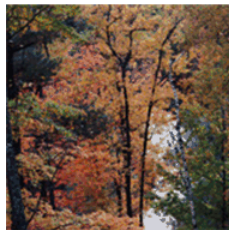




Umwelt-Campus Birkenfeld

**Biomassemasterplan für die Landeshauptstadt Mainz  
Wirtschaftsförderung durch eine Strategie zur energetischen  
Nutzung von Biomasse – Projektskizze zur „Initiierung einer  
energetischen Verwertung von Holz aus der Obstbaumpflege“  
(Projektphase II)**



- Abschlussbericht -

Auftraggeber:

Stadt Mainz

Auftragnehmer:

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Projektleitung:

Prof. Dr. Peter Heck

Erstellt von:

Dipl.-Ing. agr. Jörg Böhmer

M.A. Mariola Müller

**IfaS** Institut  
für  
angewandtes  
Stoffstrommanagement

Birkenfeld, November 2009

Projektleitung:

Prof. Dr. Peter Heck

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

PF 1380

55761 Birkenfeld

# I Inhaltsverzeichnis

<b>I Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>1 Einführung .....</b>	<b>5</b>
1.1 Der Biomasse-Masterplan für die Stadt Mainz.....	5
1.2 Energetische Nutzung von Holz aus dem Obstbau.....	5
1.2.1 Technik für die Bereitstellung von Rodungsholz aus Obstplantagen.....	5
1.2.2 Besonderheiten bei der Nutzung von Rodungsholz.....	6
<b>2 Stand der Dinge in der Stadt Mainz .....</b>	<b>8</b>
2.1 Obstholz-Potenziale im Stadtgebiet.....	8
2.2 Aktivitäten der Landwirte .....	9
2.3 Rohstoff- und Wärmesenken.....	10
<b>3 Projektskizzen: Mögliche Logistik- und Absatzkonzepte .....</b>	<b>13</b>
3.1 Eigenverwertung in Kleinf Feuerungsanlagen und Verkauf von Hackschnitzeln durch die landwirtschaftlichen Betriebe .....	13
3.1.1 Allgemeine Kenndaten zur Obstholzverwertung in Kleinf Feuerungsanlagen .....	13
3.1.2 Obstholzverwertung in Mainz am Beispiel des Betriebes Wollstädter .....	15
3.2 Dezentrale Verwertung in einer mittleren Heizanlage .....	17
3.3 Zentrale Erfassung, ggf. Aufbereitung und Verwertung in einer Großanlage .....	17
<b>4 Strategien für einen Ausbau der energetischen Nutzung von Rodungsholz</b>	<b>19</b>
4.1 Information .....	19
4.1.1 Präsentation der Ergebnisse .....	19
4.1.2 Feldtag mit Technikvorführung.....	19
4.1.3 Besuch externer Veranstaltungen, Austausch mit anderen Regionen .....	20
4.2 Förderung.....	20
4.2.1 Mobilisierung von Rodungsholz über den Aufbau einer Abnahmelogistik.....	20
4.2.2 Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten für Energieanlagen.....	21
4.2.3 Weiterführender Ausbau einer energetischen Verwertung von Rodungsholz .....	21
<b>5 Klimaschutz und Wertschöpfung .....</b>	<b>22</b>

**Anhang ..... 23**  
5.1 Literatur .....23  
5.2 Internetverweise .....23

## **1 Einführung**

### **1.1 Der Biomasse-Masterplan für die Stadt Mainz**

Im Zuge einer ersten Phase des Biomasse-Masterplanes für die Stadt Mainz wurde eine umfassende Analyse der Biomasse-Potenziale aus der Landwirtschaft durchgeführt. Ein Ergebnis der Potenzialanalyse ist, dass eine Nutzung von Restholz aus dem Obstbau die Verknüpfung verschiedener Ziele ermöglicht.

Erklärtes Ziel der Stadt ist es, die bislang häufig praktizierte offene Verbrennung von Rodungsholz aufgrund der Geruchsbelästigung und der Feinstaubbelastung künftig nicht mehr zuzulassen. Stattdessen sollen den Landwirten alternative Nutzungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Mit der Erstellung des Biomasse-Masterplans durch das IfaS beabsichtigt die Stadt zudem, konkrete Maßnahmen zur Erreichung von Klimaschutzziele durch den Einsatz regenerativer Energien umzusetzen.

Die Inwertsetzung regionaler Potenziale kann zudem einen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung, sowie zur Versorgungssicherheit im Sinne einer größeren Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern leisten.

Eine Nutzung der vorhandenen Potenziale aus dem Obstbau für die Energieversorgung privater oder öffentlicher Gebäude verbindet diese Ziele im Sinne einer Win-Win-Situation für Mainz und die beteiligten Akteure.

### **1.2 Energetische Nutzung von Holz aus dem Obstbau**

Zur Verwertung von Obstholz als Brennstoff gibt es bislang keine bekannten spezifischen Untersuchungen. Es finden sich lediglich einzelne Hinweise hierzu in der einschlägigen Literatur zur Biomasse-Nutzung (vgl. Fritsche et al. 2004, Knappe et al. 2007, Kaltschmitt 2009). Die Herausforderung dabei liegt zum einen in der Bereitstellung des Rohstoffs, da es sich im Vergleich mit Waldrestholz in der Regel um Schwachholz handelt, das zudem meist in geringem Umfang und unregelmäßig anfällt, und zum anderen in der Verwertung, die durch den hohen Anteil von Feinmaterial sowie möglichen Erdanhang erschwert wird.

