



# Immissionsprognose

für die geänderten Anlagen  
der ZAK Energie GmbH  
in Kempten

ZAK Energie GmbH  
Dieselstr. 20  
87437 Kempten

Projektnummer PR 23 H0036

Stand: 22. November 2023

**PROBIOTEC GmbH**

Schillingsstraße 333

52355 Düren

**Tel.:** +49 (0) 24 21 - 69 09 33 44

**Fax:** +49 (0) 24 21 - 69 09 34 01

**E-Mail:** h.bell@weyer-gruppe.com

**Web:** www.weyer-gruppe.com

Hannah Bell

Dr. Vera Linke-Wienemann

Geschäftsbereich Umweltschutz



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1</b>	<b>Aufgabenstellung.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>Vorgehensweise.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3</b>	<b>Standortbeschreibung der geänderten Anlage.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4</b>	<b>Anlagen- und Verfahrensbeschreibung.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>Emissionssituation .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Ableitbedingungen und Emissionen.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Ermittlung der Emissionsmassenströme und Bagatellmassenströme .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Für die Ausbreitungsrechnung herangezogene Emissionskonzentrationen bei Summenparametern.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Berechnungsgrundlage der Ausbreitungsrechnung .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Ausbreitungsrechnung für Gase und Stäube gemäß den Nrn. 3 und 4 des Anhangs 2 der TA Luft (2021).....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Bodenrauhigkeit gemäß Nr. 6 des Anhangs 2 der TA Luft (2021).....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Abgasfahnenüberhöhung gemäß Nr. 7 des Anhangs 2 der TA Luft (2021).....</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>Rechengebiet und Aufpunkte gemäß Nr. 8 des Anhangs 8 der TA Luft (2021).....</b>	<b>17</b>
<b>3.5</b>	<b>Meteorologische Daten gemäß Nr. 9 des Anhangs 2 der TA Luft (2021).....</b>	<b>17</b>
<b>3.6</b>	<b>Berücksichtigung der Verdriftung von Regentropfen bei der Deposition von Schadstoffen .....</b>	<b>20</b>
<b>3.7</b>	<b>Berücksichtigung von Bebauung gemäß Nr. 11 des Anhangs 2 der TA Luft (2021).....</b>	<b>20</b>
<b>3.8</b>	<b>Berücksichtigung von Geländeunebenheiten gemäß Nr. 12 des Anhangs 2 der TA Luft (2021).....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Immissionszusatzbelastung durch den Betrieb der Anlagen am Standort der ZAK Energie GmbH in Kempten .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Lage der maximalen Immissionszusatzbelastungen.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Schutz der menschlichen Gesundheit und Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag .....</b>	<b>26</b>



<b>4.3</b>	<b>Bewertung der Immissionszusatzbelastung für Kohlenmonoxid .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4</b>	<b>Bewertung der Immissionszusatzbelastung für Formaldehyd .....</b>	<b>28</b>
<b>4.5</b>	<b>Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen .....</b>	<b>28</b>
<b>4.6</b>	<b>Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen durch Schadstoffdepositionen.....</b>	<b>30</b>
<b>4.7</b>	<b>Bewertung von Luftschadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind .....</b>	<b>34</b>
<b>4.8</b>	<b>Stickstoff- und Säuredeposition gemäß Nr. 4.8 der TA Luft (2021) in Verbindung mit Anhang 8 der TA Luft (2021).....</b>	<b>35</b>
<b>4.9</b>	<b>Stickstoffdeposition gemäß Nr. 4.8 der TA Luft (2021) in Verbindung mit Anhang 9 der TA Luft (2021).....</b>	<b>38</b>
<b>4.10</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>Beurteilungsgebiet und Rechengitter .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2</b>	<b>Ein- und Ausgabedatei von AUSTAL .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Ein- und Ausgabedateien Gesamtanlage .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2.1.1</b>	<b>Eingabedatei.....</b>	<b>41</b>
<b>5.2.1.2</b>	<b>Ausgabedatei.....</b>	<b>42</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Ein- und Ausgabedateien Linie K1 und K3 – Schwermetalle .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2.2.1</b>	<b>Eingabedatei.....</b>	<b>54</b>
<b>5.2.2.2</b>	<b>Ausgabedatei.....</b>	<b>56</b>
<b>5.3</b>	<b>Ergebnisse Analysepunkt – Schwermetalldeposition .....</b>	<b>67</b>
<b>5.4</b>	<b>Meteorologische Gutachten: TALDAP - TA Luft Datenprüfung und Dokumentation eines Wetterdatensatzes .....</b>	<b>68</b>



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Ableitbedingungen und Emissionsgrenzwerte für die Emissionsquellen des MHKW Kempten.....	10
Tabelle 2-2:	Emissionsgrenzwerte der Linie K1 und K3 des MHKW Kempten.....	11
Tabelle 2-3:	Emissionsgrenzwerte Notstromdiesel und Spitzenlastkessel .....	12
Tabelle 2-4:	Vergleich der Emissionsmassenströme der geänderten Anlagen der ZAK Energie GmbH mit den in Tabelle 7 der TA Luft genannten Bagatellmassenströmen .....	12
Tabelle 2-5:	Emissionskonzentrationen für die Schwermetalle und B[a]P sowie Dioxine und Furane im Abgasstrom .....	14
Tabelle 3-1:	Berücksichtigte Bebauung in der Ausbreitungsrechnung .....	21
Tabelle 4-1:	Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ <sub>max</sub> ).....	26
Tabelle 4-2:	Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ <sub>max</sub> ) und Gegenüberstellung mit den entsprechenden Immissionswerten aus Nr. 4.4.2, 4.4.3 bzw. Anhang 1 der TA Luft.....	29
Tabelle 4-3:	Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ <sub>max</sub> ) am Analysepunkt inkl. der zugehörigen statistischen Unsicherheit für die Schadstoffdeposition .....	32
Tabelle 4-4:	Gesamtbelastung für die Deposition von As, Cd, Ni, Tl, Benzo(a)pyren und PCDD/F .....	33
Tabelle 4-5:	Immissionsjahreszusatzbelastung für Benzo(a)pyren, Deposition.....	34
Tabelle 4-6:	Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung IJZ <sub>max</sub> und Gegenüberstellung mit Beurteilungswerten .....	35

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Ausschnitt aus der Topographischen Karte und Lage des Schornsteins der Linie K3 (Quelle: Bayerischen Vermessungsverwaltung (2023), Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0), mit Ergänzung) .....	9
Abbildung 3-1:	Rauigkeitslänge und zugehöriges Beurteilungsgebiet (Quelle: AUSTAL).....	16
Abbildung 3-2:	Relative Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten (%) je 10°-Sektoren (Quelle: AUSTAL) für das repräsentative Jahr 2014 .....	19



Abbildung 3-3:	Berücksichtigte Bebauung (Quelle: Bayerischen Vermessungsverwaltung (2023), Creative Commons Namens-nennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0), mit Ergänzung aus AUSTAL) .....	21
Abbildung 3-4:	Darstellung der relativen Geländesteigung (Quelle: Austal) .....	22
Abbildung 4-1:	Konzentrationsverteilung für NO <sub>2</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL) .....	24
Abbildung 4-2:	Konzentrationsverteilung für SO <sub>2</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL) .....	24
Abbildung 4-3:	Konzentrationsverteilung für PM <sub>10</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL) .....	25
Abbildung 4-4:	Konzentrationsverteilung für PM <sub>2,5</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL) .....	25
Abbildung 4-5:	Konzentrationsverteilung für Staubniederschlag (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL) .....	26
Abbildung 4-6:	Konzentrationsverteilung für NO <sub>x</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung), lila = Biotopkartierung .....	30
Abbildung 4-7:	Konzentrationsverteilung für Staubniederschlag aus dem Betrieb der Linien K1 und K3 sowie weiterer Quellen (Immissions-Jahres-Gesamtzusatzbelastung) und Lage des Analysepunktes (Quelle: AUSTAL).....	31
Abbildung 4-8:	Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für die Stickstoffdeposition anhand des Abschneidekriteriums von 0,3 kg/(ha*a), FFH-Gebiete in rot dargestellt .....	37
Abbildung 4-9:	Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für die Säuredeposition anhand des Abschneidekriteriums von 0,04 keq/(ha*a), FFH-Gebiete in rot dargestellt .....	38
Abbildung 5-1:	Beurteilungsgebiet gemäß Nr. 4.6.2.5 der TA Luft (Kreis) und maximale Ausdehnung des innerhalb der durchgeführten Ausbreitungsrechnung genutzten Rechengitters .....	40



# Literaturverzeichnis

## **39. BImSchV**

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes

### **DFG (2023)**

MAK- und BAT-Werte-Liste 2023

### **Eikmann, T., Heinrich, U., Heinzow, B., Konietzka, R. (1999)**

Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin, 1999

### **FoBiG (1995)**

Aktualisierte Fortschreibung der Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten, Zusammenfassung der Endberichte; Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (FoBiG), im Auftrag des Umweltbundesamtes, Forschungsbericht 103 40 113, September 1995

### **LAI (1997)**

Bewertung von Vanadium-Immissionen, Länderausschuss für Immissionsschutz, April 1997

### **LAI (2004)**

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. Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz, 2004

### **LfU (2017)**

„Informationen zu besonders besorgniserregenden Stoffen - Benzo(a)pyren“ vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, Stand 2017

### **LfU (2018)**

Dioxine, Furane und PCB: Dauerhaft stabil – nicht immer von Vorteil, 20 Jahre Biomonitoring in Bayern“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Stand 08/2018

### **LfU (2021)**

Hintergrundwerte der atmosphärischen Deposition Jahresmittelwerte 2001 – 2020, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Stand 09/2021

### **TA Luft (2021)**

Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), 2021



### **TRGS 900 (2023)**

Technische Regeln für Gefahrstoffe

### **WHO (2010)**

WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants; World Health Organisation, 2010



## 1 Einleitung

### 1.1 Aufgabenstellung

Die ZAK Energie GmbH (ZAK = Zweckverband für Abfallwirtschaft Kempten) betreibt im Gewerbegebiet Ursulasried in Kempten ein Müllheizkraftwerk (MHKW) mit den Linien K1 und K3 zur energetischen Verwertung von Abfällen und zur Versorgung des Fernwärmenetzes mit Wärmeenergie. Es ist nun eine Leistungserhöhung durch Erweiterung der bestehenden Ofenlinie K3 um ein Mittellastheizwerk (MLHW) geplant, um den steigenden Bedarf an Fernwärme zu bedienen. Die Abluft der erweiterten Ofenlinie soll unverändert über den bestehenden Schornstein abgeleitet werden.

Das Müllheizkraftwerk ist der Nr. 8.1.1.3 (Verfahrensart G, E) des Anhangs 1 der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV) zugeordnet. Für die geplante Erweiterung der Ofenlinie K3 wird ein Genehmigungsverfahren gemäß § 16 BImSchG durchgeführt.

Im Rahmen des Genehmigungsantrages ist die Ermittlung der Immissionskenngrößen nach den Vorgaben der TA Luft (2021) erforderlich. Die Ermittlung und Bewertung des Immissionsbeitrages (Immissionszusatzbelastung gem. TA Luft) für die geänderte Anlage der ZAK Energie GmbH ist Gegenstand der vorliegenden Immissionsprognose.

Für die Durchführung der Immissionsprognose ist die PROBIOTEC GmbH von der ZAK Energie GmbH beauftragt worden.

### 1.2 Vorgehensweise

Im Anschluss an eine kurze Vorhabenbeschreibung werden die relevanten Emissionsquellen mit den zugehörigen Ableitbedingungen und den zu beantragenden bzw. genehmigten Emissionsgrenzwerten dargestellt.

Auf der Grundlage der Emissionsdaten werden die aus dem Betrieb der geänderten Anlagen am Standort des MHKW Kempten resultierenden Immissionszusatzbelastungen im Einwirkungsbereich der Anlagen ermittelt.

Zunächst wird mit Hilfe eines diagnostischen Windfeldmodells unter Berücksichtigung der Gebäude und der Geländestruktur das Strömungsfeld im Beurteilungsgebiet berechnet. Auf Basis der so ermittelten Windfelder erfolgt im Anschluss die Ausbreitungsrechnung für die anlagenspezifischen Schadstoffkomponenten.

Die ermittelten Kenngrößen der Zusatzbelastung werden anhand entsprechender Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bzw. zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen aus der derzeit gültigen TA Luft (2021) sowie weiterer anerkannter Beurteilungswerte hinsichtlich ihrer Relevanz eingeschätzt.

Auch wird der Stickstoff- und Säureeintrag in Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung betrachtet und der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition geprüft.



### 1.3 Standortbeschreibung der geänderten Anlage

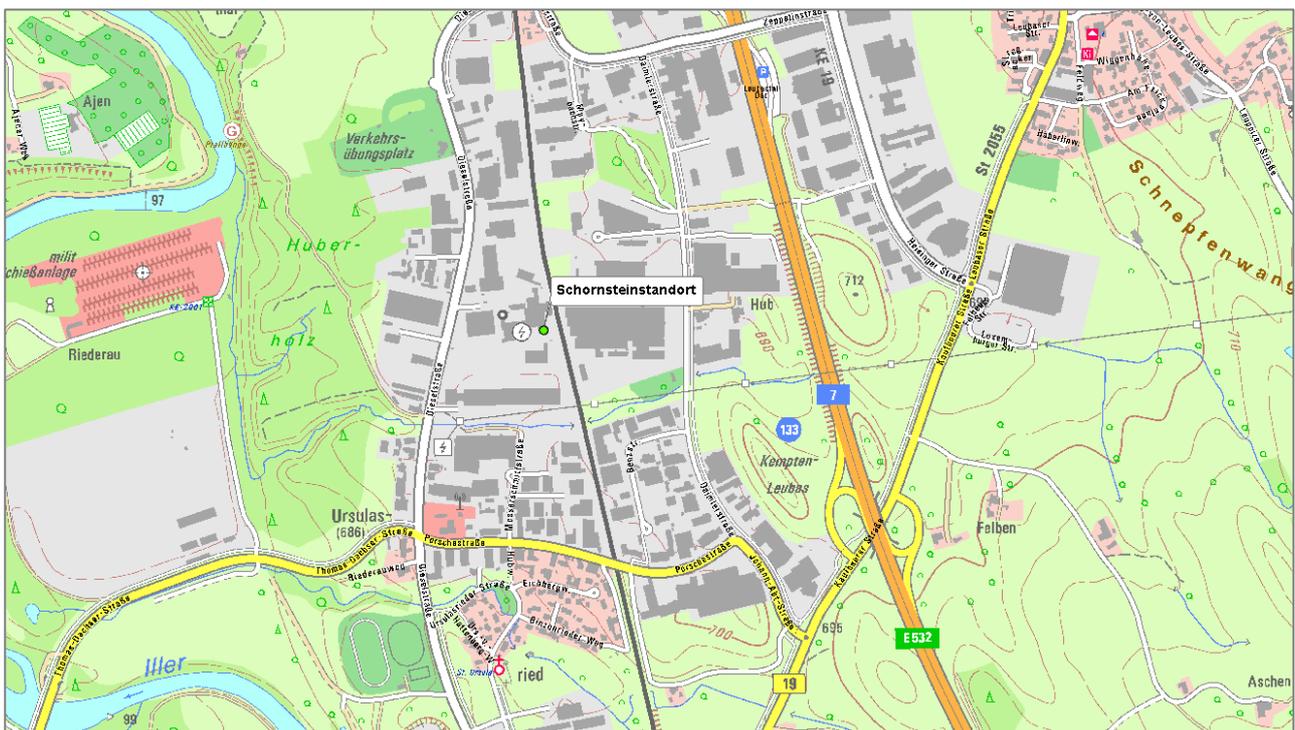
Der Standort des MHKW in Kempten liegt auf dem Anlagengelände der ZAK Energie GmbH an der Dieselstraße 20 zentral im Gewerbegebiet Ursulasried im Nordosten der Stadt Kempten. Das Anlagengelände des ZAK befindet sich in der Gemarkung St. Mang, Stadt Kempten (Allgäu) auf den Flurstücken 747 und 749.

Die weitere Umgebung des ZAK wird insgesamt maßgeblich durch die umliegenden Industrie- und Gewerbeansiedlungen geprägt. Angrenzende Freiräume bestehen überwiegend aus bewaldeten Flächen sowie landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Das Betriebsgelände verfügt über eine Verkehrsanbindung an die östlich verlaufende Bundesautobahn A7.

Die zum Anlagenstandort nächstgelegene geschlossene Wohnbebauung an der „Porschestraße“ in der Ortschaft Ursulasried befindet sich südlich in ca. 500 m Entfernung zum Standort.

Die räumliche Lage des Standortes und des Schornsteins ist Abbildung 1-1 zu entnehmen.



**Abbildung 1-1:** Ausschnitt aus der Topographischen Karte und Lage des Schornsteins der Linie K3 (Quelle: Bayerischen Vermessungsverwaltung (2023), Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0), mit Ergänzung)



## 1.4 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung

Die ZAK Energie GmbH plant eine Leistungserhöhung durch Erweiterung der bestehenden Ofenlinie K3 um ein Mittellastheizwerk (MLHW), um den steigenden Bedarf an Fernwärme zu bedienen. Die Abluft der erweiterten Ofenlinie soll unverändert über den bestehenden Schornstein abgeleitet werden.

Die Abgase der Linien K1 und der geänderten Linie K3 des MHKW Kempten werden jeweils über einen eigenen bestehenden 60 m hohen Schornstein abgeführt.

Des Weiteren besteht am Standort ein Spitzenlastkessel, dessen Abgase auch über den Schornstein der Linie K3 des MHKW in die Atmosphäre abgeleitet werden. Die Abgase des bestehenden Notstromdiesels N1 werden über einen eigenen bestehenden Schornstein mit einer Höhe von 27,8 m abgeleitet.

Der am Standort des MHKW weiterhin vorhandene Notstromdiesel K1 (800 kW) wird in der vorliegenden Immissionsprognose mit 300 Stunden im Jahr (Notbetrieb und kurzzeitige Spitzenlasten) berücksichtigt. Die Abgase des Notstromdiesel K1 werden über einen eigenen bestehenden 30 m hohen Schornstein abgeleitet.

## 2 Emissionssituation

### 2.1 Ableitbedingungen und Emissionen

Die Ableitbedingungen der bestehenden und geänderten Emissionsquellen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Die Koordinaten der Emissionsquellen sind ebenfalls der Tabelle zu entnehmen. Die örtliche Lage der Quellen kann dem Kapitel 4.4 entnommen werden.

**Tabelle 2-1:** Ableitbedingungen und Emissionsgrenzwerte für die Emissionsquellen des MHKW Kempten

Parameter	Linie K1	Spitzenlastkessel	Notstromdiesel N1	Linie K3	Not- und Spitzenstromaggregat K1
Abgasvolumenstrom $R_t$ i.N.tr. [m <sup>3</sup> /h] (bei Bezugs-O <sub>2</sub> -Gehalt)	78.000	8.300	7.214	58.000	3.550
Abgasvolumenstrom $R_f$ i.N.f. [m <sup>3</sup> /h] (bei Bezugs-O <sub>2</sub> -Gehalt)	95.602	9.314	7.809	68.300	3.842
Bezugssauerstoffgehalt [%]	11	3	5	11	5
Betriebsstunden [h/a]	8.760				300
Koordinaten UTM (E/N) [m]	32 598 854   5 290 350	32 598 944   5 290 316	32 598 960   5 290 336	32 598 944   5 290 316	32 598 880   5 290 319
Schornsteinhöhe H über GOK [m]	60	60	27,8	60	30
Durchmesser [m]	1,5	1,75	0,66	1,75	0,35
Quellart/-geometrie	geführte Punktquelle				



Parameter	Linie K1	Spitzenlastkessel	Notstromdiesel N1	Linie K3	Not- und Spitzenstromaggregat K1
Abgastemperatur T [°C] (an der Kaminmündung)	130	300	500	130	500
Abgasgeschwindigkeit v <sub>q</sub> * [m/s]	22,7	2,3	18,2	11,8	31,4

i.N.tr.: im Normzustand (1.013 hPa und 273,15 K), nach Abzug des Feuchtegehaltes im Abgas

i.N.f.: im Normzustand (1.013 hPa und 273,15 K), vor Abzug des Feuchtegehaltes im Abgas

\* Die Austrittsgeschwindigkeit wird mittels einer Rechenhilfe in AUSTALView auf Basis der VDI 3782 Blatt 3 unter Betriebsbedingungen ermittelt.

Die geänderte Anlage hat keine weiteren gefassten Emissionsquellen. Weitere relevante Emissionen, die nicht über einen Schornstein abgeleitet werden (diffuse Emissionen), sind ebenfalls nicht vorhanden.

Für die Abluft der Linien K1 und K3 des MHKW sind in der untenstehenden Tabelle die Emissionsgrenzwerte aufgeführt. Die in der Tabelle 2-2 dargestellten Grenzwerte beziehen sich auf den trockenen Rauchgasvolumenstrom bei dem entsprechenden Bezugssauerstoffgehalt aus Tabelle 2-1.

**Tabelle 2-2:** Emissionsgrenzwerte der Linie K1 und K3 des MHKW Kempten

Schadstoffkomponente	HMW [mg/Nm <sup>3</sup> ]	TMW [mg/Nm <sup>3</sup> ]	JMW [mg/Nm <sup>3</sup> ]
Gesamtstaub	20	5	-
Kohlenmonoxid CO	100	50	-
Kohlenstoff gesamt C <sub>ges</sub>	20	10	-
Chlorwasserstoff HCl	40	8	-
Fluorwasserstoff HF	4	0,9	-
Schwefeloxide angegeben als SO <sub>2</sub>	200	40	-
Stickstoffoxide angegeben als NO <sub>2</sub>	400	150	-
Ammoniak NH <sub>3</sub>	15	10	-
Quecksilber Hg	0,035	0,01	0,005
	<b>Mittelwerte über die jeweilige Probenahmezeit [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>		
Cadmium Cd, Thallium Tl		0,02	
Schwermetalle (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)		0,3	
As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr		0,05	
Dioxine, Furane PCDD/F		0,08 * 10 <sup>-6</sup>	

Für die Abluft der des Notstromdiesels N1, den Spitzenlastkessel und das Not- und Spitzenstromaggregat K1 sind in der untenstehenden Tabelle die Emissionsgrenzwerte aufgeführt. Die in der Tabelle 2-3 dargestellten Grenzwerte beziehen sich auf den trockenen Rauchgasvolumenstrom bei dem entsprechenden Bezugssauerstoffgehalt aus Tabelle 2-1.



**Tabelle 2-3:** Emissionsgrenzwerte Notstromdiesel und Spitzenlastkessel

Schadstoffkomponente	Spitzenlastkessel [mg/m <sup>3</sup> ]	Notstromdiesel N1 [mg/m <sup>3</sup> ]	Not- und Spitzen- stromaggregat K1 [mg/m <sup>3</sup> ]
Gesamtstaub	20	20	80
Kohlenmonoxid CO	80	300	-
Schwefeloxide angegeben als SO <sub>2</sub>	8,3	6,2	-
Stickstoffoxide angegeben als NO <sub>2</sub>	200	500	-
Formaldehyd	-	20	20

## 2.2 Ermittlung der Emissionsmassenströme und Bagatellmassenströme

Unter Zugrundelegung der in Kapitel 2.1 genannten Emissionsgrenzwerte und der Abgasvolumenströme resultieren die in Tabelle 2-4 aufgeführten Emissionsmassenströme aus der Summe der Einzelprodukte der Volumenströme mit den jeweiligen Emissionsgrenzwerten (Tagesmittelwerte bzw. Mittelwerte über die jeweilige Probenahmezeit).

Die genauen Korngrößenverteilungen für die Staubemission der Verbrennungsanlage sind nicht bekannt. Aufgrund der eingesetzten Technologie der Abgasreinigung kann von einem sehr hohen Anteil feiner Partikel ausgegangen werden. Für die Berechnung der Staubausbreitung gemäß Anhang 2 Nr. 4 der TA Luft (2021) wird für Korngrößen kleiner 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) ein Massenanteil von 30 % und für Korngrößen kleiner 10 µm (PM<sub>10</sub>) ein Massenanteil von 70 % angesetzt.

Die Emissionsmassenströme werden in der Tabelle den entsprechenden Bagatellmassenströmen gemäß Nr. 4.6.1.1 der TA Luft (2021) gegenübergestellt. Aufgeführt werden hier nur die Parameter, für die in der TA Luft Bagatellmassenströme festgelegt sind.

**Tabelle 2-4:** Vergleich der Emissionsmassenströme der geänderten Anlagen der ZAK Energie GmbH mit den in Tabelle 7 der TA Luft genannten Bagatellmassenströmen

Schadstoff	Emissionsmassenstrom Gesamtanlage ZAK [kg/h]	Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 des TA Luft [kg/h]
Schwefeloxide, angegeben als SO <sub>2</sub>	5,57	15
Stickstoffoxide, angegeben als NO <sub>2</sub>	<b>27,05</b>	15
Fluorwasserstoff, angegeben als F	<b>0,13</b>	0,018
Gesamtstaub, ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	<b>1,34</b>	1,0
PM <sub>10</sub> , ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	<b>0,94</b>	0,8
PM <sub>2,5</sub> , ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,40	0,5
Blei und seine Verbindungen, angegeben als Pb	<b>0,040</b>	0,025
Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As	<b>0,007</b>	0,0016
Cadmium und seine Verbindungen, angabegeben als Cd	<b>0,003</b>	0,0013



Schadstoff	Emissionsmassenstrom Gesamtanlage ZAK [kg/h]	Bagatellmassenstrom nach Nr. 4.6.1.1 des TA Luft [kg/h]
Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni	<b>0,040</b>	0,0052
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	<b>0,0014</b>	0,0013
Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Tl	<b>0,0027</b>	0,0026
Benzo(a)pyren	<b>0,0068</b>	0,00026
Dioxine und dioxinähnliche Substanzen	<b>10,88 µg/h</b>	3,5 µg/h

Die oben aufgeführte Gegenüberstellung zeigt, dass die betrachteten Emissionsmassenströme für eine Vielzahl der Komponenten die Bagatellmassenströme der TA Luft (2021) überschreiten. Zur Beurteilung der Auswirkungen durch die emittierten Luftschadstoffe wurde eine vollumfängliche Immissionsprognose für Luftschadstoffe nach den Vorgaben der TA Luft (2021) erstellt.

### 2.3 Für die Ausbreitungsrechnung herangezogene Emissionskonzentrationen bei Summenparametern

In der Ausbreitungsrechnung werden für die Schadstoffkomponenten (mit Ausnahme der Schwermetalle und Benzo(a)pyren) der Linien K1 und K3 die Tagesmittelwerte bzw. der Jahresmittelwert für Quecksilber verwendet. Für die Schadstoffkomponenten der Abgase des Notstromdiesels, des Spitzenlastkessels und des Not- und Spitzenstromaggregats K1 werden die jeweils genehmigten Emissionsgrenzwerte berücksichtigt.

Die in Tabelle 2-2 genannten Emissionsgrenzwerte beinhalten für die Schwermetalle und Benzo[a]pyren Emissionsgrenzwerte als Summengrenzwerte, wobei einige Schwermetalle mehreren Gruppen zugeordnet sind. Zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch die einzelnen Schwermetalle sind Emissionswerte für jede Einzelkomponente erforderlich. Bei der Ermittlung der Emissionsmassenströme der einzelnen Schwermetalle ist zu berücksichtigen, dass für Schwermetalle, die durch Emissionsgrenzwerte verschiedener Gruppen begrenzt ist, der niedrigere Wert herangezogen wird, um eine Einhaltung des Emissionsgrenzwertes in jedem Fall sicherzustellen.

Im Jahr 2012 wurde mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, Referat 34 eine Aufteilung für die einzelnen Schwermetalle der Summengrenzwerte abgestimmt. Durch die Novellierung der 17. BImSchV verringern sich die Summengrenzwerte teilweise, sodass diese im Rahmen der vorliegenden Ausbreitungsrechnung an die neuen Grenzwerte angepasst werden. Der Summengrenzwert der Schwermetalle der Gruppe „Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn“ verringert sich im Zuge der Novellierung der 17. BImSchV von 0,5 mg/m<sup>3</sup> auf 0,3 mg/m<sup>3</sup>. Aus diesem Grund werden die seinerzeit für die Einzelparameter des Summengrenzwertes abgestimmten Emissionskonzentrationen im gleichen Maß von 0,15 mg/m<sup>3</sup> auf 0,09 mg/m<sup>3</sup> reduziert.

Ferner wird der Grenzwert für Cadmium und Thallium von 0,05 mg/m<sup>3</sup> auf 0,02 mg/m<sup>3</sup> herabgesetzt. Die im Jahr 2012 abgestimmte Aufteilung des Summengrenzwertes der Gruppe „As, Benzo(a)pyren,



Cd, Co, Cr“ behält weiterhin seine Gültigkeit. Es ist bekannt, dass bei einer nahezu vollständigen Verbrennung, wovon hier auszugehen ist, der Emissionsanteil von Benzo[a]pyren an dem in Tabelle 2-2 genannten Summenwert deutlich unter 10 % liegt. Daher wird in der weiteren Betrachtung für B[a]P ein Wert von 0,0025 mg/m<sup>3</sup> herangezogen.

In der folgenden Tabelle werden die Emissionskonzentrationen der einzelnen Emissionskomponenten der Schwermetalle und Benzo(a)pyren aufgelistet, die als Eingangsdaten in der Ausbreitungsrechnung verwendet werden.

**Tabelle 2-5:** Emissionskonzentrationen für die Schwermetalle und B[a]P sowie Dioxine und Furane im Abgasstrom

Parameter	Verwendete Emissionskonzentration [mg/m <sup>3</sup> ]
Cadmium (Cd)	0,02
Thallium (Tl)	0,02
Antimon (Sb)	0,09
Arsen (As)	0,025
Blei (Pb)	0,09
Kobalt (Co)	0,025
Chrom (Cr)	0,025
Kupfer (Cu)	0,09
Mangan (Mn)	0,09
Nickel (Ni)	0,09
Vanadium (V)	0,09
Zinn (Sn)	0,09
B[a]P	0,0025



### 3 Berechnungsgrundlage der Ausbreitungsrechnung

Im Folgenden wird die aus dem Betrieb der geänderten Anlage resultierende Immissionszusatzbelastung im Einwirkungsbereich des Standortes berechnet. Die Bestimmung der Kenngrößen erfolgt nach Nr. 4.6.4.2 der TA Luft (2021).

Für die Ausbreitungsrechnung wurde das Modell AUSTAL in der Version 3.2.1-WI-x und als Berechnungssoftware für die Windfeldbibliothek die Software TALdia 3.2.1-WI-x verwendet. AUSTAL erfüllt die Anforderungen des Anhangs 2 der TA Luft (2021) und der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 (Partikelmodell).

