Errichtung eines Gasmotorenkraftwerks zur Bereitstellung von Wärme und Netzdienstleistungen (KWK) am Standort Energiepark Zolling

6							
5							
4							
3							
2							
1	Überarbeitung der Einreichung der Überarbeitung der Genehmigungsunterlagen	27.05.2022	Czermin	27.05.2022	Schwarz	27.05.2022	Dederichs
0	Erstellung zur Einreichung der Genehmigungsunterlagen	09.02.2022	Schwarz	11.02.2022	Dederichs	16.02.2022	Dederichs
Index	Art der Änderung	erstellt Datum	Name	geprüft Datum	Name	freigegeben Datum	Name

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlung verpflichtet zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster-Eintragung vorbehalten.

Zolling 8 Projekt-Kennwort	**ZO8.EPC.000.CB008** Projekt-Dokumenten-Nr.	**01** Rev.

INHALTSVERZEICHNIS

8 Energieeffizienz / Wärmenutzung / Kosten-Nutzen-Vergleich 3

8.1 Angaben zu verwendeter und anfallender Energie 3
8.1.1 Sankey Diagramm mit Fernwärmeauskopplung 6
8.1.2 Sankey Diagramm ohne Fernwärmeauskopplung 7
8.2 Energieeffizienz 8
8.3 Wärmenutzung 10
8.4 Kosten-Nutzen-Vergleich-Verordnung (KNV-V) 11

Verzeichnis Zugehörige Unterlagen, Anlagen 13

8 ENERGIEEFFIZIENZ / WÄRMENUTZUNG / KOSTEN-NUTZEN-VERGLEICH

8.1 Angaben zu verwendeter und anfallender Energie

Das Gasmotorenkraftwerk (GMK) stellt elektrische Energie zur Einspeisung in das öffentliche Netz (Bayernwerk Netz GmbH) zur Verfügung sowie Wärme für die Versorgung des Fernwärmenetzes der Bayernwerk Natur GmbH.

Als Brennstoff wird Erdgas (Heizwert = 10,03 kWh/m³) aus dem öffentlichen Netz (BayernETS GmbH) verwendet. Die Anlage ist für Verbrennung von bis zu 20 % Wasserstoff mit der geplanten Infrastruktur ausgelegt.

Die elektrischen und thermischen Leistungen des Gasmotorenkraftwerks sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Angaben zu verwendeter und anfallender Energie des Gasmotorenkraftwerks

Parameter	Einheit	Wert
Anzahl Gasmotor-Module	-	5
Feuerungswärmeleistung je Gasmotor-Modul	MW_{th}	27,86
Feuerungswärmeleistung gesamt	MW_{th}	139,3
Elektrische Leistung Brutto je Gasmotor-Modul	MW_{el}	12,52
Elektrische Leistung Brutto gesamt	MW_{el}	62,59
Elektrischer Eigenbedarf	MW_{el}	1,47
Elektrische Leistung Netto je Gasmotor-Modul	MW_{el}	12,22
Elektrische Leistung Netto gesamt	MW_{el}	61,12
Thermische Leistung Netto je Gasmotor-Modul	MW_{th}	11,43
Thermische Leistung Netto gesamt	MW_{th}	57,15
Elektrischer Wirkungsgrad Netto gesamt	%	43,86
Thermischer Wirkungsgrad Netto gesamt	%	41,02
Gesamtwirkungsgrad Netto (brennstoffbezogen)	%	84,88

Die oben genannten Werte werden bei der Energieeffizienzkontrolle des Gasmotorenkraftwerks gemäß §14 der BImSchV nach der Inbetriebnahme auf Basis des Messkonzeptes für das Gasmotorenkraftwerk kontrolliert. Das Messkonzept ist zur Information als Anlage Nr. 08.01-01 beigelegt und wurde zur Erstellung des Sachverständigengutachtens nach KWKG zur Verfügung gestellt.
Im laufenden Betrieb werden die Leistungsdaten über fest installierte Messgeräte überwacht.

