

COASTAL Biogas – Energetische Verwertung von Seegras als Co-Substrat in der Vergärung

Zusammenfassung: Jedes Jahr landen tausende Tonnen Strandanwurf an unserer heimischen Küste. Die Reinigung der Ostseestrände von „Treibsel“ ist vor allem aus ästhetischen Gründen wichtig für einen florierenden Badetourismus. Betroffene Kommunen wenden dafür jede Saison erhebliche Kosten auf. Im Rahmen des Projektes „COASTAL Biogas“ untersucht die Professur für Abfall- und Stoffstrommanagement die Möglichkeiten zur kommerziellen Verwertung von angespültem Seegras an der Ostseeküste.

Im Fokus dieser Überlegung steht die energetische Verwertung als Co-Substrat in Biogasanlagen. Die dabei anfallenden Gärreste kommen als Dünger auf landwirtschaftlichen Flächen zum Einsatz. Durch die Etablierung dieser Wertschöpfungskette aus angespültem Seegras sollen die Eutrophierung in der Ostsee bekämpft und die Strandreinigung finanziell entlastet werden.

Die vorliegende Studie betrachtet daher das theoretische und technische Potenzial von Seegras aus der Strandreinigung anhand bisheriger Erkenntnisse zu Substrateigenschaften und Vergärbarkeit von Seegras als Co-Substrat in Biogasanlagen. Zudem werden Aussagen zur Eignung der anfallenden Gärreste als organischer Dünger getroffen.

Abstract: Every year thousands of tons of beach wrack flushed to the German Baltic Sea Coast. The cleaning of the beaches from "Treibsel" is important for a flourishing bathing tourism, especially for aesthetic reasons. Affected municipalities spend considerable costs on this every season. As part of the "COASTAL Biogas" project, the Department of Waste and Resource Management of the University of Rostock is investigating the possibilities for commercial utilization of washed up seaweed on the German Baltic Sea Coast.

The focus of this consideration is the energetic utilization as co-substrate in the anaerobic fermentation. The resulting digestate is used as fertilizer in agriculture. By establishing this value chain from washed up seaweed, eutrophication in the Baltic Sea is to be combated and beach cleaning is to be financially relieved.

The present study therefore investigates the theoretical and technical potential of seaweed from beach cleaning based on previous knowledge of substrate properties and fermentability of seaweed as a co-substrate in biogas plants. In addition, statements are made as to the suitability of the digestate as organic fertilizer.

1 Die Ostseeküste

Der deutsche Teil der Ostsee grenzt an die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein. Es ist eine bedeutende Region für den baltischen Wirtschaftsraum. Die Morphologie der deutschen Ostseeküste ist maßgeblich von den Prozessen der letzten Eiszeit beeinflusst. Es entstand ein halb umschlossenes Meer mit einer stark strukturierten Küste, die aus Buchten, Inseln und Halbinseln besteht. Dieses relativ geschlossene System ist nur über die Straße von Skagerrak/Kattegat mit der Nordsee und dem Atlantik verbunden. Der Boden des Küstengebiets ist größtenteils von feinem Sand bedeckt, wobei harte Substrate nur sehr begrenzt vorkommen. Die Außenküste ist zusätzlich durch Strukturen zum Schutz von fruchtbarem Land und menschlichen Siedlungen geprägt (BLANO 2014). Die Länge der deutschen Ostseeküste beträgt insgesamt 2,582 km (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern 2 – 1/2010). Politisch teilt sich die deutsche Ostseeküste in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein.

1.1 Ökologie

Die deutsche Ostseeküste ist ein einzigartiges und wertvolles Ökosystem, das durch die Mündungen verschiedener Flüsse gekennzeichnet ist. Von deren Ursprung aus wird die Ostsee stark von landwirtschaftlichen Einträgen beeinflusst. Darüber hinaus folgt die Flora und Fauna einem starken Salzgehaltsgradienten von West nach Ost sowie von Nord nach Süd (BLANO 2014). Die dort lebenden Organismen sind permanent von Wind und Strömungen betroffen. Die deutsche Ostseeküste ist als wichtiger Lebensraum und Brutgebiet mit Fütterungs- und Ruhemöglichkeiten für viele Arten weitgehend erhalten. Nach der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie gibt es eine Reihe von geschützten Biotopen (Richtlinie 92/43/EWG). Die Bedürfnisse von Wohnraum, Wirtschaft und Tourismus mit dem Schutz dieser Lebensräume in Einklang zu bringen, ist eine große Herausforderung für die lokalen Behörden.

