

# Räumliche Energieplanung

## Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärmeversorgung

Modul 1: Zweck und Bedeutung

Modul 2: Vorgehen

Modul 3: Energienachfrage

**Modul 4: Energiepotenziale**  
Abwärme und erneuerbare Energien

Modul 5: Wärmeerzeugung

Modul 6: Wärmeverbund

Modul 7: Umsetzung

Modul 8: Erfolgskontrolle

### Modul 4 in Kürze

#### Verfügbare Energiequellen

Verschiedene erneuerbare Energieträger und Abwärmequellen können für die energetische Nutzung in einer Gemeinde in Frage kommen. Für die Analyse der ökologischen Potenziale – in Bezug auf die Wärmenutzung und die Elektrizitätsproduktion – werden sowohl die genutzten als auch die ungenutzten erneuerbaren Energieträger und Abwärmequellen erhoben.

#### Lokale Voraussetzungen

Mit der räumlichen Energieplanung und den vorgeschlagenen Prioritäten werden die lokalen Voraussetzungen für die sinnvolle Nutzung der ökologischen Potenziale auf dem Gemeindegebiet geschaffen.

#### Weiterführende Informationen und Links

- Separates Beiblatt zu den Modulen 1 bis 8

# Potenziale für die Wärmenutzung

Zur Abschätzung der Energiepotenziale auf dem Gemeindegebiet wird das Erfassen des Angebots lokaler erneuerbarer Energieträger und Abwärmequellen notwendig.

Entsprechend den Prioritäten für die Energieversorgung (siehe Modul 2 «Vorgehen») umfasst das Spektrum der möglichen Ressourcen folgende Quellen:

- Ortsgebundene hochwertige Abwärme
- Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme
- Regional verfügbare erneuerbare Energieträger
- Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energien

## Nutzung erneuerbarer Energien

Die Energiequellen sind hinsichtlich dem ökologischen Potenzial und den technischen Nutzungsvoraussetzungen zu überprüfen. Bei Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) ist beispielsweise darauf zu achten, ob sich im nahen Umfeld genügend Wärmeabnehmer befinden. Für die Nutzung von Wärme aus Abwasserkanälen ist hingegen zu beachten, dass die Abschätzung des Energieangebots auf Mindestdurchfluss und Mindestdurchmesser des

Kanals Rücksicht nimmt. Bezüglich den Potenzialabschätzungen sind folgende Begriffe zu unterscheiden (Abbildung 1):

- Das **theoretische Potenzial** basiert auf den physikalischen Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Ressourcen; z. B. Intensität der Sonneneinstrahlung.
- Das **technische Potenzial** umschreibt, welcher Anteil des theoretischen Potenzials tatsächlich genutzt werden kann; z. B. Wirkungsgrad von Sonnenkollektoren.
- Das **ökologische Potenzial** bezeichnet die mit verfügbaren Technologien nachhaltig nutzbaren erneuerbaren Ressourcen; z. B. Sonnenkollektoren auf überbauten Flächen.

## Erhebungsmethode

Tabelle 1 auf den Seiten 3 bis 5 gibt einen Überblick über die potentiellen Energieträger ergänzt mit Informationen, aus welchen Grundlagen die ökologischen Potenziale erhoben bzw. abgeleitet werden können. Aufgeführt sind daher die wesentlichen Kenn- und Erfahrungswerte. Und weiter wird erwähnt, wo die relevanten Informationen über die Energiequellen und die verschiedenen Arten der Wärmeerzeugung jeweils in Erfahrung gebracht werden können.

