

3.2 Angaben zu verwendeten und anfallenden Energien

3.2.1 Angaben zur Energieeffizienz gemäß § 4d der 9. BImSchV

Der im Dampferzeuger des HKW erzeugte Dampf wird zur Stromerzeugung über einen Dampfturbosatz geleitet. Dieser für die Produktion in der benachbarten Papierfabrik benötigte Dampf wird nach einer teilweisen Entspannung am Austritt der Turbine entnommen und den Verbrauchern zur Verfügung gestellt (Kraft-Wärme-Kopplung). Bei kurzfristigen Stillständen der Papiermaschine wird Dampf im Hilfskondensator niedergeschlagen, da in einem Feststoffkessel zum einen nicht schnell genug die Leistung reduziert werden kann und zum anderen der Dampfbedarf nach einem Papiermaschinenstillstand schnell wieder auf den vorherigen Wert ansteigt. Die kurzzeitige Kondensation von Dampf im Hilfskondensator ist deshalb betrieblich notwendig.

Es liegt im Interesse der Antragstellerin, eine möglichst effektive Energienutzung zu gewährleisten, was auch ein wesentlicher Aspekt der hier beantragten Maßnahmen ist. Dies wird insbesondere durch folgende Maßnahmen erreicht:

- Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung
- Optimierung des Dampferzeugerwirkungsgrades durch Einsatz von Speisewasservorwärmern (Economisern)
- Hoher elektrischer Wirkungsgrad durch hohe Dampfzustände
- hoher innerer Wirkungsgrad der Dampfturbine durch mehrstufige Bauweise
- Einsparung von fossilen Brennstoffen durch die thermische Verwertung der Reststoffe

Unvermeidbare Wärmeverluste treten in folgenden Bereichen auf:

- a) Der größte Verlust bei der Dampferzeugung entsteht durch die im Abgas der Kessel enthaltene Wärme (Abgas, das durch den Schornstein an die Umgebung abgegeben wird). Die Abgastemperatur wird auf das heute technisch sinnvolle Minimum abgesenkt.
- b) Im Dampfturbosatz wird die im Frischdampf enthaltene Energie teilweise in Strom umgesetzt. Dieser Umwandlungsvorgang ist mit unvermeidbaren Verlusten verbunden:
 - die mechanischen Verluste der Dampfturbine
 - die mechanischen Verluste des Getriebes und des Generators
 - die Wärmeverluste (Stromwärme- und Eisenverluste) des Generators.

Die Verlustmengen dieser Anlagenteile sind minimal. Die Verlustwärme wird über eine Rückkühlanlage über Dach abgeführt.

- c) Die heiße Asche der Reststoffkessel muss gekühlt werden, bevor sie in die Container bzw. Aschesilos gefördert wird. Die notwendige Kühlleistung wird über eine Rückkühlanlage über Dach abgeführt.

d) Der betrieblich nicht nutzbare Überschussdampf wird im Hilfskondensator kondensiert. Dieser wird nur zeitweise betrieben; er hat im Normalbetrieb geringe Wärmeverluste, da er immer warmgehalten werden muss, um bei Bedarf schnell verfügbar zu sein. Die Wärmeverluste werden durch Jalousien vermindert, die im Warmhaltebetrieb geschlossen sind und so eine durch Naturzug verursachte Luftströmung verhindern. Die maximale Wärmeleistung, die an die Umgebung abgegeben wird, beträgt ca. 26 MW. Im Jahresmittel¹ ist mit ca. 3,1 MW zu rechnen.

Bei der Wärmeumwandlung und beim Wärmetransport entstehen geringfügige Wärmeverluste. Alle heißgehenden Teile sind mit einer Isolierung gemäß dem Stand der Technik ausgerüstet.

3.2.2 Angaben zu den BVT für Großfeuerungsanlagen

Für Großfeuerungsanlagen (Anlage-Nr. 0001, Heizkraftwerk) wurden im Durchführungsbeschluss (EU) 2017/1442 der Kommission vom 31. Juli 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für Großfeuerungsanlagen Techniken zur Vermeidung oder Verringerung von NO_x-Emissionen in die Luft aufgeführt. Gemäß der Richtlinie besteht die „Beste verfügbare Technik (BVT)“ in der Anwendung einer der dort aufgeführten Techniken oder einer Kombination der dort aufgeführten Techniken. Im vorliegenden Fall sind seitens der Antragstellerin im wesentlichen die folgenden Maßnahmen, wie sie bei dem vorgesehenen Gesamtanlagenkonzept und den erforderlichen Prozessparametern umgesetzt werden können zu nennen:

