

KURZFASSUNG

Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer

Biomasseheizungen für Wohngebäude
mit mehr als 1.000 m² Gesamtnutzfläche

unter Mitarbeit von:

Dipl.-Ing. Martin Hellwig

Dipl.-Ing. Nadine Hoffmann

cand. ing. Dominique Frerichs

Bremen, April 2007

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

(Aktenzeichen: Z 6 – 10.07.03-05.14 / II 13 -80 01 05-14

und



Bremer Energie-Konsens GmbH, Bremen,

gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.



Hintergrund, Ziel, Methodik

Die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wird in Deutschland u.a. durch eine Novellierung der Energieeinsparverordnung (EnEV) in deutsches Recht umgesetzt. Hier wird künftig die Anforderung gestellt, dass bei der Errichtung von Gebäuden über 1.000 m² Gesamtnutzfläche zu prüfen ist, ob regenerative Energien eingesetzt werden können.

Ziel der Untersuchung ist, einen Überblick über die Eignung von Wohngebäuden mit einer Gesamtnutzfläche von 1.000 m² für die Wärmebereitstellung aus Biomasse zu geben. Im Mittelpunkt steht die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung aus Holzpellets- und Holzhackschnitzelanlagen gegenüber der herkömmlichen Versorgung mit Erdgas und Heizöl. Mitbetrachtet werden technische und ökologische Aspekte dieser Brennstoffe; am Rande wird auch auf Strohfeuerungsanlagen eingegangen.

Ein Vergleich allein der Investitionsbeträge ist nicht zielführend. Die richtige Betrachtungsebene ist der Vergleich der Jahresvollkosten nach der VDI-Richtlinie 2067 Blatt 1, der hier durchgeführt wurde. Hierbei werden nicht allein die Investitionsbeträge betrachtet und in Kapitalkosten umgerechnet, sondern auch die Brennstoffkosten, der Wartungsaufwand, der Betriebsstrom etc. berücksichtigt.

Vollkostenvergleiche sind nur so gut, wie die Annahmen nachvollziehbar und „aus der Mitte des Marktes“ sind. Um Investitionsbeträge sachgerecht ansetzen zu können, wurden Daten aus Mittelbewilligungen von Förderprogrammen sowie Literatur ausgewertet, Gespräche mit Planern, Eigentümern und Herstellern geführt sowie Exkursionen zu Anlagen in Deutschland und Österreich unternommen. Die daraus erstellte Zusammenstellung zu Preisen von Anlagen ist die umfangreichste Übersicht im deutschsprachigen Raum.

Vollkostenvergleiche wurden für vier Modell-Wohngebäude erstellt (zwei neu errichtete sowie zwei Bestands-Gebäude), die die Anforderungen der EnEV einhalten. Eine Unterschreitung des max. Primärenergiebedarfs durch die Verwendung von Biomasse-Heizanlagen wurde nicht durch eine Verschlechterung des Wärmeschutzes kompensiert. Nicht betrachtet wurde der gleichzeitige Einsatz anderer regenerativer Energien, z.B. der Nutzung der Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung. Dies geschah, um die Effekte der Biomasse-Feuerung für sich zu ermitteln.

Strohfeuerungsanlagen wurden nicht in die Vollkostenberechnungen einbezogen, weil sich in der Untersuchung herausstellte, dass hier noch zu wenig gesicherte Erfahrungen vorliegen sowie technische und organisatorische Probleme bestehen, die einen Einsatz in Wohngebäuden > 1.000 m² derzeitig unrealistisch erscheinen lassen.

Die Tabelle 1 zeigt die wesentlichen Merkmale der Modellgebäude und der betrachteten Heizungsvarianten.