1.2 Gefährdung der Ostsee

Flora und Fauna der verschiedenen Biotope entlang der Ostseeküste sind durch Sturmfluten, Erosion, Umweltverschmutzung, Überfischung und Eutrophierung bedroht. Zur Erhaltung dieser einzigartigen Naturräume werden strenge Küstenschutzmaßnahmen umgesetzt (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern 2 – 1/2010). Der anthropologische Einfluss spiegelte sich stark im Überschuss an diffusen Nährstoffen wider, die aus überwiegend landwirtschaftlichen Einträgen resultieren. Die Folgen einer zunehmenden Eutrophierung sind eine erhöhte marine Biomasse, Sauerstoffmangel und eine Einschränkung des Transparenzgrades (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern 2016). Darüber hinaus belasten Wirtschaft und Tourismus die natürliche Umwelt sehr. Um die Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) auf Bundes- und Länderebene umzusetzen, wurden eine Reihe von Maßnahmen-

und Reduktionszielen für die Ostsee entwickelt (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern 2016). Darüber hinaus sind innovative nachhaltige Ansätze zur Bekämpfung der Eutrophierung unerlässlich.

2 COASTAL Biogas

COASTAL Biogas ist ein durch das Förderprogramm Interreg South Baltic sowie durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (ERDF) gefördertes Projekt (STHB.02.02.00-DE-0129/17) zur Bekämpfung der Eutrophierung der Ostsee durch die Rückführung der überschüssigen Nährstoffe aus der Landwirtschaft in einen geschlossenen Stoffkreislauf. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines wirtschaftlichen Konzeptes zum Management von anfallendem Strandanwurf, welches sowohl die Art und Weise der „Ernte“, als auch die Anforderungen an Logistik und Infrastruktur berücksichtigt. Durch die Etablierung einer Wertschöpfungskette aus dem frei verfügbaren Rohstoff Seegrass sollen betroffene Kommunen bei der Strandreinigung finanziell entlastet werden. Das von der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) koordinierte Projekt entwickelt hierzu gemeinsam mit 6 Partnern aus 5 Ländern Werkzeuge für Kommunen, Reinigungsunternehmen, Betreibern von Biogasanlagen, Entsorgungsunternehmen und Landwirten zur Verwertung von angespültem Seegrass aus der Ostsee. Dabei werden jahrelange positive Erfahrungen und Ergebnisse aus Dänemark zur Vergärung von Seegrass in industriellem Maßstab genutzt.



Abb. 1 Schema zur Rückführung überschüssiger Nährstoffe aus der Landwirtschaft durch die energetische Verwertung von Seegrass als Co-Substrat in der anaeroben Vergärung

Durch den Einsatz von Biogasanlagen können minderwertige Ressourcen/ Abfälle in einen erneuerbaren hochwertigen Brennstoff umwandelt werden. Die Nutzung von Seegrass als alternative Strom-, Wärme- und Nährstoffquelle bietet dem südlichen Ostseeraum eine große Chance für die zirkulare Bioökono-

mie. Die Bundesländer Schleswig-Holstein sowie Mecklenburg-Vorpommern verfügen zwar über eine große Anzahl von Biogasanlagen, jedoch sind die landwirtschaftlichen Anlagen gesetzlich nicht zur Verarbeitung von angeschwemmtem Seegras zugelassen (siehe Kapitel 2.2). Somit kommen für die energetische Verwertung von Seegras als Co-Substrat in der anaeroben Vergärung lediglich Abfallvergärungsanlagen in Frage (siehe Kapitel 1.4.6). Doch im Umgang mit angespültem Strandanwurf kommen auch andere Verwertungspfade, wie die thermische Verwertung oder die Kompostierung in Betracht. Die Art und Weise der Verwertung hängt dabei stark von den Eigenschaften des jeweiligen Substrates ab.