Das GMK zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus. Dieser basiert im Wesentlichen auf der Verwendung der neuesten Gasmotorentechnik. Diese zeichnen sich durch die folgenden Punkte aus:

- Niedrige Emissionen über die verbesserte innere Verbrennung (Magermix) und die hohen Verdichtungsdrücke, sowie über die neuste Katalysatorentechnik
- Hohen Brennstoffnutzungsgrad über die neuste Verbrennungstechnologie
- Verringerte innere Reibung
- Hohe Leistungsdichte bei geringen Investitionskosten
- Stabile Leistungsabgabe und zuverlässige Leistung in allen Situationen
- Kurze Startzeit zur Netzstabilisierung und einfache Wartung

Durch die hohe Flexibilität - jedes einzelne Modul kann innerhalb von ca. 5 Minuten im vorgewärmten Zustand in Vollastbetrieb gehen, innerhalb 30 Sekunden im vorgewärmten Zustand synchronisieren, jederzeit hohe Lastgradienten (2,9-4,8 MW/min je Motor) fahren und alle Module können unabhängig voneinander eingesetzt werden - wird das Gasmotorenkraftwerk auf ideale Weise mit den erneuerbaren Energien im elektrischen Verbundsystem eingesetzt werden und einen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten.

Das Gasmotorenkraftwerk trägt aufgrund dieser Flexibilität zur Bereitstellung von positiver Regelenergie (Regelleistung) in Form von Minutenreserve bei und kann für die Lieferung von Primär- und Sekundärregelleistung zu Sicherstellung der Stromnetzfrequenz eingesetzt werden.

Die Nutzung der anfallenden Abwärme wird durch die Einspeisung in das Fernwärmenetz der Bayernwerk Natur sichergestellt. Das nachfolgend in Abbildung 1 dargestellte Fernwärmenetz kann die durch das Gasmotorenkraftwerk erzeugte Fernwärmemenge aufnehmen. Der oben angesprochene modulare Aufbau sichert auch eine effiziente wärmegeführte Fahrweise der Anlage. Nur im Energiepark Zolling wird gekoppelt mit hoher Effizienz Strom und Fernwärme in das Netz eingespeist.
Eine Verdrängung von Fernwärmeerzeugern mit gekoppelter Erzeugung findet nicht statt.