	Neubau- Mehrfamilienhäuser		Bestands- Mehrfamilienhäuser	
	Gebäude 1	Gebäude 2	Gebäude 3	Gebäude 4 (Ensemble aus 5 Gebäuden)
Wohnungen	37	18	30	80
Gesamtnutzfläche A _N [m ²]	4.320	1.753	1.784	4.884
Heizlast in kW	ca. 120	ca. 60	ca. 60	ca. 220
Jahresheizwärmebe- darf [kWh/(m ² a)] (Warmwasser: zusätz- lich 12,5)	45,8	50,9	53,4	62,8
Heiz-Variante 1	Erdgas, BW-Kessel, Warmwasserberei- tung indirekt, Spei- cher, Zirkulation	Erdgas, BW-Kessel, Warmwasserberei- tung indirekt, Spei- cher, Zirkulation	Heizöl NT-Kessel, Warmwasserberei- tung indirekt, Spei- cher, Zirkulation	wohnungswise Gasetagenhei- zung, Niedertem- peratur, Warm- wasser im Durch- lauf
Heiz-Variante 2	wie 1, jedoch Heizöl, NT-Kessel	wie 1, jedoch Heizöl, NT-Kessel	wie 1, jedoch Holz- hackschnitzel, Puf- ferspeicher	Erdgas, Nahwär- me, 1 BW- Kessel
Heiz-Variante 3	wie 1, jedoch Holz- pellets, Pufferspei- cher	wie 1, jedoch Holz- pellets, Pufferspei- cher	wie 2, jedoch Heiz- haus	wie 2, jedoch Holzpellets, Kel- ler, Pufferspeicher
Heiz-Variante 4	wie 3, jedoch Heiz- haus	wie 3, jedoch Heiz- haus	-	wie 3, jedoch Heizhaus
Heiz-Variante 5	wie 1, jedoch Holz- hackschnitzel, Puf- ferspeicher	wie 1, jedoch Holz- hackschnitzel, Puf- ferspeicher	-	-
Heiz-Variante 6	wie 5, jedoch Heiz- haus	wie 5, jedoch Heiz- haus	-	-

Tabelle 1 Untersuchte Gebäude und Heizungsvarianten

Technisch-bauliche Aspekte von Biomasse-Heizanlagen

Bei der Nutzung von Holzpellets oder Holzhackschnitzeln bestehen gegenüber fossilen Anlagen folgende Besonderheiten:

Platzanspruch: Es ist eine LKW-Zufahrt zur Brennstofflieferung nötig; der Kessel hat größere Abmessungen (Bauhöhe: reicht die Kellerhöhe inkl. der Transportwege?); das Brennstofflager sollte aus wirtschaftlichen Gründen eine Größe von mindestens 40 m³ (brutto) haben.

Schall: Von Biomasse-Anlagen gehen mehr Schallemissionen aus. Ein Einbau des Brennstofflagers unterhalb einer Wohnung muss schalltechnisch sorgfältig geplant werden.

Bedienung: Grundsätzlich erfordern Biomasse-Heizanlagen einen kleinen Bedienungsaufwand; dieser liegt bei Holzhackschnitzel-Anlagen etwas höher als bei Holzpelletsanlagen. Er besteht u.a. in Reinigung des Kessels, Beseitigung kleinerer Störungen, Überwachung des Brennstoffvorrats, Organisation der Brennstofflieferungen und Entleerung des Aschekastens.

Die Tabelle 2 ermöglicht einen Kurz-Check zur Eignung von Mehrfamilienhäusern für die Beheizung mit fester Biomasse.

In den Modellrechnungen wurde unterstellt, dass der Platzanspruch der Biomasse-Heizanlagen ohne größeren Aufwand gedeckt werden kann.



