



Umwelt-Campus Birkenfeld

**Biomassemasterplan für die Landeshauptstadt Mainz
Wirtschaftsförderung durch eine Strategie zur energetischen
Nutzung von Biomasse
(Projektphase I)**



- Abschlussbericht -

Auftraggeber:
Stadt Mainz

Auftragnehmer:
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Projektleitung:
Prof. Dr. Peter Heck

Erstellt von:
Dipl.-Ing. agr. Jörg Böhmer
Dipl.-Ing. Michael Müller
Dipl. Betriebswirtin (FH) Ines Speiser

IfaS Institut
für
angewandtes
Stoffstrommanagement

Birkenfeld, Januar 2008

Projektleitung:

Prof. Dr. Peter Heck

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

PF 1380

55761 Birkenfeld

I Inhaltsverzeichnis

I Inhaltsverzeichnis	III
II Abbildungsverzeichnis	V
III Tabellenverzeichnis	VI
IV Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einführung	1
1.1 Biomasse und Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	1
1.2 Definition der Potenzialbegriffe.....	1
2 Projektbeschreibung.....	4
2.1 Auftraggeber	4
2.2 Auftragnehmer	4
2.3 Zeitraum.....	4
3 Räumliche Beschreibung der Stadt Mainz.....	5
4 Biomasse-Masterplan und Stoffstrommanagement für die Stadt Mainz.....	6
5 Vorgehen und Ablauf des Biomasse-Masterplans	8
5.1 Akteure in der Stadt Mainz	9
5.1.1 Akteursgruppe Landwirtschaft.....	10
5.1.2 Akteursgruppe Forstwirtschaft.....	11
5.1.3 Akteure der Öffentlichen Hand	11
5.1.4 Akteure aus Industrie und Gewerbe	12
5.2 Biomassepotenziale in der Stadt Mainz.....	13
5.2.1 Biomassepotenziale der Landwirtschaft.....	14
5.2.2 Holzpotenziale aus der Forstwirtschaft	29
5.2.3 Biomassepotenziale der Öffentlichen Hand	31
5.2.4 Biomassepotenziale in Industrie und Gewerbe.....	36
5.2.5 Zusammenfassung der Biomassepotenziale nach Stoffgruppen.....	39
5.3 Ermittlung der Verbrauchs- und Bedarfsschwerpunkte (Wärmeinseln).....	43
5.4 Projektideen	44
5.4.1 Bereich Landwirtschaft	44

Inhaltsverzeichnis

5.4.2 Bereich Unternehmen.....	45
5.4.3 Bereich öffentliche Hand	45
6 Strategie und Empfehlungen.....	47
7 Quellenverzeichnis.....	49
7.1 Literatur.....	49
7.2 Webseiten	49
7.3 Einrichtungen/Institutionen	50
8 Anhang.....	51
8.1 Liste der einbezogenen Akteure	51

II Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Darstellung der Potenzialkategorien	3
Abb. 2: Anbaumix für NawaRo in der Stadt Mainz	18

III Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Ablauf des Biomasse-Masterplans – Darstellung wesentlicher Schritte.....	9
Tab. 2: Übersicht der landwirtschaftlichen Flächennutzung in der Stadt Mainz	15
Tab. 3: Übersicht der Flächenpotenziale in der Landwirtschaft	17
Tab. 4: Potenziale aus Obst- und Rebflächen.....	26
Tab. 5: Biomassepotenziale aus Ackerbau und Grünlandbewirtschaftung.....	27
Tab. 6: Viehbestand in der Stadt Mainz	28
Tab. 7: Anteile der Verwendungsarten von Rundholz.....	30
Tab. 8: Energiegehalte in MWh pro Holzsortiment	30
Tab. 9: Übersicht über Biomassepotenziale in der kreisfreien Stadt Mainz.....	40
Tab. 10: Zusammenfassung kurzfristig verfügbarer Biomassepotenziale	42

IV Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
A	Autobahn
Abs.	Absatz
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
BiomasseV	Biomasseverordnung
°C	Grad Celcius
CO ₂	Kohlendioxid
ebd.	ebendort
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
€	Euro
(E)FM	(Ernte)Festmeter
f.	folgende [Seite]
GPS	Ganzpflanzensilage
GVE	Großvieheinheiten
ha	Hektar
IfaS	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
kg	Kilogramm
kWh	Kilowattstunden
KUP	Kurzumtriebsplantage
m	Meter
m ³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
MWh	Megawattstunden
NH	nicht aufgearbeitetes Holz
RLP	Rheinland-Pfalz
SLF	Stilllegungsfläche
t	Tonne
TS	Trockensubstanz
v.a.	vor allem

Abkürzungsverzeichnis

vgl.	vergleiche
VFm	Vorratsfestmeter
www	world wide web

1 Einführung

Bioenergieträger entwickeln sich zu einem auch international anerkannten Primärenergieträger. Die Bundesrepublik hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2050 die Energie in Deutschland zu 50 % regenerativ bereitzustellen. In 2006 wurden in Deutschland 5,6 % des Primärenergieverbrauches regenerativ erzeugt. Die Bioenergie wiederum hat einen Anteil von rund 51 % an den Erneuerbaren Energien.¹

Bioenergie ist ein regionaler Energieträger, da Biomasse aus Kostengründen nicht über weite Strecken transportiert werden kann. Durch den Einsatz von Biomasse bleibt Geld, welches für die Energie ausgegeben wird, in der Region. Die Landwirte, die Forstwirte, aber auch die öffentliche Hand sowie Betriebe, bei denen organische Reststoffe anfallen, werden somit zu einem wichtigen Energielieferant. Der Einsatz der Biomasse in der Region trägt nachhaltig zu einer Steigerung der regionalen Wertschöpfung bei.

1.1 Biomasse und Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Biomasse wird in der Biomasseverordnung² wie folgt definiert:

„Biomasse im Sinne dieser Verordnung sind Energieträger aus Phyto- und Zoomasse. Hierzu gehören auch aus Phyto- und Zoomasse resultierende Folge- und Nebenprodukte, Rückstände und Abfälle, deren Energiegehalt aus Phyto- und Zoomasse stammt.“

Die Biomasseverordnung hat ihren Ursprung in § 2 Abs. 1 Satz 2 des EEG vom 01.03.2001. Sie bildet die Grundlage der Möglichkeit einer Vergütung von eingespeistem Strom nach den Vergütungssätzen des EEG. Das EEG regelt insbesondere die Höhe der Vergütungssätze nach der Art der Anlage und der eingesetzten Biomasse.

1.2 Definition der Potenzialbegriffe

Um die Möglichkeiten der Nutzung eines bestimmten Energieträgers einzuschätzen, muss neben den technischen Voraussetzungen einer energetischen Umwandlung

¹ Vgl.: BMU 2007; S. 12 und 13.

² Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV) vom 21.06.2001 (BGBl. I S. 1234).

auch die Ressourcenverfügbarkeit betrachtet werden. Kaltschmitt³ definiert in seinen grundlegenden Arbeiten verschiedene Biomassepotenziale, die ein theoretisches Gesamtpotenzial durch ökologische, technische und wirtschaftliche Restriktionen einschränken. Im Rahmen des Biomasse-Masterplans für die Stadt Mainz wird insbesondere das kurzfristig verfügbare Potenzial auf Basis wirtschaftlicher Kenndaten betrachtet.

Das kurzfristig verfügbare Potenzial⁴ entspricht dem Potenzial, das aktuell und kurzfristig (ca. ein bis drei Jahre) aktiviert werden kann. Es stellt einen ersten Ansatzpunkt für die direkte Umsetzung dar. Definiert wird dieses Potenzial v.a. aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, das heißt der aktuellen Marktsituation. Jedoch kann das dargestellte kurzfristig verfügbare Potenzial nur dann mobilisiert werden, wenn die Akteure, die mit der Verwaltung dieser Mengen betraut sind, mit der energetischen Mobilisierung und der Umsetzung der Biomasse in Projekten vertraut werden. Des Weiteren müssen die Logistik und die Bedarfsstruktur im Einklang mit dem zur Verfügung stehenden Potenzial stehen. Das heißt zusätzlich zu den ermittelten kurzfristig aktivierbaren Mengen, müssen die Akteure, Logistik und der Bedarf vorhanden sein.

Durch die Realisierung von umsetzbaren Projekten zur Biomassennutzung entstehen häufig Strukturen, die auch weitere derzeit noch nicht erkannte Potenzialmengen verfügbar machen. So werden potenzielle Biomasseanbieter durch den Bau von z.B. Hackschnitzelheizungen oder Biogasanlagen in der Umgebung oft erst auf den Wert ihres Naturgutes aufmerksam und interessieren sich folglich für dessen Aktivierung.

³ Vgl.: Kaltschmitt 2001; S. 10 f.

⁴ Vgl.: IfaS 2004; S. 23 f.

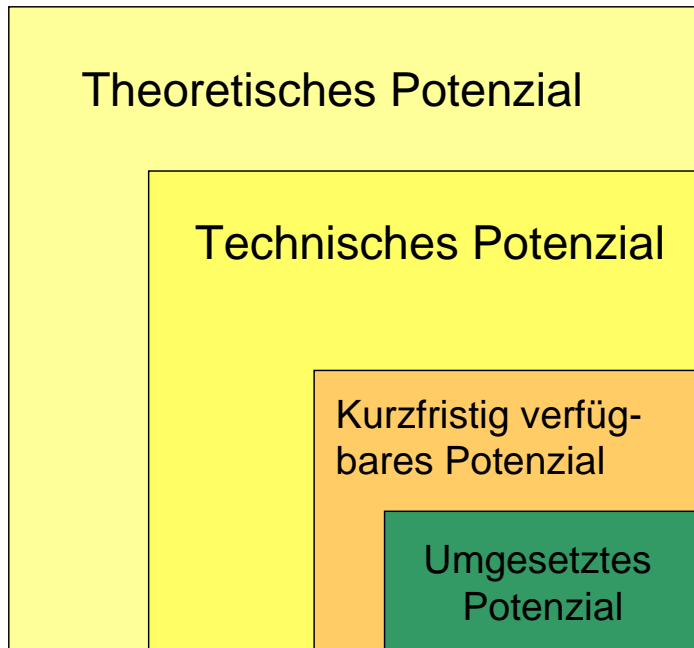


Abb. 1: Darstellung der Potenzialkategorien⁵

⁵ Eigene Darstellung.

2 Projektbeschreibung

Ausgangslage ist der von Seiten der Stadt Mainz an das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) in Auftrag gegebene Masterplan zur zielgerichteten und effizienten Aktivierung und Optimierung regionaler Biomassepotenziale (vgl. das Angebot des IfaS „Biomassemasterplan in der kreisfreien Stadt Mainz- Wirtschaftsförderung durch eine Strategie zur energetischen Nutzung von Biomasse“ vom 22. August 2007; als Beauftragung eingegangen am 3. September 2007). Im Rahmen dieser ersten Projektphase werden eine Akteurs- und Biomassepotenzialanalyse sowie Werkstattgespräche mit Akteuren der Stadt Mainz durchgeführt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Darstellung, der sich im Rahmen der Projektlaufzeit entwickelten Projektideen (vgl. 5.4 Projektideen).

2.1 Auftraggeber

Auftraggeber ist das Umweltamt der Stadt.

2.2 Auftragnehmer

Auftragnehmer des Biomasse-Masterplans ist das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS).

2.3 Zeitraum

Im September 2007 beauftragte die Stadtverwaltung Mainz das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement mit der „Erstellung eines Biomasse-Masterplan für die Stadt Mainz“. Die Projektlaufzeit beträgt vier Monate (01. Oktober 2007 bis 31.01.2008).

3 Räumliche Beschreibung der Stadt Mainz

Mainz liegt am westlichen (linken) Ufer des Rheins, der die östliche Stadtgrenze bildet. Im Süden und Westen wird die Stadt im Mainzer Becken vom Rande der rheinhessischen Hochfläche begrenzt und im Norden dehnt sich ein vom Rhein zurückgewichenes Ufervorland aus. Mainz ist Landeshauptstadt und zugleich die größte Stadt des Bundeslandes Rheinland-Pfalz. Durch Mainz hindurch läuft der 50. Breitengrad nördlicher Breite. Die größte Nachbarstadt ist Wiesbaden im Bundesland Hessen. Im etwas größeren Umkreis liegen die Großstädte und -räume Ludwigshafen, Mannheim, Darmstadt und Frankfurt am Main. Die Einwohnerzahl der Stadt Mainz überschritt im ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts die Grenze von 100.000 Einwohner, wodurch die Stadt zur Großstadt wurde. Mit Stand zum 31. Dezember 2006 sind 196.425 Einwohner zu verzeichnen.⁶

⁶ Vgl.: Website, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz.

4 Biomasse-Masterplan und Stoffstrommanagement für die Stadt Mainz

Bevor auf den Masterplan und das Stoffstrommanagement in der Stadt Mainz näher eingegangen werden kann, sind zunächst wesentliche Begrifflichkeiten zu erläutern.

Der Begriff „Stoffstrommanagement“ kann in diesem Kontext aus der Arbeit einer Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages abgeleitet werden, die Stoffstrommanagement als „[...] *das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen* [...]“⁷ definiert, wobei dieses beeinflussen den Zielvorgaben einer nachhaltigen Entwicklung folgt, bei der eine Gleichwertigkeit ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte stark betont wird.⁸

Stoffstrommanagement fordert einen ressourcenschonenden, verantwortungsvollen Umgang mit Stoff- und Materialströmen als zentralen Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung, auch als „*Sustainable Development*“ bekannt. Stoffstrommanagement ist ein Management-Ansatz, der die rein technisch-ökonomische Sichtweise mit einer normativen Wertvorstellung im Bereich Nachhaltigkeit und Zukunftsfähigkeit verknüpft.⁹

Der Anwendungsbereich von Stoffstrommanagement lässt sich auf unterschiedliche Ebenen unterteilen. Vom einzelbetrieblichen Ansatz über die Kooperation zweier oder mehrerer Unternehmen, über den regionalen Ansatz bis hin zu nationalen und internationalen Ansätzen des Stoffstrommanagements.¹⁰ Das Werkzeug zur Initiierung und Optimierung von Stoffströmen, das dieser Arbeit zugrunde liegt, ist das „regionale Stoffstrommanagement“, welches das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen¹¹ beinhaltet. Das regionale Stoffstrommanagement berücksichtigt und optimiert dabei ganzheitlich alle Prozesse, die Stoff- und Energieflüsse berühren und verfolgt hierbei verschiedene Ziele:

⁷ Vgl.: Enquête-Kommission 1994; S.549 f.

⁸ Vgl.: ebd., S.549 f.

⁹ Vgl.: Brickwedde 1999; S.13.

¹⁰ Vgl.: Heck 2002; S. 22.

¹¹ Vgl.: Enquête-Kommission 1994; S.259.

- Stärkung der Region durch Nutzung vorhandener energetischer und stofflicher Ressourcen,
- Schließung von regionalen Wirtschaftskreisläufen,
- Steigerung von Arbeit und Erwerb,
- Stärkung von lokalen Unternehmen,
- Verbesserung der Lebensqualität durch sozialgerechte sowie umwelt- und klimafreundliche Aktivitäten.

Diese Ziele werden im Bereich der erneuerbaren Energien durch die Identifikation, Bündelung und Nutzung erneuerbarer und somit nicht fossiler Energieträger sowie der Ermittlung und Nutzung von Effizienz- und Einsparpotenzialen erreicht.

