

Richter & Röckle

Immissionen Meteorologie Akustik

Messstelle § 29b BlmSchG

Auftraggeber: öko-control GmbH

Burgwall 13a

39218 Schönebeck/ Elbe

Erstellen einer Windfeldbibliothek mit einem prognostischen Windfeldmodell für die Aufschüttung eines ehemaligen Tagebaugeländes bei Mansfeld

Datum: 26.02.2020

Projekt-Nr.: 19-04-05-FR

Berichtsumfang: 23 Seiten

Bearbeiter: Katharina Knapp, Diplom-Mathematikerin

Dr. Rainer Röckle, Diplom-Meteorologe

iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG

Eisenbahnstraße 43

79098 Freiburg

Tel. 0761/3809 1520

Fax. 0761/ 202 1671

Email: knapp@ima-umwelt.de





INHALT

1	Situation und Aufgabenstellung		
2	Örtl	iche Verhältnisse	4
3	Aus	breitungsklassenzeitreihe	11
4	Ver	fahrensbeschreibung "Prognostische Windfeldbibliothek"	14
	4.1	Hintergrund	14
	4.2	Grundlagen	15
	4.3	Erstellung der Windfeldbibliothek	16
		4.3.1 Modellgebiet und Rechengitter	16
		4.3.2 Prognostische Modellrechnungen	19
		4.3.3 Interpolation im Parameterraum	19
		4.3.4 Interpolation auf Gitter der Ausbreitungsrechnung	19
		4.3.5 Berechnung der endgültigen Windfeldbibliothek	20
5	Ane	mometerposition	20
6	Zus	ammenfassung der Daten für die Ausbreitungsrechnung	21
	6.1	Gitter	21
	6.2	Anemometerposition und -höhe	21
	6.3	Rauigkeitslänge	22
Lite	eratu	r	23

Dieser Bericht wurde nach den Anforderungen unseres Qualitätsmanagementsystems nach DIN 17025 erstellt. Er darf ohne die Genehmigung der iMA Richter & Röckle GmbH und Co. KG weder ganz noch in Teilen weitergegeben oder vervielfältigt werden.



1 Situation und Aufgabenstellung

Die öko-control GmbH ist damit beauftragt, eine Immissionsprognose für die Nutzung eines ehemaligen Tagebaugeländes der Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld im Landkreis Mansfeld-Südharz als DK0-Deponie zu erstellen.

Das Tagebaugelände befindet sich nordöstlich der Stadt Mansfeld, zwischen Mansfeld und dem Ortsteil Großörner.

Aufgrund der komplexen Topographie des ehemaligen Tagebaugeländes ist die Erstellung einer Windfeldbibliothek mit einem prognostischen Windfeldmodell erforderlich. Auf Basis der prognostischen Windfeldbibliothek soll die Immissionsprognose durchgeführt werden.

Da sich die Geländehöhen bei der Verfüllung des Tagebaubetriebs stetig ändern, werden nach Absprache mit dem Auftraggeber mehrere Varianten betrachtet.

2 Örtliche Verhältnisse

Das ehemalige Tagebaugelände liegt im östlichen Teil der Gemarkung Mansfeld zwischen der Stadt Mansfeld im Südwesten und dem Ortsteil Großörner im Nordosten im Landkreis Mansfeld-Südharz.

Abbildung 2-1 zeigt die Umgebung der Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld in der topografischen Karte. Mansfeld befindet sich im östlichen Harzvorland. Direkt nordwestlich der Halde verläuft das Tal der Wipper.

Im Westen grenzt die Halde an die B 180. Ca. 400 m südwestlich befindet sich die nordöstliche Wohnbebauung der Stadt Mansfeld. Im Süden und Osten schließen landwirtschaftliche Nutzflächen an die Halde an. Nordnordöstlich beginnt in einem Abstand von ca. 100 m zur Halde die Wohnbebauung des Ortsteils Großörner.

Abbildung 2-2 zeigt ein perspektivisches Luftbild mit Blick aus Nordnordwest auf die Halde. Nördlich der Halde befindet sich zum Tal der Wipper hin eine ausgeprägte Geländestufe.



