



## Anlage 19.4

# RTW GMBH REGIONALTANGENTE WEST

PFA Nord

Kleinklimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung  
im Planfeststellungsabschnitt Nord  
(PFA Nord, Bereich Praunheim-Eschborn)

Mannheim, den 10. Oktober 2016

Aktenzeichen: 13037-8



## Allgemeine Projektangaben

Auftraggeber:	<b>RTW GmbH</b>	Stiftstr. 9-17 60313 Frankfurt
Auftragnehmer:	<b>Baader Konzept GmbH</b> www.baaderkonzept.de	N7, 5-6 68161 Mannheim
Gutachtenersteller:	<b>Ökoplana</b>	Seckenheimer Hauptstraße 98 68239 Mannheim
Datei:	z:\az\2013\13037-8 rtw nachtrag 8\dv\laus\161010_abgabe entwurf an rtw gf.docx	
Datum:	Mannheim, den 10. Oktober 2016	
Aktenzeichen:	13037-8	

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Untersuchungsgebiet sowie geplanter Verlauf der Regionaltangente West (RTW, PFA Nord) zwischen Eschborn und Praunheim</b>	<b>2</b>
<b>3 Untersuchungsmethodik</b>	<b>3</b>
<b>4 Klimaökologisch relevante Situationen bzgl. Spätfrost- gefährdung – Kaltluft und autochthone Wetterlagen</b>	<b>5</b>
<b>5 Das meteorologische Rechenmodell</b>	<b>6</b>
5.1 Modellbeschreibung	6
5.2 Geländespezifische Eingangsdaten	8
5.3 Meteorologische Eingangsdaten	9
<b>6 Ergebnisse der Modellrechnungen</b>	<b>11</b>
<b>7 Gesamtbewertung der Ergebnisse</b>	<b>19</b>
<b>Schriften / Quellenverzeichnis</b>	<b>21</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

---

- Abb. 1:** Verlauf der geplanten Regionaltangente West (RTW, PFA Nord) zwischen Eschborn und Praunheim
- Abb. 2:** Flächennutzung entlang der geplanten Regionaltangente West (RTW, PFA Nord) zwischen Eschborn und Praunheim
- Abb. 3:** Fotografische Eindrücke vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
- Abb. 4:** Geländehöhen im Untersuchungsgebiet – mit geplanter Regionaltangente West (RTW, PFA Nord)
- Abb. 5.1, 5.2:** Beispielhafte Querschnitte der geplanten Bahntrasse
- Abb. 6:** Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen. Ist-Zustand, Lufttemperaturfeld 1 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang
- Abb. 7:** Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen. Plan-Zustand, Lufttemperaturfeld 1 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang
- Abb. 8.1:** Differenz  $T_{\min}$  (Plan-Zustand) –  $T_{\min}$  (Ist-Zustand) 1 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Nordwesten
- Abb. 8.2:** Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Plan-Zustand - Ist-Zustand 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Nordwesten
- Abb. 8.3:** Differenz  $T_{\min}$  (Plan-Zustand) –  $T_{\min}$  (Ist-Zustand) 1 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Südosten
- Abb. 8.4:** Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Plan-Zustand - Ist-Zustand 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Südosten
- Abb. 9:** Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen. Plan-Zustand, Windfeld 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Nordwesten

- Abb. 10:** Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen. Plan-Zustand, Windfeld 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Südosten
- Abb. 11.1:** Zusätzliche Spätfrostgefahr für  $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$  in Tagen/10 Jahre für den Monat März
- Abb. 11.2:** Zusätzliche Spätfrostgefahr für  $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$  in Tagen/10 Jahre für den Monat April
- Abb. 11.3:** Zusätzliche Spätfrostgefahr für  $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$  in Tagen/10 Jahre für den Monat Mai

---

## 1 Aufgabenstellung

---

Im Rahmen des Planungsprozesses zur geplanten Regionaltangente West (RTW), einer Bahntrasse zwischen Praunheim im Norden und Neu-Isenburg im Süden, gibt es von Seiten der Landwirtschaft Befürchtungen, dass insbesondere entlang des Streckenabschnittes zwischen Eschborn-Süd und Praunheim (PFA Nord) durch erforderliche Dammbauwerke mit einer vermehrten Spätfrostgefährdung zu rechnen ist. Der Trassenverlauf dieses Streckenabschnittes kann der **Abbildung 1** entnommen werden.

Als Spätfröste bezeichnet man Nachtfröste, die im Frühling noch verhältnismäßig spät (April/Mai) auftreten. Spätfröste treten insbesondere in sogenannten windschwachen Strahlungsnächten (→ intensive nächtliche Ausstrahlung bei Wolkenbedeckung) auf, da durch Ansammlungen oder Stau von bodennaher Kaltluft im Wärmehaushalt der Pflanzen ein Wärmedefizit auftritt. Dies bedingt eine Verkürzung der Zeit mit den für die Fruchtentwicklung günstigen wärmeren Lufttemperaturen. Je nach Intensität der Abkühlung sind Entwicklungsverzögerungen sowie Einbußen an Quantität und Qualität die Folge.

Mit Hilfe numerischer Modellrechnungen zum Lokalklima in den Bereichen Eschborn-Süd bis Praunheim ist daher die Frage zu klären, welche landwirtschaftlichen Flächen in der Nachbarschaft der Planungsmaßnahme von einer möglichen zusätzlichen Spätfroständerung während der Vegetationsperiode betroffen sind. Hierbei wird der Plan-Zustand dem Ist-Zustand gegenübergestellt.

Für die lokalklimatische Situation im Untersuchungsgebiet sind die an den Abhängen des Taunus sich ausbildenden nächtlichen Kaltluftabflüsse von großer Bedeutung. Aus diesem Grunde muss der Untersuchungsraum deutlich über den Bereich der eigentlichen Streckenführung hinausgehen und erstreckt sich etwa 5 km in West-Ost-Richtung und etwa 5 km in Süd-Nord-Richtung.

Im Rahmen des Klimagutachtens sind im Einzelnen folgende Fragen zu beantworten:

- Welche Flächen in Nachbarschaft zur geplanten RTW sind von einer möglichen Spätfroständerung betroffen?
- Wie kräftig fällt die mögliche Temperaturänderung aus?

---

## 2 Untersuchungsgebiet sowie geplanter Verlauf der Regionaltangente West (RTW, PFA Nord) zwischen Eschborn-Süd und Praunheim

---

Das Untersuchungsgebiet zwischen Eschborn-Süd und Praunheim (siehe **Abbildung 1**) befindet sich im Ballungsraum Frankfurt Rhein-Main und tangiert den Westen der Stadt Frankfurt a. M. (Praunheim) mit dem Main-Taunus-Vorland (GRONTMIJ 2015).

Wie den **Abbildungen 2** und **3** zu entnehmen ist, befinden sich zwischen Praunheim, Eschborn und Sulzbach auf den fruchtbaren Lösslehm-Böden vorwiegend ackerbaulich genutzte Flächen. Nach GRONTMIJ (2015) wird im Untersuchungsgebiet vorwiegend Getreide angebaut. Weitere Schwerpunkte bilden Zuckerrüben, Raps und Kartoffeln. Zudem bestehen wenige Baumschulflächen.

Bei Eschborn prägen Gewerbeflächen das Trassenumfeld.

Das Gelände entlang der geplanten Bahntrasse zwischen Eschborn-Süd und Praunheim ist nur sanft nach Südosten geneigt (**Abbildung 4**).

Im Bereich Eschborn-Süd verläuft die Trasse entlang einer Geländehöhe von ca. 113 – 117 m ü.NN. Bis zur Querung der BAB A5 steigt das Gelände auf ca. 124 m ü.NN an. Im Norden von Praunheim endet der untersuchte Teilabschnitt in einer Geländehöhe von ca. 122 m ü.NN.

Zwischen Eschborn und Steinbach steigt das Gelände nach Nordwesten an. Die Steinbacher Höhe, ca. 2.2 km nordwestlich der geplanten Bahntrasse befindet sich bereits in einer Geländehöhe von 162 m ü.NN. Bis zum Altkönig (798 m ü.NN) im Taunus steigt das Gelände um weitere 636 m an.

Der begutachtete Streckenabschnitt der Regionaltangente West zwischen Eschborn-Süd und Praunheim weist eine Streckenlänge von ca. 3.5 km auf.

Wie den **Abbildungen 5.1** und **5.2** zu entnehmen ist, verläuft der geplanten Schienenweg, abhängig von der Geländesituation, auf unterschiedlich hohen Dammlagen. So weist die Dammführung in Eschborn-Süd weniger als 2 m auf. Größte Dammhöhen werden bei der Streckenführung im Bereich der Querungen Homburger Bahn (Streckennr. DB 3611) und BAB A5 erreicht. Dort ergibt sich ein Wert von ca. 8 m (inkl. Gleisbett). Die Neigung der Dammseiten beträgt jeweils 1:1.5.

Das Gleisbett weist bei 2-spuriger Führung in der Regel eine Breite von ca. 8.75 m auf.

---

### 3 Untersuchungsmethodik

---

Als Datengrundlage für die Bearbeitung des Gutachtens dient das vom Büro BAADER KONZEPT bereitgestellte Kartenmaterial:

- Trassenplanung
- Luftbilder
- Digitales Höhenmodell (DGM10)
- Landkarten

Die mögliche Veränderung der Spätfrostgefahr im Untersuchungsgebiet aufgrund der Landschaftsmodifikationen im Zuge des geplanten Baus der Regionaltangente West (RTW) werden mit Hilfe der Ergebnisse eines meteorologischen Simulationsmodells (FITNAH = Flow over irregular terrain with natural and anthropogenic heat sources) erarbeitet

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

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass eine solche Abschätzung zur Auswirkung von geplanten 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 Modell werden für den heutigen Ist-Zustand und für die Situation nach Realisierung der Regionaltangente West (Plan-Zustand) mehrere numerische Simulationen 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 überdeckt ein Untersuchungsgebiet von wenigen km<sup>2</sup> 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 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 berechnet. Damit ist auch eine Abschätzung über die Größenordnung der Abkühlung und über die Häufigkeitszunahme von Spätfrosten möglich.

#### 4 Klimaökologisch relevante Situationen bzgl. Spätfrostgefährdung - Kaltluft und autochthone Wetterlagen

In wolkenlosen, windschwachen Nächten kühlt sich der Erdboden und die darüber liegende bodennahe Luft ab. Auf Grund 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 Verhältnisse, bei denen 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 oder ca. 2.6 m/s bis 15 m ü. NN) und des Bedeckungsgrades mit Wolken (Bedeckungsgrad kleiner 4/8) erfolgt.

Für die Abschätzung der Häufigkeit solcher Strahlungsnächte im Untersuchungsgebiet, bei denen die Temperaturen unter den Gefrierpunkt sinken können, werden die langjährigen Wetterbeobachtungen an der Station Frankfurt/Main Flughafen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES verwendet. Für die Beurteilung der Spätfrostgefahr in der Landwirtschaft sind besonders die Verhältnisse in den Monaten März bis Mai von Relevanz. Im langjährigen Mittel (1986-2015) werden typischerweise 14 Strahlungsnächte pro Jahr in diesem Zeitraum gefunden, in denen das beobachtete Temperaturminimum unter  $-1^{\circ}\text{C}$  sinkt.

Strahlungsnächte im Frühling sind im Untersuchungsgebiet besonders häufig mit Wetterlagen mit einer schwachen Anströmung aus nordöstlichen Richtungen verbunden. Ein Sekundärmaximum wird für Südwinde beobachtet. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Auswertung der Beobachtungen der letzten 30 Jahre (1986-2015) an der DWD Station Frankfurt/Main Flughafen gezeigt.

**Tabelle 1:** Häufigkeit der Windrichtung in windschwachen Strahlungsnächten/Jahr bezogen auf die Monate März bis Mai für die Jahre 1986 – 2015 an der DWD-Station Frankfurt/Main Flughafen

Wind aus Richtung	NO	O	SO	S	SW	W	NW	N
Häufigkeit (%)	42	14	6	17	8	2	1	10

---

## 5 Das meteorologische Rechenmodell

---

### 5.1 Modellbeschreibung

Die Berechnung der meteorologischen Felder wie Wind und Temperatur 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 Computermodellen 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. Computermodelle für die verschiedenen Skalen und Aufgabenstellungen basieren alle auf dem gleichen mathematisch-physikalischen Gleichungssystem. Lediglich im Detail finden sich skalenspezifische Unterschiede.

FITNAH wird seit mehreren Jahren im Gutachtensektor eingesetzt (z.B. GROß/ÖKOPLANA 2013, GROß 2016). Dieses numerische Modell ist für topografisch gegliederte Untersuchungsgebiete mit extrem kleinen horizontalen Maschenweiten konzipiert. Es verfügt über spezielle Rechenschemata, insbesondere auch zur Berücksichtigung von Gehölzstrukturen und Gebäuden.

Das meteorologische Modell wird bei den hier durchgeführten dreidimensionalen Simulationen mit einer horizontalen Maschenweite von 10 m betrieben. Damit können die lokalen Besonderheiten im Untersuchungsgebiet sowie die Modifikationen der Landschaft aufgrund der geplanten Baumaßnahme detailliert von dem Modell nachgebildet werden. Die vertikale Gitterweite ist nicht äquidistant (die Lage der vertikalen Rechenflächen wird nicht gleichmäßig vorgegeben). 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. Nach oben hin wird der Abstand immer größer. Die Modellobergrenze liegt in einer Höhe von 1.500 m ü.G.

