

Energiestadt Isny

Ein Konzept zum Umbau der Energieversorgung der Gemeinde Isny/Allgäu auf nachhaltige und erneuerbare Energieträger bis zum Jahr 2050

(16.03. 2008)

Prof. K. Pfeilsticker
Institut für Umweltphysik
Universität Heidelberg
INF 229
D-69120 Heidelberg

email: klaus.pfeilsticker@iup.uni-heidelberg.de



Isnyer Taler aus dem 16. Jahrhundert



Institut für Umweltphysik



Universität Heidelberg

Executive Summary: Driven by the need for an affordable and secure energy supply and to limit greenhouse gas emission induced climate change, an alternative energy supply is proposed for the community of Isny/Allgäu, Germany (13.500 inhabitants, GDP 28.500,- € per capita per annum). It is based on the use of domestic renewable energy resources, energy savings and efficiency measures rather than on the presently dominating combustion of fossil fuels.

It is argued that almost 75 % of the annual fossil fuel consumption of the community, totalling 140.000 metric tons of CO₂ emission per annum (annually to 10,4 metric tons of CO₂ per capita), is presently (2008) accessible by alternative/renewable resources. Achieving the goal of changing the energy supply from fossil to renewable resources, which is corroborated by energy saving measures, would not only save costs for imported energy of some 25.245.000,- € each year (based on an oil price of 90,- US\$ per barrel), but could also reduce the annual CO₂ emission to approximately 40.000 metric tons or annually to 3 metric tons of CO₂ per capita. While reducing expenses would provide new possibilities to generate additional wealth within the community, the reduction of CO₂ emissions is in broad agreement with mitigation strategies to limit man-made climate change, according to the recent study of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The proposed measures are foreseen to be stepwise implemented until 2050. They need to be in compliance with economic needs and social acceptance to adapt to novel energy supplies. Moreover, it is proposed that the community of Isny/Allgäu should adopt all proposed measures under the label 'energy city of Isny'. Such a branding would facilitate the city's self-marketing and thus may promote mutual windfall profits. When consequently harvested, this would considerably increase the overall benefits of changing the community's energy supply from present.

Zusammenfassung: Einerseits angeregt durch die erwartete weltweite Energieverknappung mit starken und sprunghaften Preissteigerungen und einer tendenziell abnehmenden Versorgungssicherheit, sowie andererseits durch eine aus Gründen des Klimawandels erwachsende Notwendigkeit, menschlich bedingte Emissionen an Treibhausgasen stark einzuschränken, wird vorgeschlagen, die bisherige Energieversorgung der Gemeinde Isny/Allgäu (13.500 Einwohner, jährliches pro Kopf Einkommen 28.500,- €) bei gleichzeitiger Steigerung der Energieeffizienz vom vorherrschenden Einsatz fossiler Energieträger auf lokale und erneuerbare Energien umzustellen.

Im Rahmen des Energiekonzeptes wird erläutert, wie mit den heute (2008) technisch verfügbaren und rentablen Maßnahmen etwa $\frac{3}{4}$ des jährlichen Konsums fossiler Energie einzusparen wäre, der heute insgesamt ungefähr 140.000 metrische Tonnen CO₂ (tCO₂) beträgt. Das Erreichen dieses Ziels würde nicht nur die Einsparung von Kosten aufgrund importierter Energie von jährlich 25.245.000,- € bedeuten (bei einem zugrundegelegten Ölpreis von 90,- US\$ pro Barrel), sondern auch die CO₂ Emission der Bevölkerung Isnys von derzeit 10,4 tCO₂/Jahr/Einwohner auf einen klimafreundlicheren Wert von etwa 3 tCO₂/Jahr/Einwohner reduzieren. Die Maßnahmen zur Senkung der Isnyer Energiebilanz könnten nicht nur die Isnyer CO₂ Emission mit den Notwendigkeiten des Klimaschutzes gemäß den jüngsten Ergebnissen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) in Einklang bringen, sondern auch viele qualifizierte Beschäftigungsmöglichkeiten in der Gemeinde schaffen. Aus Gründen der ökonomischen Notwendigkeit und der

Akzeptanz in der Bevölkerung wird vorgeschlagen, die Maßnahmen zur energetischen Sanierung der Gemeinde schrittweise bis 2050 durchzuführen. Weiterhin wird angeregt, alle Maßnahmen unter dem Stichwort „Energistadt Isny“ durchzuführen zumal dieses Markenzeichen das Isnyer Stadtmarketing stark verbessern und gleichzeitig Sekundär- und Windschatteneffekte zugunsten des Isnyer Wirtschaftslebens generieren würde. Insgesamt ließe sich so der Nutzen eines energietechnischen Umbaus der Gemeinde Isny in effizienter Weise maximieren.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort und Einleitung.....	6
2. Inventur des Isnyer Energiebedarfs, CO ₂ Emissionen und Kosten.....	10
2.1 Energieverbrauch.....	10
2.2 CO ₂ Emissionen.....	10
2.3 Kosten.....	11
3. Theoretisches Potenzial regenerativer Energie in Isny.....	13
3.1 Nachwachsende Rohstoffe bzw. Biomasse	13
3.2 Photovoltaik	14
3.3 Thermische Solaranlagen	14
3.4 Windenergie	14
3.5 Hydroenergie	15
3.6 Geothermie	15
4. Das Isnyer Energiekonzept.....	18
4.1 Stromversorgung.....	18
4.2 Wärmeversorgung.....	21
5. Kosten/Nutzen der einzelnen Maßnahmen.....	26
5.1 Energiesparen.....	26
5.2 Solarthermie.....	27
5.3 KWK Wärme/Strom aus Biomasse	28
5.4 Photovoltaik	33
5.5 Windenergie	34
6. Gesamtkostenaufstellung	36
7. Rollenverteilung und Maßnahmenkatalog	38
7.1 Rollenverteilung	38
7.2 Maßnahmenkatalog	40
8. Zusammenfassung und Ausblick.....	42
9. Veröffentlichungsnachweis	44

Glossar:

BHKW: Blockheizkraftwerk (Kraftwerk, in dem ausschließlich Wärme erzeugt wird)

EEG: Energieeinspeisungsgesetz

EnBW: Energie Baden-Württemberg

EnEV: Die Energieeinsparverordnung

ha: Hektar

GDP: Gross Domestic Product

kWh: Kilowattstunde (Energieeinheit, die 3.600.000 Joule entspricht)

kW-peak: Physikalische Einheit und Bezeichnung für die Spitzenleistung einer energieerzeugenden Anlage

KWK: Kraftwärmekopplung (Kraftwerk, in dem Strom und Wärme gleichzeitig erzeugt werden)

tCO₂ : Tonnen CO₂, bzw. Tonnen Kohlendioxid

top-down Analyse: Rückschluß auf Merkmale eines Individuums (z.B. Bürger), ausgehend von statistischen Merkmalen einer großen Einheit (z.B. Land)

MW: Megawatt, physikalische Einheit

qm: Quadratmeter

yr: physikalische Einheit für ein Jahr (auch „a“ von lateinisch annus-Jahr)

1. Vorwort und Einleitung

Zwei wesentliche Fragen und Sorgen beschäftigen heute Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und auch große Teile der Bevölkerung: Lässt sich der globale Klimawandel eindämmen und mit welchen Energiequellen werden wir in Zukunft unsere technische und industrielle Zivilisation aufrechterhalten?

Beide Fragen haben genau betrachtet den gleichen Kern. Seit der industriellen Revolution beutet die Menschheit in großem Maße die Lager erdgeschichtlich entstandener Energie (Öl, Gas und Kohle) aus und treibt dadurch die technischen Prozesse unserer Zivilisation voran. Gleichzeitig werden große Mengen des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) als Verbrennungsprodukt in die Umwelt entlassen¹. Während die Erschöpfung der fossilen Energiequellen Öl² und Erdgas³ absehbar ist, werden langsam die ersten Anzeichen eines – vor allem der Emission von CO₂ zuzuschreibenden – Klimawandels für jedermann sichtbar. Zu diesen sichtbaren Zeichen gehören direkte Indikatoren, wie das Abschmelzen der Gletscher, wärmere Winter in Mitteleuropa, verstärkt auftretende Unwetter, usw., wie auch indirekte Indikatoren. Beispiele für indirekte Indikatoren sind die Migration fremder Spezies aus dem klimatisch wärmeren Mittelmeerraum in unsere Breiten, die Ausbreitung bisher in unseren Breiten nicht vorkommender Krankheiten (z.B. die Blauzungkrankheit), um nur einige wenige der mit der beginnenden Klimaänderung eindeutig verbundenen ersten Anzeichen zu nennen.

So teilt die bei weitem überwiegende Anzahl der Klimaforscher heute die Meinung, dass die Emission an Treibhausgasen⁴ in naher Zukunft weltweit drastisch reduziert werden muss, um den anthropogen verursachten Klimawandel einzudämmen [8].

Maßnahmen dazu werden auf internationaler Ebene derzeit intensiv diskutiert. Es steht aber schon heute fest, dass bei weitem die meisten Maßnahmen am Ort der Emission der Treibhausgase, also letztlich beim Verbraucher fossiler Brennstoffe, unternommen werden müssen. Konkret bedeutet das, dass weltweit vor allem lokale Agenden und Konzepte zu entwickeln sind, um den Verbrauch fossiler Brennstoffe auf regionaler Ebene drastisch zu reduzieren. Damit ließe sich auch der Druck auf die Weltenergiepreise mittelfristig etwas verringern.

So wird hier vorgeschlagen, die bisherige Energieversorgung der Gemeinde Isny/Allgäu (13.500 Einwohner) modellhaft schrittweise bis 2050 bei gleichzeitiger Steigerung der Energieeffizienz vom bisher vorherrschenden Gebrauch fossiler Energieträger auf lokale und erneuerbare Energien umzustellen. Der Umbau der Energieversorgung sollte allerdings unter den heute gegebenen Bedingungen

¹ Die Treibhauswirkung von CO₂ wurde von Svante Arrhenius (1896) erstmalig berechnet. Konsequenzen aus dieser Eigenschaft von CO₂ lassen sich am besten in dem neuesten Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) - The physical basis -, siehe www.ipcc.ch [8], für jedermann nachlesen. Die jährliche weltweite CO₂ Emission beträgt $27 \cdot 10^{12}$ kg.

² Falls der heutige Verbrauch an Mineralöl von etwa 83 Millionen Barrel/Tag aufrechterhalten wird, so sind die weltweit bekannten Lager in etwa 40 Jahren erschöpft. Da zunehmend neue Verbraucher auf dem Weltmarkt auftreten, wird von Experten (z. B. vom DIW in Potsdam) der sogenannte ‚peak oil supply‘ für die nächsten 5 bis 15 Jahre erwartet. Danach wird die Schere zwischen Nachfrage und Angebot zunehmend auseinander klaffen, mit der Folge explodierender Preise [3].

³ Langfristig die Versorgung mit Erdgas einzuschätzen ist etwas unsicherer als für Mineralöl, da einerseits ständig neue Lager entdeckt werden, und andererseits erwartet wird, dass zunehmend Öl durch aus Erdgas hergestellten Produkten ersetzt wird [3].

insbesondere wirtschaftlich vertretbar sein, um die ökonomische Basis unserer Gesellschaft nicht übermäßig zu belasten. Dafür sind die strukturellen, wirtschaftlichen und natürlichen Bedingungen in der Gemeinde Isny ideal.

Die Gemeinde Isny hat 13.500 Einwohner, von denen etwa 10.000 in und um die historische Kernstadt angesiedelt sind, während die übrigen Einwohner in den umliegenden Dörfern und Streusiedlungen wohnen. Diese Siedlungsstruktur ist für das deutsche Voralpengebiet typisch. Das dort produzierte jährliche Bruttosozialprodukt (28.500,- €/Einwohner) entspricht gerade dem deutschen Durchschnitt des Jahres 2007. Hauptarbeitgeber sind das produzierende Gewerbe sowie Dienstleistungsunternehmen, vor allem in den Branchen Tourismus, Gesundheitswesen und Bildung. Landwirtschaftliche Betriebe spielen als Arbeitgeber nur noch eine untergeordnete Rolle⁴. Der gesamte den Einwohnern Isnys zuzuschreibende Primärenergiebedarf beträgt jährlich 656 Millionen kWh, wobei 140.000 tCO₂ (10,4 tCO₂ / Einwohner) emittiert werden.

Obwohl dem Autor bewusst ist, dass die Emission von CO₂ nur etwa 2/3 der weltweiten Emissionen an Treibhausgasen ausmacht, sollen hier vor allem Vorschläge zur Reduktion der Kohlendioxidemission auf der Gemarkung Isny gemacht werden. Dieses Vorgehen wird damit begründet, dass zu den Emissionen der beiden nächstwichtigen Treibhausgase, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O), auf dem Gemeindegebiet Isny keine konkreten Zahlen vorliegen. Die Emissionen dieser Treibhausgase sollen in Zusammenarbeit mit Kollegen des Instituts für Umweltphysik der Universität Heidelberg, u.a. bei Feldmessungen in Isny, in Zukunft erforscht werden. Weiterhin sollte angemerkt werden, dass die Emission von Treibhausgasen einen messbaren Fingerabdruck in der lokalen Atmosphäre hinterlässt – ein Sachverhalt, der es umgekehrt auch ermöglicht, eine erzielte Minderung der lokalen Emissionen zu überprüfen [11,12].

Insgesamt lässt sich feststellen, dass der Isnyer Beitrag zur weltweiten Emission an Treibhausgasen im Jahr 2007 etwa 5 Anteile aus einer Million betrug, d.h. dass die Gemeinde Isny im Sinne einer Schadensregelungsgerechtigkeit bei der Abwicklung etwaiger Klimaänderungsschäden, wie sie durch die Folgen eines steigenden Meeresspiegels, der Verschiebung der Klimazonen, verstärkt auftretender Unwetter, usw. entstehen, in Zukunft in eben diesem Verhältnis zur Verantwortung gezogen werden kann⁵.

Hauptmotiv für den Entwurf dieses Energiekonzeptes war das Interesse des Autors jenseits seines akademischen Berufes als Klimaforscher, der Forderung der Klimaforschung nach einer drastischen Reduktion der Emission der Treibhausgase nachzugehen, ebenso wie die Frage, ob das Diktat der abnehmenden fossilen Energiequellen eine planbare und sichere Zukunft ohne große soziale Verwerfungen erlaubt. Bedenken hierzu wurden jüngst und zurecht von Sozial- und Wirtschaftswissenschaftlern erhoben, die bei einer weltweit abnehmenden

⁴ 2007 betragen die durchschnittlichen CO₂ Emissionen pro Einwohner und Jahr z. B. in Deutschland: 10,4 tCO₂, in Nordamerika: 22,4 tCO₂ und der Weltdurchschnitt: 4,2 tCO₂. Für das Klima nachhaltig wären bei der derzeitigen Erdbevölkerung 2,4 tCO₂ Emissionen pro Erdbewohner und Jahr.

⁵ Im Konkreten heißt das, dass nach Auslaufen des Kyoto Protokolls im Jahre 2012, Zertifikate für CO₂ Emissionen auf dem freien Markt erworben werden müssen. Die dabei aufgebrauchten Gelder werden dann teilweise zu Milderung der Klimaänderungsschäden eingesetzt. Bei einem vermutlichen Anfangspreis von 20 US\$ pro Tonne emittiertem CO₂ käme auf die Einwohner Isnys, bei den heutigen Emissionen, eine CO₂ Emissionsrechnung von 2.813.200,- US\$ (oder etwa 2.000.000,- €) pro Jahr zu.

Energiesicherheit und den in Zukunft verstärkt auftretenden Schäden durch den Klimawandel solche soziale Verwerfungen für möglich halten. Die Frage, ob diese Entwicklung noch zu stoppen sei, kann nach Abschluss dieser Analyse einer alternativen Energieversorgung für den Mikrokosmos Gemeinde Isny eindeutig mit Ja beantwortet werden. Allerdings wird es zur Gefahrenabwendung notwendig sein, einige traditionelle Pfade und Lösungsstrategien für die hier aufgeworfenen Fragen zu verlassen. Noch sind dafür die ökonomischen und sozialen Mittel in unserer Gesellschaft vorhanden.

Abschließend sei bemerkt, dass der Autor dieses Energiekonzept nebenberuflich und ohne direkte ökonomische Interessen modellhaft für seine ehemalige Heimatstadt Isny erstellt hat. Analoge Konzepte ließen sich problemlos auf andere, ähnlich strukturierte Gemeinden in Europa übertragen.

Der Autor verbindet daher mit seinen Vorschlägen die Hoffnung, bei der Bevölkerung und insbesondere bei ihren Entscheidungsträgern die Einsicht zu wecken, die notwendigen Schritte zur Erhaltung der Lebensbedingungen auf der Erde zügig, aber mit Augenmaß, aber vor allem mit Entschlossen- und Entschiedenheit zu ergreifen.

In diesem Sinne betrachtet der Autor den Entwurf seines Konzeptes „Energistadt Isny“ als Geschenk an die Bürger seiner ehemaligen Heimatgemeinde Isny. Machen Sie das Beste daraus!

