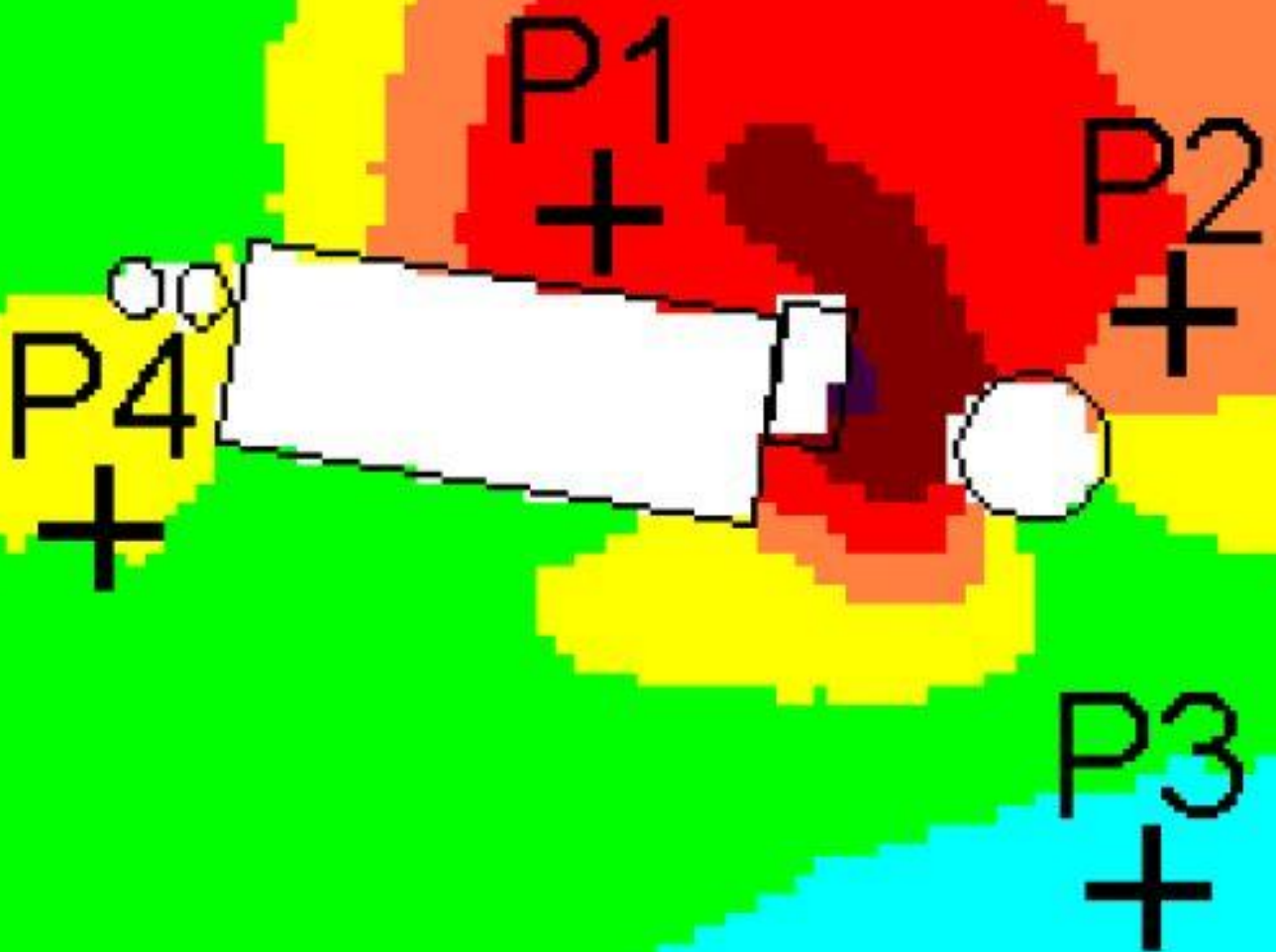


Etablierung des Softwarepakets GRAL/GRAMM an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Abschlussbericht Projekt E-GRAL – Projekt Nr. 101661



Etablierung des Softwarepakets GRAL/GRAMM an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Abschlussbericht Projekt E-GRAL – Projekt Nr. 101661

Impressum

Projektnehmer/in: HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Department für Tierhaltung, Technik & Emissionen
Adresse: Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal
Projektleiter/in: Michael Kropsch, BMA
Tel.: 0043/3682-22451-376
E-Mail: michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at

Projektmitarbeiter/in: Lukas Lackner (HBLFA), Dietmar Öttl (Amt der Stmk. Landesregierung),
Christina Prietl (Landwirtschaftskammer Steiermark), Daniela Vockenhuber (HBLFA) &
Eduard Zentner (HBLFA)

Kooperationspartner/in: Mastgeflügelbetrieb im Bezirk Südoststeiermark
Finanzierungsstellen: BML, Kooperationsbetrieb

Projektlaufzeit: 2021 - 2023
1. Auflage

Alle Rechte vorbehalten.

Irdning-Donnersbachtal, Stand: 28. August 2023

Inhalt

1 Projekthintergrund	6
2 Material und Methoden	7
2.1 Hardware	7
2.2 GRAL – Ausbreitungsrechnung & Simulation Jahresgeruchsstunden	7
2.3 GRAMM – Strömungsmodellierung & Schadstoffausbreitung	9
2.4 Schulungen zu GRAL/GRAMM.....	10
2.5 Projektbetrieb - Ausgangslage	11
2.6 Projektbetrieb - Änderungsmaßnahmen	12
2.6.1 Reduzierte Tierzahlen	12
2.6.2 Optimierung der Abluftanlagen	13
2.6.2.1 Be- und Entlüftung <i>Stall C</i>	13
2.6.2.2 Be- und Entlüftung <i>Stall B</i>	14
2.6.2.3 Be- und Entlüftung <i>Stall A</i>	15
2.6.3 Emissionsmindernde Maßnahmen	15
3 Ergebnisse Ausbreitungsrechnungen	16
3.1 Eingangsparameter für die Geruchsimmissionsberechnungen	16
3.1.1 Höhe der Gebäude	16
3.1.2 Topographie des Betrachtungsgebietes	17
3.1.3 Rauigkeitslängen	18
3.1.4 Windrichtung und Windgeschwindigkeit.....	19
3.1.5 GRAL - Settings und Quellgruppen.....	21
3.1.6 Betriebsspezifische Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung	22
3.2 Berechnungsergebnisse der einzelnen Szenarios	24
3.2.1 Variante (0): Ausgangssituation – ohne Adaptierungsmaßnahmen.....	24
3.2.2 Variante (1): Adaptierung der Abluftanlagen und Reduktion der Tierzahlen	25
3.2.3 Variante (2): Erhöhung der Abluftkamine bei <i>Stall A, B</i> und <i>C</i>	26
3.2.4 Variante (3): Einbau Nachleiträder in Abluftkamine bei <i>Stall A, B</i> und <i>C</i>	27
4 Zusammenfassung & Beurteilung	28

5 Literatur	30
Anhang	31
A.1 Lüftungsbeschreibung <i>Stall A</i>	31
A.2 Lüftungsbeschreibung <i>Stall B</i>	32
A.3 Lüftungsbeschreibung <i>Stall C</i>	33

1 Projekthintergrund

Im Fokus des Projektes E-GRAL stand die Etablierung des Ausbreitungsberechnungstools GRAMM/GRAL an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Das Programmpaket (GRAMM = Windfeldmodell, GRAL = Ausbreitungsberechnungsprogramm) wird in der behördlichen Praxis zur Immissionsberechnung von Luftschadstoffen, in erster Linie bei Fragestellungen zu Geruch und Staub, im Rahmen von Bau- und Beschwerdeverfahren, herangezogen und repräsentiert den diesbezüglichen Stand der Technik.

GRAL (Grazer Lagrange Modell) wurde an der TU-Graz entwickelt, wird fortlaufend dem aktuellen Wissensstand in der Immissionsberechnung von Luftschadstoffen angepasst und ist in zahlreichen Ausbreitungsexperimenten auf seine Praxistauglichkeit hin untersucht worden.

Die Etablierung und Nutzung des Softwarepakets GRAL/GRAMM an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erfolgte in Form der Bearbeitung eines konkreten Falles – verschiedene Lüftungstechnische Szenarien an einem Mastgeflügelbetrieb, die sich auf die Geruchsmissionssituation auswirken, wurden untersucht.

Beim betrachteten Praxisbetrieb handelt es sich um einen Mastgeflügelbetrieb in der Südoststeiermark, der, auf Grund seiner Größe, der Beckenlage des Standortes und der nahegelegenen Nachbarschaft vor immissionstechnischen Herausforderungen steht. In mehreren Gebäuden wird, z. T. auf mehreren Ebenen, Mastgeflügel gehalten; die Abluftführung ist komplex. Die älteren Stallungen weisen horizontal und vertikale Ausblasöffnungen auf, die neueren Gebäude werden durch vertikale Kamine über First entlüftet. Um die immissionstechnischen Anforderungen zu erfüllen ist es erforderlich, dass der Mastgeflügelbetrieb Änderungen am Betriebskonzept bzw. ablufttechnische Adaptierungen durchführt. Die möglichen Variantenberechnungen zur immissionstechnischen Absicherung des Betriebes (Reduktion der Tierzahlen, Erhöhung der Kamine, Einbau von Nachleiträdern zur Erhöhung der Abluftfahne) waren Teil des Projektes und dienen der Aneignung der erforderlichen Nutzerkenntnisse für die Verwendung und Anwendung von GRAL/GRAMM an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

2 Material und Methoden

2.1 Hardware

Um das Softwarepaket GRAL/GRAMM optimal nutzen zu können war die Anschaffung einer leistungsfähigen Hardware erforderlich; auf Grund der z. T. mehrtätigen Rechenzeit von GRAL/GRAMM wurde die Technik so gewählt, dass parallel zwei Ausbreitungsrechnungen durchgeführt und analysiert werden können. Folgende Komponenten wurden durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein angekauft:

- Dell PowerEdge R7525,CTO 2x AMD 7402/ 8x16 GB Server
- PowerEdge R7525 Server mit 8 x 3,5" HDD
- 2x AMD 7402, 2,8 GHz, 24 Cores / 48 Threads, 128 M, 180 W, 3200
- 8x 16 GB RDIMM, 3.200 MT/s, Dual Rank (Summe 128GB Ram)
- 2x 1,92 TB SSD SAS Leseoptimiert 12 Gbit/s 512, 2,5 Zoll Hot-Plug AG Festplatte, 3,5Zoll Hybridlaufwerkträger, 1 DWPD, 3504 TBW
- 1x Emulex LPE 31002 zwei Ports 16 Gbit/s Fibre, Channel HBA, PCIe volle Bauhöhe
- 1x PERC H345 Controller, Front
- 1x Dual, Hot-Plug, Power Supply 800W Redundant
- 1x iDRAC9, Express x5

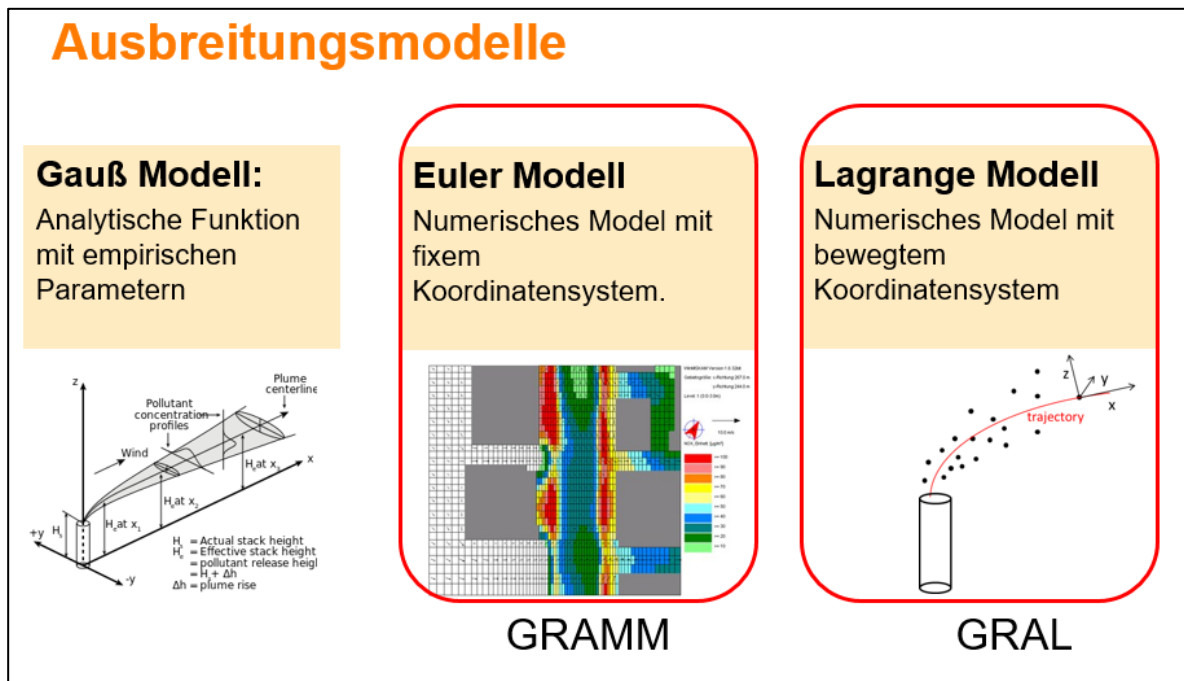
Die zentrale Hardware für GRAL/GRAMM ist im Server-Raum der HBLFA Raumberg-Gumpenstein untergebracht und wird via Remote-Desktop angesteuert.