#### **1.2.1 Technik für die Bereitstellung von Rodungsholz aus Obstplantagen**

Holz kann in Form von Stückholz, Hackschnitzeln oder Pellets einer energetischen Verwertung zugeführt werden.

Die Verfügbarkeit spezieller Technik für die Gewinnung von Hackschnitzeln aus Obstplantagen am Markt ist bislang nur bedingt gegeben. So gibt es eine Firma, die eine Anbaumaschine für landwirtschaftliche Schlepper speziell für eine einphasige Ernte – Rodung und Hacken in einer Überfahrt – entwickelt (mdl. Auskunft E. Jordan, Mai 2009, siehe auch [www.jordantec.com](http://www.jordantec.com)).

Erprobte Technik zur Erzeugung von Hackschnitzeln gibt es bereits in großem Umfang, insbesondere Maschinen für die Schwachholzaufbereitung mit einem hohen Durchsatz werden aktuell laufend weiterentwickelt. Wichtige Anforderungen sind ein eher geringes Eigengewicht der Maschine, um die Befahrbarkeit der Flächen zu ermöglichen, eine geringe Verschleißanfälligkeit gegenüber potenziellem Erdanhang und ein breiter Einzug sowie geringe Betriebskosten, da aufgrund des großen Volumens des Materials nur eine geringe Durchsatzleistung realisiert werden kann.

Da die Holzmengen einzelner landwirtschaftlicher Betriebe in der Regel überschaubar sind, wird man in der Regel auf die vorhandene Technik der regionalen Lohnunternehmen oder Garten-Landschaftsbau-Betriebe zurückgreifen (siehe auch Abschnitt 2.2).

### **1.2.2 Besonderheiten bei der Nutzung von Rodungsholz**

Allgemeine Informationen zur energetischen Nutzung von Holz sind umfangreich vorhanden (siehe FNR & Hartmann 2007, Kaltschmitt 2009 usw.). Die Verwertung von Obstholz als Stückholz bringt keine besonderen Anforderungen mit sich. Wird eine Nutzung als Hackschnitzel angestrebt, so ist der potenziell hohe Anteil von Feinmaterial sowie Erdanhang im Hackgut zu beachten.

Erfolgt das Hacken in frischem Zustand, so wird durch einen erhöhten Feinanteil die Lagerung bzw. Trocknung erschwert. Das Feinmaterial vermindert die Luftzirkulation in der Hackschnitzelmiete und führt dadurch zu Kompostierungsprozessen, die einen hohen Masseverlust und möglicherweise Pilzbelastungen zur Folge haben. Verhindert werden können diese Probleme durch eine Trocknung des ungehackten Materials durch eine Vorlagerung im Freien oder ein möglichst grobes Hacken (vgl. Scholz 2008). Zudem stellt ein hoher Feinanteil im Hackgut besondere Anforderungen an die Fördertechnik zur Beschickung von Heizanlagen. Geeignete Technik hierzu ist jedoch gängig und verfügbar.

Eine weitere Besonderheit von Holz aus dem Obstbau besteht in einem gesteigerten Erdanhang. Durch enthaltenes Wurzelholz oder das Zusammenschieben der

gerodeten Bäume auf der Fläche mit dem Frontlader haftet unter Umständen Erde am Holz, die sowohl für die Hacktechnik als auch für die Verbrennung eine Herausforderung darstellt. Dies führt bei Hackern, die das Holz „schneiden“ im Gegensatz zu Schreddern, die das Material zerschlagen, zu einem erhöhten Verschleiß (mdl. Auskunft Fa. Bernhard, Mai 2009). Bei der Verbrennung steigt durch den Erdanhang der Ascheanteil, so dass auf angepasste Technik zurückgegriffen werden muss.

## 2 Stand der Dinge in der Stadt Mainz

Die energetische Verwertung von Holz aus Obstplantagen wird im Mainzer Raum bereits vereinzelt praktiziert. Im Rahmen des Werkstattgespräches bestätigten mehrere Landwirte, für die Versorgung von Hackschnitzelheizungen bzw. als Kaminholz auch Obstholz zu verwenden oder eine solche Verwertung anzustreben (siehe Abschnitt 2.2). Bei einem überwiegenden Teil der Rodungen wird jedoch nach gängiger Praxis das Holz bislang offen verbrannt.

### 2.1 Obsth Holz-Potenziale im Stadtgebiet

In Tabelle 1 werden die theoretischen Holzpotenziale aus Obst- und Rebflächen im Stadtgebiet, wie sie in der ersten Projektphase erhoben wurden, differenziert nach Art der Biomasse und Herkunft aufgeführt. Die Heizwerte zu den holzartigen Potenzialen werden hier, abweichend von der Darstellung im Endbericht zur Potenzialerhebung, als untere Heizwerte für luftgetrockenes Holz (mit 20% Wassergehalt) dargestellt. Bei allen Angaben handelt es sich um Primärenergiepotenziale, die Heizwerte wurden nach FNR (2006) kalkuliert.

	Fläche		Hektar-Ertrag		Gesamt-Ertrag		Heizwert		Gesamt-Heizwert	
Schnittmaterial Obstanlagen	535,0	ha	6,0	t	3.210	t	3,96	MWh/t	12.712	MWh
Rodematerial Obstflächen	26,8	ha	70,0	t	1.876	t	3,96	MWh/t	7.429	MWh
Rodematerial Rebflächen	6,1	ha	100,0	t	613	t	3,96	MWh/t	2.427	MWh
<b>Summe</b>									<b>22.568</b>	<b>MWh</b>

**Tabelle 1: Potenziale aus Obst- und Rebflächen**

Dabei wurden holzartige Biomassen aus dem Schnitt von Obstgehölzen sowie aus der Rodung von Obst- und Rebflächen erfasst.