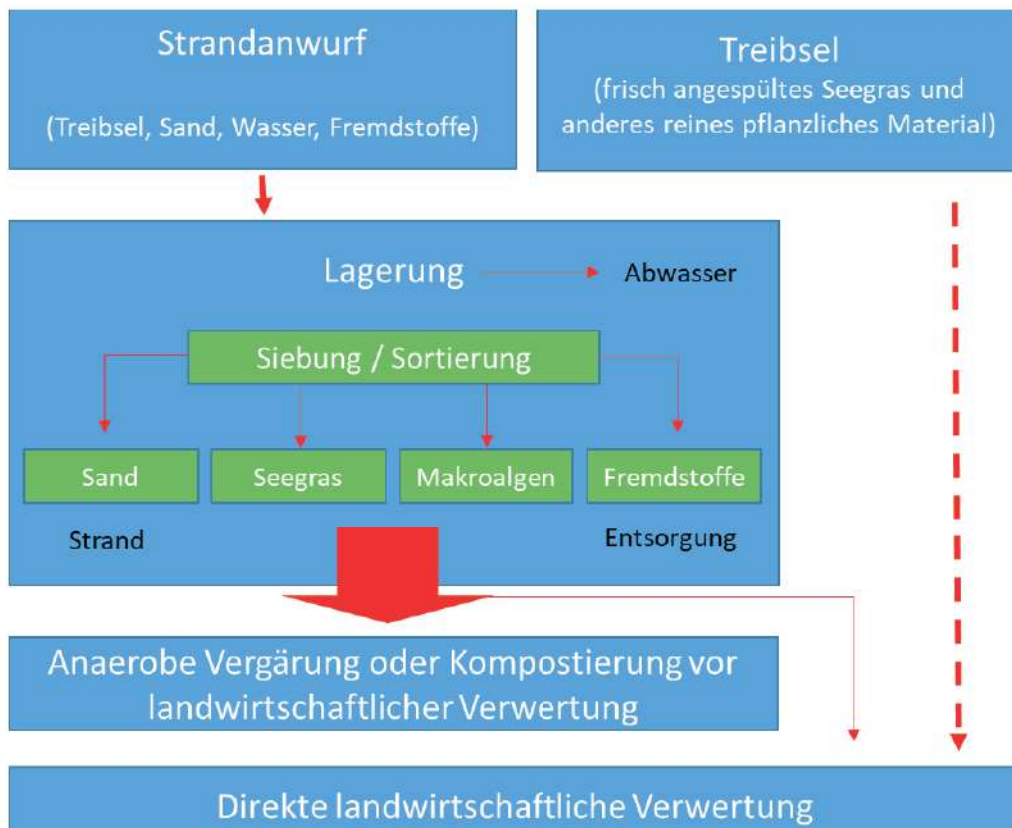


Abb. 2: Schema zum Umgang mit angespültem Strandanwurf
(verändert nach Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit M-V 2018)

Das folgende Kapitel stellt die wirtschaftlichen, sozioökonomischen und rechtlichen Herausforderungen dieser Thematik auf den Prüfstand.

3 Herausforderungen bei der Verwertung von Seegras

Die Erschließung sowie die Verwertung von angeschwemmtem Seegras hängen sowohl von den Mengen und Eigenschaften des Substrates als auch von den infrastrukturellen, logistischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ab. Bezugnehmend auf Fallstudien und Literatur werden in dieser Studie die verschiedenen Aspekte der energetischen Verwertung von Seegras als Co-Substrat in der anaeroben Vergärung beleuchtet.