2.2 GRAL – Ausbreitungsrechnung & Simulation Jahresgeruchsstunden

GRAL wird seit 1999 für die Beurteilung der Luftschadstoff- und Geruchsbelastung in Österreich eingesetzt. Das Modell wurde ursprünglich von der Technischen Universität Graz entwickelt und wird heute von der Abteilung 15, Referat Luftreinhaltung, Amt der Stmk. Landesregierung, ständig weiterentwickelt und laufend validiert.

Im Gegensatz zu Gauß-Modellen, die für gewisse Einschränkungen (homogenes Windfeld, homogene Turbulenz, ebenes Gelände, etc.) eine analytische Lösung der Advektions-Diffusionsgleichung verwenden, unterliegen Lagrange-Modelle weniger Einschränkungen. Insbesondere kann die Diffusion auch im Nahbereich von Emissionsquellen physikalisch korrekt simuliert werden, was selbst mit prognostischen Euler-Modellen nicht möglich ist.

Abbildung 1: Schematische Gegenüberstellung unterschiedlicher Ausbreitungsmodelle,
Quelle TU-Graz



Bei Lagrange-Modellen wird die Schadstoffausbreitung durch eine große Anzahl von Teilchen simuliert, deren Bewegung durch das vorgegebene Windfeld sowie einer überlagerten Turbulenz bestimmt ist. Damit können inhomogene Wind- und Turbulenzverhältnisse berücksichtigt werden. Außerdem können im Prinzip beliebige Formen von Schadstoffquellen simuliert werden.

Eine Besonderheit von GRAL ist, dass es die Ausbreitungsbedingungen während windschwacher Wetterlagen abbilden kann. Der Einfluss von Gebäuden oder Hindernissen wird durch das interne mikroskalige, prognostische Windfeldmodell berücksichtigt. Um den Einfluss der Topographie auf die Geruchs- oder Schadstoffausbreitung abbilden zu können, werden dreidimensionale Strömungsfelder benötigt. Diese werden in der Steiermark mit Hilfe des prognostischen Windfeldmodells GRAMM (siehe 2.3) simuliert.

Die Beurteilung von Gerüchen erfolgt in Österreich auf Basis von sogenannten Jahresgeruchsstunden. Eine Geruchsstunde ist dabei so definiert, dass in 10 % einer Stunde Geruch wahrnehmbar sein muss. Damit ist es notwendig, das 90. Perzentil der Konzentrationsverteilung innerhalb einer Stunde zu ermitteln. Dieses wird individuell für jeden Rasterpunkt in Abhängigkeit von der mittleren Gesamtgeruchskonzentrationsverteilung zu jeder Stunde im Jahr und dem Turbulenzzustand der Atmosphäre berechnet und ist damit räumlich und zeitlich variabel.

Die in den Berechnungen verwendete Geruchsschwelle für das 90. Perzentil der Geruchskonzentrationsverteilung innerhalb einer Stunde bedeutet, dass Geruchskonzentrationen innerhalb einer Geruchsstunde in 10 % der Zeit höher sein müssen als diese festgelegte Geruchsschwelle. Wird beispielsweise als Geruchsschwelle 1 GE/m³ festgelegt, so bedeutet dies im schlechtesten Fall, dass in 10 % der Zeit häufig deutlich höhere Geruchskonzentrationen auftreten, die nicht nur zu Geruchswahrnehmungen, sondern auch zur Geruchserkennung führen.

2.3 GRAMM – Strömungsmodellierung & Schadstoffausbreitung

Zur Berechnung der räumlichen Schadstoffausbreitung werden dreidimensionale Strömungsfelder benötigt. Diese werden mit Hilfe des prognostischen Windfeldmodells GRAMM berechnet.

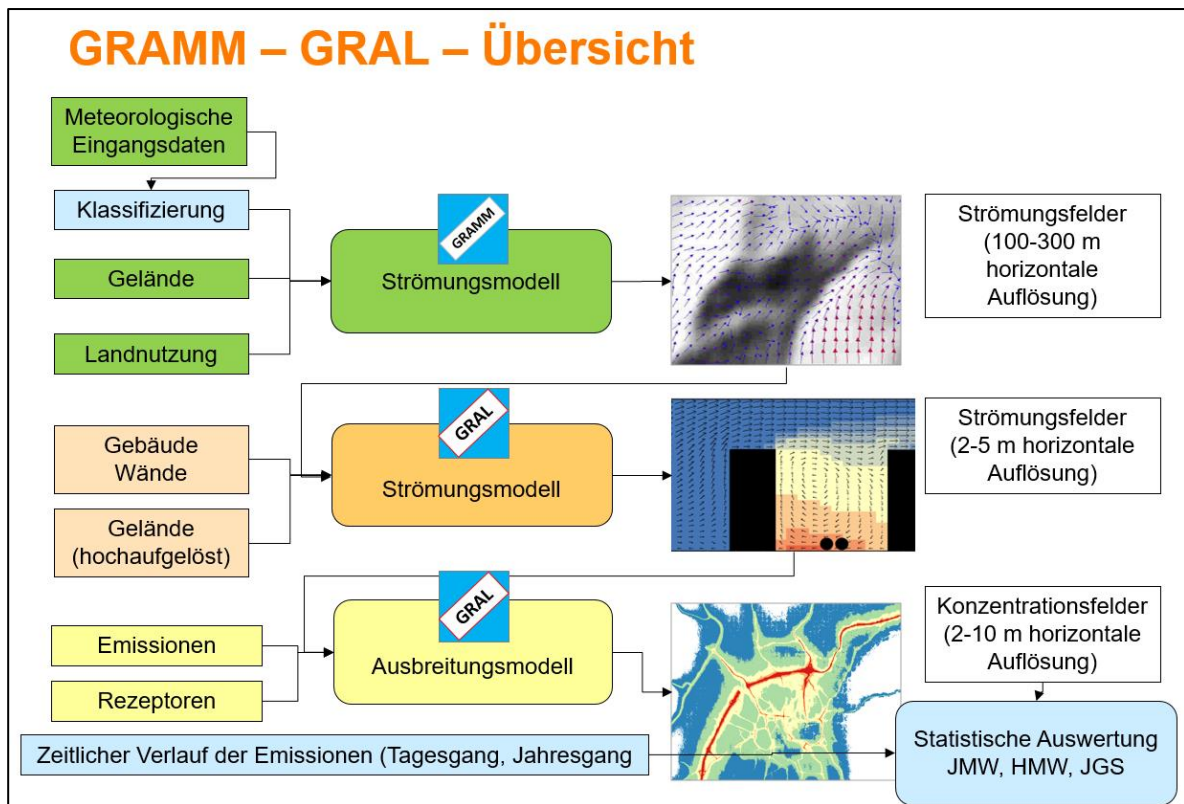
Prognostische Windfeldmodelle haben gegenüber diagnostischen Windfeldmodellen den Vorteil, dass neben der Erhaltungsgleichung für Masse auch jene für Impuls und Enthalpie in einem Euler'schen Gitter gelöst werden. Damit können in GRAMM dynamische Umströmungen von Erhebungen bzw. katabatische Strömungen (z.B. Hangaufwinde, Kaltluftabflüsse) in der Regel besser simuliert werden.

Die Ausbreitung von Luftschadstoffen wird durch räumliche Strömungs- und Turbulenzvorgänge bestimmt. Diese sind für bodennahe Quellen, neben den Ausbreitungsbedingungen, auch von der Geländestruktur, von Verbauungen und von unterschiedlichen Bodennutzungen abhängig. Im Gegensatz zu Gauß-Modellen, die für gewisse Einschränkungen (homogenes Windfeld, homogene Turbulenz, ebenes Gelände, etc.) eine analytische Lösung der Advektions-Diffusionsgleichung verwenden, unterliegen Lagrange-Modelle weniger Einschränkungen. Insbesondere kann die Diffusion auch im Nahbereich von Emissionsquellen physikalisch korrekt simuliert werden, was mit prognostischen Euler-Modellen nicht möglich ist. Bei Lagrange-Modellen wird die Schadstoffausbreitung durch eine große Anzahl von Teilchen simuliert, deren Bewegung durch das vorgegebene Windfeld (GRAMM) sowie einer überlagerten Turbulenz bestimmt ist. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass inhomogene Wind- und Turbulenzverhältnisse berücksichtigt werden können.

Eine umfangreiche Beschreibung der Modelle GRAL/GRAMM, inklusive Evaluierung anhand von zahlreichen Ausbreitungsexperimenten, findet sich im Bericht Nr. Lu-01-2017, Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL Vs. 17.9., des Amtes der Stmk. Landesregierung.

GRAL ist ein kostenfreies Ausbreitungsmodell das über <https://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/12894598/2222407/> heruntergeladen werden kann.
 Der GRAL-Code ist unter der GNU/GPL 3 Lizenz auf <https://github.com/GralDispersionModel> einsehbar.

Abbildung 2: Anwendungspfade zur Nutzung von GRAL/GRAMM, Quelle TU-Graz



2.4 Schulungen zu GRAL/GRAMM

Im Rahmen der Projektumsetzung und Aneignung der Grundfunktionen von GRAL/GRAMM war geplant, eine Schulung beim Entwickler dieses Softwarepakets (TU-Graz) durchzuführen. Diese fand von 02.02. – 03.02.2022, auf Grund von Corona, online statt.

Ergänzende, vertiefende Projektschulungen erfolgten durch Mag. Christina Prietl, von der LK Steiermark, im Ausmaß von rd. 10 Stunden. Mag. Prietl ist jahrelange Anwenderin von GRAL/GRAMM und nutzt die Software im Rahmen der Bauberatung bzw. zur Erstellung von Gutachten für Behördenverfahren.

2.5 Projektbetrieb - Ausgangslage

Für die Etablierung von GRAL/GRAMM, an Hand eines Beispiels aus der landwirtschaftlichen Praxis, stand ein Kooperationspartner aus dem Bezirk Südoststeiermark zur Verfügung.

Der Hühnermastbetrieb wurde 1958, mit einer Stückzahl von 20.000 Tieren, in Betrieb genommen. In den folgenden Jahrzehnten fanden fortlaufend Erweiterungen statt bis zu einer maximalen Haltekapazität von 138.000 Hühnern. Um den aktuellen umwelttechnischen Anforderungen zu entsprechen, bei gleichzeitiger Absicherung des wirtschaftlichen Fortbestandes des Mastgeflügelbetriebes, wurde eine Überarbeitung des Betriebskonzeptes und der ablufttechnischen Anlagen erforderlich.

Abbildung 3 zeigt den Betrieb in seiner bestehenden Form mit 4 Stallungen; vor Durchführung der Adaptionmaßnahmen, die im Rahmen dieses Projektes begutachtet wurden. Der gesamte Betriebsbereich liegt in der Widmungskategorie Freiland (Abbildung 4).