Danksagung: An dieser Stelle möchte ich mich zuerst bei Ehrhard Bolender (Isny) bedanken, der mir im Mai 2007 die Anregung gab, mich um ein Energiekonzept für die Gemeinde Isny zu kümmern. Weiterhin möchte ich allen denjenigen danken, die in zahlreichen Gesprächen die notwendigen Informationen beigetragen haben, um das Konzept zu erarbeiten, u.a. Herr Anwander, Herr Prof. E. Berger, Franz und Hannes Biesinger, Herr Fehr, Herr Prof. G. Grübler, Karl und Annkathrin Immler, Herr Hodrus und Frau Peter von der Voba Allgäu-West, Herr und Frau Maus, Herr Bürgermeister Magenreuter und Herr Mechler (alle Isny), den Herren Knörringer und Weirich (Firma ETI Heidelberg), sowie den zahlreichen, hier nicht benannten Gesprächspartnern. Zuletzt möchte ich mich auch bei meinen ehemaligen und heutigen studentischen Mitarbeitern, Herr Dr. Butz (SRON, Utrecht), Herr Dr. Dorf, Herr Christian Karl, Herr Sebastian Kreycky, Frau Lena Kritten, Frau Sabrina Ludmann und Herr Krishna O'Brien (Universität Heidelberg) für die vielfältigen Korrekturen an dem ursprünglichen Manuskript bedanken.

2. Inventur des Isnyer Energiebedarfs, CO₂ Emissionen und Kosten

Bei der Inventur des Isnyer Energiebedarfs (Strom und Wärme) wurden einerseits Kennzahlen der lokalen Energieversorger (EnBW, Thüga, ...) und andererseits, mangels lokal erhobener Daten, typische Werte des Energieverbrauchs und der CO₂ Emissionen der deutschen Bevölkerung zu Grunde gelegt. Diese Verbrauchsdaten werden z.B. von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) publiziert [4]. Weiterhin wurde unterstellt, dass der nach Isny gelieferte elektrische Strom mit dem für Deutschland typischen Energiemix aus Kernenergie, Kohleverstromung, Hydroenergie, Wind usw. des Jahres 2005 produziert wird.

2.1 Energieverbrauch

Für das Jahr 2006 konnte folgender Verbrauch an jährlicher Nutzenergie in Isny aus statistischen Daten bzw. Daten der Energielieferanten in Erfahrung gebracht werden:

1. Stromverbrauch (7.300 kWh/Einwohner/Jahr): 97,5 Millionen kWh (EnBW) mit einem Primärenergieverbrauch von 187 Millionen kWh⁶
2. Haushaltswärme (6.300 kWh/Einwohner/Jahr): 85 Millionen kWh
3. Industrierwärme (6.820 kWh/Einwohner/Jahr): 92 Millionen kWh
4. Verkehr (14.818 kWh/Einwohner/Jahr): 200 Millionen kWh
5. Industrielle Produkte (6.820 kWh/Einwohner/Jahr): 92 Millionen kWh

Damit ergibt sich für die Gemarkung Isny ein jährlicher Primärenergieverbrauch von 656 Millionen kWh oder 48.900 kWh/Einwohner.

2.2 CO₂ Emissionen

Wird für die Gemeinde Isny der für Deutschland typische Mix beim Einsatz von Primärenergie unterstellt, so ergeben sich für die einzelnen Sektoren folgende jährlichen CO₂ Emissionen:

1. Stromerzeugung (4,0 tCO₂/Einwohner): 53.000 tCO₂
2. Haushaltswärme (1,6 tCO₂/Einwohner): 21.600 tCO₂
3. Industrierwärme (1,75 tCO₂/Einwohner): 23.700 tCO₂
4. Verkehr (2,1 tCO₂/Einwohner): 28.350 tCO₂
5. Industrielle Produkte (0,85 tCO₂/Einwohner): 11.500 tCO₂

⁶Da einerseits auf der Gemarkung Isny 2007 ein erheblicher Anteil (19 %) des verbrauchten Stroms aus regenerativen Energien hergestellt wurde, und andererseits der lokale Energieversorger EnBW einen, von deutschen Mittel unterschiedlichen Energiemix bei der Herstellung elektrischen Stroms hat (Strom aus Kernenergie 32,6 %, aus fossil befeuerten Kraftwerken 44,4 %, Wasserkraft 22,6 %, sonstige erneuerbare Energien 0,236 %), ist der tatsächlich dem Isnyer Stromverbrauch zuzuschreibende Primärenergieeinsatz bzw. die CO₂ Emissionen etwas anders (siehe Kap. 4). So wird mit diesem EnBW Energiemix für den Isnyer Stromverbrauch eine Primärenergie von jährlich 187 Millionen kWh für die Produktion von Strom aus thermischen Kraftwerken mit einem (angenommenen) Wirkungsgrad von geschätzten 40 % benötigt, und dabei fallen etwa 33.000 tCO₂ an. Hier wurde der deutsche Durchschnittswert für 2003 angenommen [4]. Bemerkenswert ist dabei, dass in dem Isny benachbarten Versorgungsgebiet der EG Röthenbach, der Anteil erneuerbarer Energien in 2006 bei 73 % und 2007 bei 80 % lag, vor allem wegen der Steigerung der Stromproduktion aus Photovoltaik.

2. Inventur des Isnyer Energiebedarfs, CO₂ Emissionen und Kosten

D.h. für die Gemarkung Isny ergeben sich jährliche CO₂ Emissionen von etwa 140.000 tCO₂ oder 10,4 tCO₂ pro Einwohner, was gerade dem deutschen Durchschnitt pro Einwohner im Jahr 2006 entspricht.

2.3 Kosten

Bei der Berechnung der Kosten wurden folgende Werte unterstellt: (a) Strompreis: 15 Cent/kWh⁷; (b) Energiepreis für Wärmeerzeugung: 6 Cent/kWh⁸, industriell genutzte Energie: 6 Cent/kWh, (c) Energiepreis für Transport und Verkehr: 13 Cent/kWh⁹, und (d) Energiepreis für industrielle Produkte: 6 Cent/kWh. Damit entstehen der Isnyer Bevölkerung derzeit folgende jährliche Energiekosten:

1. Stromerzeugung (15 Cent/kWh): 14.625.000,- €
2. Haushaltswärme (6 Cent/kWh): 5.100.000,- €
3. Industrierwärme (6 Cent/kWh): 5.520.000,- €
4. Verkehr (13 Cent/kWh): 26.000.000,- €
5. Industrielle Produkte (4 Cent/kWh): 3.680.000,- €

Auf der Gemarkung Isny ergeben sich daher nach heutigen Preisen (2007) direkte Energiekosten von 51.245.000,- € (Pos. 1. bis 4.) und indirekte über industrielle und Konsumgüter bezogene Energiekosten von 3.680.000,- €/Jahr.

Für eine Neuausrichtung der Energieversorgung Isnys gilt es nun zu beachten, dass durch lokale Maßnahmen praktisch nur die Positionen 1. 2. und 3. erreichbar sind, während die Position 4. entweder nur durch Verhaltensänderungen und/oder durch den massiven Einsatz biogener Kraftstoffe (Biodiesel, Biogas, Holz ...) erreichbar ist. Da eine signifikante chemische Industrie, Metallhütten oder Zementindustrie auf der Gemarkung Isny nicht angesiedelt sind, kann Position 5. durch lokale Maßnahmen praktisch nicht erreicht werden.

Somit ergibt sich für einen energetischen Umbau der Gemeinde Isny ein theoretisches Marktpotenzial von 25.245.000,- €/Jahr oder 49,3 % der gesamten Energiekosten (gerechnet in Preisen von 2007) aus Pos. 1. bis 3., und ein CO₂ Vermeidungspotenzial von 98.300 tCO₂/Jahr (7,3 tCO₂/Einwohner/Jahr) oder fast 75 % der jährlich von den Einwohnern Isnys verursachten CO₂ Emissionen.

Ausgangspunkt des im Folgenden beschriebenen Energiekonzeptes „Energistadt Isny“ ist nun die Erschließung dieses Marktpotenzials (25.245.000,- €/Jahr) für einen lokal zu organisierenden Energiemarkt und durch geeignete, d.h. heute technisch machbare und ökonomisch vertretbare Maßnahmen, sowie gleichzeitig die Reduktion der von den Bewohnern verursachten CO₂ Emissionen um $\frac{3}{4}$.

⁷ Der Preis ist ein geschätzter Mittelwert aus Haushalts- und Industriestrom.

⁸ Für einen Rohölpreis von 90,- US\$/Barrel

⁹ für einen Dieselpreis von 1,15 €/l

2. Inventur des Isnyer Energiebedarfs, CO₂ Emissionen und Kosten

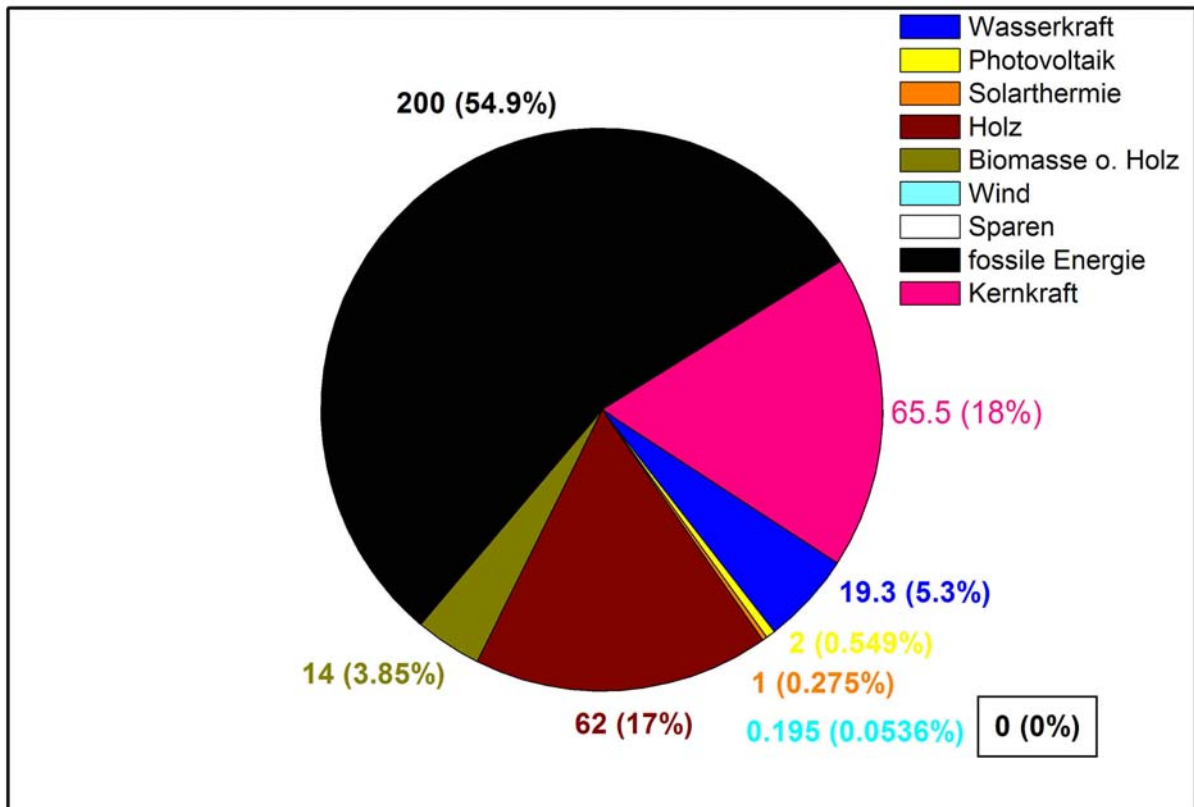


Abb. 1: Primärenergieeinsatz (Pos. 1, 2 und 3) der Isnyer Energieversorgung im Jahr 2007. Die erste Angabe ist jeweils in Millionen kWh, die zweite Angabe ist der Primärenergiebedarf in %. Ziel des Isnyer Energiekonzeptes ist es, den Beitrag der fossilen und Kernenergie zum Isnyer Primärenergiebedarf (circa 73 %) aus Umwelt- und Klimagründen bis 2050 auf Null zu reduzieren.

3. Theoretisches Potenzial regenerativer Energien in Isny

Ausgangspunkt der Überlegungen zur Ermittlung des theoretischen Potenzials regenerativer Energieressourcen sind die bekannten regenerativen Energiearten (Biomasse, Wind, Sonne, Hydroenergie, Geothermie, ...), wie sie unter anderem auf dem Gemeindegebiet Isny zur Verfügung stehen. Bei deren Nutzung muss jedoch beachtet werden, dass sie nachhaltig erfolgen muss, um langfristig u.a. auch anderen Nutzungsarten (Landschafts- und Naturschutz, Ernährung, Freizeit) zur Verfügung zu stehen. Bei der Berechnung der jeweiligen Potenziale gehen einerseits bekannte Größen, wie die Flächennutzung auf der Gemarkung Isny, und andererseits Größen und Werte, wie sie aus der heutigen Nutzung der einzelnen Energiearten von den Anwendern vor Ort durch den Autor erfragt wurden, ein. Im letzten Teil werden diejenigen Energieerzeugungsarten beschrieben, in deren Bereichen es auf dem Gemeindegebiet keine Erfahrung gibt, bzw. deren technologische Entwicklung heute noch nicht soweit fortgeschritten ist, um sie in konkrete Vorschläge für die nahe Zukunft einzuarbeiten. Speicher und Regelungsprobleme, die teilweise bei der Nutzung regenerativer Energiearten (Sonne und Wind) in erheblichem Maße auftreten, werden in Kapitel 4 diskutiert¹⁰.

Die Gemarkung Isny hat eine Fläche von 8.537 Hektar, wovon 3.776 Hektar (44,23 %) auf Wald, 3.634 Hektar (42,56 %) auf landwirtschaftliche Flächen, 635 Hektar (7,3 %) auf Siedlungsfläche, und 492 Hektar (5,76 %) auf Naturschutzgebiete und Wasserflächen entfallen [9]. Die Gemeinde Isny hat jährlich circa 2.000 Sonnenstunden mit einer Globalstrahlung von 1.180 kWh/qm/Jahr [13]. Die Windstärken und Windhäufigkeit entsprechen der oberen Bandbreite der typischen Werte des deutschen Voralpengebiets¹¹ [4, 13].

Es besteht demnach folgendes Potenzial an regenerativen Energien:

3.1 Nachwachsende Rohstoffe bzw. Biomasse

Nachwachsende Rohstoffe, vor allem Holz, wurden in Isny in der Vergangenheit häufig zur Wärmeengewinnung im Haus- und Industriebereich eingesetzt¹², was auch in der Gegenwart noch der Fall ist. Seit etwa 10 Jahren, und verstärkt seit Ende 2006, wird in Isny Biogas produziert, welches bisher allerdings praktisch ausschließlich zur Stromerzeugung verwendet wird. Wie die Erfahrung zeigt, können üblicherweise bei nachhaltiger Bewirtschaftung pro Hektar Grünland 35.000 – 38.000 kWh (20 t Biomasse) und pro Hektar Wald 50.000 kWh (circa 12 t Holz) in einem Jahr geerntet werden. Müssten also die Positionen 1. bis 3. alleine aus Biomasse erzeugt werden¹³ so ergäbe sich ein Flächenbedarf von 7.842 Hektar für Grünland, bzw. 5.490 Hektar für Waldnutzung, was die Möglichkeiten der Flächennutzung der Gemeinde Isny zu diesem Zweck deutlich übersteigt. Der (kostendeckende) Erstattungspreis für aus Biogas erzeugtem elektrischen Strom beträgt derzeit 16 Cent/kWh (EEG).

¹⁰ Flächennutzungsdaten der Gemeinde Isny.

¹¹ wegen des Einflusses der Strömung des Föhnwindes durch in der Alpenrheinebene

¹² Eine konkrete Abschätzung dazu findet sich in Kapitel 4.

¹³ Hier wird davon ausgegangen, dass der notwendige Strombedarf (97,5 Millionen kWh/Jahr) alleine durch Kraftwärmekopplung (KWK) erzeugt und die dabei entstehende Abfallwärme thermisch komplett zur Deckung des Isnyer Wärmebedarfs verwendet wird (177 Millionen kWh/Jahr).

3.2 Photovoltaik

Photovoltaik wird in Isny seit einigen Jahren vor allem von Privatleuten in großem Stil zur Stromerzeugung eingesetzt. In 2007 betrug sein Anteil am Isnyer Stromverbrauch etwa 2 %¹⁴. Es steht daher genügend praktische Erfahrung auf diesem Gebiet zur Verfügung, um zukünftig größere Anteile des Isnyer Strombedarfs mit Photovoltaik decken zu können, wenngleich der durch Photovoltaik erzeugte elektrische Strom noch immer sehr teuer ist (49 Cent/kWh in 2007, EEG). Weiterhin gilt Isny mit etwa 2.000 Sonnenstunden bzw. einer Globalstrahlung von 1.180 kWh/qm pro Jahr als idealer Standort für Photovoltaik in Deutschland. Falls nun der gesamte in Isny benötigte elektrische Strom von jährlich 97,5 Millionen kWh/Jahr aus Photovoltaik gedeckt werden sollte, so müsste bei den in Isny gängigen Leistungsdaten (d.h. einem Ertrag von circa 1.050 kWh/Jahr pro kWh-peak installierter Leistung mit einem Flächenbedarf von circa 7 qm Fläche bei hinreichend nach Süden ausgerichteten Anlagen) theoretisch eine Fläche von 64,6 Hektar mit Photovoltaikanlagen bestückt werden¹⁵.

