

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 6
76133 Karlsruhe

Telefon +49(721)504379 0
Telefax +49(721)504379 11

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Met. Axel Rühling
Telefon +49(721)504379 16
Axel.Ruehling@mbbm.com

05. Februar 2018
M137097/01 RLG/RLG

B-Plan "Gewerbepark DonauTech" in Tuttlingen - Möhringen

Klimagutachten

Bericht Nr. M137097/01

Auftraggeber:

Große Kreisstadt Tuttlingen
Postfach 47 53
78512 Tuttlingen

Bearbeitet von:

Dipl.-Met. Axel Rühling

Berichtsumfang:

Insgesamt 29 Seiten, davon
25 Seiten Textteil,
1 Seite Anhang

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Karlsruhe
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Situation und Aufgabenstellung	4
2 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	5
3 Beschreibung des Planvorhabens	7
4 Technische Grundlagen der Modellierungen	9
4.1 Vorgehen und Methodik	9
4.2 Rechengebiet und digitales Geländemodell	9
5 Kaltluftabflüsse	12
5.1 Kaltluftsimulationen	12
5.2 Kaltluftbilanzierung	19
5.3 Trajektorienberechnungen	25
5.4 Fazit	27
6 Klimaökologische Maßnahmen	27
7 Grundlagen und Literatur	28
Anhang	29

Zusammenfassung

Die Kreisstadt Tuttlingen führt ein Bebauungsplanverfahren für den geplanten Gewerbepark DonauTech im Gewerbegebiet Gänsacker von Tuttlingen-Möhringen durch.

Im Rahmen der Planaufstellung sollte gutachterlich geprüft werden, ob durch die vorgesehenen Baumaßnahmen Auswirkungen auf die Kaltluftabflüsse in der Umgebung und hierdurch vermittelte schädliche Umwelteinwirkungen zu erwarten sind.

Vor diesem Hintergrund wurden durch Modellrechnungen mit einem geeigneten Kaltluftentstehungs- und -abflussmodell die Auswirkungen des Vorhabens auf einen lokalen Kaltluftstrom durch vergleichende Modellrechnungen für den Nullfall (Ist-situation) sowie den Planfall quantifiziert und beurteilt.

Die wesentlichen Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Untersuchung können wie folgt zusammengefasst werden:

- Durch das Planvorhaben der Errichtung des Gewerbeparks DonauTech kommt es zu keinen signifikanten Unterschieden in der Ausbildung der Kaltluftschichtdicke sowie im Abflussverhalten von Kaltluft in einer Kaltluftnacht.
- Die Auswirkungen der Planungen zeigen sich in den Bilanzierungen der Kaltluftvolumenströme nur in den Anfängen einer Kaltluftnacht als marginale Wirkungsgröße, welche aus gutachterlicher Sicht zu vernachlässigen ist.
- Die Trajektorienrechnungen zeigen, dass durch die Errichtung des Gewerbeparks DonauTech keine negativen Einflüsse oder Effekte auf die Kaltluftströmungen und die damit einhergehende Frischluftzufuhr von Tuttlingen zu erwarten sind.
- Zur Gewährleistung des Kaltlufttransportes und des klimatischen Wirkungsraum ist eine mehrstufige, durch Freiflächen aufgelockerte Bebauung (idealerweise mit Dachbegrünung) von Vorteil. Die Ausrichtung der Längsachsen größerer Gebäudekomplexe sollte talparallel erfolgen. Offene Querachsen fördern zu Beginn des Kaltluftabflusses den Abfluss von den Seitenhängen ins Tal.

Nach den oben aufgeführten Erkenntnissen ist nicht zu erwarten, dass es durch die Errichtung des Planvorhabens Gewerbepark DonauTech zu negativen Auswirkungen auf die lokalen Kaltluftströmungen kommen wird. Deshalb ist im Zuge der baulichen Änderungen nicht mit schädlichen Umwelteinwirkungen zu rechnen.

Dipl.-Met. Axel Rühling

M. Sc. Kim Lea Gutermuth

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Kreisstadt Tuttlingen führt ein Bebauungsplanverfahren für den geplanten Gewerbepark DonauTech im Gewerbegebiet Gänsacker von Tuttlingen-Möhringen durch.

Im Rahmen des B-Planverfahrens soll gutachterlich geprüft werden, ob durch den vorgesehenen Gewerbepark DonauTech negative Auswirkungen auf die Kaltluftabflüsse in der Umgebung und hierdurch vermittelte schädliche Umwelteinwirkungen zu erwarten sind.

Vor diesem Hintergrund werden durch Modellrechnungen mit einem geeigneten Kaltluftentstehungs- und -abflussmodell die Auswirkungen des Vorhabens auf einen lokalen Kaltluftstrom durch vergleichende Modellrechnungen für die Istsituation (Nullfall) und den Planfall quantifiziert und beurteilt.

2 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Im Süden Baden-Württembergs liegt die Kreisstadt Tuttlingen. Südlich von Tuttlingen schließt der Stadtteil Möhringen an. Dieser ist durch den Talverlauf der Donau von Südwesten nach Nordosten mit der Stadt Tuttlingen verbunden. Entlang der Tal-schneise zwischen Tuttlingen und Möhringen liegt der bereits bestehende Gewerbe-park Tuttlingen-Möhringen II (Standort Gänsacker), welcher die Fortsetzung des Gewerbe-parks Tuttlingen-Möhringen I darstellt. Der Gewerbepark DonauTech ist südwestlich des Gewerbeparks Tuttlingen-Möhringen II geplant und schließt unmittel-bar an diesen an.

Nordwestlich des geplanten Gewerbeparks DonauTech (nachfolgend auch B-Plan-gebiet genannt) liegt der Stadtteil Möhringen. Möhringen ist nördlich und südlich der Talschneise durch die Schwäbische Alb umgeben.

Die geographische Höhe des B-Plangebiets beträgt ca. 650 m ü. NN. Nördlich des Plangebiets verläuft die Donau, südlich und südöstlich erstrecken sich die Hänge der Schwäbischen Alb mit Höhen bis auf ca. 800 m ü. NN.

