

3 Anlagen- und Betriebsbeschreibung

3.1 Detaillierte Betriebs- und Verfahrensbeschreibung aller betroffenen Anlagenteile

Der Übersichtsplan (Anlage A 3.1) verzeichnet die Anlagenanordnung auf dem Betriebsgelände. Die Anordnung der wesentlichen Baustelleneinrichtungen ist auf der Anlage A 3.2 ersichtlich. Weiterhin liegen dem Kapitel 3 Maschinenaufstellungspläne (Anlage A 3.4) sowie Fließbilder und Verfahrensschemata der Hauptsysteme (Anlage A 3.5) bei, welche zusätzlich zu den nachfolgenden Erörterungen einen guten Überblick über die verschiedenen Verfahren geben.

3.1.1 Erdgasversorgung

Die Erdgasanbindung einschließlich der Verdichterstation und der Verbindungsleitung zur Gasturbine ist ein eigenes Verfahren nach der Gashochdruckleitungsverordnung und wird beim Wirtschaftsministerium rechtzeitig beantragt. Emissionsrelevante Belange wie Schall etc. werden in diesem Genehmigungsantrag.

Das Fließschema des Gassystems ist als Anlage A 3.5 Nr. 3.5.1 beigelegt. Im Übersichtslageplan (**Anlage A 3.1**) ist die Gasverdichterstation im Nordwesten mit der Nr. 3 verzeichnet.

Die Anbindung an das städtische Gasnetz erfolgt auf dem Betriebsgelände des HKW Freimann. In der bestehenden Erdgasreduzierstation (zukünftig Gasverdichterstation) wird an eine bestehende Gasversorgungsleitung der Nennweite DN400 angebunden. Die Anbindung erfolgt mit einer Leitung der Nennweite DN200 im Gebäude der zukünftigen Gasverdichterstation. Unmittelbar nach der Anbindung an das städtische Gasnetz wird eine Absperrarmatur vorgesehen.

Das städtische Erdgas wird mit einem Druck von 18 bar(a) bis 29 bar(a) geliefert und wird mittels zweier Gasverdichter-Linien (pro Gasturbine ein Gaskompressor) auf einen Arbeitsdruck von ca. 60 bar(a) verdichtet. Jede Gasverdichter-Linie besteht im Wesentlichen aus einem Schraubenkompressor, Gasfiltereinheiten, Absperr-, Sicherheits- und Regelarmaturen sowie Durchlüftungs- und Spülvorrichtungen.

Durch die Gasverdichtung findet eine Gaserwärmung intern auf 80 °C bis 100 °C statt und wird intern auf ca. 50 bis 60 °C abgekühlt. Diese ist für die nachfolgende Verbrennung unschädlich und unterhalb des Flammpunktes von Erdgas. Eine Nachkühlung des Erdgases ist daher nicht erforderlich und wäre energetisch ungünstig.

Zur Sicherstellung der Mindesttemperatur - auch nach längeren Stillständen - vor Eintritt in die Gasturbine wird ein Erdgasvorwärmer vorgesehen. Die Beheizung des Erdgases erfolgt mittels Kreislaufwasser über einen Wärmetauscher. Die Beheizung des Kreislaufwassers erfolgt mittels Fernwärmewasser.

3.1.2 Gasturbinen

Die Gasturbinen sind für den Betrieb mit H-Gas gemäß DVGW Arbeitsblatt G 260 ausgelegt. Die Erdgasbeschaffenheit kann der **Anlage A 3.3** entnommen werden.

Die Gasturbinen werden als Package gebaut und geliefert, welches beinhaltet:

- Gasturbine mit Filter und Luftsysteem

Diese besteht im Wesentlichen aus Luftansaugung mit Filter und Schalldämpfer, Luftverdichter, ringförmig angeordneten Brennern und der Heißgasturbine. Über den mehrstufigen Axialverdichter wird Umgebungsluft über ein Filter- und Schalldämpfungssystem angesaugt, komprimiert und den ringförmig angeordneten Brennern gleichzeitig mit dem Erdgas zugeführt.

Zur Reduzierung der bei der Gasverbrennung entstehenden Emissionen sind moderne Gasturbinen mit entsprechenden NO_x -armen Brennern, so genannten DLN (Dry Low NO_x)- oder DLE (Dry Low Emission)-Systemen, ausgerüstet, mit denen niedrige NO_x - bzw. CO-Emissionswerte erreicht werden.

Das im Verbrennungsprozess erzeugte heiße Hochdruck-Gasgemisch wird durch den mehrstufigen Turbinenteil der Gasturbine abgeleitet und treibt dabei den Turbinenrotor an. Die Rotorwelle ist mit dem Stromgenerator verbunden, der elektrische Energie erzeugt.

Zur Leistungssteigerung der Gasturbinen wird bei höheren Umgebungstemperaturen aufbereitetes Wasser (VE-Wasser) eingedüst. Dadurch werden eine Absenkung der Lufttemperatur und damit eine Erhöhung der Luftdichte erreicht. Durch diese Maßnahme kann mehr Luft für den Verbrennungsvorgang angesaugt und somit die Leistung der Gasturbine erhöht werden.

- Generator mit Erreger

Die im Generator erzeugte elektrische Energie mit einer Spannung von ca. 11 kV wird in den Maschinentransformatoren auf die Netzspannung von 110 kV hochtransformiert.

- Hydrauliksystem integriert im Schmierölsystem

Zur Ansteuerung von hydraulischen Armaturen und Antrieben der Gasturbinenanlage wird ein Hydrauliksystem installiert. Die peripheren Systeme für Schmieröl bzw. Hydrauliköl mit Vorlagebehälter werden so angeordnet, dass eventuelle Leckagen in einer standardmäßig mitgelieferten Auffangwanne sicher aufgefangen werden.

Das Gasturbinenpackage ist in einer Schalleinhausung mit den erforderlichen Lüftungseinrichtungen, Feuermeldern und Feuerlöscheinrichtungen sowie Gasdetektoren untergebracht.

Verbrennungsluftsystem

Das Verbrennungsluftsystem ist im Fließschema Gesamtanlage (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.3**) ersichtlich.