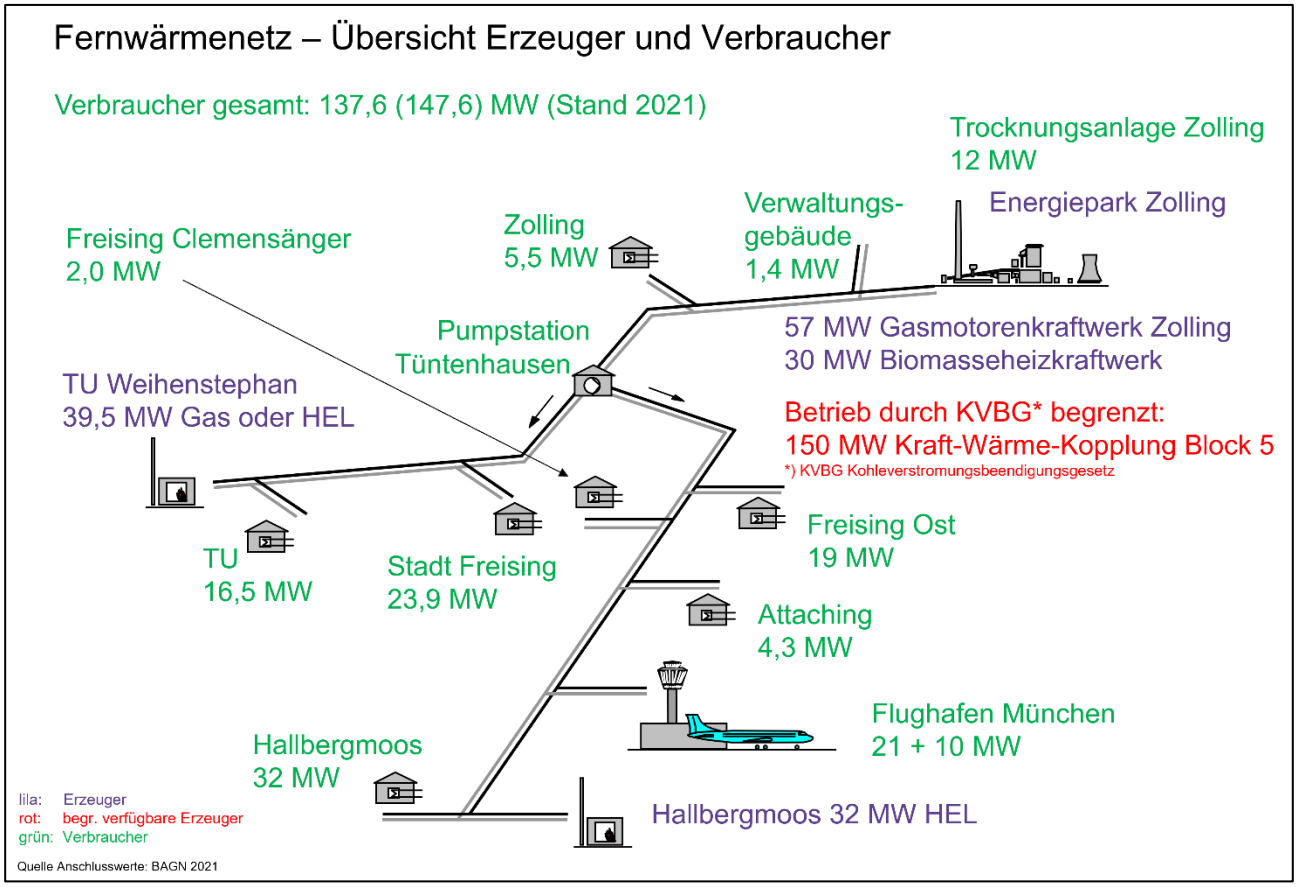

Abbildung 1: Fernwärmenetz Bayernwerk Natur GmbH

Wenn die Anlage nicht im Generatorbetrieb am Netz ist, kann Strom aus dem öffentlichen 110 kV-Netz über die Blocktransformatoren zur Eigenbedarf-Versorgung (z.B. Beleuchtung, Belüftung, Frostschutzbeheizung) bezogen werden.
Mittels des Schwarzstartdiesels ist die Inbetriebnahme des Gasmotorenkraftwerks ohne Zufuhr von elektrischem Strom aus dem öffentlichen Netz möglich. Die Anlage ist somit schwarzstartfähig und kann im Inselbetrieb betrieben werden.

In den Abbildungen 2 und 3 werden die prozentualen Verteilungen der einzelnen Energieströme bei Volllast in Form von Sankey-Diagrammen dargestellt.

Die Energieflüsse werden für die beiden Fälle Kraftwerksbetrieb mit Fernwärmeauskopplung und Kraftwerksbetrieb ohne Fernwärmeauskopplung -Diagrammen dargestellt.

8.1.1 Sankey Diagramm mit Fernwärmeauskopplung

Der Betriebsfall mit Fernwärmeauskopplung wird bei einem durchschnittlichen Fernwärmebedarf im anschließenden Fernwärmenetz zutreffen und stellt die vorwiegend geplante Fahrweise der Anlage dar.
Die Gasmotoren sind im dargestellten Betriebsfall in Volllast und erzeugen aus 100% zugeführtem Erdgas 41% Netto-Fernwärme (19% aus Abgaswärme und 22 % aus Motorwärme) und 44% elektrischen Netto-Strom.
Die Verluste teilen sich auf in 1% Verlust über den elektrischen Eigenbedarf zum Betrieb, 1% Verluste am Generator, 9% Verluste über das Abgas (Abgaskamin), 2% Verluste über das Rückkühlsystem (Abwärme an die Umgebungsluft über die Rückkühler) und 2% Abwärmeverluste (Abwärme an die Umgebungsluft aus Lüftungen an die Umgebungsluft).
Der Gesamt-Nettowirkungsgrad (brennstoffbezogen) beträgt 84,88%.

