

KLIMAGUTACHTEN ZUR SPÄTFROSTGEFÄHRDUNG - NEUBAU EINES EDEKA-MARKTS IN NEUSTADT-HAMBACH



Auftraggeber:

GLM Gewerbeimmobilien GmbH & Co. KG
Multring 26
D-9469 Weinheim

Rinteln / Mannheim, den 08. Mai 2019

Prof. Dr. Günter Groß

Von der Industrie- und Handelskammer Hannover
öffentl. bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Immissionsfragen, Kleinklima

Im Poll 8
D-31737 Rinteln
Telefon: 05751/964745 · Telefax 964746
E-Mail: g.gross@meteoterra.de

ÖKOPLANA

Klimaökologie - Lufthygiene
und Umweltplanung
Dipl.-Geogr. Achim Burst

Seckenheimer Hauptstraße 98
D-68239 Mannheim
Telefon: 0621/474626 · Telefax 475277
E-Mail: info.oekoplana@t-online.de

Inhalt		Seite
1	Aufgabenstellung	1
2	Planungsstandort und Planungsentwurf	2
3	Untersuchungsmethodik	3
4	Klimaökologisch relevante Situationen bzgl. der Spätfrostgefährdung	5
5	Gefährdungstufen von Spätfrösten	8
6	Das meteorologische Rechenmodell	10
6.1	Modellbeschreibung	10
6.2	Geländespezifische Eingangsdaten	12
6.3	Meteorologische Eingangsdaten	14
7	Ergebnisse der Modellrechnungen	15
8	Gesamtbewertung der Ergebnisse	21
	Quellen, weiterführende Literatur	23

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage des Planungsgebiets im Ortsgebiet von Hambach
Abb. 2:	Topografische Lagesituation am Planungsstandort und in dessen Umfeld
Abb. 3:	Luftbild vom Planungsstandort und von dessen Umfeld
Abb. 4:	Planungsstandort und dessen Umfeld – fotografische Dokumentation
Abb. 5.1:	Planungsvariante 1 mit Sickermulde
Abb. 5.2:	Planungsvariante 2 quer mit Sickermulde
Abb. 6:	Räumliche Verteilung der Landnutzung im Modellgebiet für den Ist-Zustand
Abb. 7:	Räumliche Verteilung der Landnutzung für den Ist-Zustand und die Planungsvarianten 1 und 2. Ausschnitt aus dem Gesamtuntersuchungsgebiet
Abb. 8:	3D-Reliefmodell auf Basis eines DGM_5
Abb. 9.1:	Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. und der Windrichtung in der Höhenschicht 2.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang für den Ist-Zustand
Abb. 9.2:	Ausschnitt - Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang für den Ist-Zustand
Abb. 10.1:	Ausschnitt - Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 1
Abb. 10.2:	Ausschnitt - Windrichtungsverteilung in der Höhenschicht 2.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 1
Abb. 11.1:	Ausschnitt - Räumliche Verteilung der Lufttemperaturdifferenzen zwischen der Planungsvariante 1 und dem Ist-Zustand in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang
Abb. 11.2:	Ausschnitt - Räumliche Verteilung der Windgeschwindigkeitsdifferenzen zwischen der Planungsvariante 1 und dem Ist-Zustand in der Höhenschicht 2.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang

- Abb. 12.1:** Ausschnitt - Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 2
- Abb. 12.2:** Ausschnitt - Windrichtungsverteilung in der Höhenschicht 2.0 m ü.Gr. kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 2
- Abb. 13.1:** Ausschnitt - Räumliche Verteilung der Lufttemperaturdifferenzen zwischen der Planungsvariante 2 und dem Ist-Zustand in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang
- Abb. 13.2:** Ausschnitt - Räumliche Verteilung der Windgeschwindigkeitsdifferenzen zwischen der Planungsvariante 2 und dem Ist-Zustand in der Höhenschicht 2.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang
- Abb. 14.1:** Ausschnitt - Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tagen/10 Jahre für die Planungsvariante 1. Bezugsmonat April
- Abb. 14.2:** Ausschnitt - Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tagen/10 Jahre für die Planungsvariante 1. Bezugsmonat Mai
- Abb. 15.1:** Ausschnitt - Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tagen/10 Jahre für die Planungsvariante 2. Bezugsmonat April
- Abb. 15.2:** Ausschnitt - Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tagen/10 Jahre für die Planungsvariante 2. Bezugsmonat Mai

1 Aufgabenstellung

In Neustadt an der Weinstraße ist im Ortsteil Hambach westlich des Feuerwehrhauses am Diedesfelder Weg 94 der Neubau eines EDEKA-Markts geplant (Lage siehe **Abbildung 1**). Auf dem ca. 8.400 m² großen Grundstück im Gewinn Brühl, das derzeit mit Rebflächen bestanden ist, soll ein Einkaufsmarkt mit einer Verkaufsfläche von ca. 1.640 m² entstehen. Vorhabenträger ist die GLM GEWERBEIMMOBILIEN GMBH & CO. KG.

Es liegen aktuell zwei Planungsvarianten vor.

Planungsvariante 1 sieht einen ca. 34.50 m breiten und ca. 68.70 m langen Gebäudekomplex (mit zusätzlichem Andienungsbereich von 11.00 m) in Nord-Süd-Erstreckung vor und weist eine Gebäudehöhe bis ca. 8 m auf. Die erforderlichen Kundenparkplätze sollen zwischen dem Marktgebäude und dem Feuerwehrhaus am Diedesfelder Weg sowie südlich der Marktzufahrt bereitgestellt werden. Die Rebflächen westlich des Planungsgebiets bleiben erhalten.

Bei *Planungsvariante 2* weist das Marktgebäude in West-Ost-Richtung eine Länge von ca. 56.95 m (mit zusätzlichem Andienungsbereich von 9.10 m) auf. Die Gebäudebreite beträgt ca. 45.15 m. Die Gebäudehöhe ist mit bis zu 8.0 m angegeben. Die erforderlichen Kundenparkplätze sind südlich des Marktgebäudes angeordnet. Die Rebflächen westlich des Planungsgebiets bleiben erhalten.

Wie Spätfrostgefährdungskarten des Landes Rheinland-Pfalz zeigen (siehe: <https://geoservice.service24.rlp.de/GBV-RLP/>), sind die Rebflächen am Planungsstandort bereits heute durch die Muldenlage als stark spätfrostgefährdet eingestuft. Durch die Barrierewirkung des geplanten EDEKA-Marktgebäudes kann nicht ausgeschlossen werden, dass es bei besonderen Wetterlagen zu einer weiteren Verschärfung der Spätfrostgefahr kommt.

Im Zuge des Planungsprozesses zum geplanten EDEKA-Neubau sind daher mit Hilfe numerischer Simulationen zum Lokalklima folgende Fragen geklärt werden:

1. Sind die verbleibenden Rebflächen in westlicher Nachbarschaft zum Planungsgebiet durch den geplanten Neubau eines Marktgebäudes von einer zusätzlichen Spätfrostgefährdung betroffen?
2. Wie häufig kommt es ggf. für die betroffenen Rebflächen zu einer zusätzlichen Spätfrostgefährdung?

3. Welche Planungsvariante führt in geringerem Maße zur vermehrten Spätfrostgefährdung der angrenzenden Rebkulturen?

Die Durchführung der numerischen Simulationen zum Lokalklima und dessen potenzieller Veränderungen, insbesondere der Spätfrostgefährdung, in westlicher Nachbarschaft zum Planungsgebiet erfolgt mit dem mesoskaligen Modell FITNAH. Es erfüllt und übertrifft die in der VDI-Richtlinie 3783 festgelegten Mindestanforderungen an mesoskalige Modelle. Das Modell wird seit Jahren auch zur Bearbeitung gutachterlicher Stellungnahmen eingesetzt wie beispielsweise die Abschätzung der Spätfrostgefahr für Rebanlagen (GROß, G. / ÖKOPLANA 2013).

2 Planungsstandort und Planungsentwurf

Der geplante Standort des angedachten EDEKA-Markts befindet sich im Neustädter Stadtteil Hambach westlich des Feuerwehrhauses am Diedesfelder Weg 94. Wie in Kap. 1 bereits angeführt, ist das für den Neubau vorgesehene ca. 8.400 m² große Grundstück im Gewann Im Brühl derzeit mit Rebflächen bestanden. Von der L 512 (Dammstraße) fällt das Gelände von ca. 179 m ü. NHN auf ca. 166 m ü. NHN im Bereich des Feuerwehrhauses ab (**Abbildung 2**).

Das nördlich angrenzende Freischwimmbad ist vom Planungsgebiet durch einen dichten Bau-/Strauchgürtel getrennt (siehe **Abbildungen 3 und 4**). Südlich schließen Wohnhäuser mit Gärten an (Mittelhambacher Straße).

Durch die muldenartige Lagesituation sind die örtlichen Rebflächen bereits heute einer erhöhten Spätfrostgefährdung ausgesetzt.

Vom Unternehmen GWO GESCHÄFTSFÜHRUNGS GMBH wurden zur klimaökologischen Begutachtung zwei Planungsvarianten (**Abbildungen 5.1 und 5.2**) vorgelegt.

Bei Planungsvariante 1 ist das Marktgebäude mit Rampe und Leergutlager in Nord-Süd-Richtung angelegt. Der bis ca. 8 m hohe Gebäudekomplex weist eine Breite von ca. 34,50 m und eine Länge von ca. 68,70 m auf (zzgl. Andienungsbereich von 11,00 m Länge). Die Kundenparkplätze sind zwischen dem Marktgebäude und dem Feuerwehrhaus am Diedesfelder Weg sowie südlich der Marktzufahrt angeordnet. Am Nordrand ist eine Sickermulde geplant. Die GRZ beträgt 0,830.

Bei Planungsvariante 2 ist das Marktgebäude in West-Ost-Richtung ausgereicht und zeigt eine Länge von ca. 56.95 m (mit zusätzlichem Andienungsbereich von 9.10 m) sowie eine Breite von ca. 45.15 m. Die Gebäudehöhe ist ebenfalls mit bis zu 8.0 m angegeben.

Die erforderlichen Kundenparkplätze sind südlich des Marktgebäudes angeordnet. Die Sickermulde befindet sich auch bei diesem Planungsentwurf am Nordrand des Grundstücks. Die GRZ beläuft sich auf 0.815.

Bei beiden Planungsentwürfen bleiben die Rebflächen westlich des Planungsgebiets erhalten. Die Rebzeilen sind Nord-Süd ausgerichtet, wobei der Zeilenabstand ca. 2 m beträgt.

3 Untersuchungsmethodik

Die mögliche Veränderung der Spätfrostgefahr im Untersuchungsgebiet durch Landschaftsmodifikationen im Zuge des geplanten Neubaus eines EDEKA-Marktes werden mit Hilfe der Ergebnisse eines meteorologischen Simulationsmodells (FITNAH) erarbeitet.

Das hierzu ausgewählte Untersuchungsgebiet umfasst eine West-Ost-Erstreckung von 2.9 km und eine Süd-Nord-Ausdehnung von 1.7 km. Die Gebietsgröße von 4.93 km² ist derart gewählt, dass die für den Planungsstandort relevanten Kaltlufteinzugsgebiete Berücksichtigung finden (**Abbildung 6**).

Als Datengrundlage für die Aufbereitung der Eingangsdaten für das meteorologische Modell dient das von der STADT NEUSTADT AN DER WEINSTRASSE / LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION RHEINLAND-PFALZ bereit gestellte Karten- und Datenmaterial:

- Katasterpläne
- Luftbilder
- Digitales Höhenmodell (DGM_5)
- Landkarten

Mit Hilfe des FITNAH-Modells werden vergleichende Szenarien (Ist-Zustand / zwei Planungsvarianten) erstellt, die Rückschlüsse auf mögliche Veränderungen lokalklimatischer Gegebenheiten zulassen.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine solche Abschätzung zur Auswirkung von Landnutzungsänderungen nur durch den Einsatz numerischer Modelle möglich ist. Messungen helfen bei dieser Problemstellung nicht weiter, da nur existierende atmosphärische Zustände instrumentell erfassbar sind. Modellrechnungen gestatten es dagegen, schon im Planungsstadium vorgesehener Nutzungsänderungen mögliche unerwünschte oder gar negative Klimamodifikationen zu erkennen und durch Veränderung der Szenarien optimierte Lösungen zu erarbeiten. Unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten hinsichtlich des Vereinfachungsgrades eines Modells und der vielfältigen Eingabegrößen, sind diese Ergebnisse sehr wertvolle Planungs- und Entscheidungshilfen.

Nach modellspezifischer Aufbereitung der Eingangsgrößen für das Simulationsmodell werden für den heutigen Ist-Zustand und für die Situation nach Realisierung des potenziellen EDEKA-Markts (zwei Planungsvarianten) klimaökologische Berechnungen durchgeführt und die dabei erzielten Resultate zur Beantwortung der in Kap. 1 angeführten Fragen problemspezifisch ausgewertet.

Der hier zum Einsatz kommende Typ von kleinräumigen meteorologischen Modellen deckt ein Untersuchungsgebiet von wenigen km² ab. Ein solches Untersuchungsgebiet ist immer eingebettet in das größerskalige Wettergeschehen. Das Modell FITNAH ist in der Lage, die Veränderungen des großräumigen Wetters aufgrund der kleinräumigen lokalen Gegebenheiten zu berechnen. Das großräumige Wettergeschehen (Strahlungswetterlage) muss daher so festgelegt werden, das sich im Untersuchungsgebiet geeignete meteorologische Situationen einstellen, die für die Beantwortung der Fragen- und Aufgabenstellung relevant sind.

Durch Vergleich der Ergebnisse für den Ist- und Plan-Zustand (zwei Varianten) werden diejenigen Flächen identifiziert, auf denen vor allem eine relevante Veränderung der bodennahen Lufttemperatur berechnet wird. Da die Rechenergebnisse flächendeckend vorliegen, kann eine detaillierte Abgrenzung der Betroffenheit vorgenommen werden. Neben der räumlichen Zuordnung wird auch der Betrag der Lufttemperaturänderung bilanziert. Damit ist auch eine Abschätzung über die Größenordnung der Abkühlung und über die Häufigkeitszunahme/-abnahme von Spätfrostern möglich.

4 Klimaökologisch relevante Situationen bzgl. der Spätfrostgefährdung

Wie in Kap. 3 angeführt, kommt der lokalen Kaltluft bei der klimatischen Bewertung des Neubauvorhabens „EDEKA-Markt“ besondere Bedeutung zu. Daher werden nachfolgend zunächst Grundlagen zur Kaltluftproblematik erläutert.

In wolkenlosen, windschwachen Nächten kühlt sich der Erdboden und die darüber liegende bodennahe Luft ab. Aufgrund der niedrigen abendlichen Ausgangstemperatur in den Frühjahrsmonaten kann dabei die Lufttemperatur bis unter den Gefrierpunkt sinken. Diese meteorologische Situation tritt besonders bei autochthonen Wetterlagen auf. Darunter versteht man eine Situation, bei der die lokalklimatischen Besonderheiten durch die örtlichen Gegebenheiten (u.a. Flächennutzung, Relief) geprägt werden und weniger vom überlagerten, großräumigen Wettergeschehen. Solche Nächte werden als Strahlungsnächte bezeichnet, wobei eine Abgrenzung mit Hilfe der Windgeschwindigkeit (Wind kleiner 5 Knoten bis 15 m Höhe) und des Bedeckungsgrades mit Wolken (Bedeckungsgrad kleiner 4/8) erfolgt.

Für die weitere Auswertung werden die meteorologischen Daten der agrarmeteorologischen Station Edesheim¹ verwendet, die sich ebenfalls in einer stark spätfrostgefährdeten Geländelage befindet.

Die Station Edesheim liegt ca. 7.8 km südsüdöstlich des Planungsstandorts (siehe **Grafik 1**).

Für die Station liegen vom Zeitraum April / Mai 2006 - 2018 Messdaten für die Lufttemperatur in 0.2 m ü.G. und 2.0 m ü.G. sowie die Windgeschwindigkeit für die Höhenschicht 2.5 m ü.G. vor. Für den Zeitraum 2016 - 2018 steht auch die beobachtete Windrichtung zur Verfügung.

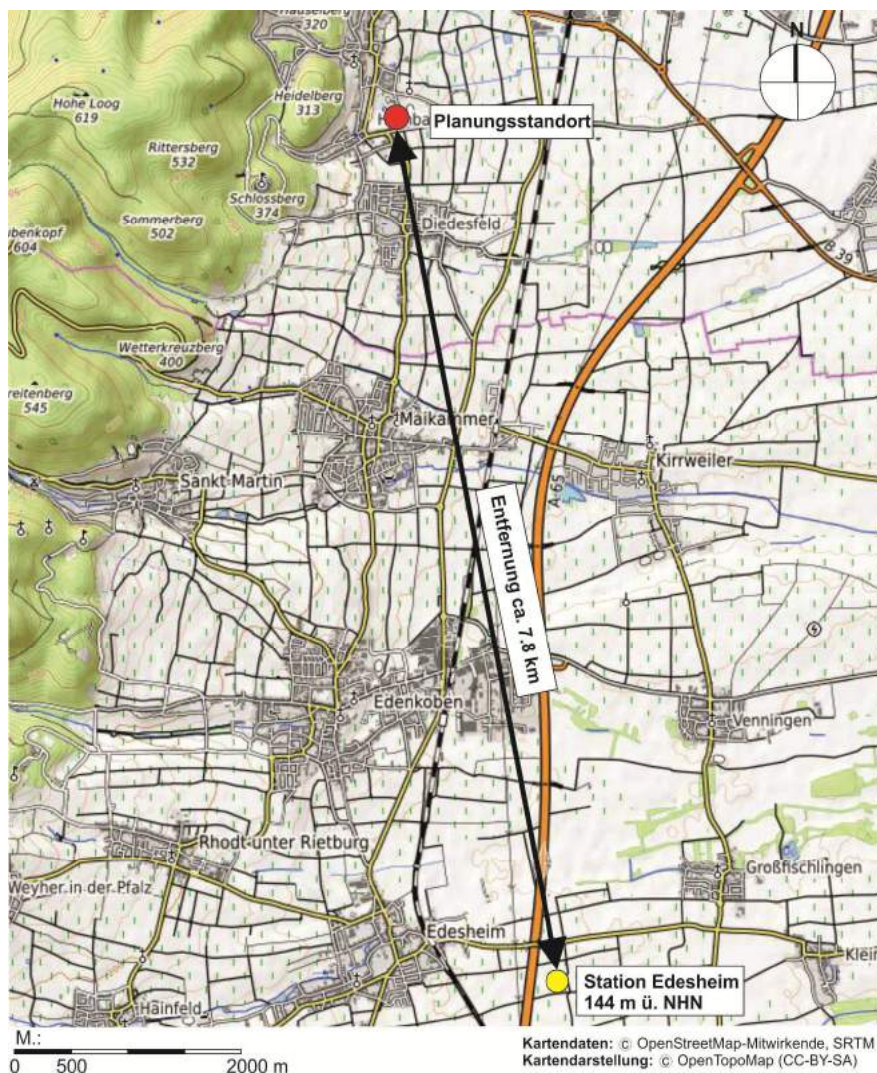
Bei einer Auswertung der Abhängigkeit von beobachteten nächtlichen Minimumtemperaturen unter 0°C von der Windgeschwindigkeit für 2016 - 2018 erkennt man, dass Lufttemperaturen unter dem Gefrierpunkt ausschließlich mit Windgeschwindigkeiten kleiner 0,5 m/s verbunden sind (**Grafik 2**). In lediglich drei Nächten werden Fröste bei Windgeschwindigkeiten von bis zu 1.5 m/s erfasst.