Durch das Verbrennungsluftsystem wird die Gasturbine mit Verbrennungsluft in erforderlicher Qualität und Menge versorgt. Neben der Verbrennungsluft wird auch die Luft zur Belüftung der Schallhaube durch das Verbrennungsluftsystem angesaugt.

Das System besteht aus den folgenden Komponenten:

Einlassfilterhaus: Hier werden durch Filter Luftpartikel abgeschieden. Basierend auf einer typischen Filterflächenbelastung ist eine Eintrittsfläche von ca. 65 m² erforderlich.

Anti-Icing (siehe Anlage A 3.5 Nr. 3.5.3 und Nr. 3.5.5): Das Anti-Icing System ist im Fließschema Gesamtanlage (**Anlage A3.5 Nr. 3.5.3**) dargestellt.

Das Anti-Icing System stellt sicher, dass bei kalter und feuchter Außenluft die Bildung von Eiskristallen in Filtern und Verdichter unterbunden wird. Typischerweise ist das der Fall bei Umgebungstemperaturen zwischen +5 °C bis -5 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit über 80 %.

Für das Anti-Icing wird die Ansaugluft erwärmt. Um Frostsicherheit sicherzustellen, wird das Anti-Icing-System über einen geschlossenen Wasser/Glykol-Zwischenkreislauf betrieben. Der Wasser/Glykol-Zwischenkreislauf wird durch Heizwasser aus dem Fernwärmerücklauf beheizt (siehe **Anlage A 3.5 Nr. 3.5.5** Fließschema Heizwasserkreislauf).

Das Wasser/Glykol-Gemisch wird durch einen Wärmetauscher zu den Luftvorwärmern gepumpt, die im Filterhaus vor den Luftfiltern installiert sind. Typischerweise beträgt die Wasser/Glykol Temperatur vor dem Luftvorwärmer etwa 80 °C und die Abkühlung im Luftvorwärmer etwa 20 K.

3.1.3 Wasserwärmetauscher (WWT)

Das Verbrennungsluftsystem ist im Fließschema Gesamtanlage (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.3**) ersichtlich. Den Gasturbinen wird ein gemeinsamer Wasserwärmetauscher (WWT) nachgeschaltet (Kraft- Wärme – Kopplung). Die von den Abgasen im WWT übertragene Energie wird zu Fernheizzwecken genutzt.

In dem WWT befinden sich Heizschlangen, die mit aufbereitetem Fernheizwasser durchströmt werden. Durch die Anströmung der heißen Abgase wird das Fernheizwasser auf eine vorgegebene Temperatur erwärmt. Es findet kein direkter Kontakt zwischen dem Fernheizwasser und den Abgasen statt. Die Schnittstellen zwischen WWT und dem bestehenden Fernheiznetz stellen die Rohrleitungstechnischen Einbindungen in das bestehende Fernheiznetz dar.

Das heiße Abgas beider Gasturbinen oder nur einer Gasturbine wird im WWT zur Fernwärmeerzeugung genutzt. Ein Bypass-Betrieb um den WWT, für eine stromgeführte Betriebsweise der Gasturbine wird vorgesehen. Der WWT wird während des Betriebes auf Übertemperatur, Druck und Durchfluss kontinuierlich überwacht und mechanisch mit Armaturen und Sicherheitsventilen abgesichert.

3.1.4 Kühlung

Die Kühlung ist im Fließschema Kühlkreislauf (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.2**) ersichtlich. Wärmequellen der Gasturbinenanlage und Nebenanlagen wie Gasverdichter, Generator, Ölversorgungseinheiten etc. müssen während des Gasturbinenbetriebes gekühlt werden (siehe Anlage 3.5.2 Kühlkreislauf). Zur Kühlung der Wärmequellen wird ein separater Wasser-Glykol-Kühlkreislauf vorgesehen. Die Rückkühlung der neuen Anlage erfolgt rein luftgekühlt ohne Verdunstungskühlung. Durch Ventilatoren angesaugte Umgebungsluft kühlt dabei das in Rippenrohren befindliche Kühlwasser. Ein direkter Kontakt zwischen Umgebungsluft und

Kühlwasser findet somit nicht statt. Die Ventilatoren befinden sich unmittelbar auf der Rückkühlanlage. Zur Absicherung vor zu tiefen Kühlwassertemperaturen und zur Frostsicherung des Kühlkreislaufes sind Vorwärmer vorgesehen, welche bei Unterschreiten der zulässigen Minimaltemperatur das Kühlwasser erwärmen. Zur Umwälzung des Kühlmediums werden Kühlwasserpumpen genutzt. Der Betrieb der Rückkühlanlage erfolgt nahezu zeitgleich mit dem der Gasturbinenanlage. Die neue Rückkühlanlage ist so ausgelegt, dass bei hohen Außenlufttemperaturen die maximale Kühlleistung erbracht werden kann.

3.1.5 Wasserversorgung

Die Wasserversorgung ist im Fließbild Gesamtanlage (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.3**) und die Wasseraufbereitung ist im Fließschema RO-Anlage (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.6**) ersichtlich. Für die neue Gasturbinenanlage wird Wasser zum Reinigen des Verdichterteils der Gasturbine und für die Wassereinspritzung zur Leistungssteigerung benötigt. Als Rohwasser wird Stadtwasser verwendet. Im Fließschema Nr. 3.5.3 Gesamtanlage GT-Radialer Austritt ist die VE-Anlage unten links dargestellt.

Zur Deckung des Wasserbedarfs für die Wassereinspritzung zur Leistungssteigerung und für die Wäsche des Verdichterteils der Gasturbine ist eine Entsalzungsanlage mit einem Puffertank von ca. 50 m³ für voll entsalztes Wasser (VE-Wasser) vorgesehen.

Der maximale VE-Wasserbedarf einer Gasturbine beträgt etwa 88 m³/d mit einem Spitzenbedarf von 11 m³/h, wobei der Spitzenbedarf 8 Stunden pro Tag dauern kann.