3.3 Thermische Solaranlagen

Wie die vom Autor in der Nähe von Isny gemachten Erfahrungen zeigen (unbeschattetes Süddach, 35° Neigung, Globalstrahlung von 1.200 kWh/Jahr), lassen sich auf der Gemarkung Isny mit thermischen Solaranlagen etwa 360 kWh/qm/Jahr Niedrigtemperaturwärme (< 100 °C) ernten. Insbesondere heißt dies, dass sich der Wärmebedarf moderner Niedrigenergiehäuser für Heizung und Brauchwasser mit einem Wärmebedarf von 30 kWh/qm/Jahr theoretisch völlig durch eine thermische Solaranlage decken ließe¹⁶. Der Gestehungspreis für Wärmeenergie aus thermischen Solaranlagen beträgt derzeit etwa 12 Cent/kWh (siehe Kap.5).

3.4 Windenergie

Bei der Berechnung des Potenzials an Windenergie wurden die Leistungsdaten der in Kimratshofen betriebenen Windkraftanlagen herangezogen. Die Berechnung ergibt, dass man zur Erzeugung des in der Gemeinde Isny verbrauchten elektrischen Stroms von jährlich 97,5 Millionen kWh 22 Windkraftanlagen an einem ähnlich günstigen Standort wie in Kimratshofen, also z.B. auf der Adelegg, installieren müsste¹⁷. Typische Gestehungspreise für Strom aus Windenergie betragen im Allgäu zwischen 5 – 8 Cent/kWh.

¹⁴ Hier ist interessant zu bemerken das die EG Röthenbach innerhalb eines Jahres, d.h. von 2006 – 2007 ihren Anteil an regenerativen Energien um 7 % erhöht, mutmaßlich vor allem durch den Ausbau der Photovoltaikanlagen auf ihrem Versorgungsgebiet.

¹⁵ Es ist zu beachten, dass der Wirkungsgrad marktüblicher Photovoltaikzellen bei 13 – 15 % liegt. Neuere technisch Entwicklungen legen nahe, dass der Wirkungsgrad der Photovoltaikzellen zukünftig bestenfalls 20% betragen wird. Im übrigen ist der Wirkungsgrad der Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen im Vergleich zur Energieproduktion aus Biomasse durch Photosynthese um etwa einen Faktor 22 höher, d.h. der Flächenbedarf ist bei einer Biomassennutzung im Vergleich zu Photovoltaiknutzung in diesem Verhältnis höher.

¹⁶ So könnte eine thermische Solaranlage mit einer Fläche von 10 qm (Kosten von 15.000,- €) ein modernes Niedrigenergiehaus mit einer unterstellten Wohnfläche von 100 qm theoretisch mit ausreichend viel Wärme versorgen.

¹⁷ Die größte Windkraftanlage in Kimratshofen hat eine Nennleistung von 2,3 MW-peak. Bei einer für die Anlagen in Kimratshofen typischen Betriebsdauer von 2.000 h/Jahr erzeugt diese Windkraftanlage jährlich etwa 4,5 Millionen kWh.

3.5 Hydroenergie

Für die Nutzung von Hydroenergie kommen in der Gemarkung Isny nur die beiden größten Fließgewässer – die Untere Argen und die Isnyer Ach – in Betracht. Obwohl nicht auf der Gemarkung Isny liegend wird vom lokalen Energieversorger EnBW das privatwirtschaftlich betriebene Kraftwerk an der Unteren Argen zwischen Siggen und Sommersbach zum Isnyer Versorgungsgebiet gezählt. Weiterhin befindet sich in Rothenbach an unteren Argen ein Wasserkraftwerk. Zusammen produzieren sie etwa 1 Million kWh/Jahr (bei einer Betriebsdauer von 8.760 h/Jahr). Ein weiteres großes Potenzial zur Erzeugung elektrischen Stroms (geschätzt auf 4 MW oder 35 Millionen kWh/Jahr) in der Gemarkung Isny liegt in einem in den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts angedachten Kraftwerk. Dabei sollte das Wasser der Isnyer Ach und der Unteren Argen mit einem Druckstollen in die Obere Argen bei Gestratz abgeleitet werden. Dieser Plan würde aus Steuerungsgründen einen Stausee mit einer Fläche von circa 2 km² im Naturschutzgebiet Rotmoos notwendig machen. Aus Landschafts- und Naturschutzgründen soll dieser Plan hier nicht weiter einbezogen und diskutiert werden. Weitere kleinere Kraftwerke wie in Ried an der Isnyer Ach (40 kW) sind prinzipiell denkbar, wurden aber in der Vergangenheit aus Gewässerschutzgründen von der Naturschutzbehörde stets abgelehnt. Diese Anlage könnte jährlich etwa 0,35 Millionen kWh elektrischen Strom bei Kosten von geschätzt 5 Cent/kWh erzeugen.

3.6 Geothermie

Erdwärme (Geothermie) lässt mithilfe zweier Methoden nutzen, die als sogenannte flache und tiefe Geothermie bezeichnet werden.

3.6.1 Flache Geothermie

Bei der flachen Geothermie wird üblicherweise der Grundwasserleiter¹⁸ angebohrt (in einigen Meter bis einigen 10 m Meter Tiefe) und entweder durch eine Wärmepumpe (bei Temperaturen einiger 10 °C) Wärmeenergie gewonnen, oder das Grundwasser wird als Kühlmittel dem Verbraucher direkt zur Verfügung gestellt. Während die zweite Nutzungsart dem Verbraucher kostengünstig Kälteenergie zur Verfügung stellt (bei der gegebenen Grundwassertemperatur von etwa 7 °C in Isny), ist für die erste Nutzungsart ein erheblicher Einsatz elektrischer Energie für die Wärmepumpe notwendig¹⁹. Von einem großflächigen Einsatz der flachen Geothermie zur Wärmeerzeugung im Wohn- und Industrieinsatz wird daher generell abgeraten.

¹⁸In Isny hat das Grundwasser etwa eine Temperatur von circa 7 °C.

¹⁹ In Deutschland wird Strom noch immer zu großen Teilen in thermischen Kraftwerken (Kohle-, Gas-, und Kernkraftwerken) hergestellt, bei denen der physikalisch bedingte Wirkungsgrad bestenfalls 45 % beträgt, d.h. der größte Anteil der eingesetzten Energie geht als Abwärme verloren. Wird der so gewonnene elektrische Strom beim Verbraucher für eine Wärmepumpe eingesetzt, so lassen sich aus einer Einheit (kWh) eingesetzten Stroms bestenfalls 3 mal mehr Einheiten Wärme gewinnen, d.h. der Wirkungsgrad ist 3. Die Gesamtbilanz der eingesetzten Energie ist also 3 mal 0,45 = 1,35, d.h. aus einer Einheit eingesetzter Primärenergie lässt sich bestenfalls 1,35 Einheiten Wärme gewinnen. Im Vergleich dazu hat ein moderner Heizkessel einen Wirkungsgrad von 0,98. Betrachtet man den Aufwand für die Erzeugung des Stroms, sowie die notwendigen Anlagen zur Nutzung der geothermischen Energie, so liegt der Schluss nahe, aus Kostengründen von einem Einsatz der flachen Geothermie zur Wärmegewinnung abzuraten.

3.6.2 Tiefe Geothermie

Geologische und geothermische Sondierungen legen nahe, dass wirtschaftlich nutzbare geothermische Wärmeinseln ($T > 120\text{ °C}$) im Muschelkalk/Malmkarst unterhalb der voralpinen Molasse in einer Tiefe von 3800 m vorliegen (siehe Abb. 2) [1, 10]. Mit hoher Wahrscheinlichkeit trifft diese Gegebenheit auch auf das Gemeindegebiet Isny zu. So wird die tiefe Geothermie derzeit in einem Pilotprojekt in Unterhaching beim München mit gutem Erfolg eingesetzt (siehe http://www.geothermie-unterhaching.de/cms/geothermie/geothermie_web.nsf/id/pa_projekt_philosophie.html).

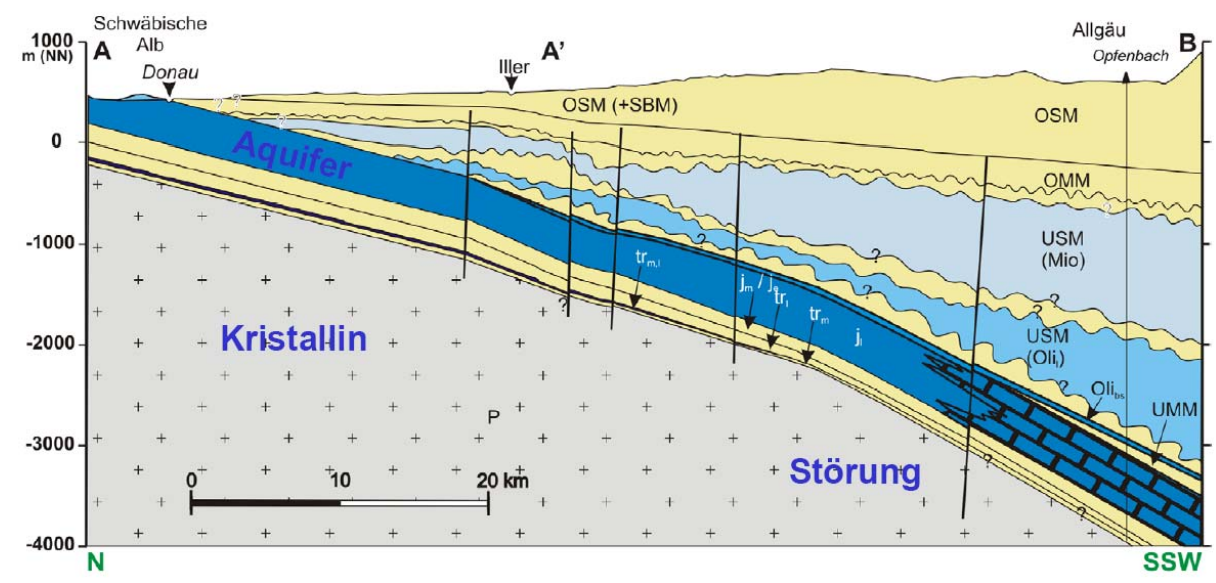


Abb. 2: Geologischer Schnitt durch das voralpine Molassegebiet auf der Linie Günzburg/Opfenbach. Sondierungsbohrungen legen nahe, dass im Muschelkalk/Malmkarst (dunkel blaue Schicht) des Voralpengebiets, d.h. unter Isny in circa 3800 m Tiefe, Temperaturen größer 100 °C anzutreffen sind (Kehrer et al., 2006).

Dort stehen ganzjährig ca. 38 MW thermische Energie in einem Temperaturbereich zwischen 60 °C und 122 °C zur Verfügung. Diese Energie wird je nach Witterung zur Erzeugung von Fernwärme (50 MW) oder Strom (bis zu 3,4 MW, d.h. einer maximalen jährlichen Stromproduktion von 29,7 Millionen kWh) genutzt. Die hydrothermale Energie wird dabei in Form heißen Thermalwassers mit einer Schüttung von 150 l/sec aus einer Tiefe von 3.300 m an die Oberfläche gefördert – eine Fördermenge, die bei diesen Temperaturen in Deutschland bisher noch nicht erreicht wurde. Falls in Isny eine ähnlich effiziente geothermische Wärmequelle zur Verfügung stünde, könnte diese nicht nur etwa die gut zweifache Menge der in Isny benötigten Wärmeenergie liefern, sondern auch etwa 30 % des benötigten elektrischen Stroms erzeugen. Neben diesem potenziellen Nutzen sollte man allerdings die Risiken nicht unterschätzen, die die Erschließung einer ähnlich leistungsstarken geothermischen Wärmequelle durch Probebohrungen in Isny mit sich brächte.

3. Theoretisches Potenzial regenerativer Energien in Isny

Eine sinnvolle Nutzung der verfügbaren Wärme würde ein großflächiges Fernwärmenetz erfordern. Daneben könnte die überschüssige Wärme mit einer Fernwärmeleitung in benachbarte Gemeinden exportiert werden, oder sie stünde für eine umfangreiche Nutzung in Thermalbädern oder einer in Isny neu anzusiedelnden Industrie, die einen Nutzen aus der Niedrigtemperaturenergie ziehen könnte, zur Verfügung. Solange jedoch die sehr kostenintensiven und risikoreichen Bohrungen nicht abgeschlossen sind, ist keine genaue Prognose bezüglich der Menge des zu fördernden Thermalwasser möglich, und somit kann nicht sichergestellt werden, ob das Projekt letztlich wirtschaftlich erfolgreich sein kann.

4. Das Isnyer Energiekonzept

Ausgehend von dem in Kapitel 3 inventarisierten Potenzial an regenerativen Energien und dem im Kapitel 2 erläuterten Energiebedarf lässt sich für eine teilweise ($\frac{3}{4}$) Lokalisierung der Isnyer Energieversorgung ein im Folgenden beschriebener Gesamtplan entwerfen. Eine Kosten-/Nutzenanalyse der dabei notwendigen Maßnahmen findet sich in Kapitel 5.

Energetisch am schwierigsten (aufgrund des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik) ist es, einen gangbaren Plan für die Gewinnung einer ausreichenden und versorgungssicheren Menge an elektrischem Strom zu entwickeln. Dabei muss beachtet werden, dass einerseits die Energieerzeugung wirtschaftlich tragbar, und andererseits die dabei genutzten Ressourcen nachhaltig bewirtschaftet werden sollten. So ist es aus Gründen der Energieeffizienz notwendig, die bei thermischen Kraftwerken erzeugte Abwärme im Anschluss als Wärmequelle zu nutzen, d.h. die Abwärme dem Gewerbe, der öffentlichen Hand und Privatleuten mittels eines Fernwärmenetzes zur Deckung ihres Wärmebedarfs anzubieten. Des weiteren sollte die so erzeugte Energie den jahreszeitlich und tageszeitlich veränderlichen Energiebedarf näherungsweise abbilden.

4.1 Stromversorgung

Der derzeitige Isnyer Strombedarf beträgt jährlich 97,5 Millionen kWh oder im Mittel 11,2 MW mit einem Spitzenbedarf von geschätzt 15 MW an kalten Wintertagen. Weiterhin treten tägliche Verbrauchsspitzen vor allem mittags und am frühen Abend auf. Eine effiziente Speicherung des elektrischen Stroms ist derzeit außer in Speicherkraftwerken (,die in Isny ohne massive Eingriffe in den Naturraum praktisch nicht realisierbar sind,) technisch nicht machbar. Daher wird hier angenommen, dass das Netz des lokalen Energieversorgers quasi als Stromspeicher fungiert, bzw. die Erzeugung von elektrischem Strom in Isny den zeitlich veränderlichen Bedarf hinreichend gut abbildet.

4.1.1 Hydroenergie (1 %)

Es wird unterstellt, dass in Zukunft etwa 1 Million kWh/Jahr Strom langfristig aus Hydroenergie hergestellt wird, und dass nicht viele neue Kleinanlagen entstehen werden. Diese Anlagen decken daher nur einen kleinen Teil der notwendigen Grundlast.

4.1.2 Strom aus Biogas (14,35 %)

Derzeit werden auf der Gemarkung Isny 14 Millionen kWh/Jahr Strom aus Biogas hergestellt. Aufgrund fehlender Speicherungs- und Steuerungsmöglichkeiten ist die Stromproduktion durch Biogas am besten für den Grundlastbereich geeignet. Der Flächenbedarf hierfür beträgt derzeit etwa 900 Hektar, wobei zu 85 % organische Abfälle aus der Landwirtschaft vergast werden, während etwa den Anlagen 15 % der Biomasse als Energiepflanzen, vor allem Mais, zugeführt werden. Es wird hier davon ausgegangen, dass eine signifikante Steigerung der Stromproduktion aus Biomasse aus Gründen der Sicherung der Nahrungsmittelproduktion nicht machbar und erwünscht ist.

Allerdings sollte in Zukunft die bei der Biogasverstromung anfallende Abwärme von etwa 2,4 MW unbedingt einer Versorgung durch Grundlastwärme zugeführt werden. Entsprechende Pläne werden von den Betreibern der Anlagen derzeit intensiv diskutiert, u.a. zur Wärmegrundlastversorgung der Waldburg Zeil'schen Kliniken in Neutrauchburg, des Stefanuswerk und/oder des Kreiskrankenhauses.