- Einsatz einer KWK-Anlage mit optimierten Prozessparametern
- NO_x-arme Brenner
- Modernes Steuerungskonzept

3.2.3 Angaben zur Energieeffizienz gemäß 17. BImSchV Anlage 7

In der Anlage 7 der aktuellen 17. BImSchV sind Energieeffizienzwerte für Anlagen zur Verbrennung von Abfällen aufgeführt. In der nachfolgenden Tabelle ist der erwartete Bruttoenergieeffizienz der künftigen Anlage dem Referenzwert gegenübergestellt:

| Merkmals | Einheit | KWK-Anlage |
|--|---------|------------|
| elektrische Leistung (brutto) | MW | ca. 4 |
| Wärmeleistung des Kessels abzgl. Kondensat | MW | ca. 22 |
| KWK-Brennstoffeinsatz | MW | 29,9 |
| Referenz-Bruttoenergieeffizienz gemäß Anlage 7 | % | ≥ 72 |
| tatsächlich erwarteter Bruttoenergieeffizienz | % | ca. 87 |

¹ Annahme: 6 Papierabrisse à ca. 20 Minuten pro Tag = 2 h / Tag = 8,33%, zuzüglich der Warmhalteleistung gerundet ca. 12 % der maximalen Leistung

Wie der vorstehenden Tabelle zu entnehmen ist, liegt die erwartete Bruttoenergieeffizienz deutlich oberhalb des für KWK-Anlagen zur Abfallverbrennung geforderten Referenzwertes.

3.2.4 Angaben zur KWK-Kosten-Nutzen-Vergleichs-Verordnung (KNV-V) und Wärmenutzung nach § 13 der 17. BImSchV

Die KNV-V fordert in § 3 Absatz 1 KNV-V für Feuerungsanlagen zur Erzeugung von Strom mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 20 MW eine Wirtschaftlichkeitsanalyse, es sei denn, die Wärme wird in einer hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage genutzt. Um eine solche Anlage handelt es sich hier. Die Anforderungen aus der KWK-Kosten-Nutzen-Vergleichsverordnung (KNV-V) werden also im Rahmen der geplanten KWK-Anlage erfüllt.

Gemäß § 13 der 17. BImSchV ist Wärme, die nicht an Dritte abgegeben wird, zu nutzen, soweit möglich und zumutbar. Die im Heizkraftwerk erzeugte Wärme wird zur Stromerzeugung genutzt, und anschließend an die benachbarte Papierfabrik abgegeben. Die Vorgaben gemäß § 13 der 17. BImSchV werden also eingehalten.

Nachweis der Hocheffizienz auf Basis der erwarteten Betriebswerte:

Die Grundlagen für den Nachweis einer hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlage gemäß dem § 2, Absatz 3 der KNV-V sind im Anhang II der Richtlinie 2012/27/EU benannt. Der Nachweis erfolgt auf Basis der Primärenergieeinsparung nach Ziffer b) der Richtlinie 2012/27/EU auf Basis der nachstehenden Berechnungsformel, wonach gemäß Ziffer a) der Richtlinie eine Anlage als hocheffizient gilt, wenn die berechnete Primärenergieeinsparung mindestens 10% im Vergleich zu den Referenzwerten für eine getrennte Strom- und Wärmeerzeugung beträgt.

Berechnungsformel zum Hocheffizienznachweis gemäß Anhang II der Richtlinie 2012/27/EU:

$$PEE = \left(1 - \frac{1}{\frac{KWK W\eta}{Ref_{W\eta}} + \frac{KWK E\eta}{Ref_{E\eta}}} \right) \times 100$$

Für die vorstehende Formel gilt:

- PEE Primärenergieeinsparung
- $KWK W\eta$ Wärmewirkungsgrad der KWK-Erzeugung, definiert als jährliche KWK-Nutzwärmeerzeugung im Verhältnis zum Brennstoff, der für die Erzeugung der Summe von KWK-Nutzwärmeleistung und KWK-Stromerzeugung eingesetzt wird
- $KWK E\eta$ Elektrischer Wirkungsgrad der KWK-Erzeugung, definiert als jährlicher KWK-Strom im Verhältnis zum Brennstoff, der für die Erzeugung der Summe von KWK-Nutzwärmeleistung und KWK-Stromerzeugung eingesetzt wird
- $Ref_{W\eta}$ Wärmewirkungsgrad -Referenzwert für die getrennte Wärmeerzeugung gemäß der „Delegierte Verordnung (EU) 2015/2402 der Kommission vom 12. Oktober 2015