Die zweistrassige Entsalzungsanlage (2 x 66 %) besteht aus Enthärtungsfilter mit Salzdosierung, einer Umkehrosmoseanlage und einer nachgeschalteten chemikalienfreien Elektrodeionisation (EDI). Eine EDI-Anlage wird nach einer Umkehrosmose eingesetzt, um eine sehr niedrige Leitfähigkeit und geringe Kieselsäurewerte zu erhalten (**siehe Anlage A 3.5 Nr. 3.5.6**). Die Kapazitäten der Entsalzungsanlage und der dazugehörige VE-Wassertank sind tabellarisch im Kapitel 3.3.3 bzw. 3.3.4 dargestellt.

3.1.6 Steuerluft

Die Versorgung der Systeme mit Steuerluft ist im Fließschema Gesamtanlage (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.3**) ersichtlich. Steuerluft wird für pneumatische Antriebe, etc. eingesetzt. Die neuen Gasturbinenanlagen werden mit einer eigenen Druckluftanlage ausgestattet, welche Steuerluft in der erforderlichen Qualität und Menge erzeugt. Zur Erzeugung von Steuerluft sind Luftkompressoren erforderlich, welche die angesaugte Umgebungsluft auf den erforderlichen Druck verdichten. Die angesaugte Luft wird gefiltert und nach der Verdichtung von ölhaltigen Bestandteilen gereinigt. Die Kühlung der Kompressoren erfolgt durch die Umgebungsluft, welche vom Kühlgebläse der Kompressoren angesaugt wird.

3.1.7 Schwarzstart-Dieselaggregat

Die Einbindung des Schwarzstart-Dieselaggregates ist im Fließschema Gesamtanlage (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.3**) ersichtlich. Die neue Gasturbinenanlage soll wie die bereits bestehende, schwarzstartfähig sein. Schwarzstartfähig ist eine Anlage, welche bei flächendeckendem Ausfall des Stromnetzes eigenständig Anfahren und Strom produzieren kann um das Stromnetz bzw. die Stromversorgung wieder aufzubauen. Die zum Anfahren der Anlage erforderliche elektrische Energie wird durch ein Dieselaggregat erzeugt. Als Brennstoff ist Heizöl EL

gemäß DIN 51603, mit einem maximalen zulässigen Schwefelgehalt von 0,10 Gew. % vorgesehen.

Das bestehende Schwarzstart-Dieselaggregat wird im Rahmen der Modernisierung des HKW Freimann ersetzt. Die Aufstellung des neuen Schwarzstart-Dieselaggregates erfolgt im Außenbereich, in östlicher Richtung angrenzend an das Maschinenhaus. Das neue Schwarzstart-Dieselaggregat wird in einem schallgedämmten Container untergebracht. Der Abgaskamin wird an der Fassade des Maschinenhauses über Dach geführt. Die Ölversorgung des neuen Dieselaggregates erfolgt über das bestehende Ölversorgungssystem, einem Brennstofftanklager und einem nachgeschalteten separaten Vorlagebehälter.

Zur Sicherstellung der Funktion wird monatlich das Schwarzstartdieselaggregat testweise in Betrieb genommen.

3.1.8 Notstrom-Dieselaggregat

Die Einbindung des Notstrom-Dieselaggregates ist im Fließschema Gesamtanlage (**Anlage A 3.5 Nr. 3.5.3**) ersichtlich. Das Notstrom-Dieselaggregat hat die Aufgabe, bei Stromausfall die sicherheitstechnisch und betrieblich wichtigsten Anlagenteile des HKW Freimann mit Strom zu versorgen und somit in einem sicheren Anlagenzustand zu halten. Im Zuge der Modernisierung des HKW Freimann wird das bestehende Notstrom-Dieselaggregat durch ein neues Aggregat ersetzt. Die Aufstellung erfolgt in unmittelbarer Nähe des neuen Schwarzstart-Dieselaggregates östlich am Maschinenhaus. Das Aggregat wird in einem schallgedämmten Container aufgestellt. Der Abgaskamin wird an der Fassade des Maschinenhauses über Dach geführt. Die Ölversorgung des neuen Notstrom-Dieselaggregates erfolgt analog zu der des Schwarzstart-Diesels über das bestehende Ölversorgungssystem, einem Brennstofftanklager und einem nachgeschalteten separaten Vorlagebehälter.

Zur Sicherstellung der Funktion wird monatlich das Notstrom-Dieselaggregat testweise in Betrieb genommen.

3.1.9 Elektrotechnische Anlagen

Das HKW Freimann speist die produzierte elektrische Energie in das benachbarte, auf dem Betriebsgelände befindliche 110 kV- Umspannwerk ein. Die beiden neuen Gasturbinengeneratoren werden getrennt in die vorhandenen 110 kV Systeme einspeisen. Die Übergabestelle sind die Ausgänge der Maschinentransformatoren.

Die folgende Beschreibung ist angelehnt an das einpolige Schema (siehe **Anlage A 3.5 Nr. 3.5.4** Singleline ET)

Es wird eine abgegebene Scheinleistung von maximal 80 MVA pro Gasturbine erwartet.

Der Generator wird über den Generatorleistungsschalter mit dem Maschinentransformator mittels isolierten Stromschienen verbunden. Der Maschinentransformator wird als Dreiwickeltransformator mit Luftkühlung ausgeführt, der den Leistungsstrang vom Generator mit der 110 kV-Oberspannungsseite verbindet und zudem eine zusätzliche Wicklung für den Eigenbedarf auf der Mittelspannungsebene 10 kV zur Verfügung stellt.

Die Mittelspannungsschaltanlage wird in zwei getrennte Einheiten zugehörig zu den Gasturbinen 1 und 2 ausgeführt. Die elektrische Versorgung geschieht jeweils über den oben erwähnten Dreiwickeltransformator.

Zugeordnet auf jeweils eine Mittelspannungsschaltanlage werden die beiden benötigten Gaskompressoren der Verdichterstation mit 10 kV versorgt.

Abgehend von der Mittelspannung werden über den jeweiligen Eigenbedarfstransformator die 400 V Schaltanlagen versorgt.

Der Schwarzstartdieselgenerator kann auf beide 400 V-Schaltanlagen-Seiten einspeisen.

Die Gasturbinen werden von den Herstellern mit mehreren Batteriesystemen zur Sicherstellung wichtiger Funktionen bei Stromausfall ausgerüstet. Die erforderlichen Batterien werden in einem gemeinsamen Batterieraum aufgestellt.