¹ **Datenquelle:**

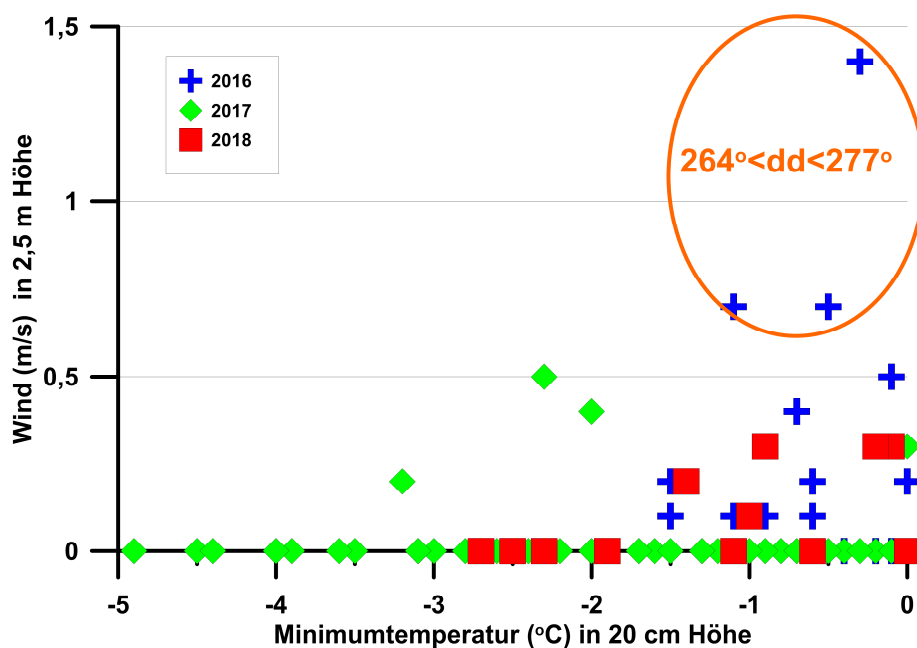
<https://www.am.rlp.de/Internet/AM/NotesAM.nsf/amweb/E2CC4F2CEC9BB85DC1257171002E8A5F?OpenDocument>

Die Windrichtung während dieser drei Situationen ist mit 260 - 280° einheitlich aus Westen und sind den Kaltluftabflüssen vom Haardtgebirge zuzuordnen, das eine Bruchstufe zwischen Pfälzer Wald und Oberrheingraben bildet.

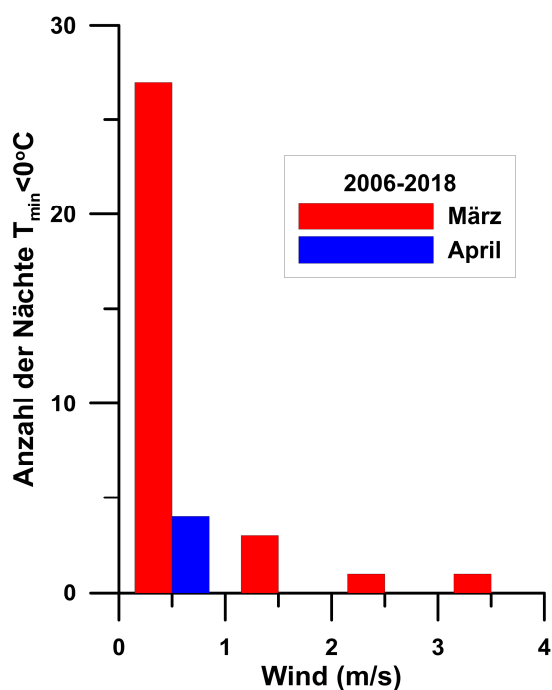
Aufgrund dieser Auswertung wird deutlich, dass niedrige Lufttemperaturen unter 0°C im Untersuchungsgebiet fast ausschließlich bei Schwachwinden auftreten und kaum eine Abhängigkeit von der Windrichtung erkennbar ist. Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnis werden auch die Daten der Jahre 2006 - 2015 der Station Edesheim, für die keine Informationen bezüglich der Windrichtung vorliegen, ausgewertet. Die Anzahl der Tage mit Lufttemperaturen unter dem Gefrierpunkt erreicht im Monat April der Periode 2006 - 2018 einen Wert von 31 Tagen/10 Jahre und für den Monat Mai 4 Tage/10 Jahre (**Grafik 3**).



Grafik 1: Lage der agrarmeteorologischen Messstation Edesheim



Grafik 2: Beobachtete Minimumtemperatur in 0.2 m ü.G. und Windgeschwindigkeit in 2.5 m ü.G. an der Station Edesheim. Zeitraum: April und Mai 2016 – 2018



Grafik 3: Häufigkeit der Minimumtemperatur in 0.2 m ü.G. für verschiedene Windgeschwindigkeiten in 2.5 m ü.G. an der Station Edesheim. Zeitraum: März und April 2006 - 2018

5 Gefährdungsstufen von Spätfrosten

Nach Ende der Winterruhe beginnt die Rebe ihre Wachstumsphase mit dem Austrieb. Während die Pflanze in der Winterzeit durchaus Temperaturen von -15 bis -20°C ohne Schädigungen überstehen kann, genügen im Frühjahr nach Beginn der Vegetationsphase Lufttemperaturen von unter -2°C (= leichte bis mäßig starke Fröste, DWD 1988) um Pflanzenelemente zu schädigen, was zu einer starken Ernteeinbuße im Herbst führen kann. Im Rahmen von Frostkartierungen wird versucht, ein Gelände hinsichtlich der Gefährdung für Spätfroste im Sinne einer Konvention zu klassifizieren, die im Einzelfall aufgrund der angebauten Sorte, der betriebswirtschaftlichen Vorbedingungen und der Erziehungsart durchaus davon abweichen kann. Die dazugehörige Methode des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES einschließlich einer Zoneneinteilung von Frostgefährdungszonen ist in einer Richtlinie beschrieben (DWD 1988, **Grafik 4**). Dabei wird in Strahlungsnächten im Frühjahr die Minimumtemperatur an mehreren Stellen im Gelände in 0.70 m ü.G. gemessen. Die so erhaltenen Temperaturen werden mit einer langjährigen Messreihe einer nahegelegenen Station des Wetterdienstes verknüpft. Daraus lässt sich angehen eine Karte mit der Eintrittswahrscheinlichkeit von Spätfrosten konstruieren. Eine alternative Möglichkeit, um an diese notwendigen Informationen zu gelangen, ist der Einsatz eines mathematisch-physikalischen Modells wie beim DWD (2007) beschrieben.

Gefährdungszone	Schadhäufigkeit	Bedeutung
0	sehr selten	ungefährdet
1	selten in 100 Jahren 1-2 mal	schwach gefährdet
2	häufig in 1 Jahrzehnt 1-2 mal	mäßig gefährdet
3	sehr häufig in 1 Jahrzehnt 3-5 mal	stark gefährdet
4	fast in jedem Jahr	sehr stark gefährdet

Grafik 4: Zusammenstellung von Gefährdungszonen, Schadhäufigkeit und Bedeutung bei der Frostkartierung (DWD, 1988).

In der **Tabelle 1** ist die aus den Beobachtungen ermittelte Häufigkeit des Auftretens von Frösten unterhalb bestimmter Schwellenwerte für die Monate April und Mai für den Zeitraum 2006 - 2018 dargestellt. Die hier angegebenen Zahlen sind Tage pro 10 Jahre. Die 0.70 m Temperatur wird aus den Werten in 0.20 m und in 2.00 m berechnet. Die aufgrund des geplanten Baus des EDEKA-Marktes lokal verursachten und mit dem meteorologischen Modell berechneten Temperaturänderungen können anhand dieser Tabelle direkt in eine Veränderung der Anzahl der Nächte mit modifizierter Spätfrostgefahr (Zu- oder Abnahme) umgerechnet werden (DWD 2002).

$T_{\min}$ °C (1m)	April	Mai		$T_{\min}$ °C (1m)	April	Mai
0,0	31,16	4,14		-2,8	5,85	0,08
-0,1	30,01	3,63		-2,9	5,38	0,00
-0,2	28,91	3,19		-3,0	4,92	0,00
-0,3	27,95	2,80		-3,1	4,38	0,00
-0,4	26,92	2,46		-3,2	4,00	0,00
-0,5	25,92	2,15		-3,3	3,69	0,00
-0,6	24,92	2,00		-3,4	3,31	0,00
-0,7	23,85	1,92		-3,5	3,00	0,00
-0,8	22,85	1,85		-3,6	2,69	0,00
-0,9	21,77	1,69		-3,7	2,38	0,00
-1,0	20,77	1,54		-3,8	2,08	0,00
-1,1	19,69	1,46		-3,9	1,77	0,00
-1,2	18,77	1,38		-4,0	1,46	0,00
-1,3	17,92	1,31		-4,1	1,23	0,00
-1,4	16,85	1,23		-4,2	1,08	0,00
-1,5	15,92	1,15		-4,3	0,85	0,00
-1,6	15,00	1,08		-4,4	0,69	0,00
-1,7	14,08	1,00		-4,5	0,62	0,00
-1,8	13,31	0,92		-4,6	0,54	0,00
-1,9	12,46	0,77		-4,7	0,46	0,00
-2,0	11,77	0,69		-4,8	0,38	0,00
-2,1	10,92	0,62		-4,9	0,31	0,00
-2,2	10,08	0,54		-5,0	0,23	0,00
-2,3	9,23	0,46		-5,1	0,15	0,00
-2,4	8,31	0,38		-5,2	0,08	0,00
-2,5	7,62	0,31		-5,3	0,00	0,00
-2,6	6,92	0,23		-5,4	0,00	0,00
-2,7	6,31	0,15		-5,5	0,00	0,00

Tabelle 1: Anzahl der Tage/10 Jahre mit Tiefsttemperaturen < $T_{\min}$ für die Monate April und Mai. Agrarmeteorologische Station Edesheim 2006 - 2018.

6 Das meteorologische Rechenmodell

6.1 Modellbeschreibung

Die Berechnung der meteorologischen Felder wie Wind und Lufttemperatur erfolgt mit dem dreidimensionalen nicht-hydrostatischen meteorologischen Modell FITNAH (GROß, 1985, 1993, 2002).

Numerische Simulationsmodelle werden in sehr vielen Gebieten der Meteorologie eingesetzt. Die resultierenden Erkenntnisse liefern wichtige Basisinformationen für viele Lebensbereiche. Die Wettervorhersage für die nächsten 1 - 5 Tage wird fast ausschließlich von solchen komplexen und umfangreichen Computernmodellen erstellt. Auch die Erkenntnisse zu den möglichen Veränderungen unseres globalen Klimas in den nächsten Jahrzehnten resultieren aus solchen Rechnungen. Modelle ähnlichen Typs werden auch dazu verwendet, die lokalen und die regionalen Verteilungen der meteorologischen Variablen in der Atmosphäre zu berechnen. Typische Vertreter hierfür sind das hier zum Einsatz kommende Modell FITNAH, aber auch z.B. MUKLIMO des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES. Die o.g. Computernmodelle für die verschiedenen Skalen und Aufgabenstellungen basieren alle auf dem gleichen mathematisch-physikalischen Gleichungssystem. Lediglich im Detail finden sich skalen-spezifische Unterschiede.

FITNAH wird seit mehreren Jahren im Gutachtensektor eingesetzt. Dieses numerische Modell ist für topographisch gegliederte Untersuchungsgebiete mit extrem kleinen horizontalen Maschenweiten konzipiert. Es verfügt über spezielle Rechenschemata, insbesondere auch zur Berücksichtigung von Baumstrukturen und Gebäuden. Es hat seine Leistungsfähigkeit schon vielfach unter Beweis gestellt (z.B. GROß, 1985, 2002).

Das meteorologische Modell wird bei den hier durchgeführten dreidimensionalen Simulationen mit einer horizontalen Maschenweite von 5 m betrieben. Damit können die lokalen Besonderheiten im Untersuchungsraum sowie die Modifikationen der Landschaft aufgrund der geplanten Baumaßnahme detailliert von dem Modell nachgebildet werden. Die vertikale Gitterweite ist nicht äquidistant. In der bodennahen Luftschicht sind die Rechenflächen besonders dicht angeordnet. So liegen die untersten Rechenflächen in Höhen von 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 m, usw. Die Höhe 1 m ü. G. wird nachfolgend für die Auswertung hinsichtlich der Spätfrostgefahr verwendet, da diese Höhe meteorologisch ähnlich der in der Richtlinie des DWD (1988) angegebenen Höhe von 0.70 m ist.

Der Unterschied in der Niveauhöhe der Modellergebnisse kann in Übereinstimmung mit Erkenntnissen des DWD (2007, S. 28) als unerheblich eingestuft werden. Nach oben hin wird der Abstand der Rechenflächen immer größer. Die Modellobergrenze liegt in einer Höhe von 1.500 m über Grund. In dieser Höhe sind die während der Nacht am Erdboden durch Landnutzungsänderungen und Hindernissen (z.B. Neubauten) ausgelösten Störungen abgeklungen.

Die unterschiedlichen Landnutzungen weisen verschiedene Oberflächen- und Bodencharakteristiken auf. Dadurch berechnet sich eine lokal unterschiedliche Bodenoberflächentemperatur, die ihrerseits wiederum von den lokalen atmosphärischen Bedingungen abhängt. Bei der Berechnung der nächtlichen Bodenoberflächentemperatur wird eine Strahlungsbilanzgleichung gelöst, bei der folgende Parameter berücksichtigt werden:

- Bodenwärmestrom Q_B
- turbulenter fühlbarer Wärmestrom Q_H
- turbulenter latenter Wärmestrom Q_V
- atmosphärische Gegenstrahlung Q_G
- langwellige Ausstrahlung der Erdoberfläche Q_L

Der Pflanzenbestand der Rebflächen und der im Untersuchungsgebiet vorhandene hohe Bewuchs (z.B. Randbepflanzung) wird im Modell durch entsprechende Parametrisierungen berücksichtigt, wobei bestandsspezifische Größen wie Pflanzenhöhe, Bestandsdichte und Blattflächenverteilung Eingang in das Modell finden. Damit gelingt es u.a. die Reduzierung der mittleren Geschwindigkeit im Bestand und die Erhöhung der Turbulenz sowie die nächtliche Abkühlung im oberen Bestandsdrittel in Übereinstimmung mit verfügbaren Beobachtungen zu simulieren.

6.2 Geländespezifische Eingangsdaten

Die numerischen Simulationen werden auf einem Rechengitter durchgeführt, dessen horizontale Maschenweiten in beide horizontale Raumrichtungen 5 m betragen. Auf diesem Gitter müssen die lokalen Besonderheiten einer Landschaft beschrieben werden. Zu diesem Zwecke wird ein Raster über das Untersuchungsgebiet gelegt und für jede Rasterzelle der Abmessung 5 m mal 5 m die mittlere Geländehöhe und die in diesem Raster repräsentative Landnutzung ermittelt.

Bei der Landnutzung wird anhand der Informationen aus den verfügbaren Plänen, Luftbildern und der Ortsbesichtigung unterschieden zwischen:

- Siedlung dicht
- Siedlung locker
- Gewerbliche Flächen
- Versiegelte Flächen, Straßen, befestigte Wege
- Feuerwehrhaus, geplanter EDEKA-Markt
- Wald, waldartige Flächen mit hohen Bäumen
- Flächen mit Büschen und Sträucher
- Hausgärten, Kleingärten, Rasen- oder Wiesenflächen mit Einzelbäumen
- Freiland (Wiesen und Ackerflächen)
- Sportflächen
- Rebflächen

Die Oberflächeneigenschaften dieser Landnutzungen werden für die numerischen Simulationen wie folgt spezifiziert (**Abbildung 6**):

1. Siedlungen und gewerbliche Flächen werden als teilweise durchströmbare (poröse) Hindernisse im Modell berücksichtigt (GROß 1989, DWD 2007). Damit gelingt es, die Strömungsverdrängung durch die Baukörper sowie die bremsende Wirkung der Gebäude in Übereinstimmung mit Beobachtungen zu modellieren. Die Gebäudehöhe wird mit durchschnittlich 10 m angenommen.
2. Versiegelte Flächen und Straßen werden als wenig raue Flächen ($z_0 = 0,01$) mit geänderten Bodeneigenschaften angenommen.
3. Die großen Einzelgebäude Feuerwehrhaus und geplanter EDEKA-Markt (Bauhöhe 8 m) werden als nicht durchströmbare Hindernisse angenommen.

