

Regionaler Entwicklungsplan

„Implementierung der Integrierten Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB) in der Bodensee-Region, unter besonderer Berücksichtigung des Landkreises Konstanz“

Verfasser: Bodensee-Stiftung

Datum: 01. Oktober 2015

Im Rahmen des Interreg IV B-Projekts COMBINE (Workpackage 4)

Inhalt

Zusammenfassung.....	3
Summary	3
Abkürzungsverzeichnis.....	4
1. Ausgangssituation	5
2. Materialaufkommen.....	5
2.1 Landschaftspflegematerial	6
2.2 Grünschnitt.....	7
2.3 Eignung der Materialien für den IFBB-Prozess.....	8
2.4 Zwischenfazit.....	8
3. Suchraum für eine IFBB-Anlage.....	9
3.1 Kläranlagen.....	10
3.2 Biogasanlagen.....	11
3.3 Weitere Standorte.....	12
3.4 Zwischenfazit.....	12
4. IFBB-Produkte und regionale Verwertungsmöglichkeiten.....	13
4.1 Lokale Kooperationen und Unterstützer.....	14
5. Betreiber- und Investmentstrategie.....	14
6. IFBB als zentraler Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung im Landkreis Konstanz	15
7. Literatur	17
8. Anhang	18

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts COMBINE konnte eine intensive Diskussion über die energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial und Grünschnitt im Landkreis Konstanz und in der Bodensee-Region angestoßen werden. Basierend auf dem Wissen, dass allein im Landkreis Konstanz mehr als 15.000 Tonnen Biomasse kostenpflichtig entsorgt werden ohne den Energiegehalt dieses Materials zu nutzen, ist die Implementierung des IFBB-Prozesses in dieser Region naheliegend.

IFBB bedeutet integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse und erlaubt die Produktion von Energie (Strom und Wärme) aus der „Wegwerf-Biomasse“. Im Sommer 2014 begann die Bodensee-Stiftung den regionalen Entwicklungsprozess in Gang zu setzen mit Blick auf die Errichtung einer IFBB-Anlage in der Region in einem absehbaren Zeitraum. Es gelang, ein stabiles Netzwerk zu etablieren und zahlreiche Kenntnisse für die Umsetzung im Rahmen von wissenschaftlichen Untersuchungen und Expertengesprächen zusammenzutragen. Aktuell zeichnet sich folgendes Bild: Die Errichtung einer IFBB-Anlage als Add-on an die Kläranlage in Radolfzell oder Konstanz ist aus ökonomischer und ökologischer Sicht die beste Option. Der technische Prozess sollte einen Waschung des Materials sowie eine Extrusion umfassen. Betrieben werden könnte die Anlage von Mitarbeitern der Technischen Betriebe. Die Investition in die Anlage selbst kann durch einen Zusammenschluss mehrerer Kommunen, evtl. gemeinsam mit weiteren Institutionen, getätigt werden. Der produzierte Festbrennstoff wird von den Stadtwerken Radolfzell abgenommen und liefert die Wärme im Winter für den Radolfzeller Stadtteil Liggeringen.

Die bisherigen Erkenntnisse werden fortlaufend durch weitere Detailinformationen ergänzt und sollen auch in Zukunft im Netzwerk diskutiert werden.

Summary

Within the COMBINE Project, an intensive discussion about energy use of material from nature conservation areas as well as of green waste started in the District of Konstanz and around Lake Constance. Having the knowledge that more than 15,000 tons of biomass are “sold for disposal” in the district without any use of the energy content, implementing the IFBB-process seems to be obvious in this area.

IFBB means integrated production of solid fuel and biogas from biomass and allows to produce energy (power and heat) of the “disposal biomass”. In summer 2014 Lake Constance Foundation started a regional process towards implementing an IFBB plant in Constance District. A stable network of stakeholders was established successfully and research was done. The present results are that implementing an IFBB add-on plant at the sewage plant in Radolfzell or in Konstanz is economically and ecologically the best option. The technical process should include a washing step as well as bioextrusion of the biomass. The management of the process could be done by the local services of maintenance and greenery. The invest could be done by an association of communities and other investors. The main product, the solid fuel, will be bought by the local energy supplier and people will enjoy their pure COMBINE-heat in winter in Liggeringen.

The present knowledge is continuously supplemented with further detail information and also should be discussed within the network in the future.

Abkürzungsverzeichnis

FM = Frischmasse

IFBB = Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse

LEV KN = Landschaftserhaltungsverband Konstanz e.V.

NSG = Naturschutzgebiet

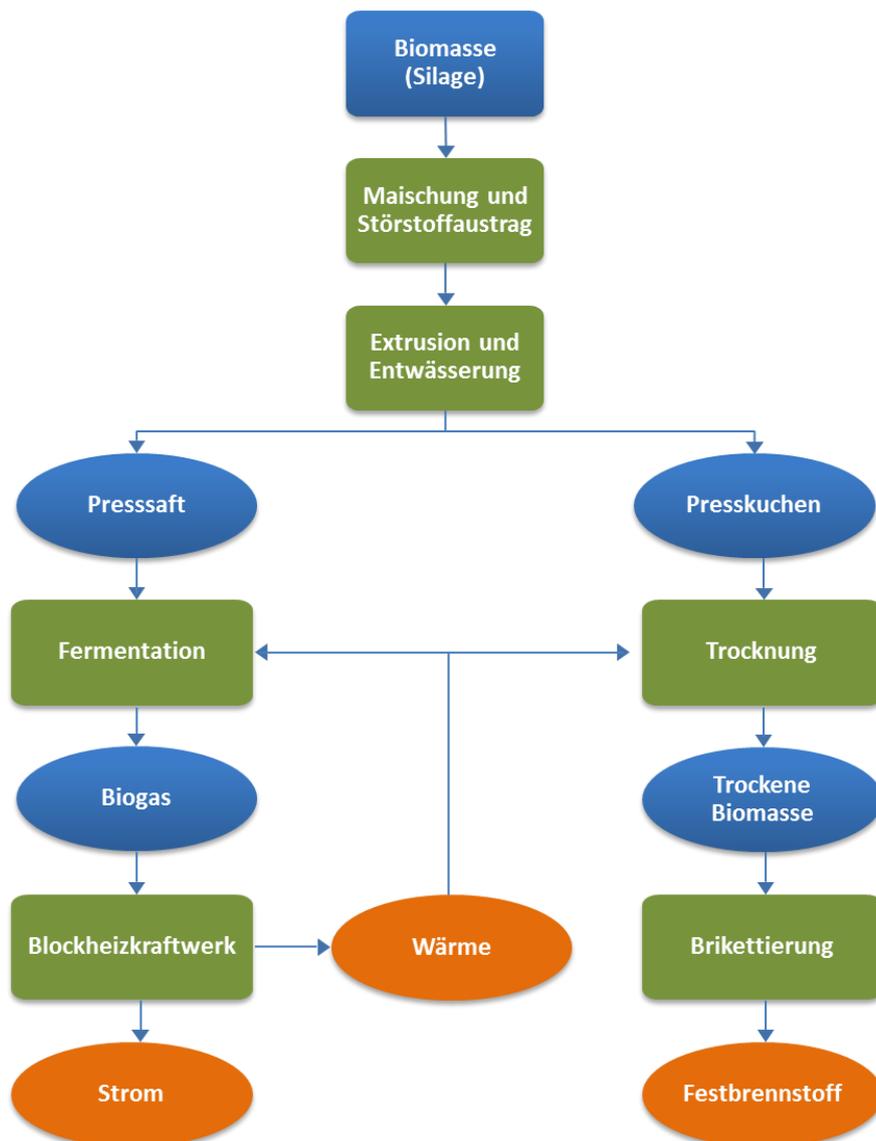
SWR = Stadtwerke Radolfzell

TBR = Technische Betriebe der Stadt Radolfzell

TM = Trockenmasse

WG = Wassergehalt

Schema des IFBB-Prozesses



1. Ausgangssituation

Der Landkreis Konstanz liegt im Süden von Deutschland bzw. von Baden-Württemberg. Er grenzt an die Schweiz sowie an den Bodensee. Der Landkreis umfasst eine Fläche von 820 km² und rund 275.000 Einwohner. Er ist unterteilt in 25 Städte und Gemeinden (Abbildung 1).



