

Reservekraftwerk Birr

Ausbreitungsberechnung der Schadstoffemissionen



Berichtsverfasser

[REDACTED]

Bericht Nr. e0142
Dezember 2022

Auftraggeber

General Electric (Schweiz) AG
Brown-Boveri-Strasse 8
5401 Baden

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage.....	3
2. Anlage und Anlagestandort.....	3
3. Emissionsszenarien.....	5
4. Windfeldmodellierung und Meteorologie	6
4.1 Windfeldmodellierung mit GRAMM.....	7
4.2 Lokale Windrosen	8
5. Ausbreitungsberechnung mit GRAL.....	11
6. Resultate der Ausbreitungsberechnung	13
6.1 Beurteilungsgrundlagen	13
6.2 Auswertung der Spitzenbelastungen	17
6.3 Belastungskarten grossflächige Ausbreitung	18
6.4 Lokale Belastungskarten	24
7. Schlussfolgerungen.....	31



1. Ausgangslage

Die General Electric Schweiz GmbH realisiert am Standort Birr ein Reservekraftwerk zur Sicherstellung der Stromversorgung in den Wintermonaten. Geplant ist die Betriebsbereitschaft ab Februar 2023 bis Februar 2026. Das Reservekraftwerk besteht aus 8 mobilen Turbinen mit je 33MW Leistung. Als Treibstoff kann Gas oder Diesel eingesetzt werden. Jede Turbine verfügt über einen eigenen Kamin von 21m Höhe.

Die mobilen Anlagen entsprechen nicht den üblichen Anforderungen der Luftreinhalteverordnung (LRV), insbesondere ist keine DeNO_x-Anlage installiert. Die NO_x-Emissionen sind daher wesentlich höher als bei einer stationären Anlage gleicher Leistung. Aus diesem Grund wünscht der Kanton Aargau eine Ausbreitungsberechnung, damit die Höhe der zu erwartenden Immissionen und der Umfang der potentiell betroffenen Gebiete abgeschätzt werden können. Die General Electric Schweiz hat die ecolot GmbH mit der Erstellung eines entsprechenden Berichts beauftragt.

2. Anlage und Anlagestandort

Das Reservekraftwerk wird auf dem nördlichen Parkplatz auf dem Betriebsgelände von GE beim Bahnhof Birr aufgebaut. Die Abgase der Anlage weisen eine sehr grosse thermische Leistung auf, welche eine weite Verbreitung der Abgase erwarten lassen. Daher ist der Standort für die Ausbreitungsberechnung sowohl lokal wie auch regional zu bewerten.

Das Reservekraftwerk wird in der Ebene des Birrfelds auf einer Höhe von knapp 400m ü.M. realisiert (siehe Abbildung 1). Auf einer regionalen Skala entscheidend ist die Lage im Schweizer Mittelland an der Südostflanke des Juras. Diese Lage bestimmt die klar kanalisierten Hauptwindrichtungen des übergeordneten Windsystems. Diese sind im Schweizer Mittelland Westwind aus Südwesten und Bise aus Nordosten. Als Beispiel kann die Messstation Lägern von MeteoSchweiz, welche knapp 15km vom Standort entfernt liegt, dienen. Auf der Messhöhe von 873m ü.M. (bzw. 28m über Boden des Lägerngrats) ist der Wind praktisch vollständig auf die beiden Richtungen Süd-Südwest und Nordost bis Nord-Nordost kanalisiert.

Auf einer mehr lokalen Skala werden diese Winde aber rund um das Birrfeld auf vielfache Weise abgelenkt. Östlich des Standortes verläuft die Heitersbergkette in einem minimalen Abstand von rund 7km (Distanz Anlagestandort – Baregg) in südöstlich-nordwestlicher Richtung, sie erreicht Höhen bis 788m ü.M. Deren Ausläufer treffen bei Turgi auf den Rand des Jura, welcher fast orthogonal dazu verläuft.

Gegen Süden wird das Birrfeld durch den Chestenberg abgeschlossen (bis 648m ü.M., vgl. Abbildung 2). Dieser Hügelzug gehört geologisch noch zum Jura und bildet zusammen mit

dem westlich anschliessenden Homberg-Gisliflue einen von Osten nach Westen laufenden Riegel, welcher bei Holderbank von der Aare durchstossen wird. Diese drei Hindernisse (Jura, Heitersberg, Chestenberg) führen dazu, dass die Umgebung des Birrfelds topographisch in einem geschlossenen Dreieck liegt, dessen Ränder einzig von den Flüssen Reuss und Aare durchbrochen werden.

Die Anlage wird am Nordende des Standortes Birr von GE aufgebaut. Wesentliche bauliche Hindernisse sind die direkt südlich des Standortes anschliessende Halle des Standortes von GE, deren höchste Teile über 30m hoch sind, sowie höhere Gebäude in der Überbauung Wyde und an der Bachtalenstrasse nordwestlich des Anlagestandortes.

Am Standort werden insgesamt acht Turbinen mit einer Leistung von je 33MW aufgebaut. Jede Turbine verfügt über einen eigenen Kamin, welcher im Endausbau 21m hoch ist. Zum Schutz der Umgebung vor dem Betriebslärm wird entlang der Zentralstrasse über die ganze Breite des Parkplatzes sowie am Westende des Parkplatzes zwischen Zentralstrasse und Gebäude Nr. 276 eine durchgehende Lärmschutzwand mit einer Höhe von 20m aufgebaut. Diese bildet ein weiteres relevantes Hindernis für die Ausbreitung der Abgase.

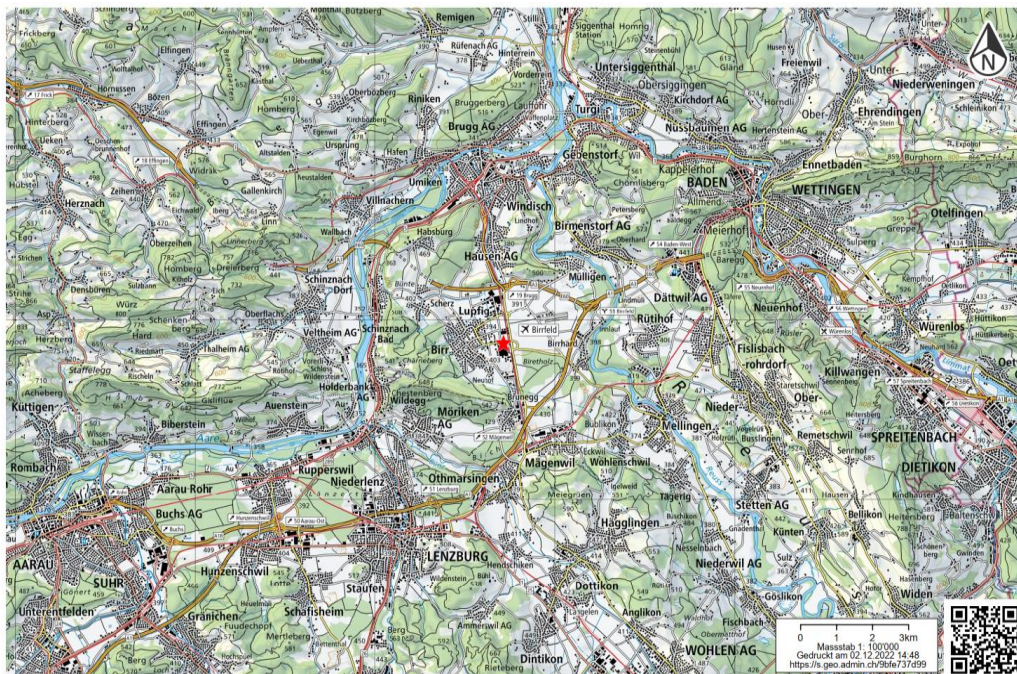


Abbildung 1: Ausschnitt der Landeskarte 1:100'000 mit dem Standort des Reservekraftwerks (roter Stern). Quelle: Bundesamt für Landestopografie, swisstopo.

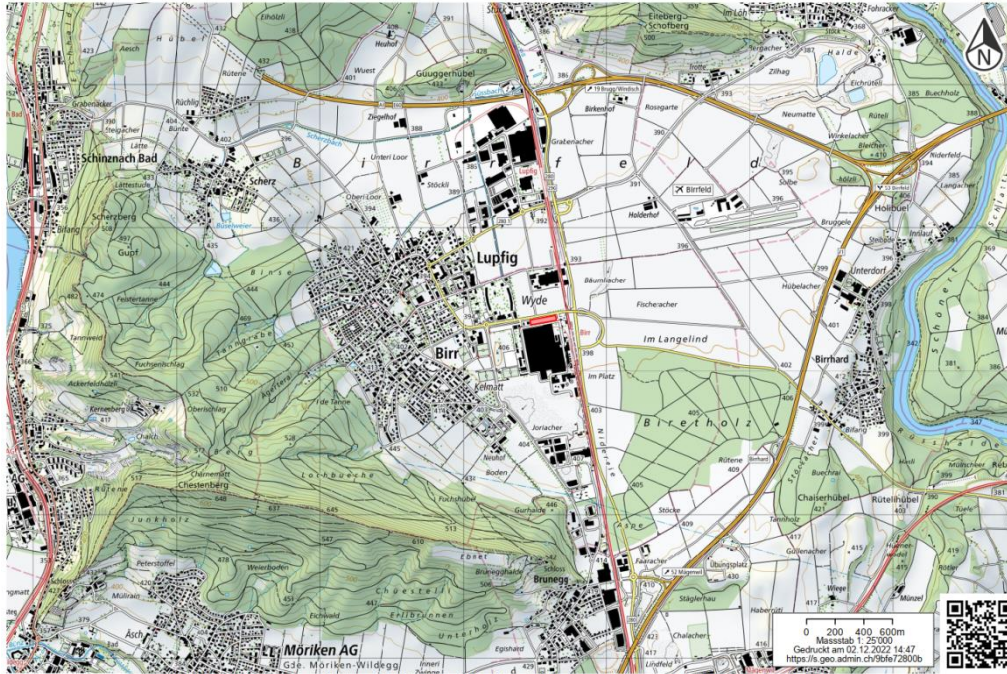


Abbildung 2: Ausschnitt der Landeskarte 1:25'000 mit dem Standort des Reservekraftwerks (rotes Rechteck beim Bahnhof Birr). Quelle: Bundesamt für Landestopografie, swisstopo.

3. Emissionsszenarien

Die Turbinen können sowohl mit Erdgas als auch Diesel betrieben werden. Je nach Bedarf werden einzelne Turbinen in Betrieb genommen. Es ergeben sich damit 16 Betriebsszenarien. Berechnet wird die Ausbreitung im Endausbau der Anlage.

Die Emissionskennzahlen einer Turbine wurden vom Auftraggeber geliefert. Gemäss diesen Angaben unterscheiden sich der Betrieb mit Gas bzw. Diesel nur in Bezug auf die Emissionskonzentrationen der diversen Schadstoffe. Die Unterschiede bezüglich Volumenstrom, Abgastemperatur und Abgasgeschwindigkeit sind sehr gering. Die Ausbreitung der Abgase ist damit nicht vom Treibstoff abhängig. Die entsprechenden Daten sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Dabei ist folgende wichtige Anmerkung zu machen: Im Modell wird jede Quelle mit bestimmten Vorgaben zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung eingegeben. Letztere wird dann für jede Quelle separat ohne gegenseitige Beeinflussung gerechnet. Vorliegend ist der Betrieb einer einzigen Turbine bis zum Vollastbetrieb aller acht Turbinen möglich. Jede einzelne verfügt über einen hohen Betriebsvolumenstrom mit hohem thermischem Auftrieb. Der thermische Auftrieb von mehreren benachbarten Kaminen ist aber nicht unabhängig, die Abgasfahnen werden sich zu einer grossen Säule aufsteigender Abgase vereinen. Dies muss im Modell berücksichtigt werden. Aus diesem Grund wurde der Betrieb von zwei und von vier Turbinen als eine Quelle gerechnet. Damit es zu keiner systematischen Über-

schätzung des Auftriebs kommt, wurde in dieser effektiven Quelle aber die Abgasgeschwindigkeit reduziert. Im Gegensatz zum thermischen Auftrieb ist die gegenseitige Beeinflussung des mechanischen Auftriebs geringer, da dieser lokaler wirkt. Die Reduktion der Geschwindigkeit wurde geschätzt. Bei zwei Kaminen wird damit nur rund die Hälfte des zusätzlichen Auftriebs berücksichtigt, bei 4 Kaminen spielt die Abgasgeschwindigkeit angesichts des enormen thermischen Auftriebs keine grosse Rolle mehr. Szenarien für mehr als 4 Turbinen ergeben daher wenig Sinn, diese Zustände werden aus den Resultaten für 4 Turbinen abgeleitet.

Tabelle 1: In der Ausbreitungsberechnung verwendete Abgasdaten in Abhängigkeit der Anzahl betriebener Turbinen. Die Daten für den Betrieb einer Turbine entsprechen den Angaben des Auftraggebers.