Wie sich im Gespräch mit den Mainzer Landwirten gezeigt hat, beschränkt sich das realisierbare Biomassepotenzial weitgehend auf Rodungsholz aus Obstflächen. Eine energetische Nutzung von Schnittgut scheidet aus Gründen der Nährstoffrückführung sowie aus technisch-wirtschaftlichen Erwägungen aus. Somit beträgt das rechnerische Potenzial an Rodungsholz aus dem Obstbau im Mittel 1.876 t pro Jahr. Dem stehen circa 3000 m<sup>3</sup> Material gegenüber, die jährlich zur offenen Verbrennung angemeldet werden, was bei einer Dichte von 400 kg/m<sup>3</sup> etwa 1.200 t entspricht. Die berechneten Werte und die Erfassung über das Umweltamt sind somit

größenordnungsmäßig weitgehend deckungsgleich, so dass von einer realistischen Einschätzung auszugehen ist.

Nach Aussage der Landwirte wird der Umfang an Plantagenrodungen jedoch stark von den wechselnden Marktbedingungen beeinflusst. So werden unter anderem ältere Kirschplantagen am Ende der Saison verstärkt gerodet, wenn die Preise für Kirschen den Sommer über schlecht waren. Bei der Wiederbepflanzung von Obstflächen geht der Trend hin zu höheren Baumzahlen und kürzeren Standzeiten der Anlagen. Hieraus ergibt sich ein diskontinuierliches Holzpotenzial, das eher kurzfristig von den Landwirten selbst, als langfristig auf regionaler Ebene eingeschätzt werden kann.

### 2.2 Aktivitäten der Landwirte

Mehrere Landwirte betreiben bereits Hackschnitzel-Heizanlagen, die teilweise mit Obstholz beschickt werden, oder planen eine solche Nutzung. Im Oktober 2009 wurde von einem Landwirt im Stadtgebiet ein Mobilhacker zur Herstellung mehrerer hundert Schüttraummeter Hackschnitzel aus Obstholz eingesetzt.

Die bereits in der Vorsaison gerodeten Bäume wurden nach Abtrennung des Wurzelholzes zu vier Mieten á jeweils ca. 100 Schüttraummetern aufgeschichtet und über den Sommer offen gelagert (Abbildung 1). Durch die lange Vorlagerung im Freien konnte das Holz weitgehend vortrocknen, was spätere Verluste bei der Lagerung der Hackschnitzel vermindert.



**Abbildung 1: Lagerung von Rodungsholz in der Obstplantage**

Zum Hacken wurde ein regionales Lohnunternehmen beauftragt, das über einen leistungsfähigen Mobilhacker verfügt. Der Hackprozess, der mit einem mehrmaligen Umsetzen des Hackers verbunden war, wurde durch den Landwirt unterstützt, der

per Schlepper für ein schnelles Vorliefern des Materials am Hacker sorgte (Abbildung 2).



**Abbildung 2: Hackereinsatz durch ein Lohnunternehmen mit Unterstützung durch den Landwirt**

Das gehackte Material wurde in einem Abrollcontainer aufgefangen und durch den Lohnunternehmer zu einem Lagerplatz mit planbefestigtem Grund gefahren (Abbildung 3). Die dort angelegten Mieten wurden mit einem Vlies abgedeckt, um einen Schutz vor Niederschlägen und eine schnelle weitere Trocknung zu gewährleisten.



**Abbildung 3: Erfassung und Abtransport des Hackgutes in Wechselcontainern**

Die Verwertung des Materials soll in der betriebseigenen Heizanlage stattfinden.

### 2.3 Rohstoff- und Wärmesenken

Um eine sinnvolle Nutzung des Materials zu erreichen, wurde eine Betrachtung potenzieller Rohstoff- und Wärmesenken durchgeführt. Vorrangiges Ziel ist eine Verwertung des Obstholzes innerhalb des Mainzer Stadtgebietes.

Ziel der Untersuchung waren Gebäude oder Gebäudegruppen mit einem nennenswerten Wärmebedarf, bei denen ein Kesselwechsel absehbar und ein

Wechsel von fossilen auf erneuerbare Energieträger denkbar ist. Die Untersuchung der Wärmesenken war dabei begrenzt auf die Stadtteile von Mainz, die nicht an das Fernwärmenetz angeschlossen sind, um eine Konkurrenz zwischen der regenerativen Versorgung und den vorhandenen Strukturen auszuschließen.

Aufgrund der Möglichkeit einer direkten Einflussnahme durch die Stadt Mainz wurden in erster Linie öffentliche Gebäude wie Schulen, Kindergärten und Verwaltungsgebäude sowie Kirchengebäude, Gewerbe und Liegenschaften der Wohnbaugesellschaften untersucht.

Bei einer ersten, telefonischen Befragung wurden Informationen zu bevorstehenden Sanierungen, Interesse an erneuerbaren Energieträgern und Wärmebedarfen abgefragt. Zur Konkretisierung möglicher Senken wurde ein Werkstattgespräch in Mainz durchgeführt. Zu diesem Termin kamen Vertreter der Gebäudewirtschaft und der Wohnbau Mainz GmbH sowie der Stadtwerke Mainz. Weitere Teilnehmer waren Gebäudeenergieberater, interessierte Landwirte und ein Bauunternehmer.