Abbildung 1: Städte und Gemeinden im Landkreis Konstanz. Quelle: Wikipedia.

Die energetische Nutzung von Biomasse beschränkt sich in der Bodensee-Region, im Besonderen im Landkreis Konstanz, bisher überwiegend auf landwirtschaftliche Energiepflanzen, Gülle und holziges Material. Weder Landschaftspflegematerial noch Grünschnitt oder Bioabfall werden in 2015 kontinuierlich energetisch verwertet. Während einerseits bei den aktuell genutzten Bioenergie-Ressourcen die Grenzen zunehmend deutlich werden, steigt andererseits die Bestrebung von Landschaftspfleger und Kommunen, das anfallende Material einer kostengünstigen und nachhaltigen Nutzung zuzuführen.

Charakteristisch für die Bodenseeregion im Hinblick auf Bioenergie sind die Bioenergiedörfer. In 2014 wurden in 13 Ortschaften Nahwärmenetze mit Abwärme von Biogasanlagen und im Winter zusätzlich mit der Wärme eines Hackschnitzelofens betrieben. Diese Entwicklung schreitet voran, vermehrt wird nun auch Solarthermie als Wärmequelle genutzt.

2. Materialaufkommen

Die für die IFBB-Produktion grundsätzlich geeignete und verfügbare Biomasse lässt sich in zwei Bereiche unterteilen: 1. Landschaftspflegematerial und 2. Grünschnitt von kommunalen Betrieben

und privaten Haushalten. Das Mengenaufkommen beider Fraktionen unterliegt jährlichen Schwankungen.

2.1 Landschaftspflegematerial

Im Landkreis Konstanz bestehen für rund 1.700 Hektar Landschaftspflegeverträge (Abbildung 2). Zuständig für die Umsetzung und Koordination der Pflegemaßnahmen ist der Landschaftserhaltungsverband Konstanz e.V. (LEV KN).

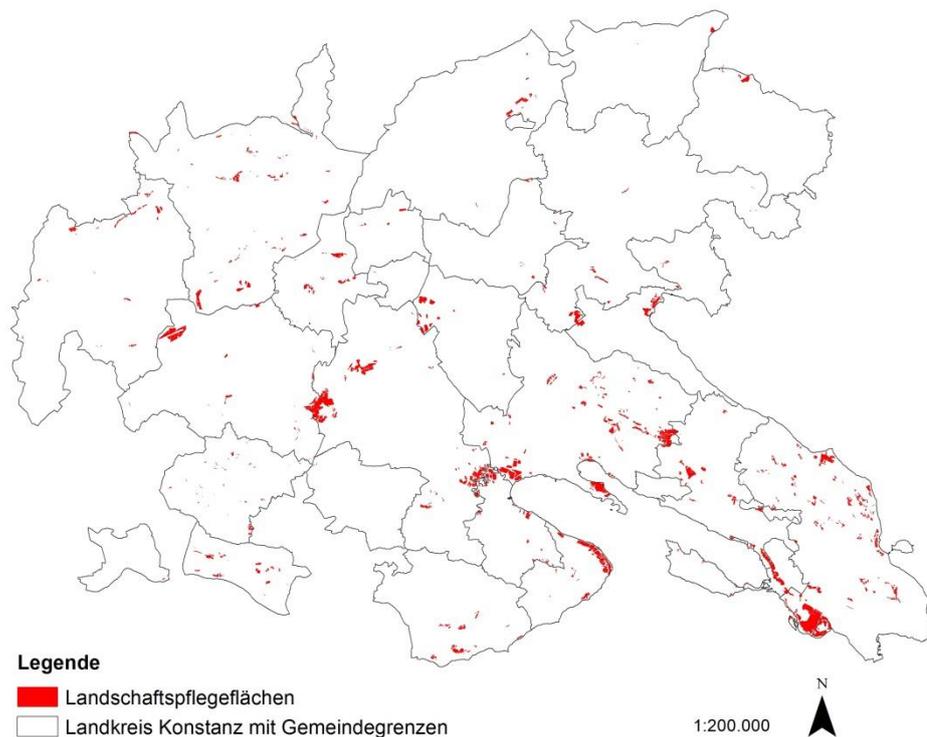


Abbildung 2: Lage der Landschaftspflegeflächen im Landkreis Konstanz. Quelle: LEV Konstanz.

Die Flächen werden überwiegend von Landwirten gepflegt, zu einem kleinen Teil auch von Naturschutzverbänden. Die größten Flächen befinden sich im Naturschutzgebiet (NSG) Wollmatinger Ried. Allein dort bestehen für ca. 250 Hektar Pflegeverträge¹. Die Trockenmasseerträge schwanken von unter 2 bis über 7,5 Tonnen Trockenmasse (TM) pro Hektar, im Durchschnitt liegen sie bei 3 Tonnen TM pro Hektar. Das Abräumen des Schnittguts ist für einen Großteil der Flächen vorgeschrieben. Entweder muss das Mähgut am Flächenrand gesammelt oder komplett von der Fläche entfernt werden. Ist das Material trocken, kann es als Einstreu verwendet werden². Nasses Material wird kompostiert, ein Landwirt erhält 75 Euro pro Hektar bei Kompostierung. Die Zeiträume für die Mahd liegen überwiegend im Winterhalbjahr. Die anfallende Menge an Landschaftspflegematerial ändert sich aufgrund von Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr. Für das

¹ Darunter sind auch Extensivierungsverträge. Im Rahmen dieser Verträge wird das Mähgut vom Landwirt verwendet und nicht entsorgt bzw. kompostiert.

² Der Landschaftserhaltungsverband hat online eine „Streubörse“ als Verkaufsplatz für trockenes Landschaftspflegematerial eingerichtet.

Wollmatinger Ried ist ein Materialaufkommen von rund 500 Tonnen Trockenmasse pro Jahr anzunehmen (davon werden ca. 50% nass geerntet). Weitere Pflegeflächen liegen im NSG Mindelsee und im NSG Radolfzeller Aachried. Dort wird das Material jeweils auf rund 70 ha eingesammelt, so dass pro NSG eine Materialmenge von rund 200 Tonnen TM pro Jahr anfällt. Die drei größten NSG im Landkreis liefern somit eine Materialmenge von knapp 1000 Tonnen TM pro Jahr. Abzüglich des trockenen Materials, das als Einstreu verwendet werden kann, kann von mindestens 400 Tonnen TM ungenutzter Biomasse ausgegangen werden.

Der LEV KN begrüßt und unterstützt die Entwicklung hin zu einer energetischen Verwertung des Landschaftspflegematerials.

2.2 Grünschnitt

Die Sammlung von Grünschnitt von kommunalen Betrieben und privaten Haushalten wird im Landkreis Konstanz auf kommunaler Ebene geregelt. Entsprechend einer Untersuchung der Bodensee-Stiftung³ zu Materialaufkommen und Verwertungswegen fällt eine Menge von rund 14.000 Tonnen Frischmasse (FM) im Landkreis an (Abbildung 3).