Anzahl Turbinen in Betrieb		1	2	4
Abgastemperatur	°C			
Abgasgeschwindigkeit	m/s	33	20	12
effektive Kaminquerschnittsfläche	m ²	6.7	22	74

Bei den Konzentrationen und Frachten von Schadstoffen im Abgas ist der Treibstoff entscheidend. Die Emissionsfrachten pro Kamin gemäss Angaben des Auftraggebers sind in Tabelle 2 ausgewiesen.

Tabelle 2: Mittlere Emissionskonzentrationen nach Angaben des Auftraggebers und daraus resultierende Emissionsfrachten.

Treibstoff	Erdgas		Diesel	
Normvolumenstrom tr.				
	Konzentration	Fracht	Konzentration	Fracht
	mg/Nm ³	kg/h	mg/Nm ³	kg/h
Stickoxide	50		86	
Kohlenmonoxid	120		50	
Schwefeldioxid	54		48	
Gesamtstaub	4.6		16	

4. Windfeldmodellierung und Meteorologie

Die Ausbreitungsberechnung erfolgte mit dem Programmpaket GRAL/GRAMM des Landes Steiermark¹. Grundsätzlich wird für Ausbreitungsberechnungen von Schadstoffen auch in der Schweiz das Vorgehen nach Deutscher TA Luft als Standard anerkannt. GRAL/GRAMM bietet aber gegenüber dem Modell AUSTAL (Ausbreitung gemäss TA Luft bzw. Richtlinie VDI 3945 Blatt 3) den Vorteil, dass regionale Windfelder mit entsprechender Variabilität in horizontaler wie vertikaler Richtung generiert werden können. Für eine grossflächige Ausbreitung wie im vorliegenden Fall kann nur so eine realitätsnahe Ausbreitung berechnet wer-

¹ Für eine Programmbeschreibung siehe <https://gral.tugraz.at/>

den. Die in GRAMM generierten Windfelder können in AUSTAL nicht verwendet werden. Die Verwendung von AUSTAL kommt daher für den vorliegenden Fall nicht in Frage.

4.1 Windfeldmodellierung mit GRAMM

GRAMM (Graz Mesoscale Model) ist ein prognostisches, mesoskaliges Windfeldmodell und erlaubt die Berechnung von Windfeldern in ausgeprägter Topographie. Das Programm erfüllt insbesondere die VDI Richtlinie 3783 Blatt 7 „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder“. Mit GRAMM wird vorgängig für ein grösseres Gebiet eine Bibliothek an Windfeldern berechnet, welche alle Wetterlagen abbilden. Anschliessend wird anhand von gemessenen Winddaten für jede Stunde des zu berechnenden Zeitraumes der Ausbreitungsberechnung dasjenige Windfeld ausgewählt, welches am besten auf die gemessenen Daten passt. Aus dieser Auswahl der relevanten Wetterlagen kann dann auch für jeden Standort des Modellgebietes eine lokale Windrose erzeugt werden.

Die Parameter der Windfeldmodellierung sind:

Programm	GRAMM Version 2020
Rechengebiet	siehe Abbildung 3
West - Ost	2'610'000 – 2'710'000
Süd-Nord	1'175'000 – 1'285'000
Rasterweite horizontal	150m
Rasterweite vertikal	unterster Layer 10m, stretching 1.38, total 20 Zellen
Topographie	DHM25 von swisstopo
Landnutzung	CORINE Land Cover Version 2018
Windrose	15° Winkelauflösung, total 768 Fälle
Anzahl Windfelder	2'832 („sunrise option“)
Relaxationsparameter	0.15

Die Auswahl der Windfelder erfolgte anhand der Daten der Messstationen Würenlingen/PSI (2'659'460 / 2'265'657), Buchs AG (2'648'396 / 1'248'1370) und Lägern (2'672'251 / 1'259'460) von MeteoSchweiz für das Jahr 2019 (Wetterdaten im Stundenmittel). Mit den Stationen Würenlingen/PSI und Buchs AG wird das Windgeschehen entlang der Aare erfasst. Die Turmstation Lägern liefert die für die grossräumige Ausbreitung sehr wichtige Information der übergeordneten Windströmung im Mittelland.

Neben den Windgeschwindigkeiten werden auch Informationen über die Stabilität der atmosphärischen Schichtung benötigt. Diese werden an der Station Buchs AG vollständig bestimmt. Für die Station Würenlingen/PSI wurden sie von der nahen Messstation Beznau von MeteoSchweiz übernommen. An der exponierten Turmstation Lägern sind die Windgeschwindigkeiten wesentlich höher, hier wurde ein auf Höhenstationen adaptiertes, vereinfachtes Verfahren gewählt.

Die Gewichtung der einzelnen Stationen im Optimierungsprozess wurde mit Hilfe des automatisierten Berechnungsverfahrens in GRAMM und der Kontrolle der einzelnen Stationen in mehreren Schritten hergeleitet. Insgesamt wurden für die Modellierung 1'227 Windfelder ausgewählt, das häufigste Windfeld macht 3.5% des gesamten Modellierungszeitraums aus.

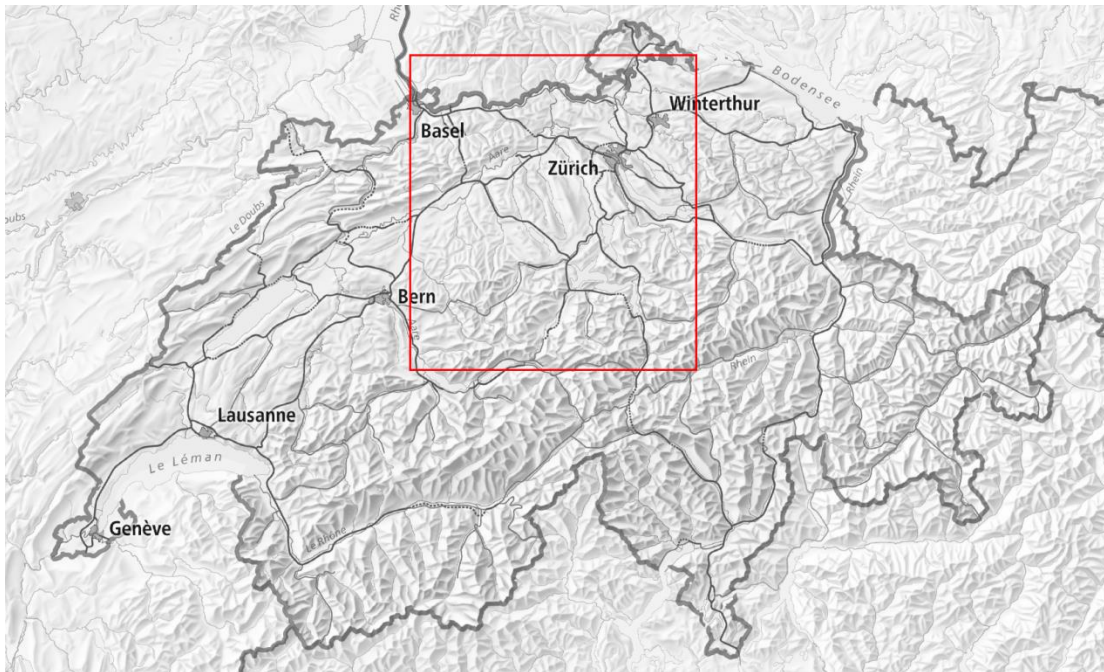


Abbildung 3: GRAMM-Modellgebiet. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopographie swisstopo.

4.2 Lokale Windrosen

Da eine weiträumige Verteilung der Abgase erwartet wird, muss nicht nur eine plausible Windrose des Anlagestandortes erzeugt werden. Abbildung 4 bis Abbildung 6 zeigt den Vergleich von Messung und Modell an den drei Messstandorten. Am Standort Würenlingen werden die Messdaten sehr gut reproduziert. In Buchs ergeben sich bei den Windrichtungen im Modell nur geringe Verschiebungen gegenüber der Messung, tagsüber werden die Windgeschwindigkeiten aber um rund 0.5m/s unterschätzt. Auf der Lägern wird ein etwas zu geringer Anteil von Bise ausgewiesen, zudem liegen hier die Geschwindigkeiten v.a. nachts zu tief. Letzteres ist ein bekanntes Problem der Windfeldberechnung mit GRAMM. Zu beachten ist dabei aber auch, dass in der Auflösung von GRAMM (Rasterweite 150m) der schmale Grat der Lägern nur noch bedingt aufgelöst wird und dadurch der Standort der Windmessung zu wenig exponiert ausfällt. Ein Teil der Unterschätzung liegt damit nicht an einer falschen Berechnung sondern ist unvermeidbarer Effekt der Diskretisierung, der mit der feineren Auflösung der Ausbreitungsberechnung zumindest gemindert wird. Für die Ausbreitungsberechnung wichtig ist, dass die Windkanalisierung auf der Lägern insgesamt gut reproduziert wird.

Im Ganzen kann festgehalten werden, dass das Modell das lokale Windgeschehen sowohl im Tal wie in höheren Lagen gut abbilden kann. Das Windfeldmodell bietet damit eine gute Basis für die Ausbreitungsberechnung.

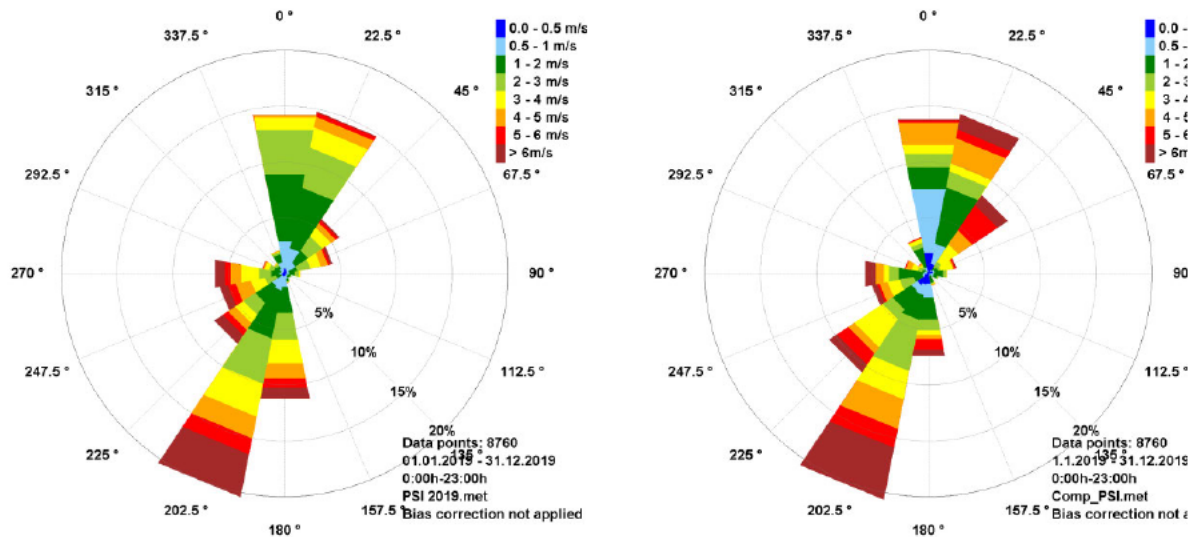


Abbildung 4: Vergleich der gemessenen (links) und modellierten (rechts) Windrose für den Messstandort Würenlingen/PSI. Aufteilung nach Windgeschwindigkeit (blau niedrig, rot hoch).

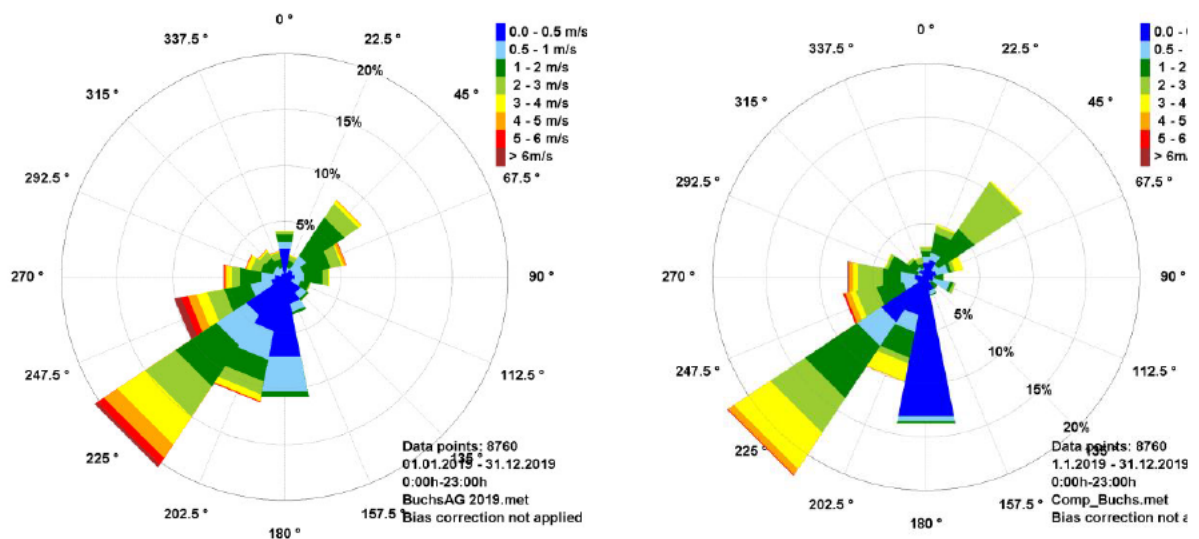


Abbildung 5: Vergleich der gemessenen (links) und modellierten (rechts) Windrose für den Messstandort Buchs AG. Aufteilung nach Windgeschwindigkeit (blau niedrig, rot hoch).