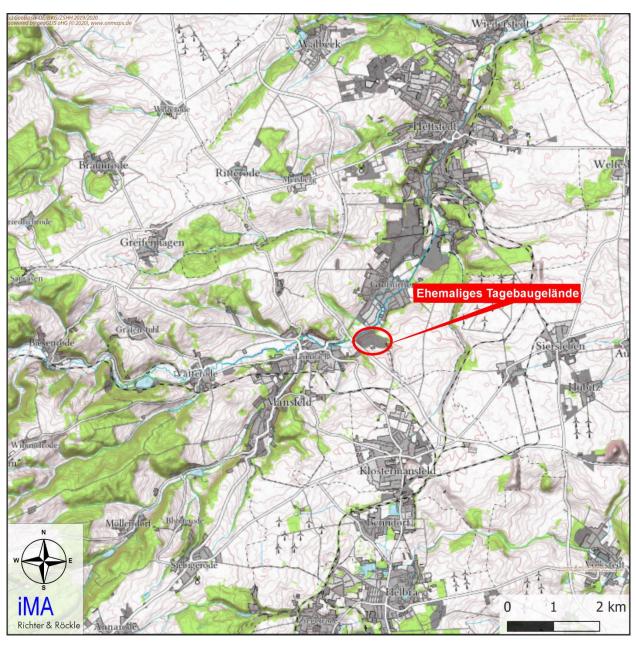


Abbildung 2-1: Topografische Karte. Lage des ehemaligen Tagebaugeländes rot umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019).





Abbildung 2-2: Lage des ehemaligen Tagebaugeländes im Luftbild mit Blick aus Nordnordwest. (Quelle: Google Earth).

Die Halde soll sukzessive bis auf die Haldenaufstandsfläche rückgebaut werden. Dabei werden immer nur einzelne Teile der Halde abgetragen. Im abgetragenen Teil findet im Rahmen der Nutzung als DK0-Deponie eine Rückverfüllung statt. Geplant sind der Rückbau der Bergehalde und die Rückverfüllung in fünf Deponieabschnitten.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden vier prognostische Windfeldbibliotheken für den derzeitigen Zustand der Bergehalde (Deponieabschnitt DA0) sowie die Deponieabschnitte DA1, DA2 und DA5 erstellt. Geländedateien für die einzelnen Deponieabschnitte wurden uns vom Auftraggeber übermittelt. Die Lage und Ausdehnung der betrachteten Deponieabschnitte kann Abbildung 2-3 bis Abbildung 2-6 entnommen werden.



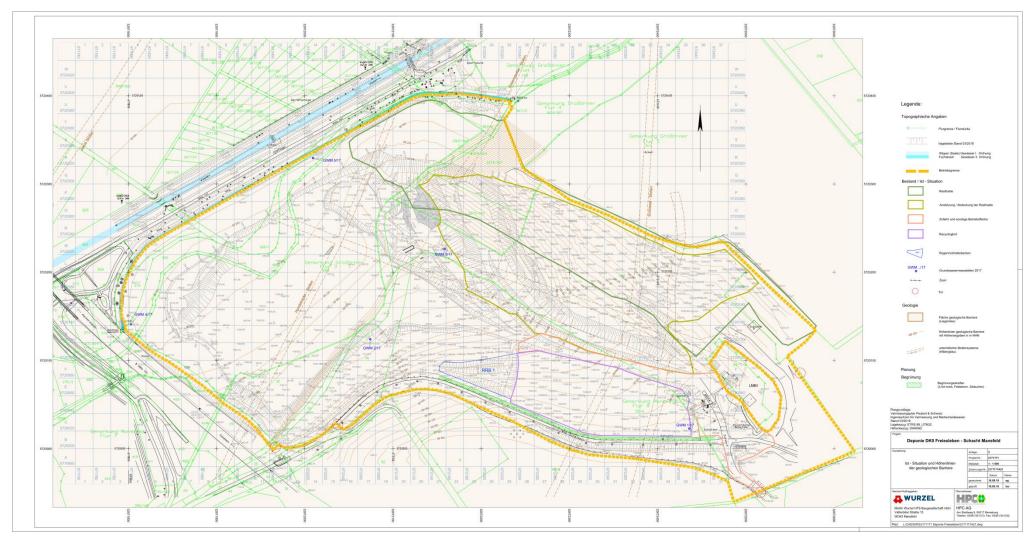


Abbildung 2-3: Lageplan derzeitiger Zustand der Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld (DA0). (Plan: HPC AG, 18.09.2018)





Abbildung 2-4: Lageplan Deponieabschnitt DA1 (lila). (Plan: HPC AG, 25.06.2018)





Abbildung 2-5: Lageplan Deponieabschnitt DA1 (lila) und Deponieabschnitt DA2 (rot). (Plan: HPC AG, 25.06.2018)