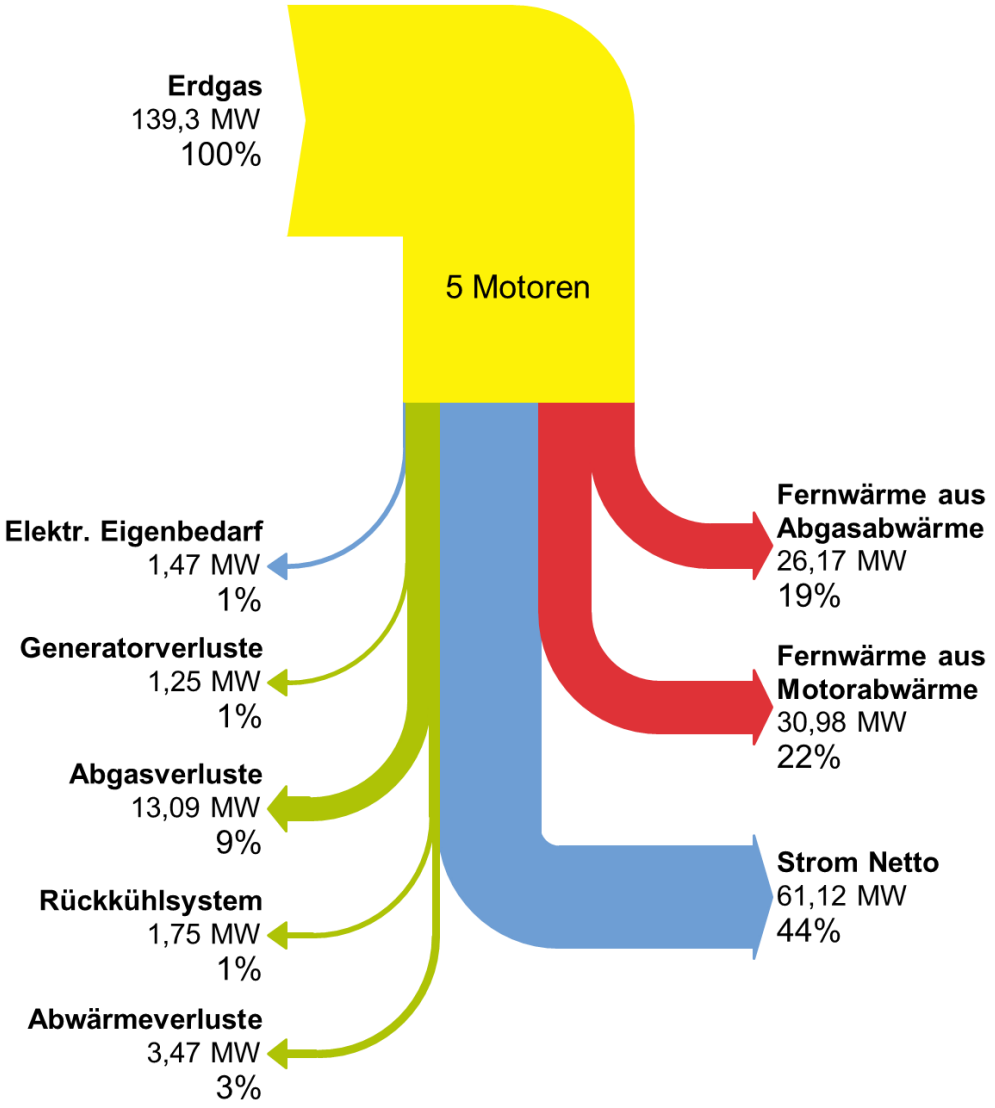

Abbildung 2: Sankey Diagramm mit Fernwärmeauskopplung

8.1.2 Sankey Diagramm ohne Fernwärmeauskopplung

Der Betriebsfall ohne Fernwärmeauskopplung tritt bei einem hohen Strombedarf bei gleichzeitig fehlender Abnahme an Fernwärme auf. Ein solcher Betriebsfall kann im Sommer bei Windstille und bedecktem Himmel und damit bei ausbleibender regenerativer Stromversorgung auftreten.