Ein möglichst effektives und umsetzungsorientiertes Stoffstrommanagement benötigt als Arbeitsgrundlage die Zusammenarbeit der unterschiedlichsten Akteure einer Region. Dies gelingt nur durch gezielte Kommunikation, Sensibilisierung und Zusammenführung von Schlüsselpersonen und Entscheidungsträgern zu einem operativen Netzwerk. Stoffstrommanagement schafft damit eine zukunftsfähige, ökologisch und sozial gerechte Wirtschaftsstruktur und regionale Wertschöpfung.

Ziele des Biomasse-Masterplans

Zielsetzung der ersten Phase des Biomasse-Masterplans für die Landeshauptstadt Mainz ist die zielgerichtete und effiziente Aktivierung und energetische Nutzung von regionaler Biomasse. Durch den verstärkten und optimierten Einsatz heimischer Biomasse in der Energieversorgung soll die regionale Wirtschaft gefördert und eine größere Unabhängigkeit von fossilen Energien erreicht werden. Der Biomasse-Masterplan stellt nachfolgend die Schlüsselakteure und die in diesem Zusammenhang bestehenden Biomassepotenziale dar.

5 Vorgehen und Ablauf des Biomasse-Masterplans

Die Beauftragung des Masterplans wurde im Oktober 2007 während einer Sitzung des Umweltausschusses bekannt gegeben.

Im Rahmen eines Vorgesprächs im Oktober 2007 wurde festgelegt, dass insgesamt drei Werkstattgespräche stattfinden sollen:

- Werkstattgespräch mit der Akteursgruppe Landwirtschaft
- Werkstattgespräch mit der Akteursgruppe Öffentliche Hand
- Werkstattgespräch mit der Akteursgruppe Unternehmen

Zur Vorbereitung der detaillierten Projektarbeit (Aufnahme der Biomassepotenziale, Bildung von Akteursnetzwerken, Ermittlung der Logistikstruktur) wurden anschließend vorbereitende Daten aus der Region recherchiert und ausgewertet (u. a. hinsichtlich der Flächennutzung).

Von zentraler Bedeutung für die Ergebnisse des Biomasse-Masterplans waren die drei genannten Werkstattgespräche zur Ermittlung der Biomasse-Potenziale und der Identifizierung von Projektideen. Ergänzt wurde die Erhebung der Biomassepotenziale durch akteursspezifische Umfragen sowie die Auswertung fachspezifischer Statistiken und Daten (vgl. Kapitel 5.2 und 5.3).

Nach der Ermittlung relevanter Schlüsselakteure, der Biomasse-Potenziale und der Bedarfe an Biomasse bzw. Energie aus Biomasse, wurden einzelne Projektideen aufgelistet und bewertet. (vgl. 5.4 Projektideen)

Nachfolgende Tab. 1 enthält eine detaillierte Übersicht über alle in der Stadt Mainz durchgeführten Veranstaltungen und Gesprächstermine.

Tätigkeit	Datum / Zeitrahmen	Personenkreis
<u>Vorgespräch</u> zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber zur Festlegung der Projektschwerpunkte und der Projektorganisation	9. Oktober 2007	IfaS, Umweltamt Stadt Mainz, Hr. Jahns (Amtsleitung), Hr. Pensele (Umwelt- und Energieberatung)
Vorbereitende <u>Datenermittlung</u> durch das IfaS	Oktober-November 2007	IfaS, Umweltamt Mainz, u. a. IHK, HWK, Verbände
<u>Werkstattgespräche</u> zur Ermittlung der Biomassepotenziale und Entwicklung von Projektideen	27. November 2007	IfaS, Vertreter der Stadtverwaltung, Schlüsselakteure aus dem Bereich der <u>öffentlichen Hand</u>
	3. Dezember 2007	IfaS, Vertreter der Stadtverwaltung, Schlüsselakteure aus dem Bereich der <u>Unternehmen</u>
	10. Dezember 2007	IfaS, Vertreter der Stadtverwaltung, Schlüsselakteure aus dem Bereich der <u>Landwirtschaft</u>

Tab. 1: Ablauf des Biomasse-Masterplans – Darstellung wesentlicher Schritte¹²

5.1 Akteure in der Stadt Mainz

Im Stoffstrommanagement gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure, die aufgrund komplexer Strukturen bzw. sektorspezifischer Betrachtungsweisen untereinander nicht oder nur bedingt kommunizieren. Die Vernetzung dieser Akteure ist entscheidend für die Durchführung von regionalen Stoffstrommanagementprojekten. Dies hat einen hohen organisatorischen Aufwand zur Folge, ermöglicht jedoch auch die Erschließung neuer Geschäftsfelder sowie die Ausweitung vorhandener Tätigkeiten durch die Bildung von Kooperationen und strategischen Netzwerken.¹³

Zur Ermittlung der Biomassepotenziale und Möglichkeiten ihrer Mobilisierung wurden in Absprache mit dem Umweltamt die relevanten Akteursgruppen in der Stadt Mainz identifiziert.

Die Schwerpunkte für die Akteursanalyse, wie auch der daraus resultierenden Potenzialanalyse konzentrieren sich auf folgende Wirtschafts- bzw. Verwaltungsbereiche:

¹² Eigene Darstellung.

¹³ Vgl.: Heck 2002; S. 29.

- Landwirtschaft; z.B. im Hinblick auf die Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen aus Anbauflächen, Sonderkulturen sowie Reststoffen aus der Tierhaltung,
- Forstwirtschaft; z.B. im Hinblick auf die Nutzung von Schwachholz und Energieholz,
- Öffentliche Hand; besonders im Hinblick auf die Nutzung des kommunalen und privaten Grünschnitts (auch Grünschnitt von Straßenmeistereien) bzw. die Nutzung privater Bioabfälle sowie des kommunalen Klärschlammes,
- Industrie und Gewerbe; z.B. im Hinblick auf die Nutzung von Altholz aus der Abfallwirtschaft bzw. die Nutzung gewerblicher Bioabfälle, gewerblicher Altfette und -öle oder auch die Nutzung gewerblichen Grünschnitts.

Unter Einbindung der entsprechenden Fachabteilungen, Verbände, Unternehmen und der Industrie- und Handelskammer wurden in Absprache mit dem Umweltamt Mainz entsprechende Akteure benannt und über Umfrageaktionen und Werkstattgespräche in den Prozess der Potenzialanalyse und Projektideenfindung eingebunden. Neben der individuellen Erfassung von Interessensschwerpunkten mittels Akteursgruppen spezifischen Fragebögen, kommt vor allem den Werkstattgesprächen eine besondere Bedeutung in der Akteursanalyse und dem Akteursmanagement zu. Im Rahmen dieser Gespräche wurden die vorhandenen Biomasse-mengen diskutiert und Projektideen entwickelt.

Im Folgenden werden die verschiedenen Akteursgruppen in der Stadt Mainz entsprechend ihrer zuvor dargestellten Wirtschaftsbereiche aufgeführt. Eine detaillierte Auflistung der einzelnen Akteure, ebenfalls geordnet nach Wirtschaftsbereichen, ist dem Anhang beigelegt (vgl. 8.1: Liste der einbezogenen Akteure).

5.1.1 Akteursgruppe Landwirtschaft

Die Landwirtschaft verfügt über große Möglichkeiten zur Erzeugung von Biomasse unterschiedlichster Art. Damit sind die Akteure aus dem Bereich der Landwirtschaft als zentrale Akteursgruppe für die Biomassebereitstellung zur energetischen Nutzung zu betrachten. Die wichtigsten Multiplikatoren sind in diesem Zusammenhang der Bauern- und Winzerverband sowie die Bauernverbände der einzelnen Stadtteile von Mainz. Eine ebenfalls zentrale Rolle spielt das Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinhessen-Nahe-Hunsrück.

Im Rahmen des Werkstattgespräches Landwirtschaft am 10. Dezember 2007 wurden mit den anwesenden Akteuren, die in Kapitel 5.2.1 dargestellten Biomassepotenziale diskutiert und bewertet.

5.1.2 Akteursgruppe Forstwirtschaft

Bei der Entwicklung des Biomasse-Masterplans erfolgte die Akteursanalyse im Bereich Forstwirtschaft auf Seiten des Staats- und Körperschaftswaldes. Die Waldflächen des Kleinprivatwaldes wurden in der folgenden Untersuchung nicht berücksichtigt, da diese entweder von ihren jeweiligen Besitzern in Eigenregie bewirtschaftet werden oder deren Holzpotenziale von Landesforsten Rheinland Pfalz mit vermarktet werden.

5.1.3 Akteure der Öffentlichen Hand

Im Bereich der Erzeugung bzw. Behandlung von Biomasse spielt auch die öffentliche Hand eine zentrale Rolle, z.B. bei der Verwertung von Klärschlamm, dem kommunalen und privaten Grünschnitt sowie hinsichtlich privater Bioabfälle.

Die Abwässer der ca. 196.000 Einwohner von Mainz werden über den Wirtschaftsbetrieb -Zentralkläwerk der Stadt Mainz- gereinigt. Mit angeschlossen sind die Haushalte der Gemeinden Budenheim und Bodenheim sowie die Industriebetriebe der Stadt Mainz.¹⁴

Die Straßenmeisterei erzeugt Grünschnittmengen insbesondere aufgrund ihrer Zuständigkeit für die Straßeninstandhaltung und -pflege.

Bei der Pflege von Naturschutz- und Ausgleichsflächen durch das Umweltamt fallen ebenfalls Grünschnittmengen an, die in der Untersuchung von lokalen Biomassepotenzialen für die Stadt Mainz von Bedeutung sind.

Als weiterer Schlüsselakteur der öffentlichen Hand ist der Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz zu nennen. Dieser ist verantwortlich für die Sammlung und Entsorgung von Grünschnitt/Gartenabfällen, weiteren biogenen Reststoffen wie Bioabfall, biogener Restmüll, Altholz und Sperrmüll sowie biogener Straßenkehrricht. Er ist somit ein zentraler Akteur in der Annahme, Verwertung bzw. Entsorgung von Biomasse in der Stadt Mainz.

¹⁴ Vgl.: Website, Wirtschaftsbetrieb Mainz.

Im Bereich Grünschnitt spielt das Grünamt der Stadt Mainz ebenfalls eine zentrale Rolle. Bei dem Grünamt fällt im Bereich der Baumpflege, Gehölzrodung, Pflege öffentlicher Grünflächen sowie bei der Pflege von Straßenrändern, Grünschnitt an. Dieser Grünschnitt wird wiederum von dem Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz entsorgt.

Darüber hinaus sind die Stadtwerke Mainz AG, das Studierendenwerk Mainz, die Grundstücksverwaltungsgesellschaft und die Wohnbau Mainz GmbH sowie der Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung als Akteur der öffentlichen Hand zu nennen. Alle genannten Akteure waren über akteursspezifische Umfragen und Werkstattgespräche in die Entwicklung des Biomasse-Masterplans eingebunden.

Für die Aufnahme der Biomassepotenziale der „öffentlichen Hand“ wurde ein akteursspezifischer Fragebogen erstellt. Mit Rücksprache des Auftraggebers wurde an sechs Akteure ein Fragebogen für die Biomassepotenzialaufnahmen versendet. Hier kann ein hundertprozentiger Rücklauf verzeichnet werden.

5.1.4 Akteure aus Industrie und Gewerbe

Ebenfalls verfügen Akteure aus der Industrie und dem Gewerbe über vielfältige Biomassepotenziale. Als Neben- bzw. Abfallprodukte fallen diese überwiegend bei Produktions- und Verarbeitungsprozessen an. Vor allem die nachfolgenden Akteursgruppen sind vor diesem Hintergrund von Interesse:

- private Entsorgungsunternehmen bzw. produzierende Betriebe, die über gewerbliche Bioabfälle bzw. Speisereste oder auch gewerbliche Altfette und -öle verfügen,
- Unternehmen aus Industrie und Gewerbe, die einen hohen Energiebedarf aufweisen und somit die im Rahmen des Biomassemasterplans ermittelten Potenziale zur Energiegewinnung einsetzen können.

In spezifischen Umfragen und einem Werkstattgespräch am 3. Dezember 2007 wurden entsprechende Akteure in der Stadt Mainz zur Erzeugung und derzeitigen Verwendung sowie deren Bedarf an Energie befragt. Diese Ergebnisse sind in dem nachfolgenden Kapitel 5.2.4 dargestellt.

Für die Aufnahme der Biomassepotenziale der Unternehmen wurden akteursspezifische Fragebogen versendet.

Hierbei wurden ein Fragebogen, der den Energiebedarf ermittelt und ein zweiter Fragebogen, der die Biomassepotenziale identifiziert, versendet. Insgesamt wurden 23 Unternehmen befragt. 21 davon erhielten einen Bedarfsfragebogen und 17 einen Fragebogen der die Biomassemengen abfragt. Der Rücklauf beträgt bei dem Bedarfsfragebogen (Rücklauf sechs Fragebögen) 29 % und bei dem Fragebogen nach den Biomassemengen (Rücklauf vier Fragebögen) 24 %.

5.2 Biomassepotenziale in der Stadt Mainz

In diesem Abschnitt werden die Biomassepotenziale abgebildet, die mittels einer konkreten Datenermittlung vor Ort erfasst wurden.

Die Biomassepotenziale werden nachfolgend entsprechend ihrer Herkunft, nach folgenden Wirtschaftsbereichen untergliedert:

- Biomassepotenziale der Landwirtschaft,
- Biomassepotenziale der Forstwirtschaft,
- Biomassepotenziale der Öffentlichen Hand,
- Biomassepotenziale der Industrie und des Gewerbes.

Es werden die gemäß Datenanalyse ermittelten Biomassepotenziale quantifiziert und dargestellt. Die Auswertung der Biomassepotenziale für die Stadt Mainz erfolgt anhand des energetischen Gehalts in Kilowatt- bzw. Megawattstunden und Heizöl-Äquivalenten. Hierbei wurde eine konservative Betrachtungsweise, basierend auf Erfahrungswerten aus der Praxis bzw. der Literatur, zugrunde gelegt.

In einer abschließenden Ergebnisdarstellung (vgl. Kapitel 5.2.5) werden die Biomassepotenziale in folgende Stoffgruppen zusammengefasst:

- holzartige Biomasse (z.B. Stückholz, Hackschnitzel, Pellets)
- ölhaltige Biomasse aus einjährigen Pflanzen (z.B. Raps) und Altfette
- sonstige einjährige Pflanzen (z.B. Mais, Triticale)
- sonstige organische Biomasse (z.B. Gülle, Bioabfall)

Durch diese Vorgehensweise können die Potenziale verschiedener Herkünfte differenziert nach geeigneten Verwertungspfaden (Festbrennstoffe, Biokraftstoffe, Biogassubstrate) abgebildet werden. Dies ermöglicht Aussagen hinsichtlich potenzieller Maßnahmen bzw. Anlagenplanungen.

5.2.1 Biomassepotenziale der Landwirtschaft

Für den landwirtschaftlichen Sektor wurden die Biomassepotenziale für eine energetische Verwertung aus den folgenden Bereichen untersucht:

- Nachwachsende Rohstoffe von Ackerflächen,
- Dauergrünland,
- Obst- und Rebflächen,
- Stroh und
- Großvieheinheiten mit den daraus resultierenden Güllemengen.

Die Untersuchung von Ernterückständen aus dem Ackerbau wurde auf Getreidestroh beschränkt, da die logistischen Abläufe zur Bergung und energetischen Verwertung von Ernteresten anderer Kulturen in der Praxis nur schwer zu bewerkstelligen sind.

Das Vorgehen bei der Erhebung der Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft sowie die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt.

5.2.1.1 Nachwachsende Rohstoffe von Ackerflächen

Um die Potenziale aus dem Anbau nachwachsender Rohstoffe auf Ackerflächen darstellen zu können, wurde ermittelt, in welchem Umfang Ackerflächen für einen solchen Anbau kurzfristig zur Verfügung stehen.

