Mecklenburg Vorpommern

Landesforschungsanstalt
für Landwirtschaft und Fischerei

Abschlussbericht

Wirtschaftliche Potenziale landwirtschaftlicher Festbrennstoffe



Forschungs-Nr.: **3/15**

Laufzeit: **01/2009 - 12/2018**

Themenbearbeiter: **Dr. M. Dietze**

Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft
Sachgebiet Agrarökonomie

Beteiligte Einrichtungen: **LWB Schwasdorf e.G.**
Landgesellschaft MV mbH

21.12.2018

GLIEDERUNG Seite

1 Zusammenfassung 1

2 Stroh als Festbrennstoff 3

2.1 Wirtschaftlichkeit einer dezentralen Strohheizung in Mecklenburg-Vorpommern 3

2.1.1 Zusammenfassende Diskussion 3

2.1.2 Weitere Problemstellungen und Arbeitsbereiche 4

2.2 Wirtschaftlichkeit von Strohpellets 4

2.3 Einschätzung der erforderlichen Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz von Getreidestroh in einem Steinkohlekraftwerk - am Beispiel Rostock 5

2.4 Wirtschaftlichkeit verschiedener Wertschöpfungsketten von halmgutbasierten Heizwerken mit Nahwärmenetzen 6

3 Paludikultur 7

3.1 Rohstofferzeugung und ortsnahe Fertigung eines innovativen, dämmenden Baustoffs aus Rohrkolben 7

3.2 Paludikultur in die Praxis bringen: Integration – Management – Anbau 9

4 Kurzumtriebsplantage für Holzhackschnitzel 11

4.1 Ex post-Bewertung 11

4.2 Ex ante-Bewertung 11

5 Überleitung 13

Tabellenverzeichnis **Seite**

Tabelle 1: Durchschnittlicher jährlicher Überschuss Investitionszeitpunkt 1993 11

Tabelle 2: Durchschnittlicher jährlicher Überschuss Investitionszeitpunkt 2015 12

Abbildungsverzeichnis **Seite**

Abbildung 1: Arbeitsschwerpunkte „Wirtschaftliche Potenziale landwirtschaftlicher Festbrennstoffe“ 1

Abbildung 2: Aus „Informationen über LULUCF-Aktionen“; UBA & Thünen, 2015 2

Abbildung 3: Kosten in Abhängigkeit von der Volllaststundenzahl 4

Abbildung 4: Gleichgewichtswert verschiedener Brennstoffe in Abhängigkeit vom Heizölpreis und Leistungsklasse des Kessels 5

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
HHS	Holzhackschnitzel
HÖÄ	Heizöl-Äquivalent
KUP	Kurzumtriebsplantage
KW	Kraftwerk
LFA MV	Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV
MV	Mecklenburg-Vorpommern
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

Danksagung

Die Mitarbeiter des Institutes für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei in Mecklenburg-Vorpommern danken den beteiligten Betrieben und Institutionen für die Bereitstellung der Daten und für ihre konstruktive Mitarbeit, ohne die die vorliegende Auswertung nicht möglich gewesen wäre.

1 Zusammenfassung

Das Forschungsthema „Wirtschaftliche Potenziale landwirtschaftlicher Festbrennstoffe“ im Komplex „Nachwachsende Rohstoffe“ wurde ab 2009 bearbeitet und findet in 2018 seinen Abschluss.

Der Anstoß zu diesem Thema wurde durch einen Referenzbetrieb der LFA MV gegeben, der eine Strohheizung betreibt. Die Ergebnisse aus dieser Untersuchung haben überregionale Beachtung gefunden und werden bis heute in verschiedenen Zusammenhängen nachgefragt.

Eingang gefunden haben die Daten auch in ein durch die FNR gefördertes Projekt der Universität Hohenheim. In dem Abschlussbericht „Optimierung der Biomassenutzung nach Effizienz in Bereitstellung und Verwendungszweck unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen und Welternährungssicherung“ bestätigen ZEDDIES und BAHRS (2014) die hohe Rentabilität von Strohheizungen in Veredlungsbetrieben, grenzen das Potenzial aufgrund der überschaubaren Zahl dieser Betriebstypen jedoch ein.

	landwirtschaftliche Festbrennstoffe 3-15 Strohheizung		
	landwirtschaftliche Wärmeerzeugung	**Nutzung Strohpotenziale**	**Projektvorbereitung**
2009	*Kalkulationsmappe Excel*		
2010	*Zw-Bericht Strohheizung*		
2011		*Strohheizung Gülzow Kalkulation*	
2012		*Zw-Bericht Strohpellets*	
2013	*Energiepreisprojektonen*	*Strohvermahlung; ORC-Technik*	
2014			*Baustoffe aus Rohrkolben*
2015		*Kalkulation Flächeneinrichtung*	*Strohsenke Steinkohlekraftwerk*
2016	*Zw-Bericht KUP*		*Halmgut basierte Heizwerke 3-23*
2017		*Projektstart 3-23*	
2018		*Zw-Bericht 3-23*	*Paludikultur in die Praxis bringen*
2019		*AB-Bericht 3-23*	

3-23: Wirtschaftlichkeit verschiedener Wertschöpfungsketten von halmgutbasierten Heizwerken mit Nahwärmenetzen

Abbildung 1: Arbeitsschwerpunkte „Wirtschaftliche Potenziale landwirtschaftlicher Festbrennstoffe“

Aus dieser Aussage wurde die Idee für ein weiteres FNR-Projekt mit dem Titel „Studie zur Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von halmgutbasierten Heizwerken“ entwickelt, das z. Z. an der LFA MV bearbeitet wird (Fo-Nr. 3-23). In einer wissenschaftlichen Betrachtung werden verschiedene praxisrelevante Konzepte von Heizungsanlagen bzw. Heizkraftanlagen hinsichtlich Ökonomie und Nachhaltigkeit bewertet, um daraus Hinweise für Optimierungsmöglichkeiten der gesamten Wertschöpfungskette sowie objektive Kriterien als Entscheidungshilfen für geplante Investitionen ableiten zu können. Verkürzt gesagt geht es um die Fragestellung, wie Strohheizungsanlagen außerhalb landwirtschaftlicher Veredlungsbetriebe wirtschaftlich betrieben werden können, um das bestehende Strohpotenzial hinsichtlich einer nachhaltigen Energieproduktion im „Energiemix der Zukunft“ einbinden zu können. Ein Zwischenbericht wurde 2018 erarbeitet.

Im Rahmen des Forschungsthemas wurde als Extremvariante auch die Fragestellung aufgeworfen, ob das Steinkohlekraftwerk im Seehafen Rostock um eine Annexanlage auf Strohbasis erweitert werden sollte. Neben betriebswirtschaftlichen Fragestellungen sollte hier die technische und logistische Machbarkeit mit verschiedenen Projektpartnern untersucht werden. Eine Förderung wurde vom Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung MV abgelehnt und diese Fragestellung nicht weiter mehr verfolgt.