Die Gasmotoren sind im dargestellten Betriebsfall in Volllast und erzeugen aus 100% zugeführtem Erdgas 44% elektrischen Netto-Strom.
Die Verluste teilen sich auf in 1% Verlust über den elektrischen Eigenbedarf zum Betrieb, 1% Verluste am Generator, 25% Verluste über das Abgas (Abgaskamin), 27% Verluste über das Rückkühlsystem (Abwärme an die Umgebungsluft über die Rückkühler) und 2% Abwärmeverluste (Abwärme an die Umgebungsluft aus Lüftungen an die Umgebungsluft).
Der Gesamt-Nettowirkungsgrad (brennstoffbezogen) ohne Wärmeauskopplung beträgt 43,86%

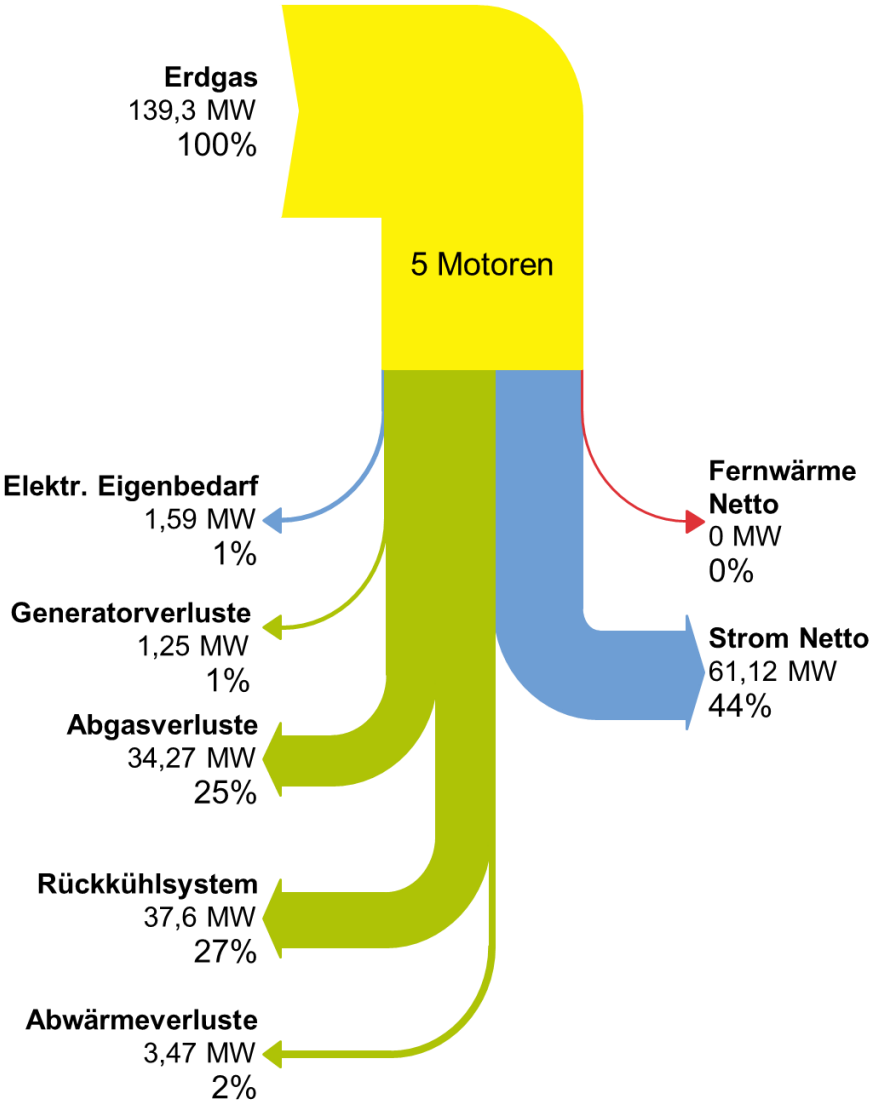

Abbildung 3: Sankey Diagramm ohne Fernwärmeauskopplung

8.2 Energieeffizienz

Dieses Kapitel beinhaltet den Nachweis, dass die beantragte Anlage die Kriterien gemäß § 5 KWKG erfüllt sowie eine kurze Beschreibung der Maßnahmen zur sparsamen und effizienten Energieverwendung.

Wie bereits in 8.1 beschrieben wird zur möglichst umweltfreundlichen Stromerzeugung modernste Kraftwerkstechnik eingesetzt, die rund 45% der thermischen Energie in elektrische Leistung umwandelt (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3). Die eingesetzte Technik wird detailliert in Kapitel 3 Anlagen- und Betriebsbeschreibung aller betroffenen Anlagenteile erläutert.
Die vorgesehenen Maßnahmen zur sparsamen und effizienten Energieverwendung sind der Gasmotor mit seinen Nebenanlagen selbst sowie die gleichzeitige Nutzung von erzeugter elektrischer und thermischer Energie aus dem Brennstoff. Im Gasmotor werden durch die neueste Verbrennungstechnologie, unter anderem durch das Magermix-Konzept, und verringerter interner Reibung der Brennstoff höchstmöglich für die gewünschte Umwandlung in Wärme und elektrischer Energie genutzt. Gleichzeitig ermöglicht eine einfache Wartung den Zustand der Anlage auf einem hohen Niveau zu halten, um die Effizienz der Anlage zu gewährleisten.