In dieser Höhe sind die während der Nacht am Erdboden durch Landnutzungsänderungen und kleinen Hindernissen (z.B. Bahndämme) 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 Komponenten berücksichtigt werden:

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

Die im Untersuchungsgebiet vorhandenen Freiflächenstrukturen (z.B. Ackerflächen, Gehölzflächen etc.) und die urbanen Strukturen werden im Modell durch entsprechende Parametrisierungen berücksichtigt. Damit gelingt es u.a. die Reduzierung der mittleren Geschwindigkeit in Bodennähe in Übereinstimmung mit verfügbaren Erkenntnissen zu simulieren.

## 5.2 Geländespezifische Eingangsdaten

Die numerischen Simulationen werden auf einem Rechengitter durchgeführt, dessen horizontale Maschenweiten in beide horizontale Raumrichtungen 10 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 10 m x 10 m müssen die mittlere Geländehöhe und die in diesem Raster repräsentative Landnutzung ermittelt werden.

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

- Siedlung dicht
- Siedlung locker
- Gewerbe-/Industriegebiet
- Großflächige Gewerbebauten
- Straßen
- Bahntrasse
- Wald / Gehölzgruppen
- Park, Friedhof, Kleingärten
- Streuobstwiesen
- Ackerflächen

Für jede dieser Landnutzungen werden charakteristische Oberflächeneigenschaften und spezifische Bodenparameter festgelegt (Hupfer und Kuttler, 2006).

### 5.3 Meteorologische Eingangsdaten

Die hier durchgeführten Untersuchungen sollen insbesondere folgende Fragen beantworten:

- Welche Flächen in der Nachbarschaft der geplanten Regionaltangente West (RTW) sind von einer möglichen Spätfroständerung betroffen?
- Wie kräftig fällt die mögliche Temperaturänderung aus?

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

Nicht alle meteorologische Situationen während dieser Monate sind gleich bedeutsam hinsichtlich der Spätfrostgefahr. Mit besonders niedrigen Lufttemperaturen ist während windschwachen 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 des Taunus 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.

In der Regel herrscht auf Grund der großräumigen Luftdruckverteilung immer ein überlagernder Wind vor. Ist dieser relativ schwach, so können sich die lokalen Besonderheiten der nächtlichen Temperaturverteilung mit recht niedrigen Werten kurz vor Sonnenaufgang einstellen.

Bei einem überlagerten stärkeren Wind verhindert die größere turbulente Vermischung mit der Umgebungsluft große Temperaturunterschiede und die lokalen Windsysteme werden ggf. bis zur Unkenntlichkeit in den Hintergrund gedrängt. Aus diesem Grunde wird die Windgeschwindigkeit der überlagernden Strömung als schwach mit einem Wert zu Beginn der Simulationen von 0.6 m/s in 10 m Höhe angenommen (DWD, 2007). Im Laufe der Simulation ändert sich dieser Wert in Abhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten.

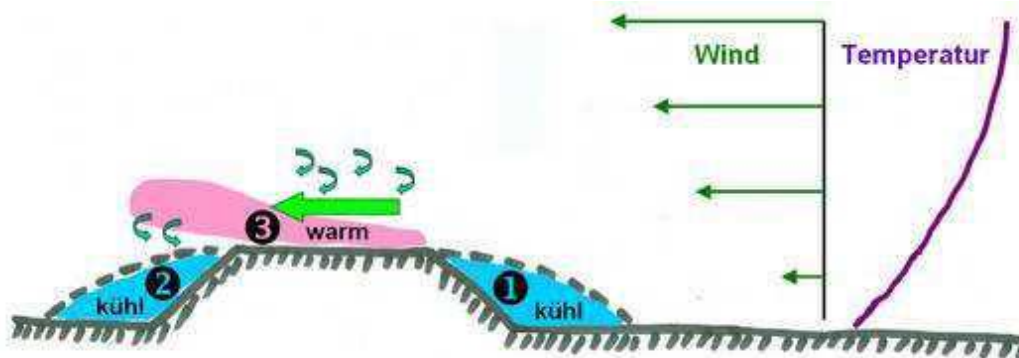
Autochthone Wetterlagen sind im Untersuchungsgebiet mit einer bestimmten Häufigkeit der Windrichtung verbunden. Nordostwinde (Wind aus Nordosten) und Südwinde sind dabei deutlich häufiger anzutreffen als Winde aus anderen Richtungen (siehe **Tabelle 1**, Kap. 4). Es werden bei den numerischen Simulationen Rechnungen für die acht Hauptwindrichtungen im Abstand von 45° durchgeführt und zwar jeweils für den Ist-Zustand und für den Plan-Zustand. Bei der Auswertung der Ergebnisse werden die entsprechenden Häufigkeiten des Auftretens berücksichtigt.

## 6 Ergebnisse der Modellrechnungen

Durch den geplanten Bau der Regionaltangente West (RTW) wird die Landschaft modifiziert, was charakteristische Veränderungen ausgewählter meteorologischer Parameter in der unmittelbaren Umgebung zur Folge hat. Die zu erwartenden Veränderungen beim Wind- und Temperaturfeld werden in schematischer Weise der Präsentation der Simulationsergebnisse vorangestellt.

Die geplante RTW soll teilweise in Dammlage von Höhen bis ca. 8 m verlaufen. Dieser schematische Aufbau ist in der **Grafik 1** dargestellt. Wird dieses Hindernis in der Landschaft angeströmt, so erfolgt aufgrund von Stauwirkungen eine Reduzierung der Geschwindigkeit im Luv (Punkt 1). In dieser windberuhigten Zone kann sich die Luft stärker abkühlen und es bildet sich ein Kaltluftvolumen mit einer vertikalen Mächtigkeit von etwa der Hindernishöhe  $H_{\text{Damm}}$  und einer horizontalen Erstreckung von maximal etwa  $10 \times H_{\text{Damm}}$ . Auch hinter dem Hindernis bildet sich eine Schwachwindzone mit ähnlichen räumlichen Dimensionen des Kaltluftvolumens aus (Punkt 2). Aufgrund von veränderten Bodeneigenschaften mit besserem Wärmetransport aus dem Untergrund heraus ist die Luft über dem Gleisbett wärmer als über den benachbarten landwirtschaftlichen Kulturen (Punkt 3). Durch einen vorhandenen Wind kann diese wärmere Luft verfrachtet werden und daraus resultiert direkt hinter dem Hindernis eine leichte Erwärmung.

**Grafik 1:** Schematische Darstellung zu den Veränderungen von Wind- und Temperaturfeld im Bereich der RTW in Dammlage.





Die hier beschriebenen charakteristischen Veränderungen von Wind und Temperatur lassen sich in den nunmehr folgenden Simulationsergebnissen in modifizierter Form entlang der geplanten RTW-Trasse 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 wird ein überlagerter schwacher Wind entsprechend der acht vorgegebenen Anströmrichtungen angenommen. Auf Grund 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 (z.B. Zuckerrübenfeld) kann während der Nachtstunden der Erdboden kräftig ausstrahlen und verliert dadurch einen Großteil der gespeicherten Wärme. Auf Grund der sich ausbildenden bodennahen Inversion (Temperaturzunahme mit der Höhe) kann über eine turbulente Vermischung 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 Abkühlung 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 ( $z = 1 \text{ m ü.Gr.}$ ) Lufttemperatur für eine Anströmung aus NW ist in der **Abbildung 6** gezeigt.

Die berechneten Lufttemperaturen zeigen für die hier zu Grunde gelegten Rahmenbedingungen für eine autochthone Wetterlage eine Bandbreite von etwa  $-1.5^\circ\text{C}$  bis  $+6^\circ\text{C}$ . Insbesondere treten auf den Freiland / Grünlandflächen Temperaturen von knapp unter dem Gefrierpunkt auf (z.B. die Ackerflächen nördlich vom Nordwestkreuz Frankfurt). Auf den höher gelegenen Geländeteilen in Richtung Kronberg / Taunus gehen die nächtlichen Tiefsttemperaturen nicht so weit zurück und bleiben über dem Gefrierpunkt. Dieses Phänomen ist als „warme Hangzone“ bekannt und wird recht häufig beobachtet. Die Ursache hierfür ist in der Wechselwirkung des Temperaturfeldes mit den lokalen nächtlichen Windsystemen zu finden.

Als wärmste Gebiete treten die verdichteten Verkehrsflächen und die urbanen Bereiche hervor. Hier werden nächtliche Minimumtemperaturen von über  $3.0^\circ\text{C}$  simuliert.

Neben der Landnutzung bestimmen auch die orographischen Strukturen in charakteristischer Weise die Temperaturverteilung. In kleinen Tälern und Vertiefungen sammelt sich Kaltluft an und lässt die nächtliche Temperatur stärker absinken als in der unmittelbaren Umgebung. Solche auffallenden Strukturen erkennt man z.B. entlang des Steinbachs nördlich der Raststätte Taunusblick oder auch im Bereich vom Urselbach im Nordwesten des Untersuchungsgebietes. Aber auch kleinere Hangeinkerbungen wie östlich der L3006 treten im Temperaturfeld als besonders kühle Bereiche hervor.

Vergleichbare Berechnungen wurden auch für den **Plan-Zustand** mit Berücksichtigung der Regionaltangente West (RTW) und den dazugehörigen Modifikationen des Geländes durchgeführt. Der Vergleich der Simulationsergebnisse zeigt sehr deutlich, dass die Auswirkungen auf das Temperaturfeld auf die unmittelbare Umgebung beschränkt bleiben, während im allergrößten Teil des Recherchegebietes keinerlei Effekte der geplanten Baumaßnahme zu erkennen sind. Der Vollständigkeit halber wird die räumliche Verteilung der bodennahen Temperatur in der **Abbildung 7** gezeigt, obwohl sich diese Darstellung kaum von der **Abbildung 6** unterscheidet.

Detaillierter sind die berechneten Veränderungen in Differenzkarten  $T_{\min}(\text{Plan-Zustand}) - T_{\min}(\text{Ist-Zustand})$  zu erkennen – **Abbildungen 8.1 – 8.4**.

Danach beschränken sich die erwähnenswerten Veränderungen auf ein sehr schmales Band von ca. 20 bis max. 80 m Breite beidseitig der geplanten Trasse. In weiten Teilen der geplanten Trasse reichen die Modifikationen aber deutlich weniger weit in die Umgebung. Die größten Effekte werden im Bereich der Querung der Streckenführung der Homburger Bahn (Streckennr. DB 3611) nach Oberursel simuliert. In diesem Bereich ist die Aufschüttung für die geplante Dammlage am größten. Die Maximalwerte der Temperaturdifferenz Plan-Ist erreichen hier Werte von  $-0,3 \text{ K}^1$  direkt neben der geplanten Strecke. Die im Bereich der Trasse vorhandene, weniger stark abgekühlte Luft kann über Wind und Turbulenz in die unmittelbare Umgebung verfrachtet werden und in diesen Bereichen zu einer leichten Erwärmung führen.

Während der Nachtstunden kühlen sich die bodennahen Luftmassen ab und fließen von den geneigten Hängen in Richtung zu den tiefer gelegenen Geländeteilen. Diese nächtlichen Kaltluftabflüsse für den Plan-Zustand in 2 m ü.Gr. sind in der **Abbildung 9** in Form von Windvektoren gezeigt, wobei der besseren Übersichtlichkeit wegen, nur etwa jede 100. 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  $0,1 \text{ m/s}$  ist, werden nicht dargestellt.

Aufgrund der Geländestruktur im Untersuchungsgebiet erfolgt ein Abfließen der Kaltluft in der Hauptsache von den Abhängen des Taunus von Nordwest nach Südost. Besonders stark sind die Kaltluftabflüsse über den Ackerflächen östlich von Eschborn. Urbane Strukturen und Gehölzbestände bremsen die Kaltluftabflüsse merklich ab und die abfließenden kalten Luftmassen versuchen diese Hindernisse zu umströmen. Die Dämme der geplanten RTW-Trasse werden überströmt. Die Größenordnung der Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf die Luftströmung kann durch Vergleich der Ergebnisse für den Ist-Zustand und für den Plan-Zustand erfolgen (**Abbildungen 8.2** und **8.3**). Auch hier erkennt man, dass bedeutsame Modifikationen von mehr als  $0,1 \text{ m/s}$  auf die unmittelbare Nähe zur Trasse (ca. bis 60 m Entfernung) beschränkt bleiben. Die Aufschüttungen im Plan-Zustand bremsen die Strömung lokal zwar leicht ab, das generelle Bild der Windverteilung wird dadurch aber nicht verändert.

---

<sup>1</sup> Als Einheit für Temperaturdifferenzen wird vom DIN in Anpassung an das Internationale Einheitensystem (SI) mit der Norm DIN 1345 (Ausgabe Dezember 1993) das Kelvin empfohlen. Die Temperaturdifferenz von 1 K entspricht einem Wert von  $1^\circ\text{C}$ .

Die Kaltluftabflüsse bilden sich bei einem überlagerten Wind aus NW besonders stark aus, da die Richtung von abfließender Kaltluft und großräumigem Wind parallel sind. Bei einer Wetterlage mit entgegen gesetzten Richtungen schwächen sich die Kaltluftabflüsse dagegen deutlich ab.

In der **Abbildung 10** sind die Verhältnisse für einen überlagerten Wind aus SO gezeigt. Die thermisch angeregten Winde sind deutlich schwächer ausgeprägt und bilden sich nur noch im unteren Hangdrittel aus, während in den höheren Lagen der überlagerte Wind die Kaltluftabflüsse unterdrückt. Im Bereich der geplanten Trasse ist ein schwacher Kaltluftabfluss mit nördlichen Windrichtungen vorhanden.