Gartenstadtcharakter, vorhandenes Nahwärmenetz	günstig
Alleinlage, Stadtrand, Heizhaus vorhanden	günstig
Gartenstadtcharakter, nicht vorhandenes Nahwärmenetz	günstig
Modernisierung eines Gebäudeensembles	günstig
bei Unterbringung in einem Heizraum im Keller: Höhe > 2,20 m, breiter Kellerabgang (besser Rampe), breite Türrschlüsse, gute Schalldämmung zur Wohnung über Heizraum und Brennstofflager	günstig
Unterirdische Lagerung von Brennstoffen außerhalb des Gebäudes vor Heizraum städtebaulich zulässig und technisch möglich	günstig
Unterirdischer Lagerung von Brennstoffen: niedriger Grundwasserstand	günstig
bei Versorgung mit Holzhackschnitzeln: Lage nahe Waldgebiet	günstig
Integration in Bestandsgebäude, Kelleraufstellung	eher ungünstig
Innenstadt einer Großstadt	ungünstig (Platz, Feinstaub, Anlieferung Brennstoffe)
Blockrandbebauung	ungünstig
Dachheizzentrale	i.d.R. ausgeschlossen

Tabelle 2 **Checkliste für die Eignung von Wohngebäuden > 1.000 m² für Biomasseheizung**

Ökonomische Ergebnisse

Holzpelletskessel gab es bisher vor allem für kleine Feuerungsleistungen bis etwa 40 kW, die für große Mehrfamilienhäuser von 1.500 m² und mehr nicht ausreichend sind, während Holzhackschnitzel-Kessel in Deutschland eher für erheblich größere Leistungsbedarfe auf dem Markt waren. Erst seit wenigen Jahren beginnt sich diese Lücke zu schließen. Diese Historie hat Auswirkungen auf die Preise, denn wegen kleiner Stückzahlen bestand bzw. besteht noch ein eher hochpreisiges Angebot.

Im Folgenden wird bezüglich ein beispielhaftes der vier Modellgebäude dargelegt, welche Jahresvollkosten sich ergeben. Diese berücksichtigen zunächst keine finanzielle Förderung; sie wird erst in Sensitivitätsrechnungen einbezogen. Zu beachten ist, dass die Energiepreise für konventionelle Energie hier eher niedrig angesetzt sind (Preise siehe Abbildungslegende in Abbildung 2), gleichzeitig die Preise für Holzpellets aber auf ungewöhnlich hohem Niveau lagen.