Die Strohpelletierung wurde als ein weiterer Verwertungspfad untersucht. Auch hier ging es um die Fragestellung der Potenzialausnutzung. In diesem Fall allerdings ausgehend vom Einsatz in Anlagen des unteren Leistungsbereichs und im Vergleich zu Holzpellets und Holzhackschnitzeln.

Für das Forschungsthema „Feste nachwachsende Energieträger – Ertragsbildung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb unter den natürlichen Anbaubedingungen Mecklenburg-Vorpommerns“ (3.01) wurde innerhalb des Forschungsthemas 3.15 eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zugearbeitet.

Im großen Kontext halmgutartige Festbrennstoffe wurde die Paludikultur als zweiter Komplex innerhalb des Forschungsthemas bearbeitet. Angestoßen wurde das Thema durch das Fraunhofer Institut für Bauphysik und die Universität Greifswald. Auf der Grundlage eines beim Bundeswettbewerb „Land der Ideen“ ausgezeichneten Naturbaustoffes aus Rohrkolben wurde ein Projektantrag erarbeitet. Zielstellung war, ein Modellprojekt auf betrieblicher Ebene von der großflächigen Etablierung über den Anbau und regelmäßigen Ernte der Biomasse bis hin zu ortsnaher Verarbeitung des Rohstoffes zu einem Baustoff zu realisieren. Trotz sehr positiver Resonanz durch den Projektträger Jülich ist eine Projektförderung 2013/14 letztendlich an der Frage gescheitert, ob der Rohrkolben als landwirtschaftliche Nutzpflanze anerkannt und die betrachteten Flächen damit weiterhin als förderfähig eingestuft werden können. Das Risiko für den beteiligten Landwirt war zu hoch.

Die fortlaufende gesellschaftliche/politische Diskussion rund um die Themen „Klimaschutz“ und „Anteil der Landwirtschaft an den THG-Emissionen“ haben das Interesse an der Paludikultur als innovatives landwirtschaftliches Verfahren befördert.

Einordnung/Bewertung: Angesichts der hohen Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung von Moorböden von über 40 Mio. t. $CO_{2\text{-Äq.}}$ im Jahr weist der Moorbodenschutz sehr hohe Klimaschutzpotenziale auf. Die Änderung des Wasserregimes und der Flächennutzung auf Moorböden wird bisher nur auf vergleichsweise begrenzten Flächenumfängen vorgenommen. Bis zum Jahr 2020 werden in vielen Ländern vor allem Pilotprojekte durchgeführt, um Konzepte zum Moorbodenschutz zu erproben. Deshalb kann derzeit keine gesicherte Prognose zum Klimaschutzbeitrag der Moorbodenschutzaktivitäten der Länder bis zum Jahr 2020 abgegeben werden. Wichtig ist aber der länderübergreifende Austausch über Erfahrungen im Moorbodenschutz und die Etablierung eines Monitoringnetzwerks, um die Klimaschutzwirkungen des Moorbodenschutzes künftig zu dokumentieren.

Abbildung 2: Aus „Informationen über LULUCF-Aktionen“; UBA & Thünen, 2015

Ein zweiter Projektantrag zur Paludikultur unter Beteiligung der LFA MV wurde von der Universität Greifswald 2018 bei der FNR unter dem Titel „Paludikultur in die Praxis bringen: Integration – Management – Anbau“ eingereicht.

2 Stroh als Festbrennstoff

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den Forschungsberichten zu dem Themenkomplex Stroh als Festbrennstoff zusammengefasst und das laufende DRM Forschungsprojekt vorgestellt.

2.1 Wirtschaftlichkeit einer dezentralen Strohheizung in Mecklenburg-Vorpommern

2.1.1 Zusammenfassende Diskussion

Seit Anfang 2005 lag der Preis für Heizöl nicht mehr unterhalb der 45 Cent Marke. Auf Grund des hohen Investitionsbedarfs für eine Strohheizung im Vergleich zu Heizungen, die auf fossilen Brennstoffen basieren, steht die Wirtschaftlichkeit in enger Abhängigkeit zum Auslastungsgrad und der Nutzungsdauer der Anlage.

Die Ergebnisse machen deutlich, wie wichtig die Verfügbarkeit von Lagerkapazitäten für die Rentabilität einer solchen Investition ist. Diese Informationen sind bei der Planung einer Strohheizung betriebsindividuell zu berücksichtigen. Die Kosten der Bereitstellung des Brennstoffes sind im Rechenbeispiel (12 Cent/l Heizöläquivalent) verglichen mit dem Heizölpreis relativ gering, müssen aber auch in Abhängigkeit von der Auslastung der Spezialtechnik gesehen werden.

Der Nährstoffentzug durch das Stroh stellt einen nicht unwesentlichen Kostenfaktor dar. Preissteigerungen bei den Pflanzennährstoffen sind in der Regel eine Reaktion auf höhere Rohölpreise und stellen insofern keine grundsätzliche Gefährdung der Konkurrenzfähigkeit und der Rentabilität der Anlage dar.

Die thermische Nutzung eines Teils des anfallenden Getreidestrohes hat in dem untersuchten Betrieb eine nachhaltige Humusbilanz in der Ackerfruchtfolge nicht in Frage gestellt. Die Strohmengen der nicht beräumten Wintergetreide- und Rapsflächen reichten aus, die Humusbilanz auszugleichen. Wird mehr Stroh entnommen als aus Sicht einer ausgeglichenen Humusbilanz verantwortlich wäre, sind die Kosten für die Kompensation (Umstellung der Fruchtfolge, Zukauf von Kompost) in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen einzubeziehen. Grundsätzlich sollte im Interesse einer nachhaltigen Landbewirtschaftung ausgeglichene Bilanzen und möglichst geschlossene Stoffkreisläufe angestrebt werden. Der rückläufige Strohbedarf in der Tierhaltung bietet in den meisten Fällen und Anlagengrößen noch ausreichend Strohbergungsflächen in akzeptabler Transportentfernung.

Positiv ist die recht einfache Handhabung der Anlage, der vergleichsweise geringe Investitionsbedarf gegenüber Biogasanlagen besonders bei vorhandenen Strohlagermöglichkeiten und die flexible, bedarfsgerechte Bereitstellung von Wärme entsprechend dem witterungs- und jahreszeitlichen Bedarfsverläufen zu nennen.

Obwohl in der Investitionsrechnung der Strohheizung mögliche Investitionsförderung oder staatliche Beihilfen nicht berücksichtigt wurden, konnte dennoch bei der ermittelten betrieblichen Anlagenauslastung eine sehr wettbewerbsfähige Wärmeproduktion nachgewiesen werden.

Die ungenutzten Strohpotenziale in ländlich geprägten Regionen, die flexible Wärmelieferung nach Bedarf, die relativ geringen Investitions- und Betriebskosten sowie die einfache Handhabung bei geringem Arbeitszeitaufwand machen die thermische Nutzung von Stroh auch für nicht landwirtschaftliche Anlagenbetreiber interessant.