Die möglichen Veränderungen der Spätfrostgefahr im Untersuchungsgebiet aufgrund der Landschaftsmodifikationen im Zuge des geplanten Baus der RTW-Trasse werden mit Hilfe der Ergebnisse des meteorologischen Simulationsmodells erarbeitet. Durch Vergleich der Ergebnisse für den Ist-Zustand und für den Plan-Zustand werden die Flächen identifiziert, auf denen eine relevante Veränderung der bodennahen Lufttemperatur nach geplanter Durchführung der Baumaßnahme berechnet wird. Da die Rechenergebnisse flächendeckend vorliegen, kann hier eine Abgrenzung der Betroffenheit vorgenommen werden. Neben der räumlichen Zuordnung wird auch der Betrag der Temperaturänderung berechnet, womit auch eine Abschätzung über die Größenordnung der Abkühlung möglich ist.

Spätfröste kommen im Raum Frankfurt a. M. im meteorologischen Frühling (Monate März, April und Mai) mit einer bestimmten Häufigkeit vor. In der vorliegenden Untersuchung wurden die langjährigen Beobachtungen an der Station Frankfurt/Main Flughafen verwendet, um eine repräsentative Klimatologie der Minimumtemperatur in Abhängigkeit von einer schwachen Anströmung aus unterschiedlichen Richtungen zu konstruieren. Die Auswertungen erfolgten getrennt für die einzelnen Monate (siehe **Tabelle 2**)

**Tabelle 2:** Mittlere Anzahl der Tage in 10 Jahren mit Minimumtemperaturen kleiner  $T_{min}$  in 1m ü.Gr. für verschiedene Windrichtungen für die Monate März, April und Mai. Daten-  
grundlage: Beobachtungen des Deutschen Wetterdienstes an der Station Frankfurt/Main  
Flughafen 1986-2015.

**Monat März**

$T_{min}$	NO	O	SO	S	SW	W	NW	N
1.10	7.33	15.67	6.33	9.67	2.33	0.67	0.00	3.67
0.90	6.67	15.00	5.67	8.67	1.67	0.33	0.00	3.67
0.70	6.67	14.67	5.67	8.67	1.67	0.33	0.00	3.67
0.50	6.67	14.33	5.33	8.67	1.67	0.33	0.00	3.33
0.30	5.33	13.33	4.33	8.33	1.67	0.33	0.00	3.33
0.10	5.00	13.33	4.33	8.00	1.67	0.33	0.00	3.33
-0.10	4.67	12.67	3.67	7.33	1.33	0.33	0.00	3.33
-0.30	4.67	12.33	3.67	6.00	1.33	0.33	0.00	3.33
-0.50	4.67	12.00	3.67	5.33	1.33	0.33	0.00	3.33
-0.70	4.67	11.33	3.67	5.00	1.33	0.33	0.00	3.33
-0.90	4.67	11.00	3.00	5.00	1.00	0.33	0.00	3.33
-1.10	4.33	10.00	3.00	4.33	1.00	0.33	0.00	3.00
-1.30	4.00	8.67	2.67	4.33	1.00	0.33	0.00	2.33
-1.50	3.67	8.00	2.33	4.33	0.67	0.33	0.00	2.00
-1.70	3.33	7.00	2.00	3.67	0.67	0.33	0.00	2.00
-1.90	2.33	5.67	2.00	2.67	0.33	0.33	0.00	1.67

**Monat April**

$T_{min}$	NO	O	SO	S	SW	W	NW	N
1.10	6.67	11.67	7.33	5.00	1.33	0.00	0.00	4.67
0.90	6.33	10.67	6.67	4.67	1.33	0.00	0.00	4.67
0.70	5.33	10.00	6.00	3.67	0.67	0.00	0.00	4.67
0.50	5.00	9.33	5.33	3.67	0.67	0.00	0.00	4.67
0.30	5.00	8.67	5.00	3.33	0.67	0.00	0.00	4.33
0.10	3.67	7.33	4.00	2.67	0.67	0.00	0.00	4.33
-0.10	3.00	5.67	3.67	2.33	0.67	0.00	0.00	4.00
-0.30	3.00	5.67	3.67	2.33	0.67	0.00	0.00	4.00
-0.50	3.00	5.67	3.33	2.00	0.33	0.00	0.00	2.67
-0.70	3.00	4.67	2.33	2.00	0.33	0.00	0.00	2.00
-0.90	2.67	4.67	2.33	2.00	0.33	0.00	0.00	1.67
-1.10	2.33	4.33	2.00	2.00	0.33	0.00	0.00	1.67
-1.30	2.00	4.00	2.00	2.00	0.33	0.00	0.00	1.67
-1.50	1.33	4.00	2.00	2.00	0.33	0.00	0.00	1.33
-1.70	0.67	3.67	1.33	1.67	0.33	0.00	0.00	0.67
-1.90	0.33	3.33	1.33	1.67	0.33	0.00	0.00	0.67

### Monat Mai

T <sub>min</sub>	NO	O	SO	S	SW	W	NW	N
1.10	6.00	9.67	5.33	3.33	0.33	0.33	0.00	3.33
0.90	6.00	8.33	5.00	3.00	0.33	0.33	0.00	3.00
0.70	5.00	5.67	4.00	1.33	0.33	0.33	0.00	2.33
0.50	5.00	5.67	4.00	1.33	0.33	0.33	0.00	2.33
0.30	4.67	4.33	3.33	1.33	0.00	0.33	0.00	2.00
0.10	3.00	2.33	2.33	0.33	0.00	0.33	0.00	1.00
-0.10	2.33	2.00	2.33	0.33	0.00	0.33	0.00	1.00
-0.30	1.33	1.00	2.33	0.33	0.00	0.33	0.00	1.00
-0.50	1.33	1.00	2.33	0.33	0.00	0.33	0.00	1.00
-0.70	1.33	0.33	1.67	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
-0.90	1.33	0.33	1.67	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
-1.10	1.33	0.33	1.67	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
-1.30	1.33	0.33	1.67	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
-1.50	1.33	0.33	1.67	0.33	0.00	0.33	0.00	0.00
-1.70	0.67	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.90	0.67	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

In DWD (2006) stellt der Deutsche Wetterdienst die Grundzüge eines Verfahrens vor, mit dessen Hilfe aus den Temperaturbeobachtungen für die Minimumtemperatur an einer nahegelegenen, repräsentativen Wetterstation und Abschätzungen hinsichtlich der Veränderung der Temperatur (beispielsweise mit Modellrechnungen) die Spätfrostgefahr und deren Modifikation plausibel abgeschätzt werden kann.

Aus der berechneten Temperaturverteilung für die hier betrachteten acht Anströmrichtungen und den simulierten wahrscheinlichen Temperaturänderungen, die durch den geplanten Neubau der RTW-Trasse hervorgerufen werden, kann mit Hilfe der in der **Tabelle 2** dargestellten Werte auf die Änderung der Tage mit einer zusätzlichen Spätfrostgefährdung für die entsprechenden Monate geschlossen werden. Die prinzipielle Vorgehensweise dabei ist in DWD (2006) beschrieben. Es werden, in Abhängigkeit von der Anströmsituation, die simulierten Temperaturänderungen mit den entsprechenden Tabellenwerten in eine Änderung der Spätfrostgefährdung umgerechnet. Dabei wird immer der volle Zahlenwert aus dieser Tabelle in Rechnung gestellt, unabhängig davon, in welchen Teilbereich der entsprechenden Klasse die berechnete Temperaturänderung fällt. Im Sinne einer konservativen Abschätzung erfolgt keine Interpolation zwischen den Klassengrenzen.

Die Auswertung geschieht zunächst für jede der acht hier betrachteten Windrichtungen einzeln und die Summe ergibt schließlich die klimatologische Abschätzung.

Die Auswertungen wurden für einen Schwellenwert der Minimumtemperatur von  $-1^{\circ}\text{C}$  durchgeführt. Dieser Wert ist im Sinne einer Maximalabschätzung zu verstehen, da typischerweise Spätfrostgefahren für die meisten landwirtschaftlichen Kulturen erst bei niedrigeren Minimumtemperaturen (ab ca.  $-4^{\circ}\text{C}$ ) auftreten.

Anhand der Ergebnisdarstellung in den **Abbildung 11.1 – 11.3** ist deutlich zu erkennen, dass die relevanten Auswirkungen der geplanten Neubaumaßnahme auf die unmittelbare Umgebung der Trasse der RTW-Trasse beschränkt bleiben. Zwar wird beispielsweise im Monat März eine Erhöhung der Spätfrostgefahr von mehr als 10 Tagen/10 Jahren berechnet, allerdings nur in der unmittelbaren Umgebung der höchsten Aufschüttungen bei der Überführung der Regionaltangente West über die Streckenführung Nr. DB 3611 nördlich des Nordwestkreuzes Frankfurt. Schon etwa 35 - 50 m entfernt von der geplanten Baumaßnahme (Dammfuß) sinkt dieser Wert auf unter 5 Tage/10 Jahre und darüber hinaus sind die Auswirkungen kaum mehr feststellbar. Diese genannten Werte müssen weiterhin mit der heutigen Spätfrostgefahr verglichen werden, die für eine Schwellentemperatur von  $-1^{\circ}\text{C}$  entsprechend den Auswertungen der DWD Daten bei einem Wert von etwa 82 Tagen/10 Jahren liegt.

Für die anderen Frühlingsmonate werden vom Betrag her deutlich weniger zusätzliche Spätfrosttage ( $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$ ) berechnet, die räumliche Abgrenzung der betroffenen Gebiete bleibt dabei in etwa gleich.

---

## 7 Gesamtbewertung der Ergebnisse

---

Durch den geplanten Bau der Regionaltangente West (RTW) mit den zusätzlichen Maßnahmen im Bereich der Trasse (z.B. Aufschüttungen und Dämme) kann es in ausgewählten Teilstücken zu einer veränderten Spätfrostgefährdung im Bereich der nächstgelegenen landwirtschaftlichen Flächen kommen. Aus diesem Grunde wurden Untersuchungen für den Bereich Eschborn-Süd / Praunheim für den heutigen Zustand und für den Plan-Zustand durchgeführt, die zu folgenden Fragen Antworten liefern:

- Welche Flächen in der Nachbarschaft der geplanten Baumaßnahme sind von einer möglichen Veränderung der Spätfroständerung betroffen?
- Wie kräftig fällt die mögliche Temperaturänderung aus?

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 Baumaßnahme auf ausgewählte Aspekte des lokalen Klimas gerechnet werden kann, wurden numerische Simulationen jeweils für den Ist-Zustand und für den Plan-Zustand durchgeführt. Anhand des Vergleichs der dabei erzielten Resultate konnten die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahmen auf die dadurch bedingte Veränderung der Spätfrostgefährdung abgeschätzt werden.

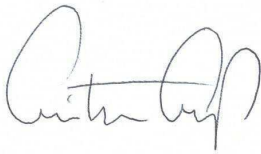
Die Ergebnisse der numerischen Simulationen zeigen Veränderungen der Spätfrostgefahr insbesondere in der unmittelbaren Umgebung der geplanten Baumaßnahmen. Aufgrund der im Mittel niedrigen Dämme ist die Reichweite in die Nachbarschaft nur sehr gering und ist typischerweise nach maximal 50 m bereits abgeklungen. Maximale Temperaturänderungen werden an den Fußpunkten der geplanten Bahndämme berechnet und erreichen lokal Werte bis  $-0,4\text{K}$ . In weiten Bereichen des Trassenverlaufs sind die Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf die nächtlichen Minimumtemperaturen vernachlässigbar gering (kleiner  $-0,1\text{K}$ ). Entsprechend der geringen Auswirkungen auf die Minimumtemperatur werden auch nur niedrige Werte für eine zusätzlichen Spätfrostgefahr für  $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$  für verschiedene Monate im Frühjahr berechnet. Auch hier beschränken sich die Effekte auf den unmittelbaren Bereich der Bahndämme und auf wenige Meter der angrenzenden Flur.



Die Kaltluftabflüsse von den Hängen des Taunus werden nicht nennenswert beeinflusst und ein merklicher Effekt auf die Durchlüftung der angrenzenden Siedlungsbereiche wird nicht berechnet.

Rinteln, den 26.09.2016

Mannheim, den 26.09.2016



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, 2006:** Die zusätzliche Spätfrostgefährdung im Zusammenhang mit dem geplanten Bau des 4. Bauabschnittes der BAB A26, Hamburger Gebiet. DWD, Regionales Gutachtenbüro Hamburg

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

**Grontmij GmbH (2015):** Landwirtschaftliche Betroffenheitsanalyse zur geplanten Regionaltangente West (RTW). Koblenz

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

**Groß, G. 1989:** Numerical simulation of the nocturnal flow systems in the Freiburg area for different topographies. Beitr. Phys. Atmosph. 62, 57-72.

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

**Groß, G. 2002:** The exploration of boundary layer phenomena using a nonhydrostatic 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 bis Bau km 16+090 südlich von Herxheim a.B. Rinteln/Mannheim.