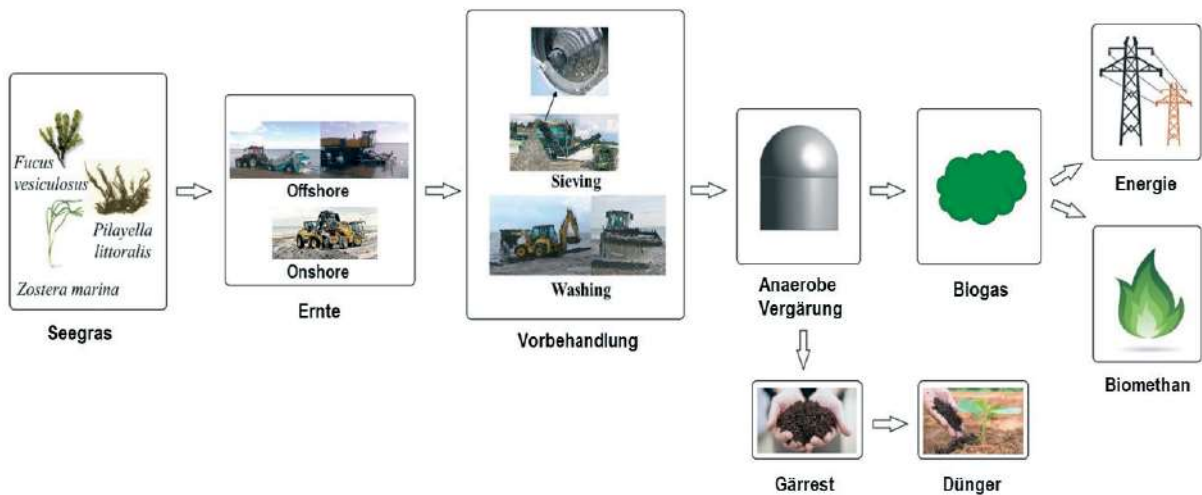


Abb. 3: Aspekte der Seegrassverwertung im Rahmen des Projektes COASTAL Biogas

3.1 Substratverfügbarkeit

Unter Berücksichtigung der EU-WRRL und ihrer Umsetzung auf Bundes- und Länderebene ist aufgrund des Naturschutzes ein direkter Zugang zur Küste und damit auch deren Reinigung im deutschen Ostseeraum nur an bestimmten Stränden oder Häfen möglich. Nur 309 km der Außenküste sind als Tourismusstrand ausgewiesen (Aldag 2018). Diese Strände verfügen über eine gute infrastrukturelle Anbindung und sind daher geeignete Gebiete zur Entfernung von Seegrass.

Darüber hinaus ist die Verfügbarkeit des Substrates auch zeitlich determiniert. Im Verlaufe der Vegetationsperiode werden tote und abgerissene Pflanzenteile durch wind- und strömungsbedingte hydrodynamische Prozesse an die Küste gespült (GRAVE, MÖLLER 1982). Die Menge an Seegrass, die an der Küste angeschwemmt wird, hängt stark von Lage und Exposition der Strände sowie von akuten Wetterereignissen ab (Radka Ptacnikova 2013).

3.2 Ernte/Strandreinigung

Die Beräumung der Strände hat laut den gesetzlichen Bestimmungen ausschließlich landseits zu erfolgen. Die Entnahme der Biomasse innerhalb von, gemäß der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie, geschützten Biotopen ist ausdrücklich untersagt. In der Regel verteilt sich der Strandanwurf, in Folge akuter Wetterlagen, wie Sturm oder Niedrigwasser, großflächig oberhalb der Wasserlinie. In Abhängigkeit von Menge und Zustand des Substrates ist eine händische Reinigung bedingt möglich. In den meisten Fällen empfiehlt sich jedoch die Aufnahme der verwertbaren Biomasse mit Hilfe von Radladern oder entsprechend ausgestatteten Traktoren. Um den Anteil von Sand und Wasser zu reduzieren, empfiehlt sich der Einsatz von sogenannten Siebschaufeln. Beide hier genannten Varianten machen den Einsatz eines Begleitfahrzeuges zur Aufnahme und zum Transport des Strandanwurfes erforderlich. Modernere Konzepte, die beide Arbeitsschritte, also die Räumung und die Aufnahme, vereinen sind von den

Anschaffungskosten häufig nicht wirtschaftlich für den Strandreinigungsbetrieb oder den anfallenden Mengen des Strandanwurfes nicht gewachsen.

3.3 Vorbehandlung

Produkt der Strandreinigung ist Treibsel. Es besteht hauptsächlich aus Seegras und Makroalgen. Je nach Erntetechnik enthält die Biomasse neben weiteren pflanzlichen Bestandteilen und anderen Verunreinigungen wie Kunststoff eine erhebliche Menge Sand und Wasser (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit 2018). Aus diesem Grund ist eine Vorbehandlung des Substrates vor der Verwertung zu empfehlen, um Verunreinigungen zu entfernen und den Sandanteil zu reduzieren.

3.4 Lagerung

Aufgrund des diskontinuierlichen Aufkommens des zu räumenden Strandanwurfes ist eine Lagerung bis zur endgültigen Verwertung häufig unausweichlich. Zudem ist das vorübergehende Lagern des Abfallgutes am Strand ausdrücklich erlaubnispflichtig, da nachteilige Auswirkungen auf Schutzgüter (z.B. durch biologische Prozesse) zu erwarten sind. Die kurzzeitige Bereitstellung zum Abtransport direkt vom Strand ist dadurch nicht betroffen. Der Verbleib in einem Zwischenlager ist jedoch an verschiedene Auflagen gebunden. Die Genehmigung und Errichtung solcher Lagerstätten ist für betroffene Kommunen laut einer Erklärung der Landesregierung ausdrücklich förderfähig.