Die Beurteilung der Energieeffizienz des Gasmotorenkraftwerks Zolling 8 erfolgte durch das Fachgutachten des behördlich bestellten Sachverständigen (Anlage Nr. 04.00-01). Das Fachgutachten kommt zum Ergebnis, dass aufgrund wirtschaftlicher Gesichtspunkte davon auszugehen ist, dass Maßnahmen getroffen sind, die eine effektive Energienutzung gewährleisten (vergl. Anlage Nr. 04.00-01).

Darüber hinaus wurde der Nachweis der Hocheffizienz durch ein Sachverständigengutachten nach § 10 Abs. 2 Nr. 4 KWK-Gesetz belegt (Nr. 08.02-01). Im Folgenden ist die Ausgangssituation beschrieben und die Ergebnisse des Sachverständigengutachtens zusammengefasst:

Ausgangssituation: Neue KWK-Anlagen sind nach KWKG /1/ nur dann zuschlagfähig, wenn sie hocheffizient im Sinne des § 2 Nr. 8a KWKG /1/ sind.

Um eine Einschätzung zur Hocheffizienz der Anlage zu treffen, wurde durch den Ersteller des Sachverständigengutachtens eine Modellrechnung, u.a. mit folgenden Prämissen, durchgeführt:

- Abschlag elektrischer Nutzungsgrad brutto gegenüber elektrischem Wirkungsgrad brutto: 1,5 Prozentpunkte (Konservativer Ansatz)
- Abschlag von thermischer Nutzungsgrad gegenüber thermischem Wirkungsgrad 1,5 Prozentpunkte (Konservativer Ansatz)
- Leistungsdaten der Anlage gemäß Anlage Nr. 08.02-01

Das Sachverständigengutachten kommt zum Ergebnis, dass

- anhand der Modellrechnung für die KWK-Anlage eine Primärenergieeinsparung in Höhe von 21,4 % ermittelt wurde - der geforderte Mindestwert einer PEE = 10 % (vergl. 08.02. - 01) und
- nach unserer Einschätzung (des Sachverständigen, Anm. d. Red.) mit hoher Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass die geplante Anlage nach Realisierung hocheffizient im Sinne des KWKG sein wird.

