

Projekt 2012-03

Biodiversität und regenerative Energie am Kahlenberg

Abschlussbericht



Ansprechpartner
Dr. Georg Person

Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg
Bergwerkstr. 1
77975 Ringsheim

Erstellungsdatum
05. Mai 2021

Danksagung:

Ganz herzlich gedankt sei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ZAK, speziell den Mitarbeitern des BHKW für ihr Engagement beim Betrieb der BMHZ und den Mitarbeitern der Baukolonne, die jedes Jahr im Rahmen der Landschaftspflege für die Herstellung der THG-Rundballen beim ZAK sorgen und die Zulieferlogistik übernehmen.

Ein Dankeschön auch an die Fa. Schmid AG, Eschlikon, für ihren Einsatz bei der Optimierung der Anlage, sowie allen Menschen, die mit geplant und beraten haben, für ihre Mitwirkung am Erfolg dieses Projektes.

Herzlichen Dank an Herrn Dipl.-Ing. Matthias Schreiber, Gießen, für die Unterstützung beim Erstellen dieses Berichtes.

Ganz besonderer Dank gilt dem Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co. KG, Freiburg, und dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung.

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Projektüberblick	6
2.1	Ausgangslage	6
2.2	Zielsetzung	7
2.3	Herausforderungen / Chancen und Risiken des Vorhabens	7
3	Projektbeschreibung	9
3.1	Projektablauf	9
3.1.1	Projektidee	9
3.1.2	Terminplan	9
3.1.3	Budgetplanung und Förderung	10
3.2	Projektplanung	11
3.2.1	Energiekonzept	11
3.2.2	Anlagenkonzept	11
3.2.3	Ermittlung geeigneter Brennkessel	13
3.2.4	Ermittlung geeigneter Ballenauflöser	15
3.2.5	Ermittlung der geeigneten Staubfiltertechnik	15
3.3	Technische Umsetzung	15
3.3.1	Technische Daten	15
3.4	Anlagenbetrieb	17
3.4.1	Auswertung der Betriebsergebnisse	17
3.4.2	Aufgetretene Störungen und Lösungsansätze im Betrieb	21
3.5	Ökologischer Nutzen	22
3.5.1	Einsparung an Primärenergie	22
3.5.2	Reduktion der CO ₂ -Emission	23
3.6	Betrachtung der Wirtschaftlichkeit	23
3.6.1	Investitionskosten	23
3.6.2	Betriebskosten	24
3.6.3	Verbesserung der Wirtschaftlichkeit	24
4	Wirkung der Umsetzung	25
4.1	Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb	25
4.2	Weiterführende, resultierende Maßnahmen	25
4.3	Übertragbarkeit der Projektergebnisse	25
5	Öffentlichkeitsarbeit	26
5.1	Führungen und Vorträge	26

5.2	Presse, Veröffentlichungen, Patent und Marke	28
6	<i>Zusammenfassung/Fazit</i>	30
7	<i>Ausblick</i>	31
8	<i>Anlage: Projekterkenntnisse</i>	32

1 Einleitung

Der Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg (ZAK) ist eine kommunale Kooperation der beiden Landkreise Emmendingen und Ortenaukreis. Er wurde im Jahre 1971 vom damaligen Landkreis Lahr und dem Landkreis Emmendingen gegründet. Sein Geschäftssitz ist am Kahlenberg in Ringsheim.

Von Beginn an setzt sich der ZAK intensiv mit der Behandlung von Abfällen auseinander. Seit 1973 betreibt er die Deponie Kahlenberg, direkt auf der Grenze zwischen den beiden Landkreisen. Aus dem ursprünglich reinen Deponiebetrieb ist mittlerweile ein moderner Standort für die Abfallbehandlung und Verwertung mit Vorbildcharakter geworden, der sich stetig weiterentwickelt. In den 1990er Jahren kamen moderne Anlagen zur Sickerwasserbehandlung und ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Verwertung von Deponiegas hinzu. Insbesondere für die mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) hat der ZAK innovative Technologien entwickelt, die seit mehreren Jahren auch weltweit an verschiedenen Standorten zum Einsatz kommen. Eine eigens zu Vermarktungszwecken gegründete Firma, die MYT Business Unit GmbH, vertreibt gemeinsam mit industriellen Partnern das Know-how. Die MBA am Standort Kahlenberg ist seit 2006 in Betrieb. Sie behandelt jährlich etwa 100.000 Tonnen Hausabfälle aus den beiden Landkreisen, in welchen zusammen rund 600.000 Einwohner leben. Die MBA produziert aus diesen Hausabfällen hauptsächlich Ersatzbrennstoffe (EBS) und Biogas zur Erzeugung von Strom, Prozess- und Heizwärme, Mineralstoffe zur Deponierung, Metalle für das Recycling und gereinigtes Abwasser.

Der ZAK beschäftigt heute etwa 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Bereits in den 1980er Jahren hat der ZAK begonnen, Abfallwirtschaft und Naturschutz zu verbinden. Nach Ende der Verfüllung des Deponiebereichs Süd Anfang der 80er Jahre wurden die verbleibenden acht Terrassen nicht, wie ursprünglich angedacht, in nutzbares Kulturland (z. B. für den Weinanbau) umgewandelt, sondern unter besonderer Berücksichtigung der Belange des Naturschutzes renaturiert. Über die Jahre entstanden dort artenreiche Grünlandstrukturen, in welchen sich seltene Pflanzen und Tierarten ansiedelten. So finden sich dort heute z. B. verschiedene Arten von Orchideen und andere Pflanzenschönheiten. Verschiedene Amphibien, eine Vielfalt von Schmetterlingen und Insekten sowie besondere Vogelarten wie der Bienenfresser, die Heidelerche, die Uferschwalbe, der Baumpieper oder das Schwarzkehlchen finden hier eine Heimat bzw. sind regelmäßig zu Gast.¹

Die acht Terrassen im Deponiebereich Süd mit ihren hochwertigen Grünlandstrukturen werden seit vielen Jahren von den Mitarbeitern des ZAK unter fachkundiger Beratung und Mitwirkung regionaler Landschaftspfleger und Naturschützer gepflegt. Die dabei jährlich regelmäßig bei der Wiesenmahd anfallende Biomasse, die früher nur ungenügend verwertet wurde, war Ausgangspunkt für den ZAK, über neue Verwertungswege nachzudenken. Daraus entstand die Idee zum Projekt „Biodiversität und regenerative Energie am Kahlenberg“.

¹ G. Gibis et. al., Blickpunkt Kahlenberg, Selbstverlag, 2006

2 Projektüberblick

2.1 Ausgangslage

Seit Mitte der 1990er Jahre betreibt der ZAK ein Blockheizkraftwerk (BHKW). Als Brennstoff diente zunächst nur Deponiegas, eine ca. 1:1-Mischung aus Methan und Kohlendioxid, welche aufgrund abfallrechtlicher Vorgaben zum Schutz des Klimas nicht einfach in die Atmosphäre entweichen darf, sondern gefasst und möglichst verwertet werden soll. Ab dem Jahr 2006 wurde zusätzlich auch Biogas (Methangehalt 70 Vol.-%) aus der neu errichteten MBA Kahlenberg zusammen mit Deponiegas im BHKW verwertet.

Das BHKW besitzt 5 Gasmotoren mit einer installierten elektrischen Leistung von 3,5 MW_{elektr.} und einer thermischen Leistung von 3,2 MW_{therm.}. Der bei der Verwertung des Deponie- und Biogases im BHKW erzeugte Strom wird für den Eigenbedarf des ZAK eingesetzt. Überschüsse werden in das Stromnetz des regionalen Netzbetreibers eingespeist. Die Abwärme der Motoren wird im ZAK-eigenen Wärmenetz und im Wärmenetz der angrenzenden Gemeinde Ringsheim zu Heizzwecken genutzt. Vor allem in der Heizperiode konnte die entstehende Abwärme oft nahezu vollständig genutzt werden. In Spitzenlastzeiten wurden nachträglich installierte Abgaswärmetauscher (1,1 MW_{therm.}) zugeschaltet. Bei reduzierter Leistung oder Ausfall der BHKWs ist die Wärmeerzeugung durch zwei Notheizkessel (Heizöl) abgesichert.

Da ab dem 1. Juni 2005 aus Gründen des Klimaschutzes die Deponierung unvorbehandelter Abfälle verboten war und damit der Eintrag biogener, Deponiegas-bildender Materialien in die Deponie abrupt endete, nahm in den Folgejahren die Menge an Deponiegas aus der Deponie exponentiell ab. Damit verbunden sanken auch die Strom- und Wärmemengen aus dem BHKW. Während die danach erzeugten Strommengen den Eigenbedarf des ZAK weiterhin decken konnten, gingen die überschüssigen Strommengen, die in das Stromnetz eingespeist wurden, deutlich zurück. Die geringere Abwärmemenge war für den Wärmebedarf der Wärmenetze des ZAK und der Gemeinde Ringsheim im Sommer noch ausreichend, im Winter musste allerdings an sehr kalten Wintertagen bei entsprechend hohem Wärmebedarf der Wärmenetze vermehrt Heizöl zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Aus ökologischer Sicht wäre es sinnvoll, den in Spitzenlastzeiten zunehmend eingesetzten fossilen Brennstoff „Heizöl“ durch einen klimaneutralen, regenerativen Brennstoff zu ersetzen. Es war beim ZAK naheliegend, zu prüfen, ob Biomasse aus der Bewirtschaftung von Grünland einsetzbar wäre.

Der ZAK besitzt extensiv bewirtschaftetes Grünland auf Altbereichen der Deponie. Das bei der Pflege dieser und anderer hochwertigen Grünlandflächen entstehende Halmgut besitzt aufgrund der vom Naturschutz vorgegebenen späten Mahd keine Futterqualität mehr und ist daher getrocknet nicht als Futterheu nutzbar. Eine anderweitige hochwertige Verwertung dieser Biomasse war für den ZAK bislang nicht vorhanden. Die Biomasse war quasi überschüssig.

Ein weiterer Grund für überschüssige Biomasse aus dem Grünland ist die bewusste Offenhaltung der Landschaft in Verbindung mit dem Rückgang der Viehwirtschaft. Dass in Baden-Württemberg der Anteil an überschüssigem Grünland wächst und sich dieser überschüssige Grünlandaufwuchs

prinzipiell als Energieressource nutzen lassen könnte, wurde schon vor einigen Jahren von Ch. Rösch untersucht².