4.1.3 Strom aus mit Holz befeuerten Kraftwärmekopplungsanlagen (27,1 %)

Aus physikalischen Gründen (s.o.) sollte in thermischen Kraftwerken die notwendigerweise anfallende Abwärme einer weiteren Nutzung zugeführt werden. Das gilt auch für thermische Kraftwerke, die mit nachwachsenden Rohstoffen, und wie hier angedacht mit Holz, befeuert werden. Umgekehrt sollte man bei der Dimensionierung der Stromproduktion aus thermischen Anlagen darauf achten, dass genügend Abnehmer für die entstehende Wärme bereitstehen. Daher wird hier vorgeschlagen, jährlich 26,4 Millionen kWh mit mehreren Blockheizkraftwerken in Mittel- und Spitzenlast zu erzeugen, die vor allem in der Übergangszeit und im Winter schrittweise zugeschaltet werden sollten. Die dafür erforderliche gesamte Kraftwerkskapazität beträgt thermisch 16 MW und nach Abzug der Verluste (12 %) und Einrechnung des Wirkungsgrades (44 %) 6,2 MW elektrisch. Die dafür und für die gleichzeitige Wärmeherzeugung erforderliche Energie von jährlich 82 Millionen kWh sollte aus nachwachsenden Rohstoffen, d.h. vorwiegend aus Holz bestritten werden. Dafür wäre der Nachwuchs aus 1.640 ha Wald notwendig²⁰.

4.1.4 Photovoltaik (32,3 %)

Ein, aus technischen und finanziellen Gründen wohl nur schrittweise möglicher Ausbau der Stromerzeugung durch Photovoltaik wird hier favorisiert, da das geeignete Potenzial hierfür in Isny eindeutig gegeben ist²¹. Dabei wird vor allem daran gedacht, geeignete Dächer im Bestand²² sowie verpflichtend Dächer von Neubauten für eine photovoltaische Nutzung vorzusehen. Aus Landschaftsschutzgründen sollten jedoch keine Freiflächen (mit Ausnahme von technisch bedingten Bauten wie Schallschutzmauern usw.) zur photovoltaischen Nutzung vorgesehen werden. Dieses Vorgehen wäre ohnehin nicht notwendig, da das Potenzial an verfügbaren und geeigneten Dachflächen auf 220.000 qm oder etwa 35 % der vorhandenen Dachflächen geschätzt wird. Damit ließe sich ein jährlicher Strombedarf von 31,5 Millionen kWh decken, d.h. es müssten in Isny etwa 17 mal mehr Photovoltaikanlagen installiert werden als derzeit vorhanden sind (Ende 2007). Der Aufbau dieser Anlagenkapazität sollte vor allem durch private Investoren erbracht werden (siehe Kap. 7). Dabei besteht einerseits die Möglichkeit, im

²⁰ Auf dem Gemeindegebiet Isny befindet sich 3.927 ha Wald. Die zur thermischen Erzeugung von KWK Strom und Wärme erforderliche Fläche beträgt bei einem Nachwuchs von 50.000 kWh/Jahr 1.640 ha (41,7 %). Üblicherweise fallen bei der Waldbewirtschaftung 2/3 des Nachwuchses als Nutzholz an, d.h. etwa 1/3 der Biomasse (65,5 Millionen kWh) von 3.927ha wird bisher praktisch nicht verwertet. Eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Nutzung der Energieressource Wald sollte sich daher vor allem der bisher nicht genutzten Biomasse zuwenden, damit nicht ökonomisch besser zu verwertendes Holz für thermische Zwecke geschlagen und verwendet werden muss.

²¹ Die bestehenden photovoltaischen Anlagen erzeugen in Isny pro installierten kWh-peak durchschnittlich 1.050 kWh/Jahr, was bei den derzeitigen Preisen für photovoltaische Anlagen und der durch das EEG geregelten Erstattungen Renditen von bis zu 11 % ermöglicht (siehe Kap. 5).

²² Die gesamte Dachfläche der Gebäude in Isny wird auf 600.000 qm geschätzt. Geht man davon aus, dass 50 % nach Norden ausgerichtet ist, und sich 25 % für eine photovoltaische Nutzung nicht eignen, so könnte man 220.000 qm, oder Hektar mit Photovoltaikanlagen bestücken.

Eigenbesitz befindliche Dächer selbst nachzurüsten, andererseits können schon vorhandene Dachflächen dem schon dafür etablierten Mietmarkt für die photovoltaische Nutzung zugänglich zu machen. Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, Dächer, die im Besitz der öffentlichen Hand, landwirtschaftlicher Betriebe und großer Industriebetriebe sind, über den Mietmarkt der photovoltaischen Nutzung zugänglich zu machen.

4.1.5 Windenergie (27,6 %)

Um den zusätzlichen Bedarf an elektrischem Strom zu decken, müssten in der Gemeinde Isny 6 Windkraftanlagen mit einer Spitzenleistung von 2,3 MW-peak installiert werden. Diese könnten bei ähnlichen Windverhältnissen wie in Kimratshofen jeweils 4,5 Millionen kWh pro 2,3 MW-Anlage und Jahr erzeugen. Dafür gibt es in Isny ausgezeichnete Standorte, z.B. auf der Adelegg. Strom aus Windenergie könnte dort mit ähnlichen Kosten wie in Kimratshofen (5 – 8 Cent/kWh) umweltfreundlich und in ausreichender Menge erzeugt werden. Die Leistung (maximal 13,8 MW) würde wetterabhängig über das Jahr verteilt an etwa 2.000 Stunden (von 8.760 Stunden eines Jahres) zur Verfügung stehen.

4.1.6 Sparen (25 %)

Das ökonomisch zugängliche Sparpotenzial bezüglich elektrischen Stroms wird in einer jüngst vom Bundesverband der deutschen Industrie (BDI) in Auftrag gegebenen Studie auf 25 % geschätzt bzw. von der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz, SAVE-2007, für die Schweiz auf bis zu 30 % [2, 5]. Einsparmöglichkeiten bestehen vor allem bei der Krafterzeugung aus elektrischem Strom, im Einsatz neuer drehzahl geregelter Motoren in Antriebssystemen, der Wärmegewinnung aus Strom z.B. im Gebäudebereich (Warmwasserboiler, Nachtspeicheröfen, Haushaltsgeräte, Stand-by Schaltung von Haushaltsgeräten), und generell bei der Beleuchtung (Stichworte: Energiesparleuchten, Licht Emittierende Dioden (LED), oder sich in der Entwicklung befindliche Organische Licht Emittierende Dioden (OLED) als flächenhafte Lichtquellen). Würden in Isny alle diese Potenziale realisiert, so ließen sich jährlich bis zu 25 Millionen kWh an elektrischem Strom einsparen.

Zusammenfassend ergäbe sich nach diesem Vorschlag folgender Energiemix bei der Isnyer Stromerzeugung (Abb. 3):

1. Hydroenergie: 1 Million kWh/Jahr oder 1 %
2. Holz-KWK, Strom: 26,4 Millionen kWh/Jahr oder 27,1 %
3. Biogas-KWK, Strom: 14 Millionen kWh/Jahr oder 14,3 %
4. Photovoltaik: 31,5 Millionen kWh/Jahr oder 32,3 %
5. Windenergie: 27 Millionen kWh/Jahr oder 27,6 %

→ Mögliche Produktion: 100 Millionen kWh/Jahr

→ Heutiger Bedarf: 97,5 Millionen kWh/Jahr

→ Geschätzter Bedarf bei einer realisierten Einsparung von 25 %:
72,5 Millionen kWh/Jahr

Unterstellen wir nun, dass die Isnyer Stromversorgung in Zukunft aus den unter 1. bis 5. beschriebenen Energien bestritten würde, so ergäben sich mit der

vorgeschlagenen Mischung Stromgestehungskosten von 24,7 Cent/kWh (bei den heutigen Preisen). Unter Einrechnung der Durchleitungsgebühren und staatlich bedingter Abgaben berechnet sich daraus ein Strompreis von etwa 40 Cent/kWh. Hier gilt es allerdings zu beachten, dass der so errechnete Strompreis in Zukunft eher sinken wird, da in diesem Energiekorb ein relativ hoher Anteil heute noch teurer Photovoltaik enthalten ist, während Photovoltaikstrom derzeit pro Jahr um 5 % billiger wird.

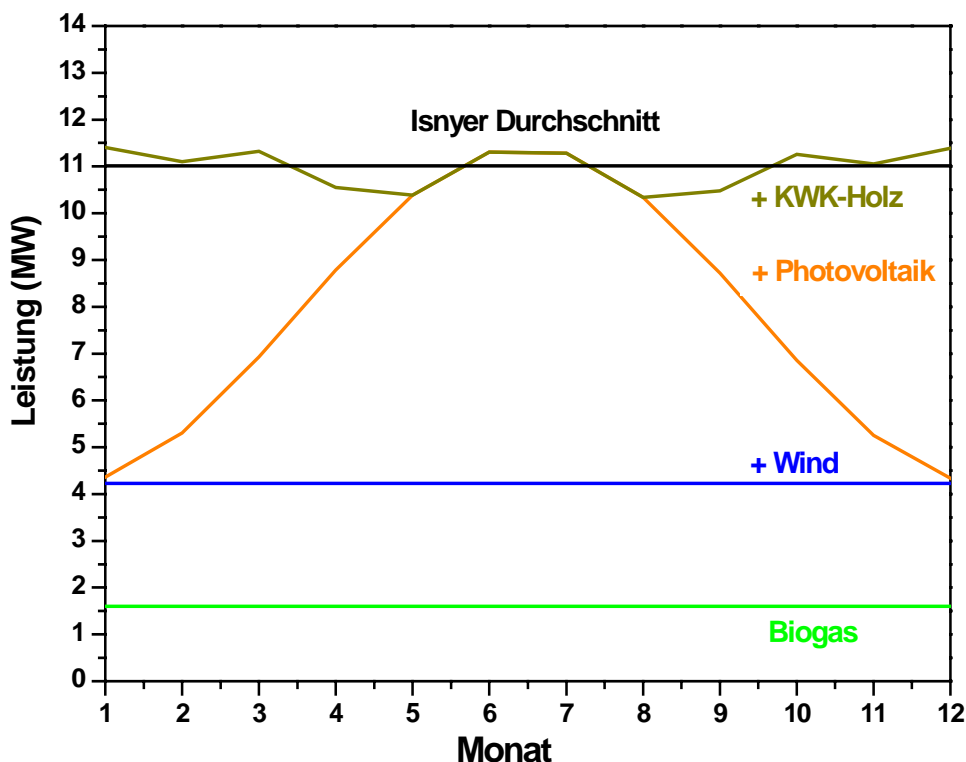


Abb. 3: Mögliches Szenario der Isnyer Stromversorgung durch regenerative Energien. Die Leistungsspitzen/Täler der Stromproduktion durch Photovoltaik und Windenergie sind hier nicht abgebildet.

Weiterhin sollte man das Einsparpotenzial (25 %) nicht aus den Augen verlieren. Falls dieses realisiert würde, könnten erhebliche Ressourcen an regenerativen Energien frei werden, die man mittelfristig für die Position 4. und 5. (siehe Kap. 2), d.h. Verkehr und industrielle Produkte, einsetzen könnte.

4.2 Wärmeversorgung

Der Isnyer Bedarf an Niedrigtemperatur Wärme (< 70 °C) betrug 2007 etwa 174 Millionen kWh, wobei jeweils etwa die Hälfte für Industrie/Gewerbe und die Haushalte anfielen. Der Bestand an Gebäuden in Isny beträgt 6.600, wovon etwa 4.800 in der Kernstadt stehen²³. Hier gilt es jedoch zu beachten, dass in Isny sowohl Industrie- als auch Dienstleistungsbetriebe (Waldburg Zeil'sche Kliniken,

²³ Legt man eine für Deutschland typische Nutzung zu Grunde so entfallen auf jeden Einwohner 42 qm Bruttowohnfläche, oder 567.000 qm für die Gemeinde Isny. Für Gewerbegebäude und öffentliche Gebäude werden zusätzlich 41 % der Wohnfläche angesetzt, so dass man für die Gemeinde Isny von einer gesamten zu beheizenden Fläche von 800.000 qm ausgehen kann. Für diese Nutzflächen werden 221 kWh/Jahr an thermischer Energie (Heizung und industrielle Prozessenergie, ohne die Wärme für die chemische Industrie und Metallverhüttung), also insgesamt in Isny 177 Millionen kWh/Jahr benötigt (siehe Pos. 2 und 3 in Kap.2).

Stefanuswerk, Krankenhaus, Schulzentrum, ...), sowie weitere gewerblich Unternehmen einen erheblichen Bedarf an Grund- wie auch Mittel- und Spitzenlast haben. Die statistischen wie auch teilweise von den Verbrauchern direkt erfragten Daten zeigen, dass der Isnyer Bedarf an Grundlast etwa 5 MW beträgt. An kalten Wintertagen ist hingegen die derzeit benötigte Spitzenlast ungefähr 33 MW, falls für den aktuellen Gebäudebestand typische deutsche Verbrauchswerte von 225 kWh/m²/Jahr angesetzt werden.

4.2.1 Sparen (33 %)

Die in den letzten Jahren - auch vom Autor bei seiner Immobilie - gemachte Erfahrung²⁴ zeigt, dass durch eine thermische Sanierung von Gebäuden im Altbestand der Wärmebedarf um mehr als 50 % reduziert werden kann²⁵ [6]. Dabei besteht in Isny die Besonderheit, dass sich im Altbestand etwa 200 Häuser befinden, die aus denkmalpflegerischen Gründen thermisch nicht auf einen modernen Stand saniert werden können. Weiterhin wird in der BDI Studie das Einsparpotenzial an Niedrigtemperaturwärme in der Industrie auf bestenfalls 20 % eingeschätzt [2]. Damit lässt sich das Einsparpotenzial an Niedrigtemperaturwärme auf der Gemarkung Isny auf etwa 60 Millionen kWh/Jahr (33 %) abschätzen.

4.2.2 Thermische Solarenergie (6.21 %)

Mit modernen Sonnenkollektoren lassen sich im Jahresmittel in Isny etwa 360 kWh/qm gewinnen, sodass hierdurch vor allem in den Zwischenjahreszeiten (Frühjahr und Herbst) und im Sommer große Teile des privaten Wärmebedarfs gedeckt werden können. Dabei reichen Anlagen von 5 – 10 qm Fläche mit 500 – 1.000 l Warmwasserspeicher aus, um ein 4-Familienhaus zu versorgen. Typischerweise lassen sich damit über das Jahr gerechnet 25 % des privaten Wärmebedarfs decken, was hochgerechnet auf die Isnyer Verhältnisse eine Wärmeproduktion von 11 Millionen kWh erbringt²⁶. Die Einsatzmöglichkeiten thermischer Solaranlagen für industrielle Zwecke sind eher limitiert, da Gewerbebetriebe einerseits eine hohe Verbrauchssicherheit und andererseits oft hohe Leistung beanspruchen.

4.2.3 Wärme aus Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK) (46,3 %)

4.2.3.1 Biogas KWK

In den Isnyer Biogasanlagen werden aktuell bereits etwa 2,4 MW (21 Millionen kWh/Jahr mit einem theoretischen Verkaufswert von 525.000,- €/Jahr bei 2.5 Cent/kWh) an Niedrigtemperaturwärme erzeugt, die derzeit nicht vermarktet werden können. Für die Betreiber besteht daher eine vordringliche Aufgabe, die vor allem für

²⁴ Die hier gemachten Angaben wurden mir von mehreren, mit Haussanierungen befassten Baufachleuten mündlich bestätigt. Die Kosten für eine thermische Haussanierung von einem Durchschnittsverbrauch von 225 kWh/qm auf 60 kWh/qm (EnEV) betragen 500,- bis 600,- €/qm.

²⁵ Einsparungen in dieser Größe entsprechen auch den heute bestehenden gesetzlichen Normen (EnEV). Der Zeithorizont dieses Einsparpotenzial zu realisieren beträgt Jahrzehnte, denn diese Einsparmaßnahmen im Gebäudebereich lassen sich nur bei umfangreichen Haussanierungen durchführen.

²⁶ Die 11 Millionen kWh errechnen sich nach dem Abzug des Einsparpotenzials an Wärme im privaten Bereich (42,5 Millionen kWh), und einer 25 % Produktion der benötigten Wärmeenergie mittels solarthermischer Anlagen.

Grundlastzwecke geeignete Abwärme aus der Biogasverstromung dem Markt zuzuführen. Dabei besteht einerseits die Möglichkeit, das produzierte Biogas mittels einer Gasleitung zu Verbrauchern mit hoher Grundlast an Wärme zu leiten und dort den Strom und die anfallende Abwärme zu produzieren, oder die Abwärme der bestehenden Anlagen in ein in Isny praktisch nicht bestehendes Fernwärmenetz einzuspeisen. Der erste Weg befindet sich derzeit in Planung mit jeweils einer mit Biogas betriebenen KWK Anlage in Neutrauchburg, im Stefanuswerk und/oder im Kreiskrankenhaus. Entscheidende Probleme hierbei sind die fehlenden Gasleitungen, sowie die vom Verbraucher stets geforderte Verbrauchssicherheit bei isoliert stehenden KWK Anlagen. Andererseits sollte man bedenken, dass die heute in Isny schon bestehenden Biogasanlagen theoretisch etwa die Hälfte des Isnyer Wärmebedarfs im Grundlastbereich decken könnten, falls diese Energie zu vermarkten wäre.