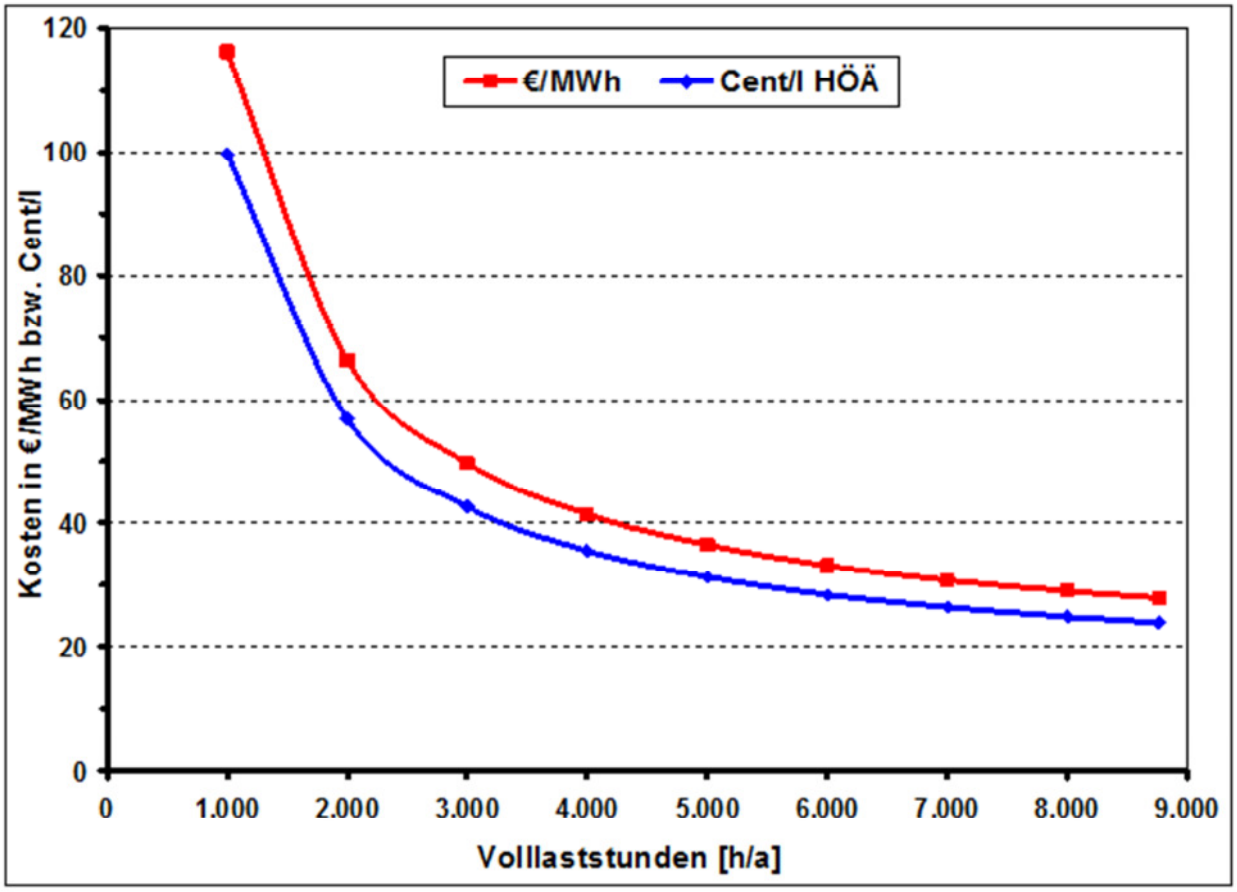


Abbildung 3: Kosten in Abhängigkeit von der Volllaststundenzahl

2.1.2 Weitere Problemstellungen und Arbeitsbereiche

Die dargestellte Wirtschaftlichkeit einer Strohheizung ist aber nicht ohne weiteres auf gewerbliche oder kommunale Betreiber übertragbar. In einer solchen Konstellation können landwirtschaftliche Unternehmen die Funktion des Rohstofflieferanten auf vertraglicher Basis übernehmen. Die in dieser Untersuchung vorgenommene Kostenrechnung für die Halmgutproduktion stellt in solchen Fällen die untere Preisgrenze dar. Bei einer Rohstofflieferung durch den Landwirt fallen weitere Kosten für die Lagerung und den Transport an. Die zusätzliche Gewinnspanne ist dann Verhandlungssache zwischen den Akteuren. Für den kommunalen bzw. gewerblichen Betreiber muss bei der Investitionsplanung klar sein, wie viel er maximal für den Brennstoff bezahlen kann.

Zukünftig sollen neben Stroh auch weitere Rohstoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion geprüft werden. Vom besonderen Interesse ist in diesem Zusammenhang die Nutzung von Grünlandbiomasse und Paludikulturen.

Des Weiteren erscheint von Interesse, die Möglichkeiten von Pelletierung und Brikettierung landwirtschaftlicher Produkte für die thermische Nutzung ökonomisch zu untersuchen. Koppelprodukte wie Getreidestroh könnten damit neue Einkommensmöglichkeiten für die Landwirtschaft erschließen und gleichzeitig einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

2.2 Wirtschaftlichkeit von Strohpellets

Getreidestroh als halmgutartige Biomasse hat ein sehr großes Potenzial, das bislang allerdings nicht annähernd genutzt wird. In landwirtschaftlichen Unternehmen mit großem Wärmebedarf, beispielsweise in der Ferkel- oder Geflügelproduktion, konnte der wirtschaftliche Betrieb einer

Strohheizung belegt werden. Um den Rohstoff Stroh jedoch im größeren Umfang zu nutzen, müsste eine Wirtschaftlichkeit auch für die unteren Leistungsbereiche nachgewiesen werden. In diesem Bereich muss das Stroh jedoch pelletiert werden, um Transport und Lagerung zu vereinfachen und den Brennstoff für eine automatisierte Beschickung fließfähig zu machen. Strohpellets erreichen nicht die Qualitäten, die bei Holzpellets vorausgesetzt werden. Darüber hinaus hat Stroh aufgrund hoher Mineralstoffgehalte ungünstige verbrennungstechnische und emissionsrelevante Eigenschaften. Dies steht einer umfangreicheren Nutzung des landwirtschaftlichen Reststoffes im Wege und erklärt, dass Empfehlungen zur Nutzung holzartiger Biomasse tendieren. Allerdings wird für Holz mittelfristig eine deutliche Nachfragesteigerung bis hin zu einer Versorgungslücke prognostiziert, die auch den Preis für Holzpellets beeinflussen wird.