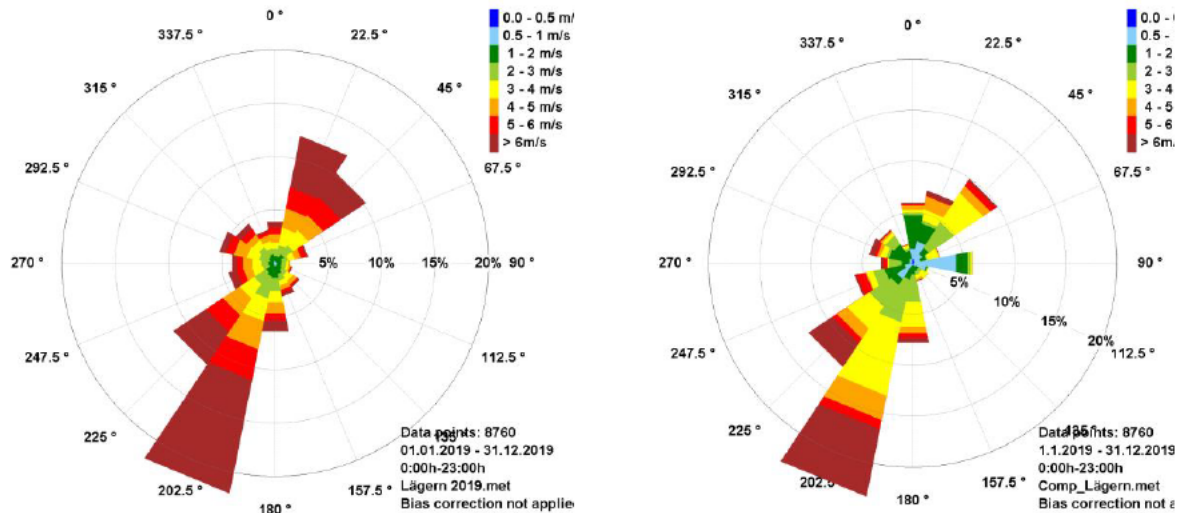


Abbildung 6: Vergleich der gemessenen (links) und modellierten (rechts) Windrose für den Messstandort Lägern. Aufteilung nach Windgeschwindigkeit (blau niedrig, rot hoch).

Trotz hohem Abgasfahnenauftrieb wird sich zeigen, dass die höchsten Zusatzbelastungen der Anlage in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft liegen. Daher ist die Windrose des Standortes entscheidend, diese ist in Abbildung 7 dargestellt. Hauptwindrichtung ist demnach Westwind. Diese klare Kanalisierung wird durch die Überlagerung zweier Winde erzeugt, die beide durch den Chestenberg beeinflusst werden. Einerseits nachts die Kaltluft, welche gemäss dieser Berechnung fast ausschliesslich aus Westen (von der Aare her) kommt. Der Kaltluftanteil entlang der Reuss ist demnach deutlich geringer². Andererseits sind tagsüber hauptsächlich Westwinde zu verzeichnen, welche teilweise von Südwesten (Richtung des ungestörten Flusses) auf Westwind umgelenkt werden. Neben Westwind sind v.a. Bise aus Nordosten (tagsüber) sowie die bereits erwähnten Kaltluftflüsse entlang der Reuss aus Ost-Südosten (nachts) zu verzeichnen. Insgesamt ist die Windrose trotz klarer Dominanz der Winde aus Westen bis Südwesten nicht besonders kanalisiert.

Insgesamt gehen wir davon aus, dass mit der dargestellten Windfeldberechnung das Windgeschehen in der Region realitätsnah abgebildet wird.

² Eine ältere Modellierung (siehe KBP-Bericht 5062) kam hier scheinbar zu einem anderen Resultat. Beide Berechnungen stimmen im Endresultat aber darin überein, dass die Hauptimmissionsgebiete östlich des Anlagestandortes von GE liegen.

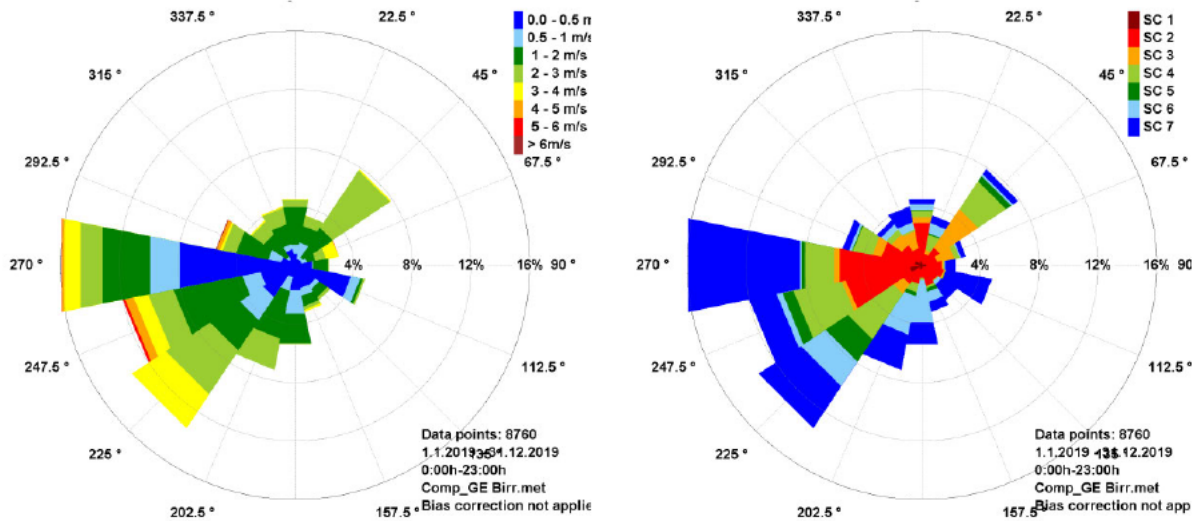


Abbildung 7: Berechnete Windrose des Anlagestandortes (2'658'500 / 1'254'300). Links Aufteilung nach Windgeschwindigkeit (blau niedrig, rot hoch), rechts Aufteilung nach Stabilitätsklassen (blau stabil, rot instabil).

5. Ausbreitungsberechnung mit GRAL

Auf der Basis der Windfeldmodellierung wird eine Immissionsprognose mit GRAL (Graz Lagrangian Model) durchgeführt. GRAL (Graz Lagrangian Model) ist wie AUSTAL2000 ein lagrangisches Partikelmodell. Es ist mit einem prognostischen Windfeldmodell für Einzelhindernisse ausgerüstet, die Fahnenüberhöhung wird nach einem modifizierten Ansatz von Hurly³ berücksichtigt. Da im Gegensatz zu VDI 3782 Blatt 3 die Steigrate von der lokalen Turbulenz abhängig gemacht wird, darf das Modell auch ohne freie Abströmung angewandt werden. GRAL entspricht der österreichischen Richtlinie RVS 04.02.12 und der VDI Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung“.

Mit GRAL werden die Immissionen in einem feineren Raster für jedes ausgewählte Windfeld berechnet. Neben der Eingabe der Emissionen können Einzelhindernisse (Bebauung, Bewuchs) eingegeben werden. Zudem kann die Topographie im feineren Raster von GRAL neu eingegeben werden, so dass die Diskretisierungseffekte von GRAMM gemindert werden können.

Da die Ausbreitung der Abgase vorliegend sehr weitläufig erfolgt, wurde die Ausbreitungsberechnung doppelt durchgeführt. Eine Modellierung deckt ein grosses Gebiet in relativ grobem Raster (40m Rasterweite) ab. Hier wurden keine expliziten Hindernisse eingefügt, die Modellierung dient der Abschätzung der Immissionen in grosser Distanz von der Quelle. Die zweite Modellierung wurde mit feinerer Auflösung unter Berücksichtigung der wichtigsten

³ P.J. Hurly, The Air Pollution Model (TAPM), Version 3, 2005.

Bauten in der Nähe der Quelle durchgeführt. Diese dient der Abschätzung der Belastungen im Birrfeld und den direkt angrenzenden Hügelszügen.

Es wurden insgesamt vier verschiedene Quellen modelliert. Der Fall einer Turbine wurde dabei doppelt berücksichtigt, einmal ganz im Westen und einmal ganz im Osten des Anlagestandortes. Damit kann der Unterschied der Immissionen je nach genauem Standort der Anlage aufgezeigt werden. Der Kamin für zwei Turbinen liegt im östlichen Teil, der Kamin für 4 Turbinen zentral auf dem Parkplatz.

Die Eingabeparameter von GRAL für die erste Modellierung (grobes Raster) sind:

Programm	GRAL V22.03
Rechengebiet	
West - Ost	2'645'000 – 2'670'000
Süd-Nord	1'242'000 – 1'267'000
Rasterweite horizontal	40m
Raster vertikal	keine Benutzereingabe
Höhendaten	swissALTI3D von swisstopo
Bodennutzung	aus GRAMM übernommen
explizite Hindernisse	keine
Quellen	je 1 Kamin Ost und West, 2 Kamine, 4 Kamine. Kaminhöhe 21m, Fahnenüberhöhung nach Tabelle 1
Freisetzungsrate	500 Teilchen pro Sekunde und Turbine
Berechnungsart	Zeitreihenstatistik

Die Modellierung im feineren Raster umfasst auch lokale Hindernisse. Gebäude mit einer Höhe unter 12m können grundsätzlich über die Rauigkeitslänge berücksichtigt werden. Ausnahmen davon bilden die grosse Halle des Standortes von GE, welche wegen ihrer Dimension offensichtlich relevant ist, sowie das dem Parkplatz direkt benachbarte Gebäude Nr. 276. Um den Rechenaufwand in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurde auf die Aufnahme von weiter entfernten Hindernissen (insbesondere Wald) verzichtet. Die Eingabeparameter von GRAL für die Modellierung im feineren Raster sind:

Programm	GRAL V22.03
Rechengebiet	
West - Ost	2'653'000 – 2'668'000
Süd-Nord	1'250'000 – 1'262'000
Rasterweite horizontal	20m, 5m für interne Umströmung
Raster vertikal	Auflösung 2.5m bis 100m, darüber gestreckt; total 107 Zellen
Höhendaten	swissALTI3D von swisstopo
Bodennutzung	aus GRAMM übernommen
explizite Hindernisse	Gebäude gemäss Abbildung 8. Grundfläche: amtliche Vermessung; Höhe: swissSURFACE 3D von swisstopo.
	Lärmschutzwand nach Angaben des Auftraggebers
Quellen	je 1 Kamin Ost und West, 2 Kamine, 4 Kamine. Kaminhöhe 21m,



- 



und Feinstaub vorhanden⁴. Für das Bezugsjahr 2020 sind die Karten der Umgebung von Birr in Abbildung 9 und Abbildung 10 dargestellt. Die Karten zeigen, dass abseits der Autobahn der Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid klar eingehalten wird, während sich die Feinstaubbelastung nahe am Grenzwert bewegt.

- Da die Anlage nur während relativ kurzer Zeit im ersten Quartal des Jahres laufen wird, ist anzunehmen, dass ihr Einfluss auf die Belastung im Jahresmittel relativ gering ist. Entscheidend dürften die Kurzzeitgrenzwerte, insbesondere das maximale Tagesmittel sein. Bei den Kurzzeitgrenzwerten ist wichtig, dass die wahrscheinliche Betriebszeit der Anlage in die Jahreszeit mit häufigem Auftreten von schlechten Ausbreitungsbedingungen (Inversionslagen im Mittelland) sowie hohen Emissionen aus anderen Quellen (Heizperiode) fällt.
- Eine Besonderheit ist bei der Beurteilung der Stickoxide wichtig. Auf der Emissionsseite werden die gesamten Stickoxide betrachtet, immissionsseitig ist aber nur das Stickstoffdioxid reguliert. Stickstoffmonoxid oxidiert in der Luft zu Stickstoffdioxid, dieser Oxidationsprozess ist aber komplex und von anderen Faktoren wie Wetter, Sonneneinstrahlung oder Ozonbelastung abhängig. Modelliert werden die gesamten Stickoxide ohne Umwandlung. Laut Angaben der Auftraggeber liegt der Anteil des primären NO₂ bei rund 50%, was ein sehr hoher Wert ist. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass ein hoher Anteil der Stickoxide als Stickstoffdioxid vorliegt. Der genaue Wert hängt von Transmissionsdistanz ab. Nahe an der Anlage ist er praktisch mit dem primären Anteil identisch, bei langer Transmission ist ein wesentlicher Anteil des Stickstoffmonoxids oxidiert.
- Beim Staub ist anzumerken, dass keine gesonderte Modellierung gemacht wurde (keine Berücksichtigung der Sedimentation) und dass der Anteil von PM₁₀ am Gesamtstaub nicht bekannt ist. Für die Auswertung wird davon ausgegangen, dass aller Staub als PM₁₀ vorliegt.