Abbildung 3: Luftbild des Projektbetriebes, Quelle GIS Steiermark

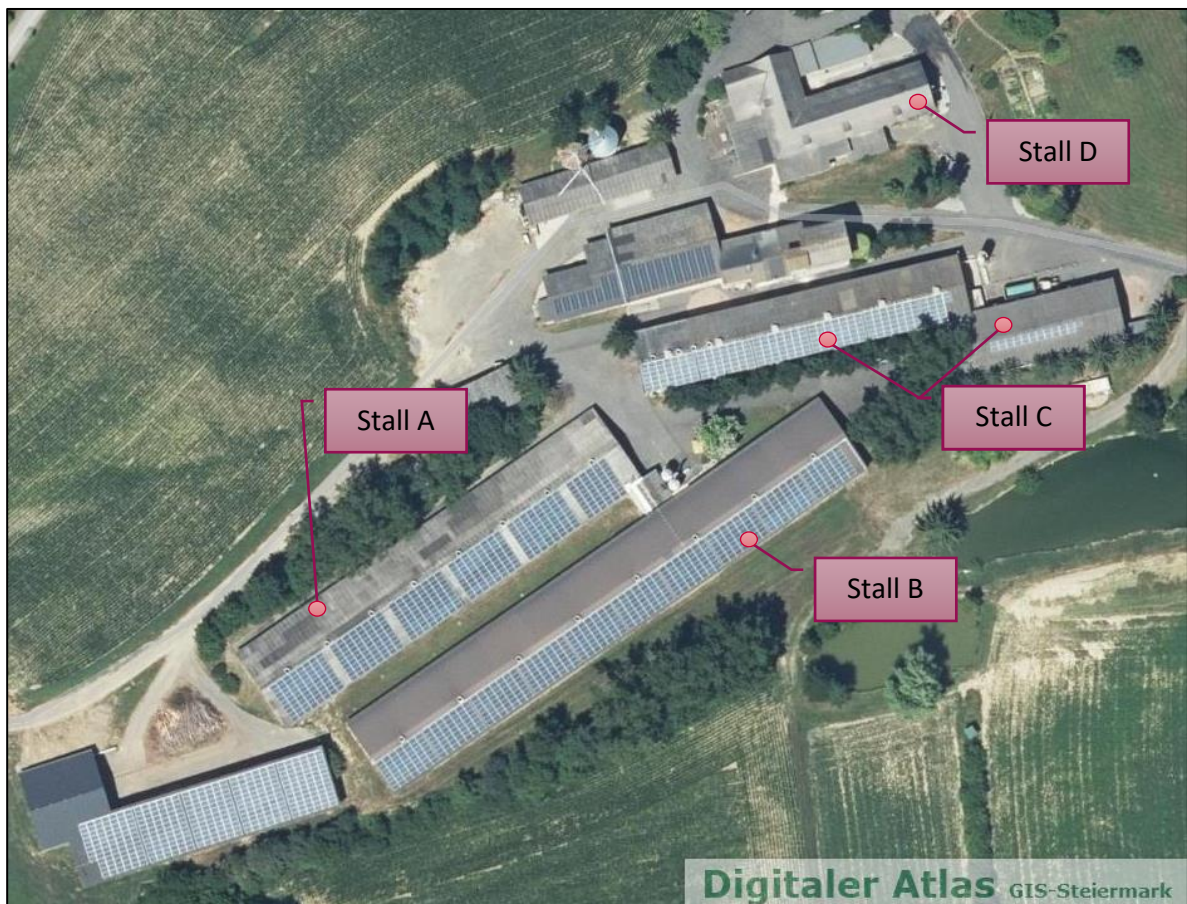
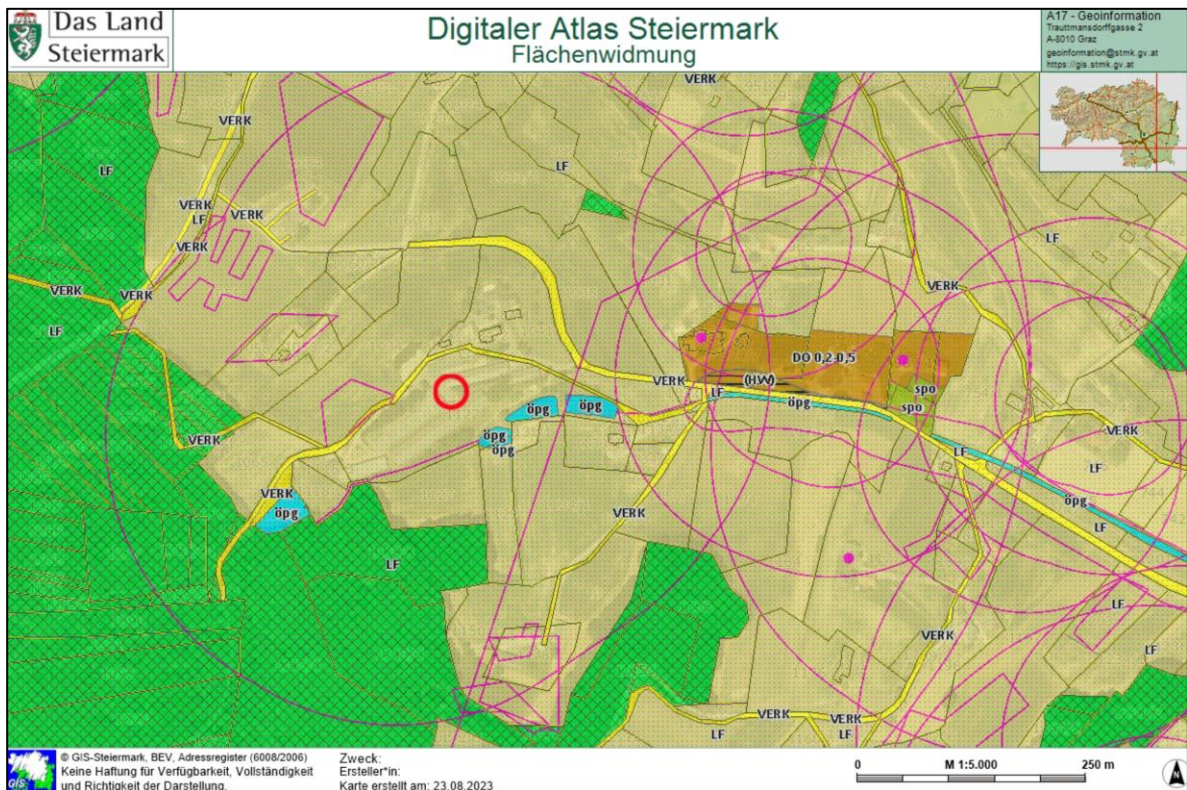


Abbildung 4: Flächenwidmungsplan des betrachteten Gebietes mit Projektbetrieb (roter Kreis) in der Widmungskategorie Land- und forstwirtschaftliche Nutzung im Freiland



2.6 Projektbetrieb - Änderungsmaßnahmen

Entsprechend der Änderung gesetzlicher Vorgaben zur Einhaltung von Geruchsimmisions-Grenzwerten und auf Grund von Verschärfungen in der Umweltgesetzgebung wurde eine Überarbeitung des bisherigen Betriebskonzeptes erforderlich. Als Hauptmaßnahmen sind (1) eine Reduktion der Tierzahlen auf in Summe 91.000 Stück, (2) die technische Optimierung der Abluftanlagen sowie, falls erforderlich, (3) weitere emissionsmindernde Maßnahmen vorgesehen. Für die Planung der Adaptionenmaßnahmen wurde die Sterrer GmbH beauftragt.

2.6.1 Reduzierte Tierzahlen

- Stall D wird zur Gänze aufgelassen
- Stall C weist in Zukunft einen maximalen Besatz von 25.000 Tieren auf jeweils 3.500 in den Abteilen C_1 (im Erdgeschoß) und C_2 (im Obergeschoß) jeweils 9.000 in den Abteilen C_3 (im Erdgeschoß) und C_4 (im Obergeschoß)
- Stall B weist in Zukunft einen maximalen Besatz von 38.000 Tieren auf
- Stall A weist in Zukunft einen maximalen Besatz von 28.000 Tieren auf

2.6.2 Optimierung der Abluftanlagen

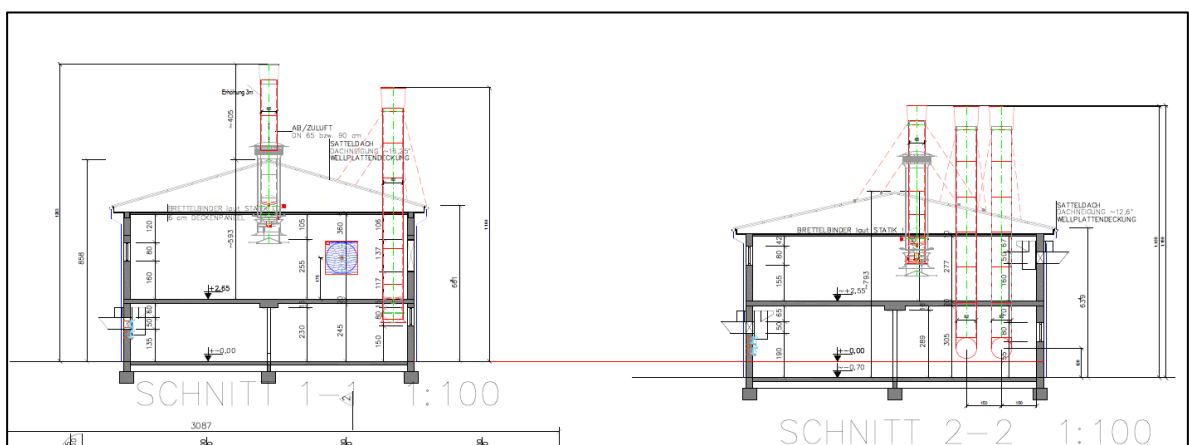
Die nachfolgenden Punkte 2.6.2.1 – 2.6.2.3 listen die zentralen technischen Parameter der neu geplanten Abluftanlagen der *Stallungen A, B* und *C*.; Details zu Kamindurchmesser, Luftleistung, Sommer- und Winterluft rate, finden sich im Anhang des Projektberichtes.

2.6.2.1 Be- und Entlüftung *Stall C*

Eine der wesentlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Immissionsituation in der Umgebung des Projektbetriebes ist die vollständige Umrüstung des *Stall C* auf Entlüftung via Deckenlüfter und Kaminen über Dach (siehe unten sowie Abbildung 5). Im Bestand erfolgt die Entlüftung, sowohl im Erdgeschoß wie auch im Obergeschoß, über zahlreiche seitlich austretende Kamine.

- In *Abteil C_1* erfolgt die Frischluftversorgung über 7 deckennah verbaute Zuluftdüsen in der südlichen Längswand des Stalles die von einem Klimacomputer nach einer Unterdruckkurve geregelt werden. Eine Dynamic MultiStep-Regelung regelt die Verbringung der Abluft: Die EC-Ventilatoren werden, einer nach dem anderen, mit Mindestleistung zugeschaltet und bis auf ca. 60 % hochgefahren. Erst darüber hinaus erfolgt das Hochregulieren bis zur Maximalleistung der Ventilatoren; zum Einsatz kommen 2 Stück Vent ECBlue2 FF080-ZIT der Fa. Ziehl-Abegg. Die maximale Abluftgeschwindigkeit liegt bei 12,4 m/s; sie gelangt in einer Höhe von 11,55 m ins Freie.

Abbildung 5: Neue Ablufführung von *Stall C*, Quelle Fa. Sterrer



- *Abteil C_2* wird durch drei FUMUS-Decken-Zuluftkamine mit Verteilerventilator mit Frischluft versorgt; die Steuerung erfolgt mittels Klimacomputer. Senkrechte Abluftkamine mit elektrisch zu betätigenden Verschlussklappen verbringen die Abluft, auf einer Höhe von 11,59 m über Grund und bei einer maximalen Abluftgeschwindigkeit von 9,5 m/s, aus dem Abteil. Projektiert ist die Verwendung von 2 Ventilatoren des Typs FF063-6E der Fa. Ziehl-Abegg.
- Die Frischluft für *Abteil C_3* gelangt, wie bei *Abteil C_1*, über 11 in der Längswand des Stalles verbaute und mittels Klimacomputer gesteuerte Düsen. Die Entlüftung erfolgt mittels Dynamic MultiStep-Regelung, bei der die Ventilatoren nacheinander mit Mindestleistung zugeschaltet werden und bis 60 % Leistung reguliert werden. Erst ab Erreichen dieses Betriebspunktes erfolgt die weitere Hochregulierung bis zur maximalen Ventilatorleistung. Gemäß Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer sind zur Verbringung der Abluft in diesem Abteil in Summe 3 Ventilatoren der Type Vent ECBlue2 FF080-ZIT der Fa. Ziehl-Abegg geplant. Die Fortluft wird mit einer maximalen Geschwindigkeit von 12,4 m/s, bei einer Höhe von 11,64 m über Grund, ausgeblasen.
- Das *Abteil C_4* wird, wie *Abteil C_2*, durch FUMUS-Decken-Zuluftkamine (6 Stück) mit Verteilerventilatoren mit Frischluft versorgt; die Steuerung erfolgt mittels Klimacomputer. 4 senkrechte Abluftkamine mit elektrisch zu betätigenden Verschlussklappen werden jeweils durch einen Ventilator FF063-6D, der Fa. Ziehl-Abegg, gespeist; die Abluft gelangt in einer Höhe von 12,63 m ins Freie. Die maximale Abluftgeschwindigkeit beträgt 9,5 m/s. Zusätzlich kommt bei *Abteil C_4* ein EM 50-Wandventilator zum Einsatz – dieser steht nur an den wärmsten Tagen des Jahres in Betrieb und dient nicht dem Dauerbetrieb.