- $Ref_{E\eta}$ Elektrischer Wirkungsgrad-Referenzwert für die getrennte Wärmeerzeugung gemäß der „Delegierte Verordnung (EU) 2015/2402 der Kommission vom 12. Oktober 2015

| Position | Einheit | KWK-Anlage |
|--|---------|------------|
| Jährliche KWK-Nutzwärme | MWh/a | 170.000 |
| jährlicher KWK-Strom (brutto) | MWh/a | 30.000 |
| Summe Brennstoff für KWK-Nutzwärme und KWK-Strom | MWh/a | 240.000 |
| $KWK W\eta$ | - | 0,708 |
| $KWK E\eta$ | - | 0,125 |
| $Ref_{W\eta}$ Referenzwert Brennstoff Reststoffe | % | 75 |
| $Ref_{E\eta}$ Referenzwert Brennstoff Reststoffe | % | 25 |
| $\frac{KWK W\eta}{Ref_{W\eta}}$ | - | 0,944 |
| $\frac{KWK E\eta}{Ref_{E\eta}}$ | - | 0,500 |
| PEE (Primärenergieeinsparung) | % | 33,0 |

Bei der obigen Betrachtung wurde in einem konservativen Ansatz ausgegangen, der eine Summe an Stillständen von ca. 1 Monat pro Jahr berücksichtigt. Trotz dieses Ansatzes beträgt die erwartete Primärenergieeinsparung ca. 30 % und liegt damit deutlich über der Anforderung von 10 %. Die KWK-Anlage kann somit als hocheffizient eingestuft werden.

3.2.5 Angaben zur R1-Energieeffizienz für die energetische Verwertung von Abfällen in Siedlungsabfallverbrennungsanlagen gemäß der EU-Abfallrahmenrichtlinie

Die Berechnung der R1-Energieeffizienz des Kessel 7 der Steinbeis Energie GmbH erfolgt auf Grundlage der Richtlinie 2008/98/EG, den erwarteten Betriebsdaten der Anlage sowie auf Basis von Erfahrungswerten gleichartiger Energieanlagen.

Berechnungsformel für die R1-Energieeffizienz gemäß Richtlinie 2008/98/EG:

$$R1 \text{ Energieeffizienz} = (Ep - (Ef + Ei)) / (0,97 \times (Ew + Ef)) \times CCF$$

Für die vorstehende Formel gilt:

- E_p die jährlich als Wärme oder Strom erzeugte Energie. Der Wert wird berechnet, indem Elektroenergie mit dem Faktor 2,6 und für gewerbliche Zwecke erzeugte Wärme mit dem Faktor 1,1 multipliziert wird,
- E_w die jährliche Energiemenge, die im behandelten Abfall enthalten ist, berechnet anhand des unteren Heizwerts des Abfalls,
- E_f der jährliche Input von Energie in das System aus (sonstigen) Brennstoffen, die zur Erzeugung von Dampf (und Strom) eingesetzt werden,
- E_i die jährliche importierte Energiemenge ohne E_w und E_f ,
- CCF Klimakorrekturfaktor (Climate Correction Factor, CCF).

| Position | Einheit | KWK-Anlage |
|---------------------|---------|------------|
| E_p | MWh/a | 245.000 |
| E_w | MWh/a | 235.000 |
| E_f | MWh/a | 4.700 |
| E_i | MWh/a | 300 |
| CCF | - | 1,117 |
| R1 Energieeffizienz | % | 115 |

Die Betrachtung zur R1-Energieeffizienz wurde unter den folgenden wesentlichen Randbedingungen durchgeführt:

- Der gesamte im Kessel 7 erzeugte Dampf wird nach Verstromung in der Gegendruck-Dampfturbine (Dampfmenge ohne Eigenbedarf RSK und ohne Hiko-Dampf) in der Produktion der angrenzenden Papierfabrik genutzt.
- Es wird nur der Kessel 7 und keine ggf. auftretenden Wechselwirkungen mit dem bestehenden Kraftwerk und hier insbesondere dem bestehenden EBS-Kessel 6 betrachtet.

Gemäß den erwarteten Betriebsdaten sowie den beschriebenen Randbedingungen liegt die R1 Energieeffizienz deutlich oberhalb der geforderten Mindesteffizienz von 65 % und das R1-Kriterium wird sicher erfüllt. Der Kessel 7 der Steinbeis Energie GmbH kann demnach als Anlage zur energetischen Verwertung von Abfall gemäß Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG eingestuft werden.