4.2.3.1 Holz-KWK

Mit Holz betriebene Kraftwärmekopplungsanlagen (Holz-KWK) finden derzeit in Isny praktisch noch keine Anwendung. Solche Anlagen eignen sich vor allem zur Deckung der Mittel- und Spitzenlast. Mittellast wird in Isny aus klimatischen Gründen vor allem in den Übergangsjahreszeiten und im Winter benötigt. Man kann also von etwa 4.400 Betriebsstunden/Jahr für solche Kraftwerke ausgehen. Sollten also wie in Kap. 4.1 vorgeschlagen etwa 26,4 Millionen kWh elektrischer Strom aus Holz-KWK vor allem im Winterhalbjahr erzeugt werden, zumal im Sommer ja reichlich Strom aus Photovoltaik und aus Windkraft erzeugt würde, so würde man gleichzeitig etwa 60 Millionen kWh Wärme erzeugen²⁷. Mit diesen Daten ergibt sich eine gesamte Kraftwerksleistung von 22,3 MW. Klugerweise würde man die benötigte Kraftwerksleistung in mehrere, auch getrennt im Isnyer Stadtgebiet stehende Blöcke auftrennen. Dann ließe sich die Leistung je nach Bedarf leichter steuern, und man könnte die Verbrauchssicherheit deutlich erhöhen. Will man auch noch die im Winter anfallende Spitzenlast abdecken, so würde man eine etwa 20 % größere Kraftwerksleistung benötigen, also insgesamt 27 MW-peak (thermische Leistung 13,5 kW und elektrische Leistung maximal 10,5 MW), die aus Kostengründen teilweise (zu 20 %) nur als BHKW ausgelegt sein müssten. Diese so in mehreren Anlagen erzeugte Wärmemenge sowie die in Grundlast erzeugte Wärmemenge müsste zum Verbraucher mittels einer Fernwärmeleitung transportiert werden. Aus Kostengründen für die erforderlichen Leitungen (siehe Kap. 5) bieten sich als Verbraucher nur große Abnehmer an, wie das Stefanuswerk, das Krankenhaus, das Schulzentrum, nicht thermisch zu sanierende Gebäude im Altbestand (Altstadt), die NTA, die Isnyer Industriebetriebe sowie die Waldburg Zeil'schen Kliniken. Konkret bedeutet dies, dass die diversen Großverbraucher, sowie die entsprechenden Kraftwerke mit einem Fernwärmenetz verbunden werden müssten, wobei direkt anliegende kleinere Verbraucher auch mit angeschlossen werden könnten.

Als weiterer Vorteil dieser teilzentralisierten KWK Anlagen wäre auch die weit effizientere Reinigung der Abgase zu nennen, als jene wie sie in kleineren Heizanlagen heute möglich ist. So wird schon heute bei winterlichen Inversionswetterlagen (mit kalter Luft am Boden und warmer Luft in einigen 100 m

²⁷ Bei KWK Anlagen geht man von einem Wirkungsgrad von 88% der eingesetzten Primärenergie aus. Die Stromerzeugung erfolgt mit einem Wirkungsgrad 44 %, d.h. für eine Einheit Energie erhält man 12 % Abwärme und 88 % Nutzwärme, von denen wiederum nur 44 %, also 38,7 % an elektrischem Strom und 49,28 % an Wärme anfallen.

Höhe) und einem entsprechend häufigen Betrieb der, oft mit Holz betriebenen Einzelfeueranlagen die Luftqualität in Isny in einer die Gesundheit gefährdenden Weise tangiert²⁸. In Summe könnten durch KWK Anlagen in Isny etwa jährlich 82 Millionen kWh an Wärme und 40,4 Millionen kWh elektrischen Stroms durch regenerative Energien erzeugt werden, d.h. durch den Einsatz von Biogas in einer Höhe wie heute schon vorhanden, und zusätzlich durch (zumeist Abfall-) Holz aus 1.640 ha Hektar nachhaltig bewirtschaftetem Wald.

4.2.4. Thermische Verwertung von Holz (23,4 %)

Der verbleibende Bedarf an Wärmeenergie von jährlich 41,5 Millionen kWh könnte bei den nicht an das Fernwärmenetz angeschlossenen Kleinverbrauchern im Stadtgebiet, und bei allen, nicht im Stadtgebiet angesiedelten Verbrauchern entweder in Form von Brennholz, Holzpellets oder Hackschnitzeln bereitgestellt werden. Der Bedarf an Holz hierfür entspricht dem Nachwuchs aus 830 ha. Es sollte hier betont werden, dass diese Form der Wärmeengewinnung für Wohnzwecke auf der Gemarkung Isny schon heute häufig angewandt wird, und daher einschlägige Erfahrungen vorhanden sind. Das Energiekonzept sieht vor, diese Form der Wärmeversorgung für die oben benannten Verbraucher, die teilweise noch mit fossiler Energie (Öl, Gas) betriebene Heizungsanlagen besitzen, zu ersetzen allerdings in dann thermisch sanierten Gebäuden bei entsprechend geringerem Bedarf.

Einen Überblick vermittelt der in Abbildung 4 gezeigte Verlauf der Wärmeproduktion nach der Realisierung des Energiekonzeptes. In Abbildung 5 werden

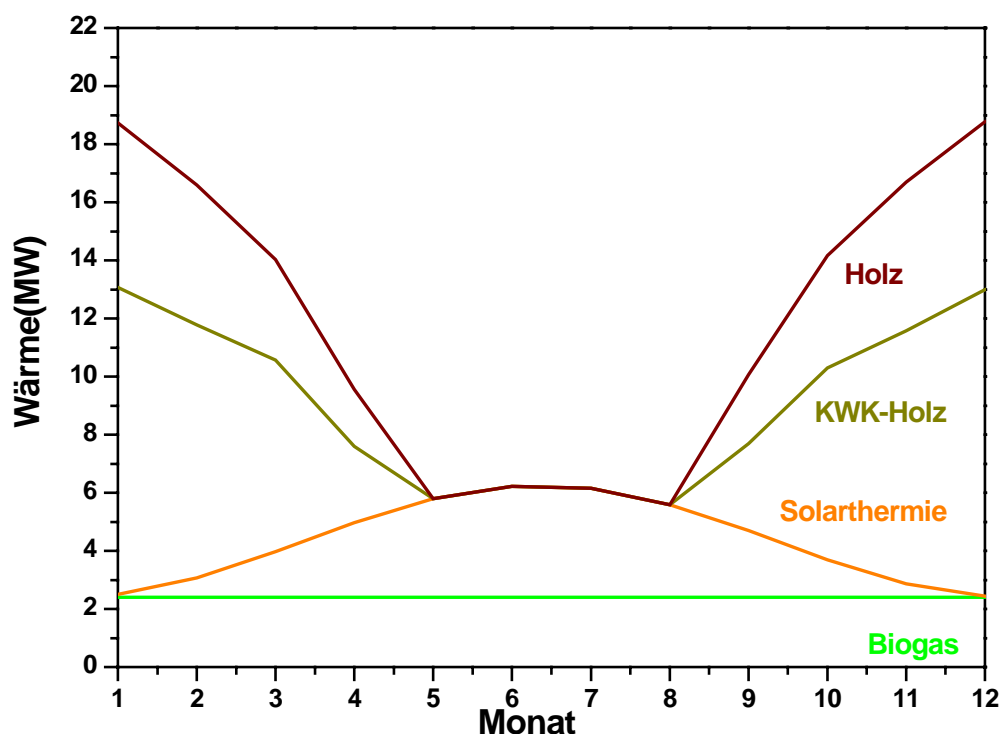


Abb. 4: Mögliches Szenario der Isnyer Wärmeversorgung durch regenerative Energien.

²⁸ So war in der Zwischenjahreszeit 2007/2008 beim Blick vom Iberg auf die Stadt Isny eine starke, durch eine Inversionswetterlage bedingte Luftverschmutzung festzustellen.

die jeweiligen Anteile (siehe Kap. 4.1 und 4.2) der Primärenergieversorgung (der Positionen 1. bis 3.) dargestellt. Man erkennt, dass sich nach Realisierung des Konzeptes etwa 75 % der heutigen CO₂ Emission einsparen ließen.

Wenden wir uns nun der Frage zu, ob das Einsparpotenzial mit den heute herrschenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen umzusetzen ist. Dazu sollte man eine Kosten/Nutzen Analyse der einzelnen Maßnahmen erstellen (Kap. 5) und die Gesamtkosten, sowie die mögliche Finanzierung diskutieren (Kap. 6).

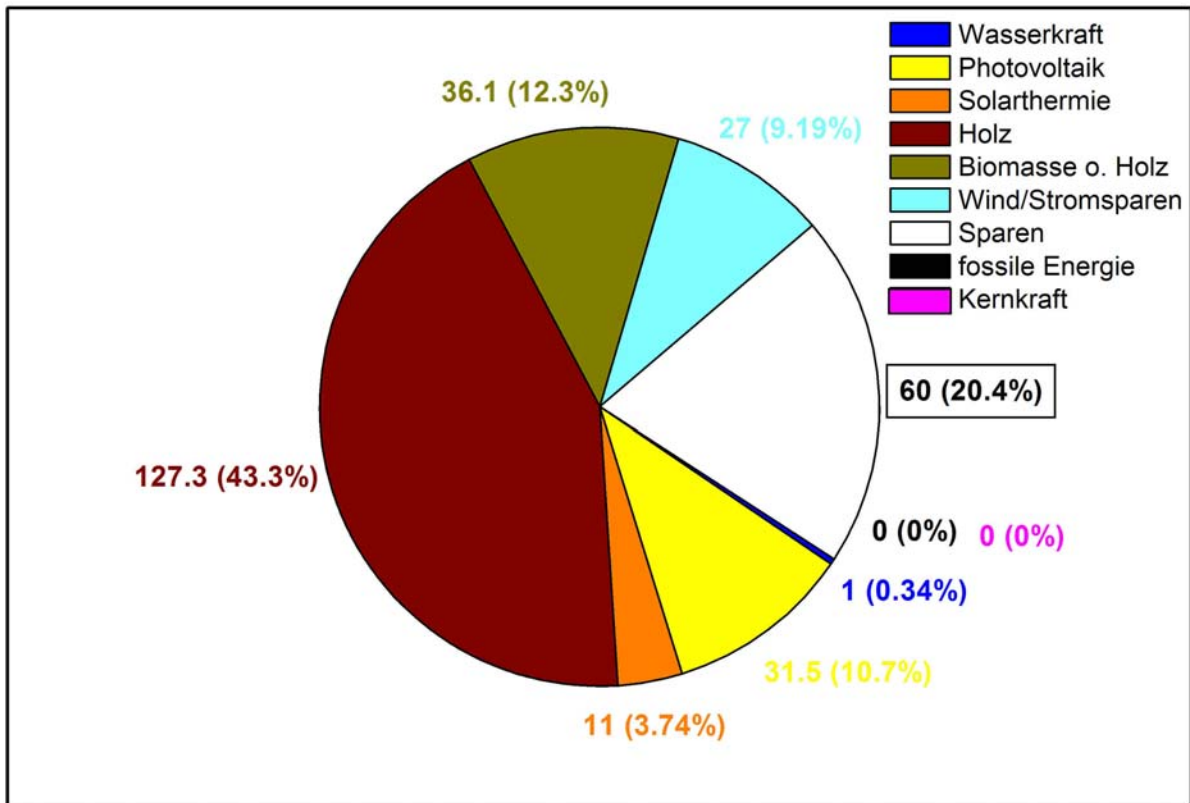


Abb. 5: Primärenergieeinsatz (Pos. 1, 2 und 3) der Isnyer Energieversorgung nach der Durchführung des Energiekonzeptes (2050). Die erste Angabe ist jeweils in Millionen kWh, und die zweite Angabe in % des gesamten Primärenergiebedarfs angegeben. Nach Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen wird sich die Isnyer CO₂ Emission um 75 % gegenüber 2007 verringert haben.

5. Kosten/Nutzen der einzelnen Maßnahmen

Im Folgenden werden die Kosten und Nutzen der einzelnen vorgeschlagenen Maßnahmen dargestellt. Dabei wurden vom Autor vor allem Erfahrungen von Planern und Anwendern (Stadtwerke Heidelberg und Mannheim, Firma ETI Heidelberg, Naturenergie Isny GmbH, Bauingenieuren, Förstern und Waldbesitzern, Photovoltaikanlagenbetreibern und den Betreibern von Windkraftanlagen im Allgäu, usw.) der vorgeschlagenen Technologien erfragt. Die dabei vorkommenden Angaben und Zahlen bilden den 2007 üblichen technischen und wirtschaftlichen Stand ab.

5.1 Energiesparen

5.1.1 Wärme

Energiesparpotenzial gibt es vor allem im Gebäudewärmebereich des Bestandes (siehe Abb. 5). So wurde für 2003 der mittlere Energiebedarf für Wohngebäude auf 225 kWh/qm/Jahr in Deutschland ermittelt.

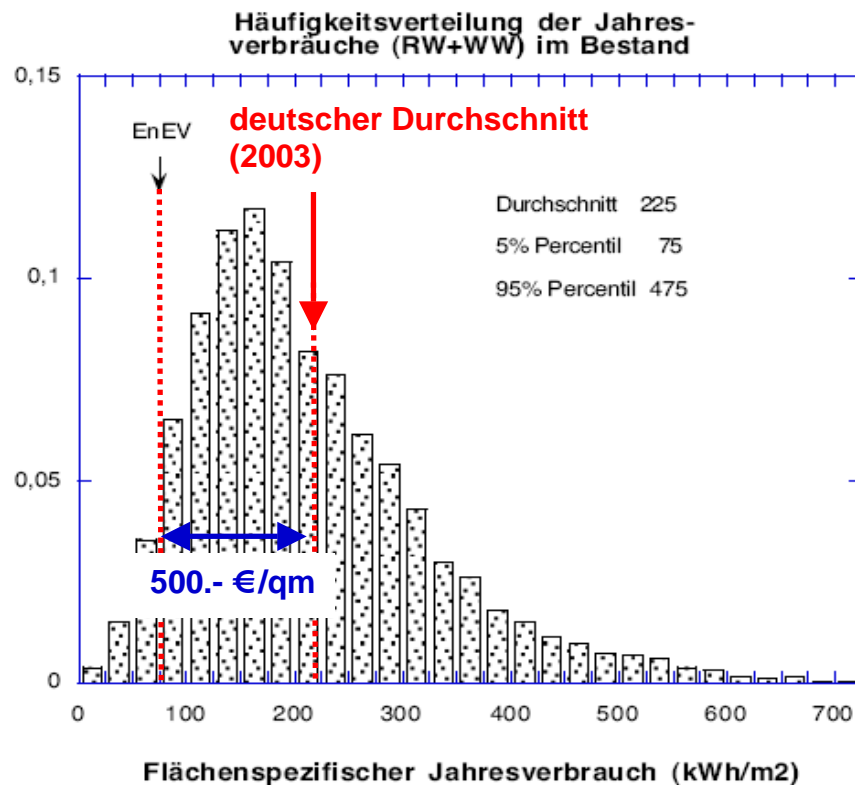


Abb. 5: Gemessene, auf die Wohnfläche bezogene Jahresverbrauchswerte an Energie für Raumwärme und Warmwasser in einer deutschen Großstadt (alle Häuser-Größen und Altersklassen). Die Stichprobe kann für den ganzen deutschen Bestand genommen werden. Die Norm der neuen Energieeinspar-Verordnung (EnEV) für Neubauten ist ebenfalls eingetragen [6].

Wird dieser Energiebedarf auch für die Isnyer Gebäude zugrunde gelegt, so ergibt das ein Einsparpotenzial von 60 Millionen kWh/Jahr (wie in Kapitel 4.2.1 dargelegt wurde). Werden nun die maßgeblichen Kosten für die thermische Sanierung von Gebäuden im Bestand mit 500 – 600,- €/qm angesetzt, so ergeben sich bei einem

Bestand von 570,000 qm²⁹ im privaten und öffentlichen Bereich Sanierungskosten von insgesamt 300.000.000,- €, in denen die Installation von thermischen Solaranlagen noch nicht enthalten ist.

Da die Sanierungskosten sehr vom Gebäudetyp, seiner Nutzung und seines Zustandes abhängen, sei an einem, dem Autor gut bekannten Beispiel, eine Kostenrechnung der Maßnahme erläutert. Vorgabe war hier ein Gebäude im Altbestand (vor 1978) mit einem Heizbedarf von 250 kWh/qm/Jahr auf einen Energiebedarf von 60 kWh/qm/Jahr (KfW-60, EnEV) zu sanieren. Die Sanierungskosten betragen 500,- €/qm im Jahr 2005 für die thermische Sanierung des Gebäudes (ohne den Einbau einer Solaranlage, die 25 % des Wärmebedarfs des Gebäudes deckt).

5.1.1 Kosten/Nutzen Rechnung (pro qm/Jahr):

(a) Einsparung:

- 13,- € (bei einer Einsparung von 190 kWh und Energiekosten von 6,6 Cent/kWh)

(b) Kosten:

- Zinskosten (2,3 % KfW Darlehen): 11.50 €
- Abschreibung/Tilgung (2 % pro Jahr): 10,- €

Gewinn/Verlust: - 8,50 €

Es soll hier hervorgehoben werden, dass diese Rechnung für eine individuelle Immobilie angestellt wurde, sich Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden langfristig wegen der steigenden Energiepreise über die lange Lebensdauer einer Immobilie aber stets lohnen.

