



Integriertes Klimaschutzkonzept

Fünfseenland

KLIMAREGION FÜNFSEENLAND

Integriertes Klimaschutzkonzept

Baustein A: Energieatlas

Baustein B: Potentialstudie

Erneuerbare Energien

Baustein C: Regionales

Klimaschutzkonzept

COPYRIGHT

Die in dieser Studie enthaltenen Informationen, Konzepte und Inhalte unterliegen den geltenden Urhebergesetzen. Unautorisierte Nutzung sowie jedwede Weitergabe an Dritte sind nur nach Rücksprache mit dem Verfasser der Studie gestattet. Ausgenommen davon ist die interne Nutzung durch den Auftraggeber.



Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde in der Zeit vom 01.05.2009 bis zum 31.07.2010 mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative unter dem Förderkennzeichen 03KS0364 Projektträger Jülich (PTJ) gefördert.

Beteiligte Fachbüros – Impressum

Green City  Energy

**Green City Energy GmbH
Kommunale Energieberatung**

Potentialstudie und Maßnahmen Erneuerbare Energien, CO₂-Bilanz,
Wertschöpfung

Peter Keller, Dr. Martin Demmeler, Mirjam Schumm, Simone Brengelmann, Nicola
Holtmann, Matthias Heinz, Maria Theresa Hofeneder

Projektleiter & Ansprechpartner:

Peter Keller

Goethestraße 34

80336 München

Tel. (089) 89 06 68 – 90

Fax (089) 89 06 68 – 88

E-Mail: peter.keller@greencity-energy.de

www.greencity-energy.de

www.klima-kommune.de

IDENTITÄT & IMAGE

Zukunftsperspektiven für Kommunen

Koordination - Konzepterstellung - Bürgerbeteiligung - Öffentlichkeitsarbeit -

Identität & Image Coaching AG

Büro München

Konrad-Celtis-Straße 83

81369 München

Tel. (089) 710 466 01

Fax. (089) 710 309 65

Prof. Dr. Manfred Miosga, Doris Möller, Nina Hehn, Willi Steincke, PD Dr. Sabine
Hafner, Daniela Suzska

Mit Unterstützung von:

Architekturbüro Slawisch

Erstellung des Energieatlas – Baustein A

Hartstraße 10, 82234 Weßling

Tel: 08153/ 953316

info@architekturbuero-slawisch.de

Dipl.-Ing. Architektin Petra Slawisch

Dipl.-Ing. Architektin Barbara Schärfl

München, 12. November 2010

Inhalt

Kurzfassung

Einführung

1	Anlass und Aufgabenstellung	19
1.1	Das BMU Förderprogramm und die Aufgabenstellung	20
1.2	Partizipativer und integrativer Ansatz	22
1.3	Wünsche und Anregungen der Bürgerschaft.....	36

Baustein A: Energieatlas

1	Einleitung	39
1.1	Zielbeschreibung.....	39
1.2	Demographische und geographische Rahmenbedingungen	40
2	Daten & Methoden	42
2.1	Ermittlung des Wärmebedarfs.....	42
2.2	Ermittlung des Stromverbrauchs.....	44
2.3	Ermittlung der Heizsysteme.....	45
3	Wärmematrix	47
3.1	Gesamtwärmebedarf im Fünfseenland	47
3.2	Wärmebedarfs-Schwerpunkte.....	50
3.4	Wärmebedarf der Kreisliegenschaften	51
4	Stromverbrauchsmix	51
4.1	Gesamtstromverbrauch.....	51
4.2	Stromverbrauchs-Schwerpunkte.....	53
5	Gebäudeformen	55
5.1	Einfamilien-/ Doppel- und Reihenhäuser	55
5.2	Mehrfamilienhäuser.....	56
5.3	Erhaltenswerte denkmalgeschützte Gebäude	57
5.4	Landwirtschaftliche Gebäude.....	58
5.5	Gewerbegebäude.....	59
5.6.	Bauleitplanung	60
6	Zukunftsszenarien	62
6.1	Allgemeines.....	62
6.2	Wärmebedarf: Trend setzt sich fort	63
6.3	Wärmebedarf: Hohes Engagement	63
6.4	Einsparziel der geplanten Energiewende.....	65
6.5	Zusammenfassung.....	66

Baustein B:

Potentialstudie Erneuerbare Energien

1	Einleitung	68
1.1	Was ist ein „Energiepotential“?.....	68
1.2	Energiequellen & Potentiale.....	70

Sonne

2	Photovoltaik und Solarthermie	73
2.1	Photovoltaik: Anlagen-Bestand.....	73
2.2	Solarthermie: Anlagen Bestand.....	76
2.3	Theoretisches Energiepotential.....	78
2.4	Technisches Energiepotential.....	78
2.5	Technische Potentiale: Kommunen-Vergleich.....	80
2.6	Zusammenfassung.....	86

Biomasse

3	Landwirtschaftliche Biomasse	89
3.1	Anlagen-Bestand.....	89
3.2	Landwirtschaftliche Produktionsverhältnisse.....	91
3.3	Theoretisches Energiepotential.....	94
3.4	Technisches Energiepotential.....	95
3.5	Zusammenfassung.....	100
4	Holz-Biomasse	102
4.1	Anlagen-Bestand.....	102
4.2	Waldnutzung, Holzvorrat und Zuwächse.....	104
4.3	Theoretisches Energiepotential.....	105
4.4	Technisches Energiepotential.....	106
4.5	Zusammenfassung.....	109
5	Biomasse aus Abfall	110
5.1	Anlagen-Bestand.....	111
5.2	Strukturen und Aufkommen des Bioabfalls.....	111
5.3	Theoretisches Energiepotential.....	115
5.4	Technisches Energiepotential.....	116
5.5	Zusammenfassung.....	118

Wind

6	Windenergie	120
6.1	Anlagen-Bestand.....	122

6.2	Windverhältnisse.....	122
6.3	Energiepotentiale.....	123
6.4	Zusammenfassung.....	124

Wasser

7	Wasserkraft	125
----------	--------------------	------------

Geothermie

8	Geothermie	127
----------	-------------------	------------

Ergebnis & Diskussion

9	Energienutzung: IST-Zustand	128
9.1	Strom.....	128
9.2	Wärme.....	131
10	Energiepotentiale	133
10.1	Strom.....	133
10.2	Wärme.....	134
11	Empfehlungen	136

Baustein C:

Regionales Klimaschutzkonzept

1	Einleitung	141
----------	-------------------	------------

Integriertes Handlungskonzept

2	Ziele, Strategien und Handlungsansätze	142
2.1	Bauen & Planen.....	143
2.2	Kommunale Liegenschaften.....	148
2.3	Mobilität & Verkehr	152
2.4	Wirtschaft.....	157
2.5	Erneuerbare Energien: Sonne & Wind.....	163
2.6	Biomasse, biogene Reststoffe, nachwachsende Rohstoffe, Land- und Forstwirtschaft, Gewässerschutz.....	166
2.7	Öffentlichkeitsarbeit, Umweltbildung, Bewusstseinsbildung.....	171
2.8	Kommunales Management, interkommunale Kooperation.....	175

3	Klimaschutzmanagement und Erfolgskontrolle	181
3.1	Klimaschutzmanagement.....	183
3.2	Controllingstruktur.....	196

Bilanzen

4	CO₂-Bilanz Fünfseenland	200
4.1	Datengrundlage und Methode.....	200
4.2	Datenstruktur der Kommunen.....	203
4.3	Ergebnisse der CO ₂ -Bilanz.....	204
4.4	Was sind „CO ₂ -Minderungspotentiale?“.....	214
4.5	Bilanz für das Fünfseenland.....	216
4.6	Zusammenfassung	218
5	Energiekosten	219
5.1	Entwicklung der Energiekosten in Deutschland.....	219
5.2	Energiekosten im Fünfseenland.....	221
6	Wertschöpfung	225
7	Investitionskosten	227
7.1	Entwicklung der Investitionskosten.....	227
7.2	Investitionskosten für das Fünfseenland.....	228

Maßnahmen

8	Maßnahmentabelle Fünfseenland	230
8.1	Maßnahmen	232
9	Maßnahmendarstellung pro Kommunen	233

Umsetzung auf regionaler Ebene

10	Empfehlung der Fachbüros – Aktionsplan 2011/12 für das Fünfseenland	241
10.1	Konzeptionelle Schwerpunkte des Aktionsplans.....	241
10.2	Grundlagen schaffen für effektiven Klimaschutz.....	242
10.3	Impulse setzen in den einzelnen Handlungsfeldern.....	243

Umsetzung auf kommunaler Ebene

11	Gebäudebestand, CO₂-Bilanz und Handlungsempfehlungen	253
11.1	Andechs.....	255
11.2	Berg.....	271
11.3	Feldafing.....	287
11.4	Gauting.....	303

11.5	Gilching.....	321
11.6	Herrsching.....	332
11.7	Inning.....	349
11.8	Krailling.....	365
11.9	Pähl.....	380
11.10	Pöcking.....	496
11.11	Seefeld.....	412
11.12	Starnberg.....	429
11.13	Tutzing.....	446
11.14	Weßling.....	462
11.15	Wörthsee.....	479

Verzeichnisse

Quellen- und Literaturverzeichnis.....	497
----------------------------------------	-----

Anhang

499

Kurzfassung

Konzepterstellung – der Prozess

Das Fünfseenland hat sich – als Beitrag zum Klimaschutz – das Ziel gesetzt, die Region im Jahr 2035 zu 100 % mit Erneuerbarer Energie zu versorgen. Das vorliegende integrierte Klimaschutzkonzept ist der erste Schritt auf dem Weg zur Umsetzung dieses Vorhabens.

Die Region legt besonderen Wert auf die Bürgerbeteiligung bei der Konzepterstellung und Umsetzung des Klimaschutzkonzepts. Die Bürger der Region wurden daher von Anfang an aktiv mit eingebunden: Zum Auftakt der Konzepterstellung und parallel zum gesamten Prozess fand ein reger Ideenaustausch mit der Bürgerschaft statt. Ergänzend wurden die Bürger über eine eigens gestaltete Homepage (www.klimaregion-fuenfseenland.de) über den Prozessverlauf und zentrale Klimaschutzthemen informiert.

Das integrierte Klimaschutzkonzept umfasst alle wesentlichen Lebens- und Arbeitsbereiche der Region. Viele Entscheidungsträger und Experten wurden mittels eines vielschichtigen Beteiligungsverfahrens in die Konzepterstellung eingebunden. Experten aus der Region brachten das vorhandene Know-how aus allen klimarelevanten Bereichen in zwei Klimaschutzkonferenzen ein. Als Ergebnis wurden Ziele erarbeitet, die dazu gehörigen Strategien entwickelt und erste konkrete Maßnahmenvorschläge erarbeitet und präsentiert.

Begleitet wurde die Konzepterstellung durch eine Steuerungsgruppe auf der Ebene der Bürgermeister der Region.

Alle beschriebenen Prozesse wurden durch das Fachbüro Identität & Image vorbereitet, begleitet und moderiert. Parallel dazu wurden die energiefachlichen Grundlagen durch Green City Energy erarbeitet, die in der vorliegenden Studie zusammen gefasst sind.

Studien

BAUSTEIN A: ENERGIEATLAS

Baustein A dieses Klimaschutzkonzepts beschreibt die bestehende Gebäudestruktur, sowie den derzeitigen Wärmebedarf und Stromverbrauch des Untersuchungsgebiets Fünfseenland. Zudem werden mögliche Zukunftsszenarien diskutiert.

Dieser Abschnitt des Konzepts zeigt gleichzeitig an konkreten Beispielen die Faktoren auf, die zum derzeitigen Wärme- und Strombedarf maßgeblich beitragen. Auf dieser Basis werden Möglichkeiten zur Einsparung von Energie diskutiert.

Die erarbeiteten Szenarien zeigen auf, dass eine deutliche Erhöhung der Sanierungsrate im Untersuchungsgebiet notwendig ist um die hohen Wärmebedarfswerte des vorhandenen Bestands an Gebäuden, die noch vor dem Erlass der ersten Wärmeschutzverordnung erbaut wurden, zu senken. Gleichzeitig ist es notwendig, alle Neubauten mit bedeutend besseren Wärme-verbrauchswerten zu errichten, als dies die Energieeinsparverordnung 2009 vorgibt. Es wird deutlich, dass nicht nur eine erhöhte Sanierungsrate sondern auch das energiebewusste Wohnen, und dabei explizit ein verantwortungsvoller Umgang mit zu beheizender Wohnfläche eine der großen Stellschrauben für die Einsparung des Wärmebedarfs in der Region Fünfseenland ist.

Wie aus den Untersuchungen der einzelnen Gemeinden deutlich hervorgeht, ist sowohl die nur in geringem Maß vertretene Wohnform des Mehrfamilienhauses als auch die stark erhöhte Wohnflächenzahl pro Wohneinheit im Untersuchungsgebiet einer der Faktoren, die maßgeblich zum Gesamtwärmebedarf der Region beitragen.

Da gleichzeitig eine steigende Tendenz der Kleinhaushalte bundesweit feststellbar ist, wird das zur Verfügung stellen von kleineren Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern ein zentrales Thema der Bauleitplanung für die kommenden Jahre sein.

BAUSTEIN B: POTENTIALANALYSE ERNEUERBARE ENERGIEN

Der Baustein B des Klimaschutzkonzeptes – der unter dem Stichwort „Energiepotentialanalyse“ zusammengefasst wird – beschäftigt sich mit der Ermittlung des verfügbaren Energiepotentials aus Erneuerbaren Energie-Quellen. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen das „theoretische Potential“ und das „technische Potential“ für die einzelnen Energiequellen.

Im technischen Potential kann zwischen dem aktuell genutzten Potential (IST) und dem ungenutzten Restpotential unterschieden werden.

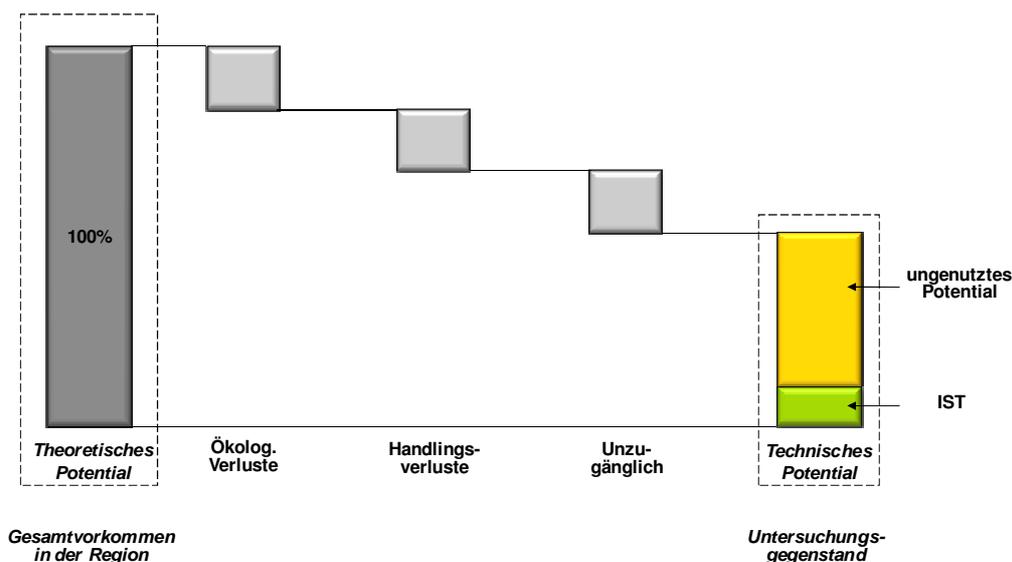


Abb.1: Der Weg vom theoretischen zum technischen Potential – am Beispiel Holz

Dächer und Fassaden bieten für **Solarstrom** ein Potential von insgesamt 242.000 MWh. Dies entspricht 50 % des gesamten Stromverbrauchs in der Klimaregion. Diese Energiemenge würde rechnerisch ausreichen, um fast 80.700 Privathaushalte mit Strom zu versorgen. Ende 2008 waren 2 % dieses technischen Potentials genutzt.

Solarthermie auf Dächern und Fassaden hat ein Wärmepotential von 96.000 MWh_{th}, womit etwa 6 % des heute bestehenden Gesamtwärmebedarfs im Untersuchungsgebiet gedeckt werden könnten. Umgerechnet in Heizöl entspricht dies einer Menge von 9,6 Mio. Litern pro Jahr. Mit der Energiemenge könnten rechnerisch 6.000 Haushalte mit Wärme versorgt werden.

Die **landwirtschaftliche Biomasse** im Fünfseenland bietet ein erhebliches energetisches Potential. 41.100 MWh Strom und 39.900 MWh Wärme könnten damit erzeugt werden. Unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien stehen 1.400 ha Ackerfläche und 2.030 ha Grünland für den Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Verfügung. Auf

20 % der gesamten Ackerfläche können zusätzlich Zwischenfrüchte zur energetischen Nutzung angebaut werden. Anfallende Nebenprodukte können thermisch (z.B. Stroh) oder in Biogasanlagen (z.B. Rübenblatt) verwertet werden.

Durch die Verwendung von Gülle in der Biogasanlage wird neben der Energiegewinnung eine Verbesserung der Düngereignung erreicht. Außerdem trägt die Nutzung erheblich zur Wirtschaftlichkeit der Anlagen bei (Gülle-Bonus).

Das zur Verfügung stehende technische Potential, das die Landwirtschaft liefern könnte, wird derzeit nur zu einem geringen Teil genutzt. Bei der Stromproduktion werden lediglich 2 % des technischen Potentials ausgeschöpft. Dabei könnten bei voller Ausschöpfung des technischen Potentials 13.700 Haushalte mit regenerativem Strom versorgt werden.

Bei der Wärmeproduktion ist der Anteil des derzeit genutzten Potentials sogar noch geringer und liegt bei 0,4 %. Bei vollständiger Nutzung des Potentials könnten 4,0 Mio. Liter Heizöl ersetzt und 2.200 Haushalte mit Wärme aus nachwachsenden Rohstoffen versorgt werden.

Die **Holz-Biomasse** im Fünfseenland bietet ein erhebliches energetisches Potential. Von den 17.000 Hektar Waldfläche können jährlich – ohne Beeinträchtigung des Naturhaushaltes – 63.900 Erntefestmeter Energieholz gewonnen werden. Das Energieholzpotential findet sich insbesondere in Privatwäldern.

Das vorhandene technische Wärmepotential der Holz-Biomasse wird derzeit lediglich zu weniger als einem Drittel genutzt. Technisch steht ein Potential zur Wärmebereitstellung von 129.900 MWh_{th} zur Verfügung, damit können 8.000 Haushalte mit Wärme versorgt werden.

In der Klimaregion Fünfseenland ergibt sich aus den vorhandenen Mengen an **Bioabfall und biogenen Reststoffen** ein energetisches Potential von 5.000 MWh_{el} Strom pro Jahr. Von diesem Potential sind in etwa zwei Drittel noch ungenutzt und könnten 1.700 Privathaushalte mit Strom versorgen.

Gleichzeitig mit der Stromerzeugung könnten 3.400 MWh_{th} Wärme pro Jahr aus Abfall produziert werden. Hiermit könnten etwa 215 Privathaushalte mit nachhaltiger Wärme versorgt werden.

Windenergie ist eine der ertragreichsten und kostengünstigsten erneuerbaren Energieträger und ein wichtiger Baustein in einem regenerativen Energiemix. Windenergie-Anlagen haben ein großes CO₂-Reduktionspotential bei gleichzeitig geringem Flächenverbrauch und lassen über dem Gesamtzeitraum verhältnismäßig hohe Gewerbesteuererinnahmen erwarten. Daher sollte, wo möglich, dieses Potential genutzt werden.

Die Windverhältnisse in der Klimaregion Fünfseenland sind insgesamt als eher unterdurchschnittlich einzustufen. Dennoch können an einzelnen, exponierten Lagen durchaus günstigere Voraussetzungen herrschen. Eine

wirtschaftlich rentable Nutzbarkeit hängt sehr von den Gegebenheiten eines konkreten Standortes ab. Nabenhöhen von mindestens 120 bis 140 m Höhe sollten eingeplant werden.

Um das Windpotential in der Region genauer zu erfassen, bedarf es einer detaillierteren Potentialstudie, die sowohl die mittleren Windgeschwindigkeiten als auch langjährige Schwankungen und Ertragsersparungen raumbezogen aufzeigt.

Die Akzeptanz von Windenergie-Anlagen bei der Bevölkerung ist noch offen. Gegebenenfalls sollten hier frühzeitig entsprechende Maßnahmen zur Information und zur Bewusstseinsbildung gerade bei Entscheidern und Betroffenen durchgeführt werden.

Die in der Region die bestehenden Wasserkraft-Anlagen haben insgesamt eine installierte Leistung von 520 kW.

Darüber hinausgehende Potentiale im Bereich der Wasserkraft sind ebenso wie zusätzliche Stromerzeugung durch Repowering separat zu überprüfen.

Die Klimaregion Fünfseenland weist generell günstige Voraussetzungen im Untergrund zur Nutzung von **Tiefen-Geothermie** auf. Im Rahmen der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wurde daher im Februar 2010 ein Geothermieprojekttag initiiert, bei der intensiv über Potentiale, Risiken und Nutzungsmöglichkeiten diskutiert wurde. Eine darüber hinausgehende Untersuchung ist – wie mit den Verantwortlichen der Region vereinbart – nicht Gegenstand des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes.

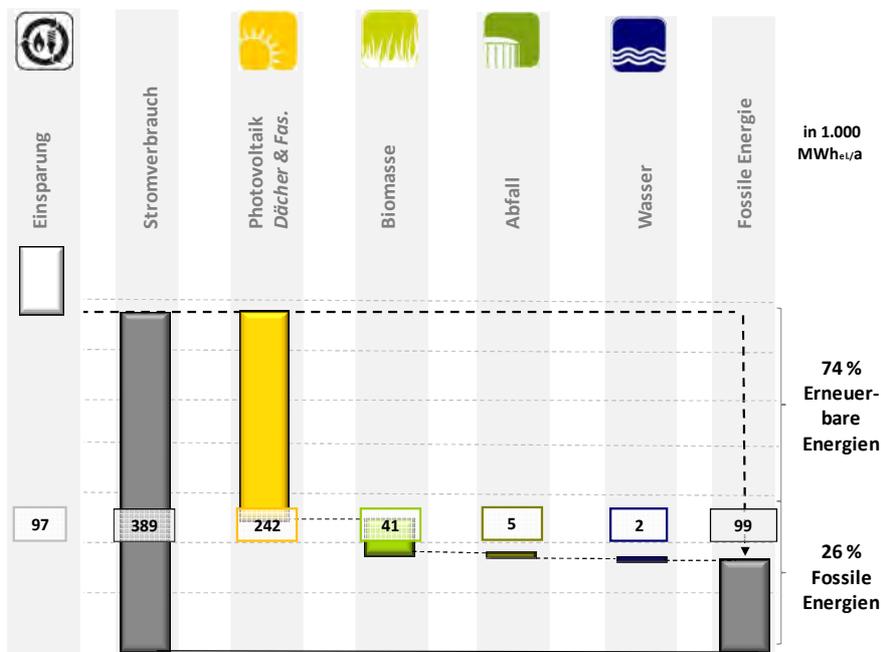


Abb.2: Technische Potentiale zur Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien



Abb.3: Die technischen Potentiale zur Wärmeversorgung aus Erneuerbaren Energien

Insgesamt könnten in der Klimaregion Fünfseenland durch den Strom aus regenerativen Quellen **74 % des Strombedarfs** gedeckt werden.

Durch die Nutzung der genannten Potentiale an Erneuerbaren Energien könnten **16 % des Wärmebedarfs** abgedeckt werden. Aufgrund der Gunst der Klimaregion Fünfseenland für eine geothermische Nutzung kann der Anteil erneuerbarer Wärme noch einmal deutlich erhöht werden.

Baustein C: Regionales Klimaschutzkonzept

Kurzzusammenfassung Baustein C

Baustein C führt die fachgutachterlichen Ergebnisse des Energieatlases und der Potentialstudie mit den Resultaten aus dem Partizipationsprozess zusammen. Zusätzlich werden die Bilanzen für CO₂, Energie- und Investitionskosten sowie für die regionale Wertschöpfung dargestellt. Daraus ergibt sich ein Gesamtkonzept mit zielgruppenspezifischem Maßnahmenkatalog als Klimaschutz-Fahrplan für die Region Fünfseenland.

Die dargestellten Ziele, Strategien und Maßnahmen bzw. Aktionspläne für die Gemeinden und den Landkreis sind Handlungsempfehlungen des Konzepterstellers, die im Rahmen des Prozesses der Konzepterstellung erarbeitet wurden. Sie haben daher Empfehlungscharakter und sind als Arbeitsgrundlage zur Umsetzung des Energiewendebeschlusses gedacht. Insbesondere die Maßnahmenpläne für die Gemeinden sowie der Aktionsplan für den Landkreis Starnberg stellen Empfehlungen für die nächsten Schritte der Umsetzung in den nächsten 2 bis 3 Jahren dar. Dabei werden die jeweiligen personellen und finanziellen Möglichkeiten zu berücksichtigen sein.

Im Bereich **Bauen und Planen** besteht durch verbesserte Gebäudedämmung ein großes Einsparungspotenzial vor allem im Bereich der Wärmebedarfe. Investitionen in die Gebäudehülle und die Heiztechnik wirken langfristig und reduzieren so dauerhaft die Emissionen.

Die Kommune hat eine wichtige Vorbildfunktion beim Klimaschutz. Entscheidungen und Investitionen Dritter lassen sich nur dann glaubwürdig anstoßen und einfordern, wenn die Kommunen der Klimaregion Fünfseenland in ihrem unmittelbaren Einflussbereich sichtbar voranschreiten.

Dazu gehört den Energiebedarf der **Kommunalen Liegenschaften** so weit als möglich zu reduzieren, hohe Standards anzulegen und dies öffentlich zu kommunizieren.

Eine der großen Herausforderungen im Klimaschutz liegt im **Bereich Verkehr und Mobilität**. Aufgrund mangelnder Marktreife technischer Alternativen zu fossilen Antriebssystemen liegen Anknüpfungspunkte für eine schnelle Reduzierung der verkehrsbedingten Emissionen im effizienteren Einsatz von Energie sowohl bezogen auf die zurückgelegten Kilometer als auch auf die Anzahl von Personen und Menge an Waren. Einer Reduktion der zurückgelegten Wege liegt eine strukturelle Herangehensweise zugrunde, die sich zum Beispiel in dem Konzept der kurzen Wege widerspiegelt.

Dem Themenbereich **Industrie, produzierendes Gewerbe, Handel, Dienstleistungen** kommt bei der Emission von CO₂ eine weitere große Rolle zu.

Für die Veränderung des Energiemix und damit eine weitere Reduzierung der CO₂-Emissionen sind in der Klimaregion Fünfseenland die Potentiale groß, da bisher im Bereich Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen der Energiebedarf zum überwiegenden Teil durch fossile Energieträger gedeckt wird.

Neben der Einsparung von Energie ist der **Ausbau der Produktion von erneuerbaren Energien** eine der tragenden Säulen des Klimaschutzes, einer nachhaltigen Energieversorgung und somit zentrales Element des Klimaschutzkonzeptes der Klimaregion Fünfseenland. Solarenergie, Biomasse und Windenergie sind die wichtigsten Quellen in einem größeren Energiemix.

Die Potentialanalyse hat gezeigt, dass im Bereich **Energiebereitstellung aus Biomasse** noch deutliche Ausbaumöglichkeiten bestehen, insbesondere im Bereich Biogas. Durch den Einsatz von Blockheizkraftwerken, die mit nachwachsenden Rohstoffen bzw. Gas befeuert werden, ist im Bilanzjahr 2020 eine umfangreiche Reduktion der CO₂ - Emissionen möglich.

Der **Bereich Bewusstseinsbildung** hat eine grundlegende Aufgabe, die die Erreichung nahezu aller anderen Ziele und die Umsetzung zahlreicher Maßnahmen maßgeblich beeinflusst.

Bewusstseinsbildungsmaßnahmen sind natürlich auch eng mit einem intensiven Öffentlichkeitsmanagement verbunden. Deshalb kommt dem Bereich der Öffentlichkeitsarbeit eine grundlegende Aufgabe zu.

Ein Öffentlichkeitsmanagement ist inhaltlich und organisatorisch eng mit dem kommunalen Klimaschutzmanagement verbunden.

Der **Bereich Kommunales Management/Interkommunale Kooperation** ist in einem regionalen Ansatz von großer Bedeutung. Oftmals sind die Gemeinden zu klein, um große Herausforderungen anzugehen. Eine interkommunale Kooperation im Bereich der Energieerzeugung und des Energiemanagements bringt Synergieeffekte und verringert Konflikte zwischen Nachbargemeinden.

Die **CO₂-Minderungspotentiale** werden für die einzelnen Energieformen berechnet. Hier werden die Maßnahmenempfehlungen für das Fünfseenland mit den Energieertragskennwerten einzelner Anlagen in Bezug gesetzt. Durch die Verknüpfung der Anzahl der vorgesehenen Anlagen mit dem erzielbaren Energieertrag je Anlage und dem Kennwert des CO₂-Minderungspotentials je MWh ergibt sich für jede Energieform das summierte CO₂-Minderungspotential in der Einheit „eingesparte Tonnen CO₂ pro Jahr [t CO₂/a]“.

Insgesamt ist entsprechend der Maßnahmenzusammenstellung eine CO₂-Einsparung von 468.000 Tonnen möglich. Die hier beschriebenen Ergebnisse sind in der **Maßnahmenübersicht** zusammengestellt.

Die **Energiekosten-Zusammenstellung** verdeutlicht die wirtschaftliche Dimension, die die Kosten der Energieversorgung für das Fünfseenland

haben. In dieser Bilanz werden die Kosten summiert, die im Jahr 2009 durch den Energieverbrauch in den verschiedenen Sektoren verursacht wurden. In Summe belaufen sich die Energiekosten auf 307 Millionen Euro.

Den größten Kostenpunkt stellt mit 85 Millionen Euro die Stromversorgung dar. Die Kosten für Wärmeversorgung betragen jährlich 117 bzw. und für die Treibstoffversorgung 105 Millionen Euro.

Mit einer umfangreichen Umstellung der Energieversorgung im Fünfseenland bis 2020 auf Erneuerbare Energien und der Steigerung der Energieeffizienz können sowohl die negativen Effekte der **Abhängigkeit von fossilen Energieträgern** als auch der damit verbundene Abfluss von Mitteln für Energieimporte verringert werden. Das Ziel muss es sein, den innerregionalen Kreislauf zu stärken und den Mittelabfluss zu vermindern.

Insgesamt betragen die **Investitionskosten** für das Fünfseenland im dargestellten Maßnahmenzenario 976 Millionen Euro. Davon entfallen 748 Millionen Euro auf Maßnahmen zur Sanierung und zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energieträgern. Nicht berücksichtigt sind hierbei die Investitionskosten einer Geothermie - Anlage.

Die Investitionskosten betreffen dabei nur zu einem geringen Teil den Haushalt des Fünfseenlandes. Die Kosten sind überwiegend von Privatinvestoren zu tragen. Für die REgion entstehen Kosten beispielsweise für Bewusstseinsbildung, Pilotprojekte, lokale Förderprogramme, Klimamanagement, u. a.

Das Fünfseenland hat sich während des Prozesses zur Entwicklung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes **konkrete Ziele** erarbeitet, die bis zum Jahr 2020 erreicht werden sollen. Diese Ziele werden in einer **Übersichtstabelle in Kap. 8** zusammenfassend dargestellt und quantifiziert.

Um diese Ziele zu erreichen, ist es wichtig, in allen zentralen Bereichen **Maßnahmen** und auf kommunaler Ebene zu ergreifen und umzusetzen. Die Maßnahmen betreffen sowohl die Wärme- und Stromversorgung als auch den Verkehrsbereich. Sie zielen auf die Errichtung neuer Anlagen zur umweltfreundlichen Energienutzung, die Einsparung von Wärme und Strom sowie deren effizienteren Einsatz ab. Diese direkten Maßnahmen sind auf flankierende Maßnahmen der Bewusstseinsbildung und eine professionellen Beratung angewiesen.

Konkrete Projektbeispiele für die Umsetzung des Maßnahmenplans werden im Anhang dargestellt.

Einführung

1. Anlass und Aufgabenstellung

Klimaschutz – eine kommunale Aufgabe

Eine Erwärmung des Klimasystems ist eindeutig – darauf weist der letzte Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) aus dem Jahr 2007 hin. Erste Anzeichen mehren sich. Folgen des globalen Klimawandels sind der Anstieg der mittleren globalen Luft- und Meerestemperaturen und des durchschnittlichen Meeresspiegels durch das ausgedehnte Abschmelzen von Schnee und Eis. In der Folge sind erhebliche Schäden durch extreme Wetterereignisse, zunehmende Naturkatastrophen und eine Belastung der menschlichen Gesundheit zu erwarten. Die Ursachen für die globale Erwärmung sind zum Großteil von Menschen gemacht. Die weltweiten Treibhausgaskonzentrationen, die die Energiebilanz und den Wärmehaushalt auf der Erde beeinflussen, haben seit der vorindustriellen Zeit deutlich zugenommen. Bei den anthropogenen Treibhausgasemissionen konnte in dem Zeitraum von 1970 bis 2004 eine Steigerung von 70% festgestellt werden. Die auf menschliche Aktivitäten zurück-zuführenden CO₂-Emissionen sind sogar um 80% angestiegen. Nach dem Bericht des IPCC sind die prognostizierten Erhöhungen der globalen Treibhausgasemissionen bzw. der Durchschnittstemperaturen in Abhängigkeit von sozioökonomischen Entwicklungen und umwelt- bzw. klimapolitischen Maßnahmen zu sehen: je nach Zukunftsszenario ist bis zum Jahr 2100 mit einer weiteren Erwärmung von 1,1 Grad bis 6,4 Grad zu rechnen (IPCC 2007, Klimaänderung 2007, Synthesebericht, S.8).

Einige Regionen werden wahrscheinlich besonders durch den Klimawandel betroffen sein. Dies sind beispielsweise die Gebirgsregionen, mediterrane Räume und tropische Regenwälder. Auch Bayern ist vom Klimawandel betroffen. In Bayern liegt der Anstieg der Durchschnittstemperatur in den letzten 100 Jahren je nach Region zwischen 0,5 und 1,2 Grad und insgesamt sogar leicht über dem globalen Wert von 0,7 Grad. Tendenziell sind die Temperaturen im Winter mehr gestiegen als in den Sommermonaten. Besonders in den bayerischen Alpen, aber auch in den Mittelgebirgen ist eine höhere Erwärmung zu beobachten. Auch bei der Niederschlagsverteilung sind saisonale Umverteilungen erkennbar. In den Sommermonaten hat es, so die Beobachtungen zwischen 1931 und 1997, außer im südlichen Bayern und dem niederbayerischen Hügelland, weniger geregnet. Im bereits niederschlagsarmen Nordfranken betrug die Abnahme (hochgerechnet auf einen 100 jährigen Durchschnitt) mehr als ein Drittel. Im Winter allerdings waren besonders im Norden Bayerns signifikant erhöhte Niederschlagsmengen zu verzeichnen (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008, Bayerns Klima im Wandel – erkennen und handeln)

Die Ursachen des Klimawandels sind in allen Bereichen des menschlichen Lebens und Handelns zu finden, in Ökonomie und Konsumverhalten ebenso wie in Mobilität oder der Gestaltung unserer Städte. Daher kann

Klimaschutz keine sektorale Angelegenheit der Energiebranche sein sondern ist als integrierte Aufgabe aller zu begreifen. Nur dann kann wirkungsvoll und zielgerichtet Klimaschutz betreiben werden. Der Klimaschutz ist eine der größten Herausforderungen für unsere Zukunft.

1.1. Das BMU Förderprogramm und die Aufgabenstellung der Kommunen

Die Bundesregierung hat sich im Rahmen des EU Klimapaktes verpflichtet, bis 2012 insgesamt 21% weniger klimaschädliche Gase zu produzieren. Das Basisjahr für diese Vereinbarung ist 1990. Zudem hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, die Treibhausgase bis 2020 um 40% zu reduzieren. Um diese Ziele zu erreichen, setzt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) einen Teil der Gewinne aus den Versteigerungen von Emissionshandelszertifikaten ein, um international und national Initiativen zu unterstützen. 2008 standen 280 Mio. € für den nationalen Teil der Klimaschutzinitiative bereit und 120 Mio. € für den internationalen, für 2009 ist die gesamte Finanzierungslinie von 400 Mio. € auf 460 Mio. € aufgestockt worden.

Die Bundesrepublik Deutschland kann diese Ziele nur erreichen, wenn die Kommunen sich an diesem Schritt beteiligen. Sie werden darin finanziell unterstützt, um die Senkung des Energiebedarfs, die Steigerung der Energieeffizienz und der Nutzung regenerativer Energien kostengünstig zu realisieren. Zudem soll die Bevölkerung mobilisiert werden und der Gedanke des Klimaschutzes bei der Bevölkerung verankert werden, damit sie zu einem aktiven Mitwirken mobilisiert wird. Im Rahmen des Programms „**Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen**“– wird die Erstellung von Klimaschutzkonzepten sowie die begleitende Beratung bei deren Umsetzung gefördert.

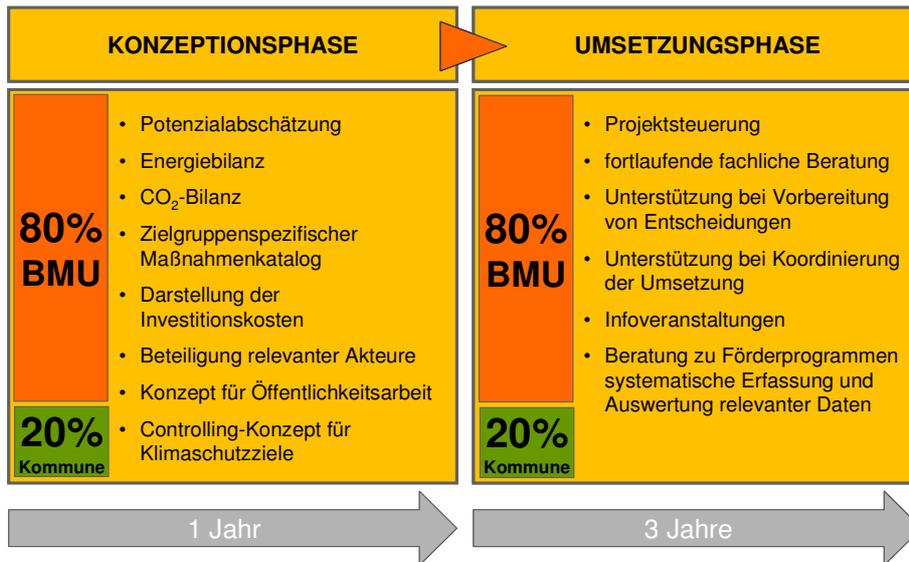


Abbildung 1: Konzeptions- und Umsetzungsphase im Überblick

Gefördert werden im Einzelnen:

1. die **Erstellung von umfassenden Klimaschutzkonzepten** oder Teilkonzepten die Potenziale, Ziele und Maßnahmen zur Minderung von Treibhausgasen in den verschiedenen Handlungsfeldern darstellen;
2. die **beratende Begleitung der Umsetzung** von Klimaschutzkonzepten oder Teilkonzepten durch unabhängige Dritte während des Förderzeitraums.

1.1.1 INHALTE DER INTEGRIERTEN KLIMASCHUTZKONZEPTE:

Folgende Aspekte sind gemäß der Richtlinie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Bestandteil eines integrierten Klimaschutzkonzeptes:

- Ganzheitlicher integrierter Ansatz
- Adressaten sind, neben den eigenen Betrieben und Liegenschaften der Kommune, die privaten Haushalte, Gewerbe- und Industriebetriebe, Verkehrsteilnehmer
- fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanz
- Potenzialbetrachtungen zur Minderung der CO₂-Emissionen, auf deren Basis mittelfristige Klimaschutzziele festgelegt werden (Betrachtung der relevanten Sektoren: Gebäude des Antragstellers, private Haushalte, Gewerbe, Industrie, Verkehr)
- ein zielgruppenspezifischer Maßnahmenkatalog mit Handlungsbeschreibungen und Informationen zu den beteiligten Akteuren
- die Darstellung der zu erwartenden Investitionskosten für die einzelnen Maßnahmen sowie der erwarteten personellen Ausgaben

für Umsetzung und Marketing der verschiedenen Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes

- eine Darstellung der aktuellen Energiekosten sowie der prognostizierten Energiekosten bei Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes
- die partizipative Erstellung: Mitwirkung von Teilen der Entscheidungsträger und Betroffenen an der Erarbeitung des Konzeptes
- überschlägige Berechnungen zur regionalen Wertschöpfung durch die vorgeschlagenen Maßnahmen
- ein Konzept für ein Controlling-Instrument, um das Erreichen von Klimaschutzziele zu überprüfen
- ein Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Diese Aspekte sind die Richtschnur für die Arbeiten am Klimaschutzkonzept der Region Fünfseenland und finden sich im vorliegenden Bericht wieder.