Hierzu wurde zunächst die aktuelle Nutzung der Ackerflächen in der Stadt Mainz anhand der landwirtschaftlichen Betriebsdatenbank (LBD) nachvollzogen. Eine Übersicht der Flächennutzung ist in Tab. 2 dargestellt.

Aus den gegebenen Daten wurde in Abstimmung mit den Meinungsbildern aus den Werkstattgesprächen Landwirtschaft ermittelt, welche Flächenanteile aus der aktuellen Nutzung ausscheiden könnten und somit für den NawaRo-Anbau verfügbar sind.

Bei der Ermittlung von Flächenanteilen kamen neben den regionalspezifischen Besonderheiten im Sinne der Nachhaltigkeit auch landbauliche Grundlagen sowie die Grundsätze der guten fachlichen Praxis (Cross-Compliance) zum Tragen. So wurde z.B. die maximale Anbaukonzentration einer Kultur in der Fruchtfolge¹⁵ berücksichtigt. Von der Möglichkeit des Grünlandumbruchs wurde in der Erhebung abgesehen.

¹⁵ nach Baeumer (1992).

Tab. 2: Übersicht der landwirtschaftlichen Flächennutzung in der Stadt Mainz¹⁶

Flächennutzung in ha	
Gesamtfläche*	9.774
Landwirtschaftsfläche*	4.138
Obstbaufläche**	535
Rebfläche**	184
Acker- und Grünlandfläche**	3.428
davon:	
Getreidefläche**	2.221
Dauergrünland**	103
Ölsaatenfläche**	21
Feldfutterbaufläche**	13
Sonstige Ackerfläche**	846
SLF mit NawaRo**	132
SLF ohne NawaRo**	93

*Quelle: Statistisches Landesamt RLP; 31.12.2006

** Quelle: Landwirtschaftliche Betriebsdatenbank 2006

Aus den Expertengesprächen wurde deutlich, wie gering die Verfügbarkeit von Flächen für den Anbau von Energiepflanzen aufgrund der Preissituation an den Getreidemärkten derzeit ist. Der auf hohem Niveau stagnierte Weizenpreis führt aktuell zu einer Flächenknappheit, die sich auf das gesamte Anbauspektrum auswirkt.

Unter den genannten Bedingungen steht somit nur ein geringer Anteil an Flächen aus dem **Getreideanbau** für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe als Energieträger zur Verfügung. Dieser wird im Weiteren mit 10 % zugrunde gelegt, um die Potenziale, die aus einer solchen Nutzung dieser Flächen hervorgehen können, perspektivisch aufzuzeigen.

Weiterhin wurde die Verfügbarkeit der vorhandenen **Stilllegungsflächen** (SLF) diskutiert. Dabei muss zwischen Flächen, die für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen genutzt werden, und ungenutzten Flächen unterschieden werden. In der Stadt Mainz sind bereits 60 % der SLF in der Nutzung – diese ist auf die Erzeugung von Nicht-Nahrungsmittel-Produkten beschränkt.

¹⁶ Eigene Darstellung.

Der restliche Teil der Stilllegungsflächen im Untersuchungsgebiet ist derzeit nicht bewirtschaftet. Aufgrund der aktuellen EU-politischen Entwicklungen zur Aufgabe der obligatorischen Flächenstilllegung, ist jedoch davon auszugehen, dass diese Flächen kurzfristig verfügbar sind. Berücksichtigt man die Flächenstruktur – bei den stillgelegten Parzellen handelt es sich zum Teil um kleinstrukturierte Verschnittstücke oder aufgrund von Gefälle, Bodeneigenschaften oder Wasserhaushalt nicht bewirtschaftungswürdige Flächen – so ist zwar insgesamt nur eine begrenzte Steigerung der Nutzung zu erwarten. Dem stehen jedoch wiederum die aktuell hohen Marktpreise entgegen, die eine Bewirtschaftung auch auf kleineren Parzellen wieder lohnend machen können. Eine Steigerung der Nutzung von SLF auf 70 % in Mainz erscheint somit realistisch.

Der Anbau von **Ölsaaten** findet im Mainzer Stadtgebiet in kaum nennenswertem Umfang statt. Flächenpotenziale aus diesen Kulturen können daher vernachlässigt werden. Ebenso verhält es sich mit dem Anbau von Futterpflanzen auf Ackerflächen, zumal Flächen aus dem Feldfutterbau generell als nicht verfügbar eingestuft werden, da sich ihr Umfang am aktuellen Bedarf orientiert.

Ein denkbares Flächenpotenzial besteht durch den derzeitigen Umbruch im Zuckermarkt. Durch die beschlossene allmähliche Anpassung der Rübenpreise an das Weltmarktniveau und die damit verbundene Absenkung der Quotenrübenpreise, ist in absehbarer Zeit von einer Verringerung der Anbauflächen für **Zuckerrüben** auszugehen.

Derzeit ist eine solche Tendenz in den westdeutschen Anbaugebieten jedoch noch nicht eindeutig spürbar. In geringem Umfang werden auch Verträge zum Anbau von Ethanolrüben geschlossen. Die erzielbaren Preise liegen jedoch weit unter dem bisherigen Quotenpreis und wurden von verschiedenen Akteuren als „Ausbeutung“ eingestuft. Hinzu kommt eine geringe Energie-Effizienz bei der Herstellung von Bio-Ethanol, so dass andere Energiepflanzen und Verwertungswege als vorzüglich anzusehen sind.

In Mainz werden ca. 650 ha Zuckerrüben angebaut, die weitestgehend in die Lebensmittelerzeugung gehen. Eine abschließende Einschätzung der Auswirkungen der Zuckermarktreform auf den Anbauumfang ist nicht abzusehen, so dass in Anlehnung an das Werkstattgespräch Landwirtschaft von einer Verfügbarkeit von bis zu 20 % der Flächen im Laufe der nächsten Jahre ausgegangen werden kann.

Der Umbruch von **Dauergrünland** wurde in der vorliegenden Potenzialbetrachtung aufgrund der vorhandenen gesetzlichen Einschränkungen ausgeschlossen. Eine Übersicht der auf dieser Diskussionsgrundlage basierenden Flächenpotenziale ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tab. 3: Übersicht der Flächenpotenziale in der Landwirtschaft¹⁷

Fläche für den Anbaumix	Flächenumfang Stadt Mainz	verfügbarer Anteil	verfügbare Fläche für den Anbaumix
Getreidefläche	2.221,0	10 %	222,1
Stilllegungsfläche gesamt	224,7	70 %	157,3
Ölsaatenfläche	20,6	0 %	0,0
Feldfutterbaufläche	12,8	0 %	0,0
Zuckerrübenfläche	650,2	20 %	130,0
Grünlandumbruch	102,6	0 %	0,0
Summe			509,4

Anbaumix

Für die verfügbare Ackerfläche wurde ein Anbaumix (vgl. Abb. 2) entwickelt. Dieser stellt einen auf die Stadt Mainz zugeschnittenen Mix verschiedener Kulturarten dar, welche für die Produktion von Biomasse zur energetischen Verwertung geeignet sind. Auch hierbei wurden wiederum die regionalen Gegebenheiten, die Ergebnisse aus den Gesprächsterminen sowie pflanzenbauliche Grundlagen berücksichtigt.

¹⁷ Eigene Darstellung.

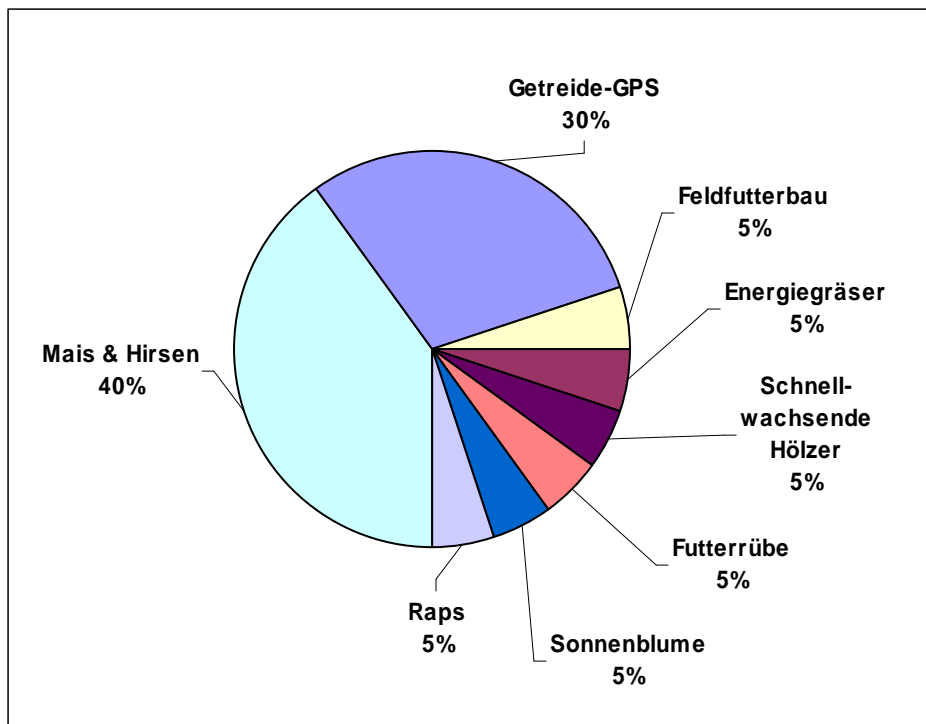


Abb. 2: Anbaumix für NawaRo in der Stadt Mainz¹⁸

1. Mais und Hirse

Einen Schwerpunkt in der Zusammensetzung des Anbaumixes stellt der Anbau von Mais und Hirse dar. Mais stellt aus der Sicht der Biogaserzeugung grundsätzlich ein vorzügliches Substrat dar, und verfügt aufgrund seiner Eigenschaften als C4-Pflanze über ein hohes Biomassepotenzial auch unter niederschlagsärmeren Bedingungen. In verschiedenen Studien in den letzten Jahren wurde jedoch gezeigt, dass bestimmte Hirsen, wie z.B. Zuckerhirse und Sudangras (ebenfalls C4-Pflanzen) dem Mais auf trockenen Standorten überlegen sein können. Insgesamt gehen Mais und Hirsen mit 40 % in den Anbaumix ein.

Dies entspricht einer Fläche in der Region von gut 200 Hektar, woraus sich bei einem Hektarertrag von 48 Tonnen Frischmasse ein Potenzial von knapp 9800 Tonnen pro Jahr ergibt. Setzt man einen Biogasertrag von 202 m³ je Tonne an, resultiert hieraus ein Gesamtheizwert von 11.854 MWh pro Jahr.

¹⁸ Eigene Darstellung.

2. Getreide-GPS

An zweiter Stelle im Anbaumix steht der Anbau von Getreide zur Gewinnung von Ganzpflanzensilage (GPS). Dieser Kultur wird mit 30 % der potenziell freiwerdenden Ackerfläche ein hoher Stellenwert eingeräumt. Die GPS-Erträge sind aufgrund der Bodenverhältnisse potenziell gut, können jedoch bei Sommertrockenheit nur bedingt mit denen der oben genannten C4-Pflanzen mithalten. Im Sinne einer nachhaltigen Energiepflanzenproduktion und der Minderung von Ertragsausfällen ist eine Diversifizierung der Substraterzeugung anzustreben. Die Kombination von Mais, Hirsen und GPS bietet hierfür ein gutes Spektrum. Der Anbau von Getreide ist für die Mainzer Landwirtschaft mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden, lediglich die Ernte von GPS mit dem Feldhäcksler unterscheidet sich vom klassischen Mähdrusch zur Körnergewinnung.

Mit einem Flächenumfang von gut 150 Hektar ergibt sich bei einem Hektarertrag von 35 Tonnen Frischmasse ein Potenzial von 5349 Tonnen pro Jahr. Setzt man einen Biogasertrag von 171 m³ je Tonne an, resultiert hieraus ein Gesamtheizwert von 5.488 MWh pro Jahr.

3. Feldfutterbau

Der Feldfutterbau mit 5 % der potenziellen Anbaufläche für Energiepflanzen nimmt einen geringeren Anteil ein. Hierunter fallen die klassischen Formen des Feldfutterbaus mit so genannten Futtergemengen ebenso wie der Anbau hochgradig leistungsfähiger Futtergräser in Reinkultur, welche gleichermaßen für die Gewinnung von Biogas-Substraten geeignet sind. Die Ertragsfähigkeit von Futtergräsern und -leguminosen ist stärker vom Wasserangebot abhängig als die der o.g. Kulturen.

Aus dem recht geringen Flächenumfang von gut 25,5 Hektar gehen bei einem Hektarertrag von 28 Tonnen etwa 700 Tonnen Frischmasse pro Jahr hervor. Setzt man einen Biogasertrag von 172 m³ je Tonne an, resultiert hieraus ein Gesamtheizwert von 736 MWh pro Jahr.

4. Energiegräser, KUP

Der Anbau von **mehnjährigen Großgräsern** – hierunter fallen z.B. Chinaschilf (Miscanthus) oder Switchgrass – für die Energiegewinnung geht mit 5 % in den Anbaumix ein. Diese Kulturen sind bisher wenig verbreitet und ihre Nutzung (energie-

tisch als Brennstoff oder stofflich z.B. für Baustoffe) darf als innovativ bezeichnet werden.

Sie sind somit in großem Maße von festen Absatzmöglichkeiten abhängig. Für den Anbau von Biomasse ist im Allgemeinen die Wasserverfügbarkeit von übergeordneter Bedeutung. In Gegenden, die nur über geringe Jahresniederschläge verfügen, sind die Bodenverhältnisse und der Anschluss an Bodenwasservorräte somit maßgeblich für die Erträge. Auch durch den Anbau von Dauerkulturen, die mit ihrem Wurzelsystem an tiefere Wasservorräte heranreichen, kann der Trockenheit begegnet werden. In der Wassernutzungseffizienz bestehen jedoch große Unterschiede zwischen den einzelnen Kulturarten. Miscanthus ist in der Lage, große Mengen Biomasse zu bilden, wird jedoch auf besonders trockenen Standorten von einem nordamerikanischen Präriegras, dem Switchgrass, im Ertrag oftmals übertroffen. Eine Standorteignung dieser Kulturen ist jedoch im Detail vor Ort zu prüfen.

Baut man Energiegräser auf verfügbaren Flächen in einem Umfang von 25,5 Hektar an, erzielt man bei einem Hektarertrag von 18 Tonnen Frischmasse etwa 450 Tonnen Gesamtertrag. Da Miscanthus und Switchgrass bei der Ernte als Brennstoff im ausgehenden Winter einen hohen Trockenmassegehalt haben, ist dieses Potenzial anders als bei den Biogaspflanzen vom relativen Heizwert deutlich höher zu bewerten. Setzt man einen Heizwert von 4,05 MWh je Tonne an, resultiert hieraus ein Gesamtheizwert von 1.857 MWh pro Jahr.

Auch **schnellwachsende Baumarten** (Kurzumtriebsplantagen) sind als Kulturen mit lediglich 5 % enthalten. Wie die mehrjährigen Energiegräser werden auch diese zur Erzeugung von Brennstoffen angebaut. Übliche Baumarten, die im Kurzumtrieb angebaut werden, sind Weide und Pappel. Während für die Weide bereits etablierte Anbauverfahren aus Schweden bekannt sind, wird nach wie vor intensiv an Themen wie „optimale Umtriebszeit“ und „Erntetechnik“ insbesondere für Pappeln geforscht. Beide Baumarten haben einen insgesamt hohen Wasserbedarf, lassen sich aber ansonsten mit nur geringem Aufwand an Pflanzenschutz und Düngung kultivieren.

