

Zusammenfassung – Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie Biomassehof

Der Kreistag des Landkreises Lüchow-Dannenberg hat im Jahr 2017 den Masterplan „100 % Klimaschutz in Lüchow-Dannenberg“ verabschiedet. Im Masterplan werden für die verschiedensten Handlungsfelder (z. B. Wärme/Energie/Verkehr) Ziele und Maßnahmen vorgegeben, wie das Ziel „klimaneutrale Kommune“ im Jahr 2050 erreicht werden kann. Im Bereich Energie /Wärme / Kreislaufwirtschaft wird das Thema Biomassen sowie deren Aufkommen und Verwertung – z. B. in einem Biomassehof - intensiver beleuchtet. Unter einem Biomassehof kann man ein Zentrum für die Verwertung verschiedener Biomassen verstehen, wobei unterschiedlichen Verwertungsverfahren wie Vergärung von Biomassen, Holzhackschnitzelfeuerung mit einem Nahwärmenetz wie auch Verfahren zur Herstellung von Biokohlen zum Einsatz kommen können.

Zur weiteren Umsetzung wurde eine Potenzialanalyse und Machbarkeitsstudie für das Projekt „Biomassehof“ im Landkreis Lüchow-Dannenberg beauftragt. Die Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

Flächenbezogene Biomassepotenziale

Siedlungsflächen weisen Garten und Grünflächen auf. Ein Teil des auf diesen Flächen anfallenden Biomassen wird an den bestehenden Grünabfallannahmestellen des Landkreises bereits heute angenommen. Insgesamt wird hier rein Potenzial von 16.000 t/a angesetzt, wobei gegenüber dem Status quo Erhöhung um 1.000 t/a angenommen wurde. Weitere 3.300 t/a könnten voraussichtlich aus weiteren Flächen für einen Biomassehof gewonnen werden, so dass der Gesamtbetrag bei **19.300 t/a** läge.

Vegetationsflächen und Gewässer: In der Land- und Forstwirtschaft bestehen bereits geeignete Verwertungsstrukturen, lediglich im Bereich des anfallenden Schlagabraums wird ein Potenzial an ca. 6.000 t atro (absolut trocken) Hackschnitzel aus Waldresthölzern gesehen. Befragungen zeigten im Bereich der Gewässerunterhaltung und Landschaftspflege ein großes Interesse an kostengünstigen Möglichkeiten zur fachgerechten Entsorgung anfallender Biomassen. Um Vegetationsflächen ökologisch aufzuwerten, ist es notwendig, eine insektenfreundliche Mahd mit Entfernen der Biomasse durchzuführen. Dadurch könnte auch die Überfrachtung mit Nährstoffen begrenzt werden. Das tatsächlich für ein Biomassehof gewinnbare Potenzial wird auf **5.000 t/a** geschätzt, dies ist stark abhängig von den Kosten für Mahd, Transport und der weiteren Verwertung. Die 6.000 t atro Hackschnitzel aus Waldresthölzern werden zunächst nicht in dieses Potenzial einbezogen, da ihre Gewinnbarkeit auch von den künftigen Strategien zur Waldbewirtschaftung (stoffliche oder energetische Nutzung des Holzes oder eher eine naturnahe Bewirtschaftung zur Erhöhung der Biodiversität) im Landkreis Lüchow-Dannenberg abhängen.

Einwohnerbezogene und sonstige Biomassepotenziale

Bioabfall: Zur Erfassung von Küchenabfällen wurde 2019 im Landkreis das Pilotprojekt „Biomüllschleusen“ als Bringsystem an ausgewählten Standorten installiert. Der Landkreis diskutiert den Anschluss der Kerngebiete Lüchow, Dannenberg, Hitzacker und Wustrow an eine neu aufzustellende Biotonne. In den Kerngebieten leben rund 26.000 Einwohner; bei einer Anschlussquote von 70 % wären etwa **2.500 t/a Bioabfall** getrennt zu erfassen.

Gewerbe: In der Lebensmittelindustrie gibt es i. d. R. bereits funktionierende Entsorgungsstrukturen. So werden in Lüchow-Dannenberg brauchbare Lebensmittel an karitative Einrichtungen weitergegeben, sonstige Lebensmittel werden über die Dranktonne entsorgt, organische Produktionsreste werden an Biogasanlagen abgegeben. In Holzverarbeitenden Betrieben werden anfallende Holzspäne und Sägeabschnitte direkt in eigenen Hackschnitzelheizungen verwertet. Weitere Abfälle sind lediglich belastetes Holz wie beschichtete Fensterrahmen, die für eine Hackschnitzelfeuerung nicht in Frage kommen. Das für den Biomassehof gewinnbare Potenzial wird daher auf maximal **rd. 1.000 t/a** geschätzt.