1.1.2 AUFGABENSTELLUNG DER KOMMUNEN DES FÜNFSEENLANDES

Die Bürgermeister der 15 teilnehmenden Kommunen haben im Sommer 2009 beschlossen, ein solches integriertes, kommunales Klimaschutzkonzept auf den Weg zu bringen. Die Green City Energy GmbH, Abteilung Kommunalberatung, und Identität & Image Coaching AG, Büro Weßling, wurden beauftragt ein Klimaschutzkonzept entsprechend den Anforderungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu erarbeiten. Vorausgegangen war die Initiative von sechs Gemeinden (Andechs, Herrsching, Inning, Seefeld und Wörthsee aus dem Landkreis Starnberg und Pähl aus dem Landkreis Weilheim – Schongau) und ihrem gemeinsamen kommunalen Unternehmen, der AWA Ammersee Wasser- und Abwasserbetriebe gkU, ein integriertes Klimaschutzkonzept zu erstellen, der sich zuerst die Gemeinde Weßling und dann auch die übrigen Kommunen des Landkreises Starnberg und der Landkreis selbst angeschlossen haben.

1.2. Partizipativer und integrativer Ansatz

1.2.1 DIE ROLLE DER KOMMUNE IM KLIMASCHUTZ

Den Kommunen kommt beim Klimaschutz eine herausragende Rolle zu. Hier wird aufgrund der räumlichen Konzentration unterschiedlicher Nutzungen (Wohnen, Gewerbe und Industrie, Verkehr, Freizeit) ein großer Teil von Treibhausgasen erzeugt, die zum Klimawandel beitragen. So ist Klimaschutz auf kommunaler Ebene mit hohem Handlungsdruck und vor allem mit großer Komplexität verbunden. Denn Klimaschutz in Kommunen betrifft Bereiche wie Energieeinsparung, Energieerzeugungsarten, Bauformen, Raum- und Siedlungsstrukturen und daraus resultierende Mobilitäts- und Transporterfordernisse.

Kommunen übernehmen eine vierfache Rolle beim Klimaschutz. Sie sind 1) „Verbraucher und Vorbild“, 2) „Planer und Regulierer“, 3) „Versorger und Anbieter“ und 4) „Berater und Promotor“ (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Die vierfache Rolle der Kommune im lokalen Klimaschutz

Kommune als			
Verbraucher und Vorbild	Planer und Regulierer	Versorger und Anbieter	Berater und Promotor
Beispiele			
Energiemanagement in kommunalen Liegenschaften Blockheizkraftwerke in kommunalen Gebäuden Müllvermeidung in der kommunalen Verwaltung	Integration energetischer Standards in der Siedlungsplanung Anschluss- und Benutzungszwang bei Wärmenetzen Verbot von CO ₂ -reichen Brennstoffen	Energiesparendes Bauen bei kommunalen Wohnbaugesellschaften Ausbau des ÖPNV Mengenabhängige Müllgebühren	Förderprogramm für energieeffiziente Altbau-Sanierung Förderprogramme zur Umstellung auf CO ₂ -arme Brennstoffe Energieberatung

Quelle: Kristine Kern et al. 2005: *Kommunaler Klimaschutz in Deutschland – Handlungsoptionen, Entwicklung und Perspektiven. Discussion Paper SPS IV 2005-101, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, S.11*

Anders als die „klassischen“ Bereiche des Umweltschutzes wie zum Beispiel die Luftreinhaltung oder der Gewässerschutz ist das Thema Klimaschutz für Kommunen relativ neu. Notwendig werden integrierte Ansätze, die über die bereits weit verbreiteten Bemühungen der Kommunen zur energetischen Sanierung ihrer Liegenschaften und fallweise Nutzung Erneuerbarer Energien hinausgehen.

1.2.2 DIE ACHT HANDLUNGSFELDER

Um über die bisherigen Anstrengungen der Kommunen hinaus, ein umfassendes Konzept zu erarbeiten, liegen im Fokus eines integrierten Klimaschutzkonzepts die wichtigsten Bereiche, in denen in einer Kommune Treibhausgase emittiert werden, die Möglichkeiten zur Erzeugung Erneuerbarer Energien sowie die Möglichkeiten zur Bewusstseinsbildung bei Bevölkerung und Entscheidungsträgern.

Kommunale Handlungsfelder im Klimaschutz

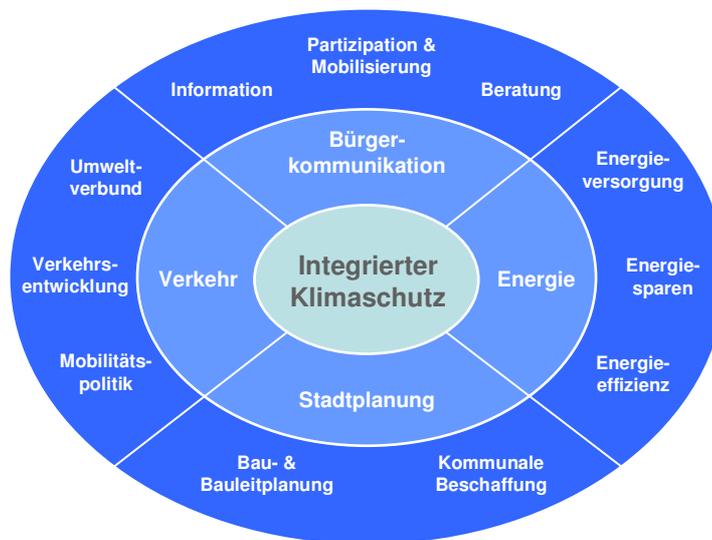


Abb.2 Kommunale Handlungsfelder im Klimaschutz

In der Region Fünfseenland wurden gemeinsam mit den teilnehmenden Kommunen und dem Landratsamt und den beteiligten Fachbüros folgende Themenfelder festgelegt:

1. **Bauen & Planen - private Haushalte, Bauleitplanung und energetische Sanierung**

Auf die privaten Haushalte entfällt in Deutschland gut 26 % des gesamten Endenergieverbrauchs. Der Energieverbrauch für Heizen und Warmwasser sowie für Elektrogeräte schlägt durchschnittlich mit 3,4 Tonnen Kohlendioxid-Emissionen pro Jahr und pro Kopf zu Buche. Nur ein sehr geringer Teil der Gebäude wird neu gebaut, d.h. die hohen Standards greifen nur bei einem Bruchteil der Gebäude. Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes hat also eine ausschlaggebende Wirkung. Mit dem individuellen Verhalten in jedem Haushalt kann jeder Einzelne, unabhängig von politischen Entscheidungen, einen klimafreundlicheren Lebenswandel einschlagen. Deswegen sind die privaten Haushalte und das Energiesparen in bereits bestehenden Gebäuden ein zentrales Handlungsfeld eines effizienten Klimaschutzkonzeptes.

2. **Kommunale Liegenschaften**

Die Kommune hat im Klimaschutz eine Vorbildfunktion. Daher muss sie insbesondere bei den eigenen Liegenschaften versuchen, auf dem neuesten Stand zu sein. In ihrer Rolle als Verbraucher kann sie in ihrem eigenen Entscheidungsbereich CO₂ einsparen. Vor dem Hintergrund steigender Energiekosten tragen energieeffiziente Liegenschaften auch zu einem langfristig gesunden kommunalen Finanzhaushalt bei.

3. **Mobilität & Verkehr**

Der Verkehr war in Deutschland 2006 für 20,1 % der Kohlendioxid-Emissionen verantwortlich. Dies sind 160,6 Mio. Tonnen des Treibhausgases. Der motorisierte Individualverkehr bietet daher dauerhaft keine ökologisch verträgliche Lösung der Mobilitätsanforderungen. Insbesondere um ländliche Regionen anzubinden, sind ein attraktives Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln und weitere Alternativen zum Auto erforderlich. Dies aber verursacht hohe Kosten. Ein attraktiver ÖPNV ist sinnvoll, um Wohnen und Arbeiten gut zu verbinden, insbesondere auch für Arbeitnehmer, die kein Auto benutzen. Dies stellt die Region vor die Aufgabe, mit innovativen Lösungen die Mobilität der Bevölkerung zu gewährleisten und die Erreichbarkeiten der anliegenden Städte und Gemeinden zu sichern.

Dazu gehören gerade im städtischen Umfeld neben dem ÖPNV auch Angebote für Radfahrer und Fußgänger sowie neue Formen der kollektiven Mobilität (Mitfahrgemeinschaften, Carsharing etc.).

4. **Wirtschaft: Handel, produzierendes Gewerbe, Industrie, Dienstleistung**

Industrie und produzierendes Gewerbe sowie Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungen sind wesentliche Erzeuger klimaschädigender Treibhausgase. 2007 entfielen auf den Bereich der Wirtschaft 44,1% des Endenergieverbrauchs in Deutschland. Industrie und Produktion verbrauchen 28,5% der Endenergie, während der Dienstleistungssektor für 15,6% dieser Menge verantwortlich ist.

Im gesamten Wirtschaftssektor gilt es Energie einzusparen und effizienter einzusetzen. Gerade für Industrie und produzierendes Gewerbe ist der Klimaschutz aber auch eine große Chance. In der Entwicklung und Produktion klimafreundlicher, energieeffizienter Produkte liegt ein zukunftssträchtiger Markt. Zudem kann in den Betrieben durch eine Verbesserung der Verfahren ein erheblicher Energie-Einsparungseffekt erreicht werden. Darüber hinaus gibt es in der Regel erhebliche Potenziale zur Effizienzsteigerung des Energieeinsatzes. Auch im Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor besteht ein großes Handlungspotenzial für den Klimaschutz. Generell gilt für beide Wirtschaftssektoren, dass ein großer Teil der CO₂-Emissionen auf die Gebäudestrukturen entfallen. Güter- und Warentransport sowie Fahrten der Mitarbeiter sind weitere Emissionsbereiche. Die Nutzung dieser Einsparpotenziale im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzepts bietet den Unternehmen gleichzeitig auch die Möglichkeit erheblicher Kosteneinsparungen. Insbesondere regionale Wertschöpfungsketten gewinnen an Bedeutung, da sie eine weitaus günstigere CO₂-Bilanz vorweisen können als verkehrs- und transportintensive Produktionsformen.

5. **Erneuerbare Energien: Sonne & Wind**

Der anhaltende Klimawandel und die Knappheit fossiler Brennstoffe machen ein Umdenken in Sachen Energieverwendung und Energieversorgung dringend erforderlich.

Zum einen sind deutliche Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Steigerung der Energieeffizienz erforderlich. Zum anderen gilt es den Anteil regenerativer Energien an der Versorgung zu steigern, um CO₂ und den Einsatz fossiler Brennstoffe zu reduzieren. Dies schafft zusätzliche Wertschöpfung und verringert die Abhängigkeit von Importen.

Dem Ausbau der Wärme- und Stromgewinnung durch Sonne und Wind kommt hierbei eine entscheidende Rolle zu.

6. **Biomasse, biogene Reststoffe, nachwachsende Rohstoffe, Land- und Forstwirtschaft, Gewässerschutz**

Die Erschließung von nachwachsenden Rohstoffen, also von Biomasse zur Energieerzeugung stellt einen weiteren wichtigen Baustein im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes und zur Nutzung Erneuerbarer Energien dar. Im Kontext der Erneuerbaren Energien versteht man unter Biomasse alle organischen Stoffe, die für die Energiegewinnung genutzt werden können. Diese können aus der Land- oder Forstwirtschaft (Primärproduktion) oder aus der Abfallwirtschaft stammen. Entsprechend ihrer Herkunft unterteilt man sie auch in Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) und biogene Abfälle. Aus Biomasse kann man prinzipiell alle Arten der benötigten Energie erzeugen: Strom, Wärme und auch Treibstoff.

Dabei sind im Bereich der Land- und Forstwirtschaft die Berücksichtigung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise und die Vermeidung der Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion im Auge zu behalten.

Die Technologie der Kraft – Wärme – Kopplung dient der Steigerung der Effizienz: durch die Auskopplung ungenutzter Abwärme, insbesondere bei der Stromherstellung aus Brennstoffen, kann zusätzliche Heizwärme für öffentliche und private Gebäude bereitgestellt werden.

7. **Öffentlichkeitsarbeit, Umweltbildung, Bewusstseinsbildung**

Allein die Umstellung auf Erneuerbare Energien, die Nutzung effizienter Energieerzeugungstechniken und die Förderung energieeffizienten Wirtschaftens wird nicht reichen, um das Ziel, die globale Erwärmung auf 2°C zu begrenzen, zu erreichen. Jeder Einzelne muss den gewohnten Umgang mit Energie in jeglicher Form ändern. Erfolgreicher Klimaschutz ist also ursächlich mit Verhaltensänderungen verbunden. Die Bandbreite für Beispiele ist breit: Lichter bei Verlassen des Zimmers ausschalten, die Nutzung des Fahrrads anstatt des PKWs für kurze Strecken, der Verzicht auf klimaschädigende Flugreisen, die Reduktion des Fleischkonsums, der Einkauf von Lebensmitteln, die vor Ort erzeugt werden, etc.

Ein klimafreundliches Bewusstsein für die Umsetzung eines

effizienten Klimaschutzkonzeptes ist somit zentral. Dies gilt es zu fördern und zu intensivieren. Immer mehr zeichnet sich auch die Notwendigkeit der Akzeptanzförderung für dezentrale, regenerative Energieproduktion ab, die für eine nachhaltige und klimafreundliche Energieversorgung notwendig ist.

8. **Kommunales Management, interkommunale Kooperation**

Klimaschutz muss ein wesentlicher Bestandteil des Denkens und Handelns von Politik und Verwaltung werden. Eine institutionelle Verankerung des Klimaschutzes in der Kommune durch ein Klimaschutzmanagement ist daher notwendig. Nur so kann die Umsetzung der im Rahmen des Klimaschutzkonzepts erarbeiteten Strategien, Maßnahmen und Projekte gewährleistet werden. Mittels eines Klimaschutzmanagements werden die Aspekte des Klimaschutzes integraler Bestandteil des kommunalen Handelns. Zudem leistet ein Klimaschutzmanagement auch eine wichtige Controlling-Funktion zur Erreichung der Ziele. Schließlich trägt ein Klimaschutzmanagement auch zur dauerhaften Verankerung des Klimaschutzes in der Öffentlichkeit bei.

Diese acht Bereiche stellen Schwerpunkte des Konzeptes dar. Es gibt zahlreiche Überschneidungen zwischen den einzelnen Themen und auch Querschnittsthemen, die gerade in der Umsetzung in allen Bereichen eine Rolle spielen, wie zum Beispiel Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit.

In allen Handlungsfeldern sind Energieeinsparung, der effizientere Gebrauch von Energie und die Produktion erneuerbarer Energien grundlegende Strategien für den kommunalen Klimaschutz. Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung gilt es drei Sprünge zu machen:



Abbildung 3: Der Dreisprung im Klimaschutz

Beim ersten Sprung sollten alle Möglichkeiten der Energieeinsparung genutzt werden. Der zweite Sprung beinhaltet die Verbesserung der Energieeffizienz in Energieverbrauch und Produktion. Die anschließend noch erforderliche Energie sollte durch Erneuerbare Energien gedeckt werden.

1.2.3 METHODIK

Das integrierte kommunale Klimaschutzkonzept umfasst alle klimarelevanten Bereiche und Sektoren der Systeme Region und Kommune und bindet Entscheidungsträger und Betroffene bereits in der Erarbeitungsphase mit ein. Ein solches komplexes Unterfangen bedarf einer vielschichtigen Methodik.

Analyse der aktuellen und künftigen Energiebedarfe und Minderungspotenziale

Die energiefachlichen Untersuchungen, die im Rahmen der Konzepterstellung angefertigt wurden, setzen sich aus der Analyse des aktuellen Energieverbrauchs (Baustein A Energieatlas) sowie der Analyse des Ausbaupotenzials für Erneuerbare Energien (Baustein B Potenzialanalyse) zusammen. Der Energieatlas beinhaltet eine Analyse des aktuellen Verbrauchs von Wärme, Strom, und CO₂. Auf der Basis dieser fachlichen Untersuchungen wurden, auf der Basis der partizipativen Einbindung wichtiger Akteuren, bilanzierbare Maßnahmen entwickelt und mit Berechnungen zur regionalen Wertschöpfung versehen.

Die energiefachlichen Untersuchungen beziehen sich auf unterschiedliche, bilanzierbare Handlungsbereiche, wie energieeffizientes Sanieren im Bestand von Wohngebäude und in öffentlichen Liegenschaften oder Einsparpotenziale von Energie und die Verringerung von CO₂ - Emissionen in Verkehr, Handel und Dienstleistung, Industrie und produzierendem Gewerbe. Die Steigerung der Effizienz durch den Einsatz innovativer

Technologien, wie der Kraft- Wärme- Kopplung, wird ebenso berücksichtigt, wie der Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Partizipativer Ansatz

Wichtig für eine umsetzungsorientierte Konzepterstellung ist die Beteiligung der relevanten Akteure. Ziel ist es einerseits, das personengebundene Wissen, das bei den Akteuren in der Klimaregion Fünfseenland vorhanden ist, für die Arbeiten am Klimaschutzkonzept zu mobilisieren. Andererseits sollen durch die Beteiligungselemente Mitstreiterinnen und Mitstreiter für einen effektiveren Klimaschutz in der Klimaregion Fünfseenland und ihren Kommunen gewonnen werden und übergreifende Netzwerke für späteres gemeinsames Handeln geknüpft werden. Dieser partizipative Ansatz ist im Prozess in zahlreichen Formen aufgenommen worden. So wurden insgesamt achtzehn Veranstaltungen abgehalten, an denen die Bevölkerung bzw. ausgewählte Akteure und Entscheidungsträger der Klimaregion Fünfseenland teilnehmen konnten. Die Auftaktveranstaltung war öffentlich, ebenso wie die kommunalen Klimaschutz-Werkstätten. In jeder der fünfzehn teilnehmenden Kommune fand eine öffentliche Veranstaltung statt, zu der alle Bürgerinnen und Bürger eingeladen waren. Hier wurden Anregungen und Ideen aufgenommen und erörtert, konkrete Maßnahmen für Klimaschutz in den Gemeinden und der Stadt Starnberg wurden erarbeitet.

Bei den zwei anderen jeweils eineinhalb tägigen Klimaschutzkonferenzen, wurden knapp 70 Experten aus den acht festgelegten Handlungsfeldern zusammengebracht, die das Themenfeld „Klimaschutz“ in der Region Fünfseenland gut repräsentieren und auch über die Konzeptionierungsphase hinaus als Multiplikatoren dienen.

Diese zwei Veranstaltungen haben eine zentrale Position in der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes. Hier wird der fachlich integrierte mit dem partizipativen Ansatz verknüpft. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dieser Veranstaltung erarbeiten ehrgeizige Ziele und versehen diese mit Strategien und Erarbeiten Vorschläge für umsetzungsorientierte und zielgruppenspezifische Maßnahmen.

Durch zahlreiche Interviews mit Experten und Expertinnen am Anfang des Prozesses wurden schon von Beginn an lokale Rahmenbedingungen mit einbezogen. Des Weiteren wurden nach den Klimaschutzkonferenzen in mehreren Expertengesprächen konkrete Handlungsansätze mit lokalen Experten und Entscheidungsträgern sowie Betroffenen vor Ort erörtert und auf ihre Realisierbarkeit hin überprüft.

Um die erarbeiteten Ziele, Strategien und Maßnahmen in Politik und Verwaltung zu verankern und so eine Umsetzung derselben zu fördern, wurden die Ergebnisse der Veranstaltungen in einer Steuerungsgruppe rückgekoppelt, die aus Vertretern der Verwaltung und politischen Entscheidungsträgern besteht. Die Bürgermeisterdienstbesprechung der Starnberger Kommunen wurde genutzt, um alle Bürgermeister zu

informieren und Entwicklungen zu besprechen. Sie wurde zu diesem Anlass um den aus dem Nachbarlandkreis Weilheim – Schongau stammenden Pähler Bürgermeister Pfeiffer erweitert.

So konnten Lösungen entworfen werden, die an die spezifischen Probleme angepasst sind und die Rahmenbedingungen vor Ort berücksichtigen.

1.2.4 ABLAUF

Die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes ist stark beeinflusst von dem integrativem und dem partizipativem Anspruch, der an ein solches integriertes, kommunales Klimaschutzkonzept gestellt wird. Ein Zusammenspiel aus öffentlichen Veranstaltungen für die gesamte Bürgerschaft und Veranstaltungen mit eingeladenem Teilnehmerkreis und den energiefachlichen Untersuchungen bestimmt die Prozessarchitektur.



Abbildung 4: Schematische Darstellung der Prozessstruktur

Sondierungsphase

In der Sondierungsphase, die durch die Erweiterung von Beginn der Förderphase bis zur ersten Klimaschutzkonferenz im März 2010 dauerte, wurden ausführliche Gespräche mit zahlreichen Expertinnen und Experten geführt. Insbesondere wurden Hintergrundinformationen und Daten gesammelt.



Abb 5: Blick ins Publikum der Auftaktveranstaltung

Auftaktveranstaltung

Die Auftaktveranstaltung fand als erste öffentliche Veranstaltung am 8. Oktober 2009 unter großer öffentlicher Beteiligung statt. Die Anwesenden wurden über den Ablauf des Konzeptionierungsprozesses informiert. Es wurde ein Überblick über bisherige Tätigkeiten in diesem Rahmen gegeben und die Aktivitäten und Akteure, wie der Energiewende Landkreis Starnberg e.V., der Klimaregion vorgestellt. Mit Herrn Landrat Roth und Herrn Bürgermeister Gum standen neben den Referenten der beauftragten Fachbüros, Vertreter der politischen Entscheidungsträger auf dem Podium. Die in der anschließenden Diskussion eingebrachten Nennungen und Anregungen, sowie solche, die im Anschluss an die Auftaktveranstaltung eingegangen sind, wurden in das Konzept aufgenommen und zum großen Teil im späteren Verlauf aufgegriffen bzw. weiter ausgearbeitet.

Klimaschutzkonferenzen

Dies geschah unter anderem in den zwei Klimaschutzkonferenzen: Zu diesen jeweils eineinhalbtägigen Veranstaltungen wurden knapp 70 ausgewählte Teilnehmer eingeladen. Es handelte sich um relevante Akteure und Multiplikatoren aus den acht Handlungsfeldern, um Entscheidungsträger und Betroffene aus der Klimaregion Fünfseenland, den teilnehmenden Kommunen und dem Landratsamt

Die erste Konferenz fand 12. Und 13. März 2010 in der Akademie Seefeld statt. Die Informationsphase, in der bereits erste Ergebnisse der energiefachlichen Untersuchungen vorgetragen wurden, fand regen

Anklang. In den anschließenden Arbeitsphasen wurden die aktuelle Situation in den acht Handlungsfeldern analysiert, Herausforderungen identifiziert und gemeinsam zukunftsweisende Visionen für die Klimaregion Fünfseenland erarbeitet.



Abb. 6: Thementische in der ersten Klimaschutzkonferenz



Abb.7: Die Wand der Herausforderungen an der ersten Klimaschutzkonferenz

Die zweite Klimaschutzkonferenz wurde am 07. Und 08. Mai 2010 ausgerichtet und fand ebenfalls in den Tagungsräumen der Akademie Seefeld statt. Der Teilnehmerkreis der ersten Konferenz wurde wieder eingeladen, um Kontinuität in der Arbeit zu ermöglichen. Zuerst wurden die Ziele und Strategien, die aus der ersten Klimaschutzkonferenz gewonnen und mit in der Region vorhandenen Zielen und Strategien verschnitten wurden, in einer intensiv moderierten Arbeitsphase bearbeitet. Anschließend wurden möglichst konkrete Handlungsansätze dazu erarbeitet. Die Sammlung von Ideen für Projekte und Maßnahmen und ihre konkrete Ausformulierung kennzeichnet den Schwerpunkt der zweiten Klimaschutzkonferenz.

Klimaschutz – Werkstätten

In jeder der 15 teilnehmenden Kommunen wurde parallel zu den zwei Klimaschutzkonferenzen eine Abendveranstaltung abgehalten. Die Termine verteilten sich von 11. März bis 07. Juli. Eingeladen wurden alle interessierten Bürgerinnen und Bürger über Veranstaltungshinweise auf der Projektwebsite und den kommunalen Internetauftritten, Presseartikel und Plakate. Persönliche Einladungen gingen zudem per Post an Gemeinde- und Stadträte, an Vereine, zivilgesellschaftliche Gruppen, Unternehmen und Kirchen. Insgesamt nahmen gute 350 Bürgerinnen und Bürger an den Werkstätten teil. Am Anfang jeder Veranstaltung stand eine Informationsphase zum integrierten Klimaschutzkonzept und den jeweiligen Ergebnisse aus den Kommunen, also gemeindegnaue Analysen des aktuellen Energiebedarfs, Bestand und Ausbaupotenzial der Erneuerbaren Energien. In dieser Veranstaltung wurden aber vor allem Projektideen der Bevölkerung zum effektiven Klimaschutz in ihrer Heimatgemeinde gesammelt, diskutiert und weiterentwickelt. Es wurde bewusst Platz und Zeit gelassen, um Netzwerke und informelle Arbeitsgruppen entstehen zu lassen. So wurden Kontakte gepflegt und so das Klimaschutz– Netzwerk der Kommunen weiter und enger geknüpft.

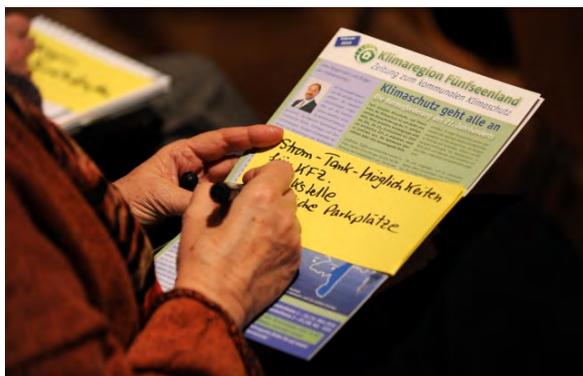


Abb.9: Information und Anregungen in den Klimaschutz-Werkstätten



Abb.8: Kleingruppen entwickeln Maßnahmen für effektiven Klimaschutz vor Ort

Expertengespräche

In mehreren mehrstündigen Gesprächen wurden zentrale Projekte mit Verantwortlichen und externen Experten auf ihre Realisierbarkeit überprüft. Folgende Schwerpunkte wurden behandelt

- Biomasse
- Wind
- Verkehr
- Klimaschutzmanagement

Es wurden erkannte Einsparungs-, bzw. Effizienzsteigerungspotenziale zielgerichtet behandelt. Entsprechende Handlungsansätze und Maßnahmepakete wurden erarbeitet oder weiterentwickelt.

Zudem wurde am 4. Februar 2010 ein Projekttag zu Geothermie veranstaltet, zu dem alle Kommunen eingeladen waren. Die Referenten Dr. Achim Schubert, Erdwerk GmbH, Thomas Fröhlich, AFK Geothermie GmbH und Franz Obermaier, Sparkasse München Starnberg standen den Bürgermeisterinnen und Bürgermeistern und den Vertretern des Landratsamtes für Fragen zur Verfügung. Durch die nichtöffentliche Gestaltung der Veranstaltung gelang es, für einen fachlich fundierten Informationsaustausch zu sorgen.

Kommunale Aktionspläne

Für jede Kommune wurde ein, den jeweiligen spezifischen Rahmenbedingungen angepasster Fahrplan für die nächsten 2-3 Jahre angefertigt. Eine wichtige Quelle für die kommunalen Aktionspläne waren neben den Ergebnissen der Klimaschutzkonferenzen, die kommunalen Klimaschutz-Werkstätten. Diese Aktionspläne stellen gutachterliche Empfehlungen dar, die in den politischen Prozess eingespielt werden sollen. Sie sind im integrierten Handlungskonzept, Baustein C, aufgeführt.

In jeder Kommunen fand mindestens eine Besprechung dieses Aktionsplans statt. Teilgenommen haben immer Vertreter der Gemeindeverwaltungen und der politischen Gremien, d.h. Gemeinde- und Stadträte oder auch Bürgermeisterinnen und Bürgermeister. Fast immer waren auch Vertreter der zivilgesellschaftlichen Gruppen anwesend, wie Agenda 21 oder der Energiewende Lkr. Starnberg.

Öffentlichkeitsarbeit

Den Prozess begleitend wurde eine mobilisierende Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt, die im Wesentlichen zahlreichen Presseartikeln, einem Newsletter und einem eigenen Internetauftritt besteht (www.klimaregion-fuenfseenland.de) auf den zahlreiche Internetauftritte des Landkreises und der Kommunen verweisen. Die Dokumentationen aller Veranstaltungen wurden dort veröffentlicht. Es wurde auch über Fortschritte aus dem Prozess berichtet und die Möglichkeit der Beteiligung auf unterschiedlichste Weise und über verschiedene Medien ermöglicht und gefördert.

Energieatlas

Es wurde sowohl der thermische Gesamtbedarf der Kommunen ermittelt als auch die verwendeten Energieträger identifiziert. Analog dazu wurde der spezifische Stromverbrauch erfasst. Auf der Basis von Kennzahlen wurde der zukünftige thermische und elektrische Energieverbrauch in der Kommune auf der Basis einer Trendfortschreibung (Referenzszenario) ermittelt. Die Gesamtenergiebilanz gibt den kommunalen Entscheidungsträgern und Privatinvestoren eine Grundlage zur Ermittlung möglicher Einspar- und Effizienzpotentiale. Eine detaillierte Beschreibung der Methodik sowie die Ergebnisse finden sich im Teil A des Konzeptes.

Energiepotenzialanalyse

Im Rahmen der Energiepotentialanalyse wurde zunächst die vorhandene Nutzung Erneuerbarer Energien zusammengestellt. Im zweiten Schritt werden die verfügbaren Potentiale zur Erschließung regenerativer Energieträger in den Bereichen Photovoltaik, Solarthermie, Bioenergie und Windenergie ermittelt. Teil der Energiepotentialanalyse ist die Darstellung der technischen Potenziale, also den theoretisch erschließbaren Mengen auf der Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung. Die Ergebnisse der Energiepotenzialanalyse sind detailliert im Teil B des Konzeptes aufgeführt.

Die Ergebnisse der energiefachlichen Untersuchungen wurden in die Klimaschutzkonferenzen und die 15 Klimaschutz-Werkstätten eingespeist und dienten dort als Anhaltspunkt für die Diskussionen.

1.3. Wünsche und Anregungen der Bürgerschaft

Durch den partizipativen Ansatz der Konzepterstellung bestehen im Prozess zahlreiche Gelegenheiten Anregungen aus der Bürgerschaft aufzunehmen. Über den gesamten Prozess hinweg wurden an verschiedenen Stellen und insbesondere in den fünfzehn Klimaschutz - Werkstätten zahlreiche

Wünsche und Anregungen an die Fachbüros herangetragen. Diese finden sich in den Maßnahmen und Strategien wieder.

1.3.1 HÜRDEN UND HEMMNISSE

Die größten Hürden wurden in einem mangelndem Bewusstsein, fehlenden finanziellen Mitteln und der Bürokratie gesehen. Die Bequemlichkeit des Einzelnen und alte Denkstrukturen haben Auswirkungen auf monetäre Investitionen sowohl im individuellen Verhalten als auch im kommunalen und staatlichen Handeln. Die fehlende Kommunikation und mangelnde Koordination zwischen einzelnen Akteuren, den Kommunen und weiteren Beteiligten stellt darüber hinaus ein grundlegendes Hemmnis für effektiven Klimaschutz im Fünfseenland dar. Die hohen Lebenshaltungskosten erschweren Investitionen in regionale Wirtschaftskreisläufe und energetische Sanierung durch die entsprechende Preisgestaltung der ansässigen Unternehmen. Der demographische Wandel wird darüber hinaus als eine Hürde für eine rasche Sanierung des Bestandes empfunden.

1.3.2 ANREGUNGEN UND IDEEN

Die Forderung nach mehr Öffentlichkeitsarbeit und der Stärkung eines nachhaltigen Bewusstseinswandels war Grundton zahlreicher Anregungen. In privaten Haushalten würde dadurch ein verändertes Konsumverhalten und „Energieverhalten“ angeregt, das vom einfachen Licht ausschalten zur gesteigerten Nachfrage nachhaltiger und regionaler Produkte und Dienstleistungen sowie Investitionen in die energetische Sanierung des Gebäudebestandes reicht. So betreffen zahlreiche Anregungen auch die Stärkung eines regionalen und nachhaltigen Wirtschaftskreislaufs.

Das Thema Verkehr wurde ebenfalls in zahlreichen Anregungen aufgenommen. Die Rückeroberung des öffentlichen Raumes in den Ortskernen und ein verträgliches Miteinander der verschiedenen Verkehrsträger spiegeln generelle Problemlagen in stark vom motorisierten Individualverkehr (MIV) geprägten Siedlungsgebieten wider. Zahlreiche Anregungen zu einem attraktiven Fuß- und Radwegenetz und sicheren Schulwegen verdeutlichen dies.

Die gesteigerte Produktion von regenerativen Energien wurde in vielen Anregungen in unterschiedlicher Detailschärfe genannt. Neben der Erschließung von bisher weitgehend ungenutzten Energiequellen wie Wind oder Biomasse wurde auch der Ausbau von Photovoltaik und Solarthermie genannt. Die Notwendigkeit eines sensiblen Umgangs mit den natürlichen Ressourcen wurde gerade in Bezug auf Biomasse deutlich.

Im Bereich der energetischen Sanierung wurden zahlreiche Vorschläge für eine gesteigerte Aufklärungs- und Öffentlichkeitsarbeit eingebracht. Darunter waren Anregungen zu nachbarschaftlichen Beratungsangeboten, die besonders niederschwellig sind und die Wohnqualität und Machbarkeit

von energetischen Sanierungen aufgreifen aber auch Ideen zu neutralen, kommunalen Beratungsangeboten.

Baustein A:

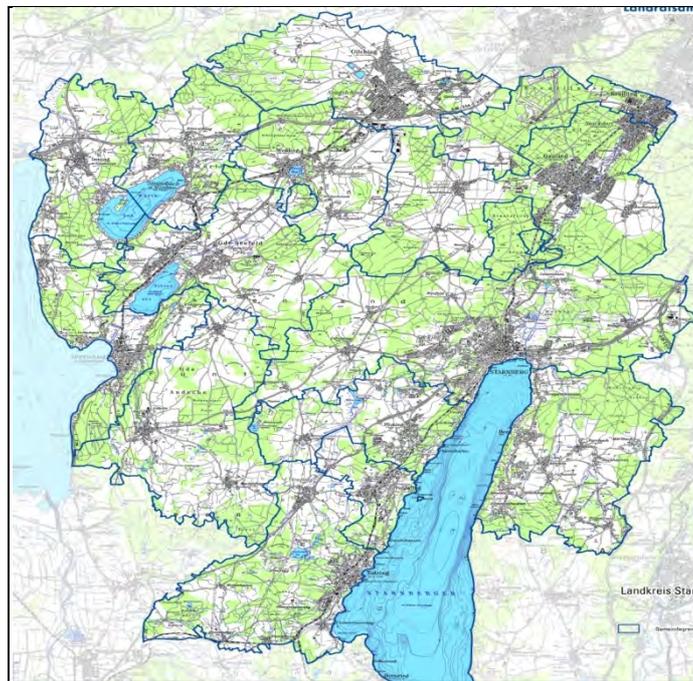
Energieatlas

1. Einleitung

1.1. Zielbeschreibung

In den kommenden Jahren und Jahrzehnten wird es eine der größten Aufgaben sein, die zu Ende gehenden Ressourcen an Öl und Gas zu ersetzen und den Bedarf an Wärme und Strom aus nachwachsenden Rohstoffen zu decken.

Wichtig ist dabei zu wissen wie hoch der Energiebedarf ist und ob dieser mit den heimischen Energiegewinnungs-Potentialen gedeckt werden kann.



Der Baustein A dieses Klimaschutzkonzepts beschreibt den derzeitigen Wärmebedarf und Stromverbrauch des Untersuchungsgebiets Fünfseenland.

Dieser Abschnitt des Konzepts zeigt gleichzeitig an konkreten Beispielen die Faktoren auf, die zum derzeitigen Wärme- und Strombedarf maßgeblich beitragen. Auf dieser Basis werden Möglichkeiten zur Einsparung von Energie diskutiert.

1.2. Demographische und geographische Rahmenbedingungen

Geographische Lage
<p>Geographische Lage des untersuchten Gebiets : Süddeutschland, Regierungsbezirk Oberbayern</p>
<p>Größe des Untersuchungsgebiets : 520 km²</p>
<p>Das Untersuchungsgebiet umfasst die Gemeinden: Andechs, Berg, Feldafing, Gauting, Gilching, Herrsching, Inning, Krailling, Pähl, Pöcking, Seefeld, Starnberg, Tutzing, Weßling, Wörthsee</p>

Tab. 1: Geographische Kennzahlen des Fünfseenlands

Das Untersuchungsgebiet weist durch seine geographische Lage in Süddeutschland gute Voraussetzungen für die Nutzung von Sonnenenergie auf. Die Möglichkeit der Ausrichtung der Gebäude zur Sonne und die Nutzung der Dächer für Strom- und Wärmeerzeugung bieten heute gute Potentiale zur Energieeinsparung bzw. Energiegewinnung.

Die Bevölkerungsdaten aus den Jahren 2001 bis 2009 entsprechen einem Einwohnerzuwachs von ca. 6,7%. Im Vergleich dazu liegt der bundesweite Bevölkerungszuwachs bei ca. 0,3 % jährlich, d.h. 3% in einem Zeitraum von 10 Jahren. [A1].

Die Zuwächse sind fast ausschließlich durch Zuzug begründet, Geburtenrate und Sterberate gleichen sich derzeit annähernd aus.

Die Bevölkerungsdichte liegt über dem bundesweiten Durchschnitt. Die im gesamten Untersuchungsgebiet primär feststellbare Baudichte unterstreicht dies. Gemeinden wie Pähl, Andechs, Berg oder Inning sind dabei Ausnahmen, und zeigen z. T. zersiedelte Gebietsstrukturen auf. Aber auch in kleineren Ortsteilen können Möglichkeiten für kleine gemeinsame effiziente Wärmeversorgungen gefunden werden.

Zersiedelte Gebiete bedingen eine hohe PKW-Mobilität, um die Infrastruktur für den täglichen Bedarf zu erreichen.

Bevölkerung / Mobilität	
Einwohner gesamt:	133.882 Einwohner (Stand 2009) Durchschnittsalter : 42,7 Jahre
Bevölkerungsdichte:	388 Einwohner / km ² Bundesweiter Vergleichswert : 230 Einwohner / km ² [A2]
Mobilität:	690 Kraftfahrzeuge pro 1000 Einwohner im LKR STA d.h. ca. 92.379 Kraftfahrzeuge im Untersuchungsgebiet [A3]

Tab. 2: Zahlen zur Bevölkerung der Region Fünfseenland

Der Zuzug aus anderen Regionen steht in direktem Zusammenhang mit einer gut ausgebauten Struktur der Gewerbegebiete und dem damit verbundenen Angebot an Arbeitsplätzen, wie dies z.B. im Gebiet um den Sonderflughafen Oberpfaffenhofen derzeit feststellbar ist.

Im Untersuchungsgebiet wirken sich zudem eine hohe Wohnattraktivität und die Nähe zur Großstadt München auf vermehrte Zuzüge aus. Ein Bevölkerungswachstum in den Gemeinden bedeutet aber gleichzeitig einen Anstieg des Energiebedarfs an Wärme und Strom in der Region.

