

# UNIVERSITÄT KASSEL

Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

## Bachelorarbeit

Konzept zur Reduzierung des  
Einsatzes fossiler Energieträger auf der  
hessischen Staatsdomäne Frankenhäusen

1. Betreuer:  
Dr. Christian Krutzinna
2. Prüfer der Bachelorarbeit:  
Prof. Dr. Oliver Hensel

vorgelegt von:  
Hayo Buntjer  
geb. am 10.07.1987 in Weener  
Matrikelnummer: 27228234  
Wintersemester 2010/2011

Witzenhausen, den 24.01.2011

## 7. Fazit und Empfehlung

Zuerst einmal ist festzustellen, dass eine Vielzahl von Kombinationen der beschriebenen Maßnahmen möglich und denkbar sind.

Die Dämmmaßnahmen sind dabei aber niemals zu vernachlässigen. Solange die bauphysikalische Situation bestehen bleibt wird hauptsächlich „für draußen geheizt“. Durch die dargestellte Isolierung der Gebäudehülle kann eine Reduzierung des Heizenergiebedarfs um ca. 35 % bewirkt werden. Auf eine Fassadendämmung ist zugunsten einer Innendämmung zu verzichten, da die Anforderungen des Denkmalschutzes technisch und finanziell bedingt kaum zu erfüllen sind. Für die gewählten Dämmmaßnahmen wird von einem einmaligen Netto-Investitionsbedarf von ca. 55.000 Euro ausgegangen. Gegenüber dem Bericht von Bühle & Wendel ist dieser Wert aber nur deutlich reduziert, weil die Maßnahme des Fenster-Austausches nicht mehr mitberechnet wird. Bei der Durchführung einer Innendämmung anstelle einer Außendämmung ist eine Veränderung dieses Investitionsbedarfs in Abhängigkeit der Materialwahl anzunehmen. Eine Vakuum-Dämmung könnte sich als kostenaufwendiger erweisen.

Durch bauliche Sanierungsmaßnahmen können große Mengen Heizenergie nachhaltig eingespart werden. Aufgrund dafür erforderlicher hoher Investitionskosten wird eine Amortisation aber wesentlich langsamer erwirkt als im Fall z.B. eines Heizungsaustausches als Allein-Maßnahme. Trotzdem kann auf das Einsparpotential dieser Maßnahmen nicht verzichtet werden und ihr langfristiger Nutzen ist durch eine dauerhafte Senkung der Betriebskosten auch ökonomisch gesichert. Die Dämmmaßnahmen an der thermischen Gebäudehülle stellen die ersten durchzuführenden Maßnahmen dar. Erst nach dem Abschluss dieser Maßnahmen kann ein neues Energiebedarfsprofil erstellt werden, auf dessen Grundlage die Dimensionierung und Durchführung weiterer Maßnahmen planbar und kalkulierbar werden.

Der Einsatz von Wärmepumpen für eine volle Abdeckung des Raumwärmebedarfs ist als Option für den Ersatz der Heizungsanlage aus zwei Gründen nicht angedacht. Aufgrund der hohen Investitionskosten pro kW Wärmeleistung und wegen des hohen Stromverbrauchs, der in der Regel mindestens einem Viertel der produzierten Wärmeenergie entspricht. Da ein BHKW bei bereits gedecktem Wärmebedarf nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben ist, muss auf Netzstrom zurückgegriffen werden, welcher teuer und emissionsträchtig ist. Eine

Wärmepumpe ist bei Netzstrombetrieb selten wirtschaftlich zu betreiben. Durch den Einsatz einer kWh Strom werden ca. 3,3 bis 4,5 kWh Wärme gewonnen, je nach Pumpentyp. Die dafür entstehenden Energiekosten von ca. 18,5 Cent würden aber auch für den Kauf von Holzpellets mit einem Energiegehalt von 4,57 kWh oder für Erdgas mit einem Energiegehalt von 4,35 kWh ausreichen. Energetisch und ökonomisch lohnend können Wärmepumpen eigentlich nur in Kombination mit dezentraler Stromerzeugung betrieben werden. Die Pumpe sollte also durch Solarstrom, Windstrom oder Strom aus Biomasse angetrieben werden.