Hinweis: Unter dem Begriff „Heu“ wird allgemein Futterheu verstanden. Da das getrocknete Halmgut aus der späten Mahd keine Futterqualität mehr besitzt und somit nicht als Futterheu verwendet werden kann, wurde zur Unterscheidung der Begriff „Trockenhalmgut“ abgekürzt „THG“ verwendet.

2.2 Zielsetzung

Der ZAK erzeugt Energie vorwiegend durch Verwertung der klimaneutralen Brennstoffe Deponiegas und Biogas in seinem BHKW. Durch den Rückgang der Deponiegasmengen und dem erhöhten Wärmebedarf im sich vergrößernden Wärmenetz der Gemeinde Ringsheim musste in Spitzenlastzeiten vermehrt auch Heizöl eingesetzt werden.

Ziel des Projekts war der Ersatz des fossilen Brennstoffs „Heizöl“ durch einen regenerativen Brennstoff. Dabei soll getrocknetes Halmgut („Trockenhalmgut“, THG) aus der Landschaftspflege eigener Naturschutzflächen und Flächen der Region in einem Biomassekessel als regenerativer Brennstoff eingesetzt werden. Die Wärmeerzeugung soll dabei mit einer hochwertigen Technik besonders emissionsarm und klimaschonend erfolgen.

Ein weiteres Ziel war, das THG aus nachhaltig bewirtschaftetem Grünland (Naturschutzflächen, FFH-Gebieten, Natura 2000-Flächen) zu gewinnen bzw. aus Flächen, welche dann dabei in ökologisch hochwertiges Grünland umgewandelt werden. Dadurch kann das Projekt auch einen wichtigen Beitrag zum Erhalt und zur Steigerung der Biodiversität beitragen.

Zu den Projektzielen vgl. a. Kap. 3.1.1.

2.3 Herausforderungen / Chancen und Risiken des Vorhabens

Zu Beginn des Projektes war unklar, ob es am Markt überhaupt geeignete technische Verfahren gibt, die die Anforderungen an einen zuverlässigen und emissionsarmen Betrieb erfüllen. Daher wurden zunächst Verfahren und Projekte recherchiert und besichtigt, die sich mit der energetischen Nutzung von fester Biomasse, speziell auch mit Landschaftspflegeheu und deren Konfektionierung befassen. Die nachfolgende Auflistung zeigt die Projektbesichtigungen in den Jahren 2010 und 2011:

- Besichtigung einer Verwertungsanlage für feste Biomassen August 2010, W&M Cloppenburg (Vergasungsanlage für Pellets aus Hühnerkot mit nachgeschaltetem Zündstrahlmotor).
- Besichtigung Heupelletsprojekt in Radochen/Steiermark im September 2010.
- Das Projekt PROGRASS³ in Lauterbach (Vogelsbergkreis) wurde im April 2011 besichtigt. Die Universität Kassel hatte eine mobile Bioenergieanlage entwickelt, bei welcher aus siliertem Grünlandaufwuchs Silagesaft abgetrennt und vergoren wurde. Das resultierende Biogas

² Christine Rösch, Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis Nr. 3, 16. Jg, Dezember 2007, S. 88 - 93

³ <https://prograss.eu/de/home/>, Abruf am 6. April 2021

wurde in einem BHKW zu Strom und Wärme verwertet, Gärreste als Dünger verwendet und der silierte Rückstand getrocknet und zu einem Festbrennstoff pelletiert.

Die thermische Nutzung von THG in einem Biomassekessel ist in kompakter Form (Pellet oder Brikett) aufgrund der besseren Dosierbarkeit und der höheren Energiedichte sicherlich vorteilhafter als in loser Form. Ob sich das THG aus der Landschaftspflege beim ZAK zu Pellets oder Briketts komprimieren lässt, wurde im Sommer und Herbst 2011 getestet:

Im Juli 2011 wurden beim Lohnunternehmen Seipp in Ober-Hörgern/Hessen Pelletierungsversuche von ZAK-Heu an einer mobilen Pelletieranlage durchgeführt⁴, im Herbst analoge Brikettversuche in Rüsselsheim. Im Ergebnis war die Herstellung von Heupellets bzw. Heubriketts zwar technisch kein Problem, aber mit Kosten von (damals) mindestens 60 Euro je Tonne verbunden. Um die Wärmegestehungskosten nicht zusätzlich zu belasten, sollte daher eine Anlage ohne diesen weiteren, auch sehr verschleißträchtigen Prozessschritt realisiert werden.

Da das Projekt für eine saisonale Wärmeerzeugung (nur Betrieb in der Heizperiode) mit THG geplant ist, sind die resultierenden Wärmekosten von besonderem Interesse. Es ist nachvollziehbar, dass bei den marktüblichen Heizölpreisen die technisch aufwändigere Wärmeerzeugung aus Biomassen wirtschaftlich vermutlich nur schwer mithalten kann. Bei Mitbetrachtung der ökologischen Vorteile der Biomasse (regenerativ und klimafreundlich) sollte das Projekt aber dennoch eine mit anderen ökologischen Energieerzeugungssystemen vergleichbaren und akzeptablen Energiepreis ergeben, da ansonsten ein solches Projekt am Markt kaum eine Chance hat. Fördermittel sollten dazu beitragen, die mit diesem Projekt erwartbaren Mehraufwendungen zu reduzieren.

Die Realisierung des Projekts bietet für die Landschaftspfleger, die im Auftrag von Naturschutzbehörden größere Naturschutzflächen pflegen, die Chance, die entstehende Biomasse an einem Ort anzuliefern und dort verwerten zu lassen. Die Verwertung größerer Mengen dieses Materials ist ansonsten meist nur über viele verschiedene Kleinabnehmer möglich und daher mit hohem Logistikaufwand verbunden. Als Folge dieses Aufwands verbleibt das Material in manchen Fällen auch einfach ungenutzt in der Landschaft.

⁴ www.bauerpower.de, s.a. http://www.alb-hessen.de/archiv/veroeffentlichungen/Mobile+Pelletierung_ein+Erfahrungsberichtx.pdf, Abruf jeweils am 6. April 2021

3 Projektbeschreibung

3.1 Projektablauf

3.1.1 Projektidee

Das Projekt verknüpft die Entwicklung und Erhaltung der Biodiversität auf regionalen Grünlandflächen mit der effizienten und klimaneutralen energetischen Verwertung der bei diesen Landschaftspflegemaßnahmen anfallenden, nicht landwirtschaftlich weiter genutzten Mahdprodukte. Dadurch wird ein in doppelter Hinsicht positiver, ökologischer Effekt erzielt. Eine im Rahmen des Projektes aufgebaute Organisationsstruktur sorgt für eine gesicherte Abnahme der produzierten Trockenhalmgutballen. Weiterhin sollen die Mahdzeitpunkte der Grünflächen nach den Erfordernissen der Entwicklung ökologischer Vielfalt gewählt werden. Durch die angepasste Mahd sowie das Trocknen und Abräumen des Mähgutes wird die Biodiversität auf den bewirtschafteten Flächen sukzessive erhöht bzw. sichergestellt.

Durch die energetische Nutzung des produzierten THG ist darüber hinaus die zukunftssichere, klimaneutrale Versorgung der an den Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg angrenzenden Ortschaft Ringsheim mit Fernwärme möglich, die bis dahin allein durch die Abwärme der firmeneigenen BHKW-Anlage sichergestellt wurde. Diese wird mit dem Biogas aus der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsanlage des ZAK sowie dem Deponiegas aus dessen Abfalldeponie betrieben. Da die Deponiegasmenge stetig sinkt, müsste das wachsende Defizit ohne die Wärme aus der energetischen Trockenhalmgutnutzung über die Verfeuerung fossiler Energieträger kompensiert werden. Durch den Einsatz der projektierten Anlage wird die erforderliche Wärmemenge nun vollständig aus regenerativem Brennstoff erzeugt. Die Anlage wird zudem aufgrund der steuerungstechnischen Einbindung in das Fernwärmesystem des ZAK bedarfsgerecht zugeschaltet, sodass Brennstoff stets nur dann verfeuert wird, wenn auch Wärme benötigt wird. Da die Nutzung von THG zur Wärmeerzeugung im technischen Maßstab noch neu ist, dient das Projekt auch der Anpassung und Optimierung vorhandener Verbrennungstechnologie.

Das umgesetzte Projekt hat aufgrund seines innovativen und einzigartigen Ansatzes Leuchtturmcharakter und soll als Blaupause für weitere dezentrale Verwertungsprojekte dienen.

3.1.2 Terminplan

Zum Projektstart und Planungsbeginn im Oktober 2012 lag folgende terminliche Situation vor:

Aktivitäten vor Projektstart

- Formulierung der Projektidee und der Projektziele (August 2011)
- Projektvorstellungen RP Freiburg, badenova, Gemeinde Ringsheim, UM Stuttgart (Oktober–Dezember 2011)
- Einreichung Förderantrag aus dem Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co.KG, Freiburg (Oktober 2011)
- Förderzusage der badenova AG am (April 2012)

- Sammlung von THG-Rundballen zur Biomassegewinnung für Projektstart (Sommer 2012)
- Einreichung Förderantrag Bioenergieettbewerb / EFRE (Juli 2012)
- Förderzusage des EFRE (Oktober 2012)

Projektstart (Oktober 2012)

Projektplanung und -genehmigung (Oktober 2012 – August 2013)

- Grundlagenermittlung und Vorplanung (Oktober 2012 - Februar 2013)
- Entwurfsplanung (März – Juni 2013)
- Genehmigungsplanung (Juni – Juli 2013)
- Genehmigung (September 2013)
- Ausführungsplanung (Juli – August 2013)

Bau (Oktober 2013 – Dezember 2013)

Inbetriebnahme (Januar 2014 – Mai 2014)

Probetrieb (Mai 2014 – Oktober 2015)

Regelbetrieb (ab Oktober 2015)

3.1.3 Budgetplanung und Förderung

Zum Projektstart im Oktober 2012 lag folgender Finanzierungsplan vor:

	2012	2013	2014	2015	Gesamt- betrag	Förderung badenova	Förderung BEW-EFRE
Personalkosten, Organisation, Monitoring	6.000 €	20.000 €	15.000 €	15.000 €	56.000 €	27.500 €	
Öffentlichkeits- arbeit	1.500 €	2.500 €	2.000 €	2.000 €	8.000 €	2.500 €	
Messprogramme		6.000 €	70.000 €	70.000 €	146.000 €		
Planungskosten	34.000 €	63.000 €			97.000 €	20.000 €	25.000 €
Anlagentechnik		310.000 €	100.000 €	36.000 €	446.000 €	200.000 €	120.000 €
Baukosten		188.000 €			188.000 €		55.000 €
Gesamtausgaben	42.500 €	596.500 €	186.000 €	116.000 €	941.000 €	250.000 €	200.000 €
Eigenanteil ZAK					491.000 €		

Tabelle 1: Budgetplanung zum Projektstart im Oktober 2012 (alle Beträge brutto)

Vor Projektbeginn wurde eine detailliertere Betrachtung der benötigten Wärmemengen im erweiterten Fernwärmesystem der Gemeinde Ringsheim und des ZAK durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass die ursprünglich vorgesehene Kesselleistung von 300 kW für die Abdeckung des erhöhten Wärmebedarfs im Winter zu gering ist. Die benötigte, höhere Leistung wurde auf 800 kW festgelegt. Es musste somit mit einem größeren Kessel projektiert werden, die Projektkosten stiegen im Vergleich zur vorangegangenen Budgetplanung um etwa 30% auf brutto 941.000 Euro.