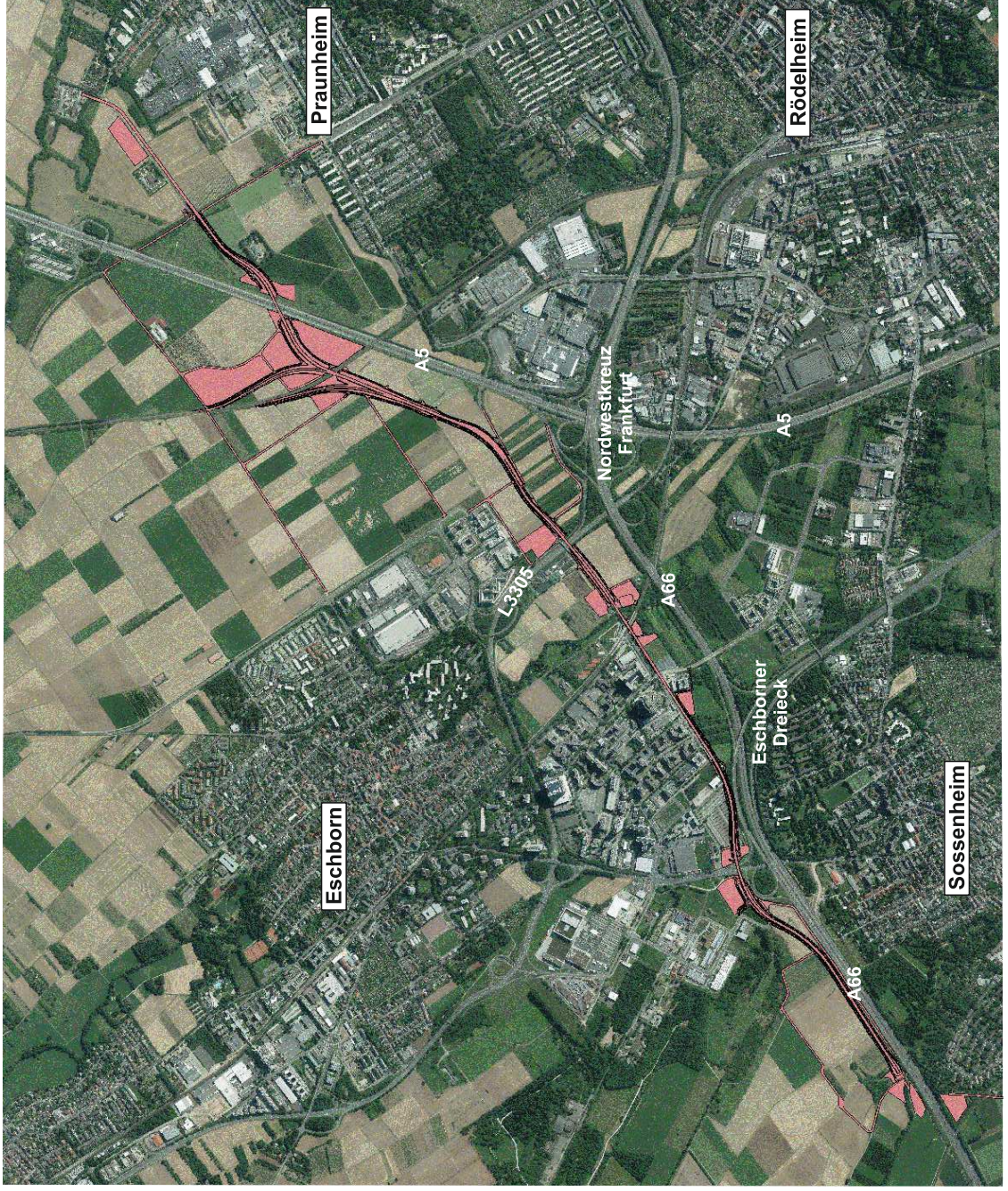
**Groß, G. 2016:** Neubau der BAB 26. Planänderung, klimatologisches Gutachten zur zusätzlichen Spätfrostgefährdung. DEGES, Berlin.

**Hupfer P., W. Kuttler 2006:** Witterung und Klima. Teubner Verlag Wiesbaden.

**ÖKOPLANA (2009):** Analyse der bodennahen Kaltluftbewegungen und der Spätfrostgefährdung. Folgenabschätzung einer Lärmschutzwand entlang der Bahnlinie Weinheim – Mannheim/Heidelberg. Mannheim.

**RTW Planungsgesellschaft mbH (2015):** Regionaltangente West. Unterlage zum Scoping-Termin nach § 5 UVPG. Frankfurt. M. Bearbeitet von Baader Konzept GmbH und Grontmij GmbH.

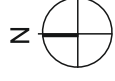
Abb. 1 Verlauf der geplanten Regionaltangente West (RTW, PFA Nord) zwischen Eschborn und Praunheim



Kartengrundlagen bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Trassenverlauf mit  
Bauwegen/-flächen

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

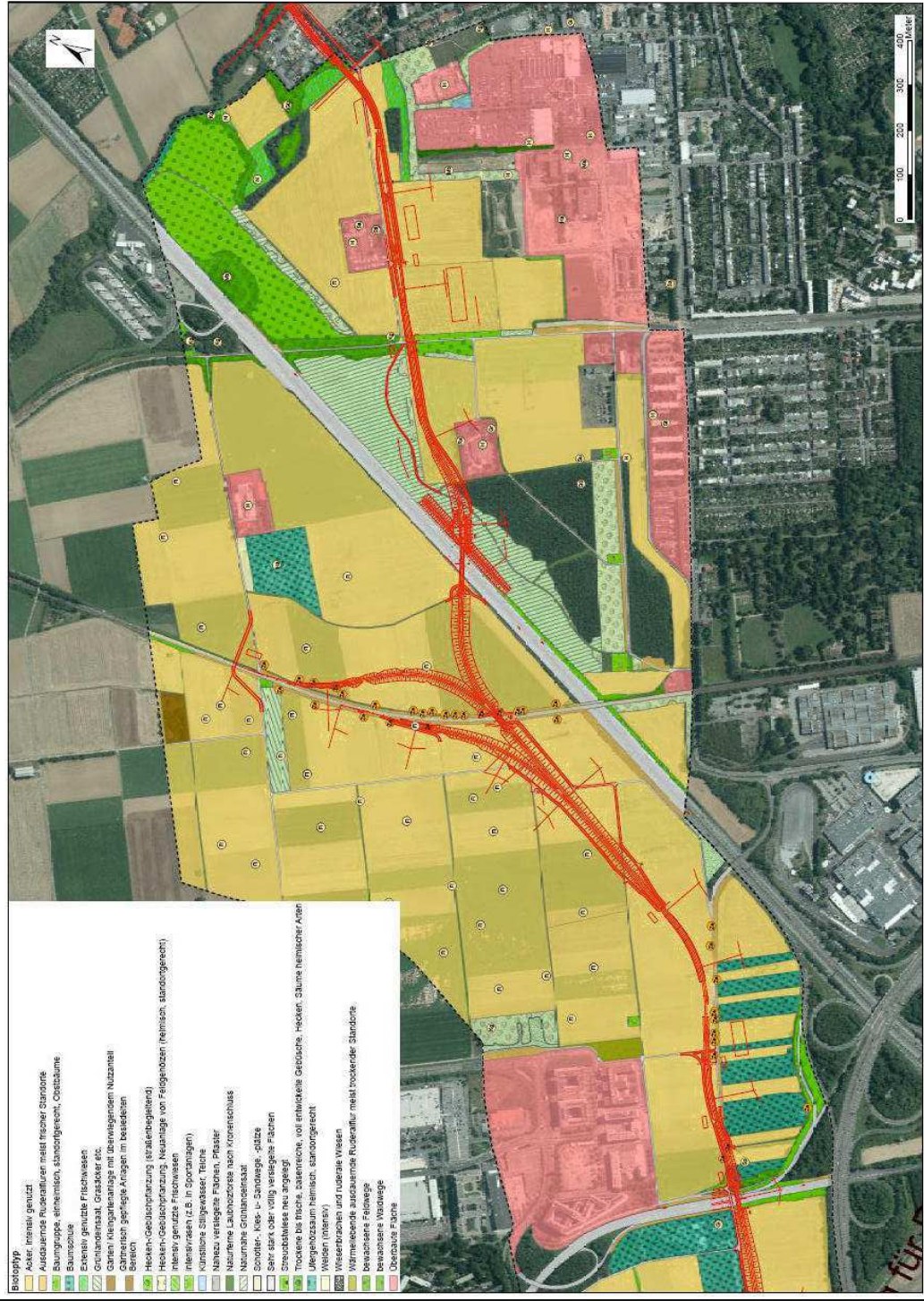


M.:  
0 250 1000 m

**Abb. 2 Flächennutzung entlang der geplanten Regionaltangente West (RTW, PFA Nord) zwischen Eschborn und Praunheim**

Kartengrundlagen bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Trassenverlauf



- Biotyp**
- 01 Acker, intensiv genutzt
  - 02 Ackerweiden, Ruderalflur, meist trockener Standorte
  - 03 Baumgruppe, einreihig, standortgerecht, Obstbäume
  - 04 Baumschule
  - 05 Extensiv genutzte Frischweiden
  - 06 Grünlandsaat, Grasböden etc.
  - 07 Gärten, Kleingartenanlage mit überwiegendem Nutzanteil
  - 08 Grünland, naturnah gepflegte Anlagen im Bereich
  - 09 Hecken, Gebüschgrünzucht (Kraut- und Heide)
  - 10 Hecken, Gebüschgrünzucht (Niederlage von Feuchtwiesen (heimisch, standortgerecht))
  - 11 Intensiv genutzte Frischweiden
  - 12 Intersperren (z.B. in Sportanlagen)
  - 13 Künstliche Stillgewässer, Teiche
  - 14 Natur- und verlegte Flächen, Pflaster
  - 15 Naturnahe Laubbuchzone nach Kronenschluss
  - 16 Naturnahe Grünlandsaat
  - 17 Sonstige, Meer- u. Sandwege, -plätze
  - 18 Sehr stark oder völlig verlegte Flächen
  - 19 Streulandwiese neu angelegt
  - 20 Trockene bis feuchte, Jasentzone, voll entwickelte Gestrüch-, Hecken-, Saune, heimischer Arten
  - 21 Ufergehölzsaum heimisch, standortgerecht
  - 22 Wald (Intensiv)
  - 23 Waldbrachen und ruderaler Wald
  - 24 Wärmebedingte ausdauernde Ruderalflur, meist trockener Standorte
  - 25 Weidewiese, Feilwiese
  - 26 Weidewiese, Mähwiese
  - 27 Oberbaue Fläche

**Projekt:**  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

### Abb. 3 Fotografische Eindrücke vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld

**Standort 1:** Blickrichtung nach Süden zur A5



**Standort 2:** Blickrichtung nach Ostnordosten / Homburger Bahn 3611



**Standort 3:** Blickrichtung nach Süden entlang der Homburger Bahn 3611



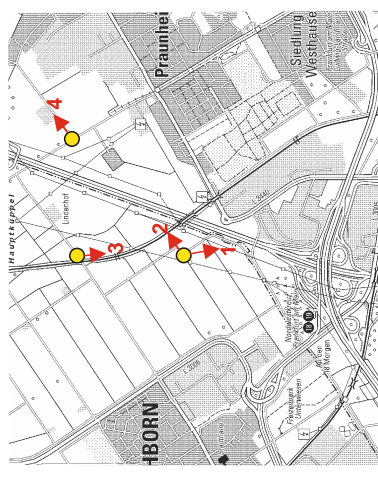
**Standort 4:** Blickrichtung nach Ostnordosten in Richtung Steinbacher Hohl



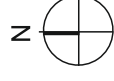
**Kartengrundlage bereitgestellt von:**  
Baader Konzept GmbH

Fotos: ÖKOPLANA 09/2016

Standorte und Blickrichtungen der  
Fotoaufnahmen



**Projekt:**  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)



**Abb. 4 Geländehöhen im Untersuchungsgebiet - mit geplanter Regionaltangente West (RTW, PFA Nord)**

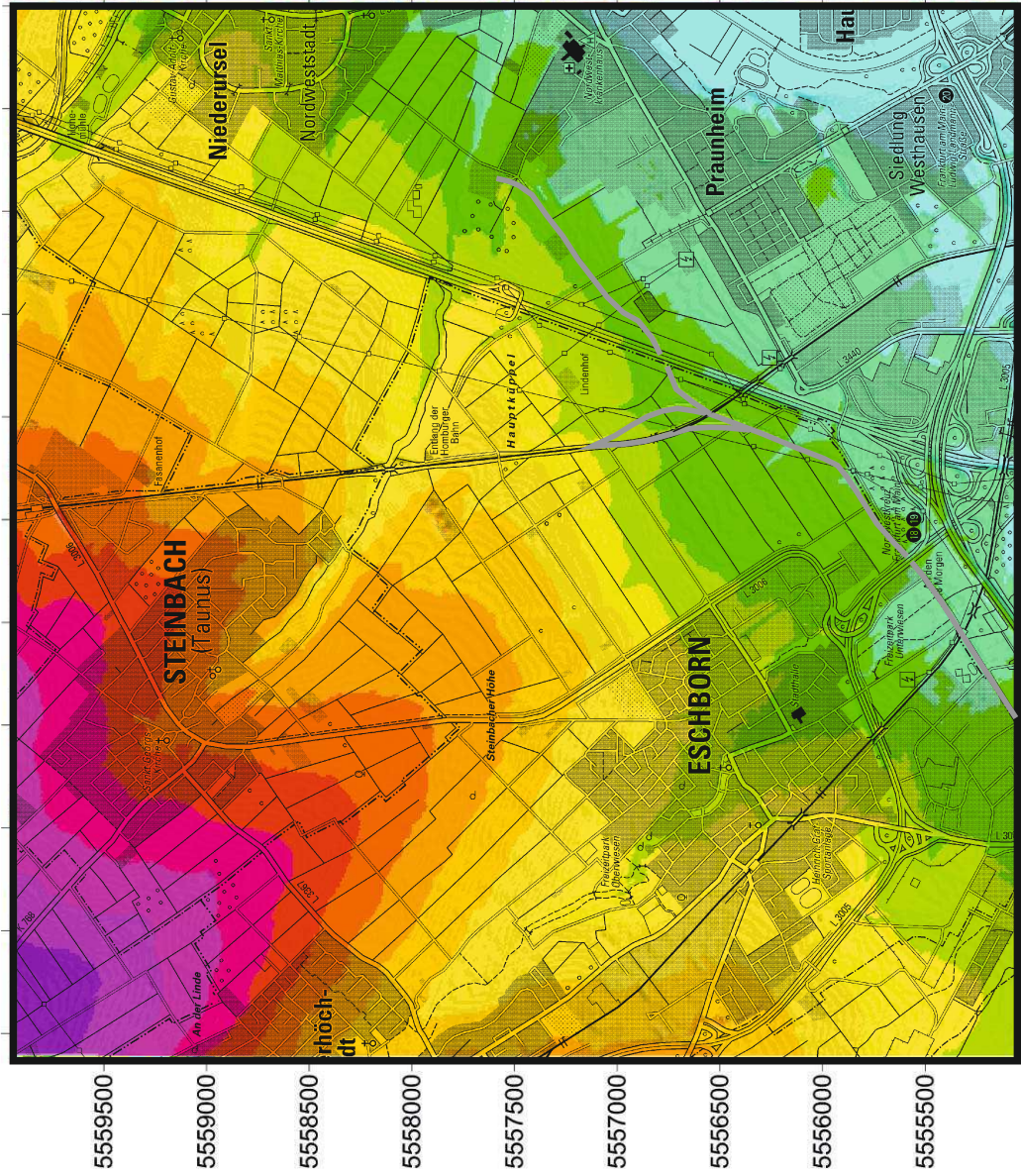
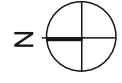
Kartengrundlage und DGM\_10  
 bereitgestellt von: Baader Konzept GmbH