Aus diesen Überlegungen leitet sich die konkrete Beurteilung der Anlage ab. Hierbei ist noch eine Besonderheit zu beachten. Die Anlage läuft nicht im Dauerbetrieb, Zeitpunkt und Dauer des möglichen Betriebs sind aber unbekannt. Aus diesem Grund wird im Ausbreitungsmodell grundsätzlich von einem Dauerbetrieb ausgegangen. Von den Resultaten dieses Dauerbetriebs muss dann auf die möglichen Immissionen während des tatsächlichen Betriebs geschlossen werden.

Daraus ergeben sich nun folgende Prinzipien der Auswertung:

1. Die Immission im Jahresmittel (bei hypothetischem Dauerbetrieb!) wird ausgewertet, sie hat aber keine direkte Bedeutung für die Beurteilung. Der Immissionswert gibt Hinweise

⁴ Siehe: Infras / Meteotest, NO₂-, PM₁₀- und PM_{2.5}-Immissionen Schweiz / Liechtenstein, Aktualisierung des PolluMap-Modells für 2015, 2020 und 2030, 2020.

auf die mittlere Verdünnung der Abgase. Da Immissionen im Jahresmittel am besten bekannt sind, lässt sich daraus ableiten, wie gut die Abströmung der Abgase im Vergleich zu anderen Anlagen ist.

- Die Immission im Langzeitmittel wird für die Monate Januar bis Mai (bei hypothetischem Dauerbetrieb) ausgewertet. Die wahrscheinlichste Periode des Betriebes der Anlage sind die Monate Februar bis April. Um eine umfassende Auswahl von Wetterlagen im Winter und Frühling zu erhalten, wurde die Auswertungsperiode auf Januar bis Mai ausgedehnt.

Dieses Resultat gibt an, wie hoch die Immission im Langzeitmittel bezogen auf die tatsächliche Betriebszeit ist. Angenommen wird hierbei, dass der Betriebszeit nicht mit bestimmten Wetterlagen oder Tageszeiten korreliert.

- Das maximale Tagesmittel wird aus dem Ganzjahresbetrieb abgeleitet. Da die höchsten Immissionen im Tagesmittel meist im Januar bis März auftreten, kann auf eine Einschränkung der Auswertungszeit verzichtet werden.

Dieses Resultat zeigt an, mit welchen Immissionen im Tagesmittel gerechnet werden muss, wenn die Anlage über mindestens einen Tag im Dauerbetrieb läuft.

- Das 95 Perzentil wird ebenfalls aus dem Ganzjahresbetrieb abgeleitet, wie beim Tagesmittel ergibt die Einschränkung der Auswertungszeit keine wesentliche Veränderung. Dieses Resultat gibt die Höhe von möglichen Kurzzeitbelastungen an, mit welchen beim Betrieb der Anlage gerechnet werden muss. Anzumerken ist, dass modellbedingt die Auswertung auf Stundenmittelwerten basiert.

Tabelle 3: Anwendbare Immissionsgrenzwerte nach Anhang 7 der LRV.

Schwefeldioxid	30 µg/m ³	Jahresmittelwert
	100 µg/m ³	95 Perzentil der ½-h Mittelwerte
	100 µg/m ³	24h-Mittelwert, max. eine Überschreitung pro Jahr
Stickstoffdioxid	30 µg/m ³	Jahresmittelwert
	100 µg/m ³	95 Perzentil der ½-h Mittelwerte
	80 µg/m ³	24h-Mittelwert, max. eine Überschreitung pro Jahr
Kohlenmonoxid	8 mg/m ³	24h-Mittelwert, max. eine Überschreitung pro Jahr
Schwebstaub PM10	20 µg/m ³	Jahresmittelwert
	50 µg/m ³	24h-Mittelwert, max. eine Überschreitung pro Jahr
Schwebstaub PM2.5	10 µg/m ³	Jahresmittelwert



Abbildung 9: Modellierte Belastung mit Stickstoffdioxid in der Umgebung von Birr für das Jahr 2020. Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU.

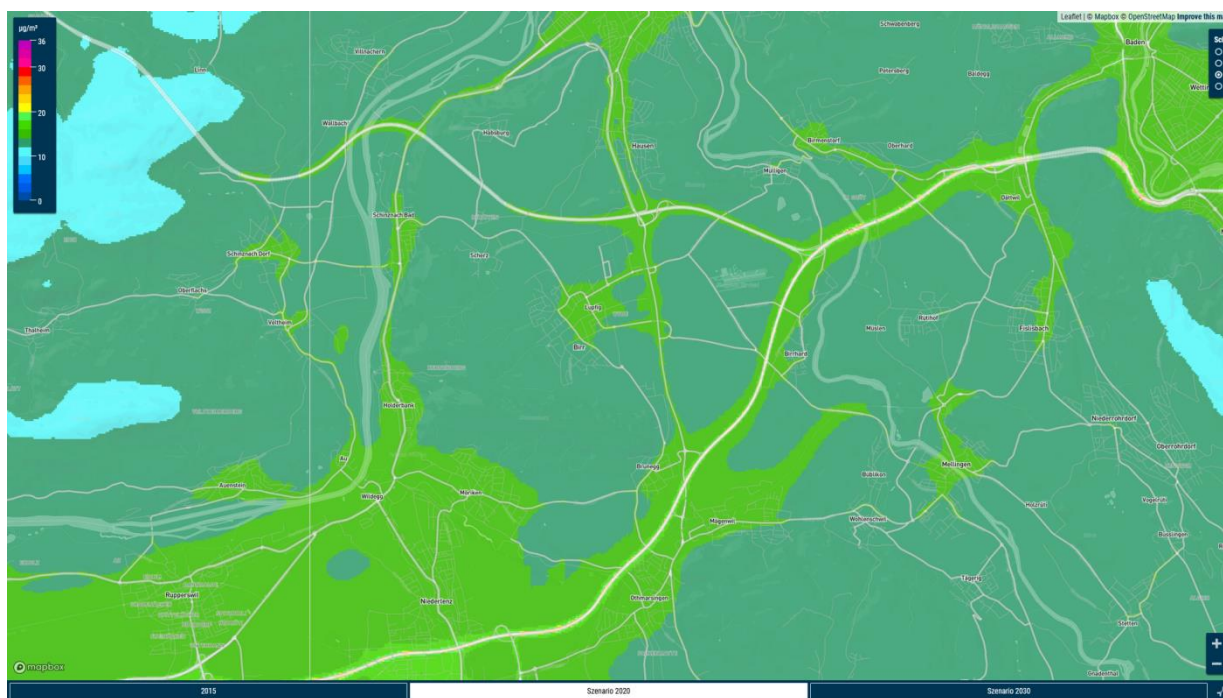


Abbildung 10: Modellierte Belastung mit Schwebstaub PM10 in der Umgebung von Birr für das Jahr 2020. Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU.

6.2 Auswertung der Spitzenbelastungen

Die höchsten Immissionen verursacht die Anlage in ihrer unmittelbaren Umgebung. Für jedes ausgewertete Szenario wurde daher für die kleinräumige Modellierung der Maximalwert aus der Belastungskarte extrahiert. Diese sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Zu beachten ist, dass diese Zusammenstellung keine Aussagen darüber macht, wo und in welcher Ausdehnung die wiedergegebenen Immissionen tatsächlich auftreten. Die Auswertung für eine Turbine entspricht dem Modellwert mit der Quelle ganz im Osten des Parkplatzes. Die Immissionen bei Volllastbetrieb können als Verdoppelung des Wertes von vier Turbinen betrachtet werden.

Tabelle 4: Maximalwerte der Immission pro Auswertungsart und ihre Umrechnung auf tatsächliche Immissionen in Abhängigkeit von Treibstoff und Schadstoffart. Alle Angaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Stickoxidimmissionen umfassen die gesamten Stickoxide.

	Mittelwert ganzjährig			Mittelwert Jan-Mai			max. Tagesmittel			95 Perzentil		
	1 Turbine	2 Turbinen	4 Turbinen	1 Turbine	2 Turbinen	4 Turbinen	1 Turbine	2 Turbinen	4 Turbinen	1 Turbine	2 Turbinen	4 Turbinen
Rechenwert Jahr	0.096	0.097	0.16	0.058	0.051	0.086	2	1.9	4	0.49	0.35	0.66
Wert Betriebszeit				0.14	0.12	0.21						
Stickoxide												
Gas	1.4	1.4	2.4	2.1	1.8	3.1	30	28	59	7.3	5.2	9.8
Heizöl	2.5	2.5	4.2	3.6	3.2	5.4	52	50	105	13	9.1	17.2
Kohlenmonoxid												
Gas	3.4	3.5	5.7	5.0	4.4	7.4	71	68	143	17	12	24
Heizöl	1.5	1.5	2.4	2.1	1.9	3.1	30	29	61	7.4	5.3	10
Schwefeldioxid												
Gas	1.5	1.6	2.6	2.2	2.0	3.3	32	31	64	7.9	5.6	10.6
Heizöl	1.4	1.4	2.3	2.0	1.8	3.0	29	27	58	7.1	5.1	9.5
Gesamtstaub												
Gas	0.13	0.13	0.22	0.19	0.17	0.28	3	3	5	0.67	0.48	0.90
Heizöl	0.48	0.48	0.79	0.69	0.61	1.02	10	9	20	2.4	1.7	3.3

Insgesamt zeigt sich bereits aus dieser Tabelle, dass die Abgase der Anlage durch den enormen thermischen Auftrieb sehr gut verdünnt werden. Im Volllastbetrieb ist zwar im Mittel mit Stickoxidimmissionen von rund $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ als Maximalwert im Immissionsgebiet zu rechnen, was einem Drittel des Immissionsgrenzwertes von NO_2 entspricht. Dies ist aber in Relation zur Gesamtfracht von über $50\text{kg NO}_x/\text{h}$ zu setzen.

Aufgrund der Tabelle lassen sich bereits folgende Aussagen machen:

- **Stickoxide:** Die maximale NO_2 -Belastung im Langzeitmittel liegt auch beim Volllastbetrieb unter $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder unter einem Drittel des Grenzwertes. Dieselbe Schlussfolgerung gilt auch für das 95 Perzentil (Maximalbelastung um die $30\mu\text{g}/\text{m}^3$). Am wichtigsten ist das maximale Tagesmittel. Bei Volllastbetrieb muss hier damit gerechnet werden, dass im Immissionsmaximum die Anlage alleine über (Diesell) bzw. im Bereich (Gas) des Immissionsgrenzwertes liegt. Ort und Ausdehnung dieses Gebietes werden unten besprochen.

- Kohlenmonoxid: Die maximalen Belastungen liegen weit entfernt vom Immissionsgrenzwert.
- Schwefeldioxid: Im langjährigen Mittel eines Betriebs Januar bis Mai liegen auch bei Volllast die Immissionen unter einem Drittel des Grenzwertes, beim 95 Perzentil unter einem Viertel des Grenzwertes. Wie bei den Stickoxiden liegen die Belastungen im Tagesmittel am höchsten. Hier muss bei beiden Brennstoffen damit gerechnet werden, dass im Immissionsmaximum die Anlage alleine den Grenzwert überschreitet. Ort und Ausdehnung dieses Gebietes werden unten besprochen.
- Schwebestaub PM₁₀: Staubemissionen sind nur beim Betrieb mit Diesell relevant. In diesem Fall liegt der Rechenwert der mittleren Belastung Januar bis Mai gerade bei 10% des Grenzwertes (Volllastbetrieb). Wichtig ist wiederum das maximale Tagesmittel. Hier muss damit gerechnet werden, dass die Belastung im Immissionsmaximum im Bereich des Grenzwertes liegt (Volllastbetrieb). Ort und Ausdehnung dieses Gebietes werden unten besprochen.

6.3 Belastungskarten grossflächige Ausbreitung

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Auswertungen für die Szenarien einer Turbine und vier Turbinen in den Auswertungen für die Belastung im Jahresmittel bei hypothetischem Dauerbetrieb (Abbildung 11 und Abbildung 12), für die mittlere Belastung Januar bis Mai bei hypothetischem Dauerbetrieb (Abbildung 13 und Abbildung 14), für das maximale Tagesmittel (Abbildung 15 und Abbildung 16) sowie für das 95 Perzentil der Stundenmittelwerte (Abbildung 17 und Abbildung 18).

Dargestellt ist immer die Immission einer Normemission von 1kg Beliebiggas pro Stunde und Turbine. Um auf eine tatsächliche Immission zu schliessen, muss der aus der Grafik ausgelesene Wert mit der Emission in kg/h gemäss Tabelle 2 multipliziert werden. Für den Betrieb unter Volllast muss das Szenario für vier Turbinen mit dem doppelten Wert der Emission in kg/h multipliziert werden.

Die Farbskalen wurden in diesen Abbildungen so gewählt, dass die grossflächige Immission gut sichtbar wird. Entsprechend gibt es jeweils relativ grosse Gebiete mit der höchsten Farbstufe (dunkelrot). Betrachten wir den Fall des Szenarios mit 4 Turbinen, wird die höchste Farbstufe bereits bei Immissionswerten zwischen 6.8% (Fall maximales Tagesmittel) bis 25% (95 Perzentil) des Maximums gemäss Tabelle 4 erreicht. Die grossen roten Flächen dürfen daher mit Blick auf Tabelle 4 nicht überbewertet werden.