Mögliche technische Verfahren für einen Biomassehof

Ein Biomassehof kann z. B. als ein zentraler Logistik- und Verwertungsstandort für Biomassen betrieben werden, der Biomassen getrennt erfasst und aufbereitet, um daraus Energie oder Produkte herzustellen, die der Energieerzeugung dienen können. Die Technologieentscheidung muss dabei auch die Art und Menge der verfügbaren Biomassen sowie von Art und Menge der vermarktbareren Energie und sonstigen Produkte abhängen.

Als zentraler Bestandteil sehen wir eine Vergärung der Biomassen mittels **Trockenfermentation**, die der Gewinnung von Strom und Wärme aus Biogas sowie Kompost aus den festen Restprodukten dienen soll. Bei der Trockenvergärung (wie auch bei der Nassvergärung, die jedoch vorrangig für fließ- und pumpfähige Inputstoffe in Frage kommt) wird unter Sauerstoffausschluss durch Mikroorganismen das organische Material zersetzt und Biogas frei, das zu etwa 60 % aus energiereichem Biomethan besteht. Das erzeugte Biogas kann anschließend entweder im Blockheizkraftwerk (BHKW) von einem Verbrennungsmotor in Strom und Wärme umgewandelt und ins Strom- und Nahwärmenetz oder über nach einer weitergehenden Aufbereitung ins Erdgasnetz eingespeist werden. Das aufbereitete Biogas kann auch als Kraftstoff verwertet werden.

Weiterhin wird die Verarbeitung der holzigen Biomassen zu Hackschnitzeln betrachtet. Die **Hackschnitzel** sollen mittels Abwärme der Biogasanlage getrocknet werden. Anschließend können diese energetisch in Satellit-BHKWs zur Wärmeversorgung öffentlicher Liegenschaften verwertet werden; auch eine Vermarktung von Hackschnitzeln ist denkbar.

Darüber hinaus wird die Aufbereitung von Biomasse durch Verkohlungsverfahren für den Biomassehof diskutiert - Stichwort **Biokohle**. Dieses Verfahren bietet positive Kombinationseffekte zur Vergärung, da hier auch Biomassen verwertet werden können, die aufgrund von ggf. enthaltenen Störstoffen oder eines geringen Biogaspotenzials weniger für die Vergärung geeignet sind. Auch können bei der Vergärung entstehende Gärreste zu Biokohle verwertet werden. Die produzierte Biokohle kann danach nicht nur energetisch genutzt werden, auch für ihre stoffliche Nutzung bestehen Anwendungsgebiete wie die Herstellung von Dämmmaterialien, Straßenbelagszusatzstoffen, Industrieruß, Aktivkohle oder der Einbringung von Biokohle in Böden zur Bodenverbesserung und dauerhaften Speicherung des Kohlenstoffs.

Wirtschaftlichkeit

Es ist darauf hinzuweisen, dass Invest- und Betriebskosten wie auch die Erlöse sehr von der konkreten Ausgestaltung des Biomassehofs abhängig sind, so dass die Angaben sich bei einer konkreten Umsetzung noch deutlich verändern können. Dies gilt auch im Hinblick auf investive und andere Förderungen, die zu einer deutlichen Verbesserung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen führen können.

Es wurden zwei Varianten betrachtet: eine zentrale und eine dezentrale Verwertung der Biomassen. Der dezentrale Ansatz beinhaltet 4 – 5 Anlagenstandorte; die damit erzielbaren Vorteile bei der Logistik für die Anlieferung des Inputs und die Vermarktung der erzeugten Komposte würde in wirtschaftlicher Hinsicht die höheren spezifischen Kosten für die kleineren Anlagengrößen nicht vollständig kompensieren.