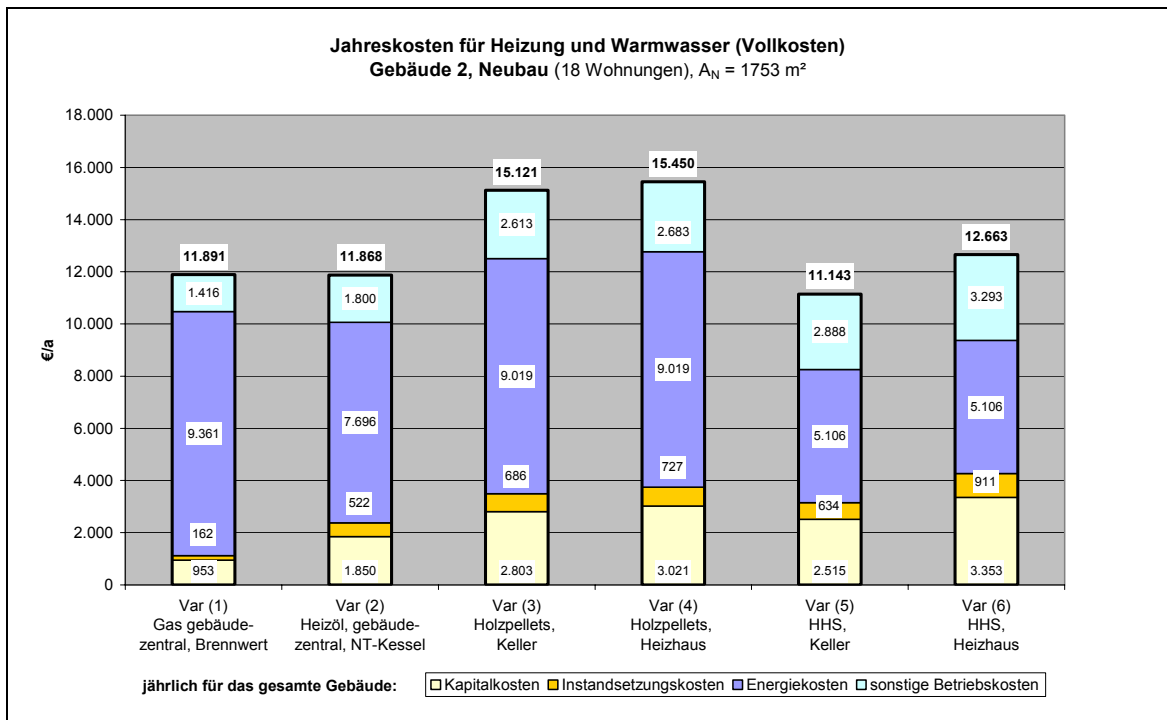


Abbildung 1 Jahresvollkosten, Gebäude 2

Die Abbildung 1 zeigt, dass die Jahresvollkosten der konventionellen Heizanlagen in etwa auf gleicher Höhe liegen wie die Jahreskosten von Holzhackschnittel-Anlagen. Die Holzpellets-Anlagen führen dagegen zu höheren Jahreskosten. Man erkennt auch, dass die Jahreskosten der Beheizung – selbst bei den angesetzten eher moderaten Energiepreisen - in erster Linie durch die Energiekosten geprägt sind. Diese sind das Produkt aus Energiebedarf und Energiepreis. Da der Energiebedarf nur wenig vom Heizsystem abhängt und somit annähernd konstant ist, spielen die Energiepreise eine entscheidende Rolle.

Sensitivitätsanalysen

Sensitivitätsanalysen wurden zu den Preisannahmen bei den Energiepreisen, Investitionsbeträgen, und der Zinshöhe durchgeführt sowie die Bundesförderung für Biomasse-Anlagen einbezogen. Es zeigte sich, dass die Ergebnisse im Wesentlichen nur von den Energiepreisen beeinflusst werden; es spielt für den Vergleich der Jahreskosten keine wesentliche Rolle, ob die Investitionsbeträge um z.B. 30 % höher ausfallen. Entscheider sind deshalb gut beraten, wenn sie den Blick weniger auf die Investitionsbeträge als auf die Energie-Folgekosten richten. Die Vermietbarkeit wird in Zukunft wesentlich von den Energiekosten abhängen.

Abbildung 2 zeigt die Jahresvollkosten bei leicht veränderten Energiepreis-Annahmen. Man erkennt, dass die Unterschiede zwischen den Holzpelletssystemen und den fossilen nun bereits deutlich geringer ausfallen. Die Heizöl-NT-Variante und die beiden Holzpelletsvarianten liegen auf gleichem Niveau; günstigste Varianten wären die Holzhackschnittel-Systeme noch vor Gas-Brennwert-Anlagen.

In einem weiteren Szenario haben wir mit bereits in naher Zukunft stark steigenden Preisen für fossile Energien (und steigenden Preise für Biomasse!) gerechnet, vgl. Abbildung 3. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden hier nur drei statt sechs Heizungsvarianten dargestellt. Die Grafik verdeutlicht, dass Holzpellets- und Holzhackschnittel-Systeme bei stark steigenden Energiepreisen für



fossile Energieträger in Zukunft Systemen auf der Basis von Heizöl oder Erdgas deutlich überlegen sein könnten.