In den neuen Bundesländern gibt es einige Initiativen, die sich mit dem Anbau der trockenheitstoleranten Robinie befassen. Ob dies eine Option für die Energieerzeugung ist, muss sich im Detail noch zeigen. Im Mainzer Stadtgebiet kommen möglicherweise gerade Flächen mit entsprechender Grundwassernähe, z.B. in Rheinnähe für einen solchen Anbau in Frage.

Der Anbau von schnellwachsenden Baumarten, ebenfalls in einem Umfang von 25,5 Hektar, ergibt bei einem Hektarertrag von 10 Tonnen Frischmasse pro Jahr ein Gesamtpotenzial von 255 Tonnen.

Die Hölzer aus Baumkulturen liegen im Heizwert mit 4,27 MWh pro Tonne noch etwas über dem Wert der Energiegräser. Für sie ergibt sich ein Gesamtheizwert von 1.088 MWh pro Jahr.

5. Futterrüben, Sonnenblumen und Raps

Sollte sich der Anbau von Zuckerrüben aufgrund der sinkenden Preise mittel- bis langfristig als unrentabel erweisen, könnte eine Alternative für die Mainzer Landwirte auch in der Biogaserzeugung aus **Futterrüben** liegen. Während die Anbautechnik für Rüben im Mainzer Raum vorhanden ist, müssen sich für die energetische Verwertung jedoch neuere Technologien wie die Trockenfermentation noch beweisen – in praxisüblichen Nassfermentationsverfahren ist der Erdanhang von Rüben problematisch. Bei einer Verwendung in klassischen Biogas-Anlagen fallen somit hohe Kosten für die Reinigung der Rüben und die Verarbeitung zu pumpfähigem Mus an. Diese können womöglich durch den Einsatz einer Trockenfermentation umgangen werden, wodurch eine Wirtschaftlichkeit für die Futterrübe wahrscheinlicher wird. Futterrüben gehen mit 5 % in den Anbaumix ein.

Werden auf 25,5 Hektar Futterrüben angebaut, können bei einem Hektarertrag von 100 Tonnen Frischmasse pro Jahr insgesamt gut 2.500 Tonnen geerntet werden. Bei einem Biogasertrag von 90 m³ pro Tonne lässt sich hieraus ein Gesamtheizwert von 1.375 MWh pro Jahr erzielen.

Auch **Sonnenblumen** gelten als potenzieller Kandidat für die Biogas-Substraterzeugung. Dabei gibt es einerseits durchaus Herkünfte, die ertraglich mit gängigen Silomaisorten mithalten können, andererseits bestehen Probleme beim Erreichen der notwendigen Trockenmassegehalte für die Silierung der Ganzpflanzen. Die großen Saatzuchtunternehmen (z.B. KWS) wie auch die Forschung (z.B. Universität Bonn) setzen sich derzeit mit der Sonnenblume auseinander und versuchen, die Erträge im Hinblick auf Qualität und Quantität züchterisch zu optimieren.

Aufgrund der hohen Jahrestemperaturen und vorhandener, geringer Anbauflächen für Sonnenblumen in Mainz werden diese als Anbauoption mit 5 % in den Anbaumix

aufgenommen. Auch im Hinblick auf die Anbauvielfalt können sie einen Beitrag leisten.

Ebenfalls 25,5 Hektar stehen für den Anbau von Sonnenblumen zur Verfügung. Das Gesamtpotenzial von gut 1.000 Tonnen ergibt sich bei einem Hektarertrag von 40 Tonnen Frischmasse pro Jahr. Der Biogasertrag liegt bei 89 m³ pro Tonne, der Gesamtheizwert pro Jahr somit bei 544 MWh.

Raps ist ebenfalls mit lediglich 5 % der Anbaufläche vertreten. Der Anbauschwerpunkt für Raps liegt in den Markfruchtbauregionen der höheren Lagen. Auch wenn die Integration von Raps in Zuckerrübenfruchtfolgen zunehmend diskutiert und vereinzelt auch praktiziert wird, bestehen nach wie vor noch Probleme bei der Bekämpfung von Ausfallraps in Rüben und die Vermehrung von Rübennematoden durch den Rapsanbau.

Die Biomassepotenziale aus dem Rapsanbau gliedern sich auf in Rapskuchen und Rapsöl. Für die Berechnung der Biomassepotenziale wird ein Ertrag von 3,8 Tonnen/ha Rapskörner zugrunde gelegt. Davon entfällt ca. ein Drittel auf die Herstellung von Rapsöl und zwei Drittel auf Rapspresskuchen, was einem Ertrag von 1.300 l/ha Rapsöl und 2,5 t/ha Rapskuchen entspricht.

Nimmt man für den Rapsanbau einen Umfang von 25,5 Hektar an, ergeben sich hieraus Gesamtpotenziale von gut 53.000 Liter Öl, sowie ca. 100 Tonnen Rapspresskuchen. Das Öl verfügt über einen Heizwert von 9,6 kWh pro Liter, der Rapskuchen hat in der Biogasnutzung einen Gasertrag von 550 m³ je Tonne. Die Gesamtheizwerte liegen bei 511 MWh für Öl und 337 MWh für Rapskuchen.

Die aus der Anwendung dieses Anbaumixes und unter der Berücksichtigung regionalspezifischer Erträge der verschiedenen Kulturen errechneten NawaRo-Potenziale aus Anbaubiomasse sind in Tab. 5 zusammengefasst. Des Weiteren wurden in Abhängigkeit vom jeweiligen Verwertungsweg der direkt erzielbare Heizwert oder die Biogasausbeute berechnet.

Ob die genannten Potenziale für Anbau-Biomasse aus der Landwirtschaft umgesetzt werden können, hängt, wie bereits dargestellt, in hohem Maße von der Entwicklung der Lebensmittelpreise und der damit einhergehenden relativen Vorzüglichkeit des Anbaus z.B. von Weizen und Zuckerrüben ab.

Wesentlich einfacher gestaltet sich die Mobilisierung von Reststoffen aus der Landwirtschaft für die energetische Verwertung.

6. Sortier- und Ausputzgetreide

Die Diskussion um die energetische Verwertung von Getreidekorn beschränkt sich aufgrund aktueller wirtschaftlicher Erwägungen weitgehend auf die Nutzung von Sortier- bzw. Ausputzgetreide. Dabei handelt es sich um Fraktionen, die aufgrund von Bruch, zu geringer Größe oder Belastung mit Mykotoxinen aussortiert werden. Nach Expertenaussagen (M. SCHNORBACH, LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RLP) macht das Sortiergetreide etwa 5 % der Gesamterträge aus. Dies entspricht bei Gesamterträgen von ca. 12.438 t (2.221 ha Getreidefläche bei einem Durchschnittsertrag von 5,6 t) in Mainz einem Potenzial von 622 t bzw. 2.936 MWh.

5.2.1.2 Nachwachsende Rohstoffe aus Dauergrünland

Der Flächenumfang von Dauergrünland im Mainzer Stadtgebiet ist mit ca. 100 ha ausgesprochen gering. Zur Verfügung steht der Flächenanteil, der nicht zur Deckung des Futterbedarfs benötigt wird.

Generell ist bei stadtnahen Grünlandflächen von einer verstärkten Nutzung durch Pferdehalter auszugehen (vgl. Kap. 5.2.1.5). Da diese die Flächen zumeist für eine extensive Beweidung nutzen, also viel Fläche je Tier in Anspruch nehmen, ist nur von einer geringen Verfügbarkeit von Grassilage aus dem Grünland auszugehen. Setzt man diese mit 20 % der gesamten Aufwüchse an, so ergibt sich ein Potenzial von knapp 500 Tonnen pro Jahr. Dies entspricht einer Fläche in der Region von 20,5 Hektar. Bei einem Hektarertrag von 24 Tonnen Frischmasse und einem Biogas-ertrag von 172 m³ je Tonne resultiert hieraus ein Gesamtheizwert von ca. 500 MWh pro Jahr.

5.2.1.3 Potenziale aus Obst- und Rebflächen

Aufgrund einer verstärkten Feinstaubproblematik bestehen von Seiten des Umweltamtes der Stadt Mainz Bestrebungen, die offene Verbrennung von Schnittgut aus Obstanlagen und Rebflächen zu unterbinden. Daher wurde im Werkstattgespräch Landwirtschaft der Wunsch nach Alternativlösungen formuliert. Grundsätzlich kommt für dieses Material auch eine energetische Verwertung in Frage.

Zunächst ist jedoch davon auszugehen, dass große Teile des anfallenden Schnitt- und Mähgutes aus Gründen der Nährstoffrückführung, Bodenverbesserung (Humus) sowie aus arbeitswirtschaftlichen Erwägungen in der Fläche verbleiben. Außerdem ist denkbar, dass weitere Anteile in Form von Grünschnitt – auf den Betrieben oder zentralisiert – einer Kompostierung zugeführt werden.

Im Mainzer Stadtgebiet liegen 535 ha Obst- und 184 ha Rebfläche. Das Material, welches aus Obst- und Rebflächen mobilisiert werden kann, ist insgesamt als Grünschnitt zu klassifizieren. Dieser teilt sich in gras- und holzartige Fraktionen auf.

Grasartige Potenziale aus Obstbauflächen können nach IFEU (KNAPPE, INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG, 2007) mit Heuerträgen von 7 t Frischmasse beziffert werden. Dies entspricht umgerechnet auf die Obstflächen in Mainz einem Potenzial von weiteren 3745 t Frischmasse. Vergärt man dieses Substrat – beispielsweise in einer Trockenfermentationsanlage – so ist aufgrund der hohen TM-Gehalte ein Gasertrag von 410 m³/t bzw. 1.535.450 m³ insgesamt zu erzielen. Dies entspricht einem Energiewert von 9.213 MWh.

Die von der Abfallbehörde der Stadt bezifferten Mengen von 3000 m³ holzartigem Schnittgut, die im Zeitraum Oktober 2006 bis Juni 2007 zur Verbrennung angemeldet wurden, ergeben umgerechnet auf die gesamte Obst- und Rebfläche (719 ha) ein Potenzial von 4,17 m³/ha. Dies entspricht bei einer Umrechnung analog zu sonstigem holzartigem Grünschnitt (durchschnittlich 300 kg/m³) einer Masse von 1,25 t/ha. Im Vergleich mit Werten aus der Literatur liegen diese deutlich unter den realisierbaren Potenzialen. KALTSCHMITT & HARTMANN (2001) gehen von Holzmassen zwischen 4 und 12 t/ha*a für Obstflächen aus. Der Schnittgutanfall aus Rebflächen wird dort als vernachlässigbar eingestuft bzw. kommt sinnvollerweise als Mulchmaterial zum Einsatz.

Rechnet man also konservativ mit durchschnittlich 6 t Schnittmaterial für die Obstflächen in Mainz, so ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 3210 t bzw. ein Gesamtheizwert von 16.403 MWh (bei einem Energiegehalt von 5,1 MWh/t). Dem steht ein Gesamtheizwert von 1.800 MWh gegenüber, wenn man lediglich die zur Verbrennung angemeldeten 3000 m³ (bei einem Energiegehalt von 600 kWh/m³) als Berechnungsgrundlage heranzieht. Die hohe Differenz zeigt, dass bislang große Anteile an Schnittmaterial entweder – vermutlich gezielt zur Bodenverbesserung – in der Fläche verbleiben oder anderweitig entsorgt werden.

Ein weiteres Potenzial wurde im Rahmen des Werkstattgesprächs in Rodematerial aus dem Obstbau gesehen.

Der jährliche Umfang der Flächenrodung kann über die durchschnittliche Standzeit der Anlagen geschätzt werden. Eine genaue Aussage zu den anfallenden Mengen ist jedoch schwierig, da die Produktionsverfahren im Obstbau große Unterschiede aufweisen. Zum einen ist zwischen den verschiedenen Obstarten zu differenzieren, zum anderen haben sich durch eine Intensivierung der Produktion in den letzten Jahrzehnten Veränderungen hinsichtlich der Standweiten und der verwendeten Wuchsformen ergeben. Eine Hochrechnung aus Flächenumfang und -erträgen lässt somit nur tendenzielle Rückschlüsse auf das Gesamtaufkommen an Rodeholz zu.

Während Obstanlagen nach älteren Produktionsmustern etwa nach 30 Jahren gerodet werden, geschieht dies bei modernen Anlagen bereits nach 10-15 Jahren. Die Gesamtmasse bei einer Rodung liegt nach KALTSCHMITT & HARTMANN (2001) zwischen 60 und 80 t/ha. Dabei fallen Oberholz und Wurzelrückstände an. Während das Oberholz nach Aussage der Akteure bereits überwiegend energetisch genutzt wird, fallen bei einer Rodung Wurzelrückstände im Umfang von ca. 5-6 t/ha an. Dabei ist jedoch zu beachten, dass dieser Wert aufgrund der Verwendung schwachwüchsiger Unterlagen im modernen Obstbau rückläufig ist.

Legt man eine durchschnittliche Standzeit von 20 Jahren zugrunde, bedeutet dies, das jährlich 5% der Obstflächen gerodet werden, was einer Gesamtfläche von 26,8 ha entspricht. Verrechnet man diese Fläche mit einer Holzausbeute von 70 t/ha ergibt sich ein Gesamtpotenzial von 1873 t bzw. 9568 MWh.

Nach KALTSCHMITT & HARTMANN (2001) fallen auch bei der Rodung von Rebflächen enorme Potenziale an, die bei 100 t/ha liegen. Da Rodungen hier etwa alle 30 Jahre stattfinden, werden von den vorhandenen 184 ha in einem durchschnittlichen Jahr ca. 6,13 ha gerodet. Somit ergibt sich eine Gesamtjahresmasse von 613 t und ein Heizwert von 3.134 MWh.

Eine Übersicht der Potenziale aus der Schnitt und Rodung von Obstanlagen und Rebflächen ist in Tab. 4 gegeben.

Tab. 4: Potenziale aus Obst- und Rebflächen

	Fläche		Hektar- Ertrag	Gesamt- Ertrag	Biogas je t*	Biogasertrag Gesamt	Heizwert*	Gesamt-Heizwert
Schnittmaterial Obstanlagen	535,0	ha	6,0 t	3.210,0 t			5,1 MWh/t	16.403 MWh
Mähgut Obstanlagen	535,0	ha	7,0 t	3.745,0 t	410 m³	1.535.450 m³	6,0 kWh/m³	9.213 MWh
Rodematerial Obstflächen	26,8	ha	70,0 t	1.876,0 t			5,1 MWh/t	9.586 MWh
Rodematerial Rebflächen	6,1	ha	100,0 t	613,0 t			5,1 MWh/t	3.132 MWh
								38.335 MWh

5.2.1.4 Getreidestroh als nachwachsender Rohstoff

Aufgrund des relativ hohen Getreideanteils (ca. 2.221 ha) an der gesamten Ackerfläche (ca. 3.427,9 ha) in der Stadt Mainz, ist das technische Potenzial für Stroh als Bioenergieträger generell als hoch anzusehen.

Im Rahmen der Werkstattgespräche wurden unterschiedliche Meinungen zur Verfügbarkeit dieser Potenziale geäußert. Während einerseits konkretes Interesse einiger Landwirte an der energetischen Strohverwertung artikuliert wurde, bestehen andererseits Bedenken aufgrund der Humusversorgung der Mainzer Böden. Nicht nur aufgrund gesetzlicher Auflagen zur Humusbilanzierung im Rahmen von Cross-Compliance, sondern gerade auch durch den Rübenanbau, besteht je nach Gestaltung der Fruchtfolgen ein erhöhter Strohbedarf.