Das Energiesparpotential des Austausches der Heizungsanlage ist stark abhängig vom gewählten Gerät. Wird z.B. ein BHKW ohne Brennwertnutzung eingesetzt so ist der thermische Wirkungsgrad unter Umständen nicht, oder nur geringfügig höher als beim bestehenden Ölkessel, da sich der Gesamtwirkungsgrad von ca. 90% nur aus der Addition des elektrischen und des thermischen Wirkungsgrades ergibt. Dies wäre natürlich trotzdem eine Verbesserung und durch den Einsatz eines regenerativen Energieträgers und die Vorteile der zusätzlichen Stromerzeugung würde der ökologische, wie auch der wirtschaftliche Wert der Heizanlage deutlich gesteigert. Die durch die Steigerung des thermischen Wirkungsgrades bedingten Einsparungen an Wärmeenergie aus Brennstoffen würden für ein BHKW mit Brennwerttechnik ca. 15 % betragen und für einen Pelletkessel mit Brennwerttechnik ca. 40 %. Der Bedarf an Heizenergie kann aber durch andere Maßnahmen wie z.B. eine Wärmepumpe oder eine thermische Solaranlage deutlich reduziert werden. Über die Durchführung derlei Maßnahmen ist man sich vorzugsweise ebenfalls vor der Installation einer neuen Heizungsanlage einig zu werden. Die Dimensionierung der Heizungsanlage ist ein bedeutender Faktor für den Energieverbrauch des Energie-sanierten Zustandes und ist die letzte zu planende Größe.

Der Austausch der Heizungsanlage ist im Fall des betrachteten Objekts mit größerem Investitionsbedarf verbunden, da ein Austausch der kompletten Wärmeverteilung unumgänglich mit einer Modernisierung des Wärmeerzeugers verbunden ist. Die Rohrleitungen sind komplett zu erneuern, da sie erstens in ungeeigneten Bahnen, zum Teil außerhalb der thermischen Hülle, verlaufen, zweitens größtenteils nicht isoliert sind und drittens haben die alten Rohre große Leitungsquerschnitte, die eine langsame Fließgeschwindigkeit bewirken und nicht dem Stand der Technik entsprechen. Ein etwaiger Einsatz neuer Heizkörper könnte gleichzeitig mit vorgenommen werden. Der Austausch der Heizungsanlage sollte außerdem gleichzeitig mit der Installation aller anderen Heizungs-

unterstützenden Geräte erfolgen, damit der hydraulische Abgleich erst im End-Zustand des Gesamt-Versorgungssystems vorgenommen wird.

Die Kombination der Warmwasserbereitung mit der neuen Zentralheizung birgt weiteres großes Energiesparpotential, denn nur durch einen zentralen Heizungs-gekoppelten Warmwasserspeicher wird die Nutzung einer thermischen Solaranlage oder auch einer Wärmepumpe möglich. Eine elektrische Wassererhitzung ist bei Nutzung von Netzstrom sowohl ökonomisch wie auch ökologisch ineffizient. Auch hier ist der Preis pro kWh, sowie der Primäreinsatz gegenüber herkömmlichen Brennstoffen um ein Vielfaches höher. Die Kosten einer neuen Warmwasserverteilung sind in Kombination mit der Neuverlegung der Heizverteilung wahrscheinlich anteilig geringer.