4. Bei den berücksichtigten Waldflächen wird ein Stammraum bis 4 m Höhe und einer darüber befindlichen Krone mit einer Blattflächendichte von $0,5\text{m}^2/\text{m}^3$ angenommen. Die Baumhöhe wird mit 20 m festgelegt.
5. Flächen mit Büschen und Sträucher sind sehr raue Oberflächen ($z_o=0,20\text{ m}$)
6. Hausgärten, Kleingärten, Rasen- oder Wiesenflächen mit Einzelbäumen sind Oberflächen mit mittlerer Rauigkeit ($z_o=0,10\text{ m}$)
7. Freiflächen unversiegelt werden als Wiesen mit kurzer Vegetation berücksichtigt (Rauigkeitslänge $z_o=0,03\text{ m}$).
8. Die Bodenparameter der Sportflächen werden so gewählt, dass in den Nachtstunden eine schnelle Abkühlung erfolgen kann.
9. Die Rebflächen sind durch 2 m hohe Rebstöcke mit nur geringer Belaubung charakterisiert.

Im Plan-Zustand (Planungsvarianten 1 und 2) bleibt diese Verteilung bis auf das Gebiet mit dem geplanten EDEKA-Markt erhalten. In der **Abbildung 7** ist die Situation für den Ist-Zustand und für die beiden hier untersuchten Plan-Szenarien für die unmittelbare Umgebung des EDEKA-Marktes gezeigt. Die beiden untersuchten Szenarien unterscheiden sich vorwiegend in der Orientierung des Marktgebäudes, das einmal Nord-Süd ausgerichtet ist und in einer zweiten Variante sich in West-Ost-Richtung orientiert.

Abbildung 8 dokumentiert in einer 3D-Darstellung das den Modellrechnungen zugrunde gelegte digitale Geländemodell in 5 m – Auflösung (DGM_5).

6.3 Meteorologische Eingangsdaten

Die hier durchgeführten Untersuchungen sollen insbesondere folgende Fragen beantworten:

- Sind die verbleibenden Rebflächen in westlicher Nachbarschaft zum Planungsgebiet von einer möglichen zusätzlichen Spätfrostgefährdung betroffen?
- Wie häufig kommt es ggf. für die betroffenen Rebflächen zu einer zusätzlichen Spätfrostgefährdung?

Von besonderer Bedeutung sind Spätfroste, die nach Beginn erster phänologischer Phasen (Austrieb, Blühen,...) im Frühjahr auftreten. Dabei kann es im Weinbau, je nach Entwicklungsstand und Frostempfindlichkeit der Kulturen, zu Schäden bis hin zum Totalverlust der Ernte kommen. Wirtschaftlich von Bedeutung sind insbesondere die Fröste in den Monaten April und Mai.

Nicht alle meteorologische Situationen während dieser Monate sind gleich bedeutsam hinsichtlich der Spätfrostgefahr. Mit besonders niedrigen Lufttemperaturen ist während windschwacher Strahlungsnächten zu rechnen. Diese sind durch einen geringen Bedeckungsgrad mit Wolken und mit niedrigen Windgeschwindigkeiten in Bodennähe charakterisiert. Der geringe Bedeckungsgrad begünstigt eine starke Abkühlung des Erdbodens durch die Wärmeabstrahlung der Oberfläche bei gleichzeitig niedriger atmosphärischer Gegenstrahlung. Geringe Windgeschwindigkeiten verhindern durch die fehlende Turbulenz eine Vermischung der abgekühlten bodennahen Luft mit der wärmeren Umgebungsluft.

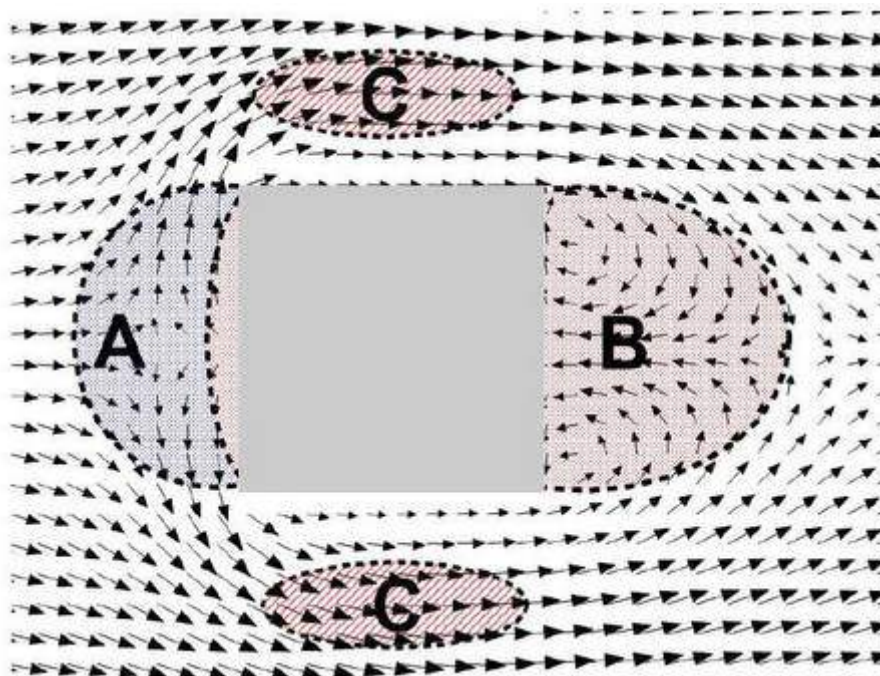
Neben der lokalen nächtlichen Abkühlung begünstigt auch der Transport abgekühlter Luft von den Hängen der Haardt in das Untersuchungsgebiet hinein die Ausbildung niedriger nächtlicher Temperaturen. Während windschwacher Hochdruckwetterlagen, bei autochthoner Witterung, verursachen nächtliche Temperaturunterschiede zwischen der bodennahen Luft am Hang und derjenigen in der gleichen Höhe weiter entfernt davon die Entstehung von Kaltluftabflüssen. Die Intensität und vertikale Mächtigkeit dieses Strömungssystems hängen nicht alleine von den orographischen Gegebenheiten wie Geländeneigung und Länge des Hanges ab, sondern auch von den thermischen und mechanischen Eigenschaften des jeweiligen Untergrundes. Im Einflussbereich von Tälern formieren sich die hangparallelen Kaltluftabflüsse von den Seitenhängen zu Talwinden.

Diese sind vertikal mächtiger und verfrachten die kalte Luft parallel zur Talachse aus dem Tal hinaus.

Bei den hier durchgeführten Untersuchungen wird eine solche autochthone Wetterlage angenommen. Dabei können sich insbesondere die lokalen Besonderheiten der nächtlichen Temperaturverteilung mit recht niedrigen Werten um Sonnenaufgang herum einstellen als auch überlagerte thermische Windsysteme wie Kaltluftabflüsse von den umgebenden Hängen ausbilden. Damit werden die beiden Hauptursachen für niedrige nächtliche Temperaturen bei den numerischen Simulationen berücksichtigt.

7 Ergebnisse der Modellrechnungen

Durch den geplanten Bau des EDEKA-Markts wird örtlich die Landnutzung modifiziert, was charakteristische Veränderungen ausgewählter meteorologischer Parameter in der unmittelbaren Umgebung zur Folge hat. Die zu erwartenden Veränderungen bei Wind- und Temperaturfeld werden in schematischer Weise der Präsentation der Simulationsergebnisse vorangestellt (**Grafik 5**).



Grafik 5: Schematische Darstellung zu den nächtlichen Veränderungen von Wind- und Temperaturfeld im Bereich eines Einzelgebäudes

Der geplante EDEKA-Markt stellt sich der vom Haardtrand abfließenden nächtlichen Kaltluft in den Weg. Die Strömung wird dabei vor dem Baukörper verzögert, was zu einer windberuhigten Zone führt (A). In diesem Staubereich kann sich die nächtliche bodennahe Atmosphäre stärker abkühlen, da die turbulenzbedingte Vermischung mit der in geringer Höhe darüber lagernden wärmeren Luft (nächtliche Bodeninversion) verringert wird. In unmittelbarer Wandnähe kann es auch durch die Bildung eines Luvwirbels mit abwärts gerichteter Strömung zu einer leichten Temperaturerhöhung kommen. Die Länge des Staubereiches hängt von der Gebäudegeometrie, der Windgeschwindigkeit und den Hindernisstrukturen auf dem Weg der Kaltluft bis zum geplanten EDEKA-Marktgebäude ab.

Auch hinter dem geplanten Baukörper wird die Strömung verzögert (B). Aufgrund der modifizierten Bodeneigenschaften mit starker Versiegelung und Verdichtung des Untergrundes und der anthropogenen Wärmeabgabe ist hier allerdings mit einer leichten Erwärmung zu rechnen. Diese etwas wärmere Luft wird mit der Luftströmung in die angrenzenden Bereiche geführt und vermindert die ansonsten stärkere Abkühlung.

Der im Luv-Bereich des geplanten EDEKA-Markts verzögerte Anteil der Strömung wird mit etwas höherer Windgeschwindigkeit an den Seiten vorbeigeführt (Umströmungseffekt, C). Dadurch wird die Turbulenz erhöht, was zu einer etwas intensiveren Vermischung mit der in der Höhe lagernden wärmeren Luft führt. In diesen Flankenbereichen kann daher nach Realisierung des EDEKA-Markts mit leicht höheren Temperaturen gerechnet werden, die dann auch mit dem vorhandenen Wind in die Umgebung verfrachtet werden.

Die hier beschriebenen charakteristischen Veränderungen von Wind- und Temperaturfeld lassen sich in den nunmehr folgenden Simulationsergebnissen in lokal modifizierter Form wieder finden.

Die numerischen Simulationen werden am Abend nach Sonnenuntergang gestartet und bis Sonnenaufgang des Folgetages durchgeführt. In den Nachtstunden kühlt der Erdboden immer weiter ab und erreicht etwa um Sonnenaufgang das Temperaturminimum. Während der gesamten Zeit entwickeln sich an den Abhängen der Haardt nächtliche Kaltluftabflüsse die in Richtung der tiefergelegenen Geländeteile strömen. Aufgrund der räumlich stark differenzierten Landnutzung und der Geländehöhe kühlt sich die Luft am Boden und damit auch in der darüber liegenden bodennahen Luftschichten unterschiedlich stark ab. Der Betrag der lokalen Abkühlung wird bei ansonsten gleicher Landnutzung gerade auch durch die dort vorhandene Windgeschwindigkeit bestimmt.

Ein höherer Wert bedingt eine etwas kräftigere turbulente Vermischung mit der darüber lagernden, etwas wärmeren Luft. Der Erdboden kühlt sich in einem solchen Falle nicht so stark ab wie in Gebieten, in denen der Wind nur schwach ist.

Von besonderem Interesse für das Problem von Spätfrosten ist der nächtliche Strahlungshaushalt. Insbesondere bestimmen der turbulente fühlbare Wärmestrom Q_H , die effektive Ausstrahlung (Differenz zwischen langwelliger Ausstrahlung Q_L des Erdbodens und der langwelligen Gegenstrahlung der Atmosphäre) und der Bodenwärmestrom Q_B die Temperaturentwicklung im Laufe der Nacht.

Über unbewachsenem Boden oder ackerbaulich genutzten Flächen mit niedriger Vegetation kann während der Nachtstunden der Erdboden kräftig ausstrahlen und verliert dadurch einen Großteil der gespeicherten Wärme. Aufgrund der sich ausbildenden bodennahen Inversion (Temperaturzunahme mit der Höhe) kann über eine turbulente Vermischung (durch Q_H) die in der Höhe vorhandene wärmere Luft zum Boden hin gemischt werden und somit einen Teil des Energieverlustes durch die langwellige Ausstrahlung kompensieren. Üblicherweise ist Q_L größer als $Q_H + Q_B$ und so kühlen sich die unbewachsenen Flächen im Laufe der Nacht kräftig ab. Die Abhängigkeit hängt aber stark von der Windgeschwindigkeit ab. Je niedriger die Geschwindigkeit, umso geringer ist Q_H und umso deutlicher kühlt sich der Erdboden ab. Örtlich vorhandene niedrige Windgeschwindigkeiten sind somit mit einem lokal erhöhten Frostrisiko verbunden.

Die für den Ist-Zustand berechnete bodennahe Lufttemperatur ($z = 1 \text{ m ü.Gr.}$) ist in den **Abbildungen 9.1** und **9.2** zusammen mit einem Ausschnitt für die unmittelbare Umgebung des Plangebiets dokumentiert. Die berechneten Lufttemperaturen zeigen für die hier zu Grunde gelegten Rahmenbedingungen für eine autochthone Wetterlage eine Bandbreite von etwa -4.5°C bis $+4.5^\circ\text{C}$. Während über den Freiland- / Grünlandflächen Temperaturen knapp unter dem Gefrierpunkt auftreten, liegt die Temperatur innerhalb der Rebflächen um etwa 1.0°C höher. Auf dem Sportgelände mit der relativ schlechten Wärmeleitfähigkeit im Erdboden gehen die nächtlichen Tiefsttemperaturen noch weiter zurück. Als wärmste Gebiet treten die verdichteten Verkehrsflächen und die Ortsbebauung hervor. Hier werden nächtliche Minimumtemperaturen von über 2.0°C simuliert. Auch die bewaldeten Hänge der Haardt kühlen sich nicht so stark ab. Das Kronendach schützt den Erdboden und damit auch die bodennahe Waldatmosphäre vor einer zu starken Abkühlung. Erst mit zunehmender Geländehöhe nimmt die Temperatur deutlich ab.

Die während der Nachtstunden abgekühlten bodennahen Luftmassen fließen von den geneigten Hängen in Richtung zu den tiefer gelegenen Geländeteilen. Diese nächtlichen Kaltluftabflüsse in 2 m ü.Gr. sind ebenfalls in der **Abbildung 9.1** in Form von Windpfeilen gezeigt, wobei der besseren Übersichtlichkeit wegen, nur etwa jede 25. Windinformation dargestellt ist.

Die Länge eines Pfeils ist dabei ein Maß für die Horizontalgeschwindigkeit, während die Orientierung die Windrichtung angibt. Die Pfeilspitze zeigt in die Richtung, in die der Wind weht. Windpfeile, bei denen die Windgeschwindigkeit geringer als 0.2 m/s ist, werden nicht dargestellt.

Aufgrund der Geländestruktur im Untersuchungsgebiet erfolgt ein Abfließen der Kaltluft vorwiegend von West nach Ost. Besonders stark sind die Kaltluftabflüsse an den nach Osten zur Weinstraße hin abfallenden Hängen der Haardt, da hier signifikante Hangneigungen und eine relativ lange Laufstrecke für die abfließende Luft vorhanden sind. Innerhalb des Stammraumes der Wälder auf den höher gelegenen Geländeteilen ist die Windgeschwindigkeit geringer, da hier die Vielzahl der Bewuchselemente das Abfließen in der betrachteten Höhe über Grund behindert.

Bei einem vorhandenen Baumbestand schützt das Kronendach den darunter befindlichen Erdboden vor einer zu starken Auskühlung während der Nacht. Gleichzeitig ist nun aber das obere Kronendrittel die Hauptenergieumsatzfläche und hier findet die größte Abkühlung statt. Damit kühlt sich auch die Luft über dem Bestand ab, ist dann kälter als die Luft in der gleichen Höhe in der Atmosphäre und daher bilden sich auch über den Waldbeständen Kaltluftabflüsse aus. Diese sind vertikal etwas mächtiger als über den landwirtschaftlichen Flächen, allerdings sind die Windgeschwindigkeiten nicht gar so hoch und die abfließende Luft nicht so kalt. Die Literatur zu den charakteristischen Unterschieden von Kaltluftabflüssen an bewaldeten und an unbewaldeten Hängen ist bei GROß (1993) zusammengestellt.

In Tälern bilden sich an den beiden gegenüberliegenden Hängen jeweils eigene Kaltluftabflüsse aus. Die nunmehr von beiden Seiten in das Tal abfließenden Luftmassen formieren sich zu einem Talwind, der bei geringer Geländeneigung entlang der Talachse zum Talausgang fließt. Beispiele hierfür sind die Taleinschnitte zwischen Hambacher Schloß und Heidelberg sowie zwischen Häuselberg und Heidelberg (Kanzgraben).

Gut ausgebildete nächtliche Kaltluftabflüsse vom Heidelberg strömen über die Wohnbebauung in der Weinstraße und über die Dammstraße in Richtung des Plangebiets. Dort bestimmen westliche Kaltluftbewegungen das Strömungsgeschehen.

Die gleichen Berechnungen wurden auch für die beiden Planungsvarianten 1 und 2 mit Berücksichtigung des EDEKA-Markts und den Modifikationen der Landnutzung (z.B. Parkplätze) durchgeführt.

Da sich die simulierten Veränderungen bei Wind und Temperatur nur auf die unmittelbare Umgebung des Plangebietes beschränken, werden in der Folge die Ergebnisse nur für diesen Teil dargestellt. Die numerischen Berechnungen für die beiden Planvarianten wurden aber für das gesamte in der **Abbildung 9.1** gezeigte Simulationsgebiet durchgeführt.

Bei der Planungsvariante 1 ist das Gebäude des EDEKA-Markts in etwa Nord-Süd orientiert. Dadurch stellt sich dieser Bau der ankommenden Kaltluftströmung aus Westen sehr kompakt in den Weg (**Abbildungen 10.1** und **10.2**). Die herangeführte Luftmasse wird im Luv verzögert und mit leicht erhöhten Geschwindigkeiten um das Gebäude herumgeführt. Durch dieses modifizierte Strömungsfeld wird auch die Temperaturverteilung im nahen Umfeld der geplanten Baumaßnahme verändert.

Detaillierter sind die berechneten Veränderungen in einer Differenzenkarte Plan-Zustand – Ist-Zustand zu erkennen (**Abbildungen 11.1** und **11.2**). Die Veränderungen beim Wind sind sehr deutlich mit Verzögerungen von bis zu 0.5 m/s vor dem Gebäude und einer Verstärkung an den Flanken von etwas mehr als 0.5 m/s. Insbesondere wird die Luftströmung auf der verbleibenden Rebfläche im Westen des EDEKA-Markts generell verzögert. Neben dem Staubereich vor dem geplanten Bau wird die ankommende Strömung auch in der Nordwestecke gegenüber dem Wohnmobilstellplatz an der Dammstraße stärker reduziert. Aus diesen Veränderungen im Windfeld resultiert auch eine modifizierte Temperaturverteilung. In Gebieten mit abgeschwächtem Wind ist in der Regel eine Temperaturniedrigung zu finden, während eine Strömungsverstärkung mit einer Erwärmung einher geht. Die Gründe für diesen engen Zusammenhang wurden zu Beginn des Abschnittes dargelegt (siehe auch **Grafik 6**).