Die Abbildungen zeigen, dass die Abgase aus dem Reservekraftwerk im Mittel über ein grosses Gebiet verteilt werden (Abbildung 11 bis Abbildung 14). Die höchsten Belastungen

werden dabei in unmittelbarer Nähe der Anlage vorgefunden, sie werden im nachfolgenden Abschnitt betrachtet.

Auffallend ist, dass es bei den mittleren Belastungen (Jahresmittelwert, Immission Januar bis Mai) auch weit entfernt von der Anlage noch zu lokalen Maxima kommen kann, so beim Betrieb einer Turbine südlich von Lenzburg oder beim Betrieb von vier Anlagen nördlich von Baden⁵. Allerdings bleiben die Immissionen im Vergleich zu den Maxima doch recht gering, sie liegen an den Orten unter $0.07\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Auswertung Mittelwert Januar bis Mai), also unter der Hälfte des Immissionsmaximums bei einer Turbine bzw. unter einem Drittel beim Betrieb von vier Turbinen.

Sehr deutlich sichtbar ist der Einfluss der Topographie auf das Immissionsmuster. So wird die Abgasfahne v.a. beim Betrieb einer Turbine vom Chestenberg deutlich niedergeschlagen, entsprechend kommt es direkt südlich der Krite zu recht hohen Immissionen. Beim Betrieb einer Turbine wird hier ein Immissionswert knapp über $0.06\mu\text{g}/\text{m}^3$, beim Betrieb von vier Turbinen bis $0.085\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Auswertung Mittelwert Januar bis Mai) berechnet. Die Belastungen bleiben also auch hier unter der Hälfte des Immissionsmaximums. Die komplexen topographischen Verhältnisse um das Wasserschloss führen zu diversen lokalen Maxima, deutlich sichtbar ist aber auch dort der Einfluss der Heitersbergkette, welche bei Wettingen am Ostportal des Baregg隧nells lokal zu hohen Immissionen führt. Die Immissionswerte bleiben hier aber überall unter denjenigen am Chestenberg.

Gegenüber den mittleren Belastungen liegen die hohen Immissionen beim maximalen Tagesmittel viel lokaler. Hauptsächlich betroffen sind hier beim Betrieb einer Turbine das Birrfeld, die Ortschaft Birr selber, die Krite des Chestenberges sowie das Nebenmaximum südlich von Lenzburg. Bezogen auf das Immissionsmaximum sind die Werte der Immissionen im weiteren Umfeld aber wesentlich geringer als bei der mittleren Belastung. Hauptbetroffen ist die Krite des Chestenbergs, hier werden bis 25% des Maximums nach Tabelle 4 ausgewiesen. Werden mehrere Turbinen betrieben, kommt es wiederum zu örtlich höheren Immissionen im Raum Baden-Wettingen. Auch beim maximalen Tagesmittel sind diese Werte aber geringer als diejenigen am Chestenberg. Dort werden bis $0.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet, was weniger als 20% des Immissionsmaximums entspricht.

Das Ausbreitungsmuster des 95-Perzentils ist ähnlich demjenigen der mittleren Belastung. Wiederum werden im weiteren Umfeld der Anlage die höchsten Belastungen am Chestenberg vorgefunden, wobei diese bis rund 45% des Immissionsmaximums nach Tabelle 4 ausmachen.

⁵ Bei den Immission ganz am östlichen Rand des Modellgebietes handelt es sich um einen Randeffect, die Werte sind nicht auswertbar.

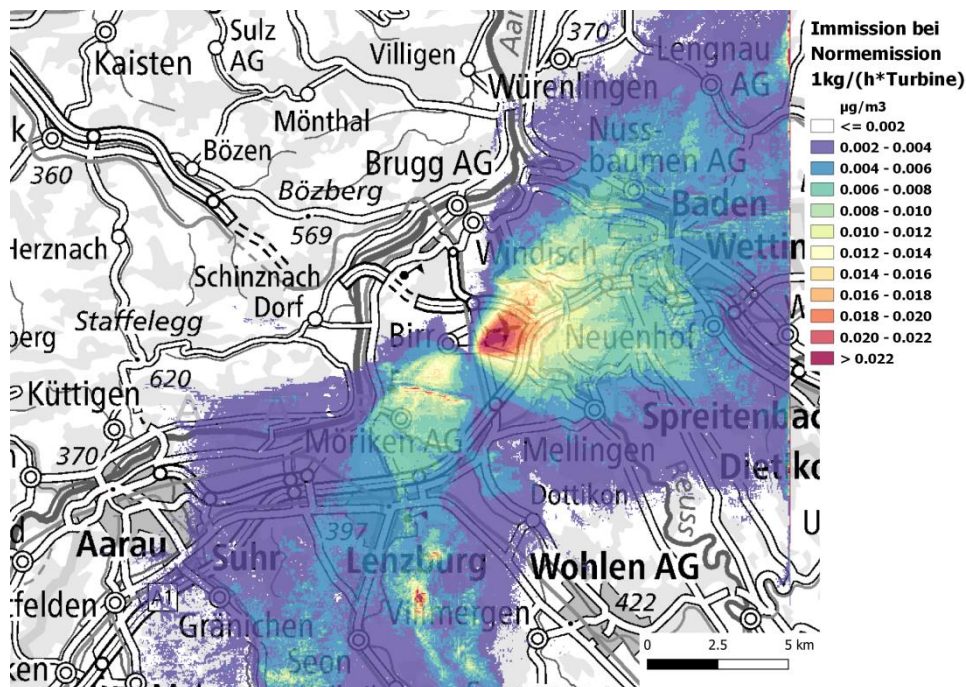


Abbildung 11: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine, Auswertung mittlere Belastung im Jahresmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

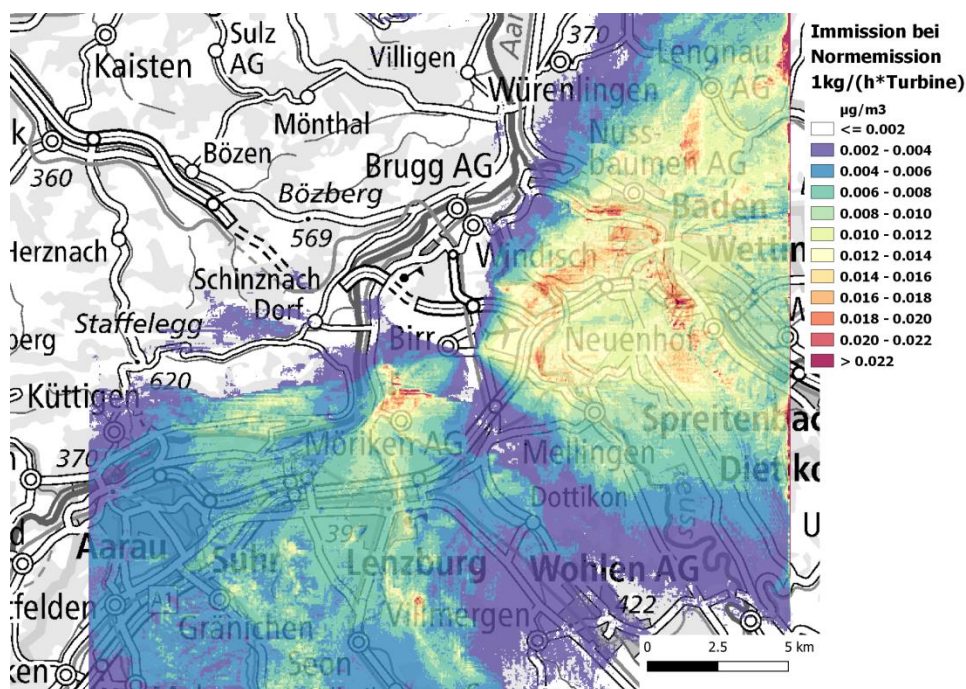


Abbildung 12: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario vier Turbinen, Auswertung mittlere Belastung im Jahresmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

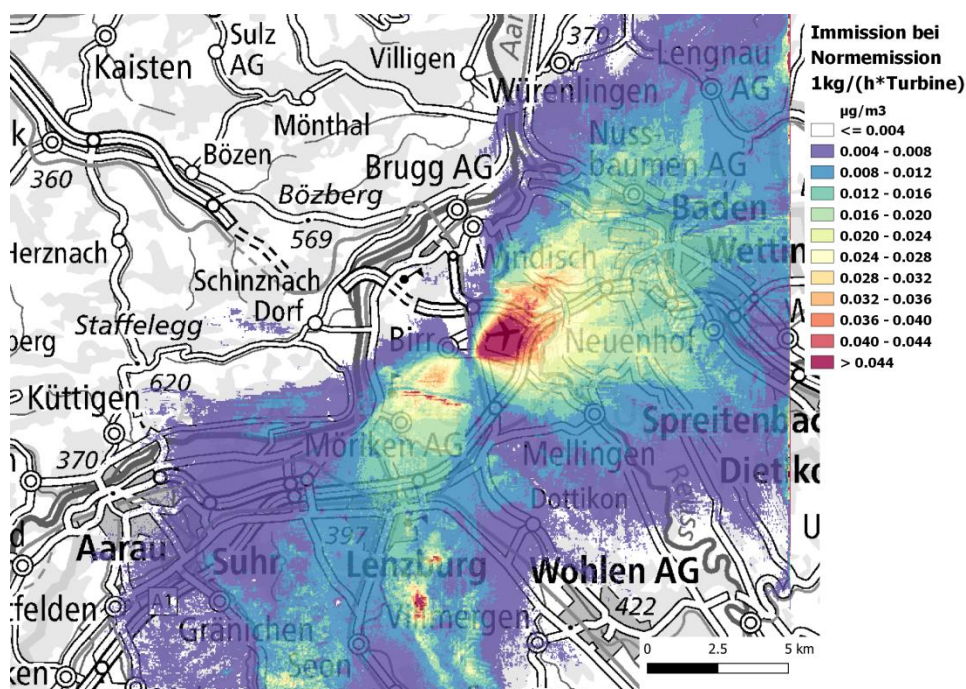


Abbildung 13: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine, Auswertung mittlere Belastung Januar bis Mai. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

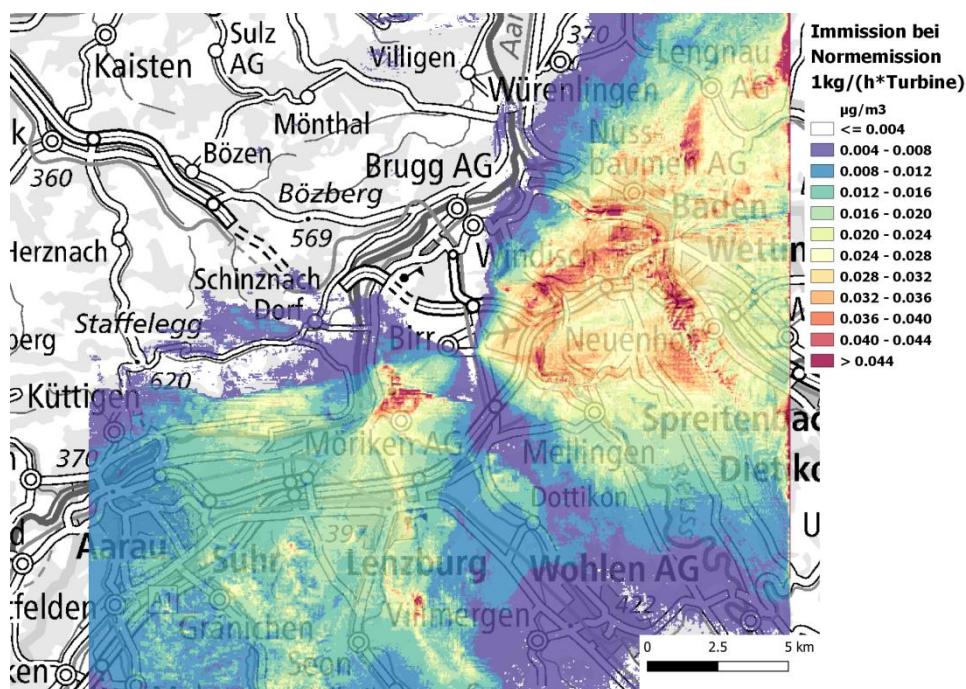


Abbildung 14: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario vier Turbinen, Auswertung mittlere Belastung Januar bis Mai. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