Im Rahmen des Gutachtens wird die gesamte Deposition (trockene und nasse Deposition) der emittierten Luftschadstoffe berechnet. Für die Berechnung der nassen Deposition wurden die durch das Umweltbundesamt für den Standort zur Verfügung gestellten Niederschlagsdaten herangezogen.

Die für die Ausbreitungsrechnung erforderlichen Ableitbedingungen sowie die Daten zu Art und Menge der Schadstoffemissionen der Anlage sind Kapitel 2 zu entnehmen.

Hinsichtlich der Stickstoffoxidemissionen wird von der realistischen Annahme ausgegangen, dass diese an der Schornsteinmündung zu 10 % aus NO<sub>2</sub> und zu 90 % aus NO bestehen. Berücksichtigt wird ferner die chemische Umsetzung von NO zu NO<sub>2</sub> gemäß der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1. Somit ergibt sich der in der Ausbreitungsrechnung zugrunde zu legende NO- bzw. NO<sub>2</sub>-Emissionswert aus der Multiplikation des NO<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwertes mit dem Faktor 0,587 bzw. 0,1 entsprechend den jeweiligen Molekulargewichten.

Als Qualitätsstufe bei der Ausbreitungsrechnung wird die Stufe q<sub>s</sub> = +2 verwendet.

#### 3.1 Ausbreitungsrechnung für Gase und Stäube gemäß den Nrn. 3 und 4 des Anhangs 2 der TA Luft (2021)

Die Deposition wird unter Verwendung der Parameter Depositionsgeschwindigkeit und Auswaschrate gemäß dem in der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 5 beschriebenen Verfahren unter Verwendung der in Nummer 3 und 4 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) aufgeführten Werte berechnet.

Die genauen Korngrößenverteilungen für die Staubemission der Verbrennungsanlage sind nicht bekannt. Für die Berechnung der Staubausbreitung gemäß Anhang 2 Nr. 4 der TA Luft (2021) wird für Korngrößen kleiner 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) ein Massenanteil von 30 % und für Korngrößen kleiner 10 µm (PM<sub>10</sub>) ein Massenanteil von 70 % angesetzt.

Gemäß dieser Aufteilung wird davon ausgegangen, dass der aerodynamische Durchmesser der im Abgas enthaltenen Staubpartikel zu 100 % kleiner als 10 µm ist und somit den mit PM<sub>10</sub> (particulate matter < 10 µm) bezeichneten Feinstaub charakterisiert.



### 3.2 Bodenrauigkeit gemäß Nr. 6 des Anhangs 2 der TA Luft (2021)

Die Bodenrauigkeit des Geländes im Untersuchungsgebiet wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge  $z_0$  beschrieben. Sie ist für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Radius gemäß den Anforderungen der TA Luft (2021) das 15-fache der Freisetzungshöhe beträgt. Sie ist mit dem Landbedeckungsmodell Deutschland mit den in Tabelle 15 der Nr. 6 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) aufgeführten Klassenzuordnungen zu bestimmen. Bei der Ermittlung der Rauigkeitslänge wurden die Bereiche, in denen sich in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigte Gebäude befinden, ausgenommen. Seit Erhebung des Katasters hat sich die Landnutzung im betrachteten Gebiet nicht wesentlich geändert. Der in AUSTAL automatisch ermittelte Wert für  $z_0$  von 1,0 m (siehe Ein- oder Ausgabedatei von AUSTAL in Kapitel 5.2) erscheint plausibel und wurde für die Ausbreitungsrechnung übernommen.

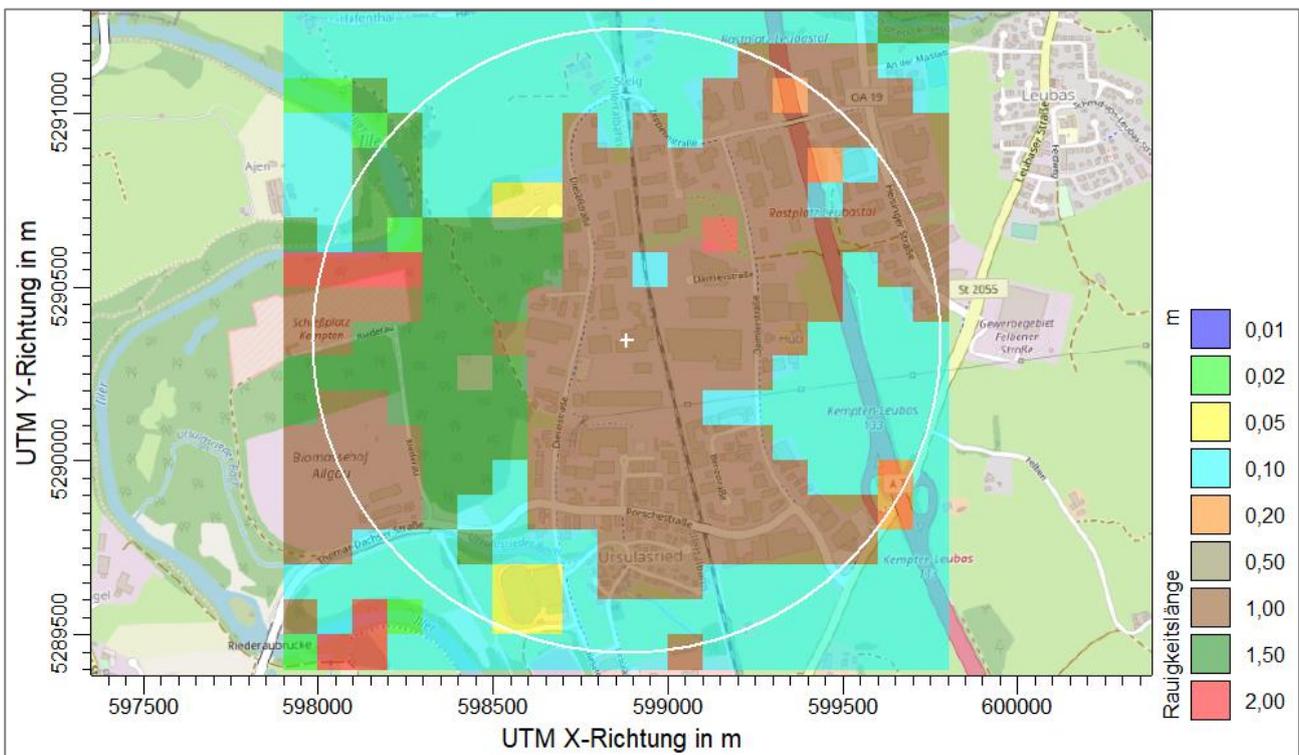


Abbildung 3-1: Rauigkeitslänge und zugehöriges Beurteilungsgebiet (Quelle: AUSTAL)

Als Anemometerhöhe wird bei der verwendeten Rauigkeitslänge und -klasse die korrespondierende Höhe von 19,1 m verwendet.

### 3.3 Abgasfahnenüberhöhung gemäß Nr. 7 des Anhangs 2 der TA Luft (2021)

Eine Abgasfahnenüberhöhung im Sinne der TA Luft (2021) ist die zusätzliche Vertikalkomponente einer Abluftfahne durch einen thermischen und/oder dynamischen Auftrieb beim Austritt aus einem Schornstein. In AUSTAL wird die Abgasfahnenüberhöhung modellintern durch ein Überhöhungsmo- dell (PLURIS) berücksichtigt.



Hinweise zu den Voraussetzungen für den Ansatz einer Abgasfahnenüberhöhung nach TA Luft (2021) gibt die Richtlinie VDI 3782 Blatt 3 (09-2022). In der VDI 3782 Blatt 3 (09-2022) wird beschrieben, dass eine Grundvoraussetzung für den Ansatz der Abgasfahnenüberhöhung der ungestörte Abtransport der Abluft ist. Dieser ist in der Regel gegeben, wenn die Schornsteinmündung außerhalb der Rezirkulationszone von Gebäuden liegt. Bei Schornsteinen, deren Höhe die Anforderungen der Nr. 5.5.2 TA Luft (2021) in Verbindung mit der VDI 3781 Blatt 4 an den ungestörten Abtransport erfüllt, kann davon ausgegangen werden, dass die Schornsteine außerhalb der Rezirkulationszone der Gebäude liegen.

### **3.4 Rechengebiet und Aufpunkte gemäß Nr. 8 des Anhangs 8 der TA Luft (2021)**

Das Beurteilungsgebiet ist gemäß Nr. 4.6.2.5 der TA Luft (2021) die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt (Emissionsquelle) mit einem Radius befindet, der dem 50-fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht (Absatz 1). Absatz 1 gilt bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m über Flur mit der Maßgabe, dass der Radius mindestens 1 km beträgt. Die Höhe der Schornsteine betragen maximal 60 m über Grund, so dass eine Kreisfläche mit einem Radius von 3,0 km (50 x 60 m) um die beiden hohen Emissionsquelle resultiert.

Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung der Kenngrößen der Zusatzbelastung wird das kreisförmige Beurteilungsgebiet auf eine rechteckige Fläche von ca. 11,0 km x 11,2 km (dieses mehrstufige intern geschachtelte Raster wurde automatisch vom Berechnungsprogramm AUSTAL generiert) ausgedehnt, wodurch u. a. sichergestellt wird, dass bei der Ausbreitungsrechnung empfindliche Bereiche miterfasst werden. Die Anforderungen der Nummer 8 Absatz 1 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) wird folglich erfüllt.

Die Gitterauflösung erfolgt gemäß Nr. 8 des Anhangs 2 der TA Luft (2021), wobei im vorliegenden Fall zur Berücksichtigung von Umgebungseinflüssen ein 7-fach geschachteltes Gitter verwendet wird. Die Maschenweiten betragen hierbei 4 m, 8 m, 16 m, 32 m, 64 m, 128 m und 256 m, siehe auch Kapitel 5.1 und 5.2.

Aufgrund der Berücksichtigung der Gebäude bei der Ausbreitungsrechnung wird ein Rechengitter genutzt, durch welches die Gebäude im Rechenraster hinreichend genau abgebildet werden.

### **3.5 Meteorologische Daten gemäß Nr. 9 des Anhangs 2 der TA Luft (2021)**

Die für die Berechnung erforderlichen meteorologischen Daten stehen in Form einer Zeitreihe der Ausbreitungsklassen (AKTerm) der Station Kempten (DWD2559) zur Verfügung. Die Station befindet sich im Stadtgebiet Kempten. Die Ausbreitungsklassenzeitreihe für das Jahr 2014 wurde mittels Prüfung der Übertragbarkeit von einem umweltmeteorologischen Sachverständigen (argusim UMWELT CONSULT) als repräsentativ für den Standort des Vorhabens angesehen und charakterisiert somit die dort vorherrschenden Wind- und Ausbreitungsverhältnisse (siehe Kapitel 5.3).



Weiterhin liegt eine Stellungnahme zur Selektion eines repräsentativen Jahres (SRJ) vor, die die zeitliche Repräsentativität der Zeitreihe von 2014 in dem untersuchten zusammenhängenden Zeitraum von 2014 bis 2019 belegt (siehe Kapitel 5.3).

Für die Ausbreitungsrechnung mit nasser Deposition wurden projektspezifische Niederschlagsdaten für den gleichen Zeitraum (Jahr 2014) des Umweltbundesamtes gemäß den Vorgaben der Nr. 9.7 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) verwendet.

Für die Ausbreitungsrechnung wird vom umweltmeteorologischen Sachverständigen empfohlen, das Anemometer am bzw. nahe am Vorhabenstandort zu positionieren und ggf. das Rechengitter zu vergrößern, d. h. an die zu erfassende orografische Strukturen anzupassen. Als Ersatzanemometerstandort wird ein Standort gewählt, der frei anströmbar ist, sowie hinsichtlich der Geländehöhe und des Anströmprofils die gleichen topographischen Charakteristiken wie der Standort der Messung aufweist. Dieser wird mittels des Berechnungsverfahrens EAP TAL-Anemo.exe, welches auf der Richtlinie VDI 3783 Blatt 16 basiert, ermittelt. Für die Ersatzanemometerposition werden folglich Koordinaten nahe am Vorhabenstandort als Zielort festgelegt und die Windverhältnisse am Standort vor der eigentlichen Ausbreitungsrechnung mittels eines diagnostischen Windfeldmodells<sup>1</sup> ermittelt. Der Zielort (Ersatz-Anemometerstandort) besitzt die folgenden Koordinaten (UTM32):

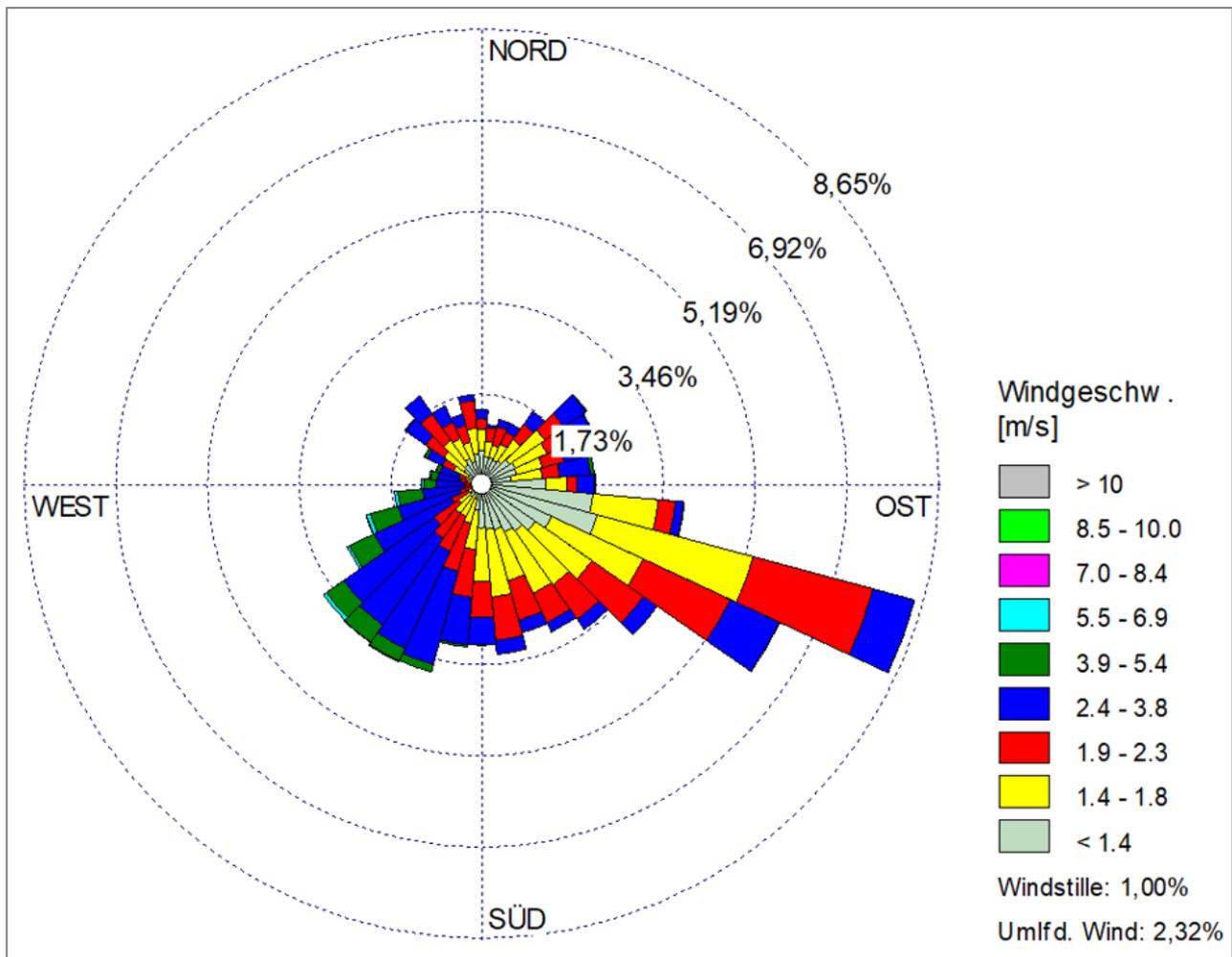
X-Koordinate: 594 816 m

Y-Koordinate: 5 285 852 m

Regional befindet sich der Standort im Gebiet der Iller-Vorberge, 6 km nordöstlich der Adelegg und ca. 20 km nördliche des Vilsergebirges. Die Windrichtungsverteilung ergibt eine vorherrschende Hauptwindrichtung aus Ostsüdost. Ein Nebenmaximum der Windrichtungsverteilung liegt für südwestliche Windrichtungen vor, während die Windrichtungsminima für Winde aus der Richtung West zu beobachten sind. (argusim UMWELT CONSULT). In Abbildung 3-2 ist die relative Häufigkeit der Windrichtungsverteilung dargestellt.

Am Standort sind orografische Verhältnisse prägend, die aus der Position in kleinstädtischer Umgebung welligen Gelände resultieren. Es lassen sich keine orografischen Merkmale erkennen, die o. g. Windrichtungsverhältnisse maßgebend entgegen wirken. Details können der Übertragbarkeitsprüfung entnommen werden, die in Kapitel 5.3 beigefügt ist.

<sup>1</sup> Ein solches Modell ist Bestandteil des Programmsystems AUSTAL2000



**Abbildung 3-2:** Relative Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten (%) je 10°-Sektoren (Quelle: AUSTAL) für das repräsentative Jahr 2014

Schwachwindwetterlagen (Windgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s) führen zu ungünstigen Austauschbedingungen aufgrund eines reduzierten Schadstofftransportes. Unter Zugrundelegung der Messwerte der Station Kempten (DWD2559) sind an ca. 24,1 % der Jahresstunden Schwachwinde zu beobachten. Zudem herrscht an der Messstation an ca. 1,0 % der Jahresstunden Windstille.

Bei der Verwendung einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm), wie es beim vorliegenden Projekt der Fall ist, werden tageszeitlich unterschiedliche meteorologische Bedingungen (u. a. Inversionen und Schwachwindlagen) berücksichtigt.



### 3.6 Berücksichtigung der Verdriftung von Regentropfen bei der Deposition von Schadstoffen

Bei den Ausbreitungsrechnungen sind sowohl die nasse als auch die trockene Deposition zu berücksichtigen. Als Implementierung des Ausbreitungsmodells der TA Luft (2021) wird in AUSTAL die nasse Deposition nach den Verfahren der Richtlinien VDI 3945 Blatt 3 (2020) und VDI 3782 Blatt 5 (2006) berücksichtigt. Dabei wird die nasse Deposition durch den Parameter Auswaschrates, die von den Stoffeigenschaften und der Niederschlagsintensität abhängt, quantifiziert. In der Konvention der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (2006) wird der Eintrag in den Boden rechnerisch genau unter der Position verbucht, an der die Substanz aus der Atmosphäre ausgewaschen wird. In Wirklichkeit werden die Regentropfen aber durch den Wind verdriftet und die nasse Deposition geht deshalb weiter von der jeweiligen Emissionsquelle entfernt und über eine größere Fläche verteilt nieder. Bei Ausbreitungsrechnungen mit horizontalen Maschenweiten von mehreren hundert Metern und mehr hat die Konvention keinen signifikanten Einfluss auf die vom Modell ausgewiesene räumliche Verteilung der Deposition. Bei wesentlich kleineren Maschenweiten, wie sie üblicherweise zur besseren Auflösung von Gebäuden am Standort verwendet werden, kann die Konvention in der Nähe eines hohen Schornsteins jedoch zu Artefakten führen. Dann verbucht das Modell unmittelbar neben dem Schornstein sowie in den angrenzenden Rechengitterzellen ein scharf lokalisiertes hohes Maximum der nassen Deposition. Für diese Fälle gibt es die Möglichkeit die Verdriftung der Regentropfen im Ausbreitungsmodell bei der Ausweisung der nassen Deposition zu berücksichtigen.<sup>2</sup> Nach Beschluss der 125. Sitzung des LAI-Ausschusses Luftqualität/Wirkungsfragen/Verkehr vom 12.-14. Juni 2023 kann die Möglichkeit der Verdriftung als gleichwertige Alternative zur flächenbezogenen Mittelung der nassen Deposition um die Emissionsquelle herum genutzt werden.

Im vorliegenden Fall beträgt die Maschenweite der kleinsten Zelle im Rechengitter 4 m, sodass bei der nassen Depositionsberechnung die Verdriftung der Regentropfen (Option „wet-drift“) berücksichtigt worden ist.

### 3.7 Berücksichtigung von Bebauung gemäß Nr. 11 des Anhangs 2 der TA Luft (2021)

Neben dem Geländere relief beeinflussen auch Hindernisse, z. B. Gebäude im näheren Umfeld von Quellen, die Ausbreitung und damit die Immissionssituation im Einwirkungsbereich eines Emittenten. Den Anforderungen aus Nr. 11 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) unterliegen die Gebäude, die im Umkreis der 6-fachen Schornsteinbauhöhe zu finden sind. Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7-fache der Gebäudebauhöhe, ist die Berücksichtigung der Bebauung durch eine geeignet gewählte Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe ausreichend. Bei geringerer Schornsteinbauhöhe erfolgt eine Berücksichtigung der Gebäude. Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (u. a. außerhalb der

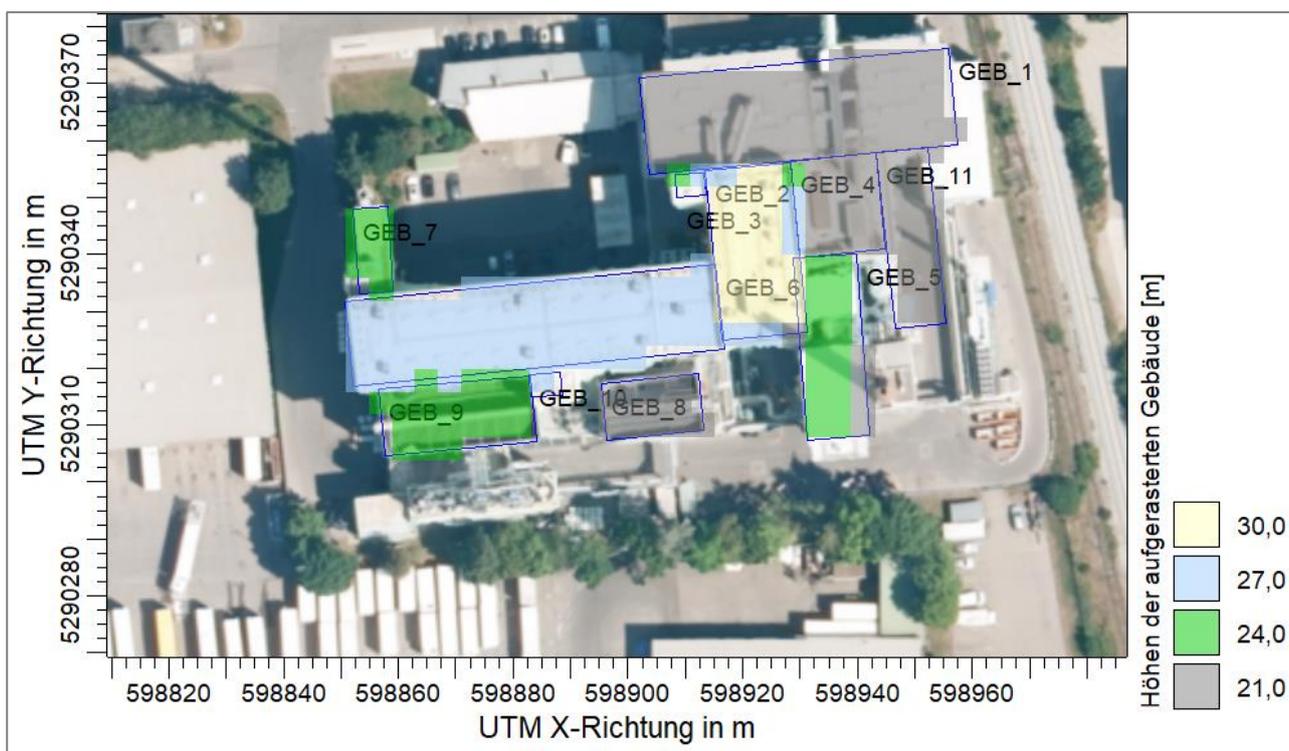
---

<sup>2</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/ausbreitungsmodelle-fuer-anlagenbezogene/faq#a14-warum-weist-austal-ein-so-hohes-maximum-der-nassen-deposition-in-quellnahe-aus>; letzter Abruf 06.09.2023



Rezirkulationszone), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur gemäß Nr. 11 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) mit Hilfe des im Abschlussbericht zu UFOPLAN Vorhaben FKZ 200 43 256 dokumentierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden.

Mit Bezug auf die weitergehenden Anforderungen aus Nr. 11 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) (Verhältnis Schornstein- zu Gebäudehöhen) sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellten Gebäude berücksichtigt worden.



**Abbildung 3-3:** Berücksichtigte Bebauung (Quelle: Bayerischen Vermessungsverwaltung (2023), Creative Commons Namens-nennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0), mit Ergänzung aus AUSTAL)

Der Tabelle 3-1 können die Abmessungen der berücksichtigten Gebäude entnommen werden.

**Tabelle 3-1:** Berücksichtigte Bebauung in der Ausbreitungsrechnung

Gebäude	Gebäude-Kennung Austal	Abmessungen [m (über GOK)]		
		Länge	Breite	Höhe
Müllbunker	GEB 1	54	17	22
Kesselhaus Kompaktofenlinie	GEB 2	30	15	28,6
Treppenhaus 1 K1	GEB 3	5,5	4	27,5
Kesselhaus K3	GEB 4	17	15	22
Rauchgasreinigung K3	GEB 5	32	11	23
Rauchgasreinigung K1	GEB 6	65	15	27



Gebäude	Gebäude-Kennung Austal	Abmessungen [m (über GOK)]		
		Länge	Breite	Höhe
Bereich unter dem Kamin der Linie K1 / Analysengebäude	GEB 7	15	6	25
LUKO K3	GEB 8	17	20	21
LUKO K1	GEB 9	26,5	11,7	25
Treppenhaus RGR K1	GEB 10	5,5	4	27
Neues Gebäude	GEB 11	28	7	23

### 3.8 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten gemäß Nr. 12 des Anhangs 2 der TA Luft (2021)

Gemäß Nr. 12 des Anhangs 2 der TA Luft (2021) ist die Berücksichtigung von Geländeunebenheiten im zugrunde liegenden Beurteilungsgebiet dann zu berücksichtigen, wenn innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Wie der folgenden Abbildung zu entnehmen ist, liegen im betrachteten Gebiet auch Steigungen von mehr als 1:20 vor. Aus diesem Grund erfolgt bei der Ausbreitungsrechnung die Berücksichtigung des Geländes.

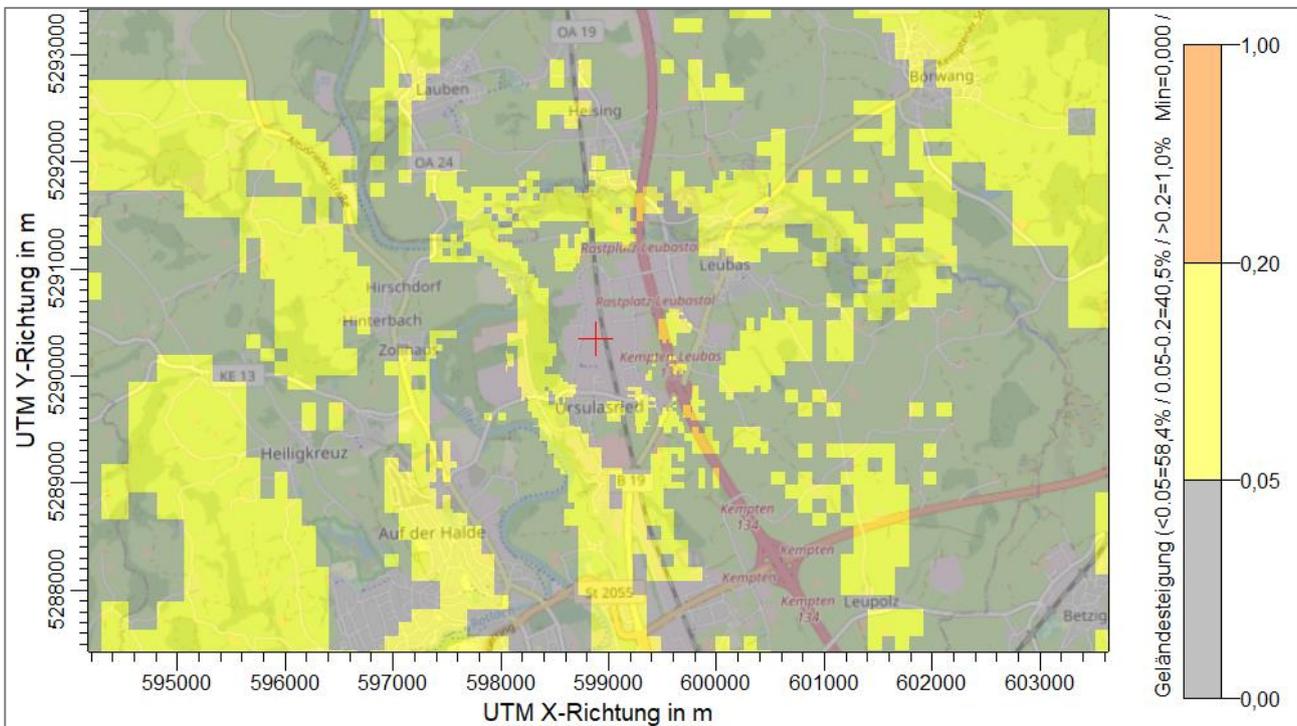


Abbildung 3-4: Darstellung der relativen Geländesteigung (Quelle: Austal)



## 4 Immissionszusatzbelastung durch den Betrieb der Anlagen am Standort der ZAK Energie GmbH in Kempten

Die Berechnung der Kenngrößen der zu erwartenden Immissions-Jahres-Zusatzbelastung der geänderten Anlagen der ZAK Energie GmbH am Standort Kempten erfolgt auf der Grundlage des im Anhang 2 der TA Luft (2021) angegebenen Ausbreitungsmodells im Beurteilungsgebiet der geänderten Anlage.

Zunächst wird mit Hilfe eines diagnostischen Windfeldmodells unter Berücksichtigung der zu berücksichtigenden Gebäude und der Geländeunebenheiten das Strömungsfeld im Beurteilungsgebiet berechnet. Auf Basis der so ermittelten Windfelder erfolgt im Anschluss die Ausbreitungsrechnung für die projektspezifischen Schadstoffe.

Die statistische Unsicherheit der Kenngrößen liegt für die maximalen Immissions-Jahres-Zusatzbelastungen aller betrachteten Schadstoffkomponenten bei 0,1 % bis 2,4% und somit unterhalb der 3% gemäß der Anforderung aus Nr. 10 Anhang 2 der TA Luft (2021) (für die maximale Immissions-Jahres-Zusatzbelastung).