Der demographische Wandel in den letzten 10 Jahren zeigt ebenfalls Auswirkungen auf den Energiebedarf. Häufig leben ältere Personen aufgrund ihrer familiären Veränderungen als Einzelpersonen in großen Wohneinheiten, die vormals einer gesamten Familie zur Verfügung standen. Diese großen Wohneinheiten stellen einen nicht unerheblichen Anteil an zu beheizender Fläche dar, die in einem ungünstigen Verhältnis zur Anzahl der Bewohner steht.

2. Daten & Methoden

Die vorliegende Energiematrix für die Klimaregion Fünfseenland stellt die Bedarfsdaten für Wärme und Strom dar. Hierzu wurde der Gebäudebestand nach seiner Nutzung und nach Baualtersklassen unterschieden.

2.1 Ermittlung des Wärmebedarfs

Zur Erfassung sämtlicher beheizter Nutzflächen wurden die Daten aus dem GIS-Datensystem zur Wohnbebauung des Landkreis Starnberg und des Gebiets des Abwasserverbands Ammersee Ost (AWA) herangezogen. Soweit die Daten keine Aussagen dazu zuließen, fand straßenzugsweise eine Bewertung des Geschossflächenfaktors durch Befahren des Untersuchungsgebiets statt.

Über eine quartiersweise Einteilung des Gebiets mit seinen einzelnen Gemeinden in Baualtersklassen und Gebäudetypologien konnten die Anteile an Gebäudeklassen ermittelt und entsprechend bewertet werden.

Die für die verschiedenen Baualtersklassen und Gebäudetypologien vom Institut Wohnen und Umwelt (IWU) festgelegten und anerkannten durchschnittlichen Bedarfswerte wurde, umgerechnet auf die Klimazone – Klimaregion Fünfseenland -, zur Energiebewertung herangezogen.

Im Bereich „Wohngebäude“ zeigt die nachfolgende Tabelle die Bewertungsrichtwerte auf, die in den Berechnungen verwendet wurden. Für den Bereich Gewerbe und Sonderbauten sind die aufgeführten Richtwerte aus der nachfolgenden Tabelle relevant.

DURCHSCHNITTLICHER WÄRMEBEDARF/ M² ENERGIEBEZUGSFLÄCHE

Bereich Wohnen

Einteilung in Gebäudeklassen nach Erbauungszeitpunkt	Wärmebedarf kWh/m ² *a
vor 1977: Ein-/ und Zweifamilienhäuser	280
vor 1977: Mehrfamilienhäuser	190
1978 – 2001: Ein-/ und Zweifamilienhäuser	150
1978 – 2001: Mehrfamilienhäuser	120
nach 2001: Ein-/ und Zweifamilienhäuser	95
nach 2001: Mehrfamilienhäuser	80

Tab. 3: Richtwerte zur Wärmebedarfsbewertung im Bereich Wohnen

Liegenschaften Kreisebene

Die Ermittlung der Wärmebedarfswerte der Liegenschaften erfolgte aktuell aus den Verbrauchsdaten der letzten Jahre. Die Wärmebedarfswerte im Verhältnis zu den beheizten Nutzflächen der Gebäude können so miteinander verglichen werden. Die Zusammenstellung aller erforderlichen Daten erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Starnberg.



Liegenschaften Gemeindeebene

In gleicher Weise wie die Ermittlung der Wärmebedarfswerte der Liegenschaften des Kreises wurden die Verbrauchsdaten der gemeindlichen Liegenschaften in den Rathäusern angefragt.

Die Verbrauchsdaten der gemeindlichen Liegenschaften liegen fast ausnahmslos in den Gemeinden noch nicht komplett vor, sodass die Gebäude vorerst als Wohngebäude mit bewertet wurden. Tabellen mit den zur Verfügung gestellten Liegenschaftsdaten wurden erstellt und den jeweiligen Gemeinden zur Weiterentwicklung zur Verfügung gestellt.

Die Zusammenstellung aller in den Klimawerkstätten vorgestellter Liegenschaftsdaten erfolgte in Zusammenarbeit mit den Rathäusern der einzelnen Gemeinden.

Bereich Sonderbauten wie z.B. Hotels, Krankenhaus, Schulen

Für die größeren Sonderbauten der einzelnen Gemeinden fand eine getrennte Bewertung statt. Die Nutzflächen wurden mit Hilfe der GIS-Daten ermittelt. Eine Bedarfsermittlung mittels Durchschnittswerten entsprechend der jeweiligen Nutzung konnte dazu vorgenommen werden. In einzelnen Fällen (z.B. Krankenhaus) wurden zusätzlich die Verbrauchswerte abgefragt um eine genauere Bewertung zu erreichen. Aus Datenschutzgründen können die Einzelwerte in diesem Konzept nicht veröffentlicht werden, sondern fließen in den Gesamtwert ein [A4]

Einteilung der verwendeten Gebäudeklassen im Bereich „Nicht-Wohnen“	Wärmebedarf kWh/m ² /a
Hotels	135
Büro	150
Krankenhaus	210
Schulen	140
Handel (food)	180
Handel (no food)	195

Tab. 4: Richtwerte zur Wärmebedarfsbewertung Bereich Nicht-Wohnen

2.2 Ermittlung des Stromverbrauchs

DURCHSCHNITTLICHER STROMVERBRAUCH/ M² ENERGIEBEZUGSFLÄCHE

Bereich Wohnen und Gewerbe

Die Strom-Verbrauchsdaten-Matrizen der Wohn- und Gewerbegebäude wurden in Zusammenarbeit mit den Stromanbietern und dem Landratsamt Starnberg erstellt und in Relation zu den Energiebezugsflächen bzw. Einwohnerzahlen als aussagekräftige und vergleichbare Werte dargestellt.

Liegenschaften Kreisebene

Die Stromverbrauchswerte der Liegenschaften wurden aktuell aus den Verbrauchsdaten der letzten Jahre zusammengestellt. Die Stromverbrauchswerte im Verhältnis zu den beheizten Nutzflächen der Gebäude können ähnlich den Wärmebedarfswerten miteinander verglichen werden. Die Zusammenstellung von allen erforderlichen Daten erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt.

Liegenschaften Gemeindeebene

In gleicher Weise wie die Wärmebedarfswerte der Liegenschaften der Gemeinden wurden Tabellen mit den zur Verfügung gestellten Liegenschaftsdaten erstellt und den jeweiligen Gemeinden zur Weiterentwicklung zur Verfügung gestellt.

Die Zusammenstellung aller bisher vorhandenen Liegenschaftsdaten erfolgte in Zusammenarbeit mit den Rathäusern der einzelnen Gemeinden.

Bereich Sonderbauten wie z.B. Hotels, Krankenhaus, Schulen (keine öffentlichen Liegenschaften)

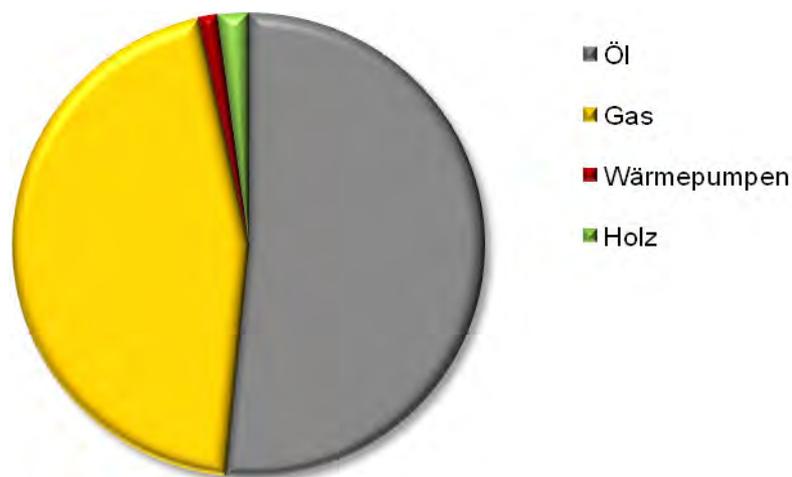
Es wurde für einzelne größere Objekte eine Bedarfsermittlung mittels	Wärmebedarf kWh/m ² /a
Hotels	85
Büro (beheizt, nicht klimatisiert)	50
Krankenhaus	105
Schulen	20
Handel (food)	105
Handel (no food)	65

Tab. 5: Richtwerte zur Strombedarfsermittlung im Bereich Nicht-Wohnen

2.3 Ermittlung der Heizsysteme

Um eine Abstimmung der Wärmedaten zu ermöglichen konnte in Zusammenarbeit mit dem Landratsamt Starnberg und den Kaminkehrern aus dem Landkreisgebiet die nachfolgende Aufstellung der Heizsysteme mit unterschiedlichen Brennstoffen erstellt werden.

Für eine differenzierte Aufstellung der unterschiedlichen Wärmeerzeuger für die jeweiligen Gemeinden konnten von den Kaminkehrern keine Daten zusammengestellt werden. Für eine für die kommenden Jahre dringend erforderliche Überprüfbarkeit der Umrüstung von bestehenden Heizanlagen und deren Energieträgern ist eine differenzierte Darstellung für die einzelnen Kommunen von zentraler Bedeutung. Hier sollte eine Zusammenarbeit und Absprache mit den Kaminkehrern erfolgen.



Stand 2007

Abb. 1: Verteilung von Heizsystemen nach Energieträger

Wärmeerzeuger gesamt: 28.735 Stück

Ölheizungen: 14.815 Stück

Gasheizungen: 12.939 Stück

Holzheizungen: 601 Stück

Wärmepumpen: 380 Stück

In den rund 31.000 Wohngebäuden zuzüglich der öffentlichen Gebäude und der Gewerbebetriebe wird in den nächsten 35 Jahren annähernd jede Heizanlage ausgewechselt. Hier liegt ein sehr großes Potential zur Energieeinsparung durch effizientere Heizsysteme, evtl. auch durch den Zusammenschluss zu Nahwärmeversorgungseinrichtungen. Zudem birgt der Umstieg auf regenerative Energieträger ein großes CO₂-Einsparpotential.

3. Wärmematrix

3.1 Gesamtwärmebedarf im Fünfseenland

Der Gesamtbedarf setzt sich aus dem Bedarf in den einzelnen Gemeinden zusammen. Nachfolgend sind in diesem Kapitel der Wärmebedarf und die Bedarfs-Schwerpunkte im Untersuchungsgebiet aufgeführt.

Gemeinden	Wärmebedarf GWh/Jahr
Andechs	65
Berg	146
Feldafing	69
Gauting	271
Gilching	253
Herrsching	157
Inning	59
Krailling	115
Pähl	28
Pöcking	81
Seefeld	115
Starnberg	380
Tutzing	128
Weßling	98
Wörthsee	63
Gesamt	2.029

Tab. 6: Wärmebedarf der Haushalte und des Gewerbes in den Kommunen im Fünfseenland

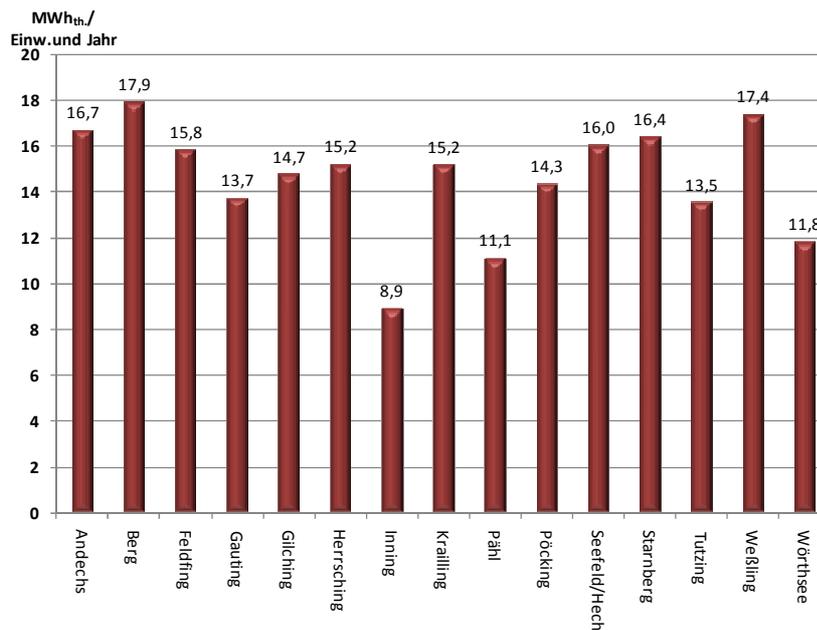


Abb. 2.: Wärmebedarf pro Einwohner im Fünfseenland in 2009, nach Kommune

Die Wärmebedarfe pro Einwohner reichen in den Kommunen von 8,9 MWh pro Einwohner und Jahr bis 17,9 MWh pro Einwohner und Jahr. Der Wärmebedarf pro Einwohner ist stark abhängig von den Wohn- und Siedlungsformen in den jeweiligen Gemeinden. Die Wohnstrukturen im Untersuchungsgebiet weisen sehr unterschiedliche Typisierungen auf. Sie reichen in den einzelnen Gemeinden von zum Teil sehr ländlichen Strukturen über Villenorte bis hin zu städtischen Wohngebieten.

So weisen z. B. die Gemeinden Andechs oder Pähl (mit ihren umliegenden eingemeindeten Dörfern) eine sehr landwirtschaftlich geprägte und wenig dicht besiedelte Struktur auf, deren Gebäude häufig als großvolumige Hofhäuser ausgeführt sind. Im Gegensatz dazu zeigen Gemeinden wie z. B. Gilching, Herrsching Krailing und natürlich die Kreisstadt Starnberg durch einen erhöhten Mehrfamilienhausanteil mit höherer Geschoßigkeit und eine um den Faktor 4 erhöhte Siedlungsdichte städtische Siedlungsstrukturen auf.

Eine weitere, im Landkreis häufig feststellbare Wohnstruktur stellen die villenartig groß angelegten Einfamilienhäuser dar, großzügig angelegte Wohnflächen für wenig Bewohner sind hier charakteristisch. Häufig feststellbar sind diese Wohnformen in Pöcking, Feldafing, Starnberg, Berg und Tutzing.

Die Größe der Wohneinheiten im Untersuchungsbereich liegt durchschnittlich bei ca. 95m²/Wohneinheit bei einer Belegung von durchschnittlich ca. 2,2 Personen/Wohneinheit.

In Kapitel 5 wird näher auf die einzelnen Gemeinden und ihre jeweiligen Strukturen eingegangen.

3.2 Wärmebedarfs-Schwerpunkte

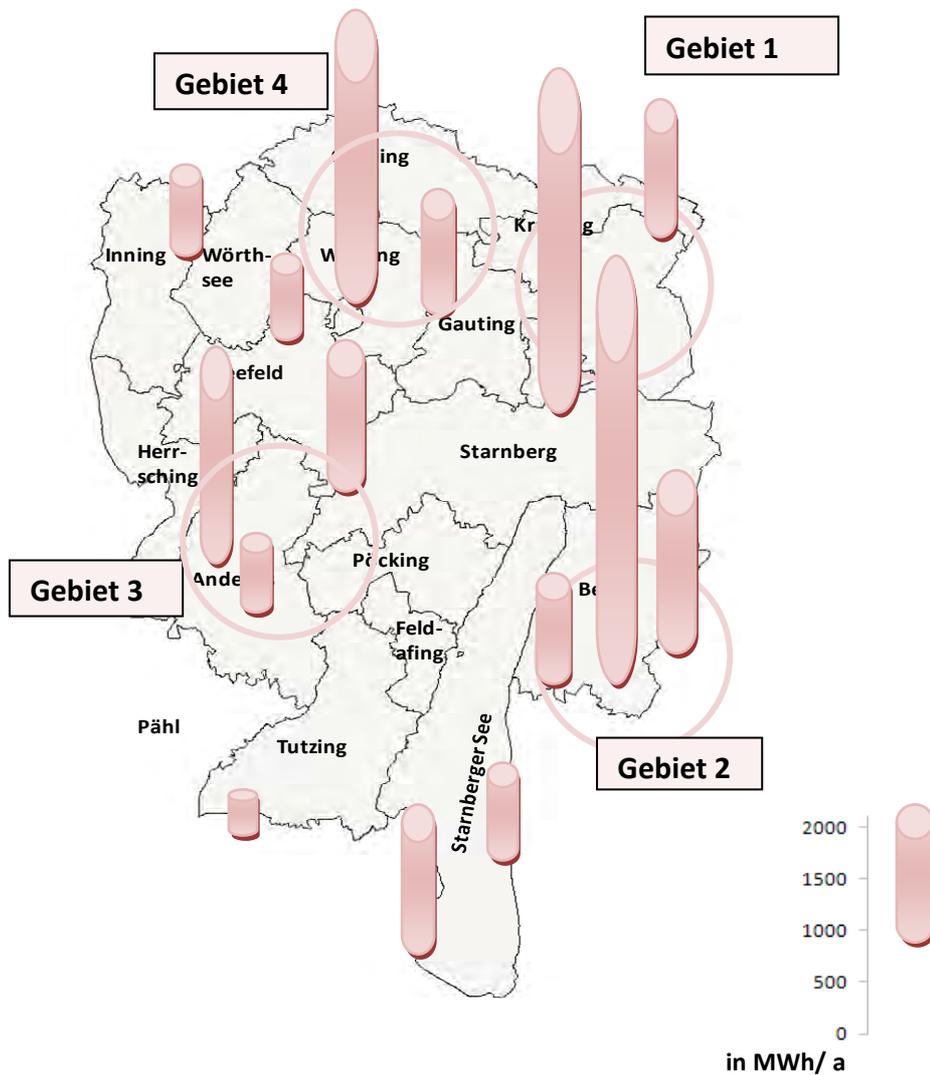


Abb. 3: Schwerpunktgebiete des Wärmebedarfs im Fünfseenland

Die eingekreisten Gemeinden zeigen Wärmebedarfsschwerpunkte im Fünfseenland auf. Die Kreise haben einen Radius von je 5 km.

Gebiet	Wärmebedarf GWh/ Jahr
1 Krailling-Gaating	386
2 Starnberg-Pöcking-Berg	607
3 Herrsching-Seefeld-Andechs	338
4 Gilching-Weßling	351

Tab. 7: Wärmebedarf der Haushalte und des Gewerbes in Schwerpunktgebieten im Fünfseenland

3.3 Wärmebedarf der Kreisliegenschaften

Die Wärmeverbräuche der landkreiseigenen Liegenschaften sind vom Landratsamt erfasst, soweit die Liegenschaften nicht vermietet sind und der Mieter dann seine Wärmeversorgung selbst durchführt.

Nachfolgend wurden die Daten in eine Ranking-Liste übernommen, aus der der momentane energetische Zustand der Liegenschaften ablesbar ist. Die Liste zeigt an, für welche Liegenschaften in nächster Zeit eine detaillierte Untersuchung erforderlich ist. Ebenso ist ablesbar bei welchen Liegenschaften die Daten auf Plausibilität geprüft werden müssen.

Liegenschaft	Baujahr	Nutzfläche [m ²]	Wärmeverbrauch [kWh/m ² *a]
Kreisaltenheim, MFH, Garatshausen Feldafing	1900	11.095	105
Kreisaltenheim, PWH, Garatshausen 1, Felda.	1977	693	137
Betreuungseinricht., Ferdinand-Miller-Str.14, Niederpöcking	1986	2.648	163
Werkstätten, Lagergeb., Petersbrunnerstr.2	1971	2.663	169
5-Seen-Schule, Grundschule, Zeppelinpro. 9a	1998	776	190
Jugendbergheim, Unterammerg	1988	230	204
Berufsschule, v. d. Tann-Str., STA	1992	4.410	256
EFH, HausmeisterWG, von der Tann Str., STA	1982	90	265
MFH, Hans-Zellner-Weg 8, STA	1983	144	270
Landratsamt STA, Strandbadstr.2	1986	10513	303
MFH, Maximilian-Str.14b, STA	1950	761	318
MFH, Maximilian-Str.14a, STA	1950	565	331
Gaststätte Seestube, Schiffbauerweg 20, STA		206	339
5-Seen-Schule, Altbau, Zeppelinpro.	1987	2.197	350
Kreisaltenheim, Rundbau	1992	3.965	430

Tab. 8: Größe und Wärmeverbräuche der Liegenschaften auf Kreisebene

4. Stromverbrauchsmatrix

4.1 Gesamtstromverbrauch

Der Gesamtverbrauch setzt sich aus dem Verbrauch in den einzelnen Gemeinden zusammen. Nachfolgend sind in diesem Kapitel der Stromverbrauch und die Verbrauchs-Schwerpunkte im Untersuchungsgebiet aufgeführt.

Gemeinden	Stromverbrauch [GWh/Jahr]
Andechs	19,54
Berg	28,75
Feldafing	17,99
Gauting	58,78
Gilching	52,52
Herrsching	34,72
Inning	14,41
Krailling	22,89
Pähl	8,14
Pöcking	21,19
Seefeld	27,30
Starnberg	91,42
Tutzing	29,05
Weßling	46,12
Wörthsee	15,50
Gesamt	488,32

Tab. 9: Stromverbrauch der Haushalte und des Gewerbes in den Kommunen im Fünfseenland

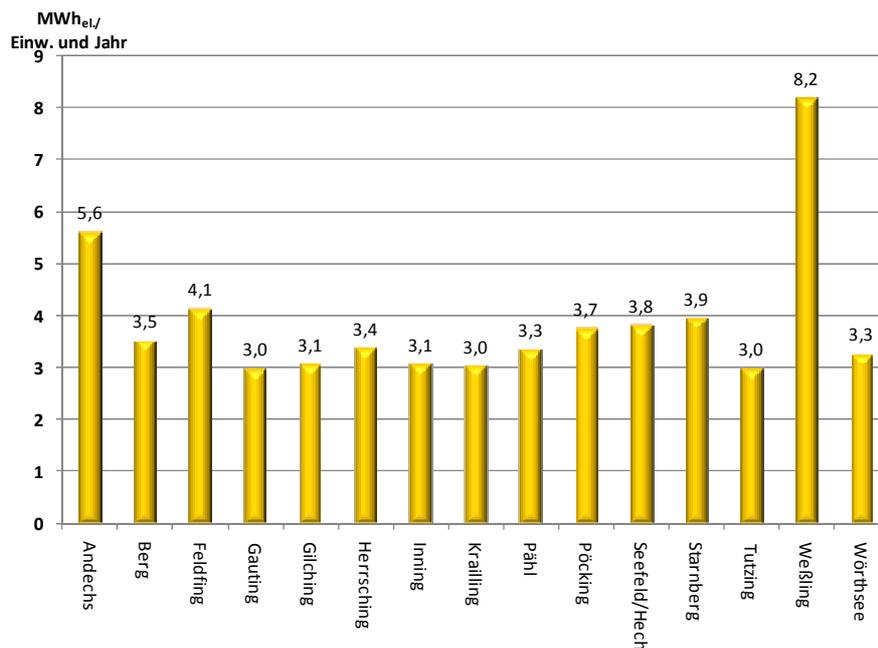


Abb.4.: Strombedarf pro Einwohner in 2009 im Fünfseenland, nach Kommune

Die Stromverbräuche pro Einwohner reichen in den Gemeinden von 3 MWh pro Einwohner und Jahr bis 8,2 MWh pro Einwohner und Jahr. Die Unterschiede werden zu einem hohen Maß durch das ansässige Gewerbe bestimmt, da insbesondere das produzierende Gewerbe einen hohen Strombedarf aufweist.

Gesamtübersicht Klimaregion Fünfseenland

Jährlicher Gesamt-Stromverbrauch Wohnen und Gewerbe :
487.000 MWh/a

Tab.: 10: Gesamtstromverbrauch Wohnen und Gewerbe im Fünfseenland

4.2 Stromverbrauchs-Schwerpunkte

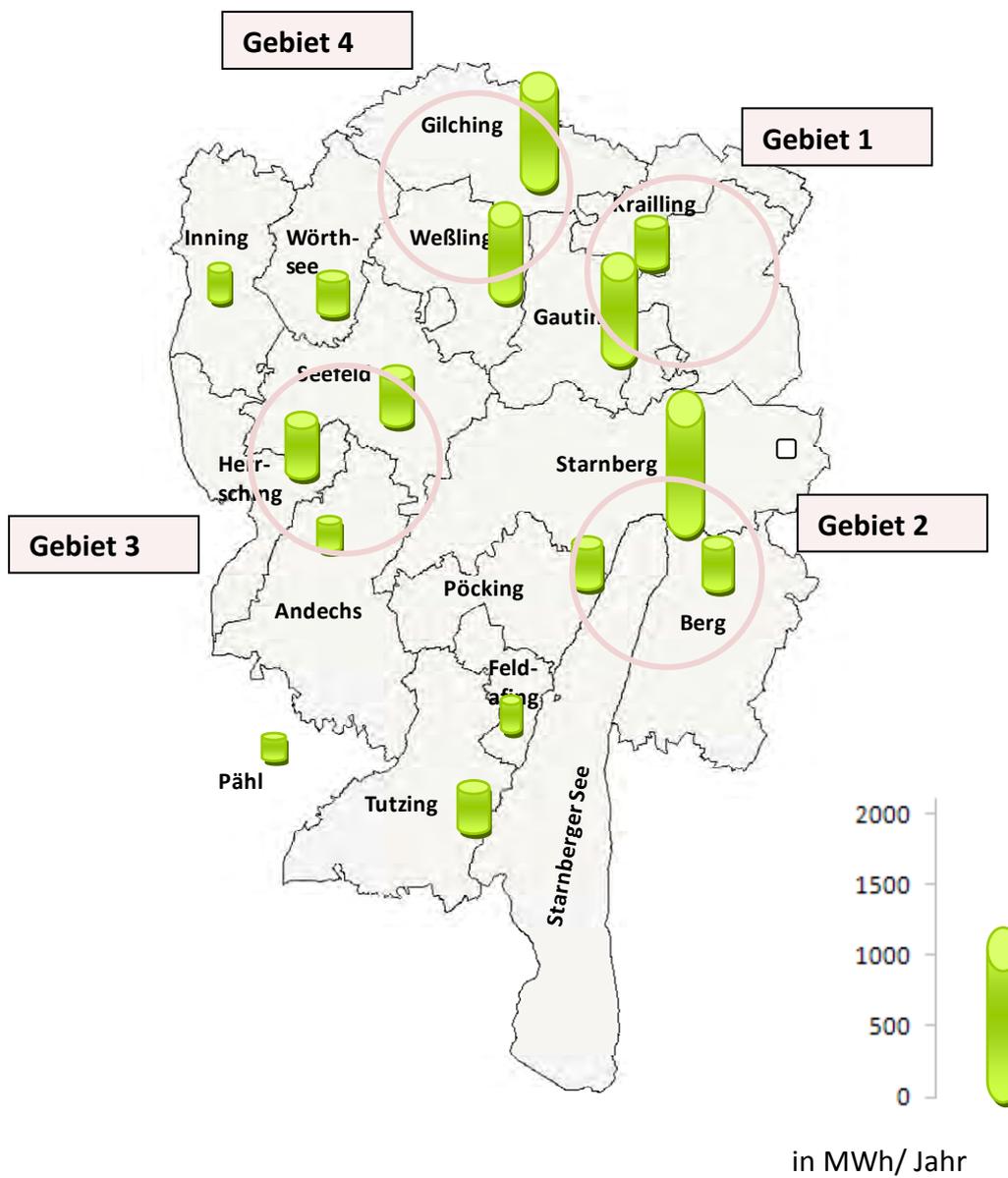


Abb. 5: Schwerpunktgebiete des Stromverbrauchs im Fünfseenland

Die eingekreisten Gemeinden zeigen Wärmebedarfsschwerpunkte in einem jeweiligen Radius von ca. 5 km auf.

Gebiet		Stromverbrauch GWh/ Jahr
1	Krailling-Gauting	82
2	Starnberg-Pöcking-Berg	141
3	Herrsching-Seefeld-Andechs	82
4	Gilching-Weßling	99

Tab. 11: Stromverbrauch der Haushalte und des Gewerbes in Schwerpunktgebieten im Fünfseenland

5. Gebäudeformen

Im Folgenden werden die Gebäudeformen in ihrem Ist-Zustand beschrieben. Desweiteren werden Wege aufgezeigt, wie die Sanierungsrate für diese Wohngebiete erhöht werden kann.

Im Landkreis betrachtete Gebäudeformen
Einfamilien-/ Doppel- und Reihenhäuser
Erhaltenswerte Wohngebäude, Denkmalschutz
Mehrfamilienhäuser
Landwirtschaftliche Gebäude
Gewerbe, Gewerbegebiete
Sonderbauten

Tab. 12: Gebäudeformen in der Untersuchung

5.1. Einfamilien-/ Doppel- und Reihenhäuser

Hierbei handelt es sich um Wohngebäude mit einem ungünstigen Verhältnis von Wohnfläche zu den wärmeabgebenden Außenwänden. Folglich liegt der Energieverbrauch dieser Gebäude deutlich über dem Verbrauch von kompakten Mehrfamilienhäusern. Die Gebäude werden überwiegend von den Besitzern selber genutzt was für die Erstellung eines Sanierungsmodells wichtig und von Vorteil ist.

Eine große Anzahl dieses Gebäudetyps ist in den 70iger und 80iger Jahren erbaut worden. Zu einem großen Anteil sind die Fenster dieser Gebäude noch aus der Bauzeit, eine Erneuerung aufgrund von Materialmängeln ist in den meisten Fällen erforderlich. Entsprechendes gilt für die Heizungsanlagen, es zeigt sich in diesem Bereich ein großes Sanierungsvolumen. Hier werden ganz konkret Bereiche sichtbar, die ein großes Potential bieten um in Zukunft die Energieverbräuche und damit den CO₂-Ausstoß zu reduzieren.

Eine gezielte Beratung der Eigentümer zur Gebäudesanierung, zu Aufwand, Kosten, Förderungen und Umlagemöglichkeiten wird die Sanierungsrate positiv beeinflussen. Hilfreich kann dazu sein in den Gemeindegebieten Quartiere zu benennen. Es würde sich dabei um Bebauungsgebiete oder Siedlungen mit Gebäuden überwiegend gleichen Bautyps und Baualters handeln. Für solche Siedlungen werden modellhafte, auf mehrere Gebäude übertragbare detaillierte Energieberatungen durchgeführt die für die Hausbesitzer einzusehen sind. Entsprechend kann für eines dieser Gebäude in Zusammenarbeit mit der Bauherrenschaft eine modellhafte Sanierung durchgeführt werden. Die Bewohner des Quartiers sollen die Möglichkeit erhalten die Sanierung, deren Verlauf, die Kosten und die Höhe der Energieeinsparung mit zu verfolgen.

Eine Sanierungsrate von 3 – 4% in ausgemachten Quartieren ist anzustreben.

Desweiteren wird für entsprechende Wohnsiedlungen ein Energieversorgungskonzept erstellt. Hierbei wird ein Ist-Verbrauch in dem Siedlungsgebiet errechnet und ein durch energetische Sanierungen reduzierter Verbrauch prognostiziert. Unter Berücksichtigung der Gebäudestandards, der Topografie, Nutzungsmöglichkeit solarer Wärme sowie der Kompaktheit des gesamten Quartiers wird dann ein Energiekonzept entwickelt. Hierbei sollte eine höchstmögliche Verbrauchsreduzierung durch die Sanierung der Gebäude und durch die Nutzung solarer Wärme oberste Priorität haben. Auf fossile Energieträger für die Beheizung sollte verzichtet werden.

5.2 Mehrfamilienhäuser

Eine dichte Bebauung mit kompakten Mehrfamilienhäusern ist aus energetischer Sicht sehr positiv. Mehrfamilienhäuser die vor 1977 erbaut wurden verbrauchen pro m²Wfl. ca. 190 kWh Energie für die Raumbeheizung. Im Vergleich dazu verbraucht ein EFH das vor 1977 erbaut wurde ca. 280 kWh/m² Wfl.

In wenigen Quartieren mit Mehrfamilienhäusern im Landkreis hat bereits eine Sanierung begonnen. Zu prüfen wäre, ob die gesetzlich eingeführten Vorgaben hinsichtlich Dämmmaßnahmen wie z.B. an den oberen Geschossdecken oder Dämmung von Heizrohren durchgeführt werden.

Mit einer konsequenten Sanierung können diese Gebäude auf einen Verbrauch von 70kWh/m²/a anstatt wie bisher von ca. 190 kWh/m²/a gebracht werden.

Um die Sanierungsrate zu erhöhen ist es wichtig Sanierungspakete zu erarbeiten die ökologisch und zukunftsorientiert aber auch wirtschaftlich darstellbar sind. Ziel ist es bei zukünftig stark steigenden Preisen für fossile Energieträger den Wohnraum bezahlbar zu erhalten und die Wohnqualität für die Mieter zu erhöhen. Eine beispielhafte ausführliche Energieberatung die verschiedene Maßnahmen darstellt hinsichtlich ihres Einsparpotentials und ihrer Kosten kann exemplarisch für baugleiche Gebäude herangezogen werden. Hierbei sollten Dämmstärken z.B. bei Wärmedämmverbundsystem „WDVS en“ oder bessere Energiestandards von Baumaterialien verglichen werden hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Energieeinsparung und der höheren Kosten für deren Einsatz unter Berücksichtigung einer realistischen Preissteigerung von Brennstoffen für die Zukunft. Dies gilt auch für alle durchzuführenden energetischen Maßnahmen wie Fenstertausch, Dämmung der obersten Geschossdecke und Kellerdecke etc.



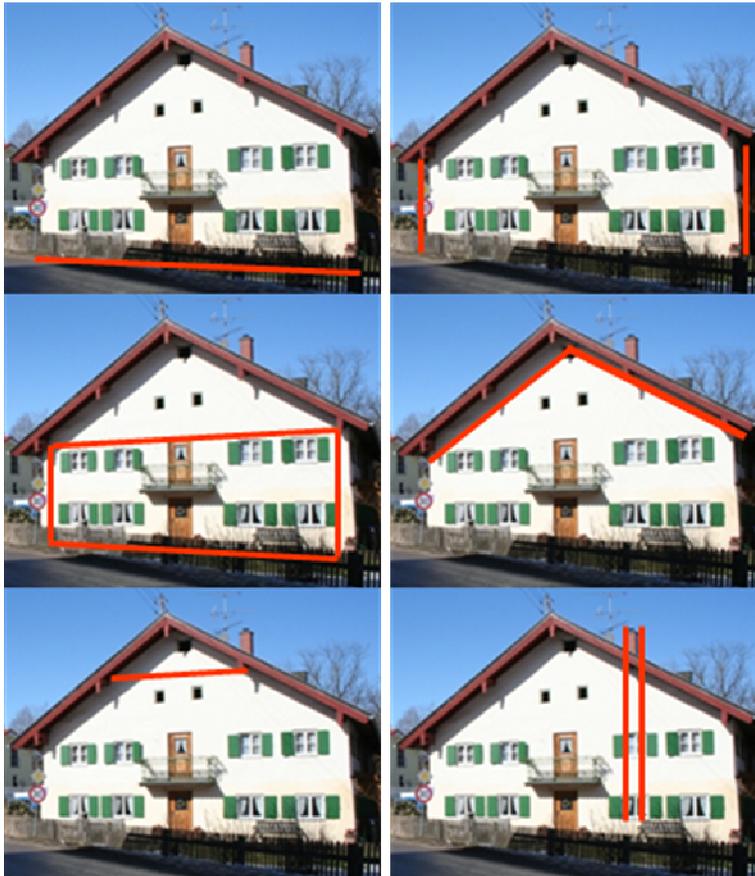
Es fällt auf, dass hier auch viele Vorurteile gegenüber energetischen Sanierungen im Umlauf sind die durch Sanierungen mit anschließenden Bauschäden verursacht werden. Wohnungseigentümergeinschaften, Hausverwaltungen und Bewohner müssen gut aufgeklärt werden, bauphysikalische Zusammenhänge müssen dargestellt und erklärt werden.

Im Zusammenhang mit der Sanierung eines Quartiers sollte ein Energieversorgungskonzept erarbeitet werden. Bei evtl. kompakter Bebauung ist eine Nahwärmeversorgung eines Gebietes möglicherweise sinnvoll.

5.3 Erhaltenswerte denkmalgeschützte Gebäude

Um diesem wertvollen Gebäudebestand weiter eine Nutzung zu sichern ist es erforderlich, den Energieverbrauch und damit die Betriebskosten zu senken und die Nebenkosten damit bezahlbar zu halten. Desweiteren sollte Komfort und Behaglichkeit in den Gebäuden dem derzeitigen Standard angepasst werden. Jedoch muss die Sanierung erhaltenswerter Bausubstanz sehr sensibel durchgeführt werden. Es gibt heute viele erprobte Maßnahmen um den Energieverbrauch auch bei historischen Baudenkmalern zu senken.

Um die derzeit sehr geringe energetische Sanierungsrate von unter 1% bei diesen Gebäuden deutlich zu steigern, können exemplarisch an verschiedenen ausgewählten Gebäuden in Gemeinden eine Maßnahmenpaletten und Sanierungskonzepte erarbeitet werden, die einen Kompromiss darstellen zwischen Energieeffizienz, Nutzungsanforderungen, Bauschadensfreiheit und Wirtschaftlichkeit auf der einen und dem Substanzerhalt auf der anderen Seite. Empfehlenswert ist von Anfang an eine Zusammenarbeit zwischen einem Energieberater, einem denkmalerfahrenen Bauphysiker und gegebenenfalls der zuständigen Denkmalschutzbehörde. Durch die Erfahrungen der einbezogenen Planer können kostenaufwendige Fehlplanungen vermieden werden.



5.4 Landwirtschaftliche Gebäude

In einigen Gemeinden befindet sich ein hoher Anteil an landwirtschaftlich genutzten Gebäuden. Hierbei handelt es sich um großflächige Gebäude mit häufig geringer Bewohnerzahl. Der energetische Gebäudestandard ist niedrig. Vereinzelt befinden sich auch Gehöfte in Einzellagen.

Der Gebäudebestand teilt sich auf in noch voll genutzte Betriebe und nur noch gering bis gar nicht mehr landwirtschaftlich genutzte Komplexe.

In bewirtschafteten Betrieben entfällt ein hoher Anteil des Energiebedarfs auf den Stromverbrauch.

Hierbei entfallen auf:

Belüftung von Heu und Stallgebäuden	65%
Warmwasserbereitung	15%
Diverse Geräte und Maschinen	10%
Licht	5%
Strahler	5%

Es gibt ein hohes Energieeinsparpotential welches es zu nutzen gilt. Hierzu müssen die Betriebe gezielt informiert werden über Energieeffizienzmaßnahmen in ihren landwirtschaftlich genutzten Betrieben.

Hierzu ein paar Beispiele:

- Es gibt inzwischen erprobte Techniken um z.B. die Heubelüftung zu optimieren.
- Die Stallbelüftung kann intervallgeschaltet und temperaturabhängig gesteuert werden.
- Die Warmwasserbereitung sollte über eine Solaranlage erfolgen.
- Die Trinkwassererwärmung für die Tiere kann über ein Wärmetauschersystem in den Stallwänden erfolgen.
- Die Beleuchtung kann über Zeitschaltuhren gesteuert werden

Für all diese Maßnahmen ist eine Detailplanung erforderlich. Das Ziel ist Energie einzusparen und trotz evtl. steigender Energiepreise wettbewerbsfähig zu bleiben.

Für die in der Landwirtschaft betriebenen Fahrzeuge werden in erster Linie fossile Energieträger verbraucht. Hier ist eine Umrüstung auf biodieselfähige Fahrzeuge zu diskutieren.

Im Gebäudebestand ist ein hohes Einsparpotential vorhanden. Durch Dämmmaßnahmen der Außenwände, der obersten Geschossdecken und/oder Kellerdecken sowie wärmeschutzverglasten Fenstern kann der Energieverbrauch gesenkt werden. Es sollte eine thermisch klare Trennung erfolgen zwischen Bereichen mit niedrigen Innentemperaturen und den Wohnbereichen, die geheizt werden.

Der volkswirtschaftlich wertvolle Gebäudebestand der landwirtschaftlich nur noch gering oder gar nicht mehr bewirtschafteten Ansiedlungen kann erhalten werden, indem die Eigentümer motiviert werden hier zu investieren. Es gilt den vorhandenen Bestand im Sinne der Nachhaltigkeit zu erhalten und weiter zu entwickeln. So werden Ressourcen gespart und die Ausweisung neuer Baugebiete und deren verkehrstechnische Anbindung kann reduziert werden. Damit wird ein Beitrag zum schonenden Umgang.