3.1.10 Heizung, Klima und Lüftung

Derzeit wird das Maschinenhaus durch Lüftungsanlagen zwangsbelüftet. Dabei wird Frischluft an der Nordwand des Maschinenhauses eingeblasen und durch Dachlüfter wieder abgeführt. Als Stillstandsheizung sind an der Südwand des Maschinenhauses wasserbeheizte Heizlüfter installiert.

Das bestehende Heizungs- und Lüftungskonzept für das Maschinenhaus wird den neuen Anforderungen angepasst.

Anders als die bestehenden Gasturbinen werden die beiden neuen Gasturbinen und Generator in Schallhauben aufgestellt. Die in der Schallhaube anfallende Abwärme wird mit der Schallhaubenabluft ins Freie abgeführt.

Die neuen Elektro- und Leittechnikräume innerhalb und vor dem Maschinenhaus werden gekühlt. Die dabei anfallende Abwärme wird entweder in das Maschinenhaus oder nach außen abgeführt.

Die Belüftung des neuen Batterieraumes erfolgt nach den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien.

3.2 Detaillierte Baubeschreibung und Nutzung einzelner Räume

Bestand:

Die bestehenden Gebäude wurden 1972 fertiggestellt und befinden sich in einem baujahrtypischen Zustand. Das bestehende Maschinenhaus hat ein Tragwerk und eine Fassade aus Stahlbetonskelett mit Betonfertigteilen und ausgefachtem verputztem Mauerwerk. Außenseitig, über dem Sockelbereich, ist die Fassade mit Trapezblech verkleidet.

Die Dachtragkonstruktion ist aus Beton-Fertigteilen und augenscheinlich mit Porenbeton-Fertigteilen flächig belegt.

Der Innenbereich ist trocken.

Teile der Bühnen-Ebene +4,60 sind als Gitterrostbühne ausgeführt. Turbinentisch und Zuluftkanäle bestehen aus Ort-Beton. Insbesondere der Turbinentisch ist sehr massiv und dicht bewehrt ausgeführt.

Die Maschinenhaus-Hülle wird im Ganzen unverändert erhalten. Das heutige Gebäudeaußenmaß und die Erscheinung bleiben erhalten.

Bauliche Änderungen und Nutzung:

Die neuen Gasturbinen werden im bestehenden Maschinenhaus des HKW Freimann, auf derselben Achse an der sich derzeit die alten Gasturbinen befinden, aufgestellt. Die bestehenden Turbinenfundamente werden entsprechend den jeweiligen Erfordernissen zu Lagerung, Gewicht und Schwingungsverhalten etc. der neuen Gasturbinen, baulich angepasst. Die vorhandenen Fundamente werden bis auf eine Höhenkote von ca. 0,0 m abgetrennt und entsprechend den statischen Anforderungen ausgebildet und eben auf ca. +0,2 m aufbetoniert. Das eigentliche Gasturbinenfundament ist vom Bodenfundament elastisch getrennt aufgestellt. Im Inneren des Maschinenhauses auf ca. +9,5m wird eine neue Gitterrostebene zur Aufstellung und Bedienung maschinentechnischen Komponenten sowie feuerbeständige Räume für die Aufstellung der elektro- und leittechnischen Anlagen errichtet. Die Schalt- und Leittechnikräume werden gekühlt sowie be- und entlüftet.

Aufgrund des Neubaus der Gasturbinen muss auch das bestehende Verbrennungsluftsystem im Maschinenhaus angepasst werden. Für die Luftansaugung der neuen Gasturbinen werden neue Öffnungen in der Innenwand zwischen Maschinenhaus und Ansauggebäude vorgesehen.

Die Abluft aus den Schallhauben der neuen Gasturbinen sowie die Abluft aus dem Verdichter-Teil der Gasturbinen werden separat unter Berücksichtigung von statischen- und schalltechnischen Anforderungen über neue Leitungen bzw. Kanäle über Dach ins Freie geführt.

Im Dachbereich des Maschinenhauses werden aus Brandschutzgründen, geeignete Rauch- und Wärmeabzugsanlagen in der erforderlichen Anzahl installiert. Zudem sind kleinere Gebäudedurchtritte zur Medienführung wie z.B. Kühlwasser, Gas etc. und für Strom- und Leittechnikabel vorgesehen.

Neben den oben aufgeführten Umbaumaßnahmen sind zudem Beton-, Stahl- und Rohrleitungsarbeiten im Maschinenhaus erforderlich.

In südlicher Richtung angrenzend an das Maschinehaus sind die bestehenden Maschinentransformatoren aufgestellt. Diese werden durch zwei neue ersetzt. Dabei werden die bestehenden Fundamente und die Sammelgrube abgerissen und durch neue – entsprechend Gewicht und Aufstellung der neuen Transformatoren angepasste - Fundamente ersetzt. Zur Einhaltung des Schallschutzes werden beide Maschinentransformatoren in separaten Gebäuden (Schalleinhausungen) untergebracht. Für den Eigenbedarfs-Transformator, die Mittelspannungsanlagen und die 400 V-Schaltanlagen werden zusätzliche Räume zwischen Trafo-Einhausung und Maschinenhaus vorgesehen.

Zum Vorverdichten des für die neuen Gasturbinenanlagen benötigten Erdgases werden nördlich des Maschinenhauses im Gebäude der bestehenden Erdgasreduzierstation zwei neue Gasverdichter-Linien errichtet. Im bestehenden Gebäude werden entsprechend Anforderungen geringfügige bauliche Maßnahmen vorgenommen die zur Aufstellung der Verdichter-Linien notwendig sind. Die Gasverdichteranlage selbst sowie die Verbindungsleitung sind Teil eines eigenen Genehmigungsverfahrens nach der Gashochdruckleitungsverordnung.

Um auch mit den neuen Gasturbinenanlagen schwarzstartfähig zu sein, wird das bestehende Schwarzstartdieselaggregat durch ein neues ersetzt. Auch das bestehende Notstromdieselaggregat wird in diesem Zuge durch ein neues ersetzt. Die beiden neuen Aggregate werden in östlicher Richtung auf einem Grünstreifen angrenzend an das bestehende Maschinenhaus in Containern aufgestellt. Die Aufstellung erfolgt auf Streifenfundamenten. Die neuen Abgasleitungen werden entlang der Maschinenhaus-Fassade über Dach geführt.