Geländehöhe in m ü.NN

- <= 107
- von 108 bis 115
- von 116 bis 123
- von 124 bis 131
- von 132 bis 139
- von 140 bis 147
- von 148 bis 155
- von 156 bis 163
- von 164 bis 171
- von 172 bis 179
- von 180 bis 187
- von 188 bis 195
- von 196 bis 203
- von 204 bis 211
- 212

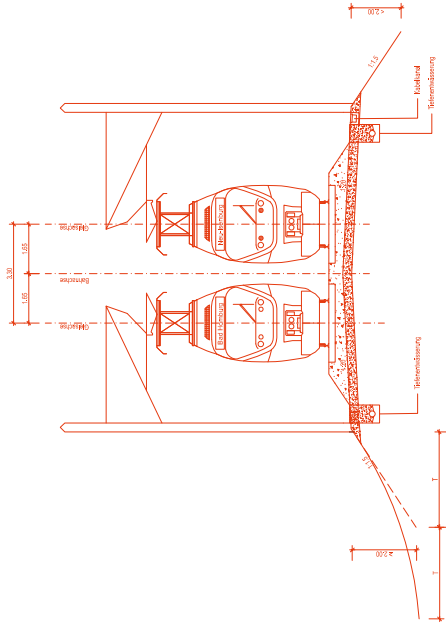
Verlauf der geplanten  
 Regionaltangente West

**Projekt:**  
 Kleinklimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
 Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
 Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

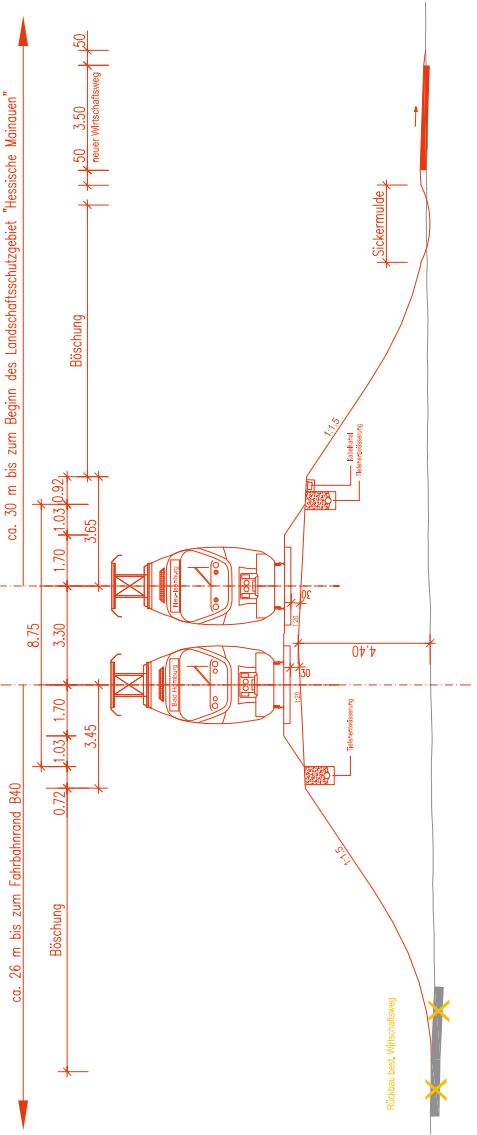


**Abb. 5.1 Beispielhafte Querschnitte der geplanten Bahntrasse**

Regelquerschnitt im Dammbereich  
2-gleisige Strecke



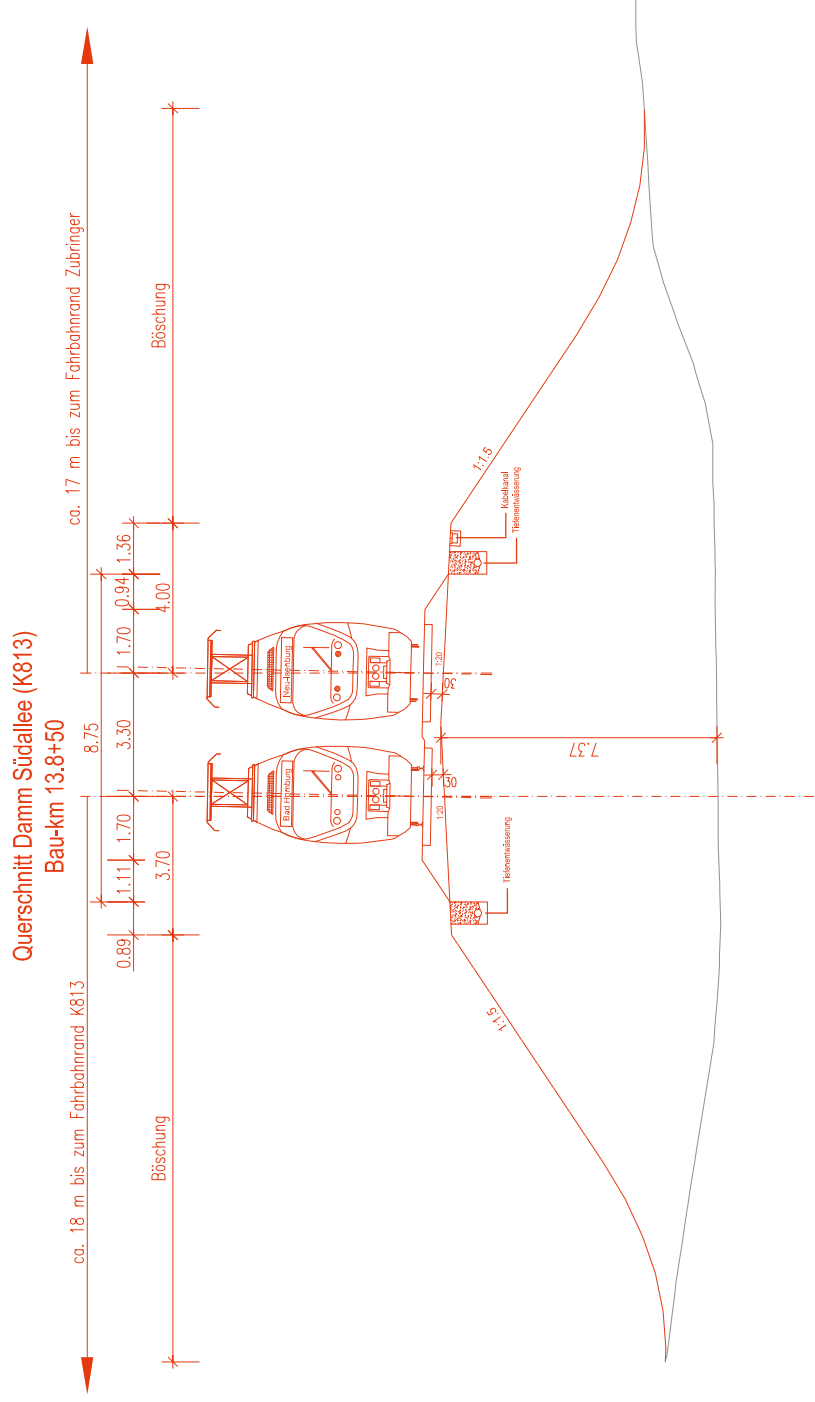
Querschnitt Dammbauwerk  
Bau-km 14,8+50



