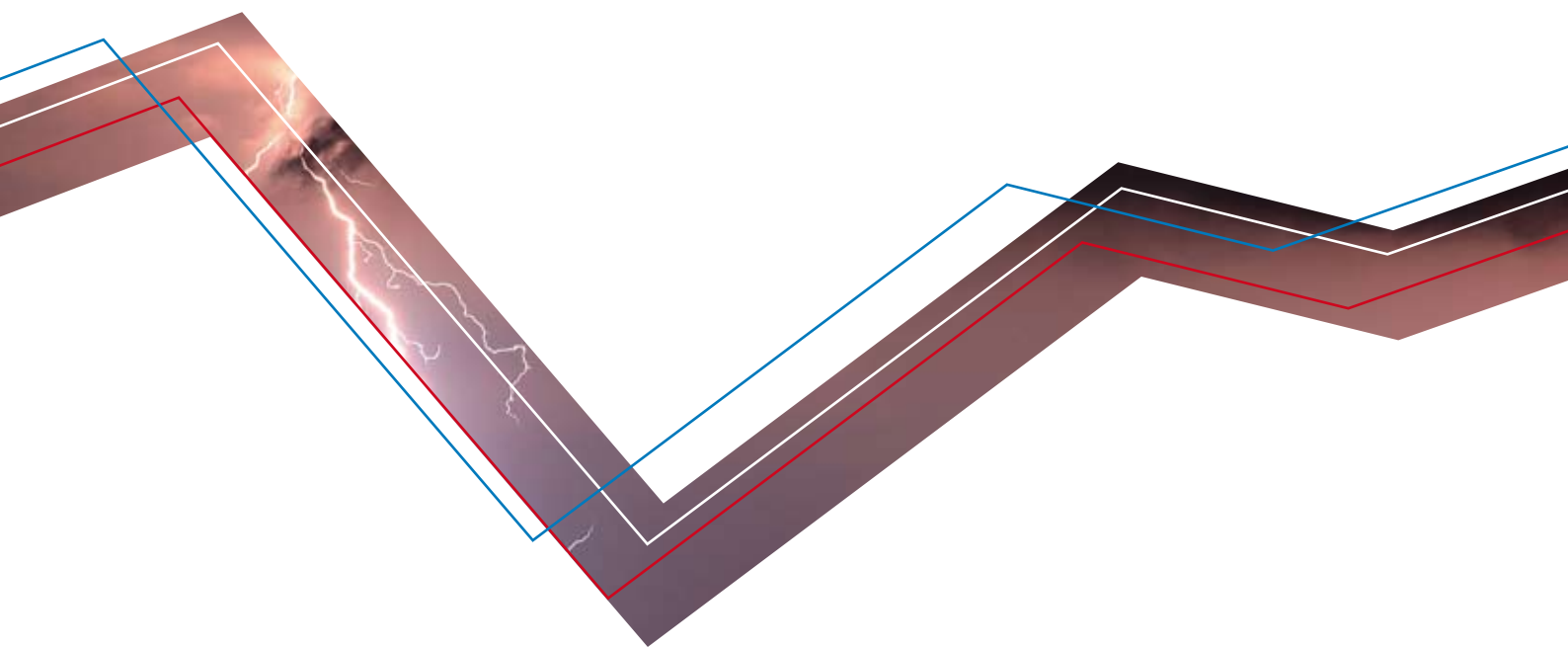


COMPACT NR 01/2009

**ENERGIE
IM KLIMAWANDEL**

EIN HINTERGRUNDBERICHT DER CIPRA



INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	3
2	CIPRA FORDERUNGEN ZUR ENERGIE	4
3	KLIMAWANDEL UND ENERGIE	6
3.1	ENERGIEVERBRAUCH IN DEN ALPEN	6
3.2	ENERGIEAUFBRINGUNG IN DEN ALPEN	9
4	SCHLUSSFOLGERUNGEN	20
5	GOOD PRACTICE-BEISPIELE	21
•	DAS ACHENTAL VERSORGT SICH SELBST	21
•	ERNEUERBARE ENERGIE IM GEBIRGE – DAS ENERGIEKONZEPT VON TOBLACH	22
•	LASS DIE SONNE REIN! ENERGIESCHULE OBERBAYERN	23
•	WÄRME AUS DEM SEE – DER ST. MORITZERSEE ALS «HEIZUNG».	24
•	PHOTOVOLTAIKANLAGEN FÜR ALLE LAAKIRCHENER	26
6	WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN	28

Impressum

Herausgeber: CIPRA International,
Im Bretscha 22, FL-9494 Schaan
T +423 237 53 53, F +423 237 53 54

VerfasserInnen: Simone Gingrich,
Veronika Gaube, Helmut Haberl,
Institut für Soziale Ökologie, IFF Wien,
Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
Gestaltungskonzept: IDconnect AG

cc.alps in Kürze

Das Projekt «cc.alps – Klimawandel: einen Schritt weiter denken!» wird von der Internationalen Alpenschutzkommission CIPRA getragen und von der MAVAs-Stiftung für Natur finanziert. Die CIPRA trägt mit dem Projekt dazu bei, dass Klimamassnahmen im Alpenraum mit dem Prinzip der nachhaltigen Entwicklung in Einklang stehen.



EINLEITUNG

Mit dem Projekt «cc.alps – Klimawandel: einen Schritt weiter denken!» – stellt die Internationale Alpenschutzkommission CIPRA Klimamassnahmen in den Alpen auf den Prüfstand. Die CIPRA sammelt Aktivitäten zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung in den Alpen (im Weiteren werden diese Aktivitäten als Klimamassnahmen bezeichnet) und untersucht, welche Auswirkungen diese Klimamassnahmen auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft haben. Ziel der CIPRA ist es, jene Klimamassnahmen einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen, die mit den Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung im Einklang stehen und vor jenen Klimamassnahmen zu warnen, die negative Folgewirkungen auf Natur und Umwelt, aber auch auf das soziale Gefüge und die Wirtschaft haben.

Die «CIPRA compact» Reihe umfasst mehrere Themenhefte, die sich kritisch mit Klimamassnahmen in den Alpen auseinandersetzen. Die Reihe umfasst neben dem Thema «Energie» folgende Aktivitätsfelder : Verkehr, Bauen und Sanieren, energieautarke Regionen, Raumplanung, Tourismus, Naturgefahren, Naturschutz, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Wasser.

Das CIPRA compact «Energie» bietet einen Überblick über Energieeinsatz und Energiebereitstellung in den Alpen und beschreibt nationale und regionale Strategien zu Klimaschutz und Klimaanpassung. Hier bringt die CIPRA ihre zentralen Anliegen auf den Punkt: Wenn wir die Erderwärmung eindämmen wollen, ist Effizienzsteigerung wichtig, aber nicht ausreichend: Wir müssen unseren Konsum an Energiedienstleistungen reduzieren! Erneuerbare Energien müssen forciert werden – dabei muss behutsam vorgegangen werden, denn auch erneuerbare Energieträger bergen ein beträchtliches ökologisches Konfliktpotenzial. Besonders heikel sind Biomasse, Windkraft und der weitere Ausbau der Wasserkraft in den Alpen. Für die Energiewende brauchen wir eine dezentralisierte Energiewirtschaft und makroökonomische Massnahmen. Die CIPRA fordert in diesem Zusammenhang die Ausarbeitung einer « Energievision Alpen».

Das dritte Kapitel richtet das Augenmerk auf die Bereitstellung von Energie in den Alpen und diskutiert verschiedene Energieträger in Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit: Welche Potenziale haben welche Energieträger für eine klimaneutrale Energieversorgung und welche Nachhaltigkeitsprobleme können bei ihrer verstärkten Nutzung auftreten? Das vierte Kapitel liefert vorbildliche Beispiele: Die nachhaltige Energieversorgung im bayrischen Achenal, das Fernheizwerk im Südtiroler Toblach und eine Energieschule in Oberbayern zeigen, wie es gemacht wird und regen zur Nachahmung an. In Kapitel fünf fassen die AutorInnen ihre wichtigsten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen zusammen.

ERNEUERBAR, DEZENTRAL, HOCHWIRKSAM

CC.ALPS: CIPRA-FORDERUNGEN ZUR ENERGIE

Um die Erderwärmung einzudämmen, ist es zunächst einmal wichtig, Energie effizienter zu nutzen. Aber das wird nicht reichen, um klimaverträglich zu wirtschaften. Wir müssen grundsätzlich unseren Konsum von Energie und von energieintensiven Waren und Dienstleistungen ändern. Die Erfahrung zeigt allerdings, dass der Verbrauch nur dann sinkt, wenn eindeutige politische Signale gesendet werden. Dazu gehören auch gesetzliche Massnahmen, die Energiesparen belohnen und Verschwendung sanktionieren.

Der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien muss forciert werden, aber nicht auf Kosten der Natur. Die Produktion von Biomasse, die Installation von Windkraftanlagen und neue Wasserkraftwerke in den Alpen bergen viel Konfliktstoff. Die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen von Klimamassnahmen müssen sorgfältig geprüft und gegeneinander abgewogen werden.

Die CIPRA fordert:

ENERGIEVISION ALPEN!

In der Ära nach dem Erdöl wird Energie zunehmend dezentral erzeugt. Diese Energiewende muss unterstützt werden von sozial-ökologischen Steuerreformen, einer Infrastruktur- und Raumordnungspolitik, die Verkehr einspart, sowie einer Technologiepolitik, die neue Effizienzschübe ermöglicht. Um diese Strategien zu bündeln, fordert die CIPRA eine «Energievision Alpen». Sie soll zusammen mit allen interessierten Akteuren aus Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Gebietskörperschaften formuliert werden. Innerhalb von zwei Jahren kann sie ausgearbeitet sein, um im Rahmen der Alpenkonvention und der EU-Strategie für den Alpenraum beschlossen und zügig umgesetzt zu werden. Sie soll Energiesparen und Effizienzsteigerungen fördern und regeln, wie neue Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie (Wind, Wasser, Sonne, Biomasse, ...) so gebaut werden, dass sie Natur und Landschaft nicht schädigen.

ENERGIE SPAREN!

Wenn wir die Erderwärmung in den kommenden Jahren auf ein vertretbares Maß von etwa zwei Grad begrenzen wollen, müssen wir den Ausstoß von Treibhausgasen um ca. 80 % reduzieren. Dies wird uns nur gelingen, wenn wir unseren Energiekonsum deutlich reduzieren. Dazu braucht es zum einen gesetzliche Regelungen, zum anderen müssen die Energiepreise die ökologischen und gesellschaftlichen Kosten der Energieproduktion beinhalten. Verschwendung darf nicht belohnt und staatlich gefördert werden.

