



Wärmeverbund Ingolstadt
Detailstudie der EU-Consult GmbH
Kurzfassung





Wärmeverbund Ingolstadt
Detailstudie der EU-Consult GmbH
Kurzfassung

Impressum

Wärmeverbund Ingolstadt
Detailstudie der EU-Consult GmbH
ISBN (Online-Version): 978-3-940009-49-4

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 - 0
Fax: (0821) 90 71 - 55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:

EU-Consult GmbH
Mundenheimer Str. 222
67061 Ludwigshafen

Redaktion

EU-Consult GmbH
Mundenheimer Str. 222
67061 Ludwigshafen

Bildnachweis:

EU-Consult GmbH
Mundenheimer Str. 222
67061 Ludwigshafen

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

Stand:

1/2007

Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Broschüre auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalt nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	4
2	Grundlagen	5
3	Inhaltsübersicht	7
4	Übersicht vorhandener Anlagen	8
5	Variantenübersicht	27
6	Variantenbeschreibung – Abwärmenutzung	31
7	Variantenbeschreibung – Energieversorgungssysteme	49
8	Zusammenfassung	63

1 Aufgabenstellung

Mit dem Projekt Wärmeverbund Ingolstadt soll untersucht werden, ob und ggf. wie Abwärmeströme von Produktionsbetrieben im Raum Ingolstadt ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll für den Wärmebedarf von Verbrauchern, wie sonstiger Industriebetrieben und Gebäuden im selben Raum genutzt werden können. Der Aufwand und der Nutzen für die beteiligten Industriebetriebe sollen dargestellt werden.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat hierzu die EU-Consult GmbH beauftragt. Die Untersuchung wurde mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz finanziert.

Folgende Betriebe waren in die Betrachtung einzubeziehen:

- Bayernoil (BO)
 - Betriebsteil Ingolstadt (BTI)
 - Betriebsteil Vohburg (BTV)
 - Betriebsteil Neustadt (BTN)
- Stadtwerke Ingolstadt (STW-I)
- Müllverbrennungsanlage Ingolstadt (MVA-I)
- Esso Ingolstadt (Esso)
- Sondermüllverbrennungsanlage Ebenhausen
- Audi Ingolstadt (Audi)
- E.ON-Kraftwerk Ingolstadt
- E.ON-Kraftwerk Irsching

Zunächst wurden der bestehende Energiebedarf, die vorhandenen Energieerzeugungsanlagen und die Abwärmepotenziale im Raum Ingolstadt überschlagend ermittelt. Daraufhin wurden dann erste Alternativen erarbeitet und bewertet.

Auf Basis der Ergebnisse dieser Vorstudie sollen in der nachfolgend dokumentierten Detailstudie die Ergebnisgenauigkeit verbessert und ein Umsetzungskonzept für die sinnvollen und wirtschaftlich realisierbaren Varianten erarbeitet werden. Eine zusammenfassende Bewertung der Einzelergebnisse und die Erarbeitung von Empfehlungen für jeden beteiligten Energieerzeuger bzw. Energieabnehmer erfolgen ebenfalls. Hindernisse, die einer möglichen Realisierung entgegenstehen, sollen aufgezeigt werden.

2 Grundlagen

Grundlage für die folgenden Ausarbeitungen bilden die bei Ortsbesichtigungen und Besprechungen an EU-Consult GmbH übergebenen Informationen und Unterlagen der beteiligten Unternehmen. Auf Basis dieser Informationen werden Alternativen für die Energieversorgung der beteiligten Unternehmen unter besonderer Berücksichtigung eines Energieverbundes aufgestellt. Hierbei wird der Nutzung von vorhandenem Abwärmepotenzial besondere Bedeutung beigemessen. Kostenbasis für die ökonomische Bewertung der Varianten bildet die erste Jahreshälfte 2006. Die Kostenansätze sind in Tabelle 2.1-1 zusammengefasst. Die in der Vorstudie als technisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll ausgewählten Varianten wurden in der Feinanalyse weiter ausgearbeitet und dem aktuellen Stand angepasst.

2.1 Kostenansätze

Für alle in der Studie erstellten Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen werden die in Tabelle 2.1-1 dargestellten Ansätze verwendet. Die Werte entstammen Literaturangaben, Erfahrungswerten bzw. Internetveröffentlichungen und sind als Basis für die Berechnungen gedacht. Da die tatsächlich in den Unternehmen geltenden Kosten aus Vertraulichkeitsgründen nicht genannt werden dürfen, sind Kostenkurven in die Ausarbeitungen eingearbeitet, in die jeder Projektbeteiligte seine konkreten Verhältnisse selbst eintragen kann. Soweit erforderlich, wurden fehlende Angaben/Grundlagen durch eigene Berechnungen, Vorplanungen, Investitionsermittlungen, Richtpreisanfragen usw. ergänzt. Die Investitionsermittlungen erfolgen auf Basis aktueller Angebotspreise (Preisbasis 1. Quartal 2006). Die Ansätze und Vorplanungen wurden mit ausreichender Genauigkeit ermittelt, so dass auf dieser Basis grundsätzliche Entscheidungen zur Weiterführung der erforderlichen Umsetzungsplanungen, hin zu einer Realisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen, getroffen werden können. Grundsätzlich wurden konservative, d. h. vorsichtige Ansätze gewählt, so dass das tatsächliche Umsetzungsergebnis voraussichtlich wirtschaftlicher ausfallen wird als hier dargestellt.

Tabelle 2.1-1: Kostenansätze

(Preisstand 1. Quartal 2006, netto, Schätzungen anhand von Literatur- und Erfahrungswerten)

Kapitaldienst	Sanierung/Neuinvestition
- Kapitalzinsen	6 %/a
- Rechn. Nutzungszeit	15 a
- Annuitätsfaktor	0,1030
Personalkosten (je MA)	45 T€/a
Wartung/Instandhaltung Rohrleitungstrassen	0,5 %/a (Invest.)
Wartung/Instandhaltung Auskopplungs-Anlagen	2,5 %/a (Invest.)
Wartung/Instandhaltung Kraftwerks-Anlage	1,5 %/a (Invest.)
Verwaltung/Versicherung	0,5 %/a (Invest.)
Strombezugskosten	
- Arbeitspreis	80,00 €/MWh
- KWK- u. EEG-Zulage	enth. €/MWh
- Netznutzung	<u>enth. €/MWh</u>
- Strombezugskosten Gesamt	80,00 €/MWh
Erdgasbezugskosten	
- Arbeit (bezogen auf H _u)	35,00 €/MWh (H _u)
- Erdgassteuer /Ökosteuern	enth. €/MWh (H _u)
Erdgasbezugskosten	35,00 €/MWh (H _u)
Dampfwärmebezugskosten Esso/Bayernoil	16,56 €/MWh
Abwärmebezugskosten Esso/Bayernoil	0,00 €/MWh
Zusatzwasser-/Abwasserkosten	1,50 €/m ³

3 Inhaltsübersicht

Kapitel 2 enthält für die Varianten die Kostenansätze, die bei der ökonomischen Bewertung der Varianten verwendet werden.

Ausgehend von der Aufgabenstellung wird in Kapitel 4 zunächst ein Überblick über die vorhandenen Energieversorgungsanlagen und Energiebedarfswerte der beteiligten Unternehmen aufgestellt. Diese bestehende Anlagensituation bildet bei den weiteren Analysen dann die Basisvariante.

Kapitel 5 enthält dann die Übersicht über die technisch sinnvoll einsetzbaren alternativen Energieversorgungssysteme (Varianten). Um die Vergleichbarkeit und Zuordnung mit den Varianten und Ergebnissen der Vorstudie zu ermöglichen, wurde hier die Nummerierung und Zuordnung wie in der Vorstudie beibehalten.

Im Kapitel 6 werden dann die rein abwärmenutzenden Varianten beschrieben und bewertet.

Im Kapitel 7 werden die Varianten der alternativen Energieerzeugungsanlagen (z. B. GuD-Kraftwerke) beschrieben und bewertet.

Die Darstellung der ökonomischen und der ökologischen Bewertung der Varianten erfolgt jeweils in den einzelnen Kapiteln direkt (z. B. in der Variantenbeschreibung).

Kapitel 8 enthält die zusammenfassende Bewertung aller Ergebnisse der Detailstudie.

4 Übersicht vorhandener Anlagen

Im Folgenden wird für jedes der beteiligten Unternehmen die Energiebedarfs- und -erzeugungssituation dargestellt.

Das nachfolgende Bild 4.0-1 zeigt die Lage der beteiligten Unternehmen im Raum Ingolstadt.

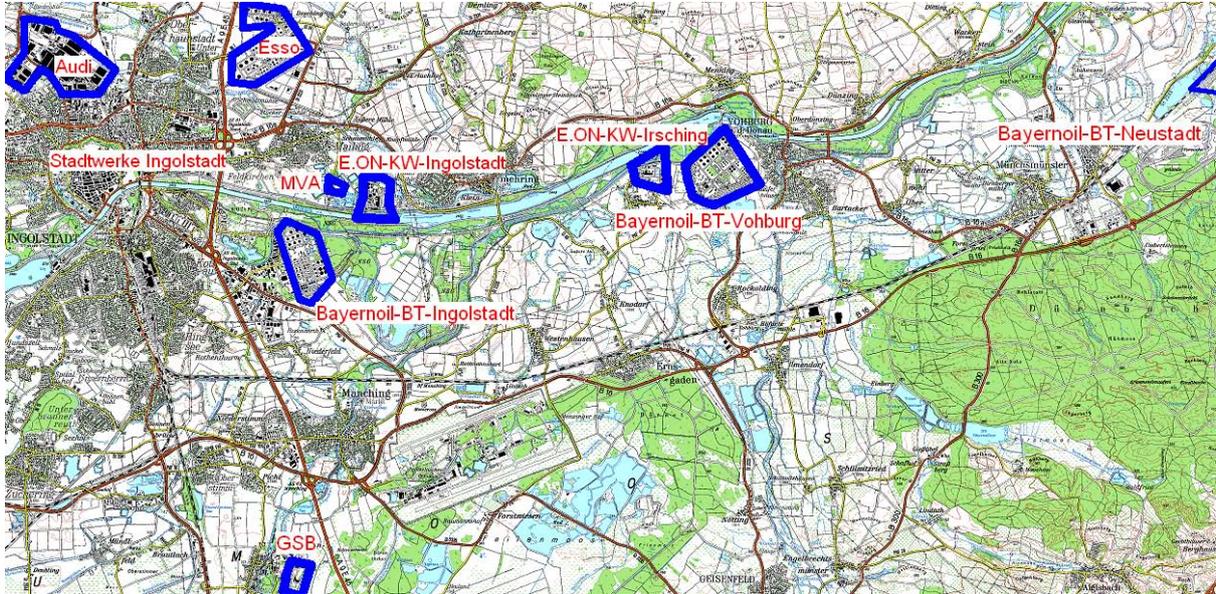


Bild 4.0-1: Lage der beteiligten Unternehmen im Raum Ingolstadt.

Die im Raum Ebenhausen gelegene Sondermüllverbrennungsanlage wird in der Detailstudie nicht mehr betrachtet, da dort die ursprünglich vorhandenen nutzbaren Abwärmemengen intern benötigt werden. Der Bereich Bayernoil Betriebsteil (BT) Neustadt wird gesondert betrachtet (siehe Kap. 4.1.3 und Kap. 5).

4.1 Bayernoil

Die Raffinerie Bayernoil hat im Raum Ingolstadt die drei Betriebsteile

- Bayernoil-Ingolstadt
- Bayernoil-Vohburg und
- Bayernoil-Neustadt

Sie kommen in einem Energieverbund sowohl als Wärme- und Stromkunde wie auch als Primärenergie-lieferant in Frage.

4.1.1 Bayernoil-Ingolstadt

Der Standort Bayernoil-Ingolstadt wird bis 2008 aufgegeben. Eine Neubebauung dieses Bereichs durch andere Nutzer ist vorgesehen.

4.1.2 Bayernoil-Vohburg

Bild 4.1.2-1 zeigt eine Übersicht über den Bereich um den Bayernoil-Standort Vohburg. Zu erkennen sind das nahegelegene E.ON-Kraftwerk Irsching und die Entfernungen zur Wohnbebauung Vohburg und Irsching.

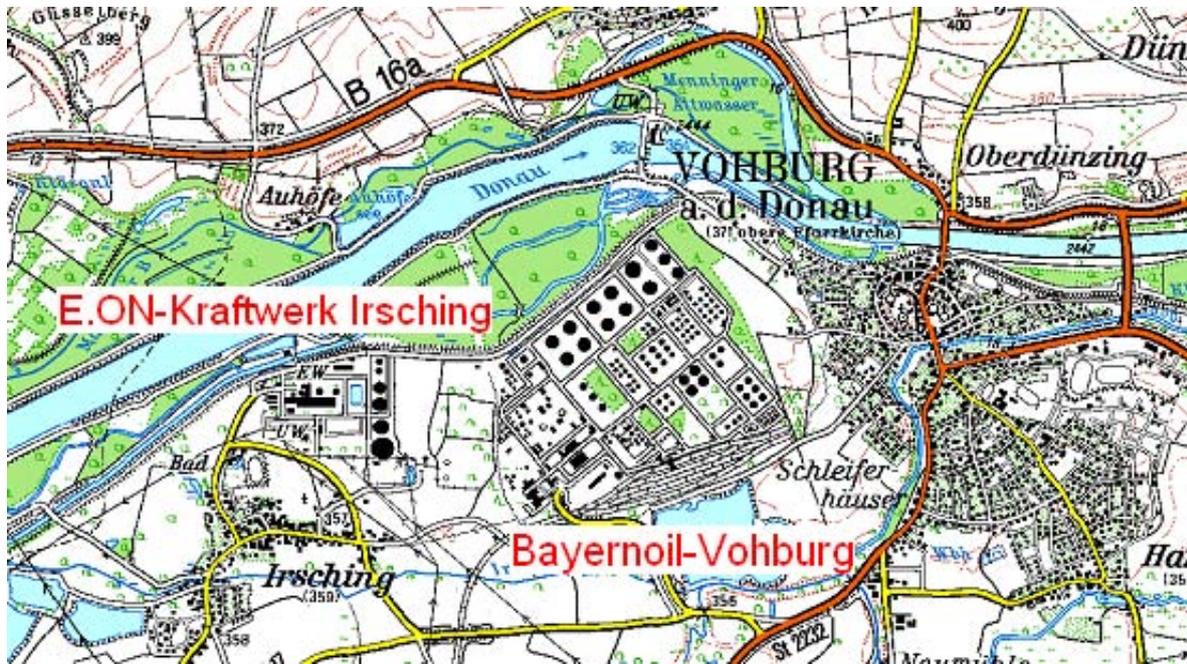


Bild 4.1.2-1: Übersicht Bereich Bayernoil Betriebsteil Vohburg

4.1.2.1 Installierte Dampfkessel

Dampfkesselleistung : 3 x 50 t/h
 p = 30 bar
 T = 332 °C

CO-Boiler: 1 x 35 t/h
 p = 30 bar
 T = 332 °C

Jährliche Dampfproduktion:

Dampfkessel 1: 252.200 t/a
 Dampfkessel 2: 318.700 t/a
 Dampfkessel 3: 246.200 t/a

Summe Dampfkessel: 817.100 t/a

CO-Boiler: 301.800 t/a

Summe: 1.118.900 t/a

Der CO-Boiler muss aus Produktions- und Sicherheitsgründen immer betrieben werden.

Primärenergie

- kein Erdgasanschluss vorhanden
- Kesselanlagen werden mit Raffinerieprodukten betrieben

Ein ganzjähriger Fremddampfbezug in Höhe von 50 t/h bei 30 bar und einer Dampftemperatur von 332 °C ist möglich. Die mögliche Jahres-Fremddampfbezugsmenge beträgt damit ca. 400.000 t/a.

4.1.2.2 Abwärmepotenzial

Bei Luftkühlern wurde ein nutzbares Abwärmepotenzial von ca. 18 MW_{th} im nutzbaren Temperaturbereich über 80 °C identifiziert. Weitere Abwärmequellen sind u. U. noch erschließbar; hier wurde aber zunächst Augenmerk auf die einfach mit nennenswerter Leistung erschließbaren Quellen gelegt. Zur Auskopplung müssen Wärmetauscher in den Produktstrom integriert und Rohrleitungsverbindungen zu einem neu zu errichtenden Nahwärmenetz oder sonstigen Wärmenutzungseinrichtungen geschaffen werden.

Tabelle 4.1.2.2-1: Abwärmepotenzial der Luftkühler bei Bayernoil-Vohburg

Einheit	Auslegungsdruck (barg)	Werkstoff	Medium	Betrieb	°C	MW _{th}
1	14,4	St 35.8	flüssig	kont.	129,5	2,3
2	14,4	St 35.8	flüssig	kont.	117,4	1,4
3	32,0 / 9,14	H II	flüssig	kont.	134,2	2,5
4	39,0	St 35.8	2-phasig	kont.	103,0	1,7
5	39,0	St 35.8	2-phasig	kont.	119,0	2,8
6	14,4	St 35.8	flüssig	kont.	182,0	2,1
7	5,3	St 35.8	Dampf	kont.	96,0	2,2
8	10,0	St 35.8	flüssig	kont.	127,0	2,9
Summe Abwärmepotenzial						17,9

4.1.3 Bayernoil-Neustadt

Bild 4.1.3-1 zeigt die Lageverhältnisse:

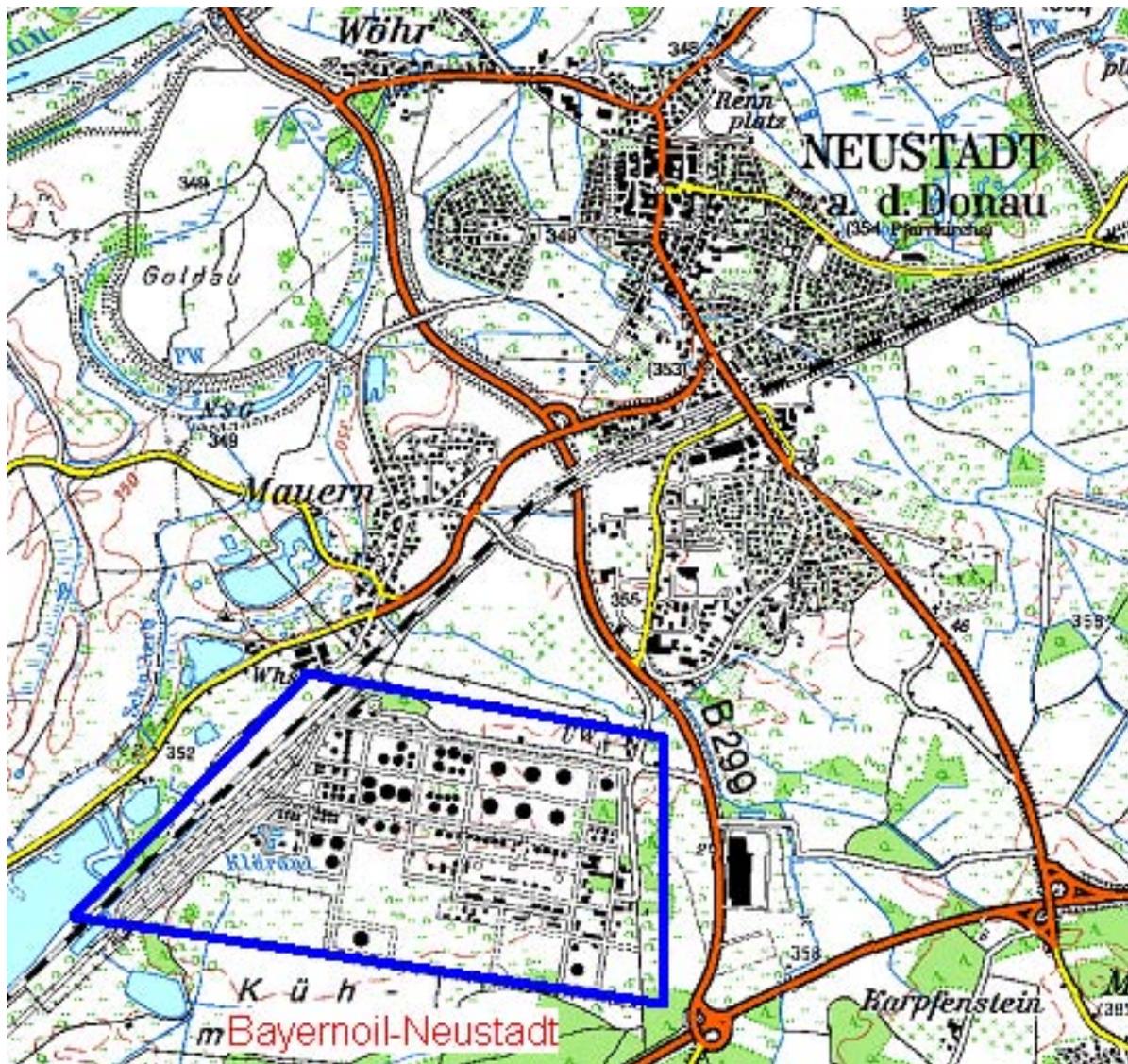


Bild 4.1.3-1: Übersicht Bereich Bayernoil Betriebsteil Neustadt mit Stadtgebiet Neustadt

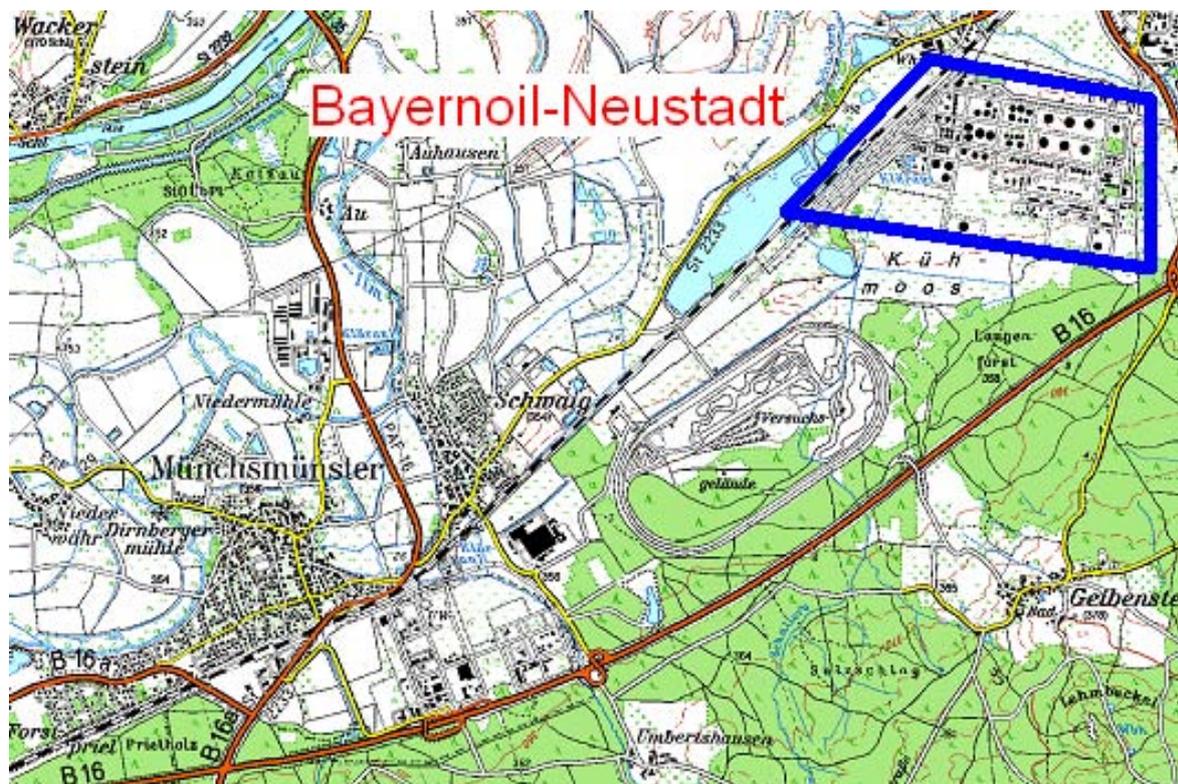


Bild 4.1.3-2: Übersicht Bereich Bayernoil Betriebsteil Neustadt bis Münchsmünster

Abwärmenutzungspotenziale sind vorhanden im Bereich Neustadt, sofern eine Erschließung mit Fern- bzw. Nahwärme möglich ist, und im Bereich Münchsmünster (z. B. im dortigen Industriegebiet), falls eine Erschließung technisch und wirtschaftlich sinnvoll möglich ist.

4.1.3.1 Installierte Dampfkessel:

3 x 40 t/h
 p = 40 bar
 T = 450 °C
 Max-Last: 107 t/h

Zusätzlich:

CO-Boiler: 1 x 44 t/h
 p = 40 bar
 T = 450 °C

Der CO-Boiler muss aus Produktions- und Sicherheitsgründen immer betrieben werden.

CO-Generation: 1 x 45 t/h
 (Gasturbine mit p = 40 bar
 Abhitzeessel) T = 450 °C

Jährliche Dampfproduktion:

Dampfkessel 1: 198.600 MW_{th}/a
 Dampfkessel 2: 158.500 MW_{th}/a
 Dampfkessel 3: 108.400 MW_{th}/a

Summe: 465.500 MW_{th}/a

4.1.3.2 Abwärmepotenzial

Es wurde ein nutzbares Abwärmepotenzial in der Summe mit ca. 30 MW_{th} im Temperaturbereich bis 80 °C identifiziert. Zur Auskopplung müssen Wärmetauscher in den Produktstrom integriert und Rohrleitungsverbindungen zum Wärmenetz geschaffen werden.