5.5 Gewerbegebäude

Wir finden hier vorwiegend großflächige Gebäudetrakte aus den Baualtersklassen B und A. Der energetische Zustand der Gebäudehüllen ist durchschnittlich bedingt durch häufig verwendete Fertigteilbauweisen, die erst in den letzten Jahren den Anspruch an einen erhöhten Wärmestandard erfüllen.

Vor allem beim Produzierenden Gewerbe findet hoher Stromverbrauch statt.

Fassaden- und Dachflächen werden für die Energiegewinnung (z.B. Solar) nur gering genutzt.

Bei den neueren Gebäuden wird davon ausgegangen, dass vorerst keine energetischen Verbesserungen vorgenommen werden. Der Fokus muss

zum Einen auf dem Einsparpotential im Betriebsablauf liegen. Hier bieten erprobte Projekte in Zusammenarbeit mit den Kommunen und der örtlichen Wirtschaft ein gutes Informationspotential für die Gewerbetreibenden (Öko-Profit). So kann ein entscheidender Beitrag zur Energieeinsparung und damit zum Klimaschutz erbracht werden und gleichzeitig durch die erheblichen Einsparungen bei den Betriebskosten ein Wettbewerbsvorteil entstehen.

- Energetische Verbesserungen können v.a. in folgenden Bereichen umgesetzt werden: Verringerung des Verbrauchs an Rohstoffen, Energie und Wasser
- Überprüfung von Abwärme-Nutzung nicht nur innerhalb des Betriebes sondern evtl. unter Einbeziehung des Bedarfs anderer Betriebe im Umfeld
- Reduzierung von Abfall und Emissionen
- Förderungen technologischer Innovationen
- Heranführen an ein Umweltmanagementsystem
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Kostensenkung
- Mitarbeiterförderung durch Information und Motivation

Alleine im Bereich Beleuchtung sind bis zu 80% Energieeinsparung möglich durch die Wahl energiesparender Leuchtkörper. Häufig lassen sich durch einfache, meist kostengünstige organisatorische Maßnahmen spürbare Einsparungen erzielen. Ein Ziel den Energiebedarf von Gewerbebetrieben um 50% zu senken ist durchaus realistisch.

5.6 Bauleitplanung

Festgestellt werden kann für alle betrachteten Gebiete, dass insbesondere für die Planung der zukünftigen Maßnahmen einer energetisch orientierten Bauleitplanung ein sehr hoher Stellenwert zukommen wird.

Diese kann bereits im Planungsstadium deutliche Weichen zur Senkung von Wärmeverlusten stellen und Voraussetzungen zur Energiegewinnung schaffen. Energieeffiziente Bauleitplanung beeinflusst den Heizenergiebedarf von Neubau-Siedlungsgebieten um bis zu 40%.

Infobox: Wärmeverluste durch Bauleitplanung senken durch:

- Kompakte Bauweise
- erhöhte Geschoszahl
- einfache Dachformen

Zudem können Festsetzungen zur Energiegewinnung dazu beitragen, dass effiziente und ressourcensparende Techniken insbesondere in den Gewerbegebieten eingesetzt werden.

Infobox: Wärmegewinnung durch Bauleitplanung steigern:

- Optimierung solarer Energienutzung
- Festsetzung von Energiestandards
- Konzepte für Energie- und Wärmeversorgung

Größte Hebelwirkung zeigt sich in der Nachverdichtung des Bestandes in den Innenbereichen. Der Einsatz gemeinsamer Heizanlagen wird möglich. Wertvolle Stadtrandflächen können unbebaut bleiben und der innerörtliche Verkehr nimmt ab, da nur noch kürzere Wege zurückzulegen sind.

Für die Schonung von Naturräumen und Einsparung von Ressourcen kann eine effiziente Bauleitplanung damit einen wertvollen Beitrag leisten.

6. Zukunftsszenarien

6.1 Allgemeines

Der Energieprognose 2020 für die Klimaregion Fünfseenland liegen folgende Rahmenbedingungen zugrunde:

Zunahme an zu beheizenden Wohnflächen

Es wird für den Zeitraum von 2010 – 2020 mit einem Bevölkerungszuwachs von ca. 6% ausgegangen, bedingt durch Zuzug in die Region [A2]. Desweiteren steigt der Flächenbedarf durch die Anzahl der Klein-Haushalte während dieser Zeitspanne um weitere 3,2%.

Die in den letzten 10 Jahren feststellbare Zunahme an Wohnfläche in m²/Einwohner durch erhöhten Lebensstandard wird in ihrer Entwicklung bis 2020 fortgeschrieben und führt zu einem weiteren erhöhten Wohnflächenbedarf von ca. 7% [A5].

Alleine durch diese Zukunftsprognose wird in den folgenden Szenarien eine Zunahme der zu beheizenden Wohnfläche um ca. 16,2% angesetzt.

Zuwachs an zu beheizender Wohnfläche bis 2020	
Flächenbedarf durch Bevölkerungswachstum	6%
Erhöhter Flächenbedarf durch mehr Klein-Haushalte	3,2%
Erhöhter Wohnflächenbedarf/ Person durch Lebensstandard	7%
Gesamtzunahme	16,2%

Tab.28: Prognostizierter Zuwachs an Wohnfläche bis 2020

SANIERUNGSRATE

Derzeit liegt im Untersuchungsgebiet die durchschnittliche jährliche Sanierungsrate bei 1,5%. Hierbei sind geringfügige Maßnahmen wie der Einbau einer neuen effizienteren Heizungsanlage genauso mit einbezogen, wie umfangreiche Dämmmaßnahmen an Gebäuden, womit der Energiebedarf entscheidend gesenkt wird.

Um die Klimaschutzziele zu erreichen muss sich die Sanierungsrate aller Gebäude stark erhöhen. Im Folgenden sind für die gesamte Wohnbebauung des Untersuchungsgebiets zwei Szenarien dargestellt.

6.2 Wärmebedarf: Trend setzt sich fort

In der dargestellten Tabelle wird die die Entwicklung des Wärmebedarfs für die Wohnbebauung unter Berücksichtigung der oben genannten Zuwächse aufgezeigt bei einer momentanen durchschnittlichen Sanierungsrate von 1,5% und einer erhöhten Sanierungsrate von 3,5%

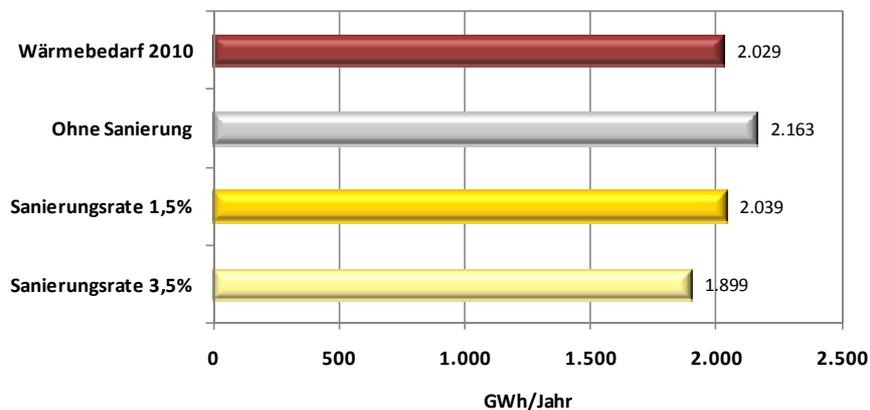


Abb.6: Entwicklung des Wärmebedarfs, Szenario „Trend setzt sich fort“

Bei einer angenommenen Sanierungsrate von 1,5% werden in den kommenden 10 Jahren von den insgesamt ca. 47.600 Gebäuden im Landkreis ca. 6.677 Gebäude auf einen guten energetischen Standard gebracht. Gerechnet wurde hier mit einem Energiebedarf nach erfolgter Sanierung von 65 kWh/m²/a.

Bei einer Sanierungsrate von 3,5% werden in den nächsten 10 Jahren ca. 14.267 Gebäude umfassend saniert. Hierdurch wird sich der Gesamtbedarf an Wärmeenergie um 6,4% reduzieren.

Deutlich ist dabei zu erkennen, dass die Einsparung von lediglich 6,4 % im Vergleich zum Wärmebedarf 2010 weit unter den Einsparzielen liegt, die erforderlich wären, um die Energiewende bis zum Jahr 2035 zu realisieren.

Hierzu bedarf es einer wesentlich größeren Veränderung, auch in Bereichen, die bisher bei der Diskussion um die notwendige zu erreichende Energieeinsparung nur wenig in Betracht kamen wie z.B. der Wohnformen und die in den letzten Jahren steigende Zunahmen an zu beheizender Wohnfläche pro Person.

6.3 Wärmebedarf: Hohes Engagement

Verminderte Zunahme an zu beheizenden Flächen

Durch eine intensivierete Aufklärung und Motivationsförderung der Bürger müssen in verschiedenen Bereichen Einsparungen erzielt werden.

In folgendem Szenario wurde zugrunde gelegt, dass die Wohnfläche/Einwohner in den nächsten 10 Jahren lediglich um 3% statt bisher um 7% steigen. Die Wohnflächenmehrung durch die vermehrte

Anzahl der Haushalte steigt lediglich um weitere 1,5% anstatt um 3,2%. Hierzu ist es erforderlich auch dem demografischen Wandel gerecht zu werden und allein stehenden älteren Menschen attraktive Wohneinheiten als Alternativen zu großflächigen Gebäuden anzubieten.

Der prognostizierte Zuzug von 6% für die Klimaregion wurde so beibehalten.

Zuwachs an zu beheizender Wohnfläche bis 2020	
Flächenbedarf durch Bevölkerungswachstum	6%
Erhöhter Flächenbedarf durch mehr Klein-Haushalte	1,5%
Erhöhter Wohnflächenbedarf/ Person durch Lebensstandard	3%
Gesamtzunahme	10,5%

Tab.29: Zuwachs an Wohnfläche bis 2020, Szenario „Hohes Engagement“

Desweiteren wurde angenommen, dass die neu zu schaffende Wohnfläche für diesen Zuwachs von 10,5% in einem verbesserten Energiestandard mit einem Verbrauch/m² von 55 kWh erstellt wird. Die sanierten Gebäude müssen nach der Sanierung einen Verbrauchswert von 65 kWh/m²/a erreichen, d.h. sie müssen auf Neubauniveau nach EnEV saniert werden.

Sanierungsrate: Die Sanierungsrate muss auf mindestens 4% ansteigen.

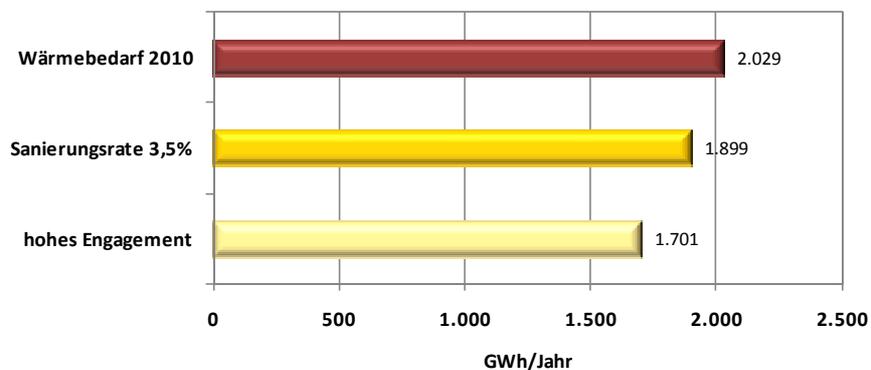


Abb.7: Entwicklung des Wärmebedarfs, Szenario „Hohes Engagement“.

In diesem Szenario, bei dem am Zuzug in den Landkreis nichts verändert wurde, aber die Zunahme an Wohnfläche schon deutlich reduziert wird erreichen wir eine Einsparung im Wärmebedarf bis zum Jahr 2020 von 16,2%. Hierzu ist erforderlich von den ca. 47.600 Gebäuden im Landkreis in den nächsten 10 Jahren ca. 15.950 Gebäude umfassend zu sanieren.

Von der anvisierten Einsparung im Bereich Wärme von mindestens 70% bis zum Jahr 2035 ist man auch bei diesem Szenario noch weit entfernt.

6.4 Einsparziel der geplanten Energiewende

Dieses Szenario zeigt den Weg hin zu einer Reduzierung des Wärmebedarfs bis 2020, der erforderlich ist um die angestrebte Energiewende bis 2035 in der Klimaregion Fünfseenland zu erreichen. Dabei wird von einer anvisierten Einsparung an Wärmeenergie von mindestens 70% ausgegangen um die verbleibende notwendige Restenergie regenerativ aus der Region abdecken zu können. Daraus ergibt sich eine erforderliche Einsparung von 28% in den kommenden 10 Jahren.

Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, wurde sowohl die Zuzugsrate an Personen in den Landkreis verringert als auch der durchschnittliche Anstieg des Wohnflächenbedarfs pro Einwohner annähernd eingefroren. Die Zunahme an Kleinhaushalten wurde mit 1,5% nicht weiter reduziert.

Zuwachs an zu beheizender Wohnfläche bis 2020	
Flächenbedarf durch Bevölkerungswachstum	4%
Erhöhter Flächenbedarf durch mehr Klein-Haushalte	1,5%
Erhöhter Wohnflächenbedarf/ Person durch Lebensstandard	1%
Gesamtzunahme	6,5%

Tab.30: Zuwachs an zu beheizender Wohnfläche bis 2020 unter Beachtung der angestrebten Energiewende

Sanierungsrate:

Die Sanierungsrate muss auf mindestens 7% ansteigen.

Desweiteren wurde für diese Berechnung angenommen, dass alle neu erbauten Gebäude in einem energetisch sehr hochwertigen Standard gebaut werden. Es wurde dafür ein durchschnittlicher Wärmebedarf von 45 kWh/m²/a festgelegt, was im Neubaubereich ein durchaus realistischer, anzustrebender Verbrauchswert ist.

Die sanierten Flächen wurden nach Sanierung mit 55 kWh/m²/a angenommen.

Szenario: Wachstum 6,5%, Sanierungsrate 7%		Wärmebedarf [GWh/a]
Zuwachs an Fläche: 6,5%	ca. 829.400 m ² mit Bedarfswert 45 kWh/m ² /a	37
Sanierte Gebäude/Fläche: 7%	ca. 6.585.000 m ² (entspricht ca. 24.562 Gebäude) mit Bedarfswert 55 kWh/m ² /a	362
unsanierte Gebäude	ca. 6.175.882,7 m ² (entspricht ca. 23.038 Gebäude) mit unterschiedlichen Bedarfswerten	982
Wärmebedarf in 2020		1.381

Tab.31: Entwicklung des Wärmebedarfs bis 2020 unter Beachtung der angestrebten Energiewende

Erst in diesem Szenario wird eine Reduktion von ca. 28% des Wärmebedarfs für die Gebäude bis zum Jahr 2020 erreicht.

6.5 Zusammenfassung

Die Szenarien zeigen auf, dass eine deutliche Erhöhung der Sanierungsrate im Untersuchungsgebiet notwendig ist um die hohen Wärmebedarfswerte des vorhandenen Bestands an Gebäuden, die noch vor dem Erlass der Wärmeschutzverordnung erbaut wurden, zu senken. Gleichzeitig ist es notwendig, alle Neubauten mit bedeutend besseren Wärmeverbrauchswerten zu errichten, als dies die Energieeinsparverordnung 2009 vorgibt.

Die aufgeführten Szenarien zeigen aber auch deutlich auf, dass nicht nur eine erhöhte Sanierungsrate sondern auch das energiebewusste Wohnen, und dabei explizit ein verantwortungsvoller Umgang mit zu beheizender Wohnfläche eine der großen Stellschrauben für die Einsparung des Wärmebedarfs in diesem Landkreis ist.

Wie die Untersuchungen der einzelnen Gemeinden deutlich zeigen, ist sowohl die, nur in geringem Maß vertretene, Wohnform des Mehrfamilienhauses als auch die stark erhöhte Wohnflächenzahl pro Wohneinheit im Untersuchungsgebiet einer der Faktoren, die maßgeblich zum Gesamtwärmebedarf der Region beitragen.

Da gleichzeitig eine steigende Tendenz der Kleinhaushalte bundesweit feststellbar ist, wird das zur Verfügung stellen von kleineren Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern ein zentrales Thema der Bauleitplanung für die kommenden Jahre sein. Gleichzeitig trägt der demographische Wandel stark zu diesem Bedarf bei.

Baustein B:

Potentialstudie Erneuerbare Energien

1 Einleitung

Landkreisen und Kommunen kommt eine herausragende Rolle zu, den Ausstoß von Treibhausgasen zu begrenzen und der Herausforderung Klimaschutz – mit all seinen Facetten – aktiv entgegenzutreten. Die Region Fünfseenland hat dies erkannt und zählt den Ressourcen- und Klimaschutz zu den wichtigsten Aufgaben seiner kommunalen Daseinsvorsorge. Mit der Erstellung eines Integrierten Klimaschutzkonzeptes wird der Schutz des Klimas in den Kommunen des Fünfseenlandes unmittelbar, vor Ort und in Zusammenarbeit mit den Entscheidungsträgern und den Bürgern konkretisiert und transparent gemacht.

Das vorliegende Integrierte Klimaschutzkonzept für das Fünfseenland wird im Rahmen der „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzmaßnahmen in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Klimaschutzinitiative“ erstellt. Die Richtlinie ist eine seit Juni 2008 laufende Initiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) [B1]. Das Fünfseenland zählt zu einer der ersten Regionen Deutschlands, die im Rahmen dieser Förderrichtlinie ein Integriertes Klimaschutzkonzept erstellt und somit anschließend mit konkreten Maßnahmen in die Umsetzungsphase gehen kann.

1.1 Was ist ein „Energiepotential“?

Der vorliegende Teil B des Klimaschutzkonzeptes – der unter dem Stichwort „Energiepotentialanalyse“ zusammengefasst wird – beschäftigt sich mit der Ermittlung des verfügbaren Energiepotentials aus Erneuerbaren Energiequellen. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen das „theoretische Potential“ und das „technische Potential“ für die einzelnen Energiequellen.

Die Potential-Begriffe werden hier definiert. Dies erlaubt eine bessere Einordnung der ermittelten Werte im Vergleich mit anderen Studien. Im Bereich der Erneuerbaren Energien werden folgende Definitionen für Potentiale, die sich zur Unterscheidung zwischen „theoretischem“, „technischem“, „wirtschaftlichem“ und „erschließbarem“ Potential durchgesetzt haben [B2], verwendet:

- Unter **theoretischem Potential** versteht man die theoretische Obergrenze des zur Verfügung stehenden Energieangebots. Es ergibt sich aus dem physikalischen Angebot der jeweiligen Energiequelle. Das theoretische Potential kann in der Regel nur zu einem Teil erschlossen werden, da strukturelle, technische, ökologische und administrative Rahmenbedingungen die Nutzung limitieren.
- Das **technische Potential** ergibt sich aus der Betrachtung des theoretischen Potentials unter Einbeziehung der derzeitigen Techniken der Nutzbarmachung. Die generelle Verfügbarkeit

von Standorten bzw. Rohstoffmengen werden im Kontext von Nutzungskonkurrenzen sowie unüberwindbaren, strukturellen oder ökologischen (z.B. Naturschutzgebiete) Beschränkungen betrachtet.

- Das **wirtschaftliche Potential** ist jene Teilmenge des technischen Potentials, das unter den derzeit existierenden energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen ökonomisch rentabel genutzt werden kann. Das wirtschaftliche Potential, das sich aus der Nutzung erneuerbarer Energien ergibt, wird unmittelbar von den Preisen konventioneller Energieträger mitbestimmt. Für die Ermittlung der Konkurrenzfähigkeit werden daher erneuerbare Energieträger oder Energiesysteme mit konkurrierenden Energiesystemen verglichen.
- Das **erschließbare Potential** umfasst jenen Teil des theoretischen Potentials, von dem erwartet werden kann, dass er tatsächlich in Anspruch genommen werden kann. Es ist zwar möglich, dass das erschließbare Potential größer als das wirtschaftliche Potential ist (z.B. aufgrund von Subventionierung). In der Regel ist es jedoch kleiner als das wirtschaftliche Potential – beispielsweise aufgrund von Informationshemmnissen oder limitierten Herstellungskapazitäten.

Im technischen Potential kann zwischen dem aktuell genutzten Potential (IST) und dem ungenutzten Restpotential unterschieden werden.

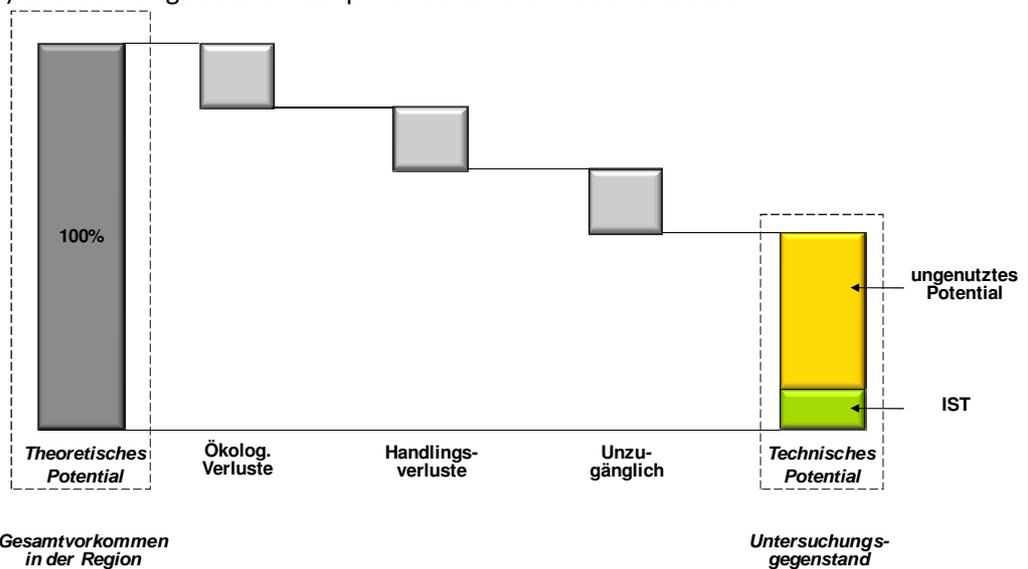


Abb. 1: Der Weg vom theoretischen zum technischen Potential – am Beispiel Holz

In der Studie werden ausschließlich das „theoretische“ und das „technische Potential“ behandelt. Bei der Ermittlung des „wirtschaftlichen“ und des „erschließbaren Potentials“ ist die exakte Betrachtung der Strukturen und der Rahmenbedingungen an den jeweiligen Standorten erforderlich. Die Erfassung des „wirtschaftlichen“ und des „erschließbaren Potentials“ fällt

daher in die anschließende Phase der Projektumsetzung mit konkreten Machbarkeitsstudien.

1.2 Energiequellen & Potentiale

In der Klimaregion Fünfseenland werden die Potentiale folgender erneuerbarer Energiequellen untersucht:

- Solarenergie (Photovoltaik, Solarthermie)
- Bioenergie (Landwirtschaftliche Biomasse, Holz-Biomasse und Biomasse aus Abfall)
- Wind (grober Überblick)
- Wasser (nur IST-Zustand)
- Geothermie (ohne Potentialermittlung)

Die Bedeutung von „Wasser“ und „Tiefengeothermie“ ist in der Region nicht unerheblich. Die Wasserkraft wird derzeit bereits an einigen Standorten genutzt. Der Bau von Neuanlagen bzw. ein Repowering bestehender Anlagen wird derzeit jedoch nicht in größerem Umfang erwartet.

Zum Thema „Tiefengeothermie“ wurde im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes eigens ein Geothermie-Fachtag durchgeführt, auf den nachfolgend noch detailliert eingegangen wird.

Aufgrund der schwierigen Marktsituation bei der Erzeugung und dem Handel mit Pflanzenöl aus regional angebaute Biomasse wird auf eine Darstellung der Potentiale in dieser Studie verzichtet.

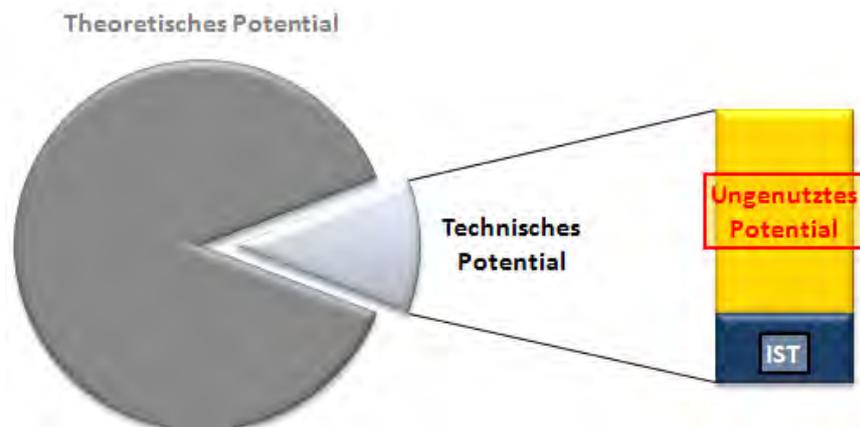


Abb. 2: Ergebnis der Energiepotentialanalyse

Zusätzlich zur Ermittlung der vorhandenen theoretischen und technischen Potentiale der in der Klimaregion Fünfseenland relevanten Erneuerbaren Energie-Quellen werden die aktuelle Nutzung mit Stand 31.12.2008 (bzw. soweit verfügbar 31.12.2009) dargelegt und die sich hieraus ergebenden ungenutzten Potentiale aufgezeigt.

Die aktuelle Nutzung wurde auf der Grundlage der Statistiken des Erneuerbaren Energien Gesetzes und des Bundesamtes für

Ausfuhrkontrolle (Bafa) ermittelt. Ergänzend wurden kommunale Förderprogramme – soweit vorhanden und statistisch dokumentiert – berücksichtigt. Es wird nachfolgend davon ausgegangen, dass die EEG geförderten Anlagen den IST-Zustand sehr gut abbilden, dass die von der Bafa geförderten Anlagen jedoch – aufgrund der geringeren Lukrativität der Förderung – teils sehr lückenhaft sind.

Den hier vorgestellten Ergebnissen liegen verschiedene Berechnungsverfahren zugrunde. Die angewandten Methoden sind in einem separaten Methodikteil dargestellt, der dem Auftraggeber als pdf-Datei vorliegt.

Die Klimaregion „Fünfseenland“ umfasst in diesem Klimaschutzkonzept den gesamten Landkreis Starnberg sowie die Kommune Pähl des Landkreises Weilheim-Schongau. Der Regionszuschnitt kam im Ablauf der Antragsstellung, mit der Ausdehnung der Region von Einzelkommunen auf den ganzen Kreis plus die Gemeinde Pähl, zustande.

Sonne

Die Solarstrahlung, die jedes Jahr in Deutschland auf die Erdoberfläche auftrifft, enthält etwa die 80-fache Energiemenge des gesamten deutschen Energieverbrauchs im selben Zeitraum. Bereits heute könnte die Sonne mit der zur Verfügung stehenden Solartechnik eine ressourcenschonende und Klima schützende Stromversorgung bieten: 10 % aller Dach- und Fassadenflächen sowie der versiegelten Siedlungsflächen in Deutschland würden ausreichen, um mit Photovoltaik-Anlagen den gesamten deutschen Stromverbrauch vollständig abzudecken. Zusätzlich könnte Solarwärme mindestens ein Achtel des deutschen Wärmebedarfs decken [B3].

Bis zur Erreichung dieses Ziels gibt es allerdings viel zu tun: Bundesweit deckt die Photovoltaik erst 1 % des Stromverbrauchs [B4] und der tatsächlich erbrachte Anteil der Solarthermie am deutschen Wärmeverbrauch beträgt weniger als 1 % [B5].

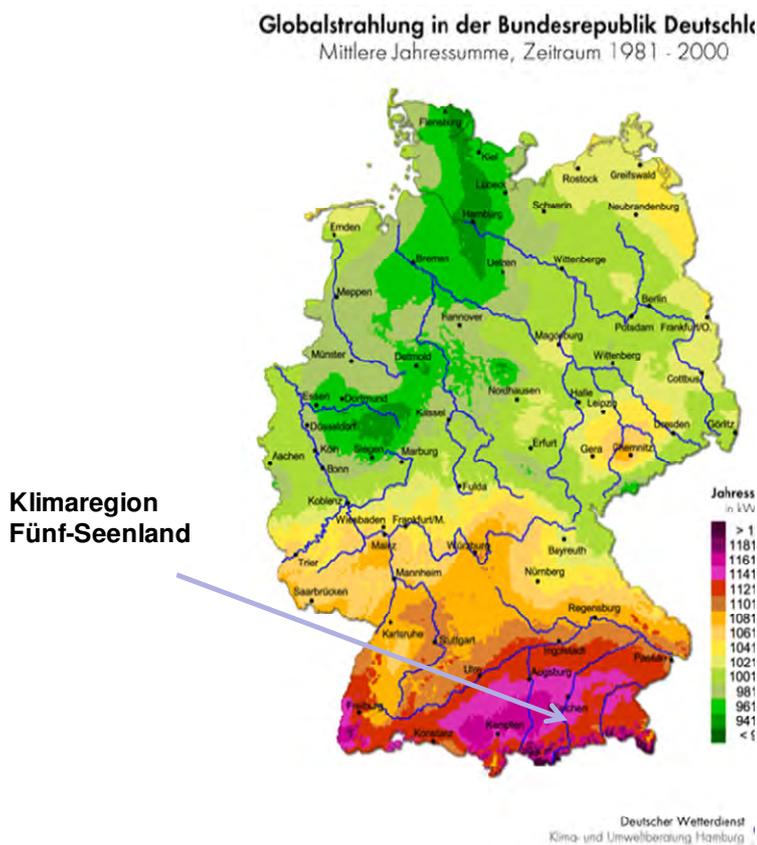


Abb. 3: Globalstrahlungskarte Deutschlands für 1981 bis 2000

In Deutschland werden je nach Region Globalstrahlungswerte zwischen 800 und 1.200 kWh pro m² und Jahr erreicht. Die Klimaregion Fünfseenland liegt mit 1.150 kWh pro m² und Jahr im oberen Bereich. Die Ausgangslage für die Nutzung der Sonne zur Energieproduktion ist im deutschen Vergleich also überdurchschnittlich günstig.

2 Photovoltaik und Solarthermie

Ziel der Untersuchung ist es, eine belastbare Abschätzung des Potentials der Sonnenenergie in der Klimaregion Fünfseenland zu geben. Dabei wird nicht jede Dachfläche einzeln betrachtet, sondern es wurden auf Basis mehrerer Studien Kennzahlen erarbeitet, die Aufschluss über die Eignung von Dach- und Fassadenflächen geben. Diese Kenngrößen werden mit ortsspezifischen Daten und kommunalstatistischen Werten verknüpft.

Das solare Potential auf Freiflächen wird nicht betrachtet, da es bereits eine Positivliste für mögliche Standorte gibt und Freiflächen aus diesem Grund aus der vorliegenden Analyse ausgeklammert wurden.

Es wird berücksichtigt, dass die Anwendungen Photovoltaik und Solarthermie in Bezug auf die Flächennutzung in Konkurrenz zueinander stehen. Photovoltaik und Solarthermie können vielfach auf denselben Flächen eingesetzt werden.

Entscheidend für die Solarthermie-Eignung eines Daches ist, ob in dem betreffenden Gebäude ein relevanter Warmwasserbedarf besteht. Dies ist z.B. bei Eigenheimdächern der Fall, Bürogebäude eignen sich für Solarthermie hingegen wegen mangelndem Brauchwasserbedarfs weniger. Bezüglich der Dachausrichtung ist die Solarthermie anspruchsvoller als die Photovoltaik. Für Solarthermie eignen sich vor allem Dächer mit steiler Neigung von mindestens 30 Grad, da dies zu einem regelmäßigeren Ertrag übers Jahr führt. Auch bei der Dachausrichtung bevorzugt die Solarwärmetechnik eine engere Auswahl: Zur Heizungsunterstützung eignen sich primär Dächer mit einer Abweichung von Süden um maximal 30 Grad nach Ost sowie 45 Grad nach West.

Solarstrom lässt sich im Gegensatz dazu auch auf weniger geneigten Dächern und bei einer größeren Südabweichung wirtschaftlich erzeugen. Flachdächer können durch Aufständierungen von beiden Technologien verwendet werden.

2.1 Photovoltaik: Anlagen-Bestand

BESTEHENDE PHOTOVOLTAIK-DACH- UND FASSADENANLAGEN

Im Jahr 2000 gab es gebäudegebunden, wie aus der untenstehenden Grafik ersichtlich, erst 44 Solarstromanlagen in der Klimaregion Fünfseenland, die Strom in das öffentliche Netz speisten. Die Zahl der auf Dächern (und Fassaden) errichteten Photovoltaik-Anlagen ist bis Ende 2008 auf 800 Anlagen angestiegen.

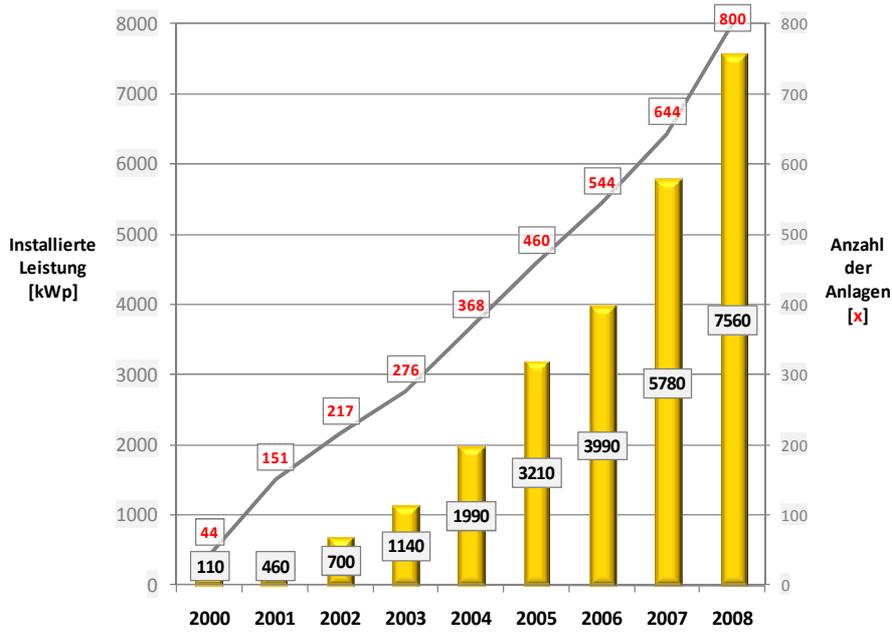


Abb. 4: Entwicklung gebäudegebundener Photovoltaik-Anlagen 2000-2008 in der Klimaregion

Die Summe der installierten Leistung ist im selben Zeitraum von 110 kWp auf 7.560 kWp fast um das 70-fache angewachsen.

Bis Ende 2008 wurde gebäudegebunden eine Fläche von etwa 75.000 m² für die Photovoltaik genutzt, die – wie die untere Abbildung zeigt – etwa der halben Größe des Weißlinger Sees entspricht.



Abb. 5: Flächenvergleich zwischen dem gebäudegebundenen Photovoltaik-Anlagen-Bestand und der Ausdehnung des Weißlinger Sees

KOMMUNALER PHOTOVOLTAIK-ANLAGENBESTAND

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über die Solarstrom-Anlagen, die auf kommunalen Liegenschaften bestehen. Neben Baujahr und Nennleistung ist auch genannt, ob die jeweiligen Anlagen mit Bürgerbeteiligung entstanden sind oder ob die Kommune die Investition selbst getätigt hat. Unter Bürgerbeteiligungs-Anlagen versteht man Photovoltaik-Anlagen, die von Bürgern als private Investoren auf angemieteten Dächern finanziert werden.

Kommune	Gebäudebezeichnung	Baujahr	Nennleistung [kWp]	Bürgerbeteiligung?
Gauting	Otto von Taube Gymnasium	2004	24	ja
	Hauptschule Birkenstraße	2005	19	ja
	Kreissparkasse	2007	18	ja
	Bauhof	2010	49	ja
Gilching	Christoph-Probst-Gymnasium Gilching	2005	39	ja
	Neue Grundschule Süd, Gilching	2006	23	ja
	Bauhof Gilching	2009	36	ja
Inning	Rathaus	1900	11	nein
Krailing	Bauhof	2009	60	ja
	Kindergarten Caritas	2008	4	nein
Pöcking	Schulhaus Beccostraße	k.A.	30	k.A.
	Hallenbad	k.A.	20	k.A.
	Wasserstation Aschering	k.A.	10	k.A.
Seefeld	Schule Seefeld	2005	25	Ja
	Turnhalle Hechendorf	2004	20	Ja
Starnberg	Grundschule-Söcking	2006	41	nein
	Gymnasium-Dach	2005	110	nein
	Gymnasium-Fassade	2006	15	nein
	Hauptschule-Starnberg	2006	20	nein
	Grundschule-Starnberg	2006	40	nein
	Schwimmbad-Fassade	2006	10	nein
	Mehrzweckhalle	2009	50	nein
	Schule-Percha	2004	30	ja
	Mehrzweckhalle	2005	41	nein
	Bauhof-Hallen	2008	211	nein
	Bauhof-Wohngebäude	2009	57	nein
	Rathaus	1998	1	nein
Kindergarten	2001	2	nein	
Tutzing	Bauhof Unterzeismering	2004	30	ja

Weßling	Sporthalle Weßling	2003	68	ja
	Freizeitheim Hochstadt	2009	30	ja
	Parkplatz Argelsriederfeld	2010	270	ja
Wörthsee	Kindergarten	2001	2	nein
	Bauhofhalle	2009	25	nein
Landkreis	Verwaltungsgebäude	2001	10	nein
	Verwaltungsgebäude	2004	17	nein
	Berufsschule	2010	17	nein
Summe			1.483	

Tab. 1: Standorte und Leistungen der Photovoltaik-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften [B6]

Insgesamt bestehen 37 Solarstrom-Anlagen mit einer Gesamtleistung von fast 1,5 MWp. Diese Leistung verteilt sich fast genau hälftig auf die Bürgersolaranlagen und die kommuneneigenen Anlagen.

BESTEHENDE PHOTOVOLTAIK-FREIFLÄCHEN-ANLAGEN

In der Klimaregion Fünfseenland bestand Ende 2008 eine Freiflächen-Anlage im Gebiet Seefeld mit einer installierten Leistung von 3 MWp.

BEWERTUNG DES ANLAGENBESTANDS

Im Jahr 2008 haben die gebäudegebundenen Anlagen und die Freiflächenanlagen zusammen knapp 7.600 MWh Strom ins Netz eingespeist. Das entspricht 1,5 % des Jahresstromverbrauchs in der Klimaregion. Mit diesem Wert liegt die Region deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt von 2,3 % in 2008. Betrachtet man nur die gebäudegebundenen Anlagen, verringert sich die erbrachte Strommenge auf 5.400 MWh bzw. 1,1 % des Jahresstromverbrauchs.

Betrachtet man die gesamte Anlagenleistung inklusive Freiflächenanlage bezogen auf die Einwohnerzahl, ergeben sich je Einwohner 79 Watt installierter Photovoltaik. Im bayerischen Vergleich schneidet die Klimaregion Fünfseenland damit unterdurchschnittlich ab, denn je Einwohner waren Ende 2008 in Bayern 188 Watt Solarstromleistung installiert. Nur Seefeld liegt deutlich über dem Durchschnitt.

2.2 Solarthermie: Anlagen-Bestand

Die untere Abbildung zeigt auf Basis der Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) – ergänzt durch Daten aus dem Förderprogramm der Gemeinde Pöcking – die Entwicklung der bis Ende 2009 in der Klimaregion realisierten und geförderten Solarthermie-Anlagen.