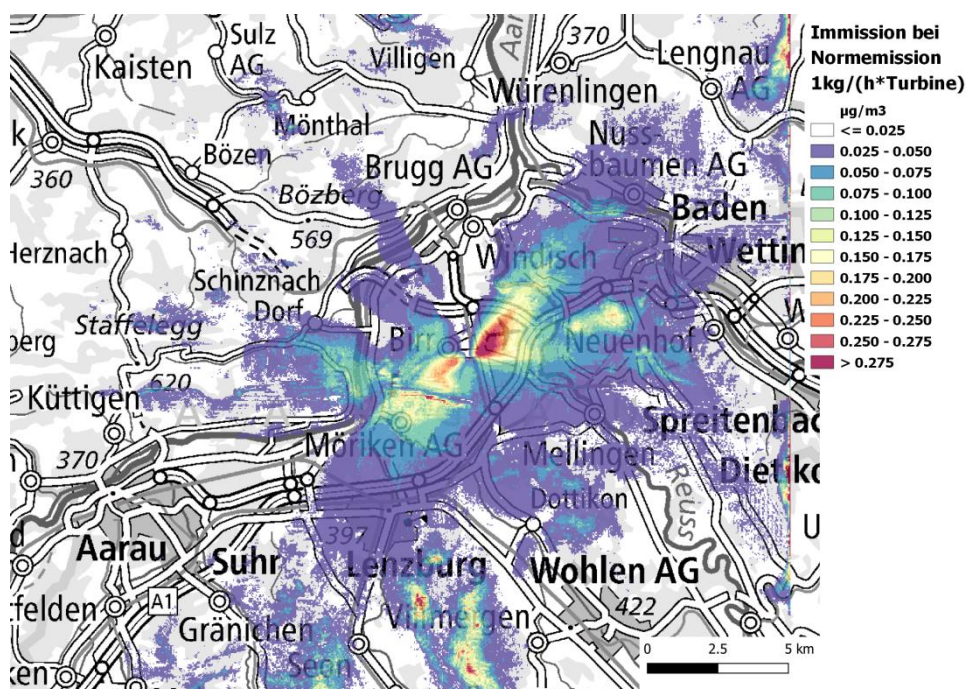


Abbildung 15: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine, Auswertung maximales Tagesmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

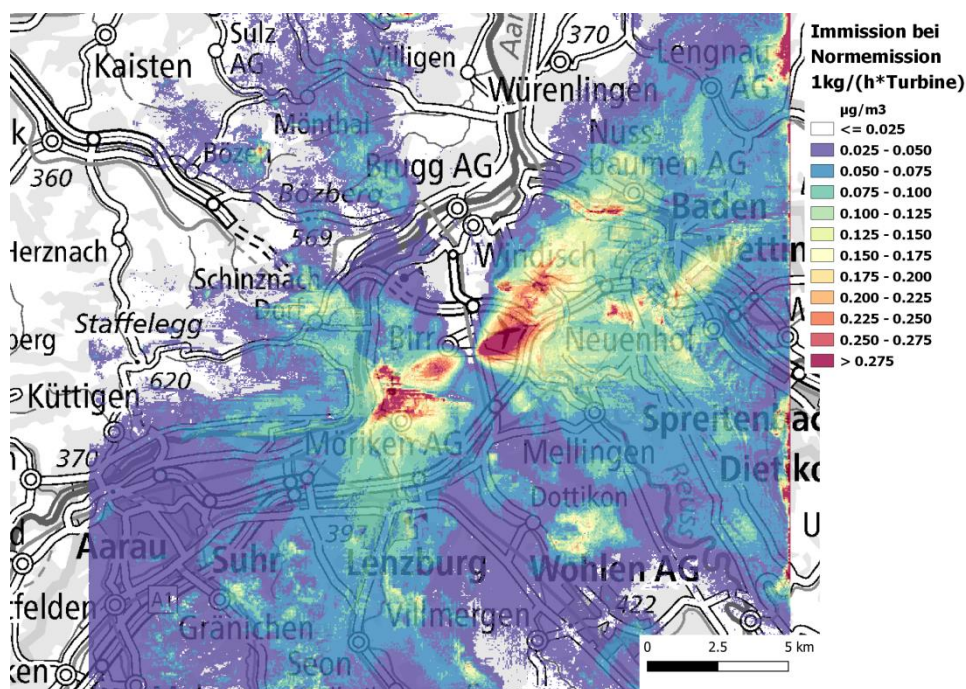


Abbildung 16: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario vier Turbinen, Auswertung maximales Tagesmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

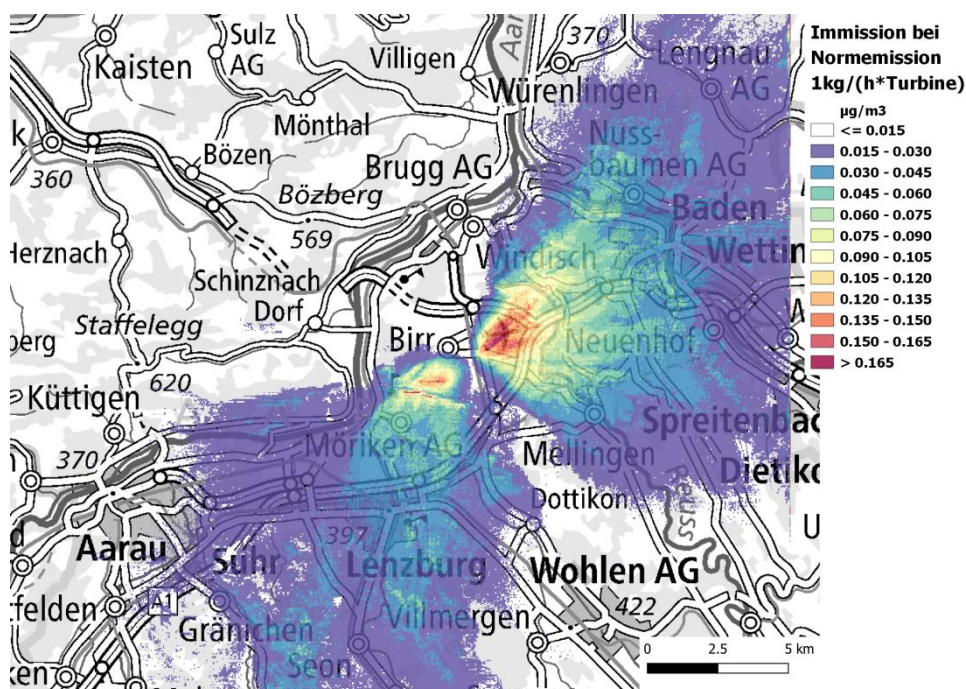


Abbildung 17: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine, Auswertung 95 Perzentil der Stundenmittelwerte. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

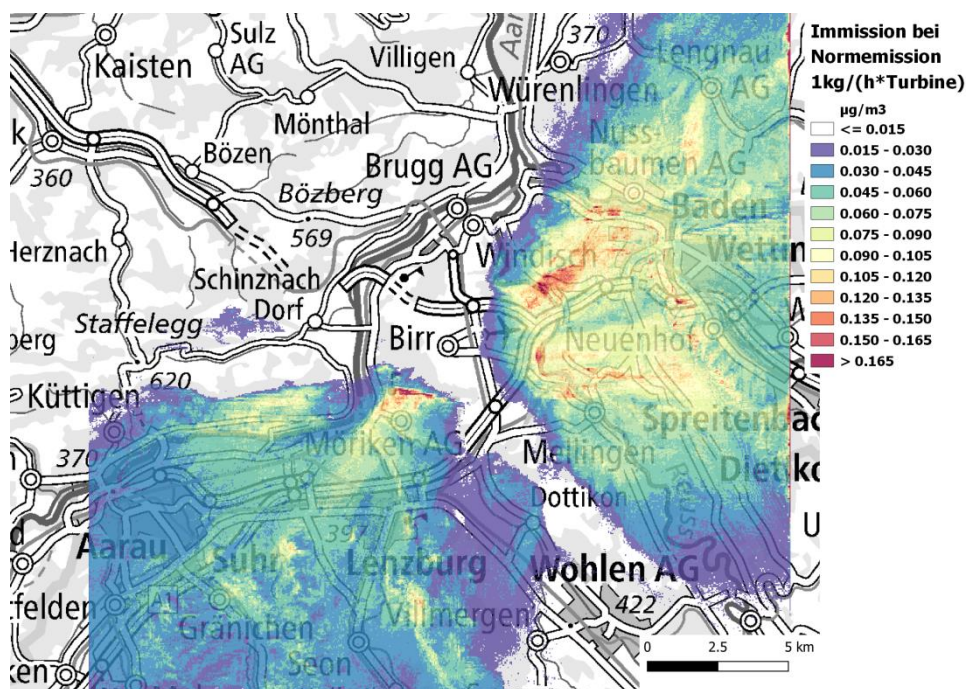


Abbildung 18: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im grossen Massstab (keine expliziten Hindernisse). Szenario vier Turbinen, Auswertung 95 Perzentil der Stundenmittelwerte. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

6.4 Lokale Belastungskarten

In diesem Abschnitt werden die Belastungskarten der kleinskaligen Modellierung mit Berücksichtigung von lokalen baulichen Hindernissen besprochen. Abbildung 19 bis Abbildung 21 zeigen die Immissionen im Jahresmittel bei hypothetischem Dauerbetrieb, wobei hier der Fall einer Turbine doppelt dargestellt wird, einmal als Quelle ganz im Osten (realer Betrieb einer Turbine, Abbildung 19) und einmal als Quelle ganz im Westen des Parkplatzes (Abbildung 20). Abbildung 22 und Abbildung 23 zeigen die maximalen Tagesmittel, Abbildung 24 und Abbildung 25 das 95-Perzentil jeweils für den Betrieb einer Turbine (ganz im Osten) und für vier Turbinen.

Dargestellt ist immer die Immission einer Normemission von 1kg Beliebiggas pro Stunde und Turbine. Um auf eine tatsächliche Immission zu schliessen, muss der aus der Grafik ausgelesene Wert mit der Emission in kg/h gemäss Tabelle 2 multipliziert werden. Für den Betrieb unter Volllast muss das Szenario für vier Turbinen mit dem doppelten Wert der Emission in kg/h multipliziert werden.

Die Farbskalen wurden hier so gewählt, dass die Immissionsmaxima klar sichtbar werden. Im Gegensatz zu den Abbildungen des vorangehenden Abschnitts wird daher die höchste Farbstufe (dunkelrot) relativ nahe am Immissionsmaximum nach Tabelle 4 gewählt. Einzig bei der Immission im Jahresmittel wird diese Farbstufe bei weniger als 50% des Immissionsmaximums erreicht. Beim maximalen Tagesmittel ist dies beim Betrieb von vier Turbinen noch der Fall (bei einer Turbine liegt der Wert aber bei über 80% des Maximums). Betrachten wir nun die im vorangehenden Abschnitt nicht besprochenen Gebiete um die Anlage, lässt sich folgendes rasch erkennen: Die höchsten Immissionen liegen direkt an der grossen Halle des Standortes von GE, allenfalls weiter betroffen ist der Bahnhof Birr; Richtung Osten zieht sich das Gebiet mit relativ hohen Immissionen über das Birrfeld bis nach Birrhard und Birmenstorf; Richtung Westen ist Birr bis an den Chestenberg betroffen. Im Vergleich zu den Maximalbelastungen eher gering sind die Immissionen in Lupfig inklusive der direkt benachbarten Überbauung Wyde.

Die Darstellung der Immissionssituation um die Anlage richtet sich nach den vorgenannten Gebieten:

– Anlagegelände und Bahnhof Birr: Die in Tabelle 4 ausgewiesenen Maximalwerte werden alle mit einer Ausnahme auf dem Anlagegelände von GE erreicht. Einzige Ausnahme ist das 95 Perzentil beim Betrieb von 2 Turbinen, wo das rechnerische Maximum auf dem Chestenberg ausgewiesen wird. Allerdings liegt gerade dieser Wert gegenüber den anderen berechneten Szenarien deutlich tiefer.

In allen realistischen Betriebsszenarien liegen zudem die Maximalwerte auf der Ostseite

der Halle von GE, meist handelt es sich dabei um einzelne Rasterflächen mit hohen Werten. Beim Betrieb einer Turbine ganz im Westen des Parkplatzes können die höchsten Immissionen auch an der Westfassade der Halle von GE auftreten. Zu beachten ist, dass die Unsicherheiten der Modellierung im direkten Umkreis der Anlage am höchsten sind. Um den Rechenaufwand in einem vertretbaren Rahmen zu halten, wurden nicht alle Hindernisse aufgenommen. Wir können daher nicht ausschliessen, dass ähnlich hohe Immissionen östlich der Anlage auch beim Bahnhof Birr und der angrenzenden Lenzburgerstrasse auftreten. Ähnliche Unsicherheiten gibt es auch auf der Westseite der Halle von GE, wobei hier die Immissionen generell geringer ausfallen (allerdings dürfte das Modell die Differenz zur Ostfassade etwas überschätzen, da Biselagen tendenziell zu selten auftreten).