Bei einer West-Ost Ausrichtung des EDEKA-Markts entsprechend der Planungsvariante 2 erfolgt ebenfalls eine Veränderung bei Wind und Temperatur, die aber vom Betrag her geringer ausfallen (**Abbildungen 12.1** und **12.2**). Während die ankommende Kaltluftströmung von den Hangzonen der Haardt im Süden des geplanten Baus fast ungehindert über den Parkplatz abfließen kann, wird sie weiter nördlich im Luv erneut aufgestaut.

Aufgrund der veränderten Anordnung des Baus bietet dieser nun eine geringere Angriffsfläche und damit sind auch die Auswirkungen nicht so stark wie bei der Planungsvariante 1. Auf den verbleibenden Rebflächen im Gewann Im Brühl ist ein geringeres Areal von einer Kaltluftabflussverzögerungen betroffen. Die Reduzierung der Kaltluftfließgeschwindigkeit im nordwestlichen Bereich fällt ebenfalls schwächer aus. Daraus resultieren unmittelbar auch geringer ausgeprägte Effekte bei der Lufttemperaturverteilung als bei der Planungsvariante 1.

Für beide Plan-Varianten zeigt sich:

- Die Veränderungen bei Wind und Temperatur bleiben auf die unmittelbare Umgebung des geplanten EDEKA-Markts beschränkt.
- Eine Beeinflussung von Wind und Temperatur kann für die verbleibenden Rebflächen im Westen festgestellt werden.
- Die Rebflächen im Osten des geplanten Marktes bleiben bei autochthonen Wetterlagen unbeeinflusst.

Die simulierten Temperaturänderungen auf den verbleibenden Rebflächen können mit Hilfe der in der **Tabelle 1** angegebenen Tage mit Unterschreitung von Schwellenwerten für die nächtliche Minimumtemperatur in eine Veränderung bei der Häufigkeit des Auftretens von Frösten umgerechnet werden. Dabei werden die aus den Beobachtungen an der Station Edesheim abgeleiteten Häufigkeiten als repräsentativ für die heutige Situation am Standort angenommen. Als Schwellenwert wird eine Minimumtemperatur von -2°C betrachtet, die in den Monaten April und Mai entsprechend diesen Auswertungen an etwa 11.8 bzw. 0.7 Tagen / 10 Jahre erreicht und unterschritten wird.

Die Ergebnisse sind in den **Abbildungen 14.1/14.2 und 15.1/15.2** für die beiden Planungsvarianten dargestellt.

In einem schmalen Streifen im Nordwesten der Rebflächen im Gewann Im Brühl wird der größte lokale Wert einer zusätzlichen Spätfrostgefährdung simuliert. Für Planungsvariante 1 werden für den Monat April bis zu 4.8 Tage/ 10 Jahre und für Variante 2 bis zu 2.4 Tage/ 10 Jahre berechnet. Für den Monat Mai sind die entsprechenden Werte mit 0.5 bzw. 0.3 Tage/ 10 Jahre deutlich geringer.

Diese vergleichsweise hohen Werte werden nicht auf der gesamten Fläche, sondern nur in eng begrenzten Bereichen ermittelt. Eine detaillierte Auswertung für die Größe der Flächen mit einer zusätzlichen Spätfrostgefahr in unterschiedlicher Ausprägung ist in der **Tabelle 2** dargestellt. Die Zahlen geben den prozentualen Anteil der Betroffenheit auf den verbleibenden Rebflächen an.

Zusätzliche Spätfrostgefahr in Tage/ 10 Jahre		Betroffene Fläche in % der Gesamtfläche	
April	Mai	Plan-Variante 1	Plan-Variante 2
>1	>0,1	32	15
>2	>0,2	18	4
>3	>0,3	11	1
>4	>0,4	6	0
>5	>0,5	1	0

Tabelle 2: Betroffene Rebflächen (in % der Gesamtfläche) mit einer zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tage/10 Jahre

8 Gesamtbewertung der Ergebnisse

Durch den geplanten Bau des EDEKA-Markts in Hambach kann es in der Umgebung der Baumaßnahme zu einer veränderten Spätfrostgefährdung im Bereich der nächstgelegenen Rebflächen kommen. Aus diesem Grunde wurden Untersuchungen für den heutigen Zustand und für zwei Planungsvarianten durchgeführt, die zu folgenden Fragen Antworten liefern:

- Sind die verbleibenden Rebflächen in westlicher Nachbarschaft zum Planungsgebiet von einer möglichen zusätzlichen Spätfrostgefährdung betroffen?
- Wie häufig kommt es ggf. für die betroffenen Rebflächen zu einer zusätzlichen Spätfrostgefährdung?

Das methodisch geeignete Werkzeug zur Klärung dieser Frage ist ein meteorologisches Modell. Das hier zum Einsatz gelangte Modell FITNAH wird seit vielen Jahren im Gutachtensektor gerade für solche Fragestellungen eingesetzt und hat seine Leistungsfähigkeit vielfach unter Beweis gestellt.

Für ausgewählte Wetterlagen, bei denen sich lokal niedrige Temperaturen ausbilden können und bei denen mit einem Einfluss der geplanten Baumaßnahmen auf ausgewählte Aspekte des lokalen Klimas gerechnet werden kann, wurden numerische Simulationen jeweils für den Ist-Zustand und für zwei vorgegebene Planungsvarianten durchgeführt. Anhand des Vergleichs der für diese unterschiedlichen Szenarien erzielten Resultate können die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen auf die dadurch bedingte Veränderung der Spätfrostgefährdung abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse der numerischen Simulationen zeigen Veränderungen der Spätfrostgefahr für die unmittelbare Umgebung der geplanten Baumaßnahmen. Neben der Abgrenzung der Flächen und dem Betrag der möglichen Temperaturänderung kann auch die Veränderung für eine Spätfrostgefährdung abgeschätzt werden.

Aus klimaökologischer Sicht ist die Planungsvariante 2 mit einer West-Ost Orientierung des geplanten Einkaufsmarktes die günstigere Variante, da die Auswirkungen auf die Spätfrostgefährdung der westlich angrenzenden Rebflächen deutlich geringer ausfallen.

Rinteln, den 08. Mai 2019

Mannheim, den 08. Mai 2019



Prof. Dr. Günter Groß

Von der Industrie- und Handelskammer Hannover
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Immissionsfragen, Kleinklima



Dipl.-Geogr. Achim Burst

ÖKOPLANA
Klimaökologie – Lufthygiene - Umweltplanung

Quellen / weiterführende Literatur

DWD (DEUTSCHER WETTERDIENST) 1988: Richtlinien für die Kartierung der Kaltluftgefährdung (spez. Frostgefährdung) durch Dienststellen des Deutschen Wetterdienstes. Stand: 4.88. Deutscher Wetterdienst, Offenbach.

DWD (DEUTSCHER WETTERDIENST) 2002: Die zusätzliche Spätfrostgefährdung im Zusammenhang mit dem geplanten Bau des 2. Bauabschnittes der BAB A26 zwischen Horneburg und Buxtehude. DWD, Regionales Gutachtenbüro Hamburg.

DWD (DEUTSCHER WETTERDIENST) 2007: Amtliches Gutachten zur zusätzlichen Frostgefährdung der Rebflächen durch die geplante B 271 neu im Bereich der Ortsumgehung Kirchheim a.d.Weinstraße. DWD, Klima- und Umweltberatung, Offenbach.

GROß, G. 1985: Numerische Simulationen nächtlicher Kaltluftabflüsse und Tiefsttemperaturen in einem Moselseitental, Meteorol. Rdsch., 38, 161-171.

GROß, G. 1993: Numerical Simulation of Canopy Flows. Springer Verlag, Heidelberg.

GROß, G. 2002: The exploration of boundary layer phenomena using a nonhydro-static mesoscale model. Meteorol. Zeitschrift, 11, 295-302.

GROß, G. ; ÖKOPLANA (2013): Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung, Ausbau der B 271 Streckenabschnitt Bau km 11+150 bei Bad Dürkheim LBM Worms bis Bau km 16+090 südlich von Herxheim a. B. Im Auftrag von: LBM Worms. Rinteln/Mannheim.

LÄHNE, W. (2017): Die Spätfrostereignisse zwischen dem 19. April und 10. Mai 2017 aus klimatologischer Sicht. In: Pollichia-Kurier 33 (3) – 2017.

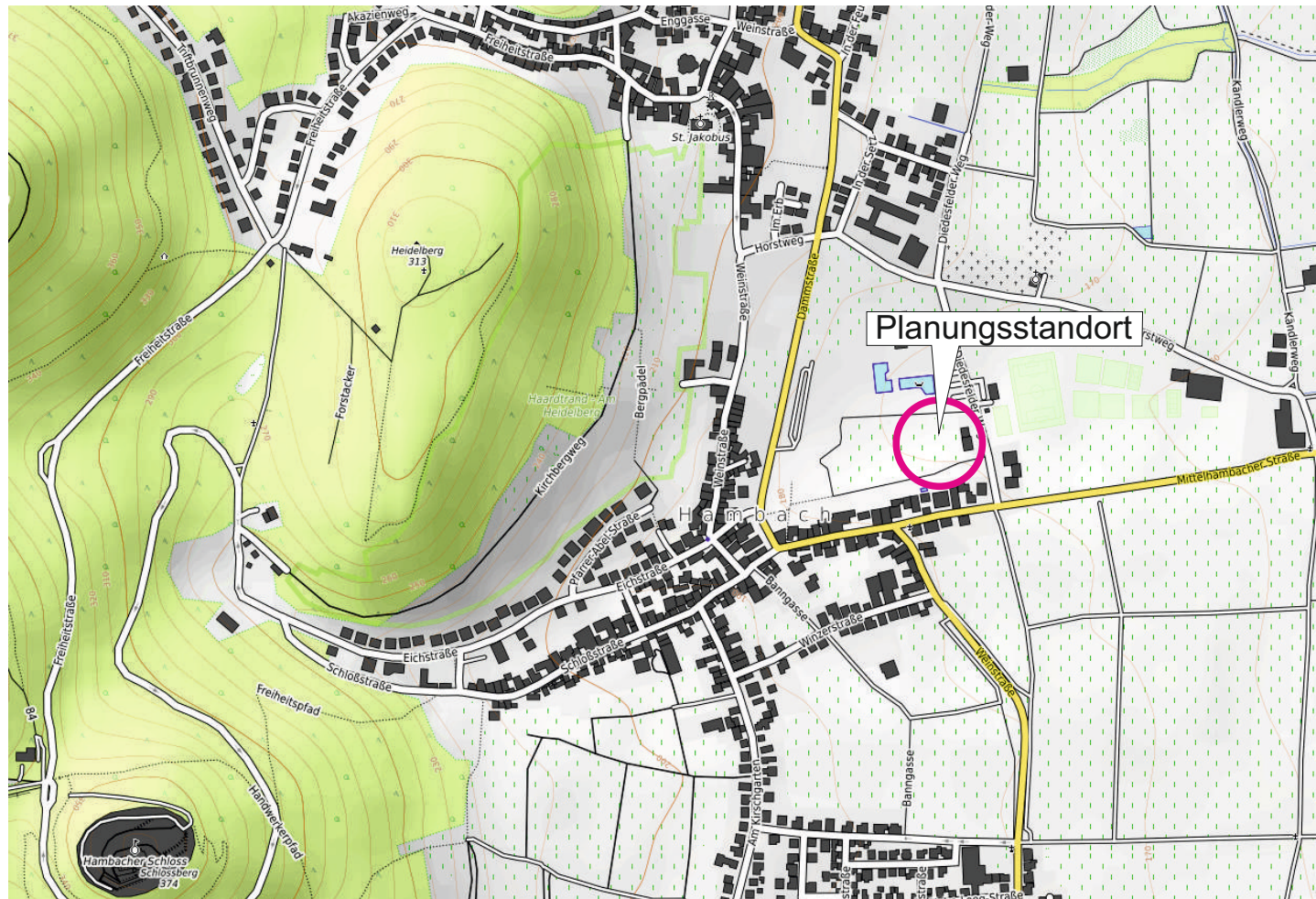
ÖKOPLANA 2005: Landschaftsprogramm Rheinland-Pfalz – Teilbeitrag Klima. Auftraggeber: Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz vertreten durch die SGD-Süd. Mannheim.

ÖKOPLANA 2017: Klimaexpertise zur möglichen Zunahme der Spätfrostgefährdung von Rebanlagen entlang der L 542 (km 2+000 bis 3+100) zwischen Essingen und Großfischlingen durch eine geringe Fahrbahnanhebung. Im Auftrag von: LBM Speyer. Mannheim.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003): VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2017): VDI 3783, Bl. 7. Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder. Düsseldorf.

Abb. 1 Lage des Planungsstandorts im Ortsgebiet von Hambach



Projekt:
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach

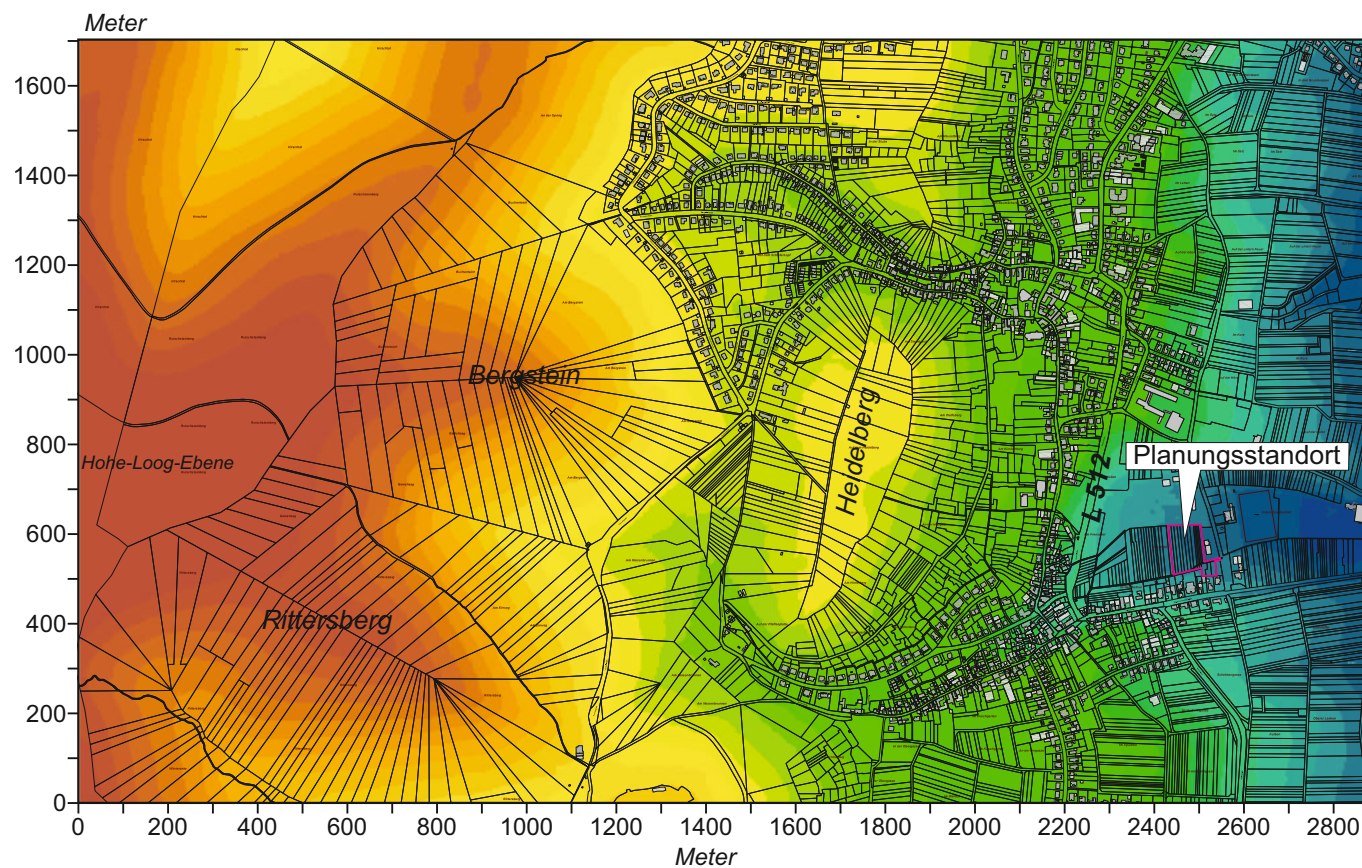


M.:
0 100 400 m

Kartendaten: © OpenStreetMap-Mitwirkende, SRTM /
Kartendarstellung: © OpenTopoMap (CC-BY-SA)

Prof. Dr. Günter Groß - ÖKOPLANA

Abb. 2 Topografische Lagesituation am Planungsstandort und in dessen Umfeld



Geländehöhe in m ü.NHN

- 157
- 158 - 160
- 161 - 163
- 164 - 166
- 167 - 169
- 170 - 172
- 173 - 175
- 176 - 178
- 179 - 181
- 182 - 184
- 185 - 187
- 188 - 190
- 191 - 210
- 211 - 230
- 231 - 250
- 251 - 270
- 271 - 290
- 291 - 310
- 311 - 330
- 331 - 350
- 351 - 370
- 371 - 390
- 391 - 410
- 411 - 430
- 431 - 450
- 451 - 470
- 471 - 490
- 491 - 510
- 511 - 530
- 531 - 600