Zusätzlich wurde im Gespräch mit den Landwirten deutlich, dass die Bereitstellung von Stroh für die direkte Verbrennung oder zur Herstellung von Strohpellets zunächst an der Preisfrage hängt. So konnte festgehalten werden, dass bisweilen kursierende Marktpreise aus Sicht der Landwirte nicht als Grundlage für eine solche Verwertung genügen.

Aus den genannten Gründen wurde das Strohpotenzial mit lediglich 10 % der anfallenden Gesamtmenge in die Potenzialerhebungen einbezogen. Diese Größe wird einerseits der relativ hohen Menge und dem vorhandenen Interesse und andererseits den preislichen Restriktionen wie auch den landbaulichen Anforderungen zum Erhalt des Bodenhumusgehalts gerecht.

Die verfügbare Strohmenge für die energetische Verwertung liegt bei 1.315 t. Dies entspricht bei einem durchschnittlichen Strohertrag von 5,9 Tonnen je Hektar Getreideflächen im Umfang von gut 220 ha. Der Heizwert dieser Menge beträgt etwa 6.300 MWh pro Jahr.

Eine Zusammenfassung der Potenziale aus dem Ackerbau und der Grünlandbewirtschaftung ist in Tab. 5 gegeben.

Tab. 5: Biomassepotenziale aus Ackerbau und Grünlandbewirtschaftung

	Fläche	Hektar- Ertrag	Gesamt- Ertrag	Biogas je t*	Biogasertrag Gesamt	Heizwert	Gesamt-Heizwert
Rapsöl	40,9 ha	1.300 l	53.180 l			9,6 kWh/l	511 MWh
Rapskuchen	40,9 ha	2,5 t	102 t	550 m ³	56.248 m ³	6 kWh/m ³	337 MWh
Silage aus Sonnenblumen	25,5 ha	40,0 t	1.019 t	89 m ³	90.673 m ³	6 kWh/m ³	544 MWh
Silage aus Futterrüben	25,5 ha	100,0 t	2.547 t	90 m ³	229.231 m ³	6 kWh/m ³	1.375 MWh
Grassilage (Feldgrasanbau)	25,5 ha	28 t	713 t	172 m ³	122.664 m ³	6 kWh/m ³	736 MWh
Grassilage (Dauergrünland)	20,5 ha	24 t	492 t	172 m ³	84.686 m ³	6 kWh/m ³	508 MWh
Silage aus Mais & Hirsen	203,8 ha	48 t	9.781 t	202 m ³	1.975.663 m ³	6 kWh/m ³	11.854 MWh
Getreidestroh	221,8 ha	5,9 t*	1.315 t			4,82 MWh/t*	6.336 MWh
Energiegräser (Miscanthus)	25,5 ha	18 t	458 t			4,05 MWh/t	1.857 MWh
Energiegetreide - GPS	152,8 ha	35 t	5.349 t	171 m ³	914.630 m ³	6 kWh/m ³	5.488 MWh
Schnellwachsende Hölzer (Pappeln)	25,5 ha	10 t	255 t			4,27 MWh/t	1.088 MWh
*Durchschnittswerte						Summe:	30.296 MWh
Rapskörnerertrag: 3,8 t/ha							

5.2.1.5 Betrachtung des Viehbestandes in der Stadt Mainz

Die Ermittlung der Exkrementepotenziale ist auf die Angaben des statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz zu Tierbeständen nach unterschiedlichen Betriebsgrößen in der Stadt Mainz gestützt. Datenbasis war die Erfassung im Jahr 2003. Ziel der Betrachtung sollte die Lokalisierung von landwirtschaftlichen Betrieben mit über 100 Großvieheinheiten (GVE) sein, um potenziell relevante Güllevorkommen zu identifizieren und diese räumlich verorten zu können.

Es ist davon auszugehen, dass mit dieser Abgrenzung vorwiegend tierhaltende Betriebe mit Reststoffmengen erfasst werden, die den Betrieb einer Biogasanlage auf der Basis der eigenen Tierhaltung ermöglichen.

Daten des statistischen Landesamtes zufolge existierten im Jahr 2005 194 landwirtschaftliche Betriebe mit einer durchschnittlichen Betriebsgröße von 24 ha. Der Viehbestand im Jahr 2003 verhielt sich wie folgend in Tab. 6 ersichtlich.

Tab. 6: Viehbestand in der Stadt Mainz¹⁹

	1970	1990	2003
Rinder	972	120	0
Schweine	3.731	1.609	709
Pferde	0	317	156
Schafe	7	0	0
Legehennen	16.113	29.250	843
GVE	1.161	619	211

Den statistischen Daten zufolge existieren in der Landeshauptstadt Mainz keine Betriebe in denen Rinder oder Schweine mit mehr als 100 GVE gehalten werden.

Der Betrieb einer Biogasanlage alleine auf der Basis von Reststoffen aus der Tierhaltung ist in der Mainzer Landwirtschaft somit nicht realisierbar. Sehr wohl können jedoch Gülle oder Festmist als Ergänzung zu nachwachsenden Rohstoffen aus dem Pflanzenbau als Biogas-Substrat verwendet werden. Ein besonderer Wert dieser Stoffe liegt in ihrem Gehalt an Spurennährstoffen, der sich positiv auf den Gasertrag beispielsweise von Maissilage auswirken kann.

Informationen aus dem Werkstattgespräch Landwirtschaft zufolge gibt es im Mainzer Stadtgebiet aktuell wieder einen Rinderhalter, der über einen größeren Viehbestand verfügt. Inwiefern dieser Betrieb an einer Nutzung seiner Potenziale Interesse hat, muss ggf. im Einzelfall geklärt werden.

¹⁹ Statistisches Landesamt 2006.

5.2.2 Holzpotenziale aus der Forstwirtschaft

Waldholz hat nach den Erkenntnissen der Biomassestudie Rheinland-Pfalz des Jahres 2004²⁰ die größten Anteile an Energiepotenzialen aus holzartiger Biomasse.

Für die Stadt Mainz erfolgte daher in Zusammenarbeit mit der Zentralstelle der Forstverwaltung in Rheinland-Pfalz eine umfassende Analyse aller genutzten Holzsortimente, die zur energetischen Verwendung herangezogen werden könnten.

Das staatliche Forstamt Rheinhessen, welches die Stadt Mainz betreut, untersteht den Bewirtschaftungsrichtlinien der Landesforsten Rheinland-Pfalz und erstreckt sich in Teilen auf die beiden Forstreviere Lenneberg und Ober-Olm mit rund 1.000 ha Forstbetriebsfläche²¹. Anteile an den Waldflächen bilden die Stadt Mainz, die Gemeinde Budenheim, der Staatswald Mainz, der Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz, die Gemeinde Ober-Olm sowie Teile des Staatswaldes Ober-Olm.

Die folglich dargestellten Einheiten der Rundholzmaße beziehen sich auf die Einheit Erntefestmeter ohne Rinde (Efm o.R., kurz: Efm).

In den Jahren 2004 bis 2006 hat das Forstamt Rheinhessen im Staats- und Kommunalwald des Stadtgebietes Mainz einen gemittelten jährlichen Hiebsatz von 611 Erntefestmetern Holz verzeichnet.²² Davon flossen rund 217 Efm (36 %) in die Bereitstellung von Stammholz und ca. 22 %, ca. 137 Efm Industrieholz in die stoffliche Verwertung. Anteile an Brennholz konnten mit etwa 21 %, demnach rund 129 Efm, die gleichen Prozentanteile wie das so genannte NH²³ oder Kronenderbholz erzielen (vgl. Tab. 7).

²⁰ Vgl.: IfaS 2004.

²¹ Telefonische Auskunft des Büroleiters Herrn Fischer, Forstamt Rheinhessen am 29.01.2008.

²² Alle Auskünfte bzgl. des Holzmarktes wurden zusammen mit der Zentralstelle der Forstverwaltung – Holzmarketing, Neustadt a. W. für die Jahre 2004 bis 2007 ermittelt.

²³ NH: Nicht aufgearbeitetes Kronenderbholz unter einem Zopfdurchmesser von 7 cm mit Rinde sowie Ernteverlust.

Tab. 7: Anteile der Verwendungsarten von Rundholz²⁴

Holzsortiment	Volumen in [Efm]	
Stammholz	217 Efm	36%
Industrieholz	137 Efm	22%
Brennholz	129 Efm	21%
Kronenderbholz (NH)	128 Efm	21%
SUMME	611 Efm	100%

Diese Ausführungen zeigen, dass mit einem umgesetzten Potenzial von 483 Efm bereits eine signifikante Menge an nutzbarem Waldholz mobilisiert wurde. Die Stadt Mainz hat ihre Holzpotenziale damit größtenteils erschöpft, lediglich beim NH existieren weiterhin mobilisierfähige Massen in den Beständen. Überdies steht das Energieholz in direkter Konkurrenz mit der stofflichen Industrie. So werden qualitativ schlechtere Holzsortimente z.B. von der Spanplatten- oder der Papierindustrie nachgefragt.

Insbesondere beim NH-Holz befindet sich eine verhältnismäßig große Anzahl an ungenutzten Massen in den Beständen. Aufgrund der geringen Quantifizierung der NH-Mengen kann angenommen werden, dass dieses Sortiment zwischenzeitlich in Teilen schon als Energieholz mobilisiert wird. Insgesamt stellt das NH-Holz ein weiteres nicht unerhebliches Energieholzpotenzial aus dem Wald dar.

Tab. 8: Energiegehalte in MWh pro Holzsortiment²⁵

Holzsortiment	Energiegehalt	Volumen
Brennholz (BH)	375 MWh	137 Efm
NH-Holz	360 MWh	129 Efm
Industrieholz (IH)	373 MWh	128 Efm
SUMME	1109 MWh	

Die derzeit umgesetzten Potenziale von 137 Festmeter Brennholz im Untersuchungsgebiet entsprechen in etwa einem Energiegehalt von 375 MWh. Hier muss jedoch angenommen werden, dass ein Großteil dieser Massen an örtliche Brennholz-Selbstwerber abgegeben wird. Eine Zusammenfassung aller für die energeti-

²⁴ Verändert nach Zentralstelle der Forstverwaltung – Holzmarketing – Rheinland-Pfalz, 2007.

²⁵ Eigene Darstellung.

sche Verwendung nutzbaren Holzsortimente, in Abhängigkeit der Energiegehalte je Erntefestmeter, ist in Tab. 8 dargestellt. Stammholz bleibt aufgrund seiner höherwertigen Bestimmung bei den relevanten Potenzialen unberücksichtigt.

Neben den bereits oben erwähnten Energiegehalten von Brennholz ist ersichtlich, dass beim bisher ungenutzten NH-Holz Energieinhalte von etwa 360 MWh und bei Industrieholz ca. 373 MWh vorhanden sind.

5.2.3 Biomassepotenziale der Öffentlichen Hand

Ein weiterer Lieferant von Biomasse ist die öffentliche Hand. Wie bereits in Kapitel 5.1 dargestellt, ist die öffentliche Hand im Wesentlichen für die Verwertung von kommunalen und privaten Grünschnitt, Bioabfällen, Altholz und Klärschlamm zuständig. In diesem Kapitel 5.2.3 werden die vorhandenen Biomassepotenziale nach ihrer Art und Herkunft zusammengefasst.

5.2.3.1 Biomassepotenziale im Bereich des privaten und kommunalen Grünschnitts

Für private Haushalte existieren in der Stadt Mainz drei Möglichkeiten, Grünschnitt zu entsorgen. Grünschnitt wird in Mainz zum einen über die grüne Bioabfall-Tonne, die wöchentlich geleert wird, entsorgt. Ist die Bioabfalltonne nicht ausreichend, kann Grünschnitt zusätzlich im Bringsystem beseitigt werden. Als Dienstleistung für die Bürger/Innen betreibt der Entsorgungsbetrieb hierfür zwei große Recyclinghöfe in Hechtsheim und Budenheim sowie acht Wertstoffhöfe im Stadtgebiet.

Maximal zwei Kubikmeter mit einem Astdurchmesser des Grünschnitts bis acht Zentimeter können dort kostenfrei abgegeben werden. Über diese Wertstoffhöfe dürfen nur die Mainzer Haushalte, über die genannten Recyclinghöfe dagegen auch Gewerbebetriebe oder Bewohner anderer Kommunen ihren Grünschnitt entsorgen.

Grünabfälle können in den Recyclinghöfen in unbegrenzter Menge (bis 600 kg kostenfrei) entsorgt werden.²⁶

Insgesamt sind im Jahr 2006 bei dem Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz 9.383 Tonnen Grünschnitt angefallen²⁷. Der Grünschnitt des Entsorgungsbetriebes Mainz wird seit Beginn 2008 zu einer Entsorgungsfirma nach Wiesbaden verbracht.

²⁶ Vgl.: Website Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz.

²⁷ Ergebnis aus der Befragung des Entsorgungsbetriebes der Stadt Mainz.

Dieser Grünschnitt stammt von privaten Haushalten, aber auch von kommunalen Einrichtungen und gewerblichen Unternehmen.

Zur Ermittlung des energetischen Potenzials muss zunächst die Mengenaufteilung von holz- und grasartigem Grünschnitt bestimmt werden, da aus diesen beiden Fraktionen unterschiedliche Energieprodukte hergestellt werden können.²⁸ In dem hier vorliegenden Fall wird ein Nutzungsgrad von jeweils 50 % für eine thermische Verwertung bzw. biochemische Verwertung angenommen.

Der Umrechnungsfaktor von Grünschnitt beläuft sich je nach Struktur der Landkreise und kreisfreien Städte - und damit der Zusammensetzung des Grünschnitts - auf 200 bis 400 kg/m³. Für die Mengenermittlung wird mit durchschnittlichen 300 kg/m³ gerechnet. Diese Annahmen und nachfolgend dargestellte Energiekennwerte resultieren aus zahlreichen getroffenen Einschätzungen in Expertengesprächen, die das IfaS in Rheinland-Pfalz beispielsweise mit Abfallentsorgungsunternehmen oder kommunalen Akteuren geführt hat.

Dies bedeutet, dass (inklusive der gewerblichen Grünschnittmenge) in der Region durch den Entsorgungsbetrieb jährlich ca. 15.638 m³ holzartiger Grünschnitt für eine thermische Verwertung bereitgestellt werden könnten. Bei einem angenommenen Heizwert von 600 kWh/m³ holzartigem Grünschnitt, ergibt sich insgesamt ein Heizwert von über 9.382 MWh. Dies entspricht einem Heizöläquivalent von 938.260 Litern. Diese Berechnungsmethodik dient einer ersten Abschätzung der holzartigen Potenziale und kann daher als sehr konservativ angesehen werden. Qualitativ hochwertiger Grünschnitt (geringe Feuchte und homogene Zusammensetzung des Brennstoffs) kann durchaus auch einen Heizwert von bis zu 900 kWh/m³ aufweisen. Das Potenzial der grasartigen Grünschnittfraktion (inklusive der gewerblichen Grünschnittmenge) von ebenfalls ca. 15.638 m³ des Entsorgungsbetriebes Mainz könnte in einer Biogasanlage energetisch genutzt werden. Bei einem Biogasertrag von knapp 58 m³/m³ Grasschnitt (Frischmasse) resultiert hieraus ein gesamter Biogasertrag von 887.632 m³. Dies entspricht einem Heizwert von über 5.326 MWh bzw. einem Heizöläquivalent von über 532.600 Litern.

