

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Helmut-A.-Müller Straße 1 - 5
82152 Planegg

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.mbbm-ind.com

M.Sc. Erik Petersen
Telefon +49(89)85602 122
erik.petersen@mbbm-ind.com

19. Januar 2024
M178822/02 Version 1 PEK/MRC

Planungsverband Straßkirchen/Irlbach

Bebauungsplan „Gemeinsames Sondergebiet Straßkirchen/Irlbach“

Kaltluftprognose

Bericht Nr. M178822/02

Auftraggeber:

**BMW Group
Immobilienmanagement
80788 München**

Bearbeitet von:

Erik Petersen, M. Sc.

Berichtsumfang:

**Insgesamt 34 Seiten, davon
29 Seiten Textteil,
5 Seiten Anhang**

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	7
2 Örtliche Situation	10
3 Kaltluftabflüsse	13
4 Kaltluftsimulation mit KLAM_21	15
4.1 Vorgehen und Methodik	15
4.2 Rechengebiet, Geländemodell und Flächennutzung	15
4.3 Simulierte Kaltluftwindfelder und -schichtdicken	20
5 Bewertung und Fazit	28
6 Grundlagen des Berichts (Literatur)	29

Zusammenfassung

Der Planungsverband Straßkirchen/ Irlbach plant die Aufstellung eines qualifizierten Bebauungsplanes für ein „Gemeinsames Sondergebiet Straßkirchen/Irlbach – Sondergebiet Komponentenfertigung für Kfz-Energiesysteme“. Des Weiteren sind in diesem Zuge im Bereich des Planungsgebietes die Änderung des Flächennutzungsplanes und Landschaftsplanes der Gemeinde Straßkirchen sowie des Flächennutzungsplanes und Landschaftsplanes der Gemeinde Irlbach vorgesehen.

Die Art der baulichen Nutzung wird im Bebauungsplan wie folgt beschrieben:

Das Sondergebiet dient der Unterbringung von großflächig produzierenden Gewerbebetrieben der Automobilbranche für die Komponentenfertigung von Kfz-Energiesystemen, sowie von Nebeneinrichtungen und Anlagen mit direktem Funktionsbezug zum Gewerbebetrieb.

Zulässige Nutzungen:

- *Entwicklung, Herstellung und Montage von Komponenten für Kfz-Energiesysteme inkl. ergänzender Nutzungen (z. B. Büros, Parkplätze, Kantinen, Werksarzt, Energieversorgung, Feuerwehr, IT etc.),*
- *Lagerung und Umschlag von Komponenten für die Automobilproduktion,*
- *baulich untergeordnete Anlagen zur Energieerzeugung und Speicherung aus erneuerbaren Quellen, auch wenn die erzeugte oder gespeicherte Energie vollständig oder überwiegend in das öffentliche Netz eingespeist wird.*

Unzulässige Nutzungen:

- *selbständige Betriebe mit einer Betriebsgröße < 3 ha (Ausnahme 3 zu Ziff. 3.3 (Z) des LEP)*
- *Eigenständige Logistikbetriebe*
- *Betriebe für Batteriezellfertigung*
- *Betriebe für Batterierecycling*
- *Gießereibetriebe*
- *Betriebe zur Herstellung von Kunststoffspritzguss*
- *Lackierereibetriebe*
- *Stahlpresswerkbetriebe*
- *Betriebe zur Herstellung von Faserverbundwerkstoffen unter der Verwendung von Harzen*
- *Tankstellen.*

Gem. einer eigenständigen Festsetzung im Bebauungsplan ist die Verwendung fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe zur Energieerzeugung mittels Verbrennungsprozessen mit Ausnahme der Verwendung in Notstromgeneratoren unzulässig.

Die Versorgung des Standorts mit Wärme kann gem. o. g. Festsetzung nicht durch Einsatz fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe in Verbrennungsprozessen am Standort stattfinden, sie erfolgt z. B. über Abwärmenutzung und Wärmepumpen. Sie ist somit aus Sicht der Luftreinhaltung so gut wie emissionsfrei. Die Stromversorgung erfolgt aus dem Netz und wird über ein neu zu errichtendes Umspannwerk durch die Bayernwerk Netz GmbH sichergestellt.

Die im Geltungsbereich des Bebauungsplans möglichen Nutzungen sind durch die vorstehend genannten Festsetzungen zur Art der baulichen Nutzung eingeschränkt. Insbesondere verbleibt als mögliche Nutzung die Montage von Hochvoltbatterien (HV). Unter „Komponentenfertigung für Kfz-Energiesysteme“ wären bei den explizit genannten zulässigen und unzulässigen Nutzungen z. B. noch die Montage von Brennstoffzellen, die Montage von Steuerelektronik für HV oder die Montage von Elektromotoren möglich.

Im Rahmen der Bauleitplanung sind nach § 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu berücksichtigen. Nach § 1 Abs. 6 Nr. 7 Buchstabe a) BauGB i. V. m. § 1 Abs. 5 Satz 2 sind unter anderem mikroklimatische Fragestellungen zu prüfen, insbesondere ob hinsichtlich der Belange der Mikroklimas, hier Kaltluftentstehung und Fluss, grundsätzliche, der Aufstellung des Bebauungsplans entgegenstehende Bedenken bestehen können. Hierzu ist ein Fachgutachten zum Mikroklima zu erstellen, in dem die möglichen Auswirkungen einer Nutzung im Geltungsbereich des Bebauungsplans in dessen Umgebung untersucht werden.

Anlass zur Ausweisung eines Sondergebietes sind die Planungen der BMW Group zur Errichtung eines Standortes für die Montage von Hochvoltbatterien im Bereich der Gemeinden Irlbach und Straßkirchen. Diese stellen jedoch, wie vorstehend beschrieben, nicht die einzige mögliche Nutzung des Plangebietes dar. Vielmehr stellen sie eine mögliche, in verschiedenen Ausprägungen in den Planfällen 1 bis 3 beschriebene Nutzung dar. Planfall 4 beschreibt eine allgemeines Nutzungsszenario des Plangebietes innerhalb der zulässigen Nutzungen.

Die von BMW intendierte Nutzung des Sondergebietes sieht die Montage von bis zu 580.000 Einheiten Hochvoltbatterien pro Jahr (580.000 E/a) vor. Die Anlage zur Montage von Hochvoltbatterien wird in neu zu errichtenden Gebäuden/Hallen installiert. Das Vorhaben soll in mehreren Ausbaustufen (BA1, BA2 und BA3) schrittweise realisiert werden. Im BA3 sollen die Gebäude aus BA1 und BA2 erweitert und zusätzliche Gebäude errichtet werden. Im Ausbau inkl. BA3 wird ein sogenanntes Wechselflächenkonzept realisiert.

Im Planfall wurde die aktuelle Flächenausweisung des Plangebietes „SO Sondergebiet“ als Landnutzungszone „GI Industriegebiet“ (KLAM Nomenklatur) mit realisierter Werkserweiterung (u. a. inkl. geplanter Grundflächenzahl = 0,8 und max. angenommene Gebäudehöhe = 20 m (tatsächlich geplant: 19,5 m)) berücksichtigt, wobei auf ein detailliertes 3D-Gebäudemodell verzichtet wurde. Dies entspricht dem Planfall 4.¹

¹ Im Rahmen weiterer Gutachten aus dem Hause Müller-BBM (u. a. Luftreinhaltung, M175645/02; Prüfung auf Anwendbarkeit der 12. BImSchV (StörfallV), M175397/02 sowie

Die Untersuchungen wurden mithilfe computergestützter Kaltluftsimulationen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 des DWD durchgeführt. Es werden dabei zwei Szenarien betrachtet und hinsichtlich ihrer Kaltluftentwicklung miteinander verglichen:

- IST-Fall: Ist-Zustand der derzeit bestehenden Nutzung (Acker)
- PLAN-Fall: Planfall mit angestrebter Nutzung (hier: geplante Grundflächenzahl = 0,8 auf 134 ha und max. angenommene Gebäudehöhe = 20 m (tatsächlich geplant: 19,5 m))

KLAM_21 berücksichtigt die Geländestruktur, die Oberflächenbeschaffenheiten (in Abhängigkeit von der Flächennutzung) und bei Bedarf kleinräumige Strömungshindernisse, wie z. B. Dämme, Wälle, Mauern oder Gebäude.

Ergebnis der KLAM_21 Simulationen:

Grundsätzlich ist eine ähnliche Entwicklung der Kaltluft in den beiden Untersuchungsfällen zu beobachten. Die Kaltluft fließt vor allem von Südwesten in den Nordosten, wo sich die Donau befindet. Der Kaltluftstrom zum Donautal hin wird, von Südwesten kommend, nordwestlich/südöstlich um das Plangebiet geringfügig herumgeleitet. Mit der Zeit gewinnt die Kaltluftschicht an vertikaler Mächtigkeit.

Geräuschimmissionsschutz, M175459/09) wurden folgende Planfälle für die potenzielle Nutzung des vorgenannten Sondergebietes vorsorglich geprüft, die über die o. g. geplante Produktion von 580.000 E/a hinausgehen:

- **Planfall 1:** Realisierung von BA1 und BA2 mit einer Montagekapazität von ca. 726.000 E/a bei einer Stundenleistung der Produktionsanlagen von 105 E/h (Hierbei wird von einer Produktion an 48 Wochen pro Jahr, 6 Tagen pro Woche (288 d/a) und 24 Stunden pro Tag im Mittel über alle Linien ausgegangen.). Die Gebäudehöhe beträgt maximal 12,9m ohne Dachaufbauten.
- **Planfall 2:** Realisierung von BA1, BA2 sowie BA3 mit einer Montagekapazität von ca. 726.000 E/a bei einer Stundenleistung der Produktionsanlagen von 180 E/h im branchenüblichen Wechselflächenkonzept (Hierbei wird von einer Produktion an 48 Wochen pro Jahr, 6 Tagen pro Woche (288 d/a) und 14 Stunden pro Tag im Mittel über alle Linien ausgegangen.). Die Gebäudehöhe beträgt maximal 19,5 m ohne Dachaufbauten.
- **Planfall 3:** Realisierung von BA1, BA2, BA3 sowie weiteren Gebäuden bis zu einer GRZ von 0,8 mit einer Montagekapazität von ca. 1.708.000 E/a bei einer Stundenleistung von 195 E/h (Hierbei wird von einer Produktion an 365 Tagen im Jahr und 24 Stunden pro Tag im Mittel über alle Linien ausgegangen.). Die Gebäudehöhe beträgt maximal 19,5 m ohne Dachaufbauten.
- **Planfall 4:** Realisierung einer Maximalbebauung basierend auf den Vorgaben des Bebauungsplans zu Art und Maß der baulichen Nutzung (Hierbei wird von einer Produktion an 365 Tagen im Jahr und 24 Stunden pro Tag im Mittel über alle Produktionsanlagen ausgegangen.).

Diese Fallbetrachtungen sind für mikroklimatische Fragestellungen nur bedingt sinnvoll, da diese auf die Produktionszahlen abstellen. Für die mikroklimatischen Gutachten wurde demnach konservativ von einer maximal möglichen Bebauung des Plangebietes ausgegangen.

Bereits in der Anfangsphase (bis 2 Stunden Integrationszeit) sind die Auswirkungen bezüglich der Kaltluflhöhe in den angrenzenden Siedlungsbereichen marginal (Differenz max. 1 m). Auch die Fließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen werden nur minimal durch den geplanten Bebauungsplan verändert.

Nach vier Stunden Kaltluftentwicklung zeigt sich kein relevanter Unterschied zwischen dem Ist- und Planfall. Der Vergleichsfall (Ist – Plan) weist im gesamten Gebiet keine Unterschiede in der Kaltluflhöhe mehr aus.

Somit stellt die Aufstellung und Realisierung des qualifizierten Bebauungsplans kein nachhaltiges Hindernis für die Kaltluftausbreitung dar.

Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten und der Stagnation der nächtlichen Kaltluft im Donautal sind relevante Einflüsse durch Kaltluftereignisse auf die Ausbreitungssituationen nicht zu erwarten. Mögliche geringe Kaltluftereignisse werden daher durch die in der Ausbreitungsrechnung zu verwendenden Meteorologie ausreichend abgebildet.



M.Sc. Stefan Proft
Berichtserstellung



Dipl.-Met. Axel Rühling
Qualitätssicherung

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.

1 Situation und Aufgabenstellung

Der Planungsverband Straßkirchen/ Irlbach plant die Aufstellung eines qualifizierten Bebauungsplanes für ein „Gemeinsames Sondergebiet Straßkirchen/Irlbach – Sondergebiet Komponentenfertigung für Kfz-Energiesysteme“. Des Weiteren sind in diesem Zuge im Bereich des Planungsgebietes die Änderung des Flächennutzungsplanes und Landschaftsplanes der Gemeinde Straßkirchen sowie des Flächennutzungsplanes und Landschaftsplanes der Gemeinde Irlbach vorgesehen.

Die Art der baulichen Nutzung wird im Bebauungsplan wie folgt beschrieben:

Das Sondergebiet dient der Unterbringung von großflächig produzierenden Gewerbebetrieben der Automobilbranche für die Komponentenfertigung von Kfz-Energiesystemen, sowie von Nebeneinrichtungen und Anlagen mit direktem Funktionsbezug zum Gewerbebetrieb.

