

## Kapitel 8

### Energieeffizienz und Wärmenutzung

Index	Art der Änderung	erstellt	
		Datum	Name
01.0	Einreichung Genehmigung bei LRA Erding	05.07.2024	Jana Wagner
01.1			

## Inhalt

<b>8</b>	<b>Energieeffizienz/Wärmenutzung/Kosten-Nutzen-Vergleich .....</b>	<b>3</b>
8.1	Allgemeine Darstellung des Energieversorgungskonzepts BEZ .....	3
8.2	Angaben über die in der Anlage verwendete und anfallende Energie .....	5
8.2.1	Energieerzeugung .....	5
8.2.2	Energiebedarf .....	7
8.2.3	Energiebilanz .....	8
8.3	Vorgesehene Maßnahmen zur effizienten Energieverwendung .....	9
8.4	Anfallende Wärme und geplante Nutzung .....	9
8.5	Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 20 MW .....	9
8.6	Einsparung von Treibhausgasemissionen BEZ .....	10

## 8 Energieeffizienz/Wärmenutzung/Kosten-Nutzen-Vergleich

Die sparsame und effiziente Verwendung von Energie für immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen wird entsprechend § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG<sup>1</sup> nachfolgend nachgewiesen.

### 8.1 Allgemeine Darstellung des Energieversorgungskonzepts BEZ

Im Regelfall stellt sich die Energieversorgung von Bioabfallvergärungsanlage so dar, dass das bei der Vergärung entstehende Biogas in Blockheizkraftwerke (BHKW) zur Stromerzeugung verbrannt wird. In diesen Fällen werden ungefähr 40 % der im Biogas enthaltenen Energie in Strom und ungefähr 45 % in Wärme umgewandelt. Ein Anteil der anfallenden Wärme wird üblicherweise für anlageninterne Prozesse (Beheizung Vergärung, Nachrotte, Betriebsgebäude, ...) eingesetzt. Die übrige Wärmemenge kann für andere Zwecke verwendet werden. Aufgrund der häufig ortsfernen Lage von Bioabfallvergärungsanlagen werden diese geringen Restwärmemengen oft nicht oder kaum genutzt.

Im BEZ Wurzer wird jedoch kein BHKW betrieben, sodass in diesem Bereich keine Abwärme anfällt. Das entstandene Biogas wird aufbereitet und in das Erdgasnetz zur weiteren Nutzung eingespeist. Dieses Konzept bringt den Vorteil mit sich, dass ein großer Teil des Biomethans nahezu verlustfrei verwertet werden kann, beispielsweise für den bedarfsgerechten Einsatz in industriellen Prozessen, die Heizwärmeerzeugung oder auch für die Stromerzeugung über wärmegeführte BHKW. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber, dass die erforderliche Prozesswärme für den Betrieb der Bioabfallvergärungsanlage am Standort des BEZ Wurzer auf einem anderen Weg bereitgestellt werden.

Hierfür wurde ein Konzept entwickelt, das vollständig auf dem Einsatz von regenerativen Energieträgern beruht. Mit einem Heizkraftwerk, in dem der holzige Siebüberlauf aus der Kompostaufbereitung sowie Altholz der benachbarten Altholzaufbereitungsanlage verbrannt werden, wird am Standort die erforderliche Wärme erzeugt. Durch den Einsatz einer Entnahmekondensationsturbine wird im HKW zugleich Strom erzeugt, sodass der Regelenergiebedarf des BEZ vollständig über eigenerzeugte Energie gedeckt werden kann, obgleich zeitgleich eine hocheffiziente Nutzung des erzeugten Biomethans stattfindet. Zusätzlich wird über eine auf den Dachflächen angeordnete PV-Anlage Eigenstrom erzeugt, der ebenfalls im BEZ eingesetzt wird. Lediglich nicht selbst benötigte Energiemengen werden an externe Nutzer abgegeben. Dabei geht der Überschussstrom in das Stromnetz, während überschüssige Wärme an industrielle Abnehmer in der Umgebung des BEZ abgegeben wird.

Eine externe Energiezufuhr ist nur dann notwendig, wenn das HKW sich in einer Revision befindet. Dies ist im Regelfall an bis zu drei Wochen pro Jahr der Fall. In diesem Zeitraum wird die Stromversorgung der VGA über einen externen Zukauf aus dem öffentlichen Netz gedeckt. Im

---

<sup>1</sup> **BImSchG** - Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist.