In Anlehnung an ökonomische Analysen von HARTMANN & REISINGER (2007) und WOPIENKA et al. (2010) wird die Wirtschaftlichkeit verschiedener Heizsysteme unterschiedlicher Leistungsklassen verglichen. Bei niedrigen Heizölpreisen von 55 Cent/l ist die Ölheizung bei einer Kesselauslastung von 1.848 Stunden aufgrund niedriger Investitions- und Betriebskosten das kostengünstigste System. In den höheren Leistungsklassen und mit steigendem Heizölpreis gewinnen die Systeme, die mit biogenen Festbrennstoffen betrieben werden, an wirtschaftlicher Attraktivität.

Damit eine Strohpelletheizung gegenüber Holzpelletheizung Wettbewerbsgleichheit erreicht, muss der Brennstoff ca. 20 bis 30 €/t günstiger eingekauft werden. Gegenüber Hackgut darf der Preisunterschied nicht größer als 80 bis 90 €/t sein.

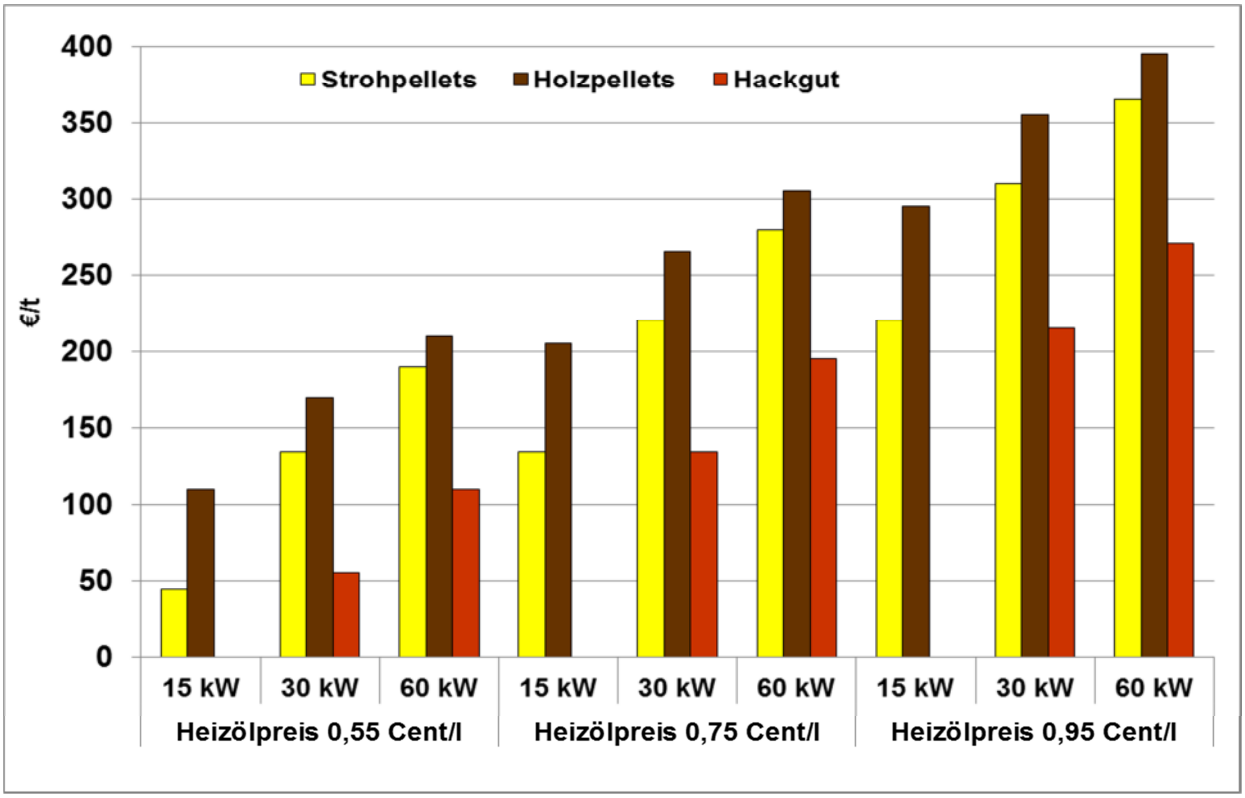


Abbildung 4: Gleichgewichtswert verschiedener Brennstoffe in Abhängigkeit vom Heizölpreis und Leistungsklasse des Kessels

2.3 Einschätzung der erforderlichen Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz von Getreidestroh in einem Steinkohlekraftwerk - am Beispiel Rostock

Die Landwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern wird maßgeblich vom Mähdruschfruchtanbau bestimmt. Rund die Hälfte der Ackerfläche wird mit Getreide bestellt. Derzeit wird aber nur ein Bruchteil des Strohpotenzials, was nicht für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit oder für die

Tierhaltung erforderlich ist, für energetische Zwecke in dezentralen Strohheizwerken verwendet. Während die Erträge (und damit auch die Stroherträge) zunehmen, sinkt der Strohbedarf in der Tierhaltung stetig. Es wird eingeschätzt, dass sich somit der „ungenutzte Strohüberschuss“ auch in den kommenden Jahren nicht verringern wird.

Das vorgeschlagene Projekt hat zum Ziel, die erforderlichen Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz von Stroh in einem Steinkohle-KW zu skizzieren. Es sollte als Machbarkeitsstudie ergebnisoffen geprüft werden, ob bzw. in welcher Art und Weise der Einsatz von Stroh in einem Großkraftwerk sinnvoll ist. Gleichzeitig wäre zu klären, wieviel „überschüssiges Stroh“ in der Region zur Verfügung steht, um THG-Emissionen einzusparen.

Vorrangig wären Aussagen darüber zu treffen,

1. wie hoch der Wert der THG-Zertifikate zur Kostendeckung sein müsste
2. wie hoch die THG-Vermeidungskosten liegen
3. welche Wirkung dies auf die Wettbewerbsfähigkeit des Kraftwerkes hätte (merit order)
4. wieviel THG-Emissionen sind durch den nachwachsenden Rohstoff Stroh substituierbar

Unter anderem wären folgende Komplexe zu bearbeiten:

Bereich Kraftwerksbetrieb

- technische Möglichkeiten und Grenzen des Stroheinsatzes in der vorhandenen Kraftwerk-Technologie
- Prüfung saisonaler versus kontinuierlicher Stroheinsatz
- Strohaufbereitung, Arbeitswirtschaft versus Automatisierung
- Strohbeimischung versus Annex-Anlage

Bereich Landwirtschaft und Logistik

- Strohpotenzialabschätzung in verschiedenen Einzugsbereichen um den Rostocker Hafen
- Möglichkeiten und Voraussetzungen für Strohtransport, Strohlagerung
- Nutzung von Dienstleistungsunternehmen
- Erfordernisse im Infrastrukturbereich

Zu einer Machbarkeitsstudie gehört auch die Ableitung kritischer Parameter (Sensitivitätsanalyse) für den wirtschaftlichen Einsatz von Stroh im Steinkohle-Kraftwerk.