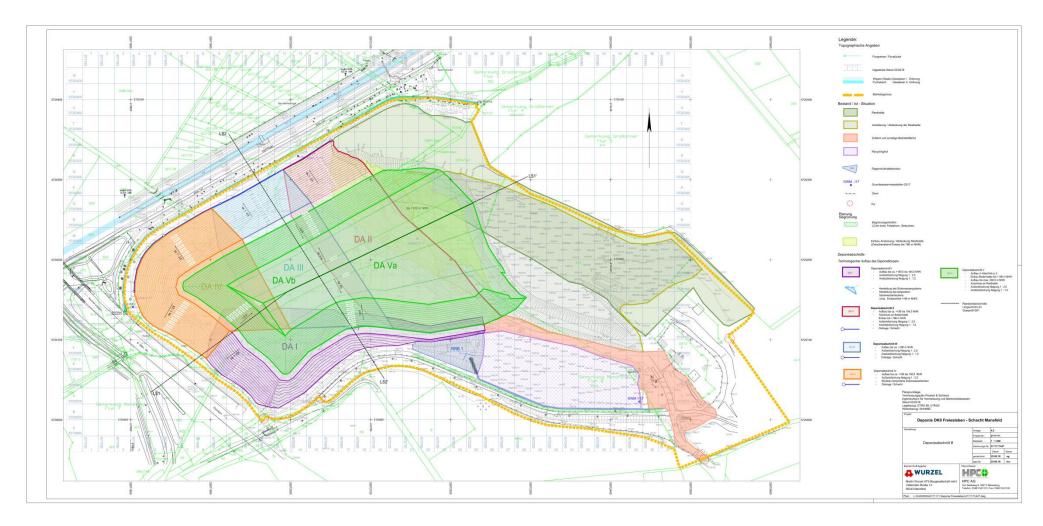


Abbildung 2-6: Lageplan Deponieabschnitt DA1 (lila), Deponieabschnitt DA2 (rot), Deponieabschnitt DA3 (blau), Deponieabschnitt DA4 (orange) und Deponieabschnitt DA5 (grün) (Plan: HPC AG, 25.06.2018)



3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Als meteorologische Datenbasis für die Ermittlung jahresbezogener Kenngrößen werden in der Regel Zeitreihen der Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Ausbreitungsklasse in stündlicher Auflösung verwendet.

Die Ausbreitungsklassen beschreiben den Turbulenzzustand der Atmosphäre und sind ein Maß für das "Verdünnungsvermögen" der Atmosphäre. Eine Beschreibung der Ausbreitungsklassen kann Tabelle 3-1 entnommen werden.

Tabelle 3-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen.

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
stabile atmosphärische Schichtung, Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre	
III ₁	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III ₂ leicht labile atmosphärische Schichtung	
IV mäßig labile atmosphärische Schichtung	
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

Da das Strömungsmodell die 3-dimensionale Struktur der Strömung auflöst, ist für den Antrieb des Windfeldmodells ein möglichst ungestörter Standort der Messstation erforderlich. In der Regel werden deshalb Stationen, die in den höheren Lagen stehen, verwendet.

Für das Projekt stand die Ausbreitungsklassenzeitreihe (AKTerm) der Messstation des Deutschen Wetterdienstes in Hettstedt-Walbeck (Hettstedt-Walbeck MG 104611) zur Verfügung. Für diese Station liegt von der Firma ArguSoft GmbH & Co. KG eine Übertragbarkeitsprüfung¹ für das Rechengebiet vor. Als repräsentatives Jahr wurde in der Übertragbarkeitsprüfung 2012 ausgewählt.

¹ ArguSoft GmbH & Co. KG: Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf den Anlagenstandort Mansfeld (Mansfeld-Südharz) im Auftrag von öko-control GmbH. Proj. U15-1-556-Rev00. 17.09.2015.



Im Jahr 2019 wurde von der Fa. Argusim Umwelt Consult auf Basis der aktuellen Messdaten bis 2018 nochmals die Auswahl eines repräsentativen Jahres vorgenommen und das Jahr 2016 ermittelt.²

Abbildung 3-1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im Messjahr 2016. Die Länge der Strahlen gibt die Häufigkeit an, mit der der Wind aus der jeweiligen Richtung weht. Die Richtungen sind in Sektoren von 10 Grad eingeteilt.

Am Standort dominieren Winde aus südwestlichen und nordwestlichen Richtungen. Aus dem östlichen sowie nord- und südöstlichen Sektor weht der Wind vergleichsweise selten.

Die mittlere Windgeschwindigkeit im Jahr 2016 betrug etwa 3,2 m/s in 12 m über Grund.

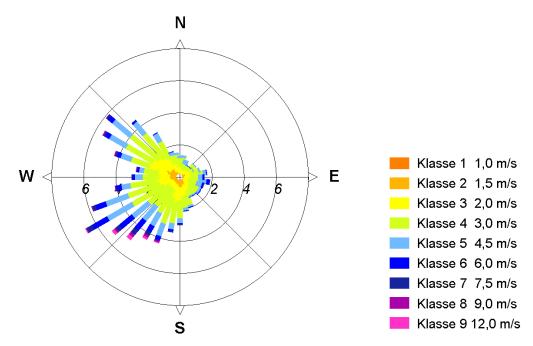


Abbildung 3-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der DWD-Station Hettstedt-Walbeck. Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2016.

