

## **Betriebsdaten geförderter bayerischer Biomasse-Heizwerke – Auswertung Betriebsjahr 2008**

Betreiber von Biomasseheizwerken sind im Rahmen der Förderung ihres Heizwerkes durch den Freistaat Bayern verpflichtet, über einen gewissen Zeitraum jährlich über den Betrieb ihres Heizwerkes zu berichten. Für die Erfassung und Auswertung der Berichtsdaten hat C.A.R.M.E.N. eine umfangreiche Datenbank aufgebaut. Seit dem Beginn der Heizwerksförderung durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurden an die 1.000 Jahresberichte erfasst.

Im Folgenden sollen die bei C.A.R.M.E.N. vorliegenden Berichte für das Betriebsjahr 2008 ausgewertet und einige Ergebnisse dargestellt werden. Die Auswertung bezieht sich auf frei definierte Heizwerksklassen. Auf eine Auswertung einzelner Heizwerke wurde aus Gründen der Anonymisierung verzichtet. Jedem Betreiber ist es jedoch möglich, sich einer Klasse zuzuordnen, die eigenen Kenndaten mit den Daten der jeweiligen Klasse zu vergleichen und daraus Schlüsse über das eigene Heizwerk zu ziehen.

Für das Betriebsjahr 2008 liegen CARMEN 111 Biomasseheizwerks-Berichte vor. Die Projekte wurden zur Auswertung nach der Leistung des Biomassekessels in die Klassen „klein“ ( $\leq 450$  kW), „mittel“ ( $450 < x < 900$  kW) und „groß“ ( $\geq 900$  kW) eingeteilt. Aufgrund fehlender Angaben konnte in spezifischen Auswertungen nicht immer die Gesamtzahl der Berichte herangezogen werden. Ebenso wurden unplausible Angaben eliminiert und bei bestimmten Auswertungen das erste Berichtsjahr ausgeschlossen.

Die Ergebnisdarstellung beinhaltet die folgenden Punkte:

1. Heizwerkspool mit technischen Daten
2. Brennstoffeinsatz
3. Brennstoffabrechnung
4. Brennstoffpreise
5. Auslastung der Anlagen
6. Jahresnutzungsgrad der Biomassekessel
7. Wärmeverteilungsverluste
8. Wärmegestehungskosten
9. Wärmeerlöse
10. Degressionseffekte
11. Hilfsenergiebedarf
12. Personaleinsatz
13. Subjektive Bewertung der Heizwerksbetreiber

Zusammenfassung der Auswertungsergebnisse (Mittelwerte aus dem Berichtsjahr 2008):

Klasse	Ø kleine Heizwerke (N = 41)	Ø mittlere Heizwerke (n = 45)	Ø große Heizwerke (n= 25)	Durchschnitt	Wertezahl
mittleres Inbetriebnahmejahr	2004	2005	2003	2004	111
Leistung Biomassekessel (kW)	307	699	1.697	779	111
Leistung Spitzenlastkessel (kW)	491	1.744	3.008	1.596	108
Eingesetzte Biomasse (MWh)	899	2.912	7.982	3.331	110
davon Waldhackgut (MWh)	626	2.118	5.750	2.385	111
Energiebereitstellung durch BM-Kessel (MWh)	758	2.451	6.568	5.138	111
Energiebereitstellung Spitzenlastkessel (MWh)	129	517	469	366	105
Biomassequote (%)	88%	93%	93%	91%	88
Volllaststunden Biomassekessel (h)	2.692	3.582	4.078	3.402	90
Jahresnutzungsgrad Biomassekessel (%)	79%	80%	80%	80%	86
Netzlänge im Mittel über alle Heizwerke (m)	274	882	2.099	931	111
Anzahl der Heizwerke mit Wärmenetz > 200 m und Übergabestationen >2	20	34	21		75
Mittlere Netzlänge bei Heizwerken mit Wärmenetz > 200 m und Übergabestationen >2	467	1.103	2.474	1.317	75
Wärmebedarfsdichte (MWh/(m*))	5,79	6,30	8,74	6,78	83
bei Wärmenetz > 200 m und Übergabestationen >2	2,35	4,78	2,91	3,58	64
Netzverluste (%)	15,0%	11,0%	13,5%	13,0%	80
bei Wärmenetz > 200 m und Übergabestationen >2	18,9%	12,5%	15,7%	15,2%	60
Hilfsenergiebedarf (%)	2,20%	1,90%	2,28%	2,09%	84
Arbeitszeitbedarf (h/(kW)) *	0,96	0,82	0,47	0,81	104
Waldhackgutpreis (€/MWh)	21,3 €	19,6 €	18,6 €	20,1 €	58
Preis Sägerestholz und/oder Landschaftspflegematerial (€/MWh)	16,9 €	17,5 €	15,8 €	17,0 €	36
Wärmegestehungskosten (€/MWh)	80,0 €	64,9 €	60,8 €	71,0 €	65
Wärmeerlös (€/MWh)	72,0 €	70,7 €	66,5 €	70,6 €	59

\*Datenbasis 2006-2008

**Zu 1: Heizwerkspool**

Im Kreis der in 2008 berichtspflichtigen Heizwerke befinden sich sowohl Anlagen älteren Baujahres als auch Neuanlagen. 16 der erfassten Heizwerke sind schon länger als 7 Jahre in Betrieb, 10 Anlagen produzieren erst seit dem Frühjahr 2008 Wärme aus Biomasse.

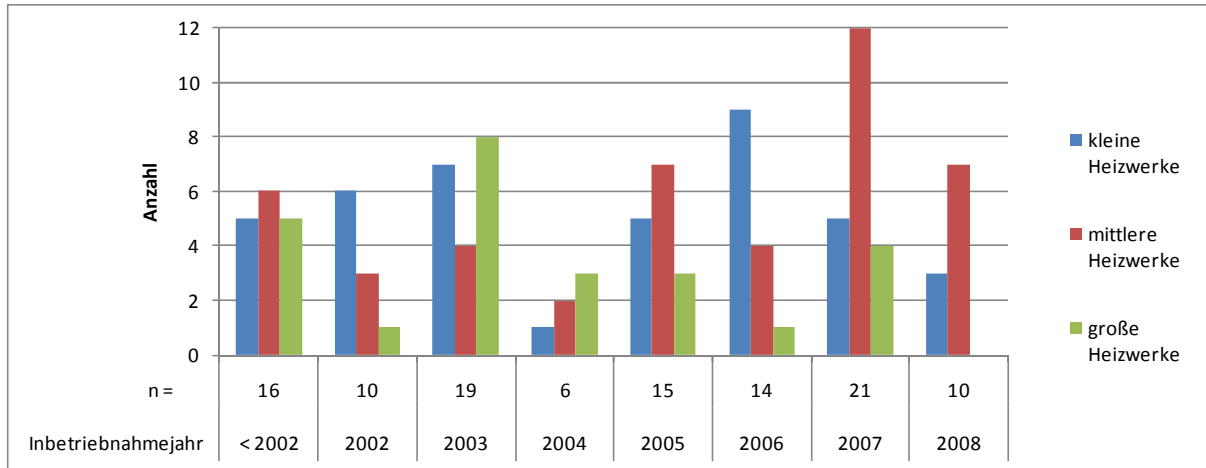


Abbildung 1: Inbetriebnahmejahre der in die Auswertung des Jahres 2008 einbezogenen Biomasseheizwerke (n=111)

Bis auf drei Heizwerke betreiben alle einen Heizöl- bzw. Gaskessel zur Abdeckung der Schwach- und Spitzenlast sowie als Ausfallreserve. Die mittleren installierten Leistungen je Heizwerksklasse sind in Tabelle 1 dargestellt, wobei die Nennwärmeleistungen der Biomassekessel von 150 kW bis 4.000 kW schwanken. 67 Prozent der Anlagen liefern die Wärme an mehr als zwei Übergabestationen und unterhalten ein Netz mit mehr als 200 m Trassenlänge. Im Weiteren werden diese Projekte, die im Mittel eine Trassenlänge von 1.317 m haben, als Heizwerke zur Nahwärmeversorgung definiert, während die anderen als Heizwerke zur Objektversorgung bezeichnet werden.

Klasse	Ø kleine Heizwerke (N = 41)	Ø mittlere Heizwerke (n = 45)	Ø große Heizwerke (n= 25)	Durchschnitt	Wertezahl
mittleres Inbetriebnahmejahr	2004	2005	2003	2004	111
Leistung Biomassekessel (kW)	307	699	1.697	779	111
Leistung Spitzenlastkessel (kW)	491	1.744	3.008	1.596	108
Netzlänge im Mittel über alle Heizwerke (m)	274	882	2.099	931	111
Anzahl der Heizwerk mit Wärmenetz > 200 m und Übergabestationen >2	20	34	21	75	75
Mittlere Netzlänge bei Heizwerken mit Wärmenetz > 200 m und Übergabestationen >2	467	1.103	2.474	1.317	75

Tabelle 1: Größenordnungen installierter Einheiten (Mittelwerte aus dem Berichtsjahr 2008, n=111)

Laut den eingereichten Jahresberichten haben die 111 Anlagen im Jahr 2008 einen Wärmebedarf von 300.766 MWh abgedeckt. 43 Prozent der versorgten Wärmeabnehmer sind öffentliche, meist kommunale Gebäude, die mit 55 Prozent den größten Anteil an dem gesamten Wärmeverbrauch aufweisen. Während gewerbliche Abnehmer 31 Prozent dieser Wärme abnahmen, verbrauchten die Einfamilienhäuser, die immerhin ein Viertel der Anschlussrader ausmachten, nur 3 Prozent der Wärme. Diese Zahlen spiegeln eindeutig die Vorzüglichkeit der Anschlusswürdigkeit einzelner Objektgruppen wider.