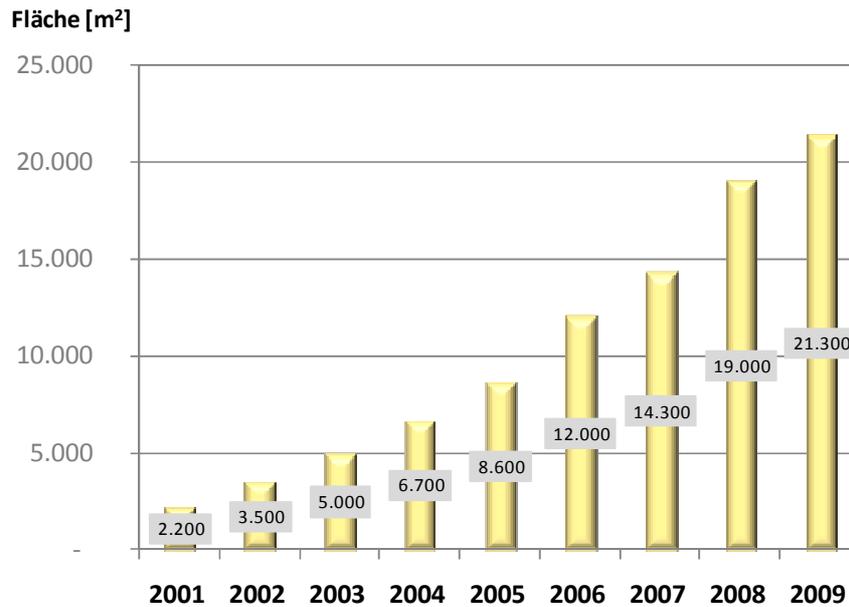


Abb. 6: Entwicklung bestehender Solarthermie-Anlagen 2001-2009 in der Klimaregion Fünfseenland

Die Gesamtfläche der seit 2001 errichteten Anlagen umfasste Ende 2009 21.300 m² und hat sich in acht Jahren fast verzehnfacht. Ende 2009 waren in der Klimaregion insgesamt fast 2.400 Anlagen gemeldet, so dass die durchschnittliche Anlagengröße bei 9 m² lag.

Pro Einwohner war eine Kollektorfläche von 0,16 m² verbaut. Der bayerische Vergleichswert liegt mit 0,20 m² je Einwohner fast um ein Viertel höher.

Die von Solarthermieanlagen zur Verfügung gestellte Wärme wird direkt vor Ort genutzt. Die tatsächliche Wärmenutzung unterliegt starken Schwankungen und lässt sich nicht exakt feststellen. Hier wird angenommen, dass 275 kWh Wärme pro m² und Jahr (Nowak et al. 2007) erbracht werden. Die bestehenden Anlagen kommen damit auf einen Nutzwärme von 5.900 MWh_{th} pro Jahr. Das entspricht 0,3 % des derzeitigen Wärmeverbrauchs in der Klimaregion.

KOMMUNALER SOLARTHERMIE-ANLAGENBESTAND

Die Befragung der Kommunen nach ihrem Anlagenbestand ergab: Es bestehen im Fünfseenland bisher nur zwei kommuneneigene Solarthermie-Anlagen an folgenden Standorten:

1. Bauhof Gauting mit 9 m² Kollektorfläche,
2. Mehrzweckhalle Stadt Starnberg mit 24 m² Kollektorfläche.

Beide Anlagen dienen der Brauchwassererwärmung ohne Heizungsunterstützung.

2.3 Theoretisches Energiepotential

Die Globalstrahlung beträgt in der Klimaregion Fünfseenland 1.150 kWh pro Quadratmeter und Jahr, die Gebietsfläche des Landkreises Starnberg und der Gemeinde Pähl umfasst zusammen etwa 520 km². Daraus ergibt sich ein theoretisches Potential in Höhe von über 598.000 GWh. Dies entspricht in etwa dem 1.200-fachen des Gesamtjahresstromverbrauchs im Untersuchungsgebiet. Der nachfolgende Größenvergleich zwischen theoretischem Potential (großer Würfel) und dem Gesamtjahresstromverbrauch in der Projektregion (kleiner Würfel) veranschaulicht, welcher kleiner Teil des theoretischen Potentials zur Bedarfsdeckung ausreichend wäre.

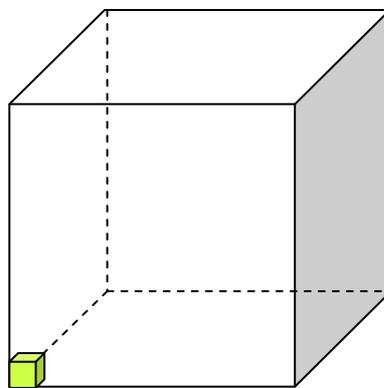


Abb. 7: Energiewürfel: Größenvergleich zwischen theoretischem Solarpotential und Strombedarf

2.4 Technisches Energiepotential

Das technische Potential gibt an, welcher Teil des theoretischen Potentials durch die derzeitigen technischen Möglichkeiten nutzbar ist.

DACHFLÄCHEN

39 % der Dachflächen in der Klimaregion sind für eine solare Nutzung geeignet. 35 % der Dachflächen bieten sich speziell für die Gewinnung von Solarstrom an, 4 % für die solarthermische Nutzung. Wie diese Aufteilung genau vorgenommen wurde, ist im Methodikteil erläutert. Die untenstehende Grafik zeigt das Ergebnis dieser Aufteilung zwischen Photovoltaik und Solarthermie.

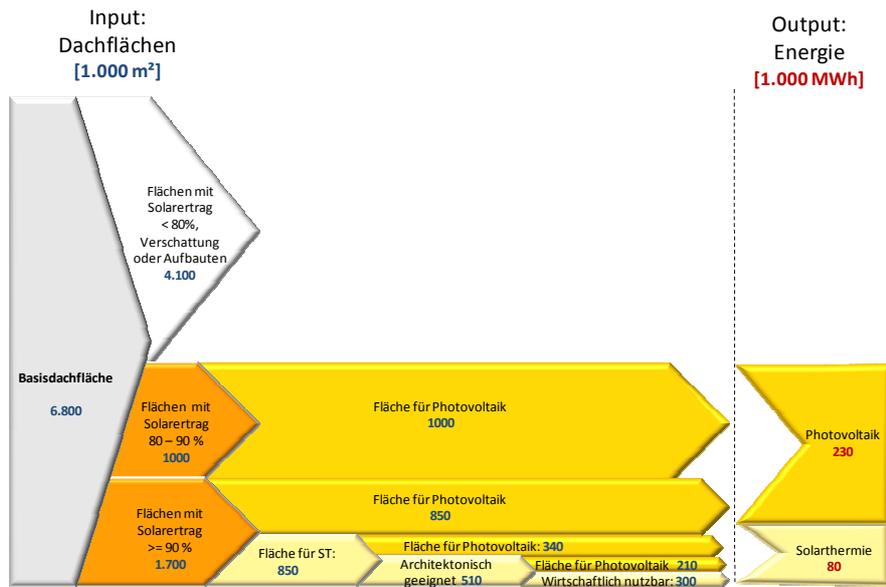


Abb. 8: Dachflächen-Input und Energie-Output des technischen Solarpotentials in der Klimaregion (ST=Solarthermie, PV=Photovoltaik), gerundet

Ausgehend von der insgesamt bestehenden Dachfläche von 6.800.000 m² ergibt sich als technisches Flächenpotential zur **Solarstromerzeugung** eine Fläche von knapp 2.400.000 m². Diese Dächer haben ein Energiepotential von 232.000 MWh jährlich. Dies entspricht 48 % des derzeitigen Strombedarfs der Klimaregion. In 2008 waren von diesem Potential erst 2 % (5.400 MWh) genutzt.

Für die **Solarthermie** sind 300.000 m² Dachfläche als geeignet einzustufen, von denen bis Ende 2009 erst 21.300 m² bzw. 7 % genutzt wurden. Das technische Solarthermie-Potential auf Dächern beläuft sich energetisch auf 83.000 MWh.

FASSADENFLÄCHEN

Zusätzlich zu den Dachflächen wird für die **Photovoltaik** ein Flächenpotential der Gebäudefassaden mit 110.000 m² ermittelt. Dies entspricht einem Strompotential von 10.000 MWh. Dies deckt etwa 2 % des derzeitigen Strombedarfs der Klimaregion.

Für die **Solarthermie** steht an den Gebäudefassaden von ca. 50.000 m² zur Verfügung, mit deren Hilfe knapp 1 % des aktuellen Wärmebedarfs gedeckt werden könnten.

FREIFLÄCHEN

Da für die Projektregion bereits eine Positivliste zu geeigneten Photovoltaik-Freiflächen besteht, die grundsätzlich für die Solarstromnutzung geeignet sind, geht diese Studie nicht auf dieses Potential ein.

Auch für die Solarthermie wurde das Freiflächenpotential nicht betrachtet. Die aktuelle politische Diskussion über die Absenkung der Vergütungssätze des EEG könnte allerdings dazu beitragen, dass zukünftig Freiflächen verstärkt für Solarthermie in Verbindung mit Nahwärmenetzen genutzt werden.

Die untenstehende Tabelle fasst die wichtigsten Werte noch einmal zusammen.

	Fläche [1000 m ²]	Anteile an Basisdach- fläche [%]	Energie- ertrag [MWh]	Deckungs- grad Strom-/ Wärme- bedarf [%]
Basisdachfläche	6.790	100		
Solar geeignete Dachflächen (80% bis 100%)	2.670	39		
Photovoltaik (PV)				
Für PV nutzbare Dachflächen	2.370	35	232.000	48
Für PV nutzbare Fassaden	110	2	10.000	2
Summe PV	2.480		242.000	50
Solarthermie (ST)				
Für ST nutzbare Kombisystemfläche	300	4	83.000	4
Für ST nutzbare Fassadenfläche	50	1	13.000	1
Summe ST	350		96.000	5

Tab. 2: Übersicht über Solarpotentiale und Relationen zum bisherigen Energiebedarf

2.5 Technische Potentiale: Kommunen- Vergleich

Um den Entscheidern in den einzelnen Kommunen des Fünfseenlandes die Einordnung ihrer Gebietskörperschaft zu erleichtern, werden im Folgenden die technischen Potentiale sowie die derzeitige Nutzung aller 15 beteiligten Kommunen verglichen.

PHOTOVOLTAIK

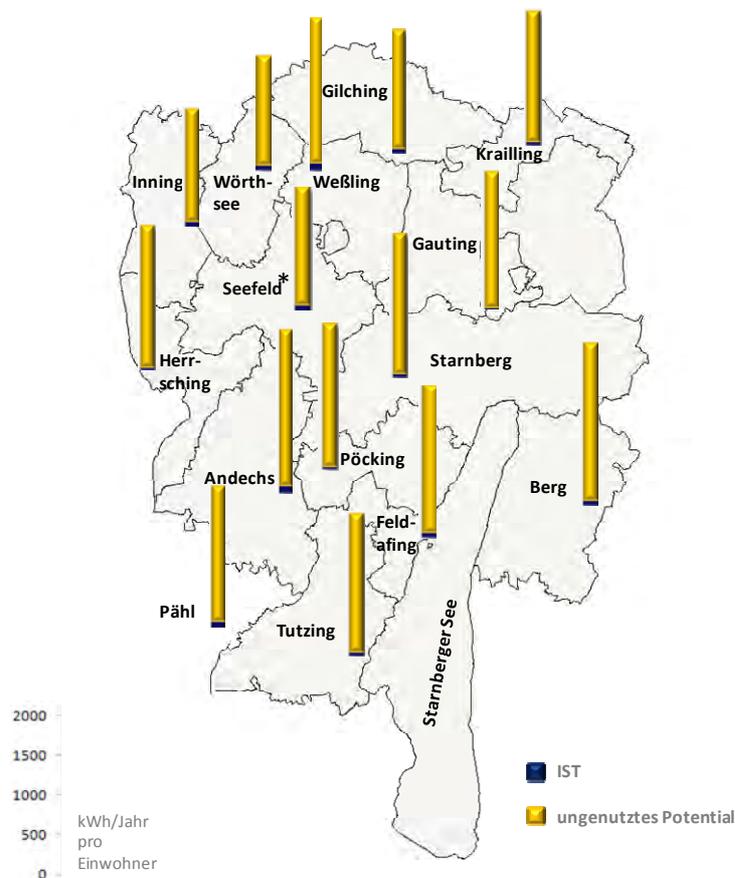


Abb.9: Photovoltaik: IST und technische Potentiale nach Kommunen (*Anm.: Gem. Seefeld - ohne Freiflächenanlage)

Im Bereich Photovoltaik bei Dach- und Fassadenflächen haben die Kommunen noch viel ungenutztes Solarpotential. Ein durchschnittlicher Haushalt verbraucht 3.000 kWh_{el} an Strom pro Jahr. Das technische Potential beträgt 242.000 MWh_{el} pro Jahr. Somit könnten rund 80.000 Haushalte durch das technische Potential im Fünfseenland ganzjährig mit Strom versorgt werden. Derzeit werden erst 2 % des technischen Potentials genutzt.

	Kommune	IST	ungenutztes Potential
	kWh/ Einwohner pro Jahr		
	1. Andechs	70	1980
	2. Seefeld	70	1490
	3. Pähl	62	1730
	4. Berg	62	1970
	5. Weißling	59	1830
	6. Gilching	46	1480
	7. Feldafing	41	1850
	8. Pöcking	37	1650
	9. Starnberg	36	1750
	10. Tutzing	36	1750
	11. Gauting	35	1710
	12. Krailling	32	1810
	13. Herrsching	24	1780
	14. Wörthsee	17	1400
	15. Inning	12	1410

Tab.3: Kommunen-„Ranking“ des IST-Zustandes der Photovoltaikanlagen

Betrachtet man die kWh pro Jahr der einzelnen Kommunen in Verbindung mit der jeweiligen Einwohnerzahl, ergibt sich folgendes „Ranking“:

Andechs hält mit 70 kWh pro Einwohner den Spitzenplatz, allerdings nur, weil hier nur die Aufdach- und Fassadenanlagen betrachtet werden und Freiflächen nicht berücksichtigt sind. In der Klimaregion gab es zum Stichtag 31.12.2008 allerdings nur eine Freiflächenanlage, die in der Kommune Seefeld liegt. Würde man das Ranking auf die gesamte installierte PV-Leistung beziehen, läge Seefeld mit 330 kWh je Einwohner eindeutig auf Platz 1.

SOLARTHERMIE

Die Verbreitung von Solarthermie auf den Dächern der Klimaregion Fünfseenland bleibt deutlich hinter jener von Photovoltaik zurück. Momentan werden deutlich unter 1 % des Wärmebedarfs der Haushalte, deren durchschnittlicher Verbrauch bei 18.000 kWh pro Jahr liegt, durch Solarthermie gewonnen.

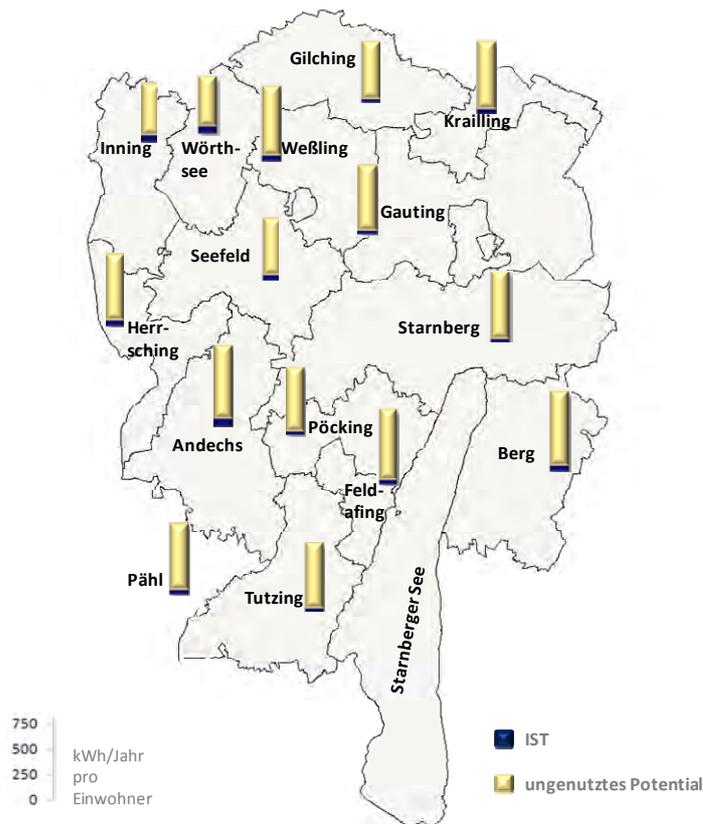


Abb.10: Solarthermie: IST und ungenutztes Potential der beteiligten Kommunen

Die Kommune Andechs erzeugt die meiste Wärme pro Einwohner durch Solarthermie, gefolgt von Wörthsee und Inning. Hier ist jedoch zu anzumerken, dass es sich lediglich um von der BAFA (Bundesamt für Ausfuhrkontrolle) geförderte Anlagen handelt. Die Gemeinde Pöcking hat ein eigenes kommunales Förderprogramm aufgelegt. In der Klimaregion Fünfseenland werden jedes Jahr je nach Kommune zwischen 75 und 30 kWh pro Einwohner Wärme aus Solarthermie-Anlagen gewonnen.

Kommune		IST	ungenutztes Potential
		kWh/ Einwohner pro Jahr	
	1. Andechs	75	663
	2. Pöcking	72	535
	3. Wörthsee	62	453
	4. Inning	59	468
	5. Berg	58	670
	6. Seefeld	56	507
	7. Krailling	53	604
	8. Weßling	51	636
	9. Herrsching	50	599
	10. Pähl	48	593
	11. Tutzing	43	596
	12. Feldafing	39	645
	13. Gilching	35	515
	14. Gauting	33	596
	15. Starnberg	30	615

Tab.4: Kommunen-Ranking des IST-Zustandes Solarthermie auf Dach- und Fassadenflächen

SOLARPOTENTIAL DER KOMMUNALEN LIEGENSCHAFTEN

Auf Grundlage der Solarbefragung der Kommunen zum Solarpotential des eigenen Baubestandes sowie per Luftbildauswertung wird das Photovoltaik-Potential der kommunalen Liegenschaften des Fünfseenlandes bewertet. Das Solarthermie-Potential wird nicht betrachtet, da dazu zusätzlich die Bewertung des Bedarfs erforderlich wäre. Das Ergebnis zeigt, dass sich Photovoltaik-Anlagen in der Größenordnung von insgesamt fast 1.300 kWp realisieren ließen. Etwa ein Drittel dieses Potentials ließe sich grundsätzlich sofort realisieren, bei den weiteren zwei Dritteln ist zunächst eine Dachsanierung erforderlich. Der jährliche Energieertrag aus diesen potentiellen Anlagen liegt zusammen bei etwa 1.200 MWh, was einem Anteil von 0,5 % des für das Fünfseenland ermittelten Photovoltaik-Potentials entspricht.

Körperschaft	Beschreibung der Gebäudenutzung (z.B. Feuerwehrhaus)	Geschätzte mögliche Leistung [kWp]	Geschätzte r Jahresertrag sofort realisierbar [MWh]	Geschätzte r Jahresertrag nach Sanierung [MWh]
Andechs	Feuerwehrgarage Machtlfing	6	5,5	
	Kindergarten Frieding	10	9,8	
Feldafing	Feuerwehrhaus	14		11,8
	Polizeihaus	19		18,4
	Bauhof	14		14,0
	Waldherrhaus	9		8,6
	Turnhalle	36		35,3
	Kindergarten	13		11,3
	Lenkhaus	4		3,9
	Rathaus Anbau	9		8,6
Gauting	Rathaus	21		20,8
	Bürgerbüro Stockdorf	1		1,2
	Grundschule Stockdorf	34		33,1
	Gymnasium	88	85,8	
	Hauptschule	36		35,2
	Realschule	46		44,9
	Realschule	10		8,9
	Realschule	24		22,5
	Mittagsbetreuung	16		15,1
	KIGA Spielkiste	24		23,8
	KIGA Kindernest	10		9,8
	KIGA Regenbogen Unterbrunn	15		14,7
	Polizei	16		15,9
	Feuerwehr Oberbrunn	12		10,9
	Feuerwehr Unterbrunn	11	11,0	
	Mischobjekt	125		122,5
	Wohnhaus	15		13,9
	Wohnhaus	20	18,1	
	Wohnhaus	31	29,3	
	Wohnhaus Unterbrunn	12	10,4	
Wohnhaus	16		15,1	
Inning	Mehrzweckhalle	76	66,8	
	Grundschule Bestand Südseite	17	15,5	
	Grundschule Bestand Westseite	26		22,5

	Grundschule Erweiterung	14	13,2	
	Gemeindl. Kindergarten	28	24,4	
	Feuerwehr Buch Fahrzeughalle	15	14,7	
Krailling	Grundschule	162		142,8
	Evangel. Kindergarten	18	16,8	
Seefeld	Schulhaus Hechendorf	24		20,9
	Kinderhaus Hechendorf	50	49,0	
	Bahnhof Hechendorf	10	9,3	9,3
Starnberg	Grundschule	10	10,0	
	Rathaus	12		12,1
	Rathaus	4		3,7
	Wohnhaus	10	9,3	
	Wohnhaus	13	12,3	
	Turnhalle	36		35,7
Wörthsee	Rathaus	35		34,9
	Feuerwehrhaus	8		7,6
	Kinderhort	3		2,7
Summe		1.287	411,2	812,4

Tab. 5: Technische Potentiale der Photovoltaik-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften

2.6 Zusammenfassung

Dächer und Fassaden bieten für **Solarstrom** ein Potential von insgesamt 242.000 MWh. Dies entspricht 50 % des gesamten Stromverbrauchs in der Klimaregion. Diese Energiemenge würde rechnerisch ausreichen, um fast 80.700 Privathaushalte mit Strom zu versorgen. Ende 2008 waren 2 % dieses technischen Potentials genutzt.

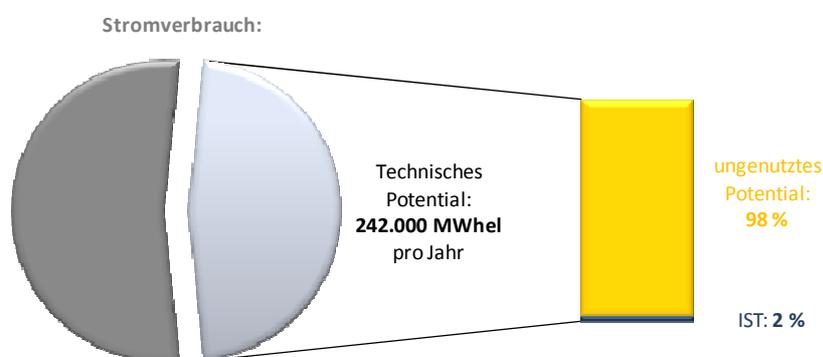


Abb. 11: Technisches Strompotential aus Photovoltaik

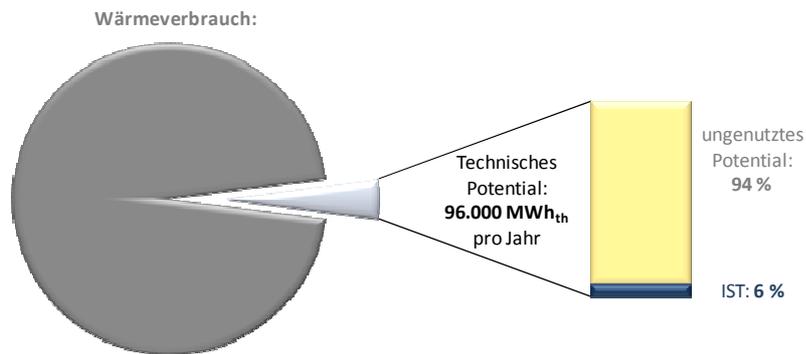


Abb. 12: Technisches Wärmepotential aus Solarthermie

Solarthermie auf Dächern und Fassaden hat ein Wärmepotential von 96.000 MWh_{th}, womit etwa 6 % des heute bestehenden Gesamtwärmebedarfs im Untersuchungsgebiet gedeckt werden könnten. Umgerechnet in Heizöl entspricht dies einer Menge von 9.600.000 Litern pro Jahr. Mit der Energiemenge könnten rechnerisch 6.000 Haushalte vollständig mit Wärme versorgt werden.

3 Landwirtschaftliche Biomasse

Die Landwirtschaft ist aus Sicht der Erneuerbaren Energien ein „Multitalent“. Sie erzeugt eine Vielzahl an Produkten, die sich energetisch nutzen lassen. Dabei handelt es sich um pflanzliche Biomasse, die als Haupt- oder Zwischenfrucht angebaut wird oder als Nebenprodukt anfällt. Energiepflanzen werden auch oft nachwachsende Rohstoffe, kurz NaWaRo, genannt. Bei der Tierhaltung fallen Mist, Jauche und Gülle an (sog. „Wirtschaftsdünger“), die sich gut zur energetischen Verwertung eignen. Ihr Düngewert wird z.B. durch die Nutzung in Biogasanlagen noch verbessert, da der Stickstoff schneller verfügbar ist und damit gezielter eingesetzt werden kann.

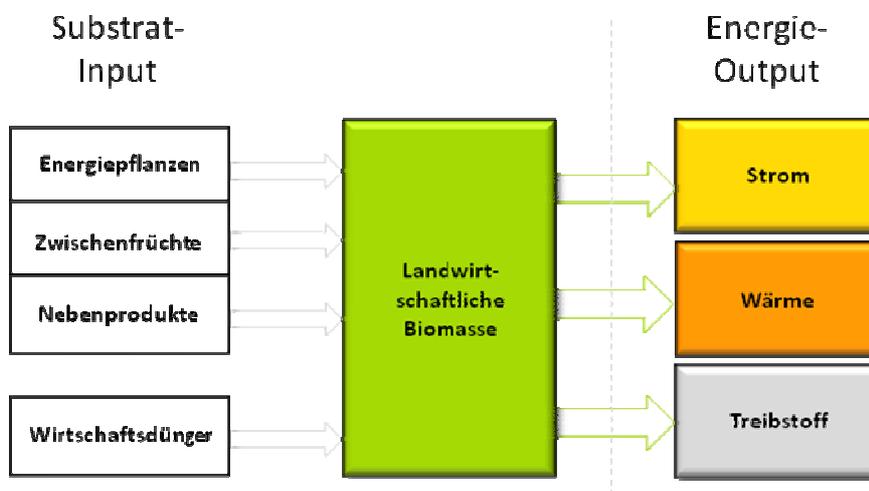


Abb. 14: Übersicht Substratinput und Energieoutput Landwirtschaft

Als Energieoutput können sowohl Strom, z.B. bei Vergärung in Biogasanlagen, als auch Wärme, z.B. bei der Strohverbrennung, oder Treibstoff, z.B. Öle aus Raps, gewonnen werden. In dieser Studie wird auftragsgemäß der Bereich Treibstoff nicht betrachtet.

3.1 Anlagen-Bestand

BIOGASANLAGEN IN DER KLIMAREGION FÜNFSEENLAND

Auf dem Gebiet der Klimaregion Fünfseenland gibt es derzeit nur eine Biogasanlage in Wörthsee-Etterschlag. Sie ist Bestandteil eines 25 ha großen Landwirtschaftsbetriebs und wird als GbR von zwei Brüdern betrieben.

Die Biogasanlage wurde 2005 gebaut und hat eine installierte Leistung von 120 kW. Damit werden pro Jahr rund 800.000 kWh Strom erzeugt. Die entstehende Wärme kann leider nicht vollständig genutzt werden. Für die Beheizung des Wohnhauses, zwei Wohnungen und den Wärmebedarf der eigenen Metzgerei werden rund 150.000 kWh Wärme verbraucht. Es

werden weitere Wärmenutzungen gesucht und Ideen hierzu entwickelt. Beispielsweise könnte eine neu anzusiedelnde Gärtnerei ein Abnehmer für die Beheizung von Gewächshäusern sein.

Jahresstromproduktion [MWh _{el} /a]	Jahreswärmeproduktion [MWh _{th} /a]
800	150

Tab. 6: Strom- und Wärmeproduktion der bestehenden Biogasanlage in Wörthsee

Bei der Anlage handelt es sich um eine sog. „NaWaRo-Anlage“, in der ausschließlich Gülle und nachwachsende Rohstoffe vergoren werden und keine sonstigen Abfälle eingesetzt werden. Rindergülle vom eigenen Betrieb sowie vom Nachbarbetrieb wird mit einem Anteil 35 % eingesetzt, so dass der Gülle-Bonus des EEG für die Stromvergütung in Anspruch genommen werden kann.

Den Hauptanteil der Substrate nehmen die pflanzlichen Rohstoffe ein, wobei die Maissilage am wichtigsten ist. Der Flächenbedarf für die Produktion dieser Substrate liegt bei 50 ha. Da der eigene Betrieb lediglich 25 ha groß ist, werden Substrate von verschiedenen Nachbarbetrieben zugekauft, die weitere 25 ha zur Produktion benötigen. [B7]

Vol. - Prozent	Substrat
35 %	Rindergülle (Vom eigenen und dem Nachbarbetrieb)
50 %	Maissilage
10 %	Getreide-GPS
5 %	Getreide-Bruchkorn etc.
0 - 5%	GPS/Kleegrass als Zwischenfrucht

Tab. 7: Substratzusammensetzung der bestehenden Biogasanlage in Wörthsee

GEPLANTE BIOGASANLAGEN IN DER KLIMAREGION FÜNFSEENLAND

In der Klimaregion Fünfseenland ist nach Auskunft des AELF Weilheim derzeit eine Biogasanlage in Planung. Sie soll eine installierte Leistung von 150 – 200 kW haben und als Substrat mindestens 30 % Gülle einsetzen. Somit würde sie bei der Stromvergütung den sog. Gülle-Bonus erhalten. Der geplante Standort kann noch nicht benannt werden. [B8]

PFLANZENÖLBETRIEBENE BLOCKHEIZKRAFTWERKE

Blockheizkraftwerken (BHKW) mit der gleichzeitigen Produktion von Wärme und Strom (Kraft-Wärme-Kopplung/KWK) bieten einen (je nach Vergleichstechnik) um 20 -35 % höheren Nutzungsgrad der eingesetzten Primärenergie. Wenn zum Betrieb der Anlagen auch noch Pflanzenöl verwendet wird, kann so sehr effektiv regenerative Energie erzeugt werden.

Die in der Klimaregion Fünfseenland stehenden Pflanzenöl-BHKW wurden größtenteils in den Jahren 2005 und 2006 gebaut, als die Technik zur Verwendung von Pflanzenöl Praxisreife erreichte, erneuerbare Energien mehr ins Bewusstsein rückten und die Pflanzenölpreise in einem konkurrenzfähigen Bereich gegenüber dem Öl lagen. Insgesamt sind 144 kW installiert.

Kommune	Anlagen [Anzahl]	Installierte Leistung [kW]	Installierte Leistung / Einwohner [W]
Andechs	1	45	14
Tutzing	1	50	5
Wörthsee	2	20	9
Herrsching	3	21	2
Berg	1	8	1
SUMME	8	144	

Tab. 8: Bestehende Pflanzenöl-BHKW im Fünfseenland

Inzwischen ist u.a. durch das neue EEG und die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung der weitere Ausbau von Pflanzenöl-BHKW erschwert, so dass nicht mit einem Zuwachs an Anlagen gerechnet werden kann.

3.2 Landwirtschaftliche Produktionsverhältnisse

Da die landwirtschaftlichen Strukturen im Hinblick auf die Eignung zur Bioenergieproduktion in den verschiedenen Gemeinden keine großen Unterschiede aufweisen, erfolgen die Beschreibung der Landwirtschaft sowie die Betrachtung des theoretischen Potentials auf Landkreisebene. Das technische Potential, das aussagekräftig für die Umsetzungsmöglichkeiten ist, wird sowohl auf Basis des Landkreises als auch auf Grundlage der Gemeinden (inkl. Pähl) dargestellt. Der Einfachheit halber wird fortan von der „Klimaregion Fünfseenland“ gesprochen.

Die durchschnittliche Betriebsgröße eines Landwirtschaftsbetriebes in der Klimaregion Fünfseenland liegt knapp über 33 ha und ist damit etwas größer als im bayerischen Durchschnitt. Die Betriebe werden zu 57 % im Haupterwerb geführt. [B9]

FLÄCHENNUTZUNG

in der Klimaregion Fünfseenland werden 13.800 ha landwirtschaftlich genutzt. Davon dienen etwa 51 % als Ackerland und 49 % als Grünland.

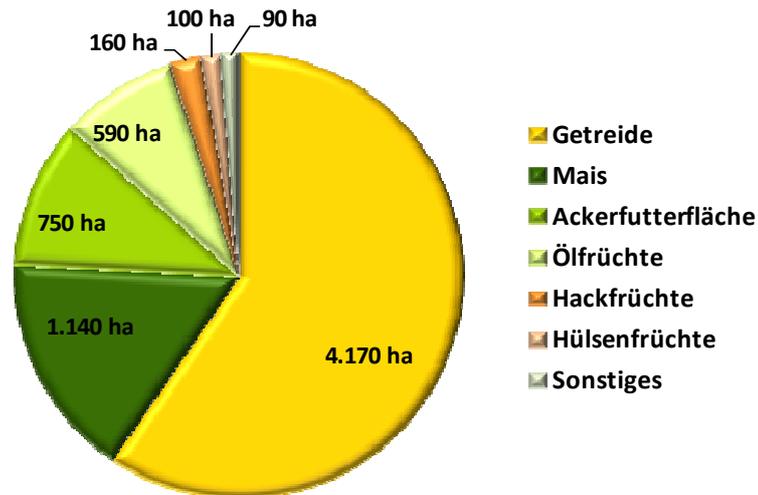


Abb. 15: Nutzung der Ackerflächen des Fünfseenlandes

Bei der Ackernutzung steht der Getreideanbau mit 60 % der Fläche im Vordergrund. Ihm folgt der Maisanbau mit 16 %.

Zur Produktion von Substrat für die Biogasanlage werden lediglich 50 ha genutzt, was weniger als 0,4 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche entspricht und im Vergleich zu anderen Regionen einen äußerst geringen Anteil darstellt.

VIEHHALTUNG

Insgesamt betrachtet ist die Klimaregion Fünfseenland kein viehstarker Standort. Mit 0,9 Großvieheinheiten (GV) pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche (Umrechnungsschlüssel zum Vergleich verschiedener Nutztiere auf Basis ihres Lebendgewichtes) liegt der Wert 25 % unter dem bayerischen Durchschnitt. Die Intensität hat in den letzten Jahren immer weiter abgenommen.

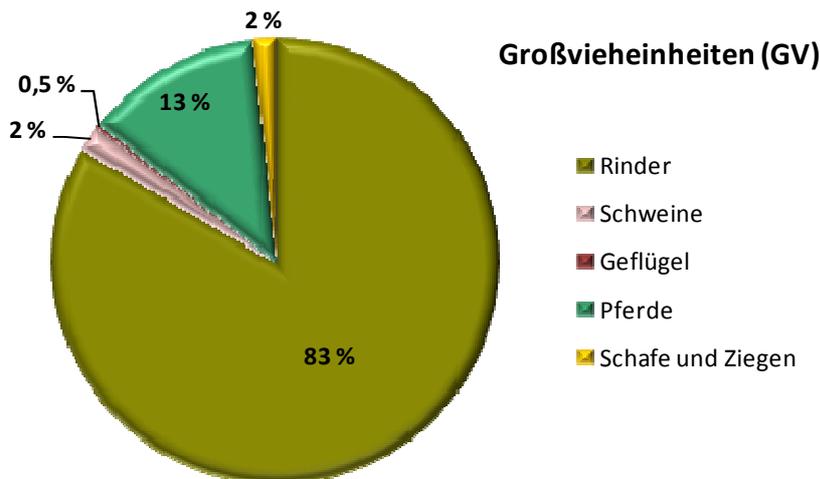


Abb. 16: Anteile der Tierhaltung bezogen auf die Großvieheinheiten in der Klimaregion Fünfseenland 2009

Der Schwerpunkt der Viehhaltung liegt auf der **Rinderhaltung** (10.500 GV). Sie ist in den letzten Jahren stetig zurück gegangen. Beispielsweise gaben allein von 2008 auf 2009 1 % der Milcherzeuger (Anzahl jetzt 165) ihre komplett Haltung auf. Allerdings werden nun mehr Kühe pro Betrieb gehalten (durchschnittlich +0,8 %), wobei insbesondere die größeren Bestände über 50 Kühe weiter aufstockten.

Der zweitwichtigste Bereich ist die **Pferdehaltung** mit 1.600 GV und steigender Tendenz. Die **Schweinehaltung** spielt insgesamt kaum eine Rolle (228 GV), da sie bis auf wenige Ausnahmen als Nebeneinkunft oder als Hobby betrieben wird. Die Tendenz ist mit einem Minus von 4,1 % von 2008 auf 2009 weiter stark rückläufig.

Weitere Tierarten wie Geflügel, Schafe, Ziegen und Wild werden zwar gehalten, spielen aber mengenmäßig keine Rolle.

Für die Optionen einer energetischen Nutzung des Wirtschaftsdüngers sind die beschriebenen Daten und Entwicklungen insofern von Bedeutung, dass bei einer Reduzierung des Viehbestands weniger Dung zur Vergärung anfällt, dieser aufgrund der Konzentration auf weniger Betriebe jedoch mit geringerem logistischen Aufwand zu erfassen ist.

Man unterscheidet bei Wirtschaftsdünger zwischen Mist (mit Strohannteil), Gülle und Jauche. Die Art des Dungs ist mit entscheidend für die Biogasausbeute.

In der Klimaregion Fünfseenland überwiegt die ganzjährige Stallhaltung, in der Regel ohne Stroheinstreu und auf Spaltenböden. Dies betrifft die Schweinehaltung im Durchschnitt zu 90 %, die Rinderhaltung im Durchschnitt zu 65 %. Pferde werden auf Stroh gehalten und bekommen

einen großzügigen Auslauf, wo der Dung nicht erfasst werden kann [B8]. Diese Angaben werden in der Potentialermittlung berücksichtigt.

Aus der Tierhaltung auf dem Gebiet des Fünfseenlandes fallen folgende Mengen an Wirtschaftsdünger an:

	Anzahl	Großvieh- einheiten (GV)	Dunganfall [m ³]	
Rinder	12.200	10.300	Mist	23.500
			Gülle	114.600
Schweine	1.700	230	Mist	100
			Gülle	2.300
Geflügel	11.400	40	Mist	100
			Trockenkot	250
Pferde	1.700	1.600	Mist	11.900
Schafe, Ziegen	2.200	200	Mist	1.600

Tab. 9: Anfall von Wirtschaftsdünger in der Klimaregion Fünfseenland

3.3 Theoretisches Energiepotential

PFLANZENBAU

Das theoretische Potential stellt ein Gedankenspiel dar: Wie viel Energie könnte aus pflanzlicher Biomasse maximal produziert werden, wenn auf der gesamten landwirtschaftlichen Fläche ausschließlich Energiepflanzen angebaut würden?

	ha	Jahresstromertrag [MWhel/a]	Jahreswärmeertrag [MWhth/a]
Ackerland	7.000	142.500	102.900
Grünland	6.800	17.400	12.600
SUMME	13.800	159.900	115.500

Tab. 10: Theoretisches Potential: Jahresstrom- und Jahreswärmeerträge aus pflanzlicher Biomasse im Fünfseenland

Die Jahresstrom- und Jahreswärmeerträge erhält man, wenn man die produzierten Mengen gedanklich in einer typischen Biogasanlage vergärt. Angenommen wurde bei der Stromproduktion ein elektrischer Wirkungsgrad von 36 %, bei der Wärmeproduktion ein thermischer Wirkungsgrad von 40 %. Außerdem wurde ein Anteil der auskoppelbaren Wärme von 65 % berücksichtigt.

Obwohl die Ackerfläche ungefähr genauso groß ist wie die Grünlandfläche, ergibt sich dort ein sehr viel größerer Energieertrag. Dieser kommt zustande, weil angenommen wurde, dass auf dem Acker Energiepflanzen mit optimalen Energieausbeuten für Biogasanlagen angebaut werden, ergänzt durch einen hohen 70 %-igen Anteil an Zwischenfruchtanbau, während auf dem Grünland geringere Erträge erzielt werden und weniger energiereiche Pflanzen wachsen.

VIEHHALTUNG

Das theoretische Potential ist die Energiemenge, die man aus dem gesamten vorhandenen Dung erzeugen könnte, wenn dieser erfasst werden könnte und keine andere Nutzung vorläge.