5.1.2 Strom

Einsparmöglichkeiten für elektrischen Strom werden auf 25 – 30 % des Verbrauchs geschätzt. Diese werden vor allem bei der Krafterzeugung aus Strom, durch den Einsatz neuer drehzahl geregelter Motoren in Antriebssystemen, der Wärmegewinnung aus Strom z.B. im Gebäudebereich (Warmwasserboiler, Nachtspeicheröfen, Haushaltsgeräte, Stand-by Schaltung von Haushaltsgeräten), und generell bei der Beleuchtung gesehen. Die Kosten für die Einsparung von elektrischem Strom sind hier nicht zu ermitteln, jedoch kann man davon ausgehen, dass die Einsparmaßnahmen vor allem bei den sowieso anstehenden Erhaltungsmaßnahmen und Neuinvestitionen in diesem Bereich greifen. Ein Blick in den zukünftigen Strombedarf wird zeigen, ob die Isnyer Bevölkerung bzw. das in Isny angesiedelte Gewerbe von diesen neuen Möglichkeiten Gebrauch macht.

5.2 Solarthermie

Zur Renditerechnung für Solarthermieanlagen wird von folgendem, mir gut bekannten Beispiel ausgegangen: Die Herstellung der 18 qm Anlage kostete 15000,- € (in 2004) und die jährliche geerntete Energiemenge ist 6.600 kWh. Bei der Gewinn

²⁹ Hier werden 71,4 % der in Kap. 4.2 erwähnten Fläche betrachtet, da der Energiebedarf für gewerbliche Fläche anders, und differenzierter nach Produktionsbereich berechnet werden muß. Die Daten hierfür fehlen für Isny.

Verlust/Rechnung sollte man hier davon ausgehen, dass der Anlagenwert innerhalb der Lebensdauer von 25 Jahren verdient sein sollte. Da so solche Anlagen praktisch nur von Privatleuten betrieben werden, interessieren also die Kosten (in Cent/kWh) für die erzeugte Niedrigtemperaturwärme.

5.2.1 Kosten/Nutzen Rechnung

(a) Einnahmen:

- Wärme: 792,- € (bei 12 Cent/kWh)

(b) Ausgaben:

- Kapitalkosten (KfW 2,6 %/Jahr): 390,- €
- Abschreibung/Tilgung (4 % Jahr): 600,- € (wegen der vom Hersteller garantierten Lebensdauer von 25 Jahren)

Summe der Kosten: 990,- €

Bruttogewinn/Verlust: - 198,- €/Jahr

Addiert man die Tilgung/Abschreibung, sowie den Bruttogewinn zur einer Annuität (2,7 %) für das eingesetzte Kapital, so erhält man eine Amortisationsdauer für die Solarthermieanlage von etwa 25 Jahre (Tabelle 3) und die Anlage ist am Ende ihrer Betriebszeit abbezahlt. Der relative hohe Preis für die gewonnene Wärmeenergie von 12 Cent/kWh und die lange Amortisationsdauer von 25 Jahren z.B. im Vergleich zu anderen Heizungsarten/Energiegewinnungsmöglichkeiten deuten darauf hin, dass Privatleute ihre Gebäude in der Reihenfolge Heizungsart, thermische Sanierung, Einsatz von Solarthermie und dann Photovoltaik energetisch verbessern sollten, denn gesamtwirtschaftlich ist diese Reihenfolge am sinnvollsten.

5.3 KWK Wärme/Strom aus Biomasse

Wie in Kapitel 4 erläutert wurde, erfordert eine effiziente Energieversorgung einen Teil (41,5 %) der erforderlichen elektrischen Energie (40,4 Millionen kWh) durch Kraftwärmekopplungsanlagen zu erzeugen. Die dabei produzierte Niedrigtemperaturwärme (82 Millionen kWh oder 46,3 % des Bedarfs) sollte dem Isnyer Wärmemarkt mittels eines zu bauenden Fernwärmenetzes zugeführt werden. Der Wirkungsgrad von KWK Anlagen beträgt 88 %. Daher ist für beide Energieformen (Wärme und Strom) ein Bruttoenergieeinsatz von jährlich 139 Millionen kWh notwendig. Folgende Anlagen sind zu installieren:

- Neubau/Umbau von insgesamt 27 MW-peak (thermisch und elektrisch) KWK Anlagen, wovon heute auf der Gemarkung Isny schon etwa 8 MW an BHKWs installiert sind (etwa 4 MW bei den Biogasanlagenbetreibern und 4,5 MW bei Industrie- und Dienstleistungsfirmen), und eine mit Holzschnitzeln befeuerte BHKW Anlage von 1,8 MW im Schulzentrum in Planung ist.
- Aufbau eines Fernwärmenetzes mit einer geschätzten Länge von 15 km.

5.3.1 Kosten/Nutzen Rechnung

Mit diesen Vorgaben lässt sich nun ein Wirtschaftlichkeitskonzept für diesen Anteil der Isnyer Energieversorgung entwerfen.

Verwertbare Energieproduktion:

- 40,4 Millionen kWh Strom mit einem Marktpreis von 16 Cent/kWh (EEG) im Wert von 6.464.000,- €
- 82 Millionen kWh Wärme mit einem Marktpreis von 6 Cent/kWh beim Kunden im Wert von 4.920.000,- €

somit kann mit folgenden jährlichen Einnahmen und Kosten gerechnet werden:

(a) Einnahmen:

- Stromverkauf: 6.464.000,- €
- Wärmeverkauf: 4.920.000,- €
- Einnahmen durch Mess- und Grundpreis bei 2000 Kunden: 500.000,- €

Bruttoeinnahmen: 11.884.000,- €

(b) Kosten:

- Abschreibung und Tilgung (13 %) des 15 km langen Fernwärmenetzes³⁰: 1.950.000,- €
- Abschreibung und Tilgung (13 %) für 20 MW KWK Anlagen³¹: 2.340.000,- €
- Wartungskosten³²: 2.085.000,- €
- Kosten für biogene Brennstoffe³³: 3.750.000,- €
- allgemeine Betriebskosten (10 %): 1.188.400,- €

Bruttokosten: 11.038.400,- €

Daher ergibt sich für diese Maßnahme ein jährlicher Bruttogewinn von 845.600,- €

Addiert man die Tilgung/Abschreibung, sowie den Bruttogewinn zur einer Annuität (15.5 %) auf das eingesetzte Kapital, so erhält man eine Amortisationsdauer für die Anlage von etwa 4,5 Jahre. Der rechnerische Nettogewinn ist dann im Durchschnitt der Amortisationsdauer (4,5 Jahre), der Herstellungswert der Anlage (33.000.000,- €), abzüglich der Abschreibung (10 %) nach 4,5 Jahre in Höhe von 12.459.770,- €, also etwa 2.768.839,- €/Jahr.

Weiterhin sollen die Kosten für eine Fernwärmeversorgung in bezug auf jene Heizarten diskutiert werden, die den Bewohnern von Isny bekannt sind, also mit Öl,

³⁰ Bei neu zu bauender Fernwärme wird von einem Trassenpreis von 1000,- € pro laufenden Meter ausgegangen, d.h. 15 km Fernwärmenetz würden einen Anlagenpreis/Investitionspreis von 15.000.000,- € entsprechen. Deutlich billiger (30 %) wird der Trassenpreis, wenn das Fernwärmenetz bei anstehenden Belagsarbeiten eingebaut wird.

³¹ Bei KWK Anlagen geht man von einem Preis von 900,- €/kW-peak aus. So kosten insgesamt 20 MW installierte Leistung 18.000.000,- €

³² Üblicherweise entstehen bei KWK Anlagen Wartungskosten von 1.5 Cent/kWh

³³ Der derzeitige Marktpreise für biogene Kraftstoffe beträgt 2.5 Cent/kWh

Strom, Gas, und mit Pellets befeuerte Heizungen, um die wirtschaftlichen Möglichkeiten und die Gangbarkeit dieser Wärmeversorgung näher zu erläutern. Dazu werden die Heizkosten für ein Einfamilienhaus (150 qm) mit Zentralheizung mit den Standards eines Neubaus von 1980 (Wärmebedarf 133 kWh/qm/Jahr oder 20.000 kWh/Jahr) und 2007 (Wärmebedarf 30 kWh/qm/Jahr oder 4.500 kWh/Jahr) für die Heizungstypen Ölheizung, Erdgasheizung, Elektroheizung, Pelletsheizung und Fernwärme verglichen (Tabelle 1). Dabei zeigt sich, dass Fernwärme die billigste, und Elektroheizung die teuerste Heizungsart darstellen. Weiterhin sind Heizungen mit fossiler Energie (Öl und Gas) befeuert, deutlich teurer als Heizungen mit Holzpellets. Dieser Preisvorteil für Pelletsheizungen und Fernwärme, die mit heimischer Biomasse erzeugt wird, wird voraussichtlich stark zunehmen, da der Weltenergiemarkt für fossile Energien heute schon angespannt ist und diese Situation sich aufgrund der zunehmenden Zahl der Verbraucher und abnehmender Ressourcen weiter verschärfen wird. Der Vergleich unterstreicht, dass ein Umbau der Isnyer Energieversorgung auf den in Kapitel 4 gemachten Vorschlag mittelfristig wohl die einzige, für den Verbraucher bezahlbare und versorgungssichere Variante darstellt.

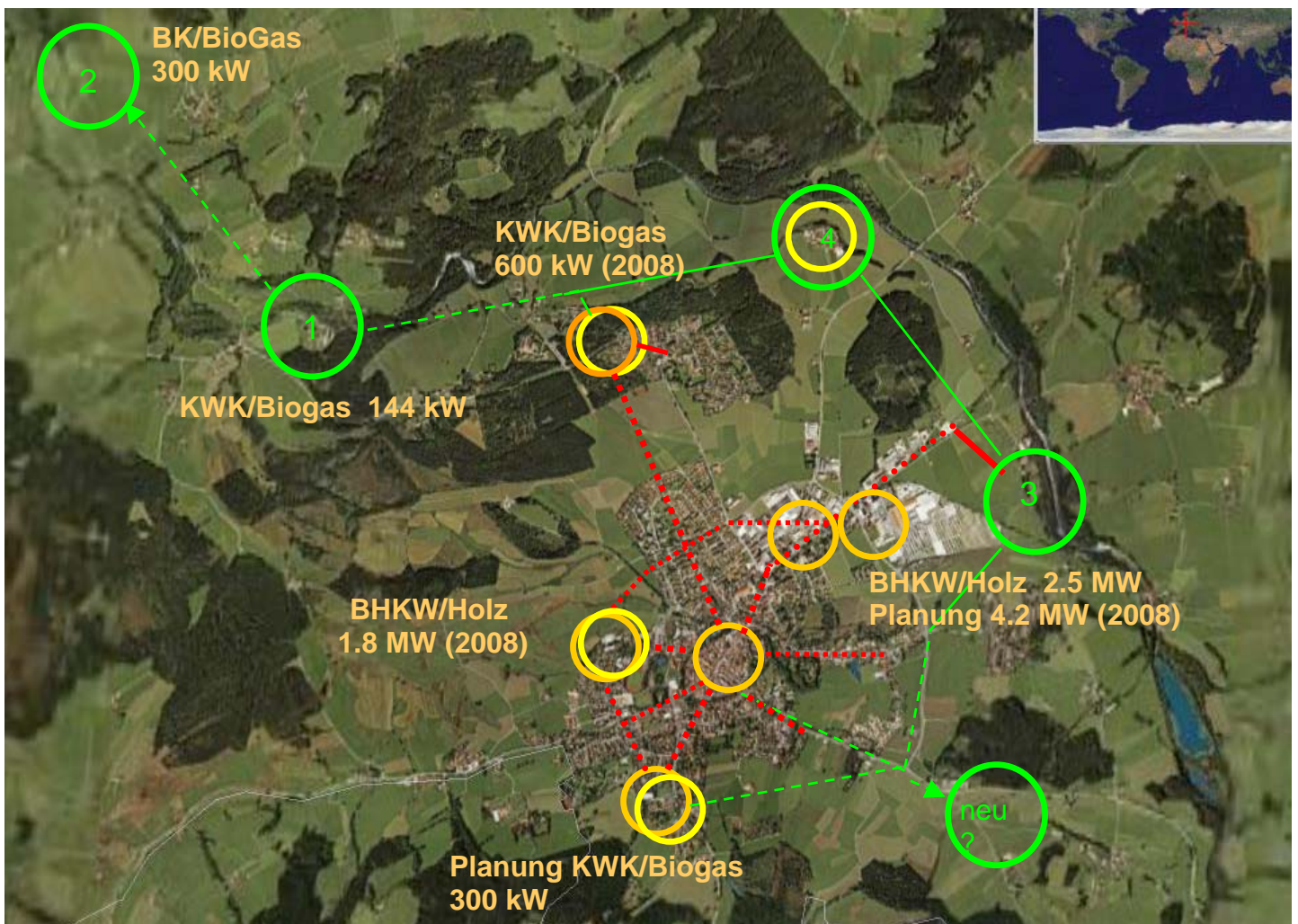


Abb. 7: Übersichtskarte des Isnyer Stadtgebietes: Das von den Biogasanlagenbetreibern geplante/aber noch zu bauende Biogasnetz ist durch grüne Striche, und ein Vorschlag für das zu bauende Fernwärmenetz durch rote Striche markiert. Bestehende Biogasanlagen sind als grüne Kreise, bestehende oder für die nächste Zeit geplante KWK oder BHKW als gelbe Kreise und mögliche Standorte für zu bauende KWK Anlagen als orange Kreise markiert.

5. Kosten/Nutzen der einzelnen Maßnahmen

Tabelle 1: Jährliche Kosten für unterschiedliche Heizungstypen für ein Einfamilienhaus (150qm) mit Zentralheizung mit den Standards eines Neubaus von 1980 (Wärmebedarf 133 kWh/qm/Jahr oder 20.000 kWh/Jahr, schwarz) und 2007 (Wärmebedarf 30 kWh/qm/Jahr oder 4.500 kWh/Jahr, blau). Die Kosten entstammen einer Aufstellung des Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung und wurden für einen Rohölpreis von 80 US\$ vom Autor aktualisiert [7].

	Ölheizung (6,5 Cent/kWh)	Gasheizung (6,5 Cent/kWh)	Elektroheizung (18 Cent/kWh)	Pelletheizung (3,8 Cent/kWh)	Fernwärme (KWK) (6,0 Cent/kWh) (SW Heidelberg)
Investitions- kosten	11.150 € 6.000 €	9.350 € 5.000 €	8.800 € 3.300 €	12.250 € 9.000 €	3.000 €
Kapitaldienst /Jahr	972 € 523 €	815 € 423 €	767 € 277 €	966 € 785 €	236 €
Verbrauchs- kosten/Jahr	1.300 € 292 €	1.300 € 292 €	3.600 € 810 €	770 € 170 €	1..200 € 269 €
Betriebskosten/ Jahr	220 €	130 €	0 €	170 €	Grundpreis: 245 € Messpreis: 36.51 €
Jährliche Kosten	2.492 €/a 1.035 €	2.245 €/a 845 €	3.367 €/a 1.087 €	1.906 €/a 1.124 €	1.718 €/a 787 €

5.4 Photovoltaik

Photovoltaik wird in Isny derzeit (Ende 2007) in etwa 180 Anlagen praktisch ausschließlich von Privatpersonen eingesetzt, da in Isny mit der derzeitigen EEG Vergütung hohe Renditen zu erzielen sind (s.u.). Dies zeigt sich auch in dem relativ hohen Beitrag zur Stromversorgung, der derzeit in Isny schon durch Photovoltaik gedeckt wird. Folgende Renditerechnung gilt für ungefähr nach Süden ausgerichtete Photovoltaikanlagen in Isny.

5.4.1 Kosten/Nutzen Rechnung

(a) Einnahmen:

- Vergütung: 516,70,- € (bei einer Produktion von 1.050 kWh/Jahr pro installiertem kW-peak bei einem EEG Satz in 2007 von 49,21 Cent/kWh)

(b) Ausgaben:

- Kapitalkosten (KfW 5,02 %/Jahr): 234,- € (bei Gestehungskosten von 4.500,- €/kW-peak)
- Abschreibung/Tilgung: 5 %/Jahr: 200,- € (wegen einer vom Hersteller garantierten Lebensdauer von 20 Jahren)

- Dachmiete für (~7 qm), 14,- €
- Versicherung 0,5 %/Jahr, 30,- €

Summe der Kosten: 478,- €

Bruttogewinn: 38,70 €/kW-peak/Jahr

Addiert man die Tilgung/Abschreibung, sowie den Bruttogewinn zu einer Annuität (5,3 %) für das eingesetzte Kapital, so erhält man eine Amortisationszeit für die Photovoltaikanlage von etwa 12,5 Jahre (Tabelle 3). Der rechnerische Nettogewinn ist dann im Durchschnitt der Amortisationsdauer (12,5 Jahre), der Herstellungswert der Anlage (4.500,- €/kW-peak), abzüglich der Abschreibung (5 %) nach 12,5 Jahren in Höhe von 2.370,- €/kW-peak, also etwa 170,- €/kW-peak/Jahr.