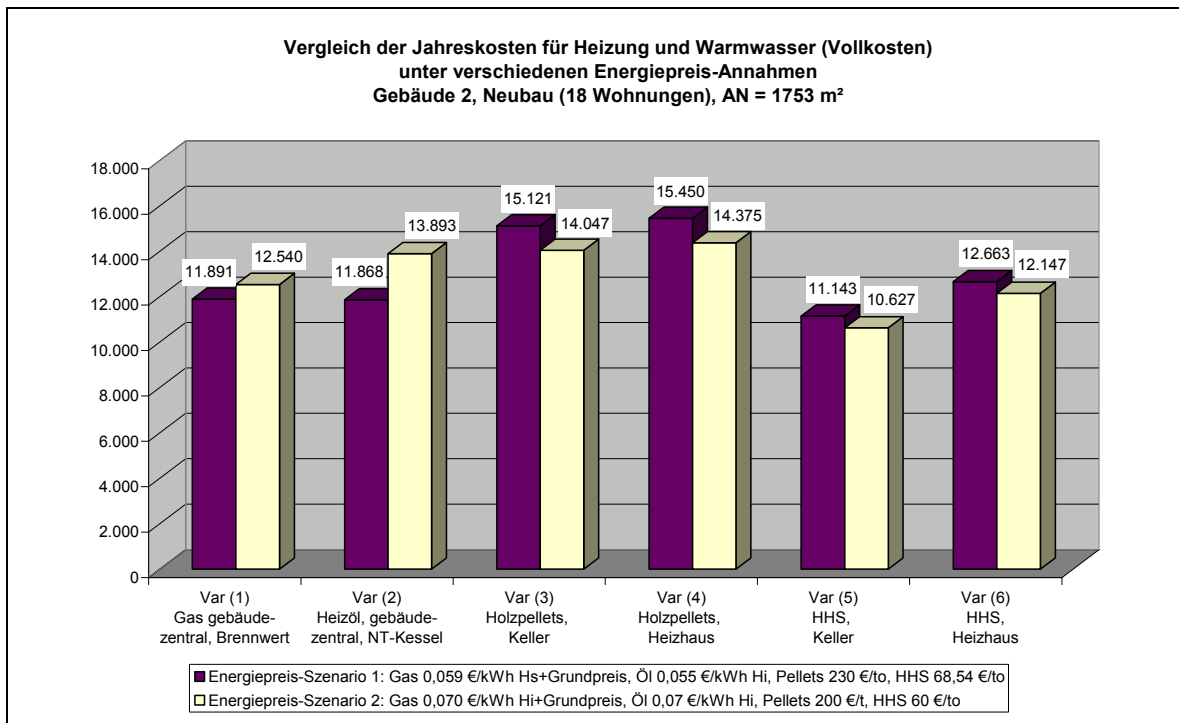


Abbildung 2 Jahresvollkosten, Gebäude 2, Sensitivität „differenzierte Energiepreise“