Zur Anbindung der Abgaskanäle der Gasturbinen an den Wasserwärmetauscher (WWT) sind umfangreiche Montagearbeiten von Abgaskanälen inkl. Stahlbauarbeiten erforderlich. In Abhängigkeit des Abgasweges der neuen Abgaskanäle und des neuen Stahlbau- bzw. Halterungskonzeptes werden neue Stützenfundamente errichtet.

Die Gasturbinen und Dieselaggregate werden in fertigen Funktionseinheiten auf eigenem Rahmen geliefert und direkt auf die entsprechenden Fundamente aufgestellt.

Auffangwannen für Gefahrenstoffe sind in die Anlageneinheiten integriert und müssen nicht baulich erstellt werden.

Lasten aus Lüftungs- und Abgaskanälen werden nach statischen Vorgaben in das bestehende Bauwerk eingeleitet.

Bestehende Türen und Fenster werden erhalten, darüber hinaus werden Fluchtmöglichkeiten an der Achse K nach draußen und über Leitern nach unten zusätzlich vorgesehen. Für die Wartung der Rauchabzugsöffnungen wird ein Zugang im Dachbereich geschaffen.

Die Toranlage wird nach Umbau und Anlagenmontage durch eine neue Toranlage ersetzt.

Die Halle wird mit Heizlüftern bei Stillstand beheizt.

Baugelände:

Das bestehende Baugrundgutachten stellt für die geplanten Änderungen eine gute Grundlage zu den Gründungsverhältnissen und Gründungsart dar. Da die beiden bestehenden, durch zwei neue Gasturbinen ersetzt werden und diese auch noch deutlich leichter sind, ist davon auszugehen, dass der Umbau keine bzw. unwesentliche Auswirkungen auf die Gebäudesetzung haben wird. Eine statische Vorunteruntersuchung zur Lastabtragung wurde durchgeführt und die Ergebnisse bestätigen die Machbarkeit. Durch die schwingungsisierte Aufstellung der Gasturbinen mit eigenem GT-Fundament werden keine dynamischen Lasten in Zukunft in das bestehende Fundament eingeleitet.

Grundwasser:

Entsprechend dem bestehenden Baugrundgutachten ist der höchste zu berücksichtigende Grundwasserspiegel bei 3,6 m bzw. 3,7 m unter OK Hallenboden. Eine Bauwasserhaltung im Maschinenhaus ist nicht notwendig. Die Gründung im Außenbereich sind Flachgründungen oberhalb des Grundwasserniveaus und eine Bauwasserhaltung ist daher nicht notwendig.

Geplantes Bauvorhaben – Gründung:

Die Aufstellung der neuen Gasturbinen erfolgt auf einem schwingungsisierten Betonfundament, welches getrennt von den bestehenden Turbinenfundamenten ist. Im Zuge der statischen Vorplanung wurde die Machbarkeit überprüft.

Die Gründung für die neuen Trafos wird als Flachgründung oberhalb Grundwasserniveau ausgeführt.

Die Container der neuen Dieselaggregate werden auf Streifenfundamenten aufgestellt.

Die Aufstellung der Gasverdichter in der vorhandenen Gasstation erfolgt auf der vorhandenen 0 m Bühne, dafür sind einige lokale Verstärkungen erforderlich, die Lastabtragung in die Gründung erfolgt über die vorhandenen Fundamente.

3.3 Anlagenparameter

3.3.1 Maximale Anlagenleistung und Betriebszeiten

Die maximalen Anlagenleistungen bei bestimmten Umgebungsbedingungen für den Betrieb mit 2 Gasturbinen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Maximale Leistungsdaten Gasturbinen	Einheit	Wert
Elektrische Leistung	MW	133
Feuerungswärmeleistung	MW	290
Umgebungsbedingungen		
Temperatur	°C	-15
Relative Luftfeuchtigkeit	%	70
Luftdruck	kPa	96,035
Maximale Leistungsdaten Wärmetauscher		
Übertragungsleistung-Wärmeleistung	MW	146

Tabelle 3-1: Anlagendaten

Für die geplanten Gasturbinen wird ein Volllastbetrieb mit einer jährlichen Betriebszeit von bis zu 8.760 h beantragt. Darüber hinaus wird auch der Betrieb, in einem flexiblen, dem Strommarkt angepassten Modus, mit beliebig vielen An- und Abfahrten pro Jahr, sowie der Teillastbetrieb von 50% - 70% Leistung je Turbine im WWT – oder Bypass-Betrieb je nach Anforderung beantragt.

3.3.2 Technische Verfahrensparameter

In der nachfolgenden Tabelle sind die technischen Angaben zu den Neuanlagen aufgeführt.

Technische Angaben der Anlagenteile	Einheit	Wert
Gasturbine (Neubau)		
Anzahl der Gasturbinen		2
Erdgasmenge pro GT	kg/s	3,0
Maximale jährliche Betriebszeit	h/a	8760
Turbinenaustrittstemperatur	°C	390 bis 480
Abmessungen pro GT (L x B x H)	m	21 x 6 x 6
Notwendiger Erdgasdruck am Gasturbineneintritt	bar(a)	55
Gasverdichter (Neubau)		
Erdgasdruck am Übergabepunkt	bar(a)	18 - 29
Anzahl der Kompressoren	-	2
Typ Kompressor	-	Schrauben oder Kolbenkompressor
Max. elektrische Leistungsaufnahme	kW	750
Gastemperatur am Kompressorausstritt	°C	50-60
Gasdruck am Kompressorausstritt	bar(a)	Ca. 60
Abmessungen pro Kompressor (L x B x H)	m	10 x 3 x 3,5
Innenaufstellung in Gebäude	-	ja
Rückkühlsystem (Neubau)		
Typ	-	Trockenkühler
Max. Kühllast	kW	6500
Anzahl Kühlwasserpumpen	-	2
Fördermenge pro Pumpe	m ³ /h	600
Förderhöhe	m	40
Benötigte Fläche des Rückkühlers (L x B)	m x m	15x20
Wärmetauscher (WWT)		
Leistung	MW _{th}	146
Abmessungen ca. (L x B x H)	m	11 x 11 x 9
Schwarzstart - Dieselaggregat (Neubau)		
Leistung	kVA	1.000
Brennstoff	-	Leichtes Heizöl