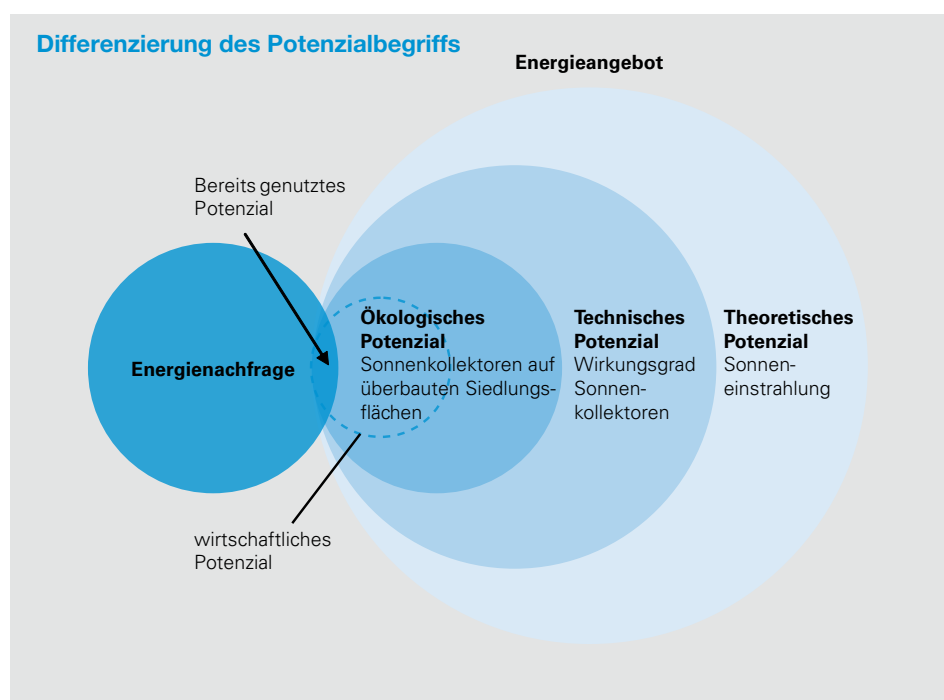




Abbildung 1: Die Unterschiede zwischen theoretischem, technischem, ökologischem und wirtschaftlichem Potenzial.

Tabelle 1: Liste der möglichen Energiere-sourcen in einer Gemeinde, ergänzt mit Informa-tionen über Nutzungsvoraussetzungen und Potenzialabschätzungen.

 <b>Ortsgebundene hochwertige Abwärme</b>		
Ressourcen	Bezug von Informationen zum ökologischen Potenzial	Bemerkungen zur Nutzung
<b>Abwärme Kehrichtver-brennungsanlage</b> (KVA: zu 50 % als erneuerbare Energiequelle anrechenbar)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ KVA- und Wärmenetzbetreiber (bei Abwärmenutzung)</li> <li>■ Abfallstatistik des Bundes</li> <li>■ Zukünftige Abfallentwicklung (KVA-Planung, Bevölkerungsentwicklung, Bewirtschaftung des Abfalls)</li> <li>■ Wirkungsgrade der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) verwenden</li> </ul>	<b>Wärmeangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Produktion von Strom und Wärme ist möglich</li> <li>■ Eigenbedarf berücksichtigen</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung in Wärmeverbund setzt genügende Energienachfragedichte voraus</li> <li>■ Ganzjährige Wärmenachfrage bzw. Prozesswärme- oder Grossbezüger sind interessant</li> </ul>
<b>Industrielle Abwärme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Grössere Gewerbe- und Industriebetriebe aus der produzierenden Branche</li> </ul>	<b>Kälte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mögliche Produktion von Kälte aus KVA-Abwärme in Absorptionskältemaschinen; Nutzungsvoraussetzungen individuell abklären</li> </ul>
<b>Tiefe Geothermie</b> (ab 300 m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Geologische Verhältnisse abklären</li> <li>■ Noch keine erfolgreiche Bohrung in der Schweiz (Erkundungen in Basel und Zürich bisher erfolglos; Testbohrungen in St. Gallen geplant)</li> </ul>	<b>Wärmeangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung von Strom und Wärme oder Wärmedirektnutzung möglich</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Grosse Nachfrage, hohe Wärmedichte nötig</li> <li>■ Fernwärmenetz bei kombinierter Strom- und Wärmeproduktion erforderlich</li> </ul>

 <b>Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme</b>		
Ressourcen	Bezug von Informationen zum ökologischen Potenzial	Bemerkungen zur Nutzung
<b>Abwärmequellen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Industriebetriebe</li> <li>■ Energieumwandlung</li> <li>■ Kälteproduktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Grössere produzierende Betriebe und Rechenzentren</li> <li>■ Trafostationen oder andere Energieumwandlungsanlagen (Gemeinde, EVU)</li> </ul>	<b>Wärmeangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Warme oder kalte Fernwärme möglich</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gebiete mit mittlerer bis hoher Wärmebedarfsdichte nötig</li> </ul>
<b>Abwärme aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kennwerte: siehe Modul 5 «Wärmeerzeugung», Tabelle 2</li> </ul>	<b>Kälte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kalte Fernwärme ist für Kälteproduktion interessant (Aufbereitung mit Wärmepumpen)</li> </ul>
<b>Abwärme aus Abwasserkanälen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Zuständiges Amt der Gemeinde: Informationen über den durchschnittlichen mittleren Trockenwetterabfluss, mittlere Temperatur und Durchmesser der Kanäle</li> <li>■ Abschätzung mit folgenden Kenngrössen:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchschnittlicher mittlerer Trockenwetterabfluss mindestens 15 l/s,</li> <li>• Durchschnittliche Temperatur nach der Wärmenutzung von über 10°C nötig</li> <li>• max. Entzugsleistung (kW) = Tagesmittelwert Trockenwetterabfluss (l/s) x Faktor 6</li> </ul> </li> </ul>	<b>Wärmeangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung des Wärmeinhalts von ungeklärtem Abwasser</li> <li>■ Genügend lange Kanalabschnitte müssen vorhanden sein</li> <li>■ Benötigte Mindesttemperatur bei ARA überprüfen</li> <li>■ Sanierungszeitpunkt der Kanäle berücksichtigen</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Gebiete mit mittlerer bis hoher Wärmebedarfsdichte nötig: minimaler Wärmeleistungsbedarf ca. 150 kW (30 bis 50 Wohneinheiten)</li> </ul>