EFFIZIENTERE STATT NEUE WASSERKRAFTWERKE!

Ausbau bzw. Modernisierung von Wasserkraftwerken kann deren Wirkungsgrade kurzfristig massiv erhöhen – es gibt Beispiele, wo eine Modernisierung gar zu einer Verdreifachung der Stromproduktion geführt hat, wobei die ökologische Situation dank Begleitmassnahmen sogar verbessert wurde. Solche Verbesserungen haben Vorrang vor dem Neubau von Wasserkraftwerken mit ihren negativen Auswirkungen für Natur und Landschaft. Bei allen Sanierungsmassnahmen muss die Umweltverträglichkeit geprüft und gewährleistet werden, oder – wenn Eingriffe unvermeidlich sind – nach der Wasser-Rahmenrichtlinie der EU und den nationalen Gesetzen ausgeglichen werden. Die Vertragsparteien der Alpenkonvention werden aufgefordert, ihre jeweiligen gesetzlichen Bestimmungen zur Förderung von Ökostrom zu überprüfen. Die Bestimmungen müssen so geändert werden, dass Effizienzsteigerungen und Optimierungen vorhandener Wasserkraftwerke stärker gefördert werden und dass keine umweltschädigenden Neubauten gefördert werden.

ENERGIE NACHHALTIG NUTZEN!

Länder, Regionen und Kommunen im Alpenbogen werden aufgefordert, umfassende und möglichst konkrete Programme aufzulegen, die den Übergang zu den erneuerbaren Energien beschleunigen. Modelle hierfür sind etwa die Schweizer Initiative «Energistadt» oder das österreichische Gemeindeprogramm «e5». Die Gewährung von Fördergeldern im Energiebereich muss davon abhängig gemacht werden, ob kommunale Antragsteller verbindlich ihre Mitarbeit bei diesen Programmen erklären.

ATOMKRAFTWERKE SIND KEINE ZUKUNFTSOPTION

Die Atomenergie darf keinen Platz in der zukünftigen Energieversorgung der Alpen mehr haben. Bei Bau, Erhaltung und Abriss der Kraftwerke fallen Treibhausgas-Emissionen an. Der nukleare Brennstoffzyklus verschlingt erhebliche Mengen an Fossilenergie. Uran ist ein endlicher Rohstoff – die Förderung könnte bei der heutigen Nachfrage schon bis 2030 unrentabel werden. Bei der Kernspaltung kann nur 30% der freigesetzten Energie genutzt werden, es entstehen grosse Mengen an Abwärme, die ökologische Folgen wie die Erwärmung von Flüssen durch das Abwasser nach sich ziehen. Mit der Kernenergie untrennbar verbunden ist das Risiko von katastrophalen Unfällen. Ausserdem entsteht radioaktives Material, das ein erhebliches Sicherheitsrisiko für heutige wie auch zukünftige Generationen darstellt.

KLIMAWANDEL UND ENERGIE

3.1 ENERGIEVERBRAUCH IN DEN ALPEN

Die Verbrennung fossiler Energieträger wie Erdöl, Erdgas oder Kohle zur Energiegewinnung ist eine der Hauptursachen des vom Menschen verursachten Klimawandels. Das CO₂, das durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern in die Atmosphäre gelangt, ist jenes Treibhausgas, das vor allem langfristig betrachtet am stärksten zum Klimawandel beiträgt. Der Grossteil der weltweiten CO₂-Emissionen stammt aus der Fossilenergie-nutzung. Ausserdem verursacht die Nutzung von Kohle und Erdgas Methanemissionen, die ebenfalls klimawirksam sind. Die Alpenländer sind als Industriestaaten mit ihrem Energieverbrauch und Energiemix Mitverursacher des Klimawandels. Abbildung 1 zeigt den Primärenergieeinsatz der verschiedenen Alpenländer im Zeitraum 1970 bis 2004: Insgesamt hat sich der Energieeinsatz in den Alpen zwischen 1970 und 2004 fast verdoppelt (vgl. Tabelle 1). Mit über 2000 Petajoule (PJ) macht der Energieeinsatz der Alpen knapp 3 % des gesamten Energieeinsatzes der europäischen OECD-Staaten aus – pro Kopf verbraucht man in den Alpen allerdings etwa 10 % mehr Energie als im europäischen Durchschnitt.

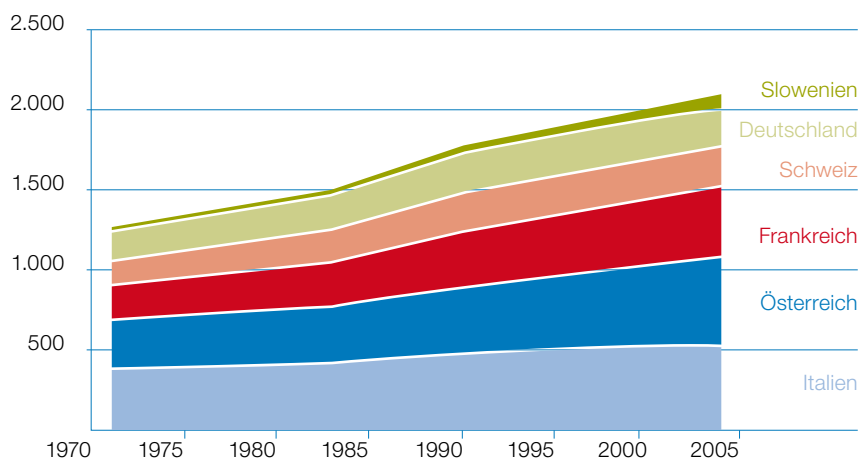
Der Energiemix wird im Alpenraum nach wie vor von traditionellen fossilen Energieträgern dominiert: Kohle, Erdgas und Erdölprodukte tragen in der Summe mehr als 70 % zum Endenergieeinsatz bei (Haberl et al. 2001). Der Verbrauch von Kohle, die pro produzierter Energieeinheit den höchsten CO₂-Ausstoss verursacht, ging in den letzten Jahrzehnten um etwa 50 % zurück. Der Einsatz von Erdöl, der im Jahr 1971 zwei Drittel des Endenergieverbrauchs ausmachte, stieg bis Ende des 20. Jahrhunderts nur leicht an. Der Zuwachs des Energieeinsatzes wurde vor allem von Erdgas, Elektrizität (die in den Alpen zu einem beträchtlichen Teil aus Wasserkraft gewonnen wird) und anderen Energieträgern (Biomasse und Fernwärme) getragen. Dies führte zu einer «relativen Entkopplung» des Energieverbrauchs vom CO₂-Ausstoss: Pro Einheit verwendeter Energie wird heute weniger CO₂ ausgestossen als in den 1970er Jahren. Diese Effizienzsteigerung wurde aber durch die Zunahme des Energieverbrauchs deutlich überkompensiert.

Industrie, Haushalte und Verkehr verbrauchen jeweils knapp 30 % der Endenergie. Andere Sektoren wie Landwirtschaft, Handel, Dienstleistungsbetriebe und der öffentliche Sektor benötigen insgesamt nur rund 15 %. Während der Energieeinsatz der Industrie in den letzten Jahrzehnten stagnierte, verdoppelte sich der Verbrauch von Verkehr und Haushalten seit den 1970er Jahren. Auch der Anteil der anderen Sektoren am Endenergieeinsatz erhöhte sich.

Energieszenarien in den Alpenländern gehen davon aus, dass der Energiebedarf in den nächsten Jahrzehnten durch Effizienzsteigerungen (insbesondere im Bereich Raumwärme) und Preiserhöhungen in Summe langsamer steigen oder sogar stagnieren könnte (Kratena & Wüger 2005, OcCC & ProClim 2007); mit einem Rückgang des Energiebedarfes ist – ohne drastische politische Massnahmen – allerdings nicht zu rechnen.

Abbildung 1:

Primärenergieeinsatz im Alpenraum nach Ländern 1971-2004, angegeben in Petajoule (PJ).



Quellen: Haberl et al. 2001, Pastorelli 2007, IEA 2007a, IEA 2007b

Tabelle 1:

Energieeinsatz im Alpenraum im Jahr 2004, angegeben in Tonnen Rohöläquivalenten (TRÖE).

Energiekonsum	Alpenstaaten (Mio. TRÖE)	im Alpenraum (Mio. TRÖE)	pro Kopf (TRÖE)	Bevölkerung Alpenraum (Mio.)	gesamt Bevölkerung (Mio.)	Staatsfläche (1000 km ²)	Fläche im Alpenraum (1000 km ²)
Österreich	33.7	13.5	4.1	3.3	8.3	8.39	5.49
Frankreich	262.6	10.8	4.3	2.5	61.7	54.40	3.98
Deutschland	328.5	5.6	4.0	1.4	82.3	35.70	1.09
Italien	202.5	14.7	3.5	4.2	57.9	30.13	5.24
Slowenien	6.0	1.8	3.0	0.6	2	2.03	0.78
Schweiz	29.0	6.6	3.9	1.7	7.5	4.13	2.68
gesamt	862.3	53.0	3.8	13.7	219.7	134.77	19.25

Quelle: Pastorelli 2007

Die Alpenländer (mit Ausnahme von Monaco) haben sich im Kyoto-Protokoll dazu verpflichtet, bis zum Jahr 2012 die Emission von Treibhausgasen (darunter auch CO₂) auf 92 % des Referenzjahres 1990 zu reduzieren. Die EU plant jetzt, ihre Treibhausgas-Emissionen bis 2020 auf 70 % des Wertes von 1990 zu reduzieren. Im Dezember 2008 wurde dazu im EU-Parlament mit dem «Klima- und Energiepaket» ein Regelwerk legislativer Massnahmen verabschiedet, das insbesondere auf zwei Strategien setzt:

a Die Steigerung der Energie-Effizienz: Pro Einheit eingesetzter Energie soll die Qualität der «Energiedienstleistung» erhöht werden. Effizienzsteigerungen sollen es in Zukunft ermöglichen, mit der gleichen Energiemenge mehr Wohnraum zu heizen oder eine längere Wegstrecke zurückzulegen. Die EU strebt bis 2020 eine Effizienzsteigerung um mindestens 20 % gegenüber einer Entwicklung ohne entsprechende Massnahmen an. Dabei setzt sie insbesondere auf die Raumwärme, wo heute schon Effizienzsteigerungen zu beobachten sind (vgl. CIPRA compact Bauen und Sanieren). Ein Mechanismus, der zur Steigerung der Energie-Effizienz beitragen soll, ist der «Handel mit Treibhausgas-Emissionen»: Etwa 12.000 derzeit erfasste Gross-Emittenten wie Fabriken oder Kraftwerke haben die Möglichkeit, eingesparte Emissionen auf dem europäischen Markt zu verkaufen. Damit wird ein ökonomischer Anreiz geschaffen, Emissionen zu verringern. Diese Massnahme ist ein politisch opportuner Weg, Effizienz zu steigern, trägt aber aufgrund der (zu) hoch angesetzten handelbaren Emissionsmenge (noch) nicht zu einer absoluten Verringerung der Emissionen bei.

b Den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien: Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Gesamtenergiemix soll von heute etwa 9 % auf 20 % im Jahr 2020 erhöht werden. Dadurch soll der CO₂-Ausstoss pro Einheit verwendeter Energie weiter verringert werden. Das ist zwar ein anspruchsvolles Ziel – aus ökologischer Sicht ist man aber mit einem Energiesystem, das zu 80 % auf fossilen Energieträgern beruht, noch immer weit von einer nachhaltigen und klimaneutralen Energieversorgung entfernt.