Technische Angaben der Anlagenteile	Einheit	Wert
Abmessungen ca. (L x B x H)	m	12,5 x 2,5 x 3
Notstrom - Dieselaggregat (Neubau)		
Leistung	kVA	1000
Brennstoff	-	Leichtes Heizöl
Abmessungen ca. (L x B x H)	m	12,5 x 2,5 x 3
Maschinentransformatoren		
Leistung pro Transformator	kVA	80.000
Anzahl	Stk	2
Kühlung		luftgekühlt
Wicklungen		3-Wicklungs-System
Abmessungen ca. (L x B x H)	m	13 x 9 x 11
Emissionsüberwachungssystem (Neubau)		
Ausführung der Anlage	-	entsprechend 13. BImSchV / TA-Luft
Wasseraufbereitung		
Durchflussleistung	m ³ /h	7
Permeatleistung	m ³ /h	5
Salzgehalt	kg	32 (bei 160 g/l Harz)

Tabelle 3-2: Technische Verfahrensparameter

3.3.3 Einsatzstoffe

Stoffströme	Einheit	Wert
Gasturbine		
Brennstoffmassenstrom pro GT	kg/h	10.800 +5 % = 11.134
Abgasmenge 15% O ₂ , trocken pro GT	Nm ³ /h	456.000
Gaskompressoren		
Max. Gasmassenstrom für 2 GT's	kg/s	6,00
Rückkühlsystem		
Max. Kühlwassermassenstrom	m ³ /h	Max. 800
Stoffströme VE- Wasser		
Kapazität VE-Wasser Entsalzungsanlage	m ³ /h	5
Tagesbedarf VE-Wassermenge	m ³	88
Max. VE-Wassereinspritzung zur Leistungssteigerung	kg/s	3,12
Tagesbedarf Frischwassermenge	m ³ /d	100

Tabelle 3-3: Einsatzstoffe

Im Rahmen des Betriebes der Gasturbinen-Anlage werden Brennstoffe für die Energieerzeugung, Wasser zur Einspritzung in die Gasturbinen, Schmierstoffe und Öle sowie diverse Hilfsstoffe u. a. für die Wasserbehandlung eingesetzt.

Brennstoffe

Die Gasturbinen werden ausschließlich mit Erdgas betrieben. Das Erdgas wird aus dem Gasnetz der SWM bezogen. Die Erdgasqualität entspricht den Vorgaben für H-Gas nach DVGW Arbeitsblatt G 260 (siehe Anlagen 3.3.1 DVGW Arbeitsblatt und 3.3.2 Gasanalyse).

Für die Notstromversorgung und die Schwarzstartfähigkeit durch je ein Dieselaggregat wird leichtes Heizöl benötigt.

Wasser

Zur Wasserversorgung der Anlage mit Betriebswasser, Bereitstellung von Trinkwasser und zur Erzeugung von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) erfolgt der Anschluss an das bestehende Stadtwassernetz der SWM.

Schmieröle, Hydrauliköle, Hilfsstoffe

Schmier-, Hydraulik- sowie Transformatorenöle befinden sich, in den unten aufgeführten Höchstmengen, innerhalb geschlossener Systeme, die zur Inbetriebnahme einmalig befüllt

werden. Eine Vorratshaltung ist für diese Stoffe nicht erforderlich. Ölwechsel finden nur bei Bedarf statt;

Kleinstmengen, in lediglich für Wartungsarbeiten erforderlichen Größenordnungen, werden in geeigneten Behältern etc. gelagert. Der Boden des Lagerraums ist Flüssigkeitsdicht mit entsprechender Aufkantung ausgeführt.

Zur Reinigung des Gasturbinenverdichters wird ein Tensid (Burti) eingesetzt, das in handelsüblichen Behältern gelagert wird.

Glykol als Frostschutz wird dem Kühlwasser im geschlossenen Kühlwasserkreislauf zugemischt. Eine Vorratshaltung ist nicht erforderlich;

3.3.4 Maximale Lagermengen und Lagerbedingungen

Brennstoffe

Es wird kein Erdgas auf dem Betriebsgelände gelagert.

Leichtes Heizöl wird in bestehenden Tanks im Nebengebäude des Maschinenhauses bevorratet. Die Tanks und Vorratsbehälter befinden sich in einer Auffangwanne.

Schmieröle, Hydrauliköle, Hilfsstoffe

Öle und Hilfsstoffe befinden sich in geschlossenen Systemen. Zusätzlich werden als Zwischenvorrat insgesamt 800 l (4 Fässer mit jeweils 200 l) Schmier- und Hydrauliköl entsprechend den Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes gelagert bzw. befinden sich in geschlossenen Systemen.

Folgende Lagermenge des Tensids wird für Waschvorgänge des Verdichterteils vorgesehen:

- Tensid (Burti) 200 kg

Der Tensidbehälter wird entsprechend den Erfordernissen aufbewahrt.

Behälter	Anzahl	Neu / Bestand	Fassungsvermögen [m ³]
Tankanlagen			
Brennstofflagertank (Heizöl EL)	1	Bestand	4,9
Vorlagebehälter Notstrom-Aggregat (Heizöl EL)	1	Bestand	0,5
Vorlagebehälter Schwarzstartaggregat (Heizöl EL)	1	Bestand	1,0
VE-Wassertank	1	Neu	50
Tensid (Burti)	1	Neu	0,2
Schmier- und Hydrauliköl	4	Neu	0,2
In geschlossenen Systemen			
Schmier- und Hydrauliköl Gasturbinen	-	Neu	1,4
Schmieröl Generatoren Gasturbinen	-	Neu	5,0
Transformatorenöl Blocktransformatoren	-	Neu	57,2

Tabelle 3-4: Lagermengen – Brennstoffe und Schmieröle

3.4 Tierische Nebenprodukte

Nicht zutreffend.

In der Anlage wird nicht mit tierischen Nebenprodukten im Sinne der VO (EG) 1069/2009 umgegangen.