In der nachfolgenden Abbildung 1 ist ein Auszug aus der topographischen Karte in der Umgebung von Tuttlingen-Möhringen mit der Lage des B-Plangebiets (rotes Polygon) sowie des bereits bestehenden Gewerbeparks Tuttlingen-Möhringen II (blaues Polygon) dargestellt.

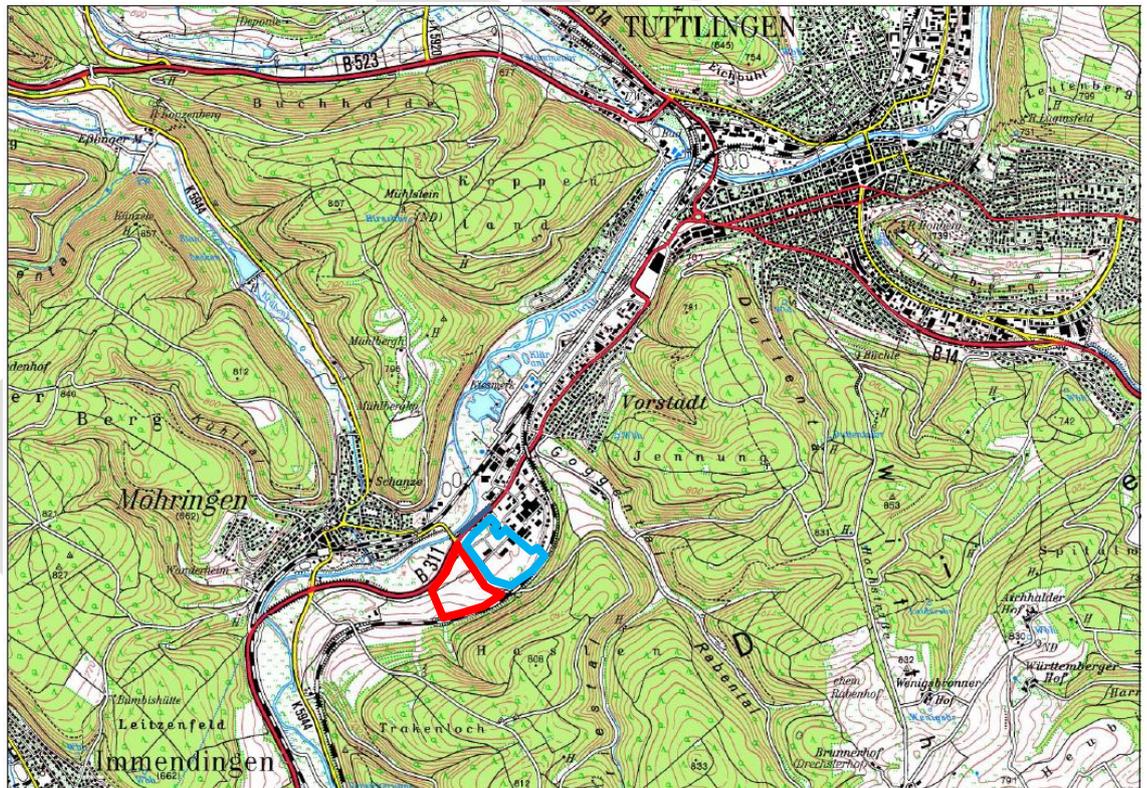


Abbildung 1. Auszug aus der topographischen Karte [4] im Bereich Tuttlingen-Möhringen. B-Plan DonauTech: rotes Polygon; Gewerbegebiete Tuttlingen-Möhringen II: blaues Polygon (unmaßstäblich).

Die orografischen Verhältnisse sind als Schummerungskarte in Abbildung 2 dargestellt.

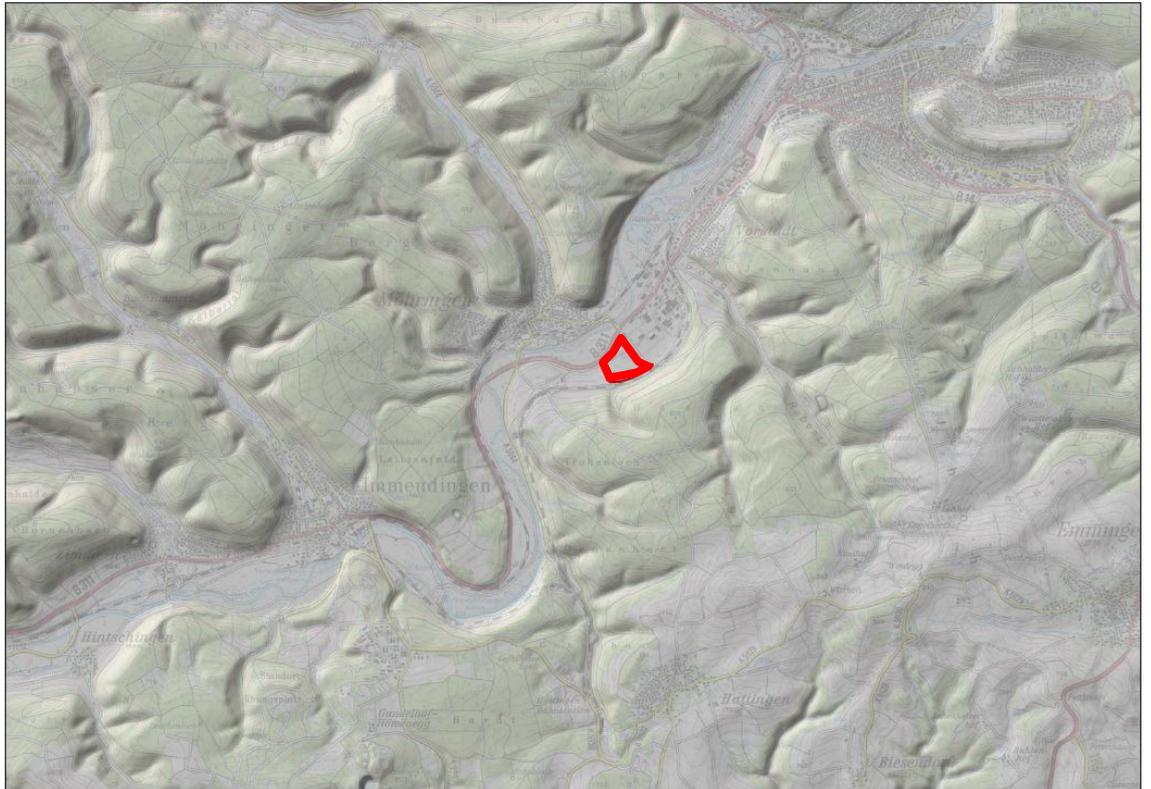


Abbildung 2. Höhendarstellung als Schummerungskarte [4] im Bereich Tuttlingen-Möhringen B-Plan DonauTech: rotes Polygon (unmaßstäblich).