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Die neutralen Ausbreitungsklassen (III1 + III2) sind mit ca. 74,4 % am stärksten vertreten, gefolgt von den stabilen Ausbreitungsklassen (I + II), deren Häufigkeit etwa 19,4 % beträgt. Labile atmosphärische Verhältnisse (IV + V) kommen mit ca. 6,1 % am seltensten vor.

Die stabilen Ausbreitungsklassen sind meist mit Winden aus dem Süd- und Ostnordost-Sektor verbunden, bei neutralen atmosphärischen Verhältnissen treten am häufigsten westsüdwestliche sowie nordwestliche Windrichtungen auf (siehe Abbildung 3-2).

² Argusim Umwelt Consult: Dokumentation eines Wetterdatensatzes zur Verwendung in Ausbreitungsrechnungen, Hettstedt-Walbeck MG 104611. 21.08.2019



Immissionen Meteorologie Akustik

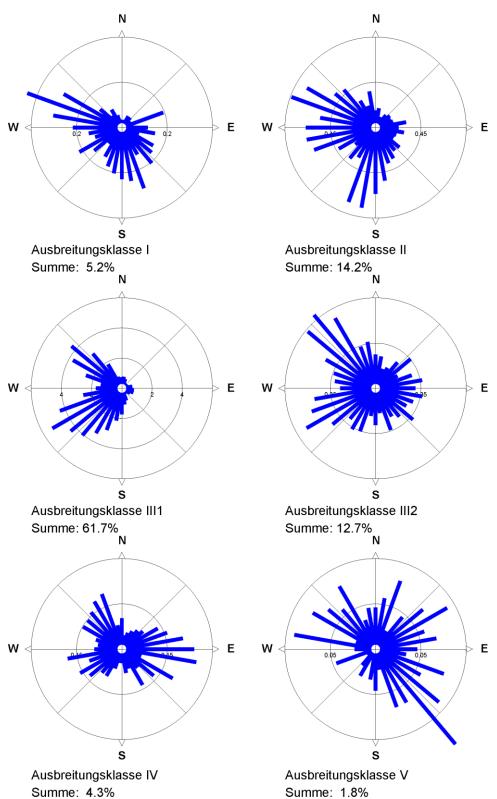


Abbildung 3-2: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen für unterschiedliche Ausbreitungsklassen. Grundlage: Daten der DWD-Station Hettstedt-Walbeck aus dem Jahr 2016.



4 Verfahrensbeschreibung "Prognostische Windfeldbibliothek"

4.1 Hintergrund

Nach Nr. 11, Anhang 3 der TA Luft sind in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung soll dabei als Höhendifferenz über eine Strecke bestimmt werden, die dem 2-fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht. Im betrachteten Untersuchungsgebiet treffen die Kriterien nach TA Luft zu.

Im Bereich der Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld wurde uns vom Auftraggeber für die betrachteten Deponieabschnitte jeweils ein Höhenmodell der Oberkante des Deponieabschnitts zur Verfügung gestellt. Dieses wurde in die Daten des Höhenmodells GlobDEM50 (50-Meter-Raster) integriert. GlobDEM50 basiert auf Daten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.

Die TA Luft schränkt in Anhang 3 Abschnitt 11 die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells in der Ausbreitungsrechnung folgendermaßen ein: "Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können."

Da prognostische Modelle im Vergleich zu diagnostischen unter anderem das Abreißen der Strömung an Geländekanten besser nachbilden (siehe Abbildung 4-1), wird im vorliegenden Prognosefall ein prognostisches Windfeldmodell verwendet.

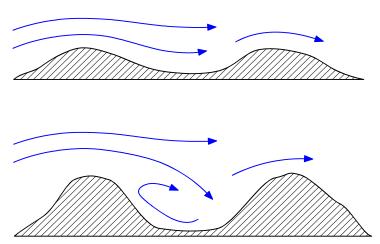


Abbildung 4-1: Oben: Flach gewelltes Gelände. Die Strömung folgt der Geländekonfiguration. Dieses Strömungsfeld kann von diagnostischen Windfeldmodellen, wie dem in AUSTAL2000 intergierten, berechnet werden.

Unten: Strömungsabriss bei steilem Gelände. Dieses Strömungsfeld kann nicht von diagnostischen Windfeldmodellen berechnet werden.



Ein Verfahren, das einen Einsatz in topographisch stark gegliedertem Gelände erlaubt, ist das Konzept der "Prognostischen Windfeldbibliothek". Es basiert auf einer Bibliothek, deren Windfelder mit einem prognostischen mesoskaligen Strömungsmodell berechnet wurden. Dabei werden statt der diagnostisch berechneten Windfelder, die z.B. von AUSTAL2000 ermittelt werden, universell anwendbare prognostische Windfelder in eine Bibliothek eingestellt. Die eigentliche Ausbreitungsrechnung bleibt unverändert. Damit sind die Vorgaben der TA Luft erfüllt und eine Ausbreitungsrechnung ist auch in steilem Gelände möglich.