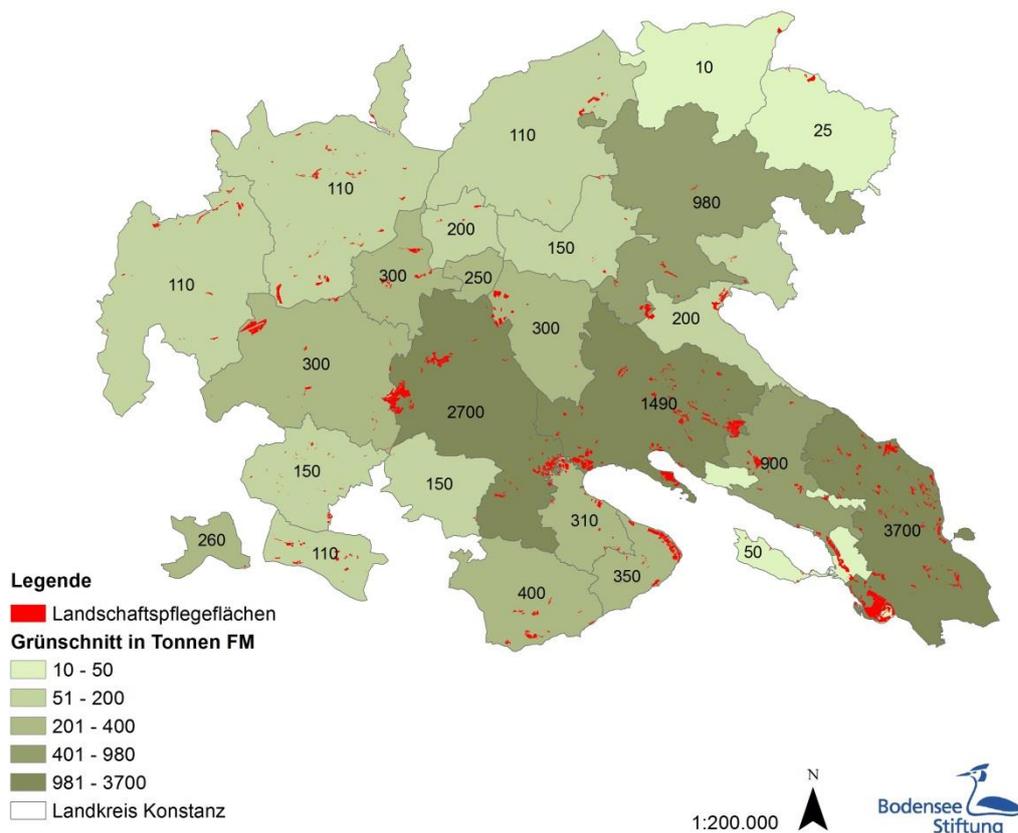


Abbildung 3: Mengenaufkommen von Grünschnitt im Landkreis Konstanz auf kommunaler Ebene. Quelle: Bodensee-Stiftung.

³ Bodensee-Stiftung 2013: Energetische Nutzung von Holziger Biomasse und biogenen Reststoffen im Landkreis Konstanz.

Krautiges Material bzw. gemischtes Material wird von den Kommunen kostenpflichtig entsorgt, wobei das Kompostwerk in Singen eine zentrale Rolle bei der Entsorgung einnimmt. Die Verträge zwischen Kommunen und Entsorgungsunternehmen werden individuell abgeschlossen und umfassen die Entsorgung für ein Jahr, drei Jahre oder länger. Die Entsorgungskosten sind unterschiedlich hoch und bewegen sich zwischen 40 bis 60 Euro pro Tonne FM. Die Kommunen im Landkreis streben eine kostengünstigere bzw. kostenfreie Entsorgung des Grünschnitts an. In vielen Kommunen wird krautiges und holziges Material nicht getrennt gesammelt. Ausnahmen werden beim Anfall von Holzabfällen (z.B. Baumschnitt) gemacht und wenn Kommunen holziges Material direkt an einen Verwerter übergeben. Die Abgabe folgt in diesen Fällen häufig kostenfrei.

2.3 Eignung der Materialien für den IFBB-Prozess

Für die Verarbeitung im IFBB-Prozess wird ein störstofffreies Material angestrebt. Während Landschaftspflegematerial tendenziell weniger Störstoffe enthält, weist Grünschnitt von Kommunen und Privathaushalten einen höheren Anteil an Störstoffen (Erde, Sand, Steine, Plastik etc.) auf. Dies schädigt zum einen die Maschinen und führt zum anderen zu einem erhöhten Aschegehalt bei der Verbrennung der Endprodukte. Um dies zu verhindern ist ein vorgeschalteter „Waschgang“ sinnvoll. Technisch ist für die Substratwäsche der Einsatz eines Schwimm-Sink-Moduls oder eine Pflöfenstromwäsche bzw. einem Dosier-Störstofftrenn-System möglich.

Biomasse, die spät im Jahr geerntet wird, wie zum Beispiel Landschaftspflegematerial, weist einen hohen Ligningehalt auf. Das führt, in Verbindung mit ausgeprägten Markstrukturen mit Hohlräumen und Fettschichten, zu einem hydrophoben Verhalten des Materials. Bei der Weiterverarbeitung kann dies zur Ausbildung von Schwimmschichten und Zopfbildung führen und so den Prozess behindern. Um dies zu vermeiden müssen die Ligninstrukturen aufgebrochen und die Zellulose- und Hemizellulosestrukturen freigelegt werden. Hierfür hat sich das Bioextrusionsverfahren bewährt. Das Substrat wird dabei thermomechanisch aufgeschlossen.

Im Hinblick auf die chemische Zusammensetzung der beiden Substrate ist festzuhalten, dass Elemente, die sich nachteilig bei der Verbrennung der Endprodukte auswirken, durch das Maischen des Materials ausgewaschen werden und somit im Presssaft und nicht im Presskuchen befinden. Aus dem Presskuchen kann somit ein hochwertiger Brennstoff gewonnen werden.

2.4 Zwischenfazit

Für den IFBB-Prozess steht ausreichend regionale Biomasse von Landschaftspflegeflächen und aus der Grünpflege zur Verfügung. Nachstehende Grafik zeigt die Optimierung des Inputmaterials für einen IFBB-Prozess im Landkreis Konstanz/ in der Bodensee-Region.

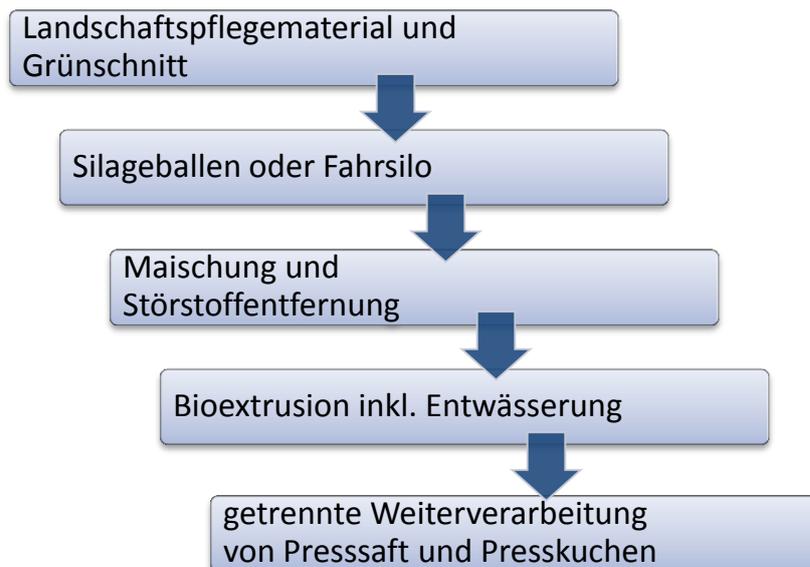


Abbildung 4: Optimierter IFBB-Prozess

3. Suchraum für eine IFBB-Anlage

Die Auswahl eines Standorts für eine IFBB-Anlage ist von mehreren Faktoren abhängig. Zum einen ist eine räumliche Nähe zwischen Materialaufkommen und Materialverwertung anzustreben. Da sich die großen Landschaftspflegeflächen wie auch die Kommunen mit hohem Materialaufkommen im Süden des Landkreises befinden, ist dieser Raum geeignet (Abbildung 3). Zum anderen ist die Anbindung an vorhandene Anlagen (Kläranlagen, Biogasanlagen) zu prüfen. Die Einbindung des IFBB-Prozesses in bestehende Infrastrukturen (IFBB Add-on-Anlage) ist aufgrund der Ausgangssituation im Landkreis Konstanz sowie aus ökonomischer und ökologischer Sicht sinnvoll.