3.2 Projektplanung

3.2.1 Energiekonzept

Der Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg betreibt auf der Deponie Kahlenberg ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zur thermischen Verwertung des dort anfallenden Deponie- und Biogases. Die Wärmeenergie des Kühlwasserkreislaufes der Gasmotoren wird ausgekoppelt und in ein Fernwärmenetz eingespeist. Über dieses Fernwärmenetz werden die Betriebsgebäude des Zweckverbands sowie private und öffentliche Gebäude der Gemeinde Ringsheim mit Heizenergie versorgt. Auch die Wärme aus der thermischen Trockenhalmgutverwertung in der Biomasseheizzentrale wird in dieses Fernwärmenetz eingespeist.

Parallel zum Bau der projektierten Biomasseheizzentrale (BMHZ) wurde das Fernwärmenetz weiter ausgebaut. Dadurch ist eine effektivere Nutzung der Wärme, die von dem BHKW technisch bedingt durchgehend zur Verfügung gestellt wird, möglich. Die thermische Trockenhalmgutverwertung in der BMHZ wird hingegen in der Heizperiode bedarfsgesteuert zugeschaltet und deckt dann den entstehenden Mehrbedarf an Wärme (Abbildung 1).

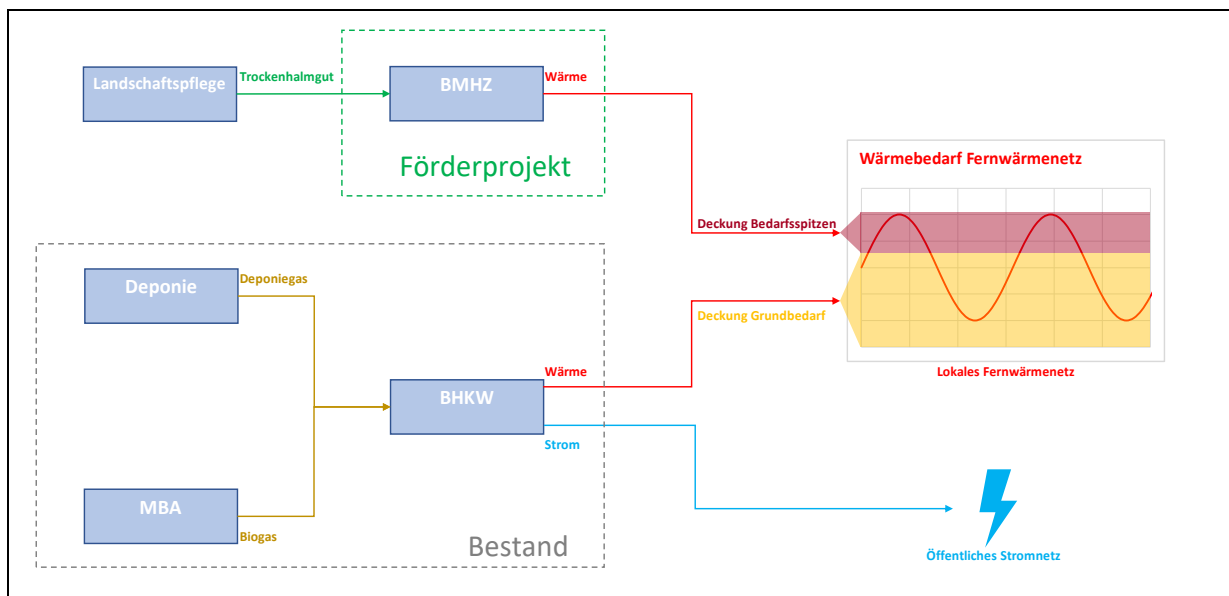


Abbildung 1: Einbindung der projektierten Anlage in das Energiekonzept des ZAK

Die Deponiegasmenge, die dem BHKW zur Verfügung steht, geht seit dem Jahr 2005 stetig zurück, denn damals wurde die Beschickung der Deponie mit organikreichem Restabfall eingestellt. Daher ist auch die vom BHKW gelieferte Wärme kontinuierlich rückläufig. Infolgedessen steigt die jährliche Laufzeit der BMHZ stetig an.

3.2.2 Anlagenkonzept

Zu Projektbeginn wurden folgende wesentlichen technischen Vorgaben festgelegt, die die zu planende BMHZ von THG zu erfüllen hatte:

- Ausreichende Wärmeleistung für die zukunftssichere Versorgung des noch weiter auszubauenden Fernwärmenetzes

- Automatische Brenngutzuführung für einen Zeitraum von mindestens 24 h
- Möglichst Direktzuführung ganzer THG-Rundballen unter Nutzung eines Ballenlösers, also Verzicht auf eine Vorbehandlung (z.B. durch Pelletierung)
- Emissionsarme Verbrennungstechnologie mit gleichmäßigem Ausbrand und geringer Verschlackungstendenz

Basierend auf den Vorgaben wurde folgendes Anlagenkonzept für die BMHZ entwickelt:

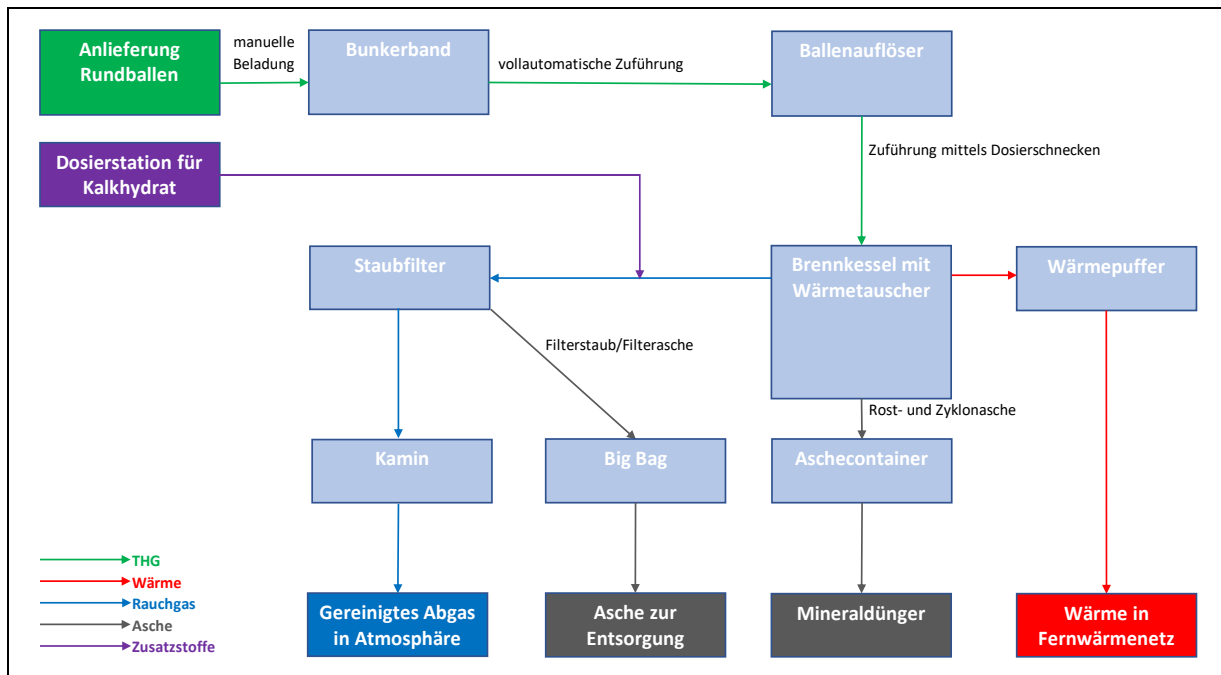


Abbildung 2: Anlagenschema Biomasseheizzentrale (BMHZ)

Angelieferte Rundballen werden mittels eines Greiferkrans manuell auf das Bunkerband gelegt und dort von dem umhüllenden Netz befreit. Das Bunkerband fasst ausreichend Ballen, um die Anlage bei Volllast über mindestens 24 Stunden durchgehend zu betreiben. Über das Bunkerband werden die Ballen bedarfsgesteuert gegen den Ballenauflöser geführt, der sie sukzessive abfräst und das vereinzelte THG an ein Förderschneckensystem übergibt. Mittels der Dosierschnecken wird der Brennkessel beschickt. Die Wärme wird dem Brennprozess über ein Wärmetauschersystem entnommen, in einen Wärmespeicher überführt und über diesen dann in das Fernwärmenetz des ZAK eingespeist. Das Rauchgas aus dem Verbrennungsprozess wird über einen Staubfilter gereinigt. Durch Zudosierung von Kalkhydrat in den Rauchgasstrom wird gasförmiger Chlorwasserstoff eliminiert. Das gereinigte Abgas wird über einen Kamin in die Atmosphäre abgegeben. Die Filterasche aus dem Staubfilter wird in einem Big-Bag gesammelt und extern entsorgt. Die Rostasche aus dem Brennkessel wird einem Aschecontainer zugeführt und sollte als Ergänzungsdünger eingesetzt werden. Diese Verwertungsmöglichkeit wurde im Rahmen des Förderprojekts „Biomasse-Asche-Monitoring“⁵ des Thüringer Landesamts für

⁵ Biomasse-Asche-Monitoring (BAM), vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) gefördertes Projekt, durchgeführt am Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlicher Raum, TLLR, Jena, 2019-2020

3.2.3 Ermittlung geeigneter Brennkessel

Zunächst wurden im Rahmen einer Studie⁶ verschiedene Erntetechniken und Lagersysteme sowie die zu installierende thermische Leistung der thermischen Trockenhalmgutverwertung ermittelt. Auf Grundlage des prognostizierten Deponiegasrückgangs und des geplanten Ausbaus des Fernwärmenetzes wurde für die Trockenhalmgutverwertung eine Wärmeleistung von 800 kW angesetzt. Darauf basierend wurden verschiedene Kesselvarianten zur Biomasseverbrennung auf ihre Einsetzbarkeit geprüft. Eine Marktrecherche führte zu drei Herstellern, die Anlagen zur thermischen Trockenhalmgutverwertung für den geforderten Leistungsbereich anbieten konnten. Da sich die Verbrennungssysteme der Unternehmen unterschieden, wurden Verbrennungsversuche mit dem zukünftigen Brennstoff durchgeführt.