Tabelle 4.1.3.2-1: Übersicht Abwärmepotenzial der Luftkühler bei Bayernoil-Neustadt

Einheit	Auslegungsdruck (barg)	Werkstoff	Medium	Betrieb	°C	MW _{th}
1	39,0	St 35.8	2-phasig	kont.	115,0	3,10
2	65,0	St 35.8	2-phasig	kont.	142,3	1,40
3	12,0	St 35.8	2-phasig	kont.	161,2	2,50
4	12,0	St 35.8	flüssig	kont.	112,0	7,65
5	16,0	St 35.8	flüssig	kont.	225,0	1,39
6	10,0	St 35.8	Dampf	kont.	112,9	6,40
7	3,4	St 35.8	Dampf	kont.	93,5	2,10
8	10,4	St 35.8	flüssig	kont.	157,8	3,52
9	18,0	St 35.8	flüssig	kont.	141,9	1,31
10	9,5	St 35.8	flüssig	kont.	107,7	1,48
Summe Abwärmepotenzial						30,85

4.1.4 Brennstoffliefermöglichkeiten

Die Anteilseigner von Bayernoil könnten u.U. kostengünstige Brennstoffe zur Verfügung stellen. Kostengünstigster Brennstoff ist derzeit Schweröl. In diesem Brennstoff sind hohe Bestandteile an Schwefel und Schwermetallen. Derzeit liefert Bayernoil Schweröl von Vohburg per DB-Kesselwagen an das E.ON-Kraftwerk Ingolstadt (Großmehring).

Für die weiteren Variantenuntersuchungen wurden die folgenden Brennstoffspezifikationen für evtl. Brennstofflieferungen ausgewählt:

- Raffineriegas (wird in der Produktion eingesetzt)
H_u = 12.000 bis 13.000 kcal/kg
- Flüssiggas Butylen (C4)
H_u = ca. 10.000 kcal/kg
- Mitteldestillat (Heizöl)
H_u = 10.000 kcal/kg
S-Gehalt = 0,5 bis 2 %
- Rückstand (Schweres Heizöl)
H_u = 9.500 kcal/kg
Nur beheizt pumpfähig

- Heizwassernetzdaten (max.)

- VL-Temp.: 140 °C ganzjährig konstant (Schwankungsbereich 130 bis 140 °C)
- RL-Temp.: 75 °C in Schwachlastzeiten u. U. auf bis zu 115 °C ansteigend
- Nenndruck: PN 16
- Betriebsdruck: VL = 12 bar
RL = 7,5 bis 8 bar
- Dyn. Druckhaltung mittels Druckhaltepumpen

Der Produktionswärmebedarf ist ganzjährig nahezu konstant. Der Raumwärmebedarf entspricht dem Außentemperaturverlauf.

Nutzerseitige Energieeinsparpotenziale wurden seitens Audi bereits – soweit möglich – genutzt.

Alle alten Wärmetauscher im Werksnetz sind für eine VL-Temperatur von 160 °C ausgelegt.

Geringere VL-Temperaturen reduzieren die Wärmeleistungen entsprechend, wodurch im Winter bei maximalem Leistungsbedarf evtl. Probleme auftreten können.

Zukünftige Wärmebedarfsentwicklung:

Eine Prognose zur zukünftigen Wärmebedarfsentwicklung ist sehr schwierig, da dies von folgenden Faktoren abhängig ist:

- a) Audi arbeitet kontinuierlich daran, den Energieverbrauch zu reduzieren, wodurch anstehende Werkserweiterungen teilweise kompensiert werden.
- b) Der Wärmebedarf für Produktionsanlagen ist rückläufig, da die Produktionsanlagen immer höhere innere Wärmelasten haben.

Aufgrund dieser Überlegungen und den Erfahrungen der letzten Jahre soll für die Studie „Wärmeverbund Ingolstadt – Wärmeverbrauch Audi“ höchstens von einem Zuwachs in der Größenordnung plus 10 % bis 20 % zum heutigen Verbrauch ausgegangen werden, selbst dann, wenn Audi zukünftig bei einem Fernwärmeanschluss die Kälteleistung teilweise über Absorptionskälteanlagen abdecken wird. Die nachfolgende Tabelle 4.2.1-1 zeigt eine Übersicht über die Wärmebedarfsdaten des Audi-Werkes und eine Prognose für die künftige Entwicklung. Durch andere Energieversorgungstechniken ersetzbar ist derzeit nur der Bedarf, der durch die Heizhäuser gedeckt wird. Die KWKK-Anlage und die FW-Einspeisung sollen wie derzeit vorhanden weiter einspeisen.

Tabelle 4.2.1-1: Übersicht Wärmebedarfsdaten Audi, Werk Ingolstadt

Audi-Nutzwärmeverbrauch	Dim.	Zukünftige Entwicklung (Schätzung)	Mittelwert	2005	2004	2003
Heizhaus A12 (Erdgas + Heizöl) (berechnete Werte: Verbrauch [m ³ bzw. l] x Heizwert [ca. 10,03 kWh/m ³] x Nutzungsgrad [0,85 %])	MWh/a	244.609	203.841	210.359	197.323	201.552
Heizhaus N11 (Zählwerte Wärme)	MWh/a	50.210	41.842	41.274	42.411	111.027
KWKK N19 (Zählwerte Wärme)	MWh/a	102.026	101.676	102.026	101.326	96.661
Fernwärmebezug (erst seit Dezember 2003)	MWh/a	64.796	64.796	60.454	69.138	6.406
Summe Nutzwärmeverbrauch	MWh/a	461.641	412.154	414.112	410.197	415.646
Summe ersetzbarer Wärmeverbrauch (Jahr 2003 hier nicht ansetzbar, da erst ab Dezember Fernwärmebezug)	MWh/a	294.820	245.683	251.632	239.734	312.579

4.2.2 KWKK-Anlage

Audi betreibt außer den Heißwasserkesselanlagen noch eine KWKK-Anlage auf Basis zweier Gasturbinenanlagen mit Abhitzeessel und Absorptionskälteanlage. Der Aufstellungsort liegt neben dem Heizhaus West.

Anlagendaten KWKK-Anlage:

- Elektrische Leistung: 2 x 4,5 MW_{el}
- Jahres-Stromeinspeisung: 68.000 MWh/a
- Wärmeleistung: max. 10 MW
(Netzeinspeisung)
- Jahreswärmeeinspeisung: ca. 101.676 MWh/a (Mittelwert 2004/5)
- Kälteleistung: 8 MW
(Netzeinspeisung)
- Jahreskälteeinspeisung: max. 7.000 MWh/a
- Kältenetzdaten
 - VL-Temp.: 6 °C
 - RL-Temp.: 12 °C

4.2.3 Strombedarf Audi

Jahresstrombedarf: 614.000 MWh/a
Hiervon ca. 10 % durch KWKK-Anlage gedeckt.

4.2.4 Installierte Wärmeerzeuger

4.2.4.1 Standort Ost

Heißwasserkessel, erdgasbefeuert
3 x 20 MWFWL, B 3: ca. 1962 bis 68
1 x 33 MWFWL, B 3: ca. 1968 bis 72
2 x 32 MWFWL, B 3: ca. 1968 bis 72
1 x 50 MWFWL, B 3: ca. 1976

4.2.4.2 Standort West

Heißwasserkessel, erdgasbefeuert
2 x 32 MWFWL, B 3: ca. 1986
1 x 27,3 MWFWL, B 3: ca. 2003

4.3 Esso

Die Esso-Raffinerie könnte sowohl als Wärmeenergielieferant, Brennstofflieferant wie auch als Energieverbraucher (Strom, Wärme) auftreten. Zwischen der Raffinerie und dem E.ON-Kraftwerk- „Ingolstadt“ bestehen zwei Leitungsstrassen

- Prozessgasleitung für Raffineriegas
Die Leitung wurde seit langem nicht mehr genutzt.
- Schweröl-Pipeline (Heizöl S)
Die Leitung wird selten genutzt, ist aber in Betrieb.

Bild 4.3-1 zeigt eine Übersicht über den Bereich am Standort Esso. Blau dargestellt ist die Leitungstrasse zwischen Esso und E.ON, in Magentafarbe dargestellt sind die vorhandenen Werksgrenzen.

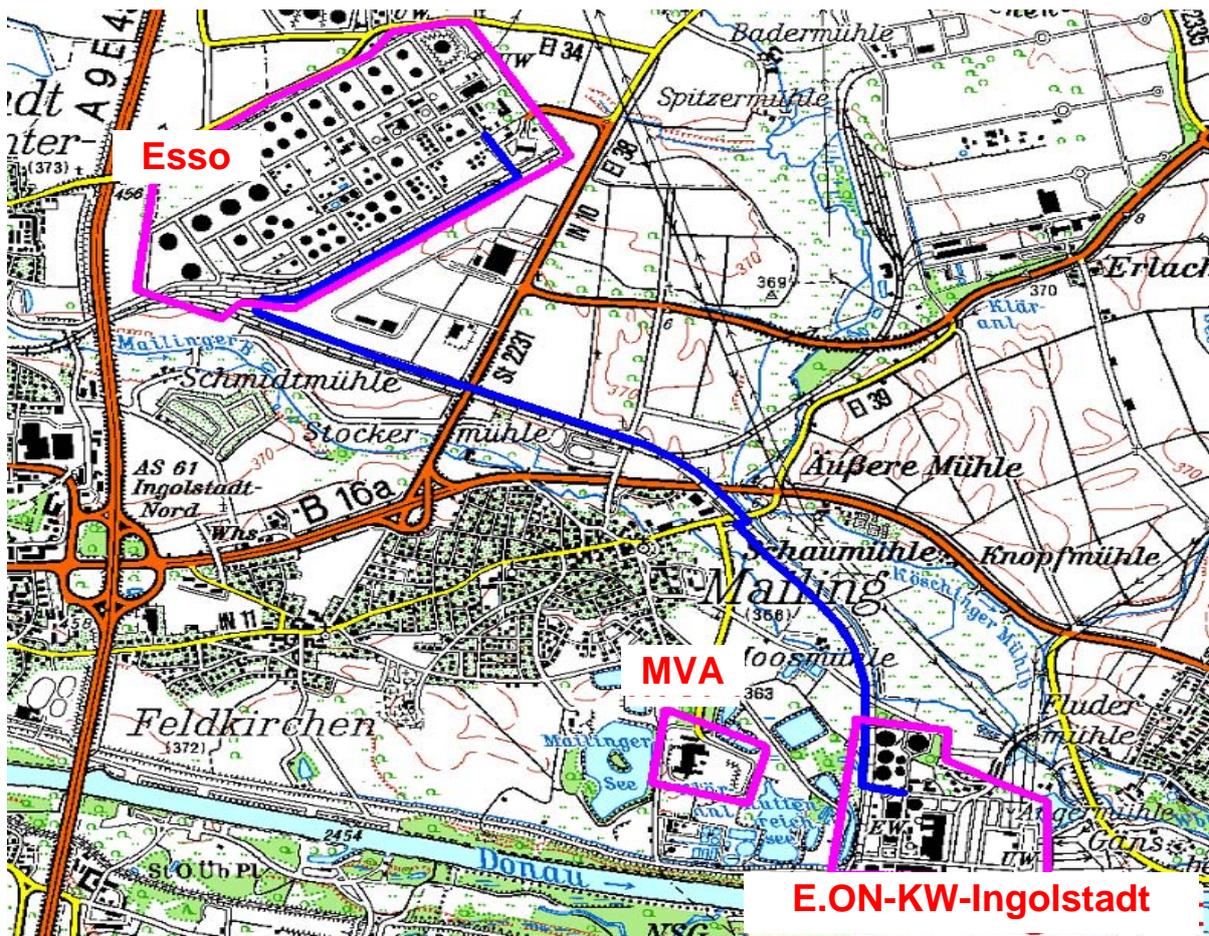


Bild 4.3-1: Übersicht Standort Esso

Das Kraftwerk dient der Stromversorgung des Werksgeländes sowie der Absicherung der Dampfversorgung der Produktionsanlagen. Die Prozessanlagen erzeugen ihrerseits selbst Dampf, so dass durch das Kraftwerk nur die Lastschwankungen im Dampfnetz (durch Produktionsschwankungen etc. ausgelöst) ausgeglichen werden müssen.

4.3.1 Vorhandene Kesselanlagen

Vorhanden sind drei HD-Dampfkessel

- Dampfkessel (A): m = 55 t/h
 p = 70 bar
- Dampfkessel (B): m = 55 t/h
 p = 70 bar
- CO-Boiler (C): m = 70 t/h
 p = 70 bar

4.3.2 Dampfsysteme

Es existieren vier Dampfschienen

- 70 bar-Dampfschiene
- 28 bar-Dampfschiene
- 8,3 bar-Dampfschiene
- 3,2 bar-Dampfschiene

4.3.3 Brennstoffe der Kesselanlagen

- a) Raffineriegase
- b) Crack-Butan
- c) Verdampftes Butan
- d) Heizöl EL (Reserve)

4.3.4 Dampfnutzung / Kesseleinsatz

Die Kesselanlagen werden ganzjährig mit nahezu Nennlast betrieben.

4.3.5 Prozessdampferzeugung

In den Raffinerieprozessen wird teilweise ebenfalls Dampf erzeugt.

Dieser Dampf wird je nach Anlage in die

- 28 bar-Dampfschiene
- 8,3 bar-Dampfschiene
- 3,2 bar-Dampfschiene

ingespeist.

Entsprechend den Anforderungen der Produktion schwankt die Leistung der Prozessdampfschienen zwischen Dampfeinspeisung und Dampfbezug. Der Dampfverbrauch /-überschuss ist jahreszeitlich unterschiedlich (Sommer/Winter). Jahreszeitlich bedingt kann hierbei auch ein Dampfüberschuss bestehen.

4.3.6 CO-Boiler

Der CO-Boiler muss aus Produktions- und Sicherheitsgründen immer betrieben werden.

4.3.7 Stromversorgung

Die Eigenstromproduktion reicht nicht aus, den Gesamtbedarf der Raffinerie zu decken. Der Strombedarf ist ganzjährig relativ konstant.

4.3.8 Rohölpipeline

Es existiert eine Rohölpipeline, die in der Nähe des Audi-Werks vorbeiführt.

4.3.9 Sicherheitsanforderungen an die Versorgung

Bei der Bewertung von Alternativen ist besonders Wert auf

- Versorgungssicherheit
- Betriebssicherheit

zu legen.

Die saisonalen Bedarfsunterschiede sind zu beachten.

4.3.10 Niedertemperaturabwärme

Die Abwärmeleistung der auf dem Raffineriegelände vorhandenen Rückkühlsysteme liegt bei ca. 100 MW_{th}. Die Abwärme steht im Wesentlichen ganzjährig (8.760 h/a) zur Verfügung.

Das Temperaturniveau liegt bei ca. 40 bis 120 °C.

Die Rücklauftemperatur sollte so tief wie möglich liegen.

Rücklauftemperaturen von 60 bis 80 °C sind auch bei VL-Temperaturen bis 120 °C möglich.

Für die Auskopplung dieser Energiemenge sind relativ geringe Aufwendungen in Wärmetauscher, Pumpen und Rohrleitungssysteme erforderlich. Diese Energie könnte bei Bedarf von Esso am Werkszaun kostengünstig bereitgestellt werden.

Im Umfeld des Esso-Geländes befinden sich ein Industriegebiet und etwas weiter auch Wohngebiete, die als potentielle Wärmeverbraucher in Frage kommen.

Die im Temperaturbereich bis 80 °C verfügbaren Abwärmemengen betragen in der Summe 51 MW_{th}.

4.4 E.ON-Kraftwerke

E.ON betreibt im Raum Ingolstadt die Kraftwerke Ingolstadt und Irsching. Sie werden nur zur Netzstabilisierung (Spitzenlastdeckung) und als Reserveeinheiten eingesetzt.

Bild 4.4-1 zeigt eine Übersicht über den Geländebereich.



Bild 4.4-1: Übersicht Bereich E.ON-Kraftwerke Ingolstadt und Irsching

4.4.1 Kraftwerk Ingolstadt

4.4.1.1

Das E.ON-Kraftwerk Ingolstadt wird mit Schweröl (S) betrieben. Eine Schwerölleitung zwischen Esso und Kraftwerk Ingolstadt besteht, wird aber nur selten genutzt.

4.4.1.2

Eine Raffineriegasleitung zwischen Esso und dem Kraftwerk Ingolstadt existiert, wurde aber schon lange nicht mehr betrieben. Der technische Zustand ist nicht bekannt. Die Leitung müsste vor einer Nutzung auf jeden Fall geprüft/ertüchtigt werden.

4.4.1.3 Insgesamt sind vier Blöcke vorhanden

Blöcke 1 und 2 sind stillgelegt. Eine Wiederinbetriebnahme ist technisch und wirtschaftlich aufgrund des Anlagenzustandes nicht sinnvoll.

4.4.1.4 Leistungsdaten Block 3/4

Min-Last: 50 MW_{el}
 Max-Last: 420 MW_{el}
 Kesseldruck: 190 bar

Tabelle 4.4.1.4-1: Abwärmepotenzial E.ON-Kraftwerk Ingolstadt

	Dim.	Block 3	Block 4
Elektrische Leistung	MW	420	420
Betriebsstunden (im Wesentlichen nur werktags)	h/a	200	200
Dampfkesselleistung	t/h	1.250	1.250
Frischdampfdruck	bar	186	186
Frischdampfperatur	°C	535	535
Brennstoffbedarf bei Vollast - Heizöl S	m ³ /h	97	97
Brennstoffwärmeleistung	MW _{Br}	1.007	1.007
Abwärmeleistung Dampfturbinenkondensator (Abschätzung, Temperatur-Niveau 10 bis 20 °C bei Vollast)	MW _{th}	500	500

4.4.1.5

Das Kraftwerk wird im Verbundnetz nur zur Spitzenlast-/Reservelast-Abdeckung eingesetzt. Die Einsatzzeiten sind verhältnismäßig gering; im Regelfall über die Werktage in der Tagesmitte mit höherer Last, selten Vollast, häufige Stillstände.

4.4.1.6 Hilfsdampfkessel

Jahres-Energie-Verbrauch: ca. 5.000 t/a Heizöl EL
 Dampfdruck: 20 bar, Sattedampf
 Leistung: 2 x 10 t/h plus 1 x 15 t/h
 Betrieb: Einsatz nur bei Stillstand des Kraftwerksblocks als Hilfsdampferzeuger
 Betriebszeiten: Kessel 1: 1.300 h/a
 Kessel 2: 1.200 h/a
 Kessel 3: 4.700 h/a

4.4.1.7

Denkbare Synergiebereiche mit Nachbarbetrieben (Esso, Bayernoil)

- Stromaustausch
- Brennstoffaustausch
- Abwärme-/Dampfaustausch

4.4.2 Kraftwerk Irsching

4.4.2.1 Vorhandene Kraftwerksblöcke

Es sind 3 Kraftwerksblöcke vorhanden

Block 1: 1 x 150 MW_{el}

Block 2: 1 x 330 MW_{el}

Block 3: 1 x 440 MW_{el}

Tabelle 4.4.2.1-1: Leistungsdaten E.ON-Kraftwerk Irsching

	Dim.	Block 1	Block 2	Block 3
Elektr. Nettoleistung	MW _{el}	151	312	415
Dampfkesselleistung	t/h	475	950	1.275
Frischdampfdruck	bar	187	181	212
Frischdampftemp.	°C	535	535	535
Brennstoffbedarf bei Volllast				
Erdgas	Nm ³	43.200	82.080	103.000
Heizöl (EL)	t/h	37	68	87
Brennstoffwärmeleistung	MW _{Br}	434	824	1034
Abwärmeleistung Dampfturbinenkondensator (Abschätzung Temperatur-Niveau 10 bis 20 °C bei Volllast)	MW _{th}	210	385	525

Das Kraftwerk ist konserviert.

Block 1 und 2 werden derzeit nicht eingesetzt.

Block 3 wird selten, nur bei Ausfall von Kraftwerksleistung im Verbundnetz (z. B. bei Revisionen) eingesetzt.

Block 3 ist vorbereitet für den Einbau einer Rauchgasreinigung. LuVo, Recigebläse und Saugzug sind vorhanden.

Als Brennstoff werden eingesetzt:

- Erdgas
- Heizöl EL

Die Erdgasversorgung erfolgt derzeit über eine Erdgasleitung mit p = 64 bar, reicht aber nur für die Versorgung von Block 3.

Lieferant: Ruhrgas über Zwischenhändler

Hilfsdampfkessel

Leistung: 2 x 10 t/h
1 x 15 t/h

Dampfdruck: 12 bar

Dampf Temperatur: 230 °C

Anlagenzustand:

Der größte Teil der Anlage ist konserviert.

Block 3 ist mit einigen Tagen Vorlauf leicht wieder in Betrieb zu nehmen.

Als Dampferzeuger für die Blöcke 1 bis 3 werden Turmkessel eingesetzt.

Denkbare Synergiemöglichkeiten:

- Strom- und Wärmeverbund mit Bayernoil-Raffinerie
 - Raffineriegase
 - Heizöl
- Tanknutzung durch Bayernoil
- Tanknutzung als Energiespeicher (nach Umbau).

4.4.2.2 Zukünftig neue GuD-Kraftwerke am Standort Irsching

E.ON beabsichtigt die Errichtung von 3 GuD-Kraftwerksblöcken am Standort Irsching.

Nachfolgendes Bild 4.4.2.2-1 zeigt einen Überblick über die Geländeverhältnisse.

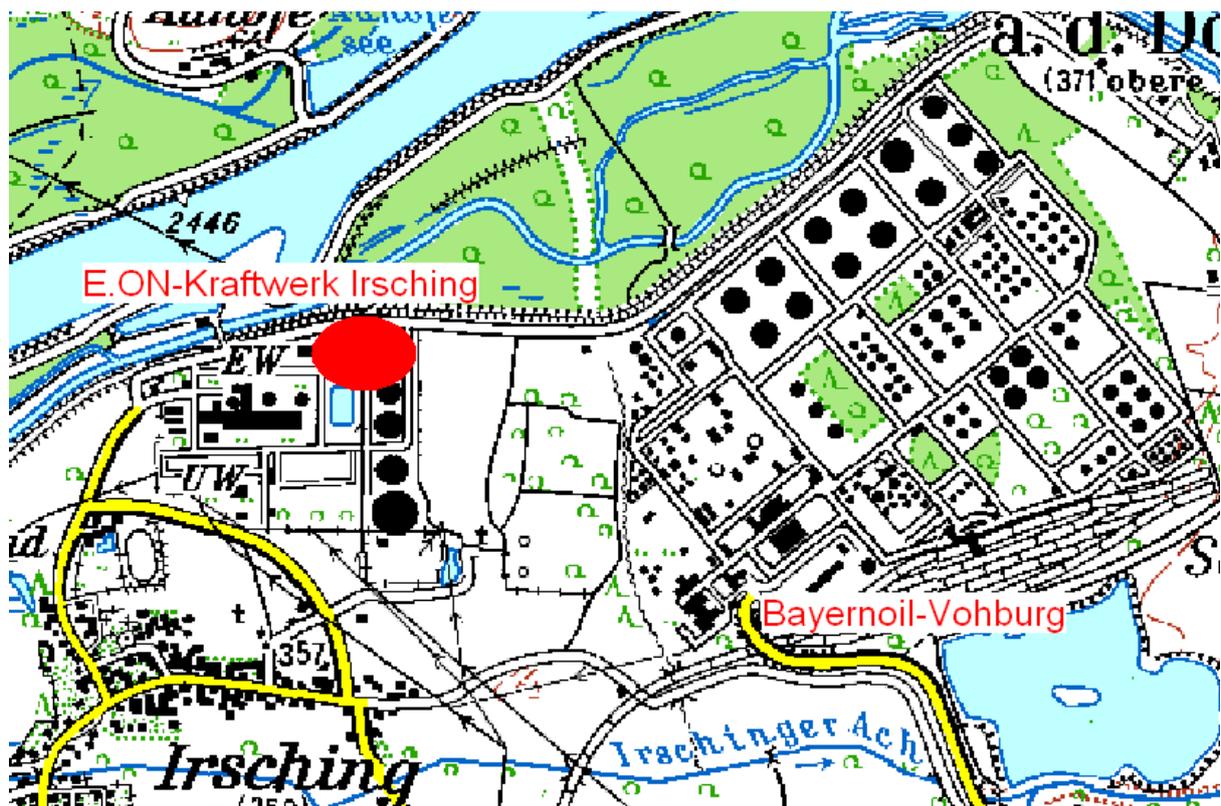


Bild 4.4.2.2-1: Überblick Geländeverhältnisse am E.ON-Standort in Irsching

Rot markiert: geplanter GuD-Kraftwerksstandort

Nachfolgendes Bild 4.4.2.2-2 zeigt eine von E.ON erstellte Luftbildaufnahme mit eingezeichneten Kraftwerksumrissen der neuen GuD-Blöcke.



5. Kraftwerksansichten (Luftbild)



Bild 4.4.2.2-2: Luftbildaufnahme mit eingezeichneten GuD-Blöcken am E.ON-Standort in Irsching

Vorgesehene Kraftwerksleistungen:

2 GuD-Blöcke à 400 MW_{el} (Standardprozess)

1 GuD-Block à 530 MW_{el} (Musterprozess mit besonders hohem elektr. Wirkungsgrad)

Für die Versorgung der neuen GuD-Kraftwerke ist der Bau einer neuen HD-Gasleitung an das Erdgas-Fernleitungsnetz vorgesehen.

Die Möglichkeit von Dampfauskopplungen ist grundsätzlich gegeben. Zu berücksichtigen ist, dass sich dadurch der elektrische Wirkungsgrad reduziert. Eine erste Abschätzung seitens E.ON ergibt für die Auskopplung von Dampf folgende Stromeinbußen:

Tabelle 4.4.2.2-1: Übersicht Stromeinbuße GuD-Kraftwerk bei Dampfabgabe

Entnahmemenge	Dampfdruck der Auskoppelschiene	
	3,5 bar	30 bar
	Stromeinbuße	
55 t/h	5 MW _{el}	13 MW _{el}
350 t/h	31 MW _{el}	82 MW _{el}

Ohne Berücksichtigung sonstiger Kosten entspricht der Mindestpreis für die ausgekoppelte Dampfmenge dem Gegenwert der Stromeinbuße. Die Stromeinbuße kann u.U. durch technische Anpassungen des HD-Kessel und -Turbinenteils verringert werden. In diesem Fall steigt der Brennstoff-

bedarf an. Die GuD-Kraftwerke sind als Spitzenlastanlagen vorgesehen. D. h., sie werden erst bei Stromeinspeisevergütungen $> 40 \text{ €/MWh}_{\text{el}}$ eingesetzt. Die Einspeisevergütungen für Spitzenlaststrom an der Börse in Leipzig steigen z. T. bis auf über $240 \text{ €/MWh}_{\text{el}}$ an. Dies wird bei der Kalkulation möglicher Dampfauskopplungsvarianten berücksichtigt.

Die jährliche Betriebszeit der geplanten GuD-Anlagen wird seitens E.ON mit ca. 4000 h/a angegeben (Betrieb v.a. tagsüber, wochentags).

4.5 Stadtwerke Ingolstadt

Die Stadtwerke Ingolstadt bieten im Stadtgebiet Ingolstadt die Energien:

- Strom
 - Erdgas
 - Fernwärme
- an.

Bild 4.5-1 zeigt eine Übersicht über die Haupttrassen des vorhandenen Fernwärme-Leitungssystems. Die Fernwärmeerzeugung erfolgt größtenteils in Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW-Anlagen) sowie durch Auskopplung von Fernwärme aus der Dampfturbine der Müllverbrennungsanlage. Die aus der Müllverbrennungsanlage ausgekoppelte Fernwärme wird u. a. an Audi weitergeleitet und dient dort der Grundlastdeckung. Generell ist eine Übernahme von Wärme zur Einspeisung in das Fernwärmenetz der Stadt Ingolstadt möglich. Die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme unter Berücksichtigung der vorhandenen KWK-Anlagen muss für die Stadtwerke aber gewährleistet bleiben.

Die im Stadtgebiet Ingolstadt derzeit erkennbaren vorhandenen größeren Wärmeverbraucher, die ggf. an Fernwärme angeschlossen werden können, sind:

- Klinikum

Anschlussleistung:	16 MW _{th} Heizwasser
	7 MW _{th} ND-Dampf für Sterilisation
	5 MW _{th} Kältebedarf (Schätzung)
- Schubert und Salzer: 1 MW_{th} Wärmeanschlussleistung
- Güterverkehrszentren: 13 MW_{th} Wärmeleistung

Im Stadtgebiet sind keine Unternehmen ansässig, die über einen nennenswerten Sommer-Wärme-/Kältebedarf verfügen. Hier müsste, um das vorhandene Abwärmepotenzial nutzen zu können, eine gezielte Ansiedlung von Unternehmen mit entsprechendem Energiebedarf (Kältebedarf, Wärmebedarf), wie zum Beispiel Logistiklager mit Einlagerung von Kühlprodukten, Großbäckereien mit Bedarf an Gefrierenergie, erfolgen. Besonders für den neu zu bebauenden Bereich am ehemaligen Standort Bayernoil-Ingolstadt sollte auf eine fernwärmegebundene Energieversorgung Wert gelegt werden, da hier ein Abwärmepotenzial besteht.

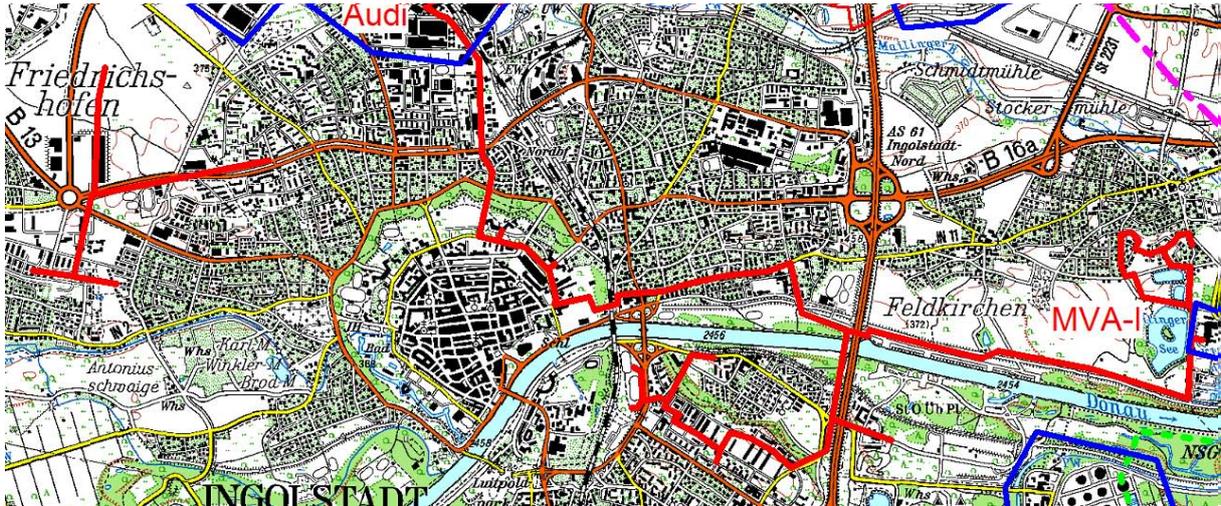


Bild 4.5-1: Übersicht über die Haupt-Fernwärme-Leitungstrassen der Stadtwerke Ingolstadt

4.6 Sondermüllverbrennungsanlage Baar-Ebenhausen

Die Sondermüllverbrennungsanlage verstromt den mit der Verbrennung erzeugten Dampf in einer Dampfturbine. Die Dampfturbine verfügt über eine Entnahme mit einem Druck von 2,0 bar ü. Die dort ursprünglich zur Verfügung stehenden Abwärmemengen (10 MW_{th}) sind durch interne Verbraucher im Wesentlichen aufgebraucht.

Der Standort wird in der Detailanalyse nicht mehr weiter betrachtet, da derzeit keine nennenswerten Abwärmemengen zur Verfügung stehen.

4.7 MVA-Ingolstadt

Die Müllverbrennungsanlage Ingolstadt erzeugt mittels Dampfturbinen elektrischen Strom. Über entsprechende Turbinenentnahmen wird Dampf zur Wärmeversorgung eines Fernheiznetzes ausgekoppelt. Über dieses Netz wird Fernwärme an verschiedene Wärmenetze wie auch an Audi geliefert. Die ausgespeiste Fernwärmeleistung liegt bei ca. 35 MW_{th}. Aufgrund der vorhandenen Anlagenstruktur und Leistungen ist eine Erhöhung der auskoppelbaren Wärmeleistung nicht mehr möglich. Im Energieverbundsystem mit dem E.ON-Kraftwerk Ingolstadt könnten hier in Schwachlastzeiten des FW-Netzes (z. B. im Sommer) für E.ON Dampfmenen auf 2 bar-Niveau oder 42 bar-Niveau bereitgestellt werden. E.ON könnte aber auch Dampf an die MVA abgeben oder in das FW-Netz auf diesen Druckstufen einspeisen. Interessant ist diese Möglichkeit bei den Überlegungen zur Absicherung der FW-Einspeisung. Die vorhandene FW-Leitung wurde nur für ca. 35 MW errichtet. Eine Leistungserhöhung auf dieser Trasse erfordert weitere Investitionen.

5 Variantenübersicht

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Bestandsaufnahme (Kap. 4) ergibt folgendes Bild:

Für die Nutzung der industriellen Abwärme (Niedertemperatur bis 130 °C) sind anhand der räumlichen Verhältnisse folgende Schwerpunkte vorhanden:

B1: Bereich Bayernoil-Vohburg / E.ON-Kraftwerk Irsching

B2: Bereich E.ON-Kraftwerk Ingolstadt / MVA-Ingolstadt

B3: Bereich Bayernoil-Ingolstadt / Stadtgebiet Ingolstadt

B4: Bereich Audi / Esso / Stadtgebiet Ingolstadt

B5: Bereich Bayernoil-Neustadt

B7: Zusätzlich besteht noch die Möglichkeit des Wärmeverbunds der Bereiche B1, B2, B3, B4, jeweils einzeln oder auch gesamt.

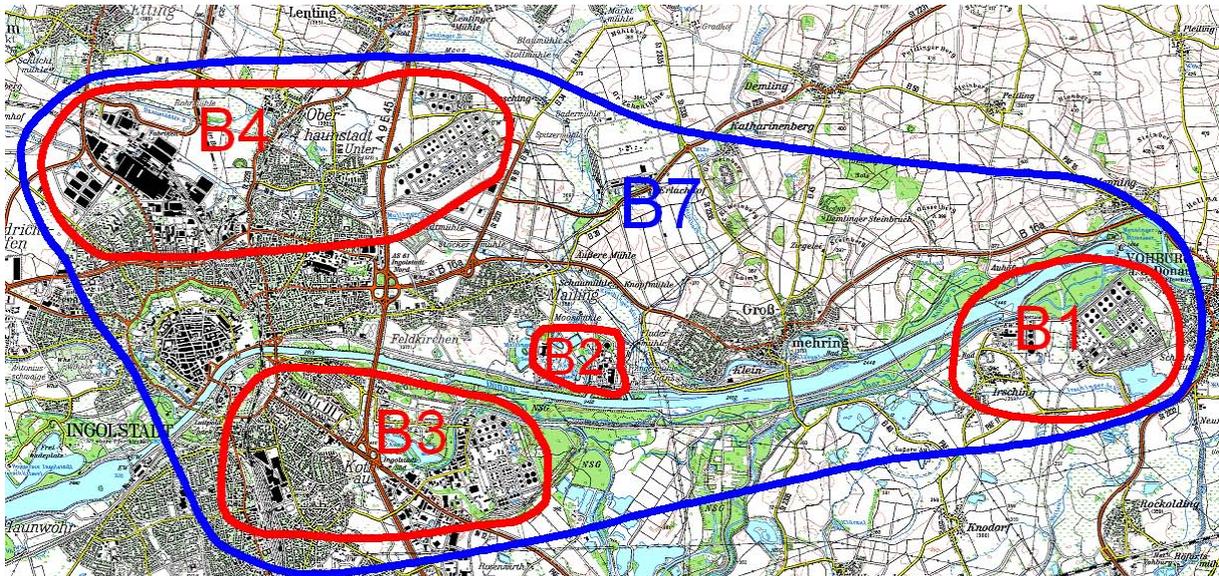


Bild 5.0-1: Übersicht Bereich B1 bis B4 und B7

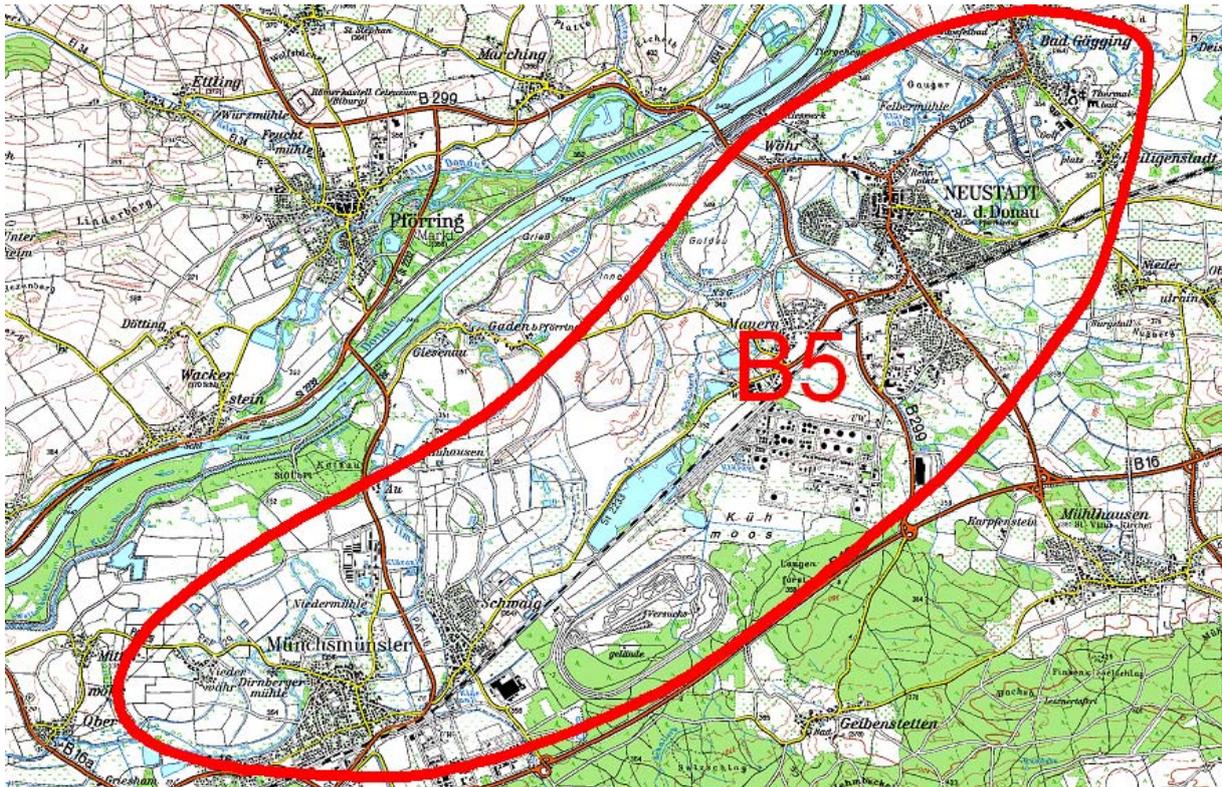


Bild 5.0-2: Übersicht Bereich B5

Hochtemperaturwärme aus den Kesselanlagen steht an den Industriestandorten

- Esso
- E.ON-Kraftwerk Ingolstadt
- E.ON-Kraftwerk Irsching
- Bayernoil-Vohburg und -Neustadt

mit im Grunde frei wählbaren Parametern zur Verfügung (bis 42 bar Dampfdruck sowie mit über 400 °C und z. T. auch darüber hinaus). Zu berücksichtigen ist, dass diese Anlagen auf den Bedarf der dortigen Produktionsanlagen ausgelegt sind und zusätzliche Aufwendungen für Fremdauskopplung erforderlich werden.

Niedertemperatur-Abwärme im Temperaturbereich bis 90 °C aus Rückkühlprozessen steht zur Verfügung an den Standorten

- Esso (ca. 51,0 MW_{th})
- Bayernoil-Vohburg (ca. 17,9 MW_{th})
- Bayernoil-Neustadt (ca. 30,9 MW_{th})

Niedertemperatur-Abwärme im Temperaturbereich bis 40 °C aus den Turbinenkondensatoranlagen steht zur Verfügung an den Standorten

- E.ON-Kraftwerke Ingolstadt und Irsching
- Esso

Da im Rahmen dieser Studie keine wirtschaftlich erschließbaren Potenziale für die Nutzung der Niedertemperaturabwärme bis 40 °C im Umfeld der Wärmequellen ermittelt werden konnten, wurde diese Möglichkeit vor dem Hintergrund der hohen Mengen an verfügbarer Niedertemperaturwärme bis 90 °C und der verfügbaren Hochtemperaturwärme zunächst hier zurückgestellt.

Die Niedertemperaturenergie im Bereich bis 40 °C bildet aber für zukünftige Nutzungen ein erhebliches Potenzial, dessen wirtschaftliche Erschließung aber erst lohnt, wenn die verfügbare höherwertige Abwärme im Bereich bis 90 °C komplett genutzt ist und weiterer Wärmebedarf im Umfeld der Abwärmequellen besteht.

Geothermie

Auf die Nutzung der geothermischen Möglichkeiten der Region wird aufgrund der Ergebnisse der Vorstudie nicht mehr weiter eingegangen. Investitionen in diese Anlagen sind erst lohnenswert, wenn das Abwärmepotenzial der Region ausgeschöpft ist und weiterer Wärmebedarf besteht.

Variantenauswahl Detailuntersuchung

Anhand der Ergebnisse der Vorstudie wurden die Varianten für die weitere Detailuntersuchung wie folgt ausgewählt:

Standort B1 Vohburg/Irsching

- Variante 5.1-I: Errichtung eines GuD-Kraftwerks am E.ON-Kraftwerk Irsching im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg (oder/und weiteren Industriebetrieben)
- Variante 5.1-II: Auskopplung von NT-Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Einspeisung in das FW-Netz Ingolstadt und das Werksnetz Audi

Standort B2 E.ON/MVA Ingolstadt

Zunächst keine weitere Betrachtung der dort möglichen Verbindung von MVA und E.ON-Kraftwerk.

Standort B3 Bayernoil/Stadtgebiet Ingolstadt

Der Standort Bayernoil-Ingolstadt entfällt.

Hier sollte eine fernwärmeorientierte Versorgung der Neubebauung erreicht werden, um die am Standort verfügbare Abwärme der Bayernoil-Raffinerie Vohburg nutzen zu können.

Standort B4 Bereich Audi, Esso, Stadt Ingolstadt

- Variante 5.4-I: Auskopplung von Wärme aus der Esso-Raffinerie und Wärmeversorgung Audi über eine Fernwärmeleitung Esso-Audi ggf. im Verbund mit dem Fernwärmenetz Ingolstadt

Standort B5 Bereich Bayernoil-Neustadt

- Variante 5.5-I: Auskopplung von Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Wärmeversorgung von benachbarten Industriebetrieben und Wohnbereichen über
 - Fernwärmeleitungen
 - Wärmecontainer
- Variante 5.5-II: Auskopplung von Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Kälteversorgung von Bereichen in der Raffinerie und in benachbarten Industriebetrieben und Wohnbereichen mittels Absorptionskälteanlagen über
 - Fernkälteleitungen
 - Kältecontainer

Für diese Varianten konnten im Rahmen der Studie keine konkreten Wärme- bzw. Kältekunden gefunden werden, obgleich bei den angesprochenen potenziellen Wärme-/Kältekunden grundsätzliches Interesse vorhanden war. Eine Weiterverfolgung dieser Möglichkeiten ist sinnvoll und sollte auch außerhalb der Studie weitergeführt werden.

Standort B7(B1) Energieverbund im Gesamtbereich Ingolstadt

- Variante 5.7-I: Errichtung eines zentralen GuD-Kraftwerks im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg, Esso, Audi, Stadtwerke Ingolstadt (siehe Kapitel 7)
- Variante 5.7-II: Wärmeverbund der Standorte Bayernoil-Vohburg, Esso, Audi, Stadtwerke Ingolstadt, E.ON-Kraftwerke Irsching und Ingolstadt

Diese Variante wird im Zusammenhang mit den Abwärmenutzungsvarianten 5.1-II und 5.4-I in Kapitel 6 mit erfasst.

Detailstudienbearbeitung:

Aufgrund der seit Durchführung der Vorstudie eingetretenen Randbedingungen erfolgt für die weitere Detailstudie eine Zusammenfassung der einzelnen vorgenannten Untervarianten:

- **Abwärmenutzungsvarianten** (siehe Kapitel 6)
 - Variante 5.1-II
 - Variante 5.4-I

und der

- **Energieerzeugungsvarianten** (siehe Kapitel 7)
 - Variante 5.1-I
 - Variante 5.7-I

6 Variantenbeschreibung – Abwärmenutzung

Hier wird die Nutzung der Abwärme der Raffinerien Bayernoil (Betriebssteil Vohburg) und Esso-Ingolstadt betrachtet:

Variante 5.4-I: Errichtung eines Abwärmeverbundsystems zwischen Esso und Audi

Variante 5.1-II: Auskopplung von NT-Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Einspeisung in das FW-Netz Ingolstadt und weiter in das Werksnetz Audi

Das gesamte Abwärmennutzungssystem ist im Bild 6.0-1 schematisch dargestellt.

Hierin sind auch die möglichen Wärmenutzungsanschlüsse an die E.ON-Kraftwerke in Irsching und Ingolstadt enthalten, die als Reserveeinspeisungen und für die Dampfversorgung der Raffinerien genutzt werden könnten (in Bild 6.0-1 blau dargestellte Trassen).

Die im Bild 6.0-1 grün dargestellte Trasse berücksichtigt eine mögliche Dampfleitungsverbindung zwischen dem E.ON-Kraftwerk Ingolstadt und der MVA-Ingolstadt. Diese Leitung könnte später einmal als eine mögliche Reserveeinspeisung zur Stützung der FW-Einspeisung in das städtische FW-Netz aus der MVA genutzt werden. Aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit wurden die einzelnen Einspeisevarianten getrennt bewertet.

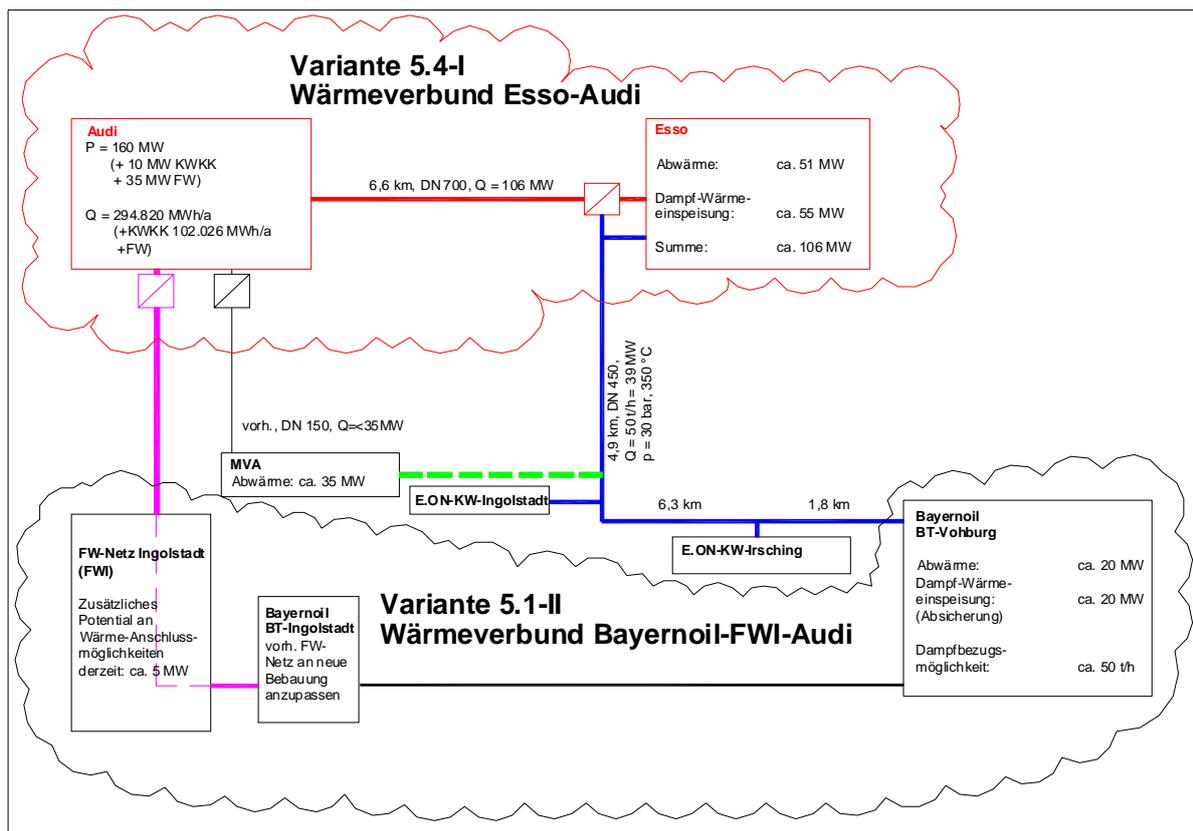


Bild 6.0-1: Übersicht Wärmeverbund Ingolstadt (Gesamtbereich)

Abwärmeverbund Ingolstadt

Leistungen:

- Abwärmelieferung von Esso an Audi über eine neue FW-Transportleitung
 - Abwärmeleistung: 51 MW
 - Dampfwärmeleistung: 55 MW
- Abwärmelieferung von Bayernoil-Vohburg an Audi über die vorhandene FW-Transportleitung bis Ingolstadt, Einspeisung und Durchleitung durch das städtische FW-Netz
 - Abwärmeleistung: 20 MW
 - Dampfwärmeleistung: max. 40 MW
- Wärmebedarf Audi
 - Von extern beziehbare Wärmeleistung: 160 MW
 - Von extern beziehbare Jahreswärme: 294.820 MWh/a

6.1 Variante 5.4-I: Errichtung eines Abwärmenutzungssystems zwischen Esso und Audi

Hierbei Auskopplung von Wärme aus der Esso-Raffinerie und Wärmeversorgung Audi über eine Fernwärmeleitung Esso-Audi, ggf. im Verbund mit dem Fernwärmenetz Ingolstadt.

Randbedingungen und Anlagenumfang

- Errichtung von Abwärme-Wärmetauscheranlagen in den Raffinerieanlagen und Errichtung einer Hochtemperatur-Fernwärme (FW)-Einspeisestation bei Esso.

Hierbei:

Erzeugung von Hochtemperatur über Abwärmenutzungsanlagen und Nacherhitzung mittels dampfbeheizter Wärmetauscher (mit Turbinenabdampf aus dem Esso-Kraftwerk).

- Errichtung einer Hochtemperatur-FW-Leitung zwischen Esso und Audi.

Hierbei:

Einspeisung des gesamten von extern lieferbaren Wärmebedarfs von Audi über diese Leitung.

Bei der Auslegung der Trasse werden berücksichtigt:

- die vorhandene FW-Einspeisung aus dem FW-Netz der Stadtwerke Ingolstadt (MVA-Wärme),
 - die künftige FW-Einspeisung der Bayernoil-Raffinerie Vohburg über eine neue FW-Verbindungsstrasse unter Nutzung des vorhandenen FW-Netzes der Stadtwerke Ingolstadt ,
 - die Einspeisung der bei Audi vorhandenen KWKK-Anlage.
- Die vorhandene FW-Einspeisung (MVA-Wärme), die neue FW-Einspeisung zur Nutzung der Bayernoil-Abwärme (Variante 5.1-II) und die bei Audi vorhandenen Heizkessel bilden die Reserveanlagen zur Absicherung der neuen FW-Leitung zwischen Esso und Audi.

- Errichtung einer FW-Einspeisestation zur Erzeugung von Fernwärme aus der Audi FW-Leitung zur Nutzung im städtischen Fernwärmenetz.
- Nutzung von FW im städtischen Fernwärmenetz Ingolstadt und Erschließung weiterer FW-Kunden durch die Stadtwerke.

6.1.1 Anlagenbeschreibung Variante 5.4-I, Wärmeverbund Esso-Audi

Auf dem Esso-Gelände werden Wärmetauscherstationen zur Nutzung von Abwärme aus den Raffinerieprozessen installiert. Zusätzlich wird eine dampfbeheizte Wärmetauscherstation errichtet. Diese Anlage wird aus dem Esso-Kraftwerk in Kraft-Wärme-Kopplung mit Dampfturbinenabdampf beheizt. Der Anschluss erfolgt an die 3,2 bar- und die 8,3 bar-Dampfschiene. Die Wärmetauscherstation dient der Nacherhitzung des in den Abwärmetauscheranlagen vorerhitzen Fernwärmewassers. Im Regelfall kann dort genügend Dampf aus dem Werksnetz zur Wärmeauskopplung entnommen werden. Da das Esso-Kraftwerk nur auf die Absicherung des Energiebedarfs des Raffineriegeländes ausgelegt ist, kann ein produktionsbedingtes Abschalten der Dampf-Wärmetauscher nicht ausgeschlossen werden. Als Reserveleistung zur Versorgung des Audi-Werksgeländes stehen hier zunächst die Einspeisemöglichkeiten des vorhandenen FW-Anschlusses an das städtische FW-Netz mit der Leistung der MVA-Ingolstadt mit max. 35 MW_{th} zur Verfügung. Zusätzlich steht die Einspeiseleistung aus der Abwärme-Auskopplung bei Bayernoil mit 20 MW_{th} zur Verfügung, die im Realisierungsfall der Variante 5.1-II über einen separaten FW-Anschluss in das Audi-Wärmenetz eingespeist werden können. Des Weiteren sind noch die E.ON-Kraftwerke in Ingolstadt und Irsching vorhanden, deren Anfahrtdampferzeuger und/oder die Kraftwerke selbst (wenn sie zum Bedarfszeitpunkt betrieben werden) als Reserveeinspeisung eingesetzt werden könnten. Aus diesem Grund werden für die hier definierte Variante die vorhandenen Kesselanlagen bei Audi weiter als Reservekessel vorgehalten. Die tatsächliche später benötigte Leistungsgröße dieser Reservekessel orientiert sich dann am künftigen Bedarf und den Einspeisemöglichkeiten aus dem FW-Netz der Stadt Ingolstadt sowie der Liefermöglichkeit aus der Abwärmeauskopplung bei Bayernoil und sonstigen möglichen Einspeisungen (z. B. E.ON-Kraftwerke). Es kann davon ausgegangen werden, dass nur noch ein Teil der derzeit vorgehaltenen Kesselleistung später als Reserveleistung benötigt wird. Die in späteren Jahren evtl. erforderliche Realisierung von neuen Heizkesseln bei Audi richtet sich dann nach dem zum späteren Zeitpunkt erforderlichen Bedarf und danach, zu welchen Kosten ggf. mögliche Reserveeinspeisungen aus den E.ON-Kraftwerken realisiert werden können, die bei einem „Wärmeverbund Ingolstadt“ gemäß Variante 5.7-II, wie im Bild 6.0-1 dargestellt, möglich sind.

Technische Daten FW-Auskopplung Esso und FW-Trasse Esso bis Audi

FW-Einspeiseleistung:	150 MW _{th}	Transportleistung
	110 MW _{th}	Einspeiseleistung
FW-VL-Temperatur:	130 °C	
FW-RL-Temperatur:	60 bis 80 °C	
	(im Sommer in Ausnahmen bis 100 °C)	
Nennwassermenge:	bis 2.500 m ³ /h	
Druckverlust (VL+RL):	bis 8 bar	
Elektr. Gesamt-Pumpenleistung:	742 kW	
Anzahl der Pumpen:	6 Stück (drehzahl geregelt)	

Nennweite FW-Leitung: DN 700
 Nenndruck FW-Leitung: PN 25
 Verlegetechnik: HAT-FW-Rohr (Kunststoffmantelrohr)

Trassenlänge

- Variante A: ca. 6,5 km
- Variante B: ca. 5,5 km

Fernwärme-Transportleitungstrasse Esso bis Audi

Für die Trassenführung der FW-Verbindungsleitung zwischen Esso und Audi wurden im Rahmen der Studie verschiedene Varianten untersucht. Festzustellen ist, dass die kürzest möglichen Trassen durch das Stadtgebiet Ingolstadt verlaufen und aufgrund der vorhandenen Bebauung und der vorhandenen Belegung mit Fremdleitungen anderer Versorgungssparten wirtschaftlich kaum realisierbar sind. Hinzukommen zum Teil auch die zu erwartenden genehmigungsrechtlichen Probleme bei der hier erforderlichen breiten Leitungstrasse. Es wurden hierbei zwei mögliche Trassenführungen herausgearbeitet, die voraussichtlich sowohl genehmigungsrechtlich wie auch wirtschaftlich umsetzbar sind. Die Trassenvarianten wurden mit A und B bezeichnet und werden nachfolgend detaillierter dargestellt.

Bild 6.1.1-1 zeigt eine Übersicht über die örtlichen Verhältnisse. Dargestellt sind die Trassenvarianten A und B.

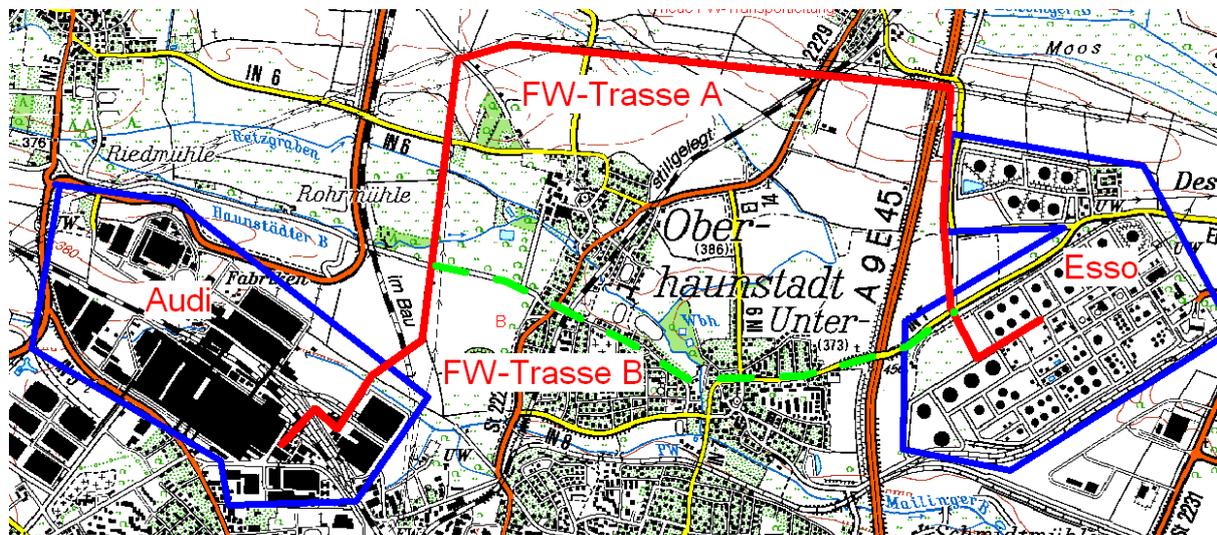


Bild 6.1.1-1: Übersicht FW-Trasse Esso / Audi

Die **Trassenvariante A** ist so gewählt, dass im Bereich der vorhandenen Hochspannungstrassen eine Mitverlegung mit der geplanten EPS-Pipeline möglich ist (Synergieeffekte).

Hier kann sowohl auf der für EPS genehmigten Trasse gebaut wie auch die Realisierung im Rahmen einer gemeinsamen Baumaßnahme durchgeführt werden.

Es ist nach derzeitigem Informationsstand davon auszugehen, dass für diese Trasse eine Genehmigung leichter zu erhalten ist als für die Trassenvariante B.

Die **Trassenvariante B** wurde so gewählt, dass eine möglichst kurze Verbindungsleitung realisiert werden kann, wobei Trassenwege durch dichter belegtes/bebautes Gebiet, die auch möglich sind, zunächst ausgeklammert wurden. Die endgültige Trassenführung muss im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung mit den Behörden abgestimmt und anhand des tatsächlichen Kostenminimums ausgewählt werden.

Beiden Trassenführungen ist gemeinsam, dass motorbetätigte Absperrklappen im Trassenverlauf installiert werden, so dass z. B. bei Leckagen oder Reparaturen an der Leitungsstrasse eine kurzfristige Absperrung einzelner Abschnitte möglich ist. Mittels eines automatisch arbeitenden Lecküberwachungssystems wird die Leitungsstrasse auf Dichtigkeit überwacht.

6.1.2 Investitionen Variante 5.4-I, Wärmeverbund Esso-Audi

Die Ermittlung der Investitionen erfolgt auf Basis der Kosten von Referenzprojekten und Vergleichsrechnungen auf Basis aktueller Materialpreise; Kostenstand: 1. Quartal 2006, alle Angaben in Euro, netto.

Generell sind keine Aufwendungen für Grunderwerb erhalten. D. h., es wird davon ausgegangen, dass von den beteiligten Unternehmen die Flächen auf den Werksgrundstücken kostenneutral zur Verfügung gestellt werden.

Die Investitionsübersicht für die FW-Trassen und die Detailkalkulationen für die sonstigen Anlagenkomponenten sind zur Ermittlung der für eine Realisierung benötigten Investitionen nachfolgend dargestellt. Mit Rücksicht auf die Abstimmungen mit den betroffenen Unternehmen werden die anlagen- und unternehmensspezifischen Details hier nicht dargestellt.

Nachfolgende Tabelle 6.1.2-1 zeigt die Gesamtinvestitionsübersicht der Variante 5.4-I, Wärmeverbund Esso-Audi. Hierin sind alle mit der Realisierung verbundenen Kosten mit Ausnahme evtl. Grundstückskosten enthalten. Kalkuliert wurde die Trassenvariante A.

Tabelle 6.1.2-1: Investitionsübersicht Variante 5.4-I, Wärmeverbund Esso-Audi (Trassenvariante A)

Investitionen FW-Verbindung Esso-Audi	Investitionen T€	Nutzung a	Annuität %/a	Kapitalkosten T€/a
1. FW-Einspeisestationen Esso, komplette Anlage bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> - Abwärmetauscheranlagen - Dampf-Wärmetauscherstation - Pumpstation - Rohrleitungsanbindung - Interne Verrohrung - E-/MSR Technik 	10.040	15	0,1030	1.034
2. FW-Trasse Esso-Audi Transportkapazität: 110 MW, DN 700, Länge: ca. 6,5 km	18.200	15	0,1030	1.874
3. FW-Einspeisestation Audi komplette Anlage, einschl. E-/MSR	1.370	15	0,1030	141
4. Summe FW-Auskopplung	29.610			3.049

6.1.3 Leistungs- und Jahresarbeitsansätze: Variante 5.4-I, Wärmeverbund Esso-Audi

Auf Basis der in Kapitel 6.1.1 beschriebenen Anlagenkonzeption ergeben sich die nachfolgend dargestellten Wärmeversorgungszenarien. Allen Berechnungen liegt die Anforderung einer ganzjährigen Mindest-VL-Temperatur von 130 °C seitens Audi zugrunde.

Bild 6.1.3-1 zeigt die technisch mögliche Wärmelieferung von Esso an Audi in der geordneten Jahresdauerlinie. Das Bild zeigt, dass von Esso nahezu der gesamte Heizwärmebedarf gedeckt werden könnte. Hierbei würden außer den Abwärmetauschern auch die dampfbetriebenen Wärmetauscher voll eingesetzt. Die Dampfenergie wird bei Esso üblicherweise zur Stromerzeugung eingesetzt und steht somit nicht kostenlos zu Heizzwecken zur Verfügung. Insofern zeigt Bild 6.1.3-1 die technischen Liefermöglichkeiten, die z. B. bestehen, wenn an der Bayernoil-Abwärmelieferung aus sonstigen Gründen Lieferunterbrechungen oder Lieferreduzierungen entstehen.

Tabelle 6.1.3-1 zeigt das Ergebnis der Jahresdauerlinie in Bild 6.1.3-1, die sog. Leistungs- und Arbeitsansätze, als Basis für die Jahreskostenberechnung in Kapitel 6.1.4.

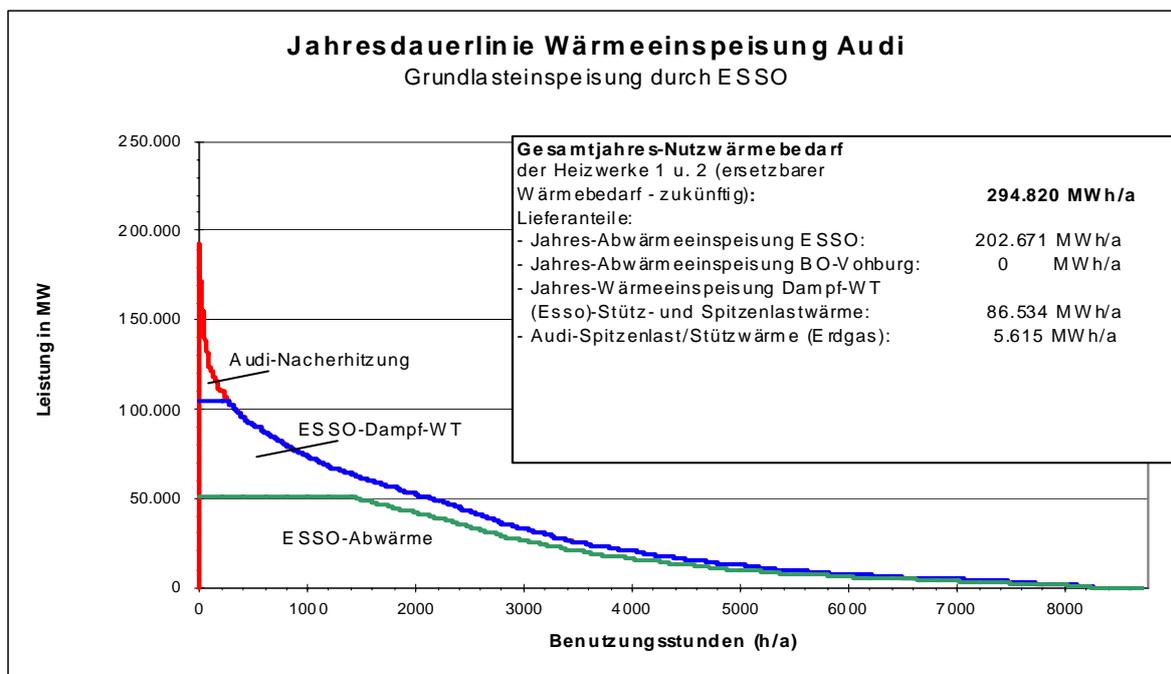


Bild 6.1.3-1: Jahresdauerlinie der technisch möglichen Wärmelieferung Esso an Audi

Tabelle 6.1.3-1: Leistungs- und Arbeitsansätze Wärmeversorgung Audi gemäß Jahresdauerlinie Bild 6.1.3-3

Leistungs- und Arbeitswerte Wärmelieferung Esso an Audi	Dim.	Variante 5.4-I Wärmelieferung Esso an Audi
Einspeiseleistung		
Abwärmeleistung Esso	MW	51
- Dampfwärmeleistung Esso	MW	55
Summe Einspeiseleistung	MW	106
Vollbenutzungsstunden Abwärmelieferung	h/a	3.974
Vollbenutzungsstunden Dampfärmelieferung	h/a	1.573
Wärmeliefermenge		
- Abwärmelieferung Esso	MWh/a	202.671
- Dampfärmelieferung Esso	MWh/a	86.534
Summe Einspeiseleistung	MWh/a	289.205
Elektrischer Eigenbedarf		
- Pumpstrom-Leistung Abwärmelieferung	kW	226
- Pumpstrom-Leistung Wärmetransport	kW	750
- Pumpstrom-Jahresarbit	MWh/a	5.059

6.1.4 Jahreskostenberechnung: Variante 5.4-I, Wärmeverbund Esso-Audi

Die Berechnung basiert auf den Kostenansätzen gemäß Kapitel 2.1.

Als rechnerische Nutzungszeit wurden abstimmungsgemäß zunächst 15 Jahre für alle Anlagenkomponenten angenommen. Unter üblichen Betriebsbedingungen beträgt die technische Lebensdauer der Rohrleitungskomponenten bis zu 50 Jahre, die der maschinentechnischen Ausrüstung bis zu 25 Jahre.

In den Kostenansätzen sind alle

- Kapitalkosten
- verbrauchsgebundenen Kosten
- betriebsgebundenen Kosten

enthalten.

Aufwendungen für Abschreibung, Betrieb und Wartung der vorhandenen Kesselanlagen bei Audi wurden nicht berücksichtigt, ebenso keine Aufwendungen für den Erdgasverbrauch der vorhandenen Kesselanlagen bei Audi.

Es sind auch keine Deckungsbeiträge für die Bereitstellung der Esso-Abwärme hier enthalten. Für die zur Spitzenlastdeckung benötigte Dampfenergie in den Wärmetauschern bei Esso wurden die Ansätze in Kapitel 2.1 berücksichtigt. Diese berücksichtigen den entgangenen Stromertrag aus der im Wärmeauskopplungsfall nicht nutzbaren Stromerzeugung in der Dampfturbine im Esso-Kraftwerk.

Das Ergebnis der Jahreskostentabelle (Tabelle 6.1.4-1) gibt somit nur die Wärmebezugskosten aus der FW-Verbindungsleitung zwischen Esso und Audi frei Wärmenetz Audi an. Alle damit in Verbindung stehenden Kosten sind hier enthalten.

Tabelle 6.1.4-1: Jahreskosten Wärmeversorgung Audi und spezifische Wärmeversorgungskosten
 Variante 5.4-I, Wärmeverbund Esso-Audi

Jahreskostenberechnung Wärmeversorgung Audi mit Esso-Wärme	Dim.	Variante 5.4-I Wärmelieferung Esso an Audi
1. Kapitalkosten	T€/a	3.049
2. Verbrauchsgebundene Kosten		
- Stromkosten Eigenbedarf	T€/a	405
- Gasbezug (Arbeit)	T€/a	0
- Dampfwärmebezug von Esso (Arbeit)	T€/a	1.433
- Abwärmebezug von Esso (Arbeit)	T€/a	0
- Zusatzwasser	T€/a	75
- Sonstige Betriebsmittel	T€/a	10
Zwischensumme Verbrauchsgebundene Kosten	T€/a	1.923
3. Betriebsgebundene Kosten		
- Wartung/Instandhaltung (15 Jahres-Mittel)	T€/a	376
- Personal- und FW-Anlagenbetriebskosten	T€/a	90
- Versicherung/Verwaltung	T€/a	148
Zwischensumme Betriebsgebundene Kosten	T€/a	614
Gesamt Jahreskosten	T€/a	5.586
Jahres-Wärmeeinspeisung	MWh/a	289.205
spezifische Wärmebezugskosten Audi	€/MWh	19

6.2 Variante 5.1-II: Auskopplung von NT-Abwärme der Bayernoil-Raffinerie

6.2.1 Anlagenbeschreibung Variante 5.1-II: Auskopplung von NT-Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Einspeisung in das FW-Netz Ingolstadt und weiter in das Werksnetz Audi

Auf dem Bayernoil-Gelände in Vohburg werden Wärmetauscherstationen zur Nutzung von Abwärme aus den Raffinerieprozessen installiert. Zusätzlich wird eine dampfbeheizte Wärmetauscherstation errichtet. Diese Anlage wird mit Dampf aus den auf dem Bayernoil-Werksgebiet vorhandenen Dampfschienen beheizt. Der Anschluss erfolgt an die 3,5 bar- und 12 bar-Dampfschiene. Die Wärmetauscherstation dient der Nacherhitzung des in den Abwärmetauscheranlagen vorerhitzten Fernwärmewassers. Im Regelfall kann dort genügend Dampf aus dem Werksnetz zur Wärmeauskopplung entnommen werden.

Da die Bayernoil-Dampfversorgungsanlage nur auf die Absicherung des Energiebedarfs des Raffineriegeländes ausgelegt ist, kann ein produktionsbedingtes Abschalten der Dampf-Wärmetauscher nicht ausgeschlossen werden. Als Reserveleistung zur Versorgung des Audi-Werksgebietes stehen hier zunächst die Einspeisemöglichkeiten des vorhandenen FW-Anschlusses an das städtische FW-Netz mit der Leistung der MVA-Ingolstadt mit max. 35 MW_{th} zur Verfügung. Zusätzlich steht die Einspeiseleistung aus der Abwärme-Auskopplung bei Esso mit 105 MW_{th} zur Verfügung, die im Realisierungsfall der Variante 5.4-I über einen separaten FW-Anschluss in das Audi-Wärmenetz eingespeist werden können. Des Weiteren sind noch die E.ON-Kraftwerke in Ingolstadt und Irsching vorhanden, deren Anfahrtdampferzeuger und/oder die Kraftwerke selbst (wenn sie zum Bedarfszeitpunkt betrieben werden) als Reserveeinspeisung eingesetzt werden könnten. Aus diesen Gründen werden für die hier definierte Variante die vorhandenen Kesselanlagen bei Audi weiter als Reservekessel vorgehalten. Die tatsächliche später benötigte Leistungsgröße dieser Reservekessel orientiert sich dann am künftigen Bedarf und den Einspeisemöglichkeiten aus dem FW-Netz der Stadt Ingolstadt sowie der Liefermöglichkeit aus der Abwärmeauskopplung bei Esso, Bayernoil und sonstigen möglichen Einspeisungen

(z. B. E.ON-Kraftwerke). Es kann davon ausgegangen werden, dass nur noch ein Teil der derzeit vorgehaltenen Kesselleistung später noch als Reserveleistung benötigt wird.

Die in späteren Jahren evtl. erforderliche Realisierung von neuen Heizkesseln bei Audi (als Ersatz für die vorhandenen Kesselanlagen) richtet sich dann nach dem zum späteren Zeitpunkt erforderlichen Bedarf und danach, zu welchen Kosten ggf. mögliche Reserveeinspeisungen aus den E.ON-Kraftwerken realisiert werden können, die bei einem „Wärmeverbund Ingolstadt“ gemäß Variante 5.7-II, wie im Bild 6.0-1 dargestellt, möglich sind.

Die in den Wärmetauscheranlagen bei Bayernoil-Vohburg erhitzte Heizwassermenge wird über eine vorhandene Fernwärmeleitungstrasse zwischen dem Bayernoil-Betriebsteil Vohburg und dem Bayernoil-Betriebsteil Ingolstadt nach Ingolstadt transportiert.

Da der Bayernoil-Betriebsteil Ingolstadt stillgelegt wird, erfolgt dort im Zuge der Sanierung des alten Fabrikgeländes und der Neubebauung die Errichtung einer FW-Einspeisestation in das städtische Fernwärmenetz Ingolstadt mit entsprechender FW-Anbindung. Innerhalb des städtischen FW-Netzes werden zusätzliche Leitungstrassen ausgebaut, so dass die von Bayernoil gelieferte FW-Menge sowohl im innerstädtischen Netz verteilt als auch nach Audi durchgeleitet werden kann. Hierdurch ist auch eine Absicherung der von der MVA an das städtische FW-Netz gelieferten FW-Mengen gegeben.

Technische Daten FW-Auskopplung Bayernoil-Vohburg und FW-Einspeisung in das städtische FW-Netz mit Anbindung Audi

FW-Einspeiseleistung:	20 bis 30 MW _{th}
FW-VL-Temperatur:	130 bis 145 °C
FW-RL-Temperatur:	60 bis 70 °C
Nennwassermenge:	bis 300 m ³ /h
Druckverlust (VL/RL):	bis 21 bar
Elektr. Gesamt-Pumpenleistung:	290 kW
Anzahl der Pumpen:	6 Stück (drehzahl geregelt)
Nennweite FW-Leitung:	DN 250 VL: max. 180 °C DN 200 RL: max. 120 °C
Betriebsdruck FW-Leitung:	20 bar ü
Verlegetechnik:	HAT-FW-Rohr
Trassenlänge	ca. 9,0 km

Die Gesamtanlage besteht aus fünf Hauptanlagenteilen:

- Wärmeauskopplungsanlage bei Bayernoil-Vohburg
- Fernwärme-Transportleitung Vohburg bis Ingolstadt
- Druckerhöhungs-Pumpstation (Booster-Pumpstation)
- Wärmeeinspeisungsanlage ins FW-Netz Ingolstadt
- Netzverstärkung im FW-Netz Ingolstadt zur Durchleitung bis Audi
- Einspeisungsanlage bei Audi.

In die Heizwasser-Vorlaufaufleitung bei Bayernoil-Vohburg wird eine aus drei Pumpen bestehende Pumpengruppe integriert, die das FW-Vorlaufwasser in die FW-Transportleitung in Richtung Ingolstadt fördert. Die Pumpen sind drehzahl geregelt und werden über ein zentrales Leitsystem druck- und mengenabhängig im Verbund mit den am FW-Netzeinspeisepunkt in Ingolstadt und in der in Trassenmitte gelegenen Booster-Pumpstation installierten Umwälzpumpen gesteuert.

Auf dem Bayernoil-Werksgelände wird ein Rohrleitungsnetz installiert, an das alle in den einzelnen Produktionsanlagen installierten Abwärmenutzungsanlagen angeschlossen werden. In den Abwärme-Wärmetauschern bei Bayernoil-Vohburg wird das Heizwasser auf ca. 120 °C aufgeheizt. Da Audi eine Heizwassertemperatur von 130 °C benötigt, erfolgt eine Nacherhitzung des in den Abwärme-Wärmetauschern aufgeheizten Heizwassers in einer dampfbeheizten Wärmetauscherstation, die in den Heiznetzvorlauf eingebunden ist. In dieser Wärmetauscherstation sind zwei Wärmetauscher installiert. Ein Wärmetauscher ist an das 12/16 bar-Dampfnetz angeschlossen, der zweite Wärmetauscher an das 3,5 bar-Dampfnetz. Je nach Auslastung der Dampfschienen und dem Energiebedarf im städtischen FW-Netz bzw. bei Audi werden die Wärmetauscher einzeln oder parallel zur Heizwassererwärmung eingesetzt. Die dampfbetriebenen Wärmetauscher bilden auch die Reserveeinspeisung bei z. B. produktionsbedingtem Ausfall einzelner Abwärmenutzungsanlagen.

Da die VL-Transportleitung für eine Medientemperatur von 180 °C ausgelegt ist, kann die Transportkapazität bei Erhöhung der VL-Temperatur bis auf 44 MW_{th} gesteigert werden. Im Normalbetrieb wird die VL-Temperatur so eingestellt, dass am FW-Netz-Einspeisepunkt eine VL-Temperatur von 130 °C erreicht wird. Bei höheren Lastanforderungen ist dort eine Beimischstation vorgesehen, die dann durch Beimischen von Rücklaufwasser die Vorlauftemperatur auf den erforderlichen Wert einstellt, wenn die Transportleitung mit höheren VL-Temperaturen betrieben wird.

Die Steuerung der bei Bayernoil-Vohburg in den Prozessanlagen installierten Komponenten erfolgt über das in den Produktionsanlagen vorhandene zentrale Leitsystem. An dieses System werden alle bei Bayernoil-Vohburg zu installierenden Wärmetauscheranlagen angeschlossen, so dass die Produktionsleitstände bei Bayernoil-Vohburg die in ihren Anlagen installierten Komponenten produktionsspezifisch steuern können. Parallel hierzu werden die aktuellen Betriebsdaten der Wärmeauskopplungsanlagen an das zentrale Leitsystem des Wärmeverbundsystems weitergeleitet und auch dort visualisiert.

Die bei Bayernoil-Vohburg installierte Netz-Vorlauf-Pumpengruppe besteht aus drei drehzahlregulierten Umwälzpumpen. Die Umwälzpumpen werden im Verbund mit den am Netzeinspeisepunkt installierten Netz-Rücklauf-Pumpen und mit den in der FW-Transporttrassenmittel im Vor- und Rücklauf installierten drehzahlregelbaren Boosterpumpen betrieben. Die Fördermenge und der Förderdruck dieser Pumpengruppen orientieren sich an den Anforderungen der Wärmeeinspeisung ins städtische FW-Netz und bei Audi.

Das neue Abwärmenutzungssystem wird bei Audi parallel zu den bestehenden Heizkesseln und parallel zur bestehenden FW-Einspeisung im vorhandenen Heizhaus Ost und im Heizhaus West eingespeist. Zur Entkopplung der Wassermengen des FW-Netzes und des Audi-internen Heizwärmenetzes ist eine Erweiterung der vorhandenen FW-Wärmetauscheranlage vorgesehen. Die Einspeisung muss im Heizhaus Ost parallel zur bestehenden FW-Einspeisung erfolgen, da das von den FW-Wärmetauschern erwärmte Audi-Heizwasser noch durch Beimischen von heißem Kesselwasser nacherwärmt werden muss. Die Ursache hierfür ist, dass aus technischen Gründen die Wassertemperatur im FW-Vorlauf nicht über 130 °C angehoben werden kann und durch Wärmeverluste im FW-Netz und durch die Grädigkeit der FW-Wärmetauscher nur eine Heizwassererwärmung auf ca. 120 °C möglich ist. Im Audi-Werksnetz werden aber 130 °C benötigt. Die vorhandenen Kesselanlagen bei Audi dienen der Nacherhitzung des über das städtische FW-Netz erwärmten Heizwassers und als Reserve- und Spitzenlastkessel. Die Kessel können Heizwasser-Vorlauftemperaturen bis über 160 °C erzeugen und so gegebenenfalls durch Zumischen von hochtemperiertem Heizwasser die Netzwasser-Vorlauftemperatur im Audi-internen Heiznetz über 130 °C hinaus anheben, wenn dies im Spitzenlastbetrieb im Winter erforderlich sein sollte. Die Gesamtnetzdruckhaltung und Nachspeisung von Netzwasser im Audi-Werksnetz erfolgt über die vorhandene Druckhalteanlage bei Audi.

Die Absicherung der einzelnen Wärmetauscheranlagen bei Bayernoil-Vohburg (vor allem bei abweichenden Betriebsbedingungen, Abschaltungen usw.) erfolgt über separate Einzeldruckhaltungen. Die FW-Transportleitung ist durch eine auf zwei Standorte verteilte Mitteldruckhaltung abgesichert. Hierdurch wird gleichzeitig auch der Ruhedruck im städtischen FW-Netz sichergestellt.

Fernwärme-Transportleitungstrasse Bayernoil-Vohburg bis Netzeinspeisepunkt FW-Netz Ingolstadt

Für die FW-Verbindungsleitung zwischen Bayernoil-Vohburg und dem Netzeinspeisepunkt ins städtische FW-Netz werden die vorhandenen Rohrleitungstrassen zwischen dem Bayernoil-Betriebsteil Vohburg und Ingolstadt verwendet. Durch die Stilllegung des Standortes Ingolstadt werden diese Rohrleitungs- und Kabeltrassen frei und können für andere Zwecke weiterverwendet werden. Genutzt wird eine vorhandene Rohrleitung DN 250, die für eine Medientemperatur von 180 °C ausgelegt ist und eine vorhandene Rohrleitung DN 200, die für eine Medientemperatur von 120 °C ausgelegt ist. Zusätzlich werden noch vorhandene Elektro- und Steuerkabelverbindungen zur Stromversorgung der Boosterpumpstation und zum Datenaustausch zwischen dem Leitsystem des FW-Netzes, den Pumpstationen und dem Werksgelände Bayernoil-Vohburg verwendet. Etwa in Trassenmitte wird eine Boosterpumpstation neu errichtet und an die beiden vorhandenen Transportleitungen sowie die Kabeltrassen angeschlossen.

Die Boosterpumpstation besteht aus:

- Rohranschluss DN 200 Leitung (2x),
- Rohranschluss DN 250 Leitung (2x),
- Je Leitung drei drehzahlgeregelte Umwälzpumpen, jeweils parallel geschaltet, ausgerüstet mit Absperrschieber vor und hinter den Pumpen, Schmutzfänger vor den Pumpen, Rückschlagventile nach den Pumpen sowie der zugehörigen E-/MSR-Technik,
- Fertigbetongebäude mit Ortbetonbodenplatte in hochwassersicherer Lage aufgeständert.

Bild 6.2.1-1 zeigt eine Übersicht über die örtlichen Verhältnisse der Leitungstrasse entsprechend den derzeit vorliegenden Informationen.

Beiden Leitungstrassen ist gemeinsam, dass motorbetätigte Absperrklappen im Trassenverlauf in der Booster-Pumpstation sowie am Leitungsbeginn und Leitungsende installiert werden, so dass bei z. B. Leckagen oder Reparaturen an der Leitungstrasse eine kurzfristige Absperrung einzelner Abschnitte möglich ist.

Die Leitungen werden vor der Inbetriebnahme gereinigt und instandgesetzt.

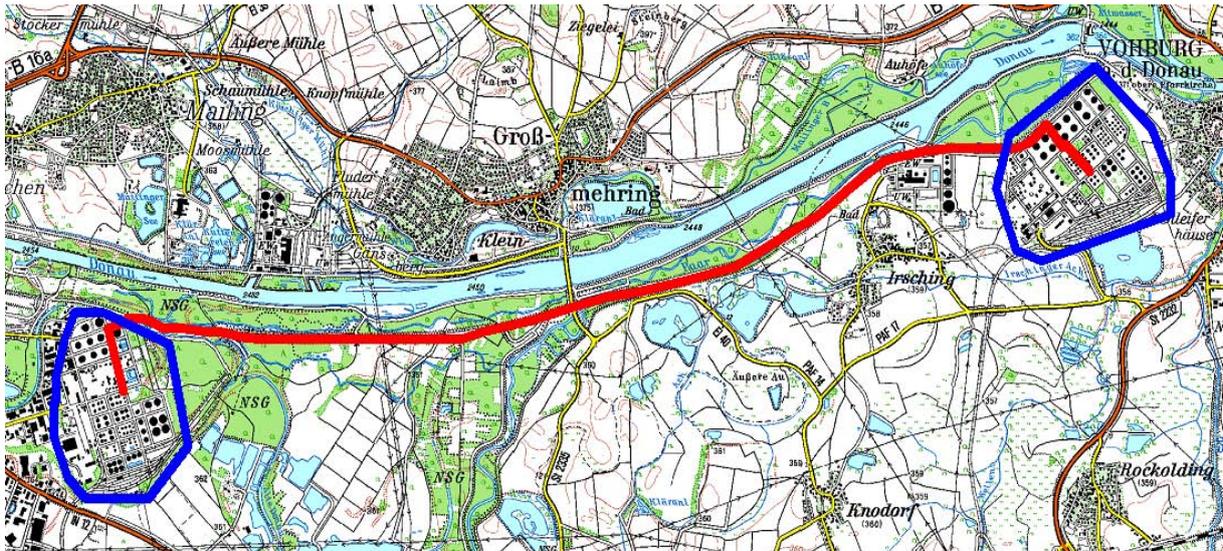


Bild 6.2.1-1: Übersicht FW-Trasse Bayernoil-Vohburg und FW-Netzspeisepunkt Ingolstadt

FW-Netz-Einspeisung und FW-Durchleitung bis Audi

Im Bereich des ehemaligen Bayernoil-Standortes Ingolstadt wird eine FW-Einspeisestation errichtet. Hierzu wird die vorhandene Transportleitungstrasse an geeigneter Stelle getrennt und über eine FW-Zuleitung mit dem vorhandenen FW-Netz verbunden.

In der FW-Einspeisestation werden folgende Komponenten installiert:

- RL-Pumpengruppe für die Transportnetzeinspeisung, bestehend aus drei drehzahlregelbaren Umwälzpumpen, jeweils parallel geschaltet, ausgerüstet mit Absperrschieber vor und hinter den Pumpen, Schmutzfänger vor den Pumpen, Rückschlagventile nach den Pumpen sowie der zugehörigen E- und MSR-Technik
- VL-Pumpengruppe für die FW-Netzeinspeisung, bestehend aus drei drehzahlregelbaren Umwälzpumpen, jeweils parallel geschaltet, ausgerüstet mit Absperrschieber vor und hinter den Pumpen, Schmutzfänger vor den Pumpen, Rückschlagventile nach den Pumpen sowie der zugehörigen E- und MSR-Technik
- Rohranschluss DN 200 Leitung
- Rohranschluss DN 250 Leitung
- Rohranschluss FW-Netz in DN 250
- Druckhalteanlage bestehend aus einem – außen aufgestellten – Vorratsbehälter, zwei drehzahlregelbare Druckhaltepumpen, Wasseraufbereitungsanlage und Anschluss an das städtische Trinkwassernetz, Abwasserkanalanschluss
- Fertigbetongebäude mit Ortbetonbodenplatte in hochwassersicherer Lage.

Die Lage und Trassenführung der FW-Anschlussleitung zwischen der FW-Einspeisepumpstation und dem vorhandenen FW-Netz richtet sich im Wesentlichen nach der zukünftig in diesem Bereich vorgesehenen Bebauung. Im nahe gelegenen Ingolstädter Stadtteil ist bereits ein FW-Netz vorhanden. Die tatsächlichen Trassenführungen müssen noch im Detail anhand der Ausbauplanung des stadtwerkkeigenen FW-Netzes festgelegt werden.

Nachfolgendes Bild 6.2.1-2 zeigt eine Übersicht über das vorhandene städtische FW-Netz im Bereich des Bayernoil-Standortes Ingolstadt bis Audi.

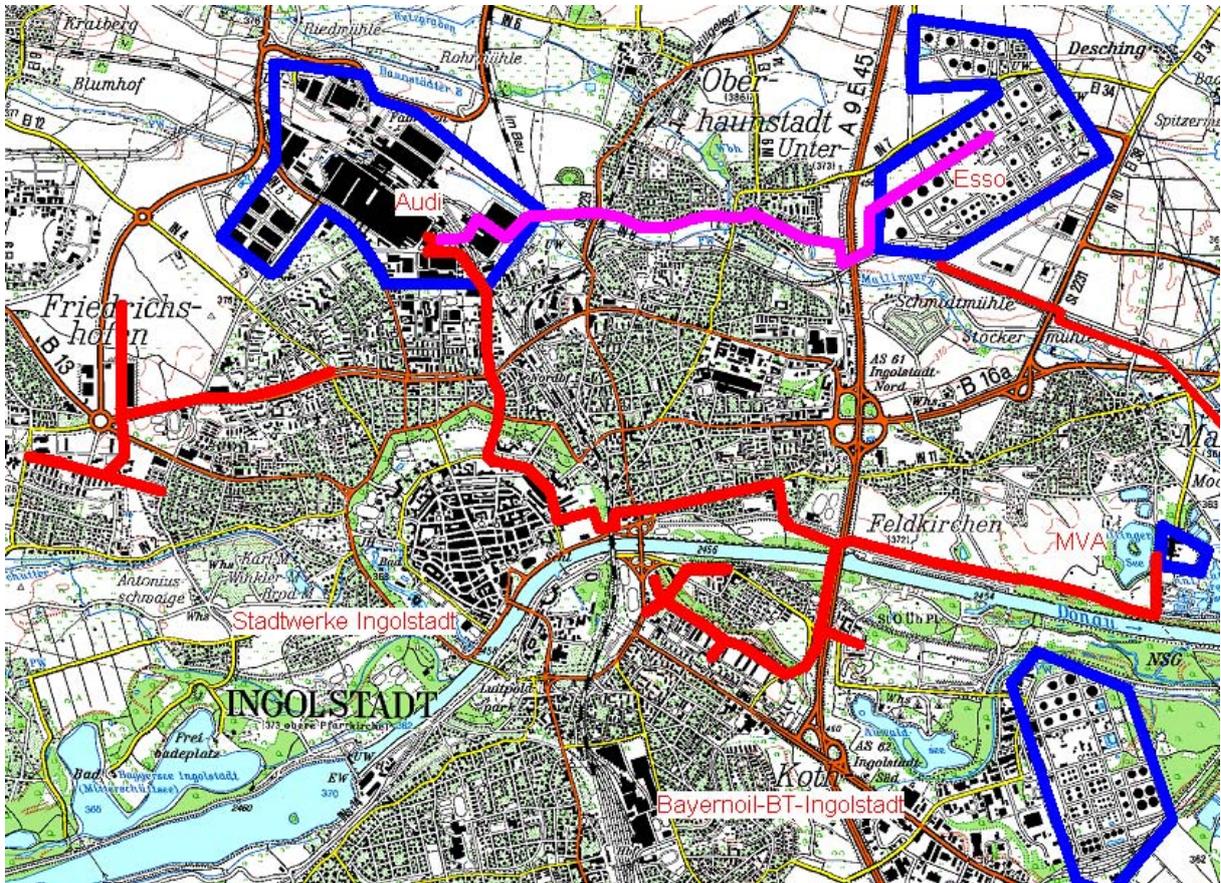


Bild 6.2.1-2: Übersicht FW-Netz Ingolstadt

Die bei Audi vorhandene FW-Einspeisung aus dem städtischen Fernwärmenetz, über die die MVA-Wärme derzeit bei Audi eingespeist wird, wird so umgebaut, dass eine Parallelschaltung der drei Wärmeeinspeisungen

- Kesselanlagen
- FW-Einspeisung städtisches FW-Netz
- FW-Einspeisung Abwärmenutzung Esso

entsteht. Die Erhöhung der Heizwassertemperatur im Heiznetz Audi bei tiefen Außentemperaturen im Winter (Netzhöchstlast) erfolgt künftig dann durch Beimischen einer entsprechenden Wassermenge mit Temperaturen von 160 bis 180 °C, die über die Kesselanlagen erhitzt werden, zu den FW-Wassermengen, die mit Temperaturen von 115 (MVA) bis 130 °C (Esso) eingespeist werden.

6.2.2 Investitionen Variante 5.1-II: Auskopplung von NT-Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Einspeisung in das FW-Netz Ingolstadt und weiter in das Werksnetz Audi

Die Ermittlung der Investitionen erfolgt auf Basis der Kosten von Referenzprojekten und Vergleichsrechnungen auf Basis aktueller Materialpreise; Kostenstand: 1. Quartal 2006, alle Angaben in Euro, netto.

Generell sind keine Aufwendungen für Grunderwerb enthalten. D. h., es wird davon ausgegangen, dass von den beteiligten Unternehmen bzw. der Stadt Ingolstadt die benötigten Flächen auf den Werksgrundstücken bzw. den städtischen Grundstücken kostenneutral zur Verfügung gestellt werden.

Nachfolgende Tabelle 6.2.2-1 zeigt die Gesamtinvestitionsübersicht der Variante 5.1-II, Wärmeverbund Bayernoil-Audi. Hierin sind alle mit der Realisierung verbundenen Kosten enthalten.

Tabelle 6.2.2-1: Investitionsübersicht Variante 5.4-I, Wärmeverbund Bayernoil-Vohburg bis Audi

Investitionen FW-Verbindung Bayernoil-Vohburg bis Audi	Investitionen T€	Nutzung a	Annuität %/a	Kapitalkosten T€/a
1. FW-Einspeisestationen BO-Vohburg, komplette Anlage bestehend aus: - Abwärmetauscheranlagen - Dampf-Wärmetauscherstation - Pumpstationen - Rohrleitungsanbindung - Interne Verrohrung - E-/MSR Technik	6.714	15	0,1030	691
2. FW-Trasse BO-Vohburg-Audi Transportkapazität: 20 MW, DIN 250/200, Länge der zuzubauenden Leitungen: ca. 4,2 km (Kosten einschl. Reinigung der vorh. Leitungen, Investitionen in Leitungszubau im FW-Netz Ingolstadt bis Audi usw.)	4.110	15	0,1030	423
3. FW-Einspeisestationen Audi komplette Anlage, einschl. E-/MSR	970	15	0,1030	100
4. Summe FW-Auskopplung	11.794			1.214

6.2.3 Leistungs- und Jahresarbeitsansätze: Auskopplung von NT-Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Einspeisung in das FW-Netz Ingolstadt und weiter in das Werksnetz Audi

Auf Basis der in Kapitel 6.2.1 beschriebenen Anlagenkonzeption ergeben sich die nachfolgend dargestellten Wärmeversorgungszenarien.

Allen Berechnungen liegt die Anforderung einer ganzjährigen Mindest-VL-Temperatur von 130 °C seitens Audi zugrunde. Dies bedingt, dass das bei Bayernoil-Vohburg mittels der Abwärme auf 120 °C aufgeheizte Heizwasser in den Dampfwärmetauscher bei Bayernoil-Vohburg oder mittels der bei Audi vorhandenen gasbefeuerten Kesselanlagen auf 130 °C aufgewärmt werden muss.

Bild 6.2.3-1 zeigt die technisch mögliche Wärmelieferung von Bayernoil-Vohburg an Audi in der geordneten Jahresdauerlinie. Das Bild zeigt, dass von Bayernoil-Vohburg nahezu die gesamte Grundlast des Heizwärmebedarfs gedeckt werden könnte. Hierbei würden außer den Abwärmetauschern auch die dampfbetriebenen Wärmetauscher bei Bayernoil-Vohburg eingesetzt. Da seitens Bayernoil-Vohburg eine Abwärmemenge in Höhe von 20 MW_{th} zur Verfügung gestellt werden kann, ist die volle Auskopplung der Esso-Dampfwärmetauscherleistung im Normalbetrieb nicht erforderlich.

Bild 6.2.3-1 zeigt ebenfalls die technischen Liefermöglichkeiten, wenn die Nenn-Abwärmemenge von Bayernoil-Vohburg bis Audi geliefert wird. Die im realen Betrieb auftretende tatsächliche Aufteilung der Lieferanteile erfolgt anhand der Verfügbarkeiten, der tatsächlichen Wärmebereitstellungskosten und der Leistungen der sonstigen noch möglichen zusätzlichen Wärmekunden im FW-Netz der Stadtwerke Ingolstadt.

Für die Jahreskostenberechnung der Variante 5.1-II wird die Abwärmelieferung durch Bayernoil, wie in Bild 6.2.3-1 dargestellt, berücksichtigt.

Tabelle 6.2.3-1 zeigt das Ergebnis der Jahresdauerlinie in Bild 6.2.3-1, die sog. Leistungs- und Arbeitsansätze, als Basis für die Jahreskostenberechnung in Kapitel 6.2.4.

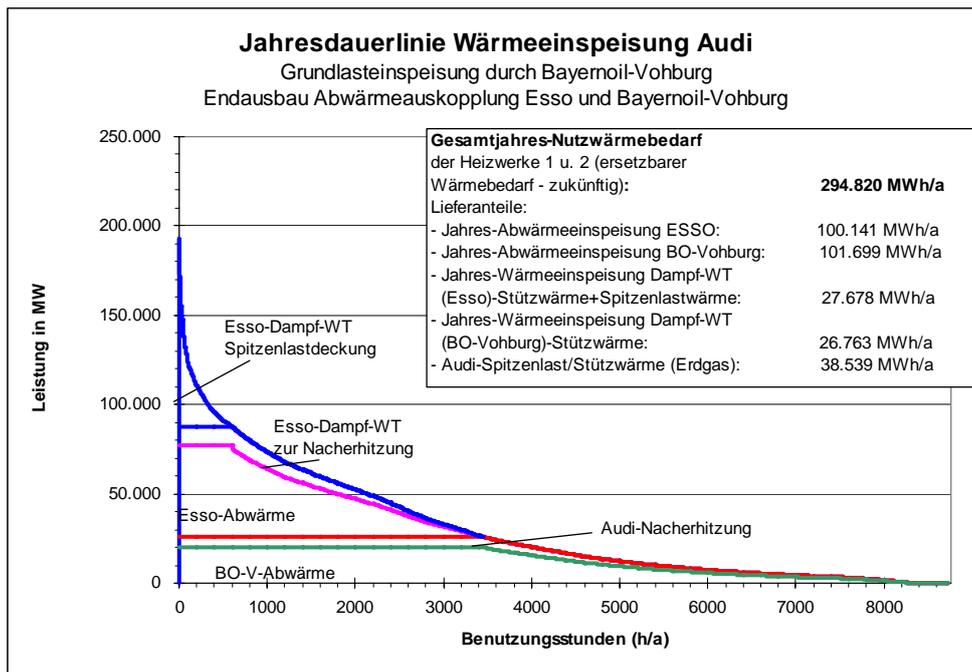


Bild 6.2.3-1: Jahresdauerlinie der technisch maximal möglichen Wärmelieferung von Bayernoil Vohburg an Audi.
 Betrachtet wurde der Endausbauzustand beider Abwärmelinien (Eso und Bayernoil)

Tabelle 6.2.3-1: Leistungs- und Arbeitsansätze Wärmeversorgung Audi gemäß Jahresdauerlinie Bild 6.2.3-1

Leistungs- und Arbeitswerte Wärmelieferung Bayernoil an Audi	Dim.	Variante 5.1-II Wärmelieferung BO-V an Audi
Einspeiseleistung		
- Abwärmeleistung BO-Vohburg	MW	20
- Dampfwärmeleistung BO-Vohburg	MW	24
Summe Einspeiseleistung	MW	44
Vollbenutzungsstunden Abwärmelieferung	h/a	5.085
Vollbenutzungsstunden Dampfwärmelieferung	h/a	1.115
Wärmeliefermenge		
- Abwärmelieferung BO-Vohburg	MWh/a	101.699
- Dampfwärmelieferung BO-Vohburg	MWh/a	26.763
Summe Jahreswärmeeinspeisung BO-Vohburg	MWh/a	128.462
Summe Nacherwärmung Audi	MWh/a	38.539
Elektrischer Eigenbedarf		
- Pumpstrom-Leistung Abwärmelieferung	kW	59
- Pumpstrom-Leistung Wärmetransport BO-V-Audi	kW	628
- Pumpstrom-Jahresarbeit	kW	3.667

6.2.4 Jahreskostenberechnung: Auskopplung von NT-Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Einspeisung in das FW-Netz Ingolstadt und weiter in das Werksnetz Audi

Die Berechnung basiert auf den Kostenansätzen gemäß Kapitel 2.1.

Als rechnerische Nutzungszeit wurden abstimmungsgemäß zunächst 15 Jahre für alle Anlagenkomponenten angenommen. Unter üblichen Betriebsbedingungen beträgt die technische Lebensdauer der Rohrleitungskomponenten bis zu 50 Jahre, die der maschinentechnischen Ausrüstung bis zu 25 Jahre.

In den Kostenansätzen sind alle

Kapitalkosten,
verbrauchsgebundenen Kosten
betriebsgebundenen Kosten

enthalten.

Aufwendungen für Abschreibung, Betrieb und Wartung der vorhandenen Kesselanlagen bei Audi wurden nicht berücksichtigt, ebenso keine Aufwendungen für den Erdgasverbrauch der vorhandenen Kesselanlagen bei Audi. Ausnahme ist hier die erforderliche Nacherwärmung des FW-Netzwassers auf die bei Audi erforderliche VL-Temperatur aufgrund der prozessbedingten Grädigkeit der FW-Wärmetauscher.

Des Weiteren sind keine Deckungsbeiträge für die Bereitstellung der Bayernoil-Abwärme hier enthalten. Für die zur Spitzenlastdeckung benötigte Dampfenergie in den Wärmetauschern bei Bayernoil wurden die Ansätze in Kapitel 2.1 berücksichtigt. Diese berücksichtigen den entgangenen Stromertrag aus der im Wärmeauskopplungsfall nicht nutzbaren Erzeugung von Strom oder mechanischer Energie in einer Dampfturbine in der Raffinerie.

Das Ergebnis der Jahreskostentabelle (Tabelle 6.2.4-1) gibt somit nur die Wärmebezugskosten aus der FW-Verbindungsleitung zwischen Bayernoil und Audi frei Wärmenetz Audi an. Alle damit in Verbindung stehenden Kosten sind hier enthalten. In der Tabelle ist auch der Aufwand für die Nacherwärmung der eingespeisten FW-Energie aufgrund der hohen erforderlichen VL-Temperatur im Audi-Heiznetz erkennbar.

Tabelle 6.2.4-1: Jahreskosten Variante 5.1-II, Wärmeverbund Bayernoil-Vohburg und Audi Wärmeversorgung Audi durch Bayernoil

Jahreskostenberechnung Wärmelieferung Bayernoil-Vohburg an Audi	Dim.	Variante 5.1-II Wärmelieferung BO-V an Audi
1. Kapitalkosten	T€/a	1.214
2. Verbrauchsgebundene Kosten		
- Stromkosten Eigenbedarf	T€/a	293
- Gasbezug (Arbeit)	T€/a	0
- Dampfwärmebezug von BO-V (Arbeit)	T€/a	443
- Abwärmebezug von BO-V (Arbeit)	T€/a	0
- Erdgasbezug Audi-Nacherhitzung	T€/a	(1533)
- Zusatzwasser	T€/a	25
- Sonstige Betriebsmittel	T€/a	10
Zwischensumme Verbrauchsgebundene Kosten	T€/a	2.304
3. Betriebsgebundene Kosten		
- Wartung/Instandhaltung (15 Jahres-Mittel)	T€/a	213
- Personal- u. FW-Anlagenbetriebskosten	T€/a	45
- Versicherung/Verwaltung	T€/a	59
Zwischensumme Betriebsgebundene Kosten	T€/a	317
Gesamt Jahreskosten Wärmelieferung BO-V	T€/a	2.303
Gesamt Jahreskosten Wärmelieferung BO-V einschl. Audi-Nacherhitzung	T€/a	3.835
spezifische Wärmebezugskosten Wärmelieferung BO-V	€/MWh	18
spezifische Wärmebezugskosten Audi einschl. Nacherhitzung	€/MWh	23

7 Variantenbeschreibung – Energieversorgungssysteme

Anhand der Ergebnisse der Vorstudie ergaben sich wirtschaftliche und ökologische Vorteile für die beiden nachfolgenden Varianten:

- Variante 5.1-I: Errichtung eines GuD-Kraftwerks am E.ON-Kraftwerks-Standort Irsching im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg (oder/und weiteren Industriebetrieben),
- Variante 5.7-I: Errichtung eines zentralen GuD-Kraftwerks im Energieverbund mit Bayernoil- Vohburg, Esso, Audi, Stadtwerke Ingolstadt.

Im Rahmen der Detailstudie wurden diese Varianten daher weiter untersucht.

Grundidee dieser Varianten ist es, ein modernes Industriekraftwerk als GuD-Kraftwerk zur gemeinsamen Wärme- und Stromversorgung der beteiligten Industriebetriebe zu errichten. Das Kraftwerk würde im KWK-Betrieb betrieben. Gegenüber den vorhandenen Energieversorgungsanlagen ergeben sich hierdurch sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile.

Zur Nutzung des KWK-Effektes müssen bei den Varianten Dampfleitungen zwischen dem Kraftwerk und den beteiligten Industriebetrieben errichtet werden.

In Bild 6.0-1 (Übersicht Wärmeverbund Ingolstadt (Gesamtbereich)) sind die Standorte der E.ON-Kraftwerke, der Raffinerien und der möglichen Dampfleitungsverbindungen (blau dargestellt) eingetragen.

Die Detaillierung und Verifizierung der Energiebedarfsansätze führten im Rahmen der Detailstudie zu geänderten Parametern, die eine Neuauslegung der Anlagen in den einzelnen Varianten erforderten.

Vor allem für den Bayernoil-Standort Vohburg ergeben sich anhand der im Rahmen der Detailstudie von Bayernoil genannten Prozessdaten weitaus geringere Fremd-Dampfbezugsmöglichkeiten, als noch in der Vorstudie zugrunde gelegt. Dies hat vor allem Auswirkungen auf die Variante 5.1-I. Ein eigenes Industriekraftwerk in der Leistungsgröße, wie in der Vorstudie untersucht, rechnet sich hierdurch am Standort Irsching nicht mehr. Hinzu kommt, dass E.ON beabsichtigt, am Standort Irsching drei GuD-Kraftwerksblöcke zu errichten. Unter Berücksichtigung beider Randbedingungen wurde daher die Variante 5.1-I dahingehend umformuliert, dass nun die Auskopplung der für Bayernoil möglichen Fremddampfbezugsmenge aus den GuD-Kraftwerken der E.ON hier untersucht wurde.

Die Ergebnisse der Detailuntersuchung sind nachfolgend dargestellt.

7.1 Variante 5.1-I: Errichtung eines GuD-Kraftwerks am E.ON-Kraftwerks-Standort Irsching im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg (oder/und weiteren Industriebetrieben)

Wie bereits in Kapitel 7 dargestellt, wird hier die Auskopplungsmöglichkeit von Dampf aus den E.ON-GuD-Kraftwerken betrachtet. E.ON beabsichtigt am Standort Irsching drei GuD-Kraftwerke zu errichten. Die zugehörigen technischen Kraftwerksdaten sind in Kapitel 4.4.2 dargestellt.

Folgende technischen Rahmenbedingungen ergeben sich für eine Dampflieferung aus dem E.ON-GuD-Kraftwerk an Bayernoil-Vohburg:

Dampflieferung E.ON-Irsching an Bayernoil-Vohburg:

- Dampfmenge: 50 t/h
- Dampfdruck: 30 bar (am E.ON-Dampfeinspeisepunkt)
- Dampftemp.: 350 °C (am E.ON-Dampfeinspeisepunkt)

Auslegungsdaten:

- Dampfleitung DN 450
- Kondensatleitung DN 150
- Trassenlänge : 2000 m
- Ausführung: 1000 m Sockelleitung, 1000 m Rohrbrücke

Das wärmetechnische Anlagenschema einer üblichen GuD-Anlage in der hier vorgesehenen Leistungsgröße ist in Bild 7.1-1 dargestellt.

Bei diesen Kraftwerkstypen besteht die Möglichkeit, Dampf mit den hier geforderten Parametern an der Austrittsleitung (kalte ZÜ-Leitung) der Hochdruckdampfturbine auszukoppeln. Wenn das Kraftwerk entsprechend ausgelegt wird, könnten dort bis zu ca. 350 t/h Dampf ausgekoppelt werden.

Es besteht die Möglichkeit, Dampf mit 30 bar und mit 3,5 bar Druck auszukoppeln. Beide Druckebenen werden in der Bayernoil-Raffinerie eingesetzt. Gemäß Abstimmung mit Bayernoil wird aber hier aus technischen Gründen nur die Auskopplung auf 30 bar-Niveau weiter verfolgt.

Jede Dampfauskopplung ist mit einer Verringerung der elektrischen Leistung der Dampfturbinenanlage des GuD-Kraftwerks verbunden. Tabelle 4.4.2.2-1 in Kapitel 4 zeigt die den Dampfauskopplungsdrücken zuzurechnenden Stromeinbußen an der elektrischen Einspeiseleistung der Dampfturbinenanlage.

Nur der Kraftwerksleistungsanteil, der der ausgekoppelten Dampfmenge entspricht, kann als KWK-Anteil betrachtet werden.

Die hier von E.ON vorgesehenen Kraftwerke sind zur Spitzenstrombereitstellung im öffentlichen Stromnetz vorgesehen. Hierdurch bedingt liegt die voraussichtliche jährliche Einsatzzeit unter 4000 h/a (überwiegend wochentags und tagsüber).

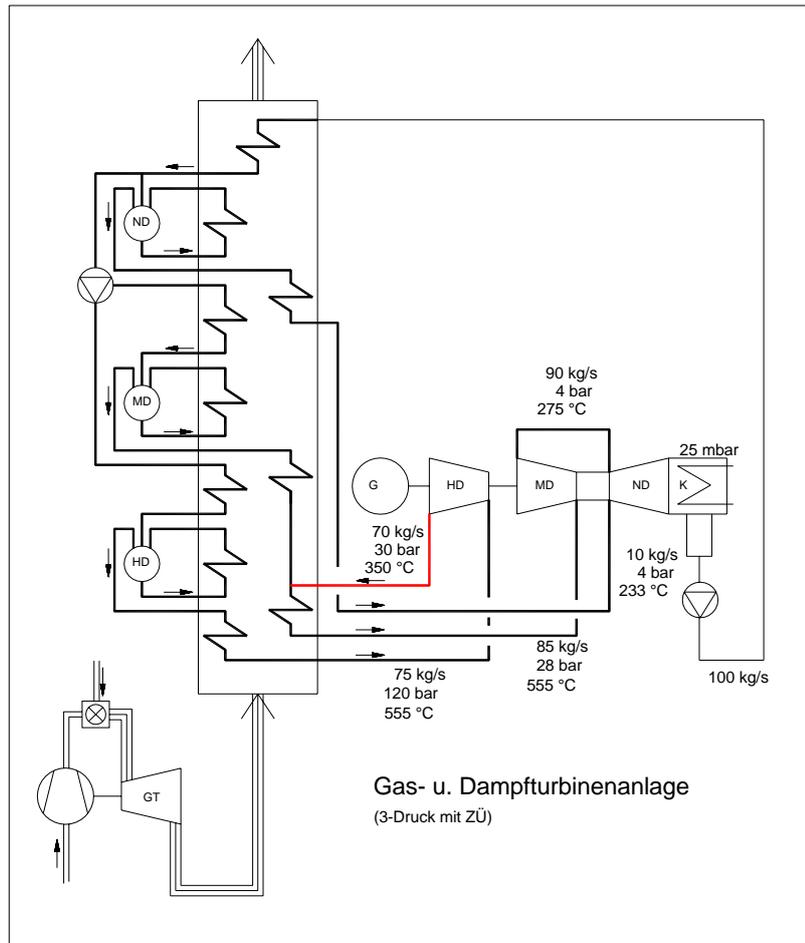


Bild 7.1-1: Wärmeschaltbild typischer GuD-Kraftwerke

Die Stromeinbuße wird mit der zu erwartenden Stromvergütung zu den Einspeisezeiten der GuD-Anlage bewertet und dem Dampf als Gestehungskosten zugeordnet. Hier hinzu kommen dann noch die Kosten für die Errichtung und den Betrieb der Dampf-Verbindungsstrasse.

Die Kosten für die Stromeinbuße werden in der nachfolgenden Jahreskostenberechnung Tabelle 7.1-4 mit 40 €/MWh angesetzt. Für Vergleiche mit anderen Einspeisevergütungen wurde im Anschluss an die Jahreskostentabelle noch eine Grafik (Bild 7.1-3) mit unterschiedlichen Einspeisevergütungen berechnet und dargestellt.

Bild 7.1-2 zeigt die Übersicht über die örtlichen Verhältnisse und die Dampf- und Kondensatleitungsstrasse zwischen der GuD-Anlage und der Bayernoil-Raffinerie.

Tabelle 7.1-2 zeigt die zu erwartenden Investitionen für die Anlagen zur Auskopplung von Dampf aus dem GuD-Kraftwerk Irsching und zur Einspeisung in der Bayernoil-Raffinerie Vohburg.

Tabelle 7.1-3 zeigt die Leistungs- und Jahresarbeitsansätze, auf deren Basis die Jahreskosten und die spezifischen Dampfbezugskosten in Tabelle 7.1-4 berechnet wurden.

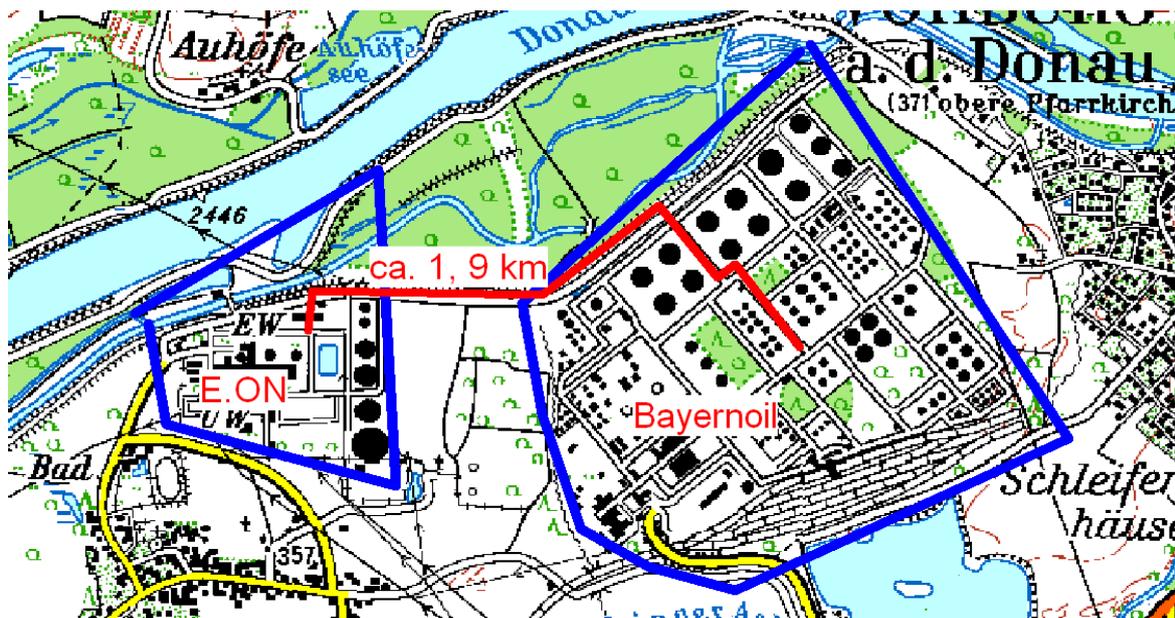


Bild 7.1-2: Übersicht Standort E.ON-Irsching/Bayernoil-Vohburg mit Darstellung der Dampf- und Kondensatleitungstrasse

Tabelle 7.1-2: Investitionen für die Anlagen zur Dampfauskopplung aus dem GuD-Kraftwerk Irsching bis einschließlich Einspeisung in der Bayernoil-Raffinerie

Investitionen Ferndampflieferung E.ON an Bayernoil-Vohburg	Investitionen T€	Nutzung a	Annuität %/a	Kapitalkosten T€/a
1. FD-Einspeisestation BO-Vohburg, komplette Anlage bestehend aus: - Rohrleitungsanbindung/Druckregelung - Interne Verrohrung - E-/MSR-Technik	594	15	0,1030	61
2. FD-Trasse BO-Vohburg bis E.ON Transportkapazität: 50 t/h, DN 400/150, Länge der Trasse: ca. 2 km	3.200	15	0,1030	329
3. FD-Einspeisestation E.ON komplette Anlage, einschl. E-/MSR	670	15	0,1030	69
4. Summe FD-Auskopplung	4.464			460

Tabelle 7.1-3: Leistungs- und Jahresarbeitsansätze für die Anlagen zur Dampfkopplung aus dem GuD-Kraftwerk Irsching mit Einspeisung in der Bayernoil-Raffinerie Vohburg

Leistungs- und Arbeitsansätze Dampflieferung aus dem GuD-Kraftwerk E.ON-Irsching an BO-Vohburg	Dim.	Variante 5.1-I Dampflieferung E.ON an BO-V
Einspeiseleistung - Dampfwärmeleistung E.ON an BO-V	t/h	50
Summe Einspeiseleistung	t/h	50
Vollbenutzungsstunden Dampfwärmelieferung	h/a	4.000
Wärmeliefermenge - Dampfwärmelieferung E.ON an BO-V	t/a	200.000
Summe Einspeiseleistung	t/a	200.000
Stromeinbuße GuD-Kraftwerke E.ON	MW _{el}	13
Elektrischer Eigenbedarf - Pumpstrom-Leistung Kondensatrückführung - Pumpstrom-Jahresarbeit	kW kWh/a	5 20.000

Tabelle 7.1-4: Jahreskosten und spezifische Dampfbezugskosten Bayernoil-Vohburg für die Dampfkopplung aus dem GuD-Kraftwerk Irsching mit Einspeisung in die Bayernoil-Raffinerie Vohburg

Jahreskostenberechnung und Ermittlung der spezifischen Dampfbezugskosten BO-Vohburg	Dim.	Variante 5.7-I Dampflieferung BO-V an Bayernoil
1. Kapitalkosten	T€/a	460
2. Verbrauchsgebundene Kosten		
- Stromkosten Eigenbedarf	T€/a	2
- Stromverlust GuD-Anlage	T€/a	0
- Stromeinbuße GuD-Kraftwerk E.ON (Arbeit)	T€/a	2.080
- Zusatzwasser	T€/a	50
- Sonstige Betriebsmittel	T€/a	10
Zwischensumme Verbrauchsgebundene Kosten	T€/a	2.142
3. Betriebsgebundene Kosten		
- Wartung/Instandhaltung (15 Jahres-Mittel)	T€/a	48
- Personal- und FD-Anlagenbetriebskosten	T€/a	45
- Versicherung/Verwaltung	T€/a	22
Zwischensumme Betriebsgebundene Kosten	T€/a	115
Gesamt Jahreskosten	T€/a	2.716
Jahres-Dampfeinspeisung	t/a	200.000
spezifische Dampfgestehungskosten BO-V	€/t	14

Die Tabelle 7.1-4 zeigt, dass der Hauptanteil der Dampfbezugskosten der Bayernoil-Raffinerie Vohburg durch die hohe Stromeinbuße der Dampfturbine der GuD-Anlage entsteht.

Durch eine Prozessmodifikation des GuD-Kraftwerks könnte dieser Betrag u. U. reduziert werden. In diesem Fall müsste der HD-Turbinenteil und der zugehörige Kesselteil so ausgelegt werden, dass dort

um 50 t/h höhere Dampfmengen fließen können. In diesem Fall bliebe dann die Stromerzeugung im ND-Turbinenteil auch bei Dampfauskopplung auf Nennlast, lediglich der Brennstoffeinsatz stiege etwas an. Da die Dampfabnahme seitens Bayernoil-Vohburg weitestgehend konstant gehalten werden kann, ist diese technische Modifikation durchaus prüfenswert.

Nachteilig für Bayernoil ist die doch relativ geringe Einsatzzeit des GuD-Kraftwerks, die eine anderweitige Versorgung der Raffinerie mit Dampf von über 4000 h/a erfordert.

Die reinen Kapital- und Betriebskosten der Dampfleitung und der Einspeisestationen im Kraftwerk und bei Bayernoil betragen umgerechnet auf die bei 4000 h/a gelieferte Dampfmenge nur ca. 3 €/t.

Nachfolgendes Bild 7.1-3 zeigt die spezifischen Dampfgestehungskosten unter Berücksichtigung der Stromeinbuße bei unterschiedlichen GuD-Stromeinspeisevergütungen.

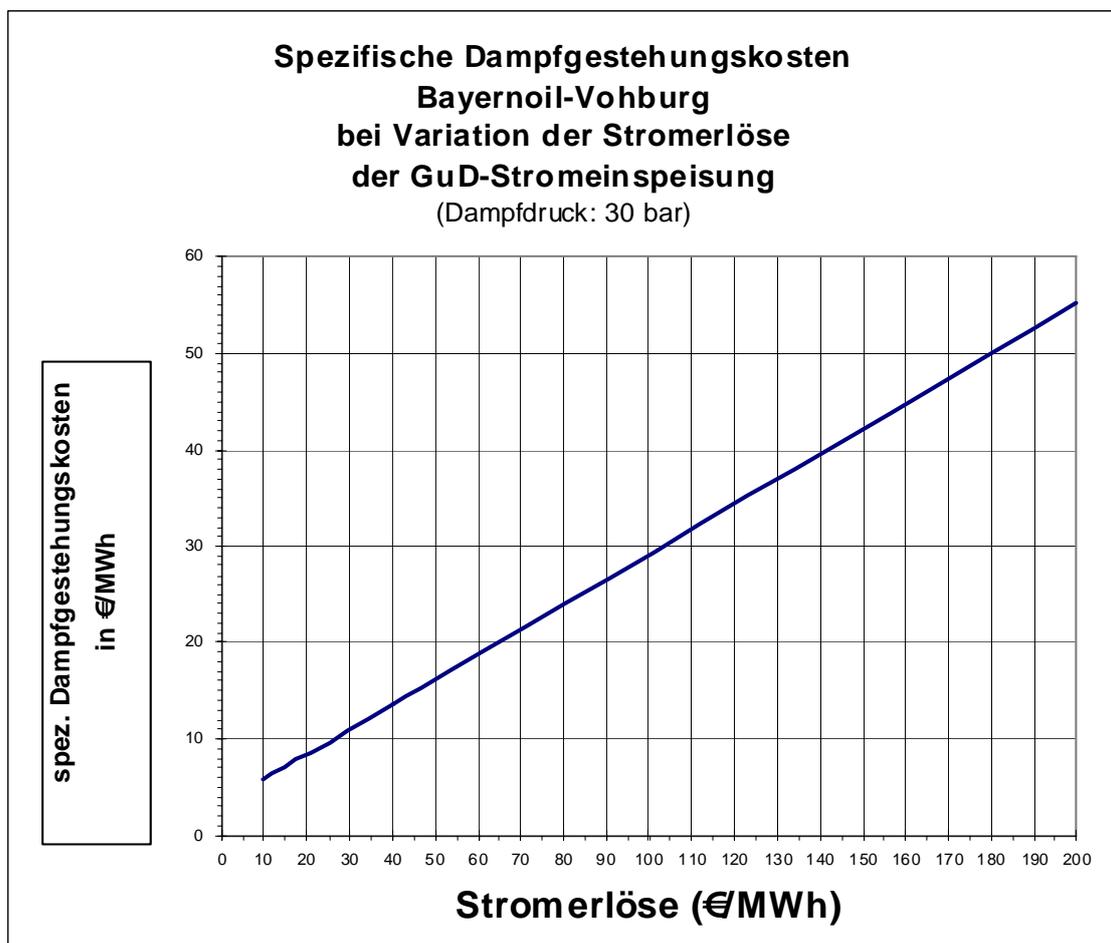


Bild 7.1-3: Spezifische Dampfbezugskosten Bayernoil-Vohburg für die Dampfauskopplung aus dem GuD-Kraftwerk Irsching mit Einspeisung in die Bayernoil-Raffinerie Vohburg bei unterschiedlichen Stromerlösen der Dampfturbine im GuD-Kraftwerk

Ökologische Bewertung der Variante 5.1-I: Errichtung eines GuD-Kraftwerks am E.ON-Kraftwerks-Standort Irsching im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg

Die Dampfauskopplung aus dem E.ON-Kraftwerk bei Dampflieferung an Bayernoil in dem vorkalkulierten Umfang erspart bei Bayernoil die Erzeugung von Dampf in der dortigen Kesselanlage.

Aufgrund der unterschiedlichen dort eingesetzten Raffineriebrennstoffe ergeben sich Einsparpotenziale bei allen relevanten Luftschadstoffen dieser Anlage.

Insgesamt ergibt sich dort vor allem ein CO₂-Einsparpotenzial in Höhe von ca. 53.600 t/a.

7.2 Variante 5.7-I: Errichtung eines zentralen GuD-Kraftwerks, im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg, Esso, Audi, Stadtwerke Ingolstadt

Grundidee dieser Variante ist die Versorgung der beteiligten Industriebetriebe mit Dampf, Heizwärme und Strom in Kraft-Wärme-Kopplung aus einem modernen Industriekraftwerk. Hierbei sollten die vorhandenen Heizwerke und einzelnen Kraftwerksanlagen durch ein neues GuD-Kraftwerk ersetzt und die Dampfversorgung über ein Ferndampfsystem gewährleistet werden.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen nur als erste Überschlagsrechnung die grundsätzlichen Möglichkeiten und Vorteile aufzeigen, die für die beteiligten Industriebetriebe bei Realisierung eines, gemeinsam betriebenen GuD-Kraftwerk bestehen. Die Arbeitsergebnisse wurden nach Kraftwerks- und Ferndampfsystem getrennt dargestellt.

Vor einer möglichen Realisierungsentscheidung sind weitergehende Untersuchungen und Analysen notwendig, um die Auslegungsdaten so genau wie möglich an den Bedarf der Betriebe anzupassen.

GuD-Industriekraftwerk Esso

Der Kraftwerksprozess wurde hier ähnlich wie bei der Variante in Kapitel 7.1 gewählt. Aufgrund der geringen Betriebsstunden der E.ON-GuD-Kraftwerksblöcke ist eine Dampfversorgung der Industriebetriebe in Kraft-Wärme-Kopplung mit diesen Anlagen schwierig darstellbar. Sie könnten aber im Verbund mit einem Industriekraftwerk durchaus sinnvoll zur Leistungsabsicherung und zur Spitzenlastdeckung eingesetzt werden. Insofern bietet dieses hier gewählte Konzept auch noch Optionen für zukünftige Verbundüberlegungen.

Als Standort für dieses Industriekraftwerk wurde das Esso-Gelände ausgewählt, da dieses relativ zentral im Wärmeschwerpunkt liegt. Ferner benötigt Esso für einzelne Prozessanlagen Dampf mit Drücken über 30 bar, die von einer GuD-Anlage vor Ort geliefert werden könnten. Über eine Ferndampfleitung könnte dann Bayernoil-Vohburg angeschlossen werden, da dort nach derzeit vorliegendem Informationsstand nur 50 bis 55 t/h an Fremddampf (mit 30 bar Druck) eingesetzt werden können.

Eine Absicherung der von Esso an Audi gelieferten Abwärmemengen könnte hier ebenfalls durch dieses Kraftwerk erfolgen.

Als Brennstoff für das angedachte Industriekraftwerk sollte der bisher in den Raffinerien eingesetzte Brennstoff verwendet werden. Hierbei muss die Eignung der gewählten Gasturbine für diese Brennstoffe geprüft werden. Einzelne Produkte wie z. B. hochschwefelhaltiges Schweröl scheiden dabei aus. Für diese Produkte sind aber Ersatzmöglichkeiten vorhanden.

Tabelle 7.2-1 zeigt die für das Industriekraftwerk zu erwartenden Gesamtinvestitionen und die daraus entstehenden Kapitalkosten. Die zugehörigen Leistungs- und Jahresarbeitsansätze sind in Tabelle 7.2-2 dargestellt.

Der Kraftwerksprozess selbst ist ähnlich wie in Bild 7.1-1 dargestellt, mit entsprechend angepassten Dampfmenngen und Leistungen gemäß Tabelle 7.2-2. Das Kraftwerk wird auf die Belange der Kraft-Wärme-Kopplung und auch zur Absicherung der von Esso an Audi gelieferten Abwärmemengen ausgelegt.

Die Jahreskostenberechnung wird auf Basis einer Einspeisevergütung von 70 €/MWh durchgeführt, da der mit dem Industriekraftwerk erzeugte Strom zur Eigenstromerzeugung der Industriebetriebe dient und somit der Strombezug substituiert wird. Ansonsten gelten die Kostenansätze gemäß Kapitel 2.1.

Für die Brennstoffbezugskosten werden 35 €/MWh angesetzt. Auf den tatsächlich für die Betriebe gültigen Brennstoffkostenbetrag kann mittels Bild 7.2-1 umgerechnet werden.

Tabelle 7.2-1: Investitionen und Kapitalkosten, GuD-Industriekraftwerk, Standort Esso

Investitionen GuD-Industriekraftwerk	Investitionen T€	Nutzung a	Annuität %/a	Kapitalkosten T€/a
4.1.2 Gasturbinenkraftwerk	66.600	15	0,1030	6.857
Summe	66.000			6.857

Tabelle 7.2-2: Leistungs- und Jahresarbeitsansätze, GuD-Industriekraftwerk, Standort Esso

Leistungs- und Arbeitswerte GuD-Industriekraftwerk	Dim.	Variante 5.7-I Esso-BO-V
Elektrische Einspeiseleistung		
- Dampfturbine Kondensationsbetrieb	MW	30
- Dampfturbine 50 t/h an BO-V, 30 t/h an Esso	MW	15
- Gasturbine	MW	50
Summe max. elektr. Einspeiseleistung	MW	80
Vollbenutzungsstunden (Kondensations-Betrieb)	h/a	760
Vollbenutzungsstunden (wärmeorientierter Betrieb)	h/a	8.000
Elektrische Jahresarbeit		
- Stromeinspeisung KWK-Betrieb	MWh/a	522.720
- Stromeinspeisung Kondensations-Betrieb	MWh/a	61.104
- Stromeinspeisung Gesamtanlage	MWh/a	583.824
Thermische Nutzleistungen		
Dampfeinspeisung in Ferndampfnetz	t/h	80
Thermische Jahresarbeit		
Dampfeinspeisung in Ferndampfnetz	t/a	640.000
Brennstoffbedarf		
- Brennstoffleistungsbedarf	MW	184
- jährlicher Brennstoffbedarf	MWh/a	1.474.000
Sonstiger Betriebsmittelbedarf		
- Nachspeisewasser Kesselanlage *1)	m ³ /a	128.000

*1) Kondensatrücklauf Ferndampfnetz mit 80 % angesetzt

Tabelle 7.2-3: Jahreskosten und spezifische Dampfgestehungskosten, GuD-Industriekraftwerk, Standort Esso

Jahreskosten GuD-Industriekraftwerk	Dim.	Variante 5.7-I Esso-BO-V
1. Kapitalkosten	T€/a	6.857
2. Verbrauchsgebundene Kosten		
- Stromeinspeisevergütung (Arbeit)	T€/a	-40.868
- Gasbezug (Arbeit)	T€/a	51.590
- Zusatzwasser	T€/a	192
- Sonstige Betriebsmittel	T€/a	250
Zwischensumme Verbrauchsgebundene Kosten	T€/a	11.164
3. Betriebsgebundene Kosten		
- Wartung/Instandhaltung (15 Jahres-Mittel)	T€/a	876
- Personalkosten (5 zusätzl. MA)	T€/a	225
- Versicherung/Verwaltung	T€/a	167
Zwischensumme Betriebsgebundene Kosten	T€/a	1.267
Gesamt Jahreskosten	T€/a	19.289
Jahres-Dampfeinspeisung (30 bar-Niveau)	t/a	640.000
spezifische Dampfgestehungskosten	€/t	30

Brennstoffkosten: 35 €/MWh, Stromgutschrift: 70 €/MWh

Tabelle 7.2-3 zeigt den Überblick über die Jahreskosten des GuD-Industriekraftwerks am Standort Esso. Bei der Bewertung der spezifischen Dampfgestehungskosten, die sich anhand der Berechnung mit 30 €/MWh ergeben, muss der angesetzte Brennstoffpreis von 35 €/MWh berücksichtigt werden. Bild 7.2-1 zeigt den Verlauf der Dampfgestehungskosten für einen einfachen Dampfkesselprozess wie heute vorhanden und für ein GuD-Kraftwerk bei unterschiedlichen Brennstoffkosten. Die Dampfauskopplung erfolgt gemäß den vorhandenen Randbedingungen bei Esso sowie einer Fern-dampfauskopplung mit 30 bar Dampfdruck. Das Bild zeigt, dass bei Brennstoffkosten unter 45 €/MWh der GuD-Prozess der konventionellen Dampfproduktion in Dampfkesselanlagen wirtschaftlich überlegen ist. Bei einem Brennstoffpreis unter 22 €/MWh ist der Dampf kostenlos und es entstehen weitere Gewinne mit jeder abgegebenen Dampfmenge.

Bild 7.2-2 zeigt die Dampfgestehungskosten bei unterschiedlichen Stromkosten. Im Bild 7.2-2 ist deutlich die Abhängigkeit der wirtschaftlichen Stromversorgung von der Differenz zwischen Strom- und Brennstoffpreis zu sehen. Sinkende Strompreise erfordern hier auch sinkende Brennstoffkosten, sonst wird die Dampferzeugung in Dampfkesseln bei separatem Strombezug aus dem öffentlichen Netz wirtschaftlicher.

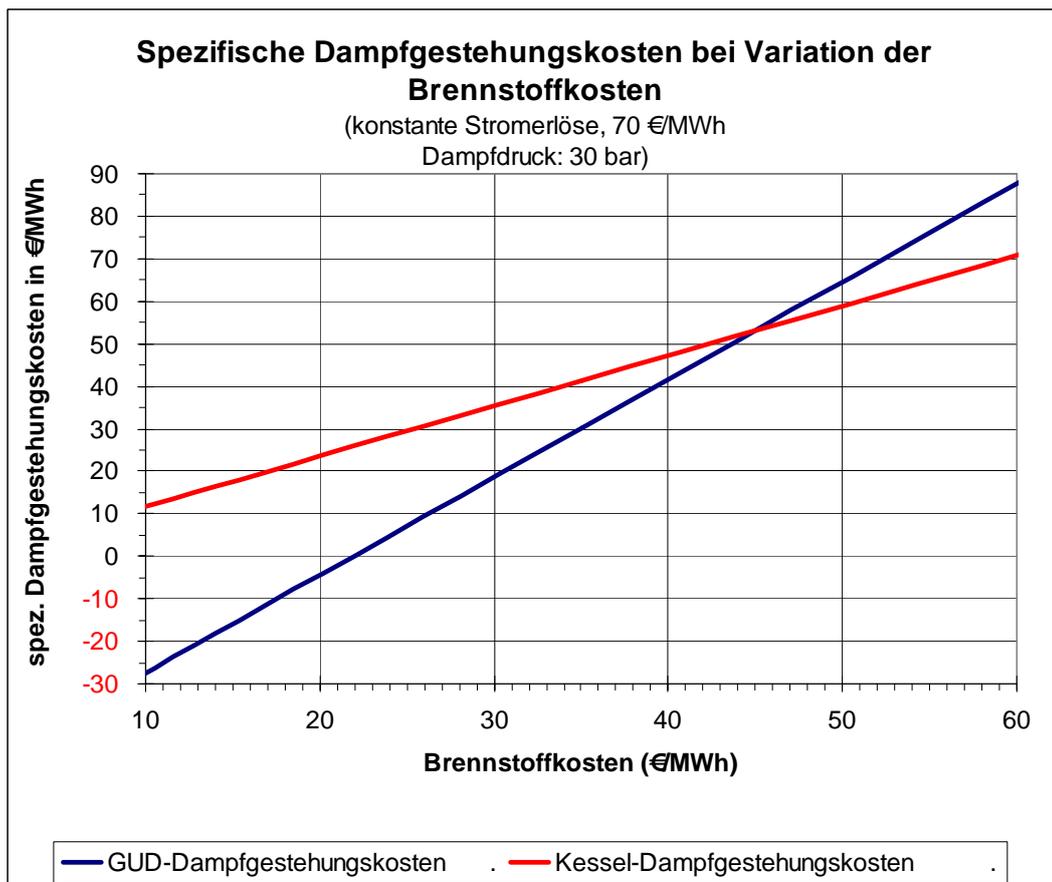


Bild 7.2-1: Spezifische Dampfgestehungskosten bei unterschiedlichen Brennstoffpreisen für
a) GuD-Industriekraftwerk
b) Konventionelle Dampfkesselanlage, Standort Esso

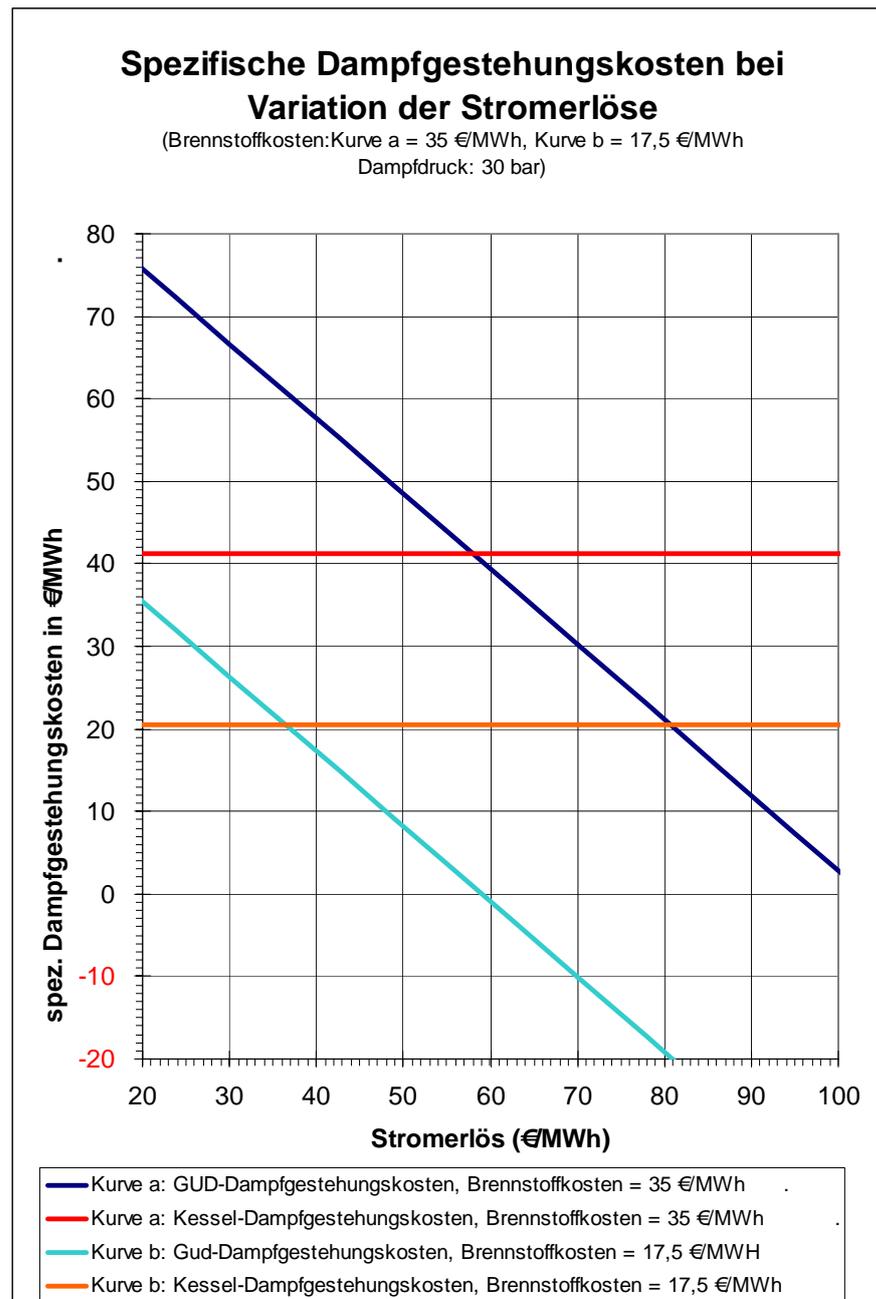


Bild 7.2-2: Spezifische Dampfgestehungskosten bei unterschiedlichen Stromkosten/-erlösen für
c) GuD-Industriekraftwerk,
d) Konventionelle Dampfkesselanlage, Standort Esso

Ferndampfleitung Esso bis Bayernoil, Betriebsteil Vohburg

Die vorstehenden Dampfgestehungskostenberechnungen berücksichtigen nur die zur Dampferzeugung notwendigen Komponenten. Eingeschlossen sind die Aufwendungen für die Einspeisung in die Dampfversorgungssysteme bei Esso, da das Kraftwerk am Standort der bestehenden Kraftwerksanlage vorgesehen wurde. Über dieses weiterbenutzbare vorhandene System kann auch die Absicherung der Audi-Fernwärme-Einspeisung erfolgen.

Die Dampfversorgung von Bayernoil erfolgt in diesem Fall über eine Ferndampfleitung von Esso bis Bayernoil-Vohburg. Bild 7.2-3 zeigt den Leitungsverlauf. Die Transportleistung der Trasse ist auf den möglichen Fremddampfbezug von Bayernoil in Höhe von ca. 50 bis 55 t/h ausgelegt.

Die Variante 5.7-I ist damit vergleichbar mit der unter Kapitel 7.1 untersuchten Möglichkeit der Dampfkopplung aus den E.ON-Kraftwerksblöcken in Irsching (Variante 5.1-I). Dort liegen die reinen Transportkosten bei 3 €/t.

Bei der hier untersuchten Variante 5.7-I liegen die spezifischen Dampftransportkosten trotz der um ein Vielfaches längeren Leitung bei nur 6 €/t.

Aufgrund der höheren Jahresnutzungsstunden ergeben sich für die Versorgung über ein gemeinsames Industriekraftwerk für Bayernoil immer noch günstigere Dampfversorgungskosten als mit reinen Dampfkesselanlagen, trotz der langen Dampfleitungstrasse.

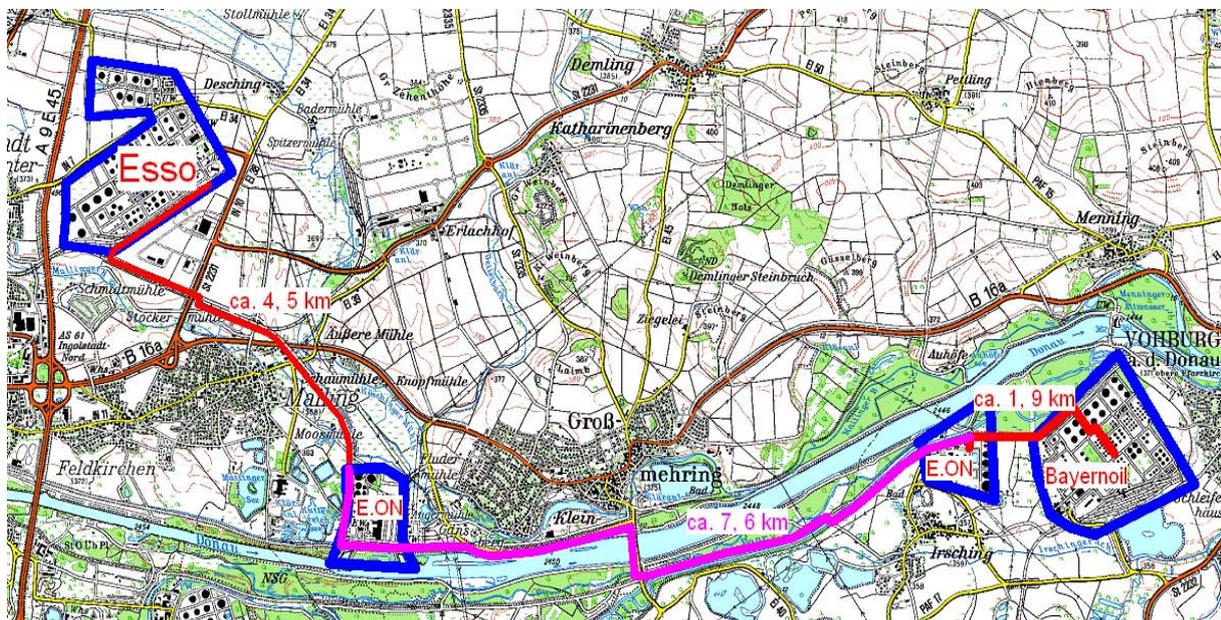


Bild 7.2-3: Übersicht Ferndampftrasse Esso bis Bayernoil-Vohburg

Tabelle 7.2-4: Investitionen und Kapitalkosten, Ferndampfleitung Esso bis Bayernoil-Vohburg

Investitionen FD-Verbindung Esso bis BO-Vohburg	Investitionen T€	Nutzung a	Annuität %/a	Kapitalkosten T€/a
1. FD-Einspeisestation BO-Vohburg komplette Anlage bestehend aus: - Rohrleitungsanbindung/Druckregelung - Interne Verrohrung - E-/MSR-Technik	594	15	0,1030	61
2. FD-Trasse BO-Vohburg bis Esso Transportkapazität: 50 t/h, DN 450/150, Länge der Trasse: ca. 14 km	19.600	15	0,1030	2.018
3. FD-Einspeisestation Esso komplette Anlage, einschl. E-/MSR	670	15	0,1030	69
4. Summe FD-Auskopplung	20.864			2.148

Tabelle 7.2-5: Leistungs- und Jahresarbeitsansätze, Ferndampfleitung Esso bis Bayernoil-Vohburg

Leistungs- und Arbeitswerte Dampflieferung Esso an Bayernoil-Vohburg	Dim.	Variante 5.4-II Wärmelieferung Esso an BO-V
Einspeiseleistung - Dampfwärmeleistung Esso an BO-V	t/h	50
Summe Einspeiseleistung	t/h	50
Vollbenutzungsstunden Dampfwärmelieferung	h/a	8.000
Wärmeliefermenge - Dampfwärmelieferung Esso an BO-Vohburg	t/a	400.000
Summe Einspeiseleistung	t/a	400.000
Stromeinbuße GuD-Kraftwerke Esso	MW _{el}	18
Elektrischer Eigenbedarf - Pumpstrom-Leistung Kondensatrückführung - Pumpstrom-Jahresarbeit	kW kWh/a	10 80.000

Tabelle 7.2-6: Jahreskosten und spezifische Wärmetransportkosten, Ferndampfleitung Esso bis Bayernoil-Vohburg

Jahreskosten Dampftransport Esso bis Bayernoil-Vohburg	Dim.	Variante 5.7-I Dampflieferung Esso an Bayernoil-Vohburg
1. Kapitalkosten	T€/a	2.148
2. Verbrauchsgebundene Kosten		
- Stromkosten Eigenbedarf	T€/a	6
- Stromverlust GuD-Anlage	T€/a	0
- Stromeinbuße GuD-Kraftwerk Esso (Arbeit) separat bewertet	T€/a	0
- Zusatzwasser	T€/a	120
- Sonstige Betriebsmittel	T€/a	10
Zwischensumme Verbrauchsgebundene Kosten	T€/a	136
3. Betriebsgebundene Kosten		
- Wartung/Instandhaltung (15 Jahres-Mittel)	T€/a	81
- Personal- und FD-Anlagenbetriebskosten	T€/a	45
- Versicherung/Verwaltung	T€/a	52
Zwischensumme Betriebsgebundene Kosten	T€/a	178
Gesamt Jahreskosten	T€/a	2.462
Jahres-Dampfeinspeisung	t/a	400.000
spezifische Wärmebezugskosten BO-V	€/t	6

Ökologische Bewertung der Variante 5.7-I: Errichtung eines zentralen GuD-Kraftwerks im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg, Esso, Audi, Stadtwerke Ingolstadt.

Der Betrieb eines modernen GuD-Kraftwerks verbessert den Wirkungsgrad der vorhandenen Kraftwerksanlage bei Esso um mindestens 25 %. Zusätzlich kommen hier noch die Dampflieferungen an Bayernoil hinzu, die dort den Einsatz der vorhandenen Kesselanlagen reduzieren.

Hierdurch reduzieren sich alle derzeit emittierten Luftschadstoffe um diesen Anteil.

Insbesondere resultiert hieraus ein CO₂-Einsparpotenzial in Höhe von ca. 150.064 t/a gegenüber der heutigen Situation.

8 Zusammenfassung

Mit dem Projekt „Wärmeverbund Ingolstadt“ sollte untersucht werden, ob und wie Abwärmeströme von Produktionsbetrieben im Raum Ingolstadt ökonomisch und ökologisch sinnvoll zur Deckung des Wärmebedarfs anderer Wärmeverbraucher genutzt werden können. Im ersten Schritt wurde eine Vorstudie über die bestehende Energiebedarfssituation und die vorhandenen Energieerzeugungsanlagen und die Abwärmepotenziale erstellt. Auf dieser Basis wurden im Rahmen der Vorstudie auch erste Alternativen zu den bestehenden Systemen aufgestellt und bewertet.

Im Rahmen dieser Detailstudie waren die Ergebnisse der Vorstudie weiter zu untersuchen und die Ergebnissenauigkeit zu verbessern. Die zwischenzeitlich eingetretenen Veränderungen bei den betroffenen Unternehmen wurden berücksichtigt. Darüber hinaus wurde für die realisierbaren Varianten ein Umsetzungskonzept erarbeitet.

Folgende Betriebe waren in die Betrachtung einbezogen:

- Bayernoil (BO)
 - Betriebsteil Ingolstadt (BTI)
 - Betriebsteil Vohburg (BTV)
 - Betriebsteil Neustadt (BTN)
- Stadtwerke Ingolstadt (STW-I)
- Müllverbrennungsanlage Ingolstadt (MVA-I)
- Esso Ingolstadt (Esso)
- Sondermüllverbrennungsanlage Ebenhausen
- Audi Ingolstadt (Audi)
- E.ON-Kraftwerk Ingolstadt
- E.ON-Kraftwerk Irsching

Gemäß den Ausführungen in Kapitel 5 sind anhand der räumlichen Verhältnisse für die Nutzung der industriellen Abwärme (Niedertemperatur bis 130 °C) folgende Schwerpunkte vorhanden (Details sind in Kapitel 5 dargestellt):

- B1: Bereich Bayernoil-Vohburg / E.ON-Kraftwerk Irsching
- B2: Bereich E.ON-Kraftwerk Ingolstadt / MVA-Ingolstadt
- B3: Bereich Bayernoil-Ingolstadt / Stadtgebiet Ingolstadt
- B4: Bereich Audi / Esso / Stadtgebiet Ingolstadt
- B5: Bereich Bayernoil-Neustadt
- B6: Bereich Sondermüllverbrennungsanlage Baar-Ebenhausen
- B7: Zusätzlich besteht noch die Möglichkeit des Wärmeverbunds der Bereiche B1, B2, B3, B4, jeweils einzeln oder auch gesamt.

Im Rahmen der Untersuchungen schied der **Standort B6** „Sondermüllverbrennungsanlage Baar-Ebenhausen“ aus, da aufgrund neuer anlageninterner Umstellungen keine ausreichenden Abwärmemengen mehr vorhanden waren.

Der **Standort B3** „Bayernoil-Ingolstadt / Stadtgebiet Ingolstadt“ schied ebenfalls aus, da Bayernoil diesen Raffineriestandort schließt.

Für den **Standort B5** „Bereich Bayernoil-Neustadt“ wurden folgende Varianten ausgewählt:

- Variante 5.5-I: Auskopplung von Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Wärmeversorgung von benachbarten Industriebetrieben und Wohnbereichen über
 - eine Fernwärmeleitung
 - Wärmecontainer

- Variante 5.5-II: Auskopplung von Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Nutzung zur Kälteversorgung von Bereichen in der Raffinerie und in benachbarten Industriebetrieben und Wohnbereichen mittels Absorptionskälteanlagen über
 - eine Fernkälteleitung
 - Kältecontainer

Für diese Varianten konnten im Rahmen der Studie aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit keine konkreten Abnehmer für Wärme- bzw. Kälte gefunden werden. Grundsätzliches Interesse war bei den potentiellen Abnehmern für Wärme- bzw. Kälte im Umfeld vorhanden. Eine Weiterverfolgung dieser Möglichkeiten ist sinnvoll und sollte auch außerhalb der Studie weitergeführt werden.

Niedertemperatur-Abwärme im Temperaturbereich bis 40 °C aus den Turbinenkondensatoranlagen der Kraftwerke steht zur Verfügung an den Standorten

- E.ON-Kraftwerke Ingolstadt und Irsching
- Esso

Da im Rahmen dieser Studie keine wirtschaftlich erschließbaren Potenziale für die Nutzung der großen verfügbaren Mengen an Niedertemperaturabwärme bis 40 °C im Umfeld der Wärmequellen ermittelt werden konnten, wurde diese Möglichkeit vor dem Hintergrund der hohen Mengen an verfügbarer Niedertemperaturwärme bis 90 °C/130 °C und der verfügbaren Hochtemperaturwärme zunächst hier zurückgestellt.

Die Niedertemperaturenergie im Bereich bis 40 °C bildet für zukünftige Nutzungen ein erhebliches Potenzial, dessen wirtschaftliche Erschließung aber erst lohnt, wenn die verfügbare höherwertige Abwärme im Bereich bis 90 °C/130 °C komplett genutzt ist und weiterer Wärmebedarf im Umfeld der Abwärmequellen besteht.

Geothermie

Auf die Nutzung der geothermischen Möglichkeiten der Region wird aufgrund der Ergebnisse der Vorstudie hier nicht mehr weiter eingegangen. Weitere Investitionen in diese Anlagen sind hier erst lohnenswert, wenn das große vorhandene Abwärmepotenzial vollständig genutzt wurde und weiterer Wärmebedarf besteht.

Abwärmennutzung und Energieverbund an den Standorten B1, B2, B4

Für die in Bild 5.0-1 (Kapitel 5) dargestellten **Standorte B1, B2, B4** ergeben sich folgende realisierbare Varianten:

Abwärmenutzungsvarianten (siehe Kapitel 6)

Variante 5.4-I: Errichtung eines Abwärmeverbundsystems zwischen Esso und Audi

Variante 5.1-II: Auskopplung von Abwärme aus der Bayernoil-Raffinerie und Einspeisung in das FW-Netz Ingolstadt und weiter in das Werksnetz Audi und

Energieerzeugungsvarianten (siehe Kapitel 7)

Variante 5.1-I: Errichtung eines GuD-Kraftwerks am E.ON-Kraftwerks-Standort Irsching im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg (oder/und weiteren Industriebetrieben),

Variante 5.7-I: Errichtung eines zentralen GuD-Kraftwerks im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg, Esso, Audi, Stadtwerke Ingolstadt.

Die **Abwärmenutzungsvarianten** sind von der Zielsetzung her so gewählt, dass die bei den Raffinerien Esso und Bayernoil-Betriebsteil Vohburg derzeit nicht genutzten Abwärmemengen mittels eines neuen Fernwärmetransportsystems dem Fernwärmenetz der Stadt Ingolstadt und dem Audi-Werksgelände zur Verfügung gestellt werden können.

Die **Energieerzeugungsvarianten** sind von der Zielsetzung her so aufgebaut, dass durch eine moderne Kraftwerkstechnik, durch Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung und durch Nutzung der Synergieeffekte bei Verbund mehrerer Unternehmen eine effizientere und ökologischere Energieversorgung gegenüber der aktuellen Situation erreicht wird.

Die schematische Gesamtübersicht über den möglichen Wärmeverbund Ingolstadt wurde bereits in Kapitel 6, Bild 6.0-1 dargestellt.

Abwärmeverbund Ingolstadt

Leistungen

- Abwärmelieferung von Esso an Audi über eine neue FW-Transportleitung
 - Abwärmeleistung: 50 MW
 - Dampfwärmeleistung: 55 MW
- Abwärmelieferung von Bayernoil-Vohburg an Audi über die vorhandene FW-Transportleitung bis Ingolstadt, Einspeisung und Durchleitung durch das städtische FW-Netz
 - Abwärmeleistung: 20 MW
 - Dampfwärmeleistung: max. 40 MW
- Wärmebedarf Audi
 - Extern lieferbare Wärmeleistung: 160 MW
 - Extern lieferbare Jahreswärme: 294.820 MWh/a

Notwendige Investitionen (netto):

- Abwärmenutzungsanlagen Esso-Audi: 29,6 Mio €
- Abwärmenutzungsanlagen Bayernoil-Audi: 11,8 Mio €

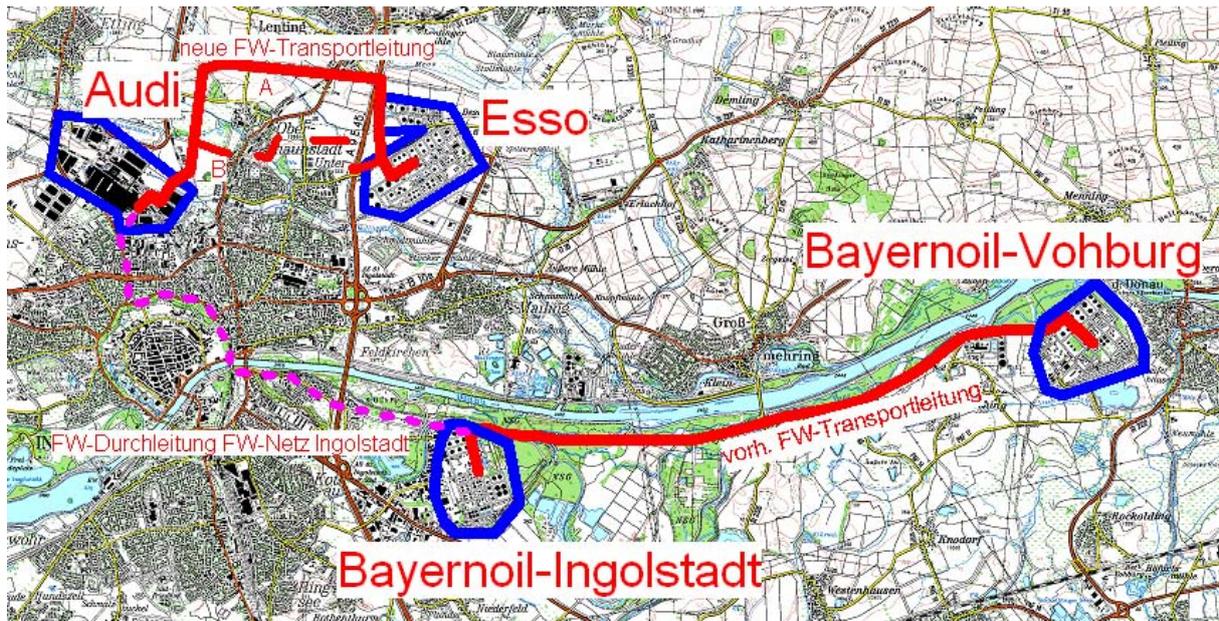


Bild 8.0-1: Übersicht Abwärmeverbund Ingolstadt

Die Wirtschaftlichkeit der Investitionen errechnet sich aufgrund der hohen jährlich nutzbaren Wärmemengen und der zu erwartenden langen technischen Lebensdauer der Anlagen von weit über 25 Jahren. Da der Wärmepreis vor allem durch die Kapitalkosten der Investitionen für die Installation der Abwärmenutzungsanlagen und der Fernwärmeleitungen geprägt ist, fällt der Wärmepreis deutlich bei steigendem Wärmeabsatz.

Bild 8.0-2 zeigt die spezifischen Abwärmebezugskosten bei Audi für unterschiedliche Jahresbezugs-mengen für die Abwärmelieferungen von Bayernoil-Vohburg und von Esso. Das Bild zeigt deutlich die hohe Abhängigkeit des Abwärmepreises von der gelieferten Jahresmenge.

Da der gesamte von extern lieferbare Wärmebedarf von Audi nur bei gemeinsamer Belieferung durch Bayernoil und Esso gedeckt werden kann, zeigt diese Kurve auch das wirtschaftliche Optimum für beide Liefermengen.

Da die zur Verfügung stehende Gesamt-Abwärmemenge deutlich größer ist als der Bedarf von Audi zeigt die Kurve auch das Potenzial, welches bei Gewinnung weiterer Wärmekunden durch die Stadtwerke Ingolstadt noch erschlossen werden kann.

Je nach Aufteilung der Lieferanteile kann die Abwärme als Nutzwärme frei Audi-Heiznetz zu Beträgen zwischen 18 und 24 €/MWh geliefert werden. Hierin sind alle mit der Wärmebelieferung verbundenen Kosten enthalten. Der Vergleichspreis für Nutzwärmebereitstellung auf Basis von erdgasbeheizten Kesselanlagen dürfte bei den hier benötigten Wärmemengen auf derzeitiger Erdgaspreisbasis und unter Berücksichtigung aller zugehörigen Kapital-, Betriebs- und Verbrauchskosten deutlich über 35 €/MWh liegen.

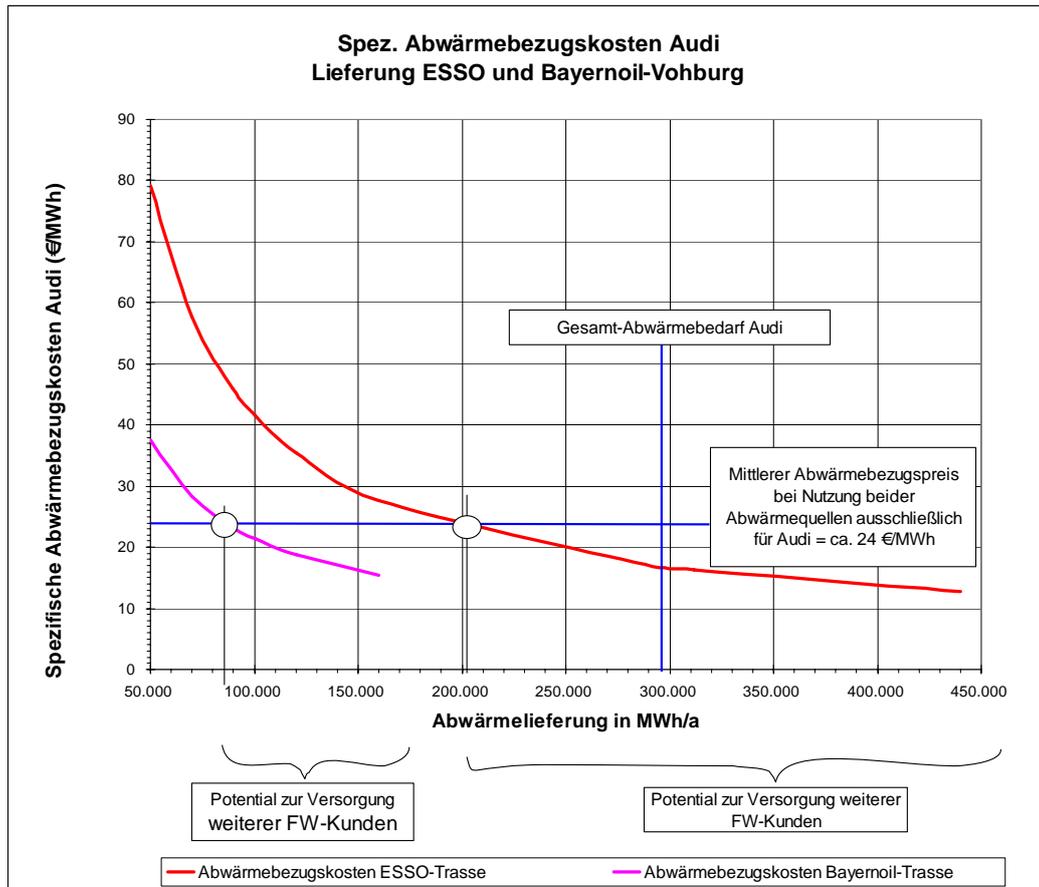


Bild 8.0-2: Spezifische Abwärmebezugskosten in Abhängigkeit der gelieferten Jahreswärmemengen

Wie die Ausführungen in Kapitel 6 zeigen, ist einer der Hauptvorteile der Abwärmenutzungsvarianten auch der, dass die Wärmebereitstellungskosten zukünftig nicht mehr an die Entwicklung der Gaspreise gekoppelt sind. Die Jahreskosten der Abwärmelieferung bleiben bei steigenden Energiepreisen nahezu konstant.

Der ökologische Vorteil der Abwärmenutzung liegt vor allem in der Einsparung der bisher in den Heizkesseln eingesetzten Erdgasmengen. Hierdurch ergibt sich ein mögliches CO₂-Einsparpotenzial in Höhe von ca. 68.675 t/a.

Die Umsetzung der Maßnahmen könnte nach folgendem Ablaufplan erfolgen:

- Entwurfsplanung mit Kostenkronkretisierung und Klärung der Randbedingungen der Trassenführung und der Trassengenehmigung, 4 Monate
- Klärung der vertraglichen Randbedingungen zwischen den beteiligten Unternehmen 3 – 6 Monate
- Erstellung der Genehmigungs- und der Ausführungsplanung sowie Vorbereiten und Durchführen der notwendigen Bauleistungs-/Liefervergaben 4 – 6 Monate
- Durchführen der Maßnahmen und Inbetriebnahme 6 – 8 Monate

Da die einzelnen Aktivitäten zum Teil parallel durchgeführt werden können, kann davon ausgegangen werden, dass die Gesamtmaßnahme in einem Zeitraum von rund 16 bis 20 Monaten komplett abgewickelt werden kann. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bestimmte Maßnahmen in den Raffinerien nur bei Stillstand der betroffenen Anlagen durchgeführt werden können, was unter Umständen längere Wartezeiten auf den günstigsten Montagezeitpunkt erfordert.

Derzeit ergibt sich bezüglich der Entscheidungsfindung zwischen den beteiligten Unternehmen die Problematik, dass Esso den Betriebsteil Ingolstadt verkauft hat und bis zur Übernahme der Anlage durch den neuen Eigentümer unter Umständen Investitionsentscheidungen zurückgestellt werden müssen. Auf die Höhe und Menge der Abwärmeliefermöglichkeiten dürfte dies nach erster Klärung mit der Raffinerie keinen Einfluss haben, da die Grundkonzeption der vorhandenen Anlagen und die Prozessführung nicht ohne Weiteres veränderbar ist, gegebenenfalls aber durch Erhöhung der Auslastung usw. das Potenzial noch verbessert werden könnte.

Hinsichtlich der Realisierung des Abwärmenutzungsprojektes bei Bayernoil-Vohburg wird der Terminplan durch die Stilllegung des Standortes Ingolstadt beeinflusst, die bis 2008 abgeschlossen werden soll. Bei entsprechendem Vorgehen könnten bis dahin die Abwärmenutzungsanlagen errichtet sein und in Betrieb genommen werden, so dass die Versorgung der derzeit an dem am Standort Ingolstadt vorhandenen Fernwärmenetz angeschlossenen Kunden dann von Vohburg aus erfolgen kann.

Energieerzeugungsvarianten

Die Ergebnisse der hier untersuchten Energieerzeugungsvarianten können wie folgt zusammengefasst werden.

Variante 5.1-I: Errichtung eines GuD-Kraftwerks am E.ON-Kraftwerks-Standort Irsching im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg.

Wie bereits in Kapitel 7 dargestellt wird hier die Auskopplungsmöglichkeit von Dampf aus den geplanten E.ON-GuD-Kraftwerken am Standort Irsching betrachtet. E.ON beabsichtigt am Standort Irsching drei GuD-Kraftwerke zu errichten:

2 GuD-Blöcke à 400 MW_{el} (Standardprozess)

1 GuD-Block à 530 MW_{el} (Musterprozess mit besonders hohem elektr. Wirkungsgrad)

Die zugehörigen sonstigen technischen Kraftwerksdaten sind in Kapitel 4.4.2 und Kapitel 7.1 dargestellt. Das verfügbare Abwärmepotenzial dieser Kraftwerke ist wesentlich höher, als der in der Region vorhandene Wärmebedarf. Die Abwärme fällt aber auf zu niedrigem Temperaturniveau an. Eine Nutzung zumindest eines Teils der im Kraftwerk umgesetzten Dampfmengen zur Versorgung benachbarter Betriebe wird anhand der folgenden Rahmenbedingungen hier untersucht.

Folgende technischen Rahmenbedingungen ergeben sich für eine Dampflieferung aus dem E.ON-GuD-Kraftwerk an Bayernoil-Vohburg:

Dampflieferung E.ON-Irsching an Bayernoil-Vohburg

- Dampfmenge: 50 t/h
- Dampfdruck: 30 bar (am E.ON-Dampfeinspeisepunkt)
- Dampftemp.: 350 °C (am E.ON-Dampfeinspeisepunkt)

Ein größerer Fremddampfbezug ist für Bayernoil-Vohburg derzeit prozessbedingt nicht möglich.

Auslegungsdaten:

- Dampfleitung DN 450
- Kondensatleitung DN 150
- Trassenlänge: 2000 m

Die hier von E.ON vorgesehenen Kraftwerke sind zur Spitzenstrombereitstellung im öffentlichen Stromnetz vorgesehen. Hierdurch bedingt liegt die voraussichtliche jährliche Einsatzzeit unter 4000 h/a. Der Einsatz erfolgt überwiegend wochentags und tagsüber. Dies erschwert die Wirtschaftlichkeit einer Dampfversorgung von Bayernoil-Vohburg, da weitere Anlagen zur Deckung des Dampfbedarfs in den übrigen Zeiten vorgehalten werden müssen.

Unter Berücksichtigung der mit der Dampfauskopplung in den GuD-Kraftwerken verbundenen Strom-einbuße ergibt sich ein rechnerischer Dampflieferpreis für Bayernoil-Vohburg in Höhe von ca. 14 €/t.

Durch eine Prozessmodifikation des GuD-Kraftwerks könnte dieser Betrag u. U. reduziert werden. In diesem Fall müssten der HD-Turbinenteil und der zugehörige Kesselteil so ausgelegt werden, dass dort um 50 t/h höhere Dampfmengen fließen können. In diesem Fall bliebe dann die Stromerzeugung im ND-Turbinenteil auch bei Dampfauskopplung auf Nennlast, lediglich der Brennstoffeinsatz stiege etwas an. Da die Dampfabnahme seitens Bayernoil-Vohburg weitestgehend konstant gehalten werden kann, ist diese technische Modifikation durchaus prüfenswert.

Die Dampfauskopplung aus dem E.ON-Kraftwerk bei Dampflieferung an Bayernoil in dem hier kalkulierten Umfang erspart bei Bayernoil die Erzeugung von Dampf in der dortigen Kesselanlage. Aufgrund der unterschiedlichen eingesetzten Raffineriebrennstoffe ergeben sich Einsparpotenziale bei allen relevanten Luftschadstoffen dieser Anlage.

Insgesamt ergibt sich ein CO₂-Einsparpotenzial in Höhe von ca. 53.600 t/a.

Variante 5.7-I: Errichtung eines zentralen GuD-Kraftwerks im Energieverbund mit Bayernoil-Vohburg, Esso, Audi, Stadtwerke Ingolstadt.

Aufgrund der geringen Betriebsstunden der geplanten E.ON-GuD-Kraftwerksblöcke ist eine Dampfversorgung der Industriebetriebe in Kraft-Wärme-Kopplung mit diesen Anlagen schwierig darstellbar. Daher wurde die Energieversorgung der beteiligten Industriebetriebe auf Basis eines auf den Bedarf der Betriebe ausgelegten kleineren GuD-Kraftwerks untersucht.

Grundidee dieser Variante ist die Versorgung der beteiligten Industriebetriebe mit Dampf, Heizwärme und Strom in Kraft-Wärme-Kopplung aus einem modernen Industriekraftwerk. Hierbei sollten die vorhandenen Heizwerke und einzelnen Kraftwerksanlagen durch ein neues gemeinsames GuD-Kraftwerk ersetzt und die Dampfversorgung der beteiligten Unternehmen über ein Ferndampfsystem gewährleistet werden.

Die Ausführungen in Kapitel 7.2 sollen nur als erste Überschlagsrechnung die grundsätzlichen Möglichkeiten und Vorteile aufzeigen, die für die beteiligten Industriebetriebe bei Realisierung eines gemeinsam betriebenen GuD-Kraftwerks bestehen. Vor einer möglichen Entscheidung über die Realisierung sind weitergehende Untersuchungen und Analysen notwendig, um die Auslegungsdaten so genau wie möglich an den Bedarf der Betriebe anzupassen.

GuD-Industriekraftwerk Esso

Als Standort für dieses Industriekraftwerk wurde das Esso-Gelände ausgewählt, da dieses relativ zentral im Wärmeschwerpunkt liegt. Ferner benötigt Esso für einzelne Prozessanlagen Dampf mit Drücken über 30 bar, die von einer GuD-Anlage vor Ort geliefert werden könnten. Über eine Ferndampfleitung könnte dann Bayernoil-Vohburg angeschlossen werden, da dort nach derzeit vorliegendem Informationsstand nur 50 bis 55 t/h an Fremddampf (mit 30 bar Druck) eingesetzt werden können.

Das Kraftwerk dient weiterhin der Absicherung der von Esso an Audi und ggf. an die Stadtwerke gelieferten Fernwärmemengen.

Als Brennstoff für das angedachte Industriekraftwerk sollte der bisher in den Raffinerien eingesetzte Brennstoff verwendet werden. Hierbei muss die Eignung der gewählten Gasturbine für diese Brennstoffe geprüft werden. Der Einsatz einzelner Brennstoffe wie z. B. hochschwefelhaltiges Schweröl scheidet dabei aus, wenn der Brennstoff nicht vorbehandelt wird.

Die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerks hängt vor allem von den Brennstoffkosten und der Stromeinspeisungsvergütung ab. Da die tatsächlichen Daten der Betriebe zu diesen Positionen nicht bekannt sind, wurden in Kapitel 7.2 für verschiedene Eckwerte die spezifischen Gestehungskosten in Diagrammen dargestellt. Im hier kalkulierten Beispiel steht der ausgekoppelte Dampf bei Brennstoffkosten kleiner 22 €/MWh kostenlos zur Verfügung, darüber steigt der Dampfpreis mit der Brennstoffpreisentwicklung an, wobei bei Brennstoffkosten von 35 €/MWh ein Dampfpreis von 30 €/t erreicht wird.

Für die Ferndampfversorgung von Bayernoil muss eine ca. 15 km lange Dampf- und Kondensatleitungstrasse (DN 450/150) errichtet werden. Hierfür wird eine Investition in Höhe von ca. 21 Mio € erforderlich. Aufgrund der hohen Auslastung dieser Leitung betragen die Transportkosten je Tonne Dampf aber nur 6 €.

Der Betrieb eines modernen GuD-Kraftwerks verbessert den Wirkungsgrad der vorhandenen Kraftwerksanlage bei Esso um mehr als 25 %. Zusätzlich kommen hier noch die Dampflieferungen an Bayernoil und die Fernwärmeeinspeisung an Audi und Stadtwerke Ingolstadt hinzu, die dort den Einsatz der vorhandenen Wärme erzeugungsanlagen reduzieren. Hieraus resultiert ein CO₂-Einsparpotenzial in Höhe von ca. 130.064 t/a gegenüber der heutigen Situation.



ISBN (Online-Version): 978-3-940009-49-4