Die Windfeldbibliothek wurde nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 (2015) erstellt.

4.2 Grundlagen

Im diagnostischen Ansatz der TA Luft besteht eine Windfeldbibliothek aus Basiswindfeldern, aus deren Linearkombination die in der Immissionsprognose verwendeten Windfelder in stündlicher Auflösung bestimmt werden können. Die Kombination erfolgt unter der Bedingung, dass der in der AKTerm (meteorologische Zeitreihe) hinterlegte gemessene Wind mit dem Wind des Lösungsfeldes am Anemometerstandort übereinstimmt.

Der Vorteil einer Windfeldbibliothek liegt darin, dass nicht vor jedem neuen Zeitschritt eine komplette Neuberechnung eines benötigten Windfeldes erfolgen muss, sondern dieses aus der Kombination der vorhandenen Windfelder resultiert. Dieses Konzept wird bei einer "prognostischen Windfeldbibliothek" beibehalten.

In prognostischen Strömungsmodellen erfolgt die Berechnung der Strömung durch Lösung der vollständigen dreidimensionalen Bewegungsgleichungen. Der Aufbau der prognostischen Windfeldbibliothek erfolgt für die Windrichtungen in 10°-Schritten analog zum Verfahren mit diagnostischen Windfeldern (Standardverfahren). Die resultierende prognostische Windfeldbibliothek besteht unter den genannten Voraussetzungen aus 36 Feldern in 10°-Schritten, so dass bei 6 Ausbreitungsklassen insgesamt 216 Windfelder je Gitter vorliegen.

Zum Einsatz kommt das prognostische Modell METRAS-PCL (Version 5.0.0), entwickelt von K. H. Schlünzen, R. Petrik, D. Grawe und V. Reinhardt am Meteorologischen Institut, CEN, der Universität Hamburg (Schlünzen, K. H. et al. (1996), Schlünzen, K.H. et al. (2017)). Die Realisierung wurde teilweise finanziert durch das Umweltbundesamt (Dessau-Roßlau). METRAS-PCL beruht auf dem mesoskaligen Modell METRAS. Das Windfeldmodell METRAS-PCL erfüllt die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 7 (2017).

Nächtliche Kaltluftabflüsse können im vorliegenden Fall vernachlässigt werden, da der Betrieb nur tagsüber stattfindet.

Die prognostischen Windfelder werden für die Windfeldbibliothek auf das von der Ausbreitungsrechnung definierte Gitter interpoliert, um vom Ausbreitungsmodell (AUSTAL2000 bzw. LASAT) verwendet werden zu können.

Weitere Details des Verfahrens werden im Folgenden dargestellt und sind in der Literatur geschildert (Bigalke, K. et al. (2007); Hasel, M. et al. (2009)).



4.3 Erstellung der Windfeldbibliothek

4.3.1 Modellgebiet und Rechengitter

Das Modellgebiet für die prognostischen Berechnungen muss die topographischen Strukturen umfassen, welche sich auf die Strömung im Beurteilungsgebiet maßgeblich auswirken können. Dazu zählen insbesondere markante Höhenzüge und Talsysteme. Derartige Geländeformationen modifizieren die Strömung z.B. in Form von Kanalisierungen, Beschleunigungen auf Geländerücken und Verzögerungen in Tallagen.

Das Simulationsgebiet für die prognostische Strömungssimulation umfasst einen wesentlich größeren Bereich als das eigentliche Beurteilungsgebiet. Im inneren Teilgebiet des Modells liegt die horizontale Maschenweite bei 50 m, darüber hinaus wird ein gestrecktes Gitter verwendet, bei dem die Maschenweiten bis auf 225 m zu den Rändern hin anwachsen. Das gesamte Modellgebiet hat eine Ausdehnung von ca. 17,2 km x 17,2 km (siehe Abbildung 4-2 und Abbildung 4-3). Die genauen Abmaße der verwendeten Modellgebiete sind der Tabelle 4-1 zu entnehmen.

In der Vertikalen beginnt das Gitter mit einer Maschenweite von 20 m und nimmt mit der Höhe sukzessive zu. Insgesamt erstreckt es sich bis auf rund 12.900 m Höhe.

Tabelle 4-1: Eigenschaften des prognostischen Modellgitters (LUE: linke untere Ecke in UTM32N-Koordinaten, ROE rechte obere Ecke in UTM32N-Koordinaten).