Grafiken bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

**Projekt:**  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

**Abb. 5.2 Beispielhafte Querschnitte der geplanten Bahntrasse**

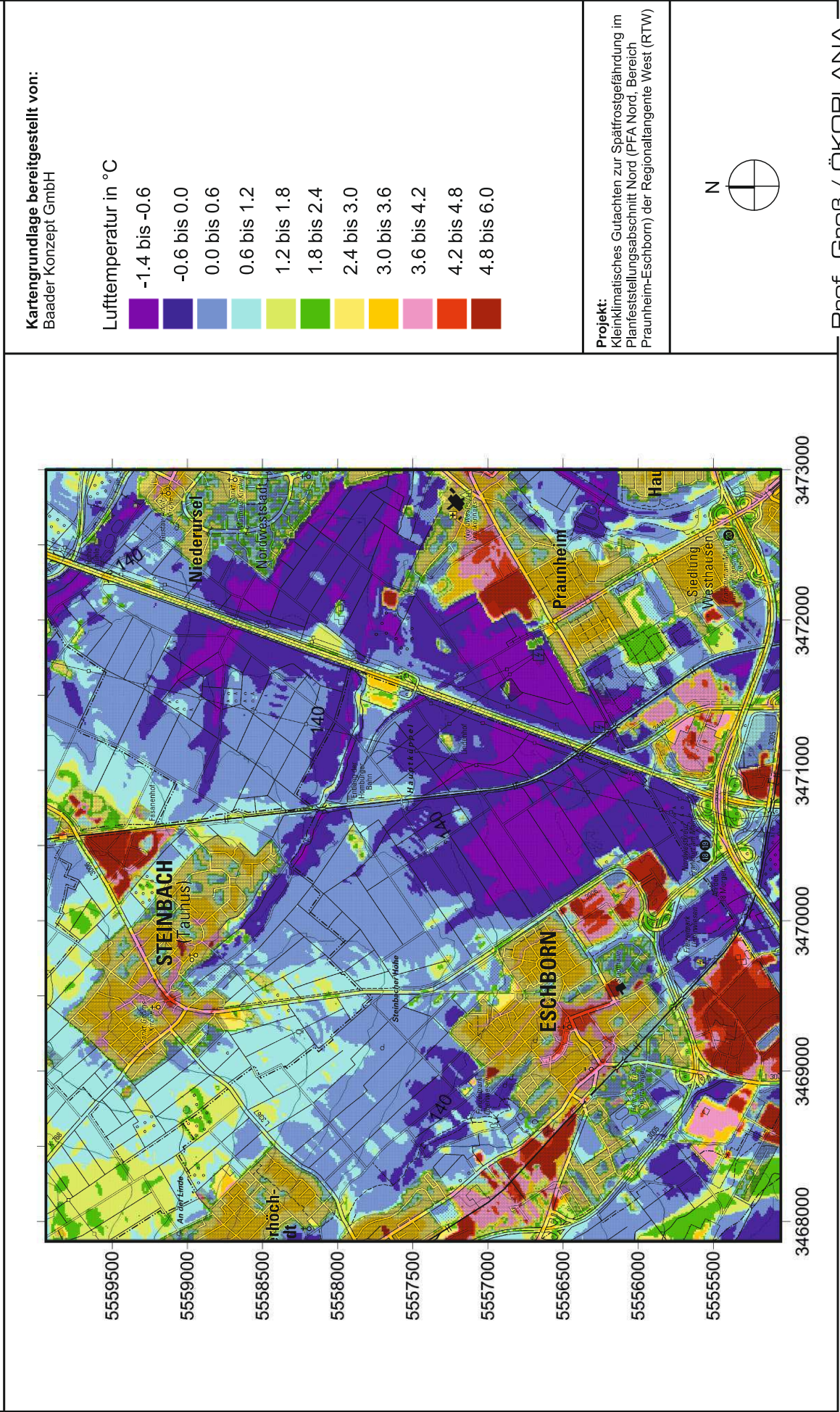


**Grafiken bereitgestellt von:**  
Baader Konzept GmbH

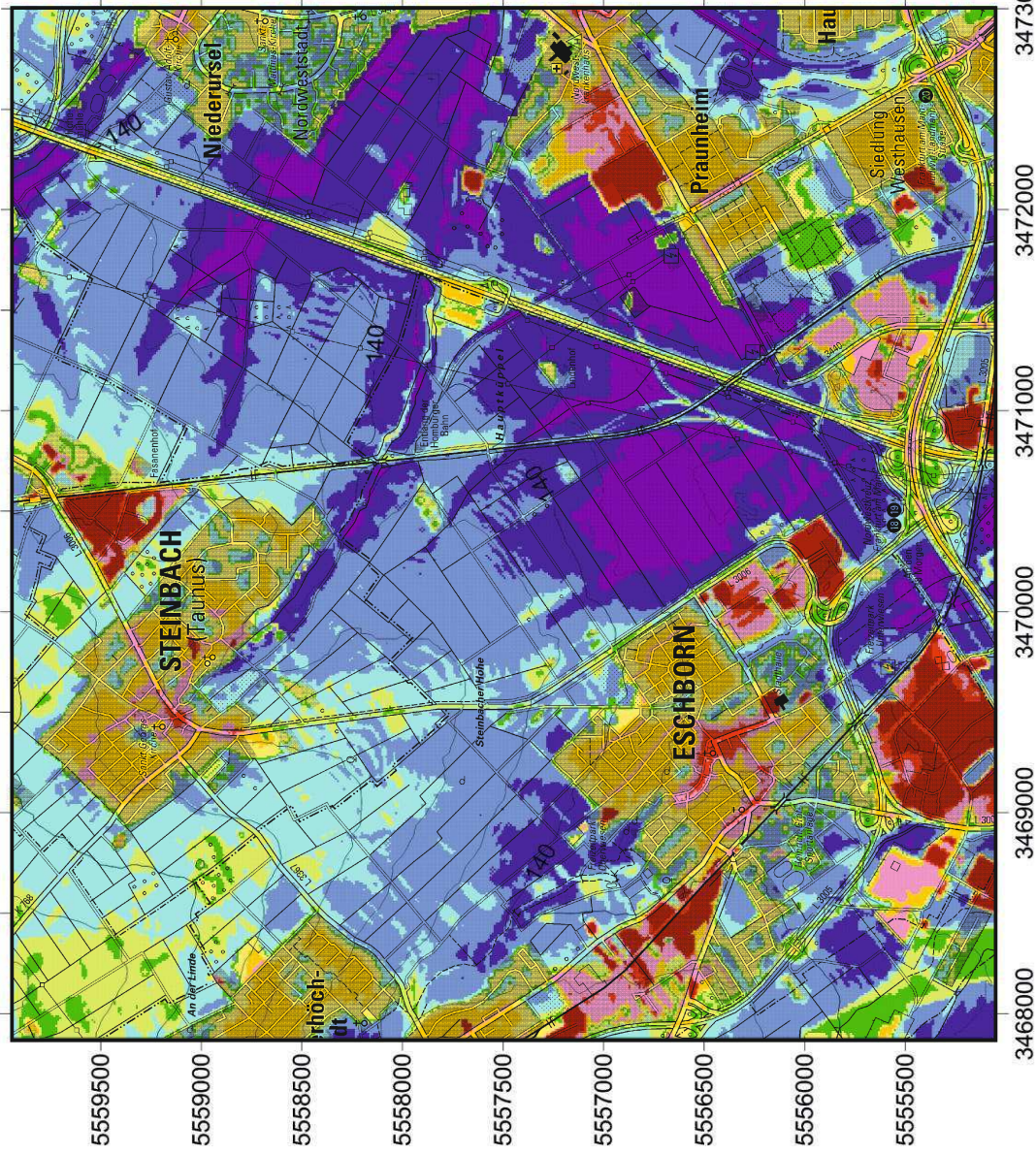
**Projekt:**  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)



**Abb. 6 Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen  
Ist-Zustand, Lufttemperaturfeld 1 m ü. G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang**

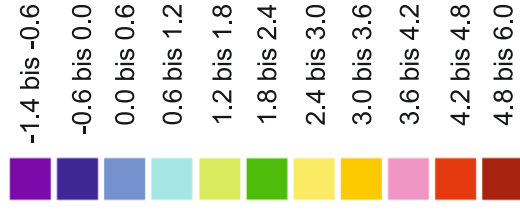


**Abb. 7 Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen  
Plan-Zustand, Lufttemperaturfeld 1 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang**

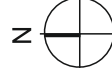


Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

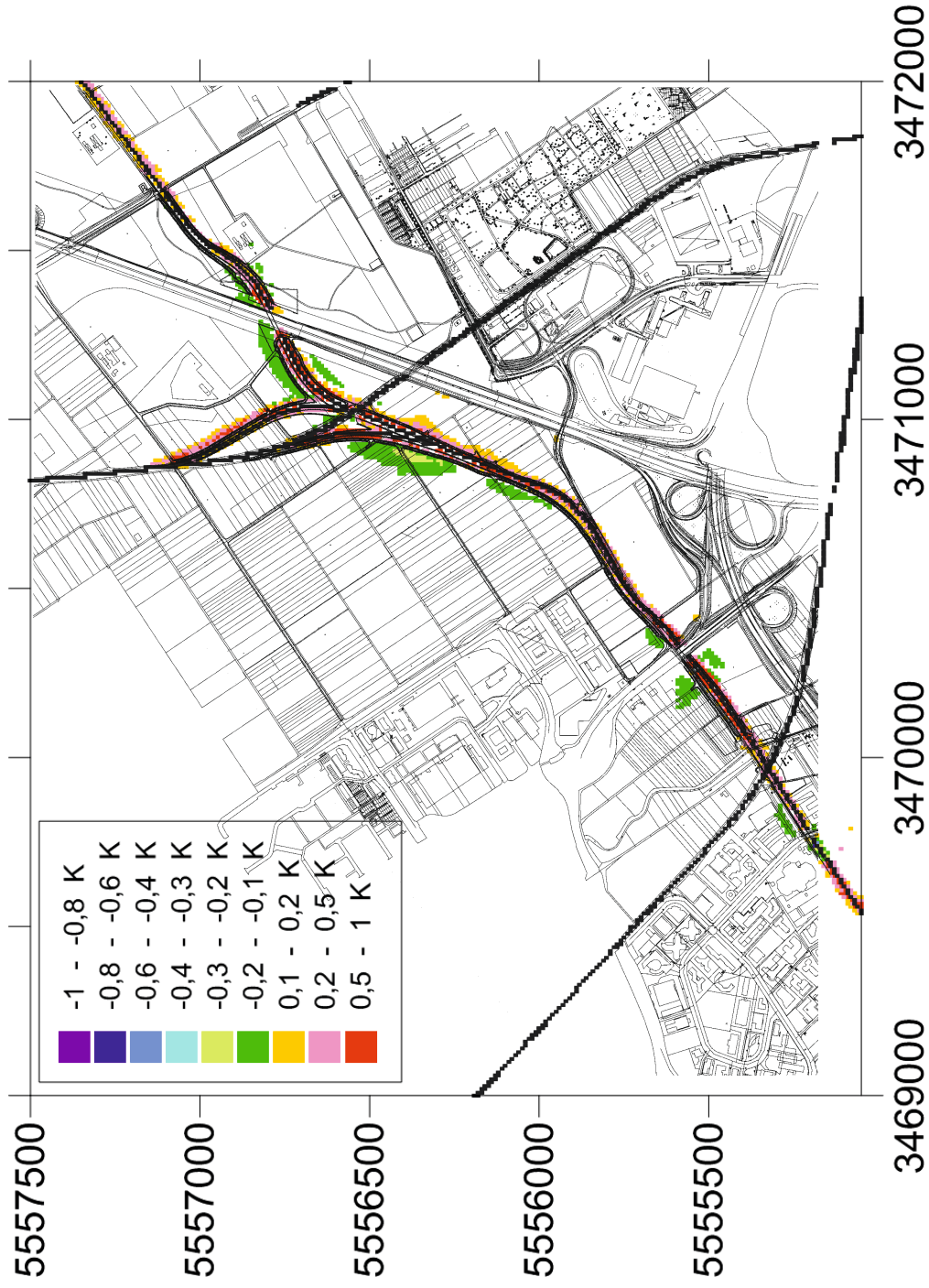
Lufttemperatur in °C



Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

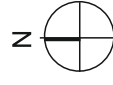


**Abb. 8.1 Differenz  $T_{min}$  (Plan-Zustand) -  $T_{min}$  (Ist-Zustand) 1 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang  
Schwache Anströmung aus Nordwesten**

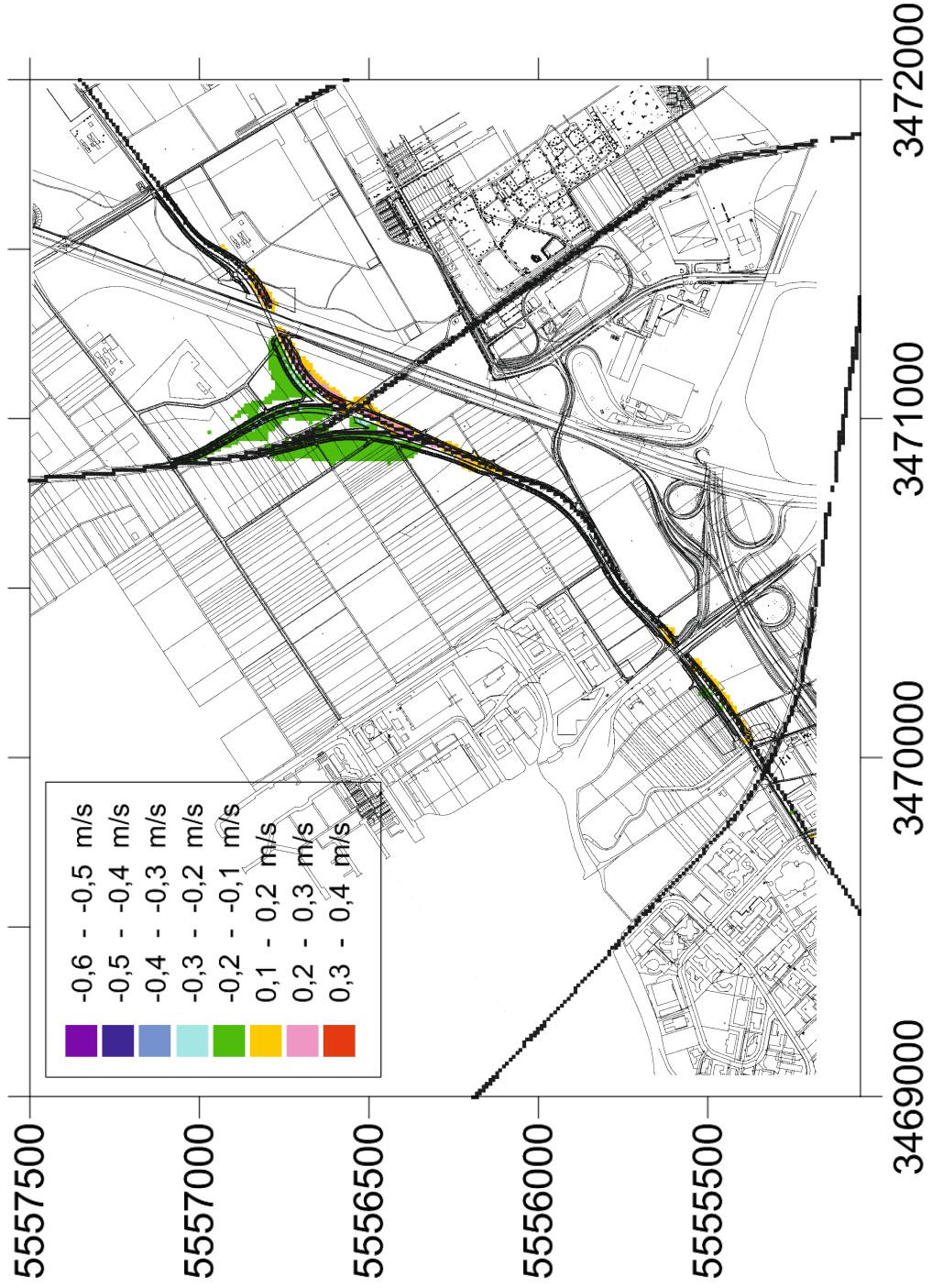


Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

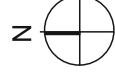


**Abb. 8.2 Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Plan-Zustand - Ist-Zustand 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Nordwesten**