## Ortsgebundene niederwertige Abwärme und Umweltwärme

Ressourcen	Bezug von Informationen zum ökologischen Potenzial	Bemerkungen zur Nutzung
<b>Wärmenutzung aus Gewässern</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Grundwasser</li> <li>Seewasser</li> <li>Fließgewässer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abschätzung des Potenzials aufgrund gemeindespezifischer Gegebenheiten (darunter See, Fließgewässer, Kanäle, nutzbare Grundwasserreservoir, Trinkwasserreservoir)</li> <li>Ungenutzte Trinkwasserfassungen berücksichtigen</li> </ul>	<b>Wärmeangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berücksichtigung von Grundwasserschutz-zonen oder geologischen Gegebenheiten (mögliche Quellen: GIS oder Schutz-zonenkarte der Gemeinde)</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zentrale Anlagen (Seewasser, Flusswasser): grosse Nachfrage und hohe Wärmedichte nötig</li> <li>Dezentrale Anlagen (Grundwasser) für Einzelobjekte</li> <li>Minimalanforderungen an nachgefragter Leistung für die Nutzung von Wärme in einzelnen Kantonen</li> </ul> <b>Kälte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kälteproduktion möglich</li> </ul>
<b>Untiefe Geothermie</b> (50 m bis 300 m)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmbare Grösse: ohne Grundwasserschutzgebiete theoretisch 80 % des Wärmebedarfs deckbar; mit Grundwasserschutzgebieten entsprechend weniger</li> <li>Strombedarf für Wärmepumpen vom Wirkungsgrad abhängig (JAZ: 3,5 bis 4)</li> </ul>	<b>Wärmeangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berücksichtigung von Grundwasserschutz-zonen oder geologischen Gegebenheiten (mögliche Quellen: GIS oder Schutz-zonenkarte der Gemeinde)</li> </ul>
<b>Spezialfälle</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abluft Tunnel</li> <li>Entwässerung Tunnel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spezifische Gegebenheiten auf Gemeindegebiet abklären</li> </ul>	<b>Wärmeangebot</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wirtschaftlichkeit abklären</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Abnehmer mit genügendem Wärmebedarf nötig</li> </ul>



## Regional verfügbare erneuerbare Energieträger

Ressourcen	Bezug von Informationen zum ökologischen Potenzial	Bemerkungen zur Nutzung
<b>Holz</b>	<b>Restholz und Altholz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Holzverarbeitende Betriebe</li> <li>Restholz aus Wald und Landwirtschaft</li> <li>Regionale Sammelstellen für Altholz</li> </ul> <b>Energieholz</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lokale und regionale Holzkooperationen</li> <li>Kantonale Studien und Planungen</li> <li>GIS: Energieholzpotenzial (beispielsweise Kanton Zürich); Waldfläche der Gemeinde</li> <li>Trend: Marktmenge wird sich bis 2025 um rund 62 % vergrössern (SHL, BAFU, BFE 2010)</li> </ul>	<b>Energieträger</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung von Holz für Wärme bei Kleinanlagen oder für WKK-Anlagen mit Fernwärmeverbund</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verbund: Anforderungen an Wärmedichte und Bezüger</li> </ul>
<b>Biomasse (ohne Holz), industrielle Vergärung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grüngutsammlung</li> <li>Organische Abfälle aus Lebensmittel- und Fleischverwertungsindustrie sowie Gastronomie</li> </ul>	<b>Energieträger</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung als Cosubstrat in landwirtschaftlicher Biogasanlage oder in Grossanlage (industrielle Vergärung)</li> <li>Für Wärme und Strom bzw. zur Treibstoffproduktion</li> </ul> <b>Wärmenachfrage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Standort geeignet wählen (genügend grosse Wärmeabnahme bzw. Einspeisung ins Gasnetz)</li> </ul>