Liegen die Beurteilungspunkte an den Orten der maximalen Gesamtzusatzbelastung oder Zusatzbelastung, braucht die statistische Unsicherheit laut Nr. 10 Anhang 2 der TA Luft (2021) nicht gesondert berücksichtigt zu werden. Andernfalls sind die berechneten Jahresimmissionskennwerte um die jeweilige statistische Unsicherheit zu erhöhen.

### 4.1 Lage der maximalen Immissionszusatzbelastungen

Die aus der Ausbreitungsrechnung resultierende relative Konzentrationsverteilung in einer Höhe von 1,5 m über Grund im Beurteilungsgebiet ist in den folgenden Abbildungen für Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>, Schwefeldioxid SO<sub>2</sub> und für Staub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie Staubbiederschlag) dargestellt. Die Konzentrationsverteilung bezieht sich auf den Jahresmittelwert, d. h. dargestellt ist die Kenngröße der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung IJZ. Des Weiteren ist in den Abbildungen die Lage der maximalen Immissionszusatzbelastung (IJZ<sub>max</sub>) markiert. Das rote Kreuz in den Abbildungen markiert den Standort der ZAK Energie GmbH in Kempten.

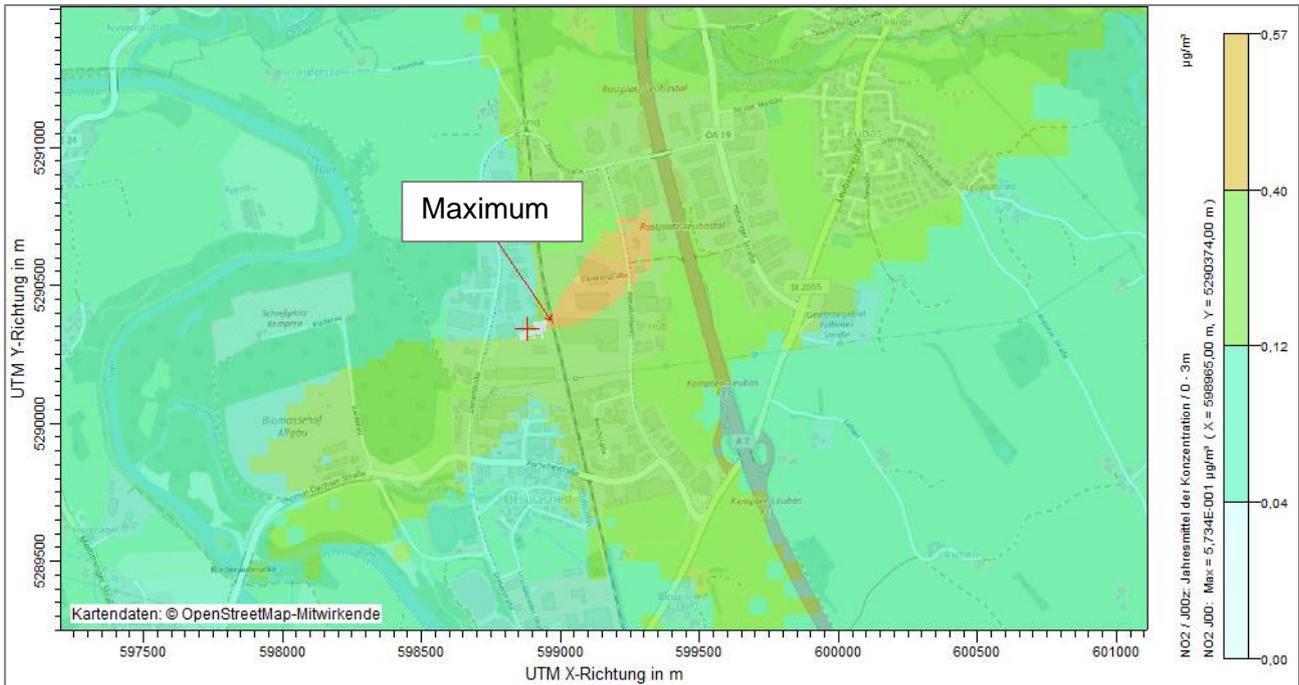


Abbildung 4-1: Konzentrationsverteilung für NO<sub>2</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL)

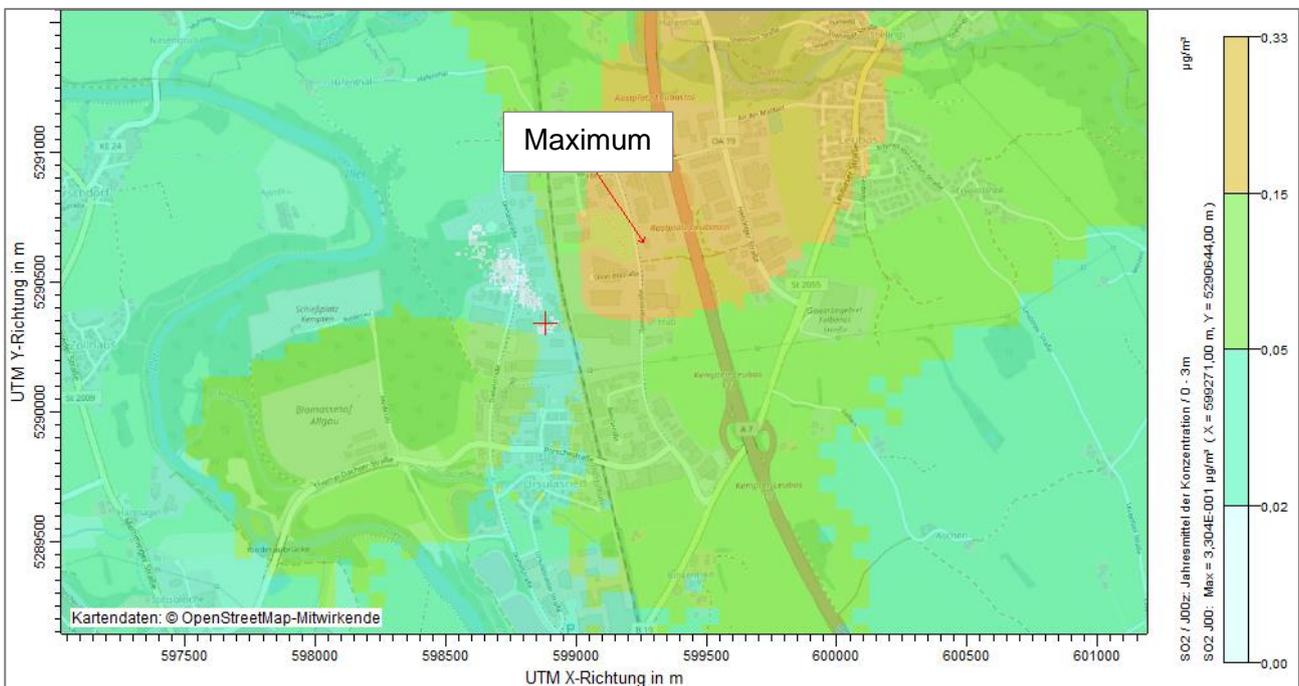


Abbildung 4-2: Konzentrationsverteilung für SO<sub>2</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL)

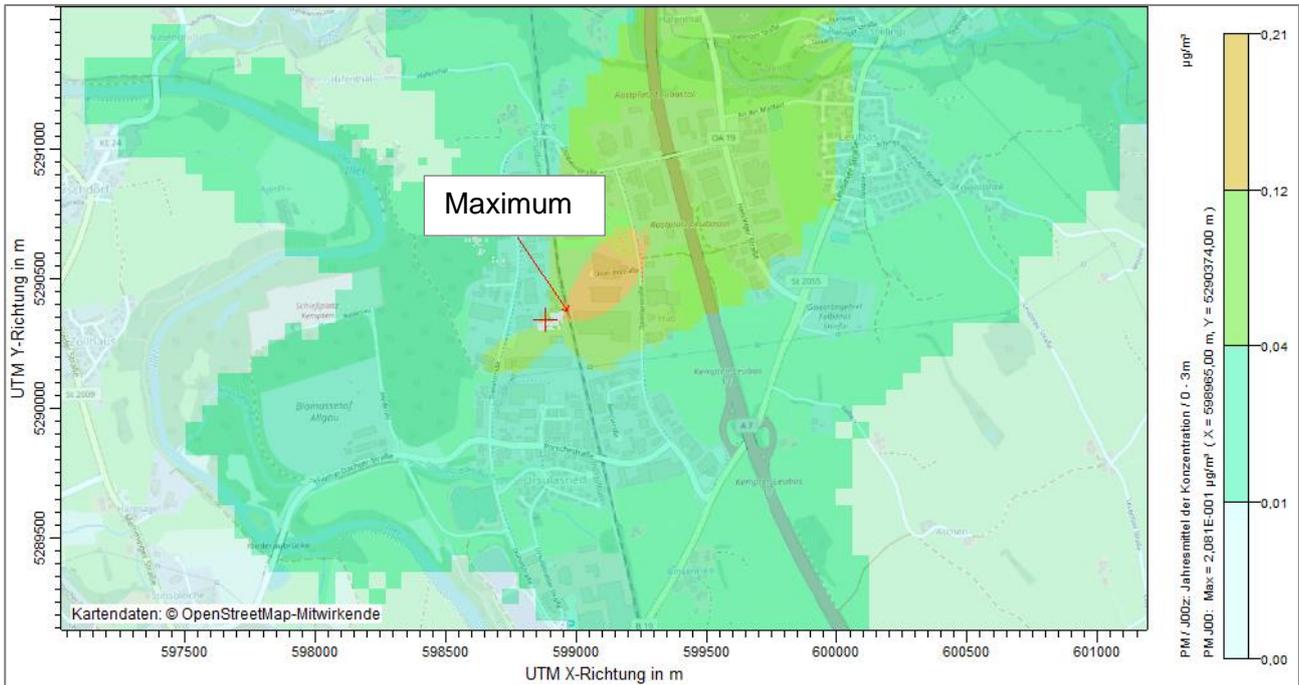


Abbildung 4-3: Konzentrationsverteilung für PM<sub>10</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL)

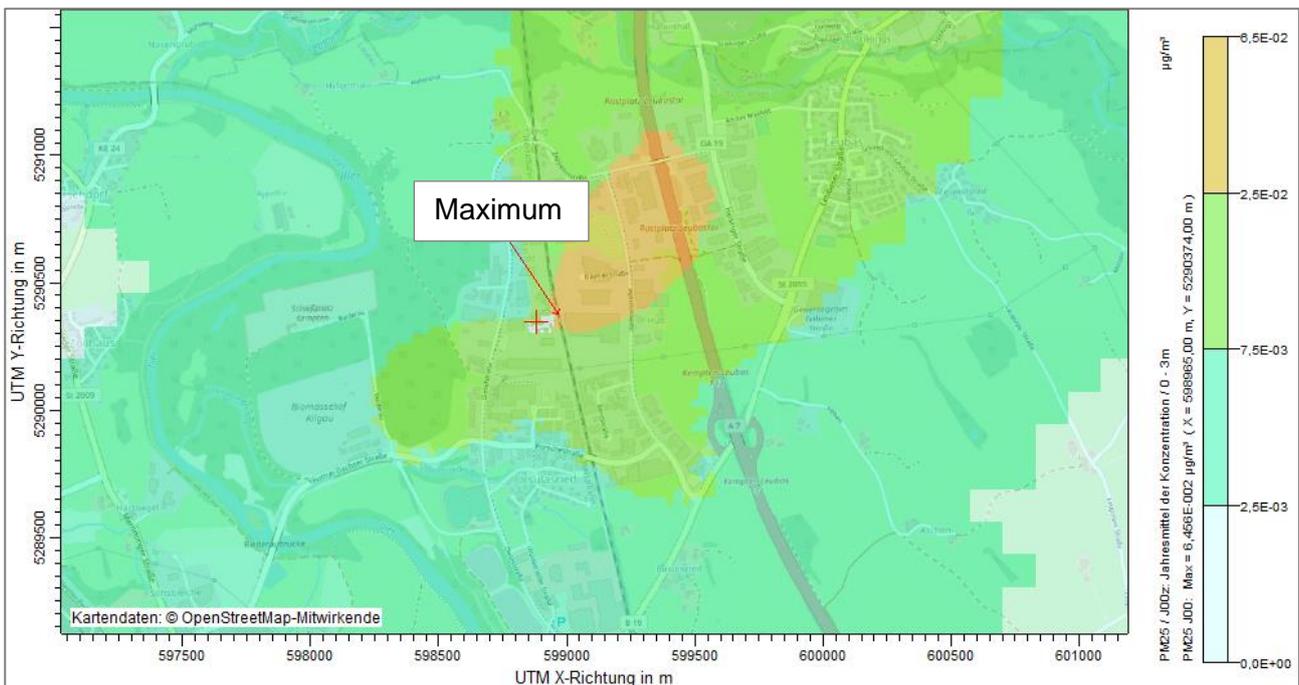
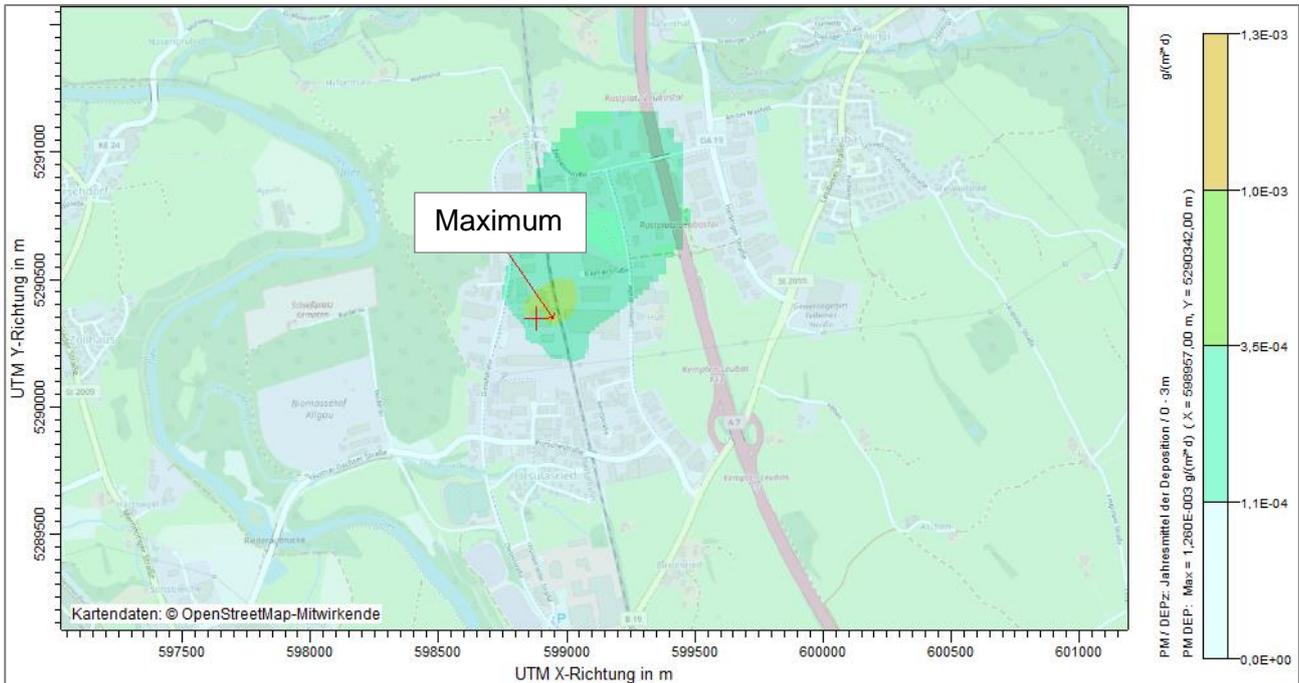


Abbildung 4-4: Konzentrationsverteilung für PM<sub>2,5</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL)



**Abbildung 4-5:** Konzentrationsverteilung für Staubbiederschlag (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung) (Quelle: AUSTAL)

## 4.2 Schutz der menschlichen Gesundheit und Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag

Die resultierenden maximalen Kenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung  $IJZ_{max}$  (Jahresmittelwert) im Beurteilungsgebiet sind in der Tabelle 4-1 aufgeführt und den entsprechenden Immissionswerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit aus Tabelle 1 der Nr. 4.2.1 der TA Luft (2021) bzw. zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag aus Tabelle 2 der Nr. 4.3.1 gegenübergestellt.

Zur Beurteilung der Erheblichkeit der ermittelten Gesamtzusatzbelastung in Bezug auf die Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubbiederschlag wird gemäß Nr. 4.1 der TA Luft (2021) die Irrelevanzgrenze von 3 % des entsprechenden Immissionswertes herangezogen.

**Tabelle 4-1:** Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung ( $IJZ_{max}$ )

Schadstoff	$IJZ_{max}$	IW	$IJZ_{max}/IW$ [%] gerundet
NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	0,57	40	1
SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	0,33	50	< 1
SSt <sup>a)</sup> / PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	0,21	40	< 1
SSt <sup>a)</sup> / PM <sub>2,5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	0,06	25	< 1
Pb im SST [µg/m <sup>3</sup> ]	0,00069	0,5	< 1



Schadstoff	IJZ <sub>max</sub>	IW	IJZ <sub>max</sub> /IW [%] gerundet
StN <sup>b)</sup> [g/(m <sup>2</sup> ·d)]	0,0013	0,35	< 1

a) SSt: Schwebstaub b) StN: Staubniederschlag

Aus der Tabelle 4-1 wird ersichtlich, dass die ermittelten maximalen Kenngrößen der Immissions-Jahres-Gesamtzusatzbelastung IJZ<sub>max</sub> für die Stoffe, für die in der TA Luft (2021) Immissionswerte genannt werden, die Irrelevanzgrenzen der Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sowie zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen deutlich unterschreiten.

Somit kann der Immissionsbeitrag der geänderten Anlage hinsichtlich der anlagenspezifischen Schadstoffkomponenten in Bezug auf den Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubniederschlag als irrelevant gemäß Absatz 1 c) der Nr. 4.1 der TA Luft (2021) bezeichnet werden.

### 4.3 Bewertung der Immissionszusatzbelastung für Kohlenmonoxid

Für Kohlenmonoxid (CO) ist eine Irrelevanzbetrachtung mit dem für Genehmigungsverfahren aufgestellten LAI-Orientierungswert von 10 mg/m<sup>3</sup> (8-Stundenmittelwert) nur als Vorabschätzung sinnvoll, da die Irrelevanzbetrachtung nur für Bewertungsmaßstäbe mit dem Zeitbezug „Jahr“ vorgesehen ist.

Für Kohlenmonoxid wird daher weiterhin überprüft, ob hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung vorliegen, d. h. ob eine Überschreitung der LAI-Orientierungswerte von 10 mg/m<sup>3</sup> (8-Stundenmittelwert) und 30 mg/m<sup>3</sup> (Halbstundenmittelwert) zu erwarten ist. Hierbei kann analog den Kriterien nach Nr. 4.7.2 bzw. 4.7.3 TA Luft vorgegangen werden.

Gemäß den Nummern Nr. 4.7.2/4.7.3, Buchst. b), 1. Halbsatz ist der Immissions-Tageswert (hier unter Heranziehung des 8-Stundenmittelwertes, LAI-Orientierungswert von 10 mg/m<sup>3</sup>) bzw. der Immissions-Stundenwert (Halbstundenmittelwert, LAI-Orientierungswert von 30 mg/m<sup>3</sup>) eingehalten, wenn die Gesamtbelastung – ermittelt durch die Addition der Zusatzbelastung für das Jahr zu den Vorbelastungskonzentrationswerten für den Tag bzw. die Stunde – an den jeweiligen Beurteilungspunkten kleiner oder gleich dem Immissionskonzentrationswert für 24 Stunden bzw. 1 Stunde ist.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen nehmen in Bayern an allen verkehrsnahen LÜB-Messstationen signifikant ab. Im letzten veröffentlichten Jahresbericht für das Jahr 2021 wurde beschrieben, dass die gemessenen Jahresmittelwerte für Kohlenmonoxid bei 0,3 mg/m<sup>3</sup> liegen. Der höchste gemessene 8-Stundenmittelwert lag bei 1,2 mg/m<sup>3</sup>. Eine Überschreitung der jeweiligen Immissionswerte für Kohlenmonoxid durch die geringe Immissionszusatzbelastung der Anlagen der ZAK in Kempten (IJZ<sub>max</sub> beträgt ca. 2,9 µg/m<sup>3</sup>) ist somit sicher auszuschließen.



#### 4.4 Bewertung der Immissionszusatzbelastung für Formaldehyd

Für Formaldehyd ist in der TA Luft kein Immissionswert festgelegt, so dass in diesem Falle eine Sonderfallprüfung gemäß Nr. 4.8 der TA Luft durchgeführt wird. Auch im LAI-Bericht „Beurteilung von Stoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind“ (LAI, 2004) wird kein Orientierungswert für Formaldehyd angegeben. Gemäß LAI-Bericht werden zur Beurteilung der Ergebnisse daher Richt- oder Orientierungswerte aus anderen Literaturquellen herangezogen.

Vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR, 2006) wird die konservativ ermittelte tolerierbare Luftkonzentration von 0,1 ppm, entsprechend 124 µg/m<sup>3</sup> als Vorsorgewert („safe-level“) für Formaldehyd empfohlen.

Neuere Untersuchungen kommen zu vergleichbaren Ergebnissen. So wurde von der WHO (WHO, 2010) ein Richtwert I von 0,1 mg/m<sup>3</sup> (100 µg/m<sup>3</sup>; 30 min-Mittelwert für nicht karzinogene Wirkung) für die Innenraumbelastung empfohlen. Dieser Wert deckt nach Aussage der WHO ausdrücklich auch das Langzeitrisiko in Bezug auf die karzinogene Wirkung ab, da diese erst bei höheren Konzentrationen festgestellt wurde. Durch den Ausschuss für Innenraumrichtwerte wurde 2016 ebenfalls 0,1 mg/m<sup>3</sup> als Richtwert I (Vorsorgewert bei lebenslanger Exposition) festgelegt, der auch die karzinogene Wirkung von Formaldehyd mit berücksichtigt.

Somit wird dieser Richtwert nachfolgend als Beurteilungswert für die Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft herangezogen. Er ist geringfügig niedriger als der „safe level“ des BfR, so dass auch die Erkenntnisse des BfR hierbei berücksichtigt werden.

Die maximale Immissionszusatzbelastung (IJZ) an Formaldehyd durch den Betrieb der Anlagen kann dann als irrelevant eingestuft werden, wenn sie gemäß der Nr. 4.1 der TA Luft (2021) weniger als 3 %, bezogen auf den Orientierungswert für die Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft (2021) beträgt.

Im Rahmen der Immissionsprognose wurde eine maximale Immissionszusatzbelastung für Formaldehyd von 0,20 µg/m<sup>3</sup> ermittelt. Dieser Wert entspricht 0,20 % des als Orientierungswert herangezogenen Richtwertes von 100 µg/m<sup>3</sup>. Somit wird die Irrelevanzgrenze von 3 % deutlich unterschritten, so dass der Schutz der menschlichen Gesundheit auch in Bezug auf die Emissionen von Formaldehyd gewährleistet ist.

#### 4.5 Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen

Darüber hinaus wurde untersucht, ob im Hinblick auf die durch den Anlagenbetrieb hervorgerufenen Immissionen durch Schwefeloxide, Stickstoffoxide, Ammoniak und Fluorwasserstoff der Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen bzgl. Nr. 4.1 in Verbindung mit Nr. 4.4.1 und Tabelle 5 in Nr. 4.4.3 der TA Luft (2021) gewährleistet ist.

Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung gemäß Absatz 1 c) der Nr. 4.1 der TA Luft (2021) liegt für Schwefeloxide, Stickstoffoxide und Ammoniak dann vor, wenn diese in Bezug auf Immissionswerte



zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen 10 % des jeweiligen Immissionswertes nicht überschreitet. Diesbezüglich sind in Tabelle 5 der Nr. 4.4.3 der TA Luft (2021) irrelevante Zusatzbelastungswerte in Bezug auf die Immissionswerte zum Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen genannt, die in der nachfolgenden Tabelle den resultierenden Maximalwerten der Kenngröße IJZ gegenübergestellt sind.

Ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch die Einwirkung von Ammoniak gemäß Nr. 4.4.2 gewährleistet ist, ist nach Nr. 4.8 der TA Luft (2021) zu prüfen. Nr. 4.8 der TA Luft (2021) verweist diesbezüglich auf Anhang 1 der TA Luft (2021) mit einer irrelevanten Gesamtzusatzbelastung von  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Ammoniak

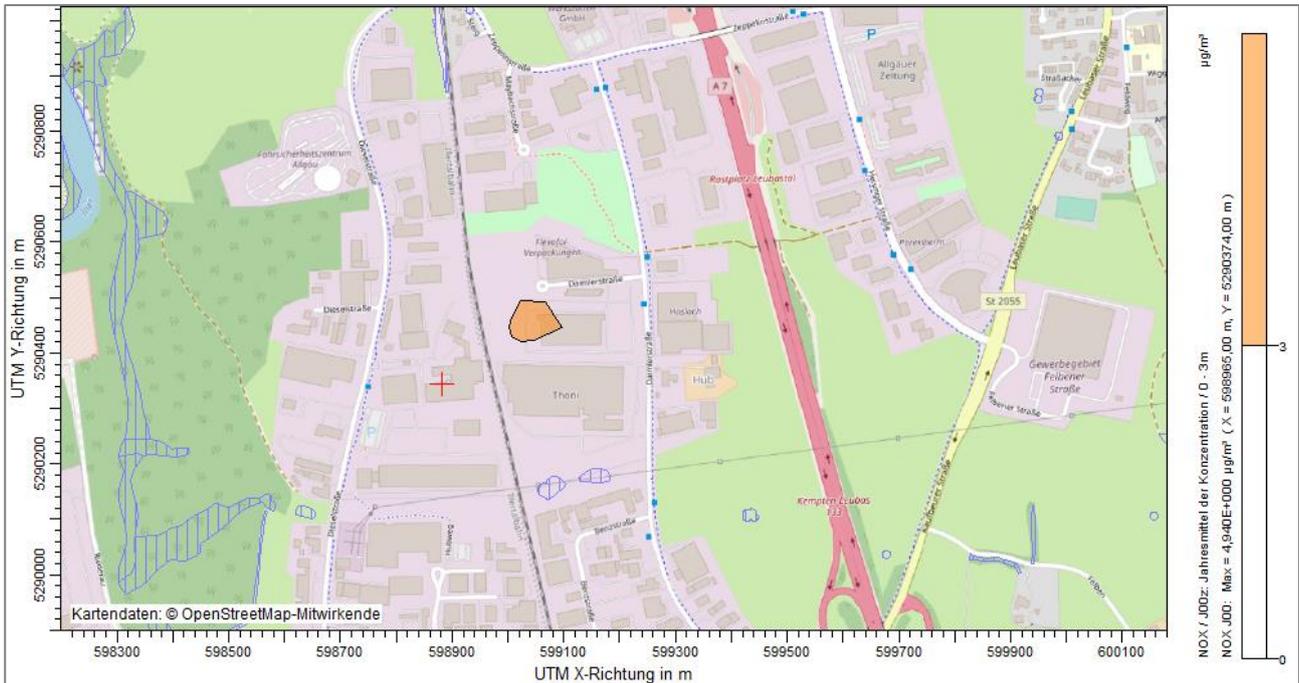
**Tabelle 4-2:** Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung ( $IJZ_{\text{max}}$ ) und Gegenüberstellung mit den entsprechenden Immissionswerten aus Nr. 4.4.2, 4.4.3 bzw. Anhang 1 der TA Luft

Schadstoff	$IJZ_{\text{max}}$	Irrelevante Zusatzbelastung
SO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,33	2
NO <sub>x</sub> , angeg. als NO <sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	<b>4,94</b>	3
NH <sub>3</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,075	2
HF, als F [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,0077	0,04

Es wird ersichtlich, dass die maximale Immissionsgesamtzusatzbelastung für die genannten Parameter, mit Ausnahme von NO<sub>x</sub>, unter den zugehörigen irrelevanten Zusatzbelastungswerten aus Nr. 4.1 in Verbindung mit Nr. 4.4.2 und 4.4.3 der TA Luft (2021) liegt.

Gemäß Nr. 4.6.2.6 der TA Luft (2021) sind Beurteilungswerte zur Überprüfung der Immissionswerte nach Nr. 4.4.1 so festzulegen, dass sie mehr als 20 km von Ballungsräumen gemäß § 1 Nr. 4 der 39. BImSchV oder 5 km von anderen bebauten Flächen, Industrieanlagen, Autobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50.000 Fahrzeugen entfernt sind. Formal ist der Bereich der Überschreitungen für NO<sub>x</sub> daher nicht als Beurteilungspunkt heranzuziehen. Außerhalb der in der Abbildung 4-6 dargestellten Bereiche ergeben sich Immissionsjahreszusatzbelastungen für NO<sub>x</sub>  $< 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , die eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung gemäß Nr. 4.1 in Verbindung mit Nr. 4.4.3 für NO<sub>x</sub> der TA Luft (2021) darstellen.

Gemäß Nr. 4.6.2.6 der TA Luft (2021) kann es im Interesse des Schutzes besonders schutzbedürftiger Bereiche erforderlich werden, Beurteilungspunkte in geringerer Entfernung als der weiter oben beschriebenen Entfernung, festzulegen. In dem Bereich, indem der Irrelevanzwert für NO<sub>x</sub> überschritten wird, befinden sich, wie der Abbildung 4-6 entnommen werden kann, keine ökologisch bedeutsamen Flächen (weder FFH-Gebiete noch gesetzlich geschützte oder besonders stickstoffempfindliche Biotope), sodass keine Ausnahmetatbestand für Beurteilungspunkte in geringerer Entfernung vorliegt.