In der Deklaration zum Klimawandel der Alpenkonvention wird ebenfalls eine «Verbesserung der Energieeffizienz und die Nutzung bestehender Energiesparpotentiale» sowie eine «erhöhte Nutzung erneuerbarer Energien im Alpenraum» gefordert. Klimaschutzprogramme der Alpenländer und einiger Regionen in den Alpen stellen ganz ähnliche Forderungen.

Energie-Effizienzsteigerungen und der Umstieg auf erneuerbare Energien können einer weiteren Erhöhung der Treibhausgasemissionen entgegenwirken – aber reichen sie aus? Zu wenig beachtet wird bei den derzeit implementierten Klimaschutzmassnahmen der so genannte «Rebound-Effekt»: Dieser beschreibt das Phänomen, dass eine Steigerung der Effizienz bei gleichzeitigem Wirtschaftswachstum zu einer Erhöhung der Nachfrage nach den effizienter hergestellten Produkten führen kann. Dies gilt auch für Energiedienstleistungen. Dadurch wird der ökologische Nutzen der Effizienzsteigerung verringert oder sogar ins Gegenteil verkehrt.



Abbildung 2:

Die Energieeffizienz der Gebäude spielt eine sehr wichtige Rolle in der Energieeinsparung. Für detaillierte Informationen siehe CIPRA-compact «Bauen und Sanieren»

Im Alpenraum trugen derartige Effekte dazu bei, dass der Energieeinsatz trotz laufender Effizienzsteigerungen weiter zunahm. Auch die deutliche Verringerung der CO₂-Emissionen pro eingesetzter Menge Endenergie wurde durch das Wachstum des Energieeinsatzes überkompensiert, so dass die CO₂-Emissionen insgesamt angestiegen sind (vgl. www.cipra.org/de/alpmedia/publikationen/3222 (de/fr/it/sl)).

Klimaschutz kann also nicht allein auf der «Mikro-Ebene» betrachtet werden, d.h. auf der Ebene der Betriebe, Produkte und KonsumentInnen. Der Klimawandel ist vielmehr ein gesamt-gesellschaftliches Problem. Eine Möglichkeit, hier einzugreifen, ist die Ökosteuer, die Arbeit steuerlich entlastet und stattdessen Energiekonsum besteuert. Ansätze dieser Ideen wurden in Deutschland in den ökologischen Steuerreformen seit 1999 umgesetzt. Allerdings war das Ausmass der Veränderungen im Steuersystem bei weitem nicht ausreichend, um die für eine erfolgreiche Klimaschutzpolitik nötige Trendwende zu schaffen.

Der Energieeinsatz ist nicht nur Verursacher des Klimawandels: Durch die Änderung des Klimas verändert sich auch der Bedarf an Energie und der Zeitraum, in dem Energie benötigt wird. Das betrifft vor allem den Energiebedarf von Haushalten. In wärmeren Wintern wird weniger geheizt, dafür werden in immer mehr Gebäuden Klimaanlage für die Kühlung im Sommer installiert. In der Schweiz zeigen Szenarien, dass der Kühlbedarf bis 2050 gegenüber 1984-2004 um 150 % steigen könnte, während der Heizenergiebedarf im Winter nur um 15 % abnehmen wird (Aebischer & Catenazzi 2007). Während zur Heizung in den Alpenländern vor allem fossile Brennstoffe wie Erdöl und Erdgas verwendet werden, werden konventionelle Klimaanlage zumeist mit Strom betrieben. Man rechnet damit, dass der dadurch entstehende Anstieg des Strombedarfes nicht durch klimaneutrale Energieressourcen wie Wasserkraft gedeckt werden kann, da die Stromproduktion aus Wasserkraft aufgrund der erwarteten Klimaveränderungen bis 2050 um bis zu 10 % zurückgehen könnte (UVEK 2007, Akademien der Wissenschaften Schweiz (Hg.) 2007).

3.2 ENERGIEAUFBRINGUNG IN DEN ALPEN

Die Energieaufbringung in den Alpen unterscheidet sich stark vom regionalen Energieverbrauch: Die Alpen fungieren mit ihren Speicherkraftwerken als «Batterien Europas», indem sie bei hoher Nachfrage Spitzenstrom produzieren. Gleichzeitig importiert der Alpenraum Atomstrom und grosse Mengen an Erdöl und Erdgas, die in den Alpenländern selbst gar nicht produziert werden. Tabelle 2 fasst die bedeutendsten Energieträger in den Alpen zusammen, geordnet nach fossilen Energieträgern (Kohle, Erdöl, Gas), «traditionellen» erneuerbaren Energieträgern (Wasserkraft und Biomasse zur Wärmegewinnung), «neuen erneuerbaren» Energieträgern (Biotreibstoffe, Windenergie, Solarenergie und Abwärme) sowie Atomenergie.

Tabelle 2:

Übersicht über verschiedene Energieträger und ihren Zusammenhang mit dem Klimaschutz

	Energie-träger	Nutz-energie	Wirkung auf das Klima	Betroffenheit durch Klimawandel	Beitrag zum Energieein-satz in den Alpenländern	Potenzial, Zielkonflikte
FOSSILE ENERGIE-TRÄGER	Kohle	Wärme, Strom	Sehr klima-schädigend	Mässig (Kühlwasser)	Mittel	Stärkere Nutzung wäre klima- und umweltpolitisch kontraproduktiv
	Erdöl	Wärme, Strom, Treibstoff	klima-schädigend	Mässig (Kühlwasser)	Sehr hoch	Stärkere Nutzung wäre klimapolitisch kontra-produktiv
	Erdgas	Wärme, Strom, Stationäre Motoren	klima-schädigend	Mässig (Kühlwasser)	hoch	Stärkere Nutzung wäre klimapolitisch kontra-produktiv
TRADITIONELLE ERNEUERBARE ENERGIE-TRÄGER	Wasserkraft	Strom	klima-schonend	hoch (Veränderungen im Wasserabfluss)	Relativ hoch	Potenziale zu einem erheblichen Teil ausgeschöpft, Konflikte mit Naturschutz
	Traditionelle Biomasse (Scheitholz)	Wärme	klima-schonend	Mittel (Veränderungen im Zuwachs durch Klimawandel)	Relativ hoch	Potentiale noch relativ hoch; Potenzielle Konflikte mit Naturschutz
NEUE ERNEUERBARE ENERGIE-TRÄGER	«Moderne» Biomasse (Biokraftstoffe, Pellets etc.)	Strom, Wärme, Treibstoffe	Abhängig von Produktionsweise	Mittel (Veränderungen im Zuwachs durch Klimawandel)	Gering, steigend	Potenzial wird als hoch eingeschätzt, möglicherweise überschätzt. Konflikte mit Naturschutz und Lebensmittelproduktion
	Windkraft	Strom	klima-schonend	Mässig (Gefährdung durch Stürme)	Noch gering, stark steigend	Potenzial in den Alpen mässig
	Solarenergie	Wärme, Strom	klima-schonend	Gering (Veränderungen der Sonnenscheindauer)	Noch gering stark steigend	Potenzial hoch, insbesondere bei Wärme-produktion
	Erdwärme, industrielle Abwärme, Verbrennungswärme aus Abfällen	Wärme	klima-schonend	Gering	gering	Potenzial bei Raumwärme relativ hoch.
ATOMENERGIE	Kern-spaltung	Strom	Risikant. Endlagerfrage ungelöst.	Regional unterschiedlich, je nach Wasserverfügbarkeit (Kühlwasser)	Relativ hoch	Aufgrund von ökologischen und sozialen Risiken und Langzeitfolgen mit grossen Akzeptanzproblemen behaftet!

Quelle: proClim 2007

3.2.1 FOSSILE ENERGIETRÄGER (ERDÖL, ERDGAS, KOHLE)

Fossile Energieträger (insbesondere Erdöl) machen den Hauptteil des Energieeinsatzes in den Alpen aus. Sie werden jedoch im Alpenraum selbst kaum gewonnen: Fast die gesamte Fossilenergie, die im Alpenraum eingesetzt wird, wird importiert. Für die Stromproduktion in den Alpen spielt Fossilenergie eine relativ geringe Rolle: Im Jahr 2000 gab es elf Wärmekraftwerke in den österreichischen Alpen mit einer Leistung von insgesamt 844 Megawatt (MW), drei in der Schweiz (331 MW) und eines in Slowenien (662 MW), die durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe Strom erzeugen. Insbesondere die grösseren Wärmekraftwerke verfeuern vorwiegend lokale Braunkohle (Haberl et al. 2001). Bei der Verbrennung dieses Kohletyps entsteht pro produzierter Energieeinheit besonders viel CO₂ (Tabelle 3). In der Schweiz wird derzeit die Inbetriebnahme eines Erdgas-Kombikraftwerkes in Chavalon (Wallis) geplant.

Tabelle 3:
CO₂-Emissionen von verschiedenen fossilen Energieträgern pro Energieeinheit (Terajoule, TJ) in Österreich.