	LUE	ROE
Prognostisches Gesamt-Modellgebiet	32663749 5711899	32680951 5729101
Inneres Teilgebiet (konstante Maschenweite 50 m)	32669600 5717750	32675100 5723250
Zentrum des prognostischen Modellgebiets	32671500 5720000	



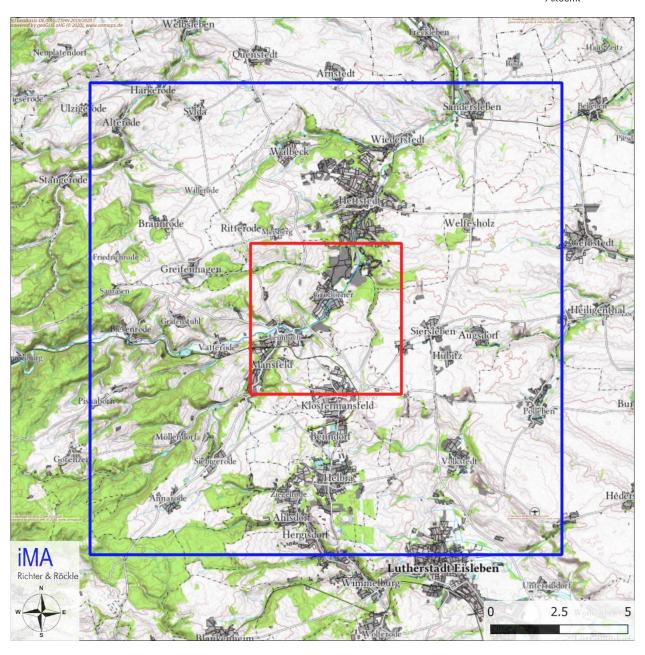


Abbildung 4-2: : METRAS-PCL-Gesamtrechengebiet in der topografischen Karte (blau umrandet). Inneres äquidistantes METRAS-PCL-Gitter rot umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019).



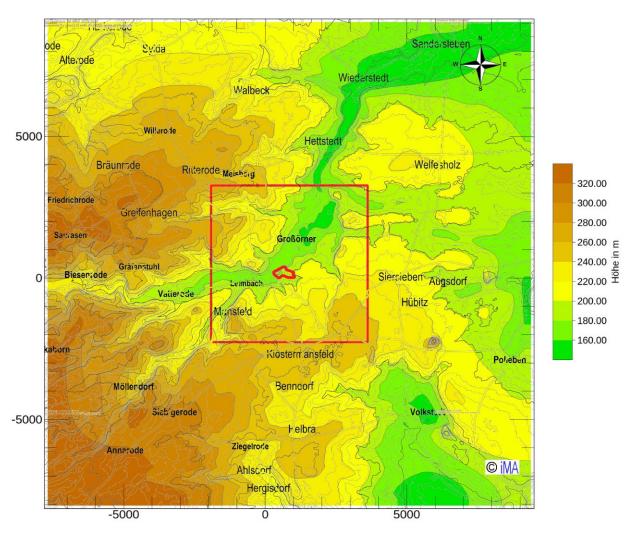


Abbildung 4-3: : METRAS-Gesamtrechengebiet mit farblich unterlegtem Gelände. Inneres äquidistantes METRAS-Gitter rot umrandet. Rote Markierung: Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld.

Das Meteorologische Institut der Universität Hamburg stellt ebenfalls einen Prä-Prozessor zur Erstellung des Modellgebiets für METRAS-PCL zur Verfügung (GRITOP-L, Version 2.0.0, Schlünzen, K.H. et al. (2018a)). Die in dem Präprozessor verwendeten Daten für die Landnutzung und das digitale Oberflächenmodell entstammen dem Digitalen Landbedeckungsmodell LBM-DE2012 bzw. dem Digital Elevation Model over Europe (EU-DEM) (Schlünzen, K.H. et al. (2018b)).

Im Bereich der Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld wurden uns vom Auftraggeber für die betrachteten Deponieabschnitte Höhenmodelle zur Verfügung gestellt, die in die GRITOP-L-Daten integriert wurden.

Das Rechengebiet sowie die Gitterweite für AUSTAL2000 wurden uns ebenfalls von der Fa. öko-control GmbH mitgeteilt.



4.3.2 Prognostische Modellrechnungen

Die prognostischen Modellrechnungen werden für 18 Windrichtungen (in 20°-Schritten beginnend mit einer geostrophischen Anströmung aus Nord (0° bzw. 360°)) jeweils für die Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier I, II, III/1 und V durchgeführt. Somit ergeben sich 72 prognostische Lösungsfelder.

Für jede der 72 Kombinationen aus Windrichtung und Ausbreitungsklasse erfolgt die Rechnung über einen simulierten Modellzeitraum von sechs Stunden für die Ausbreitungsklassen I und II sowie über vier Stunden für die Ausbreitungsklassen III/1 und V. Die Windfelder werden stündlich ausgegeben, visualisiert und die für die Erstellung der Windfeldbibliothek geeigneten Windfelder nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 herausgesucht. Eine Konsistenzprüfung der Windfelder wurde von uns durchgeführt.