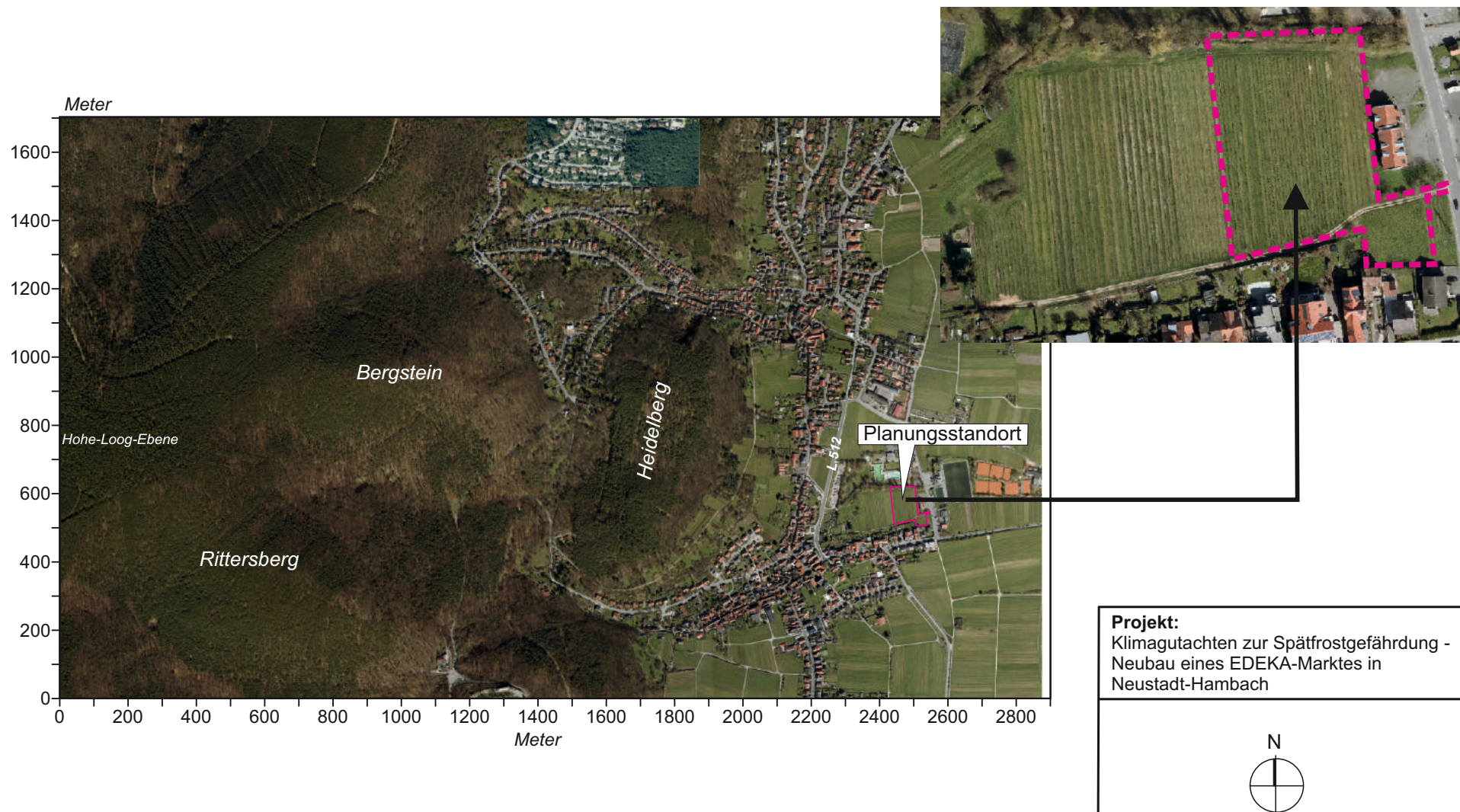
Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach



Kartengrundlage und Reliefdaten:
Stadt Neustadt a.d.W. / Landesamt für
Vermessung und Geobasisinformation
Rheinland-Pfalz

Abb. 3 Luftbild vom Planungsstandort und von dessen Umfeld



Luftbild: Stadt Neustadt a.d.W.

Abb. 4 Planungsstandort und dessen Umfeld - fotografische Dokumentation



**Südrand des Planungsstandorts
Blickrichtung nach Westen**



**Südrand des Planungsstandorts
Blickrichtung nach Nordwesten**



**Blick auf den Planungsstandort, Feuerwache
Blickrichtung nach Ostnordosten**



**Blick auf den Planungsstandort, Feuerwache
Blickrichtung nach Nordosten**

Fotos: ÖKOPLANA 2018

Projekt:
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach

Abb. 5.1 Planungsvariante 1 mit Sickermulde



Grafik:

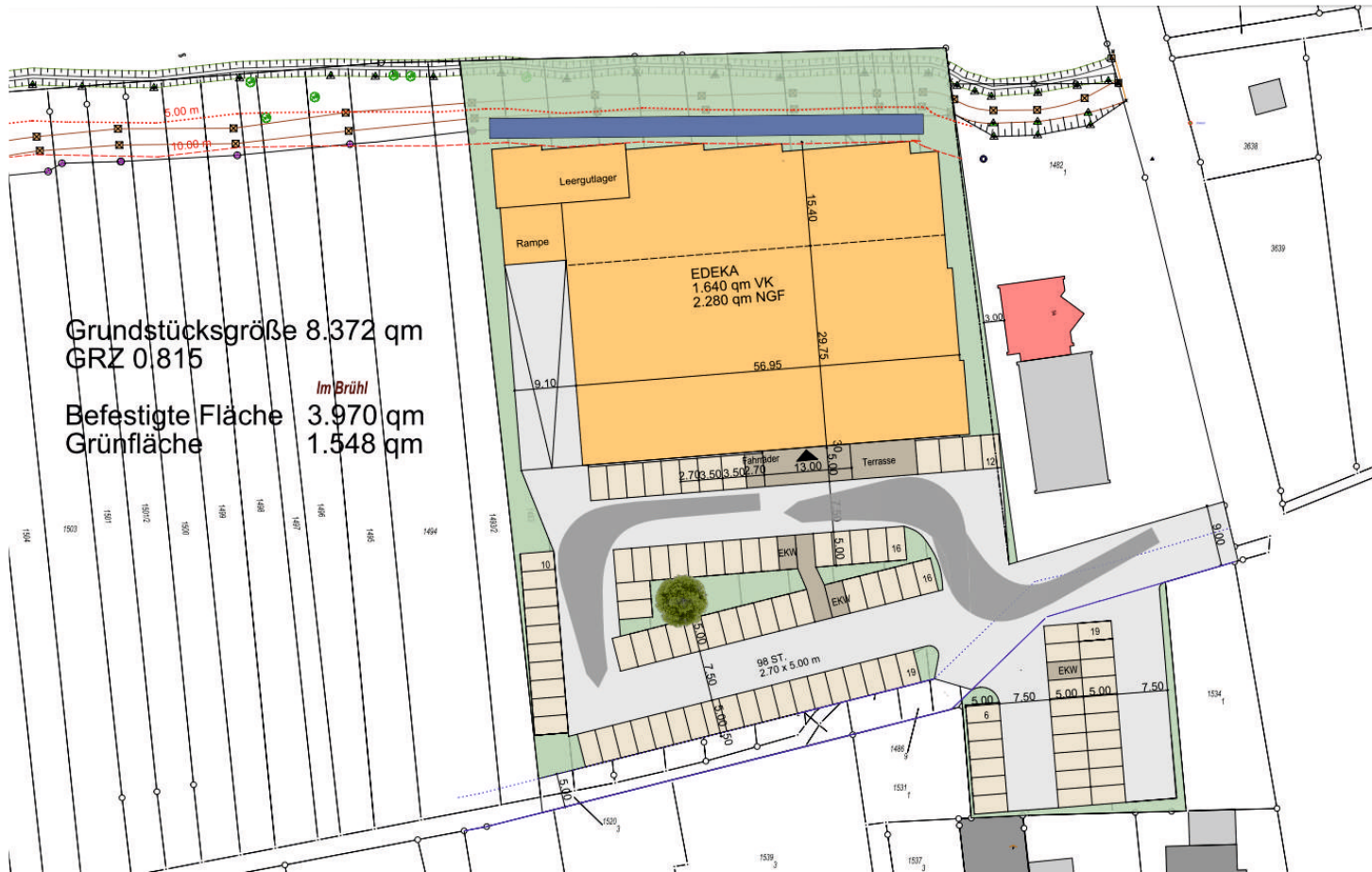
GWO Geschäftsführungs GmbH,
Weinheim

Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach



Abb. 5.2 Planungsvariante 2 quer mit Sickermulde



Grafik:

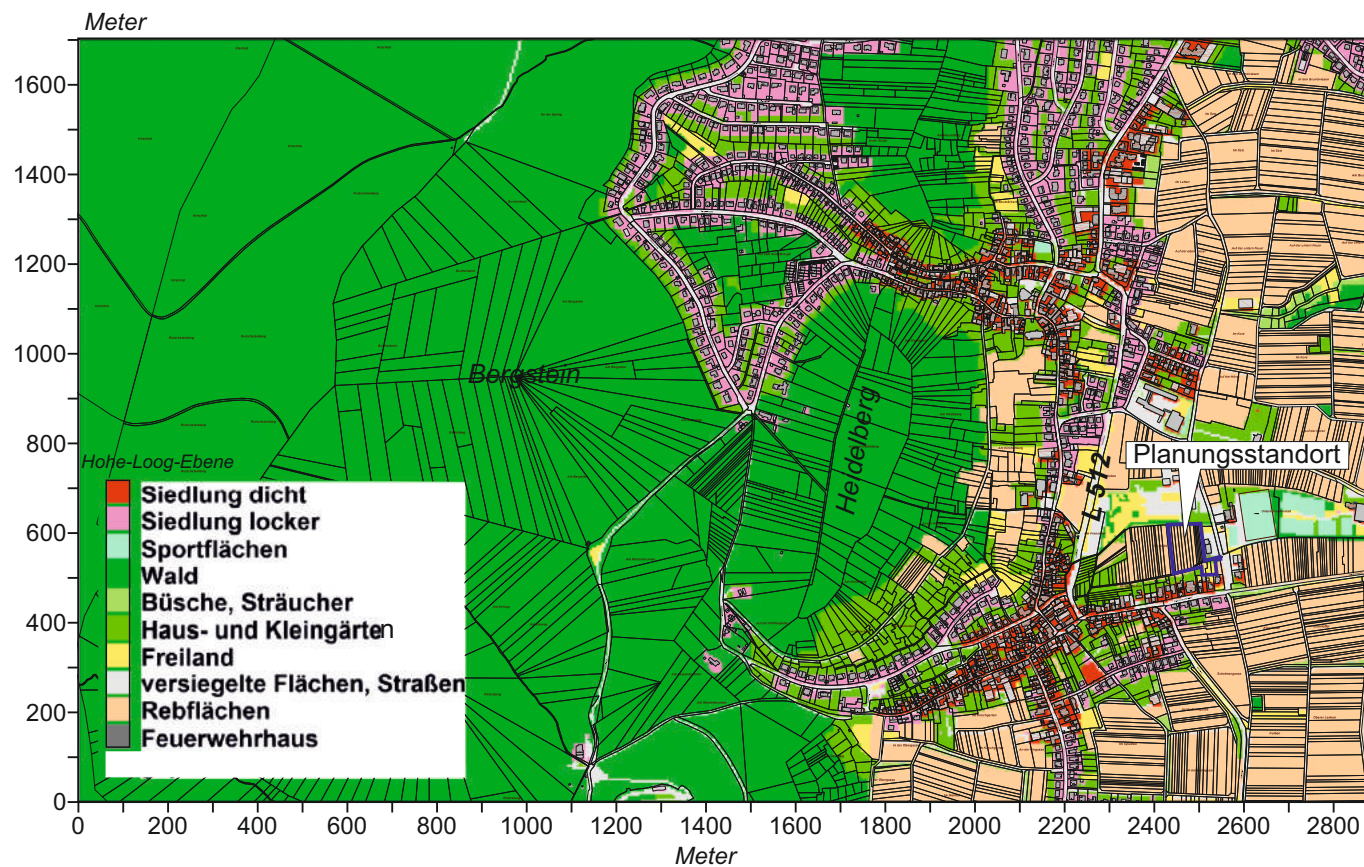
GWO Geschäftsführungs GmbH,
Weinheim

Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach



Abb. 6 Räumliche Verteilung der Landnutzung im Modellgebiet für den Ist-Zustand



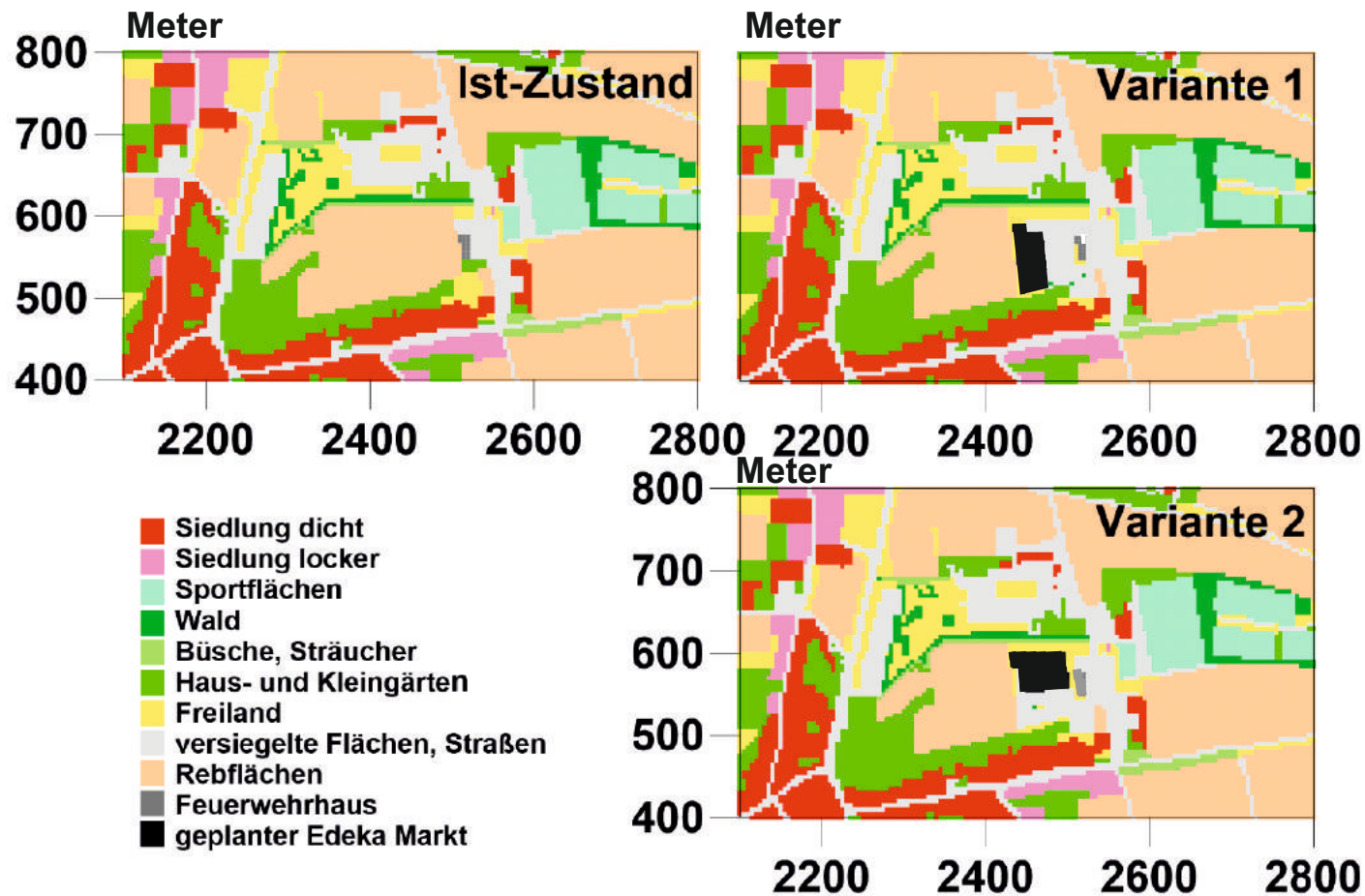
Kartengrundlage: Stadt Neustadt a.d.W.