3 Beschreibung des Planvorhabens

Die städtebauliche Weiterentwicklung am Standort Gänsacker durch Anschluss des Gewerbeparks DonauTech an den Gewerbepark Tuttlingen-Möhrigen II umfasst einen Geltungsbereich von ca. 19,7 ha. Durch die Erweiterung des Gewerbegebiets soll die bereits am Gänsacker ansässige Medizintechnikbranche erweitert werden.

Der städtebauliche Entwurf verfolgt die Leitidee entlang der B 311 eine stringente städtebauliche Raumkante mit einer vorgelagerten, straßenbegleitenden Baumreihe auszubilden und einen neuen Stadteingang von Tuttlingen im Westen der Stadt zu formulieren. Mit Blick auf die angestrebte Adressbildung gliedern Grünflächen und Grünstrukturen die gewerbliche Erweiterungsfläche und schaffen freiräumliche Qualität. Prägende freiräumliche Elemente sind die zentral im Gebiet liegende „Grüne Stadtachse“ und die Gestaltung des westlichen Siedlungsrand in Form einer „Landschaftstreppe“.

Die „grüne Stadtachse“ öffnet den Medizintechnik-Park sowohl zum Stadtteil Möhringen als auch zur angrenzenden Landschaft im Westen und nimmt den zentralen Fuß-Radweg von der Donaubrücke aus Möhringen im Osten bis hin in die freie Landschaft auf [13].

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Entwurf des Baukonzepts im Dezember 2017.



Abbildung 3. Entwurf des Baukonzepts Gewerbepark DonauTech (Stand Dezember 2017).

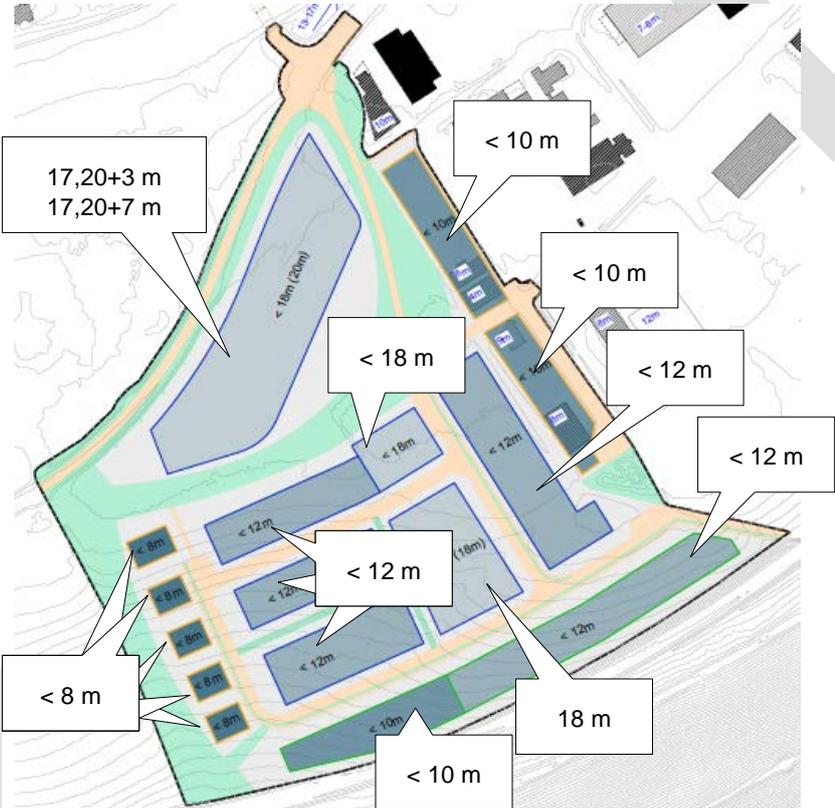
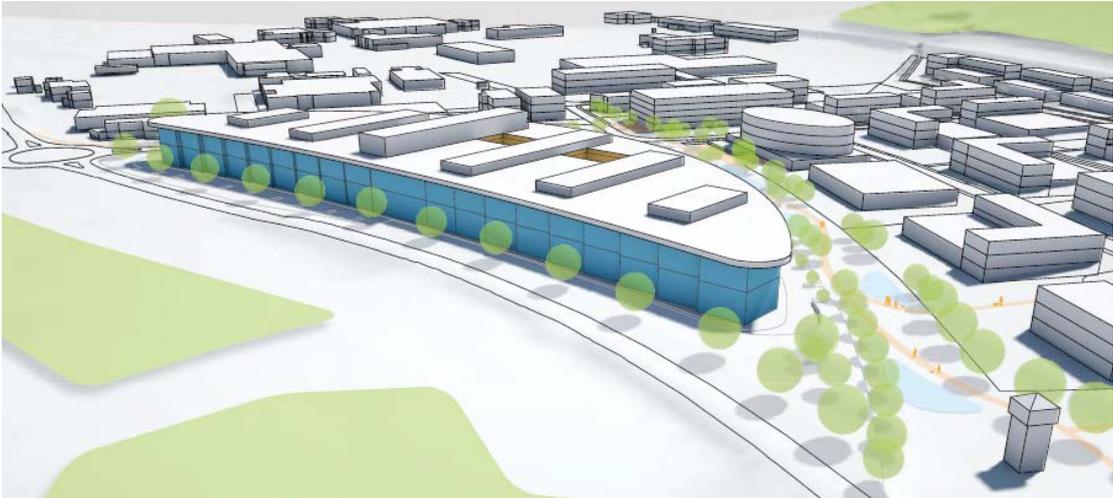


Abbildung 4. Entwürfe des Höhen- und Baukonzepts des Gewerbeparks DonauTech (Stand Dezember 2017). Oberes Bild: Blick aus Südwest nach Nordost.