2.6.2.2 Be- und Entlüftung Stall B

Die geplante zentrale Neuerung für dieses Stallgebäude ist die Aufteilung der mechanischen Unterdrucklüftung auf eine geregelte Abluftgruppe mit 2 Ventilatoren und einer Multistep-Abluftgruppe mit 6 Abluftkaminen, die die Fortluft jeweils senkrecht über First ausblasen. Das Regelungsprinzip der Multistep-Lüftungsanlage ist, dass die zwei geregelten Ventilatoren der Basisbelüftung dienen und, bei Bedarf, auf die volle Drehzahl hochreguliert werden. Bei zusätzlichem Luftbedarf wird jeweils ein Lüfter der Multistep-Gruppe dazugeschaltet. In der westlichen Außenwand ist eine Not-Abluftgruppe mit vier Ventilatoren verbaut; diese Lüfter werden nur an wenigen Tagen des Jahres, in der wärmsten Jahreszeit, aktiviert.

Für die mechanische Unterdrucklüftung sind 8 Ventilatoren der Type FF063-6D projektiert, mit einer maximalen Abluftgeschwindigkeit von 9,5 m/s. Die Ausblasöffnungen der Kamine befinden sich in 10,43 m über Grund. Als Notlüftung, im Bedarfsfall bei hohen Stalltemperaturen, kommen 4 Stück EM50-Wandventilatoren 1,5 PS zum Einsatz.

Für die Versorgung der Tiere mit Frischluft werden in beiden Längswänden des Stalles Zuluftdüsen eingebaut, die durch einen Klimacomputer auf Basis einer Unterdruckkurve geregelt werden.

2.6.2.3 Be- und Entlüftung Stall A

Das mechanische Zu- und Abluftsystem von *Stall A* entspricht jenem von *Stall B*, mit dem Unterschied, dass als Sommer-Notlüfter nur 2 EM50-Wandventilatoren 1,5 PS zum Einsatz kommen.

Die Ventilatoren, die die Abluft über First, in einer Höhe von 9,93 m über Grund, ins Freie verfrachten sind ebenfalls vom Typ FF063-6D. Entsprechend den Erläuterungen unter 2.6.2.2 erfolgt auch die Regelung der Multistep-Lüftungsanlage in *Stall A*; die Deckenventilatoren weisen eine maximale Ausblasgeschwindigkeit von 9,5 m/s auf. Die Versorgung der Tiere mit Frischluft erfolgt analog zu *Stall B*.

2.6.3 Emissionsmindernde Maßnahmen

Die oben genannte Reduktion des Tierbestandes sowie die Adaptierungen der Abluftanlagen führen, per se, zu einer Reduktion der Geruchs-Immissionsbelastung in der Umgebung des Projektbetriebes. Für den Fall, dass diese Maßnahmen nicht ausreichen um die erforderlichen Jahresgeruchsstunden im Nachbarschaftsbereich einzuhalten, hat die Fa. Sterrer zusätzliche emissionsmindernde Maßnahmen eingeplant, die im Bedarfsfall verwirklicht werden können.

Die gegenständlichen Ausbreitungsrechnungen mit GRAL/GRAMM betrachten diese zusätzlichen emissionsmindernden Maßnahmen - verglichen werden unter Pkt. 3 die ursprüngliche Immissionssituation des bestehenden Betriebes mit der (1) Variante der adaptierten Abluftanlage und reduzierten Tierzahlen (Pkt. 2.6.1 und 2.6.2), mit einer (2) Planungsvariante, die eine Erhöhung der Kamine des Bestandes bei den Stallungen *A*, *B*, und *C* um plus 1,5 m vorsieht sowie mit einer (3) Variante, die zusätzlich zu (1) und (2) den Einbau von Nachleiträdern in die Abluftkamine sämtlicher Stallungen vorsieht. Die Nachleiträder führen zu einer Erhöhung der Abluftfahne und damit zu einer Verbringung der Fortluft in höhere Luftschichten mit Verdünnung und Reduktion der Geruchsimmissionen.

3 Ergebnisse Ausbreitungsrechnungen

3.1 Eingangsparmeter für die Geruchsimmissionsberechnungen

Zahlreiche Eingangsparmeter – bspw. die Bebauung, die örtliche Lage und die Windverhältnisse – stellen, neben den Geruchsemissionsfaktoren („Geruchsstärke“ einer Tierart), die zentrale Basis für realitätsnahe Ausbreitungsrechnungen mit GRAL/GRAMM dar. Untenstehend folgt eine Auflistung dieser „Faktoren“; jeder beeinflusst mit, welche Höhe die Geruchsimmissionen aufweisen.

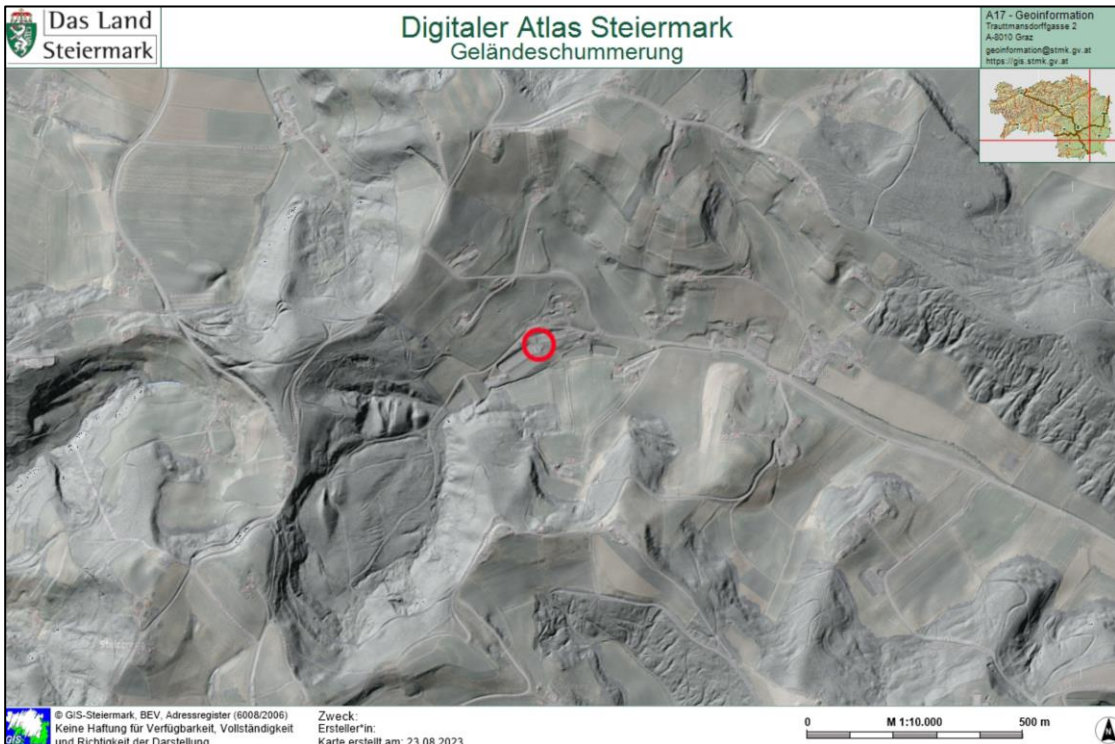
3.1.1 Höhe der Gebäude

Abbildung 6: Gebäude des Projektbetriebes mit unterschiedlichen Höhen, die in der Ausbreitungsrechnung mit GRAL/GRAMM berücksichtigt werden



3.1.2 Topographie des Betrachtungsgebietes

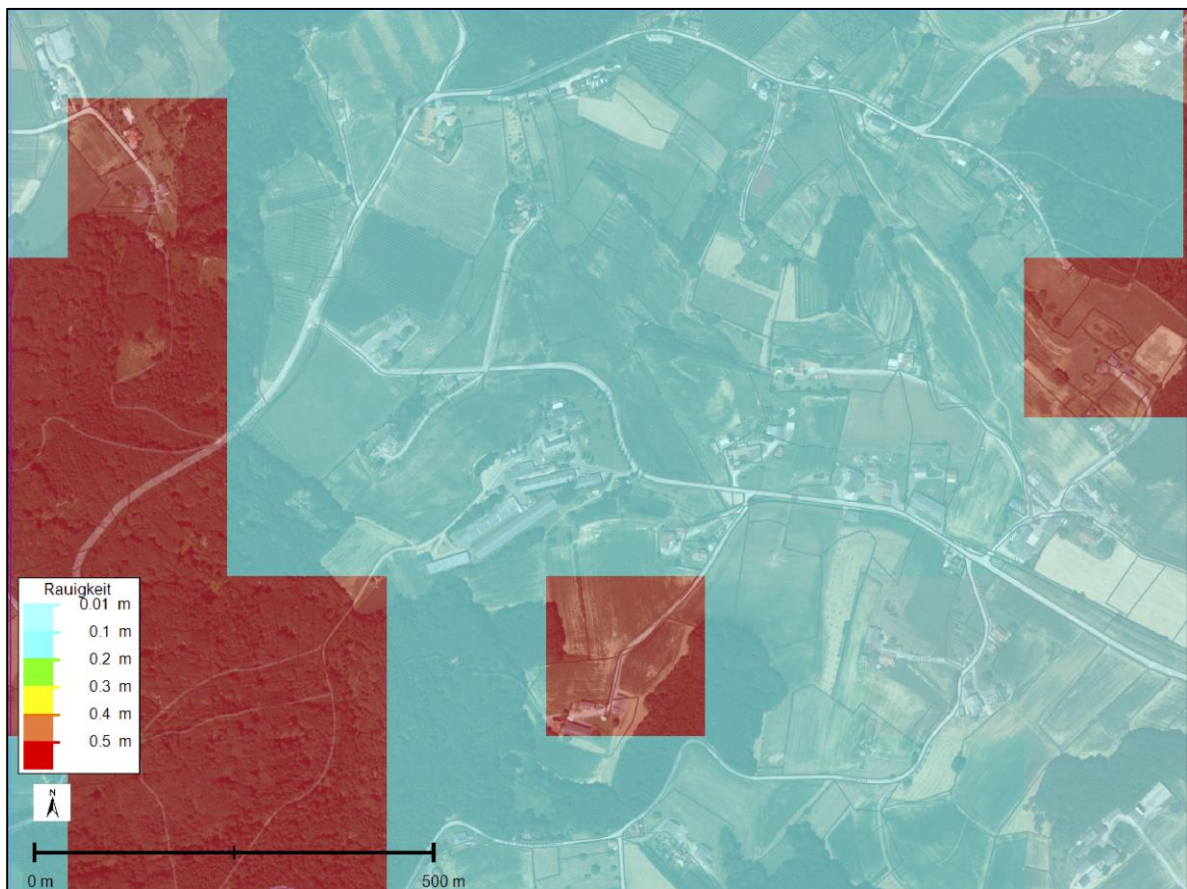
Abbildungen 7: Höhengichtlinien Beurteilungsgebiet und 3D-Modell des Geländereiefs



3.1.3 Rauigkeitslängen

Als Maß für die Oberflächenrauigkeit einer Geländeformation ermöglicht die Rauigkeitslänge die Berechnung der Windgeschwindigkeit in gewissen Höhen. Die Rauigkeitslänge nimmt mit zunehmender Vegetation, Bewaldung und Bebauung eines Gebietes zu und beschreibt den Einfluss auf die Windgeschwindigkeit vor Ort.