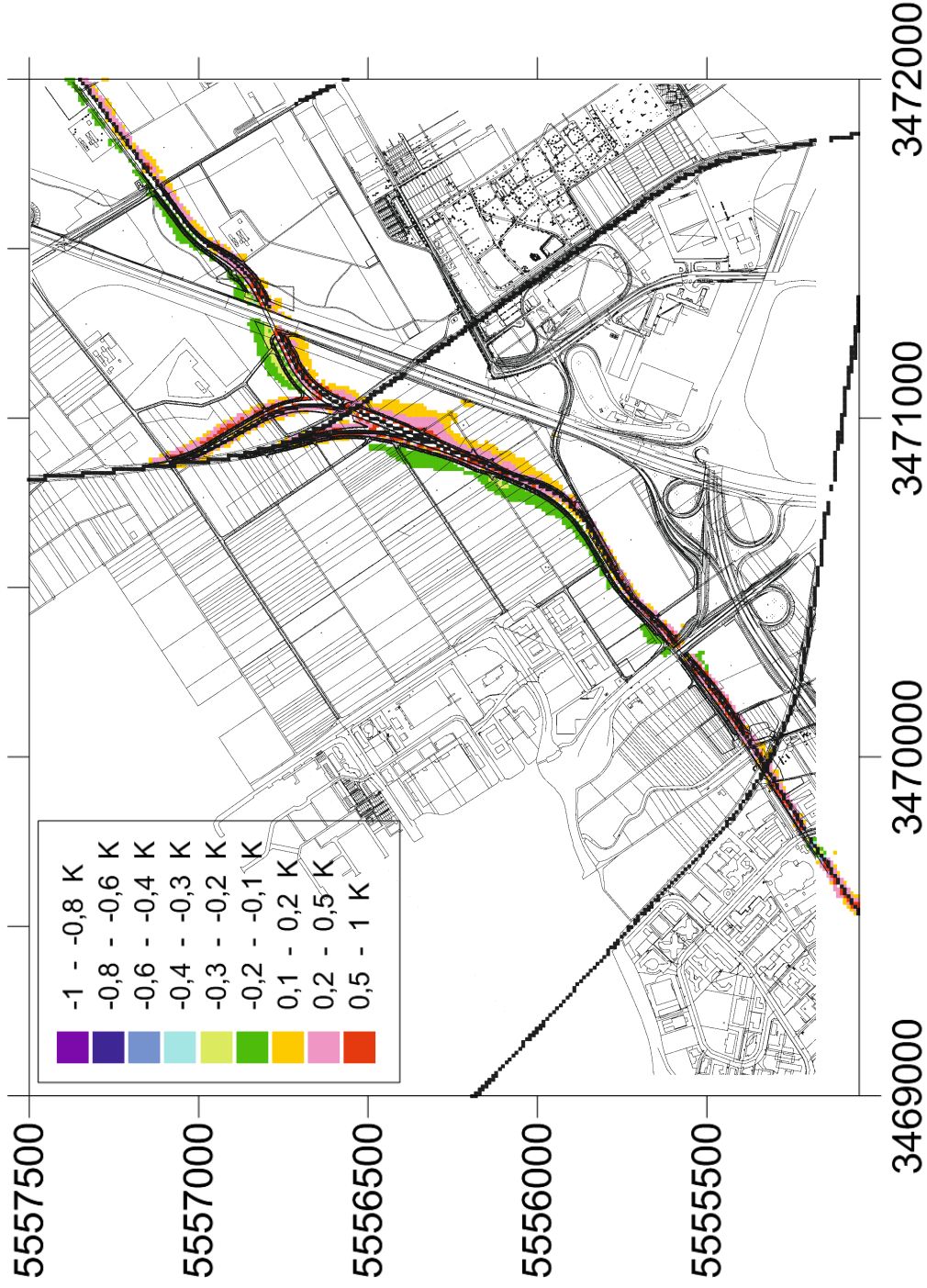


Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

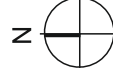


**Abb. 8.3 Differenz  $T_{\min}$  (Plan-Zustand) -  $T_{\min}$  (Ist-Zustand) 1 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang  
Schwache Anströmung aus Südosten**

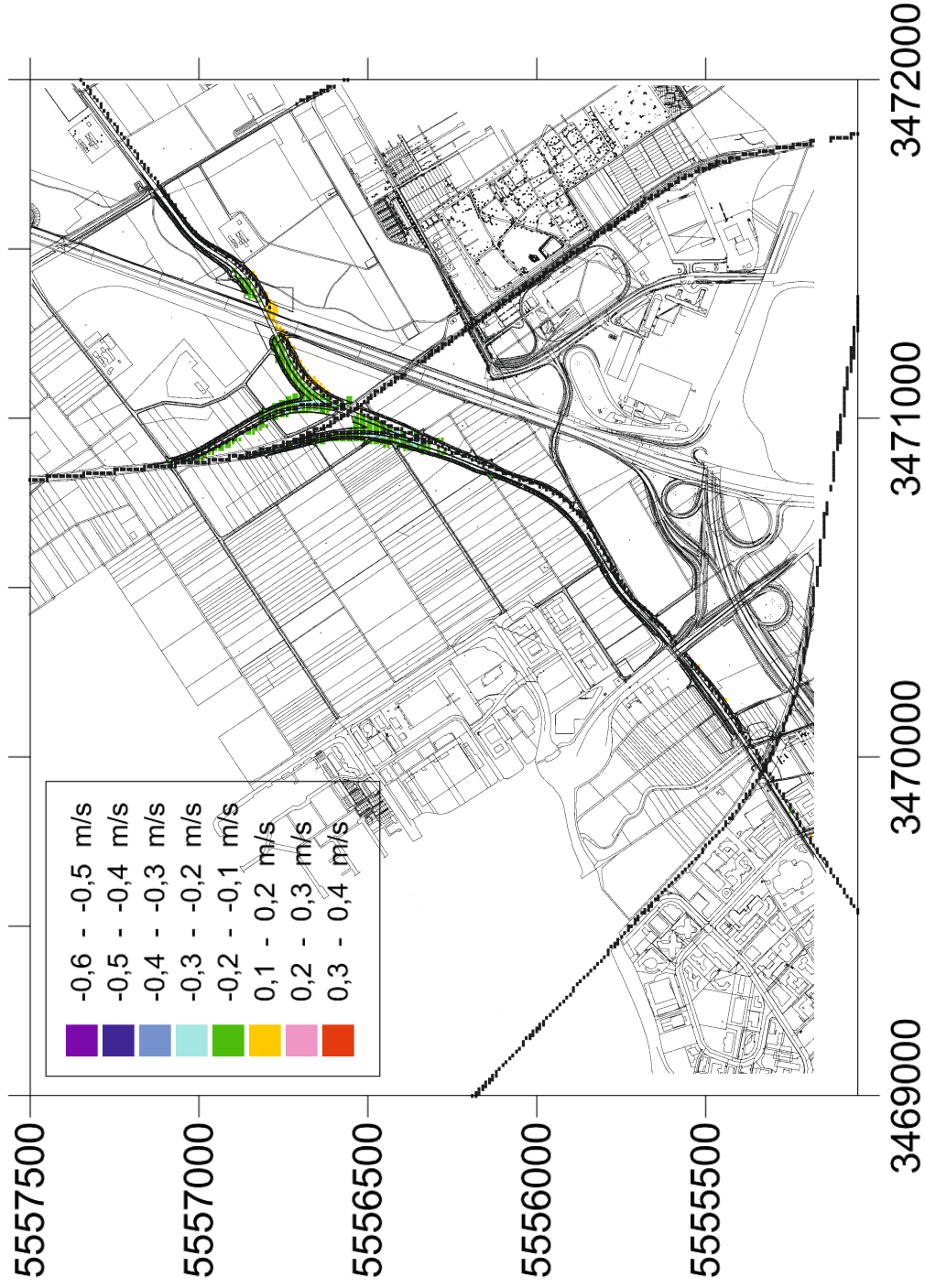


Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)



**Abb. 8.4 Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Plan-Zustand - Ist-Zustand 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang. Schwache Anströmung aus Südosten**

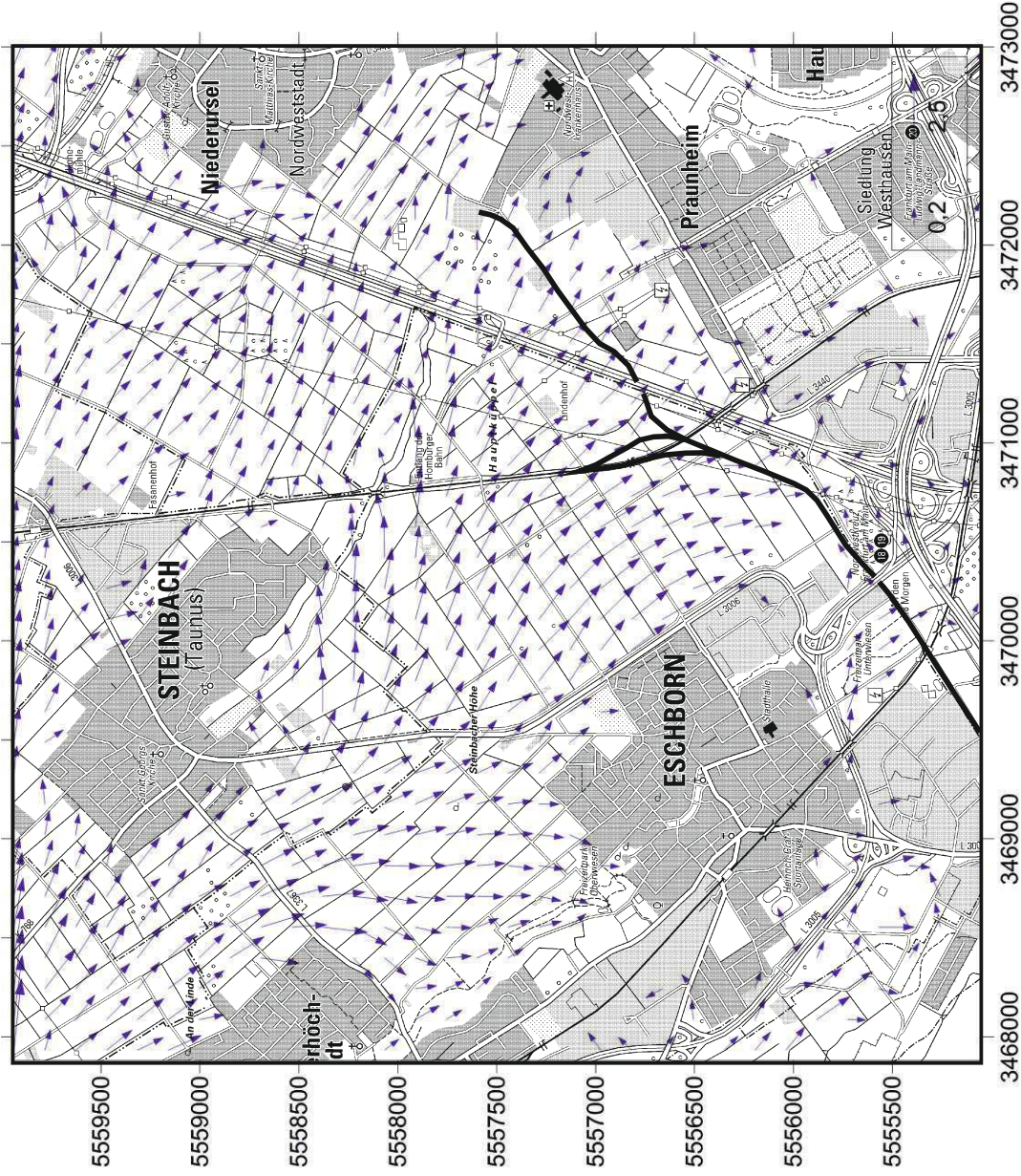


Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)



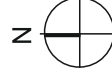
**Abb. 9 Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen  
Plan-Zustand, Windfeld 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang  
Schwache Anströmung aus Nordwesten**



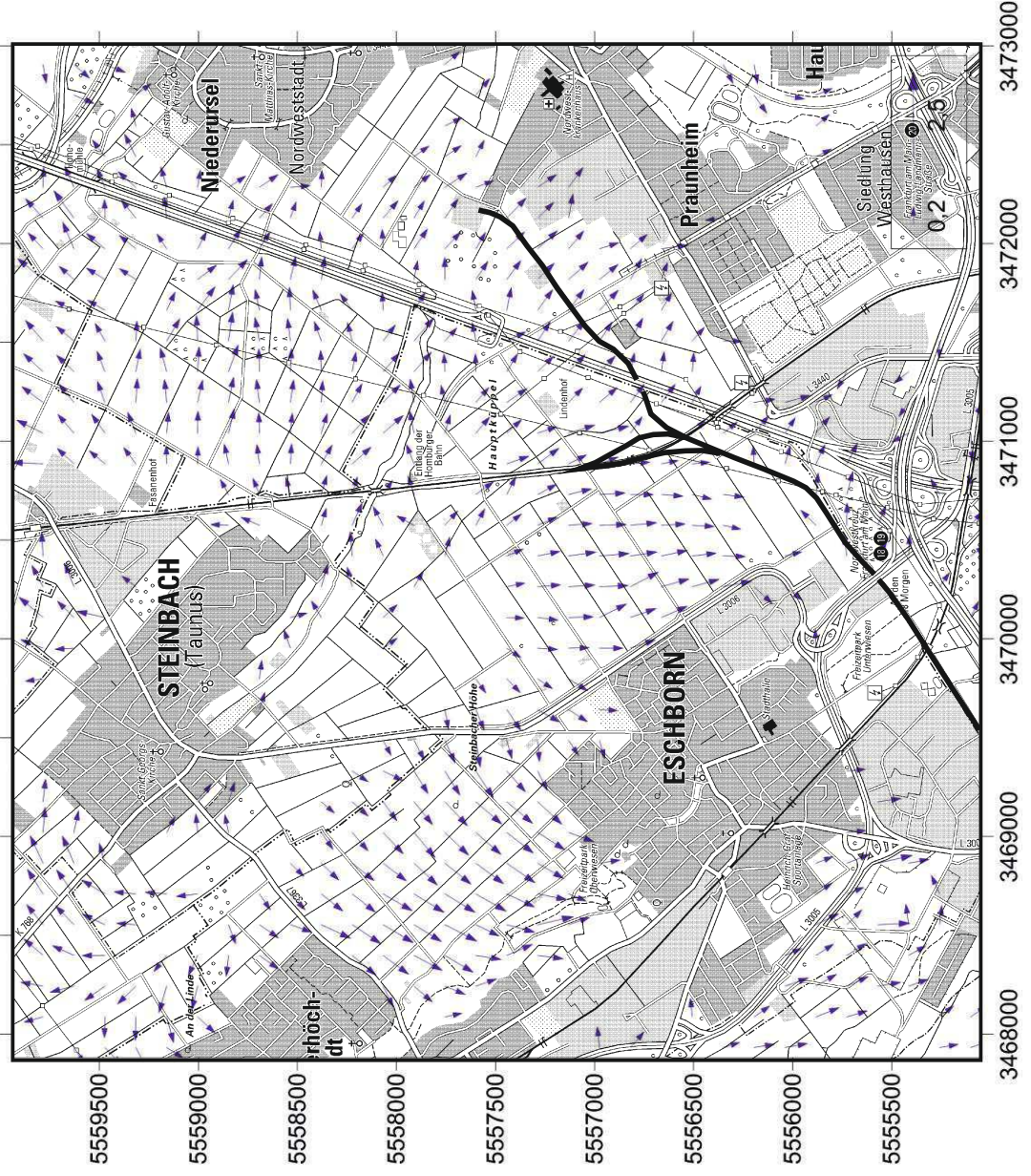
Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH



**Projekt:**  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)



**Abb. 10 Ergebnisse von numerischen Modellrechnungen  
Plan-Zustand, Windfeld 2 m ü.G. in einer Strahlungsnacht kurz vor Sonnenaufgang  
Schwache Anströmung aus Südosten**



Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH



**Projekt:**  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

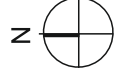
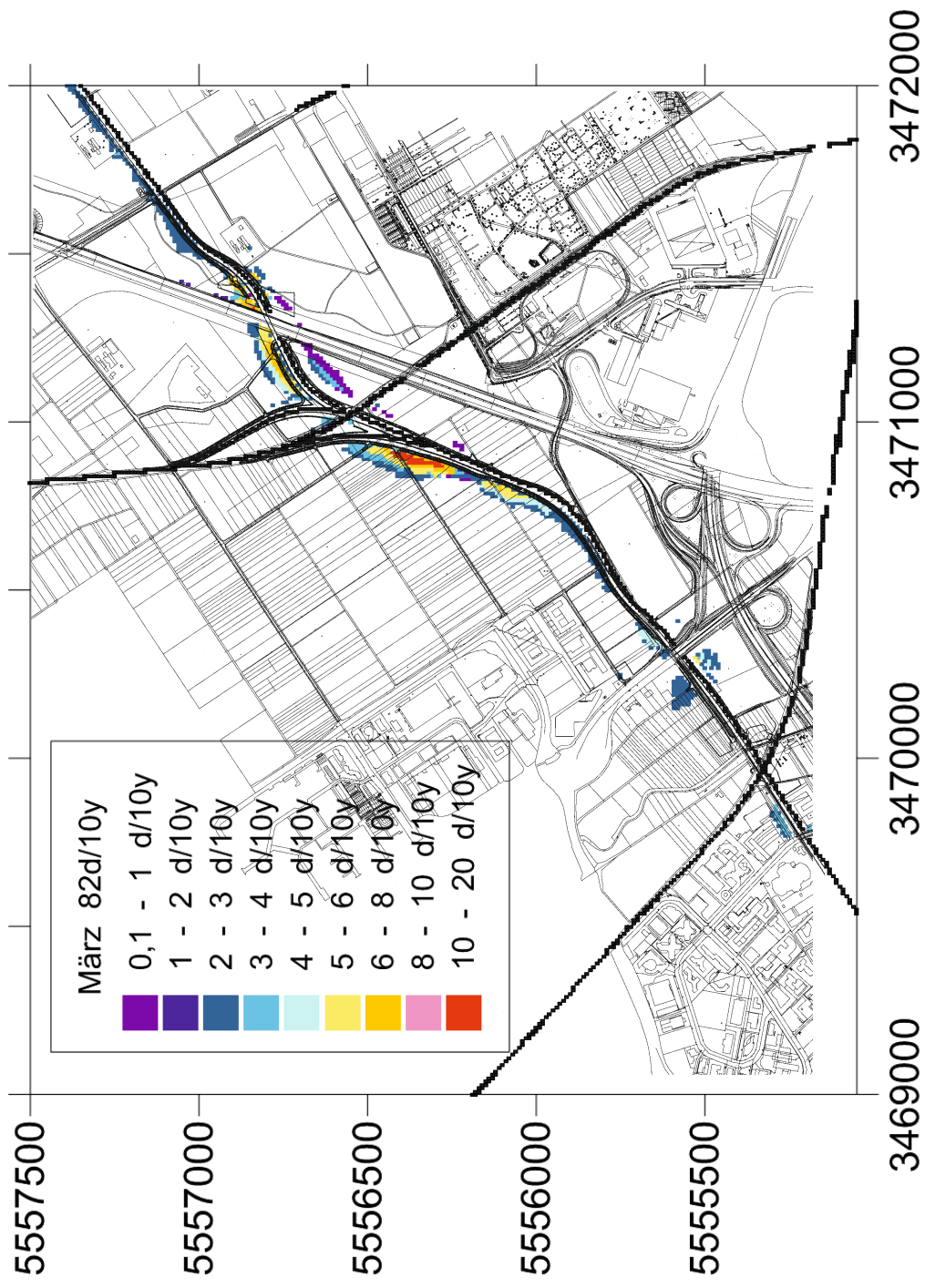




Abb. 11.1 Zusätzliche Spätfrostgefahr für  $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$  in Tagen/10 Jahre für den Monat März



Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

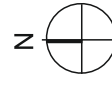
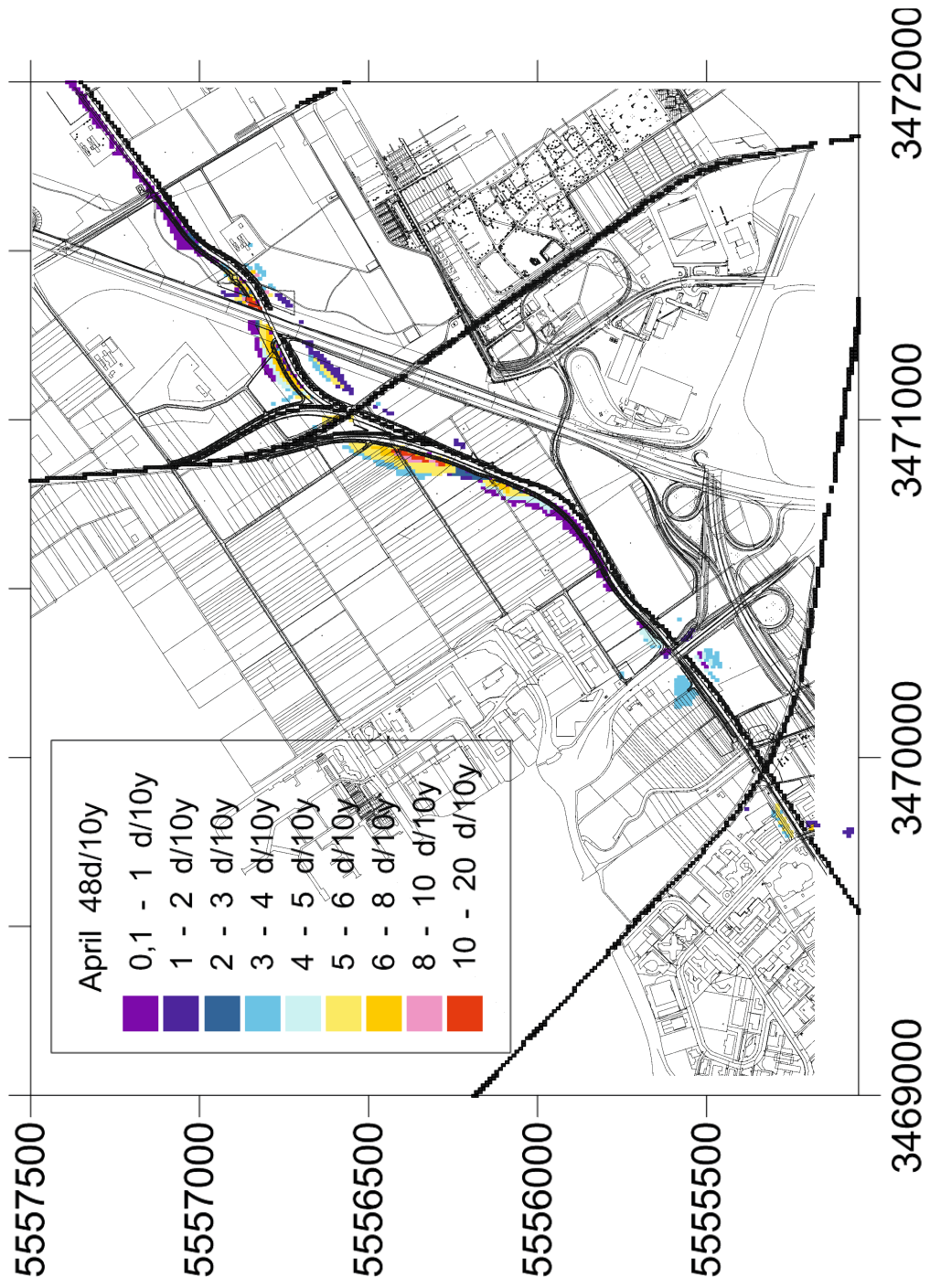


Abb. 11.2 Zusätzliche Spätfrostgefahr für  $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$  in Tagen/10 Jahre für den Monat April



Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

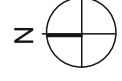
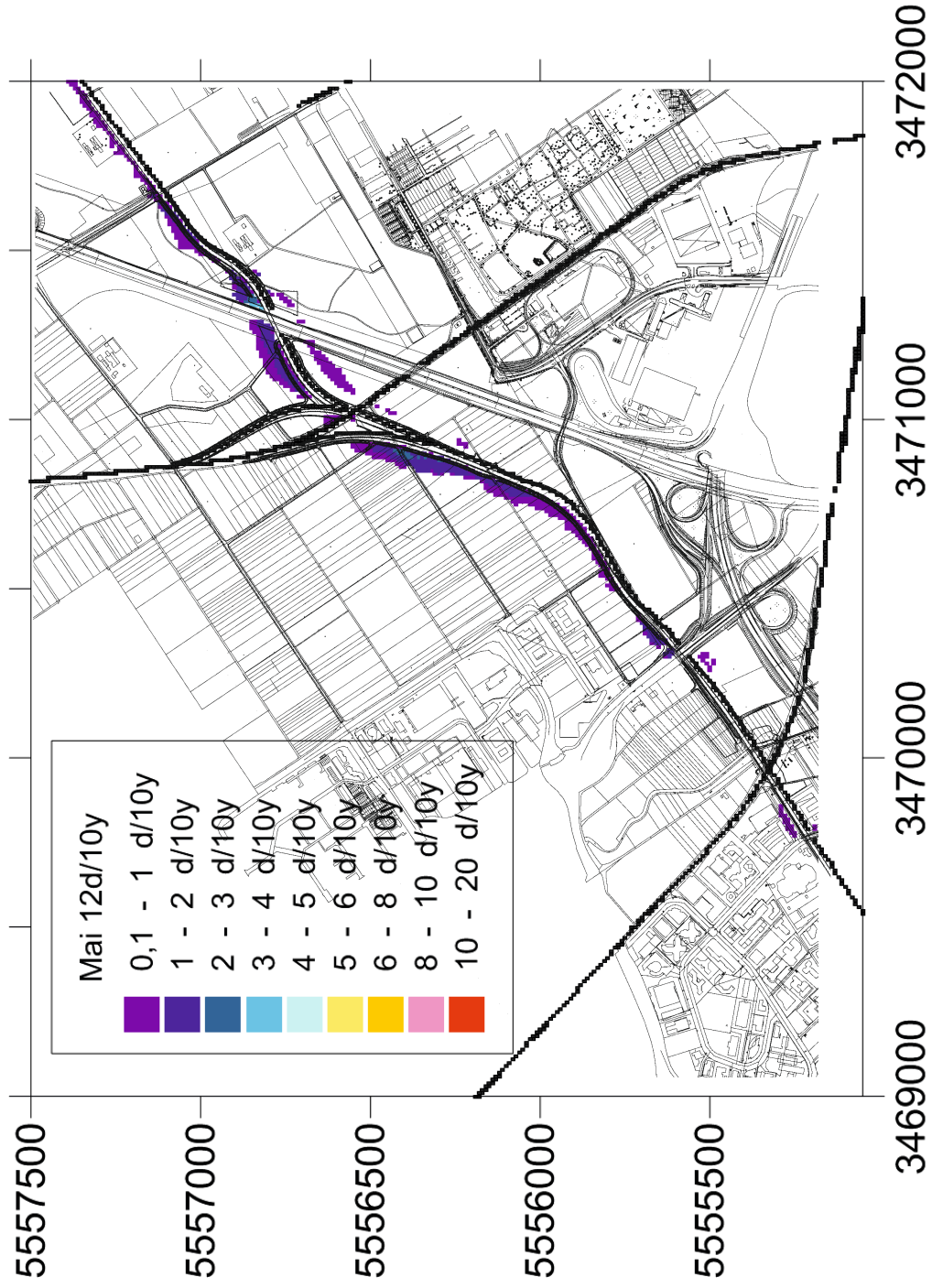


Abb. 11.3 Zusätzliche Spätfrostgefahr für  $T_{\min} < -1^{\circ}\text{C}$  in Tagen/10 Jahre für den Monat Mai



Kartengrundlage bereitgestellt von:  
Baader Konzept GmbH

Projekt:  
Klimatisches Gutachten zur Spätfrostgefährdung im  
Planfeststellungsabschnitt Nord (PFA Nord, Bereich  
Praunheim-Eschborn) der Regionaltangente West (RTW)