S:\M\PROJ\137\M137097\M137097_01_BER_1D.DOCX:06. 02. 2018

4 Technische Grundlagen der Modellierungen

4.1 Vorgehen und Methodik

Für eine Bewertung der Auswirkungen der Errichtung des Gewerbeparks DonauTech auf die vorherrschenden Kaltluftströme werden diese durch vergleichende Berechnungen für die Istsituation bzw. den Nullfall und den Planfall DonauTech (die im bestehenden Bebauungsplan ausgewiesene Flächennutzung) quantifiziert und anhand der Kriterien der VDI 3787 Blatt 5 [7] beurteilt. Die Kaltluftbildung und Kaltluftabflüsse sind dazu durch Modellrechnungen zu quantifizieren. Für die Berechnung der Kaltluftabflüsse wurde das Simulationsmodell KLAM_21 des Deutschen Wetterdienstes (DWD) [1] eingesetzt. KLAM_21 berücksichtigt im Wesentlichen die Geländestruktur und die Oberflächenbeschaffenheit im Untersuchungsgebiet.

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

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

4.2 Rechengebiet und digitales Geländemodell

Die Simulationen für die Kaltluftströmungen wurden für ein weitaus größeres Rechengebiet als das eigentliche Untersuchungsgebiet durchgeführt, um die Einzugsbereiche der Kaltluft ausreichend zu erfassen. Gleichzeitig ist für den zu untersuchenden Bereich des B-Plangebiets und seiner Umgebung eine detaillierte Betrachtung notwendig, um die geplante Bebauung und deren Einfluss aufzulösen.

Das KLAM_21-Rechengebiet wurde auf 14 km x 14 km mit einem Kerngebiet zur Auswertung von 700 m x 600 m festgelegt. Die räumliche Auflösung des Rechengitters in der Horizontalen beträgt im Kerngebiet 20 m x 20 m.

Zur Berücksichtigung der Orographie bei der Berechnung der Kaltluftströmungen wurden die Höhendaten im Rechengebiet anhand eines digitalen Geländemodells zugrunde gelegt [3]. Das digitale Geländemodell (DGM) ist in der Abbildung 5 dargestellt.

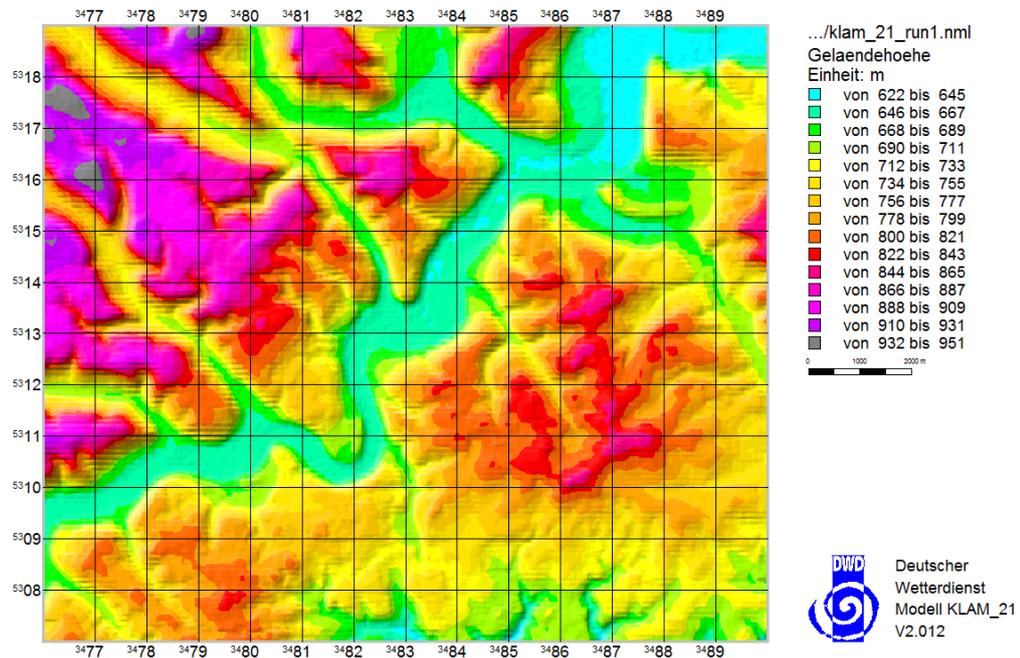


Abbildung 5. Geländehöhen im Rechengebiet der Kaltluftberechnungen mit KLAM_21 [3].

Die Flächennutzungsdaten (Bodenbedeckung, Grundlage für die Kaltluftproduktionsraten) wurden anhand der topografischen Karte [4] digital aufgenommen und in die für das Modell KLAM_21 geeigneten Formate übertragen. Hierbei wurden differenzierte Eingangsdaten für die Rechenläufe Istzustand bzw. Nullfall und Planfall erstellt.

Abbildung 6 zeigt die angesetzte Flächennutzung im gesamten Rechengebiet von KLAM_21 für den Nullfall (oben) und den Planfall DonauTech (unten).