Die Ergebnisse sind im Detail in der Anlage Nr. 08.02-01 dargestellt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die vorgesehene Anlage den Kriterien des § 5 KWK vollumfänglich genügt.

8.3 Wärmenutzung

Im folgenden Absatz wird auf die anfallende Wärme und die geplante Nutzung eingegangen. Generell wird die Abwärme der Gasmotoren aus den nachfolgend aufgeführten Kreisläufen, soweit technisch möglich und sinnvoll, genutzt.

Die maßgeblichen Wärmequellen für die Nutzung sind:

- Das Abgas der Gasmotoren, welches über die Abgaswärmetauschen genutzt und die Wärme an das Fernwärmenetz abgegeben wird.
- Die Abwärme der Gasmotoren aus dem Motorkühlsystem (Kühlwasser) und der Abwärme des Schmierölkreislaus, welche über Zwischenkreise an das Fernwärmenetz abgegeben wird.
- Nutzung vorhandener Niedertemperaturwärme zur Vorwärmung der Ladeluft der Gasmotoren
- Nutzung der entstehenden Wärme aus der Verdichtung der Ladeluft in den Turboverdichtern im Gesamtsystem des Gasmotorenkraftwerks

Die anfallende Wärme der Gasmotor-Module wird über die obenstehenden Systeme konsequent genutzt.

Zusammenfassend wird über die konsequente Nutzung der Wärmequellen eine Hocheffizienz erreicht.

8.4 Kosten-Nutzen-Vergleich-Verordnung (KNV-V)

Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung im Sinne der KWK-Kosten-Nutzen-Vergleich-Verordnung, kurz KNV-V, wurde anhand des in Abbildung 4 dargestellten Entscheidungsbaums durchgeführt und den nachfolgenden Entscheidungswegen (roter Pfad Abbildung 4) durchgeführt:

- Erste Ebene: Es handelt sich um eine Neuanlage
- Zweite Ebene: Beide Kriterien, Feuerungsanlage zur Erzeugung von Strom FWL > 20 MW und Feuerungsanlage in einer sonstigen Anlage mit nutzbarer Abwärme FWL > 20 MW trifft zu
- Dritte Ebene: Es liegt sowohl die Hocheffizienz der Anlage nach KWK als auch die Anbindung an die Fernwärme (siehe Abbildung 1) vor

Der Entscheidungsbaum kommt zu dem Ergebnis, dass keine Wirtschaftlichkeitsanalyse oder ein Kosten-Nutzen Vergleich notwendig sind.
Mit der gewählten Variante wird bei Vorliegen eines wirtschaftlichen Nutzens das Hocheffizienzkriterium erfüllt und die Versorgung der Fernwärmeverbraucher bedarfsgerecht und flexibel sichergestellt.