3.5 Verwertung

Nach entsprechender Vorbehandlung ist anfallendes Seegras aus der Strandreinigung für verschiedene stoffliche und energetische Nutzungspfade verfügbar. In Deutschland ist die bislang bevorzugte Variante dabei die Kompostierung. Darüber hinaus besteht z.B. die Möglichkeit der energetischen Verwertung, gemäß den Vorgaben des EEG, als Co-Substrat in dafür zugelassenen Abfallvergärungsanlagen. Entsprechend den Grundsätzen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes können Gärreste sowie die pflanzlichen Bestandteile des Treibsel nach der Kompostierung oder anaerober Vergärung beispielsweise als Dünger auf landwirtschaftlichen Flächen unter Berücksichtigung der Anforderungen der Düngemittelverordnung (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit 2018) verwendet werden.

3.6 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die pflanzlichen Bestandteile des Strandanwurfes, wie Seegras und Algen, sind aufgrund fehlender gesonderter Abfallbezeichnung im europäischen Abfallverzeichnis unter der Abfallschlüsselnummer 20 02 01 (biologisch abbaubare Abfälle) deklariert und gelten als pflanzlicher Abfall aus einem anderen Herkunftsbereich als aus Haushaltungen. Sie zählen damit zu den Siedlungsab-

fällen und sind unter Beachtung abfallrechtlicher Aspekte zu entsorgen. Der Anwendungsbereich des Abfallrechts wird in dem Moment eröffnet, in dem die angespülte Biomasse zur weiteren Entsorgung zusammengetragen wird, um den Strand und den Ufersaum davon zu beräumen.

Bei den pflanzlichen Bestandteilen des Strandanwurfes handelt es sich im Allgemeinen um keinen gefährlichen Abfall. Jedoch besteht bei der Verwertung auf zum Beispiel landwirtschaftlichen Flächen grundsätzlich eine Behandlungs- und Untersuchungspflicht. Zudem kann nur auf Antrag des Abfallbesitzers (Seebad/Kommune) von der zuständigen Behörde (Staatliche Ämter für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern - StALU) im Einvernehmen mit der landwirtschaftlichen Fachbehörde (LMS) eine entsprechende Freistellung erfolgen. Frisch angespültes reines pflanzliches Material kann mit einer solchen Freistellung von den Behandlungspflichten gemäß § 10 Abs. 2 Bioabfallverordnung (BioAbfV) direkt auf landwirtschaftliche Flächen verwertet werden. Es ist hierbei aber stets die Bioabfallverordnung (BioAbfV) als Spezialregelung aus dem Abfallrecht anzuwenden. Die Entsorgung von nicht aufbereitetem Strandanwurf ist in Abfallbehandlungsanlagen gemäß den entsprechenden Annahmebedingungen dieser Anlagen möglich. Aus der Bioabfallverordnung (BioAbfV) ergibt sich gemäß § 11 zusätzlich ein Nachweisverfahren (Lieferschein) für die Verwertung und den Verbleib aller Bioabfälle und damit auch für die pflanzlichen Bestandteile des Strandanwurfs, dass durch den Abfallbesitzer (Seebad/Kommune) sowie auch den Verwerter/Entsorger einzuhalten ist (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit 2018).

4 Theoretisches und technisches Potenzial von Seegras aus der Strandreinigung

Diese Studie identifiziert das theoretische und technische Biomassepotential für Seegras aus der Strandreinigung. Anlagenkapazitäten werden dabei nicht berücksichtigt, da in dieser Darstellung die Notwendigkeit der Nutzung dieser Ressource im Vordergrund steht.