**Abbildung 4-6:** Konzentrationsverteilung für NO<sub>x</sub> (Immissions-Jahres-Zusatzbelastung), lila = Biotopkartierung

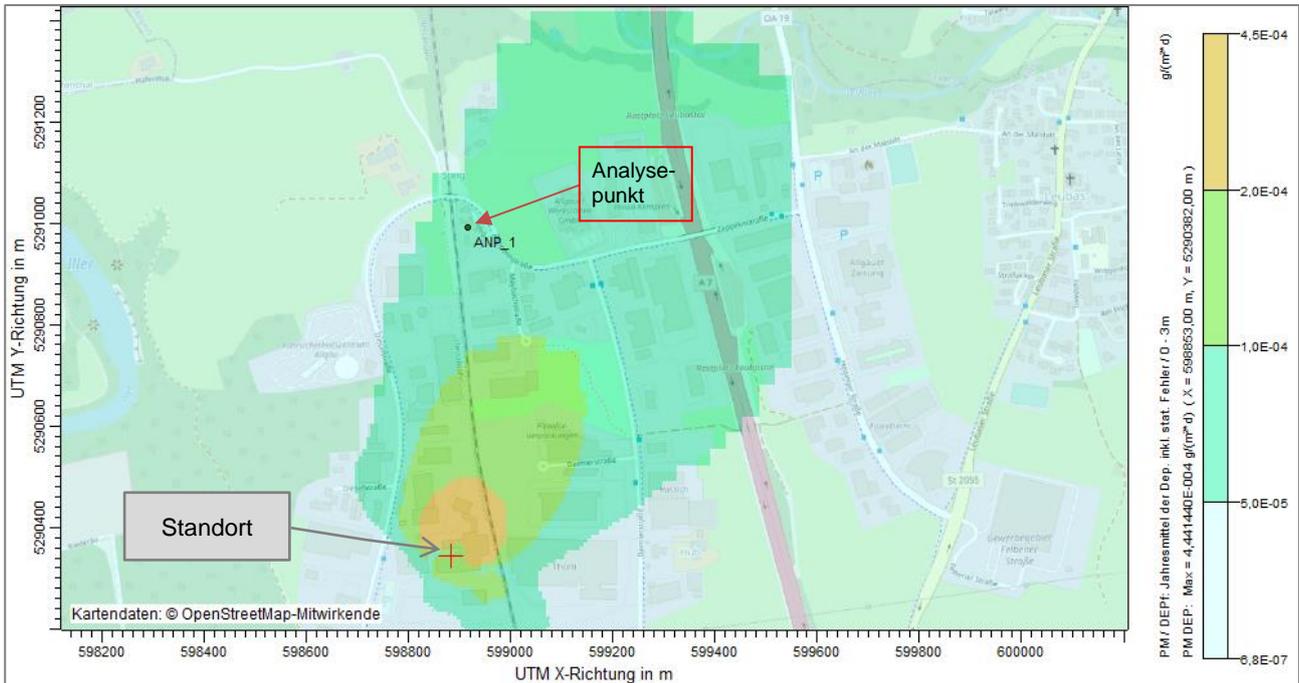
Somit ist gemäß den Beurteilungskriterien der TA Luft (2021) davon auszugehen, dass auch der Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere der Schutz der Vegetation und von Ökosystemen gemäß Nr. 4.1 der TA Luft (2021) gewährleistet ist.

#### 4.6 Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen durch Schadstoffdepositionen

In Nr. 4.5.1 der TA Luft werden neben den o. g. Immissionswerten auch Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe genannt. Die Maximalwerte für die Schadstoffdeposition durch das geplante Vorhaben werden auf dem Betriebsgelände erreicht.

Zur Bewertung der schädlichen Umweltauswirkungen durch Schadstoffdeposition wurde in AUSTAL ein Analysepunkt gesetzt. Als Standort des Analysepunktes wurde die Zelle gewählt, die am höchsten beaufschlagt ist und sich in einem besonders schutzbedürftigen Bereich, hier im Bereich der nächstgelegenen Wohnbebauung an der Straße „Steig“, befindet.

In der nachfolgenden Abbildung 4-7 sind die Konzentrationsverteilung für den Staubbiederschlag und der Analysepunkt dargestellt.



**Abbildung 4-7:** Konzentrationsverteilung für Staubniederschlag aus dem Betrieb der Linien K1 und K3 sowie weiterer Quellen (Immissions-Jahres-Gesamtzusatzbelastung) und Lage des Analysepunktes (Quelle: AUSTAL)

Liegen die Beurteilungspunkte nicht an dem Ort der maximalen Gesamtzusatzbelastung, müssen die berechneten Jahresimmissionskennwerte um die statistische Unsicherheit laut Nr. 10 Anhang 2 der TA Luft (2021) erhöht werden.

In Tabelle 4-3 sind die Werte der Kenngröße IJZ am Analysepunkt für die in Nr. 4.5.1 der TA Luft genannten Schadstoffe inkl. der zugehörigen statistischen Unsicherheit aufgeführt und den entsprechenden Immissionswerten aus Nr. 4.5.1 der TA Luft sowie weiteren Beurteilungswerten gegenübergestellt.



**Tabelle 4-3:** Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung ( $IJZ_{\max}$ ) am Analysepunkt inkl. der zugehörigen statistischen Unsicherheit für die Schadstoffdeposition

Maximum	$IJZ_{\max}$ [ $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ] *	IW [ $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ]	$IJZ_{\max}/IW$ [%] gerundet
As	0,33	4	8
Pb	1,19	100	1
Cd	0,26	2	13
Ni	1,19	15	8
Hg	0,028	1	3
Tl	0,26	2	13
Benzo(a)pyren	0,03	0,5	7
PCDD/F [ $\text{pg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ]	1,05 $\text{pg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	9 $\text{pg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	12

\* inkl. der statistischen Unsicherheit

Gemäß Nr. 4.5.2 der TA Luft kann von einer irrelevanten Zusatzbelastung ausgegangen werden, wenn die Zusatzbelastung 5 % des jeweiligen Immissions-Jahreswertes nicht überschreitet. Die in der Tabelle 4-3 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die ermittelte Immissions-Jahres-Zusatzbelastung für die Schadstoffdeposition der aufgelisteten Schwermetalle die 5 % Grenze der entsprechenden Immissionswerte teilweise unterschreitet.

Wie die Tabelle 4-3 darüber hinaus zeigt, liegen die IJZ der Parameter As, Cd, Ni, Tl, Benzo(a)pyren und PCDD/F nicht unterhalb der 5 % Grenze des Beurteilungswertes. Aus diesem Grund wird nachfolgend eine Sonderfallprüfung gemäß Nr. 4.5.2 d) in Verbindung mit Nr. 4.8 der TA Luft (2021) durchgeführt.

#### **Sonderfallprüfung gemäß Nr. 4.5.2 d) i.V.m. Nr. 4.8 der TA Luft (2021) für die Parameter As, Cd, Ni, Tl und PCDD/F**

Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat ein Papier mit den Hintergrundwerten der atmosphärischen Deposition, Jahresmittelwerte 2001 – 2020 (Stand September 2021), veröffentlicht. Zur Ermittlung der atmosphärischen Deposition werden an acht Stationen Sammler zur Erfassung Hintergrundbelastung in Bayern ganzjährig im 28-Tage-Rhythmus beprobt. Als Vorbelastungswerte werden unter konservativen Gesichtspunkten der jeweils höchste gemessene Werte an alle Messstationen herangezogen. Für die betrachteten Parameter weist die Dauerbeobachtungsstation DBS Ansbach die jeweils höchsten Messwerte auf.

In der nachfolgenden Tabelle wird die höchste gemessene Vorbelastung, für die Stoffe Arsen, Cadmium, Nickel und Thallium, der Jahre 2001 bis 2020, die ermittelte maximale Zusatzbelastung am Analysepunkt und die resultierende Gesamtbelastung für die in diesem Abschnitt betrachteten Emissionsparameter dargestellt.



Des Weiteren wurde der Bericht „Dioxine, Furane und PCB: Dauerhaft stabil – nicht immer von Vorteil, 20 Jahre Biomonitoring in Bayern“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt mit Stand 08/2018 für die Vorbelastung für den Parameter „PCDD/F“ herangezogen. In dem Bericht wird der Median der PCDD/F-Deposition an den ländlichen Dauerbeobachtungsstationen (DBS) mit 3,5 pg WHO-TEQ/(m<sup>2</sup>\*d) angegeben. In dem Bericht wird außerdem beschrieben, dass in NRW, einem industriell geprägten Bundesland mit Metallindustrien, höhere Depositionen von bis zu 6 pg WHO-TEQ/(m<sup>2</sup>\*d) gemessen wurden. Unter sehr konservativen Gesichtspunkten wurde dieser maximale Messwert aus NRW als Vorbelastungswert verwendet.

**Tabelle 4-4:** Gesamtbelastung für die Deposition von As, Cd, Ni, Tl, Benzo(a)pyren und PCDD/F

Parameter	IJZ <sub>max</sub> [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	Vorbelastung [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	Gesamtbelastung [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	IW [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]
As	0,37	0,50	0,87	4
Cd	0,30	0,14	0,44	2
Ni	1,33	<b>2,71</b>	4,04	15
Tl	0,30	0,037	0,34	2
PCDD/F	1,11 pg/(m <sup>2</sup> *d)	6,0 pg/(m <sup>2</sup> *d)	7,11 pg/(m <sup>2</sup> *d)	9,0 pg/(m <sup>2</sup> *d)

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, werden die Beurteilungswerte durch die Gesamtbelastung für die betrachteten Parameter auch nach Umsetzung des geplanten Vorhabens weiterhin deutlich unterschritten.

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen bzgl. der in der Tabelle 4-4 aufgelisteten Schwermetalle, die durch den Betrieb der geänderten Anlage hervorgerufen werden, ist, trotz der teilweise nicht irrelevanten Zusatzbelastungen, somit in Bezug auf diese Schadstoffe gewährleistet.

#### **Sonderfallprüfung gemäß Nr. 4.5.2 d) i.V.m. Nr. 4.8 der TA Luft (2021) für den Benzo(a)pyren**

Für den Parameter Benzo(a)pyren liegen lediglich Vorbelastungswerte aus den Jahren 2005 bis 2012 für den Alpenraum vor (LfU, 2017). Diese Vorbelastungswerte können nicht auf den Standort übertragen werden. Somit erfolgt die Sonderfallprüfung für diesen Parameter anhand der Berechnung des Eintrags in den Boden und Vergleich mit dem Vorsorgewert für Benzo(a)pyren gemäß Bundesbodenschutzverordnung. Bei Unterschreitung des Vorsorgewertes sind nachteilige Auswirkungen auf die Bodenfunktionen und somit durch die Schadstoffdeposition von Benzo(a)pyren nicht zu besorgen. Bei Überschreitung des Vorsorgewertes sind in der Regel schädliche Bodenveränderungen zu besorgen. Bei Unterschreitung des Vorsorgewertes ist eine uneingeschränkte landwirtschaftliche und gartenbauliche Nutzung gegeben. Im Regelfall wird ein Eintrag kleiner 2 % des Vorsorgewertes als irrelevant angenommen.



Zur Beurteilung der Auswirkungen durch Einträge von Schadstoffen, hier Benzo(a)pyren, über den Luftpfad kann hilfsweise auf ein vereinfachtes Rechenmodell aus der „Vollzugshilfe zur Ermittlung der Erheblichkeit von Stoffeinträgen in Natura 2000-Gebiete“ des Landesamtes für Umwelt (LfU) Brandenburg zurückgegriffen werden.

Hinsichtlich einer konservativen Abschätzung wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Die Staubbodenniederschlagsinhaltsstoffe dringen nur bis zu einer Tiefe von maximal 30 cm in den Boden ein.
- Es findet kein Schadstofftransport in tiefere Bodenschichten statt, so dass die Konzentration kontinuierlich ansteigt.
- Es findet keinerlei Schadstoffabbau statt.
- Die Bodendichte beträgt 1.200 kg/m<sup>3</sup>.
- Es wird ein 30-jähriger Betrieb der Anlage angenommen.

Mit diesen Annahmen lässt sich die maximale Schadstoffkonzentration im Boden (BZ), die durch den Schadstofftransfer vom Staubbodenniederschlag in den Boden entstehen kann, nach folgender Formel berechnen:

$$BZ = \frac{\text{Deposition [mg/(m}^2 \cdot \text{d)]} \times \text{Betriebszeit [d]}}{\text{Eindringtiefe [m]} \times \text{Bodendichte [kg/m}^3 \text{]}}$$

**Tabelle 4-5:** Immissionsjahreszusatzbelastung für Benzo(a)pyren, Deposition

IJZ <sub>max</sub> [µg/(m <sup>2</sup> ·d)]	Schadstoffkonzentration im Boden [mg/kg]	Vorsorgewert BBodSchV Ton/Schluff [mg/kg]	Anteil am Vorsorgewert
0,03	0,001	0,3	0,3

Wie der oben stehenden Tabelle entnommen werden kann, ergibt sich bei der konservativen Ermittlung der Schadstoffkonzentration im Boden durch den Eintrag von Benzo(a)pyren ein Anteil am Vorsorgewert für Böden von 0,3 % am Analysepunkt. Aufgrund der deutlichen Unterschreitung der 2 % des Vorsorgewertes ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition von Benzo(a)pyren, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen, die durch den Betrieb der geänderten Anlage hervorgerufen werden, ist, trotz der teilweise nicht irrelevanten Zusatzbelastungen (s. Tabelle 4-3), somit in Bezug auf diese Schadstoffe gewährleistet.

#### 4.7 Bewertung von Luftschadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind

In Tabelle 4-6 sind die resultierenden Werte der Kenngrößen der maximalen Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ<sub>max</sub>) für die Schadstoffe aufgeführt, für die in der TA Luft (2021) keine entsprechenden Immissionswerte genannt sind bzw. weitere Beurteilungswerte vorliegen. Die berechneten Werte der maximalen Zusatzbelastung werden anerkannten Wirkungsschwellenwerten bzw. für krebserzeugende Stoffe entsprechenden Beurteilungswerten gegenübergestellt.



Zur Beurteilung der Immissionszusatzbelastung wird die 3 % „Irrelevanzgrenze“ der Nr. 4.1 der TA Luft für die entsprechenden Immissions-Jahreswertes herangezogen.

**Tabelle 4-6:** Maximale Kenngrößen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung  $IJZ_{max}$  und Gegenüberstellung mit Beurteilungswerten

Schadstoff	$IJZ_{max}$	Beurteilungswert	Anteil am Beurteilungswert [%] gerundet
Chlorwasserstoff [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0,07	30 <sup>(e)</sup>	< 1
Cd [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,15	5 <sup>(a)</sup>	3
Tl [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,15	280 <sup>(g)</sup>	< 1
Hg [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,08	50 <sup>(a)</sup>	< 1
Sb [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,68	80 <sup>(f)</sup>	< 1
As [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,19	6 <sup>(a)</sup>	3
Cr [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,19	17 <sup>(b)</sup>	1
Co [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,19	100 <sup>(d)</sup>	< 1
Cu [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,68	100 <sup>(e)</sup>	< 1
Mn [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,68	150 <sup>(c)</sup>	< 1
Ni [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,68	20 <sup>(a)</sup>	3
V [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,68	20 <sup>(a)</sup>	3
Sn [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,68	20.000 <sup>(d)</sup>	< 1
B[a]P [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]	0,02	1 <sup>(a)</sup>	2
PCDD/F als TE [ $\text{fg}/\text{m}^3$ ]	0,61	150 <sup>(b)</sup>	< 1

<sup>(a)</sup> 39. BImSchV

<sup>(b)</sup> LAI, 2004

<sup>(c)</sup> WHO (2010)

<sup>(d)</sup> 1/100 MAK (TRGS 900)

<sup>(e)</sup> 1/100 MAK (DFG, 2023)

<sup>(f)</sup> Eikmann et al. (1999)

<sup>(g)</sup> FoBiG (1995)

Die Gegenüberstellung der ermittelten Maximalwerte  $IJZ_{max}$  mit den Wirkungsschwellenwerten bzw. Risikoschwellenwerten für krebserzeugende Stoffe zeigt, dass deren prozentualer Anteil an den Schwellenwerten für alle betrachteten Schadstoffe als Bestandteil des Schwebstaubes unter bzw. gleich der hier heranzuziehenden 3%-Irrelevanzgrenze liegt, siehe Tabelle 4-6. Der Schutz der menschlichen Gesundheit ist somit auch in Bezug auf diese Schadstoffe gewährleistet.

#### 4.8 Stickstoff- und Säuredeposition gemäß Nr. 4.8 der TA Luft (2021) in Verbindung mit Anhang 8 der TA Luft (2021)

Die Prüfung der Verträglichkeit von Stickstoff- und Säureeinträgen für Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung erfolgt gemäß den Vorgaben der Nr. 4.8 der TA Luft in Verbindung mit Anhang 8 der TA Luft (2021).

Ist eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung durch Stickstoffdeposition ausgeschlossen, so sind gemäß Nr. 4.8 der TA Luft (2021) für dieses Gebiet in der



Regel auch keine erheblichen Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition nach § 5 BImSchG zu besorgen.

### **Stickstoffdeposition**

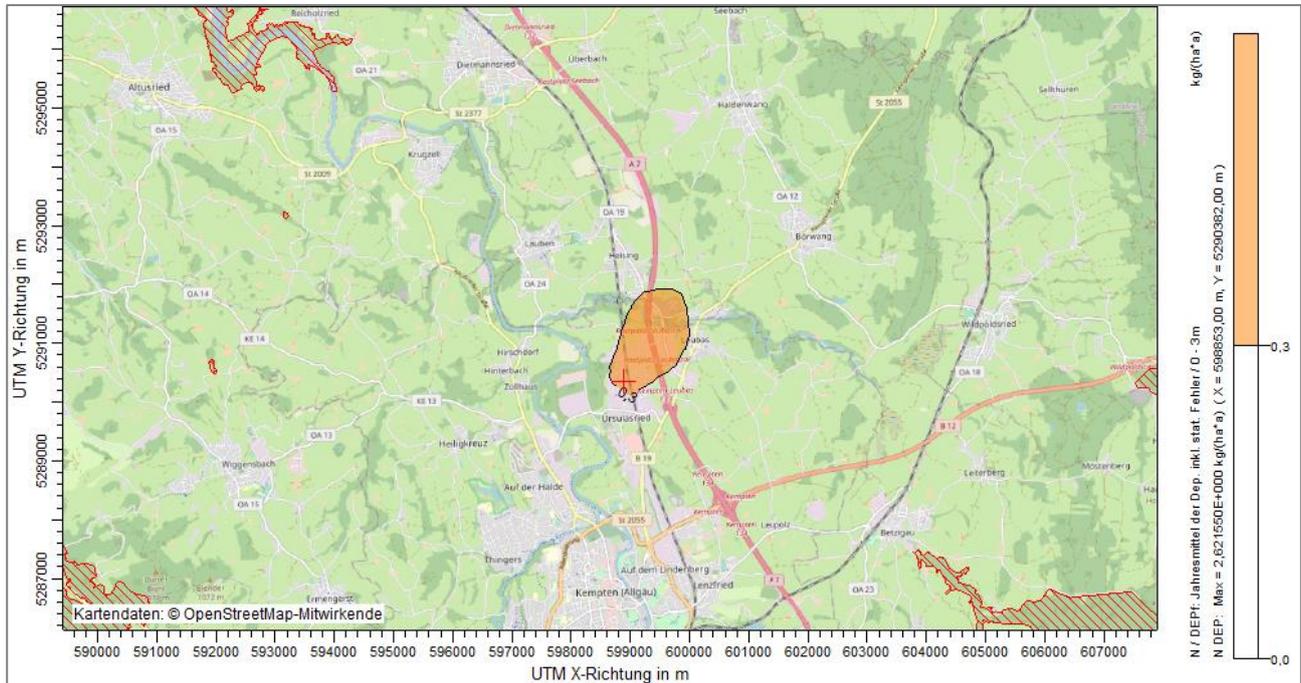
Stickstoffverbindungen ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  und  $\text{NH}_3$ ) können als Nährstoffe wirken und tragen somit in nährstoffarmen Gebieten zur Eutrophierung bei. Nährstoffeinträge können erhebliche Auswirkungen auf empfindliche Ökosysteme haben. Besonders auf nährstoffarmen Standorten kann ein dauerhafter Stickstoffeintrag zu Veränderungen der natürlichen Artenzusammensetzung führen. Darüber hinaus können Stickstoffverbindungen, ebenso wie Schwefelverbindungen, zur Versauerung beitragen.

Bei der Beurteilung möglicher Beeinträchtigungen von FFH-Gebieten sind unter anderem die Auswirkungen durch die Deposition von eutrophierend und versauernd wirkenden Luftschadstoffen und die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf empfindlich reagierende Lebensraumtypen zu betrachten.

Zur Beurteilung der Einträge von Stickstoffverbindungen ist eine Irrelevanzschwelle in Form eines unteren Abschneidekriteriums von  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$  (Anhang 8 TA Luft) zu prüfen. Eine Betrachtung kumulativer Wirkungen mit anderen Projekten ist bei Unterschreitung des Abschneidekriteriums von  $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$  gemäß des Anhangs 8 der TA Luft (2021) nicht erforderlich.

Ist eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung durch Stickstoffdeposition ausgeschlossen, so sind gemäß Nr. 4.8 der TA Luft (2021) für dieses Gebiet in der Regel auch keine erheblichen Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition nach § 5 BImSchG zu besorgen.

Der Maximalwert der Einträge von Stickstoffverbindungen durch den Betrieb der geänderten Anlage liegt bei  $2,62 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ . Somit wird das Abschneidekriterium durch die Depositionszusatzbelastung überschritten. Der Bereich, in der das Abschneidekriterium überschritten wird, ist in der nachfolgend Abbildung dargestellt.



**Abbildung 4-8:** Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für die Stickstoffdeposition anhand des Abschneidekriteriums von  $0,3 \text{ kg}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ , FFH-Gebiete in rot dargestellt

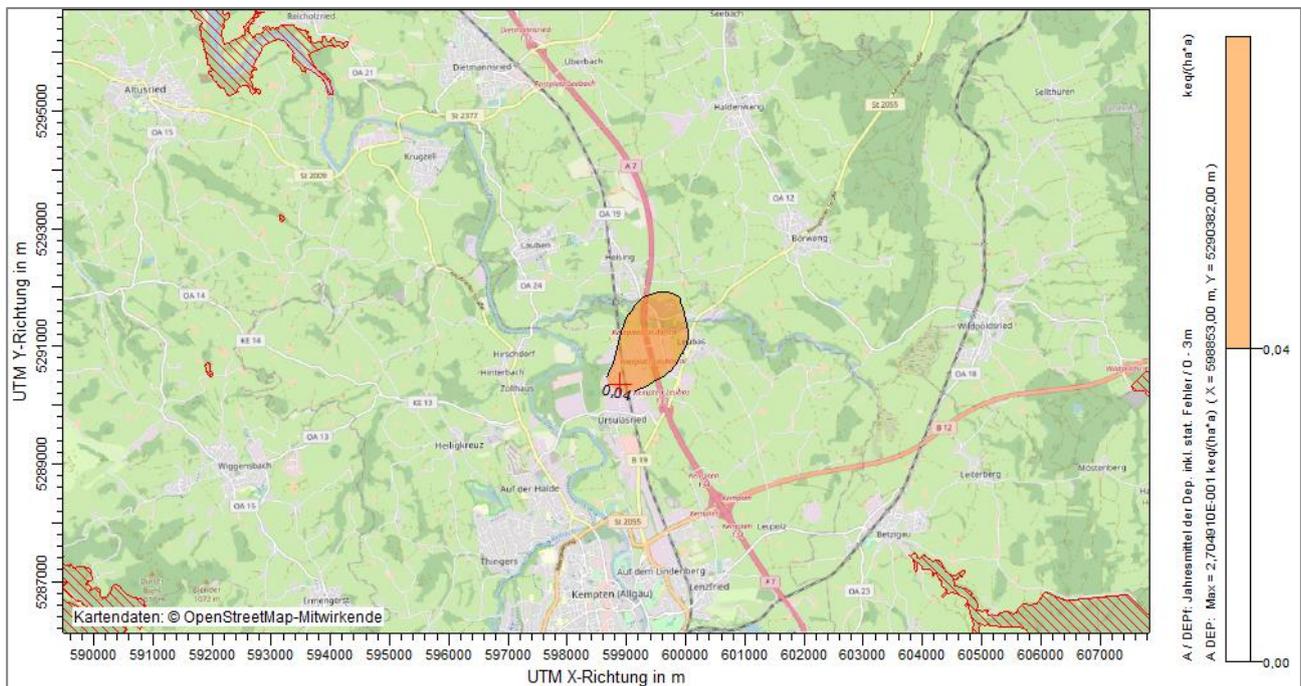
Die Region, in der das Abschneidekriterium überschritten wird, liegt nicht im Bereich von FFH-Gebieten (siehe Abbildung 4-8). Nachteilige Auswirkungen auf die FFH-Gebieten durch den Stickstoffeintrag des Betriebs der geänderten Anlagen sind folglich auszuschließen.

## Säuredeposition

In Bezug auf die Auswirkungen auf die Natura 2000-Gebiete ist auch der Eintrag von versauernd wirkenden Stoffen durch das geplante Vorhaben zu betrachten. Versauerung wird sowohl durch Schwefel- als auch durch Stickstoffeinträge verursacht. Neben der direkten Wirkung auf Pflanzen können die Verbindungen zusätzlich in den Boden eingetragen und durch vielfältige Reaktionen in Säuren umgewandelt werden. Sie tragen somit zu einer Versauerung der Böden bei. Betrachtet werden hierbei  $\text{NO-N}$ ,  $\text{NO}_2\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$  und  $\text{SO}_2\text{-S}$ .

Für versauernd wirkende Stoffe kann die Beurteilung anhand eines Abschneidekriteriums von  $0,04 \text{ keq } (\text{S}+\text{N})/(\text{ha} \cdot \text{a})$  ( $\text{eq}$  = Säureäquivalenten) des Anhangs 8 der TA Luft (2021) erfolgen.

Der Maximalwert der Säuredeposition durch den Betrieb der geänderten Anlage liegt bei  $0,270 \text{ keq } \text{N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ . Somit wird das Abschneidekriterium durch die Depositionszusatzbelastung überschritten. Der Bereich, in der das Abschneidekriterium überschritten wird, ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



**Abbildung 4-9:** Abgrenzung des Untersuchungsgebietes für die Säuredeposition anhand des Abschneidekriteriums von  $0,04 \text{ keq}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ , FFH-Gebiete in rot dargestellt

Die Region, in der das Abschneidekriterium überschritten wird, liegt nicht im Bereich von FFH-Gebieten (siehe Abbildung 4-9). Nachteilige Auswirkungen auf die FFH-Gebiete durch den Säureeintrag des Betriebs der geänderten Anlagen sind folglich auch auszuschließen.

Da keine Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung innerhalb des Einwirkungsbereichs der Anlage liegen, ist mit Blick auf diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG nach den Vorgaben des Anhangs 8 der TA Luft (2021) nicht erforderlich.

#### 4.9 Stickstoffdeposition gemäß Nr. 4.8 der TA Luft (2021) in Verbindung mit Anhang 9 der TA Luft (2021)

Ist eine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung durch Stickstoffdeposition, wie in Kapitel 4.8 gezeigt, ausgeschlossen, so sind gemäß Nr. 4.8 der TA Luft (2021) für dieses Gebiet in der Regel auch keine erheblichen Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition nach § 5 BImSchG zu besorgen.

Außerhalb von Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung ist für die Prüfung, ob der Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme durch Stickstoffdeposition gewährleistet ist, gemäß Nr. 4.8 die Vorgaben des Anhangs 9 der TA Luft (2021) heranzuziehen. Hiernach soll zunächst geprüft werden, ob die Gesamtanlage in erheblichem Maße zur Stickstoffdeposition beiträgt.

In einem ersten Schritt ist daher zu prüfen, ob sich empfindliche Pflanzen und Ökosysteme im Beurteilungsgebiet befinden. Analog zur Nummer 4.6.2.5 der TA Luft (2021) 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 und in der die Gesamtzusatzbelastung der Anlage im Aufpunkt mehr als 5 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beträgt. Bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m über Flur soll der Radius mindestens 1 km betragen. Hierbei sind die Auswirkungen auf einzelne Hofgehölze nicht zu betrachten. Die maximale Stickstoffdeposition beträgt ca. 2,62 kg<sub>N</sub>/(ha\*a) und liegt somit unterhalb von 5 kg<sub>N</sub>/(ha\*a) ist.

Nachteilige Auswirkungen der Stickstoffdeposition durch die Emissionen der geänderten Anlagen der ZAK Energie GmbH am Standort Kempten auf empfindliche Pflanzen und Ökosysteme sind folglich auszuschließen.

#### 4.10 Fazit

Der Immissionsbeitrag der geänderten Anlagen am Standort der ZAK Energie GmbH in Kempten kann bzgl. der anlagenspezifischen Schadstoffkomponenten als irrelevant bezeichnet werden. Der Schutz der menschlichen Gesundheit ist in Bezug auf die untersuchten Schadstoffe gewährleistet.

Der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes der Vegetation und von Ökosystemen, die durch den Betrieb der geänderten Anlagen am Standort der ZAK Energie GmbH hervorgerufen werden, ist ebenso gewährleistet.

Nachteilige Auswirkungen auf die FFH-Gebiete durch den Stickstoff- und Säureeintrag des Betriebs der geänderten Anlagen am Standort der ZAK Energie GmbH sind ebenfalls auszuschließen. Gleiches gilt für die Auswirkungen der Stickstoffdeposition auf empfindliche Pflanzen und Ökosysteme.

Abschließend kann somit festgehalten werden, dass durch den Immissionsbeitrag der geänderten Anlagen am Standort der ZAK Energie GmbH keine erheblichen nachteiligen Umweltauswirkungen durch luftverunreinigende Stoffe zu erwarten sind.