	CO ₂ -Emissionen [tCO ₂ /TJ]
Steinkohle	95
Braunkohle	110
Heizöl schwer	80
Erdgas	50

Quelle: BMWA (ed.) 2004

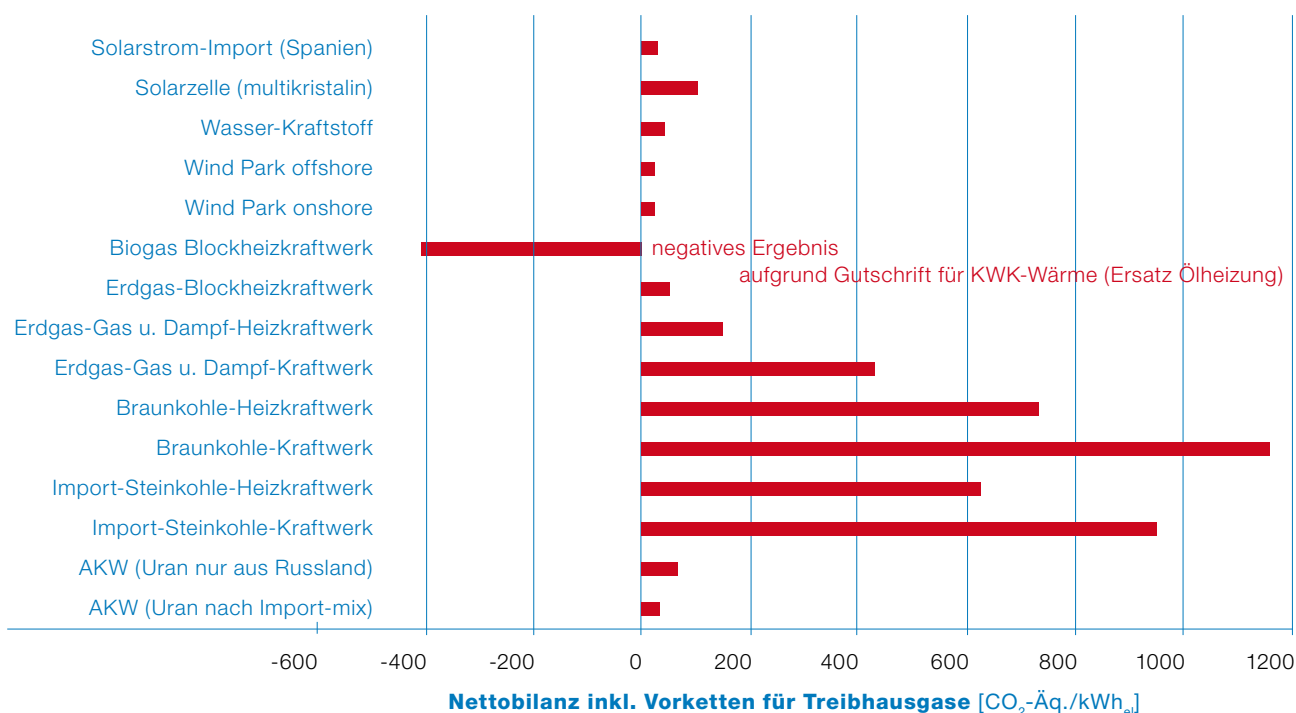
Im Klimaschutz geht es derzeit viel zu wenig um einen weitgehenden Ausstieg aus der fossilen Energie, der für eine klimaneutrale Energieversorgung notwendig wäre. Stattdessen konzentriert sich die Diskussion auf die Effizienzsteigerung von Wärmekraftwerken durch den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Dieser Kraftwerkstyp produziert neben dem Hauptprodukt Strom auch Heizenergie, die beispielsweise als Fernwärme genutzt werden kann. Dadurch kann der Wirkungsgrad der Energienutzung von etwa 35-50 % bei Kraftwerken ohne Wärmeauskopplung auf bis zu 85 % bei Kraft-Wärme-Kopplung gesteigert werden. Trotzdem: auch bei einer noch so effizienten Nutzung fossiler Energieträger bleibt der CO₂-Ausstoss als Beitrag zum Klimawandel ein sehr grosses Problem.

Wärmekraftwerke sind durch den Klimawandel insofern betroffen, als es bei einer Veränderung der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Sommer zur Knappheit oder Überhitzung von Kühlwasser kommen kann. Fossilenergiebetriebene Kraftwerke sind darüber hinaus zentrale Energielieferanten, die grosse Stromverteilungsnetze benötigen. Bei einer Erhöhung von Extremwetterereignissen (Stürme, Schneefall) sind diese Stromnetze besonders stark betroffen.

Abbildung 3:

Emissionen von CO₂-Äquivalenten (CO₂ und andere Treibhausgase) pro Kilowattstunde (kWh) erzeugtem Strom aus erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Energieträgern, unter Berücksichtigung der Prozessketten der verschiedenen Anlagen in Deutschland.

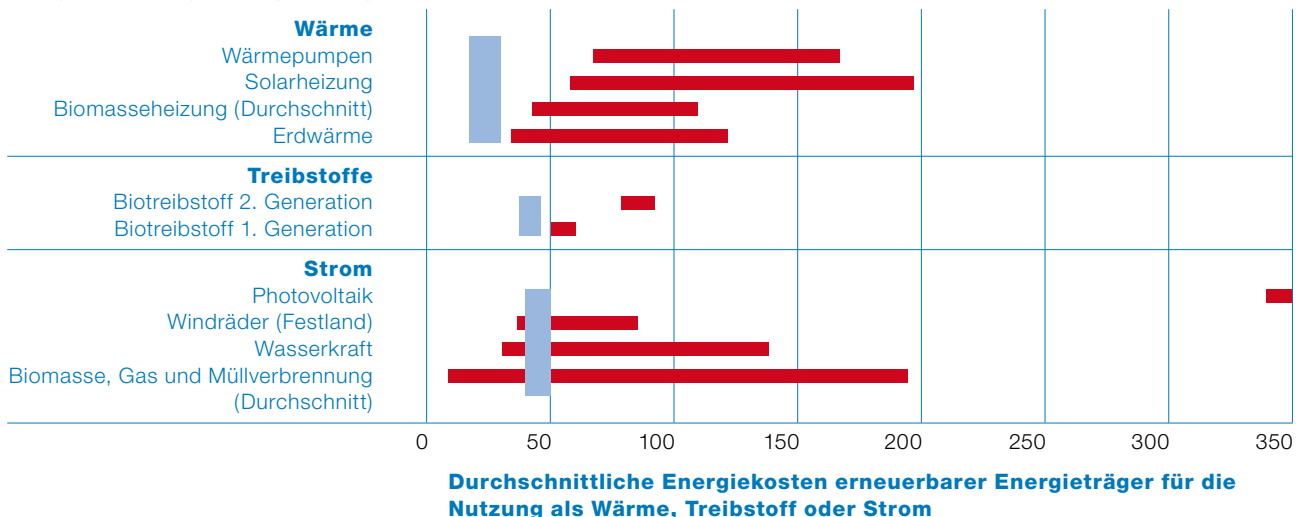
Bei den erneuerbaren Energieträgern unterscheidet man traditionelle erneuerbare (Wasserkraft und Holz zu Heizzwecken) und neue erneuerbare Energieträger (Biotreibstoffe, Windkraft, Photovoltaik, Geothermie). Erneuerbare Energieträger werden als «klimaneutral» bezeichnet, da sie bei der Energieproduktion entweder gar keine Treibhausgas-Emissionen verursachen (Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie, Geothermie) oder nur so viel Kohlendioxid emittieren, wie sie vorher aus der Atmosphäre gebunden haben (Biomasse). Bei Erstellung und Instandhaltung der notwendigen Infrastruktur sowie bei der Energieproduktion selbst fallen unterschiedlich hohe Treibhausgas-Emissionen an.



Quelle: Fritsche et al. 2007

Abbildung 4:

Durchschnittliche Energiekosten erneuerbarer Energieträger (rote Balken) verglichen mit Fossilenergiepreisen (blaue Balken) in EUR pro MWh



Quelle: Commission of the European Communities 2007

Im Gegensatz zu fossilen Energieträgern können erneuerbare Energieträger im Alpenraum selbst produziert werden. Das hat zwei entscheidende Vorteile: Erstens bleibt die Wertschöpfung in der Region und erzeugt damit positive Beschäftigungseffekte. Zweitens reduziert ihre verstärkte Nutzung die Abhängigkeit von Importen, erhöht damit die Versorgungssicherheit und reduziert politische Risiken (vgl. Erdgasstreit zwischen Russland und der Ukraine) für das Energiesystem. Mit Ausnahme der Wasserkraft, die in Grosskraftwerken gewonnen werden kann, sind erneuerbare Energien dadurch gekennzeichnet, dass sie dezentral mit einer relativ geringen Energiedichte anfallen. Sie bedingen daher eine dezentralere Struktur der Energieversorgung. Ihre effiziente Nutzung in einem grösseren Massstab erfordert einen massiven Umbau der Energiesysteme. Im Hinblick auf den Klimaschutz ist das positiv, weil sich dezentrale Energiestruktur und Ausbau der erneuerbaren Energie gut ergänzen.

TRADITIONELLE ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER

- **WASSERKRAFT**

Wasserkraft ist die traditionelle Form der erneuerbaren Energienutzung im Alpenraum. Über 90 % der Stromproduktion im Alpenraum erfolgt durch Wasserkraft (Haberl et al. 2001). Auch der Anteil des nationalen Strombedarfs, der aus Wasserkraft gedeckt wird, ist in den Alpenländern vergleichsweise hoch (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4:
Anteil der Wasserkraft an der nationalen Stromversorgung in den Alpenländern.

DECKUNG DES NATIONALEN STROMBEDARFS AUS DER WASSERKRAFT

Land	%	Quelle
Schweiz	62	Umwelt-Werkstatt e.V., Deutschland: www.bs-net.de
Österreich	76	
Deutschland	4	
Italien	20	Bundesamt für Wasser und Geologie, Schweiz: www.bwg.admin.ch
Frankreich	15	
Liechtenstein	45	Liechtensteinische Kraftwerke
Slowenien	29	Zdruzenja za energetiko, Slowenien: www.gzs.si/si_nov/druzenia/z26
EU	14	Verband der Elektrizitätswirtschaft VDEW e.V., Deutschland: www.strom.de
Norwegen	99	Umwelt-Werkstatt e.V., Deutschland: www.bs-net.de

Quelle: Haubner 2002. Hinweis: Seit der Publikation dieser Tabelle sind einzelne Prozentwerte gesunken (z.B. Österreich: 60 %). Nicht weil die Stromproduktion aus Wasserkraft gesunken wäre, sondern weil der Stromverbrauch massiv angestiegen ist.