Die Biogasanlagen im Landkreis Konstanz konzentrieren sich im Norden des Landkreises. Im Süden des Landkreises sind die Kläranlagen in Konstanz und Radolfzell sowie drei Biogasanlagen, die im Suchraum für eine IFBB Add-on-Anlage in Frage kommen. Die Kläranlage Stockacher Aach liegt im Osten, die Kläranlage Gaienhofen auf der Halbinsel Höri im äußersten Süden des Landkreises.

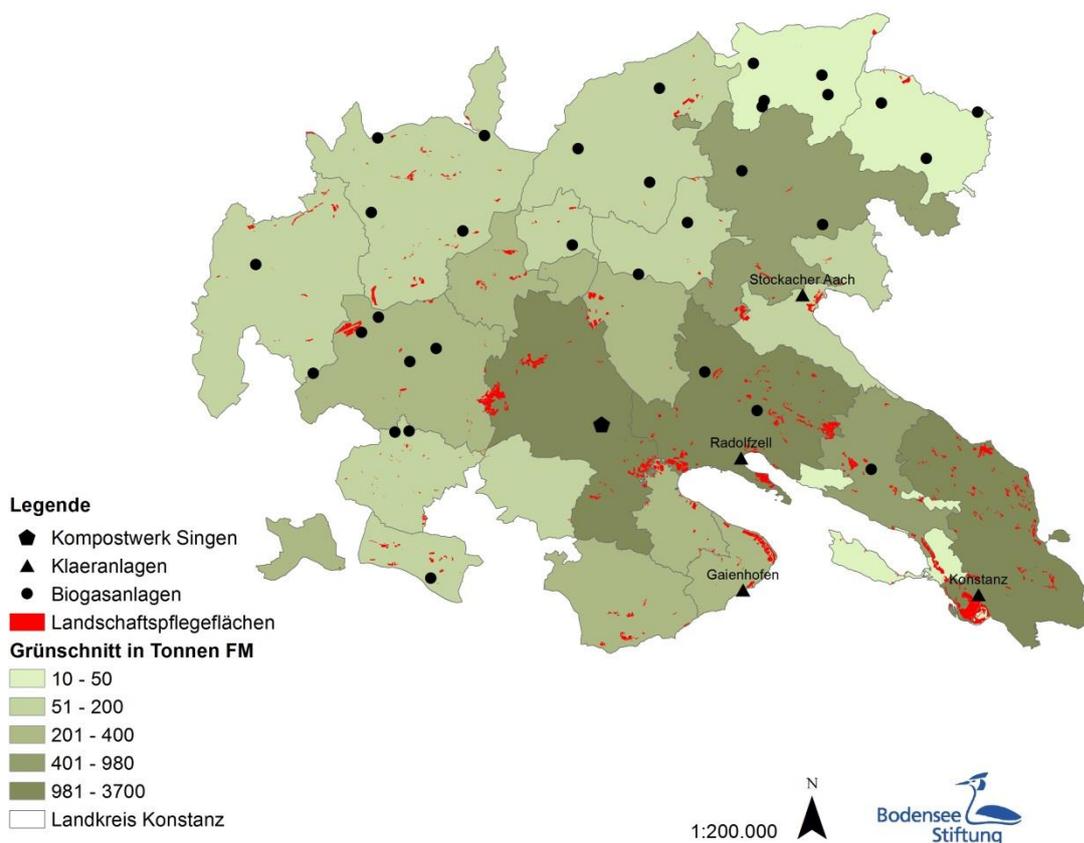


Abbildung 5: Lage von Biogasanlagen, Kläranlagen, Kompostwerk im Landkreis Konstanz; Mengenaufkommen von Grünschnitt im Landkreis Konstanz auf kommunaler Ebene; Lage der Landschaftspflegeflächen im Landkreis Konstanz.

3.1 Kläranlagen

Kläranlagen bieten aufgrund der Wasserverfügbarkeit einen attraktiven Standort für eine IFBB Add-on Anlage. Inwiefern die Kläranlagen im Landkreis Konstanz für eine IFBB-Anlage geeignet sind, wurde durch Gespräche mit den Betreibern ermittelt⁴.

Die Betreiber der **Kläranlage Konstanz** waren grundsätzlich offen und interessiert an der Technik. Ihre Hauptaufgabe sehen sie jedoch in der Wasserreinigung, nicht in der Energieproduktion. Als Betreiber einer IFBB-Anlage stehen sie nicht zur Verfügung. Die Tatsache, dass die Kläranlage Konstanz momentan einen Faulturm betreibt, der ausgelastet ist und im Jahresmittel keine Abwärme übrig hat, sprechen auf Antriebe nicht für eine Add-on IFBB-Anlage an diesem Standort. Die Ausweitung der Kläranlage durch einen zweiten Faulturm ist aber im Gespräch, so dass der Standort mittelfristig für eine IFBB-Anlage wieder an Attraktivität gewinnt. Weitere Gespräche mit Vertretern der Stadt Konstanz zeigten, dass die Kläranlage Konstanz als potentieller Standort im Blick behalten werden sollte.

⁴ Die Kläranlage Gaienhofen wurde aufgrund der dezentralen Lage und der geringen Größe im ersten Schritt nicht als potentieller Standort im Detail betrachtet. Sie hat außerdem keinen Faulturm.

Die **Kläranlage Stockacher Aach** reizt das Volumen des bestehenden Faulturms nahezu aus⁵. Wie in Konstanz wird auch hier im Winter zugeheizt, da die produzierte Wärme den Eigenbedarf nicht deckt. Des Weiteren kommt hinzu, dass auf dem Gelände kein Platz zur Verfügung steht. Die Betreiber der Kläranlage Stockacher Aach zeigten sich an einer IFBB-Anlage weniger interessiert.

Ein weiterer potentieller Standort ist die **Kläranlage Radolfzell** (siehe Anhang 1: Flächennutzungsplan des Standorts Kläranlage Radolfzell). Das Erstgespräch würde mit den Betreibern der Kläranlage geführt und es nahmen Vertreter der Stadt Radolfzell (Technische Betriebe und Stadtplanung) sowie der Stadtwerke Radolfzell teil. Die IFBB-Technik ist hier schon im Vorfeld auf offene Ohren gestoßen. Maßgeblich dazu beigetragen haben die Präsentation und Workshops mit der mobilen IFBB-Anlage blueConrad in Radolfzell. Nach dem Erstgespräch fanden zahlreiche weitere Diskussionsrunden statt und es wurde eine gemeinsame Geländebegehung sowie eine Exkursion zur Pilotanlage nach Baden-Baden durchgeführt. Der Teilnehmerkreis wurde in diesem Rahmen erweitert, so nahmen auch Vertreter des Landratsamts Konstanz teil.

Der Faulturm der Kläranlage Radolfzell stellt keinen begrenzenden Faktor dar, die anfallende Menge an Presssaft würde hier Platz finden. Presssaft mit ca. 2% TS wird ebenfalls als unproblematisch bewertet, kritisch wird dagegen das Einbringen von Schlamm und Sand mit dem Presssaft eingestuft, dies sollte unbedingt vermieden werden (siehe Kapitel 2.3).