Düren, 22.11.2023

Dr. Vera Linke-Wienemann

stellvertr. Leiterin Geschäftsbereich Umweltschutz

Hannah Bell

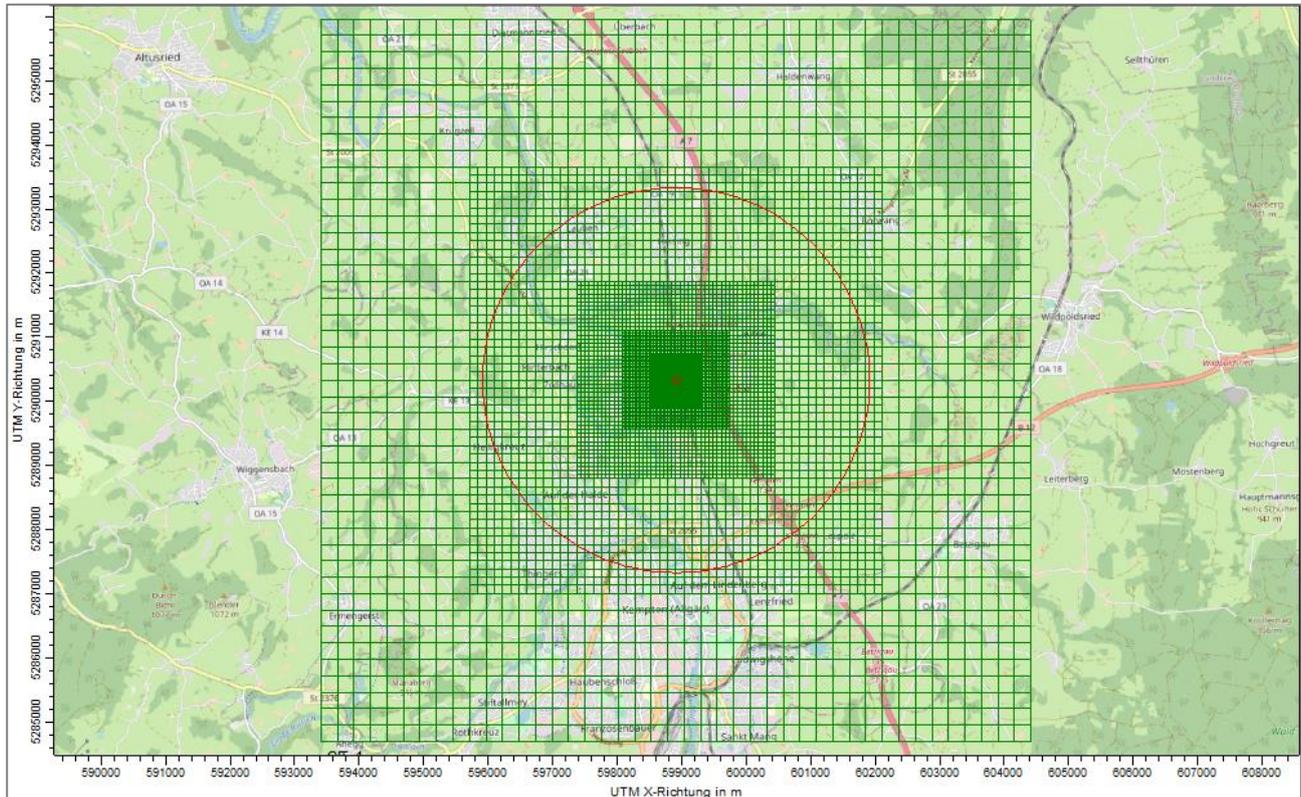
Geschäftsbereich Umweltschutz

*Dieses Gutachten unterliegt dem Urheberrecht. Vervielfältigungen, Weitergabe oder Veröffentlichung des Gutachtens in Teilen oder als Ganzes außerhalb des aktuellen Verwendungszweckes sind nur nach vorheriger Genehmigung und unter Angabe der Quelle erlaubt, soweit mit dem Auftraggeber nichts anderes vereinbart ist.*



## 5 Anhang

### 5.1 Beurteilungsgebiet und Rechengitter



**Abbildung 5-1:** Beurteilungsgebiet gemäß Nr. 4.6.2.5 der TA Luft (Kreis) und maximale Ausdehnung des innerhalb der durchgeführten Ausbreitungsrechnung genutzten Rechengitters



## 5.2 Ein- und Ausgabedatei von AUSTAL

### 5.2.1 Ein- und Ausgabedateien Gesamtanlage

#### 5.2.1.1 Eingabedatei

```
-- AUSTAL-Eingaben erzeugt mit:
-- AUSTAL View Ver. 10.3.0
-- (c) Lakes Environmental Software Inc.
-- ArguSoft GmbH & Co KG
-- Datum: 22.11.2023
-- Datei: C:\Users\Austal\Desktop\PR23H0041_ZAK\Ausbreitungsrechnung\ZAK2\ austal.txt
--
=====
-- Optionen Projektion
=====
-- PROJECTN CoordinateSystemUTM
-- DESCPTN UTM: Universal Transverse Mercator
-- DATUM European Terrestrial Reference System 1989
-- DTMRGN Europe
-- UNITS m
-- ZONE 32
-- ZONEINX 0
--
=====
-- STEUERUNGS-OPTIONEN
=====
ti "ZAK1" 'Projekt-Titel
ux 32598882 'x-Koordinate des Bezugspunktes
uy 5290344 'y-Koordinate des Bezugspunktes
qs 2 'Qualitätsstufe
--
=====
-- METEO-OPTIONEN
=====
-- Stations-ID: 02559
-- Jahr: 01.01.2014 - 31.12.2014
-----
az "C:\Users\Austal\Desktop\PR23H0041_ZAK\Kempten_DWD2559_2014.akterm" 'AKT-Datei
xa -4066.00 'x-Koordinate des Anemometers
ya -4492.00 'y-Koordinate des Anemometers
ri ?
-----
-- RECHENGITTER
=====
dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 256.0 'Zellengröße (m)
x0 -171.0 -323.0 -387.0 -803.0 -1507.0 -3171.0 -5475.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
nx 100 88 52 52 48 50 43 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
y0 -196.0 -348.0 -428.0 -780.0 -1548.0 -3340.0 -5644.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
ny 92 84 52 48 48 52 44 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
nz 20 33 33 33 33 33 33 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
--
=====
-- GELÄNDE-OPTIONEN
=====
gh "ZAK1.grid" 'Gelände-Datei
--
=====
-- QUELLEN-PARAMETER
=====
-- xq = x-Koordinate der Quelle (m)
-- yq = y-Koordinate der Quelle (m)
-- hq = Höhe der Quelle (m)
-- aq = Länge in X-Richtung (m)
-- bq = Länge in Y-Richtung (m)
-- cq = Länge in Z-Richtung (m)
```



-- wq = Drehwinkel der Quelle (Grad)  
 -- dq = Durchmesser der Quelle (m)  
 -- vq = Abgasgeschw. der Quelle (m/s)  
 -- tq = Austrittstemperatur (°C)  
 -- lq = Flüssigwassergehalt (kg Wasser/kg feuchte Luft)  
 -- rq = Relative Feuchte des Schwadens (%)  
 -- zq = Wasserbeladung [kg Wasser/kg trockene Luft]  
 -- sq = Spezifische Feuchte [kg Wasserdampf/kg feuchte Luft]

	QUE_1	QUE_2	QUE_3	QUE_4	QUE_5
xq	-28.00	-2.00	62.00	78.00	62.00
yq	6.00	-25.00	-28.00	-8.00	-28.00
hq	60.00	30.00	60.00	27.80	60.00
aq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
bq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
cq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
wq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
dq	1.50	0.35	1.75	0.66	1.75
vq	22.70	31.40	11.80	18.20	2.30
tq	140.00	500.00	135.00	500.00	300.00
lq	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
rq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
zq	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
sq	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

=====  
 -- EMISSIONEN  
 =====

	QUE_1	QUE_2	QUE_3	QUE_4	QUE_5	
so2	0.86666667	0	0.64444444	0.012424111	0.019136111	
no	1.9118667	0	1.4216444	0.5893838	0.27124861	
no2	0.325	0	0.24166667	0.10019444	0.046111111	
nox	3.25	0	2.4166667	1.0019444	0.46111111	
bzl	0	?	0	0.040077778	0	[Formaldehyd]
tce	0.17333333	0	0.12888889	0	0	[Chlorwasserstoff]
f	0.0195	0	0.0145	0	0	
nh3	0.21666667	0	0.16111111	0	0	
hg	5.4166667E-5	0	4.0277778E-5	0	0	
xx	1.0833333	0	0.80555556	0.60116667	0.18444444	[Kohlenmonoxid]
pm-1	0.0325	?	0.024166667	0.012023333	0.013833333	
pm-2	0.075833333	?	0.056388889	0.028054444	0.032277778	
hg0	5.4166667E-5	0	4.0277778E-5	0	0	
pm25-1	0.0325	?	0.024166667	0.012023333	0.013833333	

=====  
 -- GEBÄUDE-PARAMETER  
 =====

-- xb = x-Koordinate des Gebäudes  
 -- yb = y-Koordinate des Gebäudes  
 -- ab = Länge in X-Richtung (m)  
 -- bb = Länge in Y-Richtung (m)  
 -- cb = Länge in Z-Richtung (m)  
 -- wb = Drehwinkel des Gebäudes (Grad)

	GEB_1	GEB_2	GEB_3	GEB_4	GEB_5	GEB_6	GEB_7	GEB_8	GEB_9	GEB_10	GEB_11
xb	73.75	31.50	26.58	46.28	57.81	33.27	-29.94	13.36	-25.43	0.78	61.25
yb	32.15	10.76	6.03	12.33	-3.92	-5.70	4.05	-26.67	-27.72	-25.10	13.83
ab	54.00	30.00	5.00	17.00	11.00	65.00	15.00	10.00	11.70	4.00	28.00
bb	17.00	15.00	4.00	15.00	32.00	15.00	6.00	17.00	26.50	5.50	7.00
cb	22.00	28.60	27.50	22.00	23.00	27.00	25.00	21.00	25.00	27.00	23.00
wb	185.59	275.37	4.01	275.68	184.26	185.73	273.92	275.71	-84.85	-85.92	276.05

\*

### 5.2.1.2 Ausgabedatei

2023-11-22 08:22:18 AUSTAL gestartet



Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x  
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023  
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

=====  
 Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15  
 =====

Arbeitsverzeichnis: C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12  
 Das Programm läuft auf dem Rechner "PR-AUSTAL2".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "ZAK1" 'Projekt-Titel'
> ux 32598882 'x-Koordinate des Bezugspunktes'
> uy 5290344 'y-Koordinate des Bezugspunktes'
> qs 2 'Qualitätsstufe'
> az Kempten_DWD2559_2014.akterm
> xa -4066.00 'x-Koordinate des Anemometers'
> ya -4492.00 'y-Koordinate des Anemometers'
> ri ?
> dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 256.0 'Zellengröße (m)'
> x0 -171.0 -323.0 -387.0 -803.0 -1507.0 -3171.0 -5475.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters'
> nx 100 88 52 52 48 50 43 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung'
> y0 -196.0 -348.0 -428.0 -780.0 -1548.0 -3340.0 -5644.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters'
> ny 92 84 52 48 48 52 44 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung'
> nz 20 33 33 33 33 33 33 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung'
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0
400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "ZAK1.grid" 'Gelände-Datei'
> xq -28.00 -2.00 62.00 78.00 62.00
> yq 6.00 -25.00 -28.00 -8.00 -28.00
> hq 60.00 30.00 60.00 27.80 60.00
> aq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> bq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> cq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> wq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> dq 1.50 0.35 1.75 0.66 1.75
> vq 22.70 31.40 11.80 18.20 2.30
> tq 140.00 500.00 135.00 500.00 300.00
> lq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> rq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> zq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> sq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> so2 0.86666667 0 0.64444444 0.012424111 0.019136111
> no 1.9118667 0 1.4216444 0.5893838 0.27124861
> no2 0.325 0 0.24166667 0.10019444 0.046111111
> nox 3.25 0 2.4166667 1.0019444 0.46111111
> bz1 0 ? 0 0.040077778 0 [Formaldehyd]
> tce 0.17333333 0 0.12888889 0 0 [Chlorwasserstoff]
> f 0.0195 0 0.0145 0 0
> nh3 0.21666667 0 0.16111111 0 0
> hg 5.4166667E-5 0 4.0277778E-5 0 0
> xx 1.0833333 0 0.80555556 0.60116667 0.18444444 [Kohlenmonoxid]
> pm-1 0.0325 ? 0.024166667 0.012023333 0.013833333
> pm-2 0.075833333 ? 0.056388889 0.028054444 0.032277778
> hg0 5.4166667E-5 0 4.0277778E-5 0 0
> pm25-1 0.0325 ? 0.024166667 0.012023333 0.013833333
> xb 73.75 31.50 26.58 46.28 57.81 33.27 -29.94 13.36 -25.43 0.78 61.25
> yb 32.15 10.76 6.03 12.33 -3.92 -5.70 4.05 -26.67 -27.72 -25.10 13.83
> ab 54.00 30.00 5.00 17.00 11.00 65.00 15.00 10.00 11.70 4.00 28.00
> bb 17.00 15.00 4.00 15.00 32.00 15.00 6.00 17.00 26.50 5.50 7.00
> cb 22.00 28.60 27.50 22.00 23.00 27.00 25.00 21.00 25.00 27.00 23.00
> wb 185.59 275.37 4.01 275.68 184.26 185.73 273.92 275.71 -84.85 -85.92 276.05
> LIBPATH "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/lib"
    
```



===== Ende der Eingabe =====

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.  
 >>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 16  
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 28.6 m.  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.03 (0.03).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.04 (0.04).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.08 (0.08).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.18 (0.18).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.17 (0.16).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.30 (0.26).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 7 ist 0.30 (0.24).

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.  
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.790 m.  
 Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.  
 Die Zeitreihen-Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/zeitreihe.dmna" wird verwendet.  
 Es wird die Anemometerhöhe ha=19.1 m verwendet.  
 Die Angabe "az Kempten\_DWD2559\_2014.akterm" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL d4279209  
 Prüfsumme TALDIA 7502b53c  
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c  
 Prüfsumme SERIES ea4b197e  
 Gesamtniederschlag 1318 mm in 1168 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).  
 Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "so2"  
 TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 3)  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-j00z01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-j00s01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03z01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03s01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03i01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00z01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00s01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00i01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-depz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-deps01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-wetz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-wets01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-dryz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-drys01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-j00s02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03z02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03s02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00z02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00s02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00i02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-depz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-deps02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-wetz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-wets02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-dryz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-drys02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-j00z03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-j00s03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03z03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03s03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t03i03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00z03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00s03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/so2-t00i03" ausgeschrieben.



















TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s18s05" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s00z05" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s00s05" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s18z06" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s18s06" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s00z06" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s00s06" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s18z07" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s18s07" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s00z07" ausgeschrieben.  
 TQL: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK2/erg0016/no2-s00s07" 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 : 2.653e+000 kg/(ha\*a) (+/- 0.4%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 SO2 DRY : 1.027e+000 kg/(ha\*a) (+/- 2.9%) bei x= 405 m, y= 348 m (3: 50, 49)  
 SO2 WET : 2.591e+000 kg/(ha\*a) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 NO2 DEP : 5.489e-001 kg/(ha\*a) (+/- 1.5%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 NO2 DRY : 5.426e-001 kg/(ha\*a) (+/- 1.5%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 NO2 WET : 1.067e-002 kg/(ha\*a) (+/- 0.1%) bei x= 75 m, y= -2 m (1: 62, 49)  
 NO DEP : 4.508e-001 kg/(ha\*a) (+/- 1.4%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 NO DRY : 4.508e-001 kg/(ha\*a) (+/- 1.4%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 NH3 DEP : 3.128e+000 kg/(ha\*a) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 NH3 DRY : 2.362e-001 kg/(ha\*a) (+/- 3.1%) bei x= 405 m, y= 348 m (3: 50, 49)  
 NH3 WET : 3.117e+000 kg/(ha\*a) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 HG0 DEP : 5.540e-004 µg/(m²\*d) (+/- 3.2%) bei x= 405 m, y= 348 m (3: 50, 49)  
 HG0 DRY : 5.540e-004 µg/(m²\*d) (+/- 3.2%) bei x= 405 m, y= 348 m (3: 50, 49)  
 PM DEP : 1.260e-003 g/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= 75 m, y= -2 m (1: 62, 49)  
 PM DRY : 1.296e-004 g/(m²\*d) (+/- 1.6%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 PM WET : 1.179e-003 g/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= 75 m, y= -2 m (1: 62, 49)  
 HG DEP : 1.856e-001 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 HG DRY : 8.596e-003 µg/(m²\*d) (+/- 3.1%) bei x= 405 m, y= 348 m (3: 50, 49)  
 HG WET : 1.851e-001 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 XX DEP : 0.000e+000 g/(m²\*d) (+/- 0.0%) [Kohlenmonoxid]  
 XX DRY : 0.000e+000 g/(m²\*d) (+/- 0.0%) [Kohlenmonoxid]  
 XX WET : 0.000e+000 g/(m²\*d) (+/- 0.0%) [Kohlenmonoxid]

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2 J00 : 3.304e-001 µg/m³ (+/- 2.2%) bei x= 389 m, y= 300 m (3: 49, 46)  
 SO2 T03 : 2.954e+000 µg/m³ (+/- 14.8%) bei x= 297 m, y= 304 m (2: 78, 82)  
 SO2 T00 : 4.085e+000 µg/m³ (+/- 13.2%) bei x= 321 m, y= 264 m (2: 81, 77)  
 SO2 S24 : 9.282e+000 µg/m³ (+/- 39.7%) bei x= 361 m, y= 264 m (2: 86, 77)  
 SO2 S00 : 2.963e+001 µg/m³ (+/- 98.8%) bei x= -69 m, y= -130 m (1: 26, 17)  
 NOX J00 : 4.940e+000 µg/m³ (+/- 0.9%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 NO2 J00 : 5.734e-001 µg/m³ (+/- 1.0%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 NO2 S18 : 1.060e+001 µg/m³ (+/- 23.3%) bei x= 27 m, y= 2 m (1: 50, 50)  
 NO2 S00 : 5.497e+001 µg/m³ (+/- 95.8%) bei x= -835 m, y= 596 m (5: 11, 34)  
 NH3 J00 : 7.543e-002 µg/m³ (+/- 2.4%) bei x= 389 m, y= 300 m (3: 49, 46)  
 BZL J00 : 1.979e-001 µg/m³ (+/- 0.9%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57) [Formaldehyd]  
 F J00 : 7.675e-003 µg/m³ (+/- 2.5%) bei x= 405 m, y= 348 m (3: 50, 49)  
 TCE J00 : 6.821e-002 µg/m³ (+/- 2.5%) bei x= 405 m, y= 348 m (3: 50, 49) [Chlorwasserstoff]  
 PM J00 : 2.081e-001 µg/m³ (+/- 1.0%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 PM T35 : 6.655e-001 µg/m³ (+/- 11.3%) bei x= 87 m, y= 26 m (1: 65, 56)  
 PM T00 : 2.094e+000 µg/m³ (+/- 5.8%) bei x= 87 m, y= 26 m (1: 65, 56)  
 PM25 J00 : 6.456e-002 µg/m³ (+/- 1.0%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57)  
 XX J00 : 2.901e-006 g/m³ (+/- 0.9%) bei x= 83 m, y= 30 m (1: 64, 57) [Kohlenmonoxid]



2023-11-22 13:17:49 AUSTAL beendet.

## 5.2.2 Ein- und Ausgabedateien Linie K1 und K3 – Schwermetalle

### 5.2.2.1 Eingabedatei

```
-- AUSTAL-Eingaben erzeugt mit:
-- AUSTAL View Ver. 10.3.0
-- (c) Lakes Environmental Software Inc.
-- ArguSoft GmbH & Co KG
-- Datum: 06.11.2023
-- Datei: C:\Users\Austal\Desktop\PR23H0041_ZAK\Ausbreitungsrechnung\ZAK3\ austal.txt
--
=====
-- Optionen Projektion
=====
-- PROJECTN CoordinateSystemUTM
-- DESCPTN UTM: Universal Transverse Mercator
-- DATUM European Terrestrial Reference System 1989
-- DTMRGN Europe
-- UNITS m
-- ZONE 32
-- ZONEINX 0
--
=====
-- STEUERUNGSOPTIONEN
=====
ti "ZAK1" 'Projekt-Titel
ux 32598882 'x-Koordinate des Bezugspunktes
uy 5290344 'y-Koordinate des Bezugspunktes
qs 2 'Qualitätsstufe
--
=====
-- METEO-OPTIONEN
=====
-- Stations-ID: 02559
-- Jahr: 01.01.2014 - 31.12.2014
-----
az "C:\Users\Austal\Desktop\PR23H0041_ZAK\Kempten_DWD2559_2014.akterm" 'AKT-Datei
xa -4066.00 'x-Koordinate des Anemometers
ya -4492.00 'y-Koordinate des Anemometers
ri ?
-----
-- RECHENGITTER
=====
dd 4.0 8.0 16.0 32.0 64.0 128.0 256.0 'Zellengröße (m)
x0 -171.0 -323.0 -387.0 -803.0 -1507.0 -3171.0 -5475.0 'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
nx 100 88 52 52 48 50 43 'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
y0 -196.0 -348.0 -428.0 -780.0 -1548.0 -3340.0 -5644.0 'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
ny 92 84 52 48 48 52 44 'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
nz 20 33 33 33 33 33 33 'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0
500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
--
=====
-- GELÄNDE-OPTIONEN
=====
gh "ZAK1.grid" 'Gelände-Datei
--
=====
-- QUELLEN-PARAMETER
=====
-- xq = x-Koordinate der Quelle (m)
-- yq = y-Koordinate der Quelle (m)
-- hq = Höhe der Quelle (m)
-- aq = Länge in X-Richtung (m)
-- bq = Länge in Y-Richtung (m)
```



-- cq = Länge in Z-Richtung (m)  
 -- wq = Drehwinkel der Quelle (Grad)  
 -- dq = Durchmesser der Quelle (m)  
 -- vq = Abgasgeschw. der Quelle (m/s)  
 -- tq = Austrittstemperatur (°C)  
 -- lq = Flüssigwassergehalt (kg Wasser/kg feuchte Luft)  
 -- rq = Relative Feuchte des Schwadens (%)  
 -- zq = Wasserbeladung [kg Wasser/kg trockene Luft]  
 -- sq = Spezifische Feuchte [kg Wasserdampf/kg feuchte Luft]

```

-----
-- QUE_1  QUE_3
xq -28.00  62.00
yq  6.00  -28.00
hq 60.00  60.00
aq  0.00  0.00
bq  0.00  0.00
cq  0.00  0.00
wq  0.00  0.00
dq  1.50  1.75
vq 22.70  11.80
tq 140.00 135.00
lq 0.0000 0.0000
rq  0.00  0.00
zq 0.0000 0.0000
sq  0.00  0.00
    
```

-----  
 -- EMISSIONEN  
 -----

```

-- QUE_1  QUE_3
tce 0.17333333 0.12888889 [Chlorwasserstoff]
f  0.0195  0.0145
hg  5.4166667E-5 4.0277778E-5
pm-1 0.0325  0.024166667
pm-2 0.075833333 0.056388889
as-1 0.0001625  0.00012083333
as-2 0.00037916667 0.00028194444
pb-1 0.000585  0.000435
pb-2 0.001365  0.001015
cd-1 0.00013  9.6666667E-5
cd-2 0.00030333333 0.00022555556
ni-1 0.000585  0.000435
ni-2 0.001365  0.001015
tl-1 0.00013  9.6666667E-5
tl-2 0.00030333333 0.00022555556
hg0  5.4166667E-5 4.0277778E-5
pm25-1 0.0325  0.024166667
bap-1 1.625E-5  1.2083333E-5
bap-2 3.7916667E-5 2.8194444E-5
dx-1 5.2E-10  3.8666667E-10
dx-2 1.2133333E-9 9.0222222E-10
    
```

-----  
 -- GEBÄUDE-PARAMETER  
 -----

-- xb = x-Koordinate des Gebäudes  
 -- yb = y-Koordinate des Gebäudes  
 -- ab = Länge in X-Richtung (m)  
 -- bb = Länge in Y-Richtung (m)  
 -- cb = Länge in Z-Richtung (m)  
 -- wb = Drehwinkel des Gebäudes (Grad)

```

-----
-- GEB_1  GEB_2  GEB_3  GEB_4  GEB_5  GEB_6  GEB_7  GEB_8  GEB_9  GEB_10  GEB_11
xb 73.75  31.50  26.58  46.28  57.81  33.27  -29.94  13.36  -25.43  0.78  61.25
yb 32.15  10.76  6.03  12.33  -3.92  -5.70  4.05  -26.67  -27.72  -25.10  13.83
ab 54.00  30.00  5.00  17.00  11.00  65.00  15.00  10.00  11.70  4.00  28.00
bb 17.00  15.00  4.00  15.00  32.00  15.00  6.00  17.00  26.50  5.50  7.00
cb 22.00  28.60  27.50  22.00  23.00  27.00  25.00  21.00  25.00  27.00  23.00
wb 185.59  275.37  4.01  275.68  184.26  185.73  273.92  275.71  -84.85  -85.92  276.05
    
```



\*

### 5.2.2.2 Ausgabedatei

2023-11-06 21:31:53 AUSTAL gestartet

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.2.1-WI-x  
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2023  
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2023

=====  
 Modified by Petersen+Kade Software , 2023-08-15  
 =====

Arbeitsverzeichnis: C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016

Erstellungsdatum des Programms: 2023-08-15 10:31:12  
 Das Programm läuft auf dem Rechner "PR-AUSTAL2".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> settingspath "C:\Program Files (x86)\Lakes\AUSTAL_View\Models\ austal.settings"
> ti "ZAK1"                'Projekt-Titel
> ux 32598882              'x-Koordinate des Bezugspunktes
> uy 5290344               'y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 2                     'Qualitätsstufe
> az Kempten_DWD2559_2014.akterm
> xa -4066.00              'x-Koordinate des Anemometers
> ya -4492.00              'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 4.0    8.0    16.0    32.0    64.0    128.0    256.0    'Zellengröße (m)
> x0 -171.0  -323.0  -387.0  -803.0  -1507.0  -3171.0  -5475.0  'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 100      88      52      52      48      50      43      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -196.0  -348.0  -428.0  -780.0  -1548.0  -3340.0  -5644.0  'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 92      84      52      48      48      52      44      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 20      33      33      33      33      33      33      'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD+SCINOTAT+WETDRIFT
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 61.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0
400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> gh "ZAK1.grid"          'Gelände-Datei
> xq -28.00    62.00
> yq 6.00     -28.00
> hq 60.00    60.00
> aq 0.00     0.00
> bq 0.00     0.00
> cq 0.00     0.00
> wq 0.00     0.00
> dq 1.50     1.75
> vq 22.70    11.80
> tq 140.00   135.00
> lq 0.0000   0.0000
> rq 0.00     0.00
> zq 0.0000   0.0000
> sq 0.00     0.00
> tce 0.17333333 0.12888889 [Chlorwasserstoff]
> f 0.0195    0.0145
> hg 5.4166667E-5 4.0277778E-5
> pm-1 0.0325  0.024166667
> pm-2 0.075833333 0.056388889
> as-1 0.0001625 0.00012083333
> as-2 0.00037916667 0.00028194444
> pb-1 0.000585 0.000435
> pb-2 0.001365 0.001015
> cd-1 0.00013 9.6666667E-5
> cd-2 0.00030333333 0.00022555556
> ni-1 0.000585 0.000435
> ni-2 0.001365 0.001015
> tl-1 0.00013 9.6666667E-5
    
```



```
> tl-2 0.00030333333 0.00022555556
> hg0 5.4166667E-5 4.0277778E-5
> pm25-1 0.0325 0.024166667
> bap-1 1.625E-5 1.2083333E-5
> bap-2 3.7916667E-5 2.8194444E-5
> dx-1 5.2E-10 3.8666667E-10
> dx-2 1.2133333E-9 9.0222222E-10
> xb 73.75 31.50 26.58 46.28 57.81 33.27 -29.94 13.36 -25.43 0.78 61.25
> yb 32.15 10.76 6.03 12.33 -3.92 -5.70 4.05 -26.67 -27.72 -25.10 13.83
> ab 54.00 30.00 5.00 17.00 11.00 65.00 15.00 10.00 11.70 4.00 28.00
> bb 17.00 15.00 4.00 15.00 32.00 15.00 6.00 17.00 26.50 5.50 7.00
> cb 22.00 28.60 27.50 22.00 23.00 27.00 25.00 21.00 25.00 27.00 23.00
> wb 185.59 275.37 4.01 275.68 184.26 185.73 273.92 275.71 -84.85 -85.92 276.05
> LIBPATH "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/lib"
===== Ende der Eingabe =====
```

Existierende Windfeldbibliothek wird verwendet.  
 >>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Anzahl CPUs: 16  
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 28.6 m.  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.03 (0.03).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.04 (0.04).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.08 (0.08).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 4 ist 0.18 (0.18).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 5 ist 0.17 (0.16).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 6 ist 0.30 (0.26).  
 Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 7 ist 0.30 (0.24).

Standard-Kataster z0-utm.dmna (e9ea3bcd) wird verwendet.  
 Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.761 m.  
 Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.

AKTerm "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/Kempten\_DWD2559\_2014.akterm" mit  
 8760 Zeilen, Format 3  
 Niederschlags-Datei C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/niederschlag.dmna eingelesen  
 [1,8760].  
 Es wird die Anemometerhöhe ha=19.1 m verwendet.  
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 97.8 %.

Prüfsumme AUSTAL d4279209  
 Prüfsumme TALDIA 7502b53c  
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c  
 Prüfsumme AKTerm 651b0547  
 Gesamtniederschlag 1318 mm in 1168 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).  
 Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

```
=====
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für "hg0"
TMT: 365 Mittel (davon ungültig: 3)
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-depz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-deps01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-dryz01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-drys01" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-depz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-deps02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-dryz02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-drys02" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-depz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-deps03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-dryz03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-drys03" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-depz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-deps04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-dryz04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-drys04" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-depz05" ausgeschrieben.
TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/hg0-deps05" ausgeschrieben.
```

















TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-deps01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wetz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz01" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-depz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-deps02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wetz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wets02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz02" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-deps03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wetz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wets03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz03" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-depz04" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-deps04" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wetz04" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wets04" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz04" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz04" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz04" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-depz05" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-deps05" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wetz05" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wets05" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz05" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz05" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-depz06" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-deps06" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wetz06" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wets06" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz06" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz06" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz06" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-depz07" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-deps07" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wetz07" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-wets07" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz07" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz07" ausgeschrieben.  
 TMT: Datei "C:/Users/Austal/Desktop/PR23H0041\_ZAK/Ausbreitungsrechnung/ZAK3/erg0016/dx-dryz07" ausgeschrieben.  
 TMT: Dateien erstellt von AUSTAL\_3.2.1-WI-x.

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

HG0 DEP : 5.445e-004 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 2.8%) bei x= 461 m, y= 420 m (4: 40, 38)  
 HG0 DRY : 5.445e-004 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 2.8%) bei x= 461 m, y= 420 m (4: 40, 38)  
 PM DEP : 4.437e-004 g/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 PM DRY : 2.328e-005 g/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 PM WET : 4.427e-004 g/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 PB DEP : 7.986e+000 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 PB DRY : 4.190e-001 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 PB WET : 7.967e+000 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 AS DEP : 2.219e+000 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 AS DRY : 1.164e-001 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 AS WET : 2.213e+000 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 CD DEP : 1.775e+000 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 CD DRY : 9.313e-002 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 CD WET : 1.771e+000 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 NI DEP : 7.986e+000 µg/(m<sup>2</sup>\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)



NI DRY : 4.190e-001 µg/(m²\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 NI WET : 7.967e+000 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 HG DEP : 1.856e-001 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 HG DRY : 8.417e-003 µg/(m²\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 HG WET : 1.852e-001 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 TL DEP : 1.775e+000 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 TL DRY : 9.313e-002 µg/(m²\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 TL WET : 1.771e+000 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 BAP DEP : 2.219e-001 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 BAP DRY : 1.164e-002 µg/(m²\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 BAP WET : 2.213e-001 µg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 DX DEP : 7.099e+000 pg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)  
 DX DRY : 3.725e-001 pg/(m²\*d) (+/- 3.0%) bei x= 389 m, y= 316 m (3: 49, 47)  
 DX WET : 7.082e+000 pg/(m²\*d) (+/- 0.1%) bei x= -29 m, y= 38 m (1: 36, 59)

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

F J00 : 7.545e-003 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 373 m, y= 316 m (3: 48, 47)  
 TCE J00 : 6.705e-002 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 373 m, y= 316 m (3: 48, 47) [Chlorwasserstoff]  
 PM J00 : 3.844e-002 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 373 m, y= 316 m (3: 48, 47)  
 PM T35 : 1.498e-001 µg/m³ (+/- 27.9%) bei x= 389 m, y= 300 m (3: 49, 46)  
 PM T00 : 5.307e-001 µg/m³ (+/- 14.3%) bei x= 389 m, y= 348 m (3: 49, 49)  
 PM25 J00 : 1.239e-002 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 373 m, y= 316 m (3: 48, 47)  
 PB J00 : 6.919e-004 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 373 m, y= 316 m (3: 48, 47)  
 CD J00 : 1.538e-004 µg/m³ (+/- 2.0%) bei x= 373 m, y= 316 m (3: 48, 47)

=====  
 2023-11-07 02:09:49 AUSTAL beendet.