Dabei stellte sich heraus, dass Wohnbaugesellschaft und Gebäudewirtschaft in den letzten Jahren bereits große Teile ihres Gebäudebestandes saniert haben und daher gegenwärtig keine Sanierungen in Aussicht stehen. Die Gebäudewirtschaft hat bereits Heizanlagen auf der Basis von Holzhackschnitzeln in Kooperation mit den Stadtwerken Mainz realisiert. Grundsätzlich besteht Interesse an einem Ausbau dieser Nutzungsformen, so dass Gebäudewirtschaft und Wohnbau Mainz weiter auf dem Laufenden gehalten werden sollten.

Die Stadtwerke Mainz schlagen als künftigen Weg zur Etablierung von Hackschnitzel-Heizanlagen Contracting-Lösungen vor, zumal erste Anlagen auf dem Mainzer Stadtgebiet bereits realisiert wurden. „Contracting“-Konzepte sehen die Errichtung und den Betrieb von Heizanlagen aus einer Hand (z.B. über die Stadtwerke) vor, so dass der Abnehmer auf vertraglich geregelter Basis Wärme kauft und sich nicht um den Anlagenbetrieb kümmern muss. Das Konzept bietet auch gute Möglichkeiten für die Einbindung der ortsansässigen Landwirte, die als Dienstleister entweder die Hackschnitzellogistik übernehmen oder selber als „Contractor“ auftreten können.

Ein möglicher Akteur für die Umsetzung solcher Ansätze kann die Rio Energieeffizienz GmbH sein, die 2009 als Verbund der Stadtwerke Mainz und der Firma juwi gegründet wurde. Zielsetzung der Gesellschaft ist nach Presseangaben

die Optimierung der Energieversorgung von Gebäuden im Raum Mainz mit Hilfe von Effizienzmaßnahmen und Erneuerbaren Energien.

Als mögliches Objekt für eine regenerative Versorgung wurde im Rahmen des Werkstattgespräches die Waggonfabrik Mombach / Phönixhalle vorgeschlagen, da die Verträge für die Wärmeversorgung demnächst auslaufen. Dabei handelt es sich um eine Struktur mit 125 kleingewerblichen Unternehmen.

Wie sich im Laufe der Gespräche zeigte, bestehen nur wenig konkrete Ansatzpunkte für eine „zentrale“ Verwertung von Obstholz zur Beheizung größerer Liegenschaften in Mainz. Zusätzliche Wärmesenken, die aufgrund ihrer Vielschichtigkeit nicht erhoben werden konnten, sind die privaten Haushalte, sofern es gelingt, Nahwärmeverbände, z.B. in Neubaugebieten aufzubauen. Als potenzieller Standort für eine solche Versorgung wurde vom Umweltamt die Siedlung „Dresdner Straße“ in Ebersheim benannt.

Ein in Mainz Laubenheim ansässiges Bauunternehmen, die Karlheinz Weisrock & Töchter GmbH, betreibt eine Hackschnitzel-Heizanlage, ist im Besitz von zwei mobilen Hackern verschiedener Dimensionierungen und könnte sich auch als Lohnunternehmen anbieten. Es besteht grundsätzlich Interesse an einer Ausweitung des Geschäftes, wobei für die Firma Weisrock lediglich weitgehend trockenes Holz ohne Erdanhang als Rohstoff in Frage kommt. Die eigene Heizanlage wird aktuell mit Hackschnitzeln aus Altholz versorgt.

Weitere Senken, die sich im Gespräch mit dem Umweltamt ergaben, sind zum Einen Hackschnitzel-Heizanlagen der Stadt, wie die bestehende Anlage an der Gustav-Stresemann Wirtschaftsschule (125 kW) und die geplante Anlage (810 kW) beim Grünamt (Abschnitt 3.2). Zum Anderen ist es denkbar, das Obstholz aus Mainz einer Verwertung in einem großen Heiz(kraft)werk zuzuführen. Dies kann beispielsweise das Hackschnitzel-Heizkraftwerk der Firma Boehringer am Standort Ingelheim sein (Abschnitt 3.3). Für eine solche Nutzung muss möglicherweise eine Anbindung an andere Stoffströme wie z.B. den kommunalen Grünschnitt erfolgen, um entsprechende Mengen aufzubringen.

Die direkte Nutzung bei den Landwirten schließlich stellt einen besonders effizienten Verwertungsweg dar, der auch in Teilen bereits verfolgt wird (vgl. Abschnitte 2.2 und 3.1).

### **3 Projektskizzen: Mögliche Logistik- und Absatzkonzepte**

Für die energetische Verwertung von Rodungsholz aus dem Obstbau sind verschiedene Wege denkbar. Sowohl hinsichtlich der Gewinnung von Hackschnitzeln – z.T. sind neue Konzepte in der Entwicklung, als auch bei den Absatzwegen gibt es mehrere Möglichkeiten (Abschnitt 1.2). Um eine dauerhafte Nutzung zu etablieren, müssen die Potenziale (Quellen) mit einer langfristigen Nachfrage (Senken) verbunden werden. Dies bietet beiden Seiten den Vorteil der Absatz- bzw. Versorgungssicherheit – sowie bei entsprechender Vertragsgestaltung auch eine Absicherung gegenüber den stark schwankenden Energiepreisen.

#### **3.1 Eigenverwertung in Kleinf Feuerungsanlagen und Verkauf von Hackschnitzeln durch die landwirtschaftlichen Betriebe**

Die Verwertung von Stückholz oder Hackschnitzeln in Kleinf Feuerungsanlagen direkt bei den Landwirten oder im landwirtschaftsnahen Bereich stellt eine einfache und effiziente Nutzung dar. Eine weitere Möglichkeit besteht im Verkauf des Materials am freien Markt, Voraussetzung hierfür ist jedoch zunächst die Entwicklung solcher Strukturen in Mainz oder im Umland.