Zulässige Nutzungen:

- *Entwicklung, Herstellung und Montage von Komponenten für Kfz-Energiesysteme inkl. ergänzender Nutzungen (z. B. Büros, Parkplätze, Kantinen, Werksarzt, Energieversorgung, Feuerwehr, IT etc.),*
- *Lagerung und Umschlag von Komponenten für die Automobilproduktion,*
- *baulich untergeordnete Anlagen zur Energieerzeugung und Speicherung aus erneuerbaren Quellen, auch wenn die erzeugte oder gespeicherte Energie vollständig oder überwiegend in das öffentliche Netz eingespeist wird.*

Unzulässige Nutzungen:

- *selbständige Betriebe mit einer Betriebsgröße < 3 ha (Ausnahme 3 zu Ziff. 3.3 (Z) des LEP)*
- *Eigenständige Logistikbetriebe*
- *Betriebe für Batteriezellfertigung*
- *Betriebe für Batterierecycling*
- *Gießereibetriebe*
- *Betriebe zur Herstellung von Kunststoffspritzguss*
- *Lackierereibetriebe*
- *Stahlpresswerkbetriebe*
- *Betriebe zur Herstellung von Faserverbundwerkstoffen unter der Verwendung von Harzen*
- *Tankstellen.*

Gem. einer eigenständigen Festsetzung im Bebauungsplan ist die Verwendung fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe zur Energieerzeugung mittels Verbrennungsprozessen mit Ausnahme der Verwendung in Notstromgeneratoren unzulässig.

Die Versorgung des Standorts mit Wärme kann gem. o. g. Festsetzung nicht durch Einsatz fester, flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe in Verbrennungsprozessen am Standort stattfinden, sie erfolgt z. B. über Abwärmenutzung und Wärmepumpen. Sie ist somit aus Sicht der Luftreinhaltung so gut wie emissionsfrei. Die Stromversorgung erfolgt aus dem Netz und wird über ein neu zu errichtendes Umspannwerk durch die Bayernwerk Netz GmbH sichergestellt.

Die im Geltungsbereich des Bebauungsplans möglichen Nutzungen sind durch die vorstehend genannten Festsetzungen zur Art der baulichen Nutzung eingeschränkt. Insbesondere verbleibt als mögliche Nutzung die Montage von Hochvoltbatterien (HV). Unter „Komponentenfertigung für Kfz-Energiesysteme“ wären bei den explizit genannten zulässigen und unzulässigen Nutzungen z. B. noch die Montage von Brennstoffzellen, die Montage von Steuerelektronik für HV oder die Montage von Elektromotoren möglich.

Im Rahmen der Bauleitplanung sind nach § 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu berücksichtigen. Nach § 1 Abs. 6 Nr. 7 Buchstabe a) BauGB i. V. m. § 1 Abs. 5 Satz 2 sind unter anderem mikroklimatische Fragestellungen zu prüfen, insbesondere ob hinsichtlich der Belange der Mikroklimas grundsätzliche, der Aufstellung des Bebauungsplans entgegenstehende Bedenken bestehen können. Hierzu ist ein Fachgutachten zum Mikroklima zu erstellen, in dem die möglichen Auswirkungen einer Nutzung im Geltungsbereich des Bebauungsplans in dessen Umgebung untersucht werden.

Anlass zur Ausweisung eines Sondergebietes sind die Planungen der BMW Group zur Errichtung eines Standortes für die Montage von Hochvoltbatterien im Bereich der Gemeinden Irlbach und Straßkirchen. Diese stellen jedoch, wie vorstehend beschrieben, nicht die einzige mögliche Nutzung des Plangebietes dar. Vielmehr stellen sie eine mögliche, in verschiedenen Ausprägungen in den Planfällen 1 bis 3 beschriebene Nutzung dar. Planfall 4 beschreibt eine allgemeines Nutzungsszenario des Plangebietes innerhalb der zulässigen Nutzungen.

Die von BMW intendierte Nutzung des Sondergebietes sieht die Montage von bis zu 580.000 Einheiten Hochvoltbatterien pro Jahr (580.000 E/a) vor. Die Anlage zur Montage von Hochvoltbatterien wird in neu zu errichtenden Gebäuden/Hallen installiert. Das Vorhaben soll in mehreren Ausbaustufen (BA1, BA2 und BA3) schrittweise realisiert werden. Im BA3 sollen die Gebäude aus BA1 und BA2 erweitert und zusätzliche Gebäude errichtet werden. Im Ausbau inkl. BA3 wird ein sogenanntes Wechselflächenkonzept realisiert.

Im Planfall (PLAN-Fall) wurde die aktuelle Flächenausweisung des Plangebietes „SO Sondergebiet“ als Landnutzungs-kategorie „GI Industriegebiet“ (KLAM Nomenklatur) mit realisierter Werkserweiterung (u. a. inkl. geplanter Grundflächenzahl = 0,8 und max. angenommene Gebäudehöhe = 20 m (tatsächlich geplant: 19,5 m)) berücksichtigt, wobei auf ein detailliertes 3D-Gebäude-modell verzichtet wurde. Dies entspricht dem Planfall 4.

Die Untersuchungen wurden mithilfe computergestützter Kaltluftsimulationen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 des DWD durchgeführt. Es werden dabei zwei Szenarien betrachtet und hinsichtlich ihrer Kaltluftentwicklung miteinander verglichen:

- IST-Fall: Ist-Zustand der derzeit bestehenden Nutzung (Acker)
- PLAN-Fall: Planfall mit angestrebter Nutzung
(hier: geplante Grundflächenzahl = 0,8 auf 134 ha und
max. angenommene Gebäudehöhe = 20 m
(tatsächlich geplant: 19,5 m))

KLAM_21 berücksichtigt die Geländestruktur, die Oberflächenbeschaffenheiten (in Abhängigkeit von der Flächennutzung) und bei Bedarf kleinräumige Strömungshindernisse, wie z. B. Dämme, Wälle, Mauern oder Gebäude.

2 Örtliche Situation

Der Geltungsbereich des qualifizierten Bebauungsplans liegt auf der Flur der Gemeinden Straßkirchen und Irlbach. Das Gebiet liegt südöstlich der Gemeinde Straßkirchen südlich der Bundesstraße 8.

Der Standort wird aktuell landwirtschaftlich genutzt. Umliegend sind weitere großflächige landwirtschaftliche Nutzungen anzutreffen. Südöstlich schließen Flächen für die Photovoltaiknutzung an.

Etwa 2,4 km nordöstlich befindet sich eine Schleife der Donau.

Die nächstgelegenen Wohnnutzungen sind ca. 600 m nordwestlich (Straßkirchen), 160 m südlich (Markofen) und 1.100 m nordöstlich (Loh) des Plangebietes gelegen.

Der Standort ist in der Großlandschaft „Alpenvorland“ gelegen. Naturräumlich liegt das Plangebiet im „Unterbayerischen Hügelland und Isar-Inn-Schotterplatten“ (Naturraum ID: D65) in der Haupteinheit Dungau (Haupteinheit ID: 064).

Ein Überblick über die räumliche Lage kann dem nachfolgenden Kartenauszug entnommen werden.

Der Entwurf zum Bebauungsplan (Stand 08.01.2024) ist Abbildung 2 dargestellt.

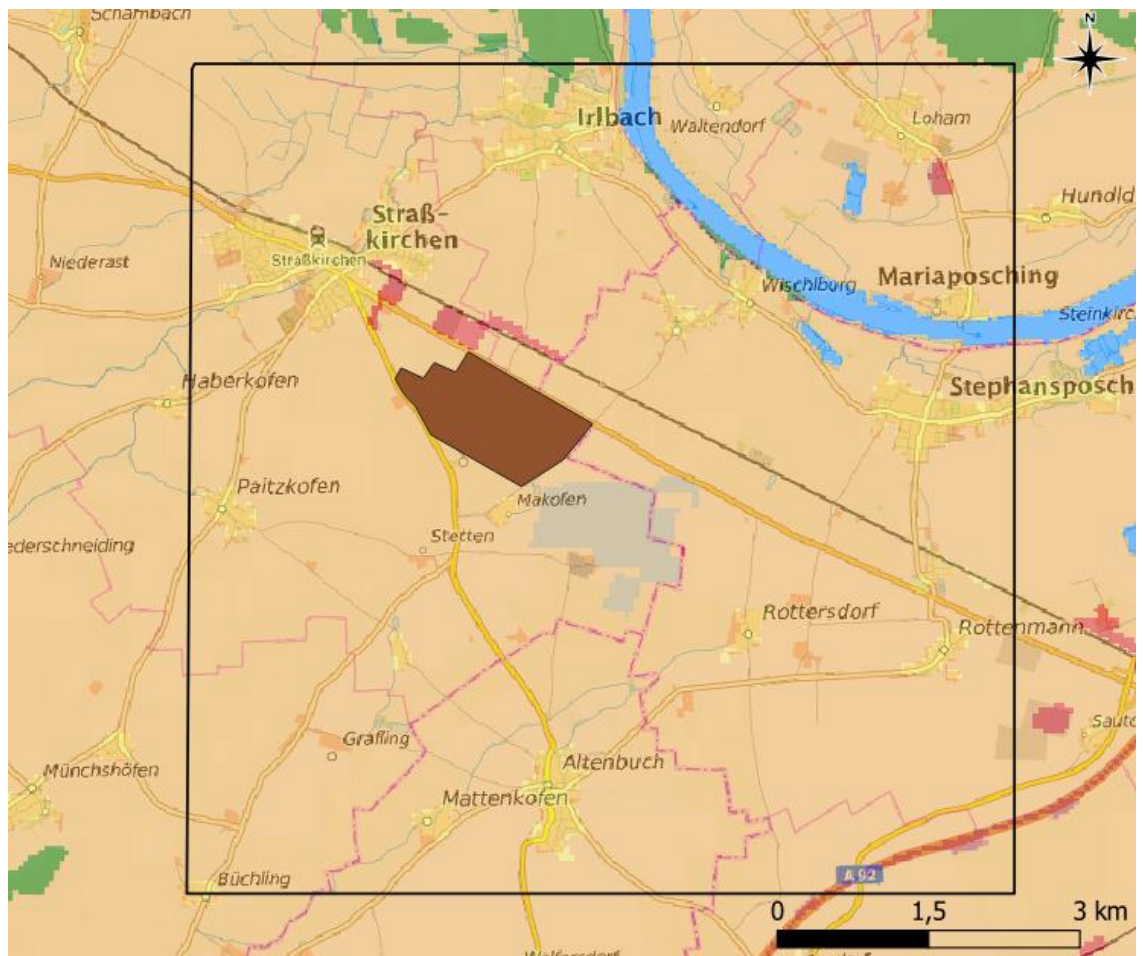


Abbildung 1. Topographische Karte. Die schwarze Umrandung zeigt das innerste Rechengebiet der Kaltluftsimulation (vgl. auch Kapitel 4.2). Im innersten Bereich befindet sich das Areal der Überbauung (braune Farbe). Bebauungen sind in rotem/orangen bzw. hellgelbem Farbton dargestellt. Der Solarpark östlich des Überbauungsareals ist in grau eingezeichnet. Kartenhintergrund: [6].

Der Geltungsbereich befindet sich auf einer geodätischen Höhe von 330 m ü. NHN. Der nähere Umgriff um den Standort kann als orographisch flach bezeichnet werden.



Abbildung 2. Bebauungsplan Entwurf (Stand: 08.01.2024) [1].

3 Kaltluftabflüsse

Die Topographie des Untergrundes kann auf die bodennahen Luftschichten einen erheblichen Einfluss ausüben und durch ihr Relief das Windfeld nach Richtung und Geschwindigkeit modifizieren. Es können sich wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche lokale, thermische Windsysteme bilden. Besonders bedeutsam sind Kaltluftabflüsse.

Unter Kaltluft versteht man bodennahe Luft, die kälter als die Luft in ihrer Umgebung ist. Kaltluft wird entweder vor Ort aufgrund des Energieumsatzes an der Erdoberfläche gebildet oder durch kleinräumige Zirkulation herantransportiert. Kaltluftentstehung und -abfluss hängen von meteorologischen Verhältnissen, der Flächennutzung sowie von der Geländeform und -exposition ab. Lokale Kaltluft entsteht während des abendlichen Abkühlungsprozesses und insbesondere in der Nacht an der Erdoberfläche.

In wolkenlosen Nächten kann die Erdoberfläche nahezu ungehindert Energie abstrahlen, wodurch sie sich merklich abkühlt und die darüber liegende Luft ebenfalls. Die Intensität der Abkühlung ist in erster Linie abhängig von der Bodenbedeckung. Wälder, Wiesen und landwirtschaftlich genutzte Flächen mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität der Oberflächen gelten als wichtige Kaltluft produzierende Flächen.

Von höher gelegenen Flächen fließt die Kaltluft dem Geländegefälle folgend zu tiefer gelegenen Gebieten ab. Während die Fließgeschwindigkeit von Neigung und Rauigkeit der Oberfläche abhängig ist, wird die Fließrichtung durch die Geländeform bestimmt. Als Leitlinien des Kaltluftabflusses treten lang gestreckte Hohlformen mit gleichsinzigem Gefälle auf. In tiefer gelegenen konkaven Geländeteilen wie in Tälern, Talkesseln, Schluchten und Mulden kann sich die Kaltluft sammeln und es können sich Kaltluftseen bilden.

Kaltluftabflüsse spielen vor allem bei bodennahen Emissionen eine Rolle. Die Verteilung von Emissionen aus höheren Quellen werden dagegen durch Kaltluftabflüsse weniger beeinflusst bzw. erst dann, wenn die Schadstoffe in den Bereich der Kaltluftabflüsse, d. h. in Bodennähe, gelangen. Kaltluftabflüsse haben i. d. R. nur eine relativ geringe Höhe. Kaltluftseen dagegen können sich je nach Geländeprofil prinzipiell auch mit größerer vertikaler Ausdehnung ausbilden.