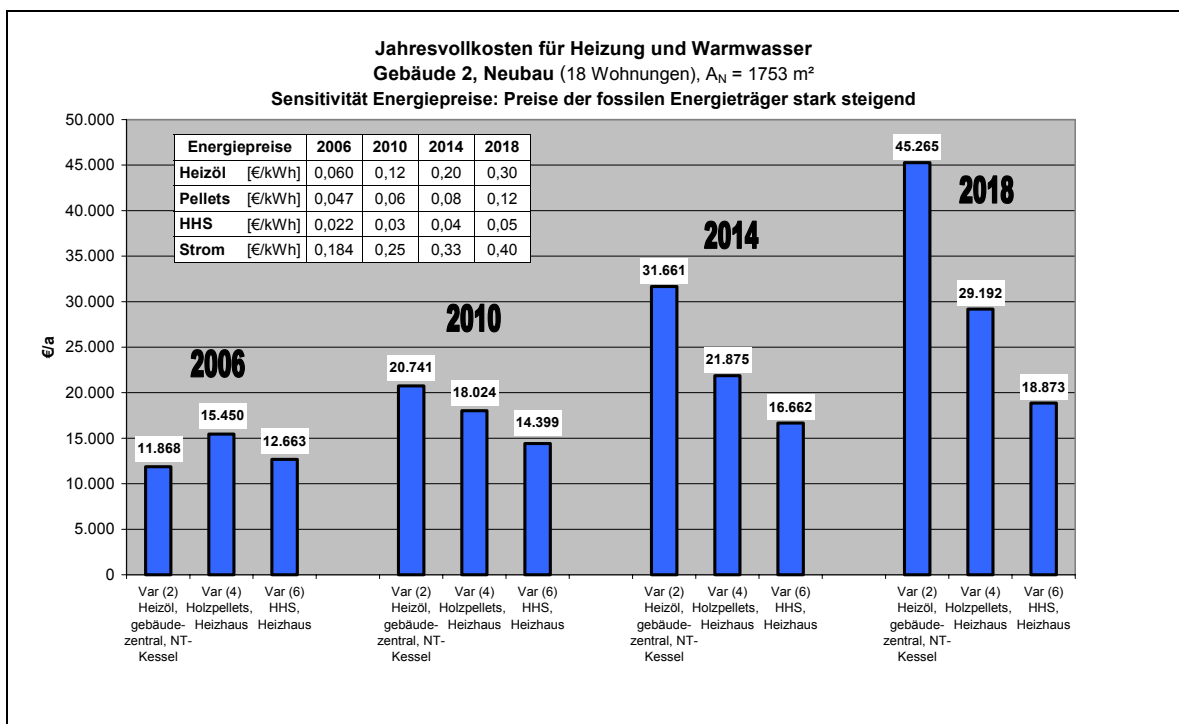


Abbildung 3 Gebäude 2, Jahresvollkosten, Sensitivität „fossile Energiepreise stark steigend“



Ökologische Ergebnisse

Energieeffizienz: Die Energieeffizienz von Biomasseheizanlagen ist bisher schlechter als die von Heizanlagen für Erdgas und Heizöl. So hat Stiftung Warentest den Nutzungsgrad von Pelletsanlagen kritisiert, die schon auf dem Prüfstand mindestens 7 Prozentpunkte unter dem von Öl- und Gasheizkesseln lag. Bemängelt wurde auch der z.T. unnötig hohe Hilfsstromverbrauch. Wenn gleich sich diese Tests nicht auf die gleiche Leistungsklasse beziehen wie sie für die Beheizung großer Wohngebäude erforderlich ist, so dürfte die Tendenz des Ergebnisses auch in diesem Leistungsbereich gelten. Die Brennwerttechnik ist bei Biomasse-Heizungen noch nicht etabliert. Im kleineren Leistungsbereich gibt es jedoch bereits erste Biomasse-Brennwertkessel.

Ein schlechter Wärmeschutz eines Gebäudes kann durch einen Biomassekessel nicht wettgemacht werden! Im Gegenteil, der Endenergiebedarf eines Gebäudes mit schlechtem Wärmeschutz und Biomasse-Kessel liegt etliche Prozentpunkte höher als bei einem Gebäude mit schlechtem Wärmeschutz und üblichen (NT- oder BW-)Heizöl- oder Erdgas-Kessel. Auf einen geringen Wärmebedarf darf also in keiner Weise verzichtet werden.

Die EnEV und die zugehörige DIN V 4701-10 sind noch kein leicht handhabbares Instrument, um den Primärenergiebedarf für Gebäude, die eine Gesamtnutzfläche von mehr als 500 m² aufweisen, für Biomasse-Heizsysteme ebenso leicht zu berechnen wie für konventionelle Heizungen. Dies sollte schnell geändert werden, um den Einsatz von Biomasse bei solchen größeren Gebäuden nicht zu behindern.¹ Ingenieurtechnisch abgeschätzt liegt der Primärenergiebedarf bei großen Wohngebäuden mit Holzpelletsheizanlagen bei weniger als einem Drittel des Bedarfs einer Beheizung mit fossilen Brennstoffen.

Emissionen: Die CO₂-Emissionen der Biomasse-Heizanlagen liegen bedeutend unter den CO₂-Emissionen fossiler Brennstoff-Heizanlagen, weil die Verbrennung von Biomasse als fast CO₂-neutral gilt. Es wird bei der Verbrennung in Heizanlagen nicht mehr CO₂ freigesetzt als bei der bakteriellen Zersetzung von Holz, jedoch erfordert die Konditionierung und der Transport der Biomasse sowie der Betrieb der Anlagen den Einsatz von Zusatz-Energie und verursacht damit CO₂-Emissionen – allerdings nur in geringem Umfang und soweit die Zusatzenergie nicht mit regenerativer Energie hergestellt wird.