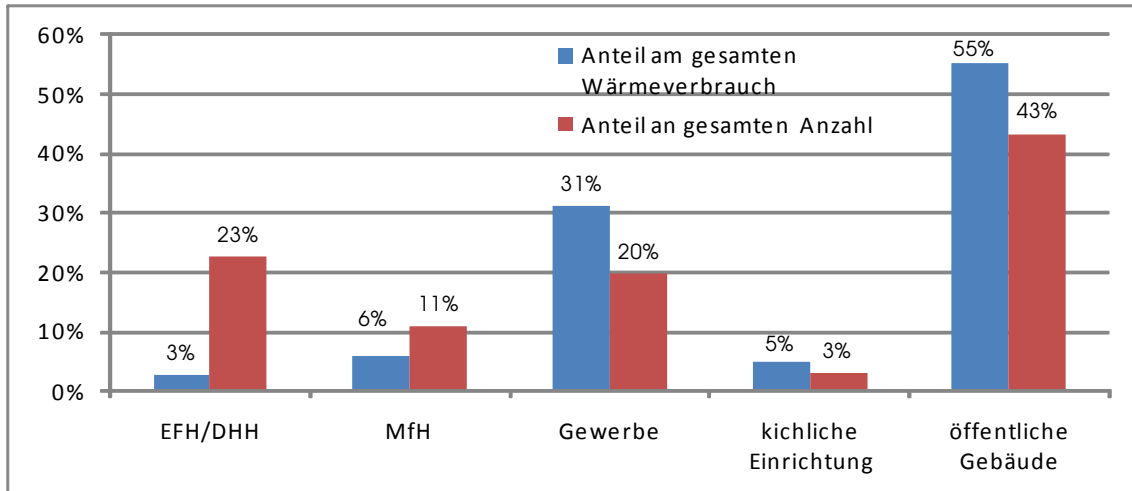


Abbildung 2: Prozentuale Verteilung der Wärmeverbrauchergruppen nach den Anteilen an der gesamten Anzahl der Wärmeverbraucher und den Anteilen am gesamten Wärmebedarf (Berichtsjahr 2008, n=111).

## Zu 2: Brennstoffeinsatz

Obwohl die Heizwerksbetreiber laut Förderauflagen in der Regel lediglich ein Viertel des gesamten Biomasseinputs aus Holz gemäß der Positivliste 1 decken müssen, waren im Jahr 2008 fast drei Viertel der eingesetzten Holzmenge Waldhackgut, d. h. Waldbesitzer und Forstbetriebsgemeinschaften haben durch den Betrieb der Heizwerke einen sicheren Absatzkanal für Schwachholz und Waldabraum erschlossen. Da der Anteil an Sägerestholz im Vergleich zu früheren Jahren deutlich zurückgegangen ist, legt dies gleichzeitig die Vermutung nahe, dass naturbelassene Sägerestholzer und Industrieholz flächendeckend im großen Maße nicht mehr zur Verfügung stehen. Möglicherweise hängt dies aber auch mit der im Vergleich zu früheren

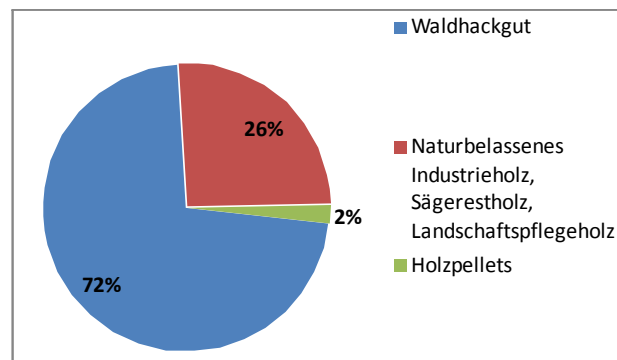


Abbildung 3: Anteil der Biomassefraktionen am gesamten Bioenergieinput (Datenbasis 2008, n=111)

Jahren gesunkenen preislichen Attraktivität von Sägereistholz zusammen (siehe Punkt 4). 6 Heizanlagen werden mit Holzpellets befeuert, die insgesamt 2% des Brennstoffenergieinputs über alle Heizwerke in 2008 ausmachen. Hackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen spielen bei Bayerischen Heizwerken bislang keine Rolle.

**Zu 3: Brennstoffabrechnung:**

Immer häufiger werden die Brennstofflieferanten entsprechend der vom Biomassekessel erzeugten Wärmemenge bezahlt. 34 Prozent der Heizwerke nutzen diesen Abrechnungsmodus, der allerdings nur dann verwirklicht werden kann, wenn nur ein Hackgutlieferant vertraglich gebunden ist oder ein Dienstleister, z.B. ein Maschinenring, die interne Abrechnung mit den einzelnen Lieferanten vornimmt. Eine Abrechnung entsprechend der gelieferten Masse in Tonnen setzt die Verfügbarkeit einer entsprechenden Wägeeinrichtung voraus. Eine Mehrzahl der Heizwerke, nämlich 45 Prozent, hat in 2008 den im Ablauf einfacheren aber wesentlich ungenaueren Weg einer Abrechnung nach gelieferten Schüttraummetern gewählt.

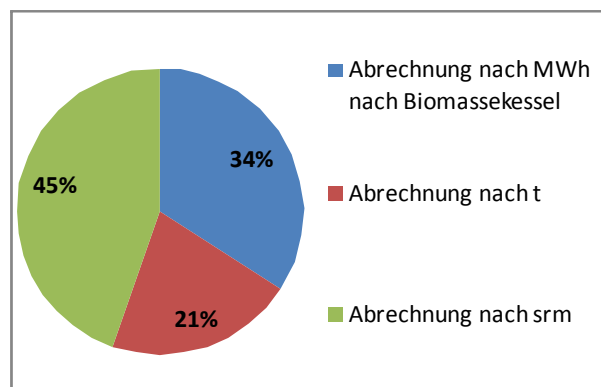


Abbildung 4: Abrechnungsmodus der Biomasseheizwerke (Berichtsjahr 2008, n=111)

Wie Tabelle 2 aufzeigt, haben nur die Hälfte der Anlagenbetreiber angegeben, den Wassergehalt der Holzbrennstofflieferung genau zu bestimmen. Die Erfassung des Energieinputs ist demnach bei einem Großteil der Heizwerke mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Werden bei den Heizwerken die Brennstofflieferungen in Tonnen erfasst, so messen gemäß der vorliegenden Berichte immerhin rund drei Viertel der Betreiber den Wassergehalt.

	Anteil	Anteil bei Abrechnung nach		
		MWh Biomassekessel	srm	t
Wassergehalt gemessen	51%	12%	23%	16%
Wassergehalt geschätzt	49%	21%	23%	5%

Tabelle 2: Auswertung der Angaben zur Bestimmung des Wassergehaltes der eingesetzten Holzbrennstoffe (Berichtsjahr 2008, n=104)

**Zu 4: Brennstoffpreise**

Die in den Berichten angegebenen Brennstoffpreise in €/t bzw. €/srm wurden mit dem mittleren Energieinhalt der Brennstofffraktionen zu einem Brennstoffpreis in €/MWh Brennstoffenergie verrechnet. In Abbildung 5 sind die Ergebnisse mit den dazugehörigen Standardabweichungen dargestellt. Der durchschnittliche Preis für Waldhackgut lag in 2008 bei 20,10 €/MWh und damit leicht unter dem Wert von 21,30 €/MWh, den C.A.R.M.E.N. in 2008

im Rahmen der regelmäßigen Preisumfrage für Lieferungen in ganz Deutschland ermittelt hat (vgl. Abb. 7). Hackgut gemäß Positivliste 2, also Sägeresthölzer und Landschaftspflegematerial, wurde durchschnittlich mit 17 €/MWh vergütet. Eine Preisdifferenzierung zwischen den beiden Brennstoffsportimenten Sägerestholz und Landschaftspflegematerial konnte aufgrund der Datenbasis nicht erfolgen.

Größere Heizwerke haben im Mittel etwas niedrigere Preise angeben. Die Preisdifferenz von rund 3 € lässt sich nicht allein mit der üblichen Degression über die Menge begründen, denn die Auswertungen zeigen auch, dass ältere Heizwerke von langfristigen Lieferverträgen profitieren und weniger zu zahlen haben als Neuanlagen. Zudem besteht eine gewisse Unsicherheit bezüglich weiterer Leistungen, die im Rahmen des Brennstofflieferungsvertrages erbracht werden müssen, wie z.B. Ascheentsorgung. Es könnte auch sein, dass die Brennstofflieferanten kleiner und mittlerer Anlagen mehr in das Anlagenmanagement integriert sind als die Lieferanten größerer Heizwerke und dass deren Zeitaufwand entsprechend im Holzpreis enthalten ist.