Dieses Beispiel zeigt, dass die Produktion von Photovoltaikstrom in Isny selbst ohne Eigenkapital hochrentabel ist (Bruttorendite bis zu 8,7 %). Weiterhin ist damit zu rechnen, dass die EEG Vergütung von Photovoltaikstrom jährlich abnehmen wird (siehe Tabelle 2), d.h. die Hersteller der Photovoltaikmodule mit entsprechenden Preissenkungen reagieren werden. Da die Gemarkung Isny ein idealer Standort für Photovoltaik in Deutschland ist, kann man wohl davon ausgehen dass die Renditen für Anlagen die in den kommenden Jahren installiert werden ähnlich hoch bleibt. Ein Ausbau der Stromgewinnung durch Photovoltaik dürfte daher in Isny nur ein technisches und organisatorisches, jedoch kein finanzielles Problem sein.

Tabelle 2: Vergütung (EEG) von Photovoltaikstrom (in Cent/kWh):

Anlagentyp	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Feldanlagen	43,42	40,60	37,96	35,49	33,18	31,02
an oder auf einem Gebäude	54,53	51,80	49,21	46,75	44,42	42,19
Fassadenanlagen	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
über 30 kWh	51,87	49,28	46,81	44,47	42,25	40,14
über 100 kWh	51,30	48,74	46,30	43,98	41,78	39,69

5.5 Windenergie

Da auf der Gemarkung Isny bisher keine Erfahrung mit Windenergieanlagen gemacht wurde, wird hier eine Kosten/Nutzenanalyse für Anlagen, wie sie im nahegelegenen Kimratshofen stehen, erstellt. Es wird davon ausgegangen, dass in Isny Standorte mit ähnlich guten Windverhältnissen existieren (z.B. auf der Adelegg). Der Anschaffungspreis für Windenergieanlagen beträgt derzeit 1.200,- €/kW-peak, die EEG Vergütung 8,7 Cent/kWh (für 5 Jahre), dann 5,5 Cent/kWh. In Kimratshofen laufen die Windkraftanlagen 2.000 Stunden/Jahr, d.h. pro installiertem kW-peak werden 2.000 kWh Strom erzeugt.

5.5.1 Kosten/Nutzen Rechnung

(a) Einnahmen (pro kW-peak Leistung):

- Stromvergütung: 174,- € (die ersten 5 Jahre), danach 110,- €

(b) Ausgaben:

- Zinskosten: 5,0 %/Jahr: 60,- € im ersten Jahr und im sechsten Jahr 39,- €
- Abschreibung/Tilgung: 7 % Jahr: 84,- €, bei einer linearen Abschreibung von 7 %/Jahr sind die Kosten für Abschreibung im sechsten Jahr: 54,60 €
- Miete für Grundstück, 1,2 % der Einnahmen: 3,50 €
- Versicherung, 0,57 % der Einnahmen: 1,- €

Bruttogewinn: 25.50 € im ersten Jahr und im sechsten Jahr 11.90 € pro installiertem kW-peak.

Addiert man die Tilgung/Abschreibung, sowie den Bruttogewinn zur einer Annuität (9,12 %) für das eingesetzte Kapital, so erhält man eine Amortisationsdauer für die Windkraftanlage von etwa 7,3 Jahre (Tabelle 3). Der rechnerische Nettogewinn ist dann im Durchschnitt der Amortisationsdauer (7,3 Jahre) der Herstellungswert der Anlage (1.200,- €/kW-peak), abzüglich der Abschreibung (7 %) nach 7,3 Jahren in Höhe von 706,- €/kW-peak, also etwa 67,60 €/kW-peak/Jahr.

Hierbei gilt es folgendes zu bedenken. Ein Stromproduktionspreis von 5,5 Cent/kWh ist inzwischen so günstig, dass sich Windstrom sicher zu einem höheren Preis auf dem freien Markt verkaufen ließe, zumal die Strompreise derzeit jährlich 5 – 7 % ansteigen. Weiterhin würde günstig produzierter Windstrom die Stromrechnung aus dem in Kapitel 4.1 beschriebenen Warenkorb deutlich reduzieren. Meiner Einschätzung nach wird man daher langfristig auf Strom durch Windkraftanlagen in Isny aus preislichen und Renditegründen nicht verzichten wollen und können. Ich sehe daher die möglichen Vorbehalte gegen Windkraftanlagen im Allgäu, begründet mit der Erhaltung des Landschaftsbildes, wegen des Problemdrucks steigender Energiekosten eher im Schwinden.

6. Gesamtkostenaufstellung

Nach der Kosten/Nutzen Analyse wenden wir uns nun der Gesamtkostenaufstellung und ihrer möglichen Finanzierung zu (Tabelle 3).

Tabelle 3: Kosten, anteilige Kosten, Energieanteil, und Amortisationsdauer der einzelnen Maßnahmen:

	Kosten (€)	Kostenanteil (%)	Energieanteil (%)	Amortisationsdauer (Jahre)³⁴
Biomassenutzung³⁵	33.000.000	6,4	55,45	4,5
Solarthermie	32.000.000	6,2	3,75	25
Photovoltaik	135.000.000	26,2	10,7	12,5
Gebäudesanierung³⁶	300.000.000	58	20,4	Jahrzehnte
Windenergie	16.600.000	3,2	9,2	7,3
Summe	516.600.000			

Die Gesamtkosten betragen nach heutigen Preisen 516.600.000,- €. Diese Kosten sollte man nun einerseits in Bezug auf die bis zum Jahre 2050 aufgelaufenen Energiekosten in Höhe von 1.060.290.000,- € und Argumente zur Energiesicherheit sehen, andererseits in Bezug auf die bis ins Jahre 2050 aufakkumulierten Treibhausgasemissionen in Höhe von 4.575.490 tCO₂ für ein „Weiter-so-machen“. Zusammen mit der in Kapitel 5 beschriebenen Kosten/Nutzen Analyse für die einzelnen Maßnahmen wird schnell klar, dass ein „Weiter-so-machen“ vermutlich noch einige Jahre machbar, aber keineswegs nachhaltig, kostenbewusst oder zukunftsweisend ist.

Es lohnt sich daher, etwas näher auf die Frage einzugehen, wer die Kosten tragen wird und insbesondere wie dies geschehen soll.

Es ist unstrittig, dass die thermische Gebäudesanierung einschließlich der Installation von thermischen Solaranlagen weitestgehend von den jeweiligen Hausbesitzern zu bezahlen ist. Denn sie sind der Nutznießer der Maßnahme. Allerdings muss die Summe (332 Millionen Euro) nicht auf einmal aufgebracht werden, sondern sie kann sich über viele Jahre, wenn nicht Jahrzehnte erstrecken, denn Immobilien sind langfristige Investitionsgüter.

Weiterhin zeigt sich schon heute, dass sich derzeit mit einer guter thermischen Sanierung eines Gebäudes etwa 1,- €/qm/Monat an Nebenkosten sparen lässt. Das heißt natürlich auch umgekehrt, dass sich thermisch sanierte Immobilien in Zukunft deutlich besser vermieten lassen. So müssten bei einer jährlich gleichen Investitionsrate etwa 8 Millionen Euro in die thermische Haussanierung gesteckt werden, weniger als derzeit in den Isnyer Gebäudebestand jährlich investiert wird. Damit wird auch deutlich, dass an dieser Stelle nicht neues Geld in die Hand genommen werden muss, sondern lediglich die sowieso anstehenden Erhaltungsinvestitionen gezielt in die thermische Sanierung der Gebäude gelenkt werden sollten.

³⁴ Bei der Amortisationsdauer (return of invest time) wurde eine Tilgung durch gleichbleibende Annuitäten (Annuitätentilgung) angesetzt. Bei der Tilgung wurde der Gewinn, die Abschreibung und der Betriebsgewinn berücksichtigt.

³⁵ Ohne die schon heute privatwirtschaftlich in Biogasnutzung investierten Summen.

³⁶ Ohne die Kosten der Sanierung/Verbesserung der Energiestandards bei Gewerbebetrieben.

Investitionen in Photovoltaikanlagen werden in Zukunft sicher in Anbetracht der, in Isny möglichen hohen Renditen durch Privatinvestoren verstärkt getätigt werden.

Damit verbleiben die Posten Biomassenutzung und Nutzung von Windenergie mit einer Investitionssumme in Höhe von etwa 50 Millionen Euro zu diskutieren. Wie in Kapitel 4 gezeigt wurde, verlangt eine effiziente Biomassennutzung den Aufbau von Kraftwärmekopplungsanlagen und eines Fernwärmenetzes, d.h. diese Maßnahme entzieht sich einer individuellen und vermutlich auch rein privatwirtschaftlichen Lösung. Weiterhin erfordert der Betrieb eines Fernwärmenetzes mit mehreren großen Wärmequellen eine koordinierte Steuerung und Abrechnung. Daher wird es notwendig sein, eine wirtschaftliche Einheit - ich nenne sie hier Stadtwerke Isny - zu gründen, die diese Aufgabe übernimmt. Da in der Stadt mehrere große Energieverbraucher angesiedelt sind, die vor allem Nutznießer eines Fernwärmenetzes wären, liegt es auch nahe diese an dem Netz zu beteiligen. Sinnvollerweise sollte zu Beginn einer der großen Verbraucher die Initiative übernehmen, z.B. die Gemeinde Isny als Körperschaft, zumal die Energieversorgung und Wärmenetze traditionell eine kommunale Aufgabe sind. Jedoch ist die erforderliche Investitionssumme von 33 Millionen Euro weit höher als die Gemeinde Isny alleine stemmen könnte. Es wird also notwendig sein Mittel von freien Geldgebern, Geldgebern aus dem Kreis der potentiellen Nutzer, staatliche Zuschüsse, und möglicherweise Gelder aus dem Bereich sogenannter ‚grüner‘ Investitionsfonds und Zertifikate zu erschließen. In Anbetracht der möglichen Rendite (von bis zu 10 %) dürfte dies jedoch kein großes Problem darstellen.

Geldgeber für Windkraftanlagen könnten entweder freie Kapitalgeber oder besser mittelfristig die Stadtwerke Isny, bzw. Isnyer Bürgergemeinschaften sein. Denn die zu erzielende Rendite (8,5 %) ist ausreichend attraktiv.

In der Summe erscheinen die notwendigen Investitionsmittel in Höhe von 516,6 Millionen Euro unfinanzierbar hoch zu sein. Man sollte hier aber bedenken, dass die Summe gleich verteilt auf die 42 Jahre etwa 12,3 Millionen Euro/Jahr entspricht. In bezug auf das Isnyer Bruttosozialprodukt (BIP) in Höhe von jährlich etwa 384 Millionen Euro entsprechen die Investitionen nur 3,2 % des BIPs, oder bei der in Deutschland üblichen Sparrate von etwa 10 % des BIPs nur 1/3 der Isnyer Sparrate. Daher sind größere wirtschaftliche Verwerfungen durch die notwendigen Investitionen auszuschließen, und notfalls sind die Mittel auch am heimischen Geldmarkt aufzubringen.

Andererseits kann auch argumentiert werden, dass sicher 75 % der Aufträge an Betriebe aus der Region erteilt werden, ein Sachverhalt der nachhaltig Beschäftigung vornehmlich in der Baubranche verspricht. Weiterhin würde durch die jährlich zunehmende Nutzung von Biomasse das bisher exportierte Geld für fossile Energieträger den heimischen Biomassenproduzenten zu Gute kommen. Zusammenfassend kann man also feststellen, dass ein „Weiter so machen“ große Entwicklungschancen für die heimische Wirtschaft ignoriert, dem Energieverbraucher das Risiko explodierender Energiepreise bei abnehmender Versorgungssicherheit aufbürdet, und das Weltklima dauerhaft schädigt.

7. Rollenverteilung und Maßnahmenkatalog

7.1 Rollenverteilung

Wie die in Kapitel 4 beschriebenen Maßnahmen nahe legen, müssen bei der Umsetzung des Energiekonzeptes unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen mitwirken, Privatpersonen als Hausbesitzer, Gewerbebetriebe als Auftragnehmer, Energieverbraucher und Produzenten, und die öffentliche Hand als Planer und Koordinator der Maßnahmen. Im einzelnen ist dabei an folgende Rollenverteilung zu denken:

- 7.1.1 Bei der Umsetzung des Energiekonzeptes kommt den Isnyer Bürgern eine Hauptrolle zu. Ihnen wird z.B. als Hausbesitzer der größte Teil der aufzubringenden Mittel (2/3) abverlangt. Allerdings sollte man das Energiekonzept hier nicht für höhere finanzielle Belastungen beschuldigen, denn diese werden von den Gebäudeeigentümern in Zukunft ohnehin wegen des Drucks steigender Energiepreise und den vielfältigen, aber sachlich notwendigen Vorgaben der Energiesparverordnung (EnEV) und seinen Novellierungen aufgebracht werden müssen. Weiterhin sind sie natürlich als Souverän gefordert, die öffentlichen Investitionen entsprechend der Vorschläge des Energiekonzeptes zu beeinflussen. Als Gegenleistung erhalten die Isnyer aber viele neue Beschäftigungs- und Verdienstmöglichkeiten, sowie die Perspektive in einer sich nachhaltig entwickelnden Gemeinde zu leben, mit einem entsprechend großen Entwicklungspotenzial für die nachwachsenden Generationen.
- 7.1.2 Die meisten Isnyer Gewerbebetriebe, vor allem das Baugewerbe, sowie auch indirekt ihre Beschäftigten werden durch die erforderlichen Investitionen durch zusätzliche Aufträge profitieren. Umgekehrt sind sie aufgefordert ihre Kenntnisse und finanziellen Möglichkeiten bei der Durchsetzung des Energiekonzeptes einzubringen, z.B. als große Energieverbraucher und potenzielle Erzeuger, um die notwendigen Strukturen wie die Isnyer Stadtwerke aufzubauen, denn der Nutzen solcher Strukturen wird mittelfristig vor allem auch ihnen zukommen.
- 7.1.3 Eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung des Energiekonzeptes kommt der öffentlichen Verwaltung und den assoziierten Betrieben zu, weniger als Financier des Energiekonzeptes, als vielmehr als Planungsstelle, Koordinator und Marketingagentur. Ihre Rolle ist dabei entscheidend, um z.B. den potenziellen Investoren eine ausreichende Planungssicherheit zu geben, oder auch um als Kondensationskern für die zu schaffenden Strukturen zu dienen. Im einzelnen fallen u.a. für sie folgende Planungs- und Koordinationsaufgaben an:
 - 7.1.3.1 Als Planungs- und Genehmigungsbehörde sollte die Gemeindeverwaltung einen „Masterplan“ zur Durchsetzung der diversen Maßnahmen der Energiestadt Isny entwickeln. Dazu gehören mittelfristig sicher ein, auf die Notwendigkeiten einer ‚Energiestadt Isny‘ getrimmter Flächennutzungs- und Bebauungsplan, die notwendige Planung zum Aufbau eines Fernwärmenetzes usw. Die KWK- Technologie mit Fernwärmenutzung muss wegen ihres

hohen Anteils der Primärenergieversorgung (~45 %) das Rückgrat der zukünftigen Energieversorgung bilden. Im Konkreten muss die Gemeindeverwaltung den Investoren der Altstadtsanierung Süd eine Energieversorgung mit KWK-Technologie vorschreiben, aber natürlich auch diese strukturell ermöglichen.

- 7.1.3.2 Die Gemeindeverwaltung sollte als Koordinator beim Aufbau der Stadtwerke Isny auftreten, denn die Energieversorgung ist traditionell eine öffentliche Aufgabe, und die Stadtverwaltung besitzt als übergeordnete Stelle planerisch sicher die meisten Valenzen, um eine, die ganze Gemeinde betreffende Maßnahme, von Beginn an zu koordinieren.
 - 7.1.3.3 Weiterhin sollte die Gemeindeverwaltung und/oder assoziierte Betriebe die für eine „Energistadt Isny“ notwendigen Informationen sammeln und erstellen, um diese der interessierten Öffentlichkeit, Bauherren, Investoren usw. zur Verfügung zu stellen. Dazu sollten einerseits für die Kunden der in Isny und Umgebung angesiedelten Gewerbebetriebe Leistungskataloge über ihre Angebote zur ‚Energistadt Isny‘ erstellt und publiziert werden, z.B. über lokalen Firmen, die eine Beratung und Planung für die thermische Sanierung von Immobilien anbieten, und/oder diese durchführen, Firmen die Null- oder Niedrigenergiehäuser erstellen, Firmen, die Dächer für die photovoltaischen Nutzung anmieten, Photovoltaik und andere energieerzeugende Anlagen anbieten, usw. Andererseits sollten entsprechende Informationen über schon bestehende Anschauungs- und Referenzprojekte, wie die Isnyer Biogasanlagen, KWK-Anlagen, besonders eindrucksvolle oder technisch innovative Photovoltaik- und Solarthermieanlagen, Nullenergiehäuser usw. gesammelt werden. Man könnte diese Informationen für die Öffentlichkeit jenseits Isnys z.B. auch durch das Angebot organisierter Besuchstouren anbieten.
 - 7.1.3.4 Letztlich sollte sich der Gemeinderat die Idee einer ‚Energistadt Isny‘ möglichst bald zueigen machen, unter anderem durch einen entsprechenden formalen Beschluss. Das würde allen Beteiligten und auch Außenstehenden klare Signale vermitteln, wohin die Entwicklung der Stadt Isny gehen soll.
- 7.1.4 Obwohl man die Umsetzung des Energiekonzeptes alleine als organisatorisches, finanzielles und allenfalls wirtschaftliches Problem betrachten könnte, wäre diese reduzierte Sichtweise unklug, denn sie würde die Möglichkeit ignorieren, sogenannte positive Sekundäreffekte zugunsten der Wirtschaft Isnys durch die Umsetzung des Energiekonzeptes zu ernten.
- 7.1.4.1 Sekundäreffekte werden vor allem auch im Stadtmarketing gesehen, denn ein Umbau der Energieversorgung einer (Klein-)Stadt mit den entsprechenden Einrichtungen wie KWK-, Biogas-, Photovoltaik-, Windkraftanlagen, und Niedrig- bzw. Nullenergiehäusern, könnte einen „Wie machen die das?“ Anschautourismus nationaler sowie internationaler Besucher und Fachleute mit entsprechenden Beschäftigungsmöglichkeiten in der heimischen Tourismusindustrie auslösen.