Abbildung 8: Aus den CORINE-Landnutzungsdaten abgeleitete Rauigkeitslängen des Betrachtungsgebietes, die Einfluss auf die Windgeschwindigkeit nehmen



3.1.4 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Abbildung 9: Simulierte Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in 10 m Höhe über Grund an der Hofstelle des Projektbetriebes (Oben: gesamt, Mitte: Tag, Unten: Nacht)

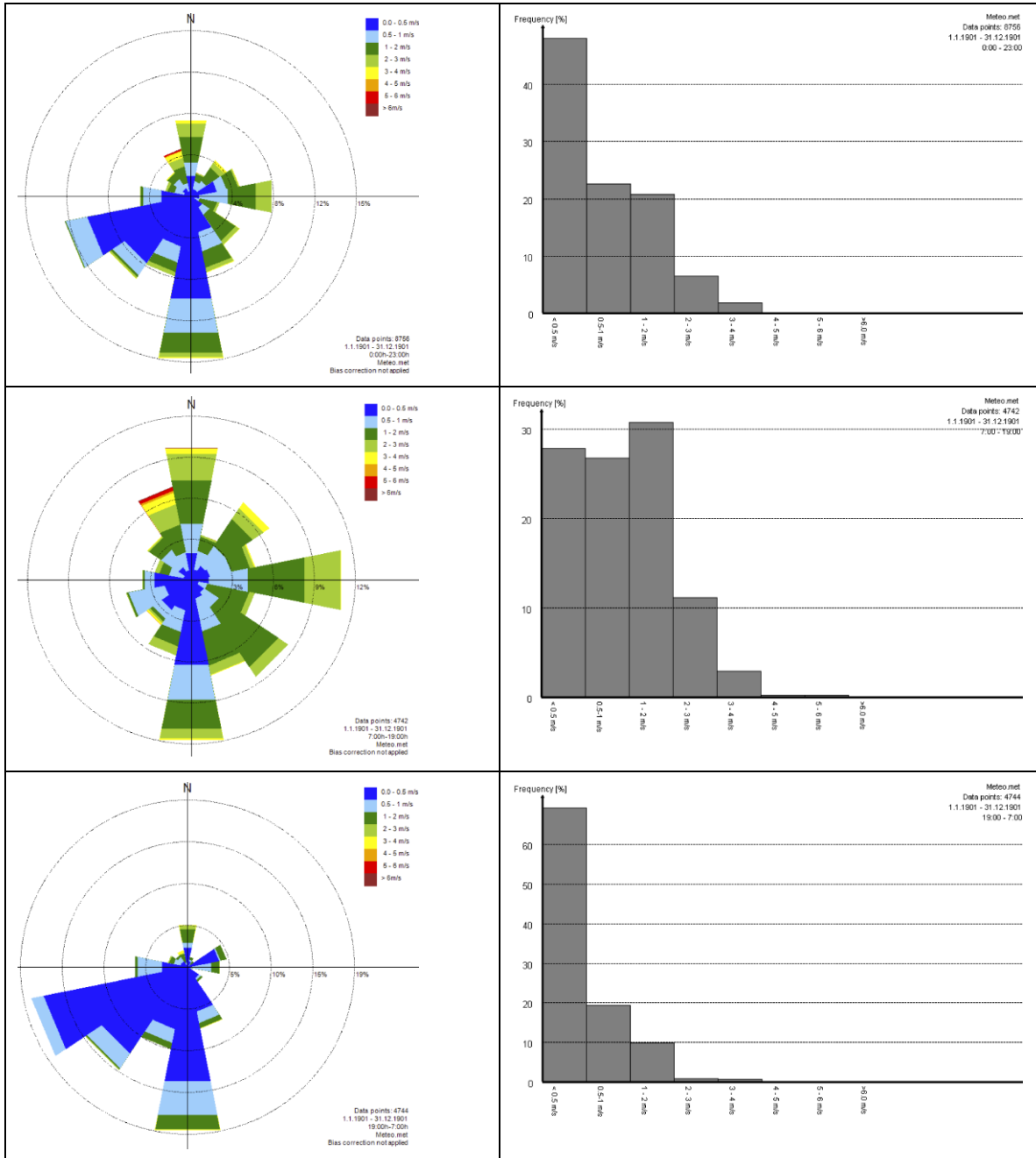


Abbildung 10: Simulierte Häufigkeit ausgewählter Windrichtungen und mittlerer Tagesgang der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund an der Hofstelle des Projektbetriebes

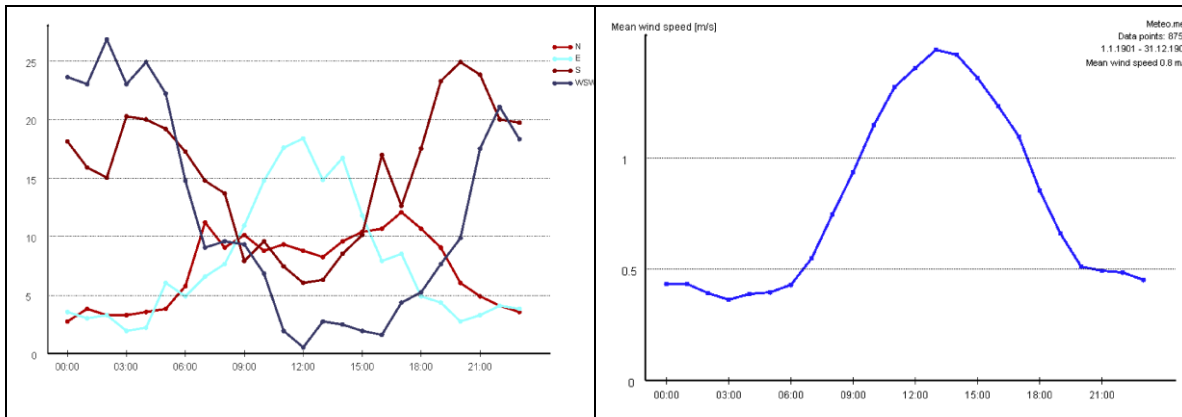
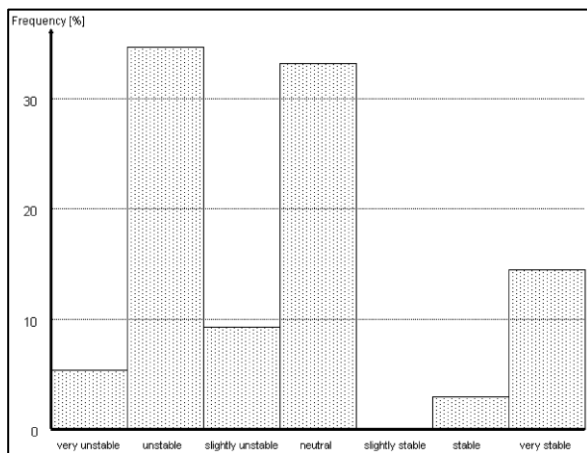
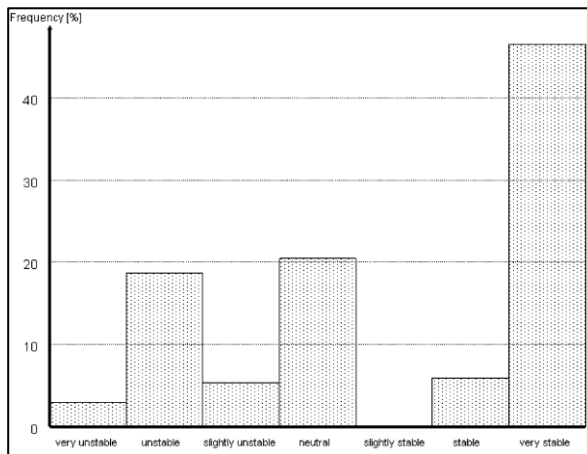
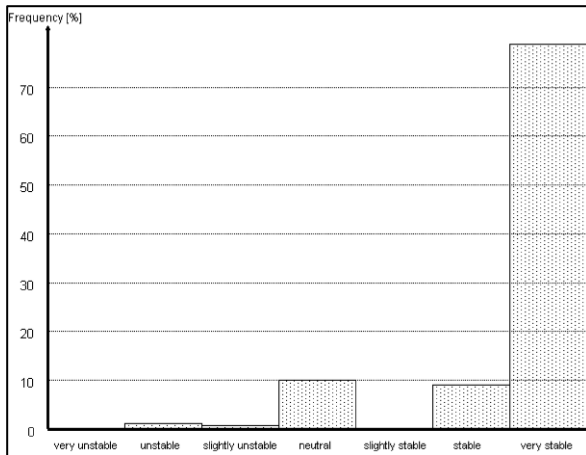


Abbildung 11: Simulierte Häufigkeit der Ausbreitungsklassen (gesamt, Tag, Nacht)

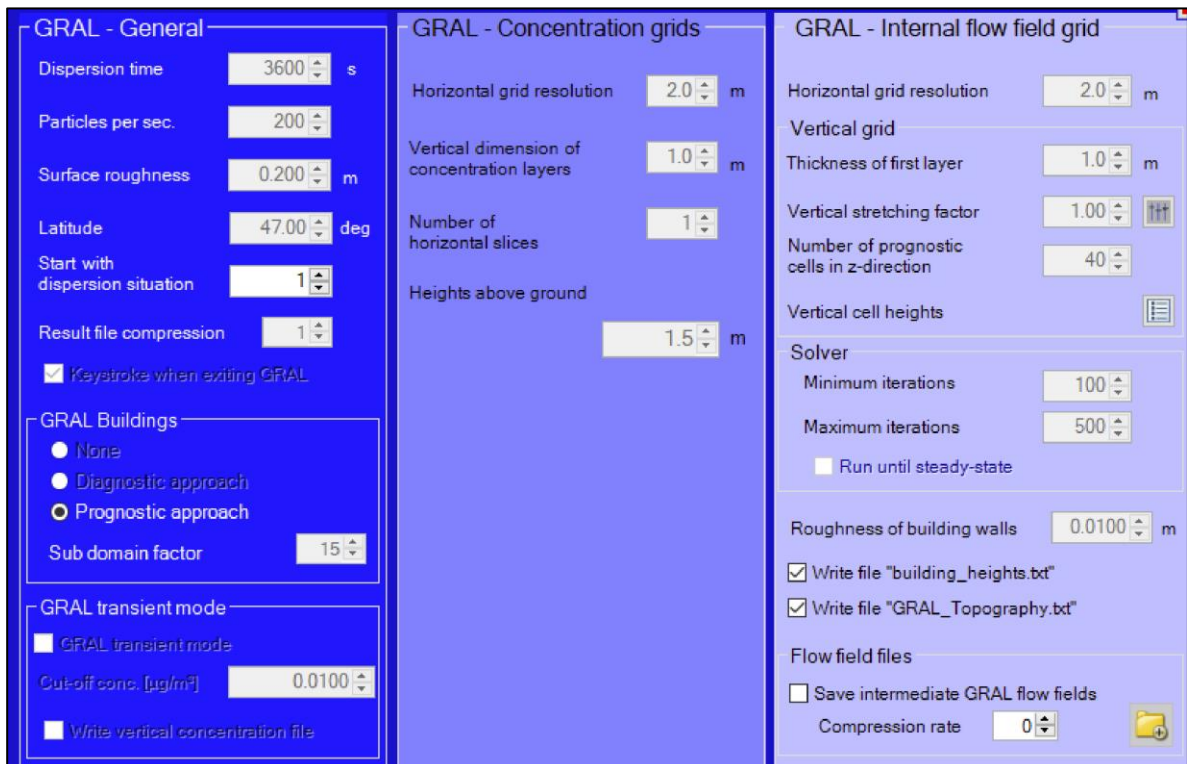




3.1.5 GRAL - Settings und Quellgruppen

Die Ausbreitungssoftware wurde in der Version GRAL-ST ROG 23.04 verwendet (ausgenommen der Basisberechnung aus 2019, Pkt. 3.2.1); neben den oben dargelegten Parametern sind weitere Settings erforderlich, die Einfluss auf die Berechnung nehmen. Zudem sind die zu betrachtenden Quellen in einer Quellgruppentabelle zu erfassen und den jeweiligen Emissionspunkten im Modell zuzuordnen.

Abbildung 12: Eingabeparameter für GRAL



Die Ventilatoren/Kamine stellen die Ausgangspunkte (Emissionspunkte) der Geruchs-Immissionsberechnungen dar, das Festmistlager des Projektbetriebes wird in Form einer Flächenquelle im Modell berücksichtigt.

Bezüglich der Abluftventilatoren ist anzuführen, dass diese, entsprechend der erforderlichen Luftwechselrate (im Winter geringerer Bedarf, im Sommer maximaler Luftaustausch) im Jahresverlauf mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten (Luftraten) betrieben werden. Dementsprechend sind die unterschiedlichen Abluftgeschwindigkeiten in der Geruchsmodellierung für die Ausbreitungsrechnung zu berücksichtigen; dies erfolgt durch Verwendung von separaten Quellgruppen für die Sommer- und die Wintersituation je Stall bzw. Stallabteil. Detaillierte Infos zu Sommer- und Winterluftraten finden sich im Anhang.

3.1.6 Betriebsspezifische Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung

Die nachfolgend angeführten Punkte betreffen nur die Ausbreitungsrechnungen, die im Rahmen des gegenständlichen Projektes durchgeführt wurden. Die Ausgangs- bzw. Vergleichsberechnung von Prietl aus 2019, vor Umsetzung der Tierzahlreduktion und Adaptierung der Belüftungsanlagen, basiert auf abweichenden Eingabedaten. Zu diesem Zeitpunkt waren noch 4 Stallungen in Betrieb – daraus ergibt sich u. A. eine abweichende Verschiebung des Mastzyklus bzw. des jeweiligen Einstalltages je Stallgebäude.