²⁸ Die holzartige Fraktion eignet sich insbesondere für eine thermische Verwertung, da diese zu Holzhackschnitzeln aufbereitet werden kann. Für eine biochemische Verwertung in einer Biogasanlage steht der grasartige Anteil zur Verfügung.

Des Weiteren fällt Grünschnitt beim Grünamt und Umweltamt der Stadt Mainz an. Beim Grünamt entstehen durch die Pflege, Instandhaltung und bei der Verwaltung der Pflegeflächen Grünschnittmengen. Diese Mengen ergeben sich durch die Baumpflege, der Gehölzrodung sowie durch die Pflege öffentlicher Grünflächen und Straßenrädern. Nach Auskunft des Grünamtes fallen in einem Jahr ca. 1.350 Tonnen holzartiger Grünschnitt und ca. 420 Tonnen grasartiger Grünschnitt inkl. Laub an, wobei 90 % dieser Mengen Laub sind. Zehn Prozent der Gesamtmenge wird gemulcht und direkt an Ort und Stelle verblasen. Weitere zehn Prozent werden gehäckselt und ebenfalls zu Düngezwecke vor Ort auf der Stelle belassen. Die überwiegende Mengen von ca. 80 % wird über einen Grünamt eigenen Sammelplatz zwischengelagert und anschließend an den Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz abgegeben. Hier gilt zu erwähnen, dass das Grünamt eine Holzhackschnitzelanlage auf Basis des dort anfallenden Grünschnitts plant. Die derzeit anfallenden Mengen stehen nach Aussage des Grünamtes kurzfristig zur Verfügung. Werden diese Mengen zu hundert Prozent in die Holzhackschnitzelanlage eingebracht, dann wird der Mengenanfall beim Entsorgungsbetrieb um diese Mengen reduziert.

Dies bedeutet, dass das Grünamt jährlich ca. 4.500 m³ holzartigen Grünschnitt für eine thermische Verwertung bereitstellen kann. Bei einem angenommenen Heizwert von 600 kWh/m³ holzartigem Grünschnitt, ergibt sich insgesamt ein Heizwert von über 2.700 MWh was ca. 270.000 Liter Heizöl entspricht. Das Potenzial der grasartigen Grünschnittfraktion von 1.400 m³ kann in einer Biogasanlage energetisch genutzt werden. Bei einem Biogasertrag von knapp 58 m³/m³ Grasschnitt (Frischmasse) resultiert hieraus ein gesamter Biogasertrag von 79.464 m³. Dies entspricht einem Heizwert von über 477 MWh bzw. einem Heizöläquivalent von über 47.700 Litern.

Auch beim Umweltamt fällt durch die Pflege und Instandhaltung der zu verwaltenden Flächen, Grünschnitt an. Hierbei fällt holzartiger und grasartiger Grünschnitt bei der Baumpflege und der Pflege von Naturschutzgebieten an. Es liegen keine Mengenangaben vor. Der Grünschnitt verbleibt dort zum größten Teil auf der Fläche oder wird direkt vor Ort gehäckselt. Ebenfalls sind örtliche Landwirte in die Verwertung mit einbezogen.

Ein weiteres Grünschnittpotenzial ergibt sich bei der Straßenmeisterei Mainz. Der Tätigkeitsbereich umfasst hier die Verwaltung und somit die Pflege und Instandhaltung der Flächen. Gepflegt werden kommunale Grünflächen, Naturschutz- und Aus-

gleichsflächen. Die anfallenden Mengen werden entweder gehäckselt und an Ort und Stelle liegen gelassen oder im eigenen Betrieb kompostiert. Die jährlichen Grünschnittmengen könnten nach Aussage der Straßenmeisterei gesteigert werden. Diese hängt jedoch von den damit verbundenen Kosten ab. Auf eine Mengendarstellung mit Energiegehalte wird jedoch zunächst verzichtet.

5.2.3.2 Bioabfälle des Abfallwirtschaftsbetriebs

Die Bioabfälle der Stadt Mainz werden über die grüne Bioabfall-Tonne durch den Entsorgungsbetrieb Mainz entsorgt.²⁹ Im Jahr 2006 sind insgesamt 10.964 t Bioabfall angefallen. Davon werden 10.718 t kompostiert und 246 t in das Müllheizkraftwerk gebracht. Für diese Entsorgungsformen bestehen längerfristige Verträge, wodurch der Bioabfall nicht kurzfristig zur Verfügung steht (vgl. Kap. 5.2.4.1).

Bei der Berechnung der Biomassepotenziale für die Stadt Mainz wird eine Verwendung der Bioabfälle in einer Abfallvergärungsanlage unterstellt. Bei einem Trockensubstanz(TS)-Gehalt von 40 % und einem organischen TS-Gehalt von 50 % liegt die Gesamtmenge an organischer Substanz bei 2.193 t/a. Bei einem durchschnittlichen Biogasertrag von 615 m³/t ergibt sich insgesamt ein Biogasertrag von 1.348.572 m³/a. Dies entspricht einem Heizwert von 8.091 MWh/a bzw. einem Heizöläquivalent von ca. 809.100 Litern/Jahr. Es sollten die Überlegungen der energetischen Verwertung des Bioabfalls mittel- bis langfristig berücksichtigt werden.

5.2.3.3 Altholz aus der Abfallwirtschaft

Altholz wird in der Stadt Mainz auch über den Entsorgungsbetrieb erfasst. Es werden Altholz und Holz-Sperrmüll erfasst. Im Jahr 2006 sind 2.622 t Altholz und 4.339 t Holz-Sperrmüll angefallen. Die Altholzmenge wird an einen weiteren Entsorger abgegeben und die Holz-Sperrmüllmenge in einem Biomasseheizkraftwerk verwertet.

Bei einem durchschnittlichen Feuchtegehalt von 15 % und einem durchschnittlichen Heizwert von 4,25 MWh/t entsprechen diese Mengen einem Gesamtheizwert von 29.584 MWh. Ausgedrückt in Heizöläquivalent entspricht dies rund 2,9 Mio. Litern.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass die über den Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz erfasste Menge nicht dem gesamten Altholzpotenzial der Stadt Mainz ent-

²⁹ Vgl.: Website Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz.

spricht. Eine vollständige Ermittlung dieser Potenziale ist schwierig, da in diesem Bereich überregionale Entsorgungsstrukturen bestehen.

Das gesamte technische Altholzpotezial kann daher über den für Rheinland-Pfalz ermittelten Einwohneregleichwert von 52 kg/Einwohner und Jahr bestimmt werden.³⁰ Dieser Wert beinhaltet zugleich den Abzug eines 25-%igen Anteils der gesamten separat vorliegenden Altholzmenge (Gebrauchtholz und Industrierestholz) für eine stoffliche Nutzung, z.B. für die Produktlinie Spanplatte. Bei insgesamt 196.425 Einwohnern der Stadt Mainz ergeben sich somit pro Jahr 10.214 t Altholz.

Wird das Altholzpotezial über die Einwohneregleichwerte dargestellt, hat diese Menge einen Heizwert von 43.400 MWh, dies entspricht einem Heizöläquivalent von 4.300.000 Litern und ist demnach fast doppelt so hoch wie die Angaben, die über den Entsorgungsbetrieb Mainz erfasst werden.

Von einer kurzfristigen Verfügbarkeit dieser Gesamtmenge ist aufgrund der bestehenden stofflichen und energetischen Verwertungswege nicht auszugehen.

5.2.3.4 Klärschlamm vom Wirtschaftsbetrieb Mainz

Bei der kommunalen Abwasserbehandlung sind in der Stadt Mainz im Zentralklärwerk im Jahr 2006 insgesamt 6.000 t Trockenmasse Klärschlamm angefallen. Die Anschlussgröße dieses Klärwerkes beläuft sich auf 400.000 Einwohneregleichwerte. Der Schlamm aus der Vorklärung und die überschüssige Bakterienmasse aus der Nachklärung werden in den 30 Meter hohen Faultürmen in ca. 21 Tagen ausgefault. Bakterien verarbeiten einen Teil der organischen Kohlenstoffe in ein brennbares Gasgemisch aus ca. 40 % Kohlendioxid (CO₂) und ca. 60 % Methan (CH₄). Mit täglich rund 8.000 m³ Klärgas aus den Faultürmen wird das Blockheizkraftwerk betrieben. Das Gas wird in Gasmotoren verbrannt, die mit Generatoren gekoppelt sind. Das Zentralklärwerk deckt damit seinen Wärmebedarf und die Hälfte des Strombedarfs ab. Im Bandrockner wird die Trocknungskammer mit etwa 120 °C heißer Luft durchströmt. Nach 40 bis 80 Minuten besteht der nun krümelige Schlamm zu 90 % aus Feststoff. Das Kondensat (Wasser) kommt in die biologische Reinigung zurück.

³⁰ Einwohneregleichwert für RLP abzüglich eines 25 %igen Anteils für eine stoffliche Nutzung; vgl.: 2006, Monitoring zur Wirkung der BiomasseV; S. 21.

Der getrocknete Schlamm wird thermisch verwertet. Die beim Abkühlen des Wassers abgegebene Wärme dient als Heizenergie.³¹

Da der Wirtschaftsbetrieb Mainz in den nächsten Jahren die eigenen Potenziale selbst weiter optimiert nutzen wird, stehen im Rahmen des Biomasse-Masterplans keine Mengen zur weiteren Berücksichtigung zur Verfügung.

5.2.4 Biomassepotenziale in Industrie und Gewerbe

Für die Ermittlung gewerblicher Biomasse im Sinne organischer Reststoffe als Neben- bzw. Abfallprodukte, wurden nachfolgende Branchen berücksichtigt:

- Betriebe, die über gewerblichen Grünschnitt verfügen,
- Holz verarbeitende Betriebe die über Sägereste, Sägenebenprodukte bzw. Gebrauchtholz verfügen,
- Lebensmittel verarbeitende Betriebe bzw. Entsorger von Speiseabfällen, die über gewerbliche Bioabfälle bzw. Speisereste oder auch gewerbliche Altfette und -öle verfügen.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass von Unternehmen aus Industrie und Gewerbe nur bedingt Biomassepotenziale ermittelt werden konnten. Daher sollten bei zukünftigen Projektplanungen, Betriebe im Bezugsraum erneut fallbezogen befragt werden. Nachfolgend werden die Ergebnisse aus den Untersuchungen dargestellt.

5.2.4.1 Biomasse von Abfallentsorgungsunternehmen

Ein privater Entsorgungsbetrieb konnte im Rahmen des Masterplans befragt werden. Bei diesem Entsorgungsbetrieb fallen pro Jahr ca. 30.000 t Grünschnitt an (holzartiger und grasartiger) und ca. 48.000 t Bioabfall. Der gesamte Bioabfall und ein Drittel der Grünschnittmengen werden in einer eigenen Anlage kompostiert. Zwei Drittel der Grünschnittmengen werden weiterverkauft.

Zum Zeitpunkt der Datenabfrage wurden die Grünschnittmengen des Entsorgungsbetriebes der Stadt Mainz (9.383 m³) über dieses private Abfallentsorgungsunternehmen entsorgt (vgl. Kap. 5.2.3.2). Aus diesem Grund muss für die Darstellung der Biomassepotenziale die ermittelten Energiegehalte des Grünschnitts (holzartiger

³¹ Vgl.: Website, Wirtschaftsbetrieb Mainz.

Grünschnitt 4.691,5 t entspricht 9.383 MWh bzw. grasartiger Grünschnitt 4691,5 t entspricht 5.326 MWh) des Entsorgungsbetriebes Mainz subtrahiert werden.

Das gleiche gilt für die Darstellung der Energiepotenziale des Bioabfalls. Es werden von dem Entsorgungsbetrieb Mainz 10.718 t (entspricht ca. 7.910 MWh) über den privaten Abfallentsorger verbracht.

Bei der Berechnung der Energiegehalte des Bioabfalls wird eine Verwendung der Bioabfälle in einer Abfallvergärungsanlage unterstellt. Bei einem Trockensubstanz(TS)-Gehalt von 40 % und einem organischen TS-Gehalt von 50 % liegt die Gesamtmenge an organischer Substanz bei 7.407 t im Jahr. Bei einem durchschnittlichen Biogasertrag von 615 m³/t ergibt sich insgesamt ein Biogasertrag von 4,5 Mio. m³ im Jahr. Dies entspricht einem Heizwert von ca. 27.333 MWh bzw. einem Heizöläquivalent von ca. 2,7 Mio. Litern.

Für die Darstellung der Grünschnittpotenziale dieses Abfallentsorgungsunternehmens wird von 20.617 t ausgegangen. Dies bedeutet, dass (inklusive der gewerblichen Grünschnittmenge) in der Region jährlich ca. 34.361 m³ holzartiger Grünschnitt für eine thermische Verwertung bereitgestellt werden kann. Bei einem angenommenen Heizwert von 600 kWh/m³ holzartigem Grünschnitt, ergibt sich insgesamt ein Heizwert von über 20.617 MWh. Diese Berechnungsmethodik dient einer ersten Abschätzung der holzartigen Potenziale und kann daher als sehr konservativ angesehen werden. Das Potenzial der grasartigen Grünschnittfraktion (inklusive der gewerblichen Grünschnittmenge) von ebenfalls 34.361 m³ in der Region kann in einer Biogasanlage energetisch genutzt werden. Bei einem Biogasertrag von knapp 58 m³/m³ Grasschnitt (Frischmasse) resultiert hieraus ein gesamter Biogasertrag von 1.950.368 m³. Dies entspricht einem Heizwert von über 11.702 MWh bzw. einem Heizöläquivalent von über 1,1 Mio. Litern.

5.2.4.2 Sägenebenprodukte

In der Stadt Mainz konnte ein Betrieb in die Werkstattgespräche einbezogen werden, der in der Holzverarbeitung tätig ist. Die Reststoffe aus dem holzverarbeitenden Betrieb, werden in einer betriebseigenen Holzhackschnitzelanlage verfeuert. Diese Anlage hat eine Leistungsgröße von 850 kW. Wie aus dem Werkstattgespräch Unternehmen bekannt wurde, könnten in diese Anlage auch Holzhackschnitzel bzw. holzartiger Grünschnitt anderer Akteure eingebracht werden. Über die betriebseigenen

Potenziale existieren hierzu keine Auskünfte, eine Abschätzung ist aufgrund der nicht zur Verfügung stehenden Datengrundlage als schwierig anzusehen.

5.2.4.3 Betriebe mit Altfetten bzw. Speiseresten und Gartenabfälle

Bei der Betrachtung der organischen Reststoffe aus Altfetten, Speiseabfällen usw., muss zwischen zwei verschiedenen Stoffgruppen unterschieden werden. Einerseits fallen hochwertige Stoffe an, die für eine Weiterverarbeitung bereitgestellt werden können (z.B. Altfette für die Herstellung von Seife). Andererseits werden Reststoffe erzeugt, deren minderwertige Qualität nur noch eine Entsorgung zulässt (z.B. Speisereste).

Grundsätzlich sind die Potenziale aus Speiseresten, Altfetten usw. in der Region nur schwer zu ermitteln. Überregionale Strukturen bei der Entsorgung dieser Stoffe lassen keine genaue Identifizierung und Quantifizierung zu. Unternehmen besitzen in der Regel Geschäftsbeziehungen weit über die Stadt- und Landesgrenzen hinaus.

Durch die starke Nachfrage nach diesen hochwertigen Altfetten aus der Gastronomie und Lebensmittelindustrie können auch mit der Abgabe der Stoffe an die weiterverarbeitenden Firmen Einnahmen erzielt werden. Dadurch ist es sehr schwierig wirtschaftlich attraktive Projekte für eine energetische Verwertung bestehender Potenziale zu entwickeln oder umzusetzen.

