

NEUE ENERGIEN 2020

Publizierbarer Endbericht

Programmsteuerung:

Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Endbericht

erstellt am

20/12/2013

Projekttitle: ACB Pilotanlage

Errichtung einer Pilotanlage zur Erforschung und Weiterentwicklung
der Technologie zur thermischen Umwandlung von Biomasse

Projektnummer: 825489

Neue Energien 2020 - 3. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Ausschreibung	3. Ausschreibung NEUE ENERGIEN 2020
Projektstart	01/07/2010
Projektende	30/09/2013
Gesamtprojektdauer (in Monaten)	39 Monate
ProjektnehmerIn (Institution)	Andritz AG
AnsprechpartnerIn	Dipl.-Ing. Klaus Trattner
Postadresse	Stattegger Straße 18
Telefon	+43 316 6902 2599
Fax	
E-mail	klaus.trattner@andritz.com
Website	www.acb-torrefaction.com

ACB Pilotanlage

Errichtung einer Pilotanlage zur Erforschung und Weiterentwicklung
der Technologie zur thermischen Umwandlung von Biomasse

AutorInnen:

Dipl.-Ing. Klaus Trattner (Andritz AG)

Dipl.-Ing. Wolfgang Moser (ACB Entwicklungsgesellschaft)

Dipl.-Ing. Holger Knautz (Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik GmbH)

Mag. Michael Wild (Wild und Partner KG)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	4
1 Einleitung.....	5
Aufgabenstellung.....	5
Schwerpunkte des Projektes.....	5
Einordnung in das Programm.....	6
Verwendete Methoden.....	6
Aufbau der Arbeit.....	7
2 Inhaltliche Darstellung.....	7
3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	9
4 Ausblick und Empfehlungen.....	10
5 Literaturverzeichnis.....	11
6 Anhang.....	11
7 Kontaktdaten.....	11

1 Einleitung

Aufgabenstellung

Ziel des Projektes war die Errichtung einer vorwettbewerblichen Pilotanlage zur Produktion von torrefizierter, verdichteter Biomasse. Unter Torrefikation wird die thermische Behandlung von Biomasse verstanden, um einen hochwertigen CO₂ neutralen Brennstoff zu erzeugen. Die bei 260-320°C mild pyrolysierte Biomasse besitzt im Vergleich zum Rohstoff (feste Biomasse) zahlreiche Vorteile:

- Wasserabweisender Brennstoff mit einem eigenen Wassergehalt von typisch kleiner 5%;
- Hoher Heizwert 19-23 MJ/kg
- Hohe Energiedichte von 15-18 GJ/m³ (zum Vergleich: Holzpellets 10-10,5 GJ/m³) nach Verdichtung zu Pellets oder Briketts;
- Verbesserte Mahlbarkeit der torrefizierten Biomasse, auch von faserigen Pflanzen
- Stark verringerte Logistikkosten im Vergleich zu unbehandelter Biomasse, insbesondere gegenüber Materialien mit geringer Schüttdichte wie z.B. Stroh
- Verbrennung/Mitverbrennung in konventionellen Anlagen möglich - Kohleersatz!

Im Projekt „**ACB-Pilotanlage**“ waren v.a. folgende technische Herausforderungen zu lösen:

1. der Torrefikationsprozess selbst, der unter Sauerstoffausschluss verlaufen muss,
2. der Umgang mit dem entstehenden, teerbeladenen Schwachgas und
3. die Kompaktierung des an eigenem Bindemittel verarmten Produktes.

Das Interesse an torrefizierter Biomasse und dem Produktionsprozess war bei Projekteinreichung groß. 41% der gesamten Stromproduktion weltweit stammt aus Kohlekraftwerken. Selbst bei einem Szenario von nur 10% Co-Firing in 10% der Kohlekraftwerke führt dies zu einem Bedarf von etwa 33 Millionen Tonnen Brennstoff. Bei einer durchschnittlichen Produktionskapazität von 50.000 mt/a pro ACB-Anlagenmodul wären ca. 660 Anlagen mit einer Investitionssumme von rund 8 Mrd. Euro notwendig. Für Österreich bietet die Technologie zweifach Chancen, einerseits den CO₂-Zielen durch Kohlesubstitution ein großes Stück näher zu kommen und andererseits dem Bioenergie-Anlagenexport ein weiteres Produkt hinzuzufügen.

Mit Hilfe der ACB-Pilotanlage können nun auf Basis real erprobter Abläufe genau abgestimmte Lösungen für die Aufgabenstellungen internationaler Interessenten erarbeitet und angeboten werden. Die Erprobung verfügbarer, auch alternativer Rohstoffe gehört ebenso dazu wie die Erstellung wirtschaftlich tragfähiger Lösungen.