Zu Beginn einer Kaltluftnacht fließt die Kaltluft primär den orografischen Verhältnissen folgend senkrecht zu den Höhenlinien von höherem zu niedrigerem Gelände ab (Hangabwinde). In Talbereichen sammelt sich die Kaltluft und fließt im weiteren Verlauf talabwärts weiter. Kommt es aufgrund eines geringen Talgefälles zur Stagnation, so dass sich die Kaltluft im Tal sammelt, so nimmt unter Umständen im weiteren Verlauf der Nacht die nachfließende Kaltluft einen anderen Weg als den entlang der Talachse. Kaltluftabflüsse sind in solchen Fällen sehr dynamische Strömungsphänomene, die im Laufe einer Nacht wechselnde Richtungen und unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten aufweisen können.

Im Umkreis des Plangebiets (Anlagenstandort des Montagewerks), südlich von Straßkirchen, sind dementsprechend Kaltluftabflüsse von den höher gelegenen Flächen südwestlich und nordwestlich/westlich zu den tiefen gelegenen Bereichen der Donau zu erwarten, wo sich die Kaltluft im Tal sammeln und der Fließrichtung der Donau folgend nach Südosten strömt. Mit fortschreitender Entwicklung und Kaltluftakkumulation im Donautal ist dort von einer Verlangsamung bis hin zur Stagnation der Kaltluftschicht auszugehen.

4 Kaltluftsimulation mit KLAM_21

4.1 Vorgehen und Methodik

Um die Verhältnisse im Umfeld des Plangebiets bei Kaltluftsituationen hinsichtlich der möglichen Auswirkungen der vorgestellten Nutzungsänderungen im Zuge des geplanten Montagewerks der BMW AG zu untersuchen, werden Kaltluftsimulationen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 des DWD [8] durchgeführt.

Für die Berechnung der Kaltluftabflüsse wurde das Simulationsmodell KLAM_21 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [8] eingesetzt. KLAM_21 berücksichtigt die Geländestruktur, die Oberflächenbeschaffenheiten und bei Bedarf kleinräumige Strömungshindernisse, wie z. B. Dämme, Wälle, Mauern oder Gebäude.

Grundlage der Modellierung mit KLAM_21 sind Höhen- und Flächennutzungsdaten für das gesamte Rechengebiet. Jedem Flächenelement im Rechengebiet müssen Werte für die Geländehöhe, die Rauigkeitslänge der Bodenoberfläche und die relative Ausstrahlung der Fläche zugewiesen werden. Je nach Landnutzung werden zusätzliche Angaben zur mittleren Baum- oder Gebäudehöhe, zum Blattflächen- oder Wandflächenindex und zum Bestandsgrad (Bodenbedeckung durch die Baumkronen) bzw. zur Bodenbedeckung durch Gebäude berücksichtigt.

KLAM_21 ist dafür konzipiert, die zeitliche Entwicklung der Kaltluftentstehung zu simulieren und dabei quantitative Aussagen zur Strömungsgeschwindigkeit, zur Kaltluftschichtdicke und zum Kaltluftvolumenstrom zu liefern.

4.2 Rechengebiet, Geländemodell und Flächennutzung

Die Simulationen für die Kaltluftströmungen wurden für ein weitaus größeres Rechengebiet als das eigentliche Untersuchungsgebiet durchgeführt, um die Einzugsbereiche der Kaltluft ausreichend zu erfassen. Dennoch ist nicht der gesamte Kaltlufteinzugsbereich des Talsystems im Rechengebiet enthalten, da aufgrund der Modellanforderungen hier ein sinnvoller Kompromiss zwischen Rechengebietsgröße und Gitterauflösung getroffen werden musste, sodass neben den größeren räumlichen Beziehungen der Kaltluftabflüsse auch die vergleichsweise kleinräumigen Veränderungen durch den Bebauungsplan (i.e. neue Gebäude und Flächennutzung im Plangebiet) dargestellt werden können.

Das gewählte KLAM_21-Rechengebiet umfasst ein Rechteck von 70 km x 60 km mit einem Kerngebiet von 8 km x 8 km zur genaueren Auswertung. Die horizontale Auflösung des Rechengitters beträgt im Kerngebiet 50 m x 50 m, im äußeren Bereich 250 m x 250 m. Aufgrund der großflächigen Ausdehnung des zukünftig bebauten Plangebietes sowie aufgrund des großräumig berücksichtigten Rechengebietes sind die gewählten Rechengebietsauflösungen aus gutachterlicher Sicht als ausreichend zu erachten.

Zur Berücksichtigung der Orographie bei der Berechnung der Kaltluftströmungen wurden die Höhendaten im Rechengebiet in einer Rasterauflösung von 50 m zugrunde gelegt [3]. Das damit erzeugte digitale Geländemodell (DGM) ist in der Abbildung 4 dargestellt.

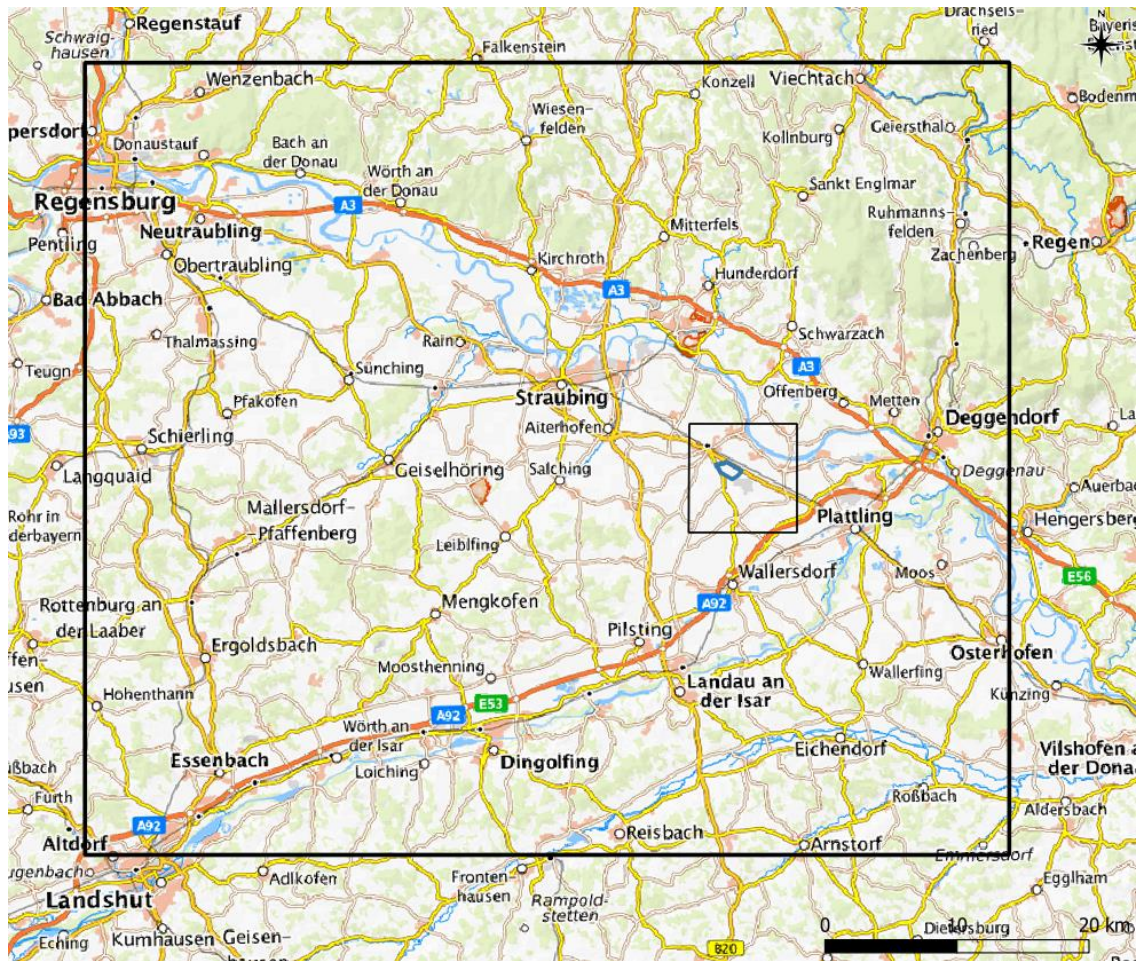


Abbildung 3. Rechengebiet und Kerngebiet der Kaltluftsimulation mit KLAM_21 (schwarz), Plangebiet (blaue Umrandung innerhalb des Kerngebiets). Hintergrundkarte: TopPlusOpen © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021) [6].

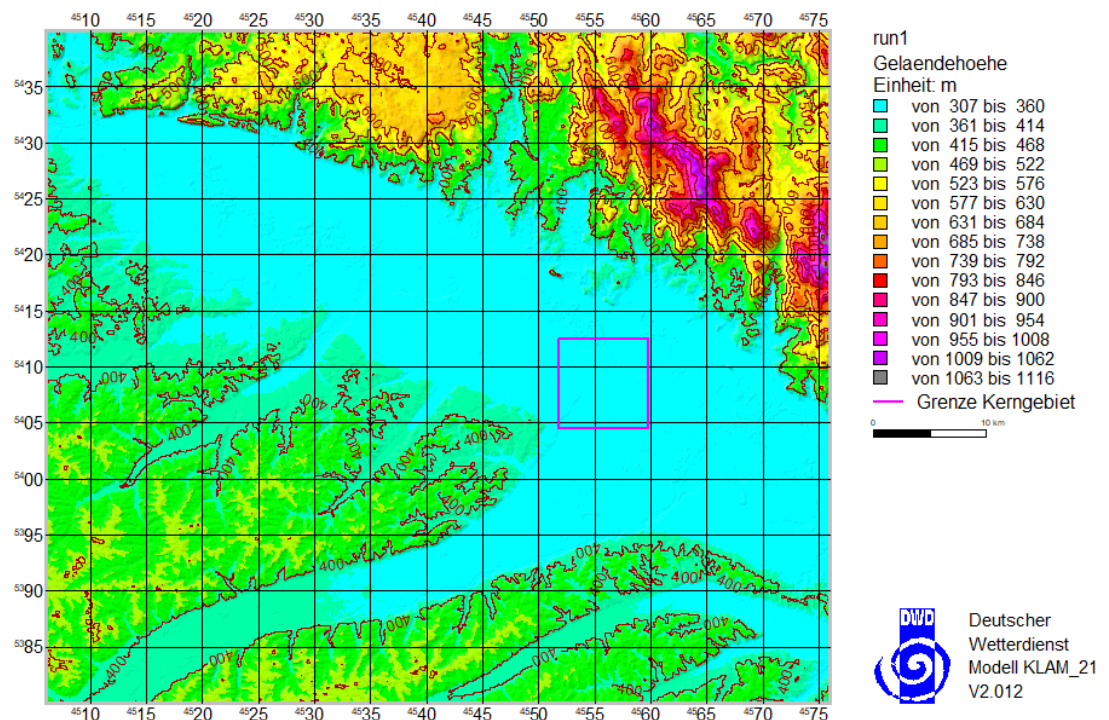


Abbildung 4. Geländehöhen [3] im Rechengebiet der Kaltluftberechnung mit KLAM_21 [8].

Die Flächennutzungsdaten (Bodenbedeckung als Grundlage für die Kaltluftproduktionsraten) wurden anhand des Datensatzes „CORINE Land Cover 5 ha, Stand 2018 (CLC5-2018)“ [2] aufgenommen und in ein für das Modell KLAM_21 geeignetes Format übertragen. Die Landnutzung des Ist-Zustandes (IST-Fall) wurde dahingehend angepasst, dass die südöstlich des Plangebietes hinterlegten Photovoltaikflächen als „halb versiegelte Flächen“ berücksichtigt wurden. Im Planfall (PLAN-Fall) wurde zusätzlich die aktuelle Flächenausweisung des Plangebietes „SO Sondergebiet“ als Landnutzungsclass „GI Industriegebiet“ (KLAM Nomenklatur) mit realisierter Werks-erweiterung (u. a. inkl. geplanter Grundflächenzahl = 0,8 und max. angenommene Gebäudehöhe = 20 m (tatsächlich geplant: 19,5 m)) berücksichtigt, wobei auf ein detailliertes 3D-Gebäude-modell verzichtet wurde (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6 – jeweils untere Grafik). Abbildung 6 zeigt zusätzlich die angesetzten Flächennutzungen im gesamten Rechengebiet von KLAM_21.