Anders zeigt sich der Markt für Speisereste, die nicht weiter genutzt werden können und daher einer Entsorgung bedürfen. Hier stellt die energetische Verwertung bereits heute ein sinnvolles alternatives Verwertungsverfahren dar.

Die Befragung der Unternehmen hinsichtlich dieser Biomassekategorie lieferte nachfolgende Ergebnisse.

Die bei einem Unternehmen anfallenden Speisereste werden über den Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz erfasst. Der Fettabscheider wird über eine externe Firma entsorgt. Auf die Darstellung der Biomassepotenziale der Speisereste wird verzichtet, da diese Zahlen bereits in Kapitel 5.2.3.2 enthalten sind. Die Altfettmengen, ausschließlich aus diesem Unternehmen, sind für die Umstrukturierung der bestehenden Entsorgungsformen hin zu einem regionalen energetischen Verwertungskonzept nicht ausreichend. Dementsprechend erfolgt keine Darstellung dieser Potenziale. Dieses Unternehmen könnte jedoch, vorausgesetzt wird eine wirtschaftliche Darstellbarkeit, die Mengen zukünftig für eine energetische Nutzung bereitstellen.

Bei zwei weiteren Unternehmen fallen ebenfalls Kantinenabfälle und Fettreste an. Bei einem der beiden Unternehmen kommt noch hinzu, dass durch die Betriebsflächenpflege Grünschnittmaterial anfällt. Auch hier sind die alleinigen Mengen jedoch im Jahr sehr gering, so dass diese für eine Umstrukturierung der bestehenden Entsorgungsformen hin zu einem regionalen einzelbetrieblichen energetischen Verwertungskonzept nicht ausreichend sind. Gibt es jedoch Möglichkeiten dezentrale Energieversorgungsanlagen zu planen, müssten die Altfett- und Speiserestemengen wieder mit einbezogen werden. In einem dieser Unternehmen besteht bereits zum Eigenbedarf eine Anlage auf Basis von Erneuerbaren Energien.

Ein weiterer Aspekt, der hier Berücksichtigung finden muss, ist der derzeitige Entsorgungsweg der jeweiligen Unternehmen. Da die letztendliche Verwertung, der, von Fremdfirmen abgeholten organische Reststoffe nicht bekannt ist und ob diese im günstigsten Fall schon einer energetischen Nutzung unterzogen werden, müsste im einzelnen für die weiteren Schritte überprüft werden.

5.2.5 Zusammenfassung der Biomassepotenziale nach Stoffgruppen

Werden alle ermittelten Biomassepotenziale zusammengefasst, so ergeben sich die nachfolgenden technischen Biomassepotenziale.

Die ermittelten Biomassepotenziale in der Stadt Mainz könnten jährlich ein Heizöl-äquivalent von knapp 20,2 Millionen Litern pro Jahr ersetzen. In Bezug auf den Gesamt-Endenergieverbrauch in Mainz von 5.000 GWh im Jahr 2005 bedeutet dies, dass durch Biomasse im Stadtgebiet Mainz 4,0 % des Endenergiebedarfs abgedeckt werden könnten.

Der Bewertung der kurzfristigen Verfügbarkeit der Biomassepotenziale und damit den potenziellen kurzfristigen Handlungsmöglichkeiten liegen nachfolgende Betrachtungen zugrunde.

Tab. 9: Übersicht über Biomassepotenziale in der kreisfreien Stadt Mainz

Biomasse	Jahresmengen	Heizwert (MWh)	Heizöläquivalente Liter (l)
holzartige Biomasse			
Energiegräser	25,5 ha bzw. 458 t	1.857	185.677
Schnellwachsende Hölzer	25,5 ha bzw. 255 t	1.088	108.757
Getreidestroh	221,8 ha bzw. 1.315 t	6.336	633.600
Schnittmaterial Obstanlagen	535,0 ha bzw. 3.210 t	16.403	1.640.310
Rodematerial Obstflächen	26,8 ha bzw. 1.876 t	9.586	958.636
Rodematerial Rebflächen	6,1 ha bzw. 613 t	3.132	313.243
Waldholz	394 FM	1.108	110.800
Altholz	10.214 t	43.410	4.340.993
holzartiger Grünschnitt	54.500 m ³	32.700	3.270.000
Summe		115.620	11.562.016
ölhaltige Biomasse			
Rapsöl	41 ha bzw. 53.180 l	511	51.053
Summe		511	51.053
sonstige einjährige Pflanzen			
Rapskuchen	40,9 ha bzw. 102 t	337	33.749
Silage aus Sonnenblumen	25,5 ha bzw. 1.019 t	544	54.404
Silage aus Futterrüben	25,5 ha bzw. 2.547 t	1.375	137.538
Grassilage (Feldgrasanbau)	25,5 ha bzw. 713 t	736	73.598
Grassilage (Dauergrünland)	20,5 ha bzw. 492 t	508	50.811
Silage aus Mais und Hirsen	203,8 ha bzw. 9.781 t	11.854	1.185.398
Energiegetreide - GPS	152,8 ha bzw. 5.349 t	5.488	548.778
Sortier- und Ausputzgetreide	2221,0 ha bzw. 622 t	2.936	293.600
Summe		23.779	2.377.877
sonstige organische Biomasse			
Mähgut Obstflächen	535 ha bzw. 3.745 t	9.213	921.270
Bioabfall	48.000 t	35.424	3.542.400
grasartiger Grünschnitt	51.400 m ³	17.505	1.750.478
Summe		62.141	6.214.148
Gesamtpotenzial		202.051	20.205.093

Verfügbarkeit holzartiger Biomasse:

- Die Ausführungen in Kapitel 5.2.2 zeigen, dass mit einem umgesetzten Potenzial von 483 Efm bereits eine signifikante Menge an nutzbarem *Waldholz* mobilisiert wurde. Die Stadt Mainz hat ihre Holzpotenziale damit größtenteils erschöpft, lediglich beim NH-Holz existieren weiterhin mobilisierfähige Massen in den Beständen. Beim Brennholz mit ca. 129 Efm muss jedoch angenommen werden, dass ein Großteil dieser Massen an örtliche Brennholz-Selbstwerber abgegeben wird. Das NH-Holz mit ca. 128 Efm und das Indust-

rieholz mit ca. 137 Efm könnte für die energetische Nutzung eingesetzt werden. Hier ist allerdings zu beachten, dass die Mobilisierung von NH-Holz und der derzeitige Preis für Industrieholz eine nicht unerhebliche Rolle spielt. Zur nachhaltigen Sicherung der Versorgung der Stadt Mainz müsste über eine Mobilisierung von Energieholz aus dem Privatwald und aus der Landwirtschaft (z.B. Baumschnitt, Wurzelholz) nachgedacht werden.

- Wird der für Mainz angenommene Anbaumix berücksichtigt, stehen kurzfristig *holzartigen Biomassen aus der Landwirtschaft* (schnellwachsende Hölzer, Energiegräser und Getreidestroh) zur Verfügung stehen. Diese könnten mit einem Energiegehalt von insgesamt 9.280 MWh für Feuerungsanlagen kurzfristig zur Verfügung stehen.
- Das Potenzial an Holzhackschnitzeln aus *Grünschnitt des Grünamtes und Umweltamtes* könnte nach deren Aussage und nach entsprechender Aufbereitung, kurzfristig zur Verfügung gestellt werden.
- Nach Aussage der *Straßenmeisterei*, könnten die jährlichen Grünschnittmengen gesteigert und bei Darstellung der Wirtschaftlichkeit, diese auch aufgenommen und für energetische Zwecke eingesetzt werden.
- Der *Grünschnitt des Entsorgungsbetriebes* wird bis Ende des Jahres 2009 an eine Fremdfirma zur Verwertung abgegeben. Danach bestehen bzgl. der Verwertungswege Entscheidungsfreiheiten.
- Angesichts der derzeitigen landwirtschaftlichen Strukturen, wird davon ausgegangen, dass kurzfristig wenn die Möglichkeit der Mobilisierung gegeben ist, *holzartigen Biomasse aus der Landwirtschaft* (Holz aus dem Obstbaumschnitt, Rebschnitt bzw. Wurzelholz) zur Verfügung stehen.
- Das *Altholzpotezial* wird aufgrund bestehender Verwertungswege als nicht kurzfristig verfügbar bewertet.

Verfügbarkeit vergärbare Biomassepotenziale:

- Bei dem für Mainz angenommenen Anbaumix, stehen 18.936 MWh kurzfristig zur Verfügung (Rapskuchen, Grassilage, Silage aus Mais und Hirse sowie Energiegetreide-GPS).
- Der *Bioabfall* muss aufgrund bestehender vertraglicher Bindungen und festgelegter Verwertungswege als nicht kurzfristig verfügbar bewertet werden.

- Die ermittelten *Speisereste und -fette* in der Stadt Mainz werden derzeit bereits größtenteils durch Fremdfirmen entsorgt. Inwiefern diese Mengen kurzfristig zur Verfügung stehen, müsste im Einzelfall überprüft werden. Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass diese Mengen eventuell schon in Energieanlagen eingebracht werden.

Entsprechend dieser Bewertungen werden in der nachfolgenden Tabelle die kurzfristig verfügbaren Biomassepotenziale zusammengefasst.

Tab. 10: Zusammenfassung kurzfristig verfügbarer Biomassepotenziale

Biomasse	Jahresmengen		Heizwert (MWh)	Heizöläquivalente Liter (l)
holzartige Biomasse				
Energiegräser	25,5 ha bzw.	458 t	1.857	185.677
Schnellwachsende Hölzer	25,5 ha bzw.	255 t	1.088	108.757
Getreidestroh	221,8 ha bzw.	1.315 t	6.336	633.600
Schnittmaterial Obstanlagen	535,0 ha bzw.	3.210 t	16.403	1.640.310
Rodematerial Obstflächen	26,8 ha bzw.	1.876 t	9.586	958.636
Rodematerial Rebflächen	6,1 ha bzw.	613 t	3.132	313.243
Waldholz		394 FM	1.108	110.800
holzartiger Grünschnitt		54.500 m ³	32.700	3.270.000
Summe			72.210	7.221.023
ölhaltige Biomasse				
Rapsöl	41 ha bzw.	53.180 l	511	51.053
Summe			511	51.053
sonstige einjährige Pflanzen				
Rapskuchen	40,9 ha bzw.	102 t	337	33.749
Silage aus Sonnenblumen	25,5 ha bzw.	1.019 t	544	54.404
Silage aus Futterrüben	25,5 ha bzw.	2.547 t	1.375	137.538
Grassilage (Feldgrasanbau)	25,5 ha bzw.	713 t	736	73.598
Grassilage (Dauergrünland)	20,5 ha bzw.	492 t	508	50.811
Silage aus Mais und Hirsen	203,8 ha bzw.	9.781 t	11.854	1.185.398
Energiegetreide - GPS	152,8 ha bzw.	5.349 t	5.488	548.778
Sortier- und Ausputzgetreide	2221,0 ha bzw.	622 t	2.936	293.600
Summe			23.779	2.377.877
sonstige organische Biomasse				
Mähgut Obstflächen	535 ha bzw.	3745 t	9.213	921.270
grasartiger Grünschnitt		51.400 m ³	17.505	1.750.478
Summe			26.717	2.671.748
Gesamtpotenzial			123.217	12.321.701

Insgesamt entsprechen die kurzfristig verfügbaren Biomassen einem Heizöläquivalent von ca. 12,3 Millionen l/a. Dieses Potenzial beschreibt die kurzfristigen Handlungsmöglichkeiten der Stadt Mainz für die Aktivierung und energetische Nutzung von Biomasse.

In dieser Darstellung sind bereits umgesetzte Potenziale enthalten (vgl. Abb. 1: Darstellung der Potenzialkategorien). Dies sind ca. 129 Festmeter Brennholz mit einem Energiegehalt von 375 MWh sowie Mengen von Rapsöl und Rapskuchen, die im Detail nicht beziffert werden können.

Zudem ist aus der Rodung von Obst- und Rebflächen nach Aussagen von Akteuren das Oberholz bereits in der energetischen Nutzung. Dieses umfasst schätzungsweise 90% der Gesamtmenge und damit 1.688 t bei den Obstanlagen und 552 t bei den Rebflächen, was einem Energiegehalt von 8.628 MWh bzw. 2.819 MWh entspricht. Bei dem restlichen Material handelt es sich um Wurzelstöcke.

5.3 Ermittlung der Verbrauchs- und Bedarfsschwerpunkte (Wärmeinseln)

Der Bedarf im regionalen Stoffstrommanagement drückt die Nachfrage nach Stoffen und Energie innerhalb einer Region aus und ist somit Ansatzpunkt für eine weiterführende Betrachtung und Lenkung von Stoffströmen im Sinne eines Stoffstrommanagements. Bedarf kann z.B. die Nachfrage nach Wärmeenergie sein und äußert sich in einem messbaren Verbrauch (z.B. kWh/a) der untersuchten Stoffe bzw. Energieformen innerhalb der Region.

Die *Bedarfsanalyse* ermittelt die Akteure, die für das ermittelte Potenzial einen konkreten Bedarf besitzen. Als Bedarf wird hier die Nachfrage nach thermischer und/oder elektrischer Energie verstanden, die aus den definierten Biomassepotenzialen gewonnen werden kann.³²

Im Rahmen des Biomasse-Masterplans wurden daher ausschließlich die Verbrauchs- und Bedarfsschwerpunkte der Teilnehmer des Werkstattgespräches nach Ihren Energiebedarfen und der zukünftigen Energieversorgung befragt.

Hierzu hat das IfaS einen Fragebogen zur Erhebung der Bedarfe erstellt und an die Unternehmen weitergeleitet (vgl. dazu Kapitel 5.1.4). Es konnte bei einigen Unternehmen aufgrund des Einsatzes von energieintensiven Geräten und Maschinen bzw. durch eine energieintensive Produktion ein hoher potenzieller Bedarf abgeleitet werden. Drei der befragten Unternehmen besitzen eine eigene Heizzentrale, eine davon wird bereits mit Holzhackschnitzel befeuert bzw. diese sind im Besitz von Biomasse für den Einsatz in erneuerbare Energieanlagen. Einige Unternehmen sind an das

³² Vgl.: Becker 2003; S.73.

Fernwärmenetz angeschlossen. Des Weiteren sind in den Unternehmen diverse Projekte in Eigenregie zur Reduzierung der Energieverbräuche und Optimierung vorhanden bzw. sind in der Einführungsphase eines Energiemanagementsystems. Prinzipielles Interesse an einer alternativen Energieversorgung, jedoch keine akuten Bedarfe aufgrund bestehender und noch einsatzfähiger heiztechnischer Anlagen bzw. dem Anschluss an das Fernwärmenetz, kann hier zunächst zusammenfassend festgehalten werden.

5.4 Projektideen

In diesem Abschnitt werden nachfolgend die Projektideen, die sich aus den drei Werkstattgesprächen ergeben haben, stichwortartig gelistet. Eine Bewertung der Projektideen erfolgt im Anschluss an die Auflistung. Die weiterführende Strategie für die Nutzung der Biomassepotenziale in der Stadt Mainz erfolgt in Kapitel 6.