Bereich Wärme erfolgt im Zeitraum der HKW-Revision eine Reduktion der Wärmeverbrauchs-  
 menge, in der Form, dass die Gärresttrockner in diesem Zeitraum ebenfalls Außer-Betrieb ge-  
 nommen werden und somit der Wärmeverbrauch in der VGA deutlich verringert wird. Der übrige  
 Wärmebedarf für die Vergärungsprozesse wird in dem Zeitraum über einen biodieselbetriebenen  
 mobilen Kessel erzeugt.

An dieser Stelle der Hinweis bzgl. der Konsistenz der Antragsunterlagen:

In dem Kapitel 8 „Energieeffizienz und Wärmenutzung“ wird für die Ermittlung des Energiebedarfs  
 davon ausgegangen, dass das HKW im Regelbetrieb einer jährlichen Revision (Dauer: ca. 3 Wo-  
 chen) unterzogen wird. Der ermittelte Energiebedarf sowie die erzeugte Energiemenge sind auf  
 dieser Grundlage berechnet. In den übrigen Antragsunterlagen wird dagegen davon ausgegan-  
 gen, dass das HKW ganzjährig – also ohne Berücksichtigung der Stillstandzeiten während der  
 Revision – betrieben wird. Diese unterschiedliche Herangehensweise ist darin begründet, dass in  
 beiden Fällen eine „Worst-Case-Betrachtung“ vorgenommen wird.

Eine Übersicht zu der Energieversorgung und -erzeugung im BEZ gibt die nachfolgende Abbil-  
 dung.

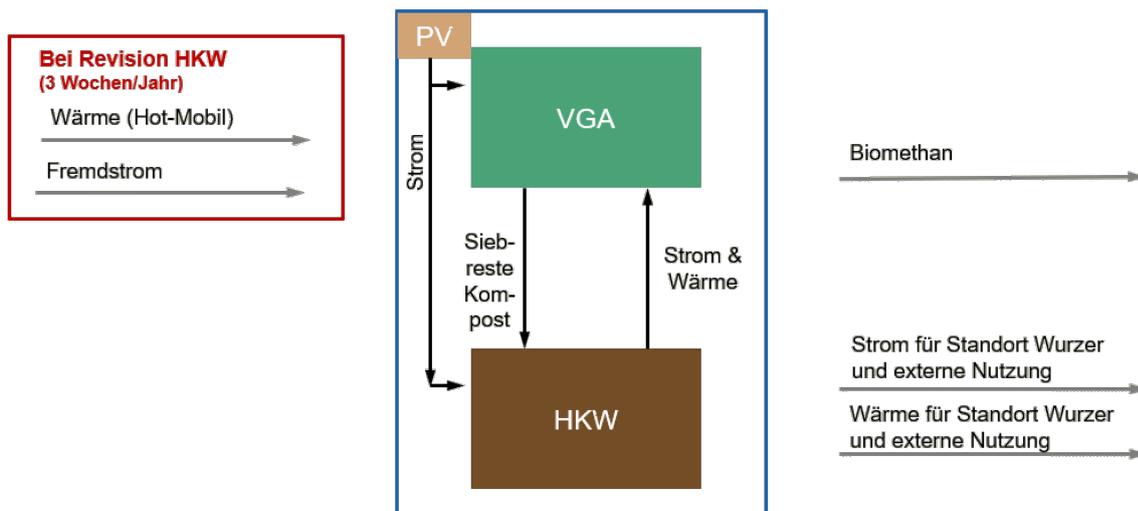


Abb. 1: Übersicht Energieversorgung und -erzeugung im BEZ

## 8.2 Angaben über die in der Anlage verwendete und anfallende Energie

### 8.2.1 Energieerzeugung

#### 8.2.1.1 Erzeugte Energie Vergärungsanlage (VGA) und deren Verwendung

Durch die Vergärung der Bioabfälle entsteht Biogas. Dieses wird am BEZ-Standort zu Biomethan aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist.

Bei den nachfolgend dargestellten Berechnungen wird von dem mittleren Auslegungswert der Biogaserzeugung ausgegangen. Da dieser unter anderem von der Qualität bzw. dem verwertbaren Organikanteil der eingebrachten Bioabfälle abhängig ist, unterliegt die Voraussage der entstehenden Biogasmenge einer gewissen Schwankungsbreite.