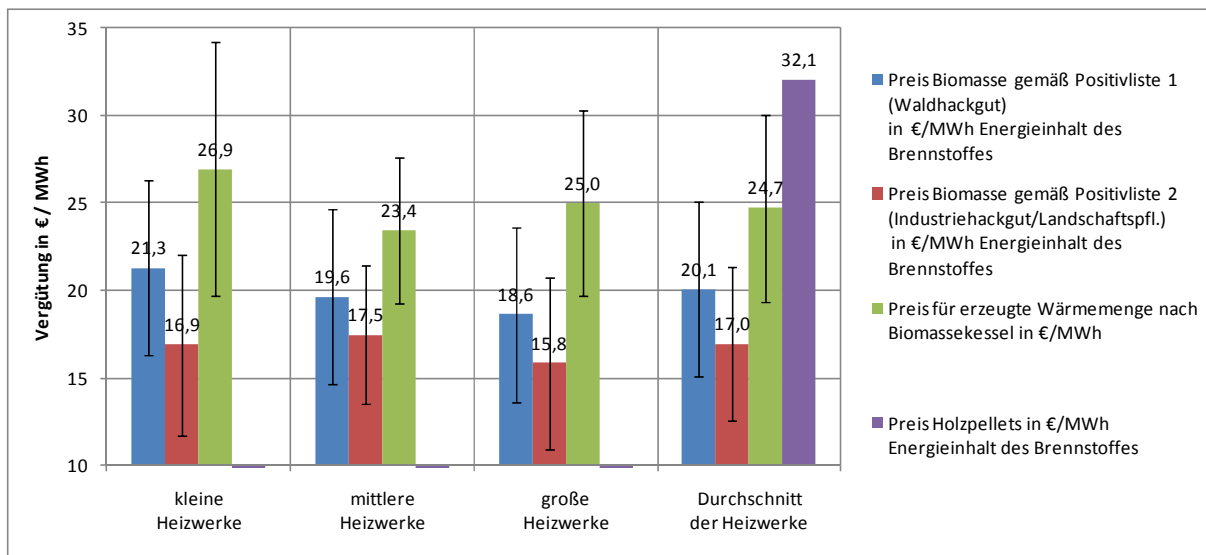


Abbildung 5: Brennstoffpreise netto (Mittelwerte und Standardabweichung im Berichtsjahr 2008, n=104)

Bei Anlagen, bei welchen die Holzbrennstofflieferung entsprechend der Energiebereitstellung nach dem Biomassekessel abgerechnet wurde, lagen die Preise zwischen 18 und 36 €/MWh. Im Mittel wurden 24,7 €/MWh netto bezahlt, was bei einem angenommenen Jahreswirkungsgrad von 80 Prozent einem Brennstoffpreis von 20,6 €/MWh Brennstoffenergieinhalt entspricht. Die große Schwankungsbreite der Preise erklärt sich aus den höchst unterschiedlichen Leistungen, welche die Brennstofflieferanten mit eingerechnet haben; sie reichten von der reinen Bereitstellung des Brennstoffes frei Anlage über die Entsorgung der Rostasche bis hin zu Wartungs- und Reinigungsarbeiten am Biomasseheizkessel.

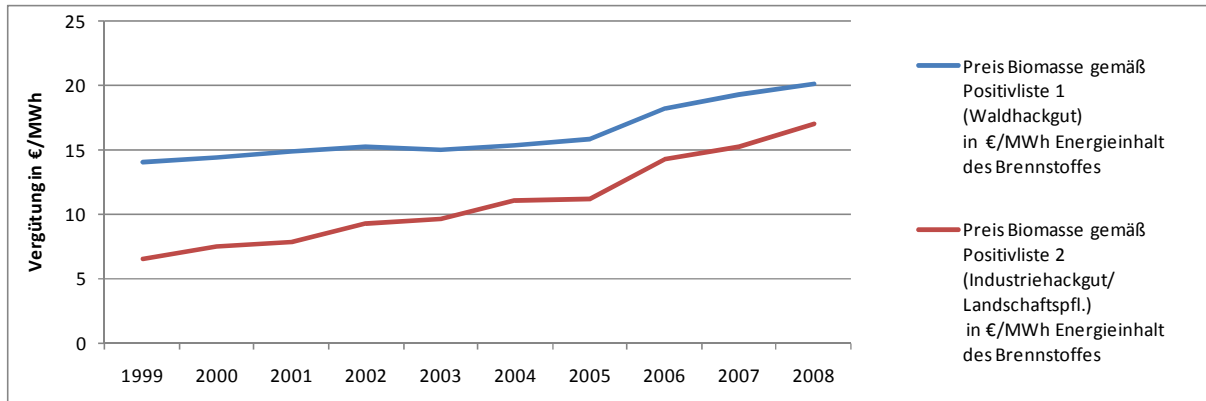


Abbildung 6: Entwicklung der Hackschnitzelpreise (netto) nach Angaben der bayerischer Heizwerksbetreiber (Berichtsjahre 1999 -2008, n=590)

Wie Abbildung 6 verdeutlicht, haben die Hackschnitzelpreise in den letzten zehn Jahren stark angezogen, und zwar sowohl die Preise für Hackschnitzel aus Waldholz (Positivliste 1) als auch die für die Position „Industriehackgut und/oder Landschaftspflegeholz“ (Positivliste 2). Waldhackschnitzel nach Positivliste 1 verteuerten sich gegenüber 1999 um rund 45 Prozent. Für Biomasse gemäß Positivliste 2 musste 2008 im Vergleich zu 1999 sogar um 150 Prozent mehr bezahlt werden, was vermutlich im wesentlichen auf deutliche Zunahmen der Preise beim Sägerestholz zurückgeführt werden kann. Insbesondere ab 2006 ist eine deutliche Steigerung zu beobachten. Eine ähnliche, wenngleich stärkere Entwicklung, zeigen die Preiserhebungen über ganz Deutschland, die C.A.R.M.E.N. seit 2003 durchführt. Dieser Preisindex für Hackschnitzel aus Waldhackgut, der sich aktuelle aus 49 Meldungen von Hackschnitzellieferanten rekrutiert und Lieferungen von 80 srm mit einem Brennstoffwassergehalt von 35 % im Umkreis von 20 km berücksichtigt, findet sich mittlerweile auch als Zeitreihe in einschlägigen Brennstofflieferverträgen wieder.

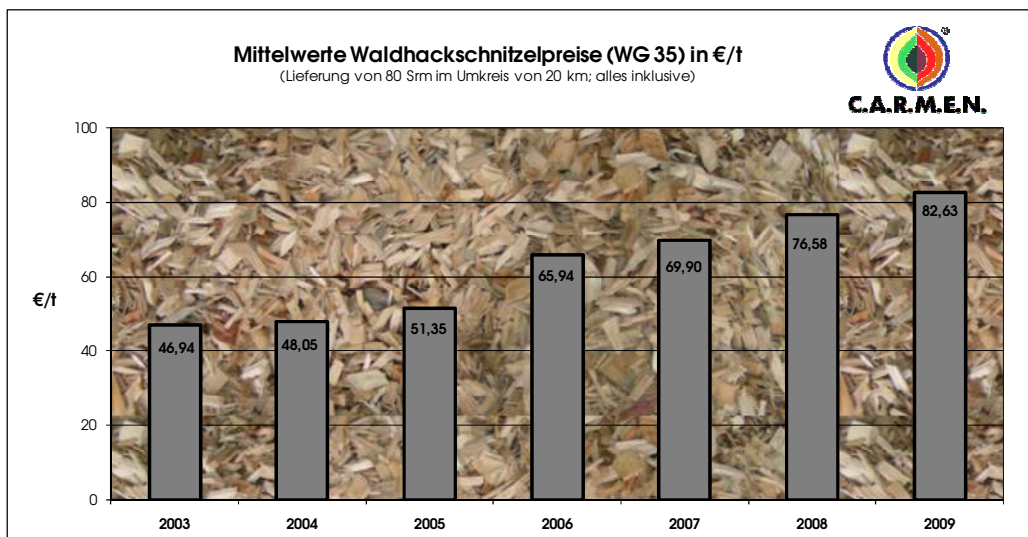


Abbildung 7: Deutschlandweite Preiserhebung von Waldhackschnitzeln (Quelle: C.A.R.M.E.N.)

### Zu 5: Auslastung der Anlagen

Alle geförderten bivalenten Heizwerke wurden nach den in der Planungsphase bekannten Bedarfsstrukturen anhand einer spezifischen Jahresdauerlinie so ausgelegt, dass mindestens 80 Prozent der benötigten Wärmemenge vom Biomassekessel abgedeckt werden kann. In 2008 erreichten die betrachteten Heizwerke im Mittel sogar eine Deckung von 91 %. Allerdings konnte nicht alle Anlagen das Ziel erreichen; dies hat unterschiedliche Gründe, die hier im einzelnen nicht näher erläutert werden sollen. Das Streudiagramm (Abbildung 8) zeigt die Werte aus dem Berichtsjahr 2008.