2.4 Wirtschaftlichkeit verschiedener Wertschöpfungsketten von halmgutbasierten Heizwerken mit Nahwärmenetzen

Die wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele des Vorhabens sind:

Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von halmgutbasierten Heizkraftwerken mit Nahwärmenetzen nach verschiedenen Kriterien:

- Brennstoff: Stroh, Pellet, Brikett, Landschaftspflegematerial, Paludikulturen
- Brennstoffbereitstellung: betrieblich/überbetrieblich
- Lager/Brennstoffkonditionierung: zentral/dezentral

- Energiebereitstellung: thermisch/elektrisch; Kombination mit weiteren Energieträgern bzw. Technologien
- Energieabnahme: Contracting Nahwärme, Energieversorger, innerbetriebliche Substitution fossiler Energieträger, mit/ohne EEG-Einspeisung.

Stroh und andere landwirtschaftlich basierte Halmgüter können regional in relativ großen Mengen für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen. Da Stroh als Koppelprodukt der Getreideproduktion keinen eigenen Flächenanspruch besitzt, fallen keine Opportunitätskosten an. Somit beschränken sich die Produktionskosten auf die Verfahrensschritte ab der Halmgutbergung. Dadurch wird der Brennstoff Halmgut wirtschaftlich interessant. Dem stehen aber relativ hohe Investitionen für die Heizungsanlage sowie Logistikkosten gegenüber. Ein Vergleich mit herkömmlichen Energieträgern ist in Abhängigkeit von der Anlagengröße stets für die Investitionsentscheidung sinnvoll. Die Wirtschaftlichkeit der Heizwerke soll unter Zuhilfenahme der konkreten Anlagendaten ermittelt werden, und zwar unter möglichst ganzheitlicher Betrachtungsweise entlang der Wertschöpfungskette. In Mecklenburg-Vorpommern ist eine Zusammenarbeit mit den Strohheizanlagen in Schwasdorf, Malchin und Gülzow geplant. Diesen Anlagen liegen sehr unterschiedliche Konzepte bezüglich des Brennstoffs bzw. der Brennstoffbereitstellung, der Lagerung sowie der Energieabnahme zu Grunde. Durch die Zusammenarbeit mit der TLL werden drei weitere Anlagen gewonnen und in modellhafte Wertschöpfungsketten einbezogen, die das Spektrum der Einsatzpotenziale von Halmgut zur Energiegewinnung erweitern.

- Die Daten der untersuchten Anlagen werden genutzt, um Erkenntnisse bezüglich der Wärmebedarfsverläufe verschiedener Gebäudetypen und Nutzungsformen (Tierhaltung, Gewächshaus, Büro, private Haushalte, kommunale Gebäude, Wirtschaftsgebäude) sowie Planungsrichtwerte für wirtschaftlich tragfähige Konzepte abzuleiten.
- Durch die enge Vernetzung mit dem Projekt Biomasse - Asche - Monitoring der TLL werden explizit die Verwertungs- bzw. Entsorgungspfade der Aschen in der Landwirtschaft in die Bewertung der Wertschöpfungsketten und ihrer Nährstoffkreisläufe integriert.
- Neben der betriebswirtschaftlichen Betrachtung sind Darstellungen zur Energieeffizienz und Treibhausgasbilanz der einzelnen Konzepte geplant. Methodisch erfolgt eine Anlehnung an das FNR-Projekt „Nutzung und Bewertung von Biomasse zur Energiegewinnung“ (FKZ 22003911) sowie ProBas. Im Ergebnis ist ein Leitfaden vorgesehen, in dem sowohl Planungsrichtwerte als auch die Stärken und Schwächen für die einzelnen Konzepte dargelegt und den fossilen Referenz-Energieträgern Heizöl, Gas und Stein- bzw. Braunkohle gegenübergestellt werden.

3 Paludikultur

Nachfolgend werden die Zielstellungen aus den beantragten Forschungsprojekten im Zusammenhang mit Paludikulturen dargelegt.

3.1 Rohstofferzeugung und ortsnahe Fertigung eines innovativen, dämmenden Baustoffs aus Rohrkolben

Der an nährstoffreichen, überstauten Standorten wachsende Rohrkolben (lat. Typha) ist ein vielversprechender Rohstoff für die Baustoffproduktion. Die Blätter haben ein faserverstärktes Stützgewebe, ausgefüllt mit einem weichen, offenzelligen Schwammgewebe, was ihnen zugleich eine erstaunliche Statik und eine ausgezeichnete Dämmwirkung verleiht. Aus Typha-Blattmasse lassen sich deshalb innovative Baustoffe erzeugen, die eine einmalige Kombination aus Dämmung und Tragwirkung bieten. Die Magnesit-gebundene Typhaplatte, auch Magnesitboard genannt, hat großes Potenzial als konstruktiv einsetzbarer Dämmstoff, der gleichzeitig statische Aufgaben mit übernehmen kann. Er besteht aus einem nachwachsenden Rohstoff, weist aber trotzdem eine hohe Schimmelpilzresistenz und Brandbeständigkeit auf.

Typha-Bestände können bei ausreichender Nährstoffverfügbarkeit hoch produktiv sein und gleichzeitig zu Gewässerreinigung, Erosionsreduzierung, Hochwasserschutz und Biotopbildung beitragen. Werden für den Anbau von Typha entwässerte Niedermoorstandorte wieder vernässt, wird die Emission von Treibhausgasen aus dem oxidativen Torfkörperabbau deutlich verringert, stattdessen in der Pflanze CO_2 gebunden und somit ein effizienter Beitrag zum Klimaschutz erbracht sowie eine weitere Moorsackung verhindert.

Trotz seines hohen Potenzials wurde Typha als Rohstoff aufgrund der erheblichen notwendigen Umstellungen in der Flächenbewirtschaftung und den schwierigen Bewirtschaftungsbedingungen bisher nur versuchsweise auf kleiner Fläche angebaut. Es gibt erste Erfahrungen mit der regelmäßigen Nutzung von Typha, dessen Anbau und Ernte, Sortenwahl, Nährstoffbedarf und Ertragsentwicklung in Nordamerika und Skandinavien (vgl. PRATT et al. 1988, GROSSHANS et al. 2011, FEUERBACH & STRAND 2010). Typha ist sehr leicht (ca. 60 kg/m³), weshalb es ökologisch unsinnig wäre, das Material über große Distanzen zu transportieren. Ein Transport z.B. aus Rumänien, wo der Rohstoff aus natürlichen Beständen verfügbar wäre, ist teurer als der Rohstoff selbst.

Für den Erfolg dieses neuartigen Baustoffes müssen somit zwei grundsätzlich unterschiedliche Problemstellungen gleichzeitig gelöst werden. Eine Anlage zur Produktion wird nur bei Sicherstellung einer sofortigen und langfristigen Verfügbarkeit des Rohstoffes aufgebaut. Eine Bereitschaft zum Anbau des Rohstoffes besteht aber aufgrund des hohen Etablierungsaufwandes nur bei Sicherstellung der Abnahme. Diese Hemmnisse konnten bisher nicht überwunden werden. Der Aufbau regionaler Pilotflächen kann den Anbau demonstrieren und Berührungsängste mit dem neuen Produktionsverfahren verringern. Ziel des Vorhabens ist daher die Realisierung eines Modellprojekts auf betrieblicher Ebene von der großflächigen Etablierung über den Anbau und regelmäßiger Ernte der Biomasse bis hin zu ortsnaher Verarbeitung des Rohstoffes zu einem Baustoff.