## Regional verfügbare erneuerbare Energieträger

Ressourcen	Bezug von Informationen zum ökologischen Potenzial	Bemerkungen zur Nutzung
<b>Landwirtschaftliche Biomasse mit Co-Ver-gärung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kantonale Statistiken für Tierbestand in Gemeinde</li> <li>■ Umrechnung des Tierbestandes in GVE gemäss «Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen», Anhang (Art. 27)</li> <li>■ Pro GVE entstehen rund 1,5 m<sup>3</sup> Biogas pro Tag (www.biomasseenergie.ch)</li> </ul>	<p><b>Energieträger</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung in grösseren Anlagen (regional): geeignet ab 80 bis 100 Grossvieheinheiten (GVE)</li> <li>■ Nutzung von Wärme, Strom und Gas möglich; vorhandene Infrastruktur abklären</li> <li>■ weitere Substrate für Co-Ver-gärung nötig</li> </ul> <p><b>Wärmenachfrage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Standortwahl: genügend grosse Wärmeabnahme oder Einspeisung in Gasnetz</li> </ul>



## Örtlich ungebundene Umweltwärme und erneuerbare Energien

Ressourcen	Bezug von Informationen zum ökologischen Potenzial	Bemerkungen zur Nutzung
<b>Sonnenenergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzbares Wärmepotenzial: in der Regel durch Nachfrage und nicht durch verfügbare Dachfläche bestimmt</li> <li>■ Berechnung mittels Untersuchung der Dachflächen mit gutem Solarertrag; Faktoren: Lage, Neigung, unbeschattete Fläche, Wärmebedarf</li> <li>■ Eignung einzelner Gemeinden für die Nutzung von Solarenergie auf dem PV GIS: <a href="http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis">http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis</a> oder <a href="http://www.swissolar.ch">www.swissolar.ch</a></li> <li>■ Verwendung folgender Abschätzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Solartechnik SPF: 35 % des Wärmebedarfes der Haushalte in der Schweiz mit Sonnenkollektoren</li> <li>• AWEL (2006): rund 15 % des Wärmebedarfes der Haushalte im Kanton Zürich</li> <li>• econcept (2009): 13 % bis 25 % des Bedarfs für Raumwärme und Warmwasser</li> </ul> </li> <li>■ Rund 25 % der Siedlungsfläche nutzbar</li> <li>■ Jahresertrag pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche: Erzeugung von Warmwasser: 400 bis 550 kWh/m<sup>2</sup>a; Heizungsunterstützung: 250 bis 300 kWh/m<sup>2</sup>a</li> </ul>	<p><b>Energieträger</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dachflächen, die nicht für die Wärmenutzung benutzt werden, können zur Stromproduktion verwendet werden (zum Beispiel Turnhalle, Mehrzweckhallen, Scheunendächer)</li> </ul> <p><b>Wärmenachfrage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ In der Regel basiert die Potenzialabschätzung im Wärmebereich auf der nutzbaren Dachfläche und dem lokalen Wärmebedarf. Der solare Deckungsgrad beträgt bei Warmwasservorwärmung ca. 60 % des Wärmebedarfes. Bei zusätzlicher Heizungsunterstützung kann mit einem solaren Deckungsgrad von ca. 20 % für Heizung und Warmwasser gerechnet werden.</li> </ul>
<b>Wärmenutzung aus Umgebungsluft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abschätzung des zuständigen Amtes über heutige Nutzung und Potenzial</li> <li>■ Erfahrungswert AWEL Kanton Zürich: heutige Nutzung von Umgebungsluft in etwa gleicher Beitrag wie bei Wärmenutzung aus dem Erdreich.</li> <li>■ Ungenutztes Potenzial: Top-Down Ansatz zur Deckung des Wärmebedarfes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung von Erdwärme sowie Wärme aus Gewässern sind der Nutzung der Umgebungsluft vorzuziehen (aus Effizienzgründen)</li> </ul>

# Potenziale zur Elektrizitätsproduktion

Die Potenzialanalyse für die räumliche Energieplanung kann die Produktion von Strom aus erneuerbaren Quellen auf Gemeindegebiet miteinschliessen.