4.3.3 Interpolation im Parameterraum

Eine Windfeldbibliothek besteht in der Regel aus 216 Windfeldern, die sich aus Kombinationen der Windrichtungen in 10°-Schritten und den sechs Ausbreitungsklassen zusammensetzen.

Von METRAS-PCL werden 72 Lösungsfelder berechnet. Anhand dieser Stützstellen können alle Kombinationen von Ausbreitungsklasse und Windrichtung interpoliert werden. Die Interpolation im Parameterraum erfolgt entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16.

Nach diesem Schritt liegt eine temporäre Windfeldbibliothek vor, deren Windfelder auf dem METRAS-Horizontal- und Vertikalgitter definiert sind. Anschließend wird die temporäre Windfeldbibliothek auf das Gitter des TA Luft-Modells interpoliert.

4.3.4 Interpolation auf Gitter der Ausbreitungsrechnung

Die AUSTAL2000-Windfeldbibliothek wird für das vom Auftraggeber vorgegebene Gitter (siehe Tabelle 4-2) erstellt.

Tabelle 4-2: Dimensionierung des AUSTAL2000-Modellgitters.

Gitter	Maschenweite	Linke untere Ecke GK-RW/ GK-HW	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	16 m	32670552/ 5718720	3.504 m x 3.504 m	219 x 219

Die Koordinaten des Nullpunkts des AUSTAL2000-Modellgebiets betragen im UTM32N-Netz:

Rechtswert: 32660000Hochwert: 5718000.

Die unterste Modellschicht umfasst den Höhenbereich von 0 bis 3 m. Die vertikale Gitterweite nimmt bis in 1.500 m Höhe sukzessive zu.



Gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 werden im ersten Schritt die METRAS-Ergebnisfelder vertikal auf das TA Luft-Gitter linear interpoliert. Danach erfolgt die Interpolation in horizontaler Richtung bzw. die horizontale Mittelung auf das TA Luft-Gitter.

Für die untersten Modellschichten von AUSTAL2000 ist eine Interpolation zwischen Erdboden und der ersten Rechenfläche von METRAS erforderlich. Für diese Schichten wird gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 den horizontalen Windkomponenten ein Prandtl-Profil aufgeprägt.

4.3.5 Berechnung der endgültigen Windfeldbibliothek

Die prognostischen Windfelder liegen nach dem vorhergehenden Schritt auf dem Gitter vor, für das mit AUSTAL2000 die Ausbreitungsrechnung durchgeführt wird.

Die Divergenzfreiheit wird mit dem Modell Lprwnd aus dem Programmpaket LASAT, Version 3.4.16 vom 03.01.2019 (Janicke & Janicke (2004), Janicke & Janicke (2000)) hergestellt.

5 Anemometerposition

Als meteorologische Datenbasis für die Ermittlung jahresbezogener Kenngrößen werden in der Regel Zeitreihen der Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Ausbreitungsklasse in stündlicher Auflösung verwendet (AKTerm).

Während der Ausbreitungsrechnung wird von AUSTAL2000 der gemessene Wind (Stundenmittel aus der AKTerm) durch jeweils zwei Bibliothekswindfelder linear interpoliert. Dabei werden zur Interpolation die prognostischen Windfelder herausgesucht, die am Anemometerstandort dem gemessenen Wind am nächsten kommen.

Da im ca. 3,5 km × 3,5 km großen Modellgebiet von AUSTAL2000 (siehe Kapitel 4.3.4) keine Windmessungen vorliegen, muss eine geeignete Ersatz-Anemometerposition auf Basis der prognostischen Windfeldbibliothek festgelegt werden.

Gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 ist die Voraussetzung für einen geeigneten Anemometerstandort, dass die Windrichtung der Bibliotheks-Windfelder am Standort gleichsinnig mit der übergeordneten Anströmung dreht.

Da das Strömungsmodell die 3-dimensionale Struktur der Strömung auflöst, ist für den Antrieb ein möglichst ungestörter Standort der Messstation erforderlich. Dieser soll die übergeordneten Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet repräsentieren. In der Regel werden deshalb Stationen verwendet, an denen die Orografie in der Umgebung höchstens einen geringen Einfluss auf die Windverhältnisse ausübt.

Mit dem Programm TAL-Anemo aus der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 (Version VDI-01.32 vom 19.07.2014) wird die Position des Anemometers im AUSTAL2000-Rechengebiet festgelegt.

Die Höhe des Anemometers wird ermittelt, indem die Geländerauigkeit im Umkreis von 200 m um die möglichen Anemometerpositionen, die von TAL-Anemo ausgegeben werden, bestimmt wird. Anschließend wird die zur Rauigkeit am Standort gehörende Anemometerhöhe aus der



meteorologischen Zeitreihe (AKTerm) ausgelesen. Da die Anemometerposition von TAL-Anemo für jede vertikale Modellebene ausgegeben wird, ist die Anemometerposition in der Modellschicht auszuwählen, die zur Anemometerhöhe laut AKTerm am besten zur Rauigkeit am Standort passt.