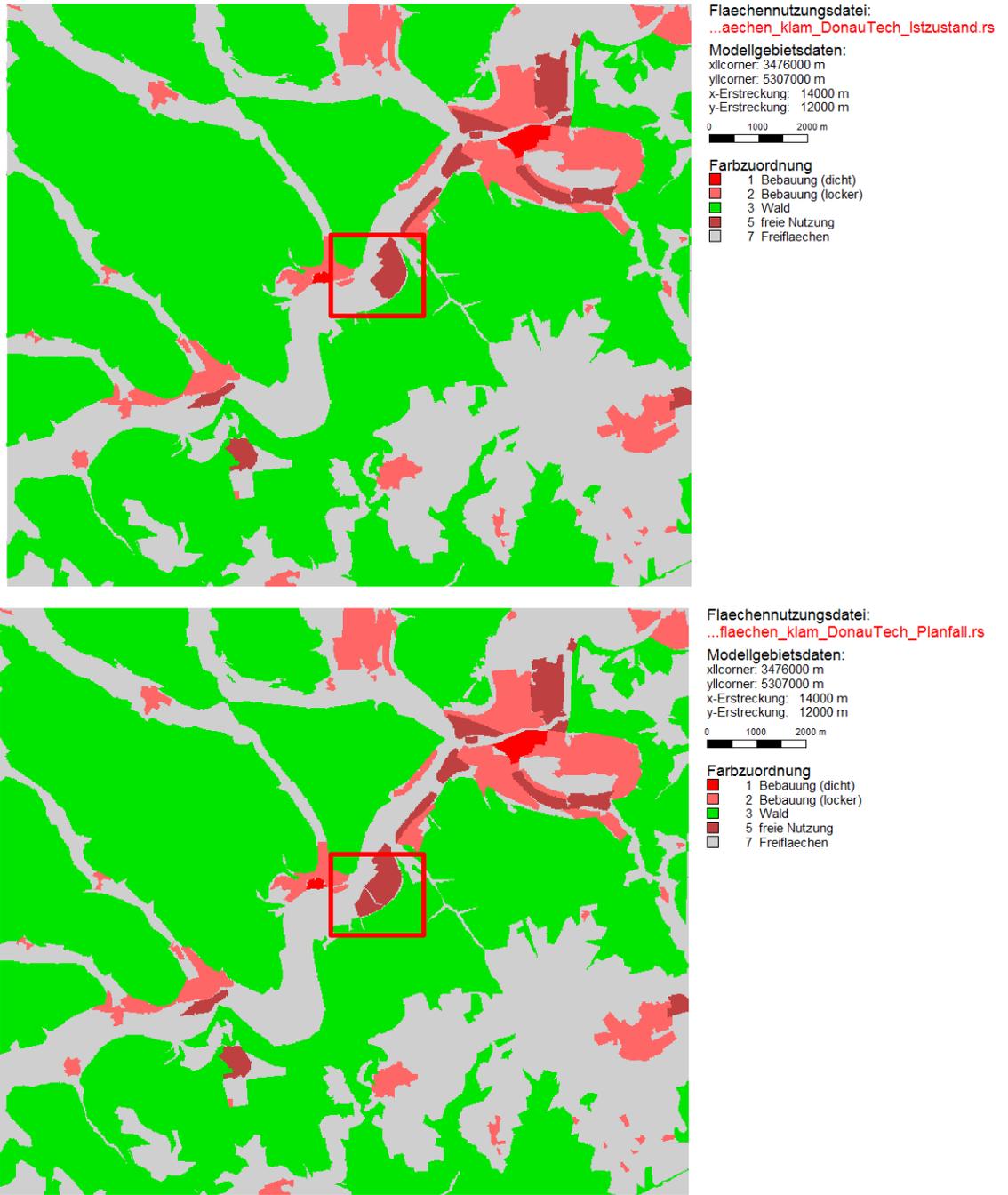


Abbildung 6. Bodenbedeckung (Flächennutzung) im Rechengebiet der Kaltluftberechnungen mit KLAM_21 für den Nullfall (oben) und den Planfall DonauTech (unten) [4]. Das rote Rechteck kennzeichnet die Lage der Erweiterung des Gewerbegebiets Gänzsacker durch den B-Plan DonauTech.

5 Kaltluftabflüsse

5.1 Kaltluftsimulationen

In gegliedertem Gelände kann das bodennahe Wind- und Strömungsfeld bei entsprechenden Randbedingungen durch Kaltluftabflüsse modifiziert werden. Die sich in den Abend- und Nachtstunden am Boden bildende Kaltluft weist gegenüber den umgebenden Luftmassen eine höhere Dichte auf. Dementsprechend setzen sich die Kaltluftmassen auf geneigten Flächen dem Gefälle folgend in Bewegung.

Für die Berechnung der Kaltluftabflüsse wurde das Simulationsmodell KLAM_21 [1] des Deutschen Wetterdienstes (DWD) eingesetzt, welches die zeitliche Entwicklung der Kaltluftentstehung simuliert und quantitative Angaben der Strömungsgeschwindigkeiten und Kaltluftschichtdicken sowie die entsprechenden Kaltluftvolumenströme liefert. Die simulierten Verhältnisse stellen Idealbedingungen mit wolkenlosem Himmel und ohne Störungen durch das großräumige Windfeld dar.

Das Kaltluftströmungsfeld wird regional durch das Talsystem der Donau bestimmt, welches ein Sammelgebiet für die auf den Hochflächen zwischen dem Talsystem gebildete Kaltluft darstellt.

In den folgenden Abbildungen (Abbildung 7 bis Abbildung 12) ist die Kaltluftsituation bei verschiedenen ausgeprägten Kaltluftstadien im Nullfall (oben) und den Planfall (unten) für den Ausschnitt des Untersuchungsgebiets dargestellt.

Zu Beginn der Kaltluftnacht bilden sich geringe Kaltluflhöhen bis maximal 14 m im Tal im Bereich des Untersuchungsgebiets aus. Flächenversiegelte bzw. bebaute Gebiete kühlen langsamer ab als umliegende unversiegelte Flächen. Dort bilden sich zu Beginn einer Kaltluftnacht keine bis sehr geringe Kaltluflhöhen aus. Dieser Effekt ist sowohl im Nullfall als auch im Planfall zu beobachten. Durch die Versiegelung der Fläche im B-Plangebiet erfährt die sich bildende Kaltluft eine leichte Ablenkung der Fließrichtung sowie eine leichte Verringerung der Fließgeschwindigkeit im Vergleich zur Kaltluftsituation im Nullfall (siehe lila Pfeile Abbildung 7).