Die Systeme unterschieden sich hauptsächlich in ihren Anforderungen an die Vorbehandlung des THG und der Verschlackungsneigung des eingesetzten Kessels. Während der Brennstoff bei zwei Verfahren dem Brennkessel auch lose zugeführt werden konnte, musste er für das dritte vorher pelletiert werden. Hier trat auch eine starke Verschlackung im Brennkessel auf, denn der verhältnismäßig schmale und lang gezogene Brennraum des Kessels konnte die bei der Biomasseverbrennung entstandene Wärme nicht in ausreichendem Maße abführen. Dieses Verfahren kam somit für die Verbrennung des THG nicht in Frage.

Die Kessel der beiden anderen Anbieter wiesen dagegen einen gleichmäßigen Ausbrand und eine praktisch versinterungsfreie Verbrennung auf.

Der technische Vergleich der beiden Kesselsysteme ergab jedoch, dass der Kessel der Fa. Schmid AG energy solutions für die wichtige Projektvorgabe der emissionsarmen Verbrennung geeigneter war, da er über eine Abgasrezirkulation verfügte, die dem Verfahren des anderen Anbieters fehlte. Somit fiel die Wahl auf den Kessel der Fa. Schmid (Abbildung 3).

⁶ Machbarkeitsstudie zum Projekt „Biodiversität und regenerative Energie am Kahlenberg“, Gesellschaft für Umwelttechnik Bojahr mbH & Co. KG, September 2012

1. Brennstoffeintritt – Stokerschnecke
2. Brennkammer mit Wasserkühlung
3. Wassergekühlter Stufenrost
4. Entaschungszone
5. Unterrostentaschung (automatisch oder manuell)
6. Automatische Austragung der Rostasche
7. Zugang zu Rostmechanismus
8. Strahlungsgewölbe
9. Schamottmasse mit definiertem Wärmedurchgang
10. Sekundärbrennkammer (zur Verbrennungsoptimierung) »Low-Nox-System«
11. 3-Zug-Wärmetauscher
12. Fronttür mit automatischer Druckstoss-Abreinigung der Kesselrohre
13. Abgasreinigung mittels Multizyklon mit automatischer Austragung der Flugasche
14. Abgasventilator (wahlweise Anordnung rechts, links, hinten)
15. Rosttüre

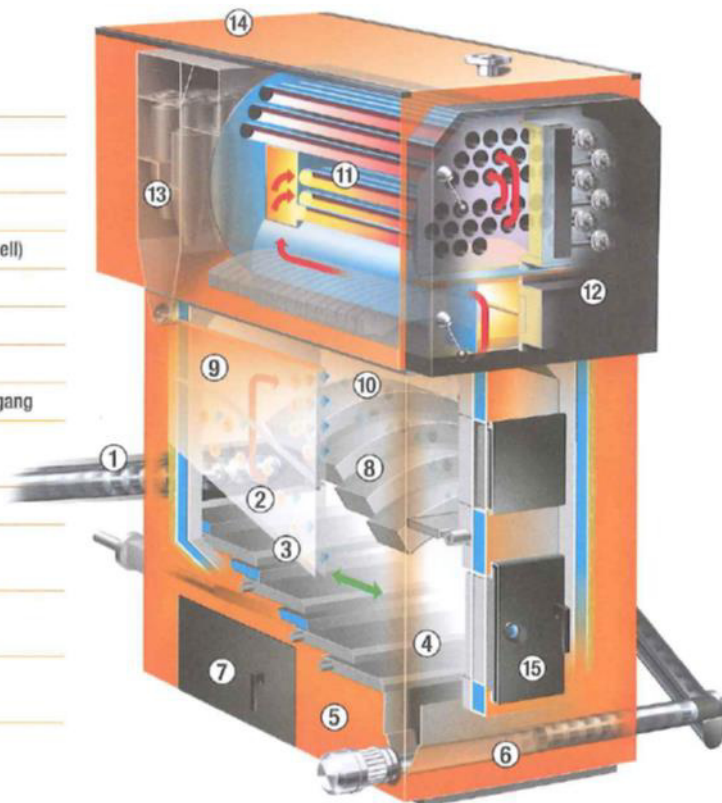


Abbildung 3: Kessel UTSW 900 der Fa. Schmid AG energy solutions



Abbildung 4: Ballenauflöser der Fa. Reka

3.2.4 Ermittlung geeigneter Ballenauflöser

Die am Markt verfügbaren Ballenauflöser waren in der Regel für die Behandlung von Rechteckballen konzipiert. Letztlich wurden zwei Anbieter ermittelt, die Auflöser für Rundballen anbieten. Die Wahl fiel auf den Ballenauflöser der Fa. Reka (Abbildung 4). Hier wird das THG von Messerplatten, die auf eine rotierende Walze montiert sind, aus dem Ballen gerissen und dann beim Durchlaufen eines Kammes (Gegenmesser) zerkleinert. Dieses massive Aggregat zerkleinert auch Störstoffe wie z.B. kleine Äste, die mit dem THG in den Ballen eingearbeitet wurden. Das Aggregat des anderen Anbieters war dazu nicht in der Lage.

3.2.5 Ermittlung der geeigneten Staubfiltertechnik

Das an die Atmosphäre abgegebene Rauchgas hat gesetzliche Schadstoffgrenzwerte einzuhalten. Die Rauchgasbehandlung beginnt bereits im Brennkessel. Das gewählte Kesselsystem gewährleistet eine sichere Unterschreitung aller geforderten Grenzwerte mit Ausnahme derer für Staub und Chlorverbindungen. Dem Kessel müssen daher noch ein Staubfilter und eine Kalkhydratdosierung (zur Absorption von Chlorverbindungen) nachgeschaltet werden. Zur Einhaltung der geforderten Grenzwerte kommen sowohl Elektro- als auch Gewebefilter infrage. Um die Staubemissionen jedoch maximal zu reduzieren wurde ein Gewebefilter gewählt, mit dem der geforderte Grenzwert um das Fünzigfache unterschritten wird. Damit wird zudem der ökologische Vorbildcharakter der Anlage hervorgehoben.

3.3 Technische Umsetzung

3.3.1 Technische Daten

Anlagentechnik

Nachfolgende Tabelle 1 enthält einige wesentliche technischen Daten und Informationen zur Anlagentechnik der BMHZ gemäß Angebot des Anlagenlieferanten und Messungen während des Anlagenbetriebs.

Kesseltyp, -konstruktion:	UTSW-900.32 3-Zug-Rauchrohrkessel wassergekühlte Vorschubrostfeuerung
Brennkammer:	Hochtemperatur-Vergaserbrennkammer mit automatischer Entaschung
Rauchgasentstaubung:	Multizyklon und Gewebefilter
Nennwärmeleistung:	900 kW
Speichervolumen Bunkerband: (THG-Rundballenvorlage)	ca. 17 - 20 Rundballen

Wärmeäquivalent bei voller Vorlage:	ca. 22 MWh
Autonomer Betrieb bei voller Vorlage:	ca. 24 h
Rauchgasmenge bei Volllast	1.000 – 1.200 Nm ³ /h, tr.
Aschemenge bei Volllast	ca. 15 kg/h

Tabelle 2: Technische Daten Anlagentechnik BMHZ

Gebäude

Die Anlage ist in einem neu erstellten Gebäude untergebracht, welches in Industriebauweise mit Wänden aus Sandwichelementen und Stahldach ausgeführt ist und auf einer Grundfläche von etwa 480 m² errichtet wurde. In dem Gebäude ist der Dosierraum als Bereich für die Anlieferung und Aufgabe der THG-Ballen vom Kesselraum, dem Aufstellungsort der Verbrennungsanlage, räumlich getrennt. Der Anlieferungs- und Aufgabeteil, in dem sich das Bunkerband, der Ballenauflöser und die Dosieranlage für Kalkhydrat befinden, ist als Kalthalle ausgeführt, Dach und Wände sind also nicht isoliert. Der Kesselraum mit Brennkessel, Rauchgasbehandlung, Wärmespeicher und Schaltanlage ist wärmegeklämmt. Durch die luftdicht ausgeführte Trennwand zwischen den beiden Gebäudeteilen wird ein Eintrag von Staub vom Dosierraum in den Kesselraum verhindert.



Abbildung 5: Das Gebäude der Biomasseheizzentrale mit dem Dosierraum links (grauer Gebäudeteil) und dem Kesselhaus rechts (rotbrauner Gebäudeteil)

THG-Ballenlager

Zur Lagerung der im Sommer erzeugten und angelieferten THG-Rundballen wurde eine Bogenhalle mit offenen Stirnseiten auf der Ost- und Westseite errichtet. Das Fassungsvermögen der Bogenhalle (siehe Abbildung 6) beträgt bis zu 2.500 Rundballen.