Schwerpunkte des Projektes

Das Hauptziel des Projektes ACB-Pilotanlage war die Entwicklung des ACB Prozesses inklusive der angeschlossenen Kompaktierung bis ins vorindustrielle Stadium.

Die daraus resultierenden Detailziele wurden wie folgt definiert und finden sich im Detail in den einzelnen Arbeitspaketen wieder:

- Planung und Errichtung einer Pilotanlage mit überkompletter Mess- und Regeltechnikausstattung
- Erforschung und Optimierung des Torrefikationsprozesses
- Erforschung und Optimierung des Kompaktierungsprozesses
- Erforschung und Optimierung der Einbindung des Schwachgases in die Feuerung
- Optimierung der Massen- und Energiebilanz über den Gesamtprozess und Entwicklung eines Massen-/Energiebilanz-Modells als Planungstool für Großanlagen
- Sicherheitstechnische Betrachtungen für die Anlagenkomponenten und die Gesamtanlage
- Produktion einer signifikanten Probenmenge (z.B. 50 Tonnen) ACB-Pellets und Testeinsatz in einem Kohlekraftwerk

Einordnung in das Programm

Themenpunkt 3.7.2 Fortschrittliche Umwandlungstechnologien

Vorhaben: Errichtung und Betrieb einer Pilotanlage zur Torrefikation von unterschiedlichen Biomassen und Optimierung der Betriebsparameter des Gesamtprozesses (Torrefikation, Trocknung, Pelletierung, Co-Verbrennung), Fortsetzung des Projektes „Pellets – Next Generation – Pellets mit höherem Energieinhalt durch selektive Karbonisierung des Rohmaterials“ (Neue Energien 2020; erste Ausschreibung; FFG-Projektnr. 819023)

Themenpunkt 3.7.1 Fortschrittliche Verbrennungstechnologie

Vorhaben: Entwicklung einer Schwachgas-Co-Verbrennung in einer Biomasserostfeuerung

Themenpunkt 3.7.3 Entwicklung von Technologien zur kombinierten Gewinnung von Brenn- und Wertstoffen

Vorhaben: Kombinierte Produktion von torrefizierten Biomasse (aus biogenen Roh- und Reststoffen) und einem Schwachgas zur teilweisen Deckung des Energieverbrauchs des Prozesses (kaskadische Nutzung der Energieträger).

Verwendete Methoden

Als Methode wurde die Demonstration der Verfahrenstechnik in Form einer Pilotanlage gewählt. Als Erfolgskriterium wurde im Antrag definiert, dass der zu entwickelnde industrielle Prozess den Verfahren des Mitbewerbs aufgrund zahlreicher verfahrenstechnischer Faktoren und der Ausgestaltung der gesamten Verarbeitungskette vom Rohstoff bis zum verdichteten Endprodukt überlegen ist. Die primären Unterschiede der unterschiedlichen, weltweit angebotenen Lösungen werden bei den Investitionskosten, der Verfügbarkeit, den Betriebskosten und dem Energiebedarf liegen.

Die im Projekt errichtete Pilotanlage dient der Forschung und Entwicklung mit dem Fokus, bei jedem Prozessschritt den möglichst störungsarmen Betrieb einer zukünftigen Großanlage vorzubereiten und einen möglichst niedrigen Energiebedarf der Gesamtanlage zu erreichen. Methodisch ist jede verfahrenstechnische Prozessentwicklung mit einer direkten Umsetzung bzw. Evaluierung der Forschungsergebnisse in der Pilotanlage verknüpft.

Aufbau der Arbeit

Aufgrund der hohen geplanten Investitionskosten wurde die Errichtung der Pilotanlage in zwei Phasen geteilt, die nach der Stage Gate Methode bearbeitet wurden.

- Phase 1: Investition in Reaktor und die Feuerungsanlage
- Phase 2: Investition in eine entsprechende Kompaktierung

In Phase 1 wurden zur Entwicklung des Torrefikationsreaktors, dem Kern der Anlage, umfangreiche Vorstudien durchgeführt. Diese umfassten u.a. die Herstellung eines Modellreaktors zur Simulation der Verweilzeit und Fließeigenschaften der Feststoffe, sowie umfangreiche thermische Berechnungen des Reaktors. Am Errichtungsort der Pilotanlage in Frohnleiten wurde der vorhandene Bestand (Produktionsgebäude, Bandrockner) an den Bedarf der neuen Anlagentechnik angepasst und um die erforderlichen baulichen Einrichtungen erweitert.