Wie auch bei den anderen Kläranlagen wird die Abwärme des BHKWs im Winter in der Regel vollständig für den Eigenbedarf genutzt. Teilweise wird mit Gas zugeheizt. Im Sommer besteht dagegen ein Überschuss an Abwärme, der nicht genutzt wird. Momentan wird eine neue Heizungsanlage für die Kläranlage geplant.

Das Gelände der Kläranlage Radolfzell ist begrenzt, auf den Freiflächen sind unterirdisch zahlreiche Rohre verlegt. Die Betreiber verweisen auf den mittelfristigen Ausbau der Kläranlage für die 4. Reinigungsstufe, für die Platz benötigt wird. Die direkt an die Kläranlage angrenzenden Technischen Betriebe der Stadt Radolfzell (TBR) verfügen dagegen noch über Flächen, die für eine IFBB-Anlage zur Verfügung gestellt werden könnten.

Im Gespräch wurden jedoch starke Bedenken bezüglich dem Standort Kläranlage Radolfzell geäußert, da durch eine IFBB-Anlage und die dazugehörige Logistik eine erhöhte Geruchs- und Lärmbelastung für die Anwohner befürchtet wird. Diese seien schon mit der momentanen Situation unzufrieden und äußerten häufig ihren Unmut. Eine weitere Emissionsquelle gilt es zu vermeiden. Hinzu komme, dass die Wohnbebauung im unmittelbaren Umfeld der Kläranlage bzw. der TBR ausgebaut werden soll (siehe Anhang 2: Potentieller Platz für IFBB-Anlage auf dem Gelände der TBR. Gegenüber ist aktuell Gewerbegebiet, die Umwandlung in Wohngebiet wird diskutiert.)

Aufgrund dieser Bedenken wurden weitere potentielle Standorte betrachtet, aber gleichzeitig auch Lösungswege bzw. verlässliche Daten für die Belastung am Standort Kläranlage durch eine IFBB-Anlage erarbeitet (siehe Kapitel 6).

3.2 Biogasanlagen

Eine IFBB-Anlage mit einer landwirtschaftlichen Biogasanlage zu kombinieren stellt die Landwirte vor die Herausforderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und des Bioabfall-Gesetzes. Letzteres

⁵ Der Faulturm kann noch 30m³/Tag aufnehmen. Laut den Berechnungen produziert eine „kleine“ IFBB-Anlage 37m³ Presssaft pro Tag.

führt dazu, dass die Gärreste in Kombination mit dem IFBB-Prozess nicht mehr auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden, sofern dieser nicht hygienisiert wird.

Im Suchraum befinden sich drei landwirtschaftliche Biogasanlagen. Eine davon, zwischen Radolfzell und Konstanz gelegen, wird unter ökologischen Richtlinien bewirtschaftet. Diese hat kaum Abwärme übrig sowie ein geringes Fermentervolumen. Die beiden nördlich von Radolfzell gelegenen Biogasanlagen haben entweder keine Abwärme übrig, da diese in das Nahwärmenetz der Ortschaft fließt oder verfügen über keinen Platz.

3.3 Weitere Standorte

Neben den Klär- und Biogasanlagen wurden weitere Standorte für eine IFBB-Anlage im Landkreis Konstanz diskutiert.

Aufgrund der großen Mengen an Grünschnitt, die im Kompostwerk Singen gesammelt werden, kommt dies als Standort grundsätzlich in Frage. Hinderlich wirkt jedoch die Tatsache, dass erst vor kurzer Zeit hohe Investitionen in eine Tunnelkompostierung getätigt wurden. Für eine energetische Verwertung des Materials gibt es momentan weder Pläne noch finanziellen Mittel.

Die Deponie Rickelshausen zwischen Radolfzell und Singen verfügt über Platz und ein Deponiegas-BHKW mit ungenutzter Abwärme, allerdings nimmt die Menge an Deponiegas im Laufe der Jahre weiter ab. Wasser ist an diesem Standort nur begrenzt verfügbar und der Presssaft müsste zu einer Kläranlage transportiert werden.

3.4 Zwischenfazit

Nachstehende Grafik zeigt die Standortsuche für eine IFBB-Anlage in der Bodensee-Region bzw. im Landkreis.

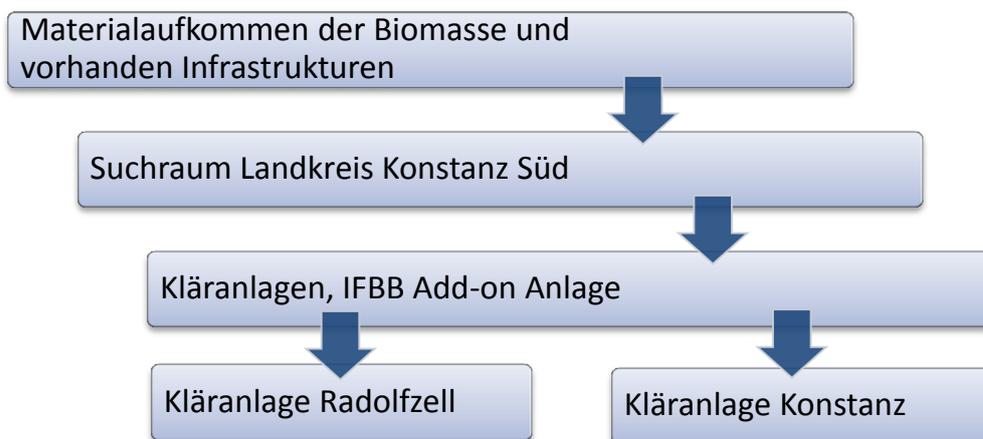


Abbildung 6: Standortsuche für eine IFBB-Anlage im Landkreis Konstanz.

4. IFBB-Produkte und regionale Verwertungsmöglichkeiten

Das zentrale Endprodukt des IFBB-Prozesses ist ein Festbrennstoff in Form von Briketts oder Pellets. Chemische Elemente, die sich negativ auf die Verbrennung auswirken und Störstoffe, wie Erde oder Sand, die einen hohen Aschegehalt verursachen, können im Rahmen des IFBB-Prozesses bzw. mit entsprechenden technischen Schritten (siehe auch Kapitel 2.3) reduziert bzw. vermieden werden. Der N-Gehalt in den Briketts aus reinem Riedmaterial ist relativ hoch (0,7 % TM), mit einer angepassten Verbrennung (Einstellung der Temperatur und des Sauerstoffgehalts) können aber die NO_x-Emissionen trotzdem niedrig gehalten werden. Die Werte von anderen Mineralstoffe, wie S, P, K, Mg, Na, Ca und Cl, liegen nach der Mischung zwischen 0,04 % TM (P, Na) und max. 0,4 % TM (Ca) und wirken sich in diesen Konzentrationen nicht negativ auf die Verbrennung aus. Briketts aus Landschaftspflegematerial weisen einen Aschegehalt von ca. 3,5 % auf, welcher mit einem entsprechenden Störstoffaustrag noch weiter verringert werden kann. Kommunaler bzw. privater Grünschnitt sollte im Hinblick auf den Aschegehalt aufgrund von Verunreinigungen in jedem Fall einer Störstoffentfernung untersogen werden.

Der Festbrennstoff ist zur Verbrennung in Heizkesseln mit einer Leistung über 100kW mit Staubfilter und Belüftung geeignet. Der Energiegehalt des Festbrennstoffes, aufbereitet als Briketts, beträgt etwa 18 MJ/kg Trockenmasse. Bei einem Wassergehalt (WG) von 15% im Festbrennstoff liegt der durchschnittliche Energiegehalt bei mindestens 13 MJ/kg. Damit unterscheiden sich die Briketts um etwa 13% vom Energiegehalt von Holzhackschnitzel (Buche WG15: 15,3 MJ/kg).