4.1 Theoretisches Potential von Treibsel und Seegras

Die resultierenden Entsorgungsmengen von angeschwemmtem Seegras variieren zeitlich und räumlich stark aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung des Treibselns und der Art der Bewirtschaftung der Strände sowie der vorherrschenden Strömungsverhältnisse und Küstenmorphologie. Zahlenangaben hierüber gehen aus verschiedenen Quellen hervor und sind nicht einheitlich. Für die Berechnung des möglichen Substratinputs wurden für diese Studie die Informationen über Treibselmengen des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus für die deutsche Ostseeküste sowie Seegrasmengen nach Wilken et al. 2006 berücksichtigt. Die Daten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tab. 1: Treibsel- und Seegrasmengen entlang der deutschen Ostseeküste

Bundesland	Außenküste	TM Treibsel in t/a	TM Seegras in t/a
Mecklenburg-Vorpommern	380	19.000	5.000
Schleswig-Holstein	350	17.500	6.500
gesamt	730	36.500	11.500

4.2 Technisches Potential von Treibsel und Seegras

Das technische Potenzial umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der aktuellen technischen Bedingungen genutzt werden kann. Die Anzahl der dafür bereitstehenden Betriebsanlagen für das Jahr 2017 wurden vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern sowie vom Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein im Jahr 2018 veröffentlicht und in Tab. 2 zusammengefasst. Die Menge des resultierenden Gärrests wird aufgrund inkonsistenter praxisbezogener Daten nicht angegeben. Der geschätzte Biogas-ertrag für Treibsel basiert auf den Daten von Alldag 2018.

Tab. 2: Anlagen zur potentiellen energetischen Verwertung von Treibsel/Seegras 2017

Bundesland	n thermische Verwertungsanlagen	n Biogasanlagen	n Abfallvergärungsanlagen	n MBA	Output Biogas
Mecklenburg-Vorpommern	11	510	8	4	k.A.
Schleswig-Holstein	6	909	k.A.	2	k.A.
gesamt	17	1419	k.A.	6	900.000-2.000.000 m ³

(n=Anzahl; MBA=Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlage)

5 Ausblick

Die Verwendung von Seegras als Co-Substrat in der anaeroben Vergärung und die Nutzung des Gärrückstands als Dünger in der Landwirtschaft stellt eine wertvolle Ergänzung zu den Bemühungen zur Minderung der Eutrophierung in der Ostsee dar. Von dem Aufbau einer Wertschöpfungskette aus dem frei verfügbaren Rohstoff Seegras profitieren letztlich alle Akteure. Organisatorische sowie rechtliche Herausforderungen stehen einer flächendeckenden Praxis der energetischen Verwertung von Seegras als Co-Substrat in der anaeroben Vergärung jedoch bisher im Wege. Die Entwicklung eines konsistenten Managementkonzeptes für anfallenden Strandanwurf erfordert demnach eine Anpassung der geltenden Rahmenbedingungen. Dabei ist eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten

gefragt. Im Rahmen des Projektes COASTAL Biogas sollen positive Erfahrungen aus Nachbarländern des südbaltischen Raumes durch gezielten Technologietransfer und eine grenzübergreifende Zusammenarbeit vorangetrieben werden.

Literatur/Quellen

- Aldag, S. 2018: Ökologische Aspekte der stofflichen Verwertung von Seegrass, Rostock
- BioAbfV 2017: Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden
- BLANO 2014: Konzept zur Ableitung von Nährstoffreduktionszielen nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie
- GRAVE, H., MÖLLER, H. 1982: Quantifizierung des pflanzlichen Strandanwurfs an der westdeutschen Ostseeküste
- KrWG 2012: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen
- LUNG M-V (2018): Daten zur Abfallwirtschaft 2017, Güstrow
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern 2010: Regelwerk Küstenschutz M-V, 2 - 1 / 2010
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern 2016: Konzept zur Minderung diffuser Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft
- Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Gesundheit (2018): Vollzugshinweise zur „Direkten Verwertung“ von Treibsel als Abfall auf landwirtschaftlichen Flächen in Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus (2009): Energie aus Abfall in Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
- Ptacnikova, R. 2013: Coastal marine biomass-to-energy potential in Lower Saxony
- Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien
- Richtlinie 92/43/EWG des Europäischen Parlaments zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen
- WILKEN, H.; FÜRHAUPTER, K.; MEYER, T. (2006a): Die Seegrassverbreitung entlang der Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns - Dichte- und Biomasseabschätzung mittels Luftbildauswertung. Auftraggeber: Amt Klützer Winkel

Kontakt

Sebastian Foth, Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Professur für Abfall- und Stoffstromwirtschaft der Universität Rostock

☎ +49(0)381.498-3405 | ✉ sebastian.foth2@uni-rostock.de