Die zweite Ausbaustufe erforderte zunächst eine Systemscheidung über die Form der Verdichtung der torrefizierten Biomasse (Pellets oder Briketts). Die Entscheidung fiel zugunsten der Brikettierung aus, da für die Pelletierung die Möglichkeit zur Kooperation mit anderen Forschungszentren bestand und somit die Pilotanlage bei der Verdichtungstechnologie einen weiteren Beitrag zur Innovation liefern sollte. Marktreife Lösungen zur Pelletierung torrefizierter Biomasse waren zu dem Zeitpunkt dieser Entscheidung noch nicht verfügbar.

Nach Fertigstellung der Investitionen wurde die Anlage ca. 12 Monate betrieben, um zahlreiche Prozessparameter zu optimieren und die Eigenschaften unterschiedlichster Rohstoffe (Feed-in Materialien) zu erforschen.

2 Inhaltliche Darstellung

Der ACB Prozess (ACB® - Accelerated Carbonized Biomass) umfasst neben der Vorbehandlung und Torrefikation auch die Kompaktierung. In einem Vorprojekt wurden vom einreichenden Konsortium alle wesentlichen Grundlagen erarbeitet, die Prozessschritte auf Labor- und Technikumsapparaturen unterschiedlicher Bauart evaluiert und ein vielversprechender Gesamtprozess konzipiert. Vor Errichtung industrieller Anlagen (kommerzielle Reife) musste der Prozess in seiner Gesamtheit erforscht, verbessert und optimiert werden. Das Konsortium setzte es sich zum Ziel, die industrielle Forschung in einer gemeinsamen, experimentellen Entwicklung als Pilotanlage umsetzen. Das Konsortium setzt sich aus Experten für Trocknung, thermische Behandlung und Anlagenbau (Andritz), Biomassefeuerung (Polytech-

Neue Energien 2020 - 3. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

nik) und dem Brennstoffhandel (Wild & Partner) zusammen. Forschungsfragen werden durch erfahrene Forschungseinrichtungen behandelt. Von Andritz und Polytechnik wurde als weiterer Projektpartner die ACB Entwicklungsgesellschaft gegründet, deren Aufgabe die Errichtung und der Betrieb des konkreten Projektstandorts der ACB-Pilotanlage war.

Das österreichische Team sieht sich im Wettbewerb zu zahlreichen, internationalen Konsortien, die an der Entwicklung eines industriellen Torrefikations-Prozesses arbeiten. Die Chancen auf Technologieführerschaft des ACB-Prozesses sind in der Projektlaufzeit gestiegen, da sich weltweit zahlreiche andere Konzepte während der Umsetzung und/oder der ersten Erprobungsschritte als nicht funktionsfähig oder unwirtschaftlich erwiesen.



Abbildung 1 Standort Frohnleiten nach Inbetriebnahme Phase 1



Abbildung 2 ACB Reaktor kurz nach Inbetriebnahme

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Ergebnisse des Projektes bestehen in der erfolgreichen Errichtung der ACB Pilotanlage und der Durchführung eines Pilotbetriebs mit zahlreichen Tests zur Optimierung des Prozesses und zur Erprobung unterschiedlichster Rohmaterialien. Im Einzelnen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1. Erfolgreiche Fixierung des Anlagenstandortes in Frohnleiten unter teilweise Benutzung eines vorhandenen Anlagenbestands (Produktionshalle, Bandtrockner, Fördereinrichtungen)
2. Erfolgreiche Planung und Errichtung des Torrefikationsreaktors und des Verbrennungssystems, inklusive konzeptioneller Lösung zahlreicher verfahrenstechnischer Problemstellungen.
3. Nachweis der prinzipiellen Funktionsfähigkeit des industriellen Prozesses „Torrefikation“ inkl. Verbrennung des Torrefikationsgases.
4. Errichtung der Brikettieranlage sowie Abstimmung der Gesamtanlage Torrefikation-Brikettierung
5. Durchführung eines knapp 12 Monate dauernden Pilotbetriebs. Entwicklung geeigneter Arbeitsmodelle für die Bedienung der Pilotanlage im Rahmen aller gesetzlichen Vorschriften und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.
6. Erforschung der Torrefikations-Eigenschaften zahlreicher, unterschiedlicher Feed-in Materialien. Durchführung von gezielten Versuchsreihen zur Demonstration der Leistungsfähigkeit der Anlage sowie zur Demonstration der erzielbaren Produkteigenschaften torrefizierter Biomasse.
7. Lösung und Optimierung zahlreicher verfahrenstechnischer Fragestellungen während der Inbetriebnahme und des Pilotbetriebs
8. Verbesserung der Brikettierung zur Herstellung möglichst dichter und rissfreier Briketts bei geringem Energieverbrauch des Moduls
9. Optimierung der Schwachgasführung – Entwicklung und Erprobung geeigneter technischer Maßnahmen, um das Torrefikationsgas sicher vom Reaktor zur Verbrennung zu leiten und die Ablagerung von Störstoffen zu vermeiden.
10. Optimierung des Schwachgasbrenners (CFD-Simulation)
11. Sammeln von Erfahrungen bezüglich Wartung und Verschleiß sämtlicher Anlagenteile, sowie Entwicklung eines Wartungsplans
12. Entwicklung eines Systems zur Prognose des Reaktorverhaltens auf Basis von Laboranalysen
13. Erfüllung aller gewerberechtlichen Anforderungen inkl. Erfüllung der Emissionsvorschriften
14. Verifizierung von Modellannahmen über das Betriebszeitverhalten einer industriellen Torrefikationsanlage und darauf aufbauenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Die grundlegende Schlussfolgerung besteht zunächst in der positiven Erkenntnis über das Funktionieren des neu entwickelten Produktionsprozesses. Die Pilotanlage erlaubte außerdem die qualifizierte Entwicklung von Modellen zur Wirtschaftlichkeit des Torrefikationsprozesses, aus denen erfolversprechende Anwendungsgebiete abgeleitet werden können.