- Veranschlagte Mastdauer: 1 Zyklus entspricht 40 Tagen
- Leerstehzeit zwischen 2 Mastdurchgängen: 16 Tage
- Mastengewicht der Tiere: 2,2 kg (entspricht 0,0044 GVE = Großvieheinheiten)
- Verschiebung im Mastzyklus - *Stall C* wird 3 Tage nach *Stall B* und *Stall A* belegt; Abb. 13
- Festmistlagerstätte in Form einer 400 m² vertikalen Flächenquelle berücksichtigt
- Als Geruchsemissionsfaktor für die Ausbreitungsrechnung wurden 56 GE/s/GVE (Geruchseinheiten pro Sekunde pro Großvieheinheit) angesetzt. Hierbei handelt es sich um einen betriebsspezifischen Emissionsfaktor, der 2019, auf Basis von Messungen der HBLFA Raumberg-Gumpenstein am Projektbetrieb, abgeleitet wurde. An den Kaminmündungen mehrerer Stallungen wurden Geruchsproben gezogen; am Olfaktometer erfolgte die Ermittlung der Geruchsstoffkonzentration. Gleichzeitig zu den Probenziehungen wurden die Abluftgeschwindigkeiten an den jeweiligen Kaminen, zur Ermittlung der Abluftvolumenströme, erfasst; aus der Verknüpfung von Abluftvolumenstrom, Geruchsstoffkonzentration und Tierzahl des beprobten Stallgebäudes ermittelt sich der spezifische Geruchsemissionsfaktor.

Abbildung 13: Modulationsfaktoren für die Kamine der Stallungen A, B, und C in Abhängigkeit der Jahres- und Tageszeit sowie dem Mastzyklus

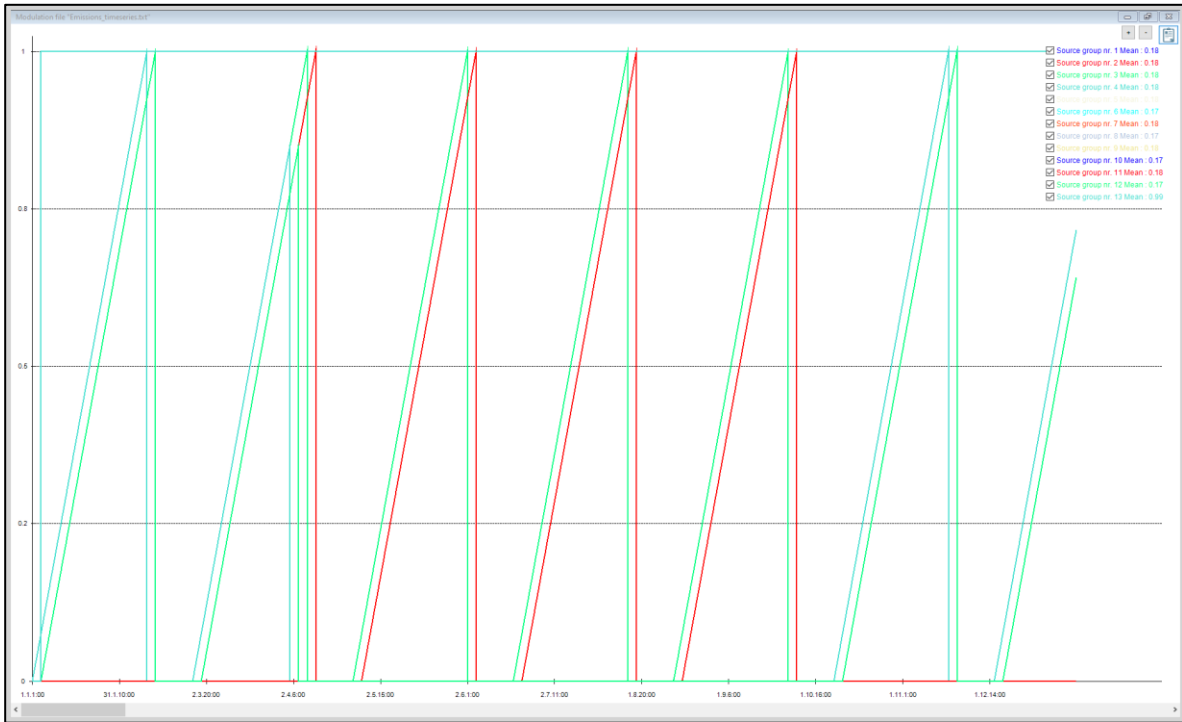


Abbildung 14: Ermittlung der Geruchsfracht (GE/sec = Geruchseinheiten pro Sekunde) auf Basis des spezifischen Geruchsremissionsfaktors des Projektbetriebs als unmittelbare Grundlage für die Berechnungen mit GRAL

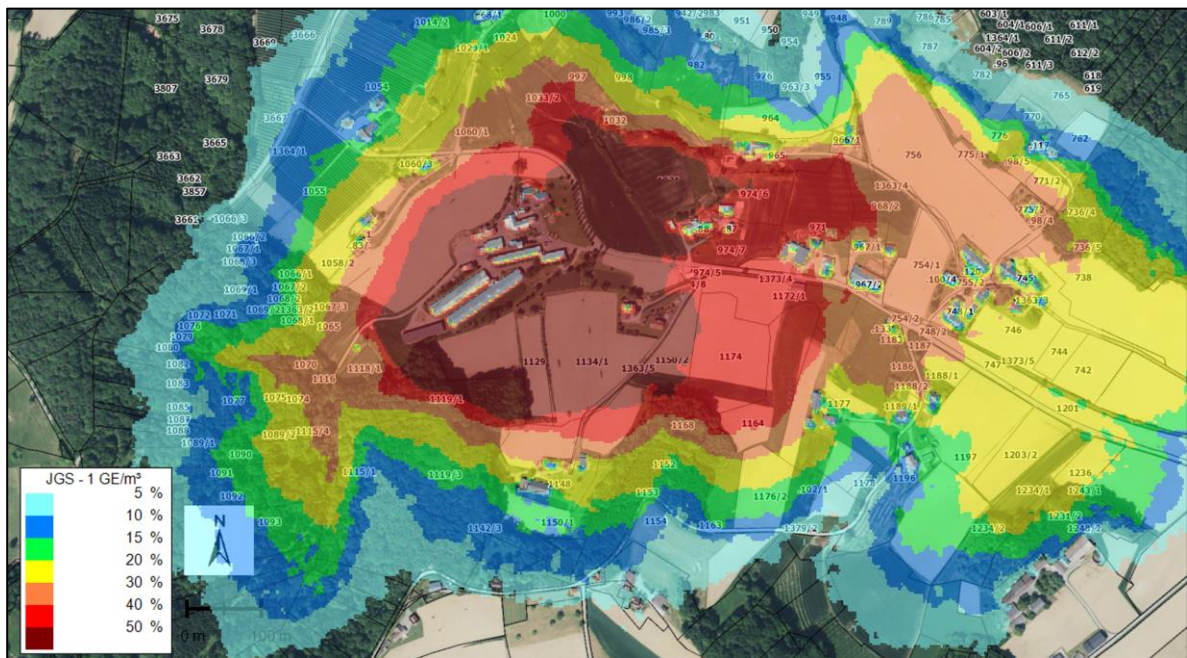
Ermittlung Geruchsfracht [GE/s]						
Stallbezeichnung	Tierart/ Quelle	Anzahl bzw. m ²	mittlere Einzelermasse m ^T in GV/Tier bzw. m ^T a in GV/m ²	Geruchs-emissions-faktor GE/(s·GV)	Geruchsfracht [GE/s]	Geruchsfracht [Mio GE/h]
Stall A	Masthähnchen (bis 35 Tage, 1,5 kg)	28000	0,0044	56	6899,2	24,8371
Stall B	Masthähnchen (bis 35 Tage, 1,5 kg)	38000	0,0044	56	9363,2	33,7075
Stall C_1	Masthähnchen (bis 35 Tage, 1,5 kg)	3500	0,0044	56	862,4	3,1046
Stall C_2	Masthähnchen (bis 35 Tage, 1,5 kg)	3500	0,0044	56	862,4	3,1046
Stall C_3	Masthähnchen (bis 35 Tage, 1,5 kg)	9000	0,0044	56	2217,6	7,9833
Stall C_4	Masthähnchen (bis 35 Tage, 1,5 kg)	9000	0,0044	56	2217,6	7,9833
					22422,4	80,7206
	Endmastgewicht 2.2 kg					

3.2 Berechnungsergebnisse der einzelnen Szenarios

3.2.1 Variante (0): Ausgangssituation – ohne Adaptierungsmaßnahmen

Die Grundlage der Beurteilung der projektierten Adaptions- und Emissionsminderungsmaßnahmen bildet die Berechnung von Mag. Christina Prietl aus dem Jahr 2019, die den Projektbetrieb mit dem Status Quo abbildet: ohne Reduktion der Tierzahlen, ohne Adaptierung der Lüftungsanlagen, ohne zusätzliche Emissionsminderungsmaßnahmen. Die in Abbildung 15 dargestellte Geruchsimmissionsberechnung wurde mit der GRAL-Version 19.3 erstellt.

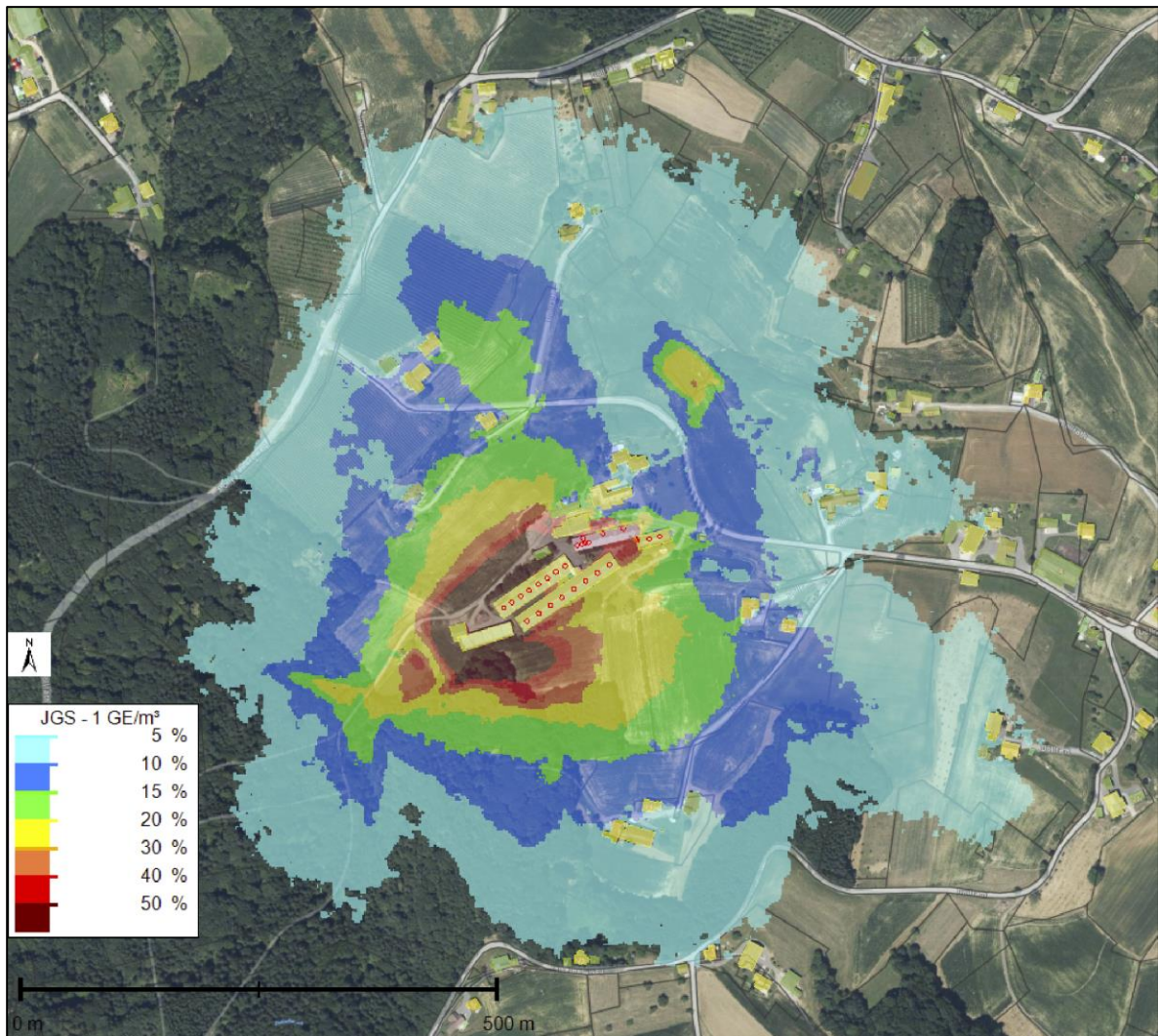
Abbildung 15: Simulierte Häufigkeit an Jahresgeruchsstunden für eine Geruchsschwelle von 1 GE/m^3 für die Stallgebäude A, B, C, D und das Mistlager des Projektbetriebs; Prietl 2019



3.2.2 Variante (1): Adaptierung der Abluftanlagen und Reduktion der Tierzahlen

Die unter den Punkten 2.6.1 und 2.6.2 beschriebenen Änderungsmaßnahmen bilden die Basis der nachstehenden Ausbreitungsrechnung für Geruch.