Eine Verknüpfung von Erzeugung, Lieferung und Verarbeitung des Rohstoffes innerhalb eines Betriebes erhöht das unternehmerische Risiko, bietet jedoch die Chance, das Magnesitboard überhaupt konstant produzieren zu können, die bestehende Nachfrage zu bedienen sowie die einzelnen Verfahrensschritte entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Sinne des Betriebes abzustimmen. Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Verarbeitung sollen auf kurzem Weg in die Rohstoff-Bereitstellung und vice versa rückgekoppelt werden. Das Produktionsverfahren ist u.a. anhand der verfügbaren Biomasse zu optimieren und weiter zu entwickeln.

Gerade in den ländlichen Gebieten von Mecklenburg-Vorpommern könnten damit neben der Erweiterung von Einnahmemöglichkeiten in der Landwirtschaft auch zukunftsfähige Arbeitsstellen geschaffen werden. Sowohl durch den Anbau als auch durch den Einsatz des Produktes sowie bezüglich der späteren Entsorgung würde aktiver Umwelt- und Klimaschutz betrieben. Dem Kunden könnte so ein Baustoff, der in einzigartiger Weise dämmende und statische Eigenschaften vereint, angeboten werden, der aus nachwachsenden Rohstoffen besteht und darüber hinaus, z.B. über die Vernässung von Niedermooren, weitere positive Effekte erzielen kann.

Da gegenüber dem ursprünglichen Antrag sowohl die Projektsumme als auch die Projektlaufzeit (auf nur zwei Jahre) gekürzt wurde, kann die ursprüngliche Abfolge der Arbeitsbereiche nicht mehr realistisch und zielführend abgearbeitet werden. Hinzu kommt, dass bei der Eruierung von möglichen Anbauflächen, insbesondere in der unmittelbaren Umgebung („Traktornähe“) der TP-Haffküste, unerwartete administrative Hürden auftreten, deren Überwindung innerhalb der verkürzten Projektlaufzeit nicht gewährleistet ist.

Trotzdem sollen alle Ziele des ursprünglichen Projektantrages unverändert erreicht werden. Daher erfolgt eine geänderte Herangehensweise zur Umsetzung der Ziele des Vorhabens. Um zu gewährleisten, dass das innovative Bauprodukt produziert werden kann, wird zuerst die Produktionsanlage und Fertigung aufgebaut. Wie geplant erfolgen während des Aufbaus weitere Optimierungen bei der Fertigung und eine Feinjustierung der Prozesse. Durch die geänderte Abfolge im Projektverlauf muss für einen Übergangszeitraum akzeptiert werden, dass das Rohmaterial aus einer anderen Quelle und damit auch aus größerer Entfernung bezogen wird.

Für den Betrieb der neu aufgebauten Fertigungsanlage kommen nach entsprechender Sondierung und Prüfung als Rohmaterial mehrere Quellen in Frage. Zunächst werden die in der Umgebung natürlich vorkommenden Bestände auf Eignung und Verfügbarkeit geprüft. Da zur Inbetriebnahme und zum Austesten der Anlage nur relativ geringe Materialmengen erforderlich sind, kann gegebenenfalls ein wenige 100 m² großes Feld als „Garten(Anbau)fläche“ aufgebaut werden, ohne dass es zeitraubender behördlicher Zustimmungen Bedarf. Sollte es nicht möglich sein, kurzfristig eine derartige „Versuchsfläche“ anzulegen, kann als Übergangslösung Importware aus dem Donaudelta verwendet werden. Parallel zum Aufbau der Anlage und der ersten Testläufe mit den „Ersatzrohstoffen“ werden Anbauflächen gesucht und für die in Frage kommenden Flächen die notwendigen Anträge und Genehmigungsverfahren bei den zuständigen Behörden und Ämtern zur Nutzung dieser Areale zum längerfristigen Anbau von Typhapflanzen beantragt bzw. in Gang gesetzt. Es bleibt nach wie vor das Ziel eines ortsnahen Anbaus der für die Dämmplattenproduktion erforderlichen Typhamengen. Dafür wird nach wie vor der Polder Rochow favorisiert, da Eigentumsverhältnisse und Lage für das Vorhaben positiv zu bewerten sind.

3.2 Paludikultur in die Praxis bringen: Integration – Management – Anbau

Das Konzept der Paludikultur trifft auf politischer Ebene sowohl national als auch international auf große Resonanz (u.a. BMUB 2016, MLUV 2009, MUN 2016, JOOSTEN et al. 2012, TATA & SUSMIANTO 2016), steht jedoch noch am Anfang der Umsetzung in die Praxis. Weitere Grundlagen und Informationen sind notwendig, damit eine Umsetzung der Forderungen und Ziele aus dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung und den Moorschutzprogrammen einzelner Bundesländer ermöglicht wird. Aktuell liegt die größte Herausforderung in Deutschland in der Einrichtung einer großflächigen Untersuchungsfläche, um Anbau, Management und Ernte von Anbau-Paludikulturen unter realen Bedingungen zu untersuchen. Im Vorhaben geplant ist

(1) die Einrichtung eines großflächigen Anbauversuchs (5-10 ha) zur Etablierung von Schilf und Rohrkolben

(2) die Einrichtung eines kleinflächigen randomisierten Feldversuchs (ca. 8 x 50 m²)

(3) Aussaatversuche in Mesokosmen

Das Vorhaben verfolgt mit den Versuchen folgende wissenschaftliche Arbeitsziele:

- Genotypisierung ausgewählter ökologischer Typen von Schilf und Rohrkolben aus verschiedenen Herkünften und Charakterisierung hinsichtlich Standortansprüchen und Ertragspotenzialen
- Erarbeitung von Empfehlungen zur Verwendung von Schilf-Typen für verschiedene Verwertungslinien und Standortgegebenheiten
- Überprüfung von verschiedenen Methoden der Produktion von Pflanzmaterial (vegetativ und generativ) und deren Etablierung
- Einfluss des Flächen- und Bestandsmanagements auf Ertragsfaktoren (Ertragshöhe, Biomassequalität)
- Test von verschiedenen Variablen und Managementanforderungen im Hinblick auf Biomassequalität und zur Ableitung von Stoffstromketten bzw. Verwertungsmöglichkeiten
- Untersuchung von Ertrag und Biomassequalitäten und Managementoptionen (Wasserstände, Nährstoffversorgung, Erntetechnik und -termine) von Schilfsorten und Rohrkolbenarten im Hinblick auf stoffliche Verwertung
- Ermittlung der Kosten für Etablierung, Management und Ernte von Schilf und Rohrkolben