Abbildung 3: Torrefizierte Biomasse aus der ACB Pilotanlage in verschiedenen Aufbereitungsformen: lose, brikettiert und pellettiert

4 Ausblick und Empfehlungen

In den drei Forschungsjahren wurde eine Pilotanlage geplant und realisiert, die eine Produktion von verdichtetem, torrefiziertem Biobrennstoff im Dauerbetrieb ermöglicht. Die Anlage ist geeignet, unterschiedliche Rohstoffe zu verarbeiten und ein im internationalen Vergleich hervorragend homogenes Produkt zu produzieren. Mit der Anlage können torrefizierte Briketts ohne Zugabe von Presshilfsmitteln erzeugt werden, die eine höhere Dichte und mechanische Festigkeit aufweisen als der Durchschnitt handelsüblicher Holzbriketts. Die Anlage ist sowohl bezüglich des Durchsatzes als auch des Torrefizierungsgrades flexibel und kann auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. Das Feuerungskonzept eignet sich für die Verbrennung des entstehenden Schwachgases.

Auf Basis der Forschungsergebnisse war die Auslegung industrieller Anlagen möglich, Planungsvarianten und Angebote wurden erstellt. Durch die vertraglich vorgesehene Nutzung der Pilotanlage nach Projektende durch die ACB Entwicklungsgesellschaft und/oder die Andritz AG können weitere Rohstoff- und Prozessvariationen gefahren werden, um kundenspezifische Anforderungen optimal zu prognostizieren.

Es zeigte sich, dass in der Praxis im Betrieb Überschussenergie entstehen wird, da der erwünschte (hohe) Torrefizierungsgrad mehr Schwachgas liefern wird als für den Prozess selbst notwendig ist, außer bei der Verarbeitung von Rohstoffen mit sehr hohem Wassergehalt. Für die Wirtschaftlichkeit einer geplanten Großanlage ist die Verwertung dieser Überschussenergie zu berücksichtigen.

Die Investitionskosten für eine industrielle Anlage sind vergleichsweise hoch, u.a. aufgrund des hohen Aufwands für Mess- und Regelungstechnik sowie die Konstruktion einzelner Anlagenteile. Potenzial bietet hingegen die beobachtete Chlorreduktion im Prozess.

Erfolgreiche industrielle Umsetzungen werden daher vor allem im Bereich alternativer Rohstoffe erwartet, die einerseits kostengünstig zur Verfügung stehen und die andererseits ohne die Wertsteigerung durch Torrefikation gar nicht in die Wertschöpfungskette für Brennstoffe Eingang finden könnten.

5 Literaturverzeichnis

Zur Torrefikation wurden bereits in einem Vorgängerprojekt eingehende Literaturstudien durchgeführt. Der Schwerpunkt in der Entwicklung der Torrefikation in diesem Projekt lag in der eigenen technischen Entwicklung durch die Projektpartner.

Umfangreiche Literaturstudien wurden hingegen zu den Themen der Brikettierung und der dabei einsetzbaren Bindemittel durchgeführt. Sie stehen als eigene Dokumente im Anhang zum Endbericht zur Verfügung.

6 Anhang

Keine Anhänge

7 Kontaktdaten

ProjektleiterIn: Dipl.-Ing. Klaus Trattner

Institut/Unternehmen: Andritz AG

Kontaktadresse: Stattegger Straße 18, 8045 Graz; klaus.trattner@andritz.com; www.andritz.com

Auflistung der weiteren Projekt- bzw. KooperationspartnerInnen:

ACB Entwicklungsgesellschaft mbH

Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik GmbH

Wild und Partner KG