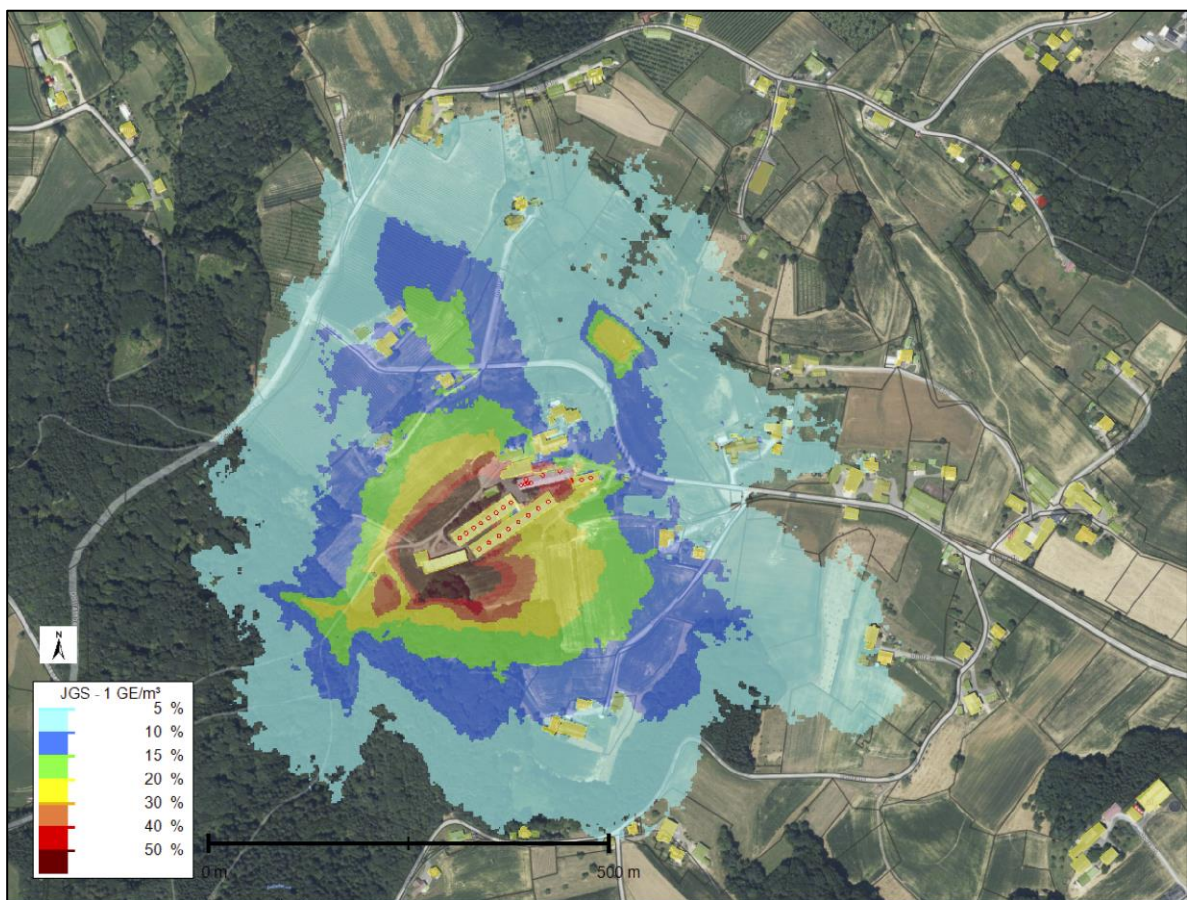
Abbildung 16: Simulierte Häufigkeit an Jahresgeruchsstunden für eine Geruchsschwelle von 1 GE/m^3 für die Stallgebäude A, B, C und das Mistlager des Projektbetriebs bei reduzierter Tierzahl und Adaptierung der Abluftanlagen, GRAL-ST ROG 23.04



3.2.3 Variante (2): Erhöhung der Abluftkamine bei Stall A, B und C

Zusätzlich zur Maßnahme der Tierzahlreduktion und der Adaption der Abluftanlage wurden in diesem Planungsbeispiel sämtliche Kamine des Projektbetriebes um 1,5 m erhöht. Dadurch wird die Abluft in höhere Luftschichten verbracht und führt – über einen besseren Verdünnungseffekt – zu einer Verminderung der Geruchsimmissionsbelastung.

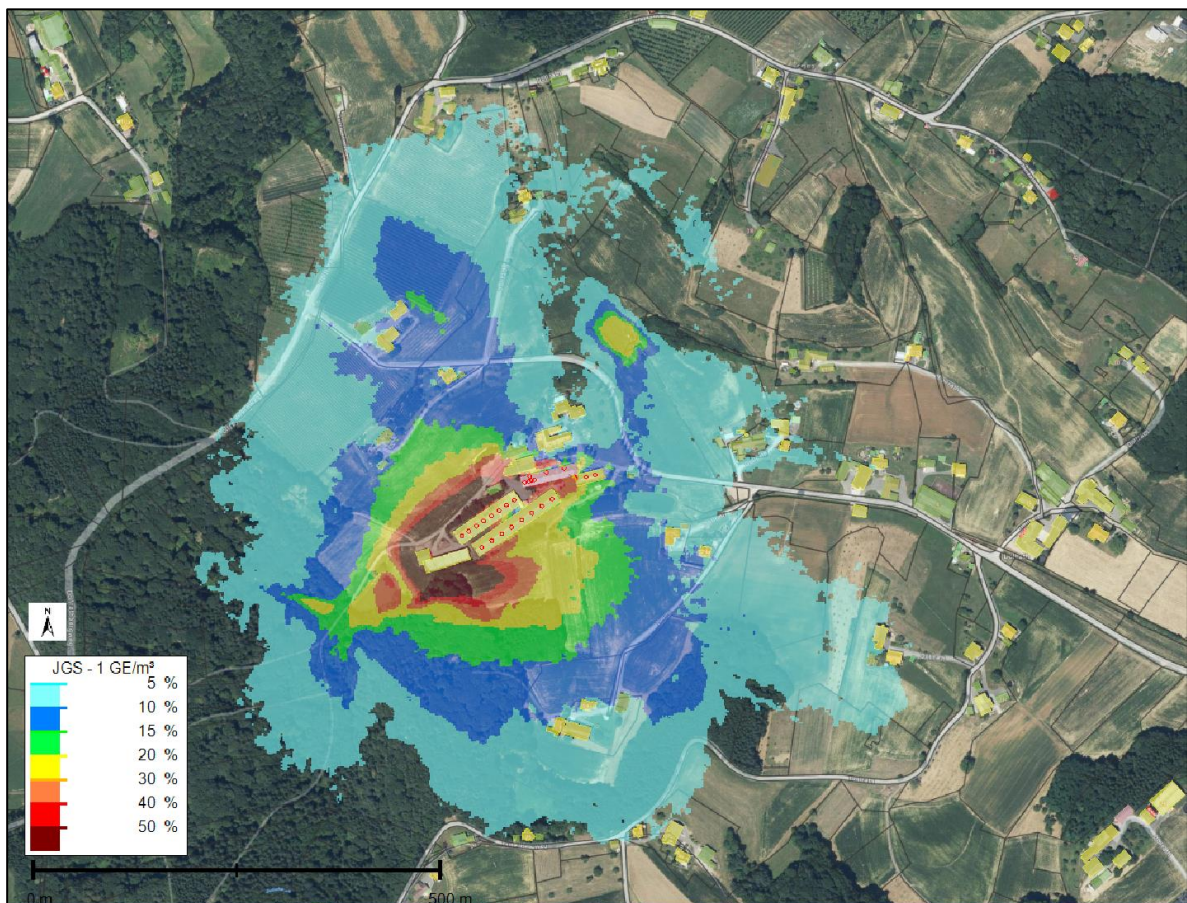
Abbildung 17: Simulierte Häufigkeit an Jahresgeruchsstunden für eine Geruchsschwelle von 1 GE/m^3 für die Stallgebäude A, B, C und das Mistlager des Projektbetriebes bei, zusätzlich zu den Maßnahmen aus Pkt. 3.2.1, erhöhten Abluftkaminen um 1,5 m, GRAL-ST ROG 23.04



3.2.4 Variante (3): Einbau Nachleiträder in Abluftkamine bei Stall A, B und C

Die Planungsvariante 3 sieht, zusätzlich zur Reduktion der Tierzahlen, der Adaptierung der Abluftanlagen und der Erhöhung sämtlicher Stallabluftkamine um 1,5 m, den Einbau von Nachleiträdern in alle Kamine vor. Gemäß DLG-Prüfbericht 5642F zum projektierten Nachleitrad Ziehl-Abegg SE wird dadurch eine weitere Abluftfahnenüberhöhung (zusätzlich zur Kaminerhöhung um 1,5 m) um 3 m erreicht. Daraus resultiert eine weitere Verringerung der Geruchsbelastung im Vergleich zur Planungsvariante (2) in Abbildung 17.

Abbildung 18: Simulierte Häufigkeit an Jahresgeruchsstunden für eine Geruchsschwelle von $1 \text{ GE}/\text{m}^3$ für die Stallgebäude A, B, C und das Mistlager des Projektbetriebs mit zusätzlich, zu den Maßnahmen unter 3.2.2 und 3.2.3, Einbau von Nachleiträdern, GRAL-ST ROG 23.04



4 Zusammenfassung & Beurteilung

Der vorliegende Projektbericht protokolliert die Etablierung der Geruchsausbreitungsrechnung mit dem Programmpaket GRAMM/GRAL an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Das Training zur Nutzung von GRAMM/GRAL erfolgte nicht an „abstrakten“ Übungsbeispielen sondern an Hand eines Praxisfalles. Der kooperierende Projektbetrieb ist im Begriff sein Betriebskonzept zu ändern – auf Grund gesetzlicher Neuerungen ist die Einhaltung strengerer Geruchsmissionswerte erforderlich. In Zusammenarbeit mit der Fa. Sterrer hat der Betriebsführer des Mastgeflügelbetriebes aus der Südoststeiermark ein Konzept entworfen, das eine wirtschaftliche Fortführung des Betriebes, bei Einhaltung der aktuellen Geruchsmissionswerte, ermöglicht.

Die von der Fa. Sterrer entworfenen Planungsszenarios wurden im Rahmen von E-GRAL rechnerisch umgesetzt und dienen als Entscheidungsgrundlage, welche Änderungen am Betriebskonzept durchzuführen sind. Ein zentraler Punkt, der entscheidend zur Reduktion der Geruchsmissionen beiträgt, ist die Reduktion der Tierzahlen – u. A. durch Stilllegung eines gesamten Stallgebäudes. Des Weiteren sind die geplanten Adaptierungsmaßnahmen an den Abluftanlagen der Stallungen positiv immissionsmindernd zu werten; für den Fall, dass eine weitere Minderung der Geruchsbelastung im Umfeld des Projektbetriebes erforderlich ist, wurden zwei weitere Planungsszenarios mit GRAL/GRAMM berechnet. Hierbei handelt es sich im ersten Schritt um eine mögliche Erhöhung der Kamine sämtlicher Stallungen um 1,5 m. Ein weiterer Schritt besteht in der Möglichkeit, in jeden Abluftkamin ein Nachleitrad einzubauen. Dies führt zu einer weiteren Erhöhung der Abluftfahne (zusätzlich zur Kaminerhöhung um 1,5 m), zu einer Verbringung der Emissionen in höhere Luftschichten und – auf Grund des größeren Verdünnungseffektes – zu einer geringeren Geruchsmissionsbelastung.