Abbildung 6: Bogenhalle des ZAK zur Lagerung der THG-Rundballen bis zum Beginn der Heizperiode

3.4 Anlagenbetrieb

3.4.1 Auswertung der Betriebsergebnisse

Die Biomasseheizzentrale (BMHZ) startete - nach vorausgehenden ersten Testfahrten im Januar 2014 - erstmals im Oktober 2014 in der Heizperiode 2014/2015 unter Regie des Anlagenlieferanten in die Inbetriebnahmephase. Die Betriebszeit in der Heizperiode dauerte jeweils von Oktober/November bis März/April des Folgejahres.

Trockenhalmgut, THG, Einsatzmenge und Qualität:

Von 2016 bis 2020 wurden durchschnittlich ca. 1.500 THG Rundballen pro Jahr thermisch verwertet. Die Anzahl der jährlich eingesetzten Rundballen ist schwankend und hängt im Wesentlichen vom jeweiligen Wärmebedarf (milder oder kalter Winter) ab (s. Tabelle 3).

Jahr	Verwertete THG-Rundballen pro Jahr	Heizperiode	Verwertete THG-Rundballen pro Heizperiode
2015	1.925	2015/2016	1.766
2016	1.765	2016/2017	1.557

Jahr	Verwertete THG-Rundballen pro Jahr	Heizperiode	Verwertete THG-Rundballen pro Heizperiode
2017	1.619	2017/2018	916
2018	848*	2018/2019	1.811
2019	1.931	2019/2020	789
2020	1.286	2020/2021	1.942

Tabelle 3: Jährlich bzw. je Heizperiode in der BMHZ verwertete THG-Rundballen.
*In 2018 zusätzlich dreiwöchiger Anlagenstillstand wegen Lieferzeit eines Antriebsmotors

Im Schnitt werden täglich rund 15 Rundballen eingesetzt, wobei der maximale Durchsatz der Anlage bei ca. 20 Rundballen liegt.

Durch frühzeitige Information und Einbindung der Landwirtschafts- und Naturschutzbehörden in den Landkreisen Emmendingen und Ortenaukreis sowie dem Regierungspräsidium Freiburg stammt ein großer Anteil der angelieferten Rundballen ($\geq 75\%$) aus hochwertigem Grünland wie Naturschutzflächen, FFH-Gebieten oder Natura 2000-Flächen. Der Anteil aus den Grünflächen des ZAK, die zum größten Teil auch Naturschutzflächen sind, beträgt etwa ein Drittel.

Die für den Einsatz als Brennstoff relevanten Eigenschaften des THG wurden bereits 2014 im Rahmen einer Bachelorarbeit⁷ beim ZAK untersucht. Tabelle 4 zeigt Ergebnisse aus dieser Arbeit und weitere Eigenschaften des THG.

Dimension Rundballen (Durchmesser x Breite)	ca. 130 cm x ca. 120 cm
Mittleres Rundballen-Gewicht	250 kg
Wassergehalt THG	10 – 15 Gew.-%
Aschegehalt	7 – 10 Gew.-% bez. TR
Ascheerweichungstemperatur, gemittelt	1.092 °C
Typischer Heizwert-Bereich H_u	16.500 – 17.500 kJ/kg TR
Chlor	ca. 0,45 Gew.-%
Stickstoff	ca. 1,9 Gew.-%
Schwefel	ca. 0,2 Gew.-%
Kalium	1,5 – 2,5 Gew.-%

Tabelle 4: Ausgewählte Eigenschaften von THG und THG Rundballen

⁷ E. Doring, Analyse der Brennstoffeigenschaften halmgutartiger Biomasse aus der Landschaftspflege, Bachelorarbeit Universität Freiburg / ZAK, 2014

Wärmemengen, Kesselleistung und Stromverbrauch:

Die in der BMHZ jährlich erzeugten Wärmemengen sind abhängig von der Betriebszeit in der Heizperiode und dem Anlagendurchsatz. Tabelle 5 zeigt die Wärmemengen der Jahre 2015 bis 2020. Im Mittel wurden jährlich über 1.400 MWh in das Wärmenetz eingespeist, im Maximum nahezu 1.900 MWh.

Jahr	Jährlich erzeugte Wärmemenge [MWh]
2015	1.873
2016	1.346
2017	1.414
2018	847
2019	1.804
2020	1.245

Tabelle 5: Jährlich in der BMHZ erzeugte Wärmemenge

Die Kesselleistung der BMHZ hat sich in der aktuellen Heizperiode deutlich verbessert und stabilisiert. Trotz der immer noch periodisch eng auftretenden Schwankungen liegt das Leistungsniveau mittlerweile im Bereich 800 – 850 kW (Abbildung 7). Störungen, die den Betrieb unterbrechen, treten kaum mehr auf.

Auf Basis des durchschnittlichen Energieinhalts eines THG-Rundballens, der Anzahl verwerteter Rundballen für verschiedene Betriebszeiträume und der dabei erzeugten Wärmemengen lässt sich ein Anlagenwirkungsgrad für die aus den Rundballen erzeugte Wärme von rund 80% errechnen.

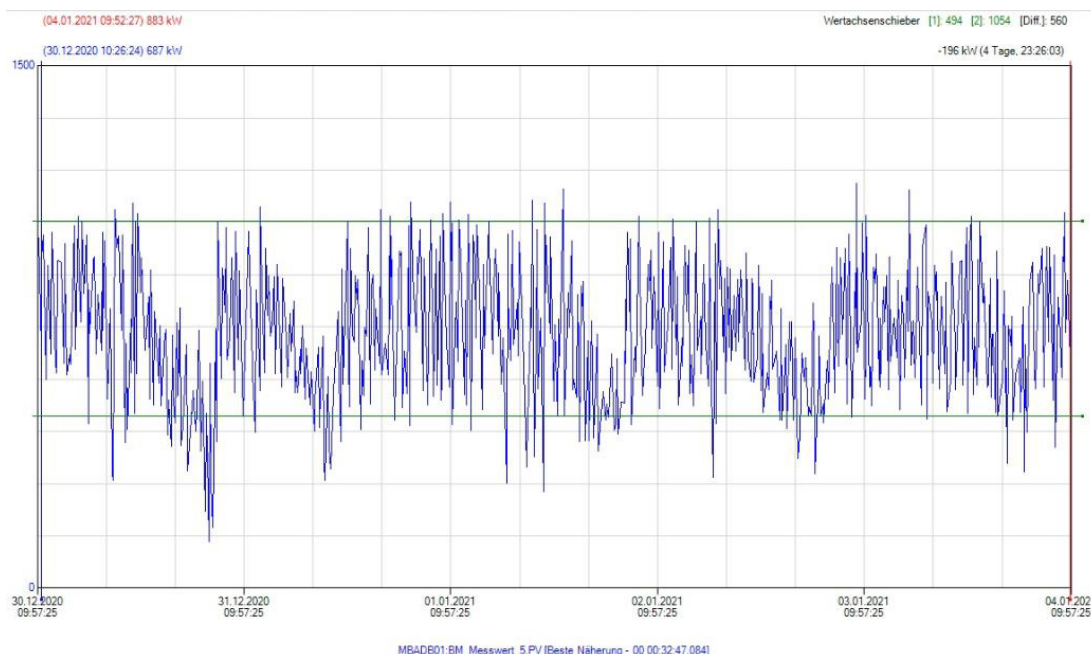


Abbildung 7: BMHZ-Kesselleistung 30.12.2020 bis 04.01.2021

Im Vergleich zu früheren Heizperioden, bei welchem die Kesselleistung sich auf dem Level von 500 – 600 kW bewegte und Störungen zu häufigen Anlagenstillständen führte, ist der aktuelle Anlagenbetrieb zufriedenstellend und das Ergebnis mehrjähriger Optimierungsarbeiten.

Für die vergangene Heizperiode ergab sich ein durchschnittlicher Stromverbrauch von 34 kWh pro MWh erzeugte Wärme. Der eingesetzte Strom stammt aus dem Blockheizkraftwerk des ZAK (Eigenstrom) und ist wegen der dort eingesetzten Brennstoffe (Deponie- und Biogas) CO₂-neutral.

Emissionsmessungen:

Bei der thermischen Verwertung naturbelassener Biomasse - wie das in diesem Projekt eingesetzte THG - ist ab einer Feuerungswärmeleistung von 100 kW für den Betrieb eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung nach § 4 Bundesimmissionsschutzgesetz erforderlich. Die dort aus Gründen des Immissionsschutzes festgelegten Emissionsgrenzwerte betreffen die Parameter Gesamtstaub, Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffdioxid (NO_x als NO₂), Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C) und gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff (HCl). Die Emissionen dieser Parameter sind alle 3 Jahre auf Einhaltung der Emissionsgrenzwerte zu überprüfen.

Parameter	Grenzwert	Messwert Volllast		Messwert Teillast 50%		Messwert Schwachlast 30%	
		2016	/ 2019	2016	/ 2019	2016	/ 2019
Gesamtstaub	10	3	1	2	0,2	2	< 0,2
CO	250	20	50	10	50	10	10
NO ₂	500	350	320	270	220	210	260
Gesamt-C	50	1	1	1	0,2	1	0,4
HCl	30	6	2	25	< 1	28	< 1

Tabelle 6: Emissionsgrenzwerte und Emissionsmesswerte aus den Messungen 25.10.2016 und 21.05.2019, alle Angaben in mg/m³ (i.N.tr) bez. auf einen Sauerstoffgehalt von 11,0 Vol.-%, alle Messwerte = max. Messwerte zuzgl. Messunsicherheit

Aschen:

Bei der thermischen Verwertung der THG-Rundballen in der BMHZ entstehen zwei Arten von Aschen, Filterasche und Rostasche.

Die Filterasche ist ein Gemisch aus Weißkalkhydrat, welches pneumatisch in den Rauchgasstrom dosiert wird, den Reaktionsprodukten saurer Rauchgasbestandteile mit diesem Kalkhydrat, sowie festen Partikeln im Rauchgas (Staub). Sie entsteht als Filterkuchen im Gewebefilter, der dort periodisch mittels Druckstoß entfernt wird. Auf Basis der mittleren Chlorgehalte im THG (Tabelle 4) ergibt sich bei stöchiometrischem Einsatz des Kalkhydrats ein Bedarf von ca. 1 kg/h Weißkalkhydrat unter Volllast. Dieser Dosierwert ist fest eingestellt, so dass sich bei Fahrweisen in

Teillast eine überstöchiometrische Eindosierung ergibt. Pro Tag werden so bzw. 24 kg/d Weißkalkhydrat dosiert. Hinzu kommen die Feststoffpartikel im Rauchgas, welche im Filterkuchen am Gewebefilter abgeschieden werden. Der Anfall an Filterasche beträgt dadurch täglich etwa 30 - 40 kg bzw. 1 BigBag à 400 – 500 kg alle 10 – 14 Tage. Die Filterasche darf aufgrund ihrer Herkunft aus der letzten Reinigungsstufe mit einer potentiellen Schadstoffbelastung nicht verwertet werden und wird daher extern entsorgt.