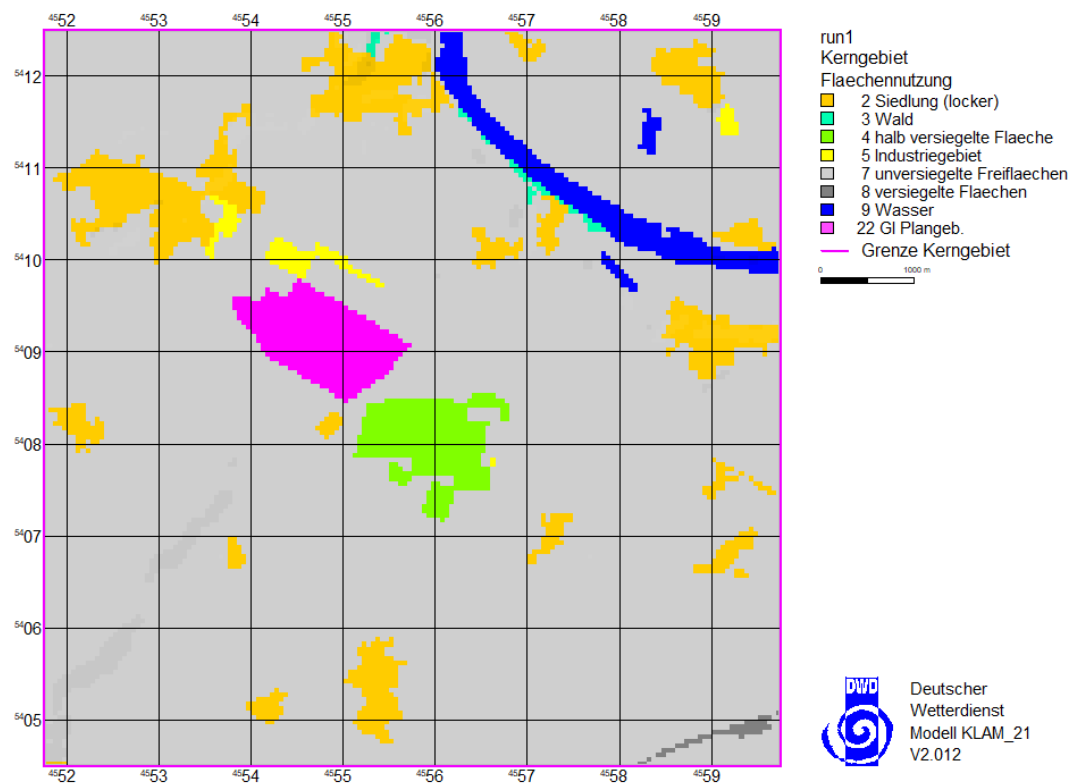
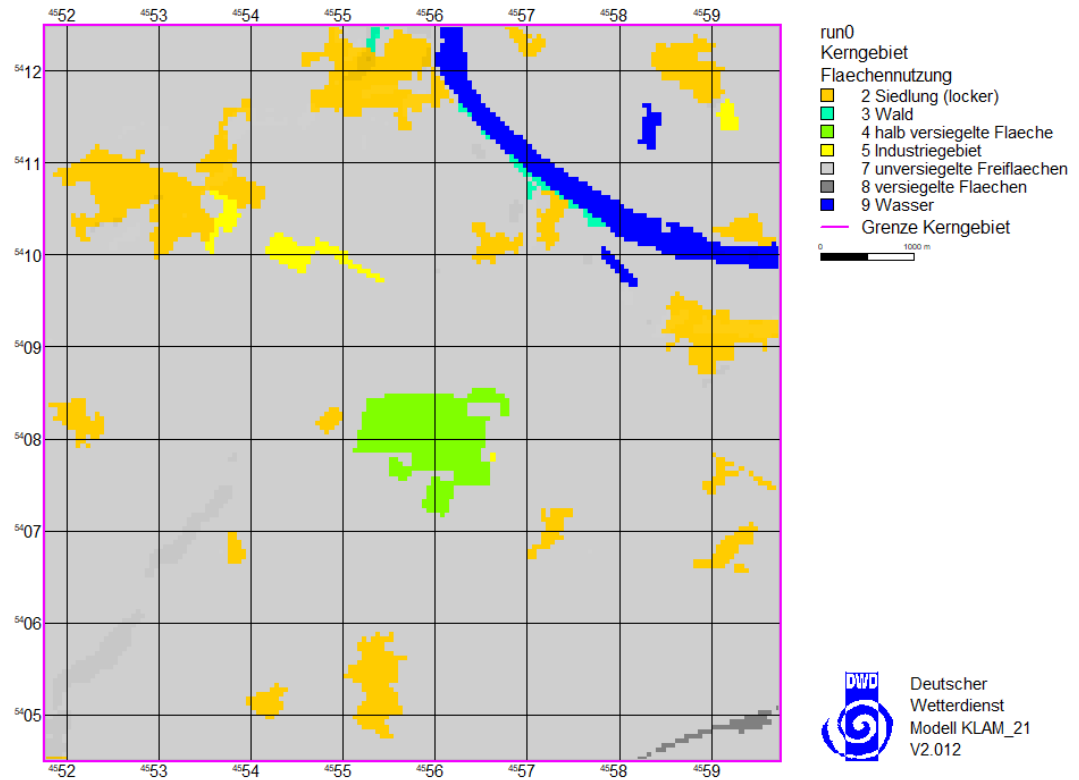


Abbildung 5. Detailansicht Flächennutzung im IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Daten nach CLC5 (2018) © GeoBasis-DE/BKG 2012 (Daten verändert) [2].

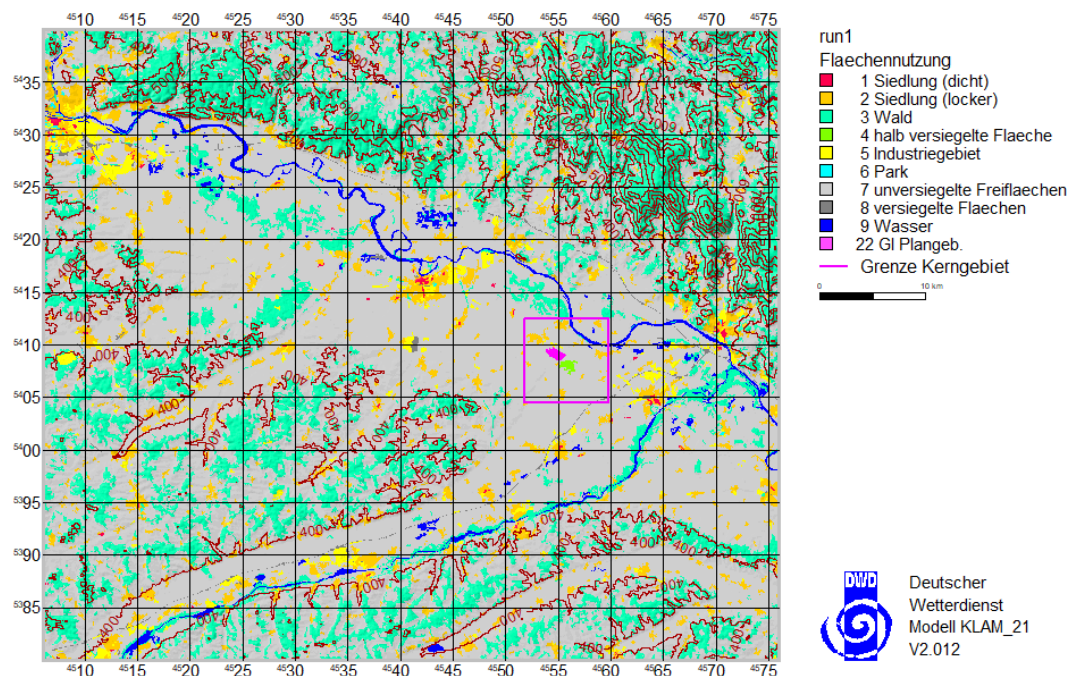
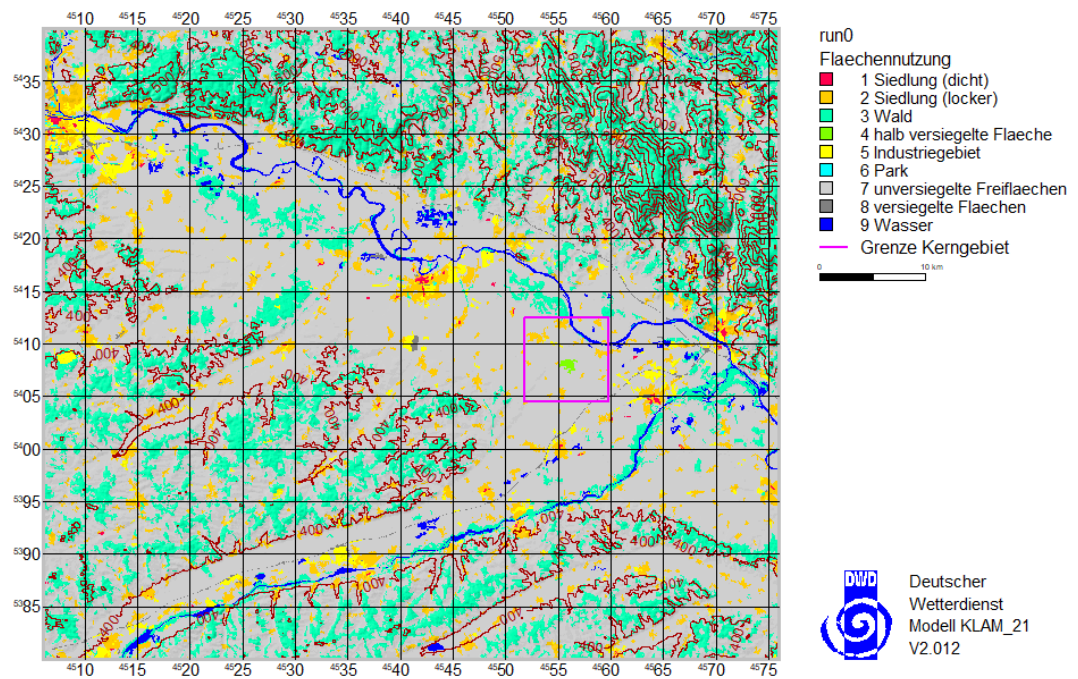


Abbildung 6. Bodenbedeckung (Flächennutzung) im Rechenggebiet der Kaltluftberechnung mit KLAM_21 im IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Daten nach CLC5 (2018) © GeoBasis-DE/BKG 2012 (Daten verändert) [2]. Kerngebiet: rosa Rechteck.

4.3 Simulierte Kaltluftwindfelder und -schichtdicken

Die Kaltluftberechnungen wurden für einen Simulationszeitraum von 6 Stunden durchgeführt. Nach dieser Zeit ist die Kaltluftakkumulation in der Geländesenke so weit fortgeschritten, dass die Strömungen weitestgehend zum Erliegen kommen.

In den folgenden Abbildungen sind die Kaltluflthöhe (Schichtdicke) sowie die mittlere Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Kaltluftschicht zu verschiedenen Integrationszeiten der KLAM_21-Kaltluftsimulation, d. h. in den verschiedenen Entwicklungsphasen der Kaltluft, dargestellt. Die flächige Farbgebung in den Abbildungen zeigt die Dicke (vertikale Mächtigkeit) der Kaltluftschicht an, die Richtung und Länge der Pfeile geben die Strömungsrichtung und -geschwindigkeit der Kaltluftabflüsse (im vertikalen Schichtmittel) wieder. Die Flächennutzungstypen Siedlung, Wald, Wasser und halb versiegelte Flächen (hier: Photovoltaikanlagen) sind durch Straffuren markiert. Die ungefähre Lage des Plangebiets ist anhand des blauen Rechtecks zu erkennen. Es werden jeweils der IST-Fall (obere Grafik) und der PLAN-Fall (untere Grafik) einander gegenübergestellt.

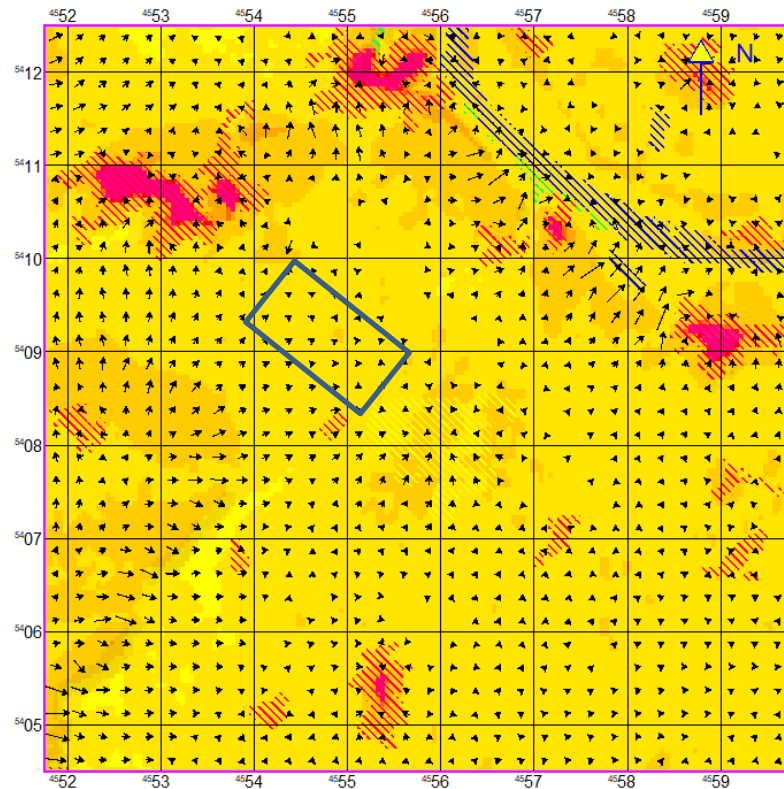
Grundsätzlich ist eine ähnliche Entwicklung der Kaltluft in den beiden Untersuchungsfällen zu beobachten. Die Kaltluft fließt vor allem von Südwesten in den Nordosten, wo sich die Donau befindet. Der Kaltluftstrom zum Donautal hin wird, von Südwesten kommend, nordwestlich/südöstlich um das Plangebiet geringfügig herumgeleitet. Mit der Zeit gewinnt die Kaltluftschicht an vertikaler Mächtigkeit. Bereits nach 4 Stunden Integrationszeit sind im Bereich des Plangebietes weiträumig Schichtdicken von 40 m bis 60 m erreicht, während das Donautal Schichtdicken > 60 m aufweist.