### 5.3 Ergebnisse Analysepunkt – Schwermetalldeposition

# Auswertung Analyse-Punkte

Projekt: ZAK1

1 Analyse-Punkte: ANP\_1: max. Deposition

X [m]: 598914,82

Y [m]: 5290991,50

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
AS: Arsen	DEP	0,3271	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,6 %
AS: Arsen	DEPF	0,329063	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
AS: Arsen	DRY	0,03221	µg/(m <sup>2</sup> *d)	5,3 %
AS: Arsen	DRYF	0,0339171	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
AS: Arsen	WET	0,2949	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,3 %
AS: Arsen	WETF	0,295785	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
BAP: Benzo	DEP	0,03271	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,6 %
BAP: Benzo	DEPF	0,0329063	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
BAP: Benzo	DRY	0,003221	µg/(m <sup>2</sup> *d)	5,3 %
BAP: Benzo	DRYF	0,00339171	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
BAP: Benzo	WET	0,02949	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,3 %
BAP: Benzo	WETF	0,0295785	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
CD: Cadmium	J00	4,53E-005	µg/m <sup>3</sup>	4,4 %
CD: Cadmium	J00F	4,72932E-005	µg/m <sup>3</sup>	
CD: Cadmium	DEP	0,2617	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,6 %
CD: Cadmium	DEPF	0,26327	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
CD: Cadmium	DRY	0,02577	µg/(m <sup>2</sup> *d)	5,3 %
CD: Cadmium	DRYF	0,0271358	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
CD: Cadmium	WET	0,2359	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,3 %
CD: Cadmium	WETF	0,236608	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
DX: Dioxine	DEP	1,047	pg/(m <sup>2</sup> *d)	0,6 %
DX: Dioxine	DEPF	1,05328	pg/(m <sup>2</sup> *d)	
DX: Dioxine	DRY	0,1031	pg/(m <sup>2</sup> *d)	5,3 %

# Auswertung Analyse-Punkte

Projekt: ZAK1

1 Analyse-Punkte: ANP\_1: max. Deposition

X [m]: 598914,82

Y [m]: 5290991,50

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
DX: Dioxine	DRYF	0,108564	pg/(m <sup>2</sup> *d)	
DX: Dioxine	WET	0,9436	pg/(m <sup>2</sup> *d)	0,3 %
DX: Dioxine	WETF	0,946431	pg/(m <sup>2</sup> *d)	
F: Fluorwasserstoff als F	J00	0,002297	µg/m <sup>3</sup>	4,5 %
F: Fluorwasserstoff als F	J00F	0,00240036	µg/m <sup>3</sup>	
HG: Quecksilber Hg	DEP	0,02778	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,5 %
HG: Quecksilber Hg	DEPF	0,0279189	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
HG: Quecksilber Hg	DRY	0,002381	µg/(m <sup>2</sup> *d)	5,3 %
HG: Quecksilber Hg	DRYF	0,00250719	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
HG: Quecksilber Hg	WET	0,0254	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,3 %
HG: Quecksilber Hg	WETF	0,0254762	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
HG0: Elementares Quecksilber Hg(0)	DEP	0,0001573	µg/(m <sup>2</sup> *d)	5,4 %
HG0: Elementares Quecksilber Hg(0)	DEPF	0,000165794	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
HG0: Elementares Quecksilber Hg(0)	DRY	0,0001573	µg/(m <sup>2</sup> *d)	5,4 %
HG0: Elementares Quecksilber Hg(0)	DRYF	0,000165794	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
NI: Nickel	DEP	1,178	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,6 %
NI: Nickel	DEPF	1,18507	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
NI: Nickel	DRY	0,116	µg/(m <sup>2</sup> *d)	5,3 %
NI: Nickel	DRYF	0,122148	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
NI: Nickel	WET	1,062	µg/(m <sup>2</sup> *d)	0,3 %
NI: Nickel	WETF	1,06519	µg/(m <sup>2</sup> *d)	
PB: Blei	J00	0,0002038	µg/m <sup>3</sup>	4,4 %
PB: Blei	J00F	0,000212767	µg/m <sup>3</sup>	

# Auswertung Analyse-Punkte

Projekt: ZAK1

1 Analyse-Punkte: ANP\_1: max. Deposition

X [m]: 598914,82

Y [m]: 5290991,50

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
PB: Blei	DEP	1,178	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0,6 %
PB: Blei	DEPF	1,18507	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
PB: Blei	DRY	0,116	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	5,3 %
PB: Blei	DRYF	0,122148	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
PB: Blei	WET	1,062	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0,3 %
PB: Blei	WETF	1,06519	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
PM: Partikel	J00	0,01132	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,4 %
PM: Partikel	J00F	0,0118181	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM: Partikel	DEP	6,542E-005	$\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0,6 %
PM: Partikel	DEPF	6,58125E-005	$\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
PM: Partikel	T00	0,1526	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	28,3 %
PM: Partikel	T00F	0,195786	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM: Partikel	T35	0,03518	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	68,3 %
PM: Partikel	T35F	0,0592079	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM: Partikel	DRY	6,442E-006	$\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	5,3 %
PM: Partikel	DRYF	6,78343E-006	$\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
PM: Partikel	WET	5,898E-005	$\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0,3 %
PM: Partikel	WETF	5,91569E-005	$\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
PM25: Staub	J00	0,003747	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,5 %
PM25: Staub	J00F	0,00391562	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
TCE: Tetrachlorethen	J00	0,02041	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,5 %
TCE: Tetrachlorethen	J00F	0,0213285	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
TL: Thallium	DEP	0,2617	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0,6 %

# Auswertung Analyse-Punkte

Projekt: ZAK1

1 Analyse-Punkte: ANP\_1: max. Deposition X [m]: 598914,82 Y [m]: 5290991,50

Vertikale Schichten [m]: 0 - 3

Stoff	Kenngroesse	Wert	Einheit	statistischer Fehler
TL: Thallium	DEPF	0,26327	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
TL: Thallium	DRY	0,02577	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	5,3 %
TL: Thallium	DRYF	0,0271358	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	
TL: Thallium	WET	0,2359	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	0,3 %
TL: Thallium	WETF	0,236608	$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	

## Auswertung der Ergebnisse:

**J00/Y00:** Jahresmittel der Konzentration

**Tnn/Dnn:** Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

**Snn/Hnn:** Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

**DEP:** Jahresmittel der Deposition



## **5.4 Meteorologische Gutachten: TALDAP - TA Luft Datenprüfung und Dokumentation eines Wetterdatensatzes**

# Dokumentation eines Wetterdatensatzes

zur Verwendung  
in Ausbreitungsrechnungen

**Kempten (DWD 2559)**

---

07.09.2020



Von der IHK Berlin öffentlich  
bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für die  
Berechnung der Ausbrei-  
tung von Gerüchen und  
Luftschadstoffen

**Dipl.-Met. André Förster**  
Weserstraße 17  
10247 Berlin

**Titel** : **Dokumentation eines Wetterdatensatzes**  
zur Verwendung in Ausbreitungsrechnungen  
Format: AKTERM

**Station** : Kempten (DWD 2559)

**Bearbeiter** : M.Sc. Katrin Zenker

**Datenherkunft** : Deutscher Wetterdienst (CDC)

**AKTERM Name** : Kempten\_DWD2559\_2014\_rr.akterm

**Stand** : 07.09.2020

**Umfang** : 15 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang

## Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung der Stationskenngrößen / Datensatz.....	3
2 Repräsentativer Zeitraum.....	4
3 Stationsrauigkeit.....	5
4 Vergleich der Windrichtungsverteilung.....	8
5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	9
6 Regenraten.....	10
7 Beschreibung der AKTERM-Datei.....	11
8 Stationslage.....	15

## 1 Zusammenfassung der Stationskenngößen / Datensatz

<b>Stationsort / ID</b>	: Kempten (DWD 2559)
<b>Geografische Länge</b>	: 10,3348 °E
<b>Geografische Breite</b>	: 47,7233 °N
<b>Position und Umgebung</b>	: kleinstädtisch, welliges Gelände
<b>Höhe über NHN [m]</b>	: 705
<b>Messgeber Höhe über NHN [m]</b>	: 15
<b>Dateiname</b>	: Kempten_DWD2559_2014_rr.akterm
<b>Messzeitraum</b>	: 2010 - 2019
<b>Zusammenhängender Zeitraum</b>	: 2014 - 2019 Windrichtung, -geschwindigkeit
<b>repräsentativer Zeitraum</b>	: 2014 Windrichtung, -geschwindigkeit 2014 Bedeckungsgrad 2014 Regenrate UBA Restni2 (3599062/5291990)

*Abweichungen vom Mittelwert im homogenen Messzeitraum nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20*

- *Windrichtung (12 Sektoren je 30°)*
- *Windgeschwindigkeit (9 Klassen nach TA Luft)*

**Stationsrauigkeit** : 0,657

*VDI Richtlinie 3783 Blatt 8 / DWD Merkblatt (Methode Beljaars)*

**Rechnerische Anemometerhöhen ( $h_{ref} = 100$  m):**

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [dm]:	40	40	40	56	79	129	191	243	291

## 2 Repräsentativer Zeitraum

Der folgenden Tabelle kann die Rangfolge der betrachteten Einzeljahre in Bezug auf die Abweichungen vom Mittelwert entnommen werden (VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20; Methode Anhang 3.2). Der eigentliche Betrachtungszeitraum entspricht 2010 bis 2019, jedoch verfügt das Jahr 2013 über eine zu geringe Datenabdeckung (88 %) und muss somit bei den Betrachtungen außer Acht gelassen werden. Es ergibt sich damit ein zusammenhängender Betrachtungszeitraum von 2014 bis 2019, welcher die laut VDI geforderte Mindestanzahl an Jahren aufweist. In diesem Zeitraum zeigt sich eigentlich das Jahr 2016 als dasjenige mit den geringsten Abweichungen vom Mittelwert. Aufgrund der Datenverfügbarkeit der Regenraten vom Umweltbundesamt (erhältlich bis 2015) wurde jedoch das Jahr 2014 als repräsentativer Zeitraum gewählt.

Jahr	Mittlere Windgeschwindigkeit	Abweichung WRK	Abweichung WGK	Bewertung VDI
2014	1,9	115	240	147
2015	2,2	133	1886	571
2016	2	100	100	100
2017	2,2	370	3086	1049
2018	2	2345	1208	2061
2019	1,9	119	5721	1519

WRK = Windrichtungs-klasse

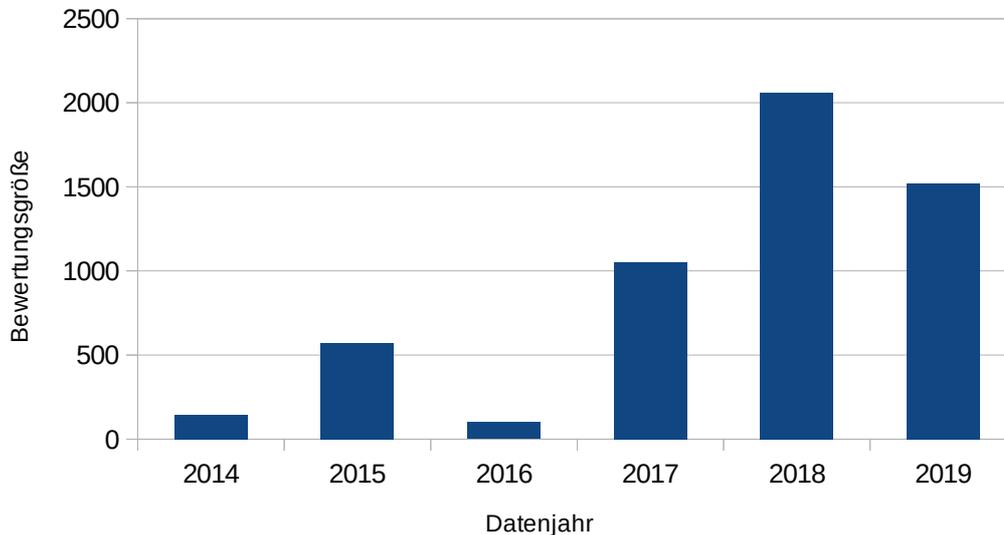
WGK = Windgeschwindigkeitsklasse

Die Abweichungen der WRK bzw. WGK werden auf den kleinsten Wert der Zeitreihe normiert (100).

Gesamtbewertung Rangfolgen-Wichtung:  $(3/4 \times WRK + 1/4WGK)$

Damit wird die Abweichung der Windrichtung stärker bewertet.

Selektion repräsentatives Jahr  
Kempten (DWD 2559)



### Fazit

Es zeigt sich, dass das Jahr **2014** der Zeitraum ist, der über die zweit geringsten Abweichungen zum Mittelwert verfügt.

### 3 Stationsrauigkeit

Gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 8 in Verbindung mit dem DWD Merkblatt (Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen; Kloßmann, Namysloh; August 2019) unter Verwendung der Standardabweichung der Zeitreihe für die Windgeschwindigkeit – longitudinal – (CDC; 10 Minuten-Mittelwerten) berechnet sich aus dem über die jeweilige Anzahl der Messdaten gewichteten Mittel von zwölf Windrichtungssektoren eine Stationsrauigkeit von  $z_0 = 0,657$ . Die Mindestgeschwindigkeit, welche die Windgeschwindigkeit aufweisen muss, entspricht bei dieser Methode standardmäßig 5 m/s. Da es in dieser Region vermehrt zu sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten kommt, musste diese Mindestgeschwindigkeit auf 3,5 m/s verringert werden, um eine statistisch relevante Berechnung zu erlauben. Diese Vorgehensweise entspricht den Empfehlungen des DWD Merkblattes.

### Input-Daten

Zeitraum: 01.01.2014 00:00:00 - 31.12.2014 23:50:00

Messgerät: Windrichtungsgeber SK-566 (Windmessung, elektronisch)

Methode: Beljaars

Parameter: Dämpfung  $A_b = 0,9$ ; Verdrängungshöhe  $B = 6$ ;  $C = 2,5$ ;  $u_{\min} = 3,5$  m/s

Windrichtungssektoren (Dekagrad)	Windgeschwindigkeiten $\geq 3,5$ m/s (Anzahl)	Rauigkeit
DD1 (2-4)	45	0,792
DD2 (5-7)	132	0,744
DD3 (8-10)	177	0,654
DD4 (11-13)	25	0,387
DD5 (14-16)	11	0,192
DD6 (17-19)	182	0,444
DD7 (20-22)	1130	0,471
DD8 (23-25)	1404	0,785
DD9 (26-28)	774	0,741
DD10 (29-31)	208	0,637
DD11 (32-34)	57	0,678
DD12 (35-1)	6	0,788
<b>„Stations-z0-Wert“</b>		<b>0,657</b>

Zur Übertragung gemessener Zeitreihen der Windgeschwindigkeit von einer Stationsmesshöhe über Grund auf die im Ausbreitungsmodell zu verwendende Anemometerhöhe "h<sub>a</sub>" wird das "Regionalwind-Konzept" von WIERINGA (1976 u. 1986) angewandt. Diesem Übertragungsverfahren liegt zum einen das theoretische Konzept der "internen Grenzschichten" und zum anderen die empirische Erkenntnis zugrunde, daß sich ein Bezugsniveau finden läßt, in welchem der Wind - bezogen auf eine Fläche von ca. 5 km × 5 km - nicht mehr von der lokalen, sondern von einer regionalen Rauigkeit bestimmt wird (Regionalwind U<sub>m</sub> ("Mesowind")). Dies Bezugsniveau wurde aus Wind- und Turbulenzmessungen in einer Höhe von etwa 60 m bestimmt; je nach regionaler Situation auch zwischen 50 bis 100 m. Der Regionalwind wird in dieser Höhe durch Hindernisse beeinflusst, die sich - bezogen auf den Messort - innerhalb eines "Entfernungstrahls" von etwa 1 bis 3 km stromauf befinden. Das Bezugsniveau von 60 m liegt oberhalb der zweifachen maximalen Hindernishöhe in ländlichen Regionen (etwa 25 m hohe Wälder) und spiegelt die Höhe des Übergangs von der boden- in die grenzschichtbeeinflusste Tagesgangcharakteristik der mittleren Windgeschwindigkeit wider. Auf Stadtgebiete ist dieses Verfahren daher zumindest nicht ohne die Anwendung einer höheren Bezugshöhe übertragbar. Entsprechend Anhang A der Richtlinie VDI 3782 Blatt 1 (VDI, 2009) ist das Bezugsniveau als Referenzniveau h<sub>r</sub> (= h<sub>ref</sub>, siehe nächste Seite) auf 100 m gesetzt.

h <sub>ref</sub>	Referenzhöhe zur mesoskaligen Übertragung von Windgeschwindigkeiten über ebenem Gelände nach WIERINGA (1976)
------------------	--

**Standortdaten (Gl. 5)**

h <sub>a</sub>	40	40	40	56	79	129	191	243	291	Resultierende Anemometerhöhe
d <sub>0</sub>	0,06	0,12	0,30	0,60	1,20	3,00	6,00	9,00	12,00	Verdrängungshöhe am Standort
Z <sub>0</sub>	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00	Rauigkeit am Standort
h <sub>ref</sub>	100,00									Referenzhöhe nach Wieringa s.o.
p <sub>s</sub>	0,57									Stationsexponent

**Stationsdaten (Gl. 6)**

p <sub>s</sub>	0,57	Stationsexponent
d <sub>0s</sub>	3,942	Verdrängungshöhe am Stationsstandort
h <sub>as</sub>	15	Anemometerhöhe der Messtation
Z <sub>0s</sub>	0,657	Stationsrauigkeit
h <sub>ref</sub>	100	Referenzhöhe nach Wieringa s.o.

Bei der Übertragung der Windgeschwindigkeiten vom Messort auf den Ort der Ausbreitungsrechnung ist unter den wählbaren Reduktionshöhen diejenige von besonderem Interesse, in welcher angenommen werden darf, dass über dem Zielort die gleiche Geschwindigkeit gemessen werden würde wie an der Messstation. Für die gesuchte spezielle Höhe – die "physikalische" Anemometerhöhe h<sub>a</sub> - ergibt sich mit der Bedingung u(h<sub>ref</sub>) = u(h<sub>a</sub>) = u(h<sub>as</sub>) und unter Annahme mittlerer Windprofile nach Gleichung (1) bzw. (2) und aus den Gleichungen (3) und (4) folgende Bestimmungsgleichung:

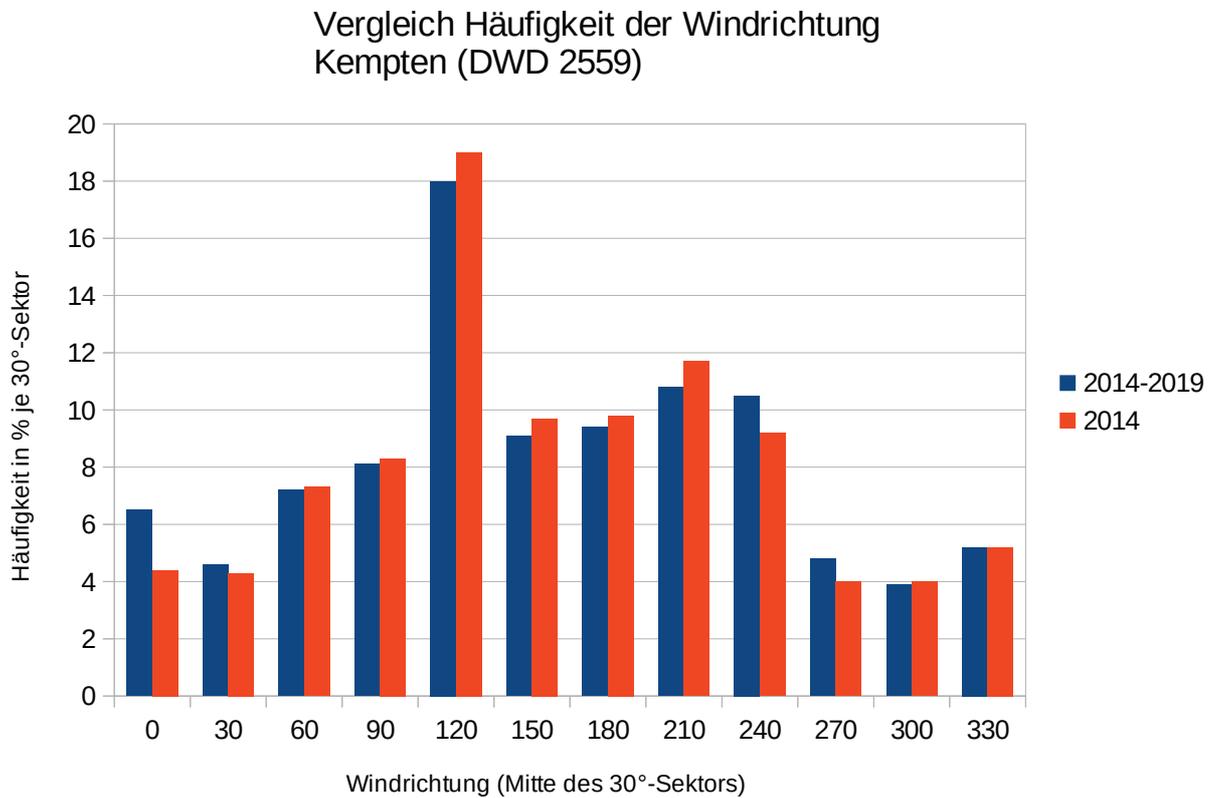
$$h_a = d_0 + Z_0 \left( \frac{h_{ref} - d_0}{Z_0} \right)^{p_s} \quad (5)$$

Die vorstehende Gleichung stellt die gesuchte Anemometerhöhe über Grund dar. Der "Stationsexponent p<sub>s</sub>" ergibt sich zu

$$p_s = \frac{\ln \frac{h_{as} - d_{0s}}{Z_{0s}}}{\ln \frac{h_{ref} - d_{0s}}{Z_{0s}}} \quad (6)$$

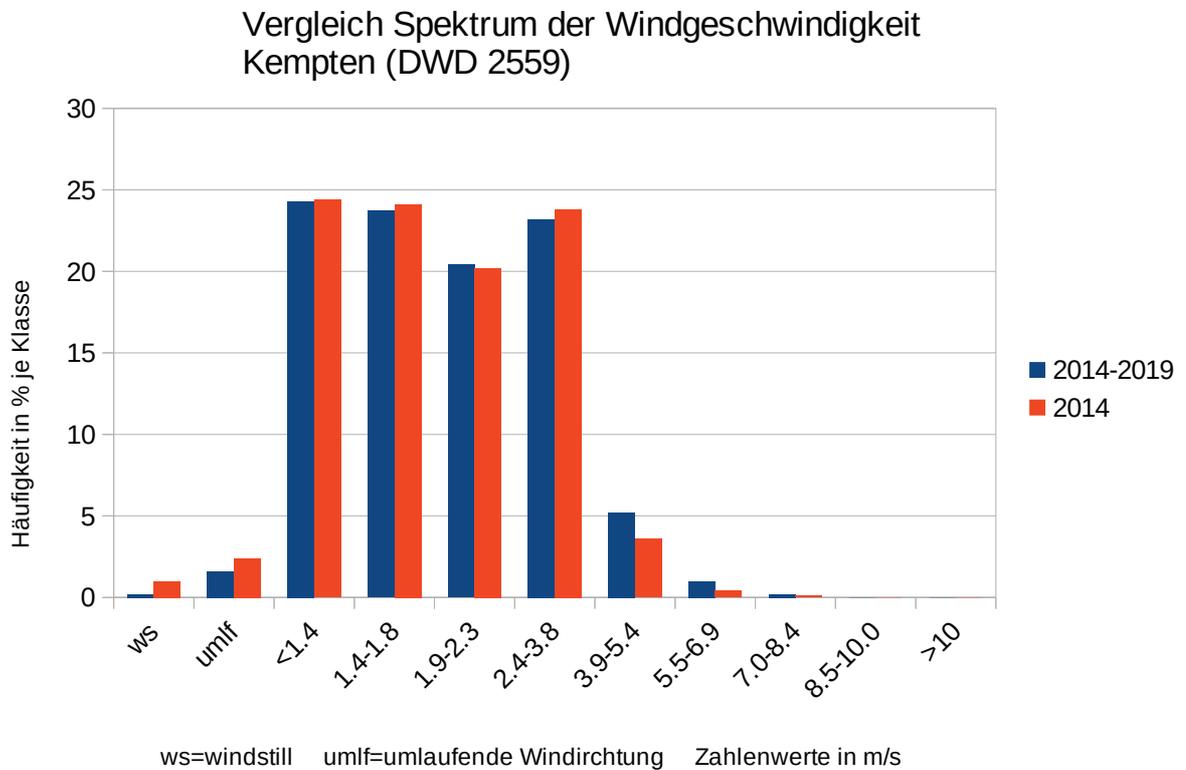
#### 4 Vergleich der Windrichtungsverteilung

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



## 5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung

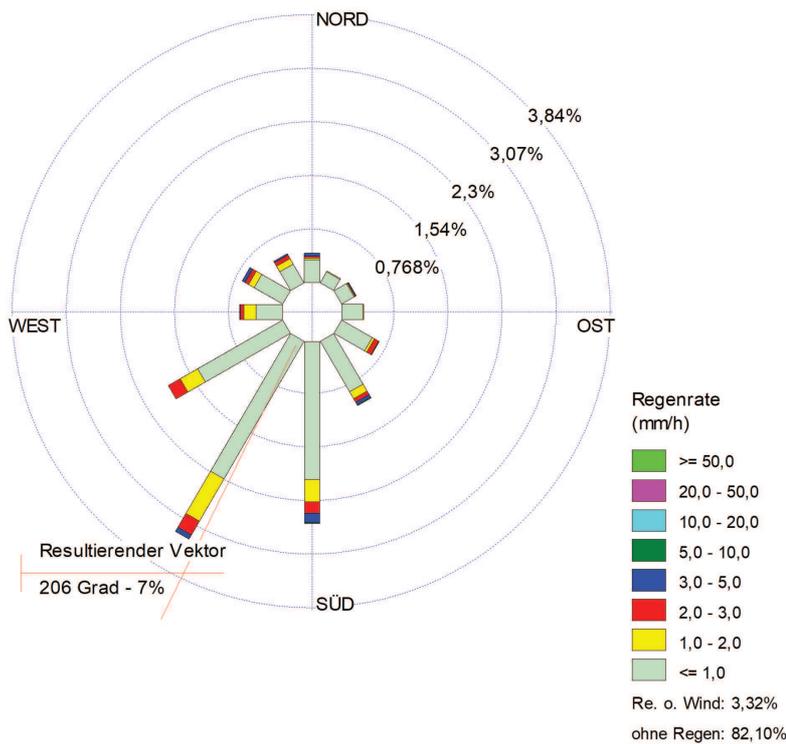
Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



## 6 Regenraten

### Windrichtungs- und windgeschwindigkeitsabhängige Regenraten

Windrichtungen / Regenrate (mm/h)	<= 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 5,0	5,0 - 10,0	10,0 - 20,0	20,0 - 50,0	>= 50,0	Gesamt
345 - 15	0,00331	0,00023	0,00023	0,00046	0	0	0	0	0,00422
15 - 45	0,00183	0,00011	0	0	0	0	0	0	0,00194
45 - 75	0,00205	0,00011	0,00011	0,00011	0	0	0	0	0,0024
75 - 105	0,00297	0,00011	0	0	0	0	0	0	0,00308
105 - 135	0,00502	0,00034	0,00068	0	0,00011	0	0	0	0,00616
135 - 165	0,00833	0,00114	0,00057	0,00046	0,00011	0	0	0	0,01062
165 - 195	0,01975	0,0032	0,0016	0,00137	0,00011	0	0	0	0,02603
195 - 225	0,02272	0,00696	0,00228	0,00068	0	0	0	0	0,03265
225 - 255	0,01393	0,00285	0,00194	0	0	0	0	0	0,01872
255 - 285	0,00377	0,00171	0,00046	0,00011	0	0	0	0	0,00605
285 - 315	0,00468	0,00091	0,00057	0,00046	0	0	0	0	0,00662
315 - 345	0,00308	0,00091	0,00057	0,00023	0	0	0	0	0,00479
Zwischensumme ohne Regen	0,09144	0,01861	0,00902	0,00388	0,00034	0	0	0	0,15651
umlaufender Wind									0,821
Fehlt / unvollständig									0,02317
Gesamt									1

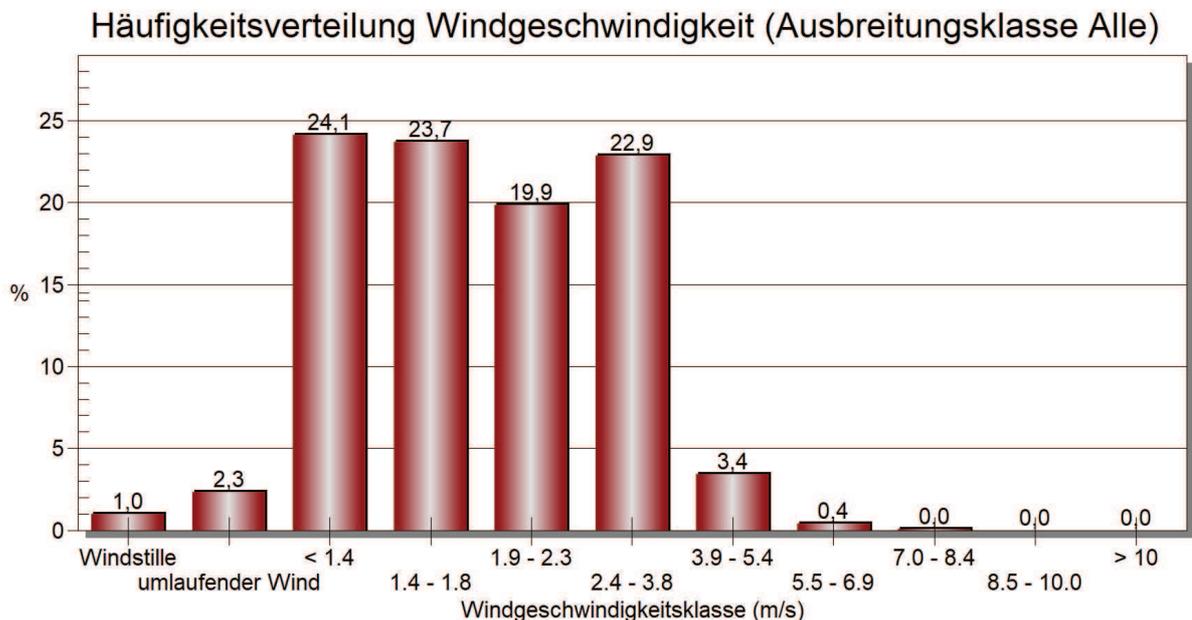


## 7 Beschreibung der AKTERM-Datei

Auswertung der AKTERM des repräsentativen Zeitraums mittels MeteoView (Lakes Environmental Software):