Neben der Stromproduktion aus Wasserkraft oder Wind ist vor allem auch die Elektrizitätserzeugung in Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK) von Bedeutung. Solche Anlagen besitzen einen hohen Wirkungsgrad, sofern auch die Wärme genutzt werden kann. WKK-Anlagen sind daher wärmeorientiert zu steuern und in unmittelbarer oder naher Umgebung sollten genügend Wärmeabnehmer vorhanden sein. Grundsätzlich sind folgende Quellen für die Stromproduktion geeignet:

■ **Abwärme aus Kehrichtverbrennung:**

Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) liefern hochwertige Abwärme, die für die Stromerzeugung nutzbar ist.

■ **Klärgas aus Abwasserreinigung:**

Abwasserreinigungsanlagen (ARA) nutzen das Klärgas in der Regel für den Betrieb eigener WKK-Anlage, um einen Teil des Stromeigenbedarfs zu decken. Das Einspeisen von Klärgas ins Erdgasnetz ist bei grossen Anlagen möglich.

■ **Biomasse und Holz:** WKK-Anlagen mit Biomasse und Holz setzen eine Anlagegrösse im Megawattbereich voraus; die Wärme ist für die Versorgung in einem Wärmeverbund abzugeben. Als Richtwerte für die Anteile erzeugter Energie gelten bei Strom: 20 % bis 25 %, und bei Wärme: 75 % bis 80 %.

■ **Sonnenenergie:** Dachflächen mit entsprechender Neigung und Exposition können für die Wärme- oder Elektrizitätsproduktion genutzt werden. Das Potenzial zur Stromproduktion ist nur durch die vorhandenen Flächen begrenzt. Genauere Aussagen zum Potenzial für die Photovol-

Tabelle 2: Produktion von Strom auf Gemeindegebiet: Energiequellen und Informationsbezug.

## Smart Grid als Energienetz der Zukunft



Mit zunehmender Stromproduktion aus Quellen mit schwankendem Angebot, beispielsweise Sonnen- oder Windenergie, steigen die Anforderungen an die Regelung der Stromversorgung. Mit der Wasserkraft besitzt die Schweiz über ein grosses Mass an Regelenergie. Mit neuen Technologien lässt sich das Zusammenspiel von schwankendem Angebot und schwankender Nachfrage verbessern. Mit Smart Grid als Energienetz der Zukunft lassen sich dezentrale Energieproduktion, schwankende Nachfrage und dezentrale Speicherung, beispielsweise mit den Batterien von Elektrofahrzeugen, optimal und energieeffizient koordinieren. In einem Smart Grid kann die Stromnachfrage teilweise dem Angebot angepasst.

taikanwendung in einer Gemeinde sind von der Siedlungsdichte abhängig: Gemäss Bundesamt für Energie können in der Stadt Zürich bis zu 16 % und in einer ländlichen Gemeinde im Kanton Fribourg bis zu 50 % des Elektrizitätsbedarfs mit Solarstrom gedeckt werden (BFE 2006). Für eine Zürcher Agglomerationsgemeinde wurde ein Deckungsgrad von 25 % ermittelt (econcept 2009). Grundsätzlich kann mit einem jährlichen Stromertrag pro Solarzellenmodul zwischen 110 und 130 kWh/m<sup>2</sup> gerechnet werden.

■ **Wind:** Die Nutzung von Windenergie ist nicht überall sinnvoll. Das Potenzial ist im Einzelfall abzuklären, anhand folgender Kriterien: minimale Windstärke von 4,5 m/s; minimale Distanz zum Siedlungsgebiet 400 bis 500 m; Lärmbelastung und Landschaftsschutz (regionale Eignungskarten: [www.suisse-eole.ch](http://www.suisse-eole.ch)).

Elektrizitätsangebot	1. Schritt: Annäherung über Durchschnittswerte Schweiz	2. Schritt: Detailbilanzierung anhand folgender Informationsquellen
Produktion von Strom aus erneuerbaren Quellen	Produktion erneuerbare Elektrizität pro Einwohner 2007: 4317 kWh (BFE 2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Angabe über Abnahmeverträge mit lokalen Produzenten direkt bei EVU</li> <li>■ PV-Anlagen; Angabe Bauamt über bewilligungspflichtige Anlagen</li> <li>■ Angabe über Strom aus Biomasse, Wind, Wasser direkt bei Anlagebetreiber (auch überregionale Anlagen)</li> <li>■ Angaben über Strom aus KVA und Industrie direkt bei Anlagebetreibern</li> </ul>

■ **Wasserkraft:** Für eine Wasserkraftnutzung fallen Fließgewässer und die Trinkwasserversorgung in Betracht. Letztere ist unter Ausnützung des Gefälles machbar, aber für jeden Einzelfall abzuklären. Ausserdem sind für bestehende Wasserkraftanlagen mögliche Erweiterungen bzw. bei Neuanlagen nicht mehr genutzte Wasserrechte oder -konzessionen zu betrachten.