	Jahresstromertrag [MWh _{el} /a]	Jahreswärmeertrag [MWh _{th} /a]
Rinder	7.190	5.190
Pferde	1.530	1.110
Schweine	110	80
Sonstige	440	320
SUMME	9.270	6.700

Tab. 11: Theoretisches Potential: Jahresstrom- und Jahreswärmeertrag aus Wirtschaftsdünger

LANDWIRTSCHAFT GESAMT

Addiert man Pflanzenbau und Viehhaltung, so erhält man das theoretische Energiepotential aus landwirtschaftlicher Biomasse für die Klimaregion Fünfseenland. Die Landwirtschaft hat ein theoretisches Energiepotential von insgesamt 169.000 MWh_{el} Strom und 122.000 MWh_{th} Wärme pro Jahr.

3.4 Technisches Energiepotential

Das technische Potential ist dasjenige, das tatsächlich zur energetischen Nutzung zur Verfügung steht. Hier gehen Rahmenbedingungen, Vorgaben, Annahmen und Entwicklungen mit ein.

PFLANZENBAU

Eine der wichtigsten Rahmenbedingungen bei der energetischen Nutzung von Energiepflanzen ist die Entscheidung der Frage zur Flächenkonkurrenz mit der Lebens- und Futtermittelproduktion. In dieser Untersuchung basieren die Annahmen auf den Ergebnissen einer Studie des Sachverständigenrates für Umweltschutz. Diese besagt, dass in Deutschland bis 2030 von den insgesamt 17 Mio. ha landwirtschaftlicher Nutzfläche etwa 3 bis 4 Mio. ha zur Produktion von nachwachsenden Rohstoffen zur Verfügung stehen. „Dieses Flächenpotential basiert auf der Einhaltung zum einen von natur- und landschaftsschutzfachlichen Aspekten und zum anderen von Selbstversorgungsgraden von Nahrungsmitteln auf dem derzeitigen Stand oder bei derzeitiger Überproduktion auf einer Reduktion der Selbstversorgungsgrade auf 100 %“ [B10].

Aufgrund dieser Angaben wird bei dieser Studie die Annahme getroffen, dass 20 % der Ackerfläche und 30 % der Grünlandfläche unter Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien energetisch genutzt werden können.

Ob diese Fläche tatsächlich mit Energiepflanzen bebaut wird, hängt von den Entscheidungen der Landwirte als Flächenbewirtschafter ab. Diese vergleichen vor allem die erzielbaren Deckungsbeiträge bei einer

energetischen Nutzung mit denen beim Anbau von Marktfrüchten oder Futterpflanzen.

Bei der Berechnung des technischen Potentials werden folgende Aspekte berücksichtigt:

Hauptfrüchte des Ackerbaus (NaWaRo): Gemäß der getroffenen Annahmen könnten auf 20 % der 7.000 ha Ackerfläche des Fünfseenlandes NaWaRo angebaut werden. Dies entspricht einer Fläche von 1.400 ha. In der Berechnung werden diese mit den ortsüblich angebauten Pflanzen zur Biogasnutzung berücksichtigt.

- (1) **Nebenprodukte:** Bei der Produktion der Hauptfrüchte fallen auch sog. Nebenprodukte an, z.B. Getreidestroh, Maisstroh vom Körnermaisbau, Rapsstroh und Rübenblatt. Es wird von einer 15 %-igen Nutzung der sinnvoll zu bergenden Nebenprodukte ausgegangen. Stroh wird thermisch verwertet, Rübenblätter werden vergoren.
- (2) **Zwischenfrüchte:** Es wird davon ausgegangen, dass 20 % der normal bewirtschafteten Ackerfläche zum Zwischenfruchtanbau (z.B. für Grünroggen) genutzt wird.
- (3) **Grünland:** 30 % des Aufwuchses werden zur energetischen Nutzung berücksichtigt.

Technisches Potential	Nutzungsanteile [%]	ha
NaWaRo (Ackernutzung)	20	1.400
Nebenprodukte*	12	840
Zwischenfrüchte**	20	1.400
Grassilage (Grünlandnutzung)	30	2.030

*80 % Ackerfläche werden weiterhin zur Lebens- und Futtermittelproduktion genutzt. Die hier anfallenden Nebenprodukte werden zu 15 % verwendet. Auf die Gesamtfläche bezogen sind dies 12 % Anteil.

**Überschneidung mit Fläche der normalen Ackernutzung und Nebenprodukten.

Tab. 12: Berücksichtigung der Erzeugungsbereiche zur Berechnung des technischen Potentials

Für die Ermittlung des Energieertrags werden die ermittelten Mengenpotentiale aus den Bereichen Hauptfrüchte, Zwischenfrüchte und Nebenprodukte verwendet. Je nach Substrat wird entweder von einer Vergärung in der Biogasanlage oder von einer thermischen Verwertung ausgegangen.

	Mengen Frischmasse [t FM/a]	Jahresstrom- ertrag [MWh _{el} /a]	Jahreswärme- ertrag [MWh _{th} /a]
NaWaRo/Ackernutzung	62.900	21.600	15.600
Zwischenfrucht	34.000	9.900	7.100
Nebenprodukt (Biogas)	200	30	20
Nebenprodukt (Verbrennung)	3.400	-	10.200
Grünland	14.200	5.200	3.800
SUMME gerundet	114.700	36.700	36.700

Tab. 13: Technisches Potential: Jahresstrom- und Jahreswärmeertrag aus pflanzlichen Substraten

Als technisches Potential ergibt sich bei einer **Vergärung** in einer typischen Biogasanlage (s. o.) ein Jahresstromertrag von 36.700 MWh_{el}/a. Geht man von der vollständigen Abnahme der auskoppelbaren Wärme aus, so erhält man einen Jahreswärmeertrag von 26.500 MWh_{th}/a.

Stroh als Nebenprodukt kann bei einer **thermischen Verwertung** zur Wärmeproduktion beitragen. Die Technik zur Verbrennung ist zwar noch nicht so ausgereift wie die Biogastechnik, soll aber trotzdem hier Berücksichtigung finden. Als technisches Potential ergibt sich ein Jahreswärmeertrag von 10.200 MWh_{th}.

Fasst man die möglichen Jahreserträge aus Vergärung und thermischer Verwertung von pflanzlicher Biomasse zusammen, so ergibt sich das technische Potential der energetischen Nutzungsmöglichkeiten. Im Untersuchungsgebiet steht ein Gesamtpotential zur Erzeugung von 36.700 MWh Strom und 36.700 MWh Wärme aus pflanzlicher Biomasse zur Verfügung.

VIEHHALTUNG

Wirtschaftsdünger bzw. Dung löst keine oder nur sehr geringe Nutzungskonkurrenzen aus, denn die Substrate erfahren durch die Vergärung in der Biogasanlage eine Veredelung und können nach der Nutzung ohne Nährstoffverluste problemlos als Wirtschaftsdünger auf die Flächen ausgebracht werden.

Bei der Berechnung des technischen Potentials werden die zukünftige Entwicklung betrachtet und Abschläge bzw. Zuschläge vorgenommen:

- (1) **Künftige Entwicklung:** Aufgrund des geschilderten Strukturwandels in der Viehhaltung, kann davon ausgegangen werden, dass die Rinderhaltung in den nächsten Jahren weiter zurückgehen wird. Deshalb wird beim Rinderdung ein Mengenabschlag von 20 % angenommen. Bei anderen Tierarten wird die Prognose stabil eingeschätzt, so dass keine Zu- oder Abschläge vorgenommen werden.
- (2) **Transportkosten:** Der Transport ist der wichtigste begrenzende Faktor für den Einsatz von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen. Für

möglichst hohe Nutzungsgrade müssen sich die Standorte der Biogasanlagen an den Standorten der Tierhaltung orientieren. Aufgrund der beschriebenen Strukturen im Untersuchungsgebiet wird ein Mengenabschlag von 30 % vorgenommen, da davon ausgegangen werden kann, dass diese Menge unter wirtschaftlichen und umweltpolitischen Gesichtspunkten nicht zu einer Biogasanlage transportiert werden kann.

- (3) **Sonstige Abschläge:** Für weitere Hindernisse bei der Nutzung (Nutzungskonkurrenz, zu kleine Mengen je Standort, sonst. Erfassungsprobleme) werden 20 % abgezogen.

Aus den geschilderten prognostizierten Entwicklungen und der Berücksichtigung der Abschläge ergibt sich folgendes technische Potential:

	Jahresstromertrag [MWh _{el} /a]	Jahreswärmeertrag [MWh _{th} /a]
Rinder	3.220	2.330
Pferde	860	620
Schweine	60	50
Sonstige	250	180
SUMME gerundet	4.400	3.200

Tab. 14: Technisches Potential: Jahresstrom- und Jahreswärmeertrag aus Wirtschaftsdünger

Aus dem vorhandenen Wirtschaftsdünger lassen sich durch die Vergärung in Biogasanlagen ein Stromertrag von 4.400 MWh_{el}/a und eine Wärmeleistung von 3.200 MWh_{th} pro Jahr erzielen.

GESAMT

	Jahresstromertrag [MWh _{el} /a]	Jahreswärmeertrag [MWh _{th} /a]
Pflanzliche Substrate (Biogas)	36.700	26.500
Pflanzliche Substrate (Verbrennung)	-	10.200
Wirtschaftsdünger (Biogas)	4.400	3.200
SUMME gerundet	41.100	39.900

Tab. 15: Technisches Energiepotential aus landwirtschaftlicher Erzeugung im Überblick

Die Nutzung des landwirtschaftlichen Substrats in Biogasanlagen liefert ein technisches Energiepotential von 41.100 MWh_{el} Strom und 39.900 MWh_{th} Wärme.

VERGLEICH DER POTENTIALE DER KOMMUNEN

Die Potentiale zur Produktion von Bioenergie sind in den Gemeinden sehr unterschiedlich. Dies liegt an den unterschiedlichen Substratmengen, die aus der landwirtschaftlichen Produktion zur Verfügung stehen. Hauptfaktor ist dabei die unterschiedlich große landwirtschaftliche Nutzfläche von 340 ha in der Gemeinde Krailling bis zu über 2.200 h in der Stadt Starnberg. Auch die Viehhaltung variiert sehr stark. Die stärksten Bestände gibt es in Pähl, Andechs, Berg und Tutzing.

Die Potentiale zur Produktion von Strom und Wärme sind in den Gemeinden ziemlich gleichartig. Wer viel Potential zur Stromproduktion hat, hat dies auch für die Wärmeproduktion.

Insgesamt betrachtet haben die Gemeinden Andechs und die Stadt Starnberg die größten Potentiale zur Bioenergieproduktion, gefolgt von Pähl und Gauting.

Zu betonen ist jedoch, dass die Bioenergieproduktion nicht an Gemeinde- oder Kreisgrenzen halt macht. Meist werden Substrate für Biogasanlagen von verschiedenen Landwirten produziert, die ihre Flächen in angrenzenden Gemeinden haben. Deshalb haben auch Gemeinden, die hier vermeintlich geringe Potentiale aufweisen, die Möglichkeit, sich z.B. beim Bau von Biogasanlagen zu profilieren.

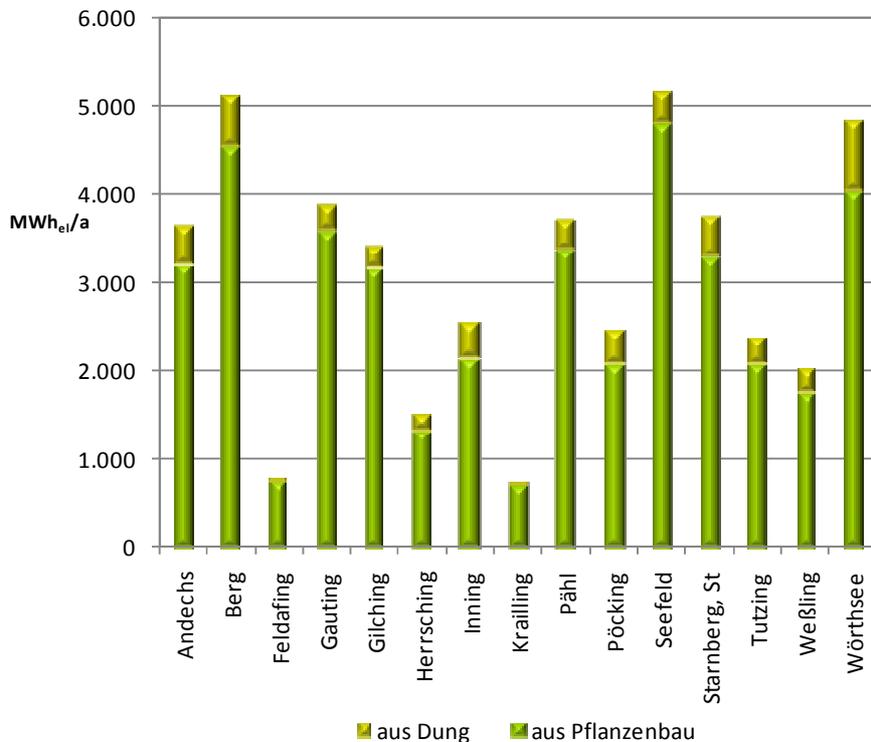


Abb.17: Technisches Potential: Jahresstromertrag nach Gemeinden

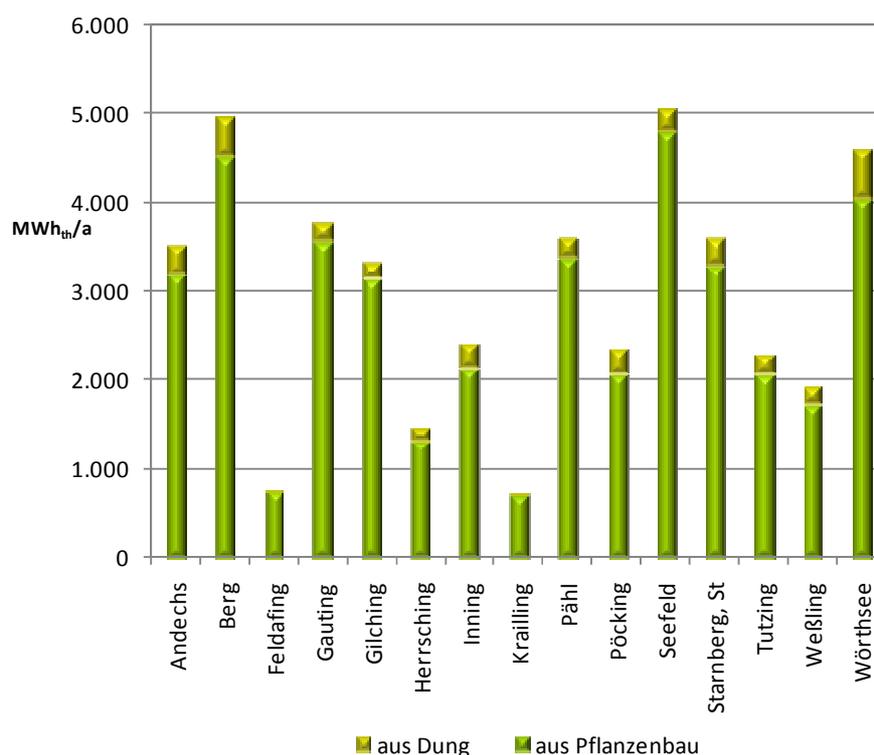


Abb. 18: Technisches Potential: Jahreswärmeertrag nach Gemeinden

3.5 Zusammenfassung

Die landwirtschaftliche Biomasse im Fünfseenland bietet ein erhebliches energetisches Potential 41.100 MWh Strom und 39.900 MWh Wärme könnten damit erzeugt werden.

Unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien stehen 1.400 ha Ackerfläche und 2.030 ha Grünland für den Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Verfügung. Auf 20 % der gesamten Ackerfläche können zusätzlich Zwischenfrüchte zur energetischen Nutzung angebaut werden. Anfallende Nebenprodukte können thermisch (z.B. Stroh) oder in Biogasanlagen (z.B. Rübenblatt) verwertet werden.

Der Wirtschaftsdünger bietet zwar ein kleineres, aber ein fast ohne Nutzungskonkurrenz zur Verfügung stehendes Potential. Durch die Verwendung in der Biogasanlage wird gleichzeitig eine Verbesserung der Düngeeignung erreicht. Außerdem trägt die Nutzung erheblich zur Wirtschaftlichkeit der Anlagen bei (Gülle-Bonus).

Stellt man dem technischen Potential die aktuelle Nutzung gegenüber, so ergibt sich das zusätzlich nutzbare Restpotential.

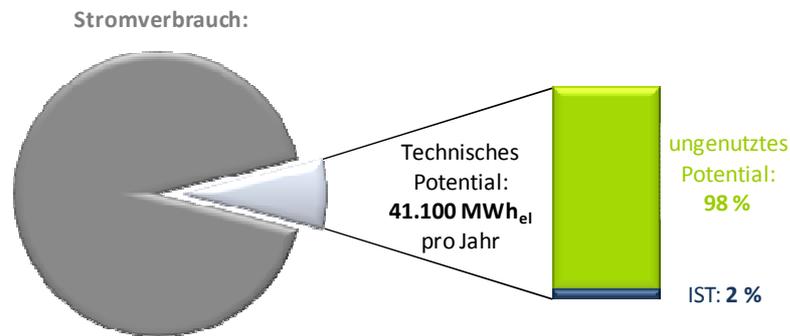


Abb. 19: Technisches Strompotential aus landwirtschaftlicher Biomasse im Fünfseenland

Das zur Verfügung stehende technische Potential, das die Landwirtschaft liefern könnte, wird derzeit nur zu einem geringen Teil genutzt. Bei der Stromproduktion werden lediglich 2 % des technischen Potentials ausgeschöpft. Dabei könnten bei voller Ausschöpfung des technischen Potentials 13.700 Haushalte mit regenerativem Strom versorgt werden.

Bei der Wärmeproduktion ist der Anteil des derzeit genutzten Potentials sogar noch geringer und liegt bei 0,4 %. Bei vollständiger Nutzung des Potentials könnten 4,0 Mio. Liter Heizöl ersetzt und 2.500 Haushalte mit Wärme aus nachwachsenden Rohstoffen versorgt werden.

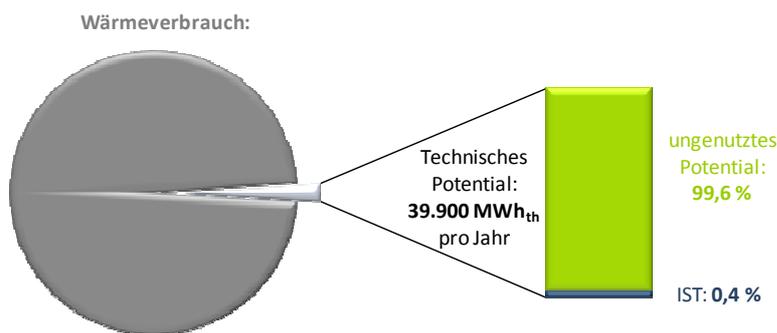


Abb. 20: Technisches Wärmepotential aus landwirtschaftlicher Biomasse im Fünfseenland

Holz-Biomasse

Holz weist eine gute Transportfähigkeit auf und lässt sich zudem gut lagern. Damit ist es räumlich und zeitlich sehr flexibel einsetzbar. Kommunen bietet sich die Chance, einen erheblichen Anteil an Energieholz selbst zu produzieren. Bei einer Beheizung von Gebäuden aus kommunaler Holzwirtschaft profitiert die Kommune von der Erschließung eines attraktiven Wertschöpfungspotentiales und trägt aktiv zum Klimaschutz bei.

STAND DER NUTZUNG

In Deutschland gibt es ein Gesamtaufkommen an Waldrestholz von 15 Millionen Tonnen, das zur Verarbeitung zu Scheitholz und Hackschnitzeln zur Verfügung steht. Insgesamt hat sich die energetische Holznutzung von 1995 bis 2005 mit einem Anstieg von 18 auf 43 Millionen Festmeter mehr als verdoppelt. Der sich abzeichnende wachsende Verbrauch wird wesentlich aus dem Waldrestholz gedeckt werden müssen, da Altholz und Industrierestholz weitgehend ausgeschöpft sind [B11].

Bei der Nutzung von Energieholz sollte man sich am Prinzip der Nachhaltigkeit orientieren. Dem Erhalt der Strukturvielfalt, der Schließung von Nährstoffkreisläufen und der Erhaltung bzw. Verbesserung der Biotopfunktion von Totholz ist dabei ein besonderer Wert einzuräumen.

Holz eignet sich sehr gut für eine Kaskadennutzung: Nach dem Gebrauch wird Altholz (Abbruch- und altes Bauholz, Altmöbel, Verpackungsholz oder Masten) energetisch weiter verwertet [B12].

HOLZARTEN ZUR ENERGIEGEWINNUNG

Verschiedene Holzarten eignen sich zur energetischen Nutzung

Das Potential von Energieholz setzt sich zusammen aus:	
+	Wald-/ Waldrestholz
+	Altholz
+	Landschaftspflegematerial (Grüngut und Schwemmholz)
+	Holz aus Energiewäldern
+	Industrieholz und Sägenebenprodukte

Tab. 16: Geeignete Holzarten zur energetischen Nutzung

4.1 Anlagen-Bestand

In der Klimaregion Fünfseenland sind insgesamt 850 Holzbefeuerungsstätten in Betrieb. Hierbei handelt es um 600 Feuerungs-Anlagen mit Pellets. Pellet-Öfen verzeichnen im nationalen Trend einen immensen Zuwachs, da sie einen hohen Bedien-Komfort liefern. Daneben gibt es 60 Anlagen die mit Hackschnitzel und 170 die mit Scheitholz

betrieben werden. Die installierten Leistungen liegen bei Hackschnitzelanlagen (100 kW) und Scheitholzanlagen (28 kW) im Durchschnitt deutlich höher als bei Pellet-Anlagen (15 kW).

Die Menge an Öfen mit Holzbefuerung ist erfahrungsgemäß weit höher als die Anzahl der in der Statistik aufgeführten Anlagen. Insbesondere die Holzbefuerung als Zusatzöfen bleibt hier unberücksichtigt. Da Kaminkehrerbezirke und Gemeindegrenzen nicht deckungsgleich sind, können die Öfen mit Holzbefuerung nicht gemeindegenu zugeordnet werden.

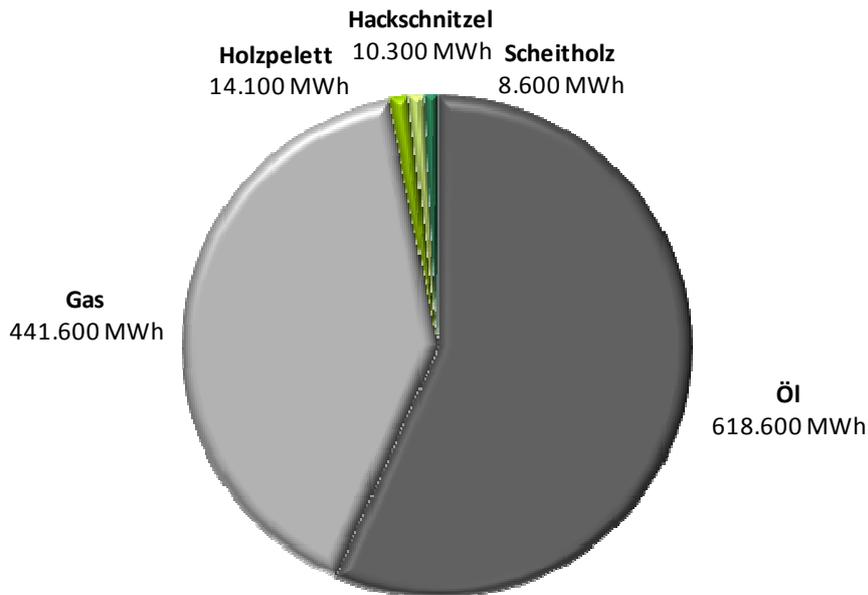


Abb. 21: Fossile und erneuerbare Feuerungsanlagen in Privathaushalten in der Klimaregion Fünfseenland

Aktuell werden lediglich 3 % des Wärmebedarfes der Haushalte mit Holz gedeckt. Aus Holzpellet, Hackschnitzel und Scheitholz werden in Kleinf Feuerungsanlagen derzeit 33.000 MWh Wärme gewonnen.

Darüber hinaus gibt es in der Klimaregion Fünfseenland zwei größere Anlagen, die Holz zur Wärme gewinnung einsetzen. Das Biomasseheizkraftwerk der Kraillinger Innovations-Meile (KIM) hat eine Kesselleistung von je 900 kW bei einem jährlichen Wärme ertrag von 6.500 MWh sowie eine Gesamtleistung von 40 KW elektrisch. Das Biomasseheizkraftwerk versorgt 52 Gewerbeeinheiten mit rd. 53.000 m² Fläche. Das Biomasseheizwerk der Gemeinde Seefeld hat eine Gesamtwärmeleistung von 750 kW und versorgt ein Neubaugebiet sowie einen Kindergarten.

	Wärmeertrag [MWh/a]	Holzbedarf [fm]
Holzpellet	14.100	6.700
Holz hackschnitzel	10.300	4.900

Scheitholz	8.600	4.100
Biomasseheizkraftwerk Krailing	6.500	3.100
Biomasseheizwerk Seefeld	800	400
Gesamt	40.300	19.200

Tab. 17: Derzeitige Nutzung von Holz zur Energiegewinnung in der Klimaregion Fünfseenland

Der Holzbedarf für die Wärmegewinnung in der Klimaregion Fünfseenland beläuft sich gegenwärtig auf 19.200 Festmeter. Hieraus werden 40.300 MWh Wärme gewonnen werden.

4.2 Waldnutzung, Holzvorrat und Zuwächse

Die Klimaregion Fünfseenland befindet sich in den Forstlichen Wuchsgebieten 13 (Schwäbisch-Bayerische Schotterplatten- und Altmoränenlandschaft) und 14 (Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge).

Auf rund 36 Prozent der Fläche der Klimaregion Fünfseenland steht derzeit Wald. Der Privatwald nimmt dabei zwei Drittel der Waldfläche ein.

Gesamtfläche	ha
Waldfläche ges.	17.200
Davon:	
Privatwald	11.200
Körperschaftswald	2.000
Staatswald	4.000
Waldanteil	36 %

Tab. 18: Waldfläche der Klimaregion Fünfseenland

Bei der Baumartenverteilung dominiert die Fichte (64 %) gefolgt von der Buche (25 %). Lärche, Kiefer und sonstige Nadel- und Laubhölzer nehmen 11 % der Waldfläche ein.

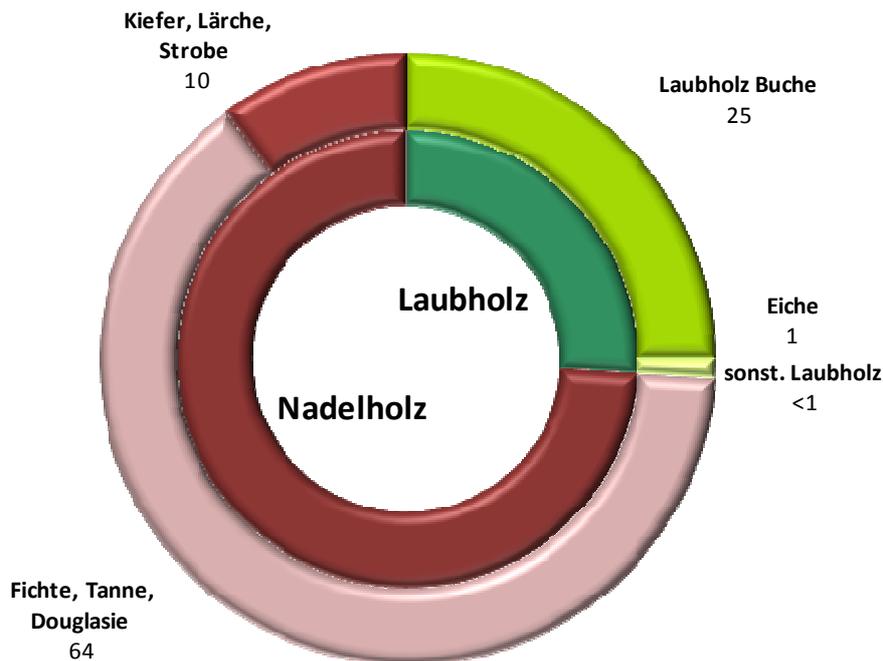


Abb.22: Baumartenverteilung der Klimaregion Fünfseenland in Prozent

Die Anpflanzung von Energiewäldern spielt in der Region bislang keine Rolle und liegt bei unter 5 ha.

4.3 Theoretisches Potential

Es werden hier die Energieholzarten und die Rohstoffreserven des Waldholzes bei der Berechnung des Energieholzpotentials berücksichtigt. Zudem werden die holzigen Fraktionen des Grüngutes hier mit behandelt.

WALDHOLZ UND WALDRESTHOLZ

Die Erntefestmeter stellen das theoretische Potential der energetischen Holznutzung dar. Es handelt sich hierbei um eine theoretische Größe, da einer nicht-energetischen Nutzung von Holz in Bau und Industrie in der Regel der Vorrang eingeräumt wird. Insgesamt stehen 154.000 Erntefestmeter pro Jahr für die verschiedenen Holznutzungspfade zur Verfügung.

GRÜNGUT

Pro Jahr fallen über die Grüngut-Sammlung laut der Statistik im Fünfseenland 70 kg pro Einwohner an [B13]. 30 % entfallen davon auf holzige Stoffe, die zur Verbrennung geeignet sind. Auf die Region Fünfseenland bezogen stehen 7.600 Tonnen jährlich hierfür zur Verfügung.

4.4 Technisches Energiepotential

Das technische Potential ergibt sich aus dem theoretischen Potential durch Abschläge der Primärnutzung. Die Primärnutzung erfolgt in Form einer stofflichen Nutzung, z.B. als Industrieholz oder Bauholz. Zum anderen sind Verluste bei der Holzernte vom theoretischen Potential abzuziehen.

Pro Jahr stehen aus den Wäldern der Klimaregion Fünfseenland 63.900 Erntefestmeter an Brennholz, Waldrestholz und Grüngut zur Verfügung. 97.700 Erntefestmeter werden als Bau- und Industrieholz genutzt.

	Brennholz [fm/a]	Waldrestholz & Grüngut [fm/a]	Energieholz [fm/a]	Bau- und Industrieholz [fm/a]
Fünfseenland	50.700	13.200	63.900	97.700

Tab.19: Technisches Potential an Energieholz in der Klimaregion Fünfseenland

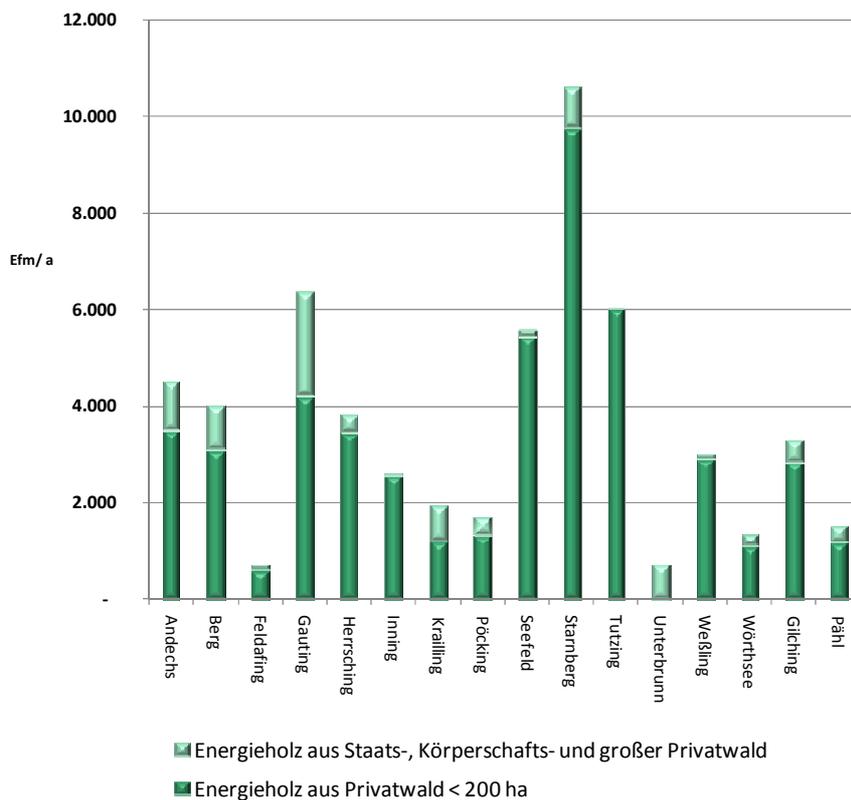


Abb.23: Technisches Potential an Energieholz nach der Herkunft

Das technische Potential liegt insbesondere in den Wäldern der Privatbesitzer. Das Energieholzpotential der Stadt Starnberg beträgt rund 10.000 Erntefestmeter pro Jahr. In Gauting, Tutzing und Seefeld werden rund 6.000 Erntefestmeter erreicht. Andechs, Berg und Herrsching kommen auf jährlich rund 4.000 Erntefestmeter an Energieholzpotential. Es sei

darauf verwiesen, dass „Unterbrunn“ als ein Ortsteil der Gemeinde Gauting hier in Anlehnung an die Forststatistik separat aufgeführt ist.

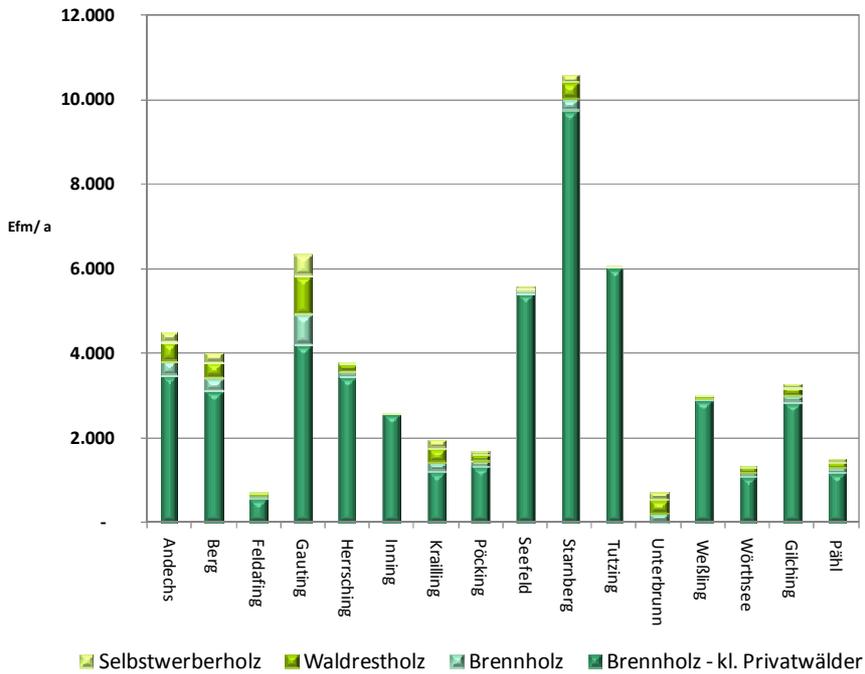


Abb.24: Technisches Potential an Energieholz nach Nutzungsart

Beim Energieholzpotential der Privatwälder handelt es sich vorwiegend um Brennholz. Der Selbstwerber-Anteil ist im Fünfseenland relativ gering.

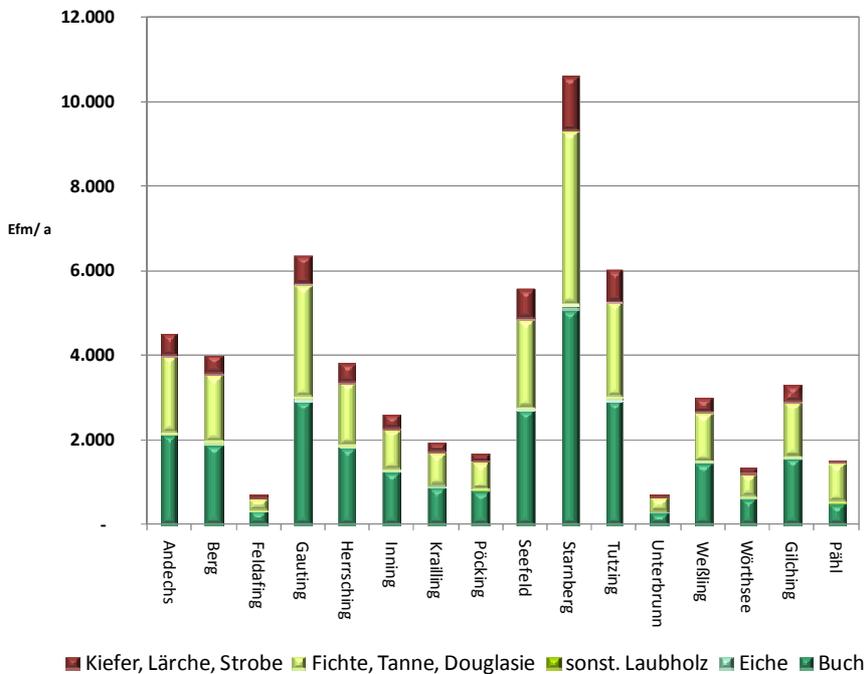


Abb. 25: Technisches Potential an Energieholz nach Baumartenzusammensetzung

Beim Energieholzpotential halten sich die Anteile von Fichte und Buche in etwa die Waage. Der Anteil weiterer Nadelbäume liegt bei unter 10 %.

In der Klimaregion Fünfseenland wird Holz bereits in einigen Haushalten und öffentlichen sowie privaten Einrichtungen zur Wärmeversorgung genutzt. Das ungenutzte Potential ergibt sich aus der Differenz des technischen Potentials und der bereits derzeit energetisch genutzten Menge an Energieholz.

Aus dem Technischen Potential der Klimaregion Fünfseenland an Holz ergibt sich ein ungenutztes Energiepotential von 89.600 MWh.

	Brennholz [fm/a)	Wärmpotential (MWh _{th} /a)
Technisches Potential	63.900	129.900
Derzeitige Nutzung	19.200	40.300
Derzeit ungenutztes Restpotential	44.700	89.600

Tab. 20: Energetisches Potential der Holz-Biomasse in Heizwerken

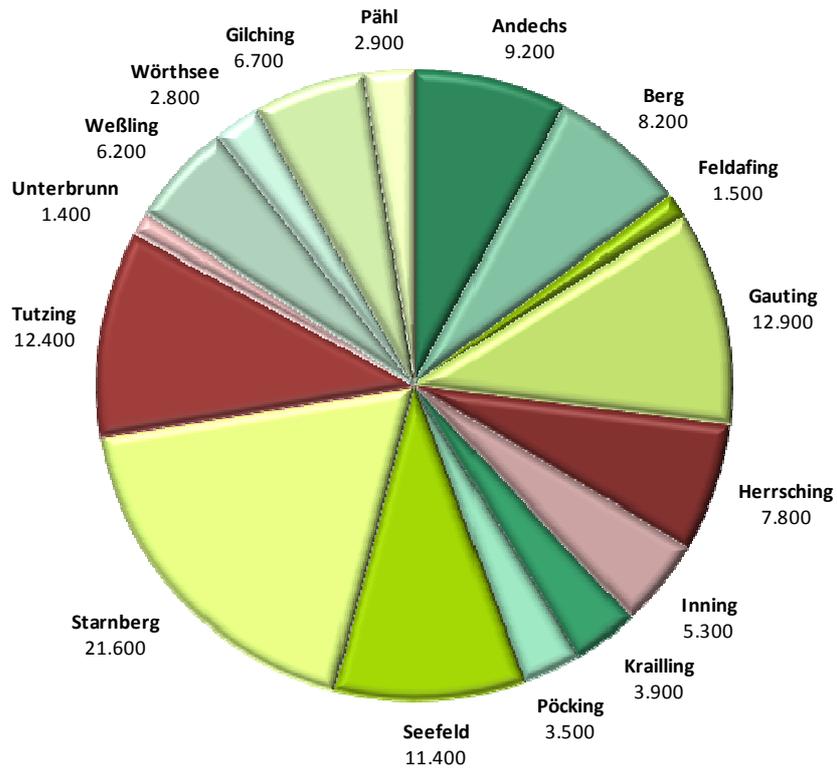


Abb. 26: Energetisches Wärmepotential (MWh_{th}) der Holz-Biomasse in den Einzelkommunen

Vom gesamten technischen Energiepotential wird derzeit erst ein Drittel im Fünfseenland energetisch genutzt. Umgerechnet in Heizöl entspricht das gesamte Potential einer Menge von ca. 13 Millionen Liter pro Jahr. Das technische Holz-Potential reicht aus, um in der Region 8.200 Haushalte umweltfreundlich mit Wärmeenergie aus regionalen Erneuerbaren Energieträgern zu versorgen.