Dennoch gibt es bei der Verbrennung von Biomasse bisher einen Zielkonflikt zwischen Klimaschutz und Luftreinhaltung:

- Für den Schutz des Klimas ist die energetische Nutzung von Biomasse positiv,
- Für die Reinhaltung der Luft sind bei der Holzfeuerung höhere Emissionen bei CO₂, NO_x und Feinstaub im Vergleich zu Öl- und Gasheizungen zu beobachten. Unter den Holz- und Strohheizungen weisen Pelletsheizungen i.d.R. die geringsten Emissionen auf.

Zu beachten ist dabei jedoch, dass Feinstaub insbesondere bei *älteren* Holzheizungen eine Problematik darstellt, weniger bei neuen Anlagen. Holzpelletsanlagen schneiden hier besser ab als Holzhackschnitzel-Anlagen, ganz zu schweigen von Strohfeuerungsanlagen. Ferner lassen sich die Emissionen – insbesondere Feinstaub – durch Holzpellets mit dem DIN-Certco-Zeichen reduzieren.

Die Feinstaub-Problematik wird heute keineswegs überwiegend durch feste Brennstoffe verursacht, deshalb reduzieren mancherorts diskutierte Verbote von Festbrennstoffheizungen in Innenstädten das Problem nicht wesentlich. Andererseits ist es in den dicht besiedelten Kernbereichen von Großstädten aus baulichen und logistischen Gründen ohnehin schwierig, Heizanlagen mit fester Biomasse

¹ Für Holzpelletsessel gibt es nur Tabellenwerte bis zu einer A_N-Fläche von 500 m²; Hilfsenergie ist nur zum Teil enthalten. Für Holzhackschnitzel, Stroh und Strohpellets gibt es keine Tabellenwerte für Kessel und Hilfsenergie.

se zu integrieren. Gleichzeitig kommt es in diesen Kernbereichen insbesondere aufgrund des Fahrzeugverkehrs zu einer gravierenden Feinstaubbelastung. Deshalb erscheint es ratsam, in solchen Gebieten die Feinstaubbelastung nicht durch den zusätzlichen Einsatz von Heizanlagen mit fester Biomasse wesentlich zu verstärken, sondern in solchen Gebieten primär eine Fernwärmeversorgung mit KWK zu forcieren. Biomasse-Heizanlagen erscheinen sinnvoller in Gebieten, in denen die Feinstaub-Problematik nicht gravierend ist.

Durch die geplante Änderung der 1. BImSchV – die möglicherweise 2008 in Kraft treten wird – sind deutlich niedrigere Grenzwerte für Staub und CO geplant. Wenn Biomasseheizungen diese künftigen Grenzwerte einhalten – sei es durch Filtertechniken oder Verbrennungsprinzip – werden negative Auswirkungen auf die Gesundheit kaum noch Thema sein.

Exkurs zu Strohheizungsanlagen

Strohfeuerungsanlagen für einzelne Wohngebäude haben einerseits noch nicht die technische Reife und verursachen andererseits logistische Probleme. Für Wohngebäude > 1.000 m² sind hier bisher nicht genügend Erfahrungen vorhanden. Wenn Stroh in Zukunft für die Beheizung von Wohngebäuden eine Rolle spielen könnte, dann bis auf Ausnahmefälle in Form von Strohpellets:

- Für Strohballen und –häcksel sind aufgrund der Platzansprüche für die Brennstofflagerung, der Brandlasten, des Transportaufwands, auch der Regionalität des Ausgangsstoffs sowie der Bedienungsansprüche keine nennenswerten Marktanteile für Wohngebäude > 1000 m² zu erwarten – unabhängig von der Lösung feuerungstechnischer Probleme (Verschlackung, Korrosion), der Emissionsproblematik von Stroh sowie der Kosten.
- Anders bei Strohpellets: Hier sind positive Marktperspektiven für den Einsatz bei Wohngebäuden > 1.000 m² vorhanden. Allerdings erscheint die Verbrennungstechnik für Mehrfamilienhausanlagen noch nicht ausgereift. Angesprochen seien hier wiederum die Verschlackungsprobleme, der Abrieb der Brennstoffe bei der Zuführung, die Feinstaubproblematik und die Chloremissionen (inkl. Korrosionsgefahr).