- 7.1.4.2 So könnten die oben genannten Einrichtungen auch als Referenzobjekte für die beteiligten zumeist einheimischen Firmen dienen, um ihre Produkte besser zu vermarkten.
- 7.1.4.3 Auch könnten sich, quasi im Dunstkreis der unterschiedlichen Vorhaben, Beratungsfirmen ansiedeln, die die in Isny gesammelte Erfahrung als Beratung entsprechend verkaufen. Solche Beratungsfirmen würden zweifellos die in Isny notwendigen qualifizierten Arbeitsplätze schaffen, um die stetige Abwanderung junger Menschen in die Metropolen zu stoppen.
- 7.1.4.4 Weiterhin könnten die Ausbildungsbetriebe in Isny und der Region (wie Gewerbeschulen, Gewerbebetriebe, NTA, ..) die mit der Umsetzung des Konzeptes in Verbindung stehenden Kenntnisse in Ausbildungsberufe umsetzen, was sie zweifellos attraktiver machen würde, um in Zukunft den knapperen ‚Markt‘ an jungen Menschen zu bewerben.

So ist es letztlich von Vorteil, die Umsetzung des Energiekonzeptes als Isnyer Markenzeichen entsprechend zu vermarkten, um die oben erwähnten neuen Möglichkeiten und Sekundäreffekte zum Wohle der Allgemeinheit entsprechend zu nutzen.

7.2 Maßnahmenkatalog

Die zeitlich logische Abfolge der einzelnen Maßnahmen wird weitestgehend durch die in Tabelle 3 aufgestellten Daten vorgegeben. Neben den vielen Maßnahmen zur energietechnischen Sanierung der Gebäude im Bestand, die sich sicher über Jahrzehnte erstrecken wird und der verstärkten Installation photovoltaischer Anlagen vor allem durch private Investoren, wird die vordringliche Aufgabe in nächster Zukunft sein, die diversen Anlagen zur KWK Nutzung von Biomasse auszubauen und miteinander zu vernetzen. Dort sind am schnellsten Erfolge zu erzielen. Mittelfristig ist sicher auch daran zu denken, der Nutzung von Windenergie einen entsprechend großen Raum einzuräumen, denn auf dem Gemeindegebiet ist diese Form der regenerativen Energiegewinnung die bei weitem billigste Art elektrischen Strom herzustellen. Langfristig sollte man aber auch nicht die technologische Entwicklung bei der Erschließung von Geothermie aus dem Auge verlieren. Diese könnte die heute noch vorhandenen großen Risiken bei seiner Erschließung auf ein erträgliches Maß reduzieren, und falls man damit erfolgreich ist, könnte die dann gewonnene Wärmeenergie in das dann schon bestehende Fernwärmenetz eingespeist werden.

Um hier nur einige Punkte zu nennen, werden folgende Maßnahmen für die nächste Zukunft als vordringlich angesehen:

- 7.2.1 Die heute schon bei der Biogasverstromung entstehende Abwärme von etwa 21 Millionen kWh/Jahr ist dem Isnyer Wärmemarkt baldigst zuzuführen. Mit dieser Energiemenge lassen sich, um es bildlich auszudrücken, immerhin etwa 1.000 mäßig gut isolierte Einfamilienhäuser beheizen.
- 7.2.2 Es sollte zügig ein Masterplan erstellt werden, wie eine KWK Biomassennutzung (45 % des Energiebedarfs) mittelfristig in Isny erfolgen soll. Dieser Masterplan ist notwendig um öffentlichen und privaten Investoren, aber auch den Energieverbrauchern baldigst entsprechende

Planungssicherheit für ihre zukünftigen Investitionen zu geben. Unentschlossene Zwischenlösungen ohne übergeordnetes Energiekonzept in Form von einzelnen, isoliert betriebenen Maßnahmen stellen eine enorme volks- und privatwirtschaftliche Vergeudung von Ressourcen und Mitteln dar (siehe 7.2.1) und würden die notwendigen Investitionen nur teurer machen.

- 7.2.3 Es gilt entsprechende organisatorische Rahmenbedingungen zu schaffen, d.h. man sollte sich über die Struktur, der zu gründenden Isnyer Stadtwerke klar werden, dann könnte auch entschieden werden, wie die KWK Anlagen und das Fernwärmenetz zu betreiben wären.
- 7.2.4 Alle weiteren und notwendigen Rahmenbedingungen (Flächennutzungs-, Bebauungsplan, ...) für eine ‚Energistadt Isny‘ gilt es zu planen, zu beraten, und zu beschließen.
- 7.2.5 Finanzmittel bzw. Financiers für die notwendige KWK Nutzung der Biomasse, sowie die Installation von Windkraftanlagen und öffentliche Photovoltaikanlagen gilt es zu finden. Dies kann aber nur vordergründig ein großes Problem sein, zumal für KWK Nutzung von Biomasse zunehmend staatlich Mittel bewilligt werden und die Rendite dieser Maßnahme mit jeder Steigerung der Preise für fossile Energie größer wird.
- 7.2.6 Geeignete Instrumente zur Vermarktung der ‚Energistadt Isny‘ sind zu entwickeln.
- 7.2.7 etc.

8. Zusammenfassung und Ausblick

Wie mit diesem Energiekonzept einer „Energistadt Isny“ gezeigt wird, lassen sich die beiden großen Herausforderungen unserer technisch wissenschaftlichen Zivilisation, d.h. die Notwendigkeit einer nachhaltigen und auch zukünftig versorgungssicheren und wirtschaftlichen Energieversorgung sowie eine drastische Reduktion der Emission an klimaschädlichem Kohlendioxid, auf der lokalen Ebene der Gemeinde Isny, mit den heute schon vorhandenen Technologien und unter Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung der heutigen Lebensqualität schlüssig zu entgegnen. Der Autor ist sich jedoch der Modellhaftigkeit seines Vorschlages für den Mikrokosmos der Gemeinde Isny/Allgäu bewusst. Ähnlich strukturierte Gemeinden in Europa, mit einem auf die lokalen Verhältnisse angepassten Warenkorb an Maßnahmen, könnten aber auf die oben erwähnten großen Herausforderungen mit ähnlichen Antworten reagieren.

Im Speziellen müssten zur Umsetzung des Konzeptes ‚Energistadt Isny‘ Investitionen in Höhe von etwa 516.600.000,- € bis 2050 getätigt werden. Dagegen stehen jedoch Kosteneinsparungen für fossile Energieträger in Höhe von 1.060.290.000,- € bis 2050 (nach heutigen Preisen), eine stark verbesserte Versorgungssicherheit sowie eine Ankurbelung der lokalen Wirtschaft durch Aufträge zur Durchführung der Maßnahmen, und weitere nicht quantifizierbare Sekundäreffekte zu Buche. Gleichzeitig ließen sich durch die Umsetzung des Konzeptes jährlich Emissionen von 98.300 tCO₂ (etwa 7,3 tCO₂/Einwohner/Jahr), oder akkumuliert bis 2050 von 4.575.480 tCO₂ auf dem Gemeindegebiet Isny einsparen, wodurch sich die pro Kopf Emission an CO₂ um etwa $\frac{3}{4}$ unter den heutigen Wert auf etwa 3 tCO₂/Einwohner/Jahr drücken ließe (Abb. 8).

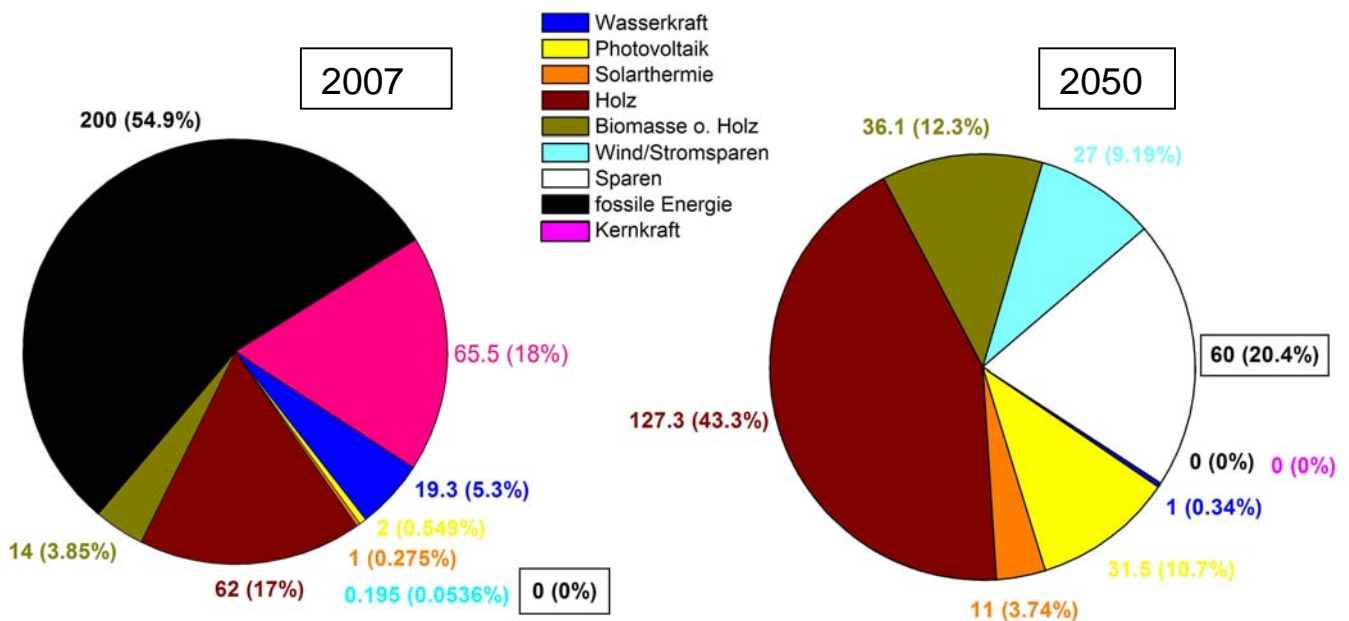


Abb. 8: Primärenergiebedarf (Stromerzeugung, Wärmebedarf für Haushalte und Industrie) der Gemeinde Isny/Allgäu im Jahr 2007 und im Jahr 2050 nach Umsetzung des Energiekonzeptes. Die erste Angabe ist jeweils die Energie in Millionen kWh und die zweite Angabe ihr prozentualer Anteil.

Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen zielen auf die lokal verfügbaren regenerativen Energieressourcen (Biomassen-, Sonnen-, und Windenergie und möglicherweise mittelfristig auch die tiefe Geothermie) und auf eine signifikante Steigerung der

Energieeffizienz ab. Als Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sind Einsparungen im Wärme- und Strombedarf vor allem in Wohnimmobilien, aber auch beim Stromverbrauch des gewerblichen Sektors von 21 % des heutigen Primärenergiebedarfs möglich. Falls diese Einsparungen und Effizienzgewinne realisiert oder sogar übertroffen würden, und/oder falls die tiefe Geothermie in Isny erschlossen würde, könnten die freiwerdenden Ressourcen in die hier nicht weiter diskutierten Bereiche „Energie für Verkehr“ und „importierte industrielle Produkte“ investiert werden (Pos. 4. und 5.). Damit ließen sich z.B. bei einer Spitzenproduktion an Strom durch die regenerativen Energien Wind- und/oder Sonne, Energie für Verkehrszwecke gewinnen, oder auch falls die tiefe Geothermie erfolgreich erschlossen würde, neue Industrie mit Bedarf an Niedrigtemperatur in Isny ansiedeln.

Es sollte hier nochmals betont werden, dass das Energiekonzept ‚Energistadt Isny‘ die heute (2008) technisch möglichen und ökonomisch vertretbaren Maßnahmen abbildet, und nicht den Versuch macht durch Vorschläge mögliche Lösungen in die Zukunft zu vertagen, oder mit Blick in andere Regionen Europas oder der Welt diese dorthin zu delegieren. Es ist die dezidierte Meinung des Autors, dass solche Lösungsvorschläge offensichtlich nur einem ‚Weiter-so-machen‘ die Argumente liefern sollen. Diese Vertagungsmentalität wird jedoch nur die schon eingegangenen Verpflichtungen zu Klimaänderung (engl. Climate change commitment) wegen der Trägheit des Klimasystems zusätzlich vergrößern, und damit die Lebensbedingungen kommender Generation noch zusätzlich erschweren [8].

Es sollte auch betont werden, dass jede wirkliche, oder auch nur scheinbare Reduktionen der Emission an Treibhausgasen überprüft werden soll und auch kann. Diese Überprüfung kann u.a. durch den Fingerabdruck erfolgen, den die Emissionen der Treibhausgase, auch in der lokalen Atmosphäre hinterlassen. Ein entsprechendes Angebot an die Gemeinde Isny eines ‚Monitorings‘ besteht durch die Umweltphysiker der Universität Heidelberg [11, 12].

Der Autor verbindet mit seinem Vorschlag einer ‚Energistadt Isny‘ die Hoffnung, dass erste Schritte zur seiner Umsetzung in der betroffenen Öffentlichkeit in aller Breite und Ernsthaftigkeit diskutiert werden. Um diesen Diskussionsprozess zu unterstützen, hat der Autor angeregt, einen ersten Isnyer Energiegipfel im Frühjahr 2008 (28/29.3) zu veranstalten.

Ganz zum Schluss erlaube ich mir anzumerken, welche Freude und positive Überraschung meine Freunde, Besucher und mich bei jedem unserer Aufenthalte im Allgäu ereilt, wenn wir stets neue Photovoltaikanlagen, thermisch gut isolierte Gebäude oder Niedrigenergiehäuser, Biogasanlagen und Windkraftanlagen wahrnehmen. Denn diese Einrichtungen sind unsere technologischen ‚Hoffnungsträger‘.

Heidelberg im Januar 2008

Prof. K. Pfeilsticker

9. Veröffentlichungsnachweis

1. Bayerischer Geothermieatlas, Hydrothermale Energiegewinnung, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Eigenverlag, 2004
2. BDI, Klimaschutz“ Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland Eine Studie von McKinsey & Company, Inc., erstellt im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“, 2007.
3. Department Of Energy, International Energy Outlook 2007, Energy Information administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting U.S. Department of Energy Washington, DC 20585, 2007.
4. DPG, Klimaschutz und Energieversorgung in Deutschland 1990 – 2020, Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, 2005. Elektrizitätssparpotenziale Schweiz, Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (SAVE), Agence Suisse pour l'efficacité énergétique, Agenzia Svizzera per l'efficienza energetica, Swiss agency for efficient energy use [S.A.F.E.], Schaffhauserstrasse 34, CH-8006 Zürich, Tel. 044 362 92 31, juerg.nipkow@energieeffizienz.ch, 2007.
6. FZ Jülich, Aktuelle Einschätzung der CO₂-Minderungspotenziale im Gebäudebereich, Gutachten im Auftrag von Dena und BMWA, Jülich, Nov. 2003.
7. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung Kostenvergleich (Richtwerte) verschiedener Heizsysteme für ein Einfamilienhaus, Eigenverlag (Stand November 2006), 2006.
8. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change - Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Synthesis Report, Summary for Policymakers, www.ipcc.ch, 2007.
9. Isny aktuell, Kommunale Daten, in Kürze, Stadtverwaltung Isny, Fachbereich II Zentrale Dienste, Bildung und Soziales, Eigenverlag, Stand: Januar 2007.
10. Kehrer, P., R. Jatho, R. Jung, J. Orzol, R., Schulz, Erschließung von Geothermiequellen zur Wärmenutzung - Was ist möglich? (in Deutschland), Erneuerbare Energien im Wärmesektor - Chancen für die Zukunft, Vortrag beim KfW-Symposium 20. September 2006, Berlin, 2006.
11. Levin, Ingeborg & Christian Rödenbeck, Can the envisaged reductions of fossil fuel CO₂ emissions be detected by atmospheric observations? Naturwissenschaften, DOI 10.1007/s00114-007-0313-4, 2007.
12. Schmidt, Martina, Holger Glatzel-Mattheier, Hartmut Sartorius, Douglas E. Worthy, and Ingeborg Levin, Western European N₂O emissions: A top-down approach based on atmospheric observations, J. of Geophys. Res., 106, NO. D6, PAGES 5507–5516, 2001
13. Solar- und Windenergieatlas Baden-Württemberg, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Eigenverlag, 1995, siehe http://www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/nafaweb/berichte/plpw_01/karten0014.html