrizitätswerk  
Sägestraße 20, 72513 Hettingen
- Stadtwerke Bad Saulgau  
Moosheimer Str. 28, 88348 Bad Saulgau  
Ansprechpartner: Herr Stadtbaumeister Peter Kliebhan
- Stadtwerke Lindau  
Auenstraße 12, 88131 Lindau (B)  
Ansprechpartner: Herr Clemens Forkel, Leiter Vertrieb

- Stadtwerke Mengen  
Hauptstraße 90, 88512 Mengen  
Ansprechpartner: Herr Jürgen Fürst
- Stadtwerke Pfullendorf, Elektrizitätswerk  
Bahnhofstr. 6, 88630 Pfullendorf  
Ansprechpartner: Herr Geschäftsführer Manfred Moll
- Stadtwerke Sigmaringen  
Fürst-Wilhelm-Str. 15, 72488 Sigmaringen  
Ansprechpartner: Herr Geschäftsführer Bernt Aßfalg
- Stadtwerke Überlingen GmbH  
Kurt-Wilde-Str. 10, 88662 Überlingen  
Ansprechpartner: Herr Helmut de Francisco
- Technische Werke Friedrichshafen GmbH  
Kornblumenstr. 7/1, 88046 Friedrichshafen  
Ansprechpartner: Herr Ulrich Längle

Darüber hinaus bedanken wir uns bei all jenen – vor allem aus dem Bereich privater Kleinwasserkraftanlagen – die uns mit weiteren Informationen unterstützt haben.

Nachfolgende Hefte sind in der Reihe „Informationen“ bereits erschienen und können schriftlich, telefonisch oder per E-Mail beim Regionalverband Bodensee-Oberschwaben angefordert werden (Anschrift s. Impressum). INFO-HEFTE, die ab dem Jahr 2003 erschienen sind, können auch als PDF-Dokument von der Homepage des Regionalverbandes ([www.bodensee-oberschwaben.de](http://www.bodensee-oberschwaben.de)) heruntergeladen werden.

**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; Zusammenarbeit des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben 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 (vergriffen)	No. 6: Verkehr in der Region Bodensee-Oberschwaben; Kraftfahrzeugbestand, Ausgewählte Straßenverkehrszählungen, Pendlerverkehr
2005	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	No. 7: Rankings und Online-Erhebungen. Die Region Bodensee-Oberschwaben im bundesdeutschen Vergleich

**An weiteren Schriften bzw. Broschüren sind erschienen:**

2002	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	Vision Regionalstadt 2050+ - Wege in die Zukunft der Region Bodensee-Oberschwaben Preis € 14,80 (zzgl. Versandkosten) ISBN: 3-00-010467-4
2004	Regionalverband Bodensee-Oberschwaben	Landschaftspark Bodensee-Oberschwaben - Hightech im Garten Eden Preis € 9,80 (zzgl. Versandkosten) ISBN: 3-00-014827-8