Im Einzelnen stellen sich die Biogas- bzw. die Biomethanproduktion wie folgt dar:

Biogas- bzw. Bioemethanproduktion		
Erzeugtes Biogas aus VGA zur BGAA	≈ 1.800 Nm <sup>3</sup> /h	≈ 15,5 Mio. Nm <sup>3</sup> /a
Durchschnittlicher Anteil Methan im Biogas		≈ 57 %
Erzeugtes Biomethan		≈ 9 Mio. Nm <sup>3</sup> /a

Für Biomethan wird ein Energiegehalt von 9,97 kWh/m<sup>3</sup> angegeben. Damit ergibt sich der folgende Brutto-Energiegehalt im Biogas.

$$9,97 \frac{kWh}{Nm^3} * 9.000.000 \frac{Nm^3}{a} = 89.730.000 \frac{kWh}{a} = 89.730 \frac{MWh}{a}$$

Beim erzeugten Biomethan ist die weitere Nutzung (getrennte Strom- bzw. Wärmeerzeugung oder gekoppelte Strom-Wärme-Erzeugung) maßgeblich. Hierfür wurden die nachfolgenden Beispielszenarien entwickelt:

- Wird eine separate Stromerzeugung ohne gleichzeitige Nutzung der Wärme unterstellt, ist ein Wirkungsgrad von 53 %<sup>2</sup> anzusetzen. Damit können ≈ 47.560 MWh<sub>el.</sub>/a erzeugt werden.

<sup>2</sup> Delegierte Verordnung (EU) 2015/2402 zur Überarbeitung der harmonisierten Wirkungsgrad-Referenzwerte für die getrennte Erzeugung von Strom und Wärme [...] vom 12. Oktober 2015

- Wenn eine vollständige Nutzung des eingespeisten Biomethans Wärmezeugung unterstellt wird, ist ein Wirkungsgrad von 92 %<sup>3</sup> anzusetzen. Damit können  $\approx 82.550 \text{ MWh}_{\text{th./a}}$  erzeugt werden.
- Wenn eine gekoppelte Kraft-Wärme-Nutzung mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 40 % und einem thermischen Wirkungsgrad von 45 % in einem BHKW unterstellt wird, ergibt sich eine Energieerzeugung von  $\approx 35.900 \text{ MWh}_{\text{el./a}}$  und  $\approx 40.400 \text{ MWh}_{\text{th./a}}$ .

**Unabhängig von dem gewählten Nutzungsszenario zeigt sich, dass durch die Vergärung des Bioabfalls eine positive Energiebilanz erreicht wird.**

Für die weitere Bilanzierung wird das dritte Szenario „gekoppelte Kraft-Wärme-Nutzung“ mit einer Energieerzeugung von rund  $35.900 \text{ MWh}_{\text{el./a}}$  und rund  $40.400 \text{ MWh}_{\text{th./a}}$  herangezogen.

### 8.2.1.2 Erzeugte Energie Heizkraftwerk (HKW)

Im HKW werden als Brennstoffe holziger Siebüberlauf aus der Kompostaufbereitung der VGA sowie Altholz aus der benachbarten Altholzaufbereitungsanlage (A I bis A III) eingesetzt. Zusätzlich kann auch holziges Grüngut eingesetzt werden.

Die im Brennstoff gespeicherte und in der Feuerung freigesetzte Energie wird in Form von überhitztem Hochdruckdampf aus dem Prozess ausgekoppelt. Der Hochdruckdampf wird zur Energieerzeugung einer Turbine zugeführt. Zur flexiblen Energieauskopplung ist eine Entnahmekondensationsturbine vorgesehen. Dabei wird zunächst der Hochdruckdampf innerhalb der Turbine bis auf ca. 2,7 bar entspannt und dabei vollständig zur Stromproduktion genutzt. Bei diesem Druckniveau wird je nach Bedarf eine variable Dampfmenge zur Bereitstellung von Warmwasser entnommen. Der überschüssige Dampf wird im Niederdruckteil der Turbine zur weiteren Stromproduktion genutzt.