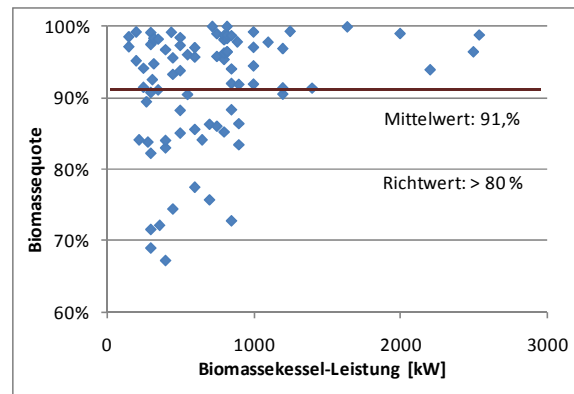


Abbildung 8: Anteil der produzierten Wärme aus Biomasse an der gesamten Wärmeerzeugung des Heizwerks (Datenbasis: 2008; ohne erstes Berichtsjahr; n=88).

Die Investitionen in ein Biomasseheizwerk sind hoch, daher sollte für einen wirtschaftlichen Betrieb pro installiertem kW Anlagenleistung möglichst viel Wärme produziert werden, um die Stückkosten zu senken. Ein Indiz für die Auslastung eines Biomassekessels sind die jährlichen Volllaststunden, die als Verhältnis zwischen produzierter Wärme in kWh und der Nennwärmeleistung des Kessels in kW bestimmt werden. Sie sind auch ein Indiz dafür, welche Leistungsreserven eventuell noch genutzt werden könnten. Bei einem bereits gut ausgelasteten Heizkessel können zusätzliche Reserven nur noch begrenzt nutzbar gemacht werden, z.B. wenn die Lastgänge der zusätzlichen Wärmeabnehmer die bisherigen Lastspitzen nicht verstärken. Abbildung 9 zeigt deutlich, dass es kleine Anlagen mit meist wenigen Wärmeabnehmern schwerer haben, eine hohe Volllaststundenanzahl zu erreichen, während große Heizwerke mit einer in der Regel vielfältigen Abnehmerstruktur im Mittel mit 4.078 Volllaststunden eine bereits sehr gute Auslastung erzielen.

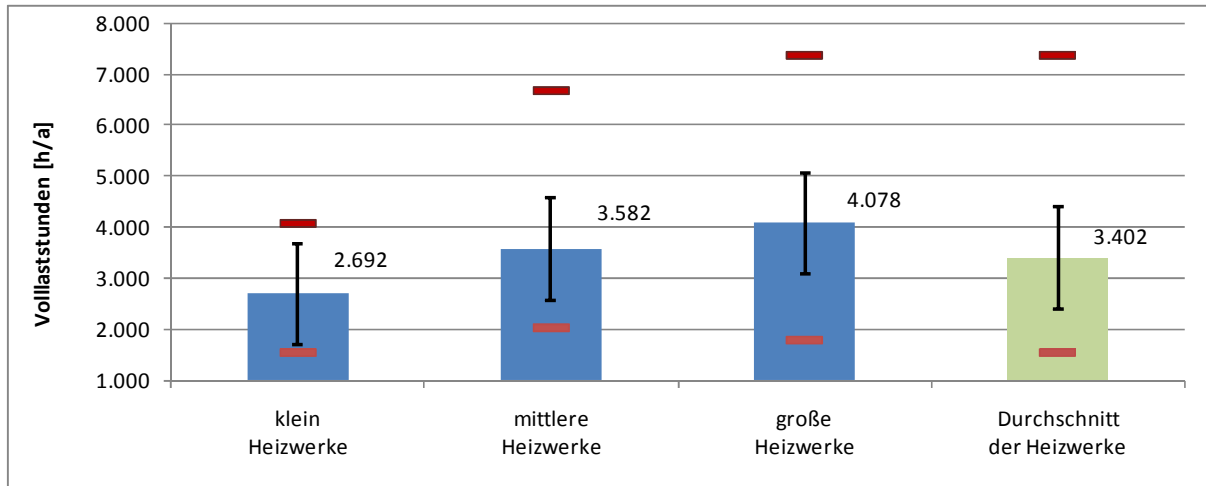


Abbildung 9: Volllaststunden der Biomassekessel im Berichtsjahr 2008 mit Standardabweichungen und Minimal- und Maximalwerten (n=90)

### Zu 6: Jahresnutzungsgrad des Biomassekessels

Moderne Biomassekessel können unter Idealbedingungen Kesselwirkungsgrade von über 90 Prozent erreichen. Dieser Wert relativiert sich jedoch im realen Betrieb eines Heizwerks. Holzbrennstoffe schlechter Qualität, ein häufiger Teillastbetrieb sowie wiederholte An- und Abfahrvorgänge verringern den Nutzungsgrad über das Jahr deutlich. Der sogenannte Jahresnutzungsgrad errechnet sich aus dem Quotienten der nach dem Biomassekessel bereit gestellten Wärmemenge und der Energie im Brennstoff, die der Feuerung im Betrachtungszeitraum zugeführt wurde. Der Hilfsenergiebedarf bleibt in diesem Falle unberücksichtigt.

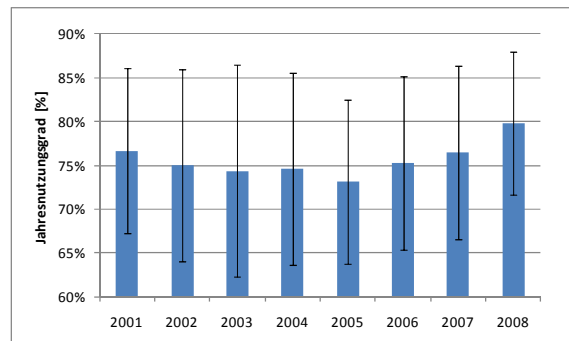


Abbildung 10: Durchschnittlicher Jahresnutzungsgrad der Biomassekessel mit Standardabweichung.

Häufig wird bei Voreinschätzungen ein Jahresnutzungsgrad des Biomassekessels von 80 Prozent angenommen. Abbildung 10 zeigt, dass dieser Planungswert in den vergangenen Jahren von den Heizwerken im Mittel nicht erreicht werden konnte. Allerdings lässt der Durchschnittswert aus dem Jahr 2008 mit knapp 80 Prozent darauf schließen, dass sich die Effizienz der Anlagen erhöht hat. Die Jahresnutzungsgrade der Spitzenlastkessel lagen im Mittel etwa gleichbleibend zwischen 82 und 84 Prozent.

## Zu 7: Wärmeverteilungsverluste

Die Wärmeverteilung über Wärmenetze induziert Verluste, die abhängig sind vom benötigten Temperaturniveau, dem Rohrdurchmesser, der jährlichen Betriebsdauer und der zum Einsatz kommenden Wärmedämmung. Spezifisch fallen diese Verluste umso stärker ins Gewicht, je weniger Wärme über eine bestimmte Leitungslänge bereitgestellt wird, also je niedriger die Wärmebedarfsdichte ist, die die durchschnittliche jährliche Wärmeabnahme zur Länge der Wärmetrasse ins Verhältnis setzt (MWh/(m\*a)). Den Zusammenhang zwischen prozentualen Netzverlusten in Abhängigkeit von der Wärmebedarfsdichte zeigt Abbildung 11 unter Auswertung der realen Berichtsdaten. Wie zu erwarten ist, steigen die Wärmeverluste bei Wärmebedarfsdichten unter 1,5 MWh/(m\*a) stark an. Eine Wärmebedarfsdichte von mindestens 1,5 MWh/(m\*a) bei Biomasseanlagen mit Wärmeleitung wurde deshalb vom Technologie- und Förderzentrum auch als Fördervoraussetzung eingeführt.

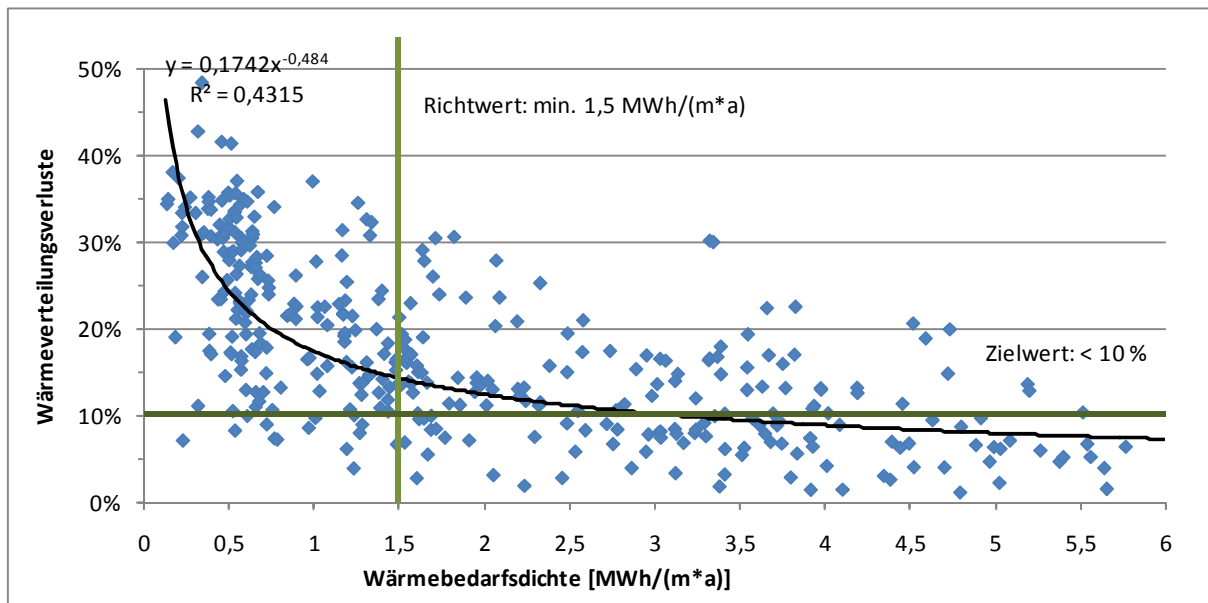


Abbildung 11: Prozentuale Netzverluste bezogen auf die Wärmebedarfsdichte (Datenbasis: alle Berichtsjahre; Heizwerke mit Wärmenetz > 200 m und mehr als 2 Hausübergabestationen; n = 377).