Im Landkreis Konstanz sind aktuell bereits über 25 Heizkessel in dieser Größenordnung vorhanden. Besonderes Interesse an der Verwertung des Festbrennstoffs haben die Stadtwerke Radolfzell (SWR). Die SWR planen ein Solarenergiedorf im Radolfzeller Stadtteil Liggeringen, wobei der Wärmebedarf im Sommer mittels Solarthermie und im Winter zusätzlich mit Bioenergie gedeckt werden soll. Anstatt Hackschnitzel zu verbrennen arbeiten die SWR intensiv an einem Konzept zur Verbrennung des Festbrennstoffes aus dem IFBB-Prozess. Die Energiegewinnung aus Landschaftspflegematerial wurde bereits früh in die Planung des Bioenergiedorfs integriert und öffentlich kommuniziert. Technische Daten bezüglich des Ofens wurden erfolgreich überprüft und weitere Schritte mit Blick auf den Einsatz des IFBB-Festbrennstoffes unternommen (Prüfung des Bedarfs und der Lagerkapazitäten etc.). Die Festbrennstoffproduktion aus rund 3.000 Tonnen FM/Jahr würde den Bedarf der SWR im Solarenergiedorf Liggeringen decken (ca. 1.000 Tonnen Festbrennstoff WG 15). Diese Menge stellt Energie in Höhe von etwa 3.600 MWh bereit. Die SWR hat mit einer Absichtserklärung offiziell ihr Interesse an der Verwertung des Festbrennstoffs aus einem IFBB-Prozess im Landkreis Konstanz bekräftigt.

Die gesicherte Abnahme des Festbrennstoffes durch die Stadtwerke Radolfzell ist von großer Bedeutung für eine erfolgreiche Umsetzung des IFBB-Prozess in der Region. Die Stadtwerke haben bereits Erfahrung mit Energiedörfern und machen mit dem Nahwärmenetz in Liggeringen einen großen Schritt im Sinne einer nachhaltigen Energieproduktion. Die Einbindung der IFBB-Produkte in die Wärmebereitstellung passt hervorragend in dieses Konzept und wird aktiv von den SWR unterstützt (siehe Kapitel 4). Auf Informationsveranstaltung in Liggeringen wurde die Nutzung von Landschaftspflege-Briketts für die Wärmeproduktion im Winter vorgestellt und stieß bei der Bevölkerung auf breite Zustimmung. Einige Bewohner sprechen sich eindeutig für IFBB-Briketts anstelle von Hackschnitzel aus.

Nachstehende Grafik zeigt die optimierte Verwertungslinie des Presskuchens aus dem IFBB-Prozess im Landkreis Konstanz.

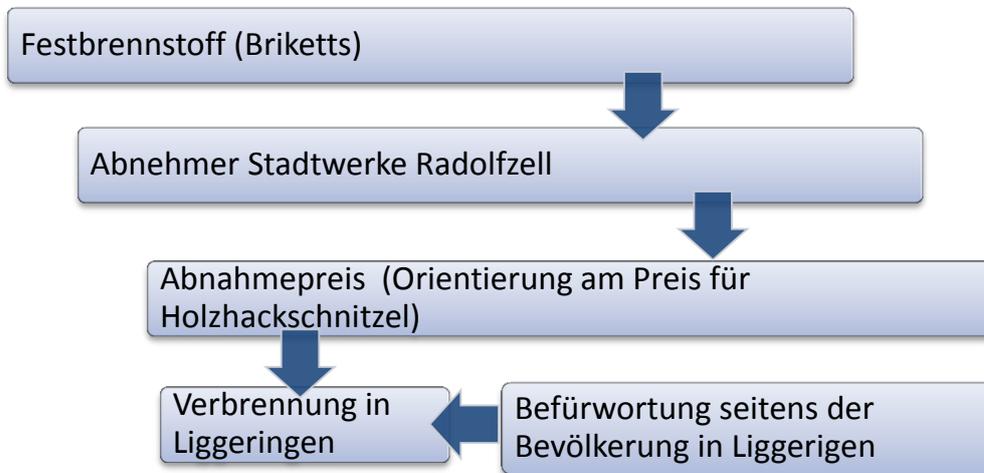


Abbildung 7: Optimierter Verwertungsweg für das IFBB-Produkt Festbrennstoff.

4.1 Lokale Kooperationen und Unterstützer

In 2015 konnte ein stabiles Netzwerk an Unterstützern und Befürwortern einer IFBB-Anlage im Landkreis Konstanz etabliert werden. Die Bodensee-Stiftung brachte im Rahmen des Projekts COMBINE zahlreiches Fachpersonal zusammen, bestehend aus Experten der Stadtwerke Radolfzell (siehe Kapitel 4), der Stadt Radolfzell und der Stadt Konstanz sowie des Landratsamtes Konstanz. Außerdem sind der Landschaftserhaltungsverband Konstanz, Landwirte und Naturschutzverbände in den regionalen Prozess integriert.

Die Aktivitäten der Bodensee-Stiftung umfassten bisher die Durchführung einer mehrtägigen, internationalen Konferenz, die Demonstration der mobilen IFBB-Anlage blueConrad für Experten und die breite Öffentlichkeit, Workshops und Expertengespräche mit Fachpersonal, Geländebegehung potentieller Standorte und Exkursionen zur Pilotanlage in Baden-Baden sowie die Pressearbeit (siehe Anhang 3).

5. Betreiber- und Investmentstrategie

Die ökonomischen Daten einer IFBB-Anlage wurden von der Universität Kassel bereits Anfang 2015 kalkuliert. Der Berechnung basiert auf einer Inputmenge rund 3.000 Tonnen Frischmasse. Die zentralen Ergebnisse der Voruntersuchung sind (siehe Anhang 4):

- Die Investmentkosten belaufen sich auf 1,03 Mio. (bei Zukauf des Grundstücks) bzw. 684.400 Euro (ohne Zukauf des Grundstücks).
- Die jährlichen Betriebskosten belaufen sich auf rund 300.000 Euro.
- Durch den Verkauf des Festbrennstoffs kann ein Gewinn von rund 300.000 Euro erzielt werden.

Unter den getroffenen Annahmen kann eine IFBB-Anlage folglich kostenneutral betrieben werden.

Sofern für eine IFBB-Anlage kein Grundstück hinzugekauft werden muss, was zum Beispiel beim Standort Kläranlage/TBR Radolfzell der Fall wäre, reduziert sich die Investition um mehrere hunderttausend Euro. Die niedrigeren Investitionskosten wirken sich deutlich positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage aus. Die Annuität auf 20 Jahre beträgt in diesem Fall 41.730 Euro.

Bei einer Inputmenge von rund 3.000 Tonnen FM werden über 1.000 Tonnen Festbrennstoff (Briketts, WG 15) produziert. Im Falle der hohen Investitionskosten inkl. Grundstückkauf darf der Verkaufspreis nicht unter 145 Euro pro Tonne Festbrennstoff fallen. Anders bei den niedrigeren Investitionen, hier darf der Festbrennstoff nicht günstiger als 124 Euro pro Tonne sein, um die Wirtschaftlichkeit der IFBB-Anlage nicht zu riskieren.

Die aktuellen Diskussionen über potentielle Betreiber und Investoren für eine IFBB-Anlage im Landkreis Konstanz weisen darauf hin, dass diese in erster Linie unabhängig voneinander betrachtet werden. Die Technischen Betriebe Radolfzell stehen einem Betrieb der IFBB-Anlage offen gegenüber, sehen sich aber nicht als Investoren. Gleiches gilt auch für die Technischen Betriebe Konstanz. Auch die Stadtwerke Radolfzell und die Stadt Radolfzell sehen sich nicht in der Rolle des (alleinigen) Investors. Diskutiert wird vielmehr ein Zusammenschluss von mehreren Kommunen und ggf. Institutionen, im Sinne eines Zweckverbandes, der dem Zweck der Energieproduktion aus Landschaftspflegematerial und Grünschnitt dient.