- Ökonomische Bewertung alternativer Moornutzungen in Abhängigkeit von der Biomassequalität und möglicher Verwertungswege
- Ermöglichung der Übertragbarkeit durch Integration in rechtliche Rahmenbedingungen und Planungsprozesse

Chancen und Risiken des Vorhabens

Chancen:

- Anschlussfähigkeit von Paludikultur für die praktische Umsetzung herstellen, um nationalen und internationalen Verpflichtungen Deutschlands im Klimaschutz nachzukommen
- Aufbau eines Testbetriebsnetzwerkes bzw. eines Versuchsflächennetzwerkes in Verbindung mit landwirtschaftlichen Betrieben aufbauend auf den Standortversuchen des Vorhabens
- Durch Vergabe von Aufträgen an Lohnunternehmen für Anbau und Ernte können flexibel und kostengünstig verschiedene Verfahren untersucht und gegenübergestellt werden. Die geerntete Biomasse kann als Rohstoff an Unternehmen abgegeben bzw. bei größeren Mengen verkauft werden. Daraus können sich Weiterentwicklungen in der Verarbeitung der Biomasse ergeben, die nicht direkt durch das Vorhaben adressiert werden, aber die Umsetzung von Paludikultur in die Praxis unterstützen
- Die Ausrichtung auf Biomassequalität mit hohem Wertschöpfungspotential schließt die Kaskadennutzung ein, d.h. es werden auch „nachrangige" Verwertungslinien berücksichtigt, um eine vollständige Biomasseverwertung zu ermöglichen (Bsp. Ausputzbiomasse aus der Rohrmahd thermisch oder in der Bioraffinerie verwerten, geknickte Rohrkolbenblätter für Einblasdämmung verarbeiten, vgl. Tabelle 1)
- Die Weiterentwicklung von Paludi-Anbaukulturen ermöglicht die Optimierung des Klimaschutzpotentials bei der Wiedervernässung durch sowohl an Biomasseproduktion als auch THG-Emissionsreduktion angepasste Wasserstände
- Die Produktion hochwertiger nachwachsender Rohstoffe auf Moorstandorten reduziert den Flächendruck auf mineralischen (Acker-)Standorten, die für die Produktion von Nahrungsmitteln benötigt werden

Risiken:

Es kann keine (passende) Fläche für den Anbauversuch und die randomisierten Feldversuche gefunden werden. Durch die bestehenden Erfahrungen und Kontakte zu Flächeneigentümern und -nutzern sowie zu weiteren Entscheidungsträgern hinsichtlich des Flächenzugriffs wird davon ausgegangen, dass bis zu einem Projektbeginn Flächen für die Versuche benannt und verfügbar gemacht werden können. Anfragen und Vorgespräche fanden bereits statt. Ein entsprechender Abbruchmeilenstein zur Flächenverfügbarkeit ist definiert.

4 Kurzumtriebsplantage für Holzhackschnitzel

Aus dem Forschungsbericht „Investitionsrechnung KUP“ sind im Rahmen des Themas wirtschaftliche Kalkulationen erfolgt, die auf den Ergebnissen eines Dauerfeldversuches am Standort Gülzow basiert. Dabei werden sowohl ex post- (rückschauend bis zum Zeitpunkt der Investition im Jahr 1993) als ex ante-Bewertungen vorgenommen.

4.1 Ex post-Bewertung

Zur Vereinfachung wurden die einzelnen Pappelklone drei Ertragsgruppen zugeordnet. Bei dem unteren Viertel ergab sich ein durchschnittlicher jährlicher Zuwachs von 10,5 t atro/ha, beim oberen Viertel von 14,5 t atro/ ha und der Mittelwert lag bei 11,7 t atro/ha.

Tabelle 1: Durchschnittlicher jährlicher Überschuss, Investitionszeitpunkt 1993

durchschnittlicher jährlicher Zuwachs t atro/ha	Annuität €/ha bei durchschnittlichen Erzeugerpreisen in €/ t HHS WG 35 von		
	59	45	32
10,5	-4	-158	-312
11,7	42	-131	-303
14,5	152	-62	-275

Ein positiver durchschnittlicher jährlicher Überschuss hätte nur bei hohen Preisen bei gleichzeitig hohen und mittleren jährlichen Zuwachsraten realisiert werden. In diesen beiden Fällen hätte sich die Investition nach 15 bzw. 18 Jahren amortisiert.

Bei kalkulierten Düngungskosten nach Nährstoffentzug verschlechtert sich die Annuität um 55 bzw. 38 €/ha. 1993, also dem Zeitpunkt der Investitionsentscheidung, war der deutliche Anstieg der Preise für HHS ab 2006 nicht absehbar. Für den Zeitraum 1994 bis 2014 ergeben sich für die einzelnen Varianten „Hochpreis“, „Mittelwert“ und „Minimalpreis“ durchschnittliche Erzeugerpreise für HHS WG 35 von knapp 59, 45 und 32 €/t. Die in dieser Kalkulation unterstellten Rahmenbedingungen einer landwirtschaftlichen Energieholzproduktion erfordern für die einzelnen Ertragsstufen Mindestpreise von 46,9, 52,8 und 57,0 €/t HHS WG 35, um eine Wettbewerbsgleichheit mit dem Roggenanbau zu erzielen.

4.2 Ex ante-Bewertung

Gegenüber einer Investitionsentscheidung zum Zeitpunkt der Anlage der KUP in Gülzow ergeben sich für eine zukünftige Investition einige Änderungen bei den Eingangsgrößen. Die Investitionssumme steigt geringfügig, die jährlichen Investitionskosten sinken dennoch auf Grund des geringeren Zinsfußes. Bei den Nutzungskosten und den Erlösen für HHS WG 35 wurde jeweils das Mittel der Jahre 2012 bis 2014 angesetzt. In Anlehnung an die Preisstatistik der Centrale Agrar-Rohstoff Marketing und Energie-Netzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N, 2016) ergibt sich ein Höchstpreis von 85,3 € je Tonne HHS WG 35, ein Tiefstpreis von 46,1 € und ein mittlerer Erzeugerpreis von 65,6 €. Während die Erntekosten bei BOELCKE (2011) ähnlich eingeschätzt werden wie bei KRÖBER et al. (2010), zeigen sich bei Transport und Trocknung erhebliche Abweichungen.