Projekt:
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach



Prof. Dr. Günter Groß - ÖKOPLANA

Abb. 7 Räumliche Verteilung der Landnutzung für den Ist-Zustand und die Planungsvarianten 1 und 2, Ausschnitt aus dem Gesamtuntersuchungsgebiet



Projekt:
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach

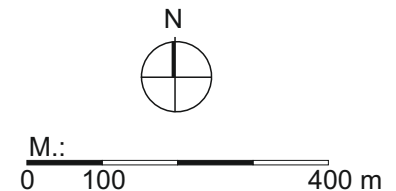


Abb. 8 3D-Reliefmodell auf Basis eines DGM_5

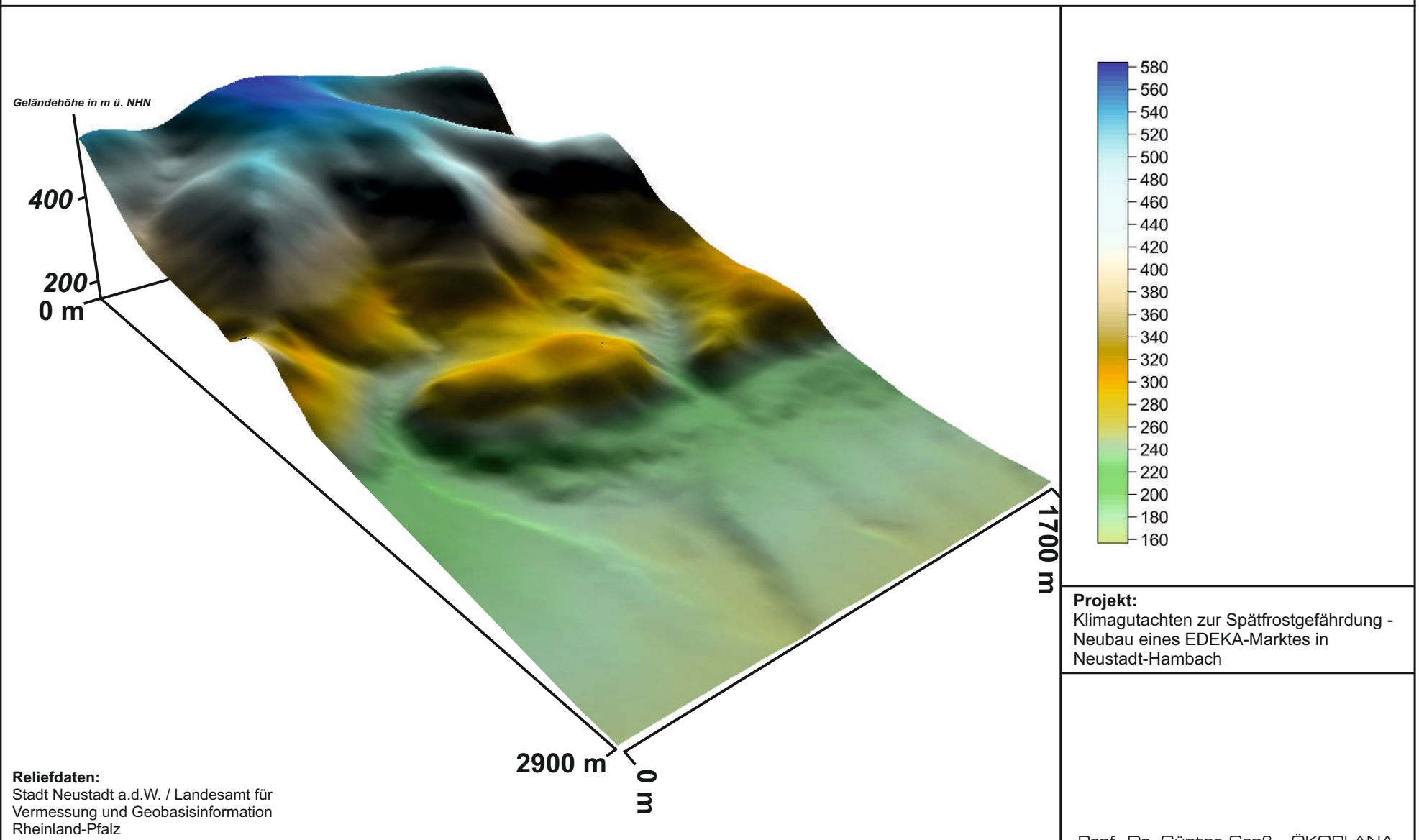
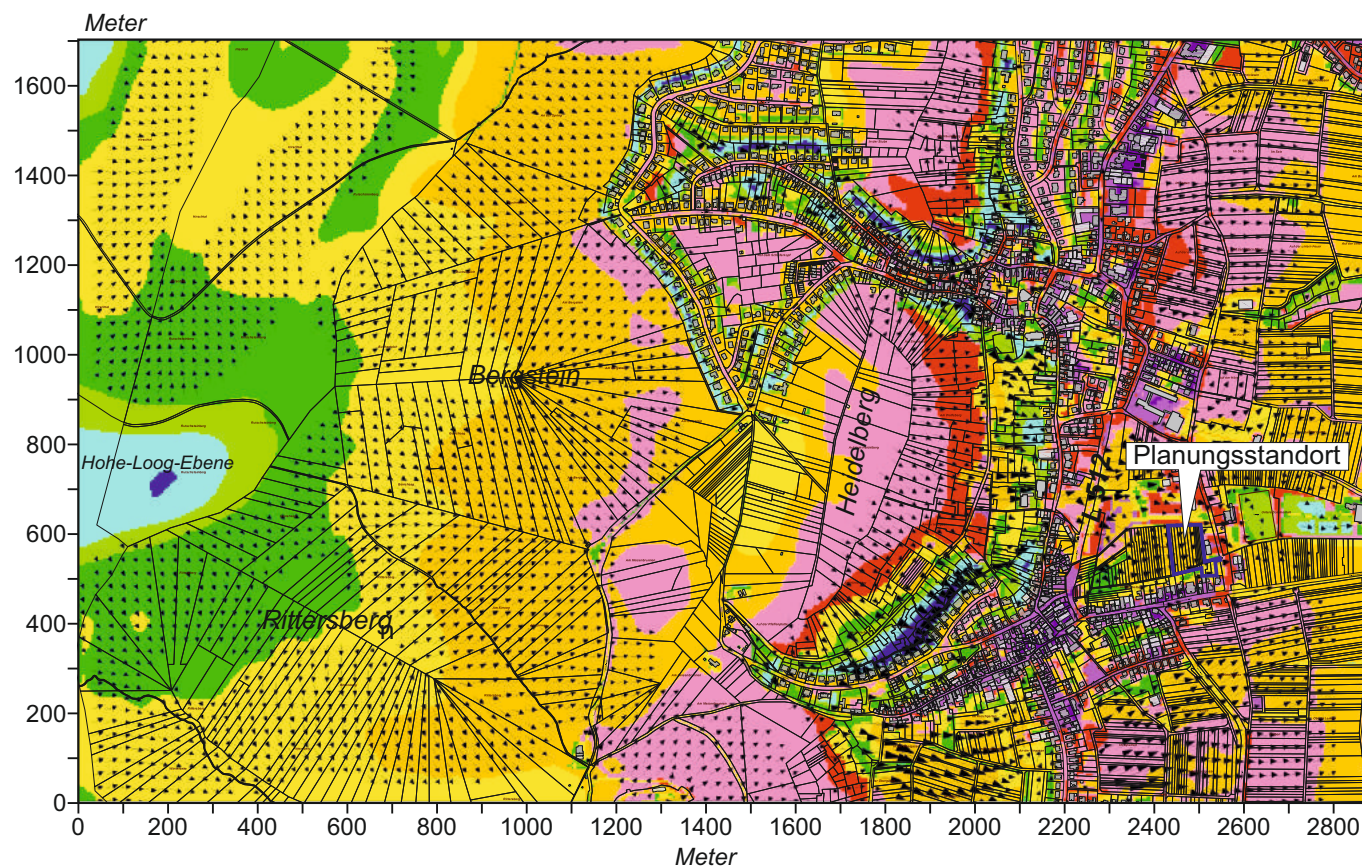


Abb. 9.1 Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. und der Windrichtung in der Höhenschicht 2 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang für den Ist-Zustand



Lufttemperatur in °C

- 6.0 bis -3.2
- 3.2 bis -2.4
- 2.4 bis -1.6
- 1.6 bis -0.8
- 0.8 bis 0.0
- 0.0 bis 0.8
- 0.8 bis 1.6
- 1.6 bis 2.4
- 2.4 bis 3.2
- 3.2 bis 6.0

→ Windvektoren

Projekt:

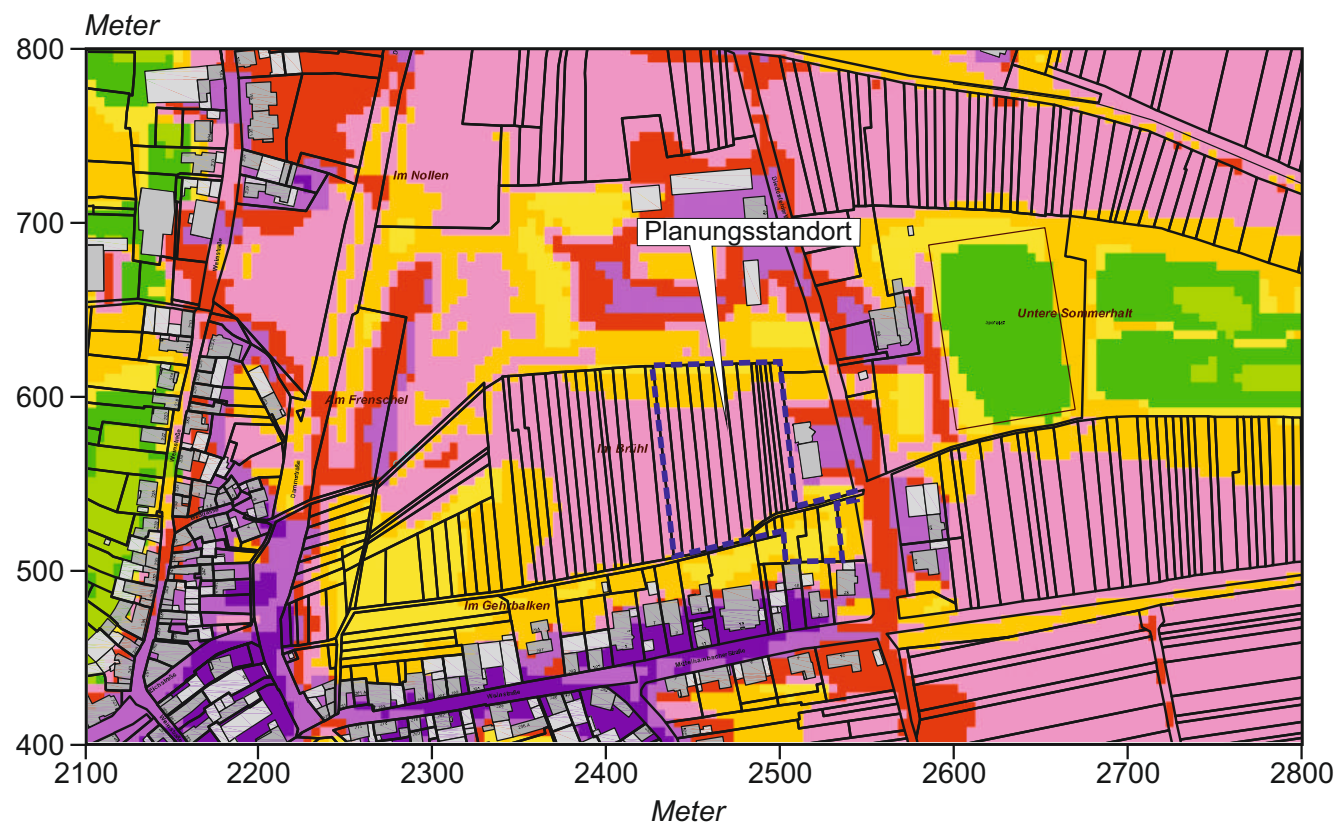
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach



Kartengrundlage: Stadt Neustadt a.d.W.

Prof. Dr. Günter Groß - ÖKOPLANA

Abb. 9.2 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höhengschicht 1.0 m ü.G.
kurz vor Sonnenaufgang für den Ist-Zustand



Lufttemperatur in °C

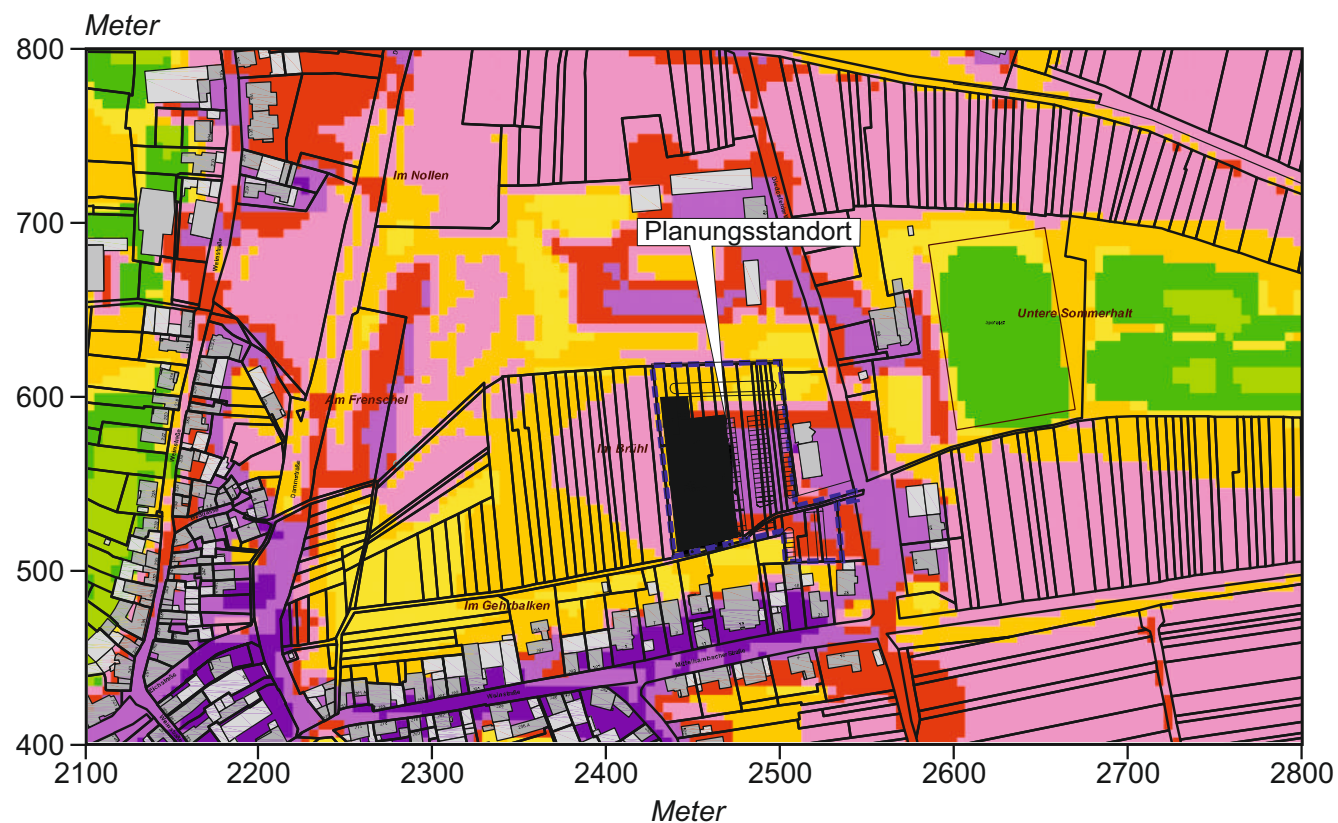
- 5.30 bis -4.40
- 4.40 bis -3.40
- 3.40 bis -2.50
- 2.50 bis -1.60
- 1.60 bis 0.69
- 0.69 bis 0.23
- 0.23 bis 1.10
- 1.10 bis 2.10
- 2.10 bis 3.00
- 3.00 bis 3.90

Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 10.1 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höhengschicht 1.0 m ü.G.
kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 1



Lufttemperatur in °C

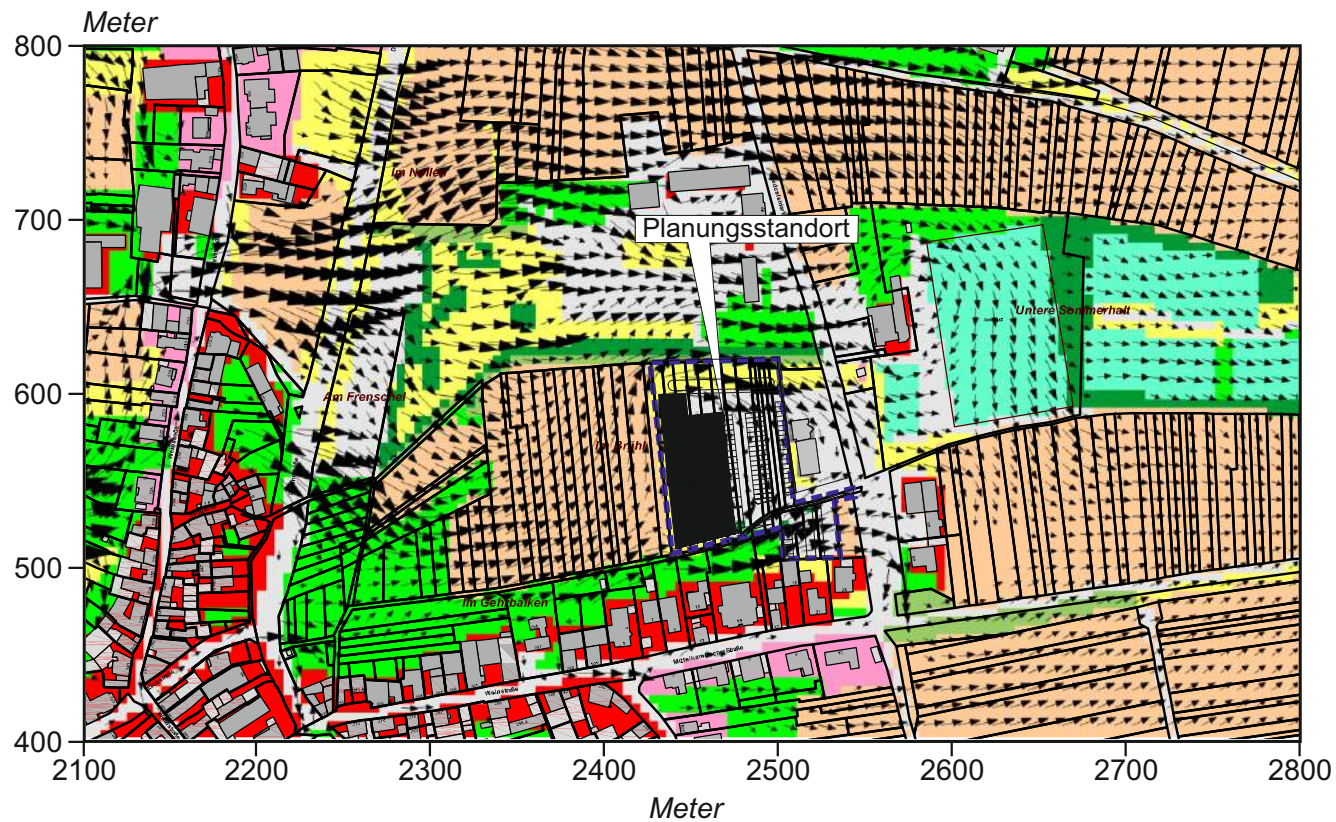
- 5.30 bis -4.40
- 4.40 bis -3.40
- 3.40 bis -2.50
- 2.50 bis -1.60
- 1.60 bis 0.69
- 0.69 bis 0.23
- 0.23 bis 1.10
- 1.10 bis 2.10
- 2.10 bis 3.00
- 3.00 bis 3.90

Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 10.2 Ausschnitt
Windrichtungsverteilung in der Höhenschicht 2.0 m ü.G.
kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 1



Flächennutzung

- Siedlung dicht
- Siedlung locker
- Sportflächen
- Wald
- Büsche, Sträucher
- Haus- und Kleingärten
- Freiland
- versiegelte Flächen, Straßen
- Rebflächen
- Feuerwehrhaus
- geplanter Edeka Markt