3.5 Übersicht der wichtigsten vom Antragssteller geprüften Alternativen zur Anlage und zum Anlagenbetrieb

Die folgenden Faktoren wurden als Rahmenbedingungen für die Konzeptauswahl des Projekts zugrunde gelegt:

- Produktion von Strom und Wärme (KWK) um den Brennstoff Erdgas H optimal auszunutzen
- Produktion von Strom zur Deckung von Lastspitzen im Netz unabhängig von Fernwärmeproduktion
- Nach Möglichkeit Nutzung des durch den Rückbau der Gasturbinen freiwerdenden Platzes im Maschinenhaus (max. 27 m x 40 m) oder einer geeigneten anderen Fläche im Außenbereich des HKW Freimann (Tennisplatz, stillgelegter Öltank, etc.)
- Der bestehende Wasserwärmetauscher (WWT) für die Fernwärmeversorgung wird weitergenutzt
- Zur Verfügung stehender Brennstoff ist Erdgas H
- Erzeugte Wärmemenge kann im Fernwärmenetz sinnvoll untergebracht werden

Untersucht wurden im Zuge der Projektentwicklung die folgenden Alternativen erdgasgefeuerter Anlagen zur Gewinnung von elektrischer Energie und Fernwärme:

- Alternative 1: Kolbenmotoren mit nachgeschalteten WWT
- Alternative 2: Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD 3)
- Alternative 3: Heißwasserkessel
- Alternative 4: Heißgaserzeuger

Alternative 1: Kolbenmotoren mit nachgeschalteten WWT

Die für das Projekt in Frage kommenden gasbefeueren Kolbenmotoren, haben die folgenden Eigenschaften:

- Die größten verfügbaren Gasmotoren weisen gegenwärtig eine Leistung von ca. 18 MW auf → Der Platzbedarf liegt bei ca. 20 m x 6 m pro Motor.
- Der elektrische Wirkungsgrad liegt im Bereich von ca. 45 % und ist damit höher als bei den zugrunde gelegten Gasturbinen
- Die Abgastemperaturen der Gasmotoren liegen bei ca. 370 °C und liegen damit deutlich unter den Abgastemperaturen der in Frage kommenden Gasturbinen mit 440 °C.

- Die Abgasmassenströme sind ca. 50% geringer als bei einer Gasturbine
- Die relevanten Luftemissionen sind bei Gasmotoren (wie auch bei den Gasturbinen) hauptsächlich NO_x und CO. Der NO_x-Ausstoß ist bei Gasmotoren generell höher als bei Gasturbinen. Für CO liegen sie im gleichen Bereich; der Grenzwert nach der BImSchV liegt bei 200 mg/Nm³ für NO_x und 250 mg/Nm³ für CO (5 % Bezugssauerstoff, trockenes Abgas). Umgerechnet auf 15 % Bezugssauerstoff (wie er bei Gasturbinen zugrunde gelegt wird), entspricht das 75 mg/Nm³ NO_x und 94 mg/Nm³ CO.

Die in Frage kommenden Gasmotoren weisen eine geringere Leistungsdichte, d.h. Leistung pro Anlagengröße als die betrachteten Gasturbinen auf.

Aufstellungsvariante im Maschinenhaus:

Der zur Verfügung stehende Platz in der Maschinenhalle lässt, unter Berücksichtigung von entsprechendem Platzbedarf für Betrieb- und Wartungsarbeiten, die Installation von ca. 4 Motoren zu.

Damit würde eine Gesamtleistung von ca. 72 MW_{el} (4 x 18 MW_{el}) erreicht werden. Die nutzbare Wärme aus dem Abgas der 4 Motoren beträgt ca. 40 MW_{th}. Diese Abwärme und der Abgasmassenstrom sind zu gering, um sie sinnvoll im bestehenden WWT nutzen zu können. Dazu ist der WWT zu groß. Demzufolge könnte der bestehende WWT nicht genutzt werden und müsste durch einen neuen kleineren ersetzt werden. Auch der bestehende Abgaskamin wäre für die niedrigen Abgasmassenströme zu groß dimensioniert. Eine Anpassung des Abgaskamins oder ggf. Neubau eines den Anforderungen entsprechenden Abgastermins wäre somit erforderlich.

Wenn die max. zulässigen Emissionsgrenzwerte laut 13. BImSchV zugrunde gelegt werden, sind die spezifischen Emissionen (g/MWh_{el}) für NO_x trotz des besseren elektrischen Wirkungsgrads höher als bei den Gasturbinen. Für CO sind die zu erwartenden spezifischen Emissionen tiefer als bei den Gasturbinen.

Für die Abdeckung der Spitzenlasten im Netz würden sich die Gasmotoren sehr gut eignen, da sie sehr schnell an- und abgefahren werden können. Zudem ist der elektrische Wirkungsgrad der Motoren vor allem im Teillastbereich besser als der, der Gasturbinen.

Dennoch stellt eine Lösung mit Gasmotoren verglichen zu den betrachteten Gasturbinen die schlechtere Variante aus folgenden Gründen dar:

- die zu erwartende elektrische und thermische Leistung aufgrund der kleineren Leistungsdichte erheblich niedriger
- die spezifischen NO_x Emissionen sind höher
- es wären größere Umbaumaßnahmen nötig (neuer WWT und Modifikationen des Kamins)

Aufstellung im Außenbereich auf dem Gelände des HKW Freimann:

Die Aufstellung von 4 Motoren wäre im Außenbereich mit je eigenem Abhitzekeessel möglich, da an Stelle des stillgelegten Öltanks ausreichend Fläche geschaffen werden könnte. Um die Schallemissionen auch mit einem neuen Kraftwerk einhalten zu können wäre ein Gebäude in

Leichtbauweise nicht ausreichend. Diese Variante wurde aus folgenden Gründen nicht weiterverfolgt:

- Auch der Platz im Außenbereich reicht nur für 4 Gasmotoren (72 MW_{el}) aus.
- Eine Aufstellung im Außenbereich stellte sich nicht wirtschaftlicher dar, als eine Aufstellung im Bestandsgebäude.

Alternative 2: Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD 3)

Die zweite mögliche Alternative zur Bereitstellung von Strom und Warmwasser mit Erdgas ist die Installation einer GuD-Anlage. Betrachtet wurden Varianten mit bis zu 530 MW_{el} und 250 MW_{th}.