Die Strömungsgeschwindigkeiten betragen in dem dargestellten Betrachtungsausschnitt nur vereinzelt zu Beginn der Kaltluftentwicklung mehr als $0,5$ m/s (vorwiegend im Hangbereich direkt zur Donau hin). Bei voll ausgeprägter Kaltluft nach 4 Stunden Integrationszeit ist die Windgeschwindigkeit im großräumigen Bereich um das Plangebiet sowie an der Donau sehr gering (deutlich $< 0,5$ m/s). Der Bereich ist mit Kaltluft aufgefüllt. Windgeschwindigkeiten im Bereich bis ca. $0,5$ m/s werden nur noch in einem Teilbereich hauptsächlich im Südwesten/Süden erreicht, der weiterhin Kaltluft Richtung Donautal befördert. Windgeschwindigkeiten von mehr $0,5$ m/s finden im Auswerteggebiet so gut wie nicht statt.

In der ersten Stunde der Kaltluftentwicklung sind nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsfällen hinsichtlich der erreichten Ausdehnung und Strömung der Kaltluft festzustellen. So ist nach einer halben Stunde/einer Stunde Integrationszeit die simulierte Kaltluft im PLAN-Fall im Bereich des Plangebietes null, da sich die Flächennutzung nun geändert hat. Im weiteren Umfeld um das Plangebiet sind nur geringfügige Änderungen der Kaltluflthöhe erkennbar. Änderungen zeigen sich insbesondere hinter dem Plangebiet. Der Vergleichsfall (Ist – Plan, Abbildung 11) zeigt nach einer Stunde Integrationszeit Abweichungen im Bereich von max. 5 bis 9 m für die Kaltluftschichtdicken direkt hinter dem Plangebiet, welche sich im weiteren Verlauf zur Donau hin abschwächen. Im Bereich der dortigen nächstgelegenen Siedlungsbereiche beträgt die Abweichung max. 1 bis 2 m Kaltluftschichthöhe. Vor dem Plangebiet sind geringfügige zusätzliche Kaltluftansammlungen von max. 1 m erkennbar.

Nach zwei Stunden Kaltluftentwicklung (Abbildung 9) zeigt sich eine Kaltlufthöhe im Bereich des Umfeldes des Plangebietes von meist ca. 20 bis 29 m. Das Gebiet hat sich weiter mit Kaltluft aufgefüllt und überströmt nun das Plangebiet, was eine geringfügige Modifikation der Windrichtung im Nahbereich um das Plangebiet nach sich zieht. Der Vergleichsfall (Ist – Plan, Abbildung 11) zeigt nach zwei Stunden Integrationszeit Abweichungen im vergleichbaren Bereich wie nach einer Stunde Integrationszeit. Es ergeben sich Vergrößerungen der Bereiche nach Nordosten/Südwesten hin mit Abweichungen von lediglich 1 m.

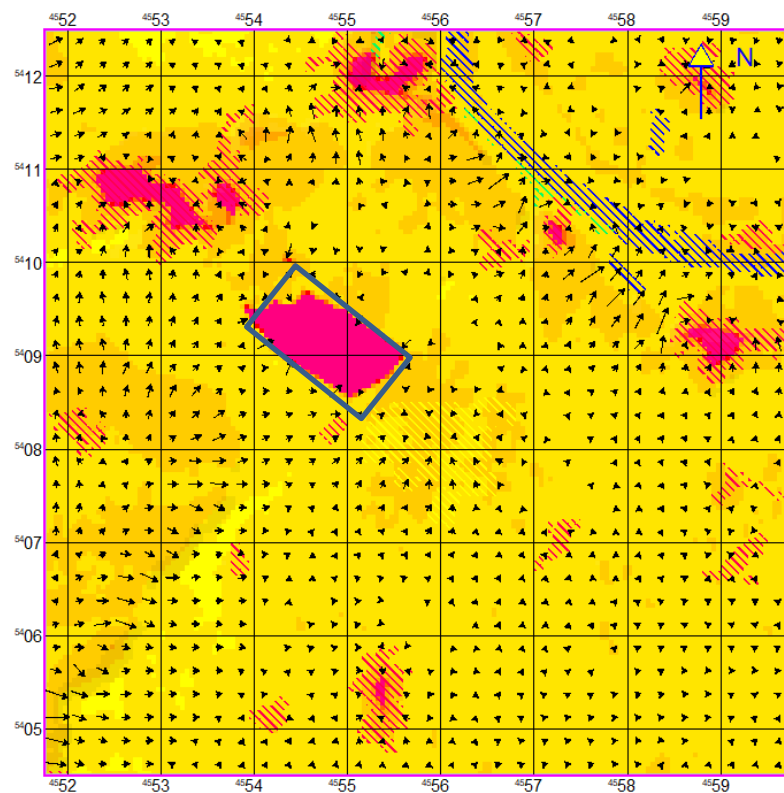
Nach vier Stunden Kaltluftentwicklung (Abbildung 10) zeigt sich kein relevanter Unterschied zwischen dem Ist- und Planfall. Der Vergleichsfall (Ist – Plan, Abbildung 11) weist im gesamten Gebiet keine Unterschiede in der Kaltlufthöhe mehr aus.



IST-Fall



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012



PLAN-Fall



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Abbildung 7. KLAM_21-Kaltluftsimulation in der frühen Entwicklungsphase nach 1/2 Stunde Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet blaues Rechteck.

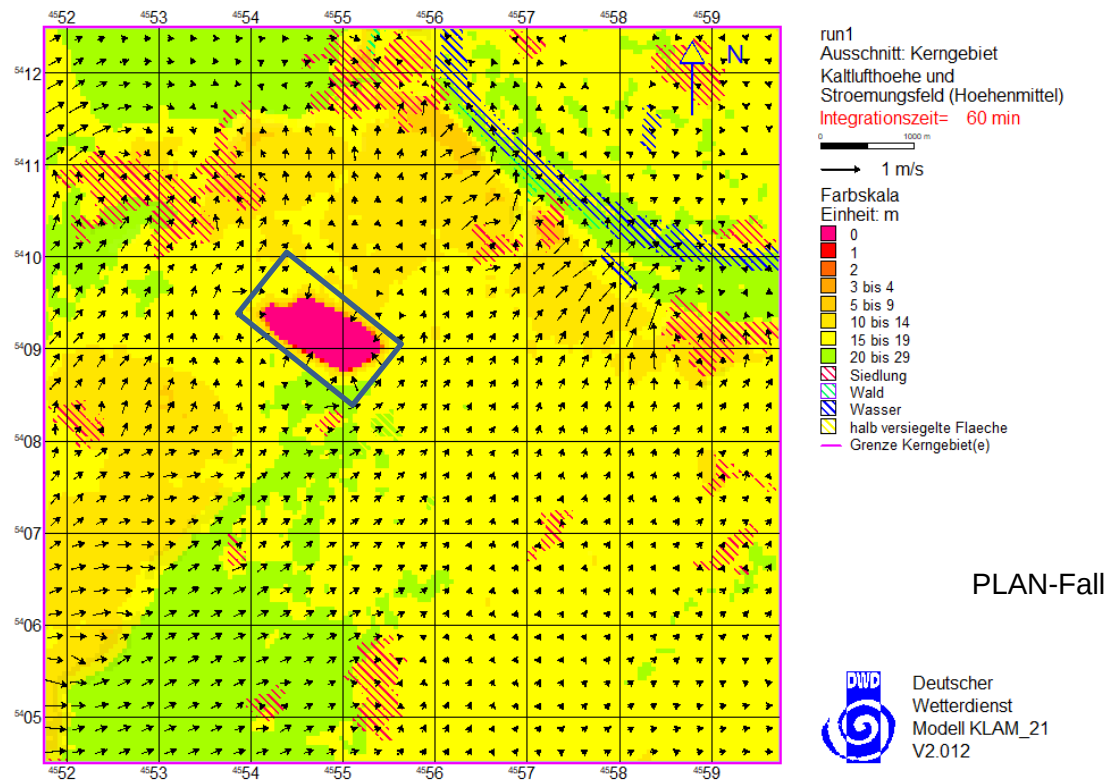
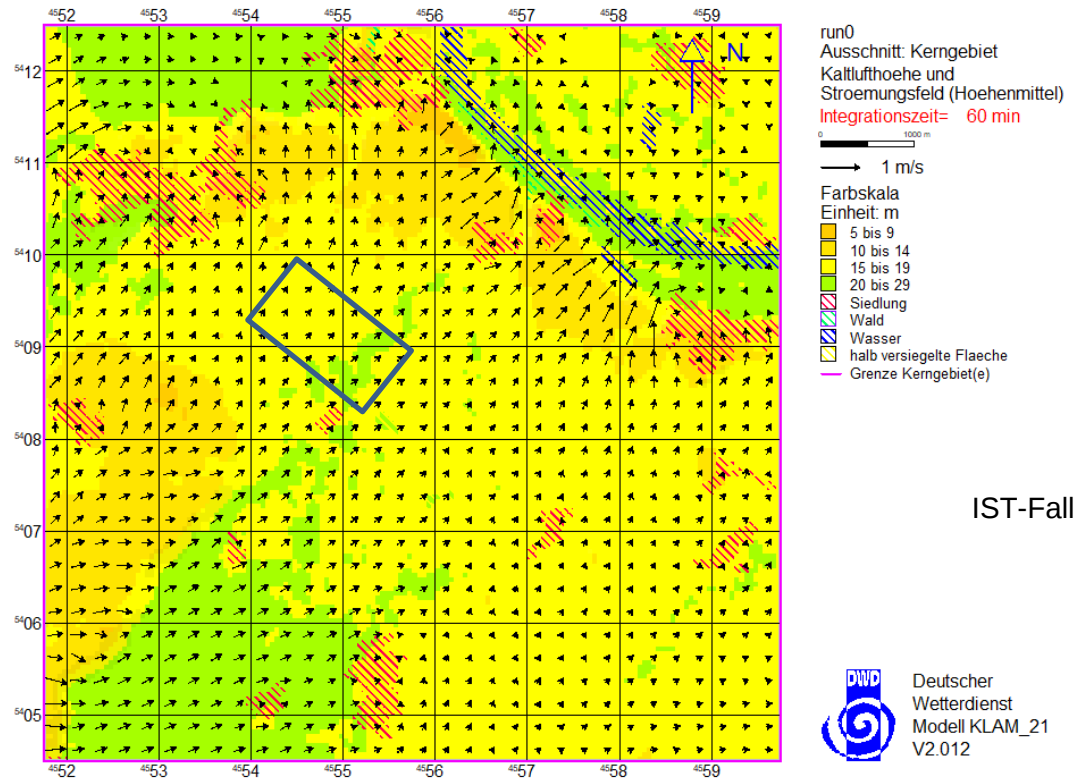


Abbildung 8. KLAM_21-Kaltluftsimulation in der frühen Entwicklungsphase nach 1 Stunde Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet blaues Rechteck.