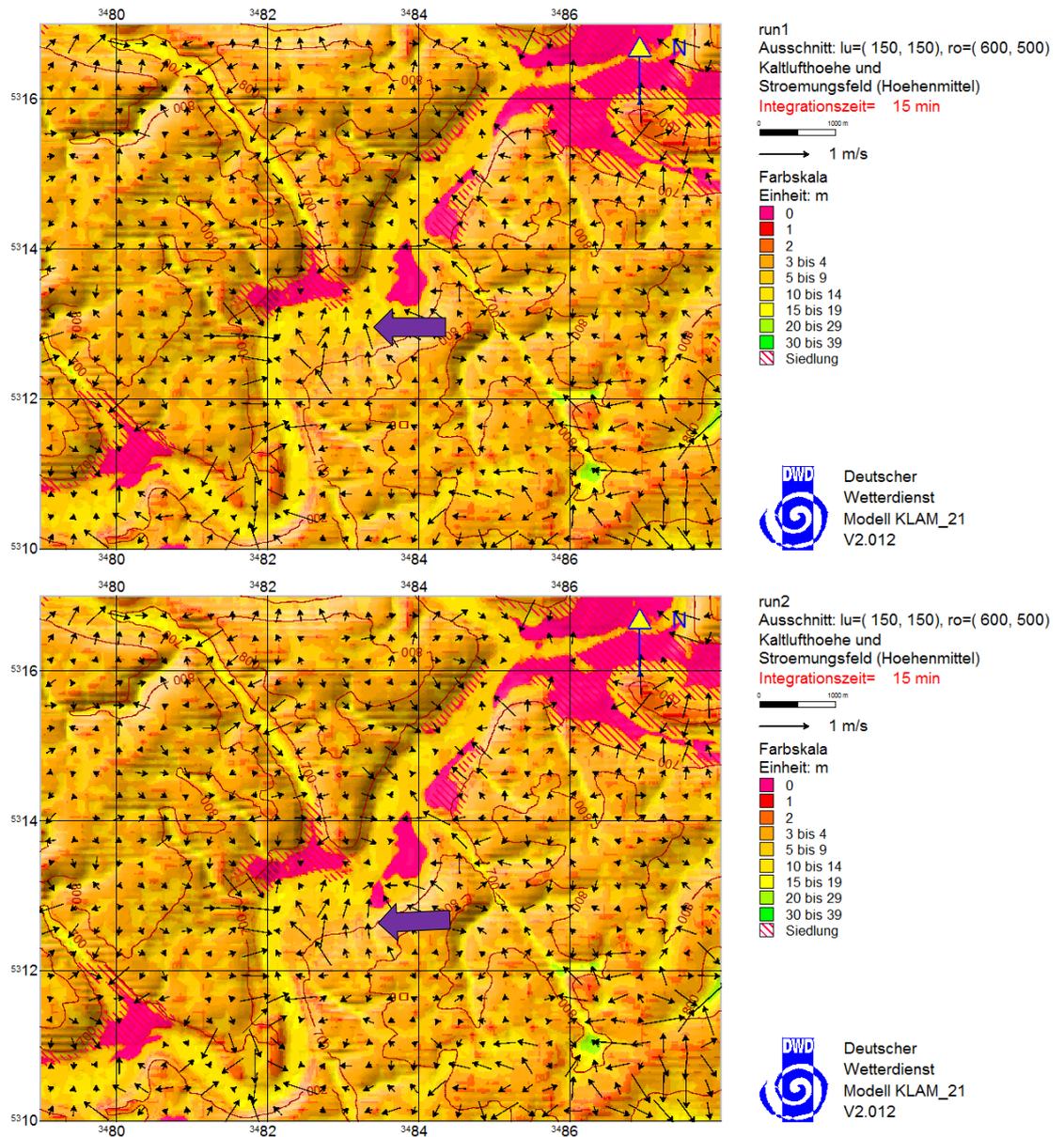


Abbildung 7. Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftschichtdicken im Höhenmittel zu Beginn der Kaltluftnacht für den **Nullfall (oben)** und den **Planfall (unten)**. Lila Pfeile kennzeichnen kleine Unterschiede des Kaltluftfließverhaltens.

Die Effekte der Flächenversiegelung im B-Plangebiet spiegeln sich ebenfalls marginal in der Kaltluftvolumenstromdichte¹ in Abbildung 8 wider (siehe ebenfalls 5.2 Kaltluftbilanzierung). Durch die Flächenversiegelung werden die Kaltluftströme teilweise umgelenkt. Abbildung 8 zeigt den Nahbereich des Untersuchungsgebiets.