##### **3.1.1 Allgemeine Kenndaten zur Obstholzverwertung in Kleinf Feuerungsanlagen**

Die Betriebe können sich durch die Umstellung auf Hackschnitzel- oder Stückholzfeuerungen von fossilen Energieträgern und den damit verbundenen Preisschwankungen und enormen -steigerungen der letzten Jahre unabhängig machen und ihre Energieversorgung komplett selbst in die Hand nehmen. Wie die Praxis in Mainz zeigt (siehe Abschnitt 2.2) wird eine solche Nutzung in Teilen bereits realisiert.

Bei der Realisierung einer Eigenverwertung sollte – insbesondere bei Heizanlagen auf angepasste Technik geachtet werden, um dem mit eventuellem Erdanhang verbundenen höheren Aschegehalt Rechnung zu tragen (Abschnitt 1.2.2). Hierzu kann ein Erfahrungsaustausch der Landwirte vor Ort beitragen.

Zahlreiche Praxisbeispiele zeigen, dass über den Einsatz von Holz als regenerativer Energieträger nicht nur ein Beitrag zum Klimaschutz sondern auch Kostenreduktionen erzielt werden können. Die Wärmegestehungskosten von

Holzheizanlagen sind oftmals niedriger, wobei die spezifischen Anschaffungskosten in €/kW für Hackschnitzelkessel und Scheitholzessel deutlich über denen des Referenzsystems Ölheizung liegen (vgl. FNR & Hartmann, 2007), so dass die Einsparungen hier primär über die günstigeren Verbrauchskosten erzielt werden.

In einer allgemeinen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für Heizanlagen von FNR und Hartmann (2007) werden verschiedene Technologien und Brennstoffe verglichen. Aus dem Vergleich ist ersichtlich, dass Holzfeuerungen gegenüber der Heizölvariante mit zunehmender Größenordnung relative Kostenvorteile bringen und je nach Brennstoff (Scheitholz, Hackgut oder Pellets) erst ab einer bestimmten Größe vergleichsweise günstiger sind.

Die Kosten, ausgehend von einer Kessel-Nennleistung von 90 kW und einem jährlichen Wärmebedarf von 90 MWh bei einer Vollbenutzungsdauer von 1.500 Stunden, für den Vergleich von Hackgut- und Heizölvariante sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Brennstoff:	Heizöl	Hackschnitzel
Investitionen	15.553 €	27.188 €
kapitalgebundene Kosten	1.356 €	2.370 €
verbrauchsgebundene Kosten	6.193 €	2.781 €
betriebsgebundene Kosten	352 €	838 €
jährliche Gesamtkosten	7.901 €	5.989 €
Kosten der Wärmebereitstellung	0,085 €	0,064 €

**Tabelle 2: Kostenvergleich Kleinf Feuerungsanlagen (nach FNR & Hartmann, 2007)**

Die Berechnung zeigt, dass für eine 60 kW Heizanlage auf Heizöl-Basis unter den getroffenen Annahmen ein Wärmepreis von ca. 8,5 ct/kWh angesetzt werden muss, bei der Holzvariante sind es lediglich 6,4 ct/kWh. Gerechnet wurde in dieser Kalkulation mit einem Brennstoffbedarf von 11.071 Litern Heizöl bzw. 122,6 m<sup>3</sup> Hackgut, sowie Brennstoffpreisen von 0,55 €/l Heizöl und 69 €/t Hackgut. Somit entspricht der Heizölpreis in der Kalkulation weitgehend dem aktuellen Heizölpreis (vgl. Abschnitt 5), die Gestehungskosten für Hackschnitzel aus dem Obstbau können, wie das nachfolgende Praxisbeispiel zeigt, noch unter den kalkulierten liegen.

Dabei ist eine saubere Brennstoffaufbereitung und gute Trocknung des Obstholzes Voraussetzung für die Verwendung von Obstholz in Kleinfeuerungsanlagen. Bei größeren Verunreinigungen und/oder Wassergehalten des Hackgutes ist eine Verbrennung nur in mittleren oder größeren Anlagen möglich (vgl. Abschnitt 3.2).

### **3.1.2 Obstholzverwertung in Mainz am Beispiel des Betriebes Wollstädter**

Durch die konkreten Aktivitäten des landwirtschaftlichen Betriebes Wollstädter im Stadtgebiet kann für eine exemplarische Kostenrechnung zusätzlich auf Realdaten zurückgegriffen werden. Der Betrieb verfügt über eine Hackschnitzelfeuerung mit einer Nennleistung von 44 kW, der Brennstoffbedarf liegt bei etwa 50-60 Schüttraummeter pro Jahr. Zusätzlich gibt es einen Feststoffofen, der mit Scheitholz befeuert wird.

Zur Herstellung von Hackschnitzeln werden hauptsächlich Halbstämme aus Steinobstplantagen genutzt, die je nach Unterlage nach 20-40 Jahren gerodet werden. Zur Rodung werden die Bäume mit einem Radlader oder landwirtschaftlichen Schlepper (Frontlader) umgedrückt und aufgestapelt, das Wurzelholz wird zuvor entfernt. Gerodet werden in der Regel einzelne oder mehrere Reihen in einer Plantage. Die aufgeschichteten Bäume werden über den Sommer an der Luft vorgetrocknet. Dabei kann der Wassergehalt bereits um 15-20% verringert werden, so dass später keine aktive Trocknung der Hackschnitzel mehr erforderlich ist. Zur Lagerung der Hackschnitzel wurden betriebseigene Flächen verwendet.