Verschiedene Strategien zur Verminderung von Treibhausgas-Emissionen in den Alpenländern setzen auf eine Erhöhung der Stromproduktion aus Wasserkraft (vgl. CIPRA compact Wasser):



Abbildung 5:

Ausbau bzw. Modernisierung von Wasserkraftwerken kann deren Wirkungsgrade kurzfristig steigern.

- Bau neuer Grosswasserkraftwerke: Slowenien plant den Bau von fünf Grosswasserkraftwerken, in Italien will man drei Terawattstunden zusätzlich erzeugen (Clini 2004), und auch in Österreich will die Tiroler Wasserkraft AG TIWAG zwei neue Großkraftwerke anlegen und zwei bestehende Pumpspeicherwerke ausbauen. Dieser Ausbau geht mit beträchtlichen ökologischen Problemen einher, da er den Verlust der letzten naturnahen Alpenflüsse (Tödter 1998) bedeuten würde.
- Ausbau von Kleinkraftwerken: In Österreich, der Schweiz, Deutschland und Frankreich, wo das Wasserkraftpotenzial bereits grossräumig erschlossen ist, gibt es Initiativen zur Förderung von Kleinwasserkraftanlagen wie das «Programm Kleinwasserkraftwerke» (CH). Auch hier gilt: ohne ökologische Auflagen bedroht der Ausbau der Wasserkraft die Biodiversität der Alpenflüsse. Labels wie «naturemade» oder «greenhydro» in der Schweiz kennzeichnen ökologisch produzierten Strom aus Wasserkraft.
- Effizienzsteigerungen: In Regionen, die seit vielen Jahrzehnten auf die Wasserkraft setzen (Österreich, Schweiz, Deutschland und Frankreich), gibt es grosse Potenziale für die Effizienzsteigerung bestehender Anlagen. Das Kraftwerk Kimmelbach in Niederösterreich konnte beispielsweise durch einen Umbau seine Stromproduktion von 4 Gigawattstunden (GWh) auf 15 GWh mehr als verdreifachen. Dank begleitender Massnahmen wie einer 463 Meter langen Fischaufstiegs-hilfe wurde die ökologische Situation dabei sogar verbessert.

Pumpspeicherkraftwerke unterscheiden sich von anderen Techniken, erneuerbare Energien zu gewinnen, indem sie nicht nur relativ viel Energie liefern, sondern Energie auch «veredeln»: Sie liefern teuren Spitzenstrom zu Zeiten, an denen der Bedarf besonders hoch ist, und verwenden billigen Nachtstrom, der häufig aus Atomkraftwerken kommt, um Wasser für den nächsten Spitzenbedarf wieder in den Speicher zu pumpen. Ein Ausbau von Pumpspeicherkraftwerken würde also zu einem erhöhten Nachtstrombedarf führen. Pumpspeicherkraftwerke können aber auch dazu dienen, die unregelmässig anfallende Energie aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind- oder Sonnenenergie zu speichern und bei Bedarf verfügbar zu machen – in einem nachhaltigen Energiesystem, das auf erneuerbare Energieträger setzt, käme ihnen damit in den Alpen eine Schlüsselfunktion zu (Erlacher 2005). Aber auch bei Pumpspeicherkraftwerken gilt: der Bau neuer Anlagen bedroht die Biodiversität (vgl. CIPRA compact Naturschutz).

Die Stromproduktion aus Wasserkraft ist von Klimaänderungen sehr stark betroffen, da sich der Wasserhaushalt der Alpenflüsse mit dem Klimawandel durch Gletscherschwund und eine Verschiebung der Niederschläge in die kalte Jahreszeit verändern wird (Bundesministerium für Umwelt 2008, vgl. auch CIPRA compact Wasser). Mehr Niederschläge im Winter

können zwar die Kapazitäten von Pumpspeicherkraftwerken auch ohne Ausbau erhöhen, allerdings steigt die Nachfrage nach Strom noch stärker an. Schon jetzt kommt die Stromproduktion aus Wasserkraft der Stromnachfrage in einigen Alpenländern nicht mehr nach. Es ist daher damit zu rechnen, dass der steigende Strombedarf in den nächsten Jahrzehnten in den Alpen nicht durch Wasserkraft gedeckt werden kann (UVEK 2007, Akademien der Wissenschaften Schweiz (Hg.) 2007).

- **TRADITIONELLE BIOMASSE (SCHEITHOLZ)**

Die Verbrennung von Holz ist die älteste Form der Gewinnung von Raumwärme. Auch heute hat die Nutzung von Holz (und Holzpellets) den grössten Anteil an den knapp 10 %, die die Biomasse zur Endenergiebereitstellung in den Alpen beiträgt. Die Holznutzung zur thermischen Energiegewinnung ist dann als nachhaltig zu betrachten, wenn

- langfristig nicht mehr – oder viel weniger – Holz genutzt wird als nachwächst (in den Alpen kann man derzeit eine regional durchaus als problematisch erlebte Wiederverwaldung beobachten).
- das Holz ökologisch produziert wird (naturnahe Forstwirtschaft).
- das geschlagene Holz möglichst vollständig genutzt wird (inklusive Nutzung von Holzabfällen aus der Holzverarbeitenden Industrie).
- lokale Luftverschmutzung durch Filtertechniken möglichst vermieden wird.

Holz und Holzabfälle werden zunehmend auch in Biomassekraftwerken zur Fernwärme- und Stromproduktion verwendet (vgl. CIPRA compact Forstwirtschaft).

- **NEUE ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER**

«MODERNE» BIOMASSE

In den letzten Jahrzehnten hat Biomasse zunehmend Bedeutung als Energieträger für hochwertigere Energieformen wie Kraftstoffe oder Elektrizität gewonnen. Strategien zur Ausweitung der Nutzung von Biomasse bilden in allen Alpenländern einen wichtigen Bestandteil der Klimaschutzbestrebungen. In Frankreich wird mit der Ausschreibung «Appel d'offre biomasse» versucht, bis 2009 eine zusätzliche Leistung von 300 Megawatt (MW) aus Biomasse zu erzeugen. Das italienische Programm «PROBIO» (Programma Nazionale Biocombustibili) unterstützt seit 2003 die Produktion von Biokraftstoffen in Italien. In der Schweiz sind Biokraftstoffe seit 2008 steuerfrei, wenn ihre Produktion ökologischen Mindestanforderungen entspricht – die Erwartungen sind allerdings bescheiden: 5-10 % am gesamten Treibstoffverbrauch bis 2035 (UVEK 2007). Das österreichische Regierungsprogramm von 2007 plant, im Jahr 2010 10% des Kraftstoffbedarfs aus «alternativen Kraftstoffen» zu decken – dazu zählt auch Biogas (BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft 2007). Aus diesen Zielen wird deutlich, dass das Potenzial zur



Abbildung 6:

Der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien muss forciert werden – aber nicht auf Kosten der Natur. Die Produktion von Biomasse, die Installation von Windkraftanlagen und neue Wasserkraftwerke in den Alpen bergen viel Konfliktstoff.



Abbildung 7:

Die Landflächen, die für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden, stehen nicht mehr für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung.

Produktion von Biokraftstoffen nicht ausreicht, um das derzeitige Mobilitätssystem zu versorgen (vgl. CIPRA compact Verkehr). Den möglichen Beitrag von Biomasse zur Stromproduktion schätzt man in der Schweiz mit etwa 5 % ebenfalls relativ bescheiden ein.

Die Nutzung von Biomasse für diese Energieformen ist darüber hinaus nur theoretisch klimaneutral. Im Gegensatz zur Nutzung von extensiv produziertem Holz oder von landwirtschaftlichen Abfällen fallen bei der intensiv-landwirtschaftlichen Produktion von Ölpflanzen zur Herstellung von Biodiesel relativ hohe CO₂-Emissionen an: In Europa werden bei der Produktion von Biodiesel aus Raps pro eingesetzter fossiler Energieeinheit nur 1,7 Einheiten erneuerbare Energie gewonnen (Escobar et al. 2009). Weltweit würde ein Umstieg auf Biodiesel die Treibhausgas-Emissionen gar nicht reduzieren oder vielleicht sogar noch verstärken, da durch die Abholzung von Wäldern und die Lachgasemissionen auf Grund des Einsatzes von Stickstoffdünger genauso viel Treibhausgas-Emissionen entstehen wie bei der Nutzung fossiler Brennstoffe (Crutzen et al. 2007).

Darüber hinaus bestehen bei der Produktion von Biotreibstoffen Zielkonflikte im Bereich der Landnutzung: Jene Flächen, die für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden, stehen nicht mehr für andere Funktionen wie Nahrungsmittelproduktion oder Naturschutz zur Verfügung. In puncto Flächeneffizienz ist beispielsweise die Photovoltaik den Biotreibstoffen klar vorzuziehen: Mit Solarzellen kann auf der gleichen Fläche etwa 100 mal mehr Energie gewonnen werden.

Die Verbrennung von land- und forstwirtschaftlichen Abfällen zur Energiegewinnung kann hingegen als wirklich klimaschonend betrachtet werden. Auch die oben genannten Zielkonflikte um Landnutzung fallen weg. Eine Strategie, die in diesem Zusammenhang nützlich ist, ist die «kaskadische Nutzung»: Dabei wird die gesamte Nutzungskette von Biomasse von der Produktion bis zur Endverwendung optimiert. Eine Möglichkeit dafür ist die Verwendung von Nebenprodukten wie

- Biogaserzeugung aus Fäkalien der Nutztierhaltung, feuchten Erntenebenprodukten (z.B. Maisstroh, Rübenblätter), organischen Haushaltsabfällen oder Rückständen der Lebensmittelproduktion oder die
- energetische Verwertung von Stroh oder Holzabfällen.

Auf diese Weise können land- und forstwirtschaftliche Flächen viel effizienter genutzt werden, was einerseits die Potenziale für energetische Biomasse steigert, andererseits die Zielkonflikte entschärft.

Bei der Nutzung von Biomasse kommt es stark auf die Art der Produktion an – naturnahe Land- und Forstwirtschaft minimiert negative ökologische Auswirkungen und kann sogar zur Erhaltung der Biodiversität beitragen; intensiv genutzte Monokulturen haben dagegen negative Auswirkungen auf Boden, Grundwasser und Artenvielfalt. Die Einhaltung strenger Nachhaltigkeitsstandards bei der Produktion von Bioenergie ist daher besonders zu beachten (vgl. CIPRA compacts Landwirtschaft und Naturschutz).