Nutzungskaskade	Zentraler Ansatz	Dezentraler Ansatz
Vergärung		
Kalkulatorische Kosten	42 €/t	59 €/t
Betriebskosten	32 €/t	47 €/t
Summe Behandlung	74 €/t	106 €/t
Erlöse Strom, Wärme, Kompost	28 €/t	28 €/t
Saldierte Behandlung und Erlöse	46 €/t	78 €/t
Bei 100 % Förderung der Investitionskosten	4 €/t	19 €/t
Hackschnitzeltrocknung		
Behandlungskosten	10 €/t ¹	
Pyrolyse		
Kalkulatorische Kosten	127 €/t Biokohle	
Betriebskosten	110 €/t Biokohle	
Summe Behandlung	237 €/t Biokohle	
Erlöse Strom, Wärme, Kompost	91 €/t Biokohle	
Saldiert Behandlung und Erlös Wärme	146 €/t Biokohle	-
Bei 100 % Förderung der Investitionskosten	20 €/t Biokohle	-

Vermarktung der Produkte und Dienstleistungen

Biomassehöfe erzeugen und vermarkten nicht nur direkte Energie in Form von Strom und Wärme, sondern können ergänzend als Logistik- und Handelszentren für biogene Brennstoffe sowie sonstige Produkte (aus biogener Herkunft) betrieben werden. Zudem können sie dazu dienen, die Wertschöpfung von aus der Biomasse gewonnenen Produkten im Landkreis zu belassen, was nicht nur in einer strukturellen Stärkung der Region, sondern auch in einer erhöhten Akzeptanz und einem regionalen Wertebewusstsein unter der Bevölkerung mündet.

Häufig werden folgende Produkte und Dienstleistungen von einem Biomassehof angeboten:

- Ankauf und/oder Bereitstellung von Biomassen
- Direkte Energie in Form von Strom und Wärme (Angesichts sinkender Einspeisevergütungen und steigender Preise für Strom und Erdgas dürfte der Direktvertrieb an benachbarte Verbraucher vorteilhaft sein)
- Vermarktung von Holzbrennstoffen wie Scheitholz, Holz hackschnitzeln, Holzpellets, Grillkohle
- Vermarktung von Rost- oder Kesselasche (Holzasche), Komposte unterschiedlicher Güteklassen sowie sonstige holzbasierte Produkte wie Rindenmulch, Holzeinstreu
- Lieferservice für die Produkte

Weniger verbreitet ist die Vermarktung von Pflanzenkohle. Dazu kommen noch Sonderdienstleistungen, z. B. Lohnunternehmung, Wärme- und Kältecontracting (meistens mit spezialisierten Partnerfirmen aus der Heizungs-Klima-Gewerken).

Betreibermodelle

Ein Biomassehof kann von Privatpersonen, privaten Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen, Vereinen und Genossenschaften oder von Kooperationen der genannten Träger betrieben werden. Aus der Sicht des Landkreises Lüchow-Dannenberg bietet es sich an, einen Biomassehof nicht selbst zu betreiben, sondern hierzu Dritte z. B. in einer Betreiber- oder Projektgesellschaft einzubinden, wobei zahlreiche Varianten und Mischformen denkbar sind. Es wäre auch denkbar, eine bereits bestehende

¹ Nova-Institut GmbH: „Auf dem Weg zu vergleichbaren Hackschnitzelpreisen“. Artikel vom 17.09.2009. Zugriff über: <https://renewable-carbon.eu/news/auf-dem-weg-zu-vergleichbaren-hackschnitzelpreisen/>

Verwertungsanlage zu erweitern (z. B. landwirtschaftliche Trockenfermentationsanlagen, die absehbar aus der Förderung durch das EEG herausfallen).

Partner können z. B. Unternehmen sein, die Zugriff auf Biomassen oder auf Verwertungswege haben. Ebenso kommen Energieversorger in Frage, die z. B. ein Nahwärmenetz betreiben wollen. Beteiligungsmodelle wie Energiegenossenschaften könnten die Akzeptanz des Biomassehofs in der Gesellschaft und bei den politischen Entscheidungsträgern steigern.

CO₂-Einsparpotenziale

Die tatsächliche Höhe der Einsparpotenziale hängt von der Art der jeweiligen Verwertung der Biomassen, den verwerteten Biomassemengen und der weiteren Energienutzung ab. Der Biomassehof könnte bei zentralem Ansatz (Biogasanlage, Hackschnitzelfeuerung und Pyrolyse) saldiert zu einer **Entlastung der Umwelt von bis zu 8.700 t CO₂e** beitragen; bei dezentralem Ansatz (Biogasanlage, Hackschnitzelfeuerung) bis zu 4.300 t CO₂e. Der Entlastungsbeitrag des Biomassehofs entspricht dem Emissionsanteil von rund 1.200 bis 2.800 PKW (mit je 20.000 km/a) bzw. von rund 340 bis 820 Bundesbürgern, das entspricht 0,7 bis 1,7 % der Bevölkerung des Landkreises.