Angesichts knapper Rohstoffpotenziale muss das Ziel eine möglichst effiziente Biomasseanlage sein. Anzustreben sind Netzverluste von weniger als 10 Prozent. Damit sollte in Verbindung mit den einzukalkulierenden Wärmeverlusten der Wärmeerzeugung ein Jahresnutzungsgrad von 70 Prozent über die gesamte Wärmeversorgungseinheit erreicht werden können.

Die Betrachtung der Wärmeverteilungsverluste des Berichtsjahres 2008 erfolgt in Abbildung 12, und zwar differenziert nach der Größe des Biomassekessels sowie der Verbraucherstruktur. Biomasseheizwerke, die über ein kurzes Netz verfügen und somit eine hohe

Wärmebedarfsdichte von im Mittel 16,4 MWh aufweisen (also Heizwerke zur Objektversorgung), verlieren vom „Ausgang“ des Heizwerkes bis zu den Wärmeabnahmestellen um 5 Prozent der ins Netz eingespeisten Energie. Ausgedehnte Nahwärmenetze dahingegen geben durchschnittlich 15 Prozent der erzeugten Wärme an das Erdreich ab, haben also einen deutlich größeren Wärmeverlust, was insbesondere in der weitaus geringeren Wärmebedarfsdichte dieser Projekte begründet ist. Auffallend ist hierbei das schlechte Abschneiden kleiner und großer Heizwerke mit Nahwärmenetz. Heizwerke mittlerer Größe dahingegen wurden meist mit einem guten bis sehr guten Verhältnis zwischen Wärmebedarf und Wärmetrassenlänge realisiert. Bei Projekten mit großen Netzlängen mag dies an der schwierigen Abstimmung der Wärmeerzeugungs- und Wärmeverteilungsanlage auf das sich entwickelnde Versorgungsgebiet und an der Vielzahl der Daten liegen, die bei der Planung und Realisierung des Heizwerkes im Rahmen der Situationserfassung zu erheben und zu berücksichtigen sind. Bei kleinen Heizwerken jedoch wurde der Auslegung des Nahwärmenetzes möglicherweise zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt.

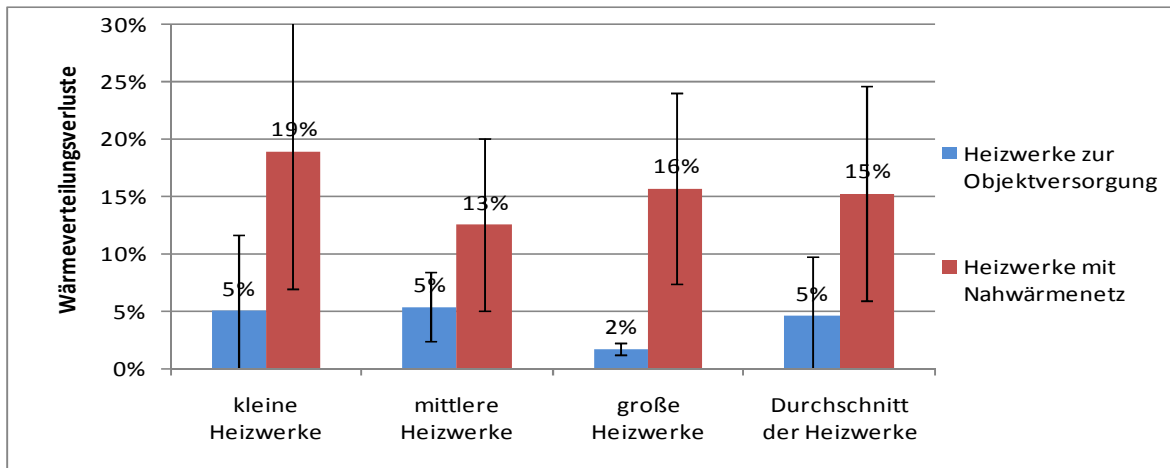


Abbildung 12: Wärmeverteilungsverluste mit Standardabweichung (Berichtsjahr 2008; n=80)

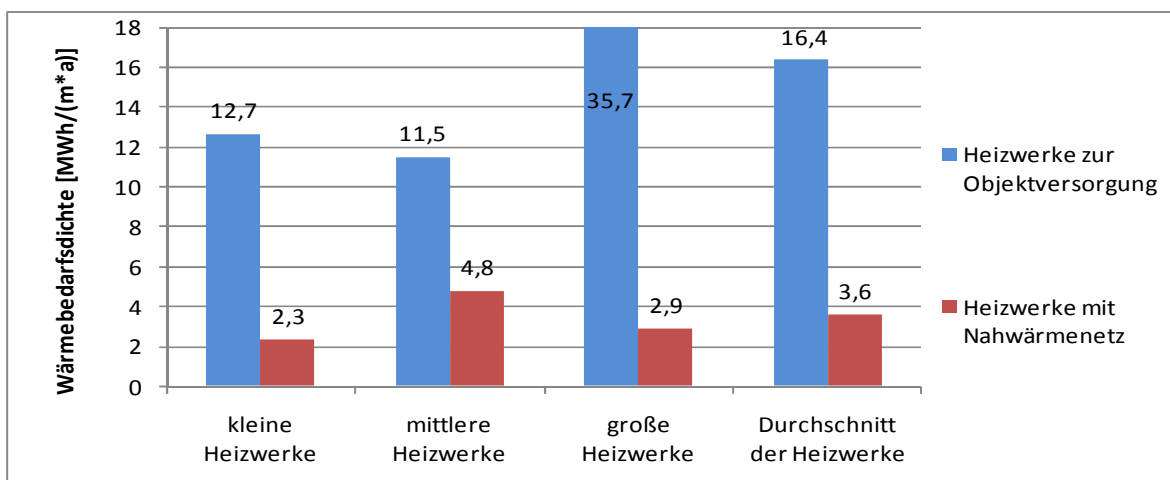


Abbildung 13: Wärmebedarfsdichte (Berichtsjahr 2008; n=83)

Anlagen mittlerer Größenordnung wirtschaften im Mittel mit Netzverlusten von 13 Prozent. Die Standardabweichungen belegen jedoch, dass Verteilungsverluste um 25 Prozent leider keine Seltenheit sind. In Einzelfällen wirkt sich der Ganzjahresbetrieb des Netzes fatal aus, weil die Netzverluste im Sommer schnell den Nutzwärmeabsatz für Warmwasser übersteigen.

**Zu 8: Wärmegestehungskosten**

Die Datenbasis zu Berechnung der Wärmegestehungskosten ist vergleichsweise gering. Häufig sind die Angaben zur Aufwandsstruktur in den vorgelegten Berichten unvollständig und lassen keine Aussagen zu den Stückkosten der genutzten Wärme zu. Insbesondere von Heizwerken in kommunaler Hand, für die außerhalb der kameralistischen Buchführung keine eigenen Bilanzen aufgestellt werden, konnte keine Auswertung vorgenommen werden.

Abbildung 14 zeigt einen Anstieg der Wärmegestehungskosten um 25 Prozent vom Jahr 2001 mit durchschnittlich 56 €/MWh auf das Jahr 2008 mit durchschnittlich 71 €/MWh. Eine deutliche Zunahme ist ab dem Jahr 2006 zu beobachten. Die verbrauchsgebundenen Kosten, die sich aus den Kosten für Brennstoffe und dem Hilfsenergiebedarf zusammensetzen, nehmen einen Anteil von durchschnittlich 45 Prozent der Wärmegestehungskosten ein. Dementsprechend schlagen sich Veränderungen der Brennstoffpreise in maßgeblicher Höhe auf die Stückkosten der abgenommenen MWh nieder.