Abbildung 8:

Weiterführende Informationen über Windenergie hat die CIPRA in dem CIPRA Dossier «Windenergie in den Alpen» veröffentlicht.
www.cipra.org/de/alpmedia/dossiers/3

- **WINDKRAFT**

Auf Windkraft setzt man in den Alpenländern grosse Hoffnungen, allerdings in erster Linie ausserhalb des Alpenraums. Windräder zur Stromproduktion stehen derzeit hoch im Kurs, da sie kostengünstig in Errichtung und Wartung sind (vgl. Abbildung 4). Die Zahl der Windräder ist in den Alpenländern stark gestiegen. In Österreich ist die installierte Leistung von Windrädern von weniger als einem Megawatt (MW) im Jahr 1995 bis heute auf knapp 1.000 MW angestiegen (Proidl 2006), 2007 wurden damit mehr als zwei Terawattstunden (TWh) Strom produziert. Frankreich plant bis 2010 die Installation von 5.000 Megawatt durch Windräder, in Italien sind es über 2.000 Megawatt (Clini 2004). In Deutschland, wo der Einsatz der Windenergie durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert wird und auch die klimatischen Bedingungen an der Nordsee besonders günstig sind, stieg die Stromerzeugung aus Windkraft von 1,8 TWh im Jahr 1995 auf knapp 40 TWh im Jahr 2007 (Statistisches Bundesamt 2008). Trotzdem ist die Windenergie in den Alpenländern immer noch relativ unbedeutend. Selbst in Deutschland, dem grössten Stromproduzenten aus Windkraft unter den Alpenländern, trägt Windenergie nur 6% zur Stromproduktion bei, wobei sich ein Grossteil der Windkraftwerke ausserhalb des Alpenraumes befindet.

Darüber, wie die Windkraft durch den Klimawandel betroffen ist, gibt es bisher sehr wenige Studien. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass durch häufigere Extremwetterereignisse wie Stürme die Anforderungen an die Standfestigkeit von Windanlagen steigen werden. Mehr Wind kann aber auch die Stromproduktion in Windrädern erhöhen.

Die Potenziale der Windenergie und mögliche ökologische Auswirkungen von Windrädern lassen die Perspektiven für Windenergie weniger positiv ausfallen (vgl. www.cipra.org/de/alpmedia/dossiers/3 (de/fr/it/sl)). Die Alpen sind aufgrund der Windsituation nicht besonders gut für als Standort für Windräder geeignet: Die Standorte, an denen die Windgeschwindigkeiten am höchsten sind, liegen zumeist auf Bergkuppen. Eine Einrichtung von Windrädern an solchen Standorten würde daher sowohl das Landschaftsbild beeinträchtigen, als auch hohe Infrastrukturinvestitionen wie die Anlage eigener Strassen erfordern. Darüber hinaus gilt es zu bedenken, dass Windenergie sehr unregelmässig anfällt. Für einen grossräumigen Umstieg auf Windenergie (auch ausserhalb der Alpen) werden mehr Pumpspeicherkraftwerke errichtet werden müssen (Erlacher 2005).

- **SOLARENERGIE UND PHOTOVOLTAIK**

Die Energie der Sonne kann auf zwei Arten direkt genutzt werden: entweder in Form von Wärme zur Raumheizung und Warmwasseraufbereitung oder über Photovoltaik-Anlagen zur Stromproduktion. Die Nutzung von Solarenergie ist klimaschonend und durch den Klimawandel vergleichsweise wenig gefährdet.



Abbildung 9:

Solarzellen auf Hausdächern sind ökologisch unbedenklich, deswegen sollten sie auf jedem Hausdach in den Alpen eingebaut werden.

Die Nutzung von Solarenergie zur Raumheizung wird in den Alpenländern gefördert. Das hat zur Folge, dass die Nutzung anderer Energieträger, die sonst zum Heizen benötigt würden, wie Öl, Gas, Holz oder Fernwärme, stagnieren oder sogar zurückgehen könnte. Diese Potenziale zur Einsparung von Treibhausgas-Emissionen gilt es durch Effizienzsteigerungen und den vermehrten Einsatz von Solarenergie auszuschöpfen (vgl. CIPRA compact Bauen und Sanieren).

Photovoltaik-Anlagen sind ähnlich wie Windräder bisher wenig verbreitet und stark im Wachsen begriffen. Das italienische Programm «10'000 photovoltaic roofs» soll beispielsweise 0,12 Megatonnen (Mt) CO₂ pro Jahr einsparen, in Deutschland arbeitet man sogar an einem «100'000 photovoltaic roofs»-Programm. Auch Österreich und Liechtenstein fördern die Anlage weiterer Photovoltaik-Anlagen.

Die Produktion von Strom durch Photovoltaik ist mit über 300 EUR/Megawattstunde (MWh) vergleichsweise teuer (vgl. Abbildung 4), und im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien wie der Wind- oder Wasserkraft verursacht die Produktion von Solarzellen einen relativ hohen CO₂-Ausstoß (vgl. Abbildung 3). Trotzdem ist die Photovoltaik aufgrund der grossen Potenziale eine zukunftsweisende Technologie. In Deutschland verzeichnete die Solarwirtschaft in den Jahren 2000-2003 aufgrund von Förderungen im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes Wachstumsraten von 30 bis 40 %. Die Anbringung von Solarzellen auf Hausdächern ist ökologisch unbedenklich und kann beträchtliche Mengen Strom produzieren – für Deutschland berechnen verschiedene Studien eine Stromproduktion von bis zu einem Drittel des heutigen Bedarfs durch die Einrichtung von Photovoltaik-Anlagen an Dächern, Fassaden und Freiflächen wie Wegrändern. Solarenergie kann dezentral zur Stromproduktion genutzt werden und so zur Versorgungssicherheit beitragen. Ähnlich wie Windenergie fällt aber auch Solarenergie nur unregelmässig an und wirft die gleichen Fragen der Speicherung bzw. Veredelung auf.

- **SONSTIGE ENERGIENUTZUNGEN ZUR WÄRMEPRODUKTION**

Es gibt eine Reihe sonstiger Energiequellen, die zur Produktion von Wärme (bzw. zur Erwärmung der eingesaugten Außenluft bei Lüftungsanlagen) genutzt werden können. Dazu zählen

- Erdwärme (Geothermie)
- Industrielle Abwärme
- Wärme aus der Verbrennung von Hausmüll, Industrieabfällen und Schlamm

Erd- und Abwärmenutzungen zur Raumheizung sind prinzipiell sinnvoll, da so Energie genutzt wird, die sonst ungenutzt bliebe oder – im Fall industrieller Abwärme – negative ökologische Auswirkungen haben kann. Die Nutzung von Fernwärme aus der Verbrennung von Haus- und Indus-

triebfällen oder Schlamm macht ebenfalls Energie verwertbar, die sonst nicht genutzt würde – auch wenn dabei klimaschädigende Treibhausgase entstehen. Im Sinne einer kaskadischen Nutzung von Ressourcen sind diese Strategien der Energienutzung wie beispielsweise das bayrische Programm «Klimaschutz in der Abfallwirtschaft» dennoch positiv zu beurteilen. Hier kann das Ziel aber nur in einer Effizienzsteigerung liegen – grosse Wachstumspotenziale gibt es keine.

Eine Ausnahme bietet die Geothermie: Geothermische Anlagen, die die Wärme von mehrere tausend Meter tief liegenden unterirdischen Wasservorkommen nutzen, produzieren Strom, der (im Unterschied zu den meisten klimaneutralen Energiequellen) saisonunabhängig anfällt.

3.2.3 **ATOMKRAFT**

In den Alpen gibt es keine Atomkraftwerke, wohl aber in einigen Alpenländern (Deutschland, Frankreich, Schweiz und Slowenien), und alle Alpenregionen beziehen Atomstrom aus den umliegenden Regionen. Im Gegensatz zur Verbrennung fossiler Energieträger wird bei der Kernspaltung nicht direkt CO₂ freigesetzt. Daher fand die Kernkraft in den letzten Jahren in der öffentlichen Diskussion wieder einen Aufschwung. Allerdings fallen bei Bau, Erhaltung und Abriss der Kraftwerke durchaus Treibhausgas-Emissionen an. Dazu kommt, dass der nukleare Brennstoffzyklus erhebliche Mengen an Fossilenergie verschlingt. Die Nutzung von Atomenergie ist darüber hinaus aus weiteren Gründen nicht nachhaltig: Uran ist ein endlicher Rohstoff – die Förderung könnte bei der heutigen Nachfrage schon bis 2030 unrentabel werden. Bei Kernspaltung kann nur 30 % der freigesetzten Energie genutzt werden, es entstehen also grosse Mengen an Abwärme, die ökologische Folgen (wie die Erwärmung von Flüssen durch das Abwasser) nach sich ziehen.

In den Klimastrategien der Alpenländer nimmt Atomenergie eine zweischneidige Rolle ein. Auch wenn kein Alpenland den Ausbau der Atomenergie plant (Deutschland plant sogar den Ausstieg), so ist beispielsweise in Frankreich oder Bayern die Atomenergie mitverantwortlich für die vergleichsweise niedrigen CO₂-Emissionen, derer man sich durchaus rühmt.

Mit der Kernenergie untrennbar verbunden ist das Risiko von katastrophalen Unfällen, durch die es zu einer Freisetzung von radioaktivem Material und damit zu grossräumigen und lang andauernden Umwelt- und Gesundheitsschäden kommen kann. Durch die Nutzung der Atomkraft entsteht radioaktives Material, das viele Jahrtausende lang von der Umwelt ferngehalten werden muss und daher ein erhebliches Sicherheitsrisiko für heutige wie auch zukünftige Generationen darstellt. Angesichts der Klimaproblematik sind daher andere – nachhaltige – Optionen der Energieversorgung vorzuziehen. Dafür spricht auch, dass die Kernenergie als zentrale Grosskraftwerkstechnologie von der Architektur des Energiesystems her mit einem dezentralen Energiepfad schlecht vereinbar ist.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der Klimawandel stellt gegenwärtig eine der wichtigsten Herausforderungen für das Energiesystem der Alpen dar. Dies betrifft sowohl die Anpassung an den gegenwärtigen und zukünftigen Klimawandel als auch die Notwendigkeit eines radikalen Umbaus hin zu einem klimaneutralen Energiesystem.

Die Verringerung des Energieeinsatzes im Alpenraum ist eine Voraussetzung für die Erreichung der drastischen Einsparung an Treibhausgasen (über 80 %), die notwendig wäre, um die Erderwärmung auf ein vertretbares Mass (etwa 2°C) zu begrenzen. Die grösste Herausforderung dafür stellt der «Rebound»-Effekt dar, also die Kompensation (oder Überkompensation) von Effizienzsteigerungen durch den erhöhten Konsum an Energiedienstleistungen. Die Realisierung von technischen Potenzialen zur effizienteren Energienutzung – so wichtig diese auch sind – kann daher hierfür nicht ausreichen.