Vergleicht man die Abbildungen unter Pkt. 3.2.1 und Pkt. 3.2.2 zeigt sich eine massive Reduktion der flächenhaften Geruchsmissionen auf Basis der Reduktion der Tierzahlen und der Adaptierung der Abluftanlagen. Die Berechnung unter Pkt. 3.2.3 gründet auf der Berechnung von Pkt. 3.2.2, mit zusätzlicher Erhöhung der Abluftkamine um 1,5 m; die Berechnung aus Pkt. 3.2.4 gründet auf der Berechnung von Pkt. 3.2.3, mit zusätzlichem Einbau von Nachleiträdern zur Überhöhung des Abluftaustritts über Grund. Verantwortlich dafür, dass die erweiterten Emissionsminderungsmaßnahmen aus Pkt. 3.2.3 und 3.2.4 nur zu einer relativ geringen weiteren Reduktion der Geruchsmissionen führt, ist die Kessellage des Projektbetriebsstandortes sowie die geringe mittlere Tageswindgeschwindigkeit von 0,8 m/s.

Gemäß der in der Steiermark zur Anwendung kommenden Beurteilungsgrundlage, der *Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsmissionen*, sehen die Kriterien für Gerüche mit hohem Belästigungspotential (Hühnerhaltung, Stall und Kotlager) maximal 20 % Jahresgeruchsstunden bei Widmung Freiland, in der der betrachtete Projektbetrieb liegt, vor. Diese Planungsrichtwerte für Geruchsmissionen werden bei sämtlichen Nachbargebäuden bereits durch *Planungsvariante (1): Adaptierung der Abluftanlagen und Reduktion der Tierzahlen* eingehalten.

5 Literatur

[1] Besprechungen mit dem Betriebsführer des Projektbetriebes, 2021 – 2023

[2] DLG-Prüfbericht 5642F – Ziehl-Abegg SE, Nachleitrad für die Landwirtschaft, Abluftfahnen-überhöhung, Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. – Testzentrum Technik und Betriebsmittel, 64823 Groß-Umstadt, 10/2006

[3] Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) Vs. 17.9, Bericht Nr. Lu-01-2017, Amt der Stmk. Landesregierung, Abteilung - Energie, Wohnbau, Technik, Graz 2017,

[4] Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer zur Adaptierung der Abluftanlagen von *Stall A*, *Stall B* und *Stall C*, 4673 Gaspoltshofen, 08.03.2023

[5] Planunterlagen der Fa. Sterrer zur Adaptierung der Abluftanlagen von *Stall A* und *Stall B*, 4673 Gaspoltshofen, 09.03.2023

[6] Planunterlagen der Fa. Sterrer zur Adaptierung der Abluftanlagen von *Stall C*, 4673 Gaspoltshofen, 09.03.2023

[7] Richtlinie zur Beurteilung von Geruchsimmissionen, Bericht Nr. ABT15-Lu-02-2021, Amt der Stmk. Landesregierung, Abteilung - Energie, Wohnbau, Technik, Graz 2021

Anhang

A.1 Lüftungsbeschreibung Stall A

Abbildung 19: Auszug aus der Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer zu Stall A

3. Lüftungsanlage:		Mechanische Unterdrucklüftung		Max Stallbesatz
3.1. Abluftführung				
3.1.a: Geregelte Abluftgruppe		entlang der Mittenachse des Stalles		
<u>2 Stück Senkrechte Abluftkamine an der Decke; über den First hinausragend.</u>				
Vertikale Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG:	9,93 mtr	V Fortluft	5,0 m/s
3.1.b: Multistep- Abluftgruppe 1 entlang der Mittenachse des Stalles				
<u>6 Stück Senkrechte Abluftkamine an der Decke; über den First hinausragend.</u>				
Im unteren Bereich jedes Abluftkamines Rohreinbauventilatoren und elektrisch betätigte Verschlussklappen.				
Vertikale Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG:	9,93 mtr	V Fortluft	9,5 m/s
3.1.c: Not-Abluftgruppe Sommer-Notlüfter am westlichen Ende des Stalles				
3.1.2. Regelungsprinzip Multistep:				
Zwei Stück geregelte Firstventilatoren laufen an und werden bis auf volle Drehzahl gesteigert.				
Bei zusätzlichem Lüftungsbedarf wird jeweils ein Lüfter der Multistep-Gruppe zugeschaltet.				
3.1.3. Maximale Sommerlufrate				
Abluftkamine	KaminØ innen	Luftleistung 20 pa	Geschwindigkeit der Fortluft V	Lüfter Anzahl
Vent FF063-6D 930 rpm	65 cm	11.350 m ³ /h	9,5 m/s	8 Stück
EM 50-Wandventilator 1,5 PS	120 cm	38.000 m ³ /h	-	2 Stück
Maximale Sommerlufrate				
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				je Huhn
3.1.4. Minimale Winterlufrate				
Abluftkamine	KaminØ innen	Luftleistung 20 pa	Geschwindigkeit der Fortluft V	Lüfter Anzahl
Vent FF063-6D 600 rpm	65 cm	6.000 m ³ /h	5,0 m/s	1 Stück
Minimale Winterlufrate				
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				

A.2 Lüftungsbeschreibung Stall B

Abbildung 20: Auszug aus der Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer zu Stall B

3. Lüftungsanlage:		Mechanische Unterdrucklüftung		Max Stallbesatz
3.1. Abluftführung				
3.1.a: Geregelte Abluftgruppe		entlang der Mittenachse des Stalles		
2 Stück Senkrechte Abluftkamine an der Decke; über den First hinausragend.				
Vertikale Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG:	10,43 mtr	V Fortluft	5,0 m/s
3.1.b: Multistep- Abluftgruppe 1 entlang der Mittenachse des Stalles				
6 Stück Senkrechte Abluftkamine an der Decke; über den First hinausragend.				
Im unteren Bereich jedes Abluftkamines Rohreinbauventilatoren und elektrisch betätigte Verschlussklappen.				
Vertikale Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG:	10,43 mtr	V Fortluft	9,5 m/s
3.1.c: Not-Abluftgruppe Sommer-Notlüfter am westlichen Ende des Stalles				
3.1.2. Regelungsprinzip Multistep:				
Zwei Stück geregelte Firstventilatoren laufen an und werden bis auf volle Drehzahl gesteigert.				
Bei zusätzlichem Lüftungsbedarf wird jeweils ein Lüfter der Multistep-Gruppe zugeschaltet.				
3.1.3. Maximale Sommerluftrate				
Abluftkamine	KaminØ innen	Luftleistung 20 pa	Geschwindigkeit der Fortluft V	Lüfter Anzahl
Vent FF063-6D 930 rpm	65 cm	11.350 m³/h	9,5 m/s	8 Stück
EM 50-Wandventilator 1,5 PS	120 cm	38.000 m³/h	-	4 Stück
Maximale Sommerluftrate				
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				je Huhn
3.1.4. Minimale Winterluftrate				
Abluftkamine	KaminØ innen	Luftleistung 20 pa	Geschwindigkeit der Fortluft V	Lüfter Anzahl
Vent FF063-6D 600 rpm	65 cm	6.000 m³/h	5,0 m/s	1 Stück
Minimale Winterluftrate				
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				

A.3 Lüftungsbeschreibung Stall C

Abbildung 21: Auszug aus der Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer zu Stall C_1

3. Lüftungsanlage: Mechanische Unterdrucklüftung				
Max Stallbesatz				
<p>Wandventilatoren am westlichen Stallende mit 90° Bogen ; senkrechte Ausblasung nach oben. Im unteren Bereich jedes Abluftkamines Rohreinbauventilatoren und elektrisch betätigte Verschlussklappen. Dynamic MultiStep-Regelung: EC-Ventilatoren werden einer nach dem anderen mit Mindestleistung zugeschaltet, da <u>Erst darüber hinaus werden alle Lüfter gemeinsam bis zur Maximalleistung hochgefahren.</u></p>				
Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG: 11,55 mtr		V Fortluft	5,6 m/s
3.1.3. Maximale Sommerluftrate	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter
Abluftkamine	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl
Vent ECBlue2 FF080-ZIT 1090 Upm	82 cm	21.500 m ³ /h	12,4 m/s	2 Stück
Maximale Sommerluftrate				je Huhn
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				
3.1.4. Minimale Winterluftrate	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter
Abluftkamine	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl
Vent ECBlue2 FF080-ZIT 650 Upm	82 cm	11.400 m ³ /h	5,6 m/s	1 Stück
Minimale Winterluftrate				je Huhn
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				

Abbildung 22: Auszug aus der Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer zu Stall C_2

Lüftungsanlage: Mechanische Unterdrucklüftung				
Max Stallbesatz				
<p>Senkrechte Abluftkamine an der Decke; über den First hinausragend. Im unteren Bereich jedes Abluftkamines Rohreinbauventilatoren und elektrisch betätigte Verschlussklappen. <u>Erst darüber hinaus gemeinsam bis zur Maximalleistung.</u></p>				
Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG: 11,59 mtr		V Fortluft	5,0 m/s
3.1.3. Maximale Sommerluftrate	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter
Abluftkamine	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl
Vent FF063-6E 930 rpm	65 cm	11.350 m ³ /h	9,5 m/s	<u>1 Stück</u>
Vent FF063-6D 930 rpm	65 cm	11.550 m ³ /h	9,5 m/s	<u>1 Stück</u>
Maximale Sommerluftrate				je Huhn
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				
3.1.4. Minimale Winterluftrate	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter
Abluftkamine	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl
Vent FF063-6E, 600 rpm	65 cm	6.000 m ³ /h	5,0 m/s	<u>1 Stück</u>
Minimale Winterluftrate				je Huhn
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				

Abbildung 23: Auszug aus der Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer zu Stall C_3

3. Lüftungsanlage:		Mechanische Unterdrucklüftung		
Max Stallbesatz				
Senkrechte Abluftkamine entlang der nördlichen Längswand durch das OG an der Decke; über den First hinausragen				
Dynamic MultiStep-Regelung: EC-Ventilatoren werden einer nach dem anderen mit Mindestleistung zugeschaltet, da <u>Erst darüber hinaus gemeinsam bis zur Maximalleistung.</u>				
Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG: 11,64 mtr		V Fortluft	5,6 m/s
3.1.3. Maximale Sommerlüftrate	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter
Abluftkamine	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl
Vent ECBlue2 FF080-ZIT 1090 rpm	82 cm	21.500 m³/h	12,4 m/s	3 Stück
Maximale Sommerlüftrate				je Huhn
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				
3.1.4. Minimale Winterlüftrate	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter
Abluftkamine	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl
Vent ECBlue2 FF080-ZIT 650 rpm	82 cm	10.600 m³/h	5,6 m/s	1 Stück
Minimale Winterlüftrate				
* dB bei mehr als 3 mtr. Kaminhöhe				

Abbildung 24: Auszug aus der Lüftungsbeschreibung der Fa. Sterrer zu Stall C_4

3. Lüftungsanlage:		Mechanische Unterdrucklüftung			Max Stallbesatz
3.1. Abluftführung					
3.1.a: Geregelt Abluftgruppe entlang der Mittenachse des Stalles					
Senkrechte Abluftkamine an der Decke; über den First hinausragend.					
Im unteren Bereich jedes Abluftkamines Rohreinbauventilatoren und elektrisch betätigte Verschlussklappen.					
Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG: 12,63 mtr		V Fortluft	6,7 m/s	
3.1.b: Multistep- Abluftgruppe 1 entlang der Mittenachse des Stalles					
3 Stück Senkrechte Abluftkamine an der Decke; über den First hinausragend.					
Im unteren Bereich jedes Abluftkamines Rohreinbauventilatoren und elektrisch betätigte Verschlussklappen.					
Ausblashöhe der Fortluft	über FFOK EG: 12,63 mtr		V Fortluft	9,5 m/s	
3.1.c: Not-Abluftgruppe Sommer-Notlüfter am westlichen Ende des Stalles					
3.1.2. Regelungsprinzip Multistep:					
Die beiden geregelten Firstventilatoren laufen an und werden bis auf volle Drehzahl gesteigert.					
Bei zusätzlichem Lüftungsbedarf wird jeweils ein Lüfter der Multistep-Gruppe zugeschaltet.					
3.1.3. Maximale Sommerlüftrate	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter	
Abluftkamine	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl	
Vent FF063-6D 930 rpm	65 cm	11.550 m³/h	9,5 m/s	4 Stück	
EM 50-Wandventilator 1,5 PS	120 cm	38.000 m³/h	-	1 Stück	
Maximale Sommerlüftrate					
3.1.4. Minimale Winterlüftrate					
Abluftkamine	KaminØ	Luftleistung	Geschwindigkeit	Lüfter	
Vent FF063-6D, 730 rpm	innen	20 pa	der Fortluft V	Anzahl	
	65 cm	8.300 m³/h	6,7 m/s	1 Stück	
Minimale Winterlüftrate					

HBLFA Raumberg-Gumpenstein

8952 Irdning-Donnersbachtal

raumberg-gumpenstein.a