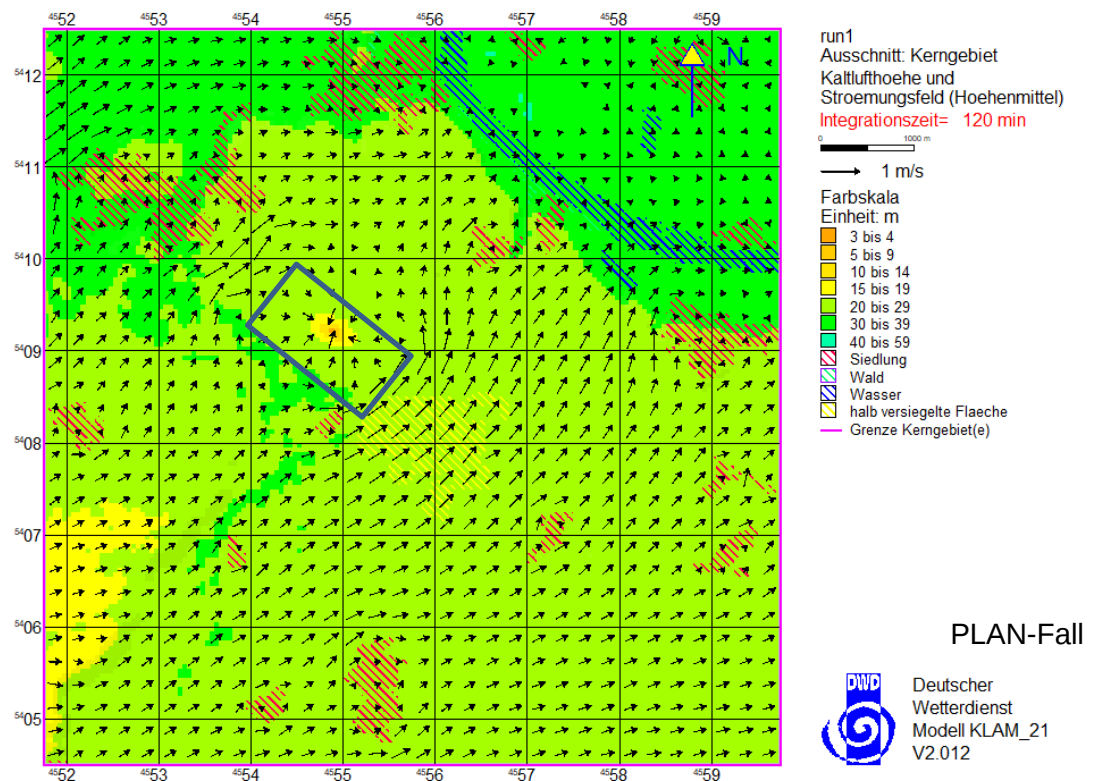
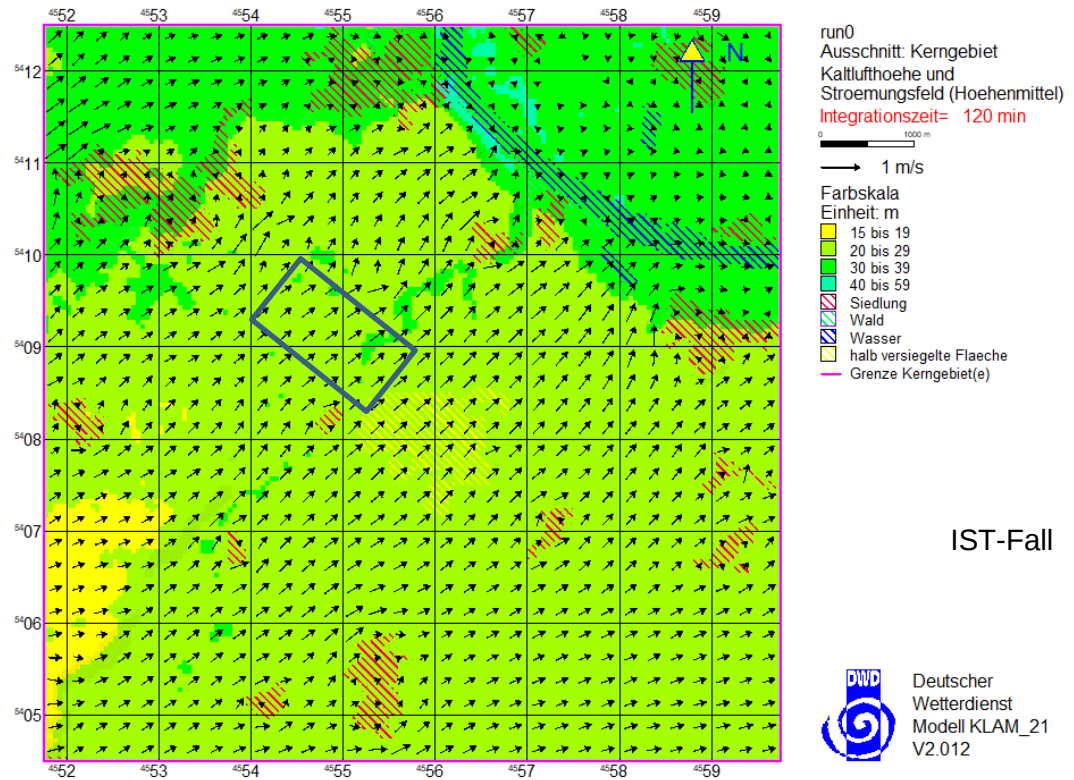


Abbildung 9. KLAM_21-Kaltluftsimulation in der Entwicklungsphase nach 2 Stunden Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet blaues Rechteck.

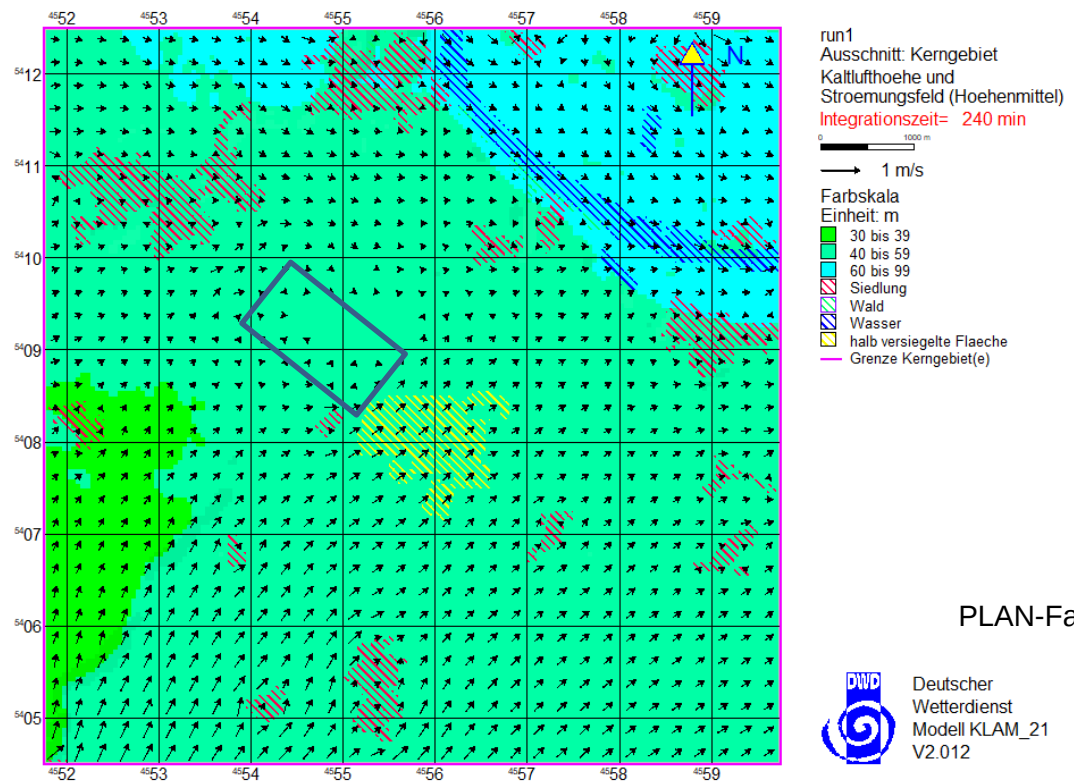
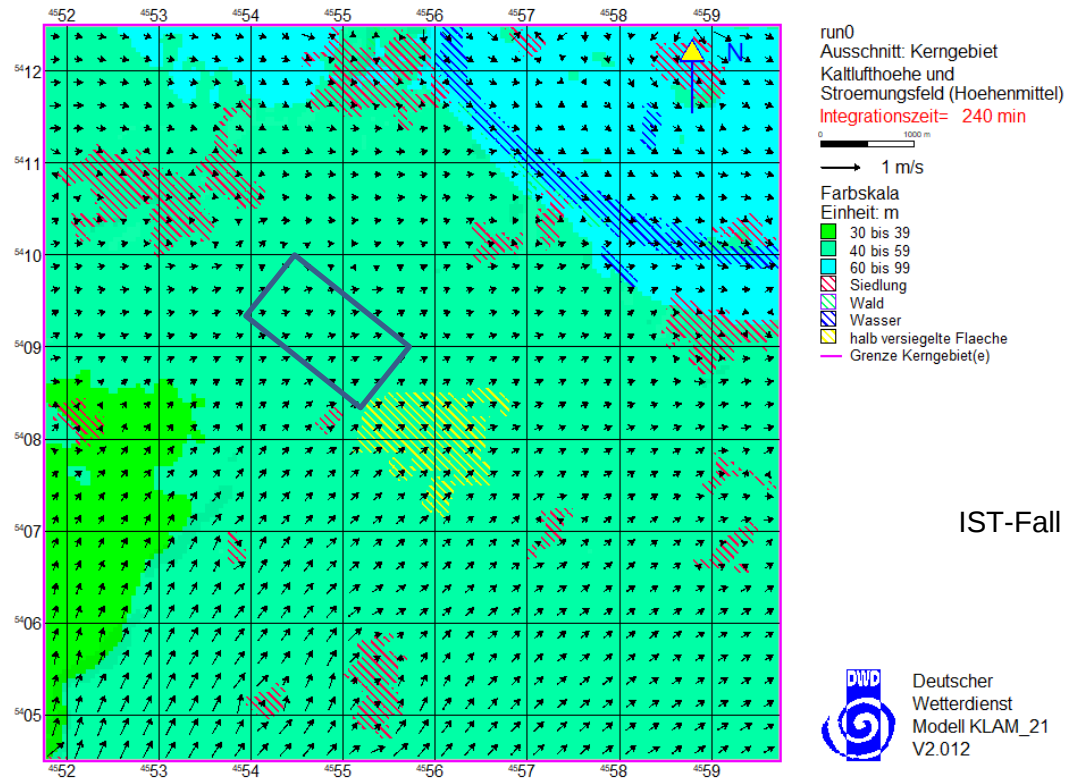
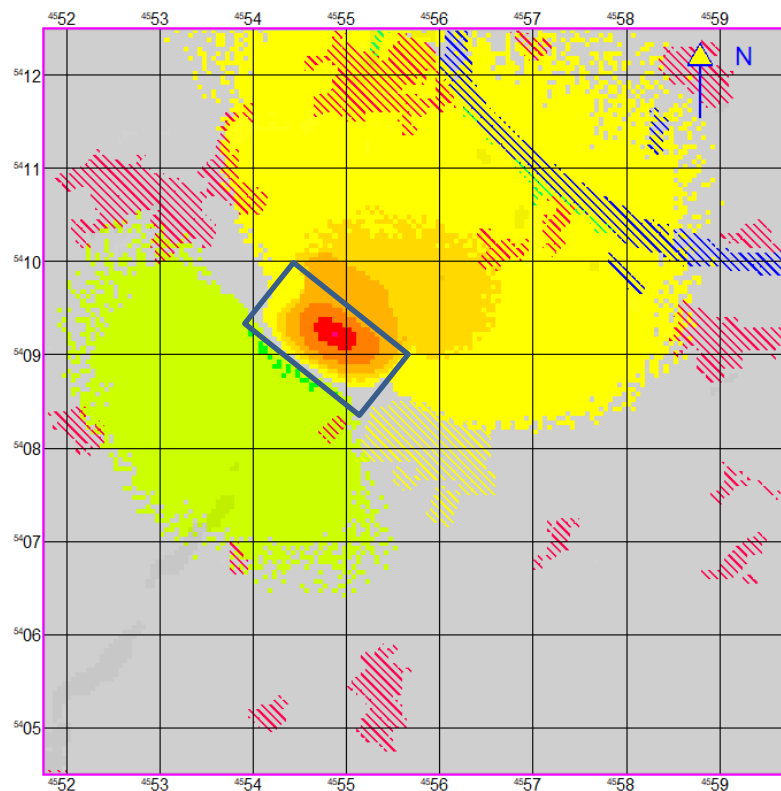
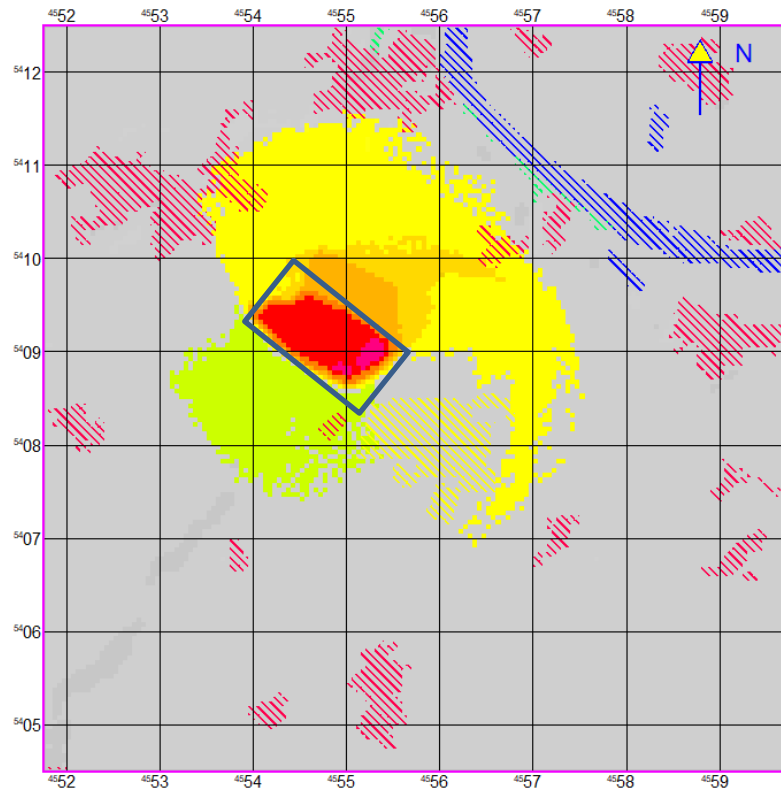


Abbildung 10. KLAM_21-Kaltluftsimulation in der späten Entwicklungsphase nach 4 Stunden Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet blaues Rechteck.