Je nach Bedarf kann über dieses Verfahren mehr Wärme ausgekoppelt oder mehr Strom erzeugt werden. Eine Übersicht gibt die nachfolgende Zusammenstellung

Betrachtungsfall	1	2	3	4
Wärmeauskopplung	12,8 MW <sub>th</sub>	10,0 MW <sub>th</sub>	6,5 MW <sub>th</sub>	4,0 MW <sub>th</sub>
Stromproduktion (Turbine)	3,1 MW <sub>el</sub>	3,4 MW <sub>el</sub>	3,8 MW <sub>el</sub>	4,2 MW <sub>el</sub>

In der nachfolgenden Zusammenstellung wird von einem Vorrang in der Wärmezeugung ausgegangen und die Aufteilung nach Betrachtungsfall 1 ( $12,8 \text{ MW}_{\text{th}}$ ;  $3,1 \text{ MW}_{\text{el}}$ ) für die Energiebilanzierung vorgenommen. Die Betriebszeit des HKW liegt in dem Betrachtungsfall bei  $8.256 \text{ h/a}$  (Revisionszeit: 3 Wochen/Jahr =  $504 \text{ h/a}$ ).

<sup>3</sup> Ebd.

Prämisse ist hierbei, dass die in der VGA benötigte Energie vollständig aus der erzeugten Energie des HKW gedeckt wird. Eine Übersicht des Energiebedarfs der VGA wird im nachfolgenden Abschnitt 8.2.2.1 gegeben. Lediglich die anfallenden Übermengen werden für eine externe Nutzung bereitgestellt. Neben einer geplanten Eigenversorgung des Gesamtstandorts Wurzer können noch weitere Abnehmer versorgt werden. Vorteil der geplanten Entnahmekondensationsturbine im HKW ist, dass eine relativ flexible Reaktion auf verschiedene Energieabnahme möglich ist. So kann beispielsweise bei einem Ausfall eines Wärmeabnehmers einfach mehr Strom für die Einspeisung ins öffentliche Netz erzeugt werden und es kommt zu keinen Wärmeverlusten, die ggf. sogar weggekühlt werden müssten.

Im Einzelnen stellen sich die Energieerzeugung des HKW im Betrachtungsfall 1 wie folgt dar:

Energieerzeugung aus dem HKW (bei 8.256 Betriebsstunden/Jahr)		
Wärmeauskopplung	≈ 12,8 MW <sub>th</sub>	≈ 105.700 MWh <sub>th</sub> /a
Stromproduktion Entnahmekondensationsturbine	≈ 3,1 MW <sub>el</sub>	≈ 25.600 MWh <sub>el</sub> /a

## 8.2.2 Energiebedarf

### 8.2.2.1 Energiebedarf VGA

Der Gesamtenergiebedarf der VGA wird grundsätzlich (außer bei Ausfall oder Revision des HKW) aus der vom HKW erzeugten Energie gedeckt.

Ein Wärmebedarf besteht im Wesentlichen für die folgenden Bereiche:

- Hygienisierung im Pasteurisierungsverfahren der Speisereste
- Trocknung der flüssigen Gärprodukte
- Vergärungsprozess
- Nachrotte

Hinzu kommen einige kleinere Verbraucher, wie beispielsweise die Wärmeversorgung der Werkstätten oder des Betriebsgebäudes. Insgesamt ergibt sich ein durchschnittlicher Wärmebedarf der VGA zzgl. der Infrastruktur-Anlagen des BEZ von ca. 60.000 MWh<sub>th</sub>/a.

Der Strombedarf der diversen Aggregate der VGA wird ebenso weitgehend durch die Stromproduktion des HKW abgedeckt. Insgesamt wird mit einem Strombedarf von etwa 16.500 MWh<sub>el</sub>/a gerechnet, der in den unterschiedlichen Bereichen der Vergärungsanlage (Pumpen, Förderbänder, Gebläse, Siebe, Zerkleinerer etc.) benötigt wird.

Zusammenfassend ergibt sich der folgende Energiebedarf der VGA:

<b>Energiebedarf VGA</b> (bei 8.760 Betriebsstunden/Jahr)		
Wärmebedarf	≈ 6,5 MW <sub>th</sub>	≈ 60.000 MWh <sub>th</sub> /a
Strombedarf	≈ 1,9 MW <sub>el</sub>	≈ 16.500 MWh <sub>el</sub> /a

### 8.2.2.2 Energiebedarf HKW

Das HKW benötigt für die Eigenversorgung ebenfalls Strom. Hierbei hängt der Strombedarf direkt mit der ausgekoppelten Wärmemenge zusammen. Je mehr Wärme abgegeben und je weniger Strom erzeugt wird, desto geringer ist der Eigenbedarf des HKW. Dies hängt damit zusammen, dass bei einer geringen Stromabgabemenge weniger Dampf über den Kondensator geleitet werden muss.