Für den Heizungsaustausch ist die Installation eines modernen Brennwertkessels als Minimallösung anzusehen. Dieser würde natürlich auch bei einem Betrieb mit Öl oder Flüssiggas schon deutlich gesenkte Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen bedeuten, die in der Summe durch zusätzliche Maßnahmen noch weiter reduziert würden. Jedoch ist bei der Wahl des Energieträgers zu berücksichtigen, dass das neue Heizungssystem wiederum mindestens 25 bis 40 Jahre in Betrieb bleiben wird und die Preisentwicklung vor allem der fossilen Brennstoffe für diesen Zeitraum kaum abschätzbar ist, obwohl ein starker Preisanstieg relativ sicher vorhergesagt werden kann. Im Gegensatz dazu bieten Energieträger wie Rapsöl oder Biogas einem landwirtschaftlichen Betrieb die Option im Fall steigender Brennstoffpreise den Anteil der Eigenerzeugung des Energieträgers auszubauen. Steigende Preise für fossile Energieträger beeinflussen immer auch das Preisniveau aller anderen Energieträger. Brennstoffe, die regional verfügbar sind, also Biomasse in Form von Holzbrennstoffen und anderen pflanzlichen Brennstoffen und landwirtschaftlichen Nebenerzeugnissen werden aber grundsätzlich in gewissem Umfang verfügbar sein. Die Verwendung von Holzbrennstoffen kann auch die regionale Wertschöpfung steigern, wenn sie vor Ort gewonnen werden. Bei Pellets ist dies oft nicht der Fall. Aufgrund der höheren Energiedichte, des geringeren Lagerplatzbedarfs und der automatisierten Nutzung vergleichbar mit Öl sind sie als regenerativer, nachhaltiger Brennstoff trotzdem sehr positiv zu bewerten.

Ein Belüftungssystem mit Wärmetauscher kann sich besonders für Räume mit höherem Lüftungsbedarf, wie z.B. den Verwaltungsbüros lohnen. Nach der Durchführung einer Innenwanddämmung ist eine Belüftungsanlage generell empfehlenswert. Leicht installierbare

(zwei Bohrungen durch die Außenwand) Einzelraumanlagen mit über 90% Wärmerückgewinnung gibt es schon unter 500 Euro<sup>1)</sup>.

Unter Berücksichtigung der formulierten Ziele, den Einsatz fossiler Energieträger zu verringern und Energieverbrauch, sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken kann folgendes Modell als zielführend bezeichnet werden:

Der Einsatz eines wärmegeführten, Rapsöl-betriebenen BHKW in Kombination mit einer Solarthermie-Anlage zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, sowie einer oder mehrerer Wärmepumpen und einem großen Wärmespeicher. Auch ein Belüftungssystem mit Wärmerückgewinnung kann integriert werden, ebenso ein Luftbrunnen.

Das BHKW sollte unbedingt Leistungsvariabel (modulierend) zu betreiben sein. Nicht modulierende Anlagen werden in der Regel nicht für die Deckung des gesamten Wärmebedarfs ausgelegt. In den meisten Fällen wird bei der Bemessung der Leistung eine 40 %ige Abdeckung der Spitzenlast angestrebt. Für die Abdeckung der Spitzenlasten werden z.B. Öl- oder Gas-betriebene Spitzenlastkessel eingesetzt.

Wärmepumpen können in Abhängigkeit des verfügbaren Investitionsvolumens einen großen Beitrag zur Wärmeversorgung leisten. Eine thermische Solaranlage kann mit der anteiligen Abdeckung des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung und der Unterstützung der Heizung in Abhängigkeit von der Kollektorfläche große Einsparungen bewirken.

Durch eine kombinierte, also gleichzeitige Ausführung dieser Maßnahmen als Gesamtkonzept wird eine hohe einmalige Investitionssumme erreicht. Grundsätzlich ist eine genaue Prüfung der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen, aber auch des Gesamtkonzepts noch durchzuführen. Auch eine genaue wirtschaftliche Überprüfung der Ansätze Biogas-Nutzung und Windenergie-Nutzung, sowie eine Beobachtung der Entwicklungen am jeweiligen Markt halte ich für sinnvoll.

Durch eine hohe Vielfalt verschiedener ausgereifter Techniken zur Einsparung von Energie kann im vorgeschlagenen Konzept eine Demonstrationsfunktion des Gesamtsystems erreicht werden, auch wenn der Innovationscharakter nicht übermäßig ausgeprägt ist.

1) <http://www.bayernluft.de>