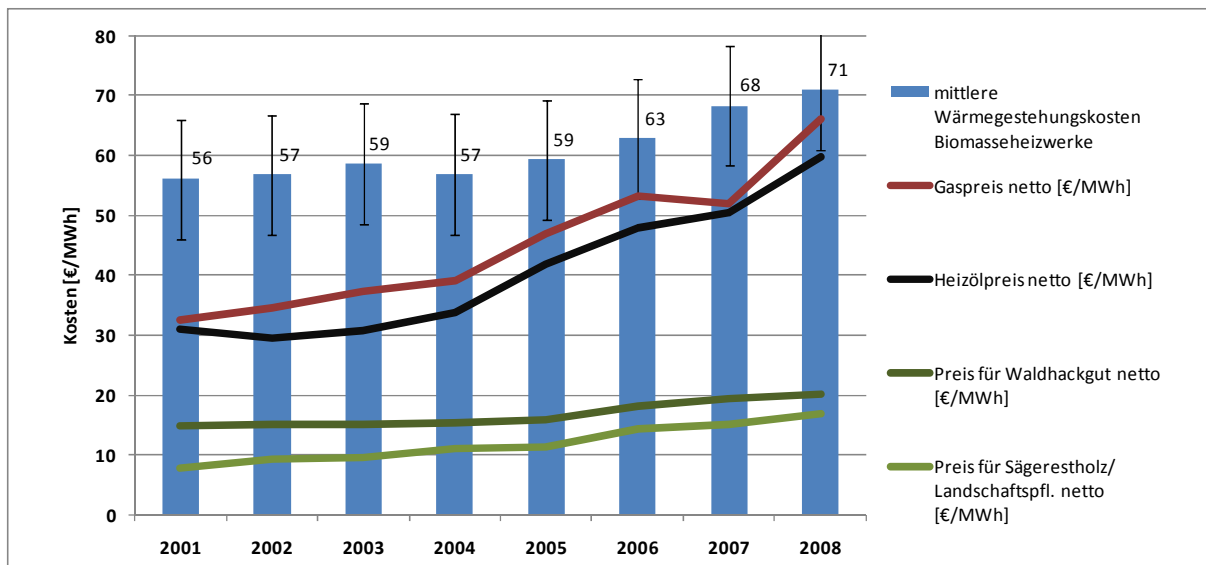


Abbildung 14: Entwicklung der Wärmegestehungskosten (Mittelwert, netto) je abgenommene Nutzwärme mit Standardabweichung und Entwicklung der Brennstoffpreise nach Angaben der Heizwerksbetreiber (n = 47/48/51/51/61/68/61/65).

**Zu 9: Wärmeerlöse**

Die meisten Heizwerke haben in den Wärmelieferungsverträgen eine Aufspaltung nach Leistungs-, Arbeits- und Messpreis vereinbart. Je nach Höhe der bereitzustellenden Leistung

und voraussichtlicher Wärmeabnahme gibt es verschiedene Preisklassen, wobei große Wärmekunden i.d.R. einen geringeren Wärmepreis zahlen. Die bisherige Abfrage der Wärmepreise lässt keine statistische Auswertung zu, denn zu unterschiedlich sind die Abnahmefälle. Mit dem neuen Berichtsformular 2010 wird nun versucht, die Mischwärmepreise spezieller Verbrauchergruppen zu erfassen, die sich aufgrund ähnlicher Leistungsgrößen und Vollbenutzungsstunden untereinander auch vergleichen lassen.

Dennoch lässt sich aus den Berichtsdaten eine Aussage zu den Wärmeerlösen im Allgemeinen ableiten. Sie werden aus dem Verhältnis der Einnahmen aus den Wärmeverkauf und den verkauften MWh errechnet. Abbildung 15 stellt den Verlauf der mittleren Wärmeerlöse innerhalb der letzten neun Jahre dar. Er hat sich ähnlich den Wärmegestehungskosten um 27 Prozent erhöht und liegt im Mittel mit diesen auf gleicher Höhe, nämlich bei rund 71 €/MWh.

Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (AGFW) veröffentlicht jährlich einen Preisvergleich für Fernwärme, allerdings wird diese überwiegend durch Gas- und Steinkohleheiz(kraft)werke bereitgestellt. Die Preise stellen durchschnittliche Nettopreise über ganz Deutschland ohne Anschlusskostenbeitrag bei 1.800 Vollbenutzungsstunden dar und sind in Abbildung 15 als rote Balken den durchschnittlichen Wärmeerlösen der Biomasseheizwerke gegenüber gestellt. Demnach liegen seit dem massiven Preisanstieg bei den fossilen Energieträgern die durchschnittlichen Nahwärmepreise aus Biomasseheizwerken und die durchschnittlichen Fernwärmepreise auf vergleichbarem Niveau.

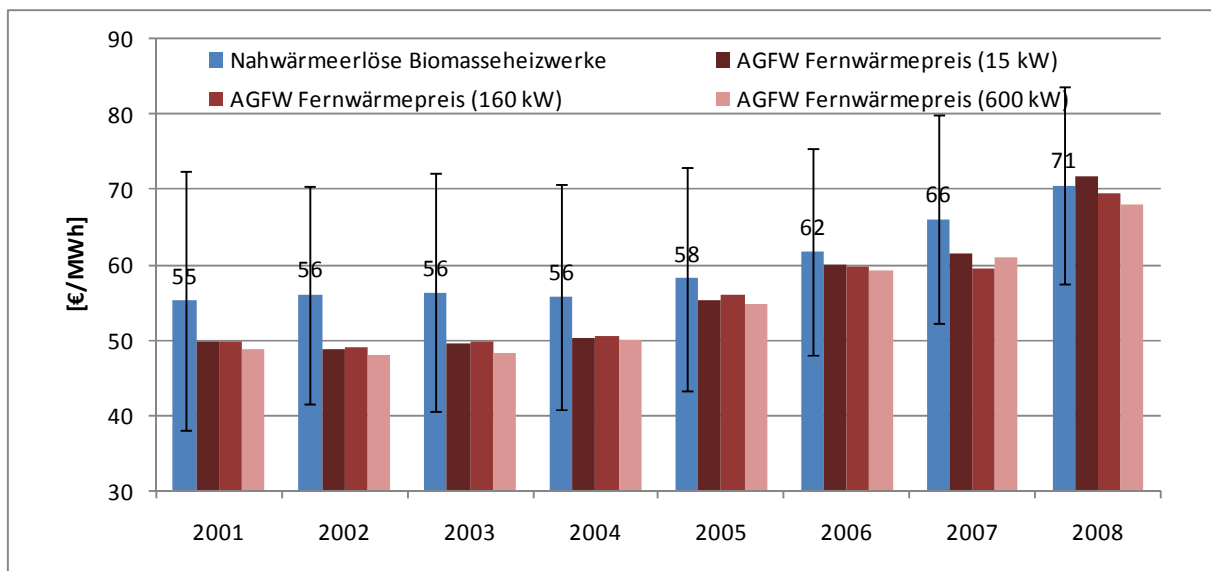


Abbildung 15: Durchschnittliche Wärmeerlöse der Biomasseheizwerke in € pro MWh (netto) mit Standardabweichung im Vergleich zu Fernwärmepreisen (Quelle: Fernwärme-Preisvergleich 2008, AGFW 2008; [www.agfw.de](http://www.agfw.de)); (Wärmeerlöse Biomasse: n = 49/49/54/64/59/57/63/59)

### Zu 10: Degressionseffekte

Sowohl bei den Wärmegestehungskosten als auch bei den Wärmeerlösen zeigt die Datenbasis einen eindeutigen Degressionseffekt. D. h. die im Durchschnitt geringeren Stückkosten größerer Heizwerke kommen auch direkt den Verbrauchern in Form von niedrigeren Wärmepreisen zu Gute.

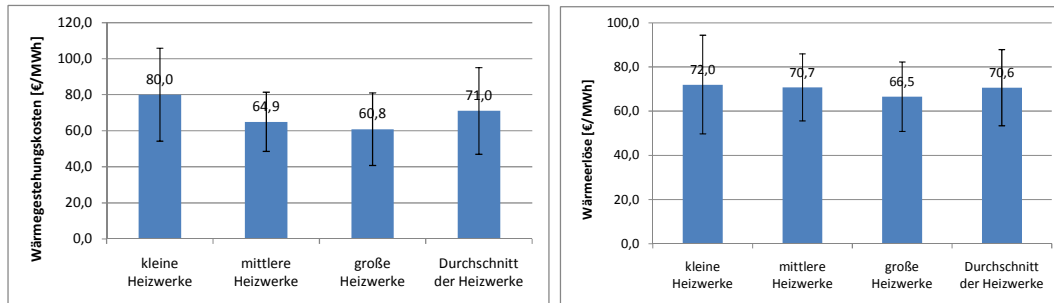


Abbildung 16 : Mittlere Wärmegestehungskosten und Wärmeerlöse in Abhängigkeit der Biomassekesselgröße (Berichtsjahr 2008, n=64/59)

Besonders interessant ist in dieser Hinsicht auch eine Betrachtung der Daten bezüglich des Einflusses der erreichten Vollbenutzungsstunden des Biomassekessels auf die Kosten- und Preisgestaltung, wie in Abbildung 17 geschehen. Insbesondere eine mittlere Stückkostenzahl von 90 €/MWh bei einem Betrieb des Biomassekessels unter 2.500 Vbh zeigt hier die Wichtigkeit einer optimalen Auslegung der Wärmeerzeuger auf die spezifische Bedarfssituation, aber auch wie bedeutend es ist, längere Stillstandszeiten des Biomassekessels zu vermeiden.