■ **Geothermie:** Die Nutzung der tiefen Geothermie zur Erzeugung von Elektrizität ist grundsätzlich möglich. In der Schweiz werden an verschiedenen Standorten Erkundungen durchgeführt. Erfolgreiche Projekte liegen noch keine vor.

■ **WKK:** Effiziente Technologie zur Nutzung fossiler Energieträger für Strom und Wärme (siehe Modul 5 «Wärmeerzeugung»).

#### Effizienzpotenziale

Neben der Nutzung von regionalen Potenzialen für die Stromerzeugung aus Abwärme und erneuerbaren Energien sind auch die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz zu beachten. Die Effizienzpotenziale beim Stromverbrauch werden folgendermassen abgeschätzt (BFE 2009: Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich, Grundlage für wettbewerbliche Ausschreibungen):

- Haushaltssektor: 42 %
- Dienstleistungssektor: 43 %
- Industriebereich: 23 %
- Verkehrsbereich: 20 %

#### Weiterführende Informationen zu den Energieträgern

##### Kehrichtverbrennungsanlage (KVA)

- Abfallstatistik der Kantone

##### Tiefe Geothermie

- Allgemeine Informationen: [www.crege.ch](http://www.crege.ch), [www.geothermie.ch](http://www.geothermie.ch)
- Toposhop: geologische Karten Schweiz

##### Abwärmenutzung aus Abwasserkanälen

- Müller et al. 2005: Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauherren und Kommunen ([www.infrastrukturanlagen.ch](http://www.infrastrukturanlagen.ch))

##### Untiefe Geothermie

- Grundwasserschutzgebiete: [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)
- GIS der Kantone oder Erdsondenkarten für Anzahl bewilligter Erdsonden und Leistung

##### Holz

- GIS der Kantone für Waldfläche (GIS Kt. ZH mit Energieplanung und Energieholzpotenzial)
- Umrechnungsfaktoren und Energiegehalt der

Holzsorten: [www.holzenergieschweiz.ch](http://www.holzenergieschweiz.ch)

- SHL, BAFU, BFE 2010: Holz als Rohstoff und Energieträger.

##### Biomasse ohne Holz

- «Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen», Anhang (Art. 27). ([www.admin.ch](http://www.admin.ch))

##### Sonnenenergie:

- AWEL 2006: Das Angebot erneuerbarer Energien. Potenzial erneuerbarer Energieträger im Kanton Zürich (enthält auch Angaben über andere erneuerbare Energieträger)
- BFE 2010: Potenzialabschätzung für Sonnenkollektoren im Wohngebäudepark
- BFE 2006: Potenzial des Solarstroms in der Gemeinde. EnergieSchweiz Bern
- econcept 2009: Grundlagen für die Energiepolitik der Gemeinde Kilchberg. Im Auftrag Gemeinde Kilchberg, econcept Zürich

#### Impressum

**Herausgeber:** EnergieSchweiz für Gemeinden, c/o Nova Energie GmbH, 8356 Ettenhausen  
**Druck:** Februar 2011

**Unterstützung:** Kantone Aargau, Bern, Luzern, Schaffhausen, St.Gallen, Thurgau und Zürich, Amt für Raumentwicklung ARE

**Begleitgruppe:** Kurt Egger (EnergieSchweiz für Gemeinden), Ursula Eschenauer (Kanton St.Gallen), Sascha Gerster (Kanton Zürich), Jules Gut (Kanton Luzern), Robert Horbaty (EnergieSchweiz für Gemeinden), Michel Müller (Kanton Aargau), Alex Nietlisbach (Kanton Zürich), Marcel Sturzenegger (Kanton St. Gallen), Deborah Wettstein (Kanton Bern)

**Auftragnehmer:** Brandes Energie AG (Maren Kornmann), econcept AG (Reto Dettli, Noemi Rom), PLANAR AG für Raumentwicklung (Bruno Hoesli, Michael Rothen, Fabia Moret)

**Layout:** Oerlikon Journalisten AG (Paul Knüsel, Christine Sidler)