Aufgrund der Modellresultate halten wir folgende Aussagen im nächsten Umkreis der Anlage für gesichert:

- Am Bahnhof Birr muss im Mittel bei hypothetischem Dauerbetrieb mit Immissionen bis $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittel) bzw. $0.15\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Betrieb Januar bis Mai) für eine Emission von 1kg Beliebiggas pro Stunde und Turbine gerechnet werden. Dies gilt unabhängig vom Betriebsszenario.
- Beim maximalen Tagesmittel muss am Bahnhof Birr mit einem Immissionswert bis $1.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Normemission 1kg pro Stunde und Turbine) unabhängig vom Betriebsszenario gerechnet werden. Dies entspricht 80% des Maximalwertes nach Tabelle 4 beim Betriebsszenario mit einer Turbine, 40% des Maximalwertes beim Betriebsszenario von 4 Turbinen.
- Beim 95 Perzentil liegen die Immissionen beim Bahnhof Birr bei maximal 50% des ausgewiesenen Maximalwertes nach Tabelle 4 (Szenarien für eine und vier Turbinen). Der Rechenwert für den Betrieb mit 2 Turbinen fällt hier deutlich geringer aus, wir gehen aber davon aus, dass in Realität ähnliche Immissionen wie beim Betrieb mit einer Turbine zu erwarten sind.
- Relativ stark betroffen sind mit Sicherheit auch der Parkplatz westlich der Halle sowie der südlich angrenzende Sportplatz. Die Immissionen liegen hier aber deutlich unter denjenigen am Bahnhof Birr.
- Birrfeld, Birrhard, Birmenstorf: Die zu erwartenden Immissionen können hier gut aus den Abbildung 19 bis Abbildung 25 abgelesen werden. Zusammengefasst bedeutet dies (alle Angaben für Normemission von 1kg pro Stunde und Turbine):
 - Mittelwerte bei hypothetischem Dauerbetrieb: Höchste Werte im Birrfeld bei Betrieb einer Turbine (bis ca. $0.035\mu\text{g}/\text{m}^3$), beim Betrieb von vier Turbinen in Birmenstorf und

- Birrhard lokale Maxima bis $0.03\mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Betrieb Januar bis Mai liegen die Maxima an denselben Orten bis $0.07\mu\text{g}/\text{m}^3$ (eine Turbine) bzw. $0.017\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vier Turbinen).
- Maximale Tagesmittel: Ausserhalb des Einflussbereichs der Halle von GE bis $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ unabhängig vom Betriebsszenario. Hohe Immissionen nur nahe der Anlage.
 - 95 Perzentil: Ausserhalb des Einflussbereichs der Halle von GE bis $0.25\mu\text{g}/\text{m}^3$ unabhängig vom Betriebsszenario. Beim Betrieb weniger Turbinen Immissionen nahe der Anlage, beim Betrieb von vier und mehr Turbinen höchste Immissionen in Birmenstorf.
 - Birr ab Eigenämterstrasse westlich, Nordflanke Chestenberg: Die zu erwartenden Immissionen können gut aus den Abbildung 19 bis Abbildung 25 abgelesen werden. Es wird hier angenommen, dass die Turbinen immer von Osten nach Westen in Betrieb genommen werden. Zusammengefasst bedeutet dies dann (alle Angaben für Normemission von 1kg pro Stunde und Turbine):
 - Mittelwerte bei hypothetischem Dauerbetrieb: Maximalwerte bis $0.025\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Jahresmittel) bzw. $0.03\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Betrieb Januar bis Mai). Birr ist nur beim Betrieb weniger Anlagen betroffen, ab vier Anlagen übersteigen die Abgase das Dorf.
 - Maximale Tagesmittel: Bis $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ unabhängig vom Betriebsszenario. Beim Betrieb weniger Anlagen liegen die Maxima nahe der Eigenämterstrasse, bei vielen Anlagen an der Flanke des Chestenbergs
 - 95 Perzentil: Bis $0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ beim Betrieb einer Anlage ganz im Osten, der Maximalwert sinkt auf $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ beim Betrieb von vier Anlagen. Die höchsten Immissionen liegen an der Flanke des Chestenbergs, in Birr liegen die höchsten Wert beim Betrieb einer Anlage bei $0.15\mu\text{g}/\text{m}^3$

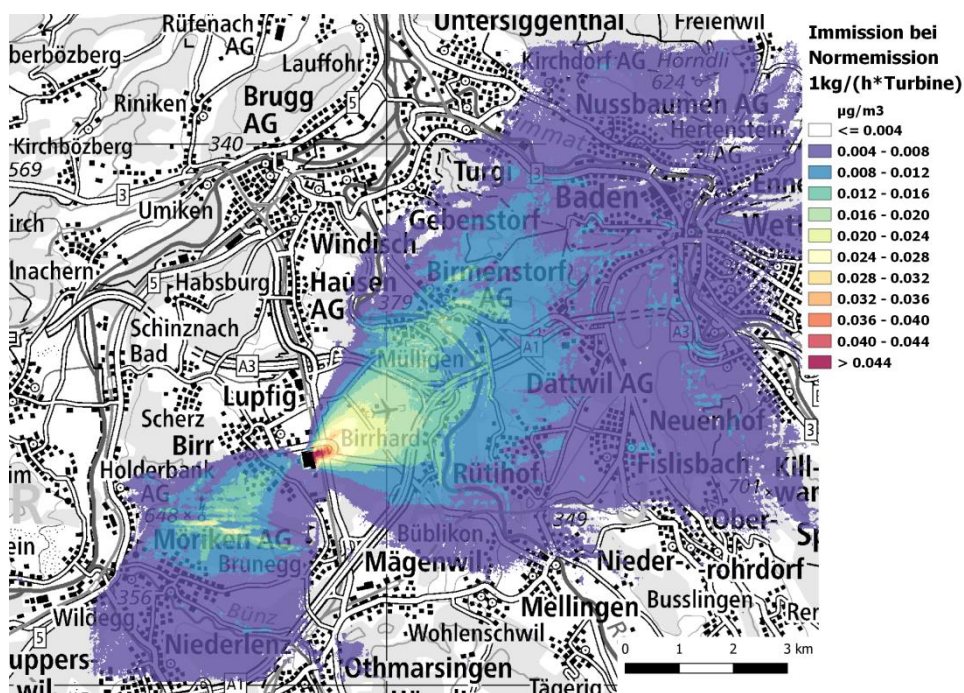


Abbildung 19: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im kleinen Massstab (mit expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine, Auswertung mittlere Belastung im Jahresmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

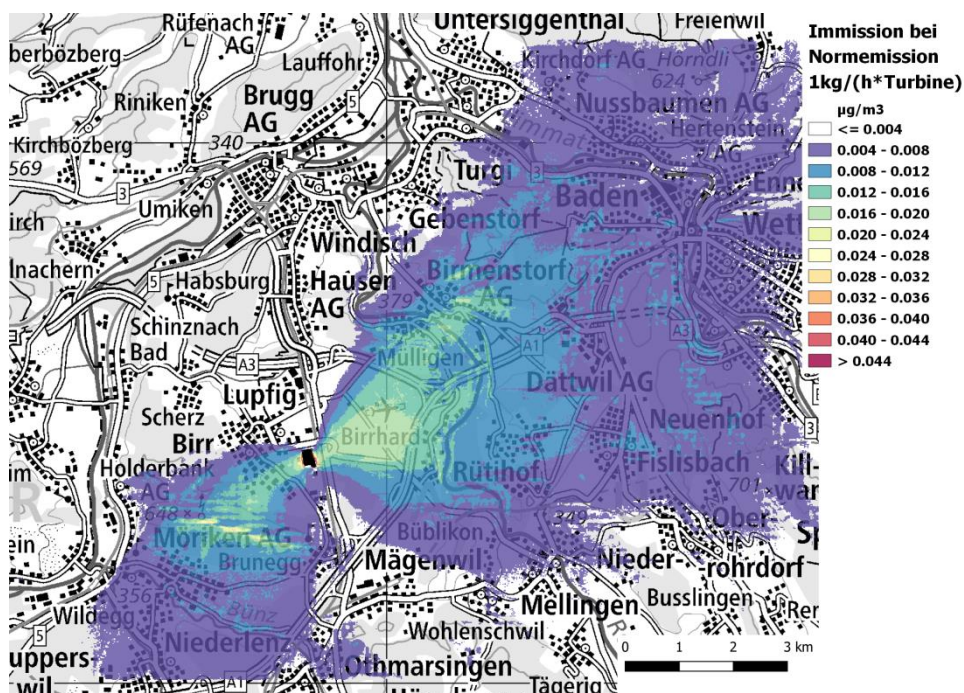


Abbildung 20: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im kleinen Massstab (mit expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine ganz westlich, Auswertung mittlere Belastung im Jahresmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

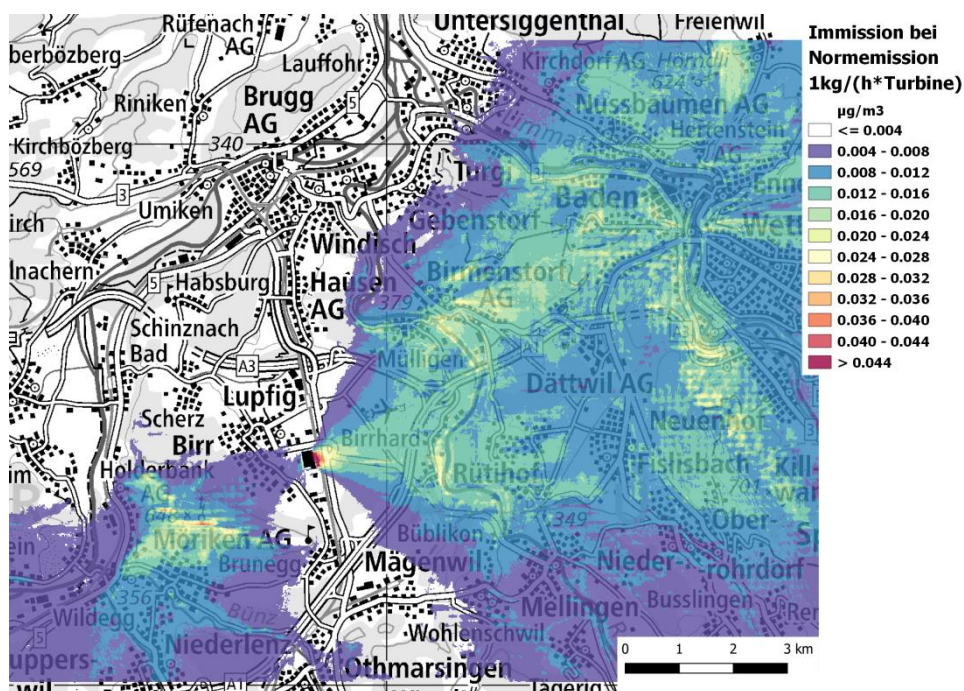


Abbildung 21: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im kleinen Massstab (mit expliziten Hindernisse). Szenario vier Turbinen, Auswertung mittlere Belastung im Jahresmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

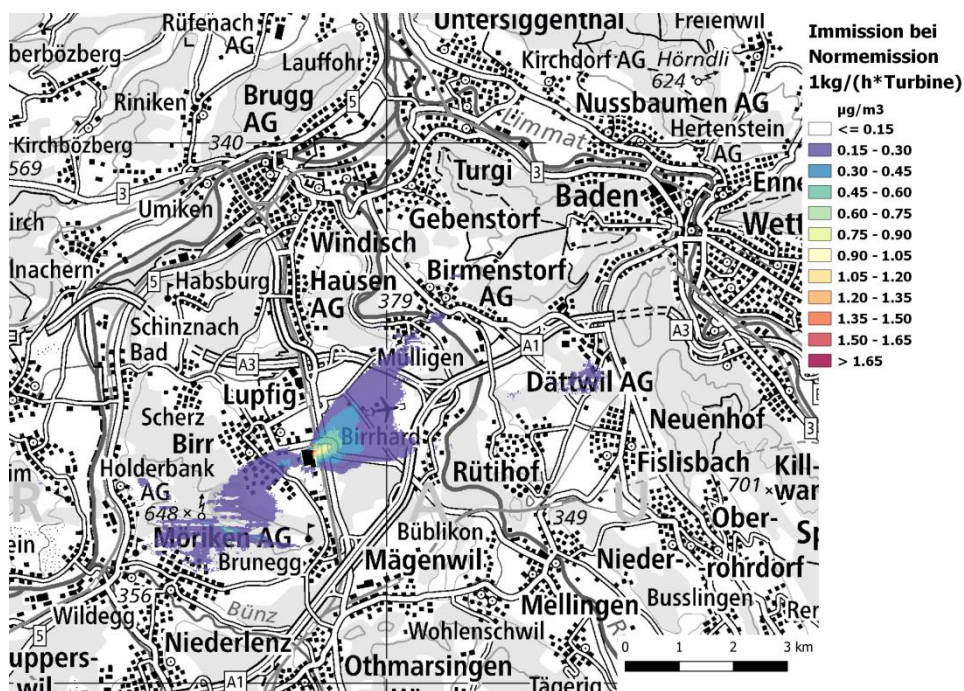


Abbildung 22: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im kleinen Massstab (mit expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine, Auswertung maximales Tagesmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

