

# Energieoptimierung Kloster St. Ottilien

Machbarkeitsstudie zur energetischen Sanierung der Erzabtei St. Ottilien



## 1 Abstract

In der Studie wurden die Machbarkeit einer energetischen Sanierung des gesamten Klosterdorfs St. Ottilien einschließlich der Schule, sowie die Modernisierung der Energieversorgung dargestellt.

Dazu wurde das Kloster, die Gebäude des zugehörigen Klosterdorfs und die Energieversorgung durch eine Ortsbegehung analysiert, bewertet und anhand des Dämmstandards der aktuelle Energieverbrauch berechnet. Durch Maßnahmen wie Dämmung der Dächer, Fassaden und Kellerdecken, sowie Austausch der Fenster wird ein Einsparpotenzial von mindestens 40% bzgl. der Heizenergiebedarfs ermittelt, wodurch ca. 540 t CO<sub>2</sub> – Emissionen jährlich vermieden werden könnten. Als Übergangslösung wären im Bereich der Anlagentechnik bereits durch eine Ertüchtigung der Regelungstechnik Energie-Einsparungen von mindestens 30% möglich. Die Erneuerung der Heizungsanlage mit einem zu neu errichtenden Nahwärmenetz und einer gemeinsamen Energiezentrale wird unter Berücksichtigung der Nutzung der gesamten selbst erzeugten Biomasse ökonomisch und ökologisch betrachtet. Als ökologisch und ökonomisch günstigste Möglichkeit erweist sich eine KWK – Anlage mit Holzvergaser (Heatpipe Reformer), Mikrogasturbine, Hackschnitzelkessel und Spitzenlastkessel (Heizöl).

Die Investitionen für die bauliche Sanierung werden auf 6,3 Mio. € geschätzt, die Kosten für die Erneuerung der Anlagentechnik belaufen sich auf etwa 2 Mio. €

## 2 Allgemeiner Kontext und Zielsetzung

Zielsetzung der Studie ist die Darstellung der Machbarkeit einer energetischen Sanierung des Klosterdorfes St. Ottilien und der Schule sowie die Modernisierung der Energieversorgung. Die Maßnahmenpakete sollen einem ganzheitlichen Ansatz entsprechen und zu einer deutlichen Reduzierung der CO<sub>2</sub> - Emissionen und des Energiebedarfs führen.

Eine gute Breitenwirkung kann erzielt werden durch die Demonstration von Best - Practice - Maßnahmen in Kloster und Schule und der Aufbereitung der technischen Informationen und erzielbaren Ergebnissen. Einfache Maßnahmen, aber auch komplexe Systeme zur Ressourcenschonung und Umweltschutz sollen das heute Machbare aufzeigen.

## 3 Vorgehensweise

Im ersten Schritt sollte der Energiebedarf vor allem für die Beheizung der Gebäude durch geeignete Maßnahmen reduziert werden. Da im Kloster St. Ottilien besondere Anforderungen an das äußere Erscheinungsbild gestellt werden, können Außen-Dämmmaßnahmen nur eingeschränkt durchgeführt werden. Die größten Schwachstellen (z.B.

Fenster, Dächer, Wärmebrücken etc.) sollen jedoch identifiziert und Abhilfemaßnahmen aufgezeigt werden. Erfahrungen zeigen, dass hier bei vergleichsweise geringen Investitionen oft bereits deutliche Energieeinsparungen möglich sind.

Die Energieversorgung soll mittels innovativer Technologien wie z.B. Biogas - BHKW, Hackschnitzel- oder Restholz – Kessel, Holzvergaser - Anlage, zentraler oder dezentraler Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und solarer Brauchwassererwärmung erfolgen. Weiter ist zu prüfen, ob und in welchem Ausmaß der Heizenergiebedarf des Klosters aus eigener Biomasseproduktion (Forst- und Landwirtschaft, Rinder-, Schweine- und Hühnerzucht, Essensreste u.a.) abgedeckt werden kann.