Unter der Annahme „Vorrang Wärmeerzeugung“ gem. Betrachtungsfall 1 (vgl. Abschnitt 8.2.1.2), stellt sich der Energiebedarf des HKW wie folgt dar.

<b>Energiebedarf Heizkraftwerk</b> (bei 8.256 Betriebsstunden/Jahr)		
Strom zur Deckung des Eigenbedarfs des HKW	≈ 0,7 MW <sub>el</sub>	≈ 5.800 MWh <sub>el</sub> /a

### 8.2.3 Energiebilanz

Der Wärme- und Strombedarf des BEZ kann bilanziell vollständig aus der am Standort erzeugten Energie gedeckt werden bei einer gleichzeitigen vollständigen Abgabe des Biomethans zur externen Nutzung. Verbleibender Strom wird in das Stromnetz eingespeist, überschüssige Wärme zunächst zur Versorgung des Gesamtstandorts Wurzer eingesetzt.

Energiebilanz	Erzeugte Menge	davon f. d. Anlagenbetrieb BEZ (VGA + HKW) erforderlich	Differenz
Biomethan aus VGA	≈ 89.730 MWh/a	0 MWh/a	+ 89.730 MWh/a
Strom HKW	≈ 25.600 MWh <sub>el</sub> /a	≈ 22.300 MWh <sub>el</sub> /a	+ 3.300 MWh <sub>el</sub> /a
Wärme HKW	≈ 105.700 MWh <sub>th</sub> /a	≈ 60.000 MWh <sub>th</sub> /a	+ 45.700 MWh <sub>th</sub> /a

### 8.3 Vorgesehene Maßnahmen zur effizienten Energieverwendung

Grundsätzlich kommen im BEZ nur mindestens dem Stand der Technik entsprechende, energie-sparende Aggregate zum Einsatz. Sie werden mittels Steuerungstechnik optimiert und energie-sparend betrieben.

Beispielhaft werden die folgenden Maßnahmen umgesetzt:

→ **Kaskadenförmige Nutzung der Abluft:**

Die Abluft aus der Anlieferungshalle wird zunächst als Zuluft zur Entwässerung und anschließend für die Belüftung der Nachrotte eingesetzt. Somit bedingt die Kaskadennutzung durch die geringere zu reinigende Abluftmenge eine energieeffiziente Technik.

→ **Kaskadierte Wärmenutzung im Bereich der VGA:**

Die vom HKW bereitgestellte Wärme wird hierfür über das Hauptheizungsverteilstromnetz im entsprechenden Temperaturbereich und in der erforderlichen Menge zuerst dem größten Verbraucher der VGA (Trockner) zur Verfügung gestellt. Die aus den Trocknern verbleibende Restwärme im Heizungsrücklauf wird dann entsprechend zur Wärmeversorgung der weiteren Abnehmer der VGA (Fermenter, Rottetunnel u.a.) und des Betriebsgebäudes genutzt.

→ **Beleuchtung BEZ**

Die Beleuchtung ist so geplant, dass die eingesetzten Leuchtmittel – soweit möglich – nur das Betriebsgelände BEZ beleuchten. Die Grundsätze für künstliche Beleuchtung aus dem Leitfaden zur Eindämmung von Lichtverschmutzung des bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz, die neben einer Vermeidung/Verringerung von Lichtverschmutzung auch auf einen energieeffizienten Einsatz von Leuchtmitteln abzielen, werden beachtet. Es werden ausschließlich LED-Lampen verwendet.

### 8.4 Anfallende Wärme und geplante Nutzung

Die Erzeugung und Nutzung der anfallenden Wärme wird ausführlich in Kapitel 0 beschrieben.

### 8.5 Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 20 MW

Das mit den vorliegenden Unterlagen beantragte HKW hat eine Feuerungswärmeleistung von 20 MW und liegt somit unter der Schwelle, ab der eine Betrachtung gem. den Anforderungen der KWK-Kosten-Nutzen-Vergleichs-Verordnung (KNV-V)<sup>4</sup> erforderlich wird.

---

<sup>4</sup> **KNV-V** - KWK-Kosten-Nutzen-Vergleich-Verordnung vom 28. April 2015 (BGBl. I S. 670), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 6. Juli 2021 (BGBl. I S. 2514) geändert worden ist.

## 8.6 Einsparung von Treibhausgasemissionen BEZ

Die ökobilanzielle Betrachtung basiert auf den im vorliegenden Genehmigungsantrag dargelegten Mengen- und Energiebilanzen. Nachstehend werden die erzielbaren jährlichen Beiträge zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten beschrieben. Dazu summieren sich ökologische Beiträge aus der stofflichen und energetischen Nutzung des Bioguts auf.