Hinweis: Würde zusätzlich das Potenzial an Waldresthölzern von 6.000 t/a atro energetisch verwertet, ergäbe dies eine weitere CO₂-Gutschrift in H. v. rd. 4.700 t CO₂e pro Jahr.

Rechtliche Randbedingungen

Die Errichtung und der Betrieb eines Biomassehofs sowie die Vermarktung der erzeugten Produkte berührt verschiedene Rechtsbereiche. Ein Biomassehof ist als Anlage zur Lagerung und Behandlung von Abfällen anzusehen und ist nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) zu genehmigen.

Generell kann davon ausgegangen werden, dass eine Errichtung eines Biomassehofs in ausgewiesenen Industriegebieten gemäß § 9 Abs. 1 Baunutzungsverordnung (BauNVO) zulässig sein dürfte (*„Industriegebiete dienen ausschließlich der Unterbringung von Gewerbebetrieben, und zwar vorwiegend solcher Betriebe, die in anderen Baugebieten unzulässig sind.“*). Eine Ansiedlung in einem Gewerbegebiet gemäß § 8 Abs. 1 BauNVO (*„Gewerbegebiete dienen vorwiegend der Unterbringung von nicht erheblich belästigenden Gewerbebetrieben.“*) ist dagegen eher nicht zulässig. Häufig erfolgt auch eine Ausweisung als „Sonstiges Sondergebiet“ gemäß § 11 BauNVO, z. B. mit dem Hinweis: *Sonstiges Sondergebiet "Kompostierungs- und Recyclinganlage"*.

Key-Facts – Biomassehof

Ermitteltes Biomassepotenzial (Angaben in Frischmasse = FM)

Krautige Biomasse	17.050 t FM/a
Holzige Biomasse	7.250 t FM/a
zzgl. Potenzial Hackschnitzel aus Waldrestholz	6.000 t FM/a
Bioabfall	2.500 t FM/a
Lebensmittelabfall und Abfall aus Holzverarbeitenden Betrieben	1.000 t FM/a
Gesamt (exkl. Waldrestholz)	27.800 t FM/a
Gesamt (inkl. Waldrestholz)	33.800 t/a

Vorgesehene Anlagen für einen Biomassehof

Biogasanlage:

Es wurden zwei Varianten betrachtet: eine zentrale und eine dezentrale Verwertung der Biomassen. Die dezentrale Vergärungsvariante wurde mit 4 – 5 Anlagen und einer einfacheren Technik angesetzt.

Beschreibung	Zentraler Ansatz	Dezentraler Ansatz
Flächenbedarf	10.000-15.000 m ²	Je 2.000 m ²
Inputmaterial	Bio- und Lebensmittelabfälle sowie krautige Biomassen Zzgl. als Strukturmaterial 30-35 % holzige Biomasse	
Kapazität	23.000 t/a	Je 5.000 t/a
Anlagenteile		
Trockenfermentation	✓	✓
Nachrotte in Rotteboxen	✓	
Offene Nachrotte		✓
BHKW	✓	✓
Produkte		
Eingespeister Strom	160 kWh/t 3.680 MWh/a	160 kWh/t 800 MWh/a
Anteil Strom an Bedarf Haushaltungen (83 GWh/a)	4 %	1 %
Eingespeiste Wärme	40 kWh/t 920 MWh/a	40 kWh/t 200 MWh/a
Anteil Wärme an Bedarf Haushaltungen (655 GWh/a)	0,1 %	0,03 %
Kompost (ca. 50 % des Inputs)	11.500 t/a	2.500 t/a
Entsorgungskosten		
Saldierte Behandlung und Erlöse	46 €/t 1.058.000 €/a	78 €/t 1.560.000 €/a
Bei 100 % Förderung des Invests	4 €/t 92.000 €/a	19 €/t 380.000 €/a

Hackschnitzeltrocknung: in Form eines Containertrockners (Container mit Belüftungsboden). Es ist vorgesehen die Abwärme des BHKWs zu nutzen. Flächenbedarf ca. 50 m².

Beschreibung	Trocknung
Inputmaterial	65-70 % der holzigen Biomasse 40 bis 55 % Wassergehalt
Outputmaterial	Trocknung auf 15 bis 20 % Restfeuchte
Behandlungskosten (inklusive Umschlagskosten)	10 €/t ²

Anschließend können die Hackschnitzel vermarktet und/oder in dezentralen Hackschnitzel-BHKWs für öffentliche Liegenschaften zur Wärmeversorgung genutzt werden.