4.5 Zusammenfassung

Die Holz-Biomasse im Fünfseenland bietet ein erhebliches energetisches Potential. Von den 17.000 Hektar Waldfläche können jährlich – ohne Beeinträchtigung des Naturhaushaltes – 63.900 Erntefestmeter Energieholz gewonnen werden. Das Energieholzpotential findet sich insbesondere in Privatwäldern.

Stellt man dem technischen Potential die aktuelle Nutzung gegenüber, so ergibt sich das ungenutzte Potential.

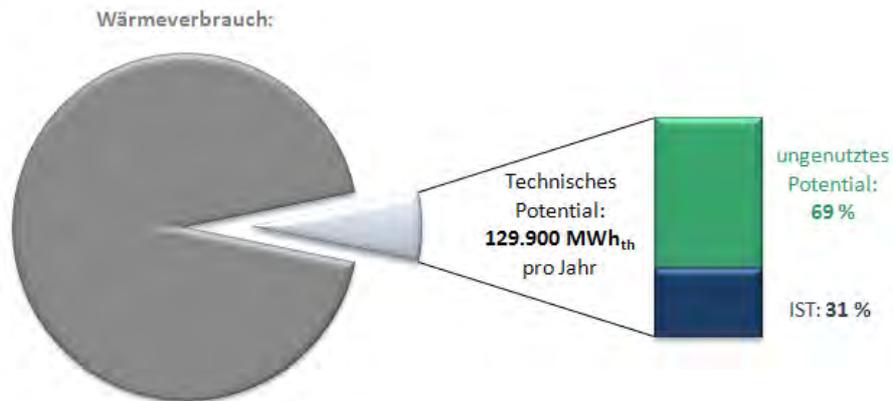


Abb. 27: Technisches Wärmepotential aus Holz-Biomasse im Fünfseenland

Das vorhandene technische Wärmepotential der Holz-Biomasse wird derzeit lediglich zu weniger als einem Drittel genutzt. Technisch steht ein Potential zur Wärmebereitstellung von 129.900 MWh_{th} zur Verfügung.

5 Biomasse aus Abfall

Biogene Abfälle werden in Deutschland heute nahezu vollständig verwertet. Jedoch wird gegenwärtig nur ein Sechstel der Abfallbiomasse tatsächlich energetisch genutzt, während der weit überwiegende Teil lediglich kompostiert wird.

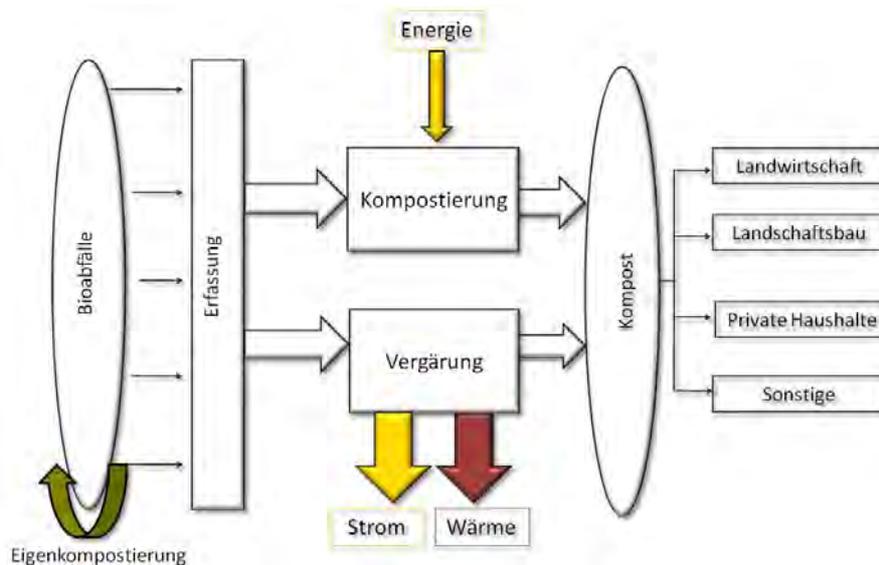


Abb. 28: Stoffströme des biogenen Abfalls [B14]

Während bei der anaeroben Vergärung Energie erzeugt wird, erfordert die Kompostierung zusätzlichen Energieeinsatz. Werden bei der Kompostierung zwischen 20 und 100 kWh je Tonne an Energie-Input benötigt, liefert die Abfall-Vergärung einen Energieüberschuss von 180 bis 250 kWh Strom je Tonne Input und zusätzlich noch vermarktbar Wärme [B15].

Weitere Vorteile der Vergärung sind die Einsparungen an klimawirksamen Gasen wie Methan und Lachgas, die bei der Kompostierung entstehen und freigesetzt werden können [B16].

Auch bei der Verbrennung von Restmüll und der darin enthaltenen biogenen Fraktionen in Müllheizkraftwerken wird Energie erzeugt. Die getrennte Sammlung und Verwertung biogener Abfälle ist in der Regel jedoch die ökoeffizienteste Lösung und somit anzustreben.

Der Begriff „energetische Nutzung“ bezieht sich in dieser Studie nur auf die energetische Nutzung biogener Abfälle durch Vergärung. Gegenüber dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen als Substrat in Biogasanlagen tritt bei der Vergärung von Bioabfall keine Flächenkonkurrenz zwischen Energie-Substrat-Anbau und Lebens- bzw. Futtermittelanbau auf.

Für die Abfallentsorgung ist der jeweilige Landkreis zuständig. Die Daten liegen auf Landkreisebene vor.

5.1 Anlagen-Bestand

LANDKREIS STARNBERG

Im Landkreis Starnberg gibt es derzeit keine Anlagen zur energetischen Nutzung biogener Abfälle. Die Wiederverwertung des Abfallaufkommens des Landkreises Starnberg erfolgt durch Kompostieren oder Recycling durch den Abfallwirtschaftsverband Starnberg - AWISTA. Der Bioabfall wird zurzeit erst nach Gilching und dann nach Augsburg zur AVA transportiert und dort kompostiert. Es ist jedoch bereits ein Beschluss für eine Machbarkeitsstudie bei der Verbandsversammlung der AWISTA zur energetischen Nutzung gefällt worden. Mögliche Standorte müssen noch abgeklärt werden, z.B. Nutzung des inaktiven Faulturms der Kläranlage Eching. Speisereste und Speisefette werden im Landkreis Erding durch die Firma Berndt GmbH aus Oberding verwertet.

Betreiber	Anlagen	Verwertung von
AWM, München	Müllheizkraftwerk München Nord	Restmüll aus Haushalten
AVA, Augsburg	Kompostierung	Bioabfall, Grüngut, Gartenabfälle
Schernthaler GmbH, Neuried b. München	Kompostieranlage Hadorf	Grüngut, Gartenabfälle
Berndt GmbH, Oberding	Sterilisation, Vergärung, Siebung, Filterung, Dampfenergieerzeugung, Tiermehlerzeugungsanlage	Speisereste, Friteusenfette und Speiseöle, Tierkörper, Schlacht- und Metzgereiabfälle

Tab. 21: Anlagen zur Verwertung biogener Abfälle aus dem Landkreis Starnberg

GEMEINDE PÄHL

Die Firma Veolia Umweltservice Süd GmbH & Co. KG aus Murnau entleert zurzeit die Bioabfall Tonnen durch die Beauftragung der EVA GmbH. Anschließend wird der Bioabfall zur WGV Recycling GmbH nach Quarzbichl (Eurasburg) transportiert und dort kompostiert.

In der Gemeinde Pähl selbst gibt es derzeit keine Anlagen zur energetischen Nutzung biogener Abfälle.

5.2 Strukturen und Aufkommen des Bioabfalls

Biogene Abfälle können sowohl in privaten Haushalten als auch in gewerblichen Unternehmen anfallen. In diesem Studienteil werden alle Abfälle betrachtet, die sich für eine Vergärung eignen. Die Potentiale der holzartigen Bioabfälle fließen in das Kapitel 4 „Holz-Biomasse“ mit ein.

Private Haushalte	Gewerbliche Unternehmen
<ul style="list-style-type: none"> • Bioabfall (über Biotonne gesammelt) • Grüngut / Gartenabfälle • Biogene Fraktionen im Restmüll • Altspeiseöle und -fette 	<ul style="list-style-type: none"> • Speiseabfälle • Altspeiseöle und -fette

Tab. 22: Zusammensetzung der privaten und gewerblichen Bioabfälle

Es werden folgende Abfälle nach Art ihrer Erfassung unterschieden:

- **Bioabfälle** sind die Küchen- und Gartenabfälle, die über die Biotonne erfasst werden. Sie sind für die Vergärung in einer Biogasanlage geeignet.
- **Grüngut** wird von der Biotonne getrennt gesammelt. Es beinhaltet Rasen- und Heckenschnitt, Laub, Äste und Fallobst aus dem privaten Bereich sowie aus kommunalen und gewerblichen Herkünften. Zur Vergärung nutzbar sind die krautigen Fraktionen, Holz ist für eine Vergärung ungeeignet. Die holzigen Fraktionen werden im Kapitel Holz berücksichtigt. Die kommunalen Grüngutabfälle werden, da sie nicht getrennt erfasst werden, bei den privaten Haushalten mit berücksichtigt.
- **Biogene Fraktionen im Restmüll** betragen 29 %. Durch eine Optimierung der Erfassungswege können Teile davon erschlossen und energetisch genutzt werden.
- **Gewerblicher Bioabfall:** Im Rahmen dieser Studie werden gewerbliche Speisereste und -öle betrachtet. Speisereste werden nach der Hygieneverordnung der EU definiert als „alle Küchen- und Speiseabfälle aus Restaurants, Catering-Einrichtungen und Küchen, einschließlich Groß- und Haushaltsküchen, einschließlich gebrauchtem Speiseöl“. [B17] Speisereste weisen eine sehr heterogene Zusammensetzung auf. Sie können sehr flüssig bis fest anfallen. Aufgrund der Konsistenz ist eine Mitverarbeitung in Vergärungsanlagen sinnvoll. Grundsätzlich steckt in den Speiseresten eine große Menge Energie. Insbesondere die Speisealtöle und -fette, Fettabscheiderinhalte und Speisereste liefern spezifisch sehr hohe Biogasmengen. Daher sind die Potentiale grundsätzlich von Bedeutung.

LANDKREIS STARNBERG

Im Landkreis Starnberg muss jeder Haushalt, in dem Abfälle anfallen können, gemäß Abfallwirtschaftssatzung an die kommunale Müllabfuhr angeschlossen sein. Für die Sammlung des **Bioabfalls**, also der Küchen- und Gartenabfälle, wird eine Biotonne zur Verfügung gestellt. Die Biotonnen werden zweiwöchentlich geleert, im Sommer wöchentlich. Die Größe der

Biotonne entspricht dem Volumen des für das jeweilige Grundstück vorgehaltenen Restmüllgefäßes. Wenn die Biotonne die Restmülltonne um mehr als 59 Liter übersteigt, wird eine zusätzliche Gebühr erhoben. Die Biomüllgebühr ist in der Gebühr für die Restmülltonne enthalten. Eigenkompostierer erhalten derzeit keine Gebührenermäßigung. Pro Jahr werden im Landkreis Starnberg 8.400 Tonnen Bioabfall in der Biotonne gesammelt, das entspricht ca. 65 Kilogramm pro Einwohner und einem Anteil von 20 % aller Haushaltsabfälle.

Laut Angaben des Landkreises Starnberg werden die Bürger angehalten, die **Gartenabfälle** grundsätzlich im eigenen Garten zu kompostieren. Ansonsten können Gartenabfälle bis zu einer Höchstmenge von 1 m³ zu einem der 17 Wertstoffhöfe gefahren werden. Größere Mengen werden gegen Abrechnung nach Gewicht an der Kompostieranlage Hadorf angenommen. Ein Teil der Gartenabfälle wird sicherlich auch über die Biotonne entsorgt. Da hierüber keine Daten vorliegen, werden die Mengen beim Bioabfall mit berücksichtigt. Im Landkreis Starnberg werden pro Jahr 9.100 Tonnen Grüngut gesammelt, das entspricht ca. 70 Kilogramm pro Einwohner. Hierin sind die kommunalen Mengen bereits enthalten.

Vom Landkreis Starnberg werden für den **Restmüll** Tonnen in verschiedenen Größen von 60 l bis 1.100 l zur Verfügung gestellt, die zweiwöchentlich abgeholt werden. Übermengen können in speziell zu erwerbenden Restmüllsäcken mit 60 und 110 Liter Füllvolumen beseitigt werden. Im Landkreis Starnberg fallen pro Jahr 13.800 Tonnen Restmüll an, was einer Menge von 106 kg pro Einwohner entspricht. Die biogene Fraktion im Restmüll entspricht dabei ca. 4.000 Tonnen pro Jahr, da der biogene Anteil am Restmüll in etwa 29 % ausmacht [B17].

Die Entsorgung von **Speiseabfällen** aus gewerblichen Unternehmen (Gaststätten, Imbiss-Betriebe etc.) erfolgt unabhängig von der Abfallentsorgung durch den Landkreis. Die Betriebe müssen anfallende Speisereste selbst entsorgen. Etwa 3.000 Tonnen fallen pro Jahr an. Die Firma Berndt GmbH verwertet diese die Speisereste zum sogenannten „BIO-POWER“, einem Gärsubstrat. Dieses wird an Biogasanlagen zur Vergärung weiter gegeben.

Die **Speiseöle** aus gewerblichen Unternehmen werden ebenso von der Firma Berndt GmbH abgeholt und dort zur Befüllung des Brennstofflagers wiederverwertet. Da keine Landkreisdaten vorliegen, werden die anfallenden Mengen über nationale Kennwerte geschätzt [B17].

Abfallart	Menge [t/a]	Menge [kg/EW*a]	Produkt	Erfassung / Verwertung
Bioabfall	8.370	65	Kompost	Abholung Biotonne (AWISTA), AVA Augsburg
Gartenabfälle /Grüngut	9.090	70	Kompost	Anlieferung Kompostieranlage Hadorf, 17 Wertstoffhöfe, AVA Augsburg
Biogene Fraktion im Restmüll	4.000	30	Strom und Wärme	Abholung Restmülltonne, AWISTA, Belieferung Müllheizkraftwerk München Nord
Speiseabfälle*	3.000	23	Gärsubstrat	Abholung blaue Tonne, Berndt GmbH
Speiseöl**	390	3	Rohstoff für Treibstoff des Brennstofflagers	Wertstoffhof, Weiterverarbeitung Berndt GmbH

*Auskunft AWISTA **Verwendung nationaler Kennwerte

Tab. 13: Aufkommen und Verwertung biogener Abfälle und biogener Fraktionen in Abfällen im Landkreis Starnberg

GEMEINDE PÄHL

Die Entsorgung der **Bioabfälle** ist für die Gemeinde Pähl auf Landkreisebene Weilheim-Schongau über ein Holsystem organisiert. Erfasst werden Küchen- und kleinere Mengen an privaten Gartenabfällen sowie kleinere Mengen an Speiseabfällen aus der Gastronomie. Die Biotonne kann in den Größen 80 l, 120 l und 240 l durch die EVA GmbH bezogen werden. Die Nutzung der Biotonne ist gebührenpflichtig, die Leerung erfolgt zweiwöchentlich. In der Gemeinde Pähl besteht keine Pflicht zur Nutzung der Biotonne. Nach Schätzungen der zuständigen Abfallentsorgungsgesellschaft EVA GmbH (Erbenschwanger Verwertungs- und Abfallentsorgungsgesellschaft mbH) kompostieren 40 % der Bürger ihre organischen Abfälle selbst. In 2008 wurden in der Gemeinde Pähl 190 Tonnen **Bioabfälle** und kleinere Mengen Grüngut über die Biotonne gesammelt, das entspricht ca. 76 Kilogramm pro Einwohner.

Die Entsorgung größerer Mengen an **Grüngut** erfolgt über die EVA GmbH. Grünabfälle können ganzjährig an vier Recyclinghöfen im Landkreis (Penzberg, Weilheim, Peißenberg und im Abfallentsorgungszentrum (AEZ) Erbenschwang) entsorgt werden. Zusätzlich sind während der Saison vier weitere Grüngutsammelstellen in Antdorf/Iffeldorf, Bernried, Peiting und Steingaden vorhanden. Die EVA GmbH hat außerdem eine Vereinbarung mit der Oberland Kommunalien AG über eine Anlieferung von Grüngut am Kompostplatz in Pähl getroffen. Zusätzlich bietet die Firma EVA GmbH

einmal im Herbst eine Gartenabfallsammelaktion, die Abgabe ist ebenfalls kostenfrei. Insgesamt beträgt die Summe an Grüngut 160 Tonnen pro Jahr.

Restmüll wird in der Gemeinde Pähl in der grauen Tonne gesammelt und an das Müllheizkraftwerk München Nord geliefert. In 2008 fielen 310 Tonnen Restmüll an, von denen etwa 90 Tonnen die biogene Fraktion darstellt.

Speiseabfälle werden in der Gemeinde Pähl privatwirtschaftlich, v. a. durch gewerbliche Entsorger, abgenommen. Dasselbe gilt für gewerbliche **Altspeiseöle und – fette**. Genaue Mengen sind aufgrund der privatwirtschaftlichen Erfassung der Mengen nicht bekannt, deshalb werden nationale Kennwerte verwendet. Das Umweltbundesamt geht von durchschnittlich 30 kg Speiserest pro Einwohner und Jahr und drei kg Altspeisefette aus [B17]. Beim Speisefett beinhaltet dieser Wert auch die in den Haushalten anfallenden Mengen.

Abfallart	Menge [t/a]	Menge [kg/EW*a]	Produkt	Erfassung / Verwertung
Bioabfall	190	76	Kompost	Kompostieranlage H. Schmid, Recycling – u. Umweltschutz GmbH
Gartenabfälle/ Grüngut	160	68	Kompost	Oberland Kommunaldienste AG
Biogene Fraktion im Restmüll	90	37	MHKW: Strom und Fernwärme	Müllheizkraftwerk München Nord
Speiseabfälle*	74	30	Gärsubstrat	Abholung blaue Tonne, Berndt GmbH
Speiseöl*	7	3	Rohstoff für Treibstoff des Brennstofflagers	Wertstoffhof, Weiterverarbeitung Berndt GmbH

*Schätzwerte, basierend auf nationalen Kennwerten

Tab. 24: Aufkommen und Verwertung biogener Abfälle und biogener Fraktionen in Abfällen in der Gemeinde Pähl

5.3 Theoretisches Energiepotential

Das theoretische Potential entspricht dem Gesamtaufkommen der biogenen Abfälle, unabhängig von ihrer Anlieferung oder ihrer praktischen Verfügbarkeit. Beispielsweise werden beim theoretischen Potential der Bioabfälle auch die Mengen an eigenkompostierten Mengen miterfasst, da diese theoretisch auch zur Energieproduktion genutzt werden können. Nach Schätzungen bayerischer Entsorgungsbetriebe kompostieren 2/3 der Haushalte selbst.

Die energetische Bewertung erfolgt aufgrund der Werte, die in einer typischen Biogasanlage zu erreichen sind.

LANDKREIS STARNBERG

	Menge [t/a]	Strom [MWh _{el}]	Wärme [MWh _{th}]
Bioabfall	24.700	5.200	3.500
Gartenabfälle/Grüngut	7.900	1.700	1.100
Speiseabfälle	3.000	1.200	900
Speiseöl	400	700	400
Biogener Anteil im Restmüll	4.000	800	600
Gesamt		9.600	6.500

Tab. 25: Theoretisches Potential der biogenen Abfälle im Landkreis Starnberg

Insgesamt beträgt das theoretische Gesamtenergiepotential im Landkreis Starnberg aus biogenen Abfällen 9.600 MWh Strom und 6.500 MWh Wärme.

GEMEINDE PÄHL

Das theoretische Potential entspricht der Gesamtmenge an kommunalen biogenen Abfällen in der Gemeinde Pähl.

	Menge [t/a]	Strom [MWh _{el}]	Wärme [MWh _{th}]
Bioabfall	550	120	80
Gartenabfälle/Grüngut	190	40	30
Speiseabfälle	70	30	20
Speiseöl	10	10	10
Biogener Anteil im Restmüll	90	20	10
Gesamt		220	150

Tab. 26: Theoretisches Potential der Abfallbiomasse in Pähl

Hieraus ergibt sich ein theoretisches Gesamtenergiepotential für die Gemeinde Pähl von 220 MWh_{el} Strom und 150 MWh_{th} Wärme.

5.4 Technisches Energiepotential

Das technische Potential beschreibt im Gegensatz zum theoretischen Potential, welche Mengen der biogenen Abfälle unter den gegebenen Voraussetzungen tatsächlich erfassbar und energetisch verwertbar sind. Denn beim theoretischen Potential wird der Anteil der Eigenkompostierer noch als nutzbare Menge zur Verwertung von Bioabfall mit eingerechnet.

LANDKREIS STARNBERG

	Menge [t/a]	Strom [MWh _{el}]	Wärme [MWh _{th}]
Bioabfall	7.000	1.460	1.000
Gartenabfälle/Grüngut	6.360	1.330	910
Speiseabfälle	3.000	1.250	860
Speiseöl	390	650	440
Biogener Anteil im Restmüll	1.080	230	150
Gesamt		4.920	3.360

Tab. 27: Technisches Potential der biogenen Abfälle im Landkreis Starnberg

Durch Beratung könnte erreicht werden, dass der als Fehlwürfe eingetragene Biomüll in den Restmülltonnen seinen Weg in die Biotonne bzw. als Grüngut zum Wertstoffhof findet, um weiteres Restpotential zu nutzen. Damit könnte eine Verwertung in einer Biogasanlage erfolgen.

Insgesamt ergibt sich ein technisches Potential von 4.920 MWh_{el} Strom und 3.360 MWh_{th} Wärme. Mit den erzeugten Energiemengen könnten 1.640 Haushalte mit Strom und 210 Haushalte mit Wärme versorgt werden.

Die momentane Nutzung von ca. 3.000 t Speiseabfällen und ca. 390 t Speiseöl zur Energiegewinnung bewirkt eine Erzeugung von 1.950 MWh_{el} Strom und 1.300 MWh_{th} Wärme. Das bisher ungenutzte Restpotential ist in etwa eineinhalb Mal so groß mit 2.970 MWh_{el} Strom und 2.060 MWh_{th} Wärme.

	Strom [MWh _{el}]	Wärme [MWh _{th}]
Technisches Potential	4.920	3.360
Derzeitige Nutzung	1.950	1.300
Bisher ungenutztes Restpotential	2.970	2.060

Tab. 28: Ungenutztes energetisches Restpotential der biogenen Abfälle im Landkreis Starnberg

GEMEINDE PÄHL

Das technische Energiepotential in der Gemeinde Pähl liegt bei 90 MWh_{el} Strom und 70 MWh_{th} Wärme. Das entspricht 1,1 % des gesamten Pähler Strombedarfs und 0,3 % des Wärmebedarfs. Mit den erzeugten Energiemengen könnte man ca. 30 Haushalte mit Strom und ca. 5 Haushalte mit Wärme versorgen.

	Menge [t/a]	Strom [MWh _{el}]	Wärme [MWh _{th}]
Bioabfall	160	30	20
Gartenabfälle/Grüngut	120	20	20
Speiseabfälle	70	30	20
Speiseöl	10	10	10
Biogener Anteil im Restmüll	20	<5	<5
Gesamt		90	70

Tab. 29: Technische Potentiale der biogenen Abfälle in der Gemeinde Pähl

In der Gemeinde Pähl bzw. im Landkreis Weilheim-Schongau findet derzeit keine energetische Nutzung der kommunalen Bioabfälle statt. Ausgenommen davon sind gewerbliche Speisereste, welche durch die Firma Emter GmbH aus Altenstadt privatwirtschaftlich entsorgt werden. Es sind keine Informationen über die Mengen bekannt. Es wird davon ausgegangen, dass 20 % der gewerblichen Speisereste noch nicht energetisch verwertet werden. Ein weiteres Restpotential besteht bei der energetischen Nutzung der biogenen Fraktionen im Restmüll und der energetischen Verwertung der Laubbestandteile im Grüngut.

	Strom [MWh _{el}]	Wärme [MWh _{th}]
Technisches Potential	90	70
Derzeitige Nutzung	40	30
Restpotential	50	40

Tab. 30: Ungenutztes energetisches Restpotential der biogenen Abfälle in der Gemeinde Pähl

In der Gemeinde Pähl ergibt sich somit ein Restpotential von 50 MWh_{el} und 40 MWh_{th}. Dies entspricht einer doppelten Menge der bereits vorhandenen Nutzung.

5.5 Zusammenfassung

In der Klimaregion Fünfseenland ergibt sich aus den vorhandenen Mengen an Bioabfall und biogenen Reststoffen ein energetisches Potential von 5.000 MWh_{el} Strom pro Jahr. Von diesem Potential sind in etwa zwei Drittel noch ungenutzt und könnten 1.700 Privathaushalte mit Strom versorgen.

STROM

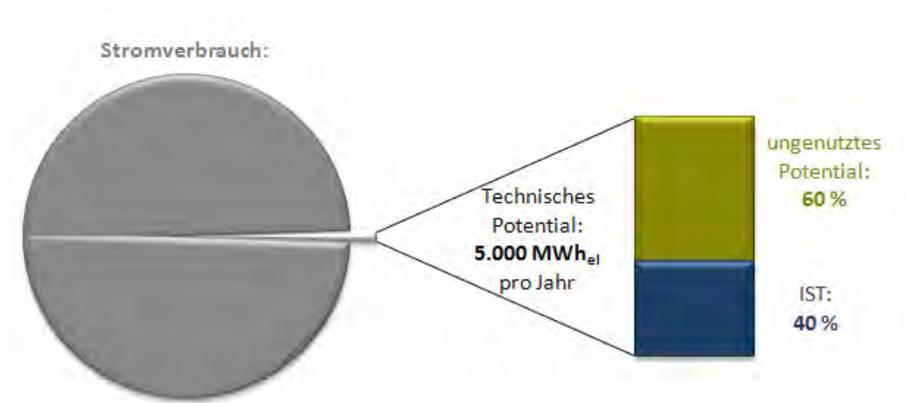


Abb.29: Technisches Strompotential aus biogenen Abfällen

WÄRME

Gleichzeitig mit der Stromerzeugung könnten 3.400 MWh_{th} Wärme pro Jahr aus Abfall produziert werden. Hiermit könnten etwa 215 Privathaushalte mit nachhaltiger Wärme versorgt werden.

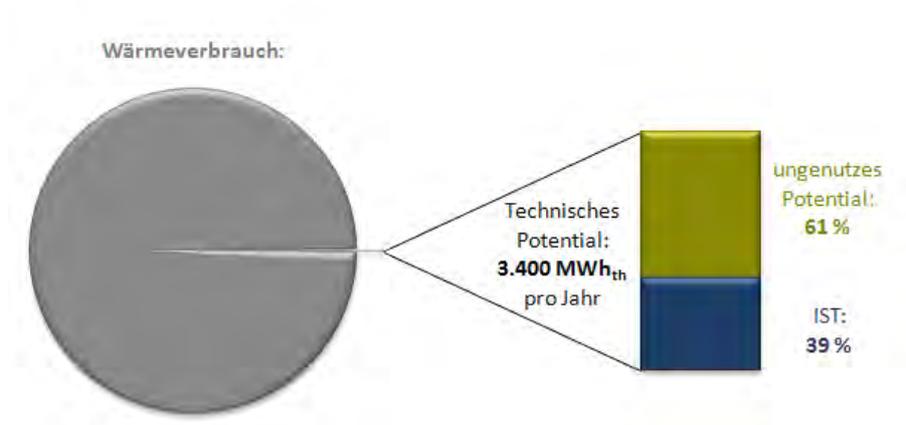


Abb.30: Technisches Wärmepotential aus biogenen Abfällen

Wind

6 Windenergie

Windenergie wurde schon vor mehreren tausend Jahren mittels Windmühlen nutzbar gemacht. Wie die Wasserkraft ist die Windenergie seit jeher eine sehr umweltschonende Art der Energieerzeugung. Ein modernes Windrad hat bereits nach einem Jahr Betrieb mehr Treibhausgase eingespart, als für seine Errichtung notwendig waren. Die Windenergie ist wirtschaftlich eine sehr effiziente Art der Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen.

UNTERSUCHUNGSRAHMEN UND METHODIK

Eine detaillierte Untersuchung der Potentiale zur Nutzung der Windenergie in der Klimaregion Fünfseenland ist nicht als Teil dieses Klimaschutzkonzeptes vorgesehen. Dennoch soll das Thema der Vollständigkeit halber hier kurz gestreift werden.

BAYERISCHER WINDATLAS

Der Bayerische Windatlas wurde Anfang des 20. Jahrhunderts vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie herausgegeben. Die prognostizierten Windgeschwindigkeiten beruhen auf Interpolationen aus Wetterdaten des Deutschen Wetterdienstes und digitaler Geländemodelle. Im Vergleich zu Messdaten bestehender Windenergie-Anlagen hat sich jedoch gezeigt, dass diese Werte oft zu niedrig angesetzt wurden. Daher dient der Bayerische Windatlas hier als erste Orientierung. Für die Abschätzung konkreter Potentiale bedarf es die Anwendung detaillierterer und langfristigerer Wettermodelle.

RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Windparks bedürfen einer Genehmigung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), das auch alle anderen benötigten Genehmigungsverfahren beinhaltet. Nach dem Baugesetzbuch (BauGB) sind Windenergie-Anlagen ein privilegiertes Vorhaben. Für Windkraftstandorte gibt es ausgewiesene Vorranggebiete, Vorbehaltsgebiete und Ausschlussgebiete, die von den jeweiligen Regionalplänen und individuellen Kriterien der Länder und Kommunen abhängen.

Für Windenergie sieht das Erneuerbare-Energien-Gesetz eine auf 20 Jahre festgelegte Einspeisevergütung vor. Diese liegt derzeit für Onshore-Anlagen bei 9,11 ct/kWh mit einer jährlichen Degression von 1 %. Zusätzlich gibt es einen Systemdienstleistungsbonus von 0,5 ct/kWh für Anlagen, die

bestimmte Eigenschaften zur Netzregelung erfüllen. Windenergie-Anlagen, die alte Anlagen ersetzen (Repowering), erhalten eine zusätzliche Anfangsvergütung von 0,5 ct/kWh, wenn sie das doppelte an Leistung haben. Zudem ist eine Direktvermarktung von Strom möglich.

Für den Betrieb eines Windparks fällt Gewerbesteuer an. Diese wird zu 70 % am Standort des Windparks und zu 30 % am Sitz der Betreibergesellschaft entrichtet.

TECHNIK & STAND DER NUTZUNG

Die typische Leistung einer deutschen Onshore-Windenergie-Anlage liegt gegenwärtig bei rund 2 MW. Moderne Anlagen haben eine Nabenhöhe von mindestens 100 m und einen Rotordurchmesser von ungefähr 80 m. Je nach den lokalen Standortgegebenheiten können auch größere oder kleinere Nennleistungen und Höhen sinnvoll sein. Durch die verbesserte Technik der Anlagen und ein konstantes Vergütungssystem können auch schon Windgeschwindigkeiten ab 4 m/s nutzbar gemacht werden. Die Lebensdauer von Windenergie-Anlagen liegt derzeit bei 15 bis 25 Jahren, je nach Modell und Wartung.

In Bayern sind gegenwärtig ca. 400 MW an Windenergie installiert. Gemessen an bundesweit knapp 25.000 MW installierter Leistung ist die Bedeutung der bayerischen Windenergie noch gering. Der Neubau von Anlagen ist in den letzten Jahren sogar noch zurück gegangen [B18].

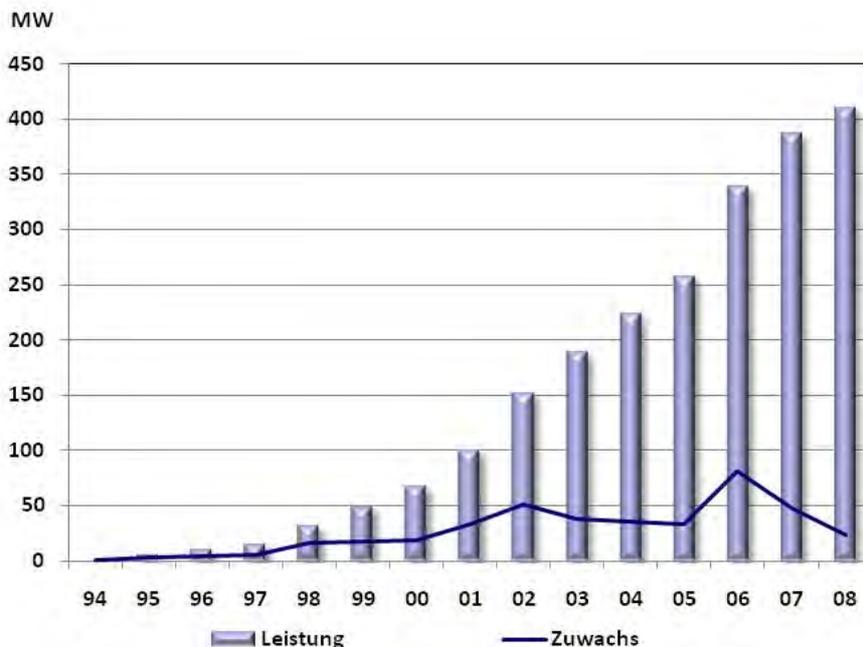


Abb.31: Entwicklung der Windenergie in Bayern in installierter Leistung [B18]

Die Ergebnisse der Anlagen, die in den letzten beiden Jahren in Betrieb genommen wurden, belegen, dass in Bayern an vielen Standorten mehr als ausreichende Windverhältnisse herrschen.

Die Windkraft hat bei der Deckung des Energiebedarfes aus Erneuerbaren Energien eine zentrale Stellung, da sich über Windkraft sehr viel schneller als bei anderen Erneuerbaren Energien der Gewinn großer Energiemengen realisieren lässt.

Der Bund Naturschutz in Bayern schlägt den Bau von mehr Windenergie-Anlagen und hierfür über 1.000 Standorte vor [B19]. Der Bau dieser Anlagen hat ein kurzfristig zu realisierendes Potential von bis zu 5 Millionen Megawattstunden Strom. Dies entspricht einem Anteil von etwa 6 % am derzeitigen Stromverbrauch in Bayern.

6.1 Anlagen-Bestand

Im Gebiet der Klimaregion Fünfseenland gibt es derzeit nur eine kleine Windenergie-Anlage mit 40 kW Leistung. Sie erzeugt rund 75.000 kWh Strom im Jahr.

REGIONALPLAN

Im Regionalplan für die Planungsregion München (Region 14), der auch für die Klimaregion Fünfseenland gilt, sind explizit keine Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete für die Nutzung von Windenergie ausgewiesen. „Die Sicherung im Einzelfall geeigneter Standorte für Windenergieanlagen kann und soll daher im Zuge der Bauleitplanung erfolgen“[Anhang].

6.2 Windverhältnisse

MITTLERE WINDGESCHWINDIGKEITEN

Der Bayerische Windatlas gibt für das Fünfseenland in 50m Höhe mittlere Windgeschwindigkeiten von 3,4 bis 4,2 m/s an. In einigen Gebieten auch nur 3,0 m/s. Höchste Windgeschwindigkeiten werden im Gebiet südöstlich von Andechs prognostiziert und liegen laut bayerischen Windatlas bei 4,7 m/s mittlerer Windgeschwindigkeit.

Geht man von den Werten des bayerischen Windatlas aus und interpoliert diese von 50 m auf 100 m und 140 m Höhe, ergeben sich mittlere Windgeschwindigkeiten von 4,4 m/s bzw. 4,7 m/s.

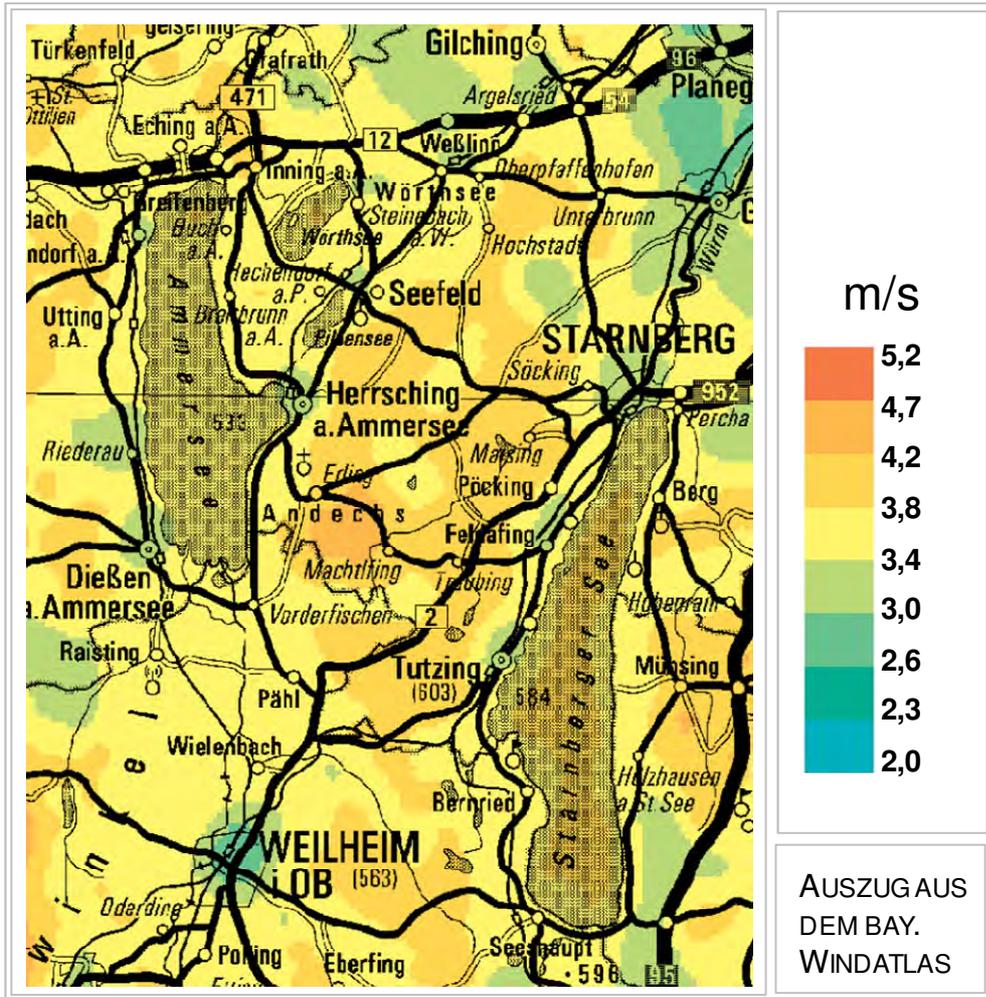


Abb.32: Windpotential in der Region Fünfseenland gemäß des Bayerischen Windatlasses

6.3 Energiepotentiale

Die mittlere Windgeschwindigkeit allein gibt jedoch noch keine ausreichende Basis zur Abschätzung des Windpotentials. Wichtig sind die Richtung und Häufigkeiten der verschiedenen Windgeschwindigkeiten sowie das Vermögen der jeweiligen Anlage diese Windenergie zu nutzen und daraus Strom zu generieren. Hierzu können aus dem Bayerischen Windatlas keine Schlüsse gezogen werden.

Zur Beurteilung des Ertragspotentials muss eine Ertragsschätzung exemplarisch für eine Windturbine erfolgen. Der Ertrag berechnet sich aus dem Windaufkommen und der Fähigkeit einer Windturbine, den Wind in Energie um zu setzen. Dies geschieht mit Hilfe der Leistungskurve einer Windturbine.

Häufig wird die Auslastung auch in Volllaststunden angegeben, was dem jährlichen Ertrag einer Windturbine entspricht. Pro Jahr können theoretisch 100 % Auslastung oder 8.760 Volllaststunden erreicht werden.