Tabelle 2: Durchschnittlicher jährlicher Überschuss, Investitionszeitpunkt 2015

durchschnittlicher jährlicher Zuwachs t atro/ha	Annuität €/ha bei durchschnittlichen Erzeugerpreisen in €/ t HHS WG 35 von		
	85,3	65,6	46,1
10,5	67	-181	-426
11,7	149	-129	-405
14,5	324	-20	-361

Das hat zur Folge, dass die Mindestpreise der einzelnen Ertragsstufen (10,5, 11,7 und 14,5 t atro/ha durchschnittlicher jährlicher Zuwachs) gegenüber der vorangegangenen Kalkulation deutlich höher liegen. Um unter den beschriebenen Bedingungen eine Wettbewerbsgleichheit mit einem Roggenanbau zu erreichen, müssen in Abhängigkeit von der Ertragsstufe 80, 74,8 und 66,8 €/t HHS WG 35 erlöst werden. Auf Grund der gestiegenen Erzeugerpreise ergibt sich dennoch ein höherer durchschnittlicher jährlicher Überschuss bei sehr guten regionalen Vermarktungsmöglichkeiten. Bei hoher und mittlerer Ertragsstufe beträgt die Amortisationsdauer 9 und bei niedriger Ertragsstufe 15 Jahre.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Erzeugerpreise in den Preisstatistiken so stark schwanken, dass die Frage nach den regionalen Vermarktungsmöglichkeiten für HHS für die Rentabilität der Investition entscheidend ist. Tatsächlich können diese Vermarktungsmöglichkeiten über einen Zeitraum von über 20 Jahren schwer eingeschätzt werden. 2013 betrug der Umfang von KUP in Mecklenburg-Vorpommern ca. 200 ha. Dieser geringe Anbauumfang kann durchaus als Hinweis darauf verstanden werden, dass der Bedarf an Hackschnitzel im Land auch aus anderen Quellen ausreichend bedient werden kann und die Vermarktungsmöglichkeiten für Energieholz aus KUP entsprechend als schlecht eingeschätzt werden müssen.

HHS im größeren Umfang werden aus den Resten der Holzverladung in den Häfen, aus Beräumungen, Windschäden, der Knickpflege sowie der Forst bereitgestellt. Dabei werden Preise von 15 bis 18 €/MWh frei Werk für den Händler genannt. Jeweils 3 bis 4 €/MWh entfallen davon an den Häcksler und das Transportunternehmen. Wenn der Landwirt keine innerbetrieblichen Verwertungsmöglichkeiten hat bzw. er möchte oder kann das Geschäft mit dem Verbraucher nicht betreiben, dann muss er zu Preisen zwischen 11 und 15 €/MWh frei Hof HHS liefern können. Bei einem Wassergehalt von 35% hat Laubholz einen Heizwert von ca. 3 kWh/kg. Entsprechend ergibt sich ein Erzeugerpreis für Energieholz aus KUP zwischen 33 und 45 €/t WG 35 frei Hof. Bei dieser Preisspanne ist dem Landwirt der Roggenanbau zu empfehlen.

5 Überleitung

Die Überleitung der im Rahmen dieses Forschungsthemas gewonnenen Ergebnisse erfolgte in Form nachfolgender Publikationen, Vorträge, Projektanträgen sowie Zuarbeiten:

Projektanträge:

- Rohstofferzeugung und ortsnahe Fertigung eines innovativen, dämmenden Baustoffs aus Rohrkolben, 2014
- Einschätzung der erforderlichen Rahmenbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz von Getreidestroh in einem Steinkohlekraftwerk - am Beispiel Rostock, 2015
- Wirtschaftlichkeit verschiedener Wertschöpfungsketten von halmgutbasierten Heizwerken mit Nahwärmenetzen, 2016
- Paludikultur in die Praxis bringen: Integration – Management – Anbau, 2018

Forschungsberichte:

- Strohheizung: Wirtschaftlichkeit einer dezentralen Strohheizung in Mecklenburg-Vorpommern, 2010
- Strohpellets: Thermische Nutzung fester Brennstoffe aus landwirtschaftlicher Produktion - Produktlinie Stroh: Wirtschaftlichkeit von Strohpellets, 2012
- KUP: Investitionsrechnung KUP, 2016

Berechnungen:

- Excel Anwendungsdatei für Dr. Stanev, FNR: Strohheizung, 2009
- BBL: Strohheizung Gülzow, 2011
- Agrotherm Malchin: Wettbewerbsgleich von Niedermoorbiomasse mit Heizöl, 2013
- M-Vena: Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines innovativen Verfahrens zur Strohverbrennung, 2013
- ORC- Technik: Wirtschaftlichkeit, 2013
- Wirtschaftlichkeit Strohheizung in Abhängigkeit verschiedener Energiepreisprojektionen
- Datenlieferung für FNR Projekt Zeddies/Bahrs (Optimierung der Biomassenutzung nach Effizienz in Bereitstellung und Verwendungszweck unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen und Welternährungssicherung)
- Kostenkalkulation Paludikultur: Einrichtung Fläche und Deichbau, 2015

Textbeiträge:

- FNR Broschüre: Heizen mit Stroh – Wertschöpfung für Landwirtschaft und Kommunen, 2015: Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit einer Strohheizung
- Workshopreihe Hohen Luckow, 2013: Heizen mit Stroh – Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Wärmeerzeugung
- Referentenvorlage: 6. Rostocker Bioenergieforum, 14./15.06.2012: Heizen mit Stroh: Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Wärmeerzeugung
- Referentenvorlage: Mitteldeutscher Bioenergietag in Jena, 5.11.2015: Heizen mit Stroh - Wertschöpfung für Landwirtschaft und Kommunen
- Referentenvorlage: 2. Internationale Fachtagung Strohenergie, 29./30.03.2012: Strohheizwerke auf landwirtschaftlichen Sauen- und Geflügelbetrieben

Veröffentlichungen:

- NL, 2010: Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Wärmeerzeugung; 7 – 2010; S76-78
- BZ, 2015: Wirtschaftlichkeit von Strohheizungen; Heft 50

Vorträge:

- 2. Internationale Fachtagung Strohenergie, 29./30.03.2012: Strohheizwerke auf landwirtschaftlichen Sauen- und Geflügelbetrieben
- 6. Rostocker Bioenergieforum, 14./15.06.2012: Heizen mit Stroh: Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Wärmeerzeugung
- Workshopreihe Hohen Luckow, 19.09.2013 in Schwerin: Thermische Verwertung von Stroh und anderen halmgutartigen Brennstoffen Heizen mit Stroh – Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Wärmeerzeugung
- Workshopreihe Hohen Luckow, 08.10.2013 in Rostock: Heizen mit Stroh – Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Wärmeerzeugung
- Mitteldeutscher Bioenergietag in Jena, 5.11.2015: Heizen mit Stroh - Wertschöpfung für Landwirtschaft und Kommunen

Poster:

- Heizen mit Stroh – Kostenstruktur der landwirtschaftlichen Wärmeerzeugung; Tag der erneuerbaren Energien, Gülzow, 25.04.2015

Gremien:

- Landesstrategie Paludikultur
- Steuerungsgruppe Paludikultur

Stellungnahmen:

- Biorefinery opportunities in Germany - Novozymes A/S, 2015

Besichtigungen Heizwerk Gülzow:

- Es wurden im Projektzeitraum sieben geführte Besichtigungen durch Heizwerk Gülzow für interessierte Besuchergruppen durchgeführt.

Literaturverzeichnis

Im Text angegebene Literaturquellen können beim Autor erfragt werden.