Die Rostasche entsteht als Verbrennungsrückstand des THG im Brennraum des Kessels und wird von dort mechanisch ausgetragen. Unter Volllast werden täglich bis zu 350 kg Asche ausgetragen. Pro Heizsaison können so über 30 Tonnen Rostasche entstehen. Durch das Förderprojekt „Biomasse-Asche-Monitoring“⁸ des Thüringer Landesamts für Landwirtschaft und Ländlicher Raum in Jena, an dem auch der ZAK mit der Rostasche der BMHZ teilgenommen hat, wurde ermittelt, dass diese Rostasche als schadstoffarmer, mineralischer P-K-Dünger eingestuft werden kann. Eine Gütesicherung als Düngemittel ist mittlerweile über die Bundesgütegemeinschaft Kompost⁹ möglich.

Der ZAK verwendet die Rostasche im Gemisch mit Wirtschaftsdünger (Stallmist) als Ergänzungsdünger für seine Grünflächen. Eine direkte Aufbringung der losen Asche auf Grünflächen ist wegen der damit verbundenen Staubeentwicklung sehr ungünstig. Alternativ ist auch eine Vermischung mit Kompost möglich. Erste Versuche dazu mit einer regionalen Kompostanlage sind sehr vielversprechend.

3.4.2 Aufgetretene Störungen und Lösungsansätze im Betrieb

Die BMHZ ging in der Heizperiode 2014/2015 unter Regie des Anlagenlieferanten in die Inbetriebnahmephase. Bereits Anfang des Jahres 2014 wurden erste Tests durchgeführt, bei welchen im Bereich der Ballenauflösung und der Dosierung, besonders von langhalmigem Material Störungen auftraten. Daher wurden für weitere Versuche bevorzugt THG-Rundballen eingesetzt, welche vorgeschchnittenes THG enthielten. Steuerungstechnische Optimierungen verbesserten die Auflösung der Rundballen mit dem REKA-Ballenauflöser. Dagegen blieb es schwierig, eine gleichmäßige und ausreichende Dosierung des aufgelösten THG-Materials mit dem bestehenden Dosiersystem (zwei in Serie geschaltete Dosierschnecken mit zwischenliegendem Übergabeschacht) zu erreichen. Die Kesselleistung war dadurch ungleichmäßig und erreichte nicht das gewünschte Level.

Vor der Heizperiode 2015/2016 wurde das zweigeteilte Dosiersystem durch einen großzügig dimensionierten Spiralförderer ersetzt. Dadurch konnte die Dosierung zum Kessel deutlich verbessert werden (störungsärmer und höhere Dosierleistung). Weitere Optimierungen betrafen die Vergrößerung der Zellenradschleuse und der Einbau schnellerer Getriebemotoren für die Doppel-Stoker-Schnecken (Eintragsschnecken in den Kessel), wodurch eine höhere Kesselleistung erreicht werden konnte.

⁸ siehe Fußnote 5 in Kapitel 3.2.2, Seite 13.

⁹ <https://www.kompost.de/guetesicherung/guetesicherung-von-holz-und-pflanzenaschen>, abgerufen am 21. April 2021

Wegen des beobachteten hohen Verschleißes mit Nachteilen bei der gleichmäßigen Ballenauflösung wurden Verbesserungen der Schneidwerkzeuge und des Werkzeugmaterials der Schneidplatten am Ballenauflöser durchgeführt.

Die Leistungsschwankungen des Kessels und die Störungen im Betrieb hatten ihre Ursache auch in größeren Druckschwankungen im Filtersystem. Die zu starken Druckschwankungen konnten steuerungstechnisch zwar reduziert aber nicht eliminiert werden. Eine Vergrößerung des Gewebefilters war deshalb im Gespräch. Durch den Einbau von Turbulatoren konnte ein höheres Leistungsniveau eingeregelt werden.

Im Sommer 2017 wurde im Beisein eines Sachverständigen eine Abnahmefahrt durchgeführt. Aufgrund immer noch vorhandener wesentlicher Mängel (ungleichmäßige Kesselbeschickung, Leistungsschwankungen, zu kurze Kesselreisezeit, Additivdosierung und Dokumentation) wurde die förmliche Abnahme auch auf Empfehlung des Sachverständigen verweigert. Die ungleichmäßige Kesselbeschickung konnte durch eine optimierte steuerungstechnische Einregelung von Ballenauflöser und -dosierung weitestgehend behoben werden. Durch Einbau eines Gewölbereinigungssystems durch den Anlagenlieferanten verbesserten sich auch die Kesselreisezeiten.

Versuche im Bereich der Additivdosierung (Kalkhydrat) erbrachten folgende Ergebnisse:

- Auf die Kalkhydratdosierung kann nicht verzichtet werden, da ansonsten der Grenzwert für die Chlorwasserstoff-Emissionen nicht sicher eingehalten werden kann und damit auch zusätzliche Korrosion zu erwarten ist.
- Versuchsweise wurde Kalkhydrat statt pneumatisch in das Rauchgas, mechanisch auf den Brennstoff dosiert. Eine mechanische Dosierung des Kalkhydrats wäre wahrscheinlich besser steuerbar und benötigt keine zusätzliche Luft. Der Versuch zeigte aber, dass die Zugabe von Kalkhydrat auf den Brennstoff kaum Einfluss auf die Chlorwasserstoff-Konzentrationen im Rauchgas hatte, weswegen die pneumatische Dosierung nach weiterer Optimierung beibehalten wurde.

Die in der Heizperiode 2018/2019 auftretenden Lärmemissionen am Kamin konnten durch Einbau eines Schalldämpfers behoben werden.

In der aktuellen Heizperiode konnte nach vorheriger Beseitigung diverser Mängel ein störungsarmer Betrieb auf gutem Leistungsniveau (800 – 850 kW) erzielt werden. Die immer noch vorhandenen periodischen Schwankungen in der Kesselleistung sind vor dem Hintergrund des erreichten Leistungsniveaus und des störungsarmen Betriebs akzeptabel. Die förmliche Abnahme soll nun nach Übergabe der mängelbereinigten Anlagendokumentation erfolgen.

3.5 Ökologischer Nutzen

3.5.1 Einsparung an Primärenergie

THG, welches bei der Landschaftspflege anfällt und als Futterheu ungeeignet ist, kann als Brennstoff zur Wärmeerzeugung verwendet werden und dadurch Primärenergie einsparen. Im Betrieb beim ZAK wurden unter Volllast durchschnittlich 18,5 Rundballen pro Tag in der BMHZ

eingesetzt. Diese besitzen einen Energieinhalt von über 20.000 kWh.

Da die BMHZ beim ZAK in der Heizperiode vorwiegend als Spitzenlastkessel eingesetzt wird, ersetzt der Betrieb der BMHZ den Einsatz der Heizölkessel. Unter Vollastbedingungen spart der Betrieb der BMHZ somit täglich ca. 2.000 Liter Heizöl ein. Im Maximum führte das beim bisherigen Betrieb zu einer jährlichen Heizöleinsparung von rund 200.000 Litern.

Da die Lieferanten ihre THG-Rundballen zentral zu uns in großen Mengen anliefern können und dadurch eine Verteilung an eine Vielzahl von potentiellen Kleinabnehmern entfällt, reduziert sich auch der Transportaufwand für die Lieferanten, wodurch Diesel eingespart wird. Eine genauere Abschätzung dieses Einsparpotenzials haben wir aber nicht durchgeführt.

3.5.2 Reduktion der CO₂-Emission

Der Einsatz von THG-Rundballen in der BMHZ ersetzt den Einsatz von Heizöl EL in den Spitzenlastkesseln des ZAK. Für die naturbelassene und regenerative Biomasse THG kann ein CO₂-Emissionsfaktor von 0 kg/kWh_{therm.} (für klimawirksames CO₂) angesetzt werden. Für Heizöl EL findet sich in der Literatur ein CO₂-Emissionsfaktor von 0,266¹⁰ kg/kWh_{therm.} (bei Einbezug der Vorkette auch 0,337¹¹ kg/kWh_{therm.}).

Unter Vollastbedingungen reduziert der Betrieb der BMHZ mit THG gegenüber Heizöl EL die Emission von klimaschädlichem CO₂ täglich um mindestens 5,3 Tonnen. Im Maximum führte das beim bisherigen Betrieb (Saisonbetrieb nur in der Heizperiode) zu einer jährlichen Reduktion der CO₂-Emission von ca. 500 Tonnen.

Würde diese BMHZ als Grundlastkessel ganzjährig mit THG betrieben werden können (entsprechender Wärmebedarf und THG-Vorrat vorausgesetzt), ergäbe sich gegenüber dem Einsatz von Heizöl EL eine jährliche CO₂-Ersparnis von knapp 2.000 Tonnen.

3.6 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

3.6.1 Investitionskosten

Die Gesamtinvestition in das Projekt hat sich gegenüber der ursprünglichen Budgetplanung im Oktober 2012 (siehe Kap. 3.1.3, Tabelle 1) auf rund 1,48 Mio. EURO erhöht (Investitionen zum Stand 2017 für Anlagentechnik, Gebäude und Ausstattung).

Dabei ist zu berücksichtigen, dass gegenüber der ursprünglichen Budgetplanung die Investitionen in die Anlagentechnik durch die Verwendung eines Kessels mit noch höherer Leistung (900 statt 800 kW sowie anderer Hersteller) gestiegen sind und weitere Investitionen in Optimierungsmaßnahmen erfolgt sind. Des Weiteren ist hier zusätzlich die Investition in das THG-Rundballenlager mitberücksichtigt (siehe Abbildung 6).