Beschreibung	Produkte Satellit-BHKWs
Eingespeister Strom bei ausschließlich Grünabfall- und Landschaftspflegeholznutzung = 2.400 t atro/a bei einschl. Nutzung des Waldrestholzes = 8.400 t atro/a	1.300 kWh/t atro 3.100 MWh/a 10.900 MWh/a
Bedarfsdeckung Strom (Schulzentrum 300 MWh/a)	10 -33 Schulzentren
Eingespeiste Wärme bei ausschließlich Grünabfall- und Landschaftspflegeholznutzung = 2.400 t atro/a bei einschl. Nutzung des Waldrestholzes = 8.400 t atro/a	1.520 kWh/t atro 3.600 MWh/a 9.100 MWh/a
Bedarfsdeckung Wärme (Bsp. Schulzentrum 2.700 MWh/a)	1,3 - 4,8 Schulzentren

Pyrolyseanlage: Als Inputmaterial soll krautige Biomasse dienen, welche aus überwiegend extensiver Pflege stammt und aufgrund der Verholzung wenig für die Vergärung geeignet ist.

Beschreibung	Pyrolyse
Flächenbedarf	150 m ²
Inputmaterial	Krautige Biomasse
Kapazität	2.000 t/a
Betriebskosten	
Betriebskosten einschl. kalk. Kosten	236 €/t Biokohle 78.000 €/a
Betriebskosten bei 100 % Förderung in Höhe des Invests	110 €/t Biokohle 36.300 €/a
Produkte	
Biokohle	150 kg Biokohle/t Input 300 t/a
Eingespeiste Wärme	440 kWh/t Input 880 MWh/a
Anteil Wärme an Bedarf Haushaltungen (655 GWh/a)	0,1 %
Behandlungskosten	
Saldiert Behandlung und Erlös Wärme	146 €/t Biokohle 48.200 €/a

² Nova-Institut GmbH: „Auf dem Weg zu vergleichbaren Hackschnitzelpreisen“. Artikel vom 17.09.2009. Zugriff über: <https://renewable-carbon.eu/news/auf-dem-weg-zu-vergleichbaren-hackschnitzelpreisen/>

Saldierte Behandlung und Erlös Wärme bei 100 % Förderung des Invests	20 €/t Biokohle 6.600 €/a
Aktuelle Marktpreise Biokohle	35-1.000 €/t Biokohle

Um einen wirtschaftlichen Betrieb der Pyrolyse-Anlage gewährleisten zu können, müssen für die Biokohle Marktpreise von mindestens 146 €/t bzw. 20 €/t bei Fördermittelerhalt in Höhe der Investitionskosten erzielt werden.

CO₂-Einsparpotenziale

Zusätzlich zu den bereits jetzt sehr hohen Standards der energetischen Biomassenutzung im Landkreis Lüchow-Dannenberg könnte der Biomassehof saldiert zu einer **Entlastung der Umwelt um rund 8.700 t CO₂e** bei zentralem Ansatz (Biogasanlage, Hackschnitzelfeuerung und Pyrolyse) bzw. 4.300 t CO₂e bei dezentralem Ansatz (Biogasanlage, Hackschnitzelfeuerung) beitragen. Der Entlastungsbeitrag eines Biomassehofs entspricht:

- a) Mehr als 100% der THG-Emissionen aus der Strom- und Wärmeversorgung aller öffentlichen Liegenschaften im Landkreis. Die THG-Emissionen der Kreisgebäude sowie der öffentlichen Gebäude aller drei Samtgemeinden betrug im Jahr 2015 insgesamt 6.747 t CO₂e/a.
- b) Bzw. dem Emissionsanteil von rund 1.200 bis 2.800 PKW (mit je 20.000 km/a) bzw. von rund 340 bis 820 Bundesbürgern, das entspricht 0,7 bis 1,7 % der Bevölkerung des Landkreises.

Würden die Transporte der Biomassen ausschließlich durch E-LKW erfolgen, so könnte die CO₂-Belastung des Transports um 0,5 kg CO₂e/km (ca. 45 %) gegenüber dem Kraftstoff Diesel gesenkt werden. Dies entspricht bei einer Fahrleistung von etwa 23.000 km/a einer Entlastung der Umwelt um rund 11 t CO₂e/a.

Hinweis: Würden zusätzlich die 6.000 t atro Hackschnitzel aus Waldresthölzern energetisch verwertet, ergäbe dies eine weitere CO₂-Gutschrift in H. v. rd. 4.700 t CO₂e pro Jahr.