Im Herbst 2009 wurden größere Mengen dieses vorgetrockneten Rodungsholzes (4 Stapel á jeweils 100 Schüttraummeter) durch ein Lohnunternehmen mit einem Mobilhacker der Firma Jenz (Modell 561 an landwirtschaftlichem Schlepper Fendt 936) aufgearbeitet. Der Hacker verfügt über eine Durchsatzleistung von ca. 120 Schüttraummeter Hackschnitzel pro Stunde, wenn er mit Stammholz aus der Durchforstung beschickt wird. Durch die deutlich geringeren Stammstärken, die stärkere Verzweigung und den höheren Anteil an Zweigmaterial wurde beim Hacken der Obstbäume ein Durchsatz von etwa 40 Schüttraummeter pro Stunde erreicht. Die fertigen Hackschnitzel wurden in einem Wechselcontainer aufgefangen. Ein Containerfahrzeug übernahm den Transport zum Lagerplatz, wobei stets ein zweiter Container vorhanden war.

Der Einsatz des Lohnunternehmers erfolgte zeitlich abgestimmt mit anderen Aufträgen in der Region, so dass der Aufwand für die Anfahrt gering gehalten werden

konnte. Insgesamt können nach Einschätzung der Beteiligten ca. 10 Container (400 Schüttraummeter) in zwei Tagen geschafft werden.

Eine näherungsweise Berechnung der Kosten, ohne Berücksichtigung des Zusatzaufwands für das Aufsichten und die Lagerung der Bäume auf der Fläche durch den Landwirt, findet sich in Tabelle 3.

Verfahren	Beschreibung	Kosten/Std.	Kosten gesamt	Erläuterungen
Rodung	durch Landwirt oder Lohnunternehmer	-	200 €	ca. 2 Morgen Fläche (0,5 ha)
Stapeln	durch Landwirt	0 €	0 €	Eigenleistung
Umsetzen	ca. 2 Stunden mit Sattelzug	100 €	400 €	inkl. Fahrer
Hacker	Jenz HEM 561	160 €	1.600 €	inkl. Fahrer
Transport	Wechselcontainer	60 €	600 €	inkl. Fahrer
Lagerung	nur Kosten durch HHS-Vlies	-	600 €	Materialkosten
<b>Summe</b>		<b>320 €</b>	<b>3.400 €</b>	<b>8,50 €/Srm</b>

**Tabelle 3: Gestehungskosten für Hackschnitzel aus Rodungsholz, bezogen auf 400 Srm**

Spindelbäume, wie sie im modernen Apfelanbau eingesetzt werden, sind nach Aussage des Betriebsleiters nur bedingt zur Hackschnitzelerzeugung geeignet. Diese werden aufgrund der schwierig mechanisierbaren Ernte und der potenziell geringen Durchsatzleistung beim Hacken mit der Motorsäge aufbereitet und als Scheitholz genutzt.

Das verbleibende Wurzelholz (Abbildung 4) wird aufgrund des Erdanhangs oder wegen der Größe der Wurzelstöcke entweder vor Ort verbrannt oder mit der Motorsäge zu Scheitholz aufbereitet.



**Abbildung 4: Wurzelholz**

Das Praxisbeispiel zeigt einerseits, dass eine Verwertung des überwiegenden Anteils an Holz aus dem Obstbau möglich, wirtschaftlich sinnvoll und ökologisch vorteilhaft

ist. Dennoch ist das Wurzelholz größerer Bäume kaum zur Energieerzeugung einsetzbar, so dass man hierfür zu anderen Lösungen kommen muss, um die offene Verbrennung weitgehend zu vermeiden.

### **3.2 Dezentrale Verwertung in einer mittleren Heizanlage**

Eine Alternative zur betriebseigenen Nutzung in der Landwirtschaft liegt in der Verwertung des Holzes in einer mittleren Anlage, z.B. zur Beheizung größerer Gebäude oder von Nahwärmenetzen. Anknüpfungspunkte, die sich in dieser Hinsicht ergeben haben, sind z.B. die Lieferung an die geplante Heizanlage am Grünamt der Stadt Mainz oder die Versorgung des Gewerbestandortes „Waggonfabrik Mombach“ (siehe Abschnitt 2.3).

Für die Anlage am Grünamt ist eine Versorgung mit Waldhackschnitzeln vorgesehen. Diskutiert wird darüber hinaus auch die Möglichkeit einer Nutzung von eigenen Rohstoffen aus der Landschaftspflege im Stadtgebiet. Da eine Beimischung von Hackschnitzeln geringerer Qualität, die in der Landschaftspflege ebenso wie bei der Obstholznutzung anfallen, bei Anlagen dieser Größenordnung in der Regel in begrenztem Umfang möglich ist, können die Landwirte hier unter Umständen einen direkten Absatz ihrer Hackschnitzel realisieren. Die Kosten hierfür unterscheiden sich nicht signifikant von den Kosten für eine Eigennutzung (siehe Abschnitt 3.1), möglicherweise werden zusätzliche Transportkosten durch eine Lagermöglichkeit der Hackschnitzel an der Heizanlage aufgefangen.

Um die Wirtschaftlichkeit einer Versorgung der „Waggonfabrik Mombach“ zu prüfen, bedarf es einer konkreten, detaillierten Betrachtung des Standortes.