5.4.1 Bereich Landwirtschaft

- Dezentrale Lösungen von Energieanlagen auf Basis von landwirtschaftlichen Reststoffen im Leistungsbereich bis 500 kW.
- Überprüfung des Einsatzes von Schnittholz aus der Obstbaumpflege, Wurzelholz in bestehende oder bereits in Planung befindliche Holzhackschnitzelanlagen. Für die Mobilisierung von Potenzialen sollte die Durchführung eines Workshops, bei dem Erzeuger, Techniker und potenzielle Abnehmer zusammenkommen, in Erwägung gezogen werden. Bei der Projektierung von Biomasseanlagen mit Schnittgut oder Rodematerial sind grundsätzlich starke Unterschiede zwischen den angebauten Sorten und den Anbausystemen zu beachten. Zur Verifizierung von Potenzialen sind hier detailliertere Datenerhebung anhand konkreter Flächen unumgänglich.
- Einsatz von Ausputzgetreide als Brennstoff in Energieanlagen zur thermischen Nutzung. Für konkrete Planungen zur energetischen Verwertung von Ausputzgetreide ist die Frage von entscheidender Bedeutung, welche Anteile am Gesamtaufkommen überhaupt in Mainz gereinigt werden bzw. ob womöglich zusätzliche Mengen „importiert“ werden.
- Untersuchung des Anbaus von Miscanthus, Switchgrass und Kurzumtriebsplantagen auf Ausgleichsflächen für die energetische Nutzung.

5.4.2 Bereich Unternehmen

- Für die bestehende Holzhackschnitzelanlage eines Unternehmens besteht Zufeuerungsbedarf. Es sollte über den Einsatz von holzartigem Grünschnitt bspw. aus dem Obstbaumschnitt nachgedacht werden.
- Prüfung der energetischen Nutzung von Rapsrückständen.
- Interesse eines Unternehmens, die dort anfallenden organischen Reststoffe für die energetische Nutzung einzusetzen. Z.B. Aufbereitung von Betriebsabwasser zur Biogaserzeugung und die Rückeinspeisung in die Verbrennungsanlage.
- Interesse eines privaten Abfallentsorgers an dem Betrieb einer Anlage zur energetischen Nutzung (ggf. mittels trockener Vergärung).

5.4.3 Bereich öffentliche Hand

- Einsatz von holzigem Grünschnitt in bestehende oder sich in Planung befindlicher Holzhackschnitzelanlage.
- Mobilisierung von grasartigem Grünschnitt der Straßenmeistereien zur weiteren Verarbeitung in Energieanlage.

Grundsätzlich sind die aufgelisteten Projektideen positiv zu bewerten werden. Diese sollten in weiteren Schritten intensiv betrachtet werden. Hierfür müssten jedoch zunächst weitere vertiefende Akteursgespräche stattfinden und im Anschluss daran mit der Bearbeitung von Machbarkeitsstudien mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen begonnen werden.

Um die ermittelten Biomassepotenziale in dafür vorgesehenen Energieanlagen nutzen zu können und diese an den Endverbraucher zu verkaufen, ist eine verlässliche Planung der Bereitstellung der Energieträger notwendig. Dabei ist die Bereitstellung niederkalorischer Biomasse (wie z.B. Gülle) von der Versorgung mit höherkalorischen Energieträgern (Holz) zu unterscheiden. Gülle kann nur über kurze Distanzen transportiert werden, während für Holz weitere Transportwege möglich sind.

Aus diesem Grund müssen logistische bzw. verkehrstechnische Konzepte mit in die Planungen aufgenommen werden. Ausgeprägte Biomassezentren, in dem die Akteure ihre Biomassen konfektionieren und für einen Nutzer marktgerecht aufbereiten können, existieren derzeit in der Stadt Mainz noch nicht. Örtliche Akteure/Logistiker sind in diese Planungen mit einzubeziehen, um das lokal vorhandene Know-how

bzw. den Fuhrpark zu nutzen (bspw. für die Aufbereitung des Grünschnitts zu Holz-hackschnitzeln). Für einen wirtschaftlichen Betrieb muss bei dem Einsatz von Bio-masse in Energieanlagen die Abnahme der produzierten Wärme mit der Schaffung von Wärmesenken gewährleistet sein. Bestehende Anlagen und sich in Planung be-findliche Anlagen müssen zwingend in die Überlegung mit eingebunden werden. Für einige Unternehmen könnte für die weiteren nächsten Projektschritte ein Einzelbe-triebliches Stoffstrommanagement interessant sein.

6 Strategie und Empfehlungen

Um möglichst kurzfristig erste umgesetzte Erfolge hinsichtlich der Aktivierung von Biomasse und deren energetischen Nutzung in der Stadt Mainz zu verzeichnen, sollten die gelisteten Projektideen detaillierter betrachtet werden und Projektskizzen³³ angefertigt werden.

Zur Weiterentwicklung sowie praktischen Umsetzung möglicher Ansätze zur energetischen Nutzung von holzartigem Grünschnitt in der geplanten Holzhackschnitzelanlage der Stadtgärtnerei können weitere noch ungenutzte Grünschnittpotenziale in der Stadt Mainz (z.B. Grünschnitt der Straßenmeisterei und/oder Baumschnitt oder Rebschnitt aus der Landwirtschaft) in die Planung mit einbezogen werden. Daraus könnte auch ein Logistikkonzept abgeleitet werden, welches ermöglicht, die genannten noch nicht mobilisierten Grünschnittpotenziale an die geplante HHS-Anlage anzuliefern.

Im Werkstattgespräch „Landwirtschaft“ wurde von verschiedenen Landwirten auf Reststoffpotenziale aus dem Obstbau in Form von Schnittmaterial hingewiesen. Dabei stellt sich sowohl die Erhebung von Potenzialen, als auch die Darstellung der Nutzungsmöglichkeiten als sehr komplex dar. Um einen vertieften Einblick in den Anfall von Schnittgut aus dem Obstbau, seine saisonale Verteilung, die Qualität des Schnittgutes und die Möglichkeiten zur Verwertung zu erhalten, empfiehlt es sich, einen Workshop zu diesem Thema für die Landwirte anzubieten, so dass wissenschaftliche Erkenntnisse mit ggf. bereits vor Ort vorhandenen Erfahrungen und den geäußerten Interessen zu praktischen Projekten verknüpft werden können.

Durch die Vertiefung und Realisierung der in Kapitel 5.4 genannten Projektideen sollen Erfahrungen mit der Aktivierung und energetischen Nutzung von Biomasse in der Stadt Mainz gewonnen und lokales „Know-How“ aufgebaut werden. Diese Projektideen stellen somit wichtige Meilensteine in der Strategie zur verstärkten Biomasse-

³³ Die Projektskizzen umfassen jeweils eine Kurzbeschreibung der Projektidee, eine argumentative Plausibilitätsprüfung hinsichtlich der Umsetzbarkeit des Projekts sowie Angaben zu möglichen Techniken, Akteuren, Größenangaben (z.B. geschätzte Leistungs- und Verbrauchsdaten). Eine erste Abschätzung des Investitionsvolumens wird vorgenommen. Die Projektskizzen bilden die Grundlage für weiterführende Planungen (Machbarkeitsstudien, die Beantragung von Fördermitteln etc). Sie dient der Einschätzung der Machbarkeit von Projekten.

nutzung dar. Aufbauend auf diesen Erfahrungen kann eine bessere Planungsgrundlage für weitere Initiativen und Maßnahmen geschaffen werden.

In diesem Zusammenhang sollten ebenfalls die engen räumlichen und strukturellen Bezüge der Stadt Mainz mit dem angrenzenden Umland (v. a. mit dem Landkreis Mainz-Bingen) berücksichtigt werden. Synergieeffekte, die schon heute zwischen diesen beiden Räumen bestehen, sollten auch hinsichtlich der Biomassethematik genutzt werden. Folglich sollten die Planungen für die Stadt Mainz auch die dort bestehenden Potenziale berücksichtigen, um so die Chancen zur Realisierung von Biomasseprojekten zu steigern. Dies gilt insbesondere für Gebietsteile im sich überschneidenden Wirkungsraum.

Auf der Potenzialseite bietet es sich an, auf der Grundlage des Biomasse-Masterplanes eine vertiefende Fortschreibung anzustreben, um auf einer entsprechenden Zeitschiene die mittel- bis langfristige Verfügbarkeit von Biomasse projektbezogen sicherzustellen. In vielen Bereichen fehlen derzeit noch die kommunikativen und logistischen Voraussetzungen für eine nachhaltige Aktivierung *schlummernder* Potenziale. Insbesondere soll hierbei an Potenziale aus der Landschaftspflege inklusive Naturschutzflächen, Streuobstwiesen, Privatgärten, Straßen- und Schienenbegleitgrün aber vor allem auch aus den Gewerbebetrieben gedacht werden. Eine enge Verzahnung mit dem bestehenden respektive zukünftig zu erwartenden Bedarf in der Stadt, ließe somit eine gewisse Planungssicherheit der beteiligten Akteure zu.

Die Umsetzung von Bioenergieprojekten bzw. die Weiterentwicklung der dargestellten Projektideen, fördert nicht nur eine umweltgerechte Energieversorgung, sondern ermöglicht neben einem wirtschaftlichen Mehrwert auch eine soziale Komponente. Durch die Nutzung der Biomasse in der Stadt Mainz können vorhandene Arbeitsplätze gesichert und neue geschaffen werden. Die Identifikation mit der eigenen „Energie-region“ wird ebenfalls gesteigert. Aus diesen Gründen sollte die Stadt Mainz sich dafür entscheiden, bei anstehenden Energieprojekten immer auch die Bioenergievariante zu prüfen.

7 Quellenverzeichnis

7.1 Literatur

Bäumer, K. (1992): Allgemeiner Pflanzenbau. Ulmer, Stuttgart.

BMU (2006): Umweltpolitik – Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Bonn 2007

Brickwedde, C. (1999): Stoffstrommanagement - Herausforderung für eine nachhaltige Entwicklung; Osnabrück.

Enquete-Kommission (Hrsg, 1994): Schutz des Menschen und der Umwelt, Die Industriegesellschaft gestalten: Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Bonn.

Heck, P. (2003): Grundlagen des Stoffstrommanagements; in: Heck, Peter; Bemann, Ulrich (Hrsg.); Praxishandbuch Stoffstrommanagement 2002 - 2003; Köln.

ifaS (2004): Studie zur Weiterentwicklung der energetischen Verwertung von Biomasse in Rheinland-Pfalz, Mai 2001 - April 2004: Abschlussbericht; Birkenfeld.

Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (2006): Zwischenbericht: Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung – Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, Leipzig.

Kaltschmitt, M. & Hartmann, H. (Hrsg., 2001): Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. Berlin, Heidelberg.

Knappe, F., et al., Institut für Energie- und Umweltforschung - Ifeu (2007): Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel der Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. Umweltbundesamt, Dessau.

7.2 Webseiten

Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz, Serviceleistungen, Bioabfall und Grünabfall, http://www.eb-mainz.de/eb_mainz/serviceleistungen/abfall-richtig-entsorgen/bioabfall-und-gruenabfall.php, Stand: 18. Januar 2007

INFO Networking GmbH, Touristik/Stadt, Mainzer Ortsteile, <http://www.info-mainz.de/land/images/Karte-Mainz.gif>, Stand: 19.12.2007

Stadt Mainz online, Stadtplan, Anfahrtsplan,

http://www.mainz.de/C1256D6E003D3E93/webimages/anfahrt_gr.jpg, Stand:
8. Januar 2008

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Meine Heimat, Mein Dorf, meine Stadt,

<http://www.infothek.statistik.rlp.de/lis/MeineRegion/index.asp>, Stand:
15.01.2008

Wirtschaftsbetrieb Mainz, Entwässerung, Zum Webauftritt des Betriebszweiges

Entwässerung, <http://www.mainz.de/entwaesserung/zentral.htm>, Stand
4.12.2007

7.3 Einrichtungen/Institutionen

Zentralstelle der Forstverwaltung (Z d F), Postfach 100262, Friedrich-Ebert-Straße

14, 67402 Neustadt a. d. Weinstraße, Telefon: 06321 / 99-2369 oder 99-0,
Fax: 06321 / 99-2904, E-Mail: ZdF.Neustadt@wald-rlp.de

Forstamt Rheinhessen, Büroleiter/in Wolfgang Fischer, Friedrichstr.26, 55232 Al-

zey, Telefon: 06731 996740, Fax: 06731 9967420,
E-Mail: forstamt.rheinhessen@wald-rlp.de

8 Anhang

8.1 Liste der einbezogenen Akteure

Landwirtschaft

Institution	Ort
Bauern- und Winzerverband Rheinland-Pfalz Süd e.V.	Mainz
Landwirtschaftskammer RLP	Bad Kreuznach
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück	Bad Kreuznach
Ortsverwaltung Finthen	Mainz
Arbeitsgemeinschaft der Bauernvereine der Stadt Mainz	Mainz-Hechtsheim
Arbeitsgemeinschaft der Bauernvereine der Stadt Mainz	Mainz-Laubenheim
Arbeitsgemeinschaft der Bauernvereine der Stadt Mainz	Mainz-Ebersheim
Bauernverein Bretzenheim	Mainz-Bretzenheim
Bauernverein Dreis	Mainz-Drais
Bauernverein Ebersheim	Mainz-Ebersheim
Bauernverein Finthen	Mainz-Finthen
Bauernverein Gonsenheim	Mainz-Gonsenheim
Bauernverein Hechtsheim	Mainz-Hechtsheim
Bauernverein Laubenheim	Mainz-Laubenheim
Bauernverein Marienborn	Mainz-Marienborn
Bauernverein Mombach	Mainz-Mombach
Bauernverein Weisenau	Mainz-Weisenau
Maschinen- u. Betriebshilfsring Rheinhessen-Nahe e. V.	Alzey

Öffentliche Hand

Institution	Ort
Stadtwerke Mainz AG	Mainz
Entsorgungsbetrieb Mainz	Mainz
Fa. Altvater, Humuswerk Essenheim	Essenheim
Studierendenwerk Mainz	Mainz
Wirtschaftsbetrieb der Stadt Mainz	Mainz
Entsorgungsgesellschaft Mainz mbH	Mainz
Straßenmeisterei Mainz	Mainz
Grundstücksverwaltungsgesellschaft (GVG)	Mainz
Wohnbau Mainz	Mainz
Stadt Mainz, Umweltamt-Untere Naturschutzbehörde	Mainz
Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung (LBB)	Mainz
Stadt Mainz, Grünflächenamt	Mainz

Unternehmen

Institution	Ort
Deutsche Cargill GmbH	Mainz
Mainzer Aufbaugesellschaft mbH	Mainz
Werners Backstube	Mainz - Hechtsheim
Brezelbäckerei Ditsch GmbH	Mainz
Bahr Baumarkt	Mainz
Valentin Gas u.Oel GmbH & Co. KG	Mainz
Werner & Mertz GmbH	Mainz
Mainzer Alten-und Wohneheime gGmbH	Mainz
Spedition G.L. Kayser GmbH & Co. KG	Mainz
Verlagsgruppe Rhein-Main GmbH & Co. KG	Mainz
Wirtschaftsförderung Mainz, Dezernat IV	Mainz
JuWi Windenergie GmbH & Co.	Mainz
Büro für Erneuerbare Energien	Mainz
SWR-Kantine	Mainz
Adm Soya Mainz GmbH	Mainz
Nestle Deutschland AG Werk Mainz	Mainz
WEPA Mainz GmbH	Mainz
Karlheinz Weisrock & Töchter GmbH	Mainz
Privatrösterei Geiling	Mainz
Holzfachzentrum Hamm	Mainz
Barbara Holzfachhandels GmbH & Co. KG	Mainz-Gonsenheim
Blumengroßmarkt Mombach	Mainz-Mombach
EDNA Tiefkühlkost GmbH	Mainz
Industrie- u. Handelskammer für Rheinhessen	Bingen
Schott AG	Mainz