Eine Verringerung des aggregierten Energieeinsatzes ist nur durch eine Strategie denkbar, die nicht nur Anreize für den Einsatz effizienterer Technologien schafft, sondern auch auf makroökonomischer Ebene wirksam ist. Hierfür wäre ein Bündel von Massnahmen nötig, die nur in Kombination zum Ziel führen könnten: Implementierung von sozial-ökologischen Steuerreformen, Infrastruktur- und Raumordnungspolitik sowie effizienzfördernde Technologiepolitik. Nur so kann verhindert werden, dass trotz des raschen Anstiegs der Nutzung «neuer erneuerbarer Energieträger» die Treibhausgas-Emissionen weiter zunehmen, wie dies bisher der Fall ist.

Neben einer Effizienzsteigerung im Energieeinsatz ist ein Umstieg auf erneuerbare Energien notwendig. Da erneuerbare Energien in der Regel dezentral anfallen, ist dieser Umstieg mit einer fundamentalen Umstrukturierung der Energieversorgung verbunden. Dies erfordert eine Umorganisation in der Energiewirtschaft, deren Dimensionen heute noch oft unterschätzt werden. Klar ist, dass grosse Wechselwirkungen zu den erwähnten nötigen Veränderungen in der Infrastrukturpolitik zur Energiebereitstellung und -versorgung bestehen. Der hierfür nötige Paradigmenwechsel wird aber noch unzureichend verstanden.

Daher sind auch erheblich grössere Kraftanstrengungen im Bereich Forschung und Entwicklung nötig. Wichtig ist dabei, nicht nur den Bereich der technischen Forschung und Entwicklung zu sehen, sondern auch ein verbessertes integriertes Verständnis für die sozialen, ökonomischen und raumbezogenen Dimensionen der Energieproblematik zu entwickeln.

GOOD PRACTICE- BEISPIELE

- **DAS ACHENTAL VERSORGT SICH SELBST**

Neuerdings gehen die Achentaler zur Energiesprechstunde, so wie sonst zur Gesundheitssprechstunde. Etwa 100 Hauseigentümer pro Jahr nutzen dieses Angebot des Ökomodells Achtal e.V. eines Zusammenschlusses von sieben Gemeinden südlich des Chiemsees unter der Leitung von Fritz Irlacher. Dort erfahren die Hauseigentümer alles über die Möglichkeiten von erneuerbaren Energien. Doch dies ist nur eine Massnahme von vielen, die im bayrischen Achental geplant oder bereits realisiert sind. Die Menschen im Achental haben sich hohe Ziele gesteckt: Der gesamte Energiebedarf für Heizung und Strom soll bis im Jahr 2020 durch eine Kombination verschiedener Massnahmen aus erneuerbaren regionalen Energiequellen bereitgestellt werden. Längst hat man nämlich erkannt: Nachhaltige Energieversorgung ist kein rein technisches Problem. Vielmehr handelt es sich dabei um eine Herausforderung, die nach intensiver regionaler Kooperation verlangt: Erhalt der Natur- und Kulturlandschaft, Sicherung landwirtschaftlicher Betriebe sowie Fördern und Entwickeln eines naturverträglichen Tourismus und Gewerbes – dies sind die drei Säulen des Ökomodells. So bringen die sieben Gemeinden seit 1999 ge-

Abbildung 10:

Biomassehof Achental



meinsam die nachhaltige Regionalentwicklung voran, teils in enger Kooperation mit zwei österreichischen Nachbargemeinden.

Eine weitere Massnahme ist der Biomassehof Achental GmbH, eine Tochtergesellschaft des Ökomodells Achental e.V., der die Anliegen im Bereich Energieversorgung aufnimmt. Unter dem Motto «100 % aus der Region für die Region» werden Reststoffe biologischen oder organischen Ursprungs in Energie umgewandelt. So werden regionale Kreisläufe und Wertschöpfungsketten aufgebaut. Die zur Verfügung stehenden Bioenergie-Ressourcen werden damit in einer modellhaften Verknüpfung bereitgestellt, aufgearbeitet und verbraucht. In einem nächsten Bauabschnitt erstellt der Biomassehof eine Fernwärmeversorgung auf Hackschnitzelbasis für den Markt Grassau, die mit 7000 Einwohnern grösste Gemeinde im Achental.

Diese Massnahmen helfen nicht nur, CO₂ einzusparen, sondern stabilisieren auch die Energiekosten. Nicht zuletzt profitieren die lokalen land- und forstwirtschaftlichen Betriebe dank der Absatzmöglichkeiten für biogene Abfälle.

Doch damit nicht genug: Geplant sind des weiteren ein «Bio-Energie Forum», das relevante Akteure der Region vernetzt, sowie Fortbildungen für gewisse Zielgruppen wie Heizungsbauer, Gastronomiebetreibende oder Schulklassen. Längerfristig sollen die erzielten Erfolge über das Achental hinaus wirken: Schulungen, Führungen und Öffentlichkeitsarbeit in Nachbarregionen und im europäischen Ausland sollen eine Reihe von Nachfolgeprojekten anstossen.

www.cipra.org/competition-cc.alps/wolfgangwimmer (de)

- **ERNEUERBARE ENERGIE IM GEBIRGE –
DAS ENERGIEKONZEPT VON TOBLACH**

In Toblach ist es kalt. Der Ort auf über 1200 Meter Meereshöhe zählt mit nur fünf Grad Celsius Jahresdurchschnittstemperatur zu den kältesten Gemeinden Italiens. Nicht nur die über 3000 ToblacherInnen, auch die zahlreichen TouristInnen haben daher einen hohen Bedarf an Heizenergie.

Schon in den 1990er Jahren setzten die BürgerInnen der Gemeinde erste Schritte zum Umstieg auf erneuerbare Heizenergie und gründeten die «Fernheizwerk Toblach Genossenschaft mit beschränkter Haftung». Nachdem Vorverträge mit 220 zukünftigen AbnehmerInnen abgeschlossen waren, begann das Technische Büro per. ind. Alfred Jud 1995 mit dem Bau des Fernheizwerks. Und schon im November 1995 konnte die erste Fernwärme an die ToblacherInnen geliefert werden. Heute liefert das Werk Wärme im Umfang von 50 Millionen Kilowattstunden an über 1000 Haushalte in Toblach und in der Nachbargemeinde Innichen. Die Genossenschaft zählt über 500 Mitglieder.

Die Technik des Fernheizwerks ist dabei ganz einfach: In einem Kessel werden Hackschnitzel, Rinde und Sägemehl verbrannt. Die entstehende Hitze erwärmt Wasser, das an die FernwärmekundInnen geliefert wird. Seit 2003 produziert das Werk auch Strom. Das dazu eingesetzte ORC-Modul – «Organic Rankine Cycles» – zählt mit einer Leistung von 15 Megawatt zu den grössten Europas. Das Werk ist sehr umweltschonend, da es als Rohstoffe nur Abfallprodukte der lokalen Holzverarbeitenden Industrie verwendet. Ein elektrischer Filter und eine Anlage zur Rauchgaskondensation minimieren den Schadstoffausstoss durch die Abluft.

Mit dem Umstieg auf Fernwärme schützen die ToblacherInnen nicht nur die Umwelt, sie sparen auch Geld. Im Vergleich zu einer traditionellen Heizung mit Heizöl zahlen FernwärmekundInnen über den Winter um die 40% weniger. Gleichzeitig schafft das Heizwerk neue Arbeitsplätze. Zu Recht ist der Toblacher Bürgermeister Bernhard Mair stolz darauf, dass das Energiekonzept seiner Gemeinde auf der CIPRA-Tagung «Kühler Kopf im Treibhaus! – Bewusst handeln im Klimawandel» in Bozen/It als positives Beispiel vorgestellt wurde.

www.cipra.org/ccalpsresearch/centrale-di-cogenerazione-di-dobbiaco (en)

- **LASS DIE SONNE REIN! ENERGIESCHULE OBERBAYERN**

Kinder in Oberbayern verwenden Sonnenenergie, um Würstchen zu kochen. Sie stellen einen Topf in die Mitte einer grossen silbernen Schüssel und warten, bis die gebündelte Energie der einfallenden Sonnenstrahlen das Wasser erhitzt. Mit dem Programm «Solares Kochen» und anderen, vergleichbar kreativen Aktivitäten vermittelt die Energieschule Oberbayern Schülern und Schülerinnen im Grundschulalter, welche Wunder Menschen mit Solarenergie vollbringen können.

Abbildung 11:

Energieschule Oberbayern:
Kinder lernen die Energiequelle
Sonne kennen

In der Energieschule Oberbayern arbeiten die drei Partner «ZIEL 21 e.V.», «Bürgerstiftung Energiewende Oberland» und «Green City e.V.» an innovativen Bildungsprojekten zu Energienutzung und Energieerzeugung.



Verantwortungsvolle Energienutzung und -erzeugung werden dabei als Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung betrachtet. Jeder der drei Partner leitet eine «Energystation», die Projekte in einer von drei Regionen in Oberbayern betreut.

Im Projekt «Sonne – voll Energie» arbeitet die Energieschule Oberbayern mit Kindern in Grundschulen. Das Personal der Energieschule leitet Schülerinnen und Schüler, aber auch deren Lehrkräfte dabei an, sich während einer Projektwoche intensiv mit den Themen nachhaltige Energienutzung und Sonnenenergie auseinanderzusetzen. Die Energieschule Oberbayern stellt Unterrichtsmaterialien bereit, macht Angebote für Exkursionen und projektbezogenes Arbeiten. Den Abschluss der Projektwoche bildet jeweils der Energietag: Die SchülerInnen präsentieren ihre künstlerischen und handwerklichen Arbeiten, Fachleute vermitteln neueste Erkenntnisse über die Themen erneuerbare Energien und Energiesparen, Aussteller bieten die Möglichkeit zum direkten Dialog. Damit liefert der Energietag eine Plattform für verschiedenste Zielgruppen.