### Windgeschwindigkeitsklassen Kempten\_DWD2559\_2014\_rr.akterm

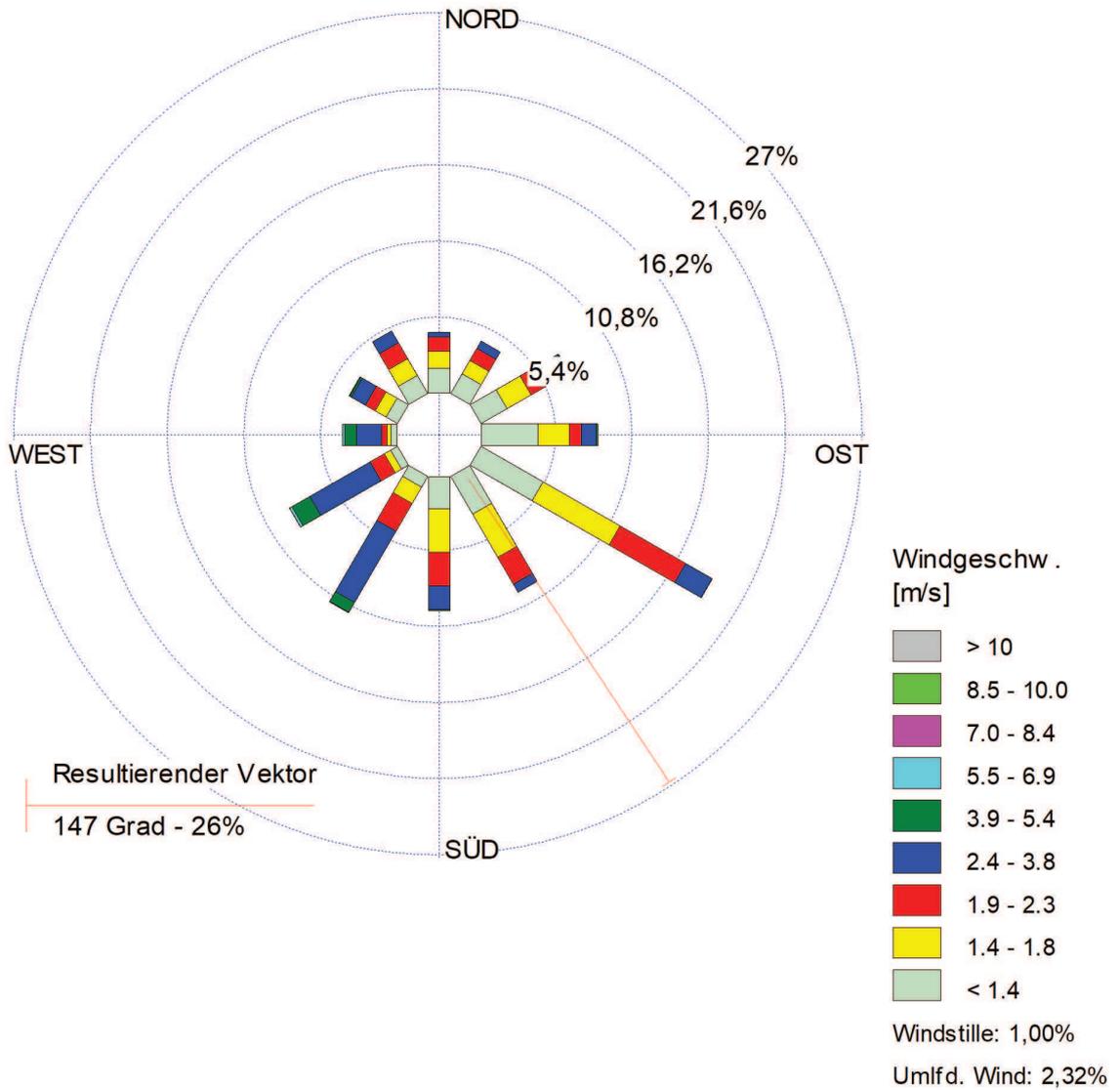
Windgeschw.klasse (m/s) / Windrichtung	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10.0	> 10	Gesamt
345 - 15	0,01781	0,01199	0,00982	0,00342	0	0	0	0	0	0,04304
15 - 45	0,0161	0,01084	0,0097	0,00616	0	0	0	0	0	0,04281
45 - 75	0,02112	0,01952	0,01313	0,01747	0,00034	0	0	0	0	0,07158
75 - 105	0,03961	0,02226	0,00822	0,01073	0,00114	0	0	0	0	0,08196
105 - 135	0,05034	0,06244	0,0532	0,02146	0,00011	0	0	0	0	0,18756
135 - 165	0,03082	0,03527	0,02192	0,00662	0	0	0	0	0	0,09463
165 - 195	0,02272	0,03071	0,02397	0,01678	0,00057	0	0	0	0	0,09475
195 - 225	0,00879	0,01336	0,0226	0,05833	0,00799	0,00023	0,00011	0	0	0,11142
225 - 255	0,00559	0,00514	0,01142	0,04897	0,0145	0,00194	0,00011	0	0	0,08767
255 - 285	0,00434	0,00285	0,00388	0,01758	0,00833	0,00137	0,00023	0	0	0,03858
285 - 315	0,00925	0,0089	0,00788	0,01153	0,00137	0,00034	0	0	0	0,03927
315 - 345	0,01473	0,0137	0,0129	0,0097	0	0	0	0	0	0,05103
Zwischensumme	0,24121	0,23699	0,19863	0,22877	0,03436	0,00388	0,00046	0	0	0,94429
Windstille										0,01005
umlaufender Wind										0,02317
Fehlt / unvollständig										0,02249
Gesamt										1



#### Anmerkung:

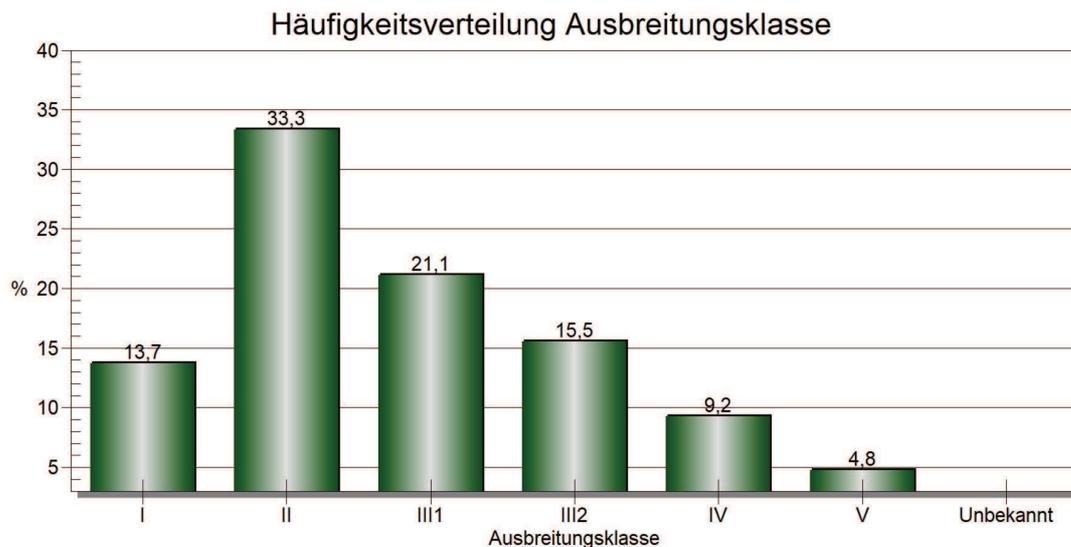
Es können bei den Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen Abweichungen zu den vorhergehenden Abbildungen (Kapitel 4 und Fehler: Verweis nicht gefunden) auftreten, da diese vor der Erstellung der AKTERM erzeugt wurden.

Windrichtungsverteilung Kempten\_DWD2559\_2014\_rr.akterm



### Ausbreitungsklassen Kempten\_DWD2559\_2014\_rr.akterm

Ausbreitungsklasse / Windgeschwindigkeit (m/s)	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10.0	> 10	Gesamt
I	0,06233	0,05388	0,021	0	0	0	0	0	0	0,13721
II	0,13733	0,09852	0,06975	0,02785	0	0	0	0	0	0,33345
III1	0,02078	0,02397	0,04486	0,09007	0,02751	0,00377	0,00046	0	0	0,21142
III2	0,01792	0,02831	0,02979	0,07374	0,00548	0,00011	0	0	0	0,15537
IV	0,03082	0,0218	0,01826	0,02055	0,00103	0	0	0	0	0,09247
V	0,00525	0,0105	0,01495	0,01655	0,00034	0	0	0	0	0,0476
Unbekannt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	0,27443	0,23699	0,19863	0,22877	0,03436	0,00388	0,00046	0	0	0,97751



**Anmerkung:**

Es können bei den Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen Abweichungen zu den vorhergehenden Abbildungen (Kapitel 4 und 5) auftreten, da diese vor der Erstellung der AKTERM erzeugt wurden.

**Identifikation des Datensatzes: Kempten\_DWD2559\_2014\_rr.akterm**

```
* AKTERM Zeitreihe DWD (CDC) / precipitation
* Verarbeitung argusim UMWELT CONSULT 07.09.2020
* FF DD NN Kempten DWD2559 2014 RR 3599062 5291990
* Standortparameter Lat47.7233, Lon10.3348, Hs705m, Ha15m, z0=0.657m, Href=100m
+ Anemometerhoehen (0.1 m): 40 40 40 56 79 129 191 243 291
AK 02559 2014 01 01 00 00 1 1 110 20 1 2 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 01 01 01 00 1 1 80 11 1 1 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 01 01 02 00 1 1 120 20 1 1 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 01 01 03 00 1 1 140 26 1 2 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 01 01 04 00 1 1 140 21 1 3 1 -999 9 990 1
.
.
.
AK 02559 2014 12 31 19 00 1 1 100 12 1 1 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 12 31 20 00 1 1 90 13 1 2 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 12 31 21 00 1 1 100 16 1 2 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 12 31 22 00 1 1 110 18 1 2 1 -999 9 990 1
AK 02559 2014 12 31 23 00 1 1 90 13 1 1 1 -999 9 990 1
```

**Metadaten**

Geräte Windgeschwindigkeit / Windrichtung

Windrichtungsgeber SK-566; Windmessung, elektronisch

**Parameter**

**Stations\_ID** 2559

**Von\_Datum** 20060822

**Bis\_Datum** 20180812

**Stationsname** Kempten

**Parameter** F

**Parameterbeschreibung** Windgeschwindigkeit Messnetz 3

**Einheit** m/sec

Winddaten (Stundenmittel, maximale Windspitze 23:51-23:50 UTC) generiert aus 10-Minutenmittel von automatischen Stationen der 2. Generation (AMDA), Richtungsangaben in 36-teiliger Windrose  
**Datenquelle (Strukturversion=SV)** Stundenwerte in UTC

**Zusatz-Info**

**Besonderheiten**

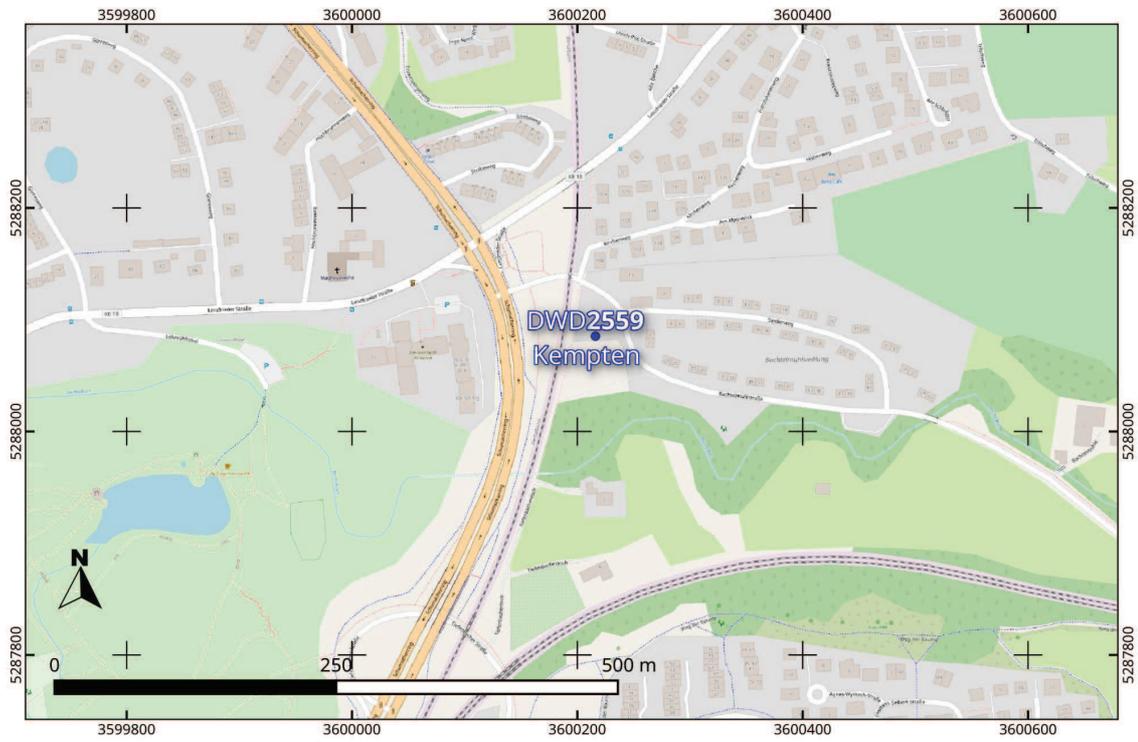
**Literaturhinweis**

Legende: FT = Folgetag

GZ = Gesetzliche Zeit

Prüfung nach VDI 3783 Blatt 21 möglich

## 8 Stationslage



Kartengrundlage: OSM Standard

## Gutachten

Übertragbarkeitsprüfung  
meteorologischer Daten gemäß  
VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 für  
ein Prüfgebiet bei

**Kempton (Allgäu)**

im Auftrag von  
weyer gruppe  
PROBIOTEC GmbH  
Schillingsstraße 333  
52355 Düren

---

Proj. U20-1-825-Rev00

02.09.2020



Von der IHK Berlin öffentlich  
bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für die  
Berechnung der Ausbrei-  
tung von Gerüchen und  
Luftschadstoffen

**Dipl.-Met. André Förster**

Weserstraße 17  
10247 Berlin

**Gutachten** : Übertragbarkeitsprüfung  
meteorologischer Daten gemäß  
VDI Richtlinie 3783 Blatt 20

**Prüfstandort** : Kempten (Allgäu)

**Auftraggeber** : weyer gruppe  
PROBIOTEC GmbH  
Schillingsstraße 333  
52355 Düren

**Auftrag vom** : 14.08.2020

**Bestelldaten** : per Mail Frau Linke-Wienemann vom 14.08.2020

**Auftragnehmer** : argusim UMWELT CONSULT  
Weserstraße 17  
10247 Berlin

**Bearbeiter** : M.Sc. Katrin Zenker  
geprüft durch: Dipl.-Met. Andre Förster

**Projekt-Nr.** : U20-1-825-Rev00

**Stand** : 02.09.2020

**Umfang** : 23 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang

**Archiv-Code:** :



## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	5
1 Vorgehensweise und verwendete Unterlagen.....	6
2 Windverhältnisse im Prüfgebiet.....	7
2.1 Allgemeine Erläuterungen.....	7
2.2 Beschreibung des Prüfgebietes.....	8
2.3 Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima.....	13
3 Prüfung der Übertragbarkeit.....	13
3.1 Fazit der Prüfung.....	18
4 Hinweise.....	19
Anhang.....	20

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lokale topografische Situation.....	9
Abbildung 2: Naturräumliche Einordnung des Standortes.....	9
Abbildung 3: Orografische Situation des Prüfgebietes.....	10
Abbildung 4: Gebietsparameter.....	12
Abbildung 5: Standort und Stationsauswahl.....	14
Abbildung 6: theoretische Windspektren.....	15
Abbildung 7: Gemessene Windspektren.....	16

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prüfung der Übertragbarkeit.....	17
---	----

## Bildquellenverzeichnis

### Topografische Karten

in den Maßstäben 1:25.000; 1:50.000; 1:100.000; 1:200.000; 1:500.000; 1:1.000.000 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (WMS Dienste). Copyright: Geobasis-DE / BKG 2012.

### Kartendarstellungen

Selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit den topografischen Kartengrundlagen.

### Luftbilder

Selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit Google Earth Tile Map Server

### Orografische Kartenbasis

Fernerkundungsdaten der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) NASA and DLR sowie ASTER-GDEM im Koordinatensystem WGS84.

### Geländerrasterkarten / Steigungsrasterkarten / Schummerung

Selbst erstellt unter Verwendung von GRASS GIS in Verbindung mit den Datensätzen des SRTM sowie ASTER-GDEM und einer Koordinatentransformation in DHDN / Gauss-Krüger 3. Streifen.

### Höhenlinien (Vektordaten)

Selbst erstellt unter Verwendung von AUSTAL View und den Datensätzen des SRTM und der Koordinatentransformation in DHDN / Gauss-Krüger 3. Streifen.

### Rauigkeitskarte

Selbst erstellt unter Verwendung von GRASS GIS in Verbindung mit den Datensätzen des CORINE2006 Katasters.

### Windgeschwindigkeitskarte

Selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit den Datensätzen des Statistischen Windfeldmodells (SWM) des Deutschen Wetterdienstes.

## Begriffe

[www.argusim.de](http://www.argusim.de) > Informatives > Glossar Gutachten

## Zusammenfassung

Die weyer gruppe PROBIOTEC GmbH beauftragte die argusim UMWELT CONSULT im Rahmen immissionstechnischer Berechnungen für genehmigungsbedürftige bzw. nicht genehmigungsbedürftige Anlagen im Sinne des BImSchG [1] bzw. der 4. BImSchV [2] mit der Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf den Standort

### **Kempten (Allgäu).**

Die Prüfung erfolgt entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 zur Übertragbarkeitsprüfung [15]. Die regionale und individuelle Lage stützt für das Prüfgebiet die Annahme einer breit ausgeprägten Windrichtungsverteilung mit einem primären Maximums zwischen Ost-südost und Süd-südost sowie eines schwächer ausgebildeten sekundären Maximums zwischen Süd-südwest und West-südwest. Die Auswertung der Erwartungswerte für Windrichtung und Windgeschwindigkeit ergibt, dass die Daten der Station

### **Kempten (DWD 2559)**

mit hinreichender Genauigkeit, d. h. im Sinne der Aufgabenstellung gemäß TA Luft, Anhang 3 [3], übertragbar sind.

Für Ausbreitungsrechnungen [4], [5], [6], [7] am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) am bzw. nahe am Anlagenstandort zu positionieren und ggf. das Rechengitter zu vergrößern, d.h. an die zu erfassenden orografischen Strukturen anzupassen. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten.

## 1 Vorgehensweise und verwendete Unterlagen

Die Prüfung der Übertragbarkeit folgt gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 [15] für den Regelfall unter

- Festlegung der zu erwartenden Windrichtungsverhältnisse,
- Festlegung der zu erwartenden Windgeschwindigkeitsverhältnisse,
- Auswertung der Rauigkeits- und Steigungsverhältnisse im Prüfgebiet,
- Ermittlung der räumlichen Übertragbarkeitseigenschaften verfügbarer Bezugsmessstationen.

Für Sonderfälle erfolgt weiterhin die Einbeziehung und Beurteilung maßgebender Einflüsse lokaler Windsysteme.

Zur Bearbeitung werden folgende Datengrundlagen herangezogen:

- topografische Karten,
- Luftbilder,
- Karte der Naturräumlichen Haupteinheiten Deutschlands [8],
- Karten und Texte des Bundesamt für Naturschutz; Landschaftssteckbriefe [9],
- Messreihen verfügbarer Bezugswindstationen,
- Regionale statistische Erwartungswerte für Windparameter [10], [11], [12].

## 2 Windverhältnisse im Prüfgebiet

### 2.1 Allgemeine Erläuterungen

Entsprechend meteorologischen Grunderkenntnissen bestimmt die großräumige Luftdruckverteilung die vorherrschende Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergeben sich hieraus für Deutschland häufig südwestliche bis westliche Windrichtungen. Das Geländere relief hat jedoch einen erheblichen Einfluss sowohl auf die Windrichtung infolge Ablenkung oder Kanalisierung als auch auf die Windgeschwindigkeit durch Effekte der Windabschattung oder Düsenwirkung.

Außerdem modifiziert die Beschaffenheit des Untergrundes (Freiflächen, Wald, Bebauung, Wasserflächen) die lokale Windgeschwindigkeit, in geringem Maße aber auch die lokale Windrichtung infolge unterschiedlicher Bodenrauigkeit.

Bei windschwachem und wolkenarmen Wetter können wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche thermisch induzierte Zirkulationssysteme wie z. B. Flurwinde sowie Berg- und Talwinde entstehen. Besonders bedeutsam ist die Bildung von Kaltluft, die nachts bei klarem und windschwachem Wetter als Folge der Ausstrahlung vorzugsweise an Wiesenhängen entsteht und der Hangneigung folgend – je nach dem Gefälle und der aerodynamischen Rauigkeit mehr oder weniger langsam – abfließt. Diese Kaltluftflüsse haben in der Regel nur eine geringe vertikale Erstreckung (bis zu ca. 100 m) und sammeln sich an Geländetiefpunkten zu Kaltluftseen an.

Die genannten lokalen Windsysteme können im Allgemeinen durch Messungen am Standort nachgewiesen, im Falle von nächtlichen Kaltluftflüssen aber auch durch Modellrechnungen [21] erfasst werden.

Deutschland gehört vollständig zur gemäßigten Klimazone Mitteleuropas im Bereich der Westwindzone und befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem maritimen Klima in Westeuropa und dem kontinentalen Klima in Osteuropa. Ein Prüfgebiet innerhalb Deutschlands liegt somit ganzjährig in der außertropischen Westwindzone. Die vorwiegend westlichen Luftströmungen treffen im Bereich der Mittelgebirge bzw. Alpen auf Hindernisse, sodass dann entsprechende Leitwirkungen zu erwarten sind.

## 2.2 Beschreibung des Prüfgebietes

Das Prüfgebiet ist der gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 [15] beschriebene Zielbereich. Dabei kann es sich um ein Gebiet mit vorgegebener räumlicher Ausdehnung oder um eine lokale Ortsposition handeln.

Ortsposition:	Kempten (Allgäu)
Rechts- /Hochwert [m]:	3599062 / 5291990 (GK3)
Höhe über NHN [m]:	ca. 690
Quellhöhe:	ca. 60 m
Position:	im Ortsteils Ursulasried im Norden der kreisfreien Stadt Kempten (siehe Abbildung 1)
Prüfgebiet:	Rechengebiet gemäß TA Luft
Naturraum [8]:	Voralpines Hügel- und Moorland (Abbildung 2)
Landschaft [9]:	Iller-Vorberge

Damit lassen sich für das Prüfgebiet folgende Eigenschaften ableiten:

Gelände:	welliges Gelände mit vorwiegend geringen Steigungen
Umgebungscharakter:	vorwiegend kleinstädtisch, d.h. Feldlandschaften, Waldlandschaften und bebaute Strukturen dominieren.
Wind:	Übergeordnete Verhältnisse werden durch die orografische Situation im Voralpenland geprägt. Einflüsse durch Alpenföhn sind zu erwarten. Es sind keine orografischen Merkmale zu erkennen, die maßgebenden Einfluss auf die übergeordneten Windverhältnisse haben. Damit sind großräumige in Verbindung mit regionalen Einflüssen im Prüfgebiet prägend.

Für die Angabe der Standortparameter wird grundsätzlich das Gauss-Krüger-Koordinatensystem im 3. Meridianstreifen (Ellipsoid Bessel, Datum Potsdam) verwendet; unabhängig davon, ob das Projektgebiet in einem anderen nativen Streifen liegt.

# Übertragbarkeitsprüfung für Kempten (Allgäu)

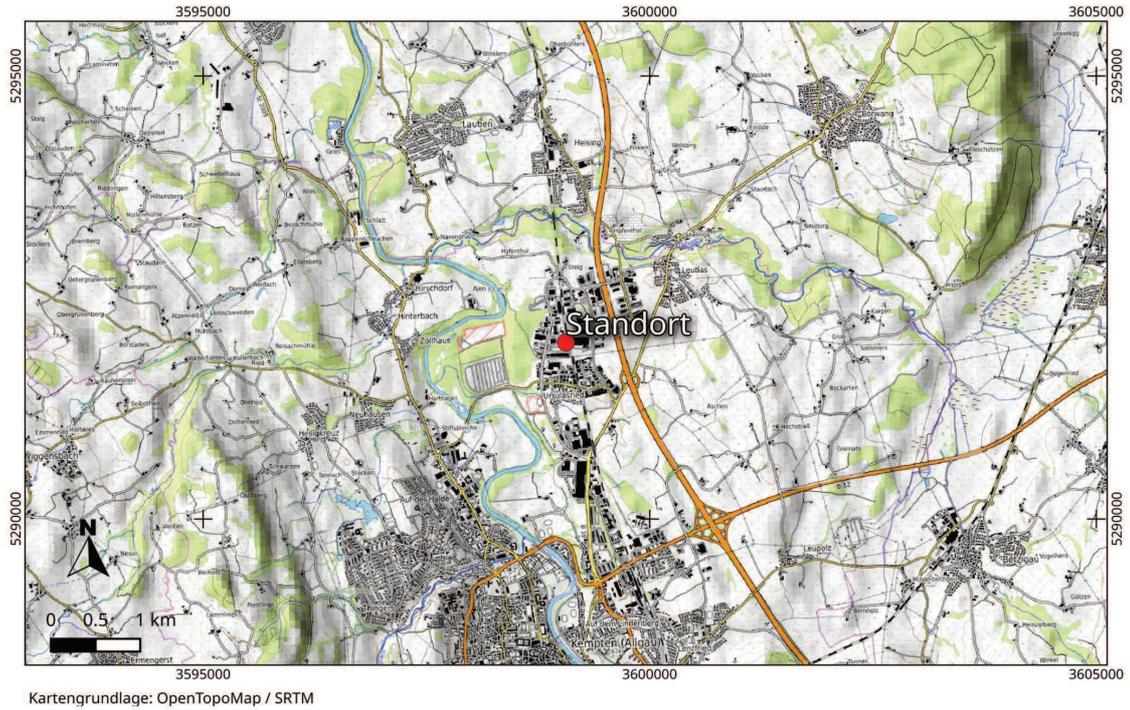


Abbildung 1: Lokale topografische Situation

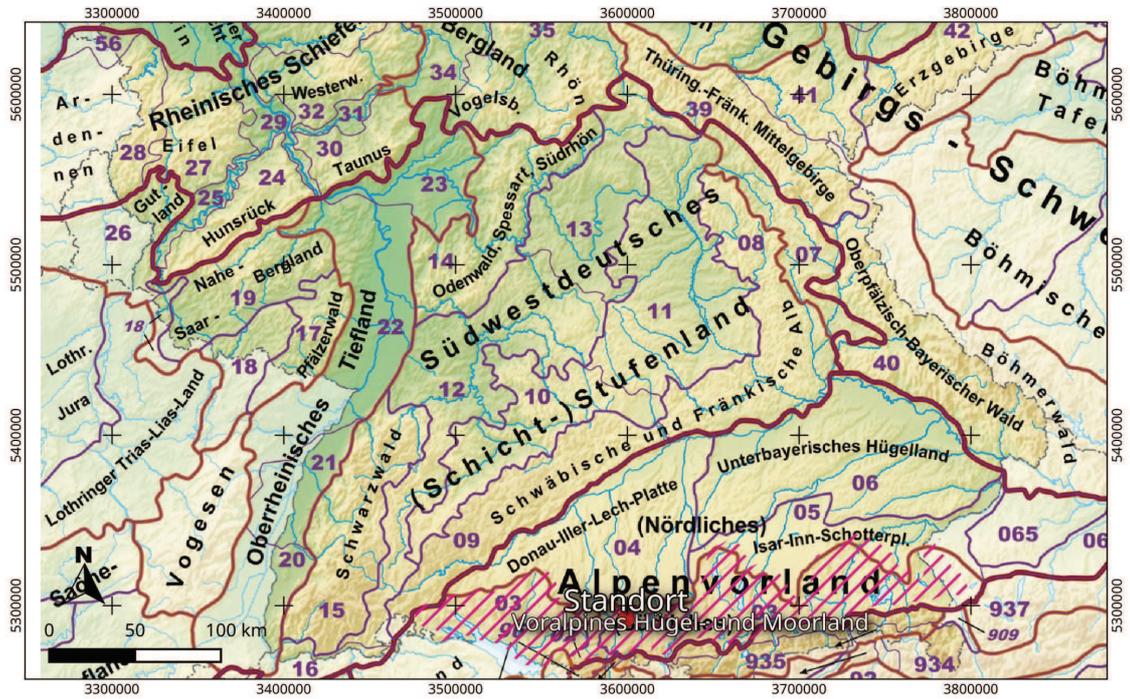


Abbildung 2: Naturräumliche Einordnung des Standortes

Der Abbildung 3 kann die regionale und lokale orografische Situation des Standortes entnommen werden.