### **3.3 Zentrale Erfassung, ggf. Aufbereitung und Verwertung in einer Großanlage**

Eine weitere Option für die energetische Verwertung der Obstholzmengen aus Mainz ist der Einsatz in einem großen Heizkraftwerk, wie es in der Region von der Firma Boehringer betrieben wird. Die Anlage am Standort Ingelheim verfügt über eine Feuerungsleistung von ca. 20 MW. In der Regel sind die Brennstoffanforderungen von Anlagen dieser Größenordnung gering. Häufig kommen Altholz und Hackschnitzel mit relativ hohen Wassergehalten sowie sehr unterschiedlichen Körnungen zum Einsatz.

Für den Einsatz des Obstholzes, insbesondere von Wurzelholz muss im Vorfeld mit dem Anlagenbetreiber geklärt werden, welche Anforderungen konkret bestehen, und

z.B. ob Erdanhang ein Problem darstellt. Ferner ist zu klären, in welcher Form das Material in die Brennstofflogistik des Betreibers eingebunden werden kann, z.B. ob eine Lagerung des Materials an der Anlage möglich ist oder die Brennstofflieferung „just in time“ durch Vertragspartner abgewickelt wird.

Aufgrund der geringen Anforderungen sowie der Möglichkeit zur Entsorgung bestimmter Altholzfraktionen über solche Anlagen, wurden in der Vergangenheit in der Regel keine oder nur sehr geringe Brennstoffpreise gezahlt. Dennoch ist aufgrund steigender Nachfrage auch in diesem Bereich seit einigen Jahren eine zunehmende Preisbildung zu beobachten. Somit ist im Vorfeld unklar, ob für die Lieferung von Obstholz ein Erlös erzielbar ist, oder ob das Material lediglich „angenommen“ wird.

## **4 Strategien für einen Ausbau der energetischen Nutzung von Rodungsholz**

Um die Nutzung von Obstholz als Energieträger mittelfristig auszubauen, sind weitere Informationen für die Akteure im Raum Mainz und eine aktive Förderung der Entwicklung sinnvoll.

### **4.1 Information**

Ein wichtiger Schritt für die Initiierung einer Nutzung von Holz aus dem Obstbau ist die Verbreitung transparenter Informationen für die involvierten Akteure.

#### **4.1.1 Präsentation der Ergebnisse**

Die in diesem Bericht zusammengestellten Informationen stellen eine Orientierungshilfe für den Aufbau von Logistikketten und Verwertungsmöglichkeiten dar. Die Stadt, Landwirte, Lohnunternehmen, Anlagenbetreiber und weitere Beteiligte können sich vor einer Planung und Investition über Rahmendaten zu Mengen, Kostenspannen und mögliche Konzepte informieren. Hierzu ist auch eine Veranstaltung vorgesehen, bei der die Stadt gemeinsam mit dem Institut für angewandtes Stoffstrommanagement einen Überblick über die Ergebnisse präsentiert.

#### **4.1.2 Feldtag mit Technikvorführung**

Für den weiteren Ausbau der energetischen Nutzung ist die Identifizierung geeigneter, kostengünstiger Logistikketten von übergeordneter Bedeutung. Da es sich in der Regel um bislang kaum erprobte Konzepte handelt, besteht hier ein hohes Optimierungspotenzial, sowohl durch den Einsatz innovativer Technik (vgl. Abschnitt 1.2.1, z.B. Hacker der Fa. Jordantec) und das geschickte Zusammenführen der Teilprozesse (Bergung, Aufbereitung, Transport und Lagerung) als auch über eine kooperative Organisation der Verwertung, z.B. durch den Zusammenschluss mehrerer Landwirte und die Einbindung von Lohnunternehmen.

Hierzu ist es denkbar, einen Feldtag mit der Vorführung verschiedener technischer Optionen, insbesondere für die Aufbereitung des Holzes zu Hackschnitzeln, durchzuführen. Im Rahmen einer solchen Veranstaltung können Maschinen vorgeführt, offene Fragen diskutiert, Konzepte entwickelt und Netzwerke ausgebaut

werden. Neben regionalen Lohnunternehmen können z.B. auch Maschinenhersteller und -entwickler und weitere Experten einbezogen werden.

#### **4.1.3 Besuch externer Veranstaltungen, Austausch mit anderen Regionen**

Der Besuch von Tagungen, Messen und Vorführungen außerhalb der Region (z.B. IfaS Biomasse-Tagung, Landtechnik Messe Agritechnika in Hannover, Feldtag der Universität Bonn) sowie der Austausch mit anderen Obstbaugebieten (Meckenheim, Altes Land, Bodensee, Südtirol etc.) kann für die Landwirte wie auch für potenzielle Anlagenbetreiber nützliche Informationen und Kontakte mit sich bringen.

### **4.2 Förderung**

Eine aktive Förderung der Obstholzverwertung durch die Stadt Mainz kann über strukturelle Maßnahmen, auch im Bereich der Abfallwirtschaft, die verstärkte Information zu Fördermöglichkeiten (z.B. über die Internetpräsenz der Stadt) und die Einbeziehung benachbarter Landkreise stattfinden.