¹⁰ Climate Change CO₂-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe, S. 36, Umweltbundesamt 2016, abrufbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/co2-emissionsfaktoren_fur_fossile_brennstoffe_korrektur.pdf

¹¹ [GEMIS], Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 5.0, IINAS, Darmstadt, 2019; s a. <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/angebote/co2-bilanzierung> (Abruf am 21. April 2021)

3.6.2 Betriebskosten

Zur Ermittlung der Betriebskosten wurden die Ergebnisse aus den Jahren 2016 und 2017 zugrunde gelegt. Nach Verrechnung der Kosten (Materialaufwand, Abschreibungen, Verzinsung und sonstige Kosten), der Umlagen (Personal- und Geräteeinsatz) und der Erträge ergaben sich jährliche Betriebskosten von rund 118.000 EURO.

In den Jahren 2016 und 2017 wurden in der BMHZ durchschnittlich 1.380 MWh Wärme erzeugt und in das Wärmenetz eingespeist. Aus den durchschnittlichen Betriebskosten der BMHZ in den Jahren 2016 und 2017 und der durchschnittlichen Wärmemenge der Jahre 2016 und 2017 errechnen sich Wärmegestehungskosten von brutto 8,6 Cent/kWh. Der Stromverbrauch ist beim Materialaufwand berücksichtigt. Sein Anteil an den Wärmegestehungskosten beträgt beim ZAK aufgrund der Verwendung von Eigenstrom aus dem BHKW weniger als 5%.

3.6.3 Verbesserung der Wirtschaftlichkeit

Die BMHZ beim ZAK wird als Spitzenlastkessel eingesetzt. Daher wird die erzeugte Wärmemenge wesentlich vom Wärmebedarf im Fernwärmenetz bestimmt. Durch Optimierungsarbeiten konnte die Kesselleistung aktuell auf 800 – 850 kW verbessert werden. Bei hohem Wärmebedarf in der Heizperiode ist bei vergleichbaren Betriebskosten nun eine Wärmemenge von ca. 2.000 MWh erreichbar, was Wärmegestehungskosten von ca. 6 Cent/kWh brutto entspricht.

Unabhängig von der Situation beim ZAK kann diese Anlage bei entsprechenden Voraussetzungen auch als Grundlastkessel betrieben werden, was die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern würde und dadurch sicherlich auch Wärmegestehungspreise von rund 5 Cent/kWh brutto ermöglichen.

4 Wirkung der Umsetzung

4.1 Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb

Die BMHZ ist fester Bestandteil des Energiekonzeptes beim ZAK geworden und wird auch in Zukunft als Spitzenlastkessel in der Heizperiode eingesetzt. Sie trägt dazu bei, dass auch zukünftig die Nutzwärme beim ZAK so weit wie möglich klimaneutral erzeugt wird. Weitere Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb, die über die aktuellen Gegebenheiten hinaus gehen, sind derzeit nicht in Sicht.

4.2 Weiterführende, resultierende Maßnahmen

Gegenwärtig sind keine weiterführenden Maßnahmen geplant. Das Kesselhaus der BMHZ ist allerdings so dimensioniert, dass bei Bedarf auch der Einbau eines zweiten Kessels möglich wäre. Sollte die nutzbare Abwärmemenge des Blockheizkraftwerkes (BHKW) in der Heizperiode aufgrund sinkender Deponiegasmengen oder anderer Faktoren zukünftig weiter abnehmen, könnte ein dadurch erhöhter Spitzenlastbedarf durch einen weiteren Biomassekessel (ggf. teilweise) kompensiert werden. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass ausreichend Biomasse zur Verfügung steht. Gerade der letzte Winter 2020/2021 mit seiner langen Heizperiode hat gezeigt, dass die im Sommer beschaffte Biomasse gerade noch ausreichend war, Restbestände wurden komplett aufgebraucht. Voraussetzung für einen Ausbau dieses Heizsystems würde daher entsprechend verfügbares THG sein. Dazu müsste das regional zusätzliche Potential geprüft werden. Nach eigener Einschätzung sollten noch genügend weitere Grünflächen vorhanden sein.

4.3 Übertragbarkeit der Projektergebnisse

Generell sind die Ergebnisse dieses Projektes überall dorthin übertragbar, wo vergleichbare Rahmenbedingungen herrschen.

Erste Voraussetzung für die Übertragbarkeit ist, dass es im regionalen Umfeld ausreichend Grünlandüberschuss gibt. Das bedeutet, dass die bei der Pflege und Bewirtschaftung des Grünlands anfallende Biomasse gar nicht oder nicht vollständig in bestehenden, etablierten und möglichst auch hochwertigen Prozessen verwertet werden kann und damit für eine Wärmegewinnung wie im vorgestellten Projekt zur Verfügung steht.

Zweite Voraussetzung ist das Vorhandensein eines entsprechenden Wärmebedarfs. Der Einsatz eines solchen Biomasseheizkessels liefert dann CO₂-neutrale Wärmeenergie, im Idealfall in der Grundversorgung.

Aufgrund der geringeren Energiedichte des THG und der erforderlichen Lagerhaltung für die Rundballen ist ein erhöhter Platzbedarf zu berücksichtigen.

5 Öffentlichkeitsarbeit

5.1 Führungen und Vorträge

Der ZAK informiert seit vielen Jahren die Öffentlichkeit über seine abfallwirtschaftlichen Aktivitäten mittels Führungen und Vorträgen vor Ort. Seit Inbetriebnahme der mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlage MBA-Kahlenberg im Jahre 2006 hat sich die Anzahl an Führungen weiter erhöht. Im Rahmen dieser Führungen¹² wird auch die BMHZ vorgestellt (siehe Abbildung 8), die seit 2014 Bestandteil des Energiekonzeptes des ZAK ist.



Abbildung 8: Ausgewählte Vortragsfolie des ZAK zu den technischen Anlagen inkl. BMHZ (links oben)

Vorträge speziell zur BMHZ und Führungen durch die BMHZ fanden in der Vergangenheit zudem für folgende Gruppierungen statt:

- 22. Februar 2013: Ökokontopflageseminar Ettenheim (nur Vortrag)
- 31. Oktober 2013: Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg, LUBW
- 02. Dezember 2014: Baden-Württembergisch-Serbische Bioenergiepartnerschaft

¹² Bei der Durchführung von Führungen wird der ZAK aufgrund der großen Nachfrage von den Abfallberatern der Landkreise Emmendingen und Ortenaukreis stark unterstützt. Pandemiebedingt konnten seit März 2020 allerdings keine Führungen mehr stattfinden.

30. April 2015: Badenova
07. August 2015: Umweltministerium und L-Bank Baden-Württemberg
13. Mai 2016: EFRE-Tag der offenen Tür im Rahmen der Europawoche für die interessierte Allgemeinbevölkerung (Abbildung 9)
18. September 2016: Tag der offenen Tür anlässlich des 10-jährigen Bestehens der MBA Kahlenberg, bei welcher auch die BMHZ besichtigt werden konnte
14. Dezember 2017: Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe, FNR, Mitgliederversammlung

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)

Offene Türen anlässlich der Europawoche

Begünstigte präsentieren ihre geförderten Projekte zu den Themen Forschung, Innovation und nachhaltige Entwicklung.

Sie sind herzlich eingeladen.

Wann	Projekt	Wo
Samstag 09.04.2016	Nachhaltige Mobilität von LADOG	Zell am Harnersbach, Ortenaukreis
Sonntag 10.04.2016	EMMA - Kreativzentrum Pforzheim Clusterinitiative HOCHFORM - Präzisionstechnik Netzwerkmanagement CREATE! PF	Pforzheim
Montag 09.05.2016	Mikroanalyzesysteme von Hahn-Schickard	Freiburg im Breisgau
Mittwoch 11.05.2016	Laborinfrastruktur und Computertomographie (fem)	Schwäbisch Gmünd, Ostalbkreis
Freitag 13.05.2016	LED-Forschung „LED OASYS“	Konstanz
Freitag 13.05.2016	Biodiversität und regenerative Energie am Kahlenberg	Ringsheim, Ortenaukreis

Abbildung 9: Poster zur EFRE-Aktion „Offene Türen anlässlich der Europawoche“

BIOMASSEHEIZZENTRALE BIODIVERSITÄT UND REGENERATIVE ENERGIE

N&E Nature & Energy Technology

Trockenhalmgut (THG) → **trockene Ballen** → **Ballenlager Energielager** → **Biomasseheizentrale (BMHZ)** → **Fernwärmeversorgung**

Der ZAK gewinnt Energie aus regenerativer Biomasse. Dabei wird der optimale Arten-, Natur- und Landschaftsschutz besonders berücksichtigt. Die Biomasse wird unter Vermeidung klimarelevanter Emissionen energieeffizient genutzt.

Die Natur liefert uns die Biomasse. Der ZAK erstellt die Konzepte zur Pflege und Weiterentwicklung von artenreichen Grünlandflächen (I). Sie bieten Platz für eine Vielfalt von Pflanzen und Tieren, die für unsere Umwelt unverzichtbar sind.

einen wichtigen Beitrag zum Schutz unserer Umwelt und für eine umweltschonende Energieversorgung.

Mit der **N&E Nature & Energy Technology** hat der ZAK innovative technische Verfahren zur Gewinnung von Elektroenergie, Biogas und Wärmeenergie entwickelt. Die wertvolle Natur und die innovative Technik leisten

Zweckverband Abfallbehandlung **Kahlenberg**

Abbildung 10: Schautafel Nr. 19 auf dem ZAK-Betriebsgelände, die zum Projekt informiert.

Auf dem Betriebsgelände des ZAK befinden sich an verschiedenen Stellen Schautafeln, welche bei einem Rundgang zu den unterschiedlichsten Bereichen, in denen der ZAK tätig ist und zu den Besonderheiten des Betriebsgeländes (Natur, Bergbau) informieren. Mit Realisierung der BMHZ wurden die Schautafeln um die Tafel 19 ergänzt, die das Projekt „Biodiversität und regenerative Energie am Kahlenberg“ vorstellt (siehe Abbildung 10). Sie ist direkt an der BMHZ montiert. Ein Rundgang ist jederzeit ohne Anmeldung möglich.

5.2 Presse, Veröffentlichungen, Patent und Marke

Wesentliche Entwicklungsschritte beim Projekt „Biodiversität und regenerative Energie am Kahlenberg“ wurden in der ZAK-Verbandsversammlung öffentlich beraten und beschlossen. Die regionale Presse berichtete dazu entsprechend.