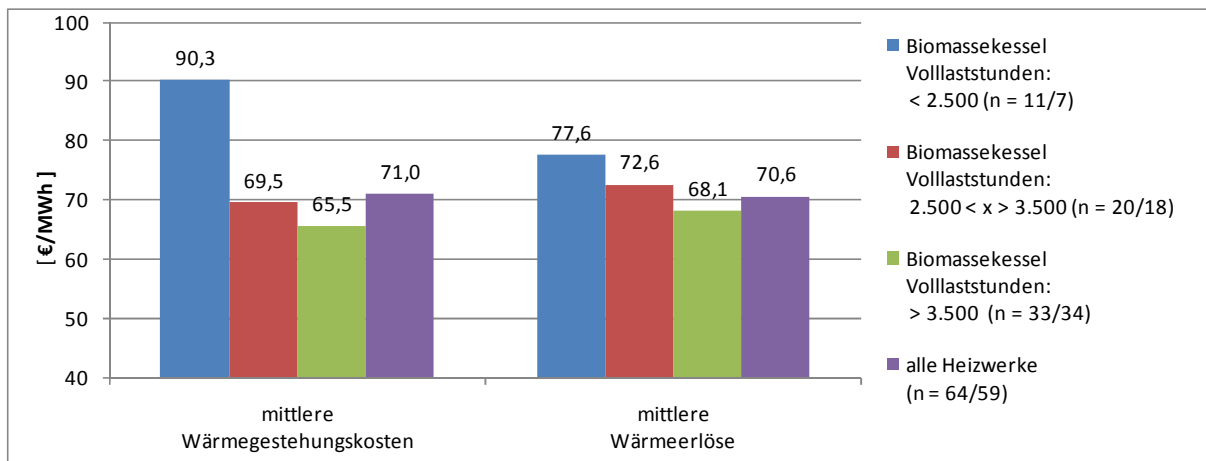


Abbildung 17: Mittlere Wärmegestehungskosten und Wärmeerlöse in Abhängigkeit der Volllaststunden des Biomassekessels (Berichtsjahr 2008, n=64/59)

Natürlich besteht ein Überlagerungseffekt hinsichtlich Größendegression und Volllaststunden, denn wie bereits geschildert, haben große Heizwerke durchschnittliche Volllaststunden jenseits der 4.000, während kleinere Projekte mit rund 2.700 Volllaststunden wirtschaften müssen.

### Zu 11: Hilfsenergiebedarf

Der Hilfsenergieeinsatz in Form des Strombedarfes der gesamten Wärmeversorgungseinheit wurde ins Verhältnis zur tatsächlich abgenommenen Wärmemenge gesetzt und ist getrennt für die jeweiligen Heizwerksgrößen in Abbildung 18 in Prozent dargestellt. Der Mittelwert über alle Heizwerke liegt bei 2,1 Prozent, allerdings schwankt der von den Betreibern angegebene Strombedarf zwischen 0,8 und 5,5 Prozent enorm. Dies hängt sicherlich teils von der Größenordnung des Heizwerkes und von Art und Umfang des Versorgungsgebietes ab, lässt bei einigen Projekten aber auch auf Optimierungspotential schließen, insbesondere dann, wenn eigentlich eine hohe Wärmebedarfsdichte das Nahwärmeversorgungsnetz kennzeichnet. Wie die Datenbasis bestätigt, erhöht sich der Strombedarf im Mittel nicht unerheblich, wenn die Verteilung der Wärme über ein Nahwärmenetz erfolgt.

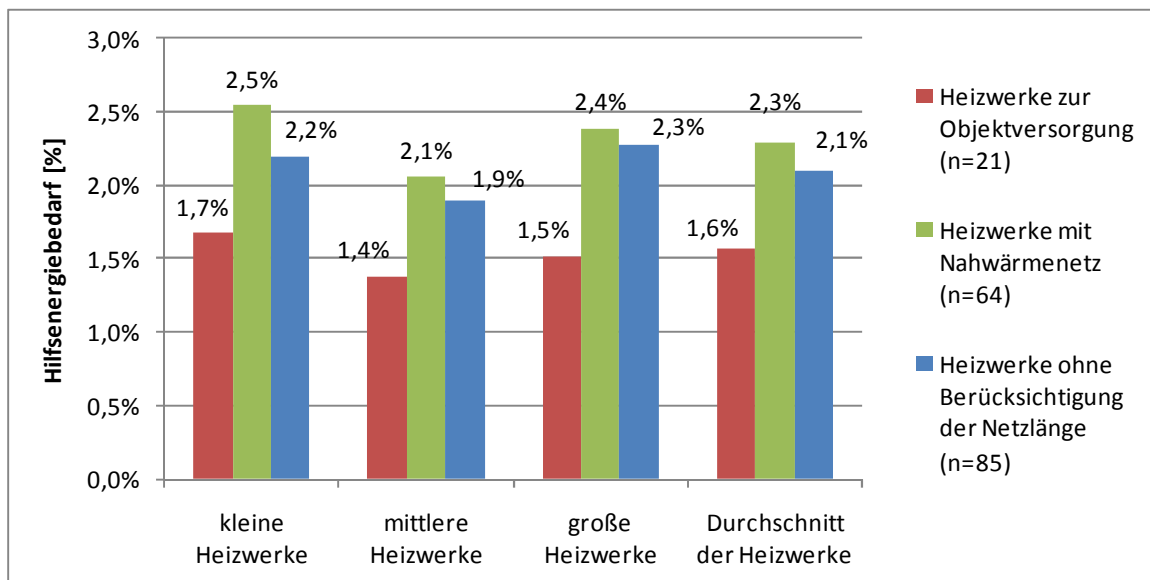


Abbildung 18: Hilfsenergiebedarf in Prozent der abgenommenen Wärmemenge (Datenbasis 2008)

Die genaue Ursache für den erhöhten Strombedarf bei Anlagen mit Wärmenetz und eventuelle Einflussgrößen können mit der vorhandenen Datenbasis jedoch nicht verifiziert werden. Zwar wird im Berichtsformular der Strombedarf einzelner Anlagenkomponenten abgefragt, jedoch wurde dieser nur von wenigen Betreibern tatsächlich auch genannt. Die geringe Anzahl von Heizwerken, die die Einzelstromverbräuche nennen konnten, ließ keine statistische Auswertung zu.

### Zu 12: Personaleinsatz

Die Auswertung des Arbeitszeitbedarfs zur technischen und kaufmännischen Betriebsführung eines Heizwerkes berücksichtigt sowohl die angegebenen unbezahlten als auch die bezahlten Arbeitsstunden und zeigt insgesamt ein sehr inhomogenes Bild. Um eine größere Datenbasis zu erhalten, wurden in diese Auswertung auch die Berichtsjahre 2006 und 2007 mit

einbezogen. Nennungen, die eindeutig darauf hinwiesen, dass nur Teilarbeitsstunden angegeben wurden, blieben unberücksichtigt. Der Arbeitszeitbedarf bezogen auf die installierte Leistung des Biomassekessels erhielt Nennungen von 0,25 bis 3,3 Arbeitsstunden pro kW und Jahr. Im Mittel wurden für kleine Heizwerke knapp 1 h pro kW und Jahr geleistet, große Heizwerke kamen mit rund der Hälfte der Arbeitszeit aus. Der tatsächliche Arbeitszeitbedarf dürfte etwas höher liegen, denn die Arbeiten rund um das Brennstoffmanagement vor Ort werden häufig von den Brennstofflieferanten übernommen und sind mitunter in die Holzvergütung eingepreist.

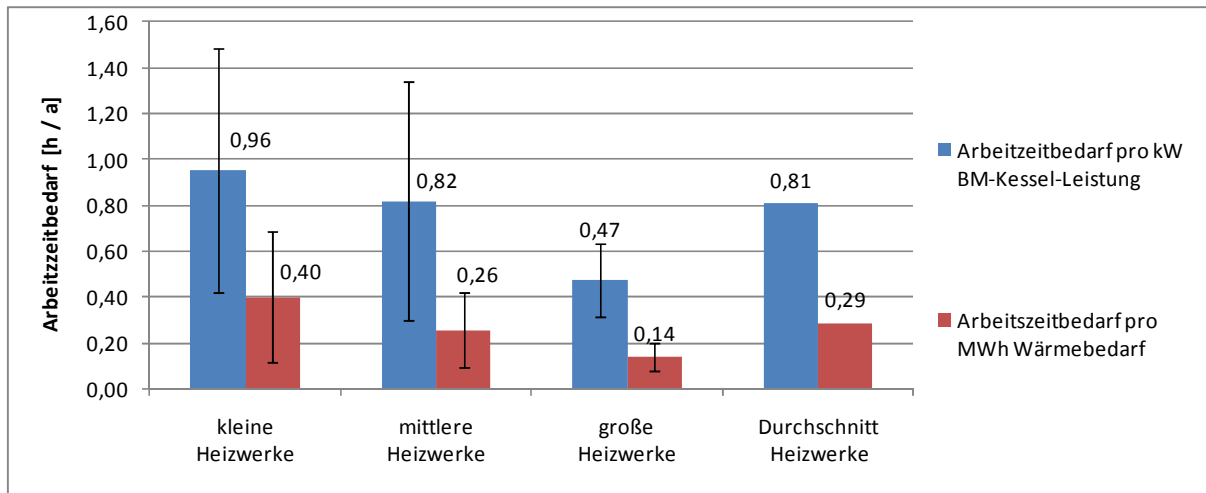


Abbildung 19: Arbeitszeitbedarf der Biomasseheizwerke mit Standardabweichung (Summe der bezahlten und unbezahlten Arbeitsstunden) (Datenbasis 2006-2008, n=104)