Zur Bestimmung der jeweiligen CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale werden Publikationen des Umweltbundesamtes (UBA) herangezogen:

- UBA CLIMATE CHANGE 49/2023. Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022. Dessau-Roßlau, Dezember 2023.
- UBA CLIMATE CHANGE 28/2022. CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe. Aktualisierung 2022. Dessau-Roßlau, Juni 2022.
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom-stiegen-in> (Abruf am 23.04.2024)

Belastungen aus dem Energiebezug stehen Einsparungen aus der Energienutzung gegenüber. In Summe leistet das Vorhaben eine energieseitige Netto-Einsparung an Treibhausgasemissionen in Höhe von ca. 53.500 Mg CO<sub>2</sub> äq pro Jahr. Zusätzlich besteht ein positiver Beitrag aus der stofflichen Nutzung der Komposte und Gärprodukte von ca. 8.500 Mg CO<sub>2</sub> äq pro Jahr.

Die jährliche Gesamtentlastung beläuft sich somit auf ca. 62.000 Mg CO<sub>2</sub> äq.

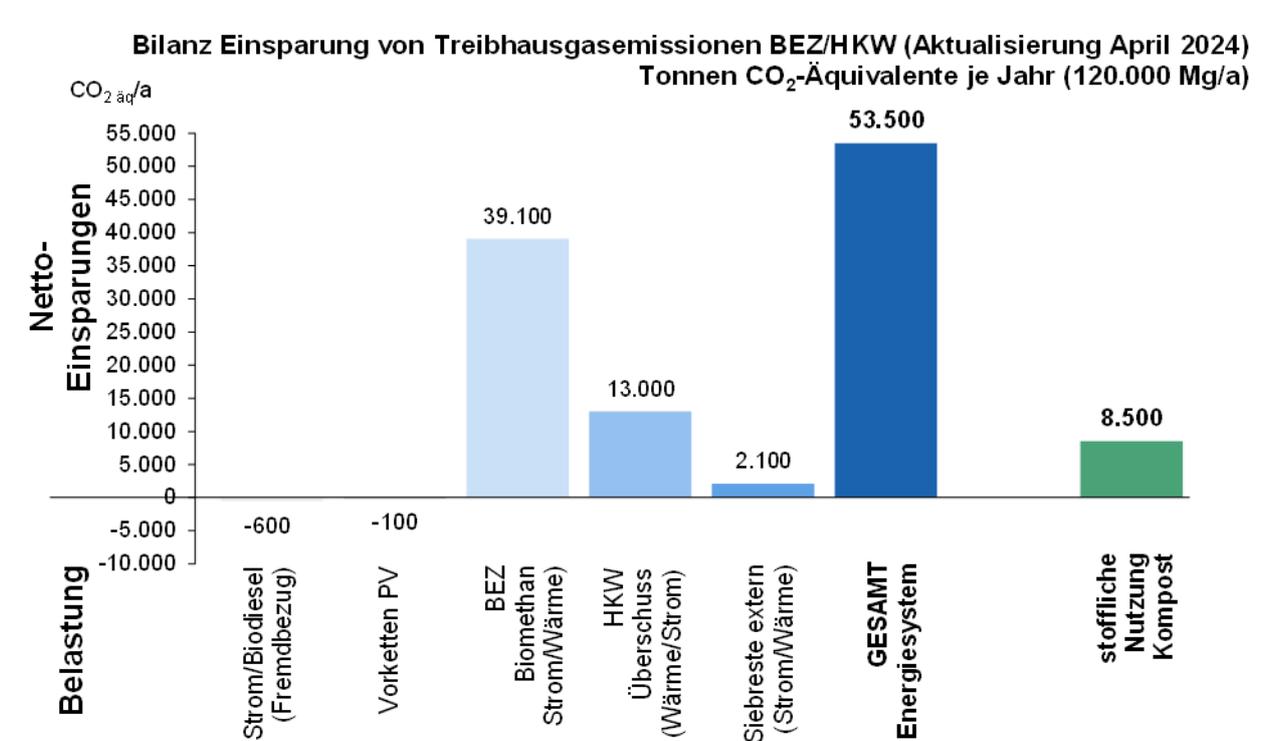


Abb. 2: Treibhausgasbilanz – Gesamtbilanz stofflich-energetisch