Für die Finanzierung einer IFBB-Anlage im Landkreis Konstanz sollten in jedem Fall der Einbezug von Fördermitteln berücksichtigt werden. Die Anlage ist als Pilotanlage zu verstehen, so dass Mittel des Landes Baden-Württembergs oder des Bundes hierfür eventuell in Anspruch genommen werden können.

6. IFBB als zentraler Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung im Landkreis Konstanz

Die bisherigen Ergebnisse des regionalen Prozesses mit Blick auf die Implementierung des IFBB-Prozesses in der Bodensee-Region sind vielversprechend. Bisher konnten keine Faktoren festgestellt werden, die der Etablierung einer IFBB-Anlage im Landkreis Konstanz/ in der Bodensee-Region grundsätzlich im Wege stehen. Zahlreiche Erkenntnisse, wie zur Optimierung des Verarbeitungsprozesses, zur Standortsuche sowie zu Betreiber- und Investitionsmodellen konnten in enger Zusammenarbeit mit dem lokalen Netzwerk erzielt werden.

Um verstärkt in die Detailplanung zu gelangen, wurde nun eine Vorplanung für eine IFBB-Anlage am Standort Kläranlage Radolfzell/TBR erstellt. Diese liefert zahlreiche Informationen, um den regionalen Prozess weiterzuentwickeln. Die Bodensee-Stiftung wird die Ergebnisse der Vorplanung mit den Experten der Region diskutieren und gemeinsam die weitere Schritte planen. Zentrale Annahme der Vorplanung ist, dass die Silierung nicht auf dem Gelände der TBR stattfindet und die Silage dort nicht in großen Mengen gelagert wird. Die Untersuchung liefert des Weiteren Daten sowie Möglichkeiten zur Reduzierung von Lärm- und Geruchsemissionen (siehe Anhang 5), umfassende Angaben zu Verbrauchswerten sowie zur Mengenabschätzung unter Berücksichtigung der einzelnen Verfahrensschritte. Diskutiert werden muss nun unter anderem auch, ob die

(komplette) Trocknung bei der Anlage stattfindet oder ob eine Auslagerung des Trocknungsprozesses sinnvoll ist.

Der regionale Entwicklungsprozess ist bereits deutlich vorangeschritten. Für eine Weiterführung und schließlich eine Implementierung eines IFBB-Prozesses im Landkreis Konstanz sprechen folgende Kernmotivationen:

Die Klimabilanz einer IFBB-Anlage ist positiv. Unter den Annahmen der Voruntersuchung kann eine Einsparung von 1.000 Tonnen CO₂ pro Jahr erzielt werden. Zum Vergleich: Im Bioenergiedorf Mauenheim werden ebenfalls 1.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart. Dies entspricht in etwa der Menge von 320.000 Liter Heizöl. Die Stadt Radolfzell verfolgt ebenso wie die Stadt Konstanz Klimaschutz als zentrales Ziel in ihrer Entwicklung.

Das im IFBB-Prozess verwendete Material ist in ausreichender Menge vorhanden und wird derzeit mit Kostenaufwand entsorgt. Durch eine energetische Nutzung würde die Biomasse eine deutliche Wertsteigerung erfahren, Kosten für die Entsorgung würden entfallen. Eine IFBB-Anlage unterstützt vor allem den Naturschutz, aber auch die Grünpflege.

Nur durch die Zusammenarbeit von Naturschutz, Kommunen und Stadtwerken ist die Errichtung einer IFBB-Anlage möglich. Ein derartiges Gemeinschaftsprojekt, das darüber hinaus von den Bürgern bzw. Konsumenten unterstützt wird, hat eindeutig Vorzeigecharakter.

7. Literatur

LMEngineering GmbH 2015: Erstellung eines Konzeptes für eine wirtschaftlich arbeitende Anlage nach dem IFBB Verfahren mit dem späteren Ziel einer Investition.

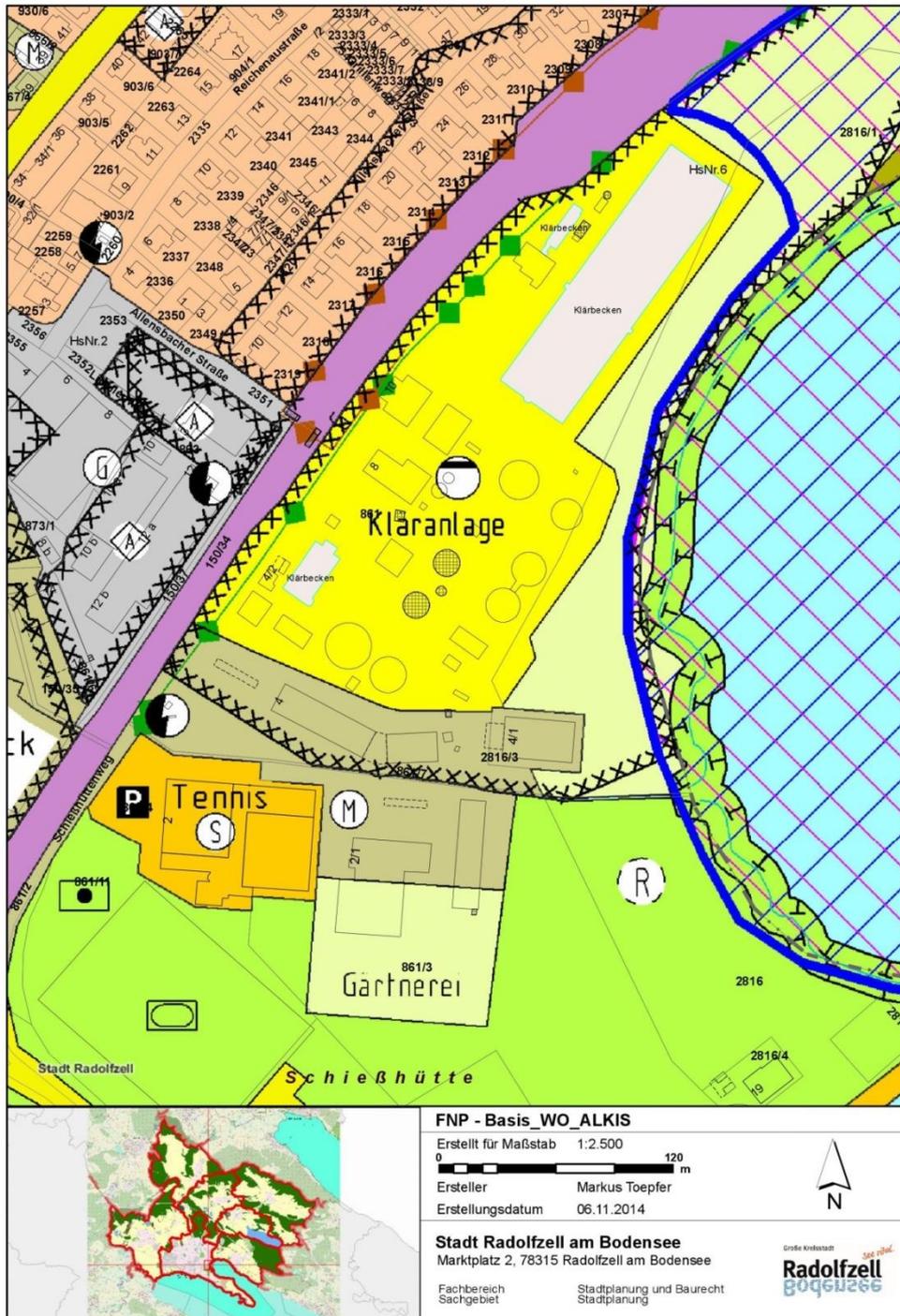
Universität Kassel 2015: Analysis of mass and energy fluxes.