### Zu 13: Bewertung durch Heizwerksbetreiber

Die Heizwerksbetreiber wurden aufgefordert, verschiedene Aspekte des Anlagenbetriebes entsprechend dem Schulnotensystem mit Noten zwischen 1 und 6 zu bewerten sowie frei zu kommentieren. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 20. Mit durchschnittlich „befriedigend“ schneiden die Punkte „Preisentwicklung der Brennstoffe“ (2,59) sowie „Wirtschaftlichkeit“ (2,64) am schlechtesten ab. Im Allgemeinen werden in den Kommentaren die stark gestiegenen Bezugspreise für Holzbrennstoffe und für fossile Energieträger bemängelt. Einige Heizwerke profitierten bei den Holzpreisen aber auch von Sturmschäden oder örtlichem Borkenkäferbefall und konnten deshalb ihren Hackschnitzelbedarf günstig decken. Vor allem kommunale Betreiber bewerten den Punkt Wirtschaftlichkeit häufig mit sehr gut bzw. gut. Sie führen an, dass die Bioenergie im Vergleich zu der Wärmeversorgung mit fossilen Energieträgern weit günstiger ist. In Anbetracht der Tatsache, dass diese Betreiber aber in der Regel keine Gewinn- und Verlustrechnung für das Heizwerk aufstellen, müssen diese Bewertungen wieder relativiert werden. Private Unternehmer bewerten die Wirtschaftlichkeit etwas schlechter. Hohe Netzverluste und vor allem die gestiegenen Rohstoffbezugspreise dämpfen nach den Aussagen der Betreiber die Stimmung, in Einzelfällen haben hohe Instandhaltungskosten die Bilanz verschlechtert.

Erfreulich positiv werden die technischen Komponenten bewertet. Störungen treten meist verursacht durch schlechte Hackschnitzelqualitäten im Brennstofftransportsystem und durch Versinterungen in der Feuerungsanlage auf. In Einzelfällen bringt der Heizkessel nicht die erwartete Nennwärmeleistung. Mehrmals wird zudem eine unzureichende Betreuung durch den Kesselhersteller bemängelt. Das Netz erreicht eine Gesamtnote von 1,90. Probleme wurden beschrieben in Bezug auf den hydraulischen Abgleich, die Pumpenregelung, die hohen Ausfallquoten der Wärmemengenzähler und zu hohe Verluste durch geringe Wärmespreizung zwischen Vor- und Rücklauf. Von Leckagen wird in einem Fall berichtet.

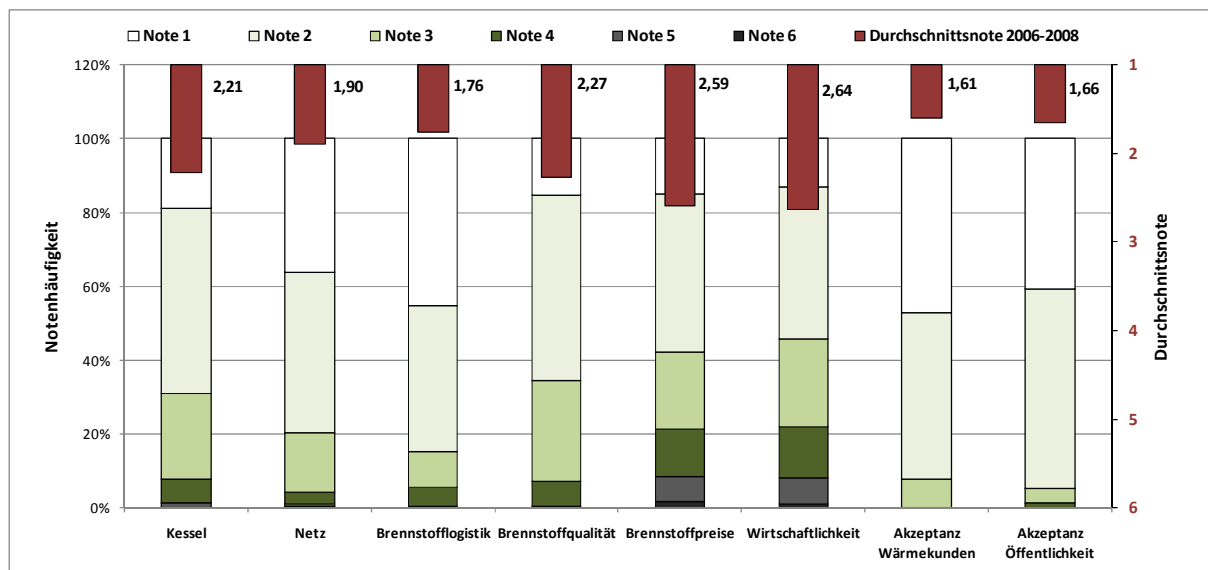


Abbildung 20: Subjektive Bewertung diverser Aspekte durch die Heizwerksbetreiber (Durchschnitt der Jahresberichte 2006-2008).

Die Brennstofflogistik funktioniert reibungslos, Waldbauern und Landwirte werden als zuverlässige Partner genannt. Für den Punkt „Akzeptanz der Wärmekunden“ wurde keine schlechtere Note als befriedigend vergeben. Vereinzelt wären zwar seitens der Wärmekunden noch günstigere Preise im Vergleich zur Eigenversorgung gewünscht, aber in Zeiten stark schwankender fossiler Energiepreise wird die relative Stetigkeit der Entwicklung der Fernwärmepreise allgemein geschätzt.

Die untersuchten Heizwerke wurden als Demonstrationsanlagen vom bayerischen Staat gefördert. Diesen Zweck erfüllen die Anlagen nach der vorliegenden Beurteilung (Durchschnittsnote 1,66) voll und ganz. Durchgehend wird von regem öffentlichem Interesse im positiven Sinn und von vielen Besuchergruppen berichtet. Bedenken, die mitunter im Vorfeld der Planung von verschiedenen Bevölkerungsgruppen vorgebracht wurden und die die Realisierung eines Projektes verschleppen konnten, scheinen in der Betriebsphase der Anlage offenbar keine große Rolle mehr zu spielen. Dennoch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass es in Einzelfällen zu Beschwerden wegen Geruchs-, Lärm- und Staubbelästigung

durch die Anwohner kam. Bezüglich der Staubbelastung spielen insbesondere die Qualität des eingesetzten Holzbrennstoffes sowie Auslegung und Betrieb der Wärmeerzeugeranlage eine große Rolle. Auch an eine weiße „Rauchfahne“ bei niedrigen Außentemperaturen, deren sichtbare Komponenten aus unschädlichem Wasserdampf bestehen, muss sich die Bevölkerung zunächst gewöhnen.

### **Zusammenfassung**

Der Großteil der über das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Biomasseheizwerke versorgt kommunale Gebäude mit Wärme. Dabei sind Hackschnitzel aus Waldrestholz mit 72 Prozent am gesamten Biomasseeinsatz der tragende Holzbrennstoff, die Brennstofffraktion Industriehackschnitzel/Sägeresthölzer sind eher rückläufig. Der mittlere Preis für Waldhackgut lag 2008 bei 20,1 €/MWh, für Brennstoffe der Positivliste 2 (Sägerestholz und Landschaftspflegematerial) musste im Schnitt 17 €/MWh bezahlt werden. 34 Prozent der Heizwerksbetreiber rechnen mittlerweile mit ihren Brennstofflieferanten nach der erzeugten Wärmemenge nach dem Biomassekessel ab, Tendenz steigend. Gerade bei diesem Abrechnungsmodus ist der Jahresnutzungsgrad des Biomassekessels entscheidend. Er erreichte im Jahr 2008 erstmals im Mittel die 80 Prozent-Schwelle, während er in den Jahren zuvor lediglich um die 75 Prozent lag. Der Gesamtwirkungsgrad der Wärmeversorgungsanlage liegt niedriger, wenn zusätzlich Wärmeverluste der Wärmeverteilung berücksichtigt werden müssen: Im Durchschnitt kamen in 2008 15 Prozent der in das Netz eingespeisten Wärme nicht beim Verbraucher an. Das Niveau sowohl der Wärmegestehungskosten als auch der Wärmeerlöse lag in 2008 im Mittel bei rund 71 €/MWh. Dabei zeigte sich die Höhe der durch den Biomassekessel geleisteten Vollbenutzungsstunden als wesentlicher erfolgsbestimmender Faktor. Erfreulich gut fällt bei der Auswertung der Berichte die positive Beurteilung des Heizwerksbetriebes durch die Betreiber aus.