Neben Strohpellets ist in Zukunft auch mit weiteren Biomassen–Brennstoffen zu rechnen, wie etwa Getreidekörnern. Noch jedoch sind für solche Energieträger nicht genügend Erfahrungen vorhanden, um Vollkostenvergleiche für die Wohnungswirtschaft auf einer sicheren Datenbasis vornehmen zu können.

Für die obligatorische Prüfung des Einsatzes regenerativer Energien nach der EU-Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie ist für Wohngebäude > 1.000 m² Gesamtnutzfläche festzustellen, dass ein Einsatz von Strohfeuerungsanlagen wegen offener Fragen und technischer Nicht-Ausgereiftheit zurzeit in Deutschland nicht gegeben ist.

Betrachtungsebene „Umfeld“

Die Betrachtungsebene der Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sowie der EnEV ist das einzelne Gebäude. Dies ist bei großen Mehrfamilienhäusern nur für die Planung des Wärmeschutzes die geeignete Ebene, nicht aber für die Planung der Versorgung mit Wärme! Für ein einzelnes Gebäude kann eine gebäudezentrale konventionelle Heizung ökonomisch günstiger sein als eine Biomasse-Heizung. Es kann auch sein, dass eine Biomasse-Heizung in einem einzelnen betrachteten Gebäude räumlich nicht unterzubringen ist. Bei der Prüfung von Biomasse für die Wärmeversorgung² ist es deshalb sinnvoll, das Umfeld zu berücksichtigen, wobei unter „Umfeld“ sowohl die umliegende Bebauung als auch die geographische Lage (Nähe zu Wald oder Stroh erzeu-

² wie auch bei der Prüfung von KWK



gender Landwirtschaft) verstanden werden muss. Bei einer Novellierung der EnEV (2010) und auch bei künftigen Änderungen des Baugesetzbuches sollte eine entsprechende „Umfeld“-Betrachtungsebene vorgesehen werden, um die Einsatzmöglichkeiten von Biomasse sinnvoller prüfen zu können.

Fazit

Holzpellets- und Holz hackschnitzelheizanlagen sind für die Wärmeversorgung von Wohngebäuden > 1.000 m² technisch und ökonomisch grundsätzlich geeignet. Bei Stroh und Strohpellets ist dies derzeit noch nicht gegeben. Im Einzelfall ist eine Reihe von Kriterien zu prüfen, zu denen die Möglichkeiten der Einbringung und Unterbringung des Kessels, der Brennstofflagerung und –zufuhr und der Anlieferung des Brennstoffs gehören. Die Jahreskosten der Energieversorgung hängen im Wesentlichen von den Brennstoffpreisen ab. Da diese im hohen Maße unprognostizierbar sind, bestehen nicht unerhebliche Bandbreiten. Holz hackschnitzel-Anlagen sind bei Vorliegen günstiger baulicher Voraussetzungen wirtschaftlich machbar; Holzpelletsanlagen führen dagegen derzeit (auch mit Bundesförderung) i.d.R. noch zu höheren Jahreskosten als Heizanlagen mit konventionellen Brennstoffen und Holz hackschnitzelanlagen. Eine der Ursachen ist der erheblich gestiegene Holzpelletspreis.

Aus Gründen der Vorsorge – sowohl was das Klima als auch die Energiekostenentwicklung und damit die Vermietbarkeit angeht – ist der Einsatz von Holzpellets und Holz hackschnitzeln eine sehr interessante Variante.