Universität Kassel 2015: Life cycle assessment of the IFBB – regional specific scenarios including a comparison to other European project LCAs on IFBB.

Universität Kassel und Bodensee-Stiftung 2014: COMBINE Case study. Economical frameworks of an IFBB Add-on plant in Germany.

Universität Kassel und Bodensee-Stiftung 2014: Region-specific feasibility study of the IFBB concept.

8. Anhang



Anhang 1: Flächennutzungsplan des Standorts Kläranlage Radolfzell



Anhang 2: Potentieller Platz für IFBB-Anlage auf dem Gelände der TBR. Gegenüber ist aktuell Gewerbegebiet, die Umwandlung in Wohngebiet wird diskutiert.



Kommunale Schwerpunkte – Energie und Umwelt

Naturschutz und Energie – eine zukunftsfähige Partnerschaft

Bodensee-Stiftung ebnet Wege für energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial und biogenen Reststoffen

Die nachhaltige Produktion von Bioenergie erfordert die Verwertung von Material, das bereits vorhanden ist, aber bisher nicht oder nur stofflich genutzt wird. Vor allem Material von großen Landschaftspflegereisern, etwa dem Wolmattlinger Ried am Bodensee, bietet sich hierfür an.

Die Bodensee-Stiftung führte im Landkreis Konstanz eine umfassende Untersuchung auf kommunaler Ebene zum Biomasseaufkommen durch. Es wurden die Mengen erfasst, die aktuell durch Landschaftspfleger oder Bauhöfe gesammelt werden, sowie die dazugehörigen Stoffströme. Die Ergebnisse belegen, dass insgesamt über 13.000 Tonnen Biomasse im Umlauf sind. Aktuell wird diese zum Großteil kostenpflichtig entsorgt und dient fast ausschließlich der stofflichen Nutzung. Lediglich ein geringer Anteil des leeren Rassenstrichs wird in Biogasanlagen vergärt und somit einer Kaskadennutzung zugeführt. Parallel zur Erfassung der Ist-Situation durch die Bodensee-Stiftung ermittelte das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) das technische Potenzial verschiedener Biomassefraktionen. Der Vergleich der Daten der Ist-Situation mit den Potenzialdaten zeigt, dass weitere 8.000 Tonnen Biomasse im Landkreis Konstanz vorhanden und für eine energetische Nutzung geeignet sind. Für diese Menge besteht jedoch bisher keine Logistikfrage.



Pflagemähd im Wolmattlinger Ried am Bodensee

16. Januar 2015



Lösungswege für eine nachhaltige Bioenergienutzung

Auf Basis der vorhandenen Daten lassen sich Wege für eine nachhaltige Nutzung der Biomasse identifizieren. Im ersten Schritt sollen bestehende Logistikketten genutzt und sinnvoll mit innovativen Technologien kombiniert werden. Vor diesem Hintergrund stellte die Bodensee-Stiftung im Oktober 2014 in Radolfzell am Bodensee ein von der Uni Kassel entwickeltes Verfahren zur integrierten Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB) mit Hilfe einer mobilen Demoinstallation vor. Rahmen einer Informationskonferenz mit über 100 Teilnehmern und bei einer besonderen Veranstaltung für die breite Öffentlichkeit – der Energienacht – wurden neben der IFBB-Technologie auch speziell für Nasswiesen umgebaute Erntemaschinen demonstriert.

Das Weiteren führte die Bodensee-Stiftung Workshops durch, bei denen regionale Akteure des Energielektors und aus der Landschafts- und Grünflächenpflege die Möglichkeiten zur Realisierung einer IFBB-Anlage im Landkreis Konstanz erlernten. Durch das Interreg IVB Projekt Combine, in dem die Bodensee-Stiftung seit Anfang 2014 offizieller Partner ist, eröffnet sich zudem die Möglichkeit, eine standortspezifische Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine solche Anlage im Landkreis Konstanz durchzuführen.

Das Verfahren: Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse (IFBB)

Das IFBB-Verfahren ermöglicht die energetische Nutzung von kasserreicher Biomasse, wie zum Beispiel überbländiges Landschaftspflegegras und Grünschnitt mit hohem Anteil an Wasser. Das silierte Ausgangsmaterial wird mit 40 Grad heißem Wasser vorbehandelt (gemäuscht). Anschließend folgt die Aufbereitung der gemäuschten Biomasse in den Feststoff, der Brennstoff nutzbar. Kasserhaltigen Presssackchen und den flüssigen, biologisch leicht umsetzbaren Presssaft für die Biogaserzeugung. Der feste Anteil wird mit der Abwärme eines Blockheizkraftwerks getrocknet und in Form von Briketts oder Pellets zu einem lagerfähigen

KOMMUNALLogiForm

Anhang 3: Bildokumentation der Netzwerkarbeit. Von oben links nach unten recht: Präsentation der mobilen IFBB-Anlage blueConrad bei Tag (1) und in der Energienacht (2). Expertenworkshops mit blueConrad (3). Geländebegehung mit Stakeholdern in Radolfzell (4). Expertenexkursion nach Baden-Baden (5). Ausschnitt Pressearbeit (6). (1)-(3)Oktober 2014, (4) Dezember 2014, (5) Januar 2015. (6) Januar 2015.

Investments costs (€) (approximation)	
Total	1.030.899
Capital-related costs (€ a ⁻¹)	
Total	123.923
Operation-related costs (€ a ⁻¹)	
Repair and maintenance	19.253
Labour	44.622
Total	63.875
Consumption-related costs (€ a ⁻¹)	
Pilot and lubricating oil	-
Electrical process energy	36.707
Thermal process energy	51.384
Substrate input	-
Total	88.091
Other costs (€ a ⁻¹)	
Insurance	5.981
Book-keeping, counselling	2.321
Total	8.302
Total costs (€ a⁻¹)	284.191
Incoming payments (€ a ⁻¹)	
Electricity (market sales)	-
Electricity (from green certificates)	-
Electricity (heat usage)	-
Grass pellets	290.052
Total incoming payments (€ a⁻¹)	290.052
Total annuity (€ a⁻¹)	5.861
Internal Rate of Return (IRR; %)	6.34
Positive Cash Flow in year...	10
Cash Flow positive continuously?	from yr. 10 on

Anhang 4: Ergebnisse der ersten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von einer IFBB-Anlage in der Bodensee-Region. Kosten, Gewinne und Rentabilität.

Pos.	Bezeichnung	Lärmquelle	Standort repräsentativ	Schall-Leistungspegel in dB * / **
1	Ballenöffner	E-Motor +Getriebe	vor Halle	0
2	Ballenkratzer	E-Motor +Getriebe	in Halle	72
3	Ballenzerkleinerung	E-Motor +Getriebe	in Halle	72
4	Pfropfenstromwäsche	E-Motor +Getriebe	in Halle	72
5	Tauchwelle	E-Motor +Getriebe	in Halle	75
6	Störstoffaustrag	E-Motor +Getriebe	in Halle	72
7	Austragkratzer	E-Motor +Getriebe	in Halle	72
8	Bioextruder	E-Motor +Getriebe	in Halle	78
9	Pumpe	E-Motor +Getriebe	in Halle	75
10	Trockenband	E-Motor +Getriebe	in Halle	72
11	Bandrockner	E-Motor +Getriebe	in Halle	80
12	Wärmetauscher / Lüfter	E-Motor +Getriebe	in Halle	< 93
13	Eintragband	E-Motor +Getriebe	in Halle	72
14	Kompaktierextruder	E-Motor +Getriebe	in Halle	78
15	Trockenband	E-Motor +Getriebe	in / vor Halle	72

Anhang 5: Schalleistungspegel