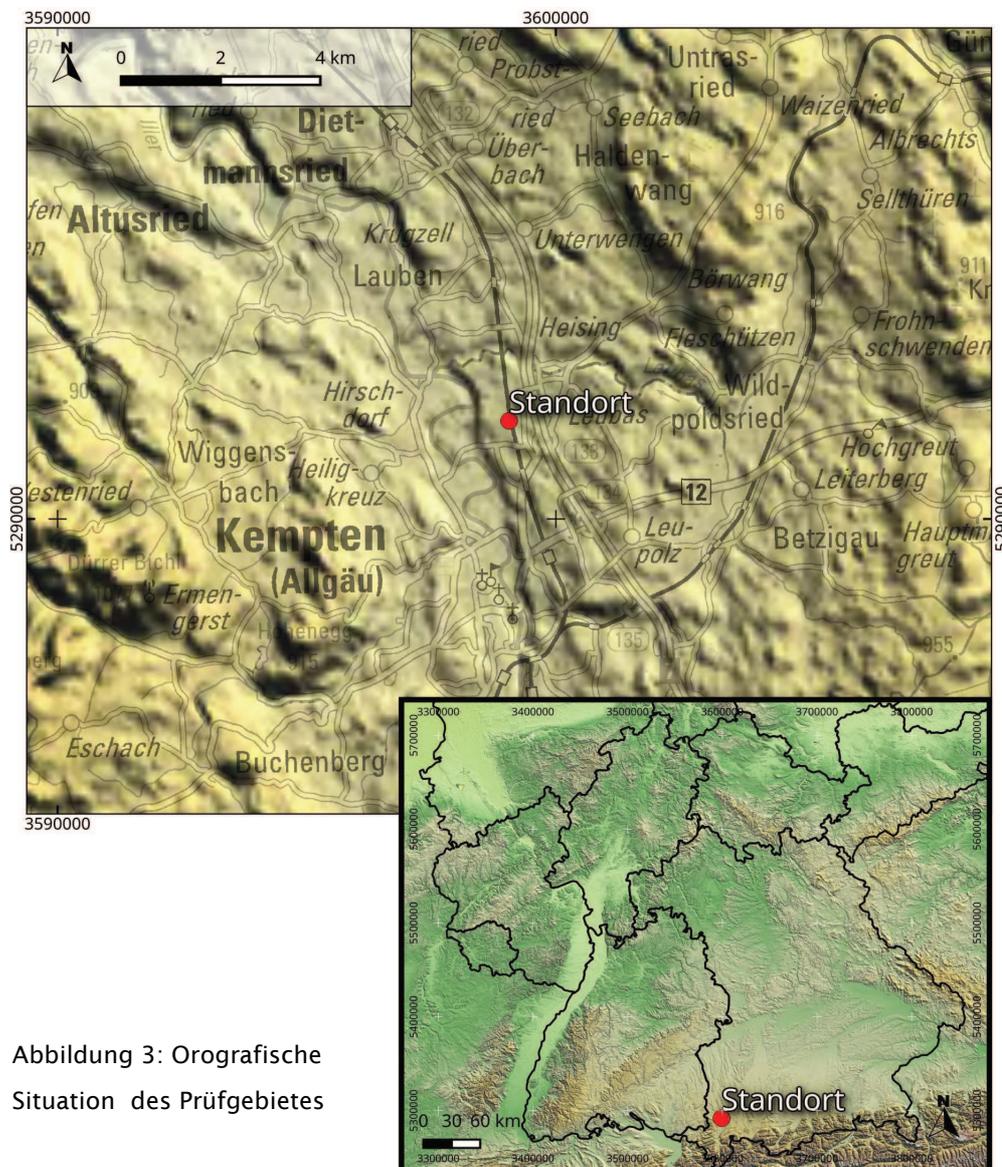


Abbildung 3: Orografische Situation des Prüfgebietes

### Individuelle Verhältnisse und Fazit

Insgesamt lässt der Standort aufgrund der geografischen Lage in Verbindung mit der Oro- und Topografie eine Windrichtungsverteilung bzw. Windspektrums-Merkmale erwarten, die einer Binnenland-Station entsprechen. Das Gelände und die Nutzungen im beurteilungsrelevanten Gebiet geben keinen Anlass zu der Annahme, dass sich die regionalen Windverhältnisse nicht auch in den lokalen Verhältnissen am Standort wieder finden. Hier kommen vernachlässigbare lokale Einflüsse auf die

regionalen Verhältnisse durch die vorhandene Oro- bzw. Topografie zum tragen.

Regional befindet sich der Standort im Gebiet der Iller-Vorberge, 6 km nordöstlich der Adelegg und ca. 20 km nördlich des Vilsergebirges. Das Richtungsmaxima wird somit durch die Einflüsse geprägt, die aus der Position in der Niederung und zu den genannten Höhenzügen resultieren. Es ist somit eine Windrichtungsverteilung zu erwarten, welche eine breit ausgeprägte Struktur in den südost- bis südwestlichen Sektoren aufweist. Dabei treten durch die Ausrichtung des Vilsergebirges und weiterer voralpiner Höhenzügen südlich des Standortes primär deutliche Häufigkeiten zwischen Ostsüdost und Südsüdost auf. Ein stark ausgeprägtes Nebenmaximum ist aufgrund der Lage in der Niederung nicht zu erwarten. Am wahrscheinlichsten sind häufiger auftretende Windrichtungen zwischen Südsüdwest und Westsüdwest, welche durch die Ausrichtung der Iller geprägt sind. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zu den Alpen ist der Einfluss von Alpenföhn zu erwarten, welcher jedoch aufgrund der ohnehin schon breiten Aufstellung der Windrichtungsverteilung aus südlichen Richtungen nicht eindeutig erkennbar ist.

Die lokale Situation am Standort kann der Abbildung 2 entnommen werden. Es ist zu erkennen, dass die orografischen Verhältnisse prägend sind, die aus der Position in kleinstädtischer Umgebung welligen Geländes resultieren. Es lassen sich keine orografischen Merkmale erkennen, die o.g. Windrichtungsverhältnissen maßgebend entgegen wirken. Aus topografischer Sicht kann festgestellt werden, dass grundlegend ein Wechsel von Rauigkeiten maßgebend ist, der sich z.B. aus dem Wechsel von bebauten bzw. bewaldeten Bereichen zu landwirtschaftlichen Flächen ergibt. Hier ist zu erkennen, dass das direkte Umfeld kleinräumig eher durch hohe Rauigkeitswerte bebauter Strukturen ( $z_0=1,0$  m) dominiert wird. Die weitläufige Anordnung und Größe der Flächen einzelner Rauigkeitsklassen lässt keine Strukturen erkennen, die o.g. Windrichtungsverhältnissen maßgebend entgegen wirken (siehe Abbildung 4; [22]). Des Weiteren zeigt die Abbildung 4 die Steigungsverhältnisse im standardisiertem 100 m horizontal aufgelösten Raster. Es ist zu erkennen, dass der maßgebende Geländeeinfluss im zu erwartenden Rechengebiet [3] vorwiegend im Gültigkeitsbereich für ebenes Gelände bzw. des diagnostischen Windfeldmodells TALdia liegt [3]. Die Abbildung 4 zeigt weiterhin die Windgeschwindigkeitsverhältnisse im Jahresmittel, die mit dem Statistischen Windfeldmodell (SWM) des DWD im 200 m x 200 m Raster berechnet wurden. Es sind Windgeschwindigkeiten zu erwarten, die ca. 3,0 m/s - 4,0 m/s im Jahresmittel betragen [11]. Dies kann als Anhaltspunkt für Erwartungswerte in der Standortumgebung angenommen werden.

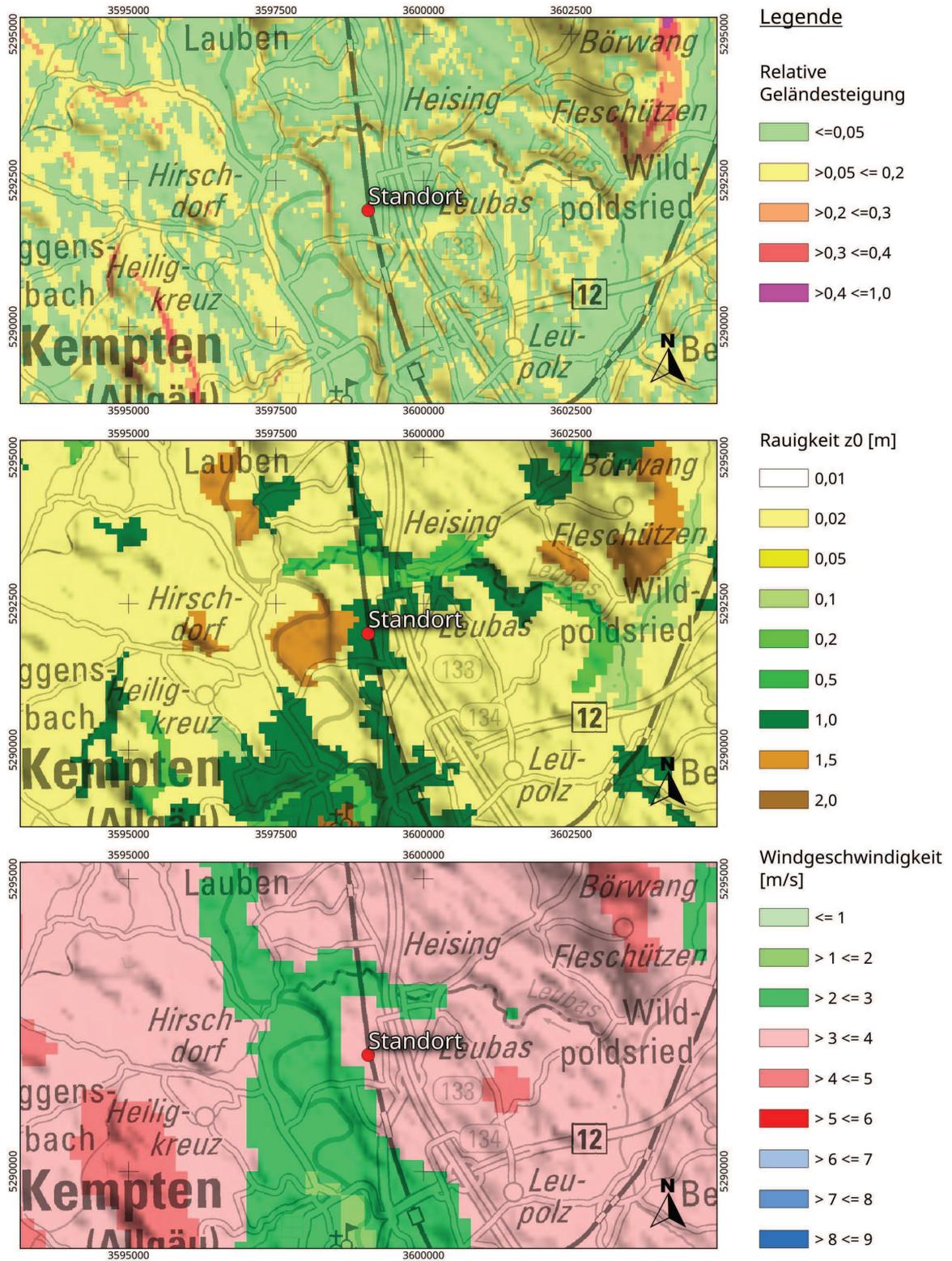


Abbildung 4: Gebietsparameter

### 2.3 Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima

Die berechnungsrelevante Umgebung um den Standort ist im Sinne der TA Luft durch vernachlässigbare Steigungen gekennzeichnet. Die vorhergehend beschriebenen regionalen und individuellen Eigenschaften stützen die Annahme einer breit ausgeprägten Windrichtungsverteilung mit einem primären Maximums zwischen Ost-südost und Südsüdost sowie eines schwächer ausgebildeten sekundären Maximums zwischen Südsüdwest und Westsüdwest. Anhand der vorliegenden Windrichtungsverteilungen verschiedener benachbarter Stationen in Verbindung mit der beschriebenen Orografie und Topografie kann festgestellt werden, dass wenig Stationsdaten vorliegen, die hinreichende Übertragungseigenschaften aufweisen.

### 3 Prüfung der Übertragbarkeit

Zur Prüfung werden insgesamt die Stationen gemäß Abbildung 5 betrachtet. Die Vorauswahl der Stationen deckt die Bereiche im regional relevanten Umkreis um den Standort ab. Die aus den Daten der ausgewählten Stationen (Abbildung 5; markiert) resultierenden Windverteilungen und -spektren werden als engere Auswahl zur Prüfung herangezogen. Die übrigen Stationen wurden aus der Betrachtung genommen, da die bisher beschriebenen Anforderungen im Vergleich nicht ausreichend erfüllt werden, bzw. näher gelegene Stationen vergleichbare oder bessere Übertragungseigenschaften aufweisen.

Die theoretischen Windspektren, die aus den Daten des Statistischen Windfeldmodells des DWD [10], [11], [13] resultieren, sind in der Abbildung 6 dargestellt. Die gemessenen Windspektren können der Abbildung 7 entnommen werden.

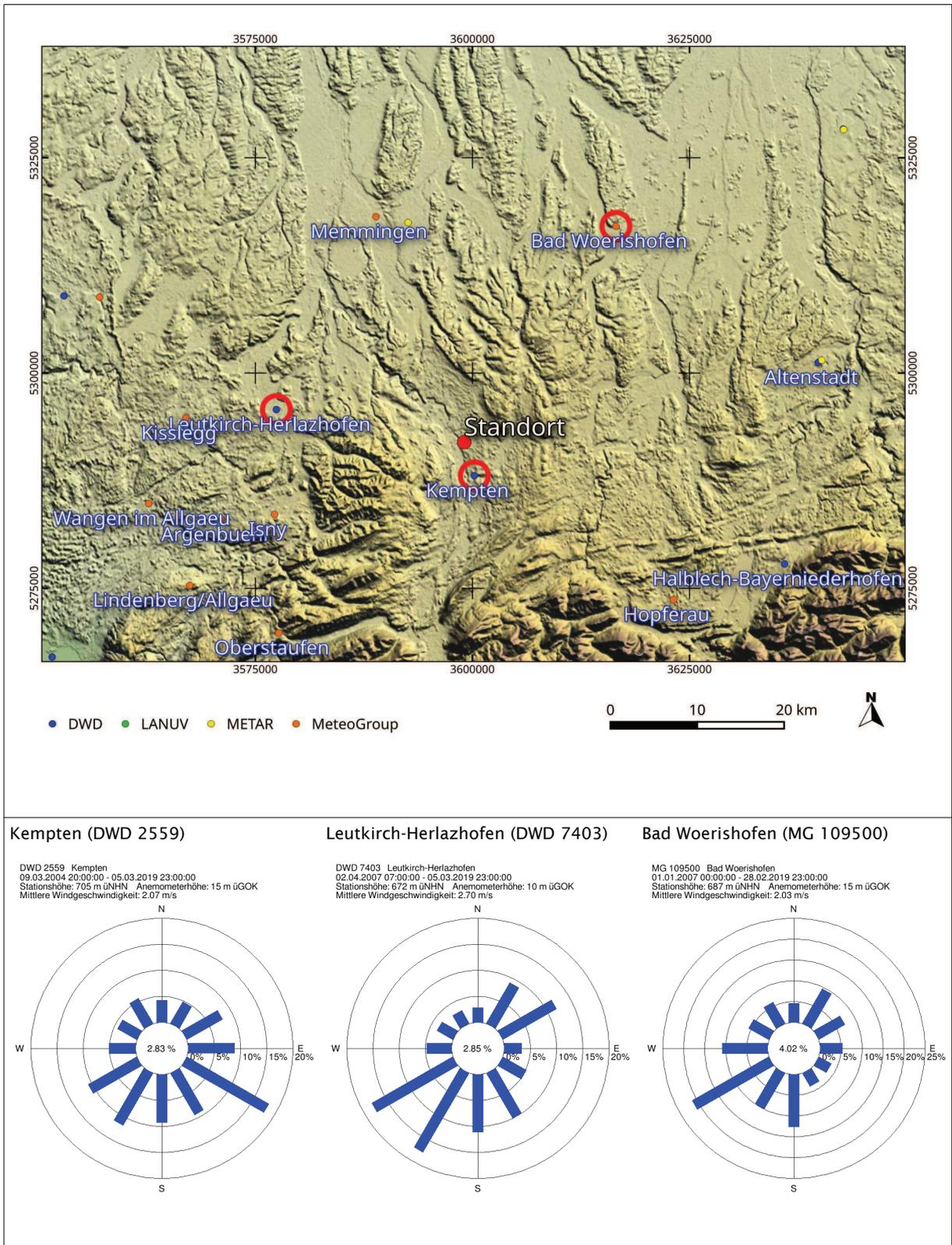


Abbildung 5: Standort und Stationsauswahl

Vergleich der theoretischen Windspektren des Statistischen Windfeldmodells (SWM) anhand der Dichtefunktion der Weibull-Verteilung für Windgeschwindigkeiten (statistische Werte):

$$P(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k}$$

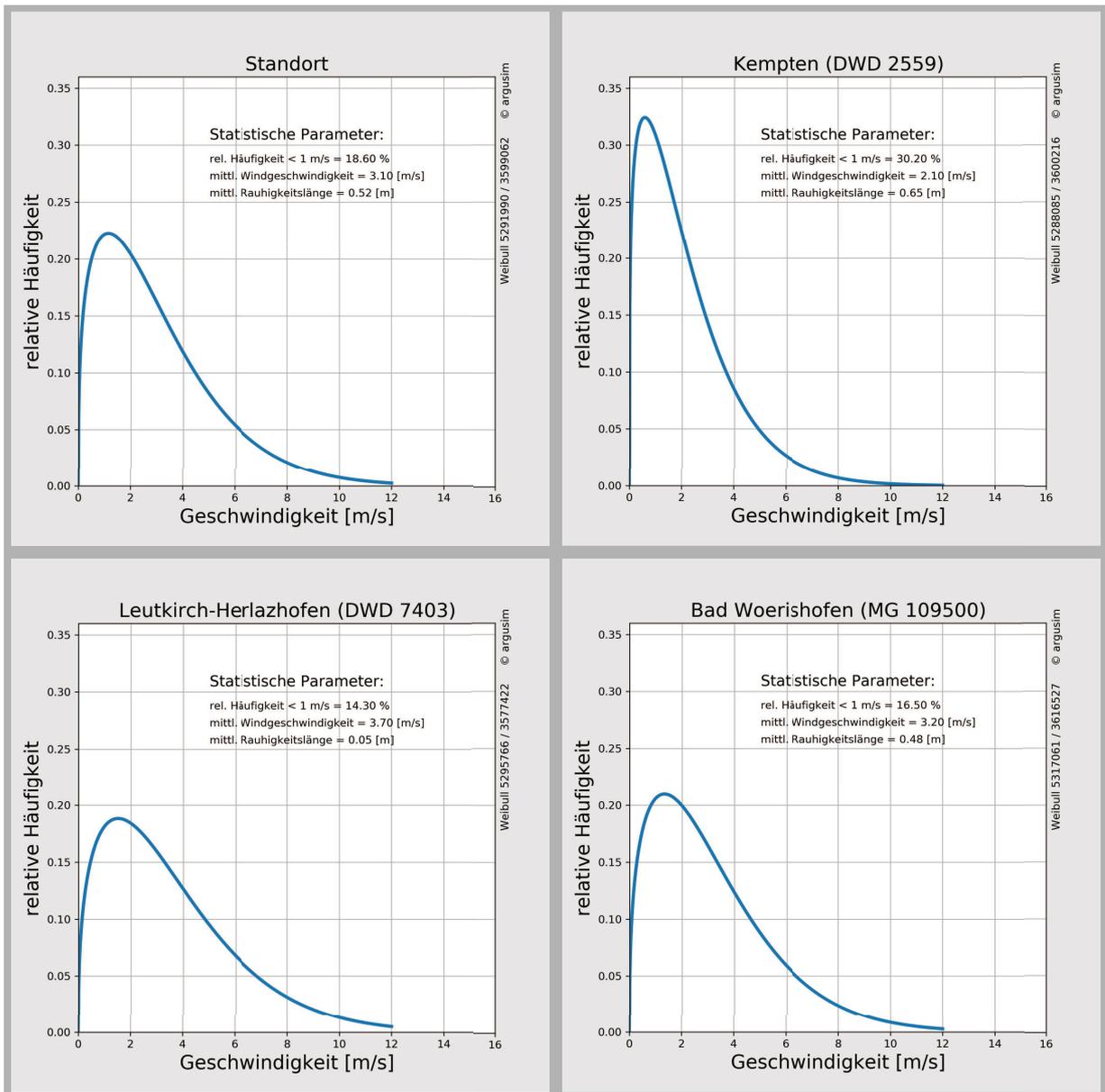


Abbildung 6: theoretische Windspektren

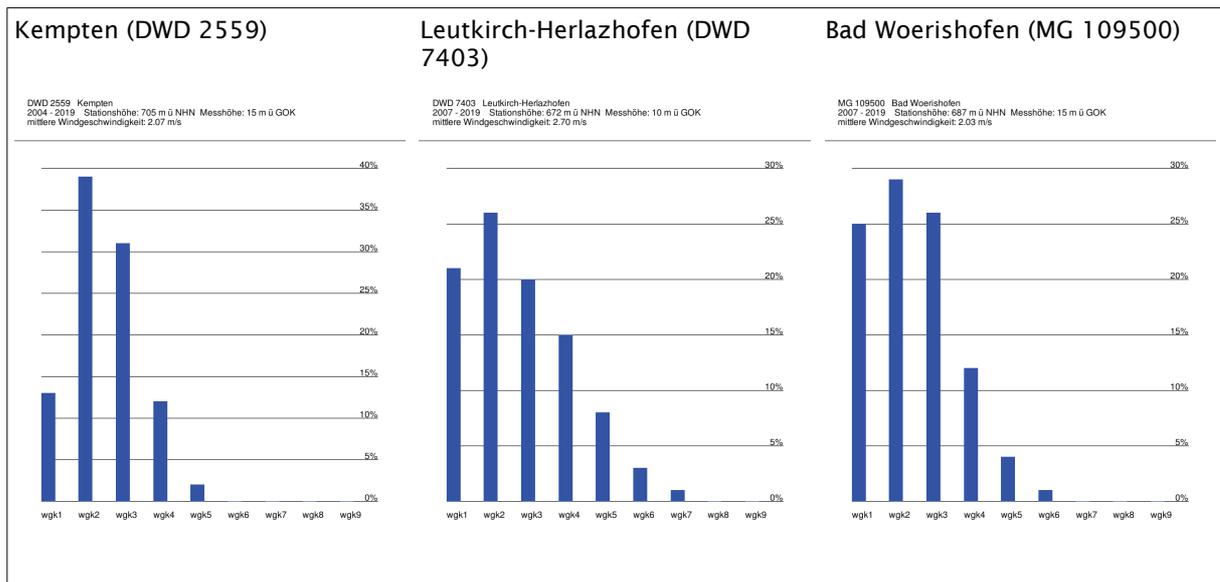


Abbildung 7: Gemessene Windspektren

*wgk1: < 1,4 m/s; wgk2: 1,4-1,8 m/s; wgk3: 1,9-2,3 m/s; wgk4: 2,4-3,8 m/s; wgk5: 3,9-5,4 m/s  
 wgk6: 5,5-6,9 m/s, wgk7: 7,0-8,4 m/s; wgk8: 8,5-10,0 m/s; wgk9: >10 m/s*

Die Tabelle 1 stellt die im Rahmen der Übertragbarkeitsprüfung ermittelten Erwartungswerte mit den Istwerten der ausgewählten Stationen gegenüber. Dabei wird ein dreistufiges Bewertungsschema in Bezug auf die Anwendbarkeit in der Ausbreitungsrechnung angesetzt (Übertragbarkeits-eigenschaften der Windrichtungsverteilung). In der Tabelle sind weiterhin u.a.

- Windgeschwindigkeit SWM: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Bezugsniveau
- Windgeschwindigkeit gemessen: in Anemometerhöhe
- Schwachwindhäufigkeit SWM: Häufigkeit der Windgeschwindigkeit < 1 m/s
- Rauigkeit: Rauigkeit nach dem CORINE2006-Kataster im Untersuchungsradius von ca. 1,5 km

Die Schwachwindhäufigkeiten der Messreihen und mittleren Windgeschwindigkeiten weichen systembedingt von den statistischen Angaben in der o. g. Tabelle (SWM) ab, die primär dem Strukturvergleich zwischen Anlagenstandort und Standort der Wetterstationen dienen. Die Rauigkeiten können von den Angaben der Stationsdaten (Abbildung 5 und 6) abweichen, wenn diese über Sektoren- und Lauflängen gewichtet wurden.

Station	Prüfgebiet / Erwartungswerte	Kempten (DWD 2559)	Leutkirch-Herlazhofen (DWD 7403)	Bad Woerishofen (MG 109500)
Koordinaten RW / HW [m]	3599062 5291990	3600216 5288085	3577422 5295766	3616527 5317061
Höhe über NN [m]	ca. 690	705	672	687
Windgeberhöhe über GOK [m]	-	15	10	15
Lage bzgl. Standort	-	4 km SSO	22 km WNW	31 km NO
Zeitraum [Jahre]	-	2004 - 2019	2007 - 2019	2007 - 2019
Maxima (1. / 2.)	SO / SW	3 / 3	1 / 2	1 / 3
Minima (1. / 2.)	N - NNO / NW	3 / 3	2 / 3	1-2 / 3
Windgeschwindigkeit SWM [m/s]	3,1	2,1	3,7	3,2
gemessen [m/s]	-	2,1	2,7	2,0
Schwachwindhäufigkeit SWM [%]	18,6	30,2	14,3	16,5
gemessen [%]	-	13,6	21,3	25,7
Rauigkeit [m]	0,52	0,65	0,05	0,48

Tabelle 1: Prüfung der Übertragbarkeit

**Anmerkungen:**

- 3: ausreichende Übereinstimmung      2: geringe bis moderate Abweichung      1: keine Übereinstimmung
- die theoretischen Geschwindigkeitsangaben sind auf ein einheitliches Niveau bzw. Rauigkeit angegeben.
- die gemessenen Windgeschwindigkeiten sind über das logarithmische Windprofil auf die Soll-Rauigkeit sowie die daraus resultierende Anemometerhöhe umgerechnet.

### 3.1 Fazit der Prüfung

Die Auswertung der Windrichtungsverteilungen ergibt ausreichende Übereinstimmungen mit den Erwartungswerten für die Station in Kempten. Im Vergleich der theoretischen Erwartungswerte für Schwachwindhäufigkeiten und mittlere Windgeschwindigkeiten (SWM [13]) sowie der Messreihen zeigt sich unter Berücksichtigung der Rauigkeitsverhältnisse, dass die Werte der Station in Kempten ca. 1 m/s unterhalb der theoretischen SWM-Werte am Standort liegen. Gemessene Windgeschwindigkeiten um 2 m/s sind in der Region nicht untypisch, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die Daten hinreichend gut übertragbar sind und eine konservative Darstellung der Immissionssituation zulassen.

In Verbindung mit der räumlichen Nähe kann somit insgesamt Bezug auf die in der Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft gestellten Anforderungen der Stationsstandort **Kempten (DWD 2559)** als hinreichend repräsentativ angesehen werden.

### Empfehlungen und Einschränkungen

Für Ausbreitungsrechnungen [4], [5], [6], [7] am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) am bzw. nahe am Anlagenstandort zu positionieren und ggf. das Rechengitter zu vergrößern, d.h. an die zu erfassenden orografischen Strukturen anzupassen. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten.

#### 4 Hinweise

Die Unterzeichner bestätigen, dieses Gutachten unabhängig jeglicher Weisung und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt zu haben.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienen die vorgelegten und im Gutachten erwähnten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfungsumfang. Ein auszugsweises Vervielfältigen des Gutachtens ist ohne die Genehmigung der Verfasser nicht zulässig.

Berlin, 02.09.2020

Erstellt durch:



M.Sc. (Meteorologie) Katrin Zenker

Geprüft durch:



Dipl.-Met. André Förster



# Anhang

## I Grundlagen

## II Topografische Karte 1:250.000

## I Grundlagen

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002, ..... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung Fassung vom 14. März 1997 (BGBl. I 1997 S. 504, S. 548; 1998 S. 723... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8-4
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) - - Juli 2002 -
- [4] VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikel-modell“ (September 2000)
- [5] Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.6.11-WI-x; Copyright (c) Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2014; Copyright (c) Janicke Consulting, Dunum, 1989-2014
- [6] Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G; Lutz Janicke, Ulf Janicke, August 2004; Ingenieurbüro Janicke, Alter Postweg 21, 26427 Dunum, ISSN 1439-8222
- [7] Entwicklung einer modellgestützten Beurteilungssysteme für den anlagenbezogenen Immissionsschutz von Dr. Lutz Janicke, Dr. Ulf Janicke, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin Februar 2003
- [8] Meynen, Schmidhülsen (1959 - 1962) Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Bodenforschung Selbstverlag Bad Godesberg
- [9] Landschaftssteckbriefe Texte gemäß BfN Website [9] [http://www.bfn.de/0311\\_schutzw\\_landsch.html](http://www.bfn.de/0311_schutzw_landsch.html); Karten gemäß CD des LANIS-BUND, Bundesamt für Naturschutz (BfN)
- [10] Digitale Weibull-Daten (Skalen- und Formparameter) für die gesamte BRD im 1-km-Raster, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro
- [11] Digitale Winddaten in 10 m über Grund für die gesamte BRD im 1-km-Raster; Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro; Rasterpunkte mit Windgeschwindigkeitswerten in zehntel Meter
- [12] Gerth u. Christoffer: Windkarten von Deutschland, Meteorol. Z. N.F. 3, Heft 2, S. 67-77
- [13] Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund des jeweiligen Bundeslandes;

- Statistisches Windfeldmodell (SWM) im 200 m-Raster; Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Rasterflächen mit Windgeschwindigkeitswerten in zehntel Meter
- [14] Verfahrensbeschreibung zur Übertragung von Windmessdaten vom Messort auf einen anderen Standort; "Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TALuft 2002 auf einen Standort"; Dipl.-Met. J. Hessel, Dipl.-Met. J. Namyslo; Deutscher Wetterdienst 2007
- [15] VDI 3783 Blatt 20 - Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft; März 2017.
- [16] VDI 3783 Blatt 21 - Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorologischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL; März 2017
- [17] Die Bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland; Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 147; 2. vollständig neu überarbeitete Auflage von Christoffer und Ulbricht-Eissing, 1989
- [18] Baden-Württemberg Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Klima und regenerative Energien, synthetische Windstatistiken; <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/index.xhtml>)
- [19] Hessen Windrosen-Atlas Hessen Version 2.1, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV) Mainzer Str. 80, 65189 Wiesbaden; <http://windrosen.hessen.de/viewer.htm>
- [20] Synthetische Windrosen basierend auf prognostischen mesoskaligen Modellrechnungen mit dem Modell METRAS (Mittelwerte auf Rasterflächen von 500 m x 500 m); Firma metSoft GbR, 74081 Heilbronn
- [21] Kaltluftabflüsse bei Immissionsprognosen Schriftenreihe, Heft 27/2012; Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie; Freistaat Sachsen
- [22] Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden
- [23] Bestimmung der in AUSTAL2000 anzugebenden Anemometerhöhe; Verfahrensbeschreibung gemäß DWD; Joachim Namyslo, DWD Offenbach
- [24] Katalog der Großwetterlagen Europas (1881 - 1992) nach Paul Hess und Helmut Brezowski; 5., verbesserte und ergänzte Auflage; F.-W. Gerstengarbe und P.C. Werner unter Mitarbeit von U. Rüge; Potsdam, Offenbach a. M., 1999

## II Auszug aus der topografischen Karte