Der Bau einer GuD-Anlage am Standort Freimann wurde aus folgenden Gründen nicht weiterverfolgt:

- Eine Wirtschaftlichkeit der Anlage war nicht gegeben.
- Die GuD-Anlage hätte durch die Größe deutlich höhere Einflüsse auf die Umwelt.
- Ein Kühlturm hätte am Standort installiert werden müssen.
- Die Schallemissionen einer großen GuD-Anlage sind deutlich höher als die der geplanten Gasturbinenanlage.
- Andere Standorte sind für eine GuD-Anlage vorteilhafter als das HKW Freimann.

Alternative 3: Heißwasserkessel

Die bestehenden Gasturbinen von 1972 wurden bereits Ende 2015 stillgelegt. Der Betrieb der Gasturbinen war aufgrund der hohen NO_x-Emissionen auf maximal 300 h pro Jahr limitiert.

Die Installation von zusätzlichen Heißwasserkesseln anstelle einer KWK-Anlage würde unter anderem folgendes bedeuten:

- Reduktion der Emissionen am Standort durch Wegfall der bestehenden Gasturbinen.
- Entstehung einer größeren ungenutzten Fläche im Maschinenhaus der alten Gasturbinen. Der bestehende Wasserwärmetauscher würde ungenutzt bleiben und leer stehen.
- Die geplanten Kapazitäten der neuen Gasturbinen zur Vorhaltung von schnell verfügbarem Strom zur Netzstabilisierung (Primär- respektive Sekundärregelung) würden ebenfalls wegfallen.
- Die Schwarzstartfähigkeit des Standortes HKW Freimann ist nicht mehr gegeben. Die Möglichkeiten, die Stadt München im Schwarzfall im Inselbetrieb mit Strom versorgen zu können ist deutlich eingeschränkt.

Alternative 4: Heißgaserzeuger

Im Maschinenhaus der stillgelegten Gasturbinen wäre die Aufstellung zweier Heißgaserzeuger möglich. Diese könnten den bestehenden Abhitzekeessel nutzen.

Aus folgenden Gründen wurde diese Variante nicht weiter verfolgt:

- Der Platz im Maschinenhaus wäre nicht mehr frei für eine KWK-Anlage.
- Der WWT wäre nur bei Stilllegung der Heißgaserzeuger wieder nutzbar für eine KWK-Anlage.
- Die geforderten NO_x-Emissionsgrenzwerte hätten nur mit einer aufwendigen Abgasrückführung oder einer Abgasnachbehandlung eingehalten werden können. Für Beides ist im Bestand nicht ausreichend Platz.
- Die geplanten Kapazitäten der neuen Gasturbinen zur Vorhaltung von schnell verfügbarem Strom zur Netzstabilisierung (Primär- respektive Sekundärregelung) würden ebenfalls wegfallen.
- Die Schwarzstartfähigkeit des Standortes HKW Freimann ist nicht mehr gegeben. Die Möglichkeiten, die Stadt München im Schwarzfall im Inselbetrieb mit Strom versorgen zu können ist deutlich eingeschränkt.

Fazit

Aus den obigen Ausführungen ist ersichtlich, dass die gewählte Gasturbinenanlage signifikante Vorteile gegenüber den genannten Alternativen aufweist:

- Spezifische Emissionen (genormt auf 15% O₂ im trockenen Abgas um vergleichbar zu sein) sind für NO_x am geringsten
- Da die Anlage sowohl zur Fernwärmeerzeugung als auch zur Abdeckung des Spitzenbedarfs im Stromnetz genutzt werden kann, sollte das Verhältnis von produzierter Strom- zu Wärmemenge ausgewogen sein. Da die Stromausbeute der Alternative mit Kolbenmotoren sehr hoch und die Wärmeausbeute sehr gering ausfällt und sich die Situation für Gaskessel mit Gegendruck Dampfturbine genau umgekehrt darstellt (niedrige Strom- und hohe Wärmeausbeute) sind die untersuchten Alternativen gegenüber der Gasturbine im Nachteil.
- Neue Gasturbinen und deren schnelles Regelverhalten tragen zur Sicherstellung der Netzstabilität des Stromnetzes bei.

3.6 Maschinenaufstellungspläne (M 1:100) mit Kennzeichnung der Änderung und der von der Änderung betroffenen Teile

Nachfolgend aufgelistete Maschinenaufstellungspläne im Maßstab 1:100 mit Kennzeichnung der Änderungen liegen dem Kapitel 3 als Anlagen bei:

Titel Maschinenaufstellungspläne	Plan-Nr.	Stand
Maschinenhaus + Trafogebäude 1 + 2 – Grundriss ±0 m	301	16.12.2016
Maschinenhaus + Trafogebäude 1 + 2 – Grundriss +4,80 m	302	16.12.2016
Maschinenhaus + Trafogebäude 1 + 2 – Grundriss +9,50 m	303	16.12.2016
Maschinenhaus + Trafogebäude 1 – Schnitt Achse 6.1	304	16.12.2016
Maschinenhaus – Schnitt Achse G.1	305	16.12.2016

Tabelle 3-5: Liste der Maschinenaufstellungspläne

Da die Rückkühler herstellerabhängig sind und der Lieferant noch nicht feststeht, wurde darauf verzichtet Maschinenaufstellungspläne der Rückkühlanlage beizufügen. Gesichert ist, dass die neue Rückkühlanlage auf der Fläche der bestehenden Rückkühlanlage errichtet wird.

3.7 Fließbilder und Verfahrensschemata der Anlage

Nachfolgend aufgelistete Fließbilder mit Kennzeichnung der Schnittstellen etc. liegen dem Kapitel 3 als Anlagen bei:

Titel Verfahrensschema	Anlage Nr.	Stand
Gassystem	3.5.1	16.12.2016
Kühlkreislauf	3.5.2	16.12.2016
Gesamtanlage	3.5.3	16.12.2016
Singleline ET	3.5.4	19.12.2016
Heizwasserkreislauf	3.5.5	16.12.2016
RO-Anlage	3.5.6	21.04.2016

Tabelle 3-6: Liste der Fließbilder und Verfahrensschemata