Die Einweihung der BMHZ erfolgte im Anschluss an eine Verbandsversammlung am 10. Dezember 2015 in Anwesenheit der Landräte der Landkreise Emmendingen und Ortenaukreis sowie Vertretern beider Kreistage (Abbildung 11).



Abbildung 11: Ausschnitt aus der Badischen Zeitung vom 12.12.2015 zur Einweihung der BMHZ am 10.12.2015

Über eine weitere Informationsveranstaltung zum Projekt berichtete die lokale Presse im Mai 2016¹³.

Der ZAK erarbeitete in den Jahren 2013 und 2014 auf Basis dieses Projektes ein erweitertes Verfahrenskonzept, dass auch die Verwertung von Feuchthalmgut einschloss. Das erweiterte

¹³ „Mit Halmen wird hier eingeheizt“ <https://www.badische-zeitung.de/mit-halmen-wird-hier-eingeheizt-122125604.html> vom 17. Mai 2016, abgerufen am 27. April 2021.

Verfahrenskonzept wurde am 08.12.2015 zum Patent angemeldet und am 08.06.2017 offengelegt¹⁴.

Für das Verfahrenskonzept wurde beim Deutschen Patent- und Markenamt Ende 2014 auch die Wort-/Bildmarke „N&E“ (= Nature & Energy Technology) angemeldet und am 27. April 2015 in das Markenregister¹⁵ eingetragen.

¹⁴ Verfahren und Vorrichtung zur Verwertung von Feucht- und Trockenhalmgut; Offenlegungsschrift mit AZ 10 2015 015 776.0; Deutsches Patent- und Markenamt

¹⁵ Deutsche Wort-/Bildmarke Nr. 30 214 072 596, Markenregister beim Deutschen Patent- und Markenamt

6 Zusammenfassung/Fazit

Der Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg (ZAK) behandelt und verwertet Abfälle aus den Landkreisen Emmendingen und Ortenaukreis an seinem Standort am Kahlenberg in Ringsheim. Er erzeugt dabei auch Energie, vorwiegend durch Verwertung der klimaneutralen Brennstoffe Deponiegas und Biogas in seinem BHKW. Durch den Rückgang der Deponiegasmengen und dem erhöhten Wärmebedarf im sich vergrößernden Fernwärmenetz der Gemeinde Ringsheim musste in Spitzenlastzeiten vermehrt auch Heizöl eingesetzt werden. Im Rahmen dieses Projektes sollte der fossile Brennstoff „Heizöl“ durch einen regenerativen Brennstoff ersetzt werden. Es war naheliegend, dazu getrocknetes Halmgut („Trockenhalmgut“, THG) aus der Landschaftspflege, das aufgrund seiner Beschaffenheit keiner hochwertigeren Verwertung, z.B. als Tierfutter, zugeführt werden kann, zu verwenden. Das Ziel war, dieses THG, das von eigenen Naturschutzflächen und Flächen der Region stammt, in einem Biomassekessel hochwertig, besonders emissionsarm und klimaschonend thermisch zu verwerten.

Ein weiteres Ziel war, das THG aus nachhaltig bewirtschaftetem Grünland (Naturschutzflächen, FFH-Gebieten, Natura 2000-Flächen) zu gewinnen bzw. aus Flächen, welche in ökologisch hochwertiges Grünland umgewandelt werden. Dadurch sollte das Projekt auch einen wichtigen Beitrag zum Erhalt und zur Steigerung der Biodiversität beitragen.

Durch frühzeitige Einbindung zuständiger Behörden ist es gelungen, einen großen Anteil der angelieferten THG-Rundballen aus diesem nachhaltig bewirtschafteten Grünland in der Region zu gewinnen. Der THG-Anteil aus kommunalen Grünflächen, welche ökologisches Entwicklungspotential besitzen, war untergeordnet. Die Umwandlung solcher Flächen in biodiverses, hochwertiges Grünland ist aufgrund unterschiedlicher Interessen, dem vorherrschenden Empfinden zur Ästhetik von Grünlandaufwuchs gerade innerorts und am Rande von Kommunen und dem unterschiedlich großen Bewusstsein für die Wichtigkeit der Biodiversität, erschwert.

Die Anlage zur Wärmeerzeugung aus der Biomasse THG besteht aus einem Dosiersystem mit Ballenauflöser für THG-Rundballen, einem Biomassekessel mit einer Nennwärmeleistung von 900 kW, einem Wärmespeicher, einem Ascheaustragssystem für Rost- und Filterasche und einer Abluftreinigungsanlage mit Gewebefilter. Sie ist in das Energiekonzept des ZAK als Biomasseheizzentrale (BMHZ) für Spitzenlasten in der Heizperiode eingebunden. Die im Sommer gewonnenen THG-Rundballen werden bis zum Start der Heizperiode in einer stirnseitig offenen Bogenhalle gelagert.

Die BMHZ wurde in der Heizperiode 2014/2015 in Betrieb genommen. Durch stetige Verbesserungen konnten anfangs häufiger auftretende Störungen reduziert und die Kesselleistung optimiert werden. Dadurch ist mittlerweile ein guter und störungsarmer Anlagenbetrieb möglich.

Die verbleibende Rostasche lässt sich als schadstoffarmer mineralischer P-K-Dünger zu Dünge Zwecken einsetzen.

Nach den durchgeführten Emissionsmessungen hält die Anlage im Betrieb die genehmigten Emissionsgrenzwerte im Voll- und Teillastbetrieb gut ein und unterschreitet sie bei den Parametern Staub, CO und Gesamt-C sogar sehr deutlich.

Abhängig vom Wärmebedarf wurden pro Heizperiode bis zu ca. 1.900 Rundballen in der BMHZ eingesetzt. Pro Rundballen wurden durchschnittlich fast 1.000 kWh Wärme erzeugt, was einem durchschnittlichen Anlagenwirkungsgrad von ca. 80% entspricht. Die Wärmegestehungskosten belaufen sich auf brutto ca. 6 – 9 Cent/kWh, abhängig von den Rahmenbedingungen in der Heizperiode (Wärmebedarf).

Die Investition in die BMHZ inkl. THG-Rundballenlager beliefen sich auf brutto rund 1,48 Mio. Euro. Das Projekt wurde durch den Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz der badenova mit 250.000 Euro gefördert. Das Land Baden-Württemberg unterstützte das Projekt im Rahmen des Bioenergie Wettbewerbs mit EFRE-Mitteln in Höhe von 200.000 Euro.

7 Ausblick

Mit der thermischen Verwertung naturbelassener Biomasse lässt sich Wärme klimafreundlich und emissionsarm erzeugen (Klimaschutz). Als Nebenprodukt gewinnt man mit der Rostasche aus dem Verbrennungsprozess einen mineralischen P-K-Dünger (Kreislaufwirtschaft). Die im Projekt verwendete Biomasse Trockenhalmgut (THG) wurde zum überwiegenden Teil aus Naturschutzflächen gewonnen und trägt dadurch zu deren Erhalt und zu einer nachhaltigen Verwertung von Grünlandaufwuchs aus hochwertigem, artenreichem Grünland bei (Biodiversität).

Das Projekt „Biodiversität und regenerative Energie am Kahlenberg“ zeigt so in beispielhafter Weise, dass regionale Energieerzeugung mit den lebensnotwendigen Klima- und Naturschutzerfordernissen unserer heutigen Zeit einher gehen kann und sie fördert.

Es ist davon auszugehen, dass Projekte dieser Art zunehmend an Bedeutung gewinnen, da Aktivitäten zum Klima- und Naturschutz mehr und mehr Fahrt aufnehmen (müssen¹⁶) und die Energieerzeugung hier noch große Beiträge leisten kann. Gerade in Regionen mit Grünlandüberschuss lässt sich ein solches Projekt bei bestehendem Wärmebedarf und ggf. schon vorhandenem Wärmenetz gut integrieren. Bei vergleichbaren Voraussetzungen wie im beschriebenen Projekt ist dadurch eine hochwertige Wärmeerzeugung zu einem vertretbarem Wärmepreis möglich.

Das Bewusstsein für den Wert an biodiversen Naturräumen (inkl. biodiverses Grünland) wird in Zukunft ganz sicher weiter zunehmen¹⁷. Mit dem hier vorgestellten Projekt bieten sich für Kommunen und Regionen mit den entsprechenden Voraussetzungen sehr gute Möglichkeiten, die Biodiversität in der Region zu stärken und gleichzeitig klimafreundlich Energie zu erzeugen. Die Notwendigkeit für solche Projekte ist ohne Zweifel vorhanden, Nachahmer daher sehr erwünscht.

¹⁶ Gerade wurde das Klimaschutzgesetz in Deutschland vom Bundesverfassungsgericht gekippt, da in Teilen verfassungswidrig und zu wenig ambitioniert;

<https://www.spiegel.de/politik/deutschland/bundesverfassungsgericht-deutsches-klimaschutzgesetz-in-teilen-verfassungswidrig-a-141ff3a9-da38-4d46-b9ce-eda97b9dc4bb>, abgerufen am 30. April 2021

¹⁷ Ein aktuelles Beispiel aus der Nachbargemeinde findet sich hier: <https://www.badische-zeitung.de/mit-einem-neuen-pflegekonzept-soll-die-artenvielfalt-erhoehet-werden>, abgerufen am 30. April 2021

8 Anlage: Projekterkenntnisse

Darstellung drei wesentlicher Erkenntnisse aus dem Projekt.

(Je Punkt maximal 300 Zeichen.)

1.	Die Nutzung von Halmgut aus der regionalen Landschaftspflege zur Wärmeerzeugung in einem Biomassekessel ist unter gewissen Rahmenbedingungen (z. B. Grünlandüberschuss, Heu ohne Futterqualität aus Naturschutzflächen) eine nachhaltige und ökologische Alternative zu bestehenden Verwertungskonzepten.
2.	Bei ganzjährigem Wärmebedarf ist diese Art der Wärmeerzeugung sehr wirtschaftlich und besonders nachhaltig. Der nachwachsende „Brennstoff“ lässt sich getrocknet ohne weitere Konfektionierung einsetzen und emissionsarm verwerten.
3.	Ascheverwertung: Rostasche ist mineralischer P-K-Dünger. Sie lässt sich über die Bundesgütegemeinschaft Holzasche e.V zertifizieren und im Gemisch mit Kompost problemlos verwerten.