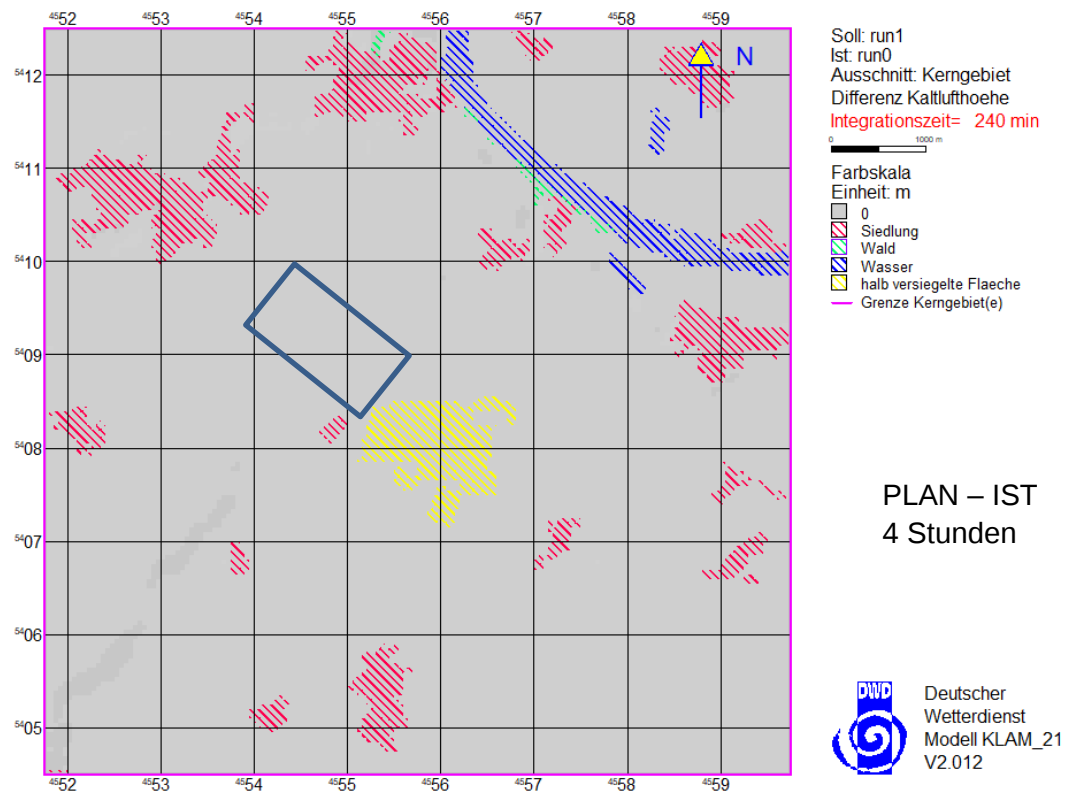


Abbildung 11. Differenz der Kaltfluthöhe PLAN-Fall – IST-Fall im Kerngebiet. Negative Werte (gelb – rot) bedeuten verringerte Kaltfluthöhen im PLAN-Fall, positive Werte (grün – blau) bedeuten höhere Kaltfluthöhen als im IST-Fall. Schraffur zeigt Flächennutzung an. Plangebiet blaues Rechteck.

5 Bewertung und Fazit

Die Auswirkungen durch die im Rahmen des qualifizierten Bebauungsplans bzw. der geplanten Nutzung vorgesehenen Nutzungsänderungen auf die Kaltluftversorgung der angrenzenden Siedlungsbereiche beschränken sich in den Modell-Simulationen auf die Anfangsphase der Kaltluftentwicklung. Nach 4 Stunden Integrationszeit sind keine Unterschiede in der Kaltluftausprägung zwischen den betrachteten Untersuchungsfällen mehr festzustellen. Bereits in der Anfangsphase (bis 2 Stunden Integrationszeit) sind die Auswirkungen bezüglich der Kaltluflhöhe in den angrenzenden Siedlungsbereichen marginal (Differenz max. 1 m). Auch die Fließgeschwindigkeiten und Fließrichtungen werden nur minimal durch den qualifizierten Bebauungsplan verändert.

Somit stellt die Aufstellung und Realisierung des qualifizierten Bebauungsplans kein nachhaltiges Hindernis für die Kaltluftausbreitung dar.

Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten und der Stagnation der nächtlichen Kaltluft im Donautal sind relevante Einflüsse durch Kaltluftereignisse auf die Ausbreitungssituationen nicht zu erwarten. Mögliche geringe Kaltluftereignisse werden daher durch die in der Ausbreitungsrechnung zu verwendende Meteorologie ausreichend abgebildet.

6 Grundlagen des Berichts (Literatur)

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

- [1] Daten und Unterlagen vom Auftraggeber bzw. beauftragtes Planungsbüro, u. a. Bebauungs- und Grünordnungsplan – Gemeinsames Sondergebiet Straßkirchen / Irlbach (Arbeitsplan zum Entwurf: Stand: Januar 2024); Ingenieurbüro Christian Loibl.
- [2] CORINE Land Cover 5 ha, Stand 2018 (CLC5-2018) © GeoBasis-DE/BKG (2018), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Geodatenzentrum. „Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0“, <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.html>, abgerufen im Juni 2020.
Änderungshinweis: Die Daten wurden durch MBBM für die vorgesehene Verwendung bearbeitet und teilweise verändert, August 2023.
- [3] Digitales Geländemodell globDEM50 im 50 m-Raster, Version 2.0, metSoft GbR.
- [4] Topographische Karte Höhenrelief, <https://de-de.topographic-map.com>.
- [5] OpenTopoMap, Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © OpenTopoMap. Creative-Commons-Lizenz – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC-BY-SA) – <https://www.opentopomap.org>.
- [6] TopPlusOpen, WMS-Server (https://sgx.geodatenzentrum.de/wms_topplus_open)
© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021), Datenquellen:
http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_30.07.2021.pdf
http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_19.08.2021.pdf
- [7] © OpenStreetMap-Mitwirkende. Creative-Commons-Lizenz - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 (CC BY-SA) – <https://www.openstreetmap.org/copyright>.
- [8] KLAM_21 (Version 2.012), Kaltluft-Abfluss-Modell. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Juni 2013.

Anhang

Abbildungen zur Kaltluftsimulation – Fließgeschwindigkeiten

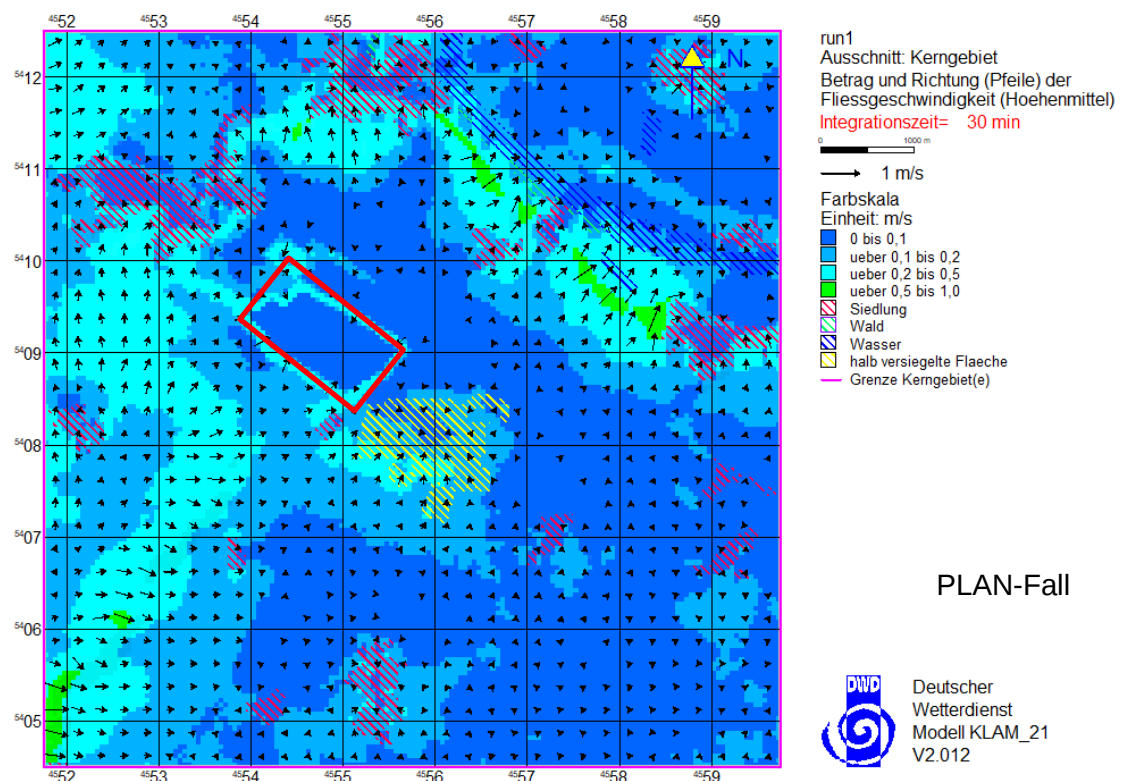
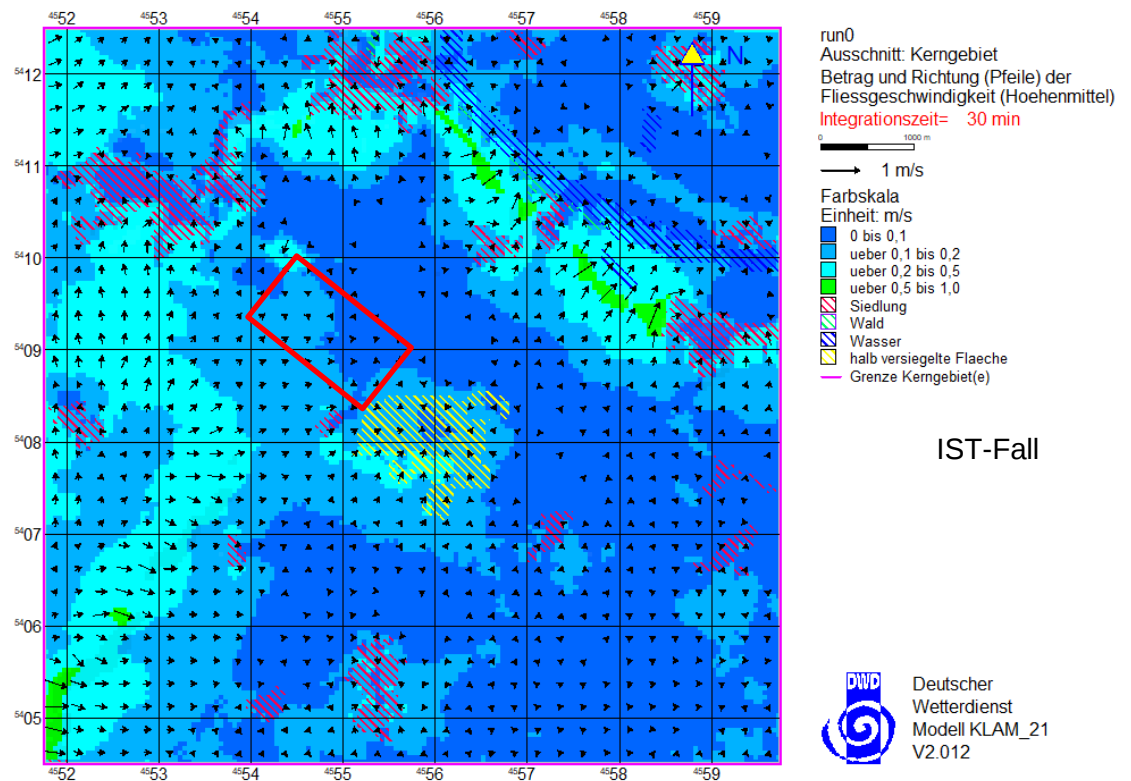


Abbildung 12. KLAM_21-Kaltluftsimulation, Fließgeschwindigkeit (Höhenmittel) in der frühen Entwicklungsphase nach 1/2 Stunde Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet rotes Rechteck.