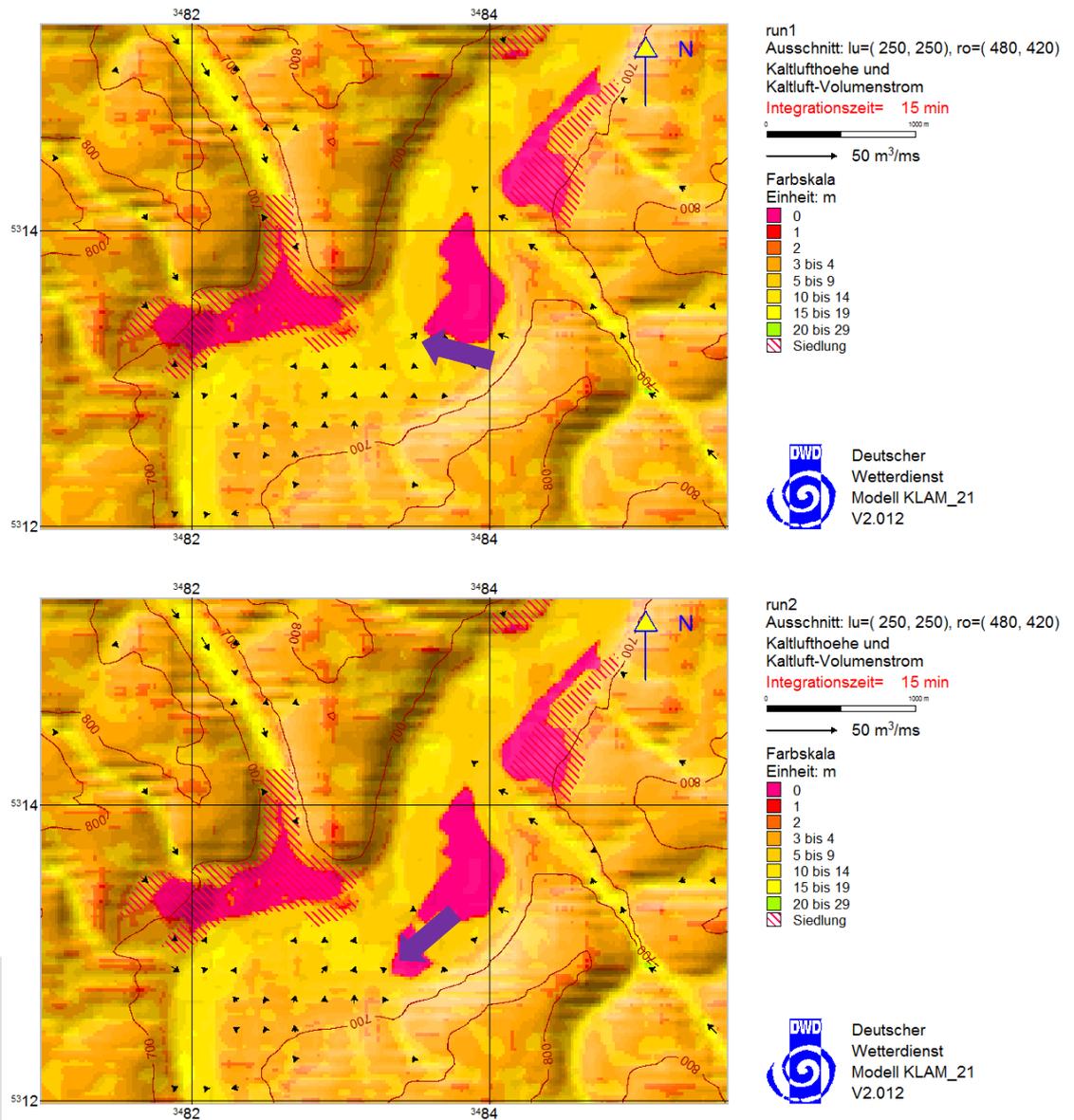


Abbildung 8. Kaltfluthöhe und Kaltluftvolumenstrom zu Beginn der Kaltluftnacht für den **Nullfall (oben)** und den **Planfall (unten)**. Lila Pfeile kennzeichnen kleine Unterschiede des Kaltluftvolumenstroms.

¹ Die Kaltluftvolumenstromdichte ist ein normierter Volumenstrom und beschreibt die Kaltluftmenge in m³, die pro Sekunde durch einen ein Meter breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Oberkante des Kaltluftstroms fließt. Die Einheit ist m³/(m s).

In der weiteren Entwicklung der Kaltluftnacht entstehen sowohl im Nullfall als auch im Planfall Kaltfluthöhen und Strömungsfelder, welche sich kaum unterscheiden. Dabei werden Schichtdicken im Umraum des Untersuchungsgebiets von bis zu 30 m erreicht.