## 4 Ergebnisse

Die Kosten für die Sanierung der Klosteranlage St. Ottilien werden auf insgesamt 6,3 Mio. € geschätzt. Darin enthalten sind Maßnahmen zur baulichen und zur energetischen Sanierung aller Gebäude. Der Heizenergieverbrauch wird dadurch um ca. 40 % reduziert. Die Energiekosten sinken um 120.000 €/pro Jahr (bezogen auf die Versorgung mit Heizöl) und es werden 540 t weniger CO<sub>2</sub> pro Jahr emittiert. In **Tabelle 4-1** sind die Einsparungen der einzelnen Maßnahmen aufgelistet.

**Tabelle 4-1:** *Kosten und Einsparpotenziale für die energetische Sanierung der Gebäude*

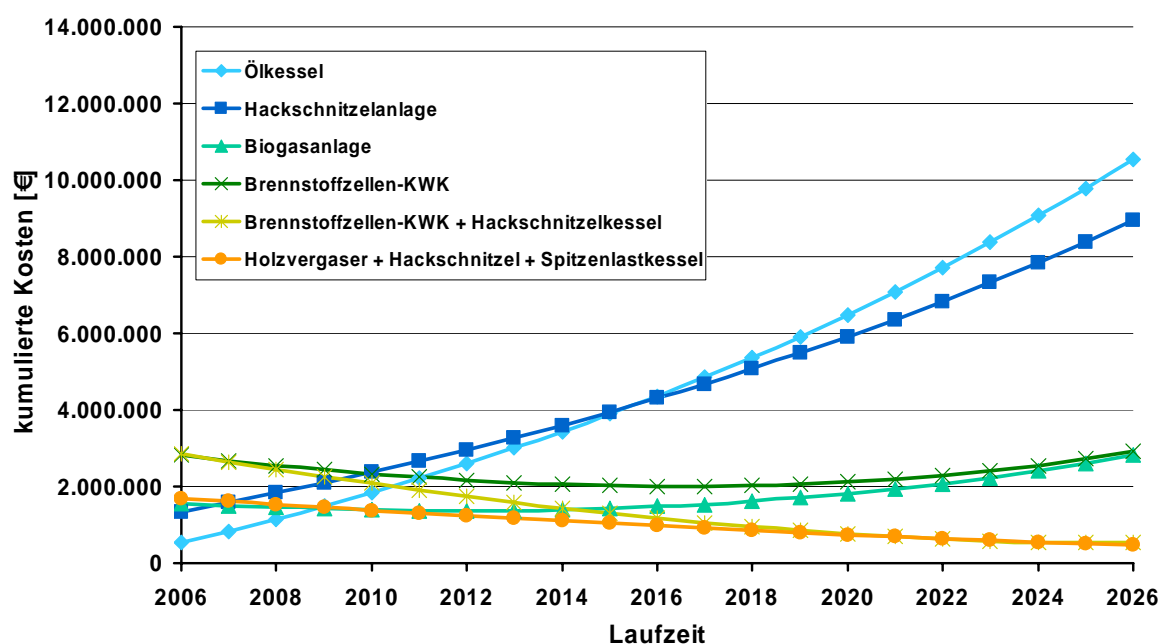
	Flächen	Kosten für Energieeinsparung	CO <sub>2</sub> - Einsparpotenzial	Eingesparte Energiekosten
	[m <sup>2</sup> ]	[€]	[kg CO <sub>2</sub> /a]	[€/a]
Fenster	3.141	1.256.000	116.000	26.000
Fassade	16.970	1.527.000	216.000	49.000
Dach	23.259	3.489.000	200.000	45.000
Kellerdecke	749	30.000	7.000	2.000
<b>Gesamt</b>		<b>6.302.000</b>	<b>539.000</b>	<b>122.000</b>

Die Kosten für die Bereitstellung von Wärme und Strom sind für die einzelnen Versorgungsvarianten in **Tabelle 4-2** gegenübergestellt. Im Rahmen der untersuchten Möglichkeiten der Energieversorgung stellt sich der Holzvergaser in Kombination mit Hackschnitzelanlage und Spitzenlastkesseln mit 156.000 € für die jährliche Wärmeerzeugung und 30.000 € für die Stromerzeugung als die günstigste Variante dar.