Neben der aktiven Begleitung von Bildungsprojekten stellt die Energieschule Oberbayern auch Unterrichtsmaterial für Schulklassen verschiedener Schulstufen auf ihrer Website kostenlos zur Verfügung.

www.cipra.org/competition-cc.alps/EWO (de)

• **WÄRME AUS DEM SEE – DER ST. MORITZERSEE ALS «HEIZUNG».**

Frieren mussten die Gäste im Hotel Badrutt's Palace in St. Moritz/CH und die Schüler im Schulhaus Grevas noch nie. Dafür sorgten die Ölkessel, die bis 2005 ausreichend Heizwärme und Warmwasser bereitstellten. Seit Dezember 2006 können die Gäste und Schüler die wohlige Wärme mit einem besseren Gewissen genießen, während draußen ein Wintersturm über den St. Moritzersee fegt. Eine Wärmepumpe entzieht dem See Wärme und führt diese dem Nobelhotel und dem benachbarten Schulhaus zu.

Als 2005 im Hotel Badrutt's Palace eine Sanierung der fossil betriebenen Heizungsanlagen anstand, kam der Vorschlag von der Abteilung Energiedienstleistungen (Energie-Contracting) des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich (ewz) für eine Heizung mit Wärmeentzug aus dem St. Moritzersee genau zum richtigen Zeitpunkt: Statt die veraltete Technologie zu adaptieren, beauftragte die Geschäftsleitung des Hotels das ewz, ein Energieversorgungskonzept zu erstellen, die Anlage zu planen und zu finanzieren und das Projekt letztlich zu realisieren. Das Schulhaus Grevas, dessen Heizanlage ebenfalls saniert werden musste, schloss sich dem Vorhaben an.

10 Meter unter der Seeoberfläche und 50 Meter vom Ufer entfernt befindet sich ein Wasser-Ansaugstutzen. Dieser pumpt 4000 Liter Wasser pro Minute zum Ufer und unter der Kantonstrasse hindurch zur Wärmepumpe.

penzentrale. Dort wird dem vier Grad kalten Seewasser Energie entzogen. Mit Hilfe von Wärmepumpen wird das Wasser auf 70 Grad erwärmt und in einen separaten Wärmekreislauf geleitet. Dieser Wärmekreislauf versorgt Hotel und Schule direkt mit Heizwärme. Das auf ein Grad abgekühlte Seewasser wird über eine zweite Leitung wieder zurück in den See geführt. Hydrologische Gutachten bestätigen, dass das abgekühlte Wasser keine Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht im See hat.

Die Wärmepumpanlage liefert etwa 4.700 Megawattstunden pro Jahr. 4.000 Megawattstunden nutzt das Hotel, den Rest das Schulgebäude. Damit deckt die Anlage gut 80 % des Gesamtenergiebedarfs des Hotels und mehr als 70 % des Schulhauses ab. Für Spitzenbedarfszeiten stehen in beiden Gebäuden konventionelle moderne Ölkessel zur Verfügung, deren Einsatz allerdings nur selten notwendig ist. Durch die Installation einer neuen Wärmepumpanlage werden jährlich etwa 475.000 Liter Heizöl und somit 1.200 Tonnen CO₂ eingespart.

Neben den klimarelevanten Einsparungen von Heizöl hat die Anlage noch weitere positive Auswirkungen für St. Moritz. Bau und Betrieb der Anlage schaffen zusätzliche Arbeitsplätze und die Wertschöpfung fällt grösstenteils vor Ort an. Für einen Tourismusort wie St. Moritz ist eine solche Anlage zudem ein gutes Aushängeschild, um als umweltbewusster Ort

Abbildung 12:

In St. Moritz werden eine Schule und ein Hotel mit Energie aus einem See versorgt, um die Gebäude klimafreundlich zu heizen.



wahrgenommen zu werden. Und durch den Einsatz der Anlage in dem Schulhaus kann auch die St. Moritzer Jugend für innovative und ökologische Alternativen zu herkömmlichen Heizsystemen sensibilisiert und begeistert werden.

www.cipra.org/competition-cc.alps/ewzedl (de)

- **PHOTOVOLTAIKANLAGEN FÜR ALLE LAAKIRCHENER**

In wie vielen Jahren werden sich die Kosten meines Autos amortisieren? Kaum jemand stellt sich diese Frage, wenn er oder sie sich ein Auto kauft. Anders beim Kauf einer Photovoltaikanlage. Viele HausbesitzerInnen sehen von einer solchen Investition ab, weil ihnen zehn Jahre wie eine Ewigkeit vorkommen. Dem wirkt die Gemeinde Laakirchen in Oberösterreich entgegen: Mit einer Informationsaktion und grosszügigen Gemeindeförderungen erwirkte sie, dass heute auf vielen Laakirchner Dächern Photovoltaikanlagen installiert sind.

Bereits 2003 bewog die Gemeinde ihre Bevölkerung dazu, Solaranlagen zur Warmwasseraufbereitung auf ihre Dächer zu bauen, indem sie selber Solaranlagen baute. Mit grossem Erfolg: Viele der 9400 Einwohner folgten dem Beispiel der Stadtbehörde, so dass innert weniger Monate über

Abbildung 13:

Die Gemeinde Laakirchen/A will ihre ganze Bevölkerung motivieren, Photovoltaikanlagen auf den Dächern zu installieren.



200 Solaranlagen auf Privathäusern installiert wurden. Vier Jahre später ging die Gemeinde noch einen Schritt weiter: Mit Photovoltaik-Anlagen sollte fortan Sonnenstrom erzeugt werden.

Am 16. Mai 2008, am Tag der Sonne, wurde die neue Aktion der Bevölkerung von Laakirchen vorgestellt. Der Bürgermeister erklärte vor rund 220 interessierten HausbesitzerInnen, was die Gemeindeförderung bezwecken soll und wie sie funktioniert. Gefördert werden Photovoltaik-Anlagen, Solaranlagen, Wärmepumpen, Ersatz alter Fenster und Fassadendämmung. Laakirchener Betriebe, die sich mit erneuerbarer Energie und Energieeinsparungsmassnahmen beschäftigen, wurden dazu motiviert, günstige Angebotspakete für die Laakirchener Hauseigentümer vorzubereiten. Ausserdem hatten sie die Gelegenheit, am Tag der Sonne ihre Produkte zu präsentieren und mit den Anwesenden ins Gespräch zu kommen.

Das Ergebnis war ein voller Erfolg: In wenigen Tagen bekam die Gemeinde knapp 150 Anmeldungen für die Teilnahme an der Aktion. 2008 wurden 30 Photovoltaikanlagen eingebaut, 2009 kamen weitere 30 hinzu.

Als Krönung für ihren Einsatz in Sachen Energieeffizienz erhielt die Stadt Laakirchen am 1. Oktober 2008 für die Aktion «Photovoltaikanlagen für alle Laakirchner», den Energy Globe Oberösterreich. Am 4. Oktober folgte der Solarpreis von Eurosolar Austria.

www.cipra.org/competition-cc.alps/laakirchen (de)

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

- **Eine aktuelle Linkliste, zusätzliche Beispiele und compacts zu weiteren Themen auf [www.cipra.org/cc.alps\(de/fr/en/it/sl\)](http://www.cipra.org/cc.alps(de/fr/en/it/sl))**
- Aebischer, Bernard & Giacomo Ca-tenazzi (2007): Der Energieverbrauch der Dienstleistungen und der Landwirtschaft, 1990-2035. Bundesamt für Energie. Bern.
- Akademien der Wissenschaften Schweiz (Hg.) (2007): Denk-Schrift Energie. Energie effizient nutzen und wandeln. Ein Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung in der Schweiz. Bern.
- BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt u. W. (2007): Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008-2012. Wien.
- BMWA (Hg.) (2004): Energiebericht 2003 der österreichischen Bundesregierung. Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Wien
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz u. R. (2008): Klimawandel in den Alpen. Fakten - Folgen - Anpassung. Berlin.
- Clini, Corrado (2004): Italy's Third National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change. Italian Ministry for the Environment and Territory.
- Commission of the European Communities (2007): Renewable Energy Road Map. Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future. Brussels.
- Crutzen, Paul J., A. R. Mosier, K. A. Smith, W. Winiwarter (2007): N₂O re-lease from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. In: Atmospheric Chemistry and Physics Discussion 7 (4), pp. 11191-11205.
- Erlacher, Rudi (2005): Offshore & Ötztal: Synergien zwischen Wind- und Wasserkraft. Zur Abwägung der Nachhaltigkeit künftiger Wasserkraftnutzung in Tirol. In: Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. (Hg.): Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt. München, pp. 97-110.
- Escobar, Jose C., Electo S. Lora, Osvaldo J. Venturini, Edgar E. Yanez, Edgar F. Castillo, Oscar Almazan (2009): Biofuels: Environment, technology and food security. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (6-7), pp. 1275-1287.
- Fritsche, Uwe R., Lothar Rausch, Klaus Schmidt (2007): Treibhausgasemissionen und Vermeidungskosten der nuklearen, fossilen und erneuerbaren Strombereitstellung. Öko-Institut e.V. Darmstadt.
- Haberl, Helmut, Heidi Adensam, V. Kloud (2001): Daten zur Energie. In: Internationale Alpenschutzkommission (CIPRA) (Hg.): 2. Alpenreport. Bern, Stuttgart, Wien. pp. 268-294.
- Haubner, Elke (2002): Die Etikette der Wasserkraft. Ein Hintergrundbericht. Schaan. CIPRA International alpMedia.net
- IEA (2007a): Energy Balances of Non-OECD Countries, 2004-2005 - 2007 Edition. www.iea.org. CD-ROM. International Energy Agency (IEA). Paris.
- IEA (2007b): Energy Statistics of OECD Countries, 2004-2005 - 2007 Edition. www.iea.org. CD-ROM. International Energy Agency (IEA). Paris.
- Kratena, Kurt & Michael Wüger (2005): Energieszenarien für Österreich bis 2020. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. Wien.
- OcCC & ProClim (2007): Klimaänderung und die Schweiz 2050. Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Bern.
- Pastorelli, Francesco (2007): Die Alpen - eine Modellregion für den Klimaschutz? Einleitungsreferat zur Fachtagung der CIPRA in Saint Vincent. In: CIPRA Info 85, pp. 4-9.
- ProClim (2007): Energieressourcen: Zahlen und Fakten. Nutzung, Potentiale und Risiken verschiedener Energieressourcen in der Schweiz. Bern.
- Proidl, Harald (2006): Daten über erneuerbare Energieträger in Österreich. Österreichische Energieagentur. Wien.
- Tödter, U. (1998): Flüsse - gezähmte Natur. In: 1. Alpenreport, Daten, Fakten, Probleme, Lösungsansätze. Hg CIPRA Bern, Stuttgart, Wien, pp. 178-182.
- UVEK (2007): Klimabericht. Bericht des UVEK über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz.