



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

Austausch der Gasturbinen am HKW München-Freimann: Fachtechnisches Gutachten Luftreinhaltung, Gefahrenschutz, Abfallwirtschaft, Energienutzung

im Auftrag der SWM Services GmbH, München

Bernd Franke und Benedikt Kauertz

Heidelberg, 16. Dezember 2016



Inhalt

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	6
1 Aufgabenstellung	7
2 Verwendete Unterlagen/ Rechtsvorschriften	8
3 Standort und Untersuchungsgebiet	10
3.1 Standort/ Lage im Raum	10
3.2 Beschreibung der Anlage	11
3.3 Meteorologie im Untersuchungsgebiet	14
3.4 Bestehende Immissionsbelastung im Untersuchungsgebiet	15
4 Luftschadstoffe	16
4.1 Bestimmung der Emissionen der Anlage	16
4.2 Schornsteinhöhenberechnung	21
4.3 Immissionsprognose	22
4.3.1 Methodik der Immissionsprognose	23
4.3.1.1 Grundlagen der atmosphärischen Ausbreitungsmodelle	23
4.3.1.2 Meteorologische Grundlagen	24
4.3.1.3 Atmosphärische Stabilität	24
4.3.1.4 Ausbreitungsrechnung	26
4.3.1.5 Modellbeschreibung AUSTAL2000	27
4.3.1.6 Statistische Unsicherheit der berechneten Kenngrößen	27
4.3.2 Ergebnisse der Immissionsprognose	28
4.3.2.1 Graphische Auswertung der Jahresimmissionszusatzbelastungen	31
4.3.2.2 Graphische Auswertung der Jahresdepositionszusatzbelastungen	34
4.3.2.3 Ergänzende Auswertungen	37
5 Gefahrenschutz	40
6 Abfallwirtschaft	41
7 Energienutzung	44
8 Klima	45
9 Zusammenfassende Bewertung	47

Inhalt

9.1 Anforderungen an den Genehmigungsbescheid	48
Anlagen	51
Rechenprotokoll AUSTAL2000 Fall Bypassbetrieb	51
Rechenprotokoll AUSTAL2000 Fall Fernwärmebetrieb	55
Rechenprotokoll AUSTAL2000N Fall Bypassbetrieb	59
Rechenprotokoll AUSTAL2000N Fall Fernwärmebetrieb	64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1:	Lage des Standortes im direkten Umfeld	10
Abbildung 3.2:	Erweitertes Beurteilungsgebiet (20 km x 20 km) und 10 km TA Luft Kreis (Radius mit dem 50fachen der Schornsteinhöhe der Anlage, rot markiert) Koordinaten im Gauss Krüger Format	11
Abbildung 3.3:	Emissionsquellenplan	13
Abbildung 3.4:	Stärkewindrose für München-Stadt	14
Abbildung 4.1:	Der Ausbreitungsvorgang einer Luftbeimengung	23
Abbildung 4.2:	Ausprägung der Abgasfahnen bei unterschiedlichen typischen Ausbreitungssituationen	25
Abbildung 4.3:	Lage der Immissions- und Depositionsmaxima im Untersuchungsgebiet im Falle des Fernwärmebetriebs	30
Abbildung 4.4:	Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Stickstoffdioxid (NO ₂) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	31
Abbildung 4.5:	Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Stickstoffoxid (NO _x) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	32
Abbildung 4.6:	Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Schwefeldioxid (SO ₂) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	32
Abbildung 4.7:	Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Feinstaub PM 2,5 im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	33
Abbildung 4.8:	Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Kohlenmonoxid (CO) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	33
Abbildung 4.9:	Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Stickstoffdioxid (NO ₂) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	34
Abbildung 4.10:	Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Stickstoffmonoxid (NO) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	34

Abbildung 4.11: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Schwefeldioxid (SO ₂) im Falle des Vollastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Vollastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	35
Abbildung 4.12: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Feinstaub PM 2,5 im Falle des Vollastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Vollastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	35
Abbildung 4.13: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit eutrophierenden Stoffen (Stickstoff) im Falle des Vollastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Vollastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	36
Abbildung 4.14: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit versauernden Stoffen (N+S) im Falle des Vollastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Vollastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb	36
Abbildung 4.15: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit versauernden Stoffen (N+S) im Falle des Vollastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Vollastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb im direkten Umfeld des Anlagenstandortes	37
Abbildung 4.16: Hochhäuser in München	38
Abbildung 7.1: Energiebilanz einer Gasturbine im KWK-Betrieb	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Vorbelastung mit Luftschadstoffen in München; angegeben sind Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	15
Tabelle 4.1:	Emissionsgrenzwerte der Gasturbinen bei Betrieb mit Erdgas, ab 70 % Last, (trockenes Abgas, 15 % O_2)	16
Tabelle 4.2:	Kenngößen für die Immissionsprognose	19
Tabelle 4.3:	Vergleich der maximalen Emissionsfrachten des geplanten Gasturbinenkraftwerks (Turbine 1 und 2) mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft 4.6.1.1	19
Tabelle 4.4:	Emissionsfrachten der Gasturbinen in verschiedenen Lastzuständen (Außentemperatur -15°C)	20
Tabelle 4.5:	Ergebnis der Schornsteinhöhenberechnung basierend auf den Werten für zwei Gasturbinen unter Berücksichtigung der beiden Heizkessel als gemeinsamer Auslass	22
Tabelle 4.6:	Konzentration am Ort der maximalen Zusatzbelastung	29
Tabelle 4.7:	Deposition am Ort der maximalen Zusatzbelastung	29
Tabelle 4.8:	Ort der maximalen Immissions- und Depositionszusatzbelastung im Falle des Fernwärmebetriebs	31
Tabelle 4.9:	Jahresimmissionszusatzbelastung durch den Betrieb der geplanten Anlage im Vergleich mit den Immissionswerten der TA Luft am Monitoringpunkt Olympiaturm in 190 m Höhe.	38
Tabelle 4.10:	Jahresimmissionszusatzbelastung (Min, Max; Mittelwert) an NO_2 in Höhenschichten bis 200 m (Werte oberhalb der Irrelevanzschwelle der TA Luft sind rot markiert)	39
Tabelle 6.1:	Abfallströme der geplanten Anlage	42

1 Aufgabenstellung

Am Standort München-Freimann erzeugen die Stadtwerke München seit 1972 Strom und Fernwärme. Die verschiedenen Bereiche der derzeit bestehenden Gesamtanlage des Heizkraftwerkes (HKW) werden nachstehend aufgeführt und beschrieben.

Die beiden bestehenden Gasturbinen können die für Altanlagen ab dem 1. Januar 2016 geltenden Emissionsgrenzwerte der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen (13. BImSchV vom 2. Mai 2014) nicht mehr einhalten und wurden daher stillgelegt werden. Die SWM Services GmbH beabsichtigt daher, die beiden ehemaligen Gasturbinen GT 1 und GT 2 (2 x 290 MW Feuerungswärmeleistung, FWL) zu demontieren und durch zwei neue Gasturbinen (max. 2 x 145 MW FWL) zu ersetzen.

Die SWM Services GmbH hat das ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg damit beauftragt, im Rahmen eines immissionschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens die notwendige Bestimmung der Schornsteinhöhe vorzunehmen und eine Immissionsprognose für die relevanten Komponenten im Rauchgas der Gasturbine zu erstellen.

Die Immissionsprognose soll für die Stoffe Stickstoffoxide, Staub und Schwefeldioxid erstellt werden. Weiterhin wird die Gesamtbelastung (Vor- und Zusatzbelastung) ermittelt und mit den Immissionswerten der TA Luft verglichen.

Die Immissionsprognose soll für ein Rechengebiet vorgelegt werden, das über die Grenzen des nach TA Luft zu wählenden Beurteilungsgebietes hinausgeht, so dass die Maxima für die zu erwartende Zusatzbelastung dargestellt werden können.

Die Immissionsprognose wird entsprechend den Anforderungen der Genehmigungsbehörde in ein fachtechnisches Gutachten zur Luftreinhaltung, Gefahrenschutz, Abfallwirtschaft und Energienutzung eingebettet. Aufgabe des Gutachtens ist die Darstellung, wie der Antragsteller SWM die in § 5 Abs. 1 des BImSchG genannten Pflichten der Betreiber zur Abwehr und Minimierung schädlicher Umwelteinwirkungen und sonstiger Gefahren, erheblicher Nachteile und erheblichen Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft umsetzt. Darüber hinaus wird das fachtechnische Gutachten um den Aspekt Klima ergänzt.

2 Verwendete Unterlagen/ Rechtsvorschriften

Im Rahmen des fachtechnischen Gutachtens zur Luftreinhaltung, Gefahrenschutz, Abfallwirtschaft und Energienutzung finden die folgenden Rechtsvorschriften und Datengrundlagen Anwendung:

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 25 vom 27.05.2013 S. 1274), zuletzt geändert am 20. November 2014 durch Artikel 1 des Zwölften Gesetzes zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BGBl. I Nr. 53 vom 25.11.2014 S. 1740)
- Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 21 vom 02.05.2013 S. 973; BGBl. I Nr. 60 vom 09.10.2013 S. 3756), zuletzt geändert am 28. April 2015 durch Artikel 3 der Verordnung zur Umsetzung von Artikel 14 der Richtlinie zur Energieeffizienz und zur Änderung weiterer umweltrechtlicher Vorschriften (BGBl. I Nr. 17 vom 30.04.2015 S. 670)
- Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen – 13. BImSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I Nr. 21 vom 02.05.2013 S. 1021, 1023; BGBl. I Nr. 60 vom 09.10.2013 S. 3754), zuletzt geändert am 28. April 2015 durch Artikel 6 der Verordnung zur Umsetzung von Artikel 14 der Richtlinie zur Energieeffizienz und zur Änderung weiterer umweltrechtlicher Vorschriften (BGBl. I Nr. 17 vom 30.04.2015 S. 670)
- Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065)
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) Vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 – 29 S. 511)
- DWD (2014). Deutscher Wetterdienst (DWD). Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) nach TA Luft 2002 auf einen Standort in München-Freimann. Amtliches Gutachten. München, November 2014
- LANA (2004). Anforderungen an die Prüfung der Erheblichkeit von Beeinträchtigungen der Natura 2000-Gebiet gemäß § 34 BNatSchG im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP) Stand: 4./5. März 2004. (Arbeitspapier der LANA, 21 S.)

- LANUV (2012). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Abschneidekriterien zur Festlegung des Untersuchungsgebiets. Vermerk vom 18. Juni 2012
- Unterrichtungsschreiben der Regierung von Oberbayern vom 20. November 2015
- Lageplan und Karten
- Auszüge aus dem Genehmigungsantrag
- AUSTAL 2000 Version 2.6.11 nach Anhang 3 der TA-Luft
- AUSTAL 2000N Version 2.6.11 nach Anhang 3 der TA-Luft
- Digitale Höhendaten des Rechengebietes (GlobeDEM50 Version 2.0)
- Zeitreihe AK-Term der Station München-Stadt aus dem repräsentativen Jahr 2005, Bezugszeitraum 2000 – 2010, mit Niederschlagsdaten
- DVGW-Merkblatt G 260 2. Gasfamilie „Gasbeschaffenheit“ Ausgabe 05/2008
- LAI Vollzugshinweise zu Formaldehyd: Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe“ vom 21. September 2004

3 Standort und Untersuchungsgebiet

3.1 Standort/ Lage im Raum

Der Standort Freimann befindet sich in einem Gewerbegebiet inmitten bebauter Flächen mit überwiegend gewerblichen bzw. industriellen Nutzungen. Er liegt knapp über 500 m N.N. Es handelt sich um ein Grundstück im Besitz der SWM, das bereits von Kraftwerks-, Fernwärme-, Umspann- und Freizeitanlagen der SWM belegt ist. Das Grundstück hat ungefähr die Form eines rechtwinkligen Dreiecks mit Schenkellängen von 320 m und 250 m. Die Bauflächen am Standort Freimann sind im derzeit geltenden FNP als Ver- und Entsorgungsf lächen ausgewiesen. Die umliegenden Flächennutzungen sind Gewerbe- oder Industriegebiete und Sonderbauflächen; südlich des Anlagenstandortes ist ein allgemeines Wohngebiet ausgewiesen. Nördlich der Baufläche verläuft die Bahnstrecke.

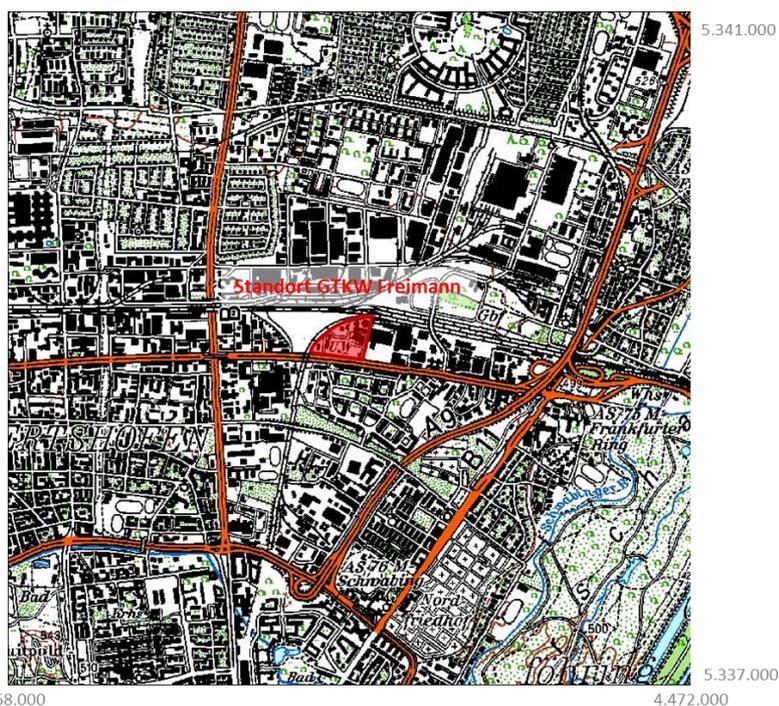


Abbildung 3.1: Lage des Standortes im direkten Umfeld

Nach der TA Luft ist das Beurteilungsgebiet die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht. Im vorliegenden Fall einer Schornsteinbauhöhe von 100 m ergibt sich nach den Anforderungen der Ziffer 4.6.2.5 TA Luft ein Beurteilungsgebiet mit einem Radius von 5.000 m. Das in Abbildung 3.2 dargestellte erweiterte Untersuchungsgebiet der Immissionsprognose von 20 km x 20 km geht darüber erheblich hinaus und ist geeignet, Immissionsmaxima sicher zu erfassen sowie die Auswirkungen in den betroffenen Natura 2000 Gebieten adäquat zu berücksichtigen.

Unebenheiten des Geländes sind zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7 fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem 2 fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht. Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells (z.B. TALdia) berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

Das Rechengebiet weist keine bis nur sehr flache Steigungen (< 1:20) auf. Somit ist die Anwendung des diagnostischen Windfeldmodells möglich.

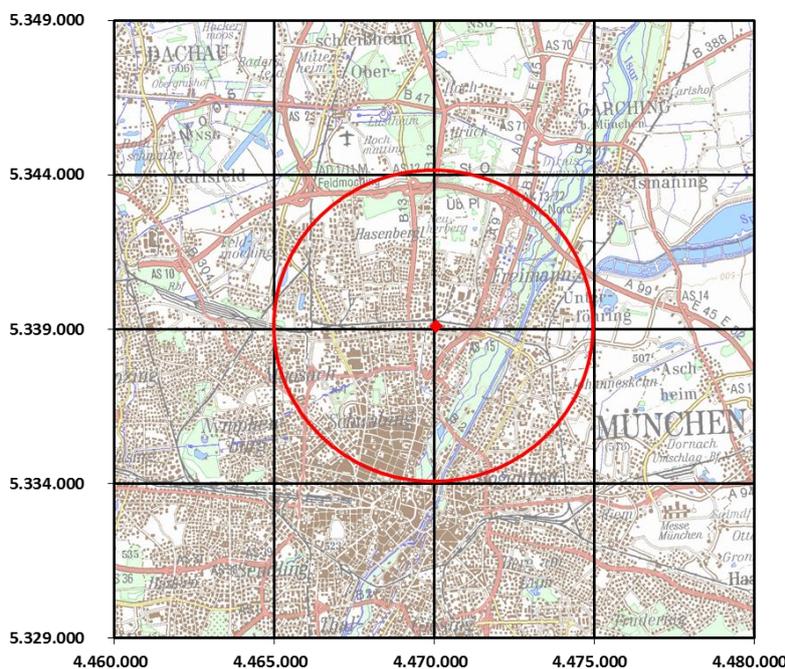


Abbildung 3.2: Erweitertes Beurteilungsgebiet (20 km x 20 km) und 10 km TA Luft Kreis (Radius mit dem 50fachen der Schornsteinhöhe der Anlage, rot markiert) Koordinaten im Gauss Krüger Format

3.2 Beschreibung der Anlage

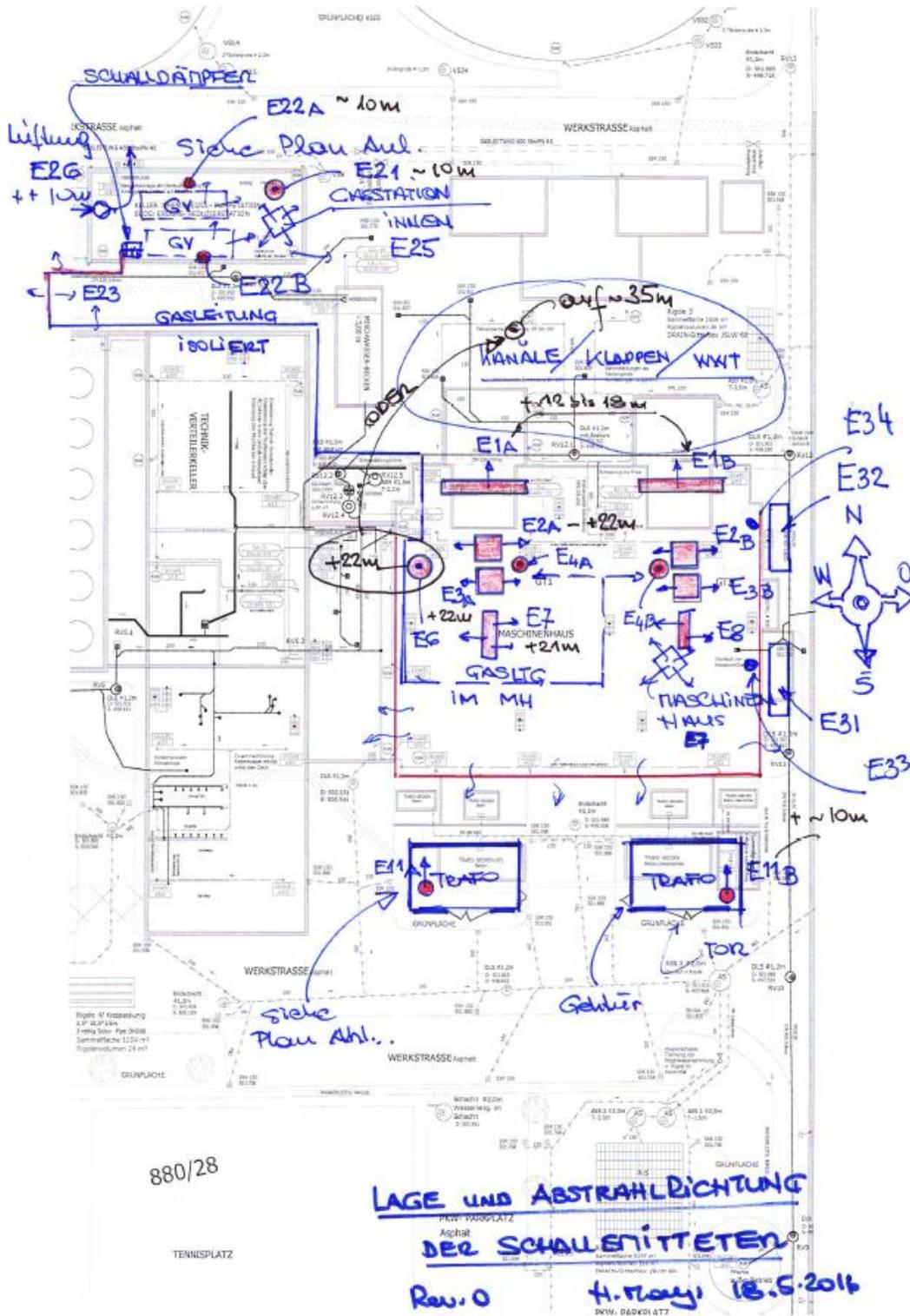
Im HKW Freimann wurden bis zu ihrer Stilllegung am 31.12.2015 bzw. 31.03.2016 seit 1972 zwei Gasturbinen vom Typ Siemens V94 betrieben. Die Wärme im Abgas einer dieser Gasturbinen wird in einem Wärmetauscher zur Fernwärmeerzeugung genutzt. Die bestehenden Gasturbinen sollen demontiert und durch neue Gasturbinen ersetzt werden. Dabei soll die Wärme im Abgas beider Gasturbinen im bestehenden Wärmetauscher zur Fernwärmeerzeugung genutzt werden. Die Abgasableitung wird über den bestehenden Wärmetauscher und den bestehenden Kamin erfolgen.

Die neuen Gasturbinen sollen im bestehenden Maschinenhaus errichtet werden. Die geplanten Gasturbinen sind für Grundlastbetrieb mit einer jährlichen Betriebszeit von 8.760 Stunden ausgelegt und mit entsprechenden Reserve- und Redundanzeinrichtungen für ausfallkritische Komponenten ausgestattet. Darüber hinaus werden sie auch für einen

flexiblen, dem Strommarkt angepassten Betrieb mit zahlreichen An- und Abfahrten pro Jahr, sowie Teillastbetrieb ausgelegt.

Als Ausfallreserve sowie zur Abdeckung von Spitzenlasten dienen zwei Heißwassererzeuger (HWK 1 und HWK 2) mit einer Fernwärmeleistung von je 130 MW, 15 Heißwasserspeicher (15 x 300 m³) und ein Warmwasserspeicher mit 40.000 m³. Zusätzlich sind drei Ausgleichsbehälter für das Fernwärmenetz vorhanden.

Notstrom- und Schwarzstart-Diesgeneratoren kommen nur bei Störungen zum Einsatz und werden zur Funktionsüberprüfung nur wenige Stunden pro Jahr betrieben. Sie sind deshalb im Rahmen der Immissionsprognose nicht zu betrachten. Der Genehmigungsantrag enthält eine detaillierte Beschreibung der geplanten Anlage. Die räumliche Lage der Quellen ist dem Emissionsquellenplan in Abbildung 3.3 zu entnehmen.

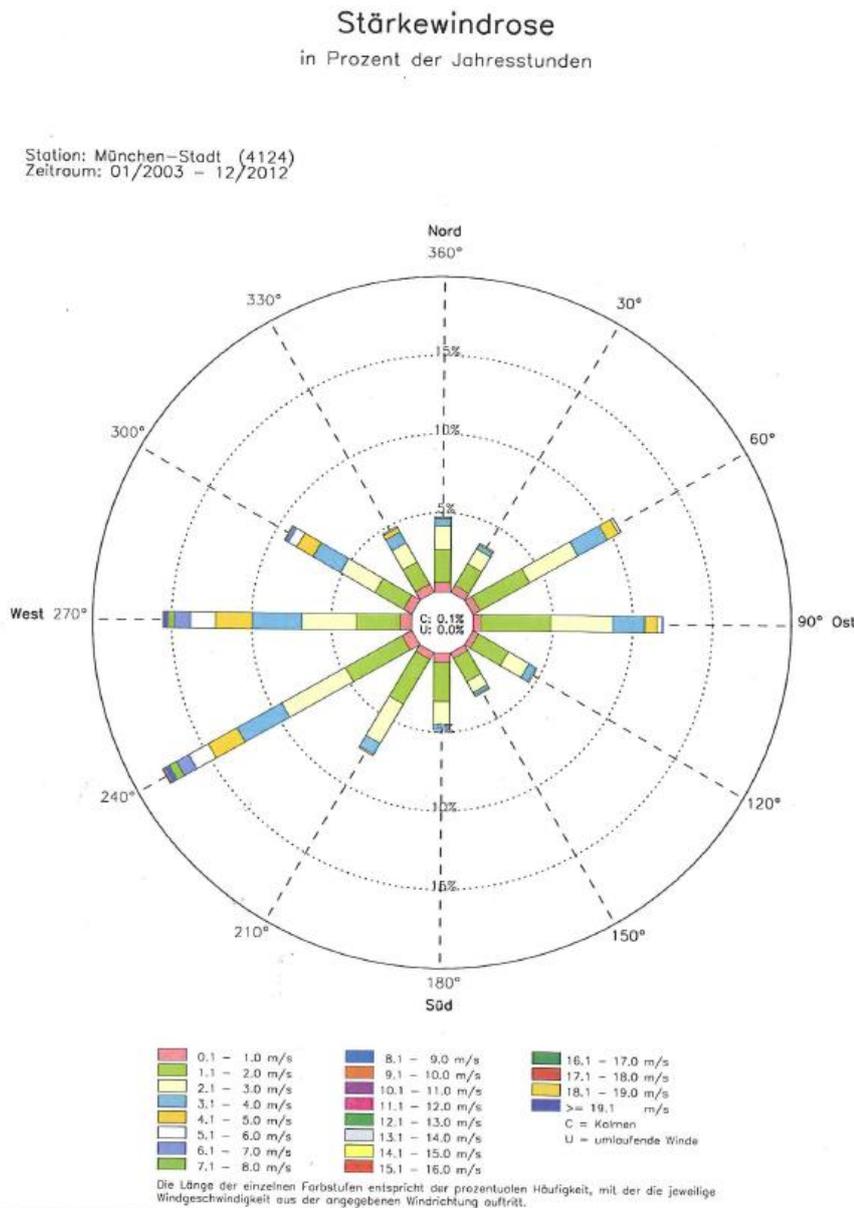


E1 - Luftansaugung für die Gasturbine; **E2** - Abluft der Gehäuse Lüftung für die Gasturbine; **E3** - Entspannungsabluft aus der Niederdruckstufe der Luftverdichtung der Gasturbine; **E4** - Gas Entspannung bei der Dichtekontrolle; **E5** – Schornstein; **E6** – Gasentspannungsleitung; **E7** – Maschinenhaus Rauchabzug und Entlüftung; **E8** – Abluft – Absauggebläse; **E11** – Transformatorentlüftung; **E21** - Not Entspannung für die Gasleitung; **E22** - Gas Entspannungsleitung für die Gasverdichter; **E23** - Abstrahlung der Rohrleitung- (Schall); **E25** - Gasstation innen; **E26** - technische Lüftung für die Gasstation; **E27** – Diverse Entlüftung; **E31+E33** – Notstromdiesel; **E32+E34** – Schwarzstartdiesel; **E41** – Luft.- Wasserkühler;

Abbildung 3.3: Emissionsquellenplan

3.3 Meteorologie im Untersuchungsgebiet

Die Bestimmung der Immissionen erfolgte mit dem Programm AUSTAL 2000 Version 2.6.11. Die Bestimmung der Deposition hingegen erfolgte mit dem Programm AUSTAL 2000N Version 2.6.11, welches auch die nasse Deposition berücksichtigt. Dabei wurden die meteorologischen Daten (AKTerm) der Station München-Stadt für das Jahr 2005 verwendet. Vom DWD wurde hierzu eine repräsentative AKTerm mit qualifizierter Prüfung der Übertragbarkeit auf den Standort Freimann erstellt [DWD 2014; siehe Anlage 2]. Die Verteilung von Windrichtung und Windgeschwindigkeit zeigt Abbildung 3.4.



(Quelle: DWD, 2015)

Abbildung 3.4: Stärkewindrose für München-Stadt

3.4 Bestehende Immissionsbelastung im Untersuchungsgebiet

In den Jahren 2014 und 2015 waren im Stadtgebiet der Landeshauptstadt München fünf dauerhafte Luftmessstationen des bayerischen Luftüberwachungssystems (LÜB) in Betrieb (Tabelle 3.1). Es handelt sich vorwiegend um Stationen, die der Überwachung von Emissionen aus dem Straßenverkehr dienen und somit in der Nähe stark befahrener Straßen aufgestellt sind. Mit Johanneskirchen gibt es eine Messstation, welche die Hintergrundbelastung der Stadt abbildet. An der Landshuter Allee und am Stachus besteht eine erhebliche Überschreitung der Immissionswerte von NO₂; der Immissionswert für NO_x zum Schutz der Vegetation wird an allen Messstellen überschritten. Die Immission von PM10 und PM2,5 liegt unterhalb der Grenzwerte. Die Belastung mit Kohlenmonoxid in München ist gering, ebenso wie die Konzentration von Schwefeldioxid.

Tabelle 3.1: Vorbelastung mit Luftschadstoffen in München; angegeben sind Jahresmittelwerte in µg/m³. (Überschreitungen der TA Luft-Werte in **rot**)

Messstelle	PM _{2,5}		NO ₂		PM ₁₀		CO (max. 8h)		NO		NO _x als NO ₂		SO ₂	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Allach	-	-	25	26	-	-	-	-	14	17	46	52	-	-
Johanneskirchen	12	12	22	23	16	16	-	-	8	10	34	38	-	-
Landshuter Allee	16	15	83	84	27	27	1,1	1,5	111	105	253	245	-	-
Lothstraße	12	12	31	33	18	18	1,0	1,3	14	17	52	59	-	-
Stachus	15	14	62	64	23	24	1,1	1,3	55	54	146	147	4	2

4 Luftschadstoffe

4.1 Bestimmung der Emissionen der Anlage

Die geplante Anlage in München-Freimann ist nach der Definition der 4. BImSchV Anhang 1 Ziffer 1.1 eine genehmigungspflichtige Anlage. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens sind die Emissionen der geplanten Anlage zu bestimmen, um den Nachweis zu führen, dass die Errichtung und der Betrieb der Anlage nicht dazu geeignet ist, schädliche Umwelteinwirkungen hervorzurufen oder in anderer Weise die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft zu gefährden, erheblich zu benachteiligen oder erheblich zu belästigen (§ 4 BImSchG).

In der Verordnung über Großfeuerungs- und Motorverbrennungsanlagen (13. BImSchV) sind die geltenden Emissionsgrenzwerte für die geplante Anlage festgelegt. Für Gasturbinenanlagen gelten die Ausführungen des § 8 (Emissionsgrenzwerte für Gasturbinenanlagen). Die Emissionsgrenzwerte der 13. BImSchV sind in Tabelle 4.1 dargestellt.

Da der Wirkungsgrad der geplanten Gasturbinen unter ISO Bedingungen mehr als 35% Prozent beträgt, darf nach § 8 Abs. 3 der 13. BImSchV der Emissionsgrenzwert für Stickoxide (NO_x) von 50 mg/Nm³ auf ca. 60 mg/Nm³ erhöht werden. Von dieser möglichen Erhöhung macht der Antragsteller SWM keinen Gebrauch und setzt somit über den Stand der Technik herausgehende Emissionsminderungsmaßnahmen um. Desweiteren wird für die Schwefeldioxid (SO₂) Emissionen nicht die Ausschöpfung der 13. BImSchV, sondern lediglich die Emissionsfracht, welche sich durch den zulässigen Gesamtschwefel im Erdgas nach DVGW-Merkblatt G 260 ergibt, beantragt. Somit reduziert sich die zulässige Konzentration von Schwefeloxiden (angegeben als SO₂) im Abgas von 11,7 mg/Nm³ auf umgerechnet 1,96 mg/Nm³.

Tabelle 4.1: Emissionsgrenzwerte der Gasturbinen bei Betrieb mit Erdgas, ab 70 % Last, (trockenes Abgas, 15 % O₂)

Parameter	Einheit	Wert	Quelle der Werte
Stickstoffoxide (angegeben als NO ₂)	mg/Nm ³	50	Antrag SWM
Kohlenmonoxid	mg/Nm ³	100	13. BImSchV
Schwefeloxide (angeben als SO ₂)			
Tagesmittelwert:	mg/Nm ³	1,96	13. BImSchV (bei 15 % Bezugs O ₂)
Jahresmittelwert:	mg/Nm ³	11,6	Ausschöpfung Gesamtschwefel im Erdgas nach DVGW-Merkblatt G 260 (max. 30 mg/Nm ³)

Volllastbetrieb

Für den Volllastbetrieb einer Gasturbine wurde ein Brennstoffeinsatz von 11.134 kg/h für eine Außentemperatur von -15° C angenommen, der um 5 % über Herstellerangaben liegt; die ermittelten Abgasmengen wurden aufgerundet. Damit liegt die Abschätzung der Abgasmengen und Frachten eindeutig auf der sicheren Seite. Für die zwei Heizkessel werden die Genehmigungswerte nach Angaben der SWM zugrunde gelegt. Die resultierenden

Kenngrößen für die Immissionsprognose sind in Tabelle 4.2 zusammengestellt und sollen im Folgenden kurz erläutert werden:

- **Abgasmenge**
Die Abgasmenge ist abhängig vom Brennstoffeinsatz, dem Lastgang der Turbinen bzw. HWKs und den äußeren Bedingungen des Betriebs wie Temperatur, Luftfeuchte etc. Die Angabe der Abgasmenge erfolgt stets unter zu Hilfenahme der Angabe des Bezugssauerstoffes. Der Parameter Abgasmenge ist wesentlich für die Berechnung der Konzentrationen und der Ausströmgeschwindigkeit. Die im Rahmen der Ausbreitungsrechnung angesetzte Abgasmenge reflektiert einen Vollastfall der beiden Gasturbinen bei -15°C (ungünstigste klimatische Bedingung) plus einen **Sicherheitszuschlag** von 5 %.
- **Abgastemperatur**
Dieser Parameter beschreibt die Temperatur des Abgases an der Kaminmündung. Im Falle der Gasturbine sind zwei verschiedene Temperaturen angegeben. Im Bypassbetrieb strömt das Abgas aus der Turbine direkt in den Kamin ohne den Wärmetauscher zu passieren. Daher liegt die Temperatur in diesem Fall höher als im Fernwärmebetrieb. Im Fernwärmebetrieb wird dem Abgas durch den Wärmetauscher thermische Energie entzogen. Diese thermische Energie wird entweder ins Fernwärmenetz eingespeist oder in den Wärmespeichern eingelagert. Dementsprechend ist die Abgastemperatur an der Kaminmündung geringer. Im Falle der HWKs gibt es keinen Bypassbetrieb. Die Abgastemperatur an der Kaminmündung ist ein bestimmender Faktor für den Parameter Ausströmgeschwindigkeit und bestimmt zudem die thermische Überhöhung der Abgasfahne bei der Ausbreitungsrechnung.
- **Kaminöffnung**
Die Kaminöffnung ist im Falle der geplanten Anlage durch den vorhandenen Kamin gegeben und beträgt für den Auslass, den die beiden Gasturbinen nutzen werden $38,5\text{ m}^2$. Bei den beiden HWKs verhält es sich so, dass diese jeweils einen eigenen Kaminzug besitzen. Diese beiden Auslässe werden jedoch im Rahmen der Ausbreitungsrechnung zu einem gemeinsamen virtuellen Kaminauslass mit einer Austrittsöffnung von $5,09\text{ m}^2$ addiert.
- **Wärmestrom**
Der Wärmestrom errechnet sich aus der Temperatur und dem Volumenstrom des Abgases. Der Parameter ist wesentlich für die Berechnung der Ausström- und Ausbreitungsbedingungen des Abgases.
- **Ausströmgeschwindigkeit**
Die Ausströmgeschwindigkeit ist abhängig von der Abgasmenge und –temperatur sowie der Fläche der Kaminöffnung und bestimmt die mechanische Überhöhung der Abgasfahne. Von daher unterscheiden sich die Werte der Ausströmgeschwindigkeit des Abgases der beiden Gasturbinen für die beiden Betriebsweisen. Im Fernwärmebetrieb beträgt die Ausströmgeschwindigkeit $11,5\text{ m/s}$ während sie im Bypassbetrieb aufgrund der höheren Abgastemperatur und der damit verbundenen stärkeren Ausdehnung des Abgases $19,4\text{ m/s}$ beträgt. Im Falle der beiden HWKs ist zwischen der effektiven Ausströmgeschwindigkeit von $27,1\text{ m/s}$, die sich aus der Berechnung mit der angegebenen addierten Kaminöffnung ergibt und der ausbreitungsrelevanten Ausströmgeschwindigkeit von $33,7\text{ m/s}$ zu unterscheiden, welche die deutlich stärkere Düsenwirkung der im Durchmesser kleineren zwei Abgaszüge reflektiert. Da neben der thermischen Überhöhung auch die mechanische Überhöhung für die Ergebnisse der Immissionsprognose relevant ist, wird in Kap. 4.3 mit der realen Ausströmgeschwindigkeit von $33,7\text{ m/s}$ gerechnet.

- Konzentrationen

Die oben genannten Emissionsgrenzwerte der werden vom Hersteller ab 70 % Last garantiert. Der Antragsteller beabsichtigt, die Anlage zeitweise im Teillastbetrieb (50 % bis 70 %) zu fahren. Unter 50 % Last befindet sich die Anlage im Anfahrbetrieb, der schnell durchfahren wird. Für den Lastbetrieb unter 70 % bestimmt § 8 der 13. BImSchV wie folgt:

Für den Betrieb bei Lasten bis 70 Prozent legt die zuständige Behörde den zu überwachenden Teillastbereich sowie die in diesem Bereich einzuhaltenden Emissionsbegrenzungen für die in Absatz 1 genannten Schadstoffe fest.

In § 8 der 13. BImSchV werden als zu regelnde Stoffe **Stickstoffoxide** und **Kohlenmonoxid** genannt. Somit sind die Emissionsfrachten für alle Fälle zwischen 50 % und 70 % Last zu betrachten. Für **Kohlenmonoxid** wurde hierfür aufgrund von Herstellerangaben eine Konzentration von 150 mg/Nm^3 angesetzt. Bei **Stickoxiden** hält die Anlage auch zwischen 50 % und 70 % Last den Grenzwert von 50 mg/Nm^3 ein. Die Fracht von **Schwefeloxiden** ist proportional zur eingesetzten Brennstoffmenge. In der Immissionsprognose wird für **Schwefeloxide** nicht der Genehmigungswert (35 mg/Nm^3) sondern als Konzentration im Jahresmittel der Wert angesetzt, der sich durch den zulässigen Gesamtschwefel im Erdgas nach DVGW-Merkblatt G 260 ergibt, nämlich $1,96 \text{ mg/Nm}^3$. In den Gasturbinen und in den Heizkesseln wird das gleiche Erdgas verbrannt; deshalb ist es nur folgerichtig, im Rahmen der Ausbreitungsrechnung für beide Anlagen mit dem gleichen Schwefelgehalt zu rechnen. Der Emissionswert für **Gesamtstaub** wird von SWM konservativ mit 1 mg/Nm^3 Abgas angesetzt. Die Berechnung der Schadstofffrachten für verschiedene Lastzustände von $2 \times 100 \%$ bis $1 \times 50 \%$ in Tabelle 4.4 zeigt, dass der Volllastbetrieb von 2 Turbinen für die Frachten von Stickoxiden, Schwefeloxiden und Staub den ungünstigsten Fall abdeckt. Lediglich bei **Kohlenmonoxid** liegt die Konzentration im Lastbereich 50 % bis 70 % über dem Grenzwert der 13. BImSchV mit größeren Frachten als im Volllastbetrieb. Deshalb wird hierfür folgende Regelung vorgeschlagen:

- Begrenzung der Konzentration von Kohlenmonoxid im Teillastbetrieb im Bereich von 50 % bis 70 % auf 150 mg/Nm^3 (trocken, 15 % O_2).
- Limitierung der zulässigen Jahresfracht von Kohlenmonoxid auf den Wert des Volllastbetriebs von $8.760 \text{ h} * 91,2 \text{ kg/h} = 798.912 \text{ kg}$.

Bei Einhaltung dieser Randbedingungen stellt der Volllastbetrieb den ungünstigsten Fall für die Immissionsprognose dar. Für die in der 13. BImSchV geregelten Stoffe Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid und Gesamtstaub wurden für die Ausbreitungsrechnungen folgende Betriebszustände betrachtet:

- Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Bypassbetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel; hierbei werden durch den thermischen Auftrieb der Abgase die emittierten Stoffe in weiter entfernte Gebiete transportiert.
 - Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel; hierbei werden die emittierten Stoffe weniger weit transportiert.
- Frachten
- Die Konzentration eines Schadstoffes wird jeweils in mg/Nm^3 angegeben. Für die Bewertung der Emissionen einer Anlage ist jedoch allein die Schadstofffracht relevant. Diese wird über die Formel *Abgasmenge * Konzentration* berechnet und ist somit abhängig von der Betriebsdauer und dem Betriebszustand der Anlage und den jew. klimatischen Bedingungen wie bspw. Außentemperatur, Luftfeuchte etc. Die für die in Kap. 4.3 durchgeführte Immissionsprognose relevanten maximalen Frach-

ten werden unter der Prämisse eines ganzjährigen Volllastbetriebes bei -15°C errechnet.

Tabelle 4.2: Kenngrößen für die Immissionsprognose

Parameter	Einheit	2 Gasturbinen (Volllast, -15°C) Bypass/Fernwärme	2 Heizkessel (Volllast, -15°C)
Abgasmenge im Normzustand trocken, 15 % O ₂	Nm ³ /h	912.000	-
Abgasmenge im Normzustand trocken, 3 % O ₂	Nm ³ /h	-	300.000
Abgastemperatur	°C	390/120	180
Kaminöffnung	m ²	38,5	5,09
Wärmestrom	MW	Bypass: 159/ Fernwärme: 46	23,9
Ausbreitungsrelevante Ausströmgeschwindigkeit	m/s	Bypass: 19,4/ Fernwärme: 11,5	33,7
Konzentration			
Stickstoffoxide (angegeben als NO ₂)	mg/Nm ³	50 (15 % O ₂)	100 (3 % O ₂)
Schwefeloxide (angegeben als SO ₂)	mg/Nm ³	1,96 (15 % O ₂)	5,65 (3 % O ₂)
Kohlenmonoxid (CO)	mg/Nm ³	100 (15 % O ₂)	50 (3 % O ₂)
Gesamtstaub	mg/Nm ³	1 (15 % O ₂)	5 (3 % O ₂)
Frachten			
Stickstoffoxide (angegeben als NO ₂)	kg/h	45,6	30
Schwefeloxide (angegeben als SO ₂)	kg/h	1,8	1,7
Kohlenmonoxid (CO)	kg/h	91,2	15
Gesamtstaub	kg/h	0,91	1,5

Der Vergleich der maximalen Frachten im Volllastbetrieb mit den Bagatellmassenströmen nach TA Luft 4.6.1.1 zeigt Tabelle 4.3.

Tabelle 4.3: Vergleich der maximalen Emissionsfrachten des geplanten Gasturbinenkraftwerkes (Turbine 1 und 2) mit den Bagatellmassenströmen der TA Luft 4.6.1.1

Parameter	Bagatellmassenstrom nach TA Luft	Volllast Gasturbinen und Heizkessel
Stickstoffoxide (angegeben als NO ₂) [kg/h]	20	75,6
Staub [kg/h]	1	2,4
Schwefeloxide (angeben als SO ₂) [kg/h]	20	3,5
Kohlenmonoxid (CO) [kg/h]	-	106

In der Summe aller Anlagen besteht eine Überschreitung der Bagatellmassenströmen nach 4.6.1.1 TA Luft für die Parameter Stickstoffoxid (angegeben als NO₂) von 20 kg/h und Staub von 1 kg/h. Somit ist im Genehmigungsverfahren für diese beiden Parameter eine Bestimmung der Immissionskenngrößen notwendig. Die Bestimmung des Parameters Schwefeldioxid erfolgt trotz Unterschreitung des Bagatellmassenstroms, da die Ermittlung der Säuredeposition bei der FFH Vorprüfung erforderlich ist. Die Ermittlung der Zusatzbelastung durch Kohlenmonoxid erfolgt nachrichtlich.

Tabelle 4.4: Emissionsfrachten der Gasturbinen in verschiedenen Lastzuständen (Außentemperatur -15°C)

Gasturbine 1	Gasturbine 2	NOx [kg/h]	CO [kg/h]	SO ₂ [kg/h]	Staub [kg/h]
100%	100%	45,6	91,2	1,79	0,91
100%	70%	40,4	98,4	1,58	0,81
100%	50%	37,3	89,2	1,46	0,75
100%	0%	22,8	45,6	0,89	0,46
70%	70%	35,2	105,5	1,38	0,70
50%	50%	29,1	87,2	1,14	0,58
70%	0%	17,6	52,8	0,69	0,35
50%	0%	14,5	43,6	0,57	0,29

Exkurs Formaldehydemissionen aus der geplanten Anlage

Auf Anforderung der Genehmigungsbehörde ist das Thema Formaldehydemissionen aus gasbefeuerten Anlagen in das FTG Luft, Gefahr, Abfall und Energie zu integrieren. Die für Gasturbinenanlagen relevante 13. BImSchV gibt keine Emissionswerte für Formaldehydemissionen aus gasbefeuerten Anlagen an. Die Vollzugsempfehlung Formaldehyd des LAI bezieht sich auf Anlagen, die nach TA Luft geregelt sind (d.h. Gasturbinen und Heizkessel mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 50 MW). Die TA Luft gilt nur dann für Anlagen nach der 13. BImSchV wenn dort nicht bereits eigene Anforderungen formuliert sind. Da in der 13. BImSchV bislang keine Regelungen bzgl. Formaldehyd getroffen wurden, wird vorsorglich unterstellt, dass der Formaldehyd Grenzwert von 5 mg/Nm³ auch für Gasturbinen und Heizkessel mit einer Feuerungswärmeleistung größer 50 MW anzusetzen ist, unter der Annahme, dass der jeweilige Bezugssauerstoff der 13. BImSchV gilt (15 % bei Gasturbinen und 3 % bei Heizkessel).

Aufgrund des fehlenden gesetzlich geregelten Emissionswertes gibt es keine qualifizierten Aussagen zu Formaldehydemissionen seitens der technischen Planung. Stattdessen muss auf vorhandene Messwerte ähnlicher Anlagen zurückgegriffen werden. Es gibt eine Vielzahl von Messungen zu Formaldehyd im Abgas von Gasturbinen. Die US EPA hat ein umfangreiches Dokument herausgegeben mit dem Titel „Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors“ (<https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/>).

Dort gibt es ein Kapitel speziell zu Gasturbinen (<https://www.epa.gov/ttn/chie1/ap42/ch03/final/c03s01.pdf>) sowie ein Dokument „background information“ (<https://www.epa.gov/ttn/chie1/ap42/ch03/bgdocs/b03s01.pdf>).

Für den Vollastfall lassen sich aus den Daten im *EPA Background Document* ein Formaldehyd-Emissionswert mit 0,38 mg/Nm³ Abgas errechnen, für den Teillastfall sind es 1,7 mg/Nm³. Für erdgasbefeuerte Heizkessel liegen die Werte nochmal deutlich niedriger. Der in der Vollzugsempfehlung Formaldehyd des LAI definierte Formaldehyd Grenzwert von 5 mg/Nm³ wird daher vermutlich auch von der geplanten Anlage und den beiden HWKs

eingehalten werden können. Auf Basis des LAI Grenzwertes errechnet sich für die beiden Gasturbinen und HWKs im Vollastbetrieb eine Fracht von 6,06 kg/h.

Formaldehyd unterliegt den gleichen Ausbreitungsgesetzmäßigkeiten wie Schwefeldioxid. Daher lässt sich die Immissionsituation im Untersuchungsgebiet anhand der Frachten und der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung für Schwefeldioxid abschätzen. Demnach beträgt die maximale Formaldehyd-Immission durch das HKW Freimann (Gasturbine plus Heizkessel) im Jahresmittel ca. 0,035 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sie liegt somit bei nur ca. 1 % des nach LAI anzusetzenden Immissionswerts (1/100 des MAK Wertes, also 3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Besondere Regelungen für den Teillastbetrieb erscheinen nicht notwendig. Um die Einhaltung des LAI Grenzwertes zu garantieren sind Abnahmemessungen erforderlich. Auflagenvorschläge werden dazu in Kapitel 9.1 des Fachgutachtens (Anforderungen an den Genehmigungsbescheid) formuliert.

4.2 Schornsteinhöhenberechnung

Nach TA Luft sind Abgase so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. Die Mindestanforderungen an die Schornsteinhöhe sind in Absatz 5.5.2 der TA Luft festgelegt. Demnach beträgt die Mindesthöhe des Schornsteins 10 m über Flur, der Dachfirst des nächstgelegenen Gebäudes muss um mindestens 3 m überragt werden, die Schornsteinhöhe soll dabei die 2-fache Gebäudehöhe nicht überschreiten. Für den vorliegenden Fall ist die Schornsteinhöhe nach Nomogramm der TA Luft 5.5.3 zu bestimmen. Dabei sind für die Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung, den Volumenstrom des Abgases im Normzustand und Emissionsmassenstrom der emittierten luftverunreinigenden Stoffe sind jeweils die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhalteung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben. Im vorliegenden Fall ist der Vollastbetrieb mit der höchsten Fracht an Luftschadstoffen bei Fernwärmeauskopplung (geringer Auftrieb der Abgase).

Die präzise Berechnung erfolgte mit dem Programm P&K 3781, Version 5.4.0.63. Maßgeblich sind dabei der Abgasvolumenstrom, die Abgastemperatur, der Durchmesser der Quelle und die Konzentrationen der verschiedenen Schadstoffe. Der Anteil von NO_2 an der Emission von Stickoxiden wurde konservativ mit 20 % angesetzt. Für die Schornsteinbauhöhe ist die Emission von Stickstoffdioxid bestimmend. Weiterhin ist die mittlere Höhe der umliegenden Bebauung und des Bewuchses im Umfeld abzuschätzen. Hierfür wurde wie in vergleichbaren Genehmigungsverfahren in der Landeshauptstadt München ein Wert von 20 m angesetzt. Das Ergebnis der Schornsteinhöhenberechnungen ist in Tabelle 4.5 dargestellt. Die errechnete Mindestschornsteinbauhöhe von 42,8 m ist deutlich kleiner als die Höhe des bestehenden Schornsteins von 100 m. Dieser wird auch für die neue Anlage genutzt und wird in der Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

Tabelle 4.5: Ergebnis der Schornsteinhöhenberechnung basierend auf den Werten für zwei Gasturbinen unter Berücksichtigung der beiden Heizkessel als gemeinsamer Auslass

Parameter	Einheit	Wert
Betrieb Gasturbine	Lastfall	2 x 100 %
Betrieb Heizkessel	Lastfall	2 x 100 %
Fernwärmeauskopplung		ja
Abgasmenge im Normzustand trocken, realer Sauerstoffgehalt	Nm ³ /h	1.263.000
Temperatur des Abgases an der Schornsteinmündung	°C	131
Strömungsgeschwindigkeit	m/s	8,05
Mindesthöhe aus Nomogramm (H')	m	22,8
Mittlere Höhe von Bebauung und Bewuchs (J)	M	20
Schornsteinbauhöhe (H)	m	42,8

4.3 Immissionsprognose

Zur Bestimmung der Immissionskenngrößen wird eine Ausbreitungsrechnung entsprechend der Regelungen der TA Luft für Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Staub und Kohlenmonoxid durchgeführt.

Für die **Stickstoffoxide** im Abgasstrom der Anlage wird im Rahmen der Ausbreitungsrechnung im Sinne einer konservativen Annahme unterstellt, dass 20 % der Menge als NO₂ emittiert werden. Die Menge an NO errechnet sich nach der Formel $(NO_x - NO_2)/1,53$. Für die Berechnung der Umwandlung von NO in NO₂ wurden die in Richtlinie VDI 3782 Blatt 1 (Ausgabe Oktober 1992) angegebenen Umwandlungszeiten (die von der jeweiligen meteorologischen Situation abhängen) verwendet.

Für den **Staub** wird im Rahmen der Ausbreitungsrechnung angenommen, dass die gesamte Menge als PM 2.5 vorliegt. Damit wird das Staubkompartiment berechnet, für das die derzeit strengsten Immissionskenngrößen definiert sind (25 µg/m³ entsprechend der 39. BImSchV). Auch dieses Vorgehen kann als konservativ gewertet werden.

Für alle betrachteten Parameter werden die **Jahresimmissionszusatzbelastungen** (JIZ) und die **Jahresdepositionszusatzbelastungen** (JDZ) bestimmt. Die Bestimmung der JIZ erfolgt mit dem Rechenmodell AUSTAL2000, die Bestimmung der JDZ mit dem Rechenmodell AUSTAL2000N. Die Auswaschraten und Depositionsgeschwindigkeiten wurden auf der Grundlage von Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 festgelegt.

Im Rahmen der Natura 2000 Verträglichkeitsvorprüfung sind die **Stickstoffdeposition** (Eutrophierung) angegeben als N-Deposition sowie die **Gesamt-Säuredeposition** (Stickstoff und Schwefel) angegeben als eq Deposition zu bewerten. Daher werden diese im Rahmen der Immissionsprognose ermittelt. Die Berechnung erfolgt nicht im AUSTAL2000N Modelle sondern erfolgt nachträglich aus den Ergebnissen der NO Deposition, der NO₂ Deposition und der SO₂ Deposition unter Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzungen und Wirkweisen. Für die N-Deposition werden dafür die reinen N Anteile der NO und NO₂ De-

position addiert, für die eq Deposition werden die errechneten N-Depositionswerte und die SO₂ Depositionswerte hinsichtlich ihrer versauernden Wirkung gewichtet und addiert. Bei der Bestimmung der Maximalen Depositionswerte ist dabei zu beachten, dass die maximalen Aufpunkte für die NO Deposition sowie die NO₂ und SO₂ Deposition nicht zwingend deckungsgleich sind. Insofern sind die Maximalwerte für die Bewertung in der Natura 2000 Verträglichkeitsvorprüfung unter Berücksichtigung der geographischen Verteilung der Werte im Untersuchungsgebiet zu ermitteln, wie dies auch in Kapitel 4.3.2.2. erfolgt. Die Angaben zur maximalen Stickstoff- und Gesamtsäuredeposition in Tabelle 4.7 hingegen lassen die unterschiedliche geographische Verteilung der Depositionsmaxima außer Acht und überschätzen somit die maximale Deposition.

Im Rahmen der Immissionsprognose werden zwei unterschiedliche Betriebszustände betrachtet (vgl. Kapitel 4.1):

- Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Bypassbetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel; hierbei werden durch den thermischen Auftrieb der Abgase die emittierten Stoffe in weiter entfernte Gebiete transportiert.
- Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel; hierbei werden die emittierten Stoffe weniger weit transportiert.

4.3.1 Methodik der Immissionsprognose

4.3.1.1 Grundlagen der atmosphärischen Ausbreitungsmodelle

Atmosphärische Ausbreitungsmodelle sind das Bindeglied zwischen der Information über die luftseitige Freisetzung eines Schadstoffes (Emission) und der Beurteilung der zu erwartenden Konzentration in der Umgebung des Freisetzungsortes (Immission). Ausbreitungsmodelle, die für die Immissionsprognose eingesetzt werden, müssen den Anforderungen der TA Luft [2002] Anhang 3 genügen.

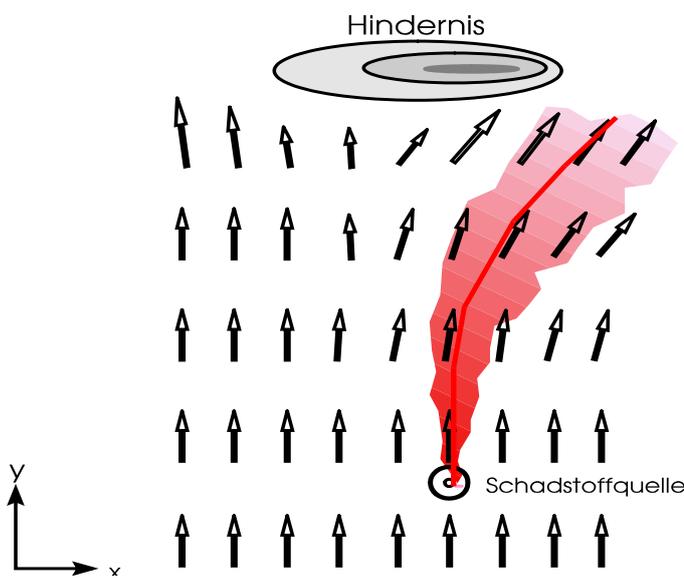


Abbildung 4.1: Der Ausbreitungsvorgang einer Luftbeimengung

Die atmosphärische Ausbreitung von Luftschadstoffen wird durch folgende Phänomene bestimmt: die **Advektion**, das ist die Verfrachtung einer Schadstofffahne durch das Strömungs- bzw. Windfeld und die **Diffusion**, das ist die Verbreiterung und damit die Verdünnung der Fahne durch Mischungsprozesse. Abbildung 4.1 veranschaulicht diese Prozesse.

Die Ausbreitung und die Verdünnung einer Luftbeimengung vom Freisetzungsort zum Immissionsort werden durch die Advektion und Diffusion bestimmt. Advective Prozesse transportieren Luftbeimengungen als Ganzes längs des Wind- bzw. des Strömungsfeldes (Pfeillänge gibt die Windgeschwindigkeit wieder). Diffusive Prozesse führen abhängig von der Schichtungsstabilität zu einer mehr oder weniger großen Aufweitung der „Abluftfahne“ (Schraffur), d.h. zu einer zunehmenden Verdünnung längs des Ausbreitungsweges.

Eine repräsentative Datengrundlage über die atmosphärischen Ausbreitungsverhältnisse am Standort und ein numerisches Modell, das den Transport der von der Anlage freigesetzten Stoffe unter Berücksichtigung der Ausbreitungsverhältnisse möglichst realitätsnah beschreibt, sind Grundlage der Berechnung der Zusatzbelastung.

Im Folgenden sollen zunächst allgemein die meteorologischen Grundlagen beschrieben werden, die den Ausbreitungsvorgang einer Abgasfahne beeinflussen. Anschließend werden die meteorologischen Verhältnisse am Standort beschrieben und wie für diese Gegebenheiten die Ausbreitung der Abgasfahne adäquat modelliert werden kann.

4.3.1.2 Meteorologische Grundlagen

Die Ausbreitungsbedingungen eines atmosphärisch freigesetzten Schadstoffes werden nicht nur durch die Windrichtung und -geschwindigkeit, sondern auch durch die atmosphärische Schichtung (Stabilität) bestimmt. Die Stabilität ist von ausschlaggebender Bedeutung für den vertikalen Schadstofftransport sowie für die Vermischung und Verdünnung von Abgasfahnen mit Umgebungsluft. Sie wird an ausgewählten Stationen standardmäßig vom Deutschen Wetterdienst (DWD) anhand der Parameter Bedeckungsgrad (Bewölkung) und Windgeschwindigkeit bzw. durch Radiosondenaufstieg ermittelt. Da die Bestimmung der Stabilität sehr aufwendig ist, gibt es Ausbreitungsklassenstatistiken nur für eine begrenzte Zahl von Standorten.

Zur Durchführung einer Berechnung der Immissionskonzentrationen müssen standortsspezifische meteorologische Daten vorhanden sein. Nach den Vorgaben der TA Luft [2002] handelt es sich dabei grundsätzlich um Stundenmittel für die Windgeschwindigkeit, die Windrichtung und in der Regel die Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier zur Bestimmung der Stabilität der atmosphärischen Schichtung.

4.3.1.3 Atmosphärische Stabilität

Zur Klassifizierung der Schichtungsstabilität der Atmosphäre dienen üblicherweise die Stabilitätsklassen nach Klug und Manier, die folgendermaßen definiert sind:

- Klasse I sehr stabil
- Klasse II stabil
- Klasse III/1 leicht stabil bis neutral (indifferent)
- Klasse III/2 leicht labil bis neutral (indifferent)

- Klasse IV labil
- Klasse V sehr labil

Welchen Einfluss die Stabilität der atmosphärischen Schichtung auf die Ausbreitung einer Abgasfahne hat kann, ist in Abbildung 4.2 schematisch dargestellt. In den beistehenden Schaubildern ist jeweils die zugehörige beobachtete Veränderung der Temperatur mit der Höhe (durchgezogene Linie) im Vergleich zum trockenadiabatischen Temperaturänderungsbetrag¹ (gestrichelte Linie) dargestellt. Von neutraler oder indifferenter Schichtung spricht man, wenn die beobachtete Temperaturabnahme mit der Höhe dem adiabatischen Temperaturgradienten entspricht.

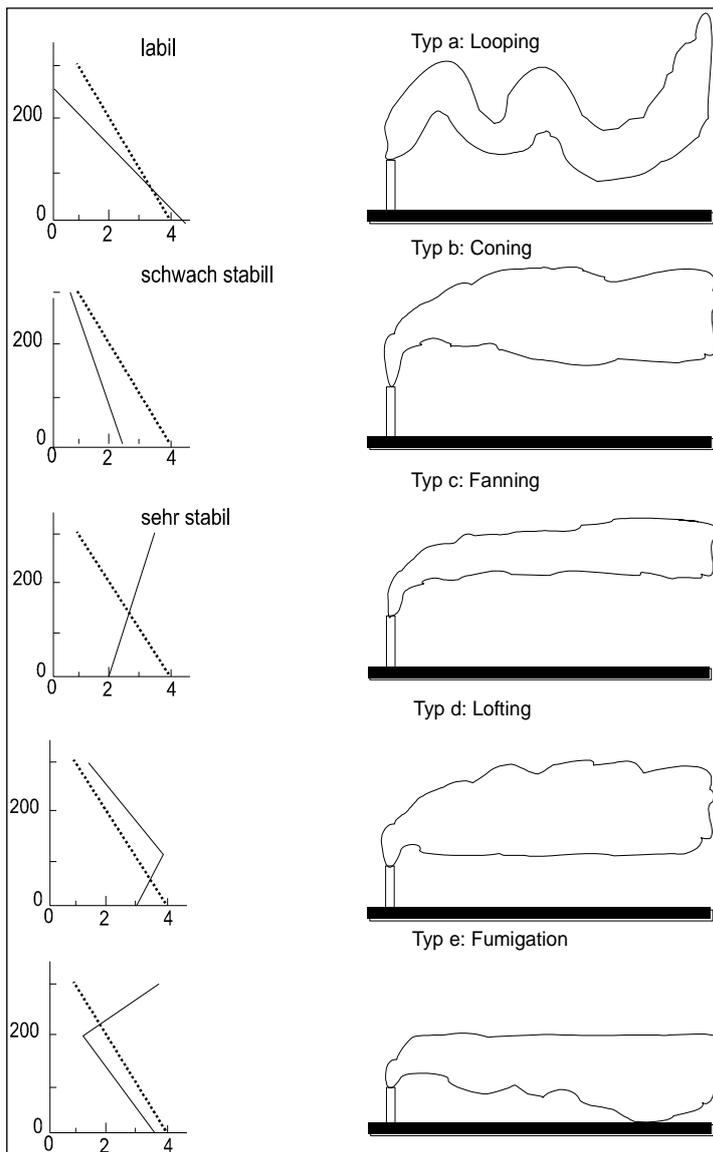


Abbildung 4.2: Ausprägung der Abgasfahnen bei unterschiedlichen typischen Ausbreitungssituationen

¹ Dieser beschreibt wie sich die Temperatur eines Luftpaketes beim Aufstieg mit der Höhe ändert unter der Voraussetzung, dass adiabatische Bedingungen herrschen (d.h. es findet kein Wärmeaustausch dieses Luftpaketes mit der Umgebung statt) und dass eine Phasenänderung des Wasserdampfes im Luftpaket ausgeschlossen ist („trocken“). Dann nimmt die Temperatur mit der Höhe alle 100 m ca. um 1°C ab.

Im Falle von Typ a in der Abbildung der „Looping“-Abgasfahne, handelt es sich um eine „labile“ Schichtung der Atmosphäre. In diesem Fall ist der Betrag der beobachteten Temperaturabnahme höher als der der adiabatischen Temperaturänderung. Bewegt sich nun ein Luftpaket (vom Schnittpunkt der beiden Geraden) aufwärts, ändert sich seine Temperatur gemäß dem trockenadiabatischen Änderungsbetrag, und nimmt damit in diesem Fall weniger stark ab als die beobachtete Temperatur mit der Höhe. Entsprechend ist dieses Luftpaket gegenüber seiner Umgebung wärmer und wird weiter aufsteigen so lange diese Bedingung, dass die Umgebungstemperatur geringer ist als die eigene Temperatur, gegeben ist. Umgekehrt gilt: sinkt ein Luftpaket, so ist es in diesem Fallbeispiel stets kälter als die Umgebung und sinkt daher von selbst weiter.

Bei stabilen Schichtungen (Typ b, schwach stabil) nimmt die Temperatur weniger als adiabatisch mit der Höhe ab. Im Extremfall der sehr stabilen Schichtung wie bei Typ c kommt es zu einer Temperaturzunahme mit der Höhe, zu einer Inversion. Grundsätzlich gilt bei stabiler Schichtung, dass ein Luftpaket, das ja beim Auf- oder Absteigen eine trockenadiabatische Temperaturänderung erfährt, beim Aufsteigen stets kälter und beim Absteigen wärmer als seine Umgebung ist und somit in beiden Fällen eine entgegen gerichtete Kraft erfährt, die es wieder in seine Ausgangslage zurückbringt.

Sehr stabile Schichtungen treten üblicherweise in den Nachtstunden bei geringer Windgeschwindigkeit und geringer Wolkenbedeckung auf. Grundsätzlich neutrale bis labile Schichtungen dominieren tagsüber.

Die in der Abbildung dargestellten Ausbreitungstypen d und e stellen Mischsituationen dar, bei denen sich in Abhängigkeit von der Höhe des Emittenten zu der Lage der Inversionsschicht unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen ergeben. Bei Ausbreitungstyp d liegt die Inversion am Boden auf, und der Emittent reicht über die Schichtdicke hinaus, die Emissionen treten in eine dort herrschende labile Schichtung ein und werden in der Höhe schnell verdünnt; sie erreichen den Boden quasi nicht. Die Ausbreitungssituation f ergibt sich, wenn sich nachts entstandene Bodeninversionen bei beginnender Sonneneinstrahlung vom Boden abheben und die ganze Inversionsschicht in die Höhe steigt. Alle Emissionen werden damit unterhalb des "Deckels" freigesetzt und bleiben "im Topf drin".

4.3.1.4 Ausbreitungsrechnung

Die Berechnung erfolgte gemäß dem in Anhang 3 der TA Luft [2002] angegebenen Verfahren mit dem Programmsystem AUSTAL2000 für die Jahresimmissionszusatzbelastungen (JIZ) und mit AUSTAL2000N für die Jahresdepositionszusatzbelastungen (JDZ). Als Wetterdaten wurde die Zeitreihe für das repräsentative Jahr 2005 der Station München Stadt verwendet. Das Rechengebiet umfasst das Beurteilungsgebiet und die Punkte der höchsten Belastung. Geländeunebenheiten wurden ebenso berücksichtigt wie der Einfluss von Gebäuden bei den niedrig gelegenen Abluftquellen.

Die Konzentration an den Aufpunkten wird als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet, sie ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen bzw. eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte. Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen (Windrichtung in Anemometerhöhe, Monin-Obukhov-Länge, Mischungsschichthöhe, Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe) wurden gemäß Richtlinie

VDI 3783 Blatt 8 und entsprechend den in Anhang 3 der TA Luft [2002] festgelegten Konventionen bestimmt.

4.3.1.5 Modellbeschreibung AUSTAL2000

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 beruht auf der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 (VDI 2000a). In AUSTAL2000 werden punktförmige Partikel, die einen Spurenstoff repräsentieren, auf ihrem Weg durch die Atmosphäre verfolgt. Die Partikel bewegen sich mit der mittleren Strömung und werden dabei zusätzlich dem Einfluss der Turbulenz ausgesetzt. Die Geschwindigkeit, mit der die Partikel transportiert werden, setzt sich zusammen aus der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzgeschwindigkeit und der Zusatzgeschwindigkeit. Mit der Zusatzgeschwindigkeit kann u. a. die Sedimentationsgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

AUSTAL2000 kann beliebig viele Emissionsquellen mit unterschiedlichen Quellgeometrien (Punkt-, Linien-, Flächen- und Volumenquellen) zeitabhängig verarbeiten. Die Ausbreitungsrechnung kann sowohl in einem ebenen Gelände als auch, wie im vorliegenden Fall, in gegliedertem Gelände und unter Gebäudeeinflüssen durchgeführt werden. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Grenzschichtprofile gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 (VDI 2002) bestimmt. Hierzu werden die Größen Windrichtung und Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe, Mischungsschichthöhe, Rauigkeitslänge, Verdrängungshöhe und Monin-Obukhov-Länge benötigt. Für komplexes Gelände und Situationen, in denen Gebäudeeffekte zu berücksichtigen sind, ist dem Partikelmodell ein mesoskaliges, bzw. mikroskaliges diagnostisches Windfeldmodell vorgeschaltet (TA Luft 2002).

AUSTAL2000 kann darüber hinaus die Berechnung von Deposition und Sedimentation berücksichtigen. Die Berechnung der Umwandlung von NO nach NO₂ erfolgt gemäß der Richtlinie VDI 3782 Blatt 1 (VDI 2001). Die Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung wird gemäß Richtlinie VDI 3782 Blatt 3 (VDI 1985) bzw. für Kühltürme gemäß VDI 3784 Blatt 2 (VDI 1990) durchgeführt.

Die Konzentrationsverteilung des untersuchten Stoffes wird als räumlicher und zeitlicher Mittelwert über ein Volumenelement eines dreidimensionalen Auszählgitters und eines Zeitintervalls berechnet. Da die Anzahl der für die Simulation verwendeten Partikel in der Regel deutlich kleiner ist als die tatsächliche Anzahl von Spurenstoffteilchen, ist das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung immer mit einer gewissen Unsicherheit (Stichprobenfehler) verbunden (VDI 3945 Blatt 3 – VDI 2000a). Dieser Stichprobenfehler hat nichts mit der Güte der Simulation zu tun, sondern ergibt sich aus dem statistischen Verfahren. In der TA Luft (2002) ist vorgegeben, dass dieser Stichprobenfehler, der von AUSTAL2000 für jede simulierte Komponente geschätzt wird, einen gewissen Wert in Abhängigkeit von der jeweiligen Kenngröße nicht überschreiten darf.

4.3.1.6 Statistische Unsicherheit der berechneten Kenngrößen

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 berechnet den Konzentrationswert in einer Gitterzelle dadurch, dass ausgezählt wird, wie viele Simulationspartikel sich jeweils in dieser Zelle aufhalten. Der berechnete Wert besitzt einen Stichprobenfehler (statistische Unsicherheit), da sich zufällig mal mehr und mal weniger Simulationspartikel in der Zelle befinden. Dabei ist die statistische Unsicherheit umso größer, je weniger Simulationspartikel in

der Rechnung existieren, je kleiner das Zellenvolumen ist und je kürzer der Mittelungszeitraum ist. Die Freisetzungsrates von Simulationspartikeln wird über den AUSTAL2000-Modellparameter Qualitätsstufe (Wertebereich - 4 bis + 4, Standardwert 0) gesteuert. Eine Erhöhung der Qualitätsstufe um 1 bewirkt jeweils eine Verdoppelung der Simulationspartikelanzahl und damit eine Verringerung der statistischen Unsicherheit (Streuung) um den Faktor $1/(2^{1/2})$. Dabei verdoppelt sich jeweils die Rechenzeit. Standardmäßig wird bei Verwendung einer meteorologischen Zeitreihe mit mindestens 63.000.000 Simulationspartikeln gerechnet.

Die Qualitätsstufe muss groß genug gewählt werden, um die zu berechnenden Kenngrößen mit hinreichender Genauigkeit, d.h. mit hinreichend kleiner statistischer Unsicherheit bestimmen zu können. Die berechneten Kurzzeitwerte weisen dabei immer eine deutlich größere statistische Unsicherheit auf als die Jahresmittelwerte.

Auf Grund der auch auf einer Hochleistungsworkstation außerordentlich langen Rechenzeiten können die Rechenläufe nicht mit der höchsten Qualitätsstufe durchgeführt werden, sondern es muss ein Kompromiss zwischen realisierbaren Rechenzeiten und ausreichend geringer statistischer Unsicherheit gefunden werden. Nach Anhang 3 Nr. 9 der TA Luft soll die statistische Unsicherheit der Jahres-Immissionskenngrößen 3 % nicht überschreiten. Die im Rahmen dieser Immissionsprognose durchgeführten Ausbreitungsrechnungen für Rauchgase wurden mit der Qualitätsstufe 2 durchgeführt. Bei dieser Qualitätsstufe haben die berechneten maximalen Jahresmittelwerte eine statistische Unsicherheit zwischen 1,2 % und 1,5 %.

Entsprechend den Anforderungen der TA Luft, Anhangs 3 Nr. 9 wurden die an den Beurteilungspunkten errechneten Konzentrationen und Depositionen um die jeweilige statistische Unsicherheit erhöht.

4.3.2 Ergebnisse der Immissionsprognose

Nach TA Luft ist der Ort der maximalen Belastung für die Beurteilung der Immissionen maßgebend, auf dem nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter vorhanden sein können. Im Rahmen der Immissionsprognose wurden für die beiden Betriebszustände Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Bypassbetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel und Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel die in Tabelle 4.6 dargestellten maximalen JIZ und in Tabelle 4.7 dargestellten maximalen JDZ errechnet. Die in der Tabelle angebenen Werte berücksichtigen die von AUSTAL2000 und AUSTAL2000N angebenen Rechenunsicherheiten in Form von Aufschlägen.

Die ermittelten Jahresimmissionszusatzbelastungen liegen für alle untersuchten Parameter deutlich unterhalb der Immissionswerte der TA Luft sowohl für die menschliche Gesundheit als auch für den Schutz der Vegetation und der Ökosysteme und unterschreiten die definierten Irrelevanzschwellen. Erkennbar ist auch, dass die Immissionszusatzbelastungen aus dem Fernwärmebetrieb die des Bypassbetriebes für alle Parameter überschreiten. Die Erklärung für diesen Befund findet sich in der aufgrund der niedrigeren Abgastemperatur geringeren thermischen Überhöhung der Abgasfahne. Dies führt zu einer geringeren Verdünnung der emittierten Luftschadstoffe, da diese im Vergleich mit dem Bypassbetrieb in weniger hohe Luftschichten eingetragen werden, die Ausbreitungssituation somit lokaler begrenzt bleibt. Die grafische Auswertung der Ergebnisse der Immissionsprognose und die weitere Diskussion der Ergebnisse im fachtechnischen Gutachten und der Umweltverträglich-

lichkeitsuntersuchung wird daher auf das Szenario Fernwärmebetrieb fokussiert, da für die Umweltbewertung der ungünstigste Fall heranzuziehen ist, was dem Volllastbetrieb beider Heizkessel und Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb entspricht.

Tabelle 4.6: Konzentration am Ort der maximalen Zusatzbelastung

Parameter	Fernwärmebetrieb	Bypassbetrieb	Überschreitung der Irrelevanzschwelle
JIZ Sicktstoffdioxid (NO ₂)	0,15 µg/m ³	0,10 µg/m ³	NEIN
JIZ Stickstoffoxide (NO _x)	0,45 µg/m ³	0,28 µg/m ³	NEIN
JIZ Schwefeldioxid (SO ₂)	0,02 µg/m ³	0,02 µg/m ³	NEIN
JIZ Staub (PM 2,5)	0,01 µg/m ³	0,01 µg/m ³	NEIN
JIZ Kohlenmonoxid (CO)	0,55 µg/m ³	0,21 µg/m ³	

Tabelle 4.7: Deposition am Ort der maximalen Zusatzbelastung

Parameter	Fernwärmebetrieb	Bypassbetrieb	Überschreitung der Irrelevanzschwelle
Nasse Deposition			
JDZ NO ₂	0,012 kg /(ha*a)	0,012 kg /(ha*a)	-
JDZ SO ₂	0,561 kg /(ha*a)	0,554 kg /(ha*a)	-
JDZ PM 2,5	0,001 g /(m ² *d)	0,001 g /(m ² *d)	-
Trockene Deposition			
JDZ NO ₂	0,136 kg /(ha*a)	0,085 kg /(ha*a)	-
JDZ NO	0,031 kg /(ha*a)	0,019 kg /(ha*a)	-
JDZ SO ₂	0,058 kg /(ha*a)	0,040 kg /(ha*a)	-
JDZ PM 2,5	0,000 g /(m ² *d)	0,000 g /(m ² *d)	-
Gesamtdeposition			
JDZ NO ₂	0,137 kg /(ha*a)	0,085 kg /(ha*a)	-
JDZ NO	0,031 kg /(ha*a)	0,019 kg /(ha*a)	-
JDZ SO ₂	0,561 kg /(ha*a)	0,554 kg /(ha*a)	-
JDZ PM 2,5	0,001 g /(m ² *d)	0,001 g /(m ² *d)	-
Jahresmittel N-Deposition und Säuredeposition			
N	0,056 kg /(ha*a)	0,035 kg /(ha*a)	NEIN
Eq (N+S)	39,1 eq / (ha*a)	37,1 eq / (ha*a)	JA

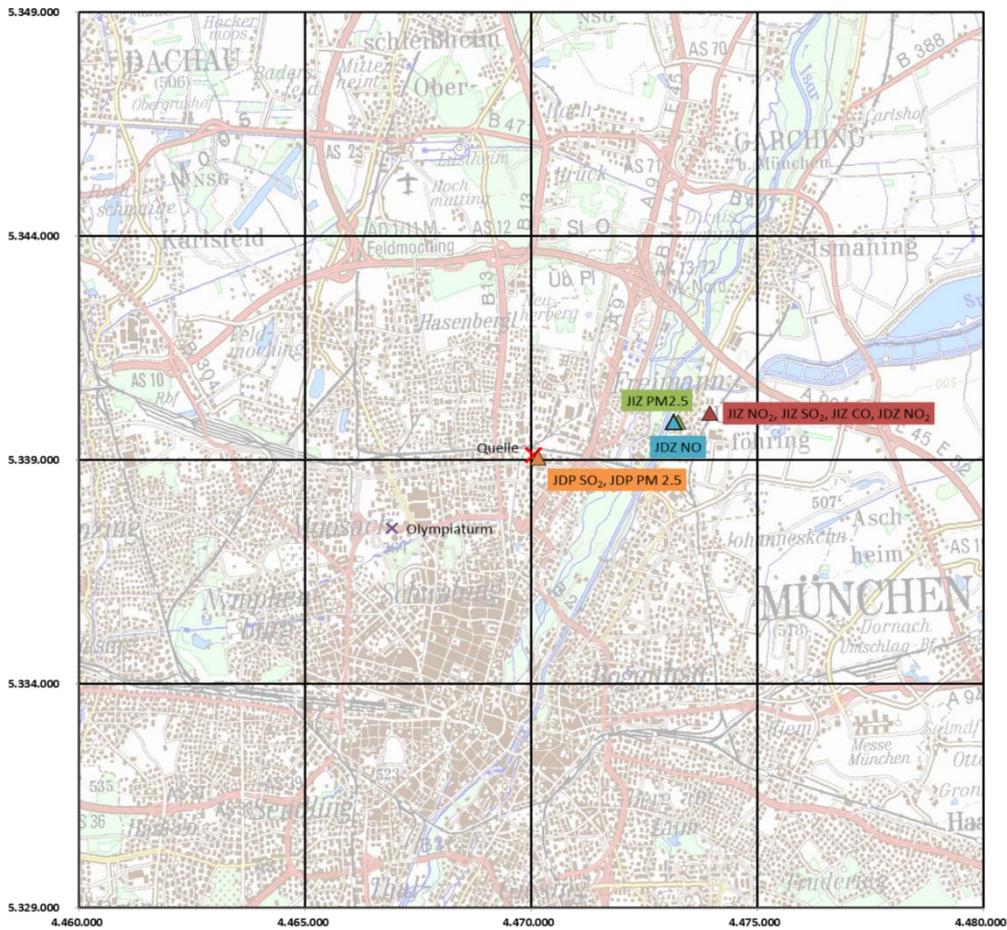


Abbildung 4.3: Lage der Immissions- und Depositionsmaxima im Untersuchungsgebiet im Falle des Fernwärmebetriebs

Für eutrophierenden Stickstoffeinträge wurde im Rahmen von BMVBS (2013) eine Irrelevanzschwelle von $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ bestimmt. Diese Schwelle wird in allen drei Berechnungsfällen unterschritten. Für versauernd wirkende Depositionen (N+S) wurde von LANUV eine Irrelevanzschwelle im Sinne eines Abschneidekriteriums von $30 \text{ eq}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ bestimmt. Diese Schwelle wird durch die rechnerisch ermittelte Summe der versauernd wirkenden Depositionen in beiden untersuchten Betriebszuständen überschritten. Da die SO_2 Deposition die treibende Kraft hinter den Säureeinträgen ist, findet sich das Depositionsmaximum ausschließlich lokal auf das direkte Umfeld des Anlagenstandortes (bis max. 200 m Entfernung) begrenzt, wie auch die grafische Auswertung der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung zeigt (Abbildung 4.15). Im Falle der geplanten Anlage liegen die Aufpunkte mit der höchsten Immissions- und Depositionszusatzbelastung Belastung im Falle des Vollastbetrieb beider Heizkessel und Gleichzeitiger Vollastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb in ca. 150 m bis 4 km Entfernung in Ost-Nord-Östlicher Richtung.

Tabelle 4.8: Ort der maximalen Immissions- und Depositionszusatzbelastung im Falle des Fernwärmebetriebs

Parameter	Rechtswert	Hochwert	Entfernung zur Anlage
JIZ NO ₂	4.473.950	5.340.050	4087 m
JIZ SO ₂	4.473.950	5.340.050	4087 m
JIZ PM 2,5	4.473.250	5.339.850	3359 m
JIZ CO	4.473.950	5.340.050	4087 m
JDP _{ges} NO ₂	4.473.950	5.340.050	4087 m
JDP _{ges} NO	4.473.150	5.339.850	3263 m
JDP _{ges} SO ₂	4.470.150	5.339.050	158 m
JDP _{ges} PM 2,5	4.470.150	5.339.050	158 m

4.3.2.1 Graphische Auswertung der Jahresimmissionszusatzbelastungen

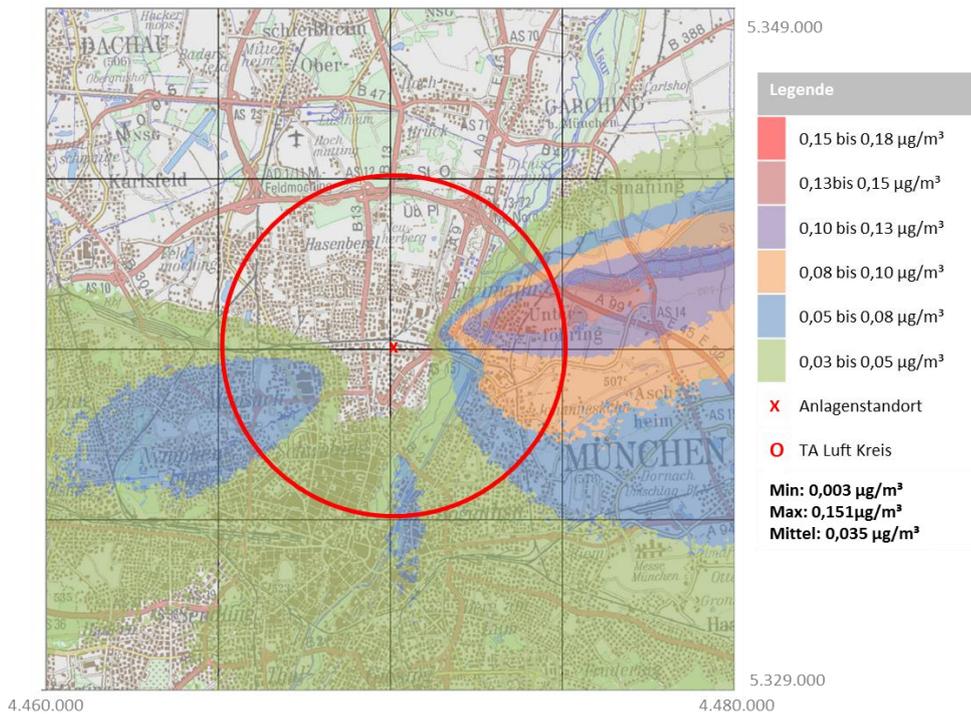


Abbildung 4.4: Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Stickstoffdioxid (NO₂) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

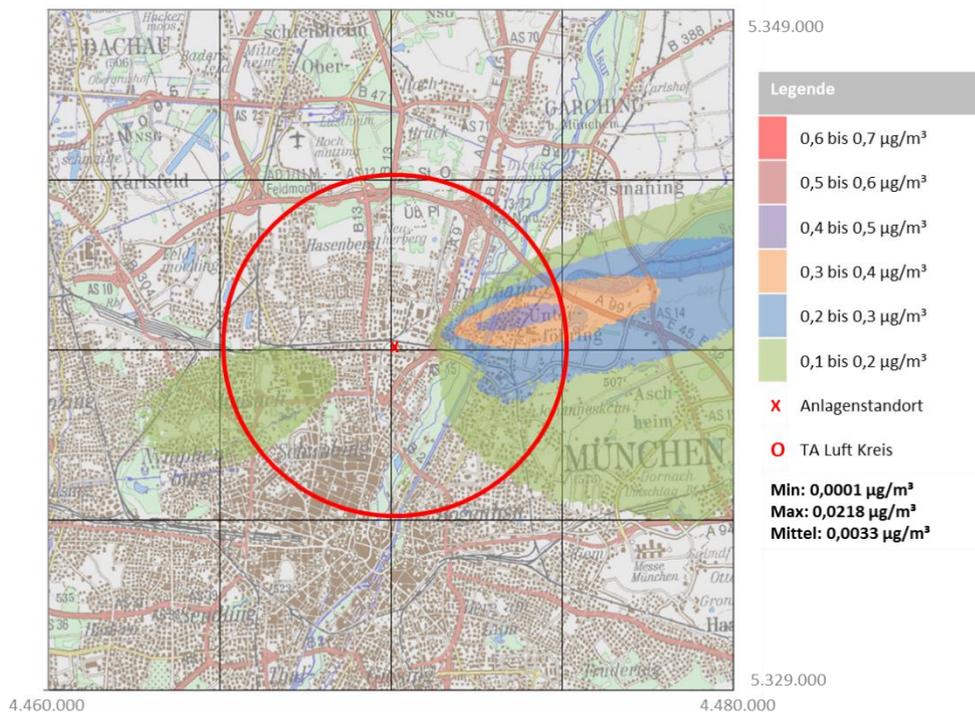


Abbildung 4.5: Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Stickstoffdioxid (NO_x) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

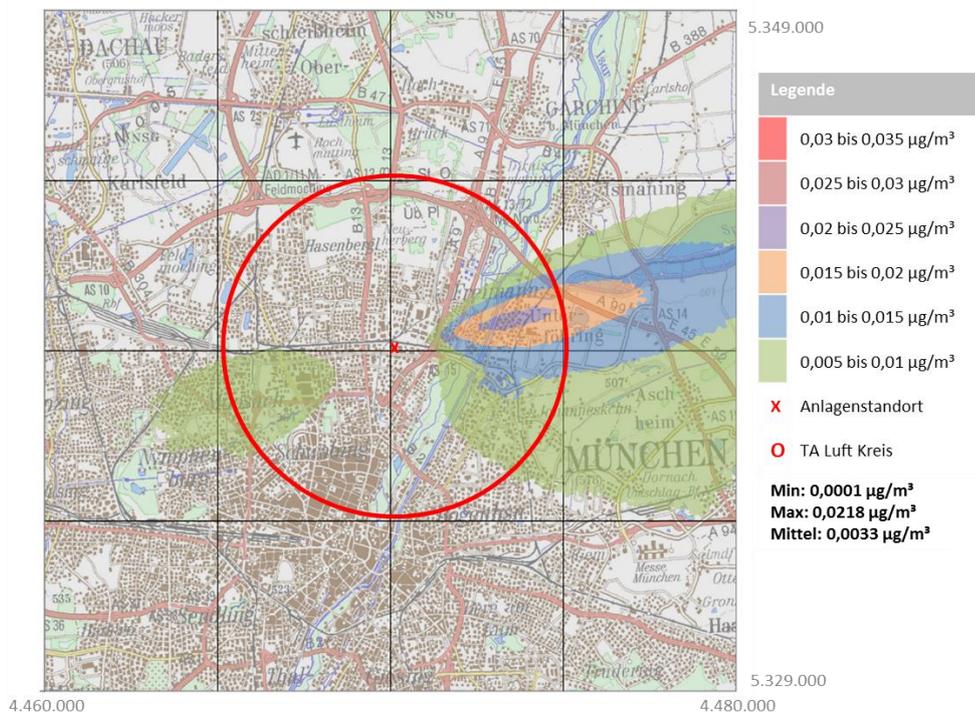


Abbildung 4.6: Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Schwefeldioxid (SO₂) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

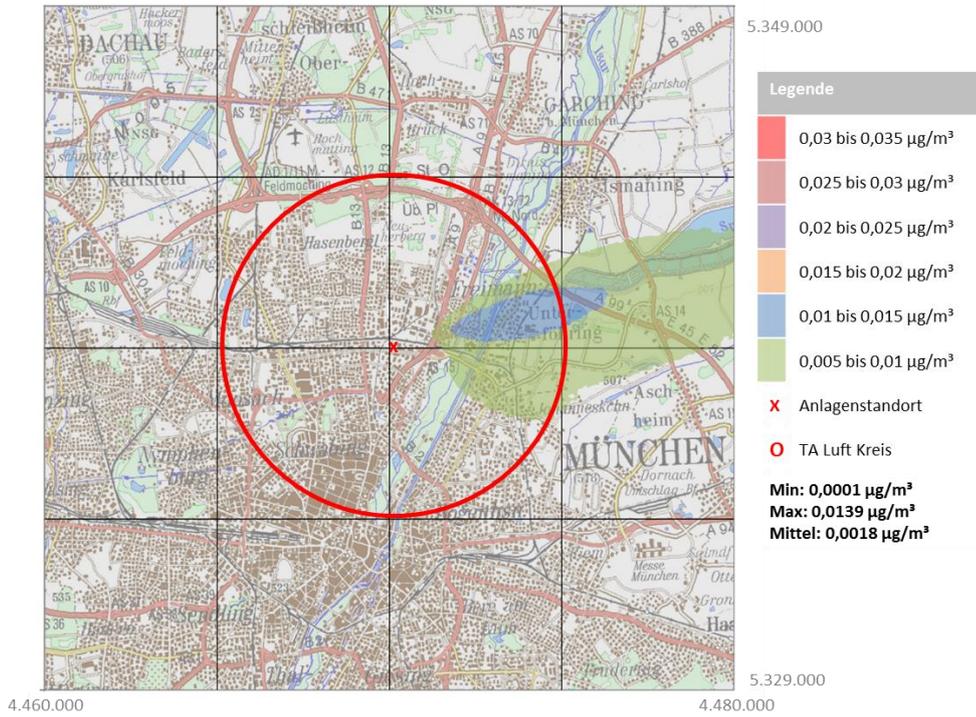


Abbildung 4.7: Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Feinstaub PM 2,5 im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

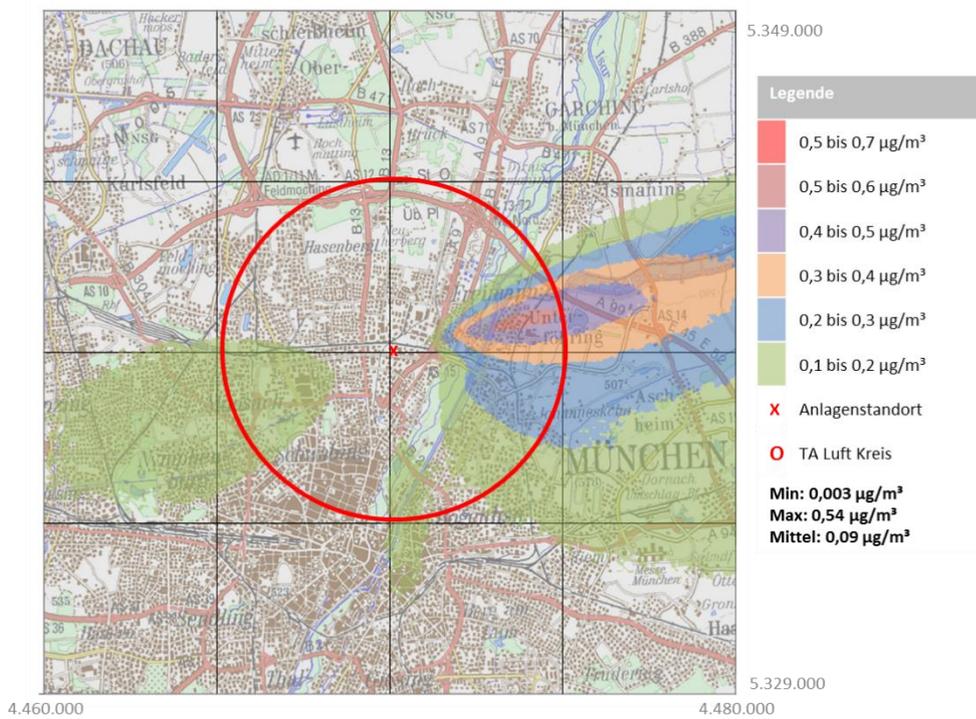


Abbildung 4.8: Geographische Verteilung der Jahresimmissionszusatzbelastung mit Kohlenmonoxid (CO) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

4.3.2.2 Graphische Auswertung der Jahresdepositionszusatzbelastungen

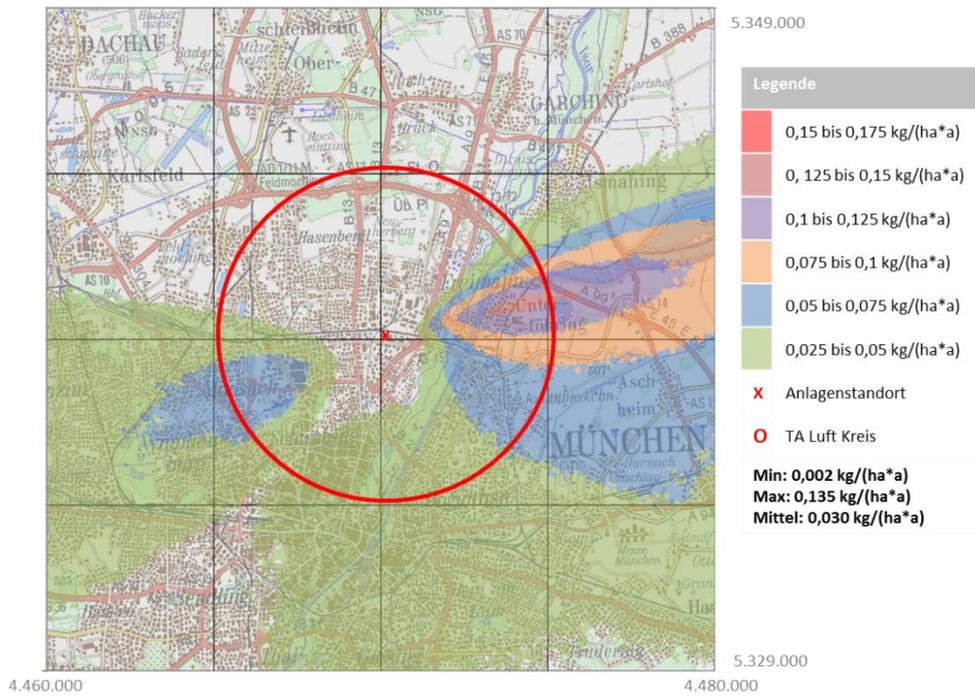


Abbildung 4.9: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Stickstoffdioxid (NO_2) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

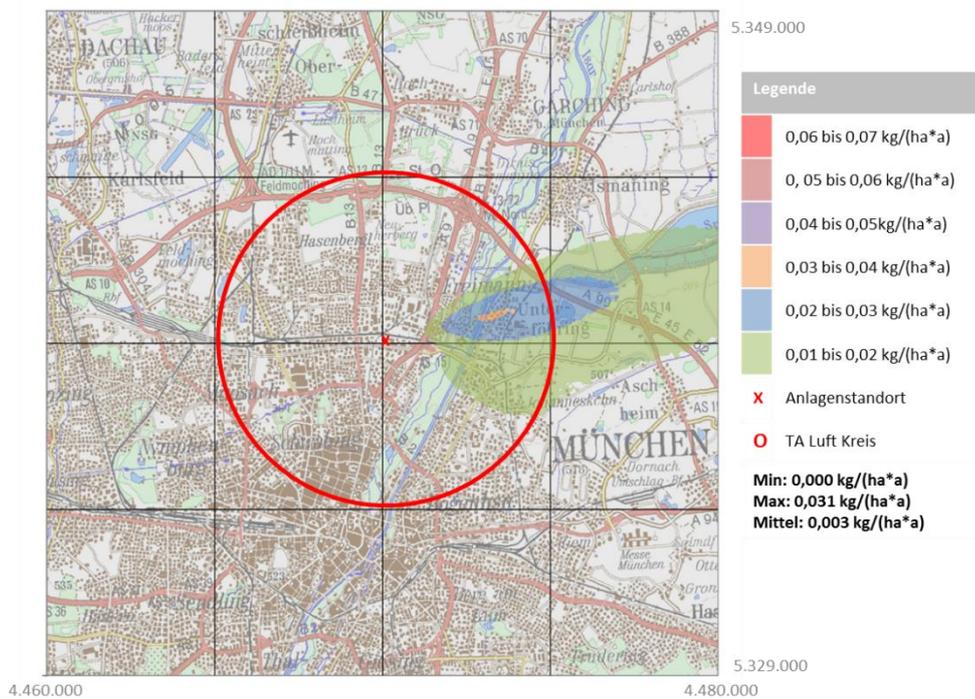


Abbildung 4.10: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Stickstoffmonoxid (NO) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

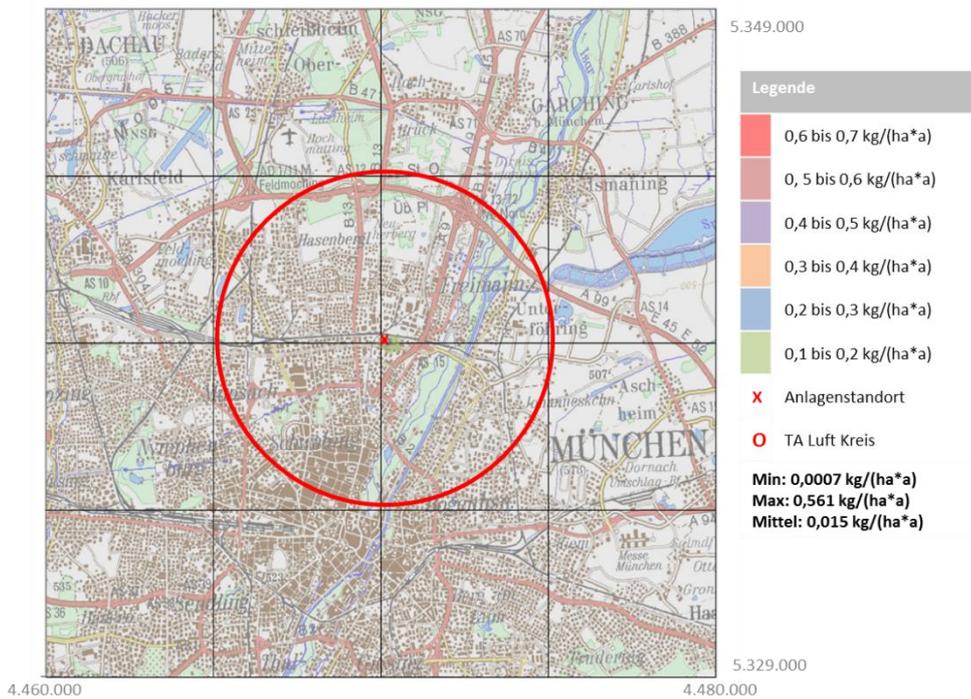


Abbildung 4.11: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Schwefeldioxid (SO₂) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

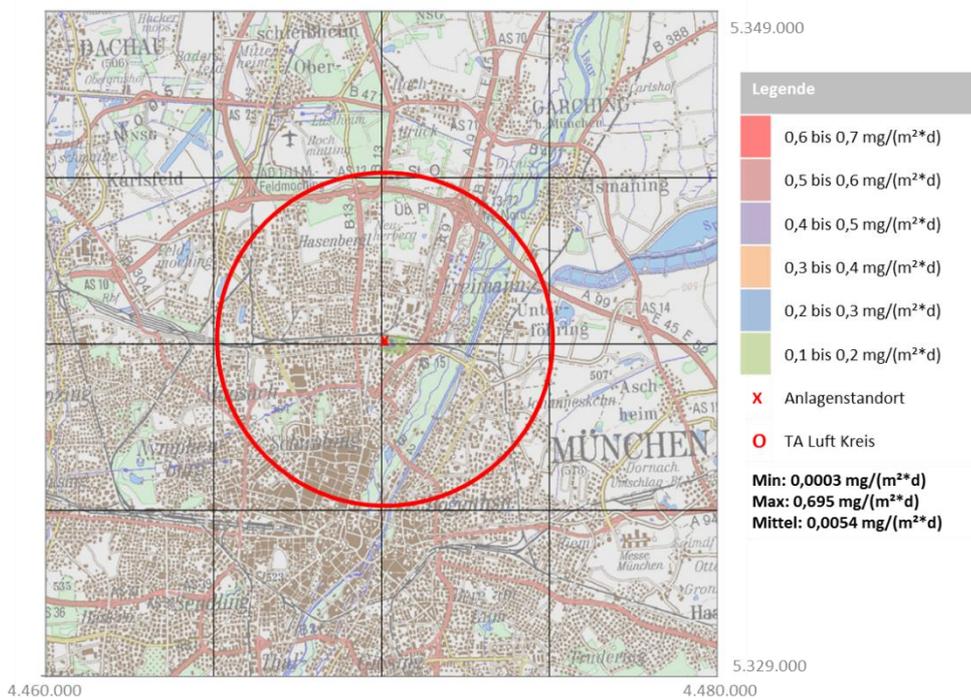


Abbildung 4.12: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit Feinstaub PM 2,5 im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

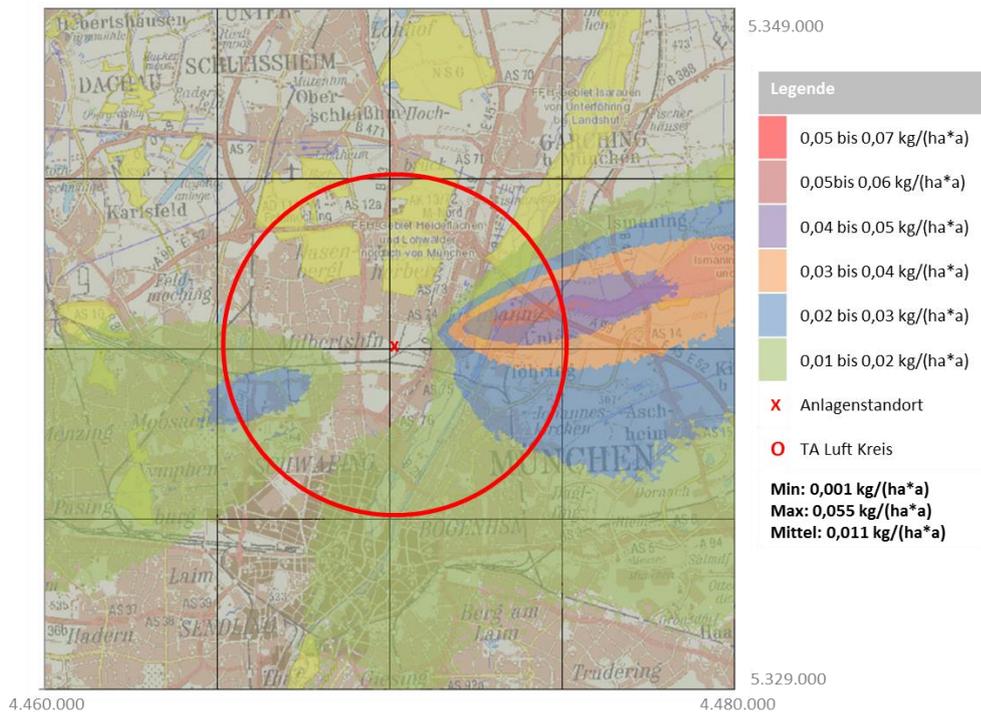


Abbildung 4.13: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit eutrophierenden Stoffen (Stickstoff) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

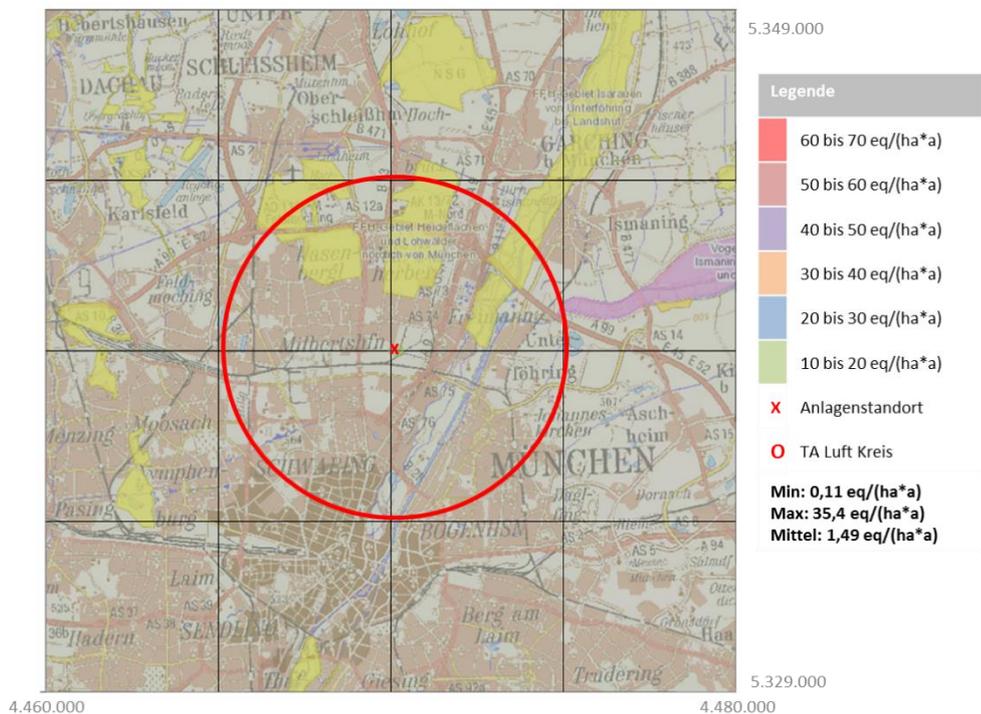


Abbildung 4.14: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit versauernden Stoffen (N+S) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb

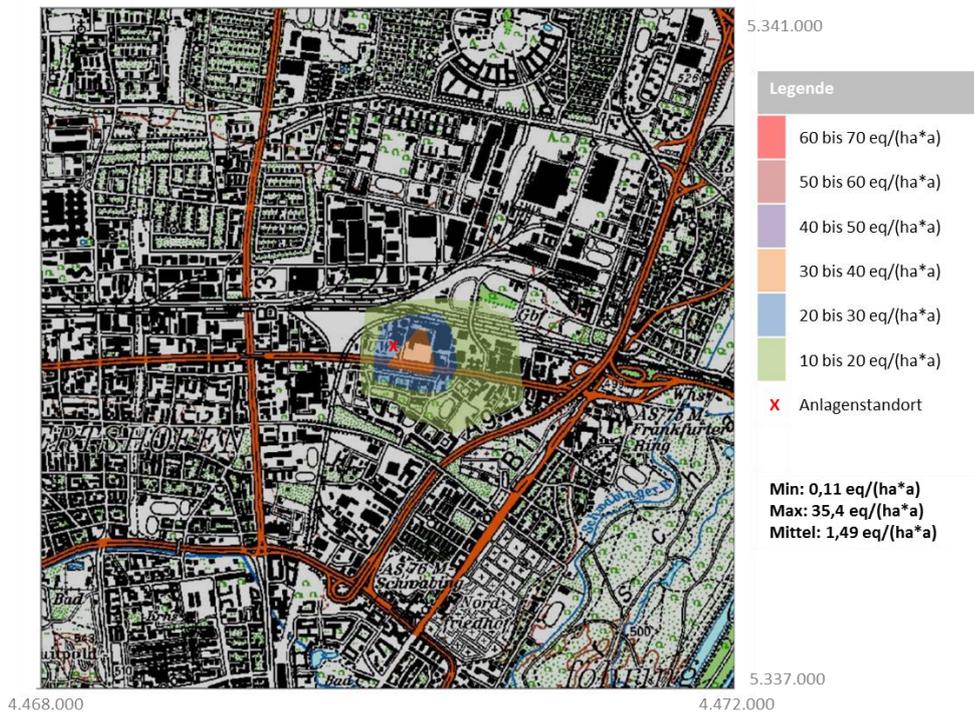


Abbildung 4.15: Geographische Verteilung der Jahresdepositionszusatzbelastung mit versauernden Stoffen (N+S) im Falle des Volllastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb im direkten Umfeld des Anlagenstandortes

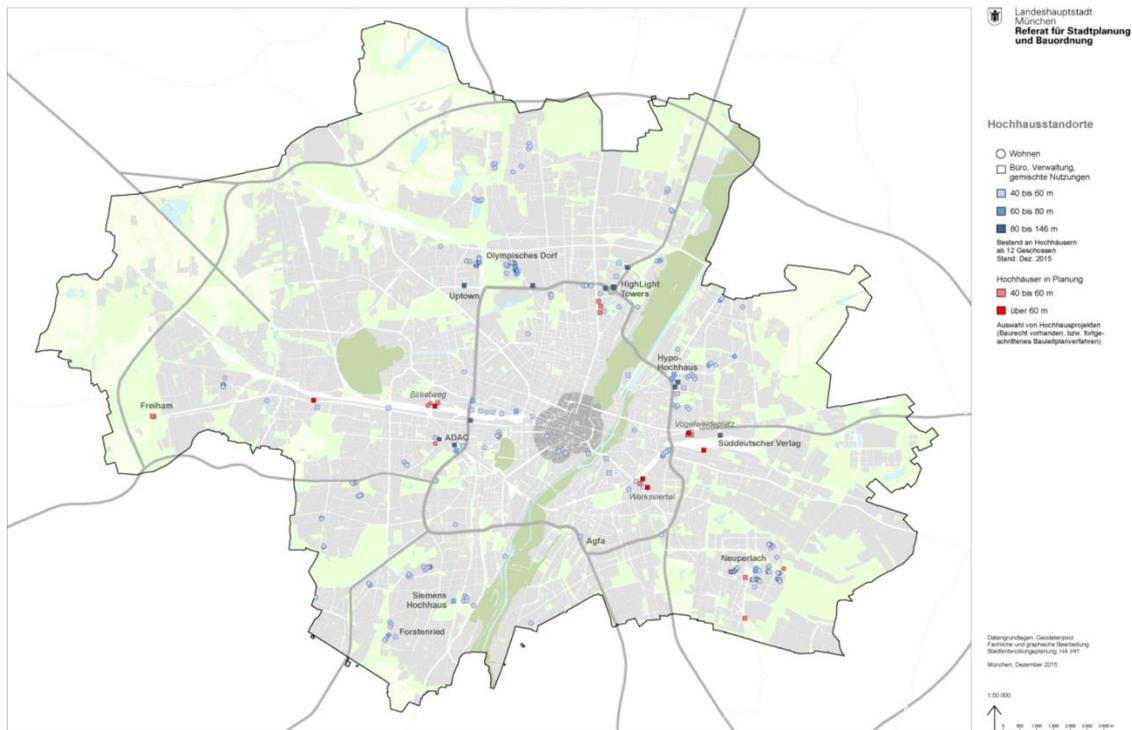
4.3.2.3 Ergänzende Auswertungen

Immissionen in den oberen Stockwerken von Hochhäusern

In München gibt es 197 Hochhäuser (ab 40 m Höhe – ca. 12 Geschosse). Die Mehrzahl dieser Hochhäuser sind zwischen 40 m und 60 m hoch und werden zu reinen Wohnzwecken genutzt. Darüber hinaus beherbergen 36 Hochhäuser Büro-, oder sonstige Nutzungen wie zum Beispiel Krankenhäuser.

Das höchste Hochhaus in München ist das Uptown München am Georg-Brauchle-Ring mit einer Höhe von 146 m. Der Münchner Olympiaturm ist mit 289,5 m deutlich höher, in 190 m Höhe befindet sich eine begehbare Aussichtsplattform. Die Errichtung des Uptown München war Auslöser für einen Bürgerentscheid, dessen Ergebnis zur Folge hat, dass in München derzeit keine Gebäude mehr in dieser Höhe errichtet werden dürfen. Die Verteilung der bestehenden und geplanten Hochhäuser zeigt Abbildung 4.16.

Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung wurde ein Monitoringpunkt für die Jahresimmissionszusatzbelastungen mit luftgetragenen Schadstoffen rechnerisch auf der begehbaren Aussichtsplattform des Olympiaturms platziert. Am Monitoringpunkt unterschreiten alle Jahresimmissionszusatzbelastungen die Irrelevanzschwellen der TA Luft (siehe Tabelle 4.9).



Quelle: Referat für Stadtplanung und Bauordnung, 2015

Abbildung 4.16: Hochhäuser in München

Tabelle 4.9: Jahresimmissionszusatzbelastung durch den Betrieb der geplanten Anlage im Vergleich mit den Immissionswerten der TA Luft am Monitoringpunkt Olympiaturm in 190 m Höhe.

Parameter	Immissionswert TA Luft	Untersuchungsfall	Olympiaturm 190 m	Ausschöpfung des Immissionswertes der TA Luft	Zusatzbelastung unterhalb der Irrelevanzschwelle?
NO ₂	40 µg/m ³	Fernwärmebetrieb	0,078	0,20%	JA
		Bypassbetrieb	0,052	0,13%	JA
NO _x	30 µg/m ³ (Grenzwert für den Schutz der Vegetation)	Fernwärmebetrieb	0,193	0,64%	JA
		Bypassbetrieb	0,124	0,41%	JA
SO ₂	50 µg/m ³ bzw. 20 µg/m ³ (Grenzwert für den Schutz von Ökosystemen)	Fernwärmebetrieb	0,009	0,02%/ 0,05%	JA
		Bypassbetrieb	0,007	0,01%/ 0,04%	JA
PM 2,5	25 µg/m ³	Fernwärmebetrieb	0,007	0,03%	JA
		Bypassbetrieb	0,005	0,02%	JA

Des Weiteren wurden für den Parameter NO₂ die minimalen und maximalen sowie die mittleren Jahresimmissionszusatzbelastungen für verschiedene Höhengschichten zwischen 0 m und 200 m im Rechengebiet ausgewertet. Auffällig dabei sind die hohen maximalen Jahresimmissionszusatzbelastungen in den Höhengschichten zwischen 65 und 200 m, welche die Irrelevanzschwellen der TA Luft zwar überschreiten, jedoch unterhalb der festgelegten Immissionswerte der TA Luft bleiben. Diese bleiben jedoch auf das Umkreis von 100 m um den Kamin begrenzt. Die Mittelwerte liegen in allen drei Fällen unterhalb der Irrelevanzschwelle der TA Luft (siehe Tabelle 4.10).

Tabelle 4.10: Jahresimmissionszusatzbelastung (Min, Max; Mittelwert) an NO₂ in Höhengschichten bis 200 m (Werte oberhalb der Irrelevanzschwelle der TA Luft sind rot markiert)

	NO ₂ Jahresimmissionszusatzbelastung in µg/m ³ nach Höhengschicht									
	1 bis 3 m	3 bis 6 m	6 bis 10 m	10 bis 16 m	16 bis 25 m	25 bis 40 m	40 bis 65m	65 bis 100 m	100 bis 150 m	150 bis 200 m
Fernwärmebetrieb										
<i>Min</i>	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,006
<i>Max</i>	0,151	0,150	0,149	0,145	0,142	0,143	0,152	0,191	37,03	23,56
<i>Mittel</i>	0,035	0,036	0,036	0,035	0,034	0,034	0,035	0,036	0,041	0,049
Bypassbetrieb										
<i>Min</i>	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004
<i>Max</i>	0,094	0,093	0,093	0,090	0,088	0,089	0,094	0,124	29,90	21,11
<i>Mittel</i>	0,024	0,025	0,025	0,024	0,024	0,024	0,024	0,025	0,029	0,034

Somit sind auch an den für Menschen dauerhaft zugänglichen Orten in den höheren Stockwerken bestehender und potenziell neue Hochhäuser keine schädlichen Umweltauswirkungen durch den Betrieb der Anlage zu erwarten.

Kohlenmonoxid

Für Kohlenmonoxid liegt der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach § 8 der 39. BImSchV bei 10 mg/m³ als höchster Achtstundenmittelwert pro Tag. Nach den Vorgaben der TA Luft ist eine Ausbreitungsrechnung für Kohlenmonoxid nicht erforderlich, wurde aber dennoch durchgeführt. Für den ungünstigsten Vollastbetriebs beider Heizkessel und gleichzeitigem Vollastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb wurde die Zusatzimmission im Jahresmittelwert mit 0,55 µg/m³ ermittelt. Hilfsweise kann ein maximaler Stundenwert für Kohlenmonoxid anhand des Verhältnisses zwischen Jahresmittelwert und maximalen Stundenwert des Parameters Schwefeldioxid ermittelt werden, da Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid in der Ausbreitungsrechnung den gleichen Rechenalgorithmen unterliegen. Bei Schwefeldioxid ist der maximale Stundenwert ist um einen Faktor 93 größer als der maximale Jahresmittelwert; der maximale Stundenwert für Kohlenmonoxid beträgt somit 0,036 mg/m³. Da der Achtstundenmittelwert deutlich kleiner als der maximale Stundenwert ist, wird der Immissionsgrenzwert nach § 8 der 39. BImSchV für Kohlenmonoxid sicher eingehalten. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der Vorbelastung: der höchste Achtstundenmittelwert an den Stationen Landshuter Allee und Stachus wurde im Jahr 2015 mit 1,5 bzw. 1,3 mg/m³ bestimmt (vgl. Tabelle 3.1).

5 Gefahrenschutz

Der § 5 Abs. 1 des BImSchG definiert in den Pflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen auch Anforderungen an die Gefahrenabwehr.

Prinzipiell geht eine Gefährdung der Nachbarschaft, der Allgemeinheit und der Arbeitnehmer nur von Anlagenteilen aus, in denen Erdgas transportiert wird. Die gesamte Anlage ist so konzipiert, dass wesentliche Störungen durch die ordnungsgemäße Anwendung der bestehenden Vorschriften, Richtlinien und Normen wirksam verhindert werden. Alle Komponenten werden nach dem neuesten Stand der Technik bzw. der Sicherheitstechnik ausgeführt. Darüber hinaus werden Maßnahmen der Qualitätssicherung und der Wartung und Kontrolle in Verbindung mit regelmäßigen Personalschulungen umgesetzt.

Im Falle des nicht-bestimmungsgemäßen Betriebs der Anlage greifen verschiedene teils automatisierte Schutzmaßnahmen und –einrichtungen, um negative Auswirkungen auf das Betriebspersonal und die Allgemeinheit zu verhindern. Dies gilt sowohl für den Ausfall der Gesamtanlage als auch beim Ausfall einzelner Aggregate.

Im HKW Freimann sind verschiedene Stoffe und Zubereitungen vorhanden, die zwar als gefährliche Stoffe im Sinne der Störfall-Verordnung einzustufen sind, jedoch werden die individuellen Mengenschwellen für die Erfüllung der Grundpflichten (und die Mengenschwellen für die erweiterten Pflichten) für alle Kategorien und Einzelstoffe deutlich unterschritten werden. Die zusammenfassende Betrachtung der Einzelstoffe unter Berücksichtigung der Quotientenregel ergibt daher, dass das HKW Freimann auch nach dem Neubau der Gasturbinen nicht den Vorschriften der 12. BImSchV unterliegt. Eine Anzeige nach § 7 der 12. BImSchV (Störfall-Verordnung) ist somit nicht erforderlich, da die Anlage gem. § 1 der 12. BImSchV nicht unter den Anwendungsbereich der Störfall-Verordnung fällt (vgl. Kapitel 6.2.1).

Das Konzept zur Anlagensicherheit sowie die notwendigen Gutachten zum Brand- und Explosionsschutz sind Bestandteil der Antragsunterlagen. Bei antragsgemäßer Errichtung und antragsgemäßigem Betrieb können die Betreiberpflichten zur Gefahrenabwehr gemäß § 5 BImSchG als erfüllt angesehen werden.

6 Abfallwirtschaft

Sowohl durch die Errichtung als auch durch den Betrieb der Anlage werden Abfallströme generiert. Tabelle 6.1 gibt eine abschließende Übersicht über Art und Umfang sowie anfallstelle der Abfallströme. Darüber hinaus sind Informationen zum intendierten Entsorgungsweg benannt. Zu unterscheiden sind die Abfälle während der Bauphase, deren Anfalldauer zeitlich begrenzt ist, während die Abfallströme aus dem Betrieb der Anlage grundsätzlich wiederkehrender Natur sind. Die Informationen zu den Abfallmengen, Anfallstellen und Entsorgungswegen sind der technischen Beschreibung des Vorhabens entnommen.

Die Abfälle der **Bauphase** fokussieren sich im Wesentlichen auf Bodenaushub für Fundamente und Beton aus Abbrucharbeiten. Sollten im Rahmen des Fundamentaushubs organoleptisch Auffälligkeiten festgestellt werden, sind diese gem. der geltenden Regelungen (bspw. LAGA PN 98) zu analysieren und den entsprechenden Verwertungswegen zuzuführen.

In der **Betriebsphase** der Gasturbinen kommt es im Laufe der Jahre zur Alterung der Isolieröle in den Blocktransformatoren, die eine Erneuerung des Isolieröls nach derzeit geschätzt ca. 25 bis 30 Jahren erforderlich machen würden. Statt eines Austausches des Öls und dem damit verbundenen Anfallen erheblicher Ölmengen, die als Abfall zu entsorgen wären, ist zum gegebenen Zeitpunkt eine Vor-Ort-Regeneration des Isolieröls, beispielsweise mit der „Mobilen Regenerations-Anlagen-Technologie“ der Fa. Starke & Sohn, vorgesehen. Im vorliegenden Fall von 100 Tonnen im Trafo vorhandenem Isolieröl fallen bei solch einer Ölregeneration lediglich ca. 1 bis 2 Tonnen zu entsorgendes Altöl an.

Im Rahmen der regelmäßigen Wartungs- und Reparaturarbeiten in den verschiedenen Betriebseinheiten, speziell aber bei der Gasturbine, fallen abgenutzte Teile und Komponenten an. Diese werden wieder aufgearbeitet und in anderen Kraftwerken wieder eingesetzt. Weitere Maßnahmen zur Vermeidung von Abfällen sind nicht möglich und angesichts der insbesondere während des Betriebes nur sehr geringen Abfallmengen von untergeordneter Bedeutung.

Die beschriebenen vorgesehenen Maßnahmen berücksichtigen neben der Vermeidung auch Maßnahmen zur Vorbereitung zur Wiederverwendung, wie z.B. die Vor-Ort-Regeneration des Isolieröls. Nicht weiter vermeidbare Abfälle werden unter Berücksichtigung der Vorgaben der Abfallhierarchie einer Verwertung bzw. Beseitigung durchgeführt.

Die bei einer Betriebsstörung anfallenden Abfälle zur Beseitigung werden über den entsprechenden Entsorgungsweg des Abfalls in der Betriebsphase entsorgt. Bei der Errichtung werden gebräuchliche Baustoffe und Materialien verwendet, deren Verwertung oder Beseitigung nach einer Betriebseinstellung entsprechend dem Stand der Technik erfolgen wird. Die aus der Betriebseinstellung zu beseitigenden Abfälle aus Einsatzstoffen werden denen des Kraftwerksbetriebs entsprechen.

Tabelle 6.1: Abfallströme der geplanten Anlage

Art	Menge	Anfallort	Entsorgungsweg
Bauphase			
Verpackungen aus Papier und Pappe AVV Schlüssel: 15 01 01		Baustelle (Abfälle im Verantwortungsbereich der Auftragnehmer)	Rücknahme durch Auftragnehmer
Verpackungen aus Kunststoff AVV Schlüssel: 15 01 02		Baustelle (Abfälle im Verantwortungsbereich der Auftragnehmer)	Rücknahme durch Auftragnehmer
Beton AVV Schlüssel: 17 01 01		Maschinenhaus	Verwertung in einer zugelassenen Verwertungsanlage oder –maßnahme ¹⁾
Bodenaushub AVV Schlüssel: 17 05 04	800 m ³	Fundamentaushub; Schachtarbeiten im Außenbereich	Verwertung in einer zugelassenen Verwertungsanlage oder –maßnahme ¹⁾
Betriebsphase			
Kaminkondensat AVV Schlüssel: 06 03 14	Kleinstmengen	Kamin	Verwertung durch Fachbetrieb (z.B. HKW München Nord)
Mineralisches Schmier- und Hydrauliköl AVV Schlüssel: 13 02 05	2,5 m ³ /Generator und 32.000 Betriebsstunden	Ölsystem der Generatoren	Verwertung durch Fachbetrieb (z.B. Fa. Wittmann Entsorgungswirtschaft GmbH)
Synthetisches Schmier- und Hydrauliköl AVV Schlüssel: 13 02 06	0,7 m ³ /Generator und 32.000 Betriebsstunden	Ölsystem der Generatoren	Verwertung durch Fachbetrieb (z.B. Fa. Wittmann Entsorgungswirtschaft GmbH)
Transformatoröl AVV Schlüssel: 13 03 07	25 t/Blocktransformator	Blocktransformatoren	Verwertung durch Fachbetrieb (z.B. Fa. Starke & Sohn)
Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern AVV Schlüssel: 13 05 02	< 1 t/a	Öl-/Wasserabscheider	Verwertung durch Fachbetrieb (z.B. Fa. Schenker)
Schlämme aus Einlaufschächten AVV Schlüssel: 13 05 03	< 1 t/a	Einlaufschächte	Verwertung durch Fachbetrieb (z.B. Fa. Schenker, ENI178SH0007)
Filterrückstände aus der Erdgaseinspeisung, Verbrauchte Filter mit Filterrückstände aus der Luftansaugung, Ölhaltige Aufsaug- und Wischtücher ²⁾ AVV Schlüssel: 15 02 02	< 2 t/a	Erdgaseinspeisung, Gasturbinen, Betrieb	Sonderabfallverbrennung, GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH

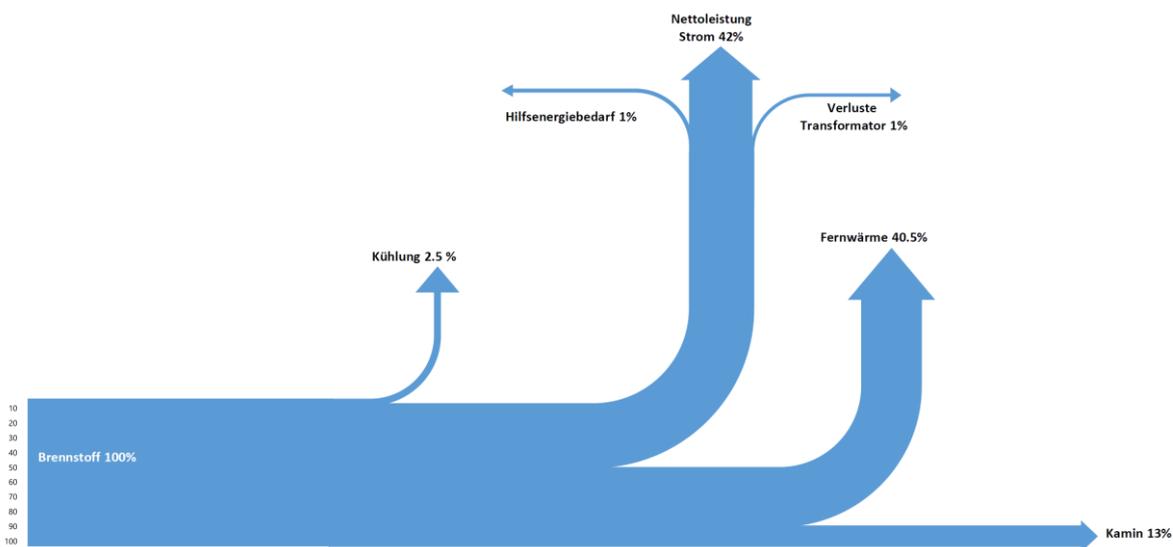
¹⁾ Die Verwertung erfolgt erst nach fachgerechter Probenahme, Analytik gemäß den einschlägig für solche Materialien vorgesehenen Regelungen (Eckpunktepapier) und in Abhängigkeit der Analysenergebnisse entsprechenden Einstufung nach Eckpunktepapier in einer für das Material geeigneten und zugelassenen Verwertungsanlage oder Verwertungsmaßnahme.

²⁾ Diese Abfallarten sind gefährlich im Sinne des § 3 Abs. 5 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.

Die gemäß § 5 Absatz 1 Nr. 3 BImSchG zu erfüllenden Betreiberpflichten zur Abfallwirtschaft können bei Errichtung und Betrieb der Anlage entsprechend der Maßgabe des Antrags als gesichert gewertet werden.

7 Energienutzung

Erdgas ist ein fossiler Energieträger, dessen Reserven endlich sind. Aus Gründen der intergenerativen Gerechtigkeit ist daher ein effizienter Umgang mit der Ressource von Nöten. Dies ist auch in den in § 5 Absatz 1 Nr. 4 BImSchG formulierten Betreiberpflichten zur sparsamen und effizienten Energieverwendung definiert. Die geplante Anlage kommt dieser Anforderung mittels einer angepassten Anlagenspezifikation nach. Zum verwendet die geplante Anlage modernste Kraftwerkstechnik und erreicht somit einen hohen thermischen und elektrischen Wirkungsgrad. Durch die Möglichkeit zur Nutzung der thermischen Energie mittels Kraft-Wärme-Kopplung kann ein Gesamtwirkungsgrad von 82,6 % erreicht werden (42,1 % elektrisch und 40,5 % thermisch). Daraus resultiert ein hoher Brennstoffausnutzungsgrad.



(Quelle: technische Planung der SWM 2016)

Abbildung 7.1: Energiebilanz einer Gasturbine im KWK-Betrieb

Die geplante Anlage wird in den ersten 6 Jahren vorrangig als KWK-Anlage genutzt. Dabei wird die bei der Verbrennung von Erdgas zur Stromproduktion anfallende Abgaswärme über Warmwasserwärmetauscher dem Fernwärmenetz München zugeführt. Dies sind bei Vollast beider Gasturbinen, abhängig von der Rauchgasaustrittstemperatur ca. 146 MWth. Der zentrumsnahe Standort der Anlage reduziert durch kurze Distanzen zum Verbraucher auch die Übertragungsverluste in den Leitungen, was die Effizienz der Anlage weiter verbessert.

Wenn die Gasturbinen zur Spitzenlastabdeckung im Netz betrieben werden und gleichzeitig kein Bedarf an Fernwärme besteht, werden die bestehenden Wasserspeicher geladen. Nur wenn die Abwärme weder gespeichert noch direkt genutzt werden kann, wird sie in die Atmosphäre abgegeben (Bypassbetrieb).

8 Klima

Klimatische Wirkungen können durch verschiedene Arten von Emissionen auftreten. Im Folgenden werden betrachtet:

- Wärmestrahlung der Anlage
- Abgasfahne
- global wirksame Emissionen (Treibhausgase)

Die Verlustwärme wird mit dem Abgas und als Wärmestrahlung über die Gebäudebereiche bzw. das Dach und ggf. in Nebenprodukten (bspw. aufgeheizte Filter oder Reststoffe der Rauchgaswäsche) abgegeben. Kleinklimatische Veränderungen können sich aufgrund der Wärmestrahlung des Gebäudes und einer Verschattungen durch die Abgasfahne ergeben. Mit Blick auf die geplante maximalen Feuerungswärmeleistung und das geplante Nutzungskonzept der Anlage (Nutzung der Abwärme für das Fernwärmenetz) sind nur geringe Auswirkungen zu erwarten. Aufgrund der bereits vorhandenen anthropogenen Überprägung des Umfeldes sind somit keine nachteiligen Auswirkungen auf das Schutzgut Klima im Umfeld der geplanten Anlage zu erwarten.

Atmosphärische Spurengase lassen energiereiche UV-Strahlung von der Sonne auf die Erdoberfläche durch, reflektieren jedoch die auf der Erde daraus entstehende langwellige infrarote Strahlung auf die Erdoberfläche zurück. Dadurch erwärmt sich die Atmosphäre. Dieser als Treibhauseffekt genannte Vorgang wird von Wissenschaftlern und Politikern seit vielen Jahren als eine der größten Umweltbedrohungen der Zukunft angesehen (Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" 1988). Obwohl noch nicht in letzter Konsequenz bewiesen ist, dass der messbare Anstieg dieser Gase wirklich für den messbaren Anstieg der Temperatur an der Erdoberfläche verantwortlich ist, sollte nicht auf den endgültigen Beweis gewartet werden, um Maßnahmen zur Emissionsminderung der klimarelevanten Gase einzuleiten.

In erster Linie wird für diesen Effekt das Spurengas Kohlendioxid verantwortlich gemacht, doch ebenso tragen Methan, Fluorchlorkohlenwasserstoffe, Distickstoffoxid und einige andere Gase dazu bei. Auch das geplante Vorhaben setzt die folgenden Klimagase frei:

- Kohlendioxid (CO_2), das Hauptprodukt bei der Verbrennung von Kohlenstoffverbindungen
- Distickstoffoxid (N_2O , Lachgas), das allerdings im Gasturbinenkraftwerk wegen hoher Verbrennungstemperaturen nicht signifikant anfällt
- Methan (CH_4), das ebenfalls nicht signifikant anfällt, da von einer vollständigen Verbrennung des Erdgases auszugehen ist

Die Verbrennung von Erdgas bedingt die Entstehung von CO_2 . Die maximal freisetzbare CO_2 -Menge entspricht somit primär dem Äquivalent des vollständig verbrannten Kohlenstoffs im Erdgas (hundertprozentige Oxidation). Für den Betrieb der Anlage werden die treibhauswirksamen Emissionen auf Basis des maximal theoretisch möglichen jährlichen Brennstoffeinsatzes abgeschätzt. Die Feuerungswärmeleistung der geplanten Gasturbinen

beträgt 290 MWh. Die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHST) beim Umweltbundesamt gibt für den Brennstoff Erdgas H einen Emissionsfaktor von 55 – 56 t CO₂ / TJ an. Damit emittiert die geplante Anlage bis zu etwa 58,5 t CO₂/h bzw. bis zu ca. 512.000 t CO₂ pro Jahr.

Die THG-Emissionen Deutschlands betragen 2014 912 Mio. t CO₂-Äq¹ und entsprechen ca. 11.2 t pro Einwohner und Jahr. Die CO₂-Emission der geplanten Anlage im ganzjährigen Volllastbetrieb entspricht somit den durchschnittlichen Emissionen von ca. 46.000 Einwohnern Deutschlands. Die THG-Emissionen unterliegen den Bedingungen des Treibhausgas-Emissionshandels-gesetzes (Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft). Der Zertifikatehandel ist das politisch gewählte Instrument, die angestrebten Emissionsminderungsziele zu erreichen.

¹ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>

9 Zusammenfassende Bewertung

Aufgabe des fachtechnischen Gutachtens zur Luftreinhaltung, Gefahrenschutz, Abfallwirtschaft und Energienutzung ist die Beurteilung, ob die in § 5 Abs. 1 des BImSchG genannten Pflichten der Betreiber zur Abwehr und Minimierung schädlicher Umwelteinwirkungen und sonstiger Gefahren, erheblicher Nachteile und erheblichen Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft entsprechend der Maßgabe des Gesetzes umgesetzt wurden.

Einen großen Teil nimmt dabei – wie bei den meisten Feuerungsanlagen – naturgemäß die Ermittlung der Luftschadstoffe mittels einer Immissionsprognose ein. Zur Bewertung der Immissionen sind die Ergebnisse der durchgeführten Immissionsprognose für die Stoffe Stickstoffdioxid (NO_2), Schwefeldioxid (SO_2) und Staub (PM_{10}) heranzuziehen. Die Emissionen dieser Stoffe übersteigen – mit Ausnahme von SO_2 - die Schwellenwerte der Ziffer 4.6.1.1 (Tabelle 4.3) der TA Luft. Aus diesem Grund wurde eine Immissionsprognose erstellt. Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass von konservativen Annahmen ausgegangen wurde: 20 % Anteil von NO_2 an Menge der Stickstoffoxide, Emissionsgrenzwert von $1 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ für Staub. Die Ausbreitungsrechnung wurde für die folgenden Betriebszustände durchgeführt:

- Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Bypassbetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel; hierbei werden durch den thermischen Auftrieb der Abgase die emittierten Stoffe in weiter entfernte Gebiete transportiert.
- Gleichzeitiger Volllastbetrieb beider Gasturbinen im Fernwärmebetrieb sowie Volllastbetrieb beider Heizkessel; hierbei werden die emittierten Stoffe weniger weit transportiert.

Die Schornsteinhöhe von 100 m ist ausreichend um einen umfassenden Schutz vor Immissionen aus dem geplanten Vorhaben sicherzustellen. Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung zeigen für alle untersuchten Luftschadstoffe Beiträge an den für Menschen dauerhaft zugänglichen Orten im Einwirkungsbereich deutlich unterhalb der jeweiligen Irrelevanzschwellen der TA Luft. Auch hinsichtlich der Schadstoffdepositionen sowie der Deposition eutrophierender Stoffe werden die gesetzlichen Grenz-, Schutz- und Vorsorgewerte deutlich unterschritten. Lediglich bei der Deposition versauernder Stoffe besteht eine kleinräumige, auf das direkte Umfeld des Anlagenstandortes beschränkte Überschreitung des seitens des LANUV festgelegten Abschneidekriteriums für FFH Gebiete. Da das nächste FFH Gebiet aber mehr als 1,5 km vom Standort der Anlage entfernt ist, kann eine nachteilige Beeinträchtigung durch die luftgetragenen Emissionen aus dem Betrieb der geplanten Anlage ausgeschlossen werden.

Hinsichtlich Gefahrenschutz und Abfallwirtschaft können bei antragsgemäßer Errichtung und antragsgemäßem Betrieb der Anlage die Betreiberpflichten gemäß § 5 BImSchG als erfüllt angesehen werden.

Das Konzept zur Energienutzung erfüllt aufgrund der modernen Anlagentechnik mit einem hohen elektrischen Wirkungsgrad die in § 5 Absatz 1 Nr. 4 BImSchG formulierten Betreiberpflichten. Darüber soll die Anlage wann immer möglich im KWK-Betrieb betrieben werden. Diese Betriebsweise hat auch positive Auswirkungen auf den Aspekt Klima, da durch die zielgerichtete Nutzung der thermischen Wärme die Verlustwärme mit dem Abgas minimiert und kleinklimatische Veränderungen durch Verschattungen durch die Abgasfahne oder Wärmeabstrahlungen der Gebäudeteile verhindert wird.

Somit ist davon auszugehen, dass keine schädlichen Umweltauswirkungen durch den Betrieb der Anlage hervorgerufen werden.

9.1 Anforderungen an den Genehmigungsbescheid

Integraler Bestandteil des fachtechnischen Gutachtens zur Luftreinhaltung, Gefahrenschutz, Abfallwirtschaft und Energienutzung ist die Formulierung der Anforderungen an den Genehmigungsbescheid. Da die Themen Gefahrenabwehr, Abfallwirtschaft und Energieeffizienz durch gesetzliche Regelungen hinreichend definiert werden, sind vor allem die grundlegenden und ergebnisrelevanten Annahmen und Festlegungen für die Immissionsprognose in Form eines Genehmigungsbescheides abschließend zu bestimmen.

An dieser Stelle werden daher die wesentlichen Annahmen und Festlegungen für die Immissionsprognose die einer verbindlichen Regelung im Rahmen eines Genehmigungsbescheides bedürfen in kondensierter Form aufgelistet:

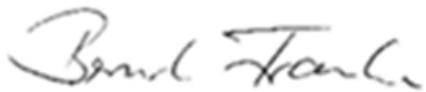
- **Brennstoffqualität**
Die beiden Gasturbinen und die beiden Heißwasserkessel dürfen nur mit dem Brennstoff Erdgas betrieben werden. Das Erdgas muss den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes G 260 für Gase der 2. Gasfamilie entsprechen.
- **Feuerungswärmeleistung**
Die Feuerungswärmeleistung der beiden Gasturbinen darf im Dauerbetrieb in der Summe 290 MW nicht überschreiten.
- **Betriebszeiten**
Die Zeiten in den die Gasturbinen und Heißwasserkessel betrieben werden dürfen, ist im Kalenderjahr nicht limitiert.
- **Betriebszustände**
Im Betrieb der beiden Gasturbinen sind die Betriebszustände wie folgt definiert:
 - Volllastbetrieb ab einer Last von 70 vom Hundert
 - Teillastbetrieb zwischen einer Last von 50 vom Hundert bis 70 vom Hundert
 - Anfahrbetrieb unterhalb einer Last von 50 vom Hundert
- **Emissionsgrenzwerte für die Gasturbinen:**
 - Für die Emission von Stickoxiden ist, obwohl der elektrische Wirkungsgrad ca. 43 % bei ISO-Bedingungen beträgt (inkl. Hilfsenergiebedarf) im Volllastbetrieb ein Emissionsgrenzwert von 50 mg/Nm^3 einzuhalten. Die Regelungen des § 3 der 13. BImSchV, die einen Grenzwert für NOx von ca. 60 mg/Nm^3 zuließen, sollen keine Anwendung finden.

- Für die Emissionen von Schwefeldioxid wird ein maximal zulässiger Jahresmittelwert von 1,96 mg/Nm³ festgelegt. Dieser Wert entspricht einer Ausschöpfung des maximalen Gesamtschwefels im Erdgas entsprechend DVGW-Merkblatt G 260 2. Gasfamilie „Gasbeschaffenheit“ Ausgabe 05/2008.
- Für die Emissionen von Schwefeldioxid wird ein maximal zulässiger Tagesmittelwert von 11,7 mg/Nm³ festgelegt. Dieser Wert entspricht dem Grenzwert der 13. BImSchV
- Der Grenzwert für Kohlenmonoxid im Teillastbetrieb im Bereich von 50 % bis 70 % wird auf 150 mg/Nm³ (trocken, 15 % O₂) festgelegt. Für den Vollastbetrieb gelten die Werte der 13. BImSchV.
- Als Grenzwert für Formaldehyd wird der in der Vollzugsempfehlung Formaldehyd des LAI definierte Formaldehyd Grenzwert von 5 mg/Nm³ bezogen auf 15 % O₂ als Jahresmittelwert sowohl festgelegt.
- Emissionsfrachtbegrenzungen für die Gasturbinen
 - Die maximale jährliche Emissionsfracht für NO_x Emissionen wird auf 399.456 kg limitiert. Dies entspricht der Ausschöpfung der Grenzwerte der 13. BImSchV ohne Anwendung den Regelungen des § 3 der 13. BImSchV.
 - Die maximale jährliche Emissionsfracht für SO₂ Emissionen wird auf 15.768 kg limitiert. Dies entspricht der Ausschöpfung der maximalen Gesamtschwefels im Erdgas entsprechend DVGW-Merkblatt G 260 2. Gasfamilie „Gasbeschaffenheit“ Ausgabe 05/2008. Die Zulässigkeit höherer Tagesmittelwerte entspreche der Regelungen der 13. BImSchV bleibt davon unberührt solange die Gesamtjahresfracht nicht überschritten wird.
 - Die maximale jährliche Emissionsfracht für CO Emissionen wird auf 798.912 kg limitiert. Dies entspricht der Ausschöpfung der Grenzwerte der 13. BImSchV. Die Zulässigkeit einer höheren spezifischen Fracht von 150 mg/Nm³ im Teillastbetrieb bleibt davon unberührt, solange die festgelegte Gesamtjahresfracht nicht überschritten wird.
 - Die maximale jährliche Emissionsfracht für Formaldehydemissionen wird auf 53.086 kg limitiert. Dies entspricht der Ausschöpfung des seitens der LAI formulierten Grenzwertes.
- Emissionsgrenzwerte für die Heizkessel:
Es gelten die Auflagen des bestehenden Genehmigungsbescheides mit den folgenden Ergänzungen:
 - Für die Emissionen von Schwefeldioxid wird ein maximal zulässiger Jahresmittelwert von 5,65 mg/Nm³ festgelegt.
 - Für die Emissionen von Schwefeldioxid wird ein maximal zulässiger Tagesmittelwert von 35 mg/Nm³ festgelegt. Dieser Wert entspricht dem Grenzwert der 13. BImSchV
- Emissionsfrachtbegrenzungen für die Heizkessel
 - Die maximale jährliche Emissionsfracht für NO_x Emissionen wird auf 262.800 kg limitiert. Dies entspricht der Ausschöpfung der Grenzwerte der 13. BImSchV.
 - Die maximale jährliche Emissionsfracht für SO₂ Emissionen wird auf 14.982 kg limitiert. Dies entspricht der Ausschöpfung der maximalen Gesamtschwefels im Erdgas entsprechend DVGW-Merkblatt G 260 2. Gasfamilie „Gasbeschaffenheit“

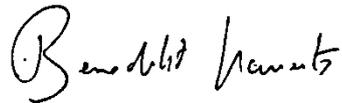
Ausgabe 05/2008. Die Zulässigkeit höherer Tagesmittelwerte entspreche der Regelungen der 13. BImSchV bleibt davon unberührt solange die Gesamtjahresfracht nicht überschritten wird.

- Die Einhaltung der festgelegten Emissionsgrenzwerte für NO_x, SO₂, CO und Formaldehyd ist mittels eines fortlaufenden Abgasmessprogramms einem Monitoring zu unterziehen.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



Bernd Franke



Benedikt Kauertz

Anlagen

Rechenprotokoll AUSTAL2000 Fall Bypassbetrieb

2016-06-10 21:24:04 -----
 TalServer:SWM\Freimann2016_BP_ohne_nDep

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: SWM\Freimann2016_BP_ohne_nDep

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
 Das Programm läuft auf dem Rechner "FB3-BENEDIKTK".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Freimann2016"                ' Bezeichnung des angelegten Projekts
> az "C:\a2k\SWM\aktermN_muenchen_stadt_05.akterm"  ' Pfad/Name der meteorologischen
Zeitreihe (AKTerm)
> qs 2                            ' Qualitätsstufe zur Freisetzungsrate
von Partikeln
> gx 4470000 '[m] Rechtswert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> gy 5339000 '[m] Hochwert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> dd 100 'Zellengröße (m)
> x0 -10000 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 201 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -10000 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 201 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 25 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +SCINOTAT
> xp -3082 -3000 -5850 -6000 -2300 1370 -4390 'Olympiaturm, Lothstr., L-Kisselbach
Platz, Moosach, Stachus, Prinzregentenstr., Landshuter Allee
> yp -1525 -3700 -8350 -1000 -5600 -5578 -4311
> hp 190 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5
> hq 100 100 '[m] Höhe der Quelle (GTKW, HWK)
> dq 7.00 2.545 '[m] Durchmesser der Quelle (GTKW, HWK)
> qq 159 23.9 '[MW] Wärmestrom des Abgases (Ber.d.Abgasfahnenüberhöhung) (GTKW,
HWK)
> vq 19.4 33.7 '[m/s] Ausströmgeschwindigkeit des Abgases (GTKW, HWK)
> xq 54 50 '[m] (0) x-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> yq 105 109 '[m] (0) y-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> no2 2.53 1.67 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> no 6.62 4.36 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> nox 12.7 8.33 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> so2 0.50 0,47 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> pm-2 0.25 0.42 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> xx 25.3 4.17 '[g/s] (Quellterm Kohlenmonoxid) (GTKW, HWK)
===== Ende der Eingabe =====
```

Standard-Kataster z0-gk.dmna (3b0d22a5) wird verwendet.
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 01 (4470054, 5339105) -> (3693072, 5342289)
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 02 (4470050, 5339109) -> (3693068, 5342293)
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.000 m.

AKTerm "C:/a2k/SWM/aktermN_muenchen_stadt_05.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
 Es wird die Anemometerhöhe ha=30.3 m verwendet.

Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.8 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
Prüfsumme TALDIA 6a50af80
Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
Prüfsumme AKTerm 42df5f45

```
=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-t03z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-t03s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-t03i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-t00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-t00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-t00i"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nox"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/nox-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/nox-j00s"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-j00s"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-t35z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-t35s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-t35i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-t00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-t00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-t00i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-deps"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/xx-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/xx-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/xx-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/xx-deps"  geschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000_2.6.11-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-s24z"  geschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-s24s"  geschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-s00z"  geschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-s00s"  geschrieben.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "no2"
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-s18z"  geschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-s18s"  geschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-s00z"  geschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-s00s"  geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "so2"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-zbpz"  geschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/so2-zbps"  geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "nox"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/nox-zbpz"  geschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/nox-zbps"  geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "no2"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-zbpz"  geschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/no2-zbps"  geschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
```

TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-zbpz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/pm-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "xx"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/xx-zbpz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_ohne_nDep/xx-zbps" ausgeschrieben.

=====
 Auswertung der Ergebnisse:
 =====

DEP: Jahresmittel der Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition
 =====

PM DEP : 9.467e-006 g/(m²*d) (+/- 1.6%) bei x= 2950 m, y= 850 m (130,109)
 XX DEP : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
 =====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
 =====

SO2 J00 : 1.496e-002 µg/m³ (+/- 1.6%) bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
 SO2 T03 : 1.248e-001 µg/m³ (+/- 9.6%) bei x= 3150 m, y= 850 m (132,109)
 SO2 T00 : 1.668e-001 µg/m³ (+/- 8.5%) bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
 SO2 S24 : 3.316e-001 µg/m³ (+/- 33.9%) bei x= 2450 m, y= 250 m (125,103)
 SO2 S00 : 1.385e+000 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 2150 m, y=-5950 m (122, 41)
 NOX J00 : 2.748e-001 µg/m³ (+/- 1.6%) bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
 NO2 J00 : 9.394e-002 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)
 NO2 S18 : 3.883e+000 µg/m³ (+/- 70.9%) bei x= 650 m, y=-5350 m (107, 47)
 NO2 S00 : 2.450e+001 µg/m³ (+/- 99.9%) bei x= 2150 m, y=-5950 m (122, 41)
 PM J00 : 1.107e-002 µg/m³ (+/- 1.5%) bei x= 2850 m, y= 850 m (129,109)
 PM T35 : 4.204e-002 µg/m³ (+/- 12.8%) bei x= 2550 m, y= 850 m (126,109)
 PM T00 : 1.238e-001 µg/m³ (+/- 8.5%) bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
 XX J00 : 2.004e-007 g/m³ (+/- 2.3%) bei x= 6050 m, y= 1450 m (161,115)
 =====

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung
 =====

PUNKT		01		02		03		04	
05	06		07						
xp		-3082		-3000		-5850		-6000	
-2300	1370		-4390						
yp		-1525		-3700		-8350		-1000	
-5600	-5578		-4311						
hp		190.0		1.5		1.5		1.5	
1.5	1.5		1.5						
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
SO2	J00	6.536e-003	0.5%	1.850e-003	5.7%	1.374e-003	8.3%	3.707e-003	3.5%
1.974e-003	5.5%	2.638e-003	4.7%	2.074e-003	5.2%	µg/m ³			
SO2	T03	4.960e-002	2.5%	2.335e-002	26.5%	1.931e-002	38.2%	3.410e-002	21.4%
2.296e-002	34.5%	3.139e-002	17.7%	2.476e-002	20.7%	µg/m ³			
SO2	T00	6.353e-002	2.0%	3.822e-002	24.4%	2.606e-002	29.6%	4.101e-002	24.9%
3.122e-002	20.8%	4.737e-002	20.7%	2.783e-002	23.0%	µg/m ³			
SO2	S24	2.877e-001	4.6%	1.652e-001	52.7%	1.403e-001	71.7%	1.903e-001	52.3%
1.630e-001	100%	1.685e-001	61.1%	1.686e-001	67.0%	µg/m ³			
SO2	S00	4.368e-001	4.8%	3.672e-001	55.7%	5.107e-001	97.3%	3.952e-001	29.1%
3.050e-001	39.9%	4.039e-001	41.4%	3.538e-001	26.1%	µg/m ³			
NOX	J00	1.239e-001	0.5%	3.502e-002	5.7%	2.724e-002	8.2%	7.127e-002	3.5%
3.819e-002	5.5%	5.080e-002	4.6%	3.966e-002	5.2%	µg/m ³			
NO2	J00	5.153e-002	0.6%	2.163e-002	5.9%	2.095e-002	8.4%	3.659e-002	3.7%
2.430e-002	6.0%	3.144e-002	5.3%	2.450e-002	5.5%	µg/m ³			
NO2	S18	2.186e+000	7.0%	2.274e+000	62.5%	2.503e+000	70.8%	2.139e+000	49.4%
2.399e+000	71.4%	2.526e+000	40.3%	2.092e+000	60.6%	µg/m ³			

NO2	S00	4.820e+000	10.6%	4.383e+000	59.9%	7.141e+000	97.4%	6.118e+000	24.5%
5.099e+000	46.4%	6.830e+000	38.7%	4.649e+000	29.4%	μg/m ³			
PM	DEP	2.629e-006	3.3%	1.002e-006	6.2%	5.857e-007	8.1%	2.025e-006	3.9%
9.982e-007	6.1%	1.391e-006	5.1%	1.086e-006	5.7%	g/(m ² *d)			
PM	J00	5.407e-003	0.5%	1.190e-003	5.6%	7.163e-004	7.5%	2.372e-003	3.5%
1.199e-003	5.5%	1.593e-003	4.6%	1.266e-003	5.2%	μg/m ³			
PM	T35	1.999e-002	5.0%	4.404e-003	42.7%	2.323e-003	46.1%	9.981e-003	32.7%
4.665e-003	55.6%	5.716e-003	32.9%	5.042e-003	29.6%	μg/m ³			
PM	T00	5.570e-002	2.0%	2.905e-002	24.6%	1.611e-002	28.9%	2.735e-002	20.3%
2.229e-002	22.7%	2.958e-002	19.0%	1.968e-002	25.5%	μg/m ³			
XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	J00	1.019e-007	0.6%	2.856e-008	7.1%	2.791e-008	10.2%	6.313e-008	4.4%
3.494e-008	7.1%	4.542e-008	5.5%	3.415e-008	6.4%	g/m ³			

=====
 2016-06-11 04:41:01 AUSTAL2000 beendet.

Rechenprotokoll AUSTAL2000 Fall Fernwärmebetrieb

2016-06-11 09:01:18 -----
 TalServer:SWM\Freimann2016_FW_ohne_nDep

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

Arbeitsverzeichnis: SWM\Freimann2016_FW_ohne_nDep

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:52
 Das Programm läuft auf dem Rechner "FB3-BENEDIKTK".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Freimann2016"                ' Bezeichnung des angelegten Projekts
> az "C:\a2k\SWM\aktermN_muenchen_stadt_05.akterm"      ' Pfad/Name der meteorologischen
Zeitreihe (AKTerm)
> qs 2                            ' Qualitätsstufe zur Freisetzungsrate
von Partikeln
> gx 4470000 '[m] Rechtswert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> gy 5339000 '[m] Hochwert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> dd 100 'Zellengröße (m)
> x0 -10000 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 201 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -10000 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 201 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 25 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +SCINOTAT
> xp -3082 -3000 -5850 -6000 -2300 1370 -4390 'Olympiaturm, Lothstr., L-Kisselbach
Platz, Moosach, Stachus, Prinzregentenstr., Landshuter Allee
> yp -1525 -3700 -8350 -1000 -5600 -5578 -4311
> hp 190 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5
> hq 100 100 '[m] Höhe der Quelle (GTKW, HWK)
> dq 7.00 2.545 '[m] Durchmesser der Quelle (GTKW, HWK)
> qq 46 23.9 '[MW] Wärmestrom des Abgases (Ber.d.Abgasfahnenüberhöhung) (GTKW,
HWK)
> vq 11.5 33.7 '[m/s] Ausströmgeschwindigkeit des Abgases (GTKW, HWK)
> xq 54 50 '[m] (0) x-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> yq 105 109 '[m] (0) y-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> no2 2.53 1.67 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> no 6.62 4.36 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> nox 12.7 8.33 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> so2 0.50 0,47 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> pm-2 0.25 0.42 '[g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> xx 25.3 4.17 '[g/s] (Quellterm Kohlenmonoxid) (GTKW, HWK)
===== Ende der Eingabe =====
```

Standard-Kataster z0-gk.dmna (3b0d22a5) wird verwendet.
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 01 (4470054, 5339105) -> (3693072, 5342289)
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 02 (4470050, 5339109) -> (3693068, 5342293)
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.000 m.

AKTerm "C:\a2k\SWM\aktermN_muenchen_stadt_05.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
 Es wird die Anemometerhöhe ha=30.3 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.8 %.

Prüfsumme AUSTAL 524c519f
 Prüfsumme TALDIA 6a50af80
 Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
 Prüfsumme SETTINGS fdd2774f
 Prüfsumme AKTerm 42df5f45

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-t03z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-t03s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-t03i" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-t00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-t00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-t00i" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nox"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/nox-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/nox-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-t35z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-t35s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-t35i" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-t00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-t00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-t00i" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-depz" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-deps" ausgeschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/xx-j00z" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/xx-j00s" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/xx-depz" ausgeschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/xx-deps" ausgeschrieben.
TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000 2.6.11-WI-x.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-s24z" ausgeschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-s24s" ausgeschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-s00z" ausgeschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-s00s" ausgeschrieben.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "no2"
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-s18z" ausgeschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-s18s" ausgeschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-s00z" ausgeschrieben.
TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-s00s" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "so2"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/so2-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "nox"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/nox-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/nox-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "no2"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/no2-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/pm-zbps" ausgeschrieben.
TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "xx"
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/xx-zbpz" ausgeschrieben.
TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_ohne_nDep/xx-zbps" ausgeschrieben.

=====
Auswertung der Ergebnisse:
=====

DEP: Jahresmittel der Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

```
=====
PM      DEP : 1.191e-005 g/(m²*d) (+/- 1.4%) bei x= 3250 m, y= 850 m (133,109)
XX      DEP : 0.000e+000 g/(m²*d) (+/- 0.0%)
=====
```

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

```
=====
SO2     J00 : 2.176e-002 µg/m³ (+/- 1.2%) bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)
SO2     T03 : 1.845e-001 µg/m³ (+/- 6.6%) bei x= 3450 m, y= 750 m (135,108)
SO2     T00 : 2.397e-001 µg/m³ (+/- 6.9%) bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
SO2     S24 : 4.695e-001 µg/m³ (+/- 28.9%) bei x= 2950 m, y= 550 m (130,106)
SO2     S00 : 1.456e+000 µg/m³ (+/- 32.9%) bei x= 4850 m, y= 4050 m (149,141)
NOX     J00 : 4.491e-001 µg/m³ (+/- 1.2%) bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)
NO2     J00 : 1.514e-001 µg/m³ (+/- 1.5%) bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)
NO2     S18 : 4.517e+000 µg/m³ (+/- 53.6%) bei x=-1450 m, y=-5050 m ( 86, 50)
NO2     S00 : 2.971e+001 µg/m³ (+/- 32.6%) bei x= 4850 m, y= 4050 m (149,141)
PM      J00 : 1.393e-002 µg/m³ (+/- 1.3%) bei x= 3250 m, y= 850 m (133,109)
PM      T35 : 5.397e-002 µg/m³ (+/- 9.3%) bei x= 2650 m, y= 750 m (127,108)
PM      T00 : 1.549e-001 µg/m³ (+/- 7.0%) bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
XX      J00 : 5.381e-007 g/m³ (+/- 1.5%) bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)
=====
```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

		01		02		03		04	
PUNKT		06	07						
xp		-3082		-3000		-5850		-6000	
-2300		1370	-4390						
yp		-1525		-3700		-8350		-1000	
-5600		-5578	-4311						
hp		190.0		1.5		1.5		1.5	
1.5		1.5	1.5						
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
SO2	J00	9.255e-003	0.4%	2.475e-003	4.7%	1.649e-003	7.1%	5.264e-003	2.9%
2.500e-003		4.7%	3.613e-003	4.0%	2.866e-003	4.4%	µg/m³		
SO2	T03	7.496e-002	2.5%	3.286e-002	20.0%	1.980e-002	30.0%	4.970e-002	15.5%
2.853e-002		20.6%	5.179e-002	13.5%	3.566e-002	20.7%	µg/m³		
SO2	T00	9.175e-002	1.8%	5.236e-002	19.9%	3.322e-002	64.7%	6.033e-002	15.8%
4.030e-002		16.9%	6.754e-002	14.0%	4.148e-002	16.9%	µg/m³		
SO2	S24	4.350e-001	4.5%	2.130e-001	44.8%	1.423e-001	88.8%	2.652e-001	30.8%
1.900e-001		52.0%	2.159e-001	37.2%	2.161e-001	36.2%	µg/m³		
SO2	S00	6.319e-001	3.6%	6.694e-001	37.9%	5.107e-001	97.3%	7.158e-001	29.3%
3.928e-001		38.2%	4.821e-001	55.2%	4.037e-001	27.4%	µg/m³		
NOX	J00	1.930e-001	0.4%	5.090e-002	4.6%	3.424e-002	6.8%	1.108e-001	2.9%
5.156e-002		4.6%	7.558e-002	4.0%	5.976e-002	4.3%	µg/m³		
NO2	J00	7.816e-002	0.4%	3.043e-002	4.8%	2.550e-002	7.0%	5.587e-002	3.2%
3.193e-002		5.1%	4.510e-002	4.4%	3.623e-002	4.5%	µg/m³		
NO2	S18	3.207e+000	5.5%	2.898e+000	55.8%	2.480e+000	72.4%	3.193e+000	79.3%
2.811e+000		36.3%	2.920e+000	27.3%	2.743e+000	63.3%	µg/m³		
NO2	S00	5.432e+000	7.7%	7.411e+000	38.5%	7.141e+000	97.4%	9.047e+000	30.1%
6.131e+000		61.8%	8.349e+000	51.3%	5.733e+000	19.6%	µg/m³		
PM	DEP	3.391e-006	2.8%	1.231e-006	5.2%	6.663e-007	7.2%	2.556e-006	3.3%
1.181e-006		5.4%	1.707e-006	4.4%	1.329e-006	4.9%	g/(m²*d)		
PM	J00	6.762e-003	0.4%	1.458e-003	4.8%	8.138e-004	6.7%	2.971e-003	3.0%
1.408e-003		4.9%	1.938e-003	4.0%	1.568e-003	4.5%	µg/m³		
PM	T35	2.469e-002	4.2%	5.087e-003	46.4%	2.870e-003	40.2%	1.237e-002	27.5%
5.038e-003		68.2%	6.856e-003	32.1%	5.448e-003	44.3%	µg/m³		
PM	T00	6.981e-002	1.8%	3.551e-002	20.9%	1.704e-002	26.9%	3.359e-002	16.5%
2.616e-002		19.7%	3.805e-002	15.3%	2.404e-002	18.3%	µg/m³		

XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	J00	2.394e-007	0.4%	6.020e-008	5.4%	4.184e-008	7.6%	1.419e-007	3.6%
6.157e-008	5.4%	9.478e-008	4.6%	7.419e-008	4.9%	g/m ³			

=====

=====

2016-06-11 16:30:27 AUSTAL2000 beendet.

Rechenprotokoll AUSTAL2000N Fall Bypassbetrieb

2016-06-12 08:33:05 -----
 TalServer:SWM\Freimann2016_BP_nDep

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000N, Version 2.6.11-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

>>> Hinweis: Eine Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000N ist
 im Allgemeinen nicht konform mit der TA Luft.

Arbeitsverzeichnis: SWM\Freimann2016_BP_nDep

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:53
 Das Programm läuft auf dem Rechner "FB3-BENEDIKTK".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Freimann2016"                ' Bezeichnung des angelegten Projekts
> az "C:\a2k\SWM\aktermN_muenchen_stadt_05.akterm"  ' Pfad/Name der meteorologischen
Zeitreihe (AKTerm)
> qs 2                            ' Qualitätsstufe zur Freisetzungsrate
von Partikeln
> gx 4470000 '[m] Rechtswert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> gy 5339000 '[m] Hochwert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> dd 100 'Zellengröße (m)
> x0 -10000 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 201 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -10000 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 201 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 25 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +SCINOTAT
> ri ? 'Angabe, daß bei einer Zeitreihenrechnung mit nasser Deposition gerechnet wer-
den soll (rain intensity).
> xp -3082 -3000 -5850 -6000 -2300 1370 -4390 'Olympiaturm, Lothstr., L-Kisselbach
Platz, Moosach, Stachus, Prinzregentenstr., Landshuter Allee
> yp -1525 -3700 -8350 -1000 -5600 -5578 -4311
> hp 190 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5
> hq 100 100 ' [m] Höhe der Quelle (GTKW, HWK)
> dq 7.00 2.545 ' [m] Durchmesser der Quelle (GTKW, HWK)
> qq 159 23.9 ' [MW] Wärmestrom des Abgases (Ber.d.Abgasfahnenüberhöhung) (GTKW,
HWK)
> vq 19.4 33.7 ' [m/s] Ausströmgeschwindigkeit des Abgases (GTKW, HWK)
> xq 54 50 ' [m] (0) x-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> yq 105 109 ' [m] (0) y-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> no2 2.53 1.67 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> no 6.62 4.36 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> nox 12.7 8.33 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> so2 0.50 0,47 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> pm-2 0.25 0.42 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> xx 25.3 4.17 ' [g/s] (Quellterm Kohlenmonoxid) (GTKW, HWK)
===== Ende der Eingabe =====
```

Standard-Kataster z0-gk.dmna (3b0d22a5) wird verwendet.
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 01 (4470054, 5339105) -> (3693072, 5342289)
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 02 (4470050, 5339109) -> (3693068, 5342293)
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.000 m.

AKTerm "C:\a2k\SWM\aktermN_muenchen_stadt_05.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
 Es wird die Anemometerhöhe ha=30.3 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.8 %.

Prüfsumme AUSTAL bb1d353f
 Prüfsumme TALDIA 6a50af80

Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
 Prüfsumme SETTINGS c076e87d
 Prüfsumme AKTerm 42df5f45
 Gesamtniederschlag 1019 mm in 1239 h.

```

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-t03z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-t03s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-t03i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-t00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-t00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-t00i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-wets"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nox"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/nox-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/nox-j00s"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-wets"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-t35z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-t35s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-t35i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-t00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-t00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-t00i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-wets"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-wets"  geschrieben.
  
```

TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-dryz" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-drys" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000N_2.6.11-WI-x.
 TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-s24z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-s24s" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-s00z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-s00s" ausgeschrieben.
 TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "no2"
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-s18z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-s18s" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-s00z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-s00s" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "so2"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/so2-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "nox"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/nox-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/nox-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "no2"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/no2-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/pm-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "xx"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_BP_nDep/xx-zbps" ausgeschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition
 DRY: Jahresmittel der trockenen Deposition
 WET: Jahresmittel der nassen Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

SO2	DEP	: 5.542e-001	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m (102,101)
SO2	DRY	: 3.952e-002	kg/(ha*a)	(+/- 1.6%)	bei x= 2950 m, y= 850 m (130,109)
SO2	WET	: 5.538e-001	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m (102,101)
NO2	DEP	: 8.368e-002	kg/(ha*a)	(+/- 2.1%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)
NO2	DRY	: 8.332e-002	kg/(ha*a)	(+/- 2.1%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)
NO2	WET	: 1.229e-002	kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m (102,101)
NO	DEP	: 1.890e-002	kg/(ha*a)	(+/- 1.7%)	bei x= 2950 m, y= 850 m (130,109)
NO	DRY	: 1.890e-002	kg/(ha*a)	(+/- 1.7%)	bei x= 2950 m, y= 850 m (130,109)
PM	DEP	: 6.888e-004	g/(m ² *d)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m (102,101)
PM	DRY	: 9.327e-006	g/(m ² *d)	(+/- 1.6%)	bei x= 2950 m, y= 850 m (130,109)
PM	WET	: 6.887e-004	g/(m ² *d)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m (102,101)
XX	DEP	: 0.000e+000	g/(m ² *d)	(+/- 0.0%)	
XX	DRY	: 0.000e+000	g/(m ² *d)	(+/- 0.0%)	
XX	WET	: 0.000e+000	g/(m ² *d)	(+/- 0.0%)	

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2	J00	: 1.265e-002	µg/m ³	(+/- 1.5%)	bei x= 2950 m, y= 850 m (130,109)
SO2	T03	: 1.150e-001	µg/m ³	(+/- 8.7%)	bei x= 2650 m, y= 750 m (127,108)
SO2	T00	: 1.411e-001	µg/m ³	(+/- 8.4%)	bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
SO2	S24	: 2.850e-001	µg/m ³	(+/- 27.1%)	bei x= 2450 m, y= 750 m (125,108)
SO2	S00	: 9.549e-001	µg/m ³	(+/- 39.5%)	bei x= 5650 m, y= 2550 m (157,126)
NOX	J00	: 2.748e-001	µg/m ³	(+/- 1.6%)	bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
NO2	J00	: 8.804e-002	µg/m ³	(+/- 1.9%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m (140,111)

```

NO2      S18 : 3.174e+000 µg/m³ (+/- 91.2%) bei x= 350 m, y=-5150 m (104, 49)
NO2      S00 : 1.902e+001 µg/m³ (+/- 31.5%) bei x= 2650 m, y=-7050 m (127, 30)
PM       J00 : 1.091e-002 µg/m³ (+/- 1.5%) bei x= 2850 m, y= 850 m (129,109)
PM       T35 : 4.078e-002 µg/m³ (+/- 15.6%) bei x= 2550 m, y= 850 m (126,109)
PM       T00 : 1.228e-001 µg/m³ (+/- 8.5%) bei x= 3750 m, y= 1050 m (138,111)
XX       J00 : 2.004e-007 g/m³ (+/- 2.3%) bei x= 6050 m, y= 1450 m (161,115)
=====

```

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT		01		02		03		04	
05			07						
xp		-3082		-3000		-5850		-6000	
-2300	1370		-4390						
yp		-1525		-3700		-8350		-1000	
-5600	-5578		-4311						
hp		190.0		1.5		1.5		1.5	
1.5	1.5		1.5						
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
SO2	DEP	1.237e-002	3.0%	6.562e-003	4.0%	3.680e-003	5.9%	1.259e-002	2.7%
7.600e-003	3.5%	9.384e-003	3.2%	6.758e-003	3.9%	kg/ (ha*a)			
SO2	DRY	1.125e-002	3.3%	4.385e-003	6.0%	2.745e-003	7.8%	9.049e-003	3.8%
4.498e-003	5.9%	6.201e-003	4.8%	4.829e-003	5.4%	kg/ (ha*a)			
SO2	WET	1.119e-003	0.9%	2.177e-003	0.7%	9.354e-004	1.1%	3.537e-003	0.3%
3.102e-003	0.5%	3.183e-003	0.5%	1.929e-003	0.7%	kg/ (ha*a)			
SO2	J00	6.504e-003	0.5%	1.423e-003	5.5%	9.119e-004	7.2%	2.914e-003	3.4%
1.468e-003	5.3%	1.960e-003	4.4%	1.542e-003	4.9%	µg/m³			
SO2	T03	4.938e-002	2.5%	1.923e-002	28.4%	1.381e-002	40.6%	2.651e-002	20.4%
1.796e-002	30.8%	2.515e-002	18.1%	1.820e-002	23.0%	µg/m³			
SO2	T00	6.352e-002	2.0%	3.277e-002	24.2%	1.957e-002	27.7%	3.197e-002	19.9%
2.635e-002	21.2%	3.621e-002	16.4%	2.331e-002	24.2%	µg/m³			
SO2	S24	2.877e-001	4.6%	1.315e-001	56.5%	9.650e-002	51.8%	1.502e-001	31.5%
1.286e-001	63.4%	1.290e-001	47.8%	1.182e-001	85.5%	µg/m³			
SO2	S00	4.368e-001	4.8%	2.475e-001	58.6%	2.895e-001	36.7%	3.538e-001	30.4%
2.599e-001	41.2%	2.973e-001	45.8%	2.852e-001	26.8%	µg/m³			
NOX	J00	1.239e-001	0.5%	3.502e-002	5.7%	2.724e-002	8.2%	7.127e-002	3.5%
3.819e-002	5.5%	5.080e-002	4.6%	3.966e-002	5.2%	µg/m³			
NO2	DEP	3.442e-002	3.7%	1.844e-002	6.5%	1.681e-002	8.4%	3.179e-002	4.0%
2.069e-002	6.4%	2.730e-002	5.4%	2.119e-002	5.8%	kg/ (ha*a)			
NO2	DRY	3.437e-002	3.7%	1.833e-002	6.5%	1.675e-002	8.4%	3.162e-002	4.0%
2.055e-002	6.5%	2.715e-002	5.5%	2.110e-002	5.8%	kg/ (ha*a)			
NO2	WET	5.210e-005	1.3%	1.076e-004	0.8%	6.063e-005	1.3%	1.751e-004	0.4%
1.450e-004	0.7%	1.478e-004	0.6%	9.609e-005	1.0%	kg/ (ha*a)			
NO2	J00	5.144e-002	0.6%	1.968e-002	5.7%	1.798e-002	7.5%	3.385e-002	3.7%
2.159e-002	5.7%	2.811e-002	5.0%	2.207e-002	5.2%	µg/m³			
NO2	S18	2.180e+000	7.0%	1.900e+000	61.7%	2.283e+000	70.7%	1.984e+000	50.0%
1.848e+000	52.1%	2.296e+000	29.4%	1.720e+000	50.5%	µg/m³			
NO2	S00	4.808e+000	10.5%	3.454e+000	56.5%	6.362e+000	36.6%	5.914e+000	24.8%
4.534e+000	44.8%	6.201e+000	39.7%	4.523e+000	29.4%	µg/m³			
NO	DEP	4.512e-003	3.6%	1.384e-003	7.3%	6.137e-004	10.3%	3.546e-003	4.0%
1.395e-003	6.7%	1.984e-003	5.3%	1.543e-003	6.2%	kg/ (ha*a)			
NO	DRY	4.512e-003	3.6%	1.384e-003	7.3%	6.137e-004	10.3%	3.546e-003	4.0%
1.395e-003	6.7%	1.984e-003	5.3%	1.543e-003	6.2%	kg/ (ha*a)			
PM	DEP	3.972e-006	2.2%	2.518e-006	2.5%	1.224e-006	3.9%	4.499e-006	1.7%
4.431e-006	1.4%	4.396e-006	1.6%	2.509e-006	2.4%	g/ (m²*d)			
PM	DRY	2.613e-006	3.3%	9.900e-007	6.2%	5.775e-007	8.2%	2.005e-006	3.9%
9.649e-007	6.2%	1.354e-006	5.1%	1.075e-006	5.7%	g/ (m²*d)			
PM	WET	1.359e-006	0.7%	1.528e-006	0.7%	6.462e-007	0.8%	2.494e-006	0.3%
3.466e-006	0.4%	3.043e-006	0.4%	1.434e-006	0.5%	g/ (m²*d)			
PM	J00	5.366e-003	0.5%	1.171e-003	5.7%	7.039e-004	7.5%	2.349e-003	3.5%
1.156e-003	5.6%	1.550e-003	4.7%	1.253e-003	5.2%	µg/m³			
PM	T35	1.982e-002	4.4%	4.221e-003	67.5%	2.304e-003	50.2%	9.981e-003	32.7%
4.407e-003	36.1%	5.462e-003	53.2%	5.042e-003	29.6%	µg/m³			
PM	T00	5.570e-002	2.0%	2.779e-002	24.5%	1.611e-002	28.9%	2.735e-002	20.3%
1.826e-002	22.0%	2.926e-002	17.6%	1.965e-002	25.6%	µg/m³			

XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	DRY	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	WET	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	J00	1.019e-007	0.6%	2.856e-008	7.1%	2.791e-008	10.2%	6.313e-008	4.4%
3.494e-008	7.1%	4.542e-008	5.5%	3.415e-008	6.4%	g/m ³			

=====
 =====
 2016-06-12 16:27:57 AUSTAL2000N beendet.

Rechenprotokoll AUSTAL2000N Fall Fernwärmebetrieb

2016-06-11 16:53:10 -----
 TalServer:SWM\Freimann2016_FW_nDep

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000N, Version 2.6.11-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2014
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2014

>>> Hinweis: Eine Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000N ist
 im Allgemeinen nicht konform mit der TA Luft.

Arbeitsverzeichnis: SWM\Freimann2016_FW_nDep

Erstellungsdatum des Programms: 2014-09-02 09:08:53
 Das Programm läuft auf dem Rechner "FB3-BENEDIKTK".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "Freimann2016"                ' Bezeichnung des angelegten Projekts
> az "C:\a2k\SWM\aktermN_muenchen_stadt_05.akterm"  ' Pfad/Name der meteorologischen
Zeitreihe (AKTerm)
> qs 2                            ' Qualitätsstufe zur Freisetzungsrate
von Partikeln
> gx 4470000 '[m] Rechtswert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> gy 5339000 '[m] Hochwert des Koordinaten-Nullpunktes (GK)
> dd 100 'Zellengröße (m)
> x0 -10000 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 201 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -10000 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 201 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 25 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +SCINOTAT
> ri ? 'Angabe, daß bei einer Zeitreihenrechnung mit nasser Deposition gerechnet wer-
den soll (rain intensity).
> xp -3082 -3000 -5850 -6000 -2300 1370 -4390 'Olympiaturm, Lothstr., L-Kisselbach
Platz, Moosach, Stachus, Prinzregentenstr., Landshuter Allee
> yp -1525 -3700 -8350 -1000 -5600 -5578 -4311
> hp 190 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5
> hq 100 100 ' [m] Höhe der Quelle (GTKW, HWK)
> dq 7.00 2.545 ' [m] Durchmesser der Quelle (GTKW, HWK)
> qq 46 23.9 ' [MW] Wärmestrom des Abgases (Ber.d.Abgasfahnenüberhöhung) (GTKW,
HWK)
> vq 11.5 33.7 ' [m/s] Ausströmgeschwindigkeit des Abgases (GTKW, HWK)
> xq 54 50 ' [m] (0) x-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> yq 105 109 ' [m] (0) y-Koordinate der Quellen (GTKW, HWK)
> no2 2.53 1.67 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> no 6.62 4.36 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> nox 12.7 8.33 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> so2 0.50 0,47 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> pm-2 0.25 0.42 ' [g/s] (Quellterm) (GTKW, HWK)
> xx 25.3 4.17 ' [g/s] (Quellterm Kohlenmonoxid) (GTKW, HWK)
===== Ende der Eingabe =====
```

Standard-Kataster z0-gk.dmna (3b0d22a5) wird verwendet.
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 01 (4470054, 5339105) -> (3693072, 5342289)
 Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 02 (4470050, 5339109) -> (3693068, 5342293)
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 1.000 m.

AKTerm "C:\a2k\SWM\aktermN_muenchen_stadt_05.akterm" mit 8760 Zeilen, Format 3
 Es wird die Anemometerhöhe ha=30.3 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 99.8 %.

Prüfsumme AUSTAL bb1d353f
 Prüfsumme TALDIA 6a50af80

Prüfsumme VDISP 3d55c8b9
 Prüfsumme SETTINGS c076e87d
 Prüfsumme AKTerm 42df5f45
 Gesamtniederschlag 1019 mm in 1239 h.

```

=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-t03z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-t03s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-t03i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-t00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-t00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-t00i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-wets"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "nox"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/nox-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/nox-j00s"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no2"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-wets"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "no"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "pm"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-t35z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-t35s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-t35i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-t00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-t00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-t00i"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-wets"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-dryz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-drys"  geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "xx"
TMT: 365 Tagesmittel (davon ungültig: 0)
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-j00z"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-j00s"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-depz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-deps"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-wetz"  geschrieben.
TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-wets"  geschrieben.
    
```

TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-dryz" ausgeschrieben.
 TMT: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-drys" ausgeschrieben.
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL2000N_2.6.11-WI-x.
 TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "so2"
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-s24z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-s24s" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-s00z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-s00s" ausgeschrieben.
 TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für "no2"
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-s18z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-s18s" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-s00z" ausgeschrieben.
 TQL: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-s00s" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "so2"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/so2-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "nox"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/nox-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/nox-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "no2"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/no2-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "pm"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/pm-zbps" ausgeschrieben.
 TMO: Zeitreihe an den Monitor-Punkten für "xx"
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-zbpbz" ausgeschrieben.
 TMO: Datei "SWM/Freimann2016_FW_nDep/xx-zbps" ausgeschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition
 DRY: Jahresmittel der trockenen Deposition
 WET: Jahresmittel der nassen Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

SO2	DEP	: 5.612e-001 kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m	(102,101)
SO2	DRY	: 5.774e-002 kg/(ha*a)	(+/- 1.3%)	bei x= 3250 m, y= 850 m	(133,109)
SO2	WET	: 5.607e-001 kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m	(102,101)
NO2	DEP	: 1.345e-001 kg/(ha*a)	(+/- 1.6%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m	(140,111)
NO2	DRY	: 1.341e-001 kg/(ha*a)	(+/- 1.6%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m	(140,111)
NO2	WET	: 1.247e-002 kg/(ha*a)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m	(102,101)
NO	DEP	: 3.091e-002 kg/(ha*a)	(+/- 1.3%)	bei x= 3150 m, y= 850 m	(132,109)
NO	DRY	: 3.091e-002 kg/(ha*a)	(+/- 1.3%)	bei x= 3150 m, y= 850 m	(132,109)
PM	DEP	: 6.945e-004 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m	(102,101)
PM	DRY	: 1.171e-005 g/(m²*d)	(+/- 1.4%)	bei x= 3250 m, y= 850 m	(133,109)
PM	WET	: 6.944e-004 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)	bei x= 150 m, y= 50 m	(102,101)
XX	DEP	: 0.000e+000 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)		
XX	DRY	: 0.000e+000 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)		
XX	WET	: 0.000e+000 g/(m²*d)	(+/- 0.0%)		

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2	J00	: 1.851e-002 µg/m³	(+/- 1.2%)	bei x= 3250 m, y= 850 m	(133,109)
SO2	T03	: 1.623e-001 µg/m³	(+/- 7.2%)	bei x= 3150 m, y= 850 m	(132,109)
SO2	T00	: 2.097e-001 µg/m³	(+/- 4.4%)	bei x= 2550 m, y= 850 m	(126,109)
SO2	S24	: 4.021e-001 µg/m³	(+/- 23.2%)	bei x= 2750 m, y= 650 m	(128,107)
SO2	S00	: 9.588e-001 µg/m³	(+/- 32.7%)	bei x= 5650 m, y= 2550 m	(157,126)
NOX	J00	: 4.491e-001 µg/m³	(+/- 1.2%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m	(140,111)
NO2	J00	: 1.421e-001 µg/m³	(+/- 1.5%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m	(140,111)

NO2	S18	: 3.914e+000	µg/m³	(+/- 24.2%)	bei x=-1550 m, y=-5650 m	(85, 44)
NO2	S00	: 2.534e+001	µg/m³	(+/- 30.1%)	bei x= 4850 m, y= 4050 m	(149,141)
PM	J00	: 1.370e-002	µg/m³	(+/- 1.3%)	bei x= 3250 m, y= 850 m	(133,109)
PM	T35	: 5.253e-002	µg/m³	(+/- 9.2%)	bei x= 2650 m, y= 750 m	(127,108)
PM	T00	: 1.539e-001	µg/m³	(+/- 4.7%)	bei x= 2550 m, y= 850 m	(126,109)
XX	J00	: 5.381e-007	g/m³	(+/- 1.5%)	bei x= 3950 m, y= 1050 m	(140,111)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT		01		02		03		04	
05	06		07						
xp		-3082		-3000		-5850		-6000	
-2300	1370		-4390						
yp		-1525		-3700		-8350		-1000	
-5600	-5578		-4311						
hp		190.0		1.5		1.5		1.5	
1.5	1.5		1.5						
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----									
SO2	DEP	1.821e-002	2.4%	8.627e-003	3.4%	4.120e-003	5.4%	1.632e-002	2.5%
9.008e-003	3.3%	1.174e-002	3.0%	7.719e-003	3.9%	kg/ (ha*a)			
SO2	DRY	1.681e-002	2.6%	6.048e-003	4.9%	3.340e-003	6.7%	1.292e-002	3.1%
5.829e-003	5.1%	8.497e-003	4.1%	6.604e-003	4.6%	kg/ (ha*a)			
SO2	WET	1.406e-003	0.9%	2.579e-003	0.7%	7.804e-004	1.6%	3.406e-003	0.4%
3.179e-003	0.5%	3.245e-003	0.5%	1.115e-003	0.8%	kg/ (ha*a)			
SO2	J00	9.211e-003	0.4%	1.958e-003	4.5%	1.109e-003	6.2%	4.108e-003	2.8%
1.883e-003	4.6%	2.646e-003	3.8%	2.146e-003	4.2%	µg/m³			
SO2	T03	7.444e-002	2.5%	2.831e-002	20.4%	1.464e-002	35.2%	3.866e-002	13.2%
2.420e-002	24.7%	3.946e-002	17.0%	2.752e-002	22.5%	µg/m³			
SO2	T00	9.173e-002	1.8%	4.563e-002	19.4%	2.141e-002	25.0%	4.798e-002	15.2%
3.381e-002	17.5%	5.379e-002	14.5%	3.384e-002	17.6%	µg/m³			
SO2	S24	4.350e-001	4.5%	1.666e-001	36.2%	1.099e-001	39.7%	2.027e-001	29.9%
1.544e-001	29.8%	1.611e-001	41.4%	1.636e-001	36.1%	µg/m³			
SO2	S00	6.319e-001	3.6%	5.059e-001	36.8%	2.786e-001	42.7%	5.640e-001	28.3%
3.332e-001	36.8%	2.629e-001	54.7%	3.476e-001	28.8%	µg/m³			
NOX	J00	1.930e-001	0.4%	5.090e-002	4.6%	3.424e-002	6.8%	1.108e-001	2.9%
5.156e-002	4.6%	7.558e-002	4.0%	5.976e-002	4.3%	µg/m³			
NO2	DEP	5.841e-002	2.9%	2.633e-002	5.1%	2.036e-002	7.1%	4.914e-002	3.4%
2.770e-002	5.7%	3.936e-002	4.6%	3.061e-002	4.8%	kg/ (ha*a)			
NO2	DRY	5.834e-002	2.9%	2.620e-002	5.1%	2.030e-002	7.1%	4.896e-002	3.4%
2.755e-002	5.8%	3.921e-002	4.6%	3.055e-002	4.8%	kg/ (ha*a)			
NO2	WET	6.373e-005	1.1%	1.341e-004	0.7%	5.235e-005	1.8%	1.762e-004	0.5%
1.513e-004	0.6%	1.506e-004	0.6%	5.489e-005	1.0%	kg/ (ha*a)			
NO2	J00	7.803e-002	0.4%	2.806e-002	4.7%	2.202e-002	6.3%	5.153e-002	3.1%
2.889e-002	5.0%	3.994e-002	4.2%	3.275e-002	4.3%	µg/m³			
NO2	S18	3.207e+000	5.5%	2.600e+000	43.8%	2.266e+000	71.0%	3.027e+000	33.2%
2.590e+000	36.0%	2.654e+000	44.7%	2.535e+000	62.7%	µg/m³			
NO2	S00	5.422e+000	7.7%	6.788e+000	37.9%	6.389e+000	46.5%	8.350e+000	29.7%
5.451e+000	63.5%	6.172e+000	51.3%	5.497e+000	19.5%	µg/m³			
NO	DEP	7.401e-003	2.9%	2.097e-003	5.8%	8.655e-004	8.4%	5.654e-003	3.3%
1.976e-003	5.5%	3.192e-003	4.4%	2.337e-003	5.3%	kg/ (ha*a)			
NO	DRY	7.401e-003	2.9%	2.097e-003	5.8%	8.655e-004	8.4%	5.654e-003	3.3%
1.976e-003	5.5%	3.192e-003	4.4%	2.337e-003	5.3%	kg/ (ha*a)			
PM	DEP	4.924e-006	1.9%	2.845e-006	2.3%	1.175e-006	4.1%	4.976e-006	1.7%
4.630e-006	1.4%	4.628e-006	1.6%	2.315e-006	2.8%	g/ (m²*d)			
PM	DRY	3.371e-006	2.8%	1.216e-006	5.2%	6.601e-007	7.2%	2.532e-006	3.3%
1.143e-006	5.5%	1.659e-006	4.4%	1.317e-006	4.9%	g/ (m²*d)			
PM	WET	1.553e-006	0.7%	1.629e-006	0.7%	5.152e-007	1.0%	2.444e-006	0.3%
3.487e-006	0.4%	2.969e-006	0.4%	9.984e-007	0.6%	g/ (m²*d)			
PM	J00	6.712e-003	0.4%	1.439e-003	4.8%	8.037e-004	6.7%	2.942e-003	3.0%
1.360e-003	5.0%	1.883e-003	4.1%	1.552e-003	4.5%	µg/m³			
PM	T35	2.462e-002	3.4%	4.806e-003	57.6%	2.565e-003	69.1%	1.237e-002	27.5%
5.023e-003	51.0%	6.576e-003	31.2%	5.448e-003	44.3%	µg/m³			
PM	T00	6.980e-002	1.8%	3.406e-002	20.8%	1.704e-002	26.9%	3.352e-002	16.5%
2.128e-002	19.2%	3.805e-002	15.3%	2.267e-002	18.3%	µg/m³			

XX	DEP	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	DRY	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	WET	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%
0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	0.000e+000	0.0%	g/(m ² *d)			
XX	J00	2.394e-007	0.4%	6.020e-008	5.4%	4.184e-008	7.6%	1.419e-007	3.6%
6.157e-008	5.4%	9.478e-008	4.6%	7.419e-008	4.9%	g/m ³			

=====
 2016-06-12 00:31:37 AUSTAL2000N beendet.