Die durchschnittlich erreichten Volllaststunden in Deutschland aufgestellter Windenergie-Anlagen betragen etwa 2.000 Volllaststunden.

Genauere Aussagen zu Auslastungspotentialen für die Klimaregion Fünfseenland bedürfen genauerer Untersuchungen oder Wetter-Modellierungen, die nicht Aufgabe dieser Studie sind.

RISIKOSCHÄTZUNG

Die Windgeschwindigkeit unterliegt nicht nur tageszeitlichen und saisonalen Schwankungen, sondern auch Schwankungen von Jahr zu Jahr. Dies wirkt sich unmittelbar auf die Auslastung und somit den jährlich zu erwartenden Stromertrag eines Windparks aus. Bei mehreren schwachen Windjahren kann durch Mindereinnahmen unter Umständen die finanzielle Belastung eines Windparks sehr hoch werden. Dies muss bei der Finanzplanung entsprechend berücksichtigt werden und braucht daher verlässliche Prognosen zu den zu erwartenden Schwankungsbreiten. Für Deutschland liegen die Schwankungen üblicherweise zwischen 8 und 12 % des Ertrages.

6.4 Zusammenfassung

Windenergie ist eine der ertragreichsten und kostengünstigsten erneuerbaren Energieträger und ein wichtiger Baustein in einem regenerativen Energiemix. Windenergie-Anlagen haben ein großes CO₂-Reduktionspotential bei gleichzeitig geringem Flächenverbrauch und lassen über dem Gesamtzeitraum verhältnismäßig hohe Gewerbesteuer-einnahmen erwarten. Daher sollte, wo möglich, dieses Potential genutzt werden.

Die Windverhältnisse in der Klimaregion Fünfseenland sind insgesamt als eher unterdurchschnittlich einzustufen. Dennoch können an einzelnen, exponierten Lagen durchaus günstigere Voraussetzungen herrschen. Eine wirtschaftlich rentable Nutzbarkeit hängt sehr von den Gegebenheiten eines konkreten Standortes ab. Nabenhöhen von mindestens 120 bis 140 m Höhe sollten eingeplant werden.

Um das Windpotential in der Region genauer zu erfassen, bedarf es einer detaillierteren Potentialstudie, die sowohl die mittleren Windgeschwindigkeiten als auch langjährige Schwankungen und Ertragserwartungen raumbezogen aufzeigt.

Die Akzeptanz von Windenergie-Anlagen bei der Bevölkerung ist noch offen. Gegebenenfalls sollten hier frühzeitig entsprechende Maßnahmen zur Information und zur Bewusstseinsbildung gerade bei Entscheidern und Betroffenen durchgeführt werden.

Wasser

7 Wasserkraft

Die Untersuchung des Potentials der Wasserkraft ist nicht Inhalt dieser Studie und wird deshalb nur ganz kurz dargestellt.

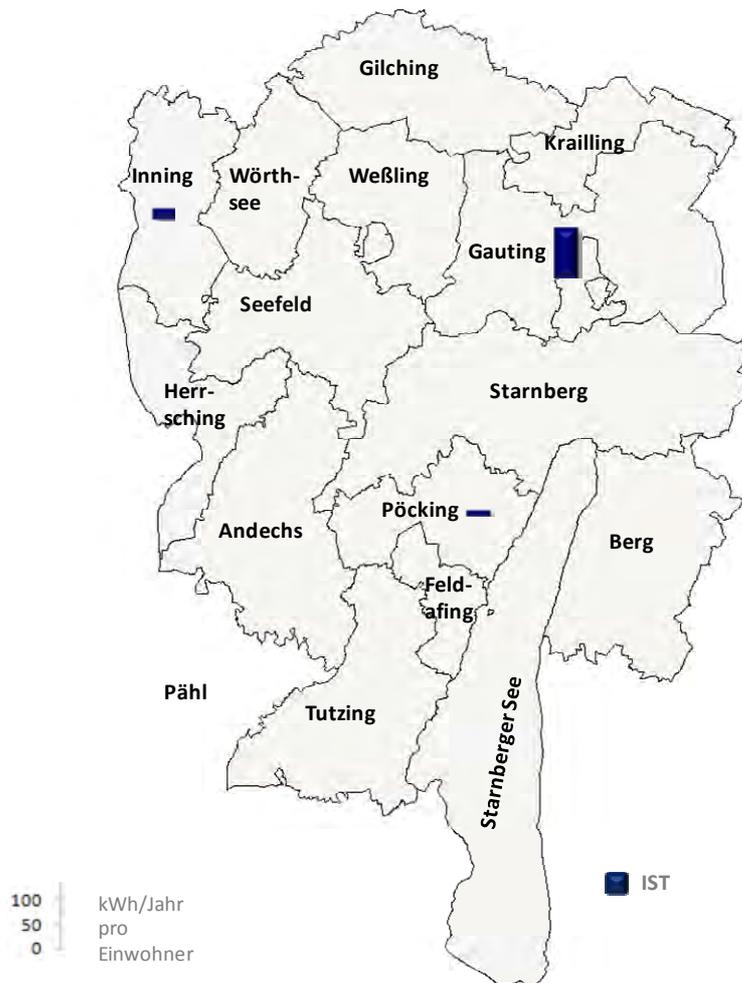


Abb.33: IST-Situation der Wasserkraft-Nutzung

Derzeit sind acht Wasserkraftwerke in Betrieb. Gauting, Inning und Pöcking sind die Kommunen, in denen durch Wasserkraft Strom erzeugt wird. Gauting übernimmt mit seinem Ortsteil Stockdorf die Führungsposition.

Kommune	Installierte Leistung [kWp]	Jahresstromertrag pro Einwohner [kWh/Jahr]
Gauting	490	100
Inning	20	20
Pöcking	10	10
SUMME	520	130

Tab.31: Wasserkraft-Anlagen in den Kommunen

Insgesamt haben die bestehenden Wasserkraft-Anlagen eine installierte Leistung von 520 kW.

Darüber hinausgehende Potentiale sind ebenso wie zusätzliche Stromerzeugung durch Repowering separat zu überprüfen.

Geothermie

8 Geothermie

Die Klimaregion Fünfseenland weist generell günstige Voraussetzungen im Untergrund zur Nutzung von Tiefen-Geothermie auf. Im Rahmen der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wurde daher im Februar 2010 ein Geothermieprojekttag initiiert, bei dem intensiv über Potentiale, Risiken und Nutzungsmöglichkeiten diskutiert wurde. Eine darüber hinausgehende Untersuchung ist – wie mit den Verantwortlichen der Region vereinbart – nicht Gegenstand des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes.

In der Klimaregion Fünfseenland sind die Chancen zur Geothermie-Nutzung sehr gut. In allen ausgewiesenen Claims gibt es geeignete Standorte zur Wärmeherstellung. Die geologische Situation lässt eine Förderung von geothermischem Wasser ohne große Hindernisse erwarten. Der Kalk als wasserführende Schicht ist porös und zerklüftet. Das Wasser selbst ist wenig mineralhaltig und die Anlagen können damit wartungsarm betrieben werden.

Die Region ist in Claims zur Geothermie-Nutzung aufgeteilt. Alle Claims – bis auf jene in Wörthsee – sind aktuell besetzt und befinden sich in privater Hand. Es gibt verschiedenste Initiativen zur Nutzung in den nächsten Jahren, jedoch noch keine konkreten Entscheidungen.

Im südlichen Teil der Klimaregion Fünfseenland sind die Voraussetzungen zur Geothermie-Nutzung noch einmal besser. Die Temperatur des geförderten Wassers eignet sich neben der Wärme- auch zur Stromerzeugung.

In den kommenden Jahren sollten die Möglichkeiten zum Einsatz von Geothermie geprüft werden.

Ergebnis & Diskussion

Erneuerbare Energiequellen können in der Klimaregion Fünfseenland gemessen an ihrem technischen Potential noch deutlich mehr Energie als bisher liefern. Hier wird zusammenfassend dargestellt, welche Anteile am Strom- und Wärmebedarf mittelfristig (2020) mit den technischen Energie-Potentialen im Fünfseenland abgedeckt werden könnten. Dabei wird aufgezeigt, wie einzelne Energiequellen im potentiellen Erneuerbaren Energien-Mix vertreten sind.

9 Energienutzung: Ist-Zustand

9.1 Strom

In der Klimaregion Fünfseenland werden gegenwärtig pro Jahr 487.300 MWh_{el} Strom verbraucht. Im Vergleich zu anderen Regionen weist das Fünfseenland eine geringe Anzahl an Industriebetrieben auf. Hingegen ist der Energieverbrauch der Haushalte überdurchschnittlich hoch. Energien aus Erneuerbaren Quellen decken weniger als 3 Prozent des Stromverbrauchs ab, der weit überwiegende Rest des Stromes muss durch den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt werden.

	Strom			
	IST 2008		Technisches Potential	
	[MWh _{el} /a]	[%]	[MWh _{el} /a]	[%]
Einsparung*			97.500	20
Gesamtenergieverbrauch	487.300	100	389.800	100
Photovoltaik: Dächer & Fassaden	5.400	1	242.000	62
Photovoltaik: Freiflächen	1.900	0,4	**	
Landwirtschaftl. Biomasse	800	0,2	41.100	11
Biomasse Holz	***	<1	**	<1
Windkraft	100	<1	**	
Wasserkraft***	2.000	0,4	2.000	0,4
Abfall+Reststoffe	2.000	0,4	5.000	1
Anteil Erneuerbare Energien	12.200	2,5	290.100	74
Anteil fossiler Energien	475.100	97,5	99.700	26

* Es wird von einer Reduktion der Stromverbräuche von 20% gegenüber 2008 ausgegangen.

** Im Rahmen der Studie nicht berücksichtigt.

*** sehr geringe Stromproduktion im Biomasseheizkraftwerk in Krailing

*** Es wird von einem Erhalt des Anlagenbestandes ausgegangen.

Tab. 32: IST-Situation und Potentiale der Stromerzeugung im Fünfseenland mit Erneuerbaren Energien

Die Abbildung stellt zusammenfassend den Ist-Zustand bei der Stromerzeugung dar. Mit dargestellt werden hier die Energiepotentiale, die im nachfolgenden Kapitel im Detail vorgestellt werden.

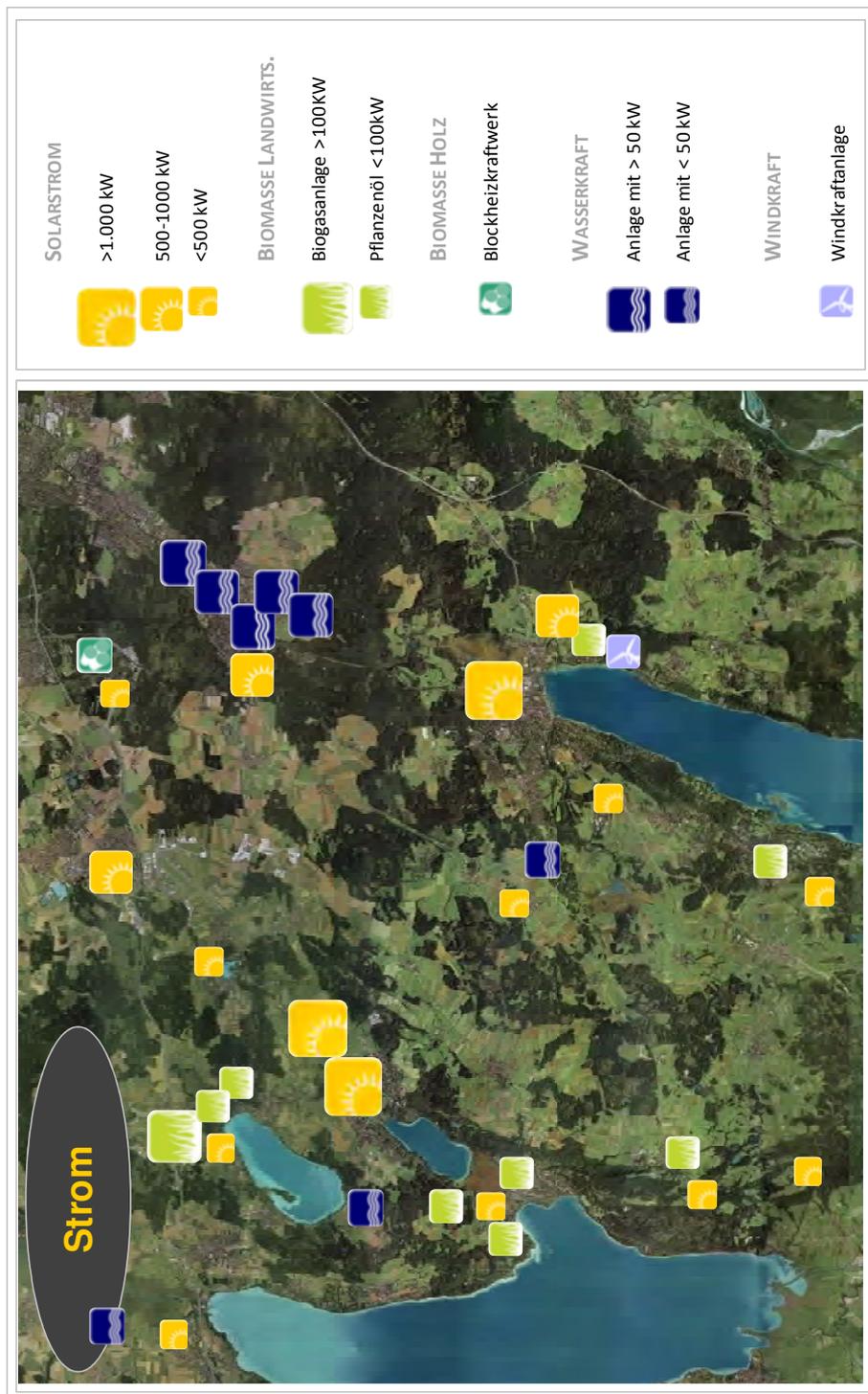


Abb. 33: IST-Situation und Potentiale der Stromerzeugung im Fünfseenland mit Erneuerbaren Energien

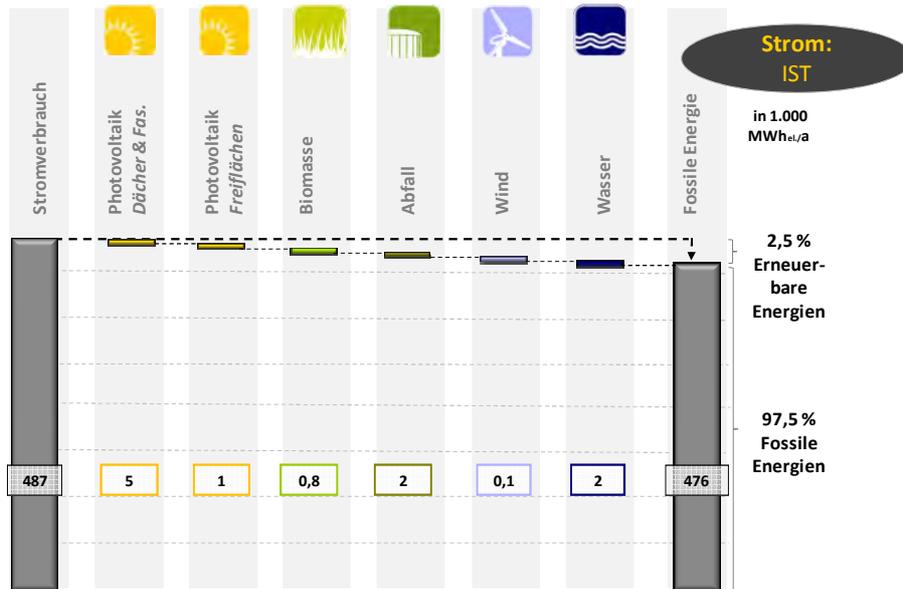


Abb. 34: Die IST-Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Die **Photovoltaik** macht in der Summe von gebäudegebundenen und Freiflächenanlagen im Fünfseenland mit 7.300 MWh 1,5 % des Stromverbrauchs aus. Der Wert liegt zwar über dem deutschen Durchschnitt mit 0,7 % aber deutlich unter dem bayerischen Wert von 2,3 %.

In der Klimaregion werden bisher 800 MWh Strom durch den Betrieb einer **Biogasanlage** gewonnen, was 0,2 % des Bedarfs deckt. Im deutschen Durchschnitt können zum Vergleich 4 % des Strombedarfes aus Biogasanlagen gedeckt werden. Die biogenen Abfälle aus der Klimaregion liefern rund 2.000 MWh Strom.

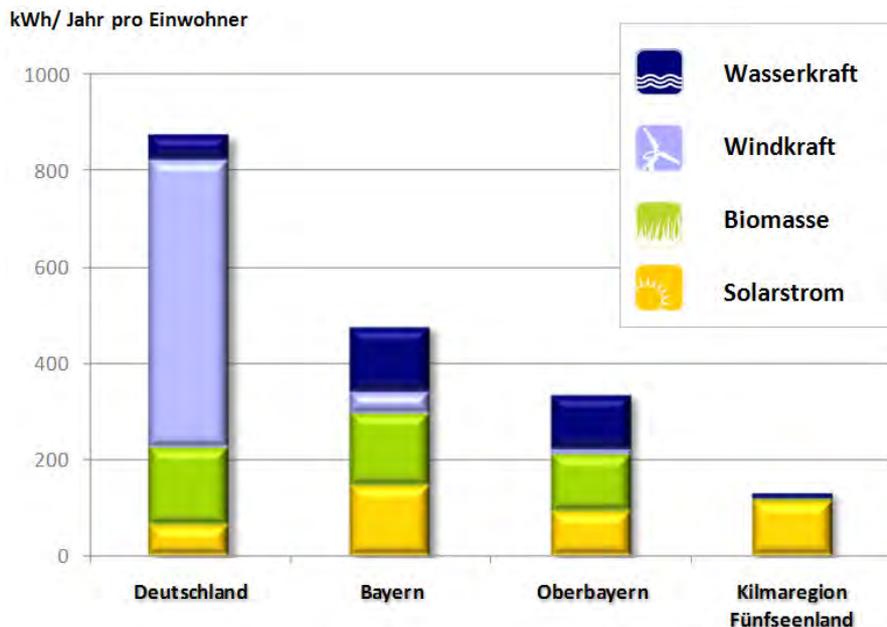


Abb. 35: Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien pro Kopf – im Vergleich verschiedener Regionen

Die **Windkraft** liefert aktuell mit rund 100 MWh einen sehr kleinen Beitrag zur Deckung des Strom-Bedarfs. **Wasserkraftanlagen** haben in Summe 2.000 MWh umweltfreundlichen Strom geliefert, was 0,4 % des Bedarfs entspricht. Im Vergleich zu den bundesweiten 7 % produziert die Klimaregion einen deutlich unterdurchschnittlichen Anteil.

9.2 Wärme

Die folgende Tabelle stellt zusammenfassend die wärmebezogene IST-Situation in der Klimaregion Fünfseenland dar. Die Energiepotentiale, die im nachfolgenden Kapitel vorgestellt werden, sind vergleichend in dieser Tabelle mit aufgeführt.

	Wärme			
	IST 2009		Technisches Potential	
	[MWh _{th} /a]	[%]	[MWh _{th} /a]	[%]
Einsparung*			405.900	20
Gesamtenergieverbrauch	2.029.200	100	1.623.300	100
Solarthermie	5.600	<1	96.000	6
Landwirtschaftl. Biomasse	200	<1	39.900	2
Biomasse Holz	40.300	2	129.900	8
Abfall+Reststoffe	3.400	<1	1.300	0,1
Geothermie	**		**	
Anteil Erneuerbare Energien	49.500	3	267.100	16
Anteil fossiler Energien	1.979.700	97	1.356.200	84

* Es wird von einer Reduktion der Wärmeverbräuche von 20% gegenüber 2009 ausgegangen.

** Im Rahmen der Studie nicht berücksichtigt.

Tab.36: IST-Situation und Potentiale der Wärmeerzeugung im Fünfseenland mit Erneuerbaren Energien

In der nachfolgenden Abbildung ist der IST-Zustand der Erneuerbaren Energiequellen zur Wärmebereitstellung in der Klimaregion dargestellt.

Gegenwärtig werden in der Region pro Jahr 2.029.000 MWh_{th} Wärme verbraucht. Nur 3 % des Wärmeverbrauchs werden dabei mit Erneuerbaren Energien kommunaler Herkunft gedeckt, der überwiegende Rest der Wärme wird durch den Einsatz fossiler Energieträger gewonnen.

Ein geringerer Teil von lediglich unter einem Prozent der Wärmeerzeugung stammt von Solarthermie-Anlagen.

Die Biomasse aus der Landwirtschaft trägt mit 150 MWh weniger als ein Prozent bei. Holz deckt in der Klimaregion rund zwei Prozent des Wärmeverbrauchs. Die biogenen Abfälle aus der Klimaregion liefern einen Anteil von unter einem Prozent.

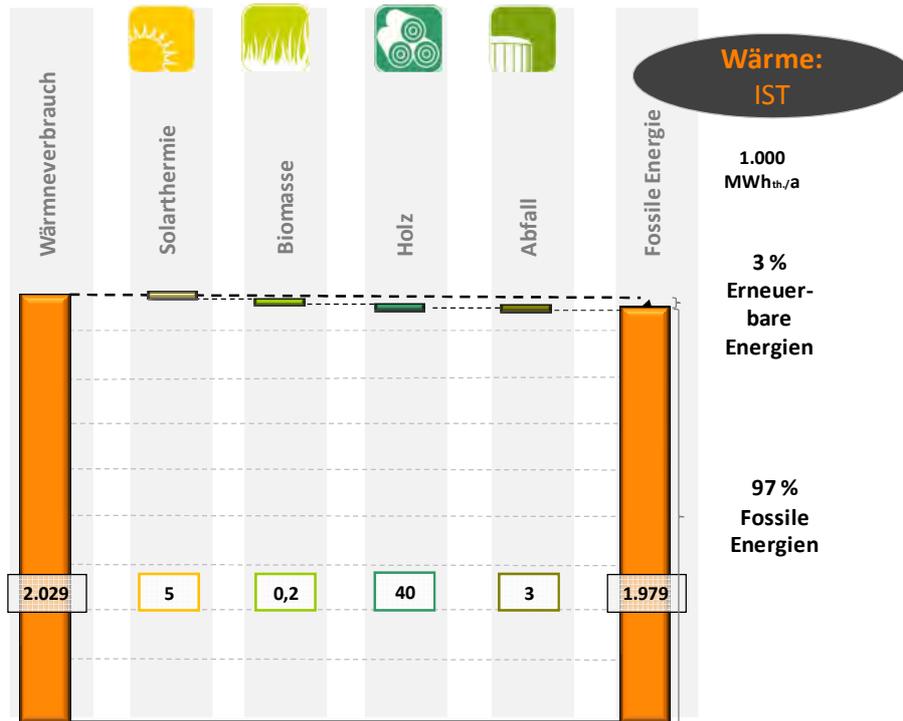


Abb. 37: Die IST-Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien

10 Energiepotentiale

Die Klimaregion Fünfseenland verfügt über weit größere, als die bisher genutzten, Potentiale für eine Versorgung aus Erneuerbaren Energien.

Bei der Ermittlung der Potentiale wird von einer Reduktion der Strom- und Wärmeverbräuche um jeweils 20 % bis zum Jahr 2020 ausgegangen. Von den verbleibenden 389.000 MWh_{el} Strom und 1.623.000 MWh_{th} Wärme könnten, ausgehend von den derzeitigen Strukturen, 16 % des Strombedarfs und 74 % des Wärmeverbrauchs aus dem lokalen Potential der Erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Die Energiepotentiale sind im vorangehenden Kapitel zur IST-Situation in den Übersichtstabellen zu Strom und Wärme dargestellt.

10.1 Strom

Die Potentiale Erneuerbarer Energiequellen als Beitrag zur Strombereitstellung in der Klimaregion Fünfseenland sind nachfolgend in Treppenstufen und gerundet dargestellt. Die Werte entsprechen den Werten der Tabellen zur IST-Situation.

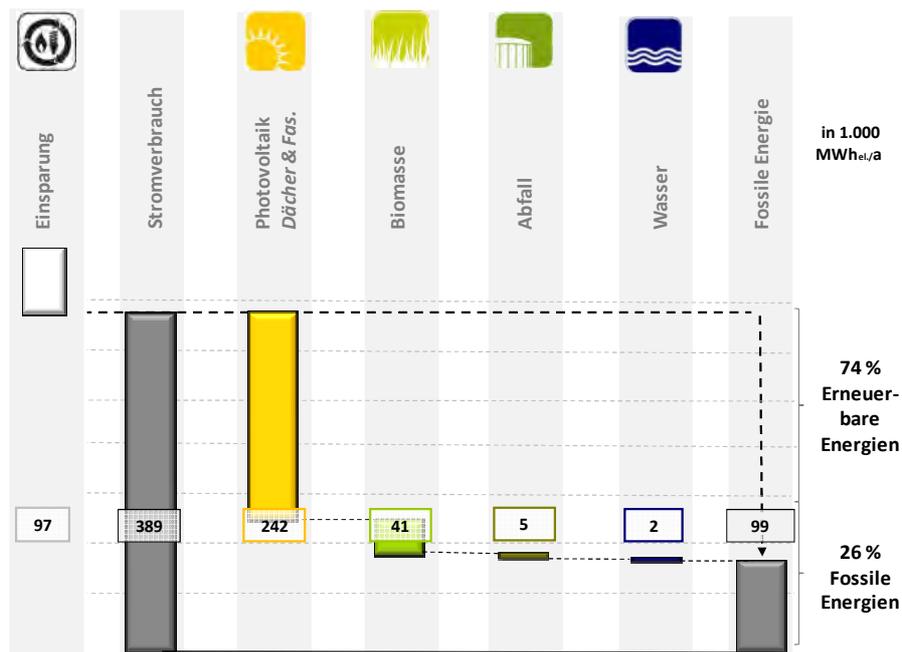


Abb. 38: Technische Potentiale zur Stromversorgung aus Erneuerbaren Energien

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen, die auf Dächern und an Fassaden installiert werden können, bietet sehr große Möglichkeiten: 242.000 MWh_{el} könnten so erzeugt werden. Da die Klimaregion insgesamt eher ländlich geprägt ist, kann davon ausgegangen werden, dass Freiflächenanlagen zusätzlich ebenfalls ein großes Potential aufweisen. Dieser Aspekt war jedoch nicht Teil der Analyse.

Die landwirtschaftliche Biomasse bietet ein Potential von 41.100 MWh, die durch den Bau neuer Biogasanlagen erzeugt werden könnten. Durch Vergärung von Abfall könnten weitere 5.000 MWh produziert werden.

Die Potentiale zur Nutzung von Wasserkraft werden hier nicht dargestellt. Die Möglichkeiten eines Repowering bzw. der Errichtung von Neuanlagen müssten separat untersucht werden.

Windkraft ist bundesweit ein wesentlicher Baustein zur Erreichung der Klimaschutzziele sowie für eine Umstrukturierung der Energieversorgung. In der Klimaregion wurde keine Potentialanalyse durchgeführt. Prinzipiell sind die vorliegenden durchschnittlichen Windwerte jedoch sehr gering, so dass nur konkrete Standortanalysen das weitere Potential enthüllen könnten.

Insgesamt könnten durch den Strom aus regenerativen Quellen 85 % des Strombedarfs gedeckt werden.

10.2 Wärme

Die Potentiale, die Erneuerbare Energiequellen zur Wärmebereitstellung in der Klimaregion Fünfseenland leisten können, sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

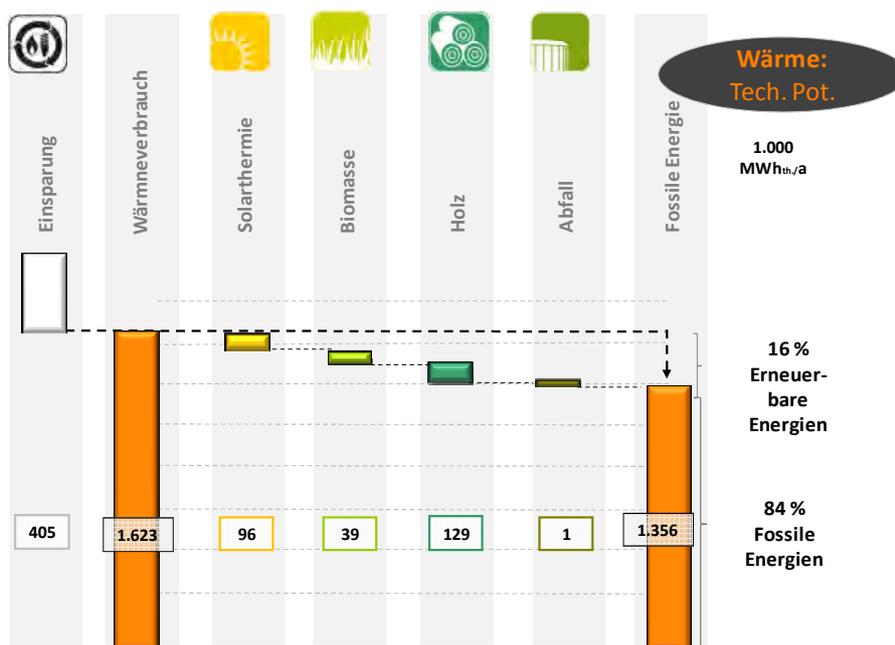


Abb. 39: Die technischen Potentiale zur Wärmeversorgung aus Erneuerbaren Energien

Solarthermie-Aufdachanlagen bieten ein gutes Potential zur Wärmegewinnung. 96.000 MWh_{th} könnten durch Nutzung der Sonnenenergie bei der Warmwasserbereitstellung und der Heizungsunterstützung gewonnen werden. Das entspricht einem Anteil von 6 % am gesamten derzeitigen Wärmebedarf der Klimaregion.

Eine konsequente Nutzung der Wärme aus Biogasanlagen für **landwirtschaftliche Biomasse** könnte 39.900 MWh_{th} an Wärme liefern. Die Wärmenutzung des Abfallpotentials kommt auf 1.300 MWh_{th}. (Tab. Ttt).

Der Einsatz von Holz bietet das größte Potential zu Wärmeproduktion in der Klimaregion Fünfseenland. Mit 129.900 MWh_{th} könnten acht Prozent des derzeitigen Wärmebedarfs gedeckt werden.

Durch die Nutzung der genannten Potentiale an Erneuerbaren Energien könnten 16 % des Wärmebedarfs abgedeckt werden. Aufgrund der Gunst der Klimaregion Fünfseenland für eine geothermische Nutzung kann der Anteil erneuerbarer Wärme noch einmal deutlich erhöht werden.

11 Empfehlungen

Welche Potentiale können in der Klimaregion Fünfseenland aus Sicht des Stoffstrommanagements und des integrierten Klimaschutzes angegangen werden? Hierzu werden nachfolgend Empfehlungen an die Entscheidungsträger und Bürger der Projektregion gegeben.

SONNE

In der Klimaregion stehen noch viele Dächer zur Verfügung, die zur Gewinnung von Sonnenenergie genutzt werden können. Die Dächer eignen sich zur Stromproduktion durch Photovoltaik und zur Wärmeproduktion durch Solarthermie.

(1) Solarpark Fünfseenland

Um das Solarstrompotential besser auszuschöpfen, könnte ein Bürgerbeteiligungsprojekt ins Leben gerufen werden, bei dem die Bürgerinnen und Bürger des Fünfseenlands sich am Bau und Betrieb von Photovoltaik-Anlagen auf Dächern in der Klimaregion finanziell beteiligen und einen aktiven Beitrag zur Energiewende leisten können. Die Dächer würden von einer zu gründenden Betriebsgesellschaft (z.B. als GmbH & Co. KG) angemietet.

(2) Photovoltaik

Das Erneuerbare Energien-Gesetz bietet eine attraktive Unterstützung: Der eingespeiste Solarstrom wird für einen Zeitraum von 20 Jahren mit einem festen Preis vergütet. Diese Vergütung wird ab Juli 2010 um 16 % gekürzt. Für viele Gebäudeeigentümer wird die Photovoltaik trotzdem wirtschaftlich interessant bleiben – sei es im Eigenbetrieb oder zur Vermietung der Dachflächen. Die Kommunen der Klimaregion sollten die Bürger über die aktuellen Förderkonditionen auf dem Laufenden halten und eine Umsetzungsberatung anbieten. Mit der STARSOLAR-Initiative wurde im Landkreis Starnberg bereits eine gute Ausgangsbasis für weitere Aktionen der Solarförderung geschaffen.

(3) Kommunale Dächer

Die noch nicht solar genutzten kommunalen Dächer sollten die Kommunen möglichst umfassend mit Photovoltaik oder Solarthermie belegen lassen.

(4) Solarthermie für Mehrfamilienhäuser

Die Wärmeproduktion durch Solarthermie ist auf Gebäuden mit 3 bis 12 Wohneinheiten am wirtschaftlichsten. Besitzer von Mehrfamilienhäusern sollten von den Behörden darüber umfassend informiert werden. Um die Potentiale der Gebäude im Detail abschätzen zu können, bietet sich die Zusammenarbeit mit der Schornsteinfeger-Innung an.

(5) Solare Bauleitplanung

Um die solare Architektur zu stärken, sollte eine Beurteilungsliste für eine energieorientierte und nachhaltige Bauleitplanung erarbeitet werden. Entscheidend wird sein, dass die Inhalte einer solchen Checkliste auch konsequent umgesetzt werden. Vorzeigeprojekte mit solarer Architektur können den Prozess stark beflügeln.

(6) Freiflächen-Photovoltaik

Die Möglichkeiten der Installation von Photovoltaik auf Freiflächen sollten vermehrt genutzt werden. Hier sollten vorrangig Konversions- und Deponieflächen genutzt werden. Ackerflächen werden voraussichtlich nur noch entlang von Autobahnen im Abstand von 100 Meter durch das EEG vergütet werden. Um bei Anträgen für Photovoltaik-Anlagen auf Freiflächen eine einheitliche Grundlage zu haben, sollten die Behörden vorab Entscheidungskriterien festlegen. Diese können z.B. maximale Größen von Einzelprojekten sowie ein angestrebtes Gesamtvolumen beinhalten. Die bereits vorhandene Positivliste sollte unter den neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen erneut überprüft werden.

BIOMASSE

Die Biomasse aus der Forst- und der Landwirtschaft sowie Abfallbiomasse sollte optimal verwertet werden. Der Anteil der regenerativen Energien am gesamten Energiemix kann sich dadurch deutlich erhöhen. Hier stehen verschiedene Optionen zur Verfügung:

(7) Nutzung des Wirtschaftsdüngers

Der Dung aus der Tierhaltung sollte vermehrt zur Strom- und Wärmeproduktion in Biogasanlagen genutzt werden. Im Fünfseenland steht Dung zwar insgesamt nicht in großer Menge zur Verfügung, könnte jedoch auf einigen größeren Milchviehbetrieben kostengünstig erfasst werden. Durch den Gülle-Bonus trägt er meist entscheidend zur Wirtschaftlichkeit einer Biogas-Anlage bei. Dung steht meist nicht in Nutzungskonkurrenz und seine Verwertung in einer Biogasanlage leistet einen zusätzlichen Beitrag zum Klimaschutz, da im Vergärungsprozess die Methanausgasung kontrolliert genutzt wird.

(8) Wärmenutzung bei Biogasanlagen

Die Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz von Biogasanlagen ist begrenzt, wenn ausschließlich Strom produziert wird. Konzepten mit einer Standortwahl in der räumlichen Nähe von Wärmenutzern sollte eine hohe Priorität eingeräumt werden.

Der Betreiber der bestehenden Biogasanlage in Ettersschlag sollte bei der Erweiterung seines Wärmenutzungskonzeptes unterstützt werden.

(9) Informationen für die Verwaltung

Baugenehmigungen für Biogasanlagen werden oft mit den Argumenten „Gestank“ und „Mais-Monokultur“ abgelehnt. Hier wäre es wichtig, die Mitarbeiter in den Verwaltungen über Biogasanlagen zu informieren und offene Fragen zu klären. Ein Teil dieser Information könnte bei einer Exkursion zur Biogasanlage in Eching am Ammersee (Lkr. Landsberg/Lech, 1 km von der Landkreisgrenze entfernt) geschehen.

(10) Nahwärme

Feste Biomasse, vor allem der Rohstoff Holz, sollte bei energetischer Nutzung für die Bereitstellung von Wärme eingesetzt werden. Wichtig für das Fünfseenland ist, dass eine verstärkte Nutzung in Nahwärmenetzen statt in Einzelfeuerstätten erfolgt und Kombinationsmöglichkeiten mit der Geothermie gesucht werden.

(11) Organisation

Es sollte sehr eng mit den Land- und Forstwirten zusammengearbeitet werden, damit diese entweder selbst in die energetische Verwertung einsteigen oder sich an der Lieferung der Rohstoffe beteiligen. Ein gemeinsames Vorgehen sollte mit der Fachverwaltung und den Interessenvertretungen der Land- und Forstwirte abgestimmt werden.

(12) Gaseinspeisung

Die Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das bestehende Gasnetz ist in den letzten Jahren ökonomisch interessanter geworden. Bisher sind die Kosten für notwendige Investitionen (noch) so hoch, dass eine Einspeisung erst ab einer Anlagengröße von 1 bis 2 MW sinnvoll ist. Die Größe kann auch durch den Zusammenschluss mehrerer kleiner Anlagen erreicht werden. Die Möglichkeiten hierfür sind gesondert zu prüfen.

(13) Nutzung des Grünlands

Aufgrund des Rückgangs der Milchviehhaltung wird zukünftig eine sinnvolle Verwertung des Grünlandaufwuchses immer schwieriger. Die frei werdenden Mengen könnten wirtschaftlich sinnvoll in Biogasanlagen genutzt werden.

(14) Nutzung des Ackerlandes

Die Nutzung der Ackerfläche kann für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen ohne Beeinträchtigung der Nachhaltigkeit bis hin zu 1.400 ha ausgebaut werden. Bisher werden 50 ha bewirtschaftet. Die Möglichkeiten des Zwischenfruchtanbaus für energetische Zwecke sollten stärker genutzt werden.

(15) Nutzung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten

Jährlich fallen größere Mengen Getreide-, Mais- und Rapsstroh an. Der Verwertungsbedarf als Einstreu oder der Verbleib auf dem Acker zum Humusaufbau sind gering. Deshalb ist mittelfristig eine Verwertung in Heizwerken zu überdenken. In diesem Bereich hat sich die Technik in den letzten Jahren weiter entwickelt und Probleme des Immissionsschutzes handhabbar gemacht.

(16) Waldbesitzstrukturen

Große Reserven der Energieholznutzung liegen in kleinstzersplitterten Waldstücken. Die große Zahl an Kleinwaldbesitzer lässt überalterte Bestände vermuten. Eine energetische Erschließung sollte die Diversität und die ökologischen Funktionen verschiedener Nutzungsarten mitberücksichtigen.

WIND

Windenergie-Anlagen haben eine sehr hohe Effizienz bei der Stromproduktion und zugleich einen sehr geringen Flächenverbrauch. Die Nutzung des Windes bietet die Möglichkeit, sehr viel CO₂ einzusparen.

(17) Wind – Potentiale

Im Fünfseenland sind den Windverhältnisse und die prognostizierten Erträge in niederen Höhen limitiert. Einige exponierte Standorte lassen (unter Nutzung größerer Höhen) durchaus ein Potential erwarten. Ob diese tatsächlich wirtschaftlich nutzbar sind, sollte gesondert untersucht werden. Dabei sind auch die besonderen planungsrechtlichen Aspekte zu beachten.

(18) Bewusstseinsbildung

Die Planung von Windkraftanlagen stößt in der Anfangsphase teils auf Bedenken bei der Bevölkerung. Im Vorfeld eines möglichen Projektes sollte die Stadt die Entscheider und die Wohnbevölkerung über Windenergie-Anlagen umfassend informieren und im Planungs- und Umsetzungs-Prozess aktiv werden.

WASSER

Wasser liefert gegenwärtig bereits erneuerbaren Strom für die Klimaregion Fünfseenland. Weitere Potentiale könnten erschlossen werden.

(19) Eigentümer Beratung

Eigentümer von Wasserkraftwerken sollten über Möglichkeiten des Repowering bzw. zur Errichtung von Neuanlagen beraten werden.