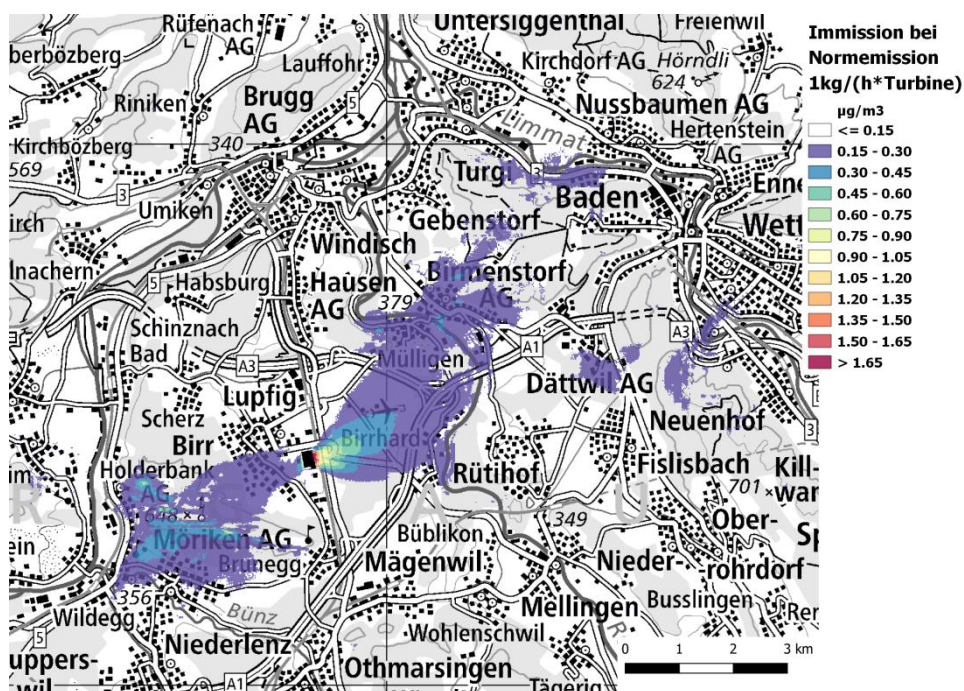


Abbildung 23: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im kleinen Massstab (mit expliziten Hindernisse). Szenario vier Turbinen, Auswertung maximales Tagesmittel. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

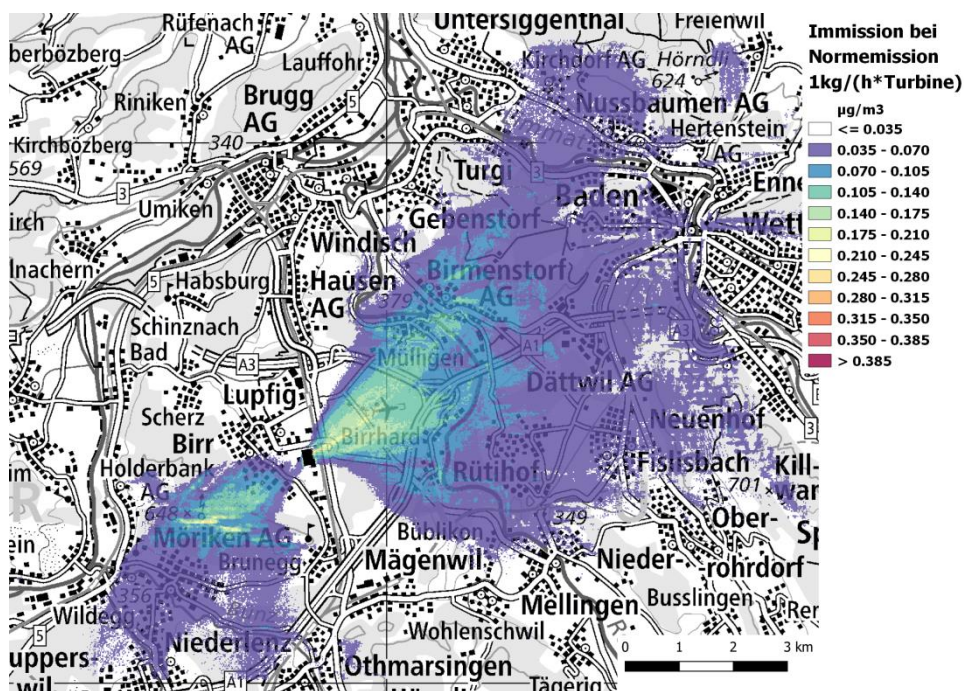


Abbildung 24: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im kleinen Massstab (mit expliziten Hindernisse). Szenario eine Turbine, Auswertung 95 Perzentil der Stundenmittelwerte. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

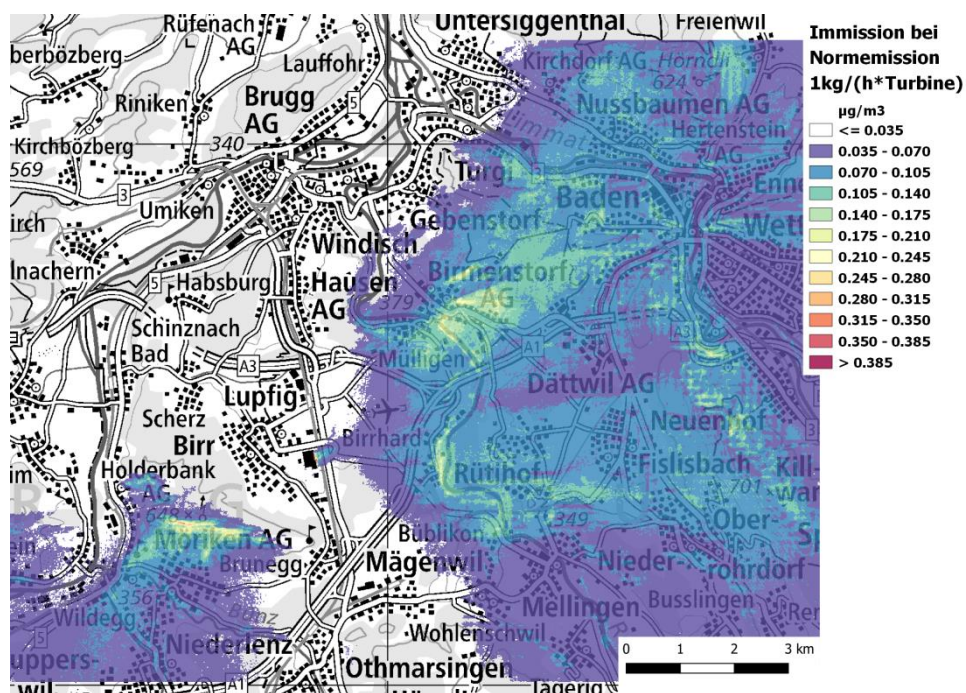


Abbildung 25: Modellresultat der Zusatzbelastung durch das Reservekraftwerk im kleinen Massstab (mit expliziten Hindernisse). Szenario vier Turbinen, Auswertung 95 Perzentil der Stundenmittelwerte. Quelle Hintergrund: Bundesamt für Landestopografie swisstopo.

7. Schlussfolgerungen

Die vorangehende Analyse der Modellresultate wurde anhand der Rechenwerte des Modells für eine Normemission durchgeführt. Diese Resultate müssen nach Tabelle 2 auf Immissionen konkreter Schadstoffe umgerechnet werden. Zu beachten ist weiter, dass das Modell v.a. für die unmittelbare Umgebung der Anlage sowie die sehr weiträumige Ausbreitung mit erheblichen (v.a. systematischen) Fehlern behaftet ist. Folgende Aussagen halten wir auch unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten für belastbar:

1. Kohlenmonoxid: Die Immissionen sind gemessen am Immissionsgrenzwert gering. Die Anlage alleine führt zu keinen Überschreitungen des Grenzwertes und sie trägt auch nicht wesentlich dazu bei.
2. Schwebstaub PM10: Die Immissionen sind nur bei Betrieb mit Diesel relevant. In diesem Fall gilt:
 - 2.1 mittlere Belastungen: Die Immissionen sind selbst bei einem hypothetischen Dauerbetrieb im Vergleich zum Grenzwert relativ niedrig. Sie liegen im Immissionsmaximum auf dem Anlagegelände um 10% des Grenzwertes. Ausserhalb des Anlagegeländes (inklusive Bahnhof Birr) liegen die Immissionen im Mittel auf jeden Fall unter 10% des Immissionsgrenzwertes.
 - 2.2 maximales Tagesmittel: Auf dem Anlagegelände kann das maximale Tagesmittel im Bereich des Grenzwertes liegen. Beim Bahnhof Birr können die Immissionen bei rund der Hälfte des Grenzwertes liegen. Die Anlage alleine führt hier sicher nicht zu Grenzwertüberschreitungen, sie kann aber wesentlich zu solchen beitragen.
Im Birrfeld nahe der Anlage und auf der Krite des Chestenbergs kann das maximale Tagesmittel noch über $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen, im gesamten übrigen Immissionsgebiet liegen die lokalen Maxima auf jeden Fall unter $10\mu\text{g}/\text{m}^3$.
3. Schwefeldioxid: Die Emissionen liegen beim Betrieb mit Gas leicht höher als beim Betrieb mit Diesel. Angesichts des relativ geringen Unterschieds können folgende Aussagen aber bei beiden Brennstoffen als gültig angesehen werden:
 - 3.1 mittlere Belastung: Auf dem Anlagegelände liegen die Immissionen bei hypothetischem Dauerbetrieb auf jeden Fall unter 25% des Grenzwertes, beim Bahnhof Birr auf jeden Fall unter einem Sechstel des Grenzwertes. Im Übrigen Ausbreitungsgebiet sind die Maxima auf jeden Fall kleiner als ein Achtel des Grenzwertes.
 - 3.2 maximales Tagesmittel: Auf dem Anlagegelände selber muss hier beim Betrieb von vier Turbinen und mehr mit Überschreitungen des Grenzwertes durch die Anlage alleine gerechnet werden. Bei Volllastbetrieb liegen sie auf jeden Fall unter dem dop-

pelten Grenzwert.

Beim Bahnhof Birr liegen die Immissionen der Anlage alleine zwischen einem Viertel des Grenzwertes und einem Wert nahe am Grenzwert. Die Anlage alleine dürfte den Grenzwert aber nicht überschreiten.

Im Birrfeld nahe der Anlage und auf der Krette des Chestenbergs können die Immissionen bei Volllastbetrieb noch bis 50% des Grenzwertes ausmachen.

In den übrigen Gebieten liegen lokale Maxima auf jeden Fall unter 35%, in Birr selber unter 25% des Grenzwertes.

3.3 95 Perzentil: Der maximale Wert des 95 Perzentils bei hypothetischem Dauerbetrieb liegt auf jeden Fall unter einem Drittel des Grenzwertes. Dieses Maximum liegt auf dem Anlagegelände, ausserhalb des Anlagegeländes liegen die Immissionswerte entsprechend niedriger. Angesichts der Tatsache, dass die Anlage nicht im Dauerbetrieb läuft, kann geschlossen werden, dass sie keinesfalls alleine zu Grenzwertüberschreitungen führt und auch nicht wesentlich zu solchen beiträgt.

4. Stickstoffdioxid: Die Immissionen sind v.a. beim Betrieb mit Diesel relevant. Die folgenden Aussagen beziehen sich auf diesen Brennstoff. Beim Betrieb mit Gas ist nur mit rund 60% der nachfolgend angegebenen Immissionen zu rechnen. Es wird hier keine Umrechnung von Stickoxiden auf Stickstoffdioxid gemacht, die entsprechende Überschätzung wird aber in der Fehlerabschätzung berücksichtigt.

4.1 mittlere Belastung: Die maximalen Immissionen bei hypothetischem Dauerbetrieb auf dem Anlagegelände liegen auf jeden Fall unter einem Drittel des Grenzwertes. Beim Bahnhof Birr muss mit Immissionen bis 20% des Grenzwertes gerechnet werden. Im übrigen Ausbreitungsgebiet liegen die Werte unter einem Sechstel des Grenzwertes.

Da die Anlage nicht im Dauerbetrieb läuft, führt sie alleine zu keinen Grenzwertüberschreitungen und wird auch nicht wesentlich zu solchen beitragen.

4.2 maximales Tagesmittel: Auf dem Betriebsgelände liegen die Immissionen zwischen der Hälfte des Grenzwertes (eine Turbine) bis knapp über dem doppelten des Grenzwertes (Volllastbetrieb).

Beim Bahnhof Birr liegen die Immissionen der Anlage alleine zwischen einem Viertel des Grenzwertes und dem Bereich des Grenzwertes. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Anlage alleine hier bei Volllastbetrieb noch zu Grenzwertüberschreitungen führt. Beim Betrieb bis sechs Turbinen können Grenzwertüberschreitungen durch die Anlage alleine aber ausgeschlossen werden.

Im Birrfeld nahe der Anlage und auf der Krette des Chestenbergs können die Immissionen bei Volllastbetrieb 50% bis 60% des Grenzwertes ausmachen.

In den übrigen Gebieten liegen lokale Maxima auf jeden Fall unter 50%, in Birr selber unter 30% des Grenzwertes.

Die Anlage führt also örtlich zu einem wesentlichen Beitrag der Immissionen, sofern sie an Tagen mit schlechten Ausbreitungsbedingungen im Dauerbetrieb mit hoher Last (sechs bis acht Turbinen) und dem Brennstoff Diesel läuft.

4.3 95 Perzentil: Der maximale Wert des 95 Perzentils bei hypothetischem Dauerbetrieb liegt etwa bei einem Drittel des Grenzwertes. Dieses Maximum liegt auf Anlagegelände, ausserhalb des Anlagegeländes liegen die Immissionswerte entsprechend niedriger. Angesichts der Tatsache, dass die Anlage nicht im Dauerbetrieb läuft, kann geschlossen werden, dass sie keinesfalls alleine zu Grenzwertüberschreitungen führt und auch nicht wesentlich zu solchen beiträgt.

Bern, den 15.12.2022