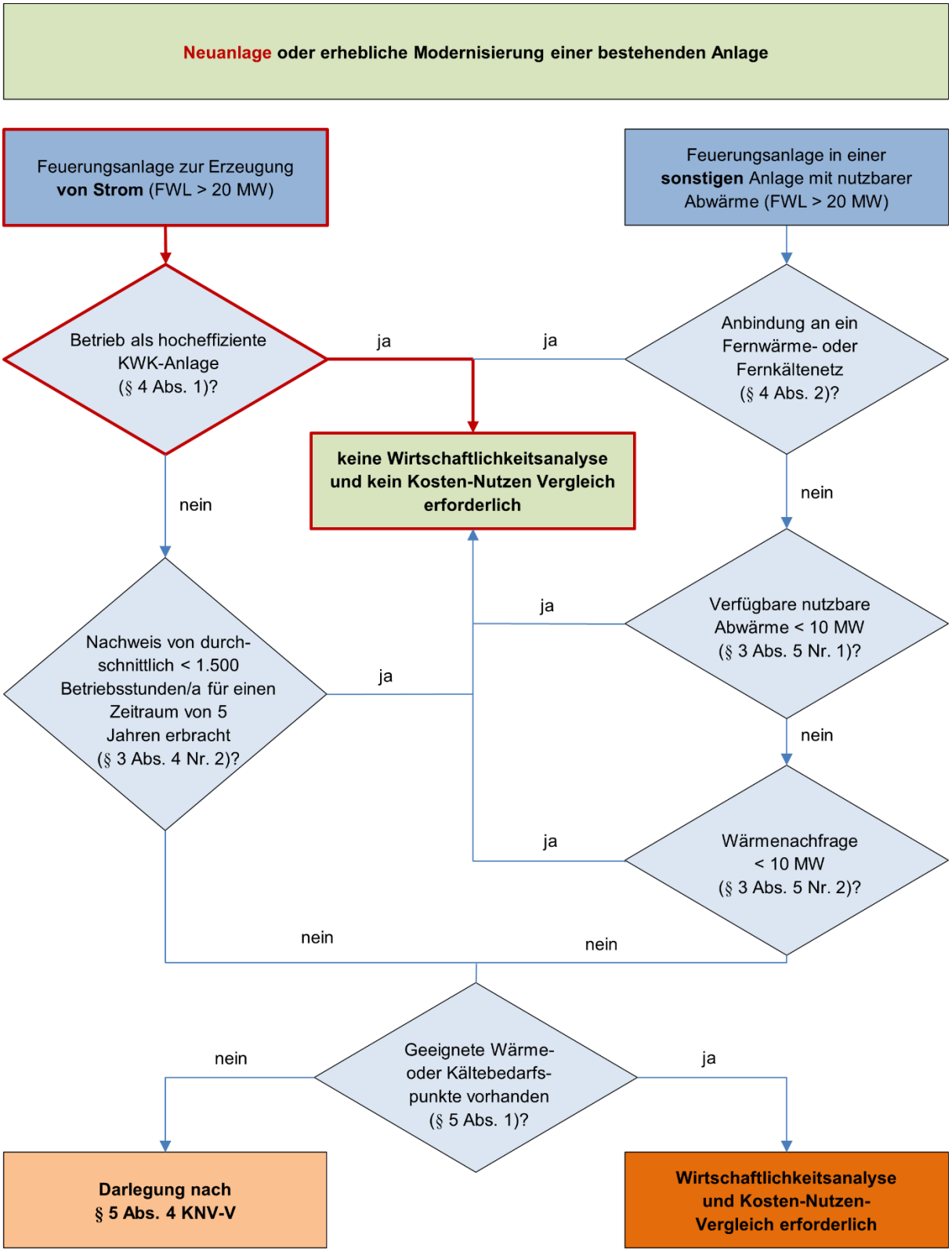

Abbildung 4: Prüfung der Notwendigkeit einer Wirtschaftlichkeitsanalyse bzw. Kosten Nutzen Vergleichs (Quelle: Onyx)

VERZEICHNIS ZUGEHÖRIGE UNTERLAGEN, ANLAGEN

Nr.	Projekt-Dokumenten-Nr.	Dokumentenbenennung / -titel
08.01-01	ZO8.EPC.200.EC003	Messkonzept Gasmotorenkraftwerk Zolling 8 - Auszug KWKG
08.02-01	Ohne	Auszug Sachverständigengutachten nach § 10 Abs. 2 Nr. 4 KWK-Gesetz
Siehe Kapitel 4 Anlage 04.00-01	Ohne (Fachgutachten)	Gutachten im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens für die Errichtung und Betrieb eines Gasmotorenkraftwerks zur Bereitstellung von Wärme und Netzdienstleistungen (KWK) am Standort Energiepark Zolling; Prüfumfang Luftreinhaltung, Abfallwirtschaft, Störfall-Verordnung und Anlagensicherheit, Effiziente Energieverwendung