#### **4.2.1 Mobilisierung von Rodungsholz über den Aufbau einer Abnahmelogistik**

Eine strukturelle Unterstützung der Verwertung von Obstholz kann im Aufbau sogenannter „Biomasse-Höfe“ (auch Biomasse-Rohstoff-Zentren) liegen. Darunter sind privatwirtschaftlich oder kommunal organisierte Strukturen zu verstehen, die – ähnlich wie die vorhandenen Wertstoffhöfe – bestimmte Biomassen annehmen und sie einer sinnvollen Verwertung zuführen. Durch die Kombination mehrerer Stoffströme (z.B. Grünschnitt, Bioabfälle und Obstholz), ihre Fraktionierung und die gezielte Nutzung oder Vermarktung (z.B. als Hackschnitzel und Biogas-Substrate) lassen sich häufig Synergien erzielen, die bei einer separaten Erfassung dieser Stoffe in verschiedenen Strukturen nicht gegeben sind. Die Einrichtung einer derartigen Biomasse-Logistik für den Raum Mainz ist über die vorhandenen Strukturen der Mainzer Entsorgungsbetriebe grundsätzlich denkbar (siehe dazu auch Projektskizze „Biogas“ als weiteren Bestandteil des Biomasse-Masterplans für die Stadt Mainz), wenngleich die Wohnbebauung in der näheren Umgebung des Umschlagplatzes in Mainz Weisenau einer umfangreichen Grüngutaufbereitung vor Ort entgegensteht und aktuelle Planungen daher zunächst keine solche Aufbereitung vorsehen (mdl. Auskunft von Herrn Feldmann, EB Mainz, vom 15.12.2009).

#### **4.2.2 Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten für Energieanlagen**

Für die Errichtung von Heizanlagen zur Verwertung nachwachsender Rohstoffe gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten, die sich nach Brennstoffen und Größe der Anlagen richten (siehe hierzu [www.bafa.de](http://www.bafa.de), [www.fnr.de](http://www.fnr.de) aber auch [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)).

#### **4.2.3 Weiterführender Ausbau einer energetischen Verwertung von Rodungsholz**

Falls es zu einer Projektplanung im größeren Maßstab oder im Erfolgsfall zu einer Nachfrage weiterer, über die Potenziale aus dem Stadtgebiet hinausgehender Holzmengen kommt, sollten weitere Potenziale aus dem angrenzenden Landkreis Mainz-Bingen Berücksichtigung finden.

## 5 Klimaschutz und Wertschöpfung

Durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger – hier Holz aus dem Obstbau als Brennstoff – können fossile Rohstoffe (Heizöl, Erdgas) ersetzt werden. Um eine Einschätzung der Heizöl-Substitution und der Klimaschutzeffekte zu ermöglichen wurden in Tabelle 4 die Heizöläquivalente sowie die Kohlendioxid-Äquivalente der Rodungsholz-Potenziale in Mainz anhand der Heizwerte berechnet. Nach der Berechnung kann durch die Nutzung von Obst- und Rebholz aus der Rodung ein Heizwert von knapp 10.000 MWh (Primärenergie) generiert werden, was einem Heizöl-Gleichwert von etwa 1.000.000 l entspricht. Ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten sind dies 2.711 t.

	Fläche		Hektar-Ertrag		Gesamt-ertrag		Heizwert, lufttrocken		Gesamt-Heizwert		Heizöl-Äquivalente		CO <sub>2</sub> -Äquivalente	
Rodematerial Obstflächen	26,8	ha	70,0	t	1.876	t	3,96	MWh/t	7.429	MWh	760.774	l	2.043	t
Rodematerial Rebflächen	6,1	ha	100,0	t	613	t	3,96	MWh/t	2.427	MWh	248.590	l	668	t
<b>Summe</b>									<b>9.856</b>	<b>MWh</b>	<b>1.009.364</b>	<b>l</b>	<b>2.711</b>	<b>t</b>

**Tabelle 4: Heizöl-Substitution und CO<sub>2</sub>-Äquivalente**

Gegenstand der Betrachtung sind hier sämtliche Holzpotenziale, da bislang keine konkreten Vorhaben zur Errichtung einer Heizanlage bestehen. Verrechnet man diese Gesamtpotenziale mit einem Heizölpreis von 0,59 € (Abruf am 12.11.2009 über [www.tecson.de](http://www.tecson.de)), so kann durch die Nutzung des Obstholzes Heizöl im Wert von knapp 600.000 € ersetzt werden – ein Wert, der für ein regionales Wirtschaften in Mainz gewonnen werden kann.

## **Anhang**

### **5.1 Literatur**

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) & Hartmann, H. (Hrsg., 2007):  
Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen. Gülzow.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR, Hrsg., 2005): Leitfaden Bioenergie.  
Gülzow.

Fritsche, R. et al. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung  
von Biomasse. Endbericht. Darmstadt, Berlin, Oberhausen, Leipzig, Heidelberg,  
Saarbrücken, Braunschweig, München.

Kaltschmitt, M., Hartmann, H. & Hofbauer, H. (2009): Energie aus Biomasse.  
Springer, Heidelberg, Berlin.

Knappe, F. et al. (2007): Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel  
der Optimierung der Verwertung organischer Abfälle.

Scholz, V., Lorbacher, R. F. (2008): Technologische Bewertung und Optimierung der  
Ernte und Lagerung von Agrarholz. Vortrag im Rahmen des Symposium  
Dendrom, Berlin.

### **5.2 Internetverweise**

[www.stoffstrom.org](http://www.stoffstrom.org)

[www.biomasse-tagung.umwelt-campus.de](http://www.biomasse-tagung.umwelt-campus.de)

[www.fnr.de](http://www.fnr.de)

[www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)

[www.bafa.de](http://www.bafa.de)

<http://uf.ilb.uni-bonn.de/versuchsgueter/alle/nachwrohstoffe.html>

[www.tecson.de](http://www.tecson.de)