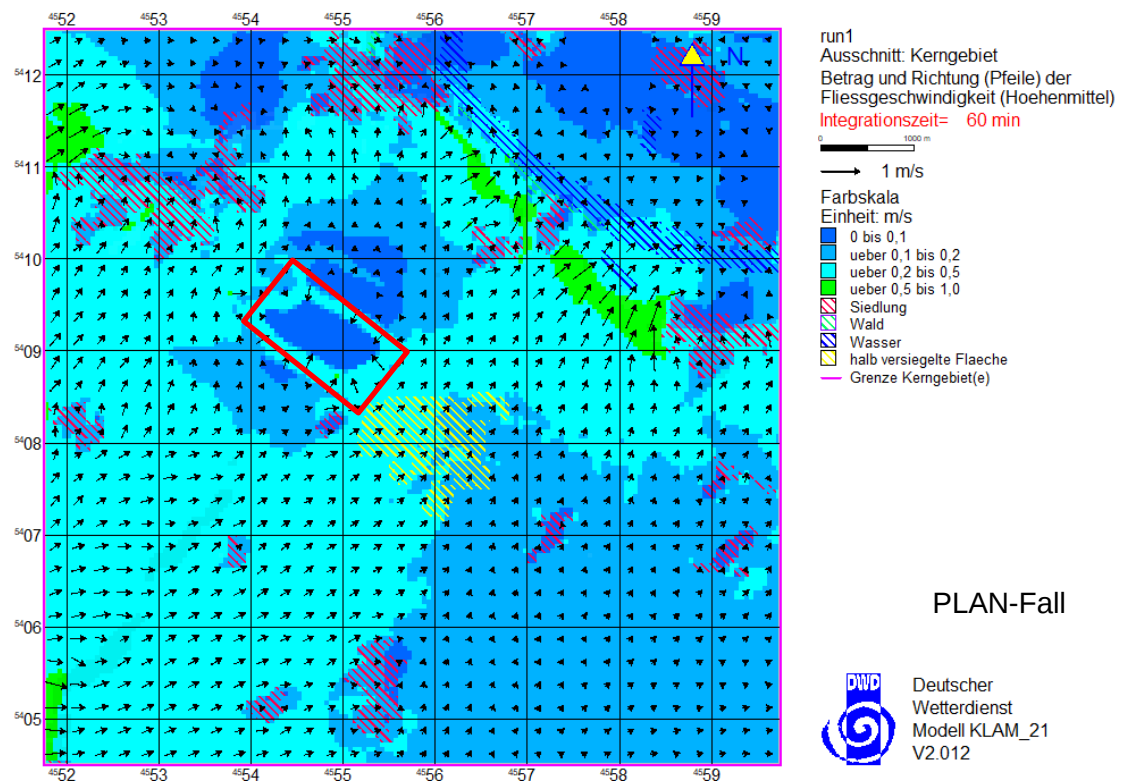
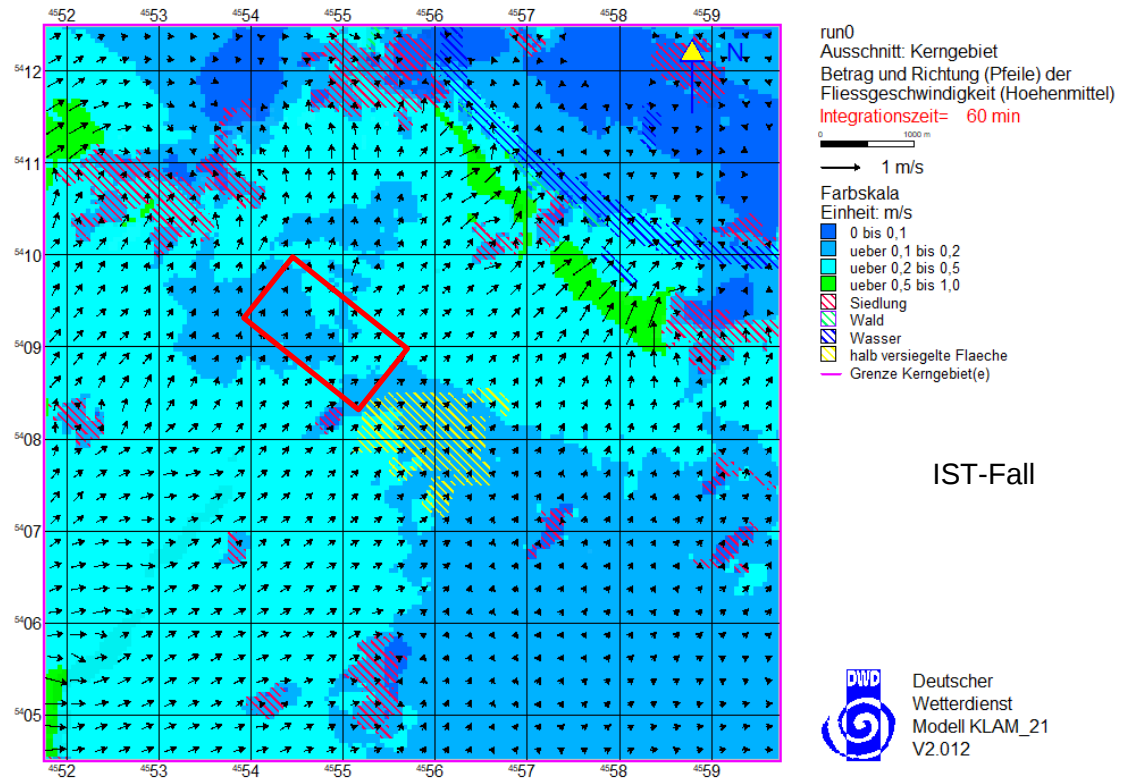
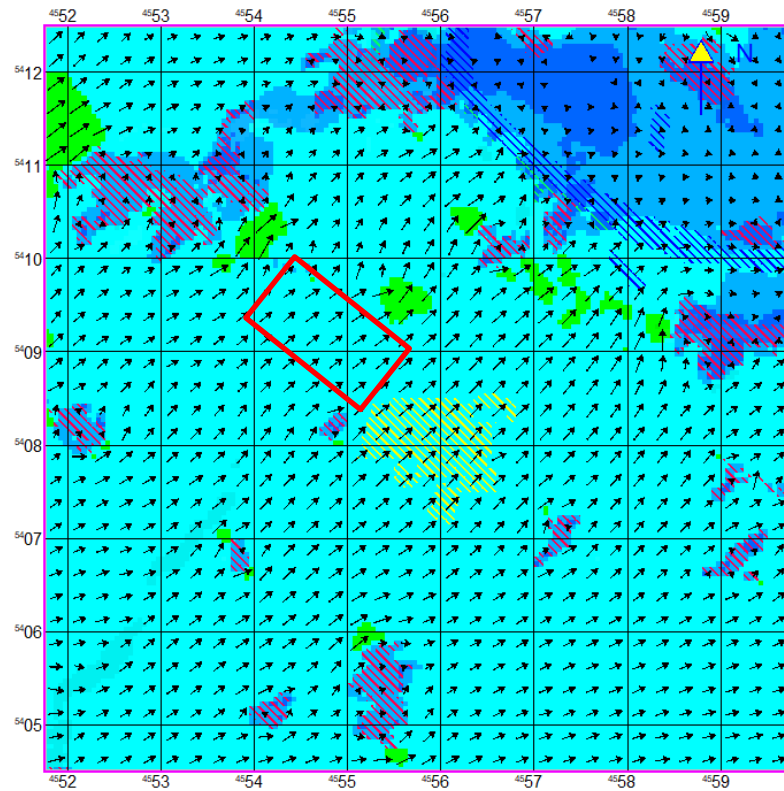


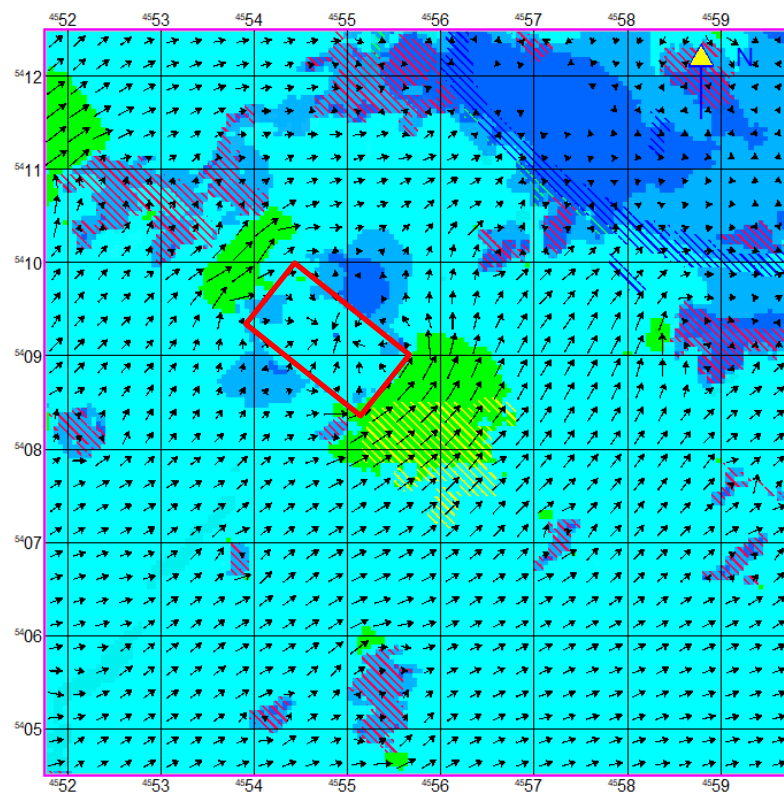
Abbildung 13. KLAM_21-Kaltluftsimulation, Fließgeschwindigkeit (Höhenmittel) in der frühen Entwicklungsphase nach 1 Stunde Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet rotes Rechteck.



IST-Fall



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012



PLAN-Fall



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Abbildung 14. KLAM_21-Kaltluftsimulation, Fließgeschwindigkeit (Höhenmittel) in der Entwicklungsphase nach 2 Stunden Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet rotes Rechteck.

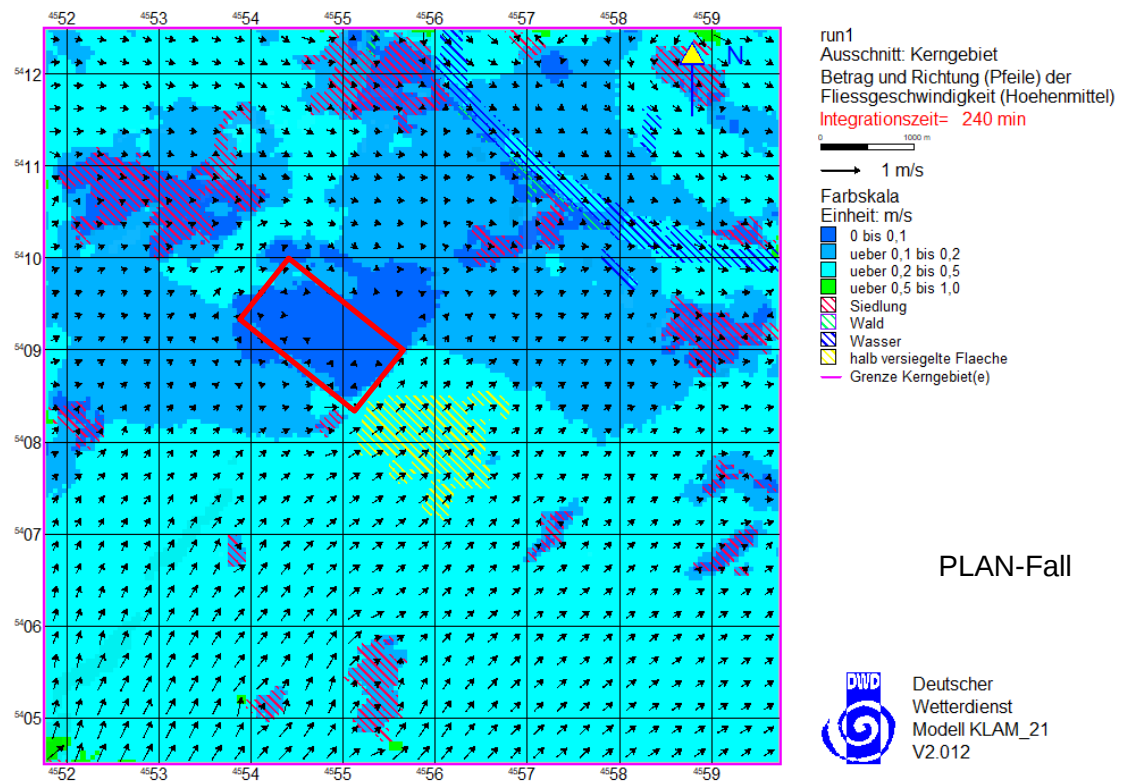
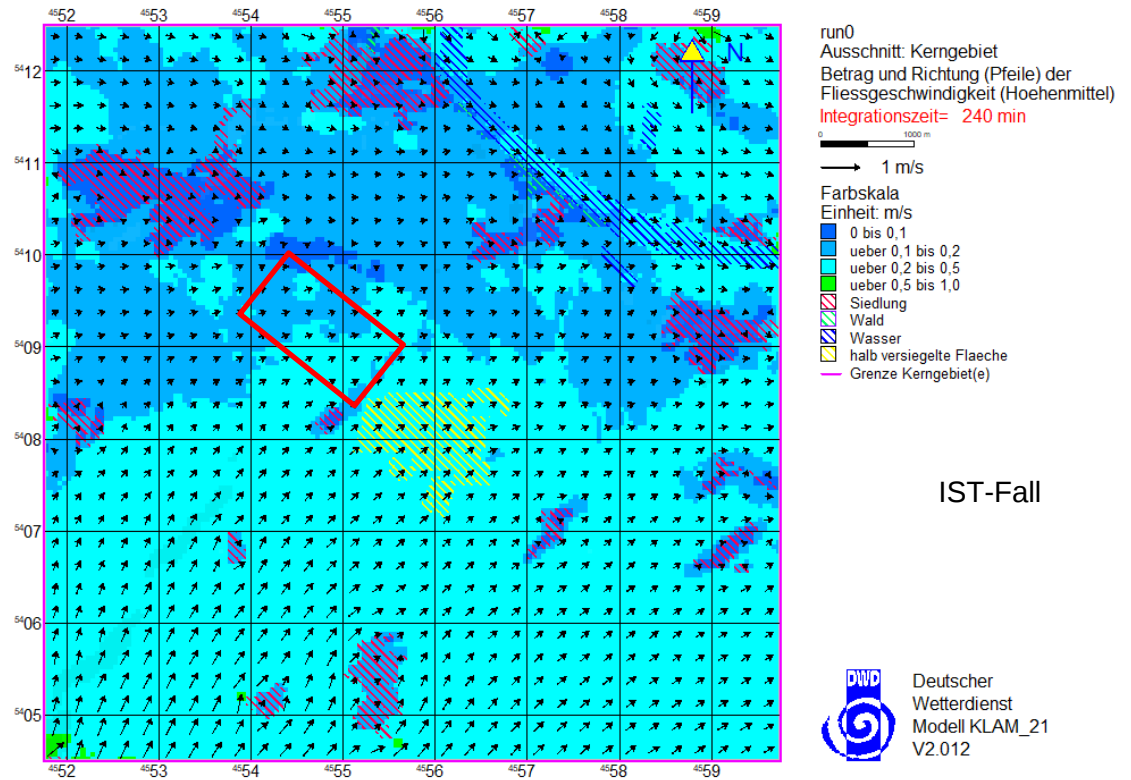


Abbildung 15. KLAM_21-Kaltluftsimulation, Fließgeschwindigkeit (Höhenmittel) nach 4 Stunden Integrationszeit für den IST-Fall (oben) und PLAN-Fall (unten), Detailauszug. Plangebiet rotes Rechteck.