**Tabelle 4-2:** Vergleich der Wärme- und Stromgestehungskosten

	Einheit	Öl-Kessel	Hackschnitzel- kessel	Biogas- BHKW	Brennstoff- zelle	Brennstoffzelle + Hackschnitzelkessel	Holzvergaser- BHKW + Hackschnitzelkessel
Wärmegestehungskosten	€/kWh	0,11	0,11	0,04	0,05	0,05	0,04
Stromgestehungskosten	€/kWh	0,00	0,00	0,06	0,09	0,07	0,04
Wärmeerzeugung	kWh/a	4.300.000	4.300.000	4.300.000	4.300.000	4.300.000	4.300.000
Stromerzeugung	kWh/a	0	0	1.440.000	2.000.000	2.000.000	700.000
Jährliche Kosten der Wärmeerzeugung	€/a	470.000	480.000	160.000	215.000	170.000	156.000
Jährliche Kosten der Stromerzeugung	€/a	0	0	80.000	185.000	150.000	30.000

Werden die Kosten für die Erneuerung der Energieversorgung als einmalige Investitionen angesetzt und die jährlichen Kosten über den Betrachtungszeitraum (20 Jahre) addiert (siehe **Abbildung 4-1**), zeigt sich, dass die Variante mit dem Holzvergaser bereits nach 3 Jahren ökonomischer ist als die Sanierung der bestehenden Anlagen. Nach 9 Jahren Laufzeit ist die Sanierung der vorhandenen Heizölkessel die teuerste aller untersuchten Anlagenvarianten, da hier die Energiekosten am höchsten sind und sich Energieträger-Preissteigerungen besonders stark auswirken. Die Brennstoffzelle mit Hackschnitzelanlage und Spitzenlastkessel weist die höchsten Investitionskosten auf, die Gesamtkosten nähern sich - bedingt durch die höheren Erlöse der Stromeinspeisevergütung - nach 12 Jahren denen des Holzvergaser an. Ab dem Jahr 2025 wird die Brennstoffzelle wieder teurer als der Holzvergaser, da die jährlichen Wartungs-Kosten der Brennstoffzelle schneller steigen als die jährlichen Kosten des Holzvergasers.

**Abbildung 4-1:** Vergleich der kumulierten Kosten der einzelnen Varianten

**Zusammenfassung**

Die Sanierung der Klosteranlage St. Ottilien kann in drei Schritten erfolgen. Als Erstes müssen die defekten Gebäudeteile zur Erhaltung der Bausubstanz erneuert und gleichzeitig gedämmt werden. Danach können weitere bauliche Maßnahmen zur energetischen Sanierung nach und nach durchgeführt werden. Parallel dazu kann die Energieversorgung umgebaut werden.

Die neue Energieversorgung sollte die Nutzung aller vorhandenen Biomasse aus eigener Produktion beinhalten und möglichst kostengünstig und ökologisch sinnvoll sein. Die Nutzung der Biomasse ist nur in Verbindung mit dem Neubau einer Energiezentrale möglich, da dadurch die verschiedenen Techniken integriert werden können. Die günstigste Möglichkeit, die gleichzeitig die Nutzung der gesamten zur Verfügung stehenden Biomasse ermöglicht, ist die Anlagenvariante mit Heatpipe Reformer. In diesem Fall wird das vorhandene Holz in einem Holzvergaser vergast und mit einer Gasturbine in Strom und Wärme umgewandelt. Eine zusätzliche Hackschnitzelanlage und zwei Spitzenlastkessel (Ölkessel) erzeugen die restliche Wärme.

Auftraggeber:	Kloster St. Ottilien
Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. K. Höpler
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. K. Höpler