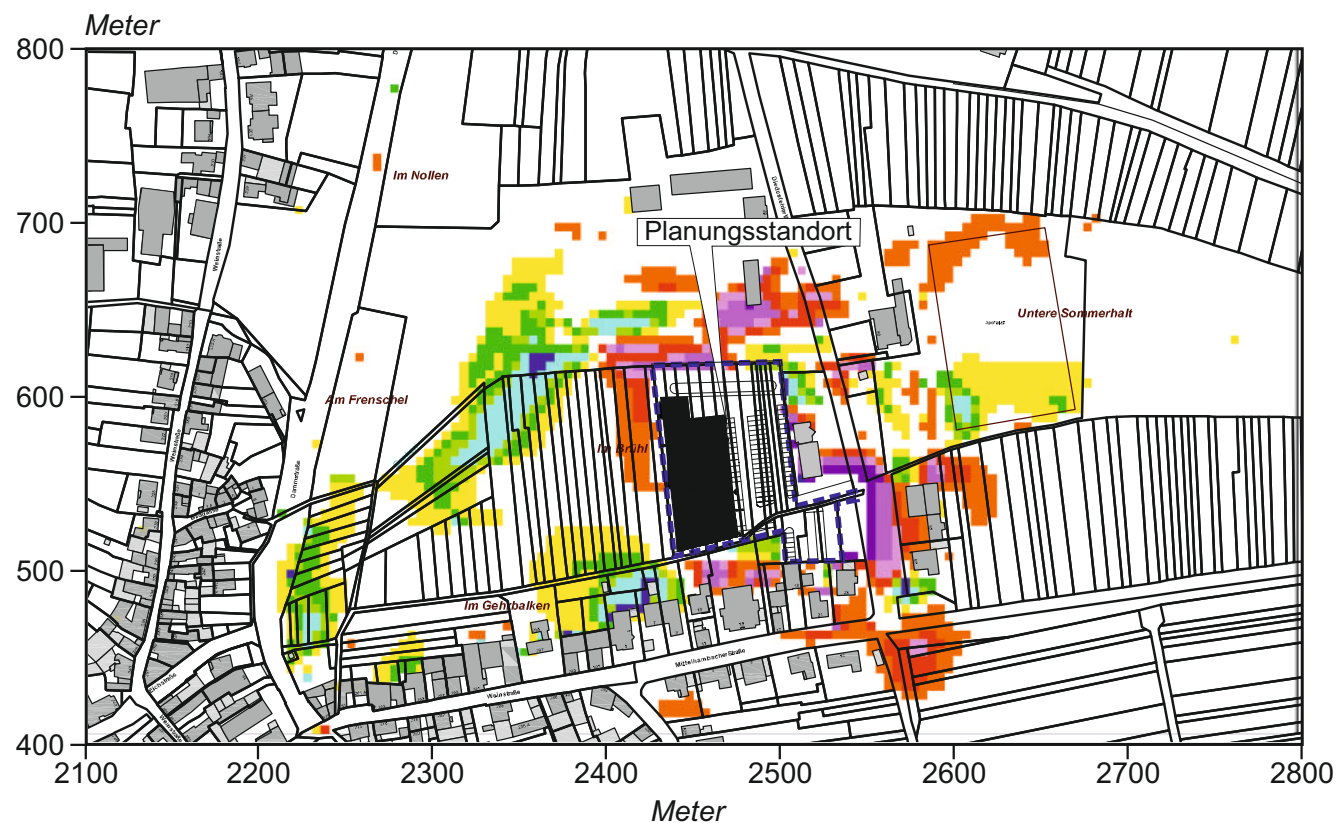
→ Windvektoren

Projekt:

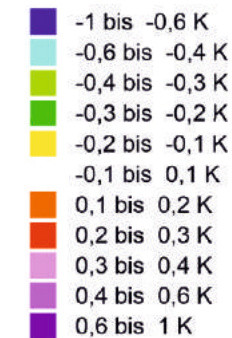
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung - Neubau eines EDEKA-Marktes in Neustadt-Hambach



Abb. 11.1 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der Lufttemperaturdifferenzen zwischen der Planungsvariante 1 und dem Ist-Zustand
in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang



Veränderung der Lufttemperatur

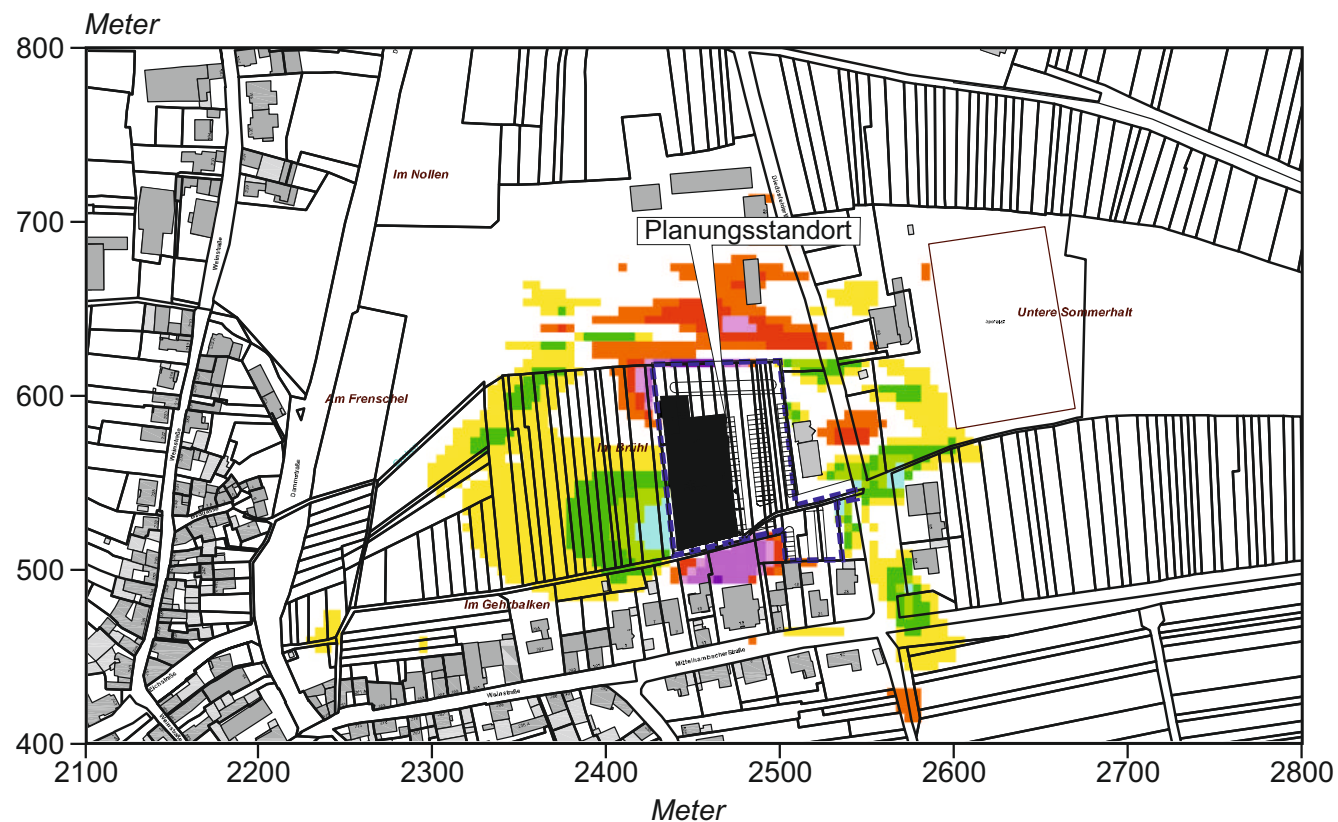


Projekt:
 Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 11.2 Ausschnitt

Räumliche Verteilung der Windgeschwindigkeitsdifferenzen zwischen der Planungsvariante 1 und dem Ist-Zustand in der Höhenschicht 2.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang



Veränderung der Windgeschwindigkeit

- 1 bis -0,6 m/s
- 0,6 bis -0,4 m/s
- 0,4 bis -0,3 m/s
- 0,3 bis -0,2 m/s
- 0,2 bis -0,1 m/s
- 0,1 bis 0,1 m/s
- 0,1 bis 0,2 m/s
- 0,2 bis 0,3 m/s
- 0,3 bis 0,4 m/s
- 0,4 bis 0,6 m/s
- 0,6 bis 1 m/s

Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach

Abb. 12.1 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der Lufttemperatur in der Höschicht 1.0 m ü.G.
kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 2



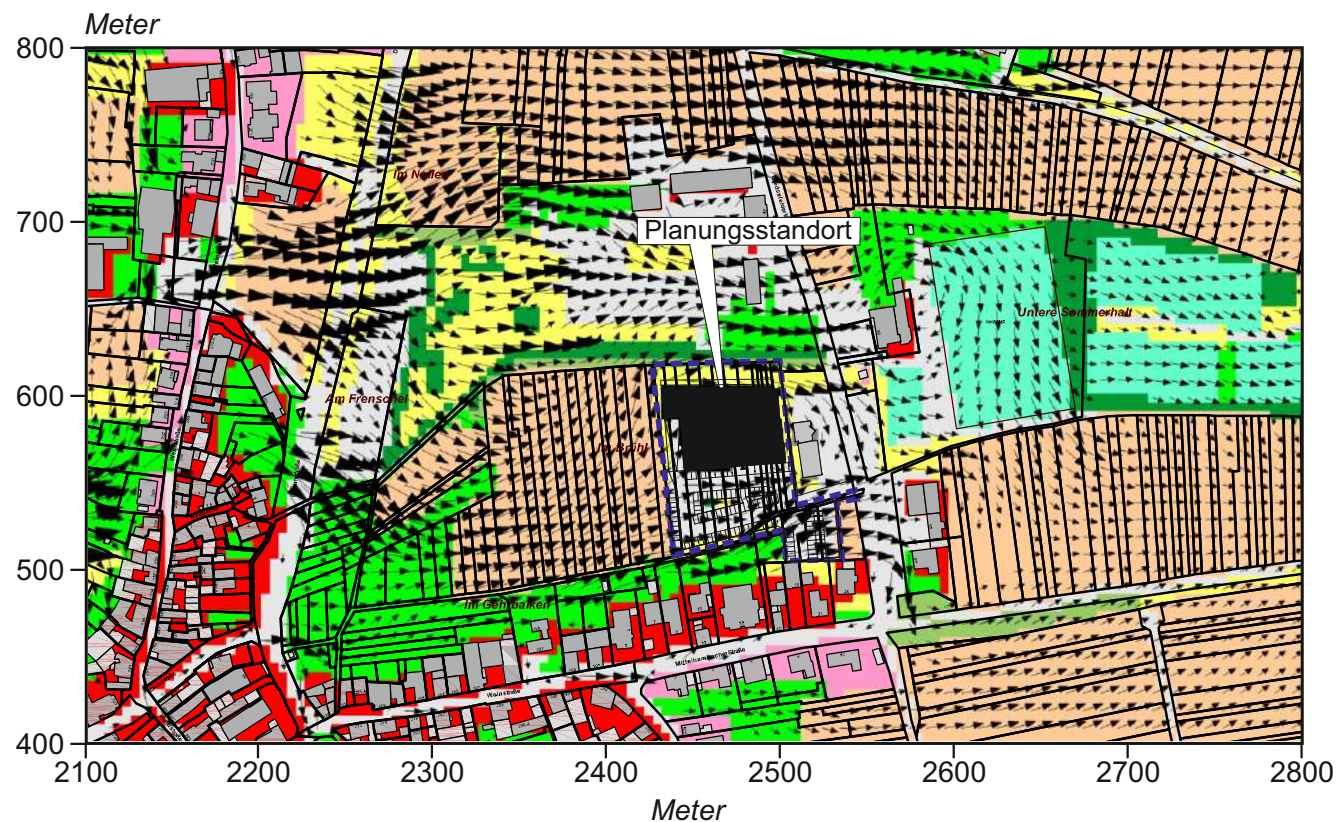
Kartengrundlage: Stadt Neustadt a.d.W.

Projekt:
 Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Prof. Dr. Günter Groß - ÖKOPLANA

Abb. 12.2 Ausschnitt
Windrichtungsverteilung in der Höhenschicht 2.0 m ü.G.
kurz vor Sonnenaufgang für die Planungsvariante 2



Flächennutzung

- Siedlung dicht
- Siedlung locker
- Sportflächen
- Wald
- Büsche, Sträucher
- Haus- und Kleingärten
- Freiland
- versiegelte Flächen, Straßen
- Rebflächen
- Feuerwehrhaus
- geplanter Edeka Markt

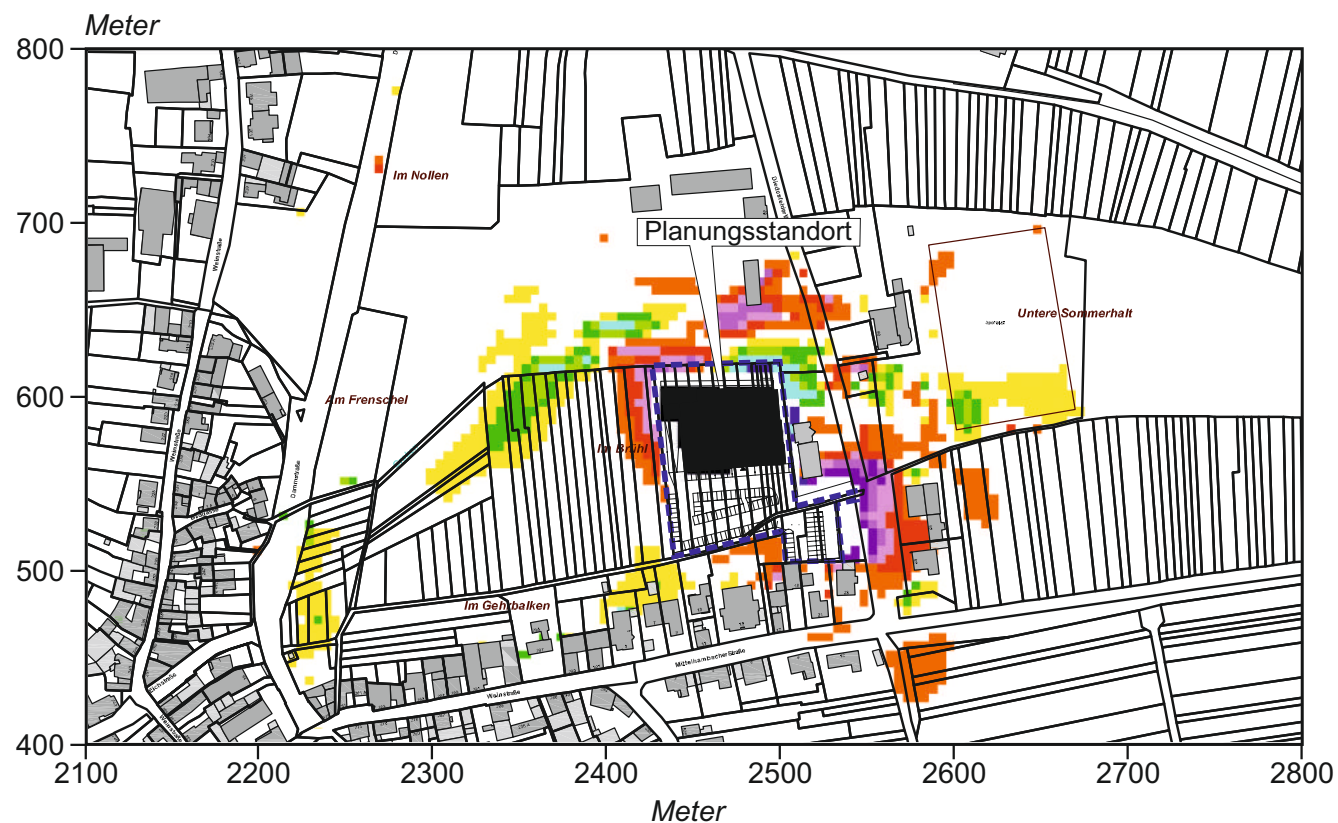
→ Windvektoren

Projekt:

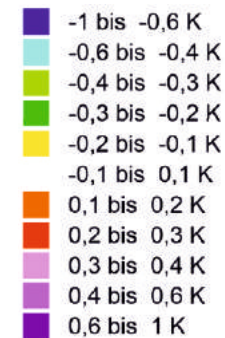
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 13.1 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der Lufttemperaturdifferenzen zwischen der Planungsvariante 2 und dem Ist-Zustand
in der Höhenschicht 1.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang



Veränderung der Lufttemperatur



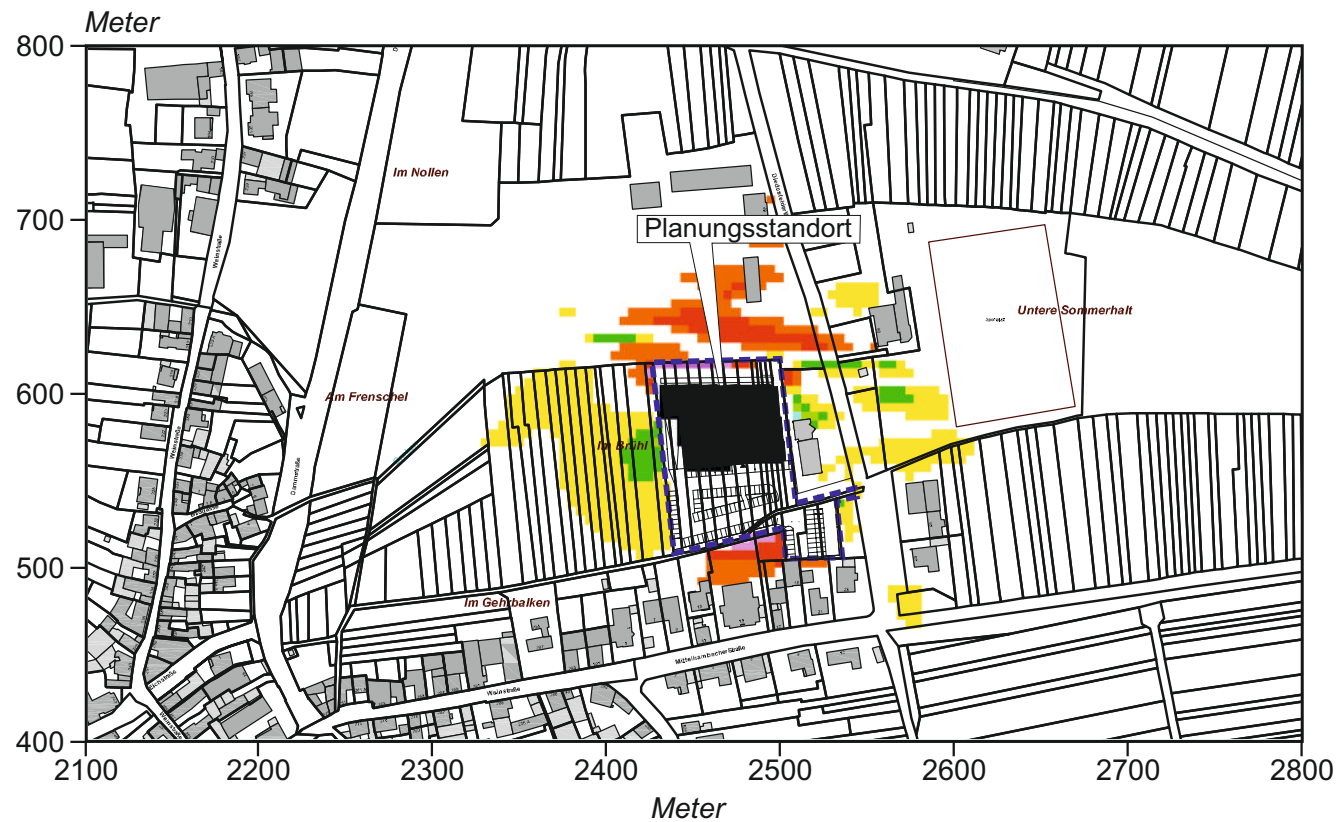
Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 13.2 Ausschnitt

Räumliche Verteilung der Windgeschwindigkeitsdifferenzen zwischen der Planungsvariante 2 und dem Ist-Zustand in der Höhenschicht 2.0 m ü.G. kurz vor Sonnenaufgang

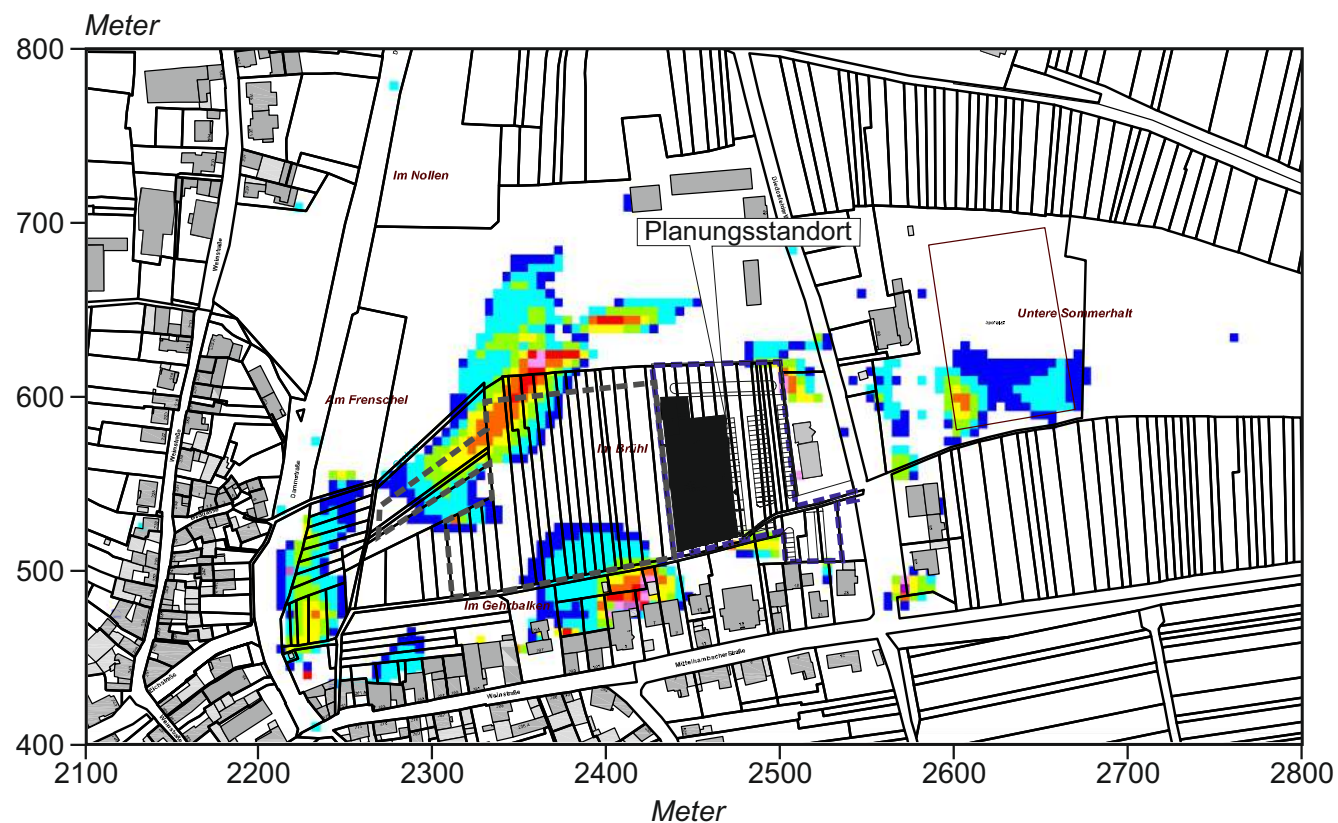


Kartengrundlage: Stadt Neustadt a.d.W.

Projekt:
Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
Neubau eines EDEKA-Marktes in
Neustadt-Hambach



Abb. 14.1 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tage/10 Jahre für die Planungsvariante 1
Bezugsmonat April



Tage/10Jahre



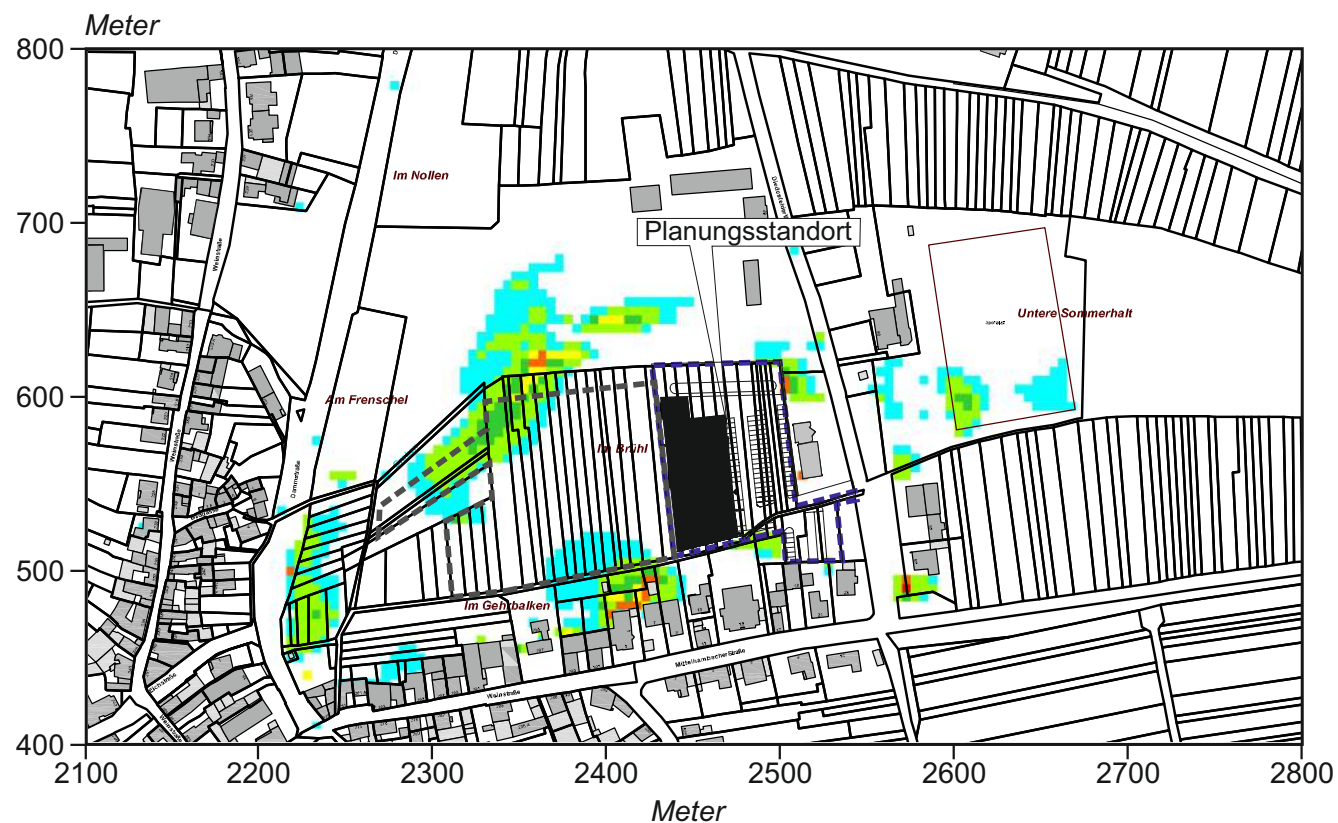
Rebflächen im Gewann Im Brühl

Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 14.2 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tage/10 Jahre für die Planungsvariante 1
Bezugsmonat Mai



Tage/10Jahre

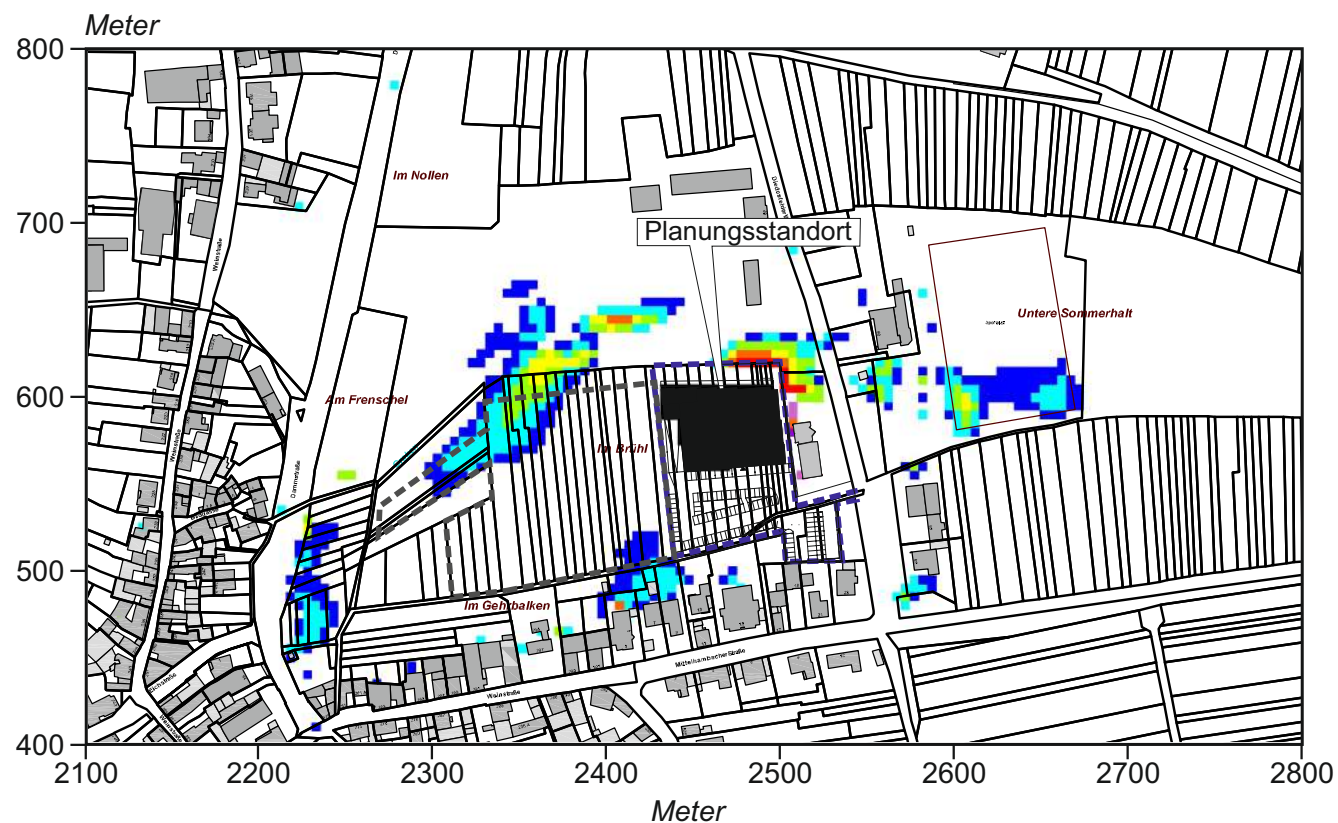
- 0,1 bis 0,2
- 0,2 bis 0,3
- 0,3 bis 0,4
- 0,4 bis 0,5
- 0,5 bis 0,6
- 0,6 bis 0,7
- 0,7 bis 0,8
- 0,8 bis 1
- 1 bis 1,2
- 1,2 bis 1,4

Rebflächen im Gewann Im Brühl

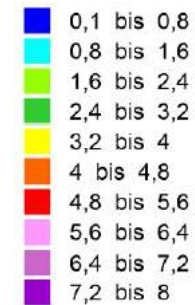
Projekt:
 Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 15.1 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tage/10 Jahre für die Planungsvariante 2
Bezugsmonat April



Tage/10Jahre



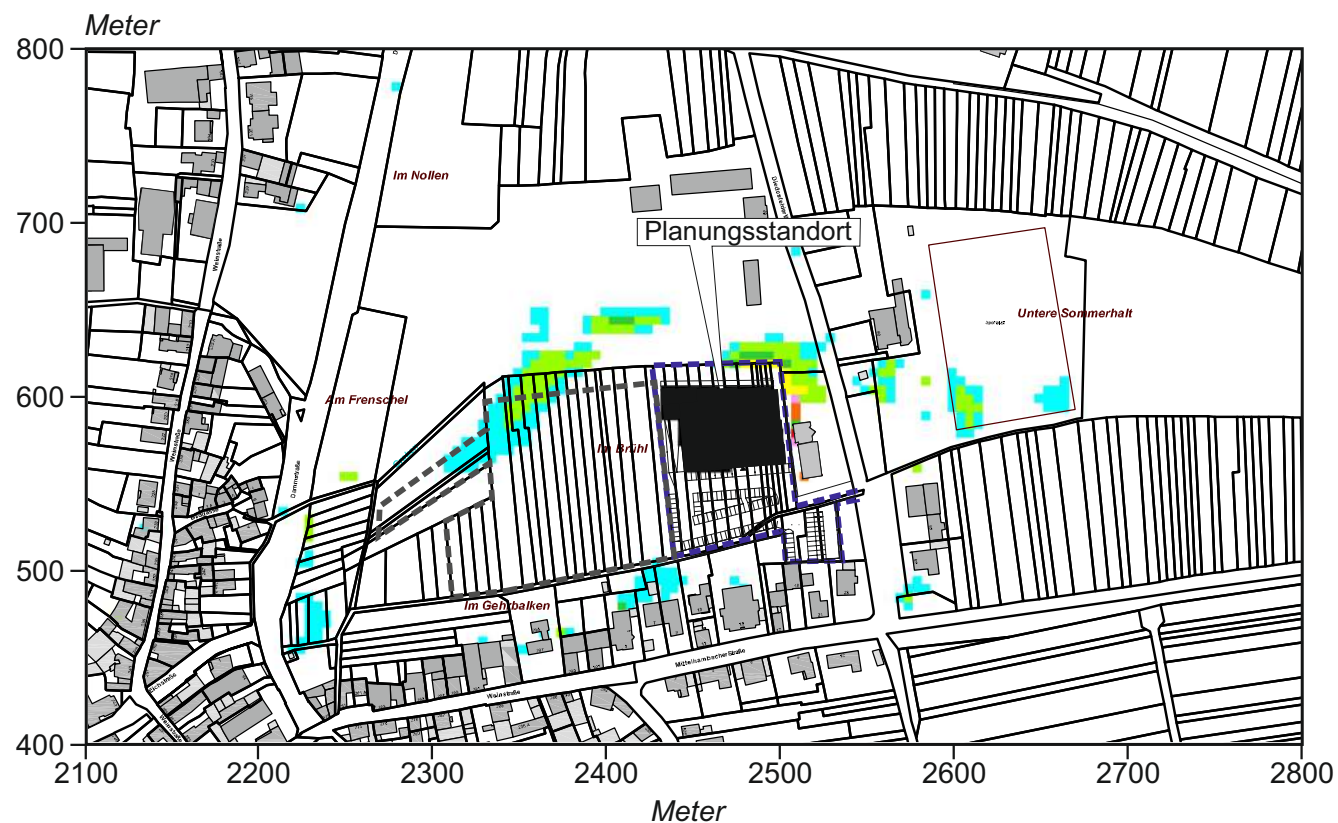
Rebflächen im Gewinn Im Brühl

Projekt:

Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach



Abb. 15.2 Ausschnitt
Räumliche Verteilung der zusätzlichen Spätfrostgefahr in Tage/10 Jahre für die Planungsvariante 2
Bezugsmonat Mai



Tage/10Jahre

- 0,1 bis 0,2
- 0,2 bis 0,3
- 0,3 bis 0,4
- 0,4 bis 0,5
- 0,5 bis 0,6
- 0,6 bis 0,7
- 0,7 bis 0,8
- 0,8 bis 1
- 1 bis 1,2
- 1,2 bis 1,4

 Rebflächen im Gewinn Im Brühl

Projekt:
 Klimagutachten zur Spätfrostgefährdung -
 Neubau eines EDEKA-Marktes in
 Neustadt-Hambach