Die Position und Höhe des Anemometerstandorts kann Tabelle 5-1 entnommen werden.

Tabelle 5-1: Ersatzanemometerstandort (EAP) und -höhe in UTM32N.

	RW	HW	Höhe über Grund
EAP	32673232	5719144	4 m

Die Ersatzanemometerposition befindet sich auf dem höher gelegenen Gelände ca. 1,3 km südöstlich der Halde Freiesleben-Schacht Mansfeld.

6 Zusammenfassung der Daten für die Ausbreitungsrechnung

Im Folgenden werden die für die AUSTAL2000-Ausbreitungsrechnung notwendigen Parameter der Windfeldbibliothek zusammenfassend dargestellt.

6.1 Gitter

Die Windfeldbibliothek wurde für folgende Gitterabmessung erstellt:

Gitter	Maschenweite	Linke untere Ecke GK-RW/ GK-HW	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	16 m	32670552/ 5718720	3.504 m x 3.504 m	219 x 219

Der Nullpunkt des AUSTAL2000-Gitters liegt bei der UTM32N-Koordinate: 32660000, 5718000.

6.2 Anemometerposition und -höhe

Die Festlegung der Ersatzanemometerposition (siehe Tabelle 5-1) auf Basis der prognostischen Windfeldbibliothek wurde mit dem Programm TAL-Anemo durchgeführt.

Tabelle 6-1: Anemometerposition für die Ausbreitungsrechnung.

Anemometerposition	RW: 32673232, HW: 5719144	
Anemometerhöhe	4 m	



6.3 Rauigkeitslänge

Nach Anhang 3 der TA Luft ist eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 in einem Radius der 10-fachen Emissionshöhe der Quellen für die Ausbreitungsrechnung zu bestimmen.

Als Maß für die Bodenrauigkeit im Beurteilungsgebiet wird die mittlere Rauigkeitslänge z_0 verwendet. Sie wird von AUSTAL2000 automatisch aus dem CORINE-Kataster des Statistischen Bundesamtes bestimmt. Die von AUSTAL2000 bestimmte Rauigkeitslänge am Standort beträgt $z_0 = 1$ m.

Da die Halde selbst weder bebaut noch bepflanzt ist, erscheint die Rauigkeitslänge zu hoch für den Standort.

Eine Prüfung der im CORINE-Kataster angegebenen Rauigkeitslängen im Bereich der Halde zeigt, dass die Halde Freiesleben-Schacht dort als Hindernis mit einer Rauigkeitslänge von 1 m hinterlegt ist.

Da die Halde jedoch in der Windfeldbibliothek durch das Geländemodell explizit berücksichtigt wird, ist die von AUSTAL2000 bestimmte Rauigkeitslänge zu hoch.

Aus diesem Grund wird die für die Ausbreitungsrechnung zu verwendende Rauigkeit im AUSTAL2000-Rechengebiet reduziert und mit

 $z_0 = 0.2 \text{ m}$

angesetzt.

Für den Inhalt

Katharina Knapp Diplom-Mathematikerin

Katharina Knapp

Freiburg, den 26.02.2020

Dr. Rainer Röckle Diplom-Meteorologe



Literatur

- **Bigalke, K. et al.** (2007): Immissionsprognosen nach TA Luft in komplexem Gelände mit prognostisch berechneten Windfeldern. 1/2007.
- **Hasel, M. et al.** (2009): Ausbreitungsrechnungen in steilem Gelände Prognostische Windfeldbibliotheken. In: Hamburg.
- Janicke, L. & U. Janicke (2000): Vorschlag eines meteorologischen Grenzschichtmodells für Lagrangesche Ausbreitungsmodelle. Berichte zur Umweltphysik 2.
- Janicke, L. & U. Janicke (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft). . im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin
- **Schlünzen, K. H. et al.** (1996): Concept and realisation of the mesoscale transport- and fluid-model ,METRAS'. Meteorologisches Institut, Universität Hamburg: 156.
- Schlünzen, K.H. et al. (2017): METRAS-PCL Version 5.0.0 Benutzerhandbuch.
- **Schlünzen, K.H. et al.** (2018):(a): GRITOP-L. Präprozessor zur Initialisierung von Topographiedaten für das Modell METRAS. Meteorologisches Institut, CEN, Universität Hamburg.
- **Schlünzen, K.H. et al.** (2018):(b): Preparation of land–cover and orography data for GRITOP-L. Meteorologisches Institut, CEN, Universität Hamburg.
- **VDI-Richtlinie 3783, Blatt 7** (2017): Umweltmeteorologie. Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle. Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder.
- **VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16** (2015): Umweltmeteorologie. Prognostische mesoskalige nichthydrostatische Windfeldmodelle; Verfahren für Anwendungen nach TA Luft.