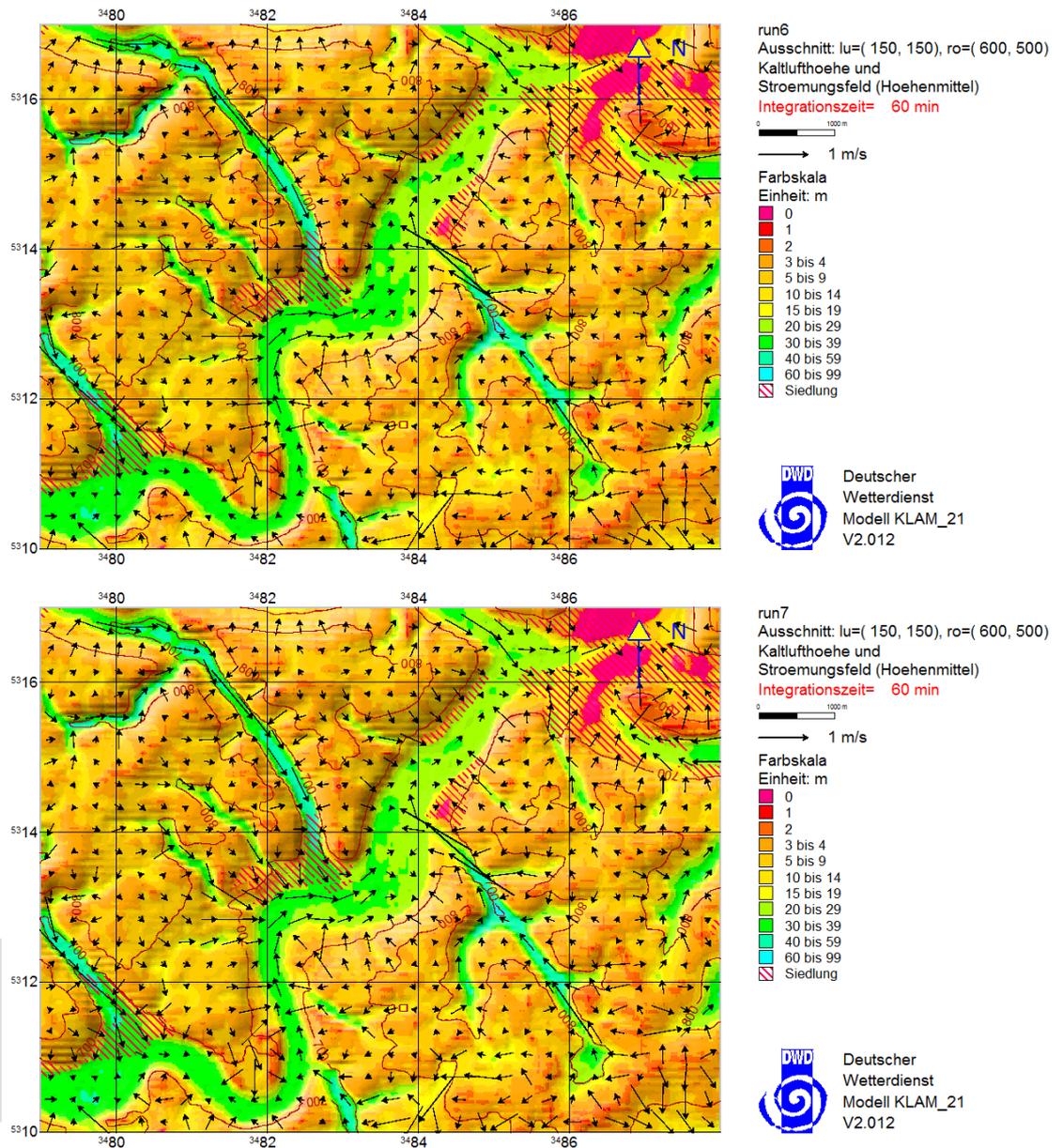


Abbildung 9. Kaltluftströmungsfeld und Kaltfluthöhen im Höhenmittel bei Vorschreiten der Kaltluftnacht für den **Nullfall (oben)** und den **Planfall (unten)**.

In Abbildung 10 ist der Nahbereich des Untersuchungsgebiets gezeigt. Dargestellt sind die Kaltfluthöhe und der Kaltluftvolumenstrom im frühen Verlauf der Kaltluftnacht. Hier sind kleinere Abweichungen zwischen Nullfall und Planfall in der Kaltfluthöhe, der Fließgeschwindigkeit sowie im Volumenstrom zu sehen (lila Pfeile), welche sich aber beim Voranschreiten der Kaltluftnacht auflösen (siehe dazu Abbildung 11 und Abbildung 12).

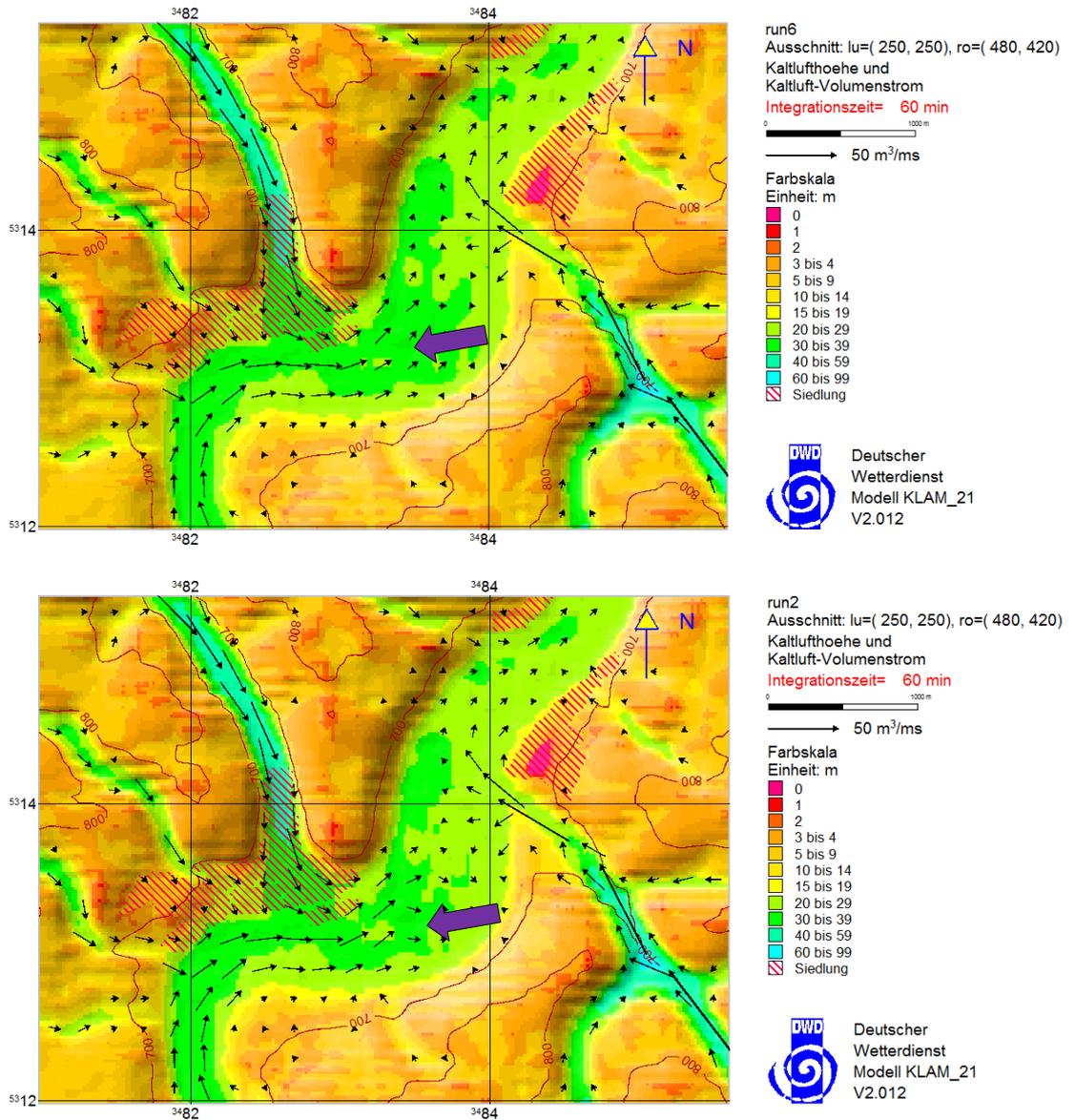


Abbildung 10. Kaltfluthöhe und Kaltluftvolumenstrom im frühen Verlauf der Kaltluftnacht für den **Nullfall (oben)** und den **Planfall (unten)**.

Abbildung 11 zeigt die voll ausgeprägte Kaltluflhöhe sowie das Strömungsfeld im Höhenmittel für den Nullfall und den Planfall. Es bilden sich Kaltluflhöhen von über 100 m aus. Das Strömungsfeld und die Fließrichtung der Kaltluft werden durch die Versiegelung der Fläche im B-Plangebiet nicht beeinflusst. Es werden in beiden Fällen für die Nahbereiche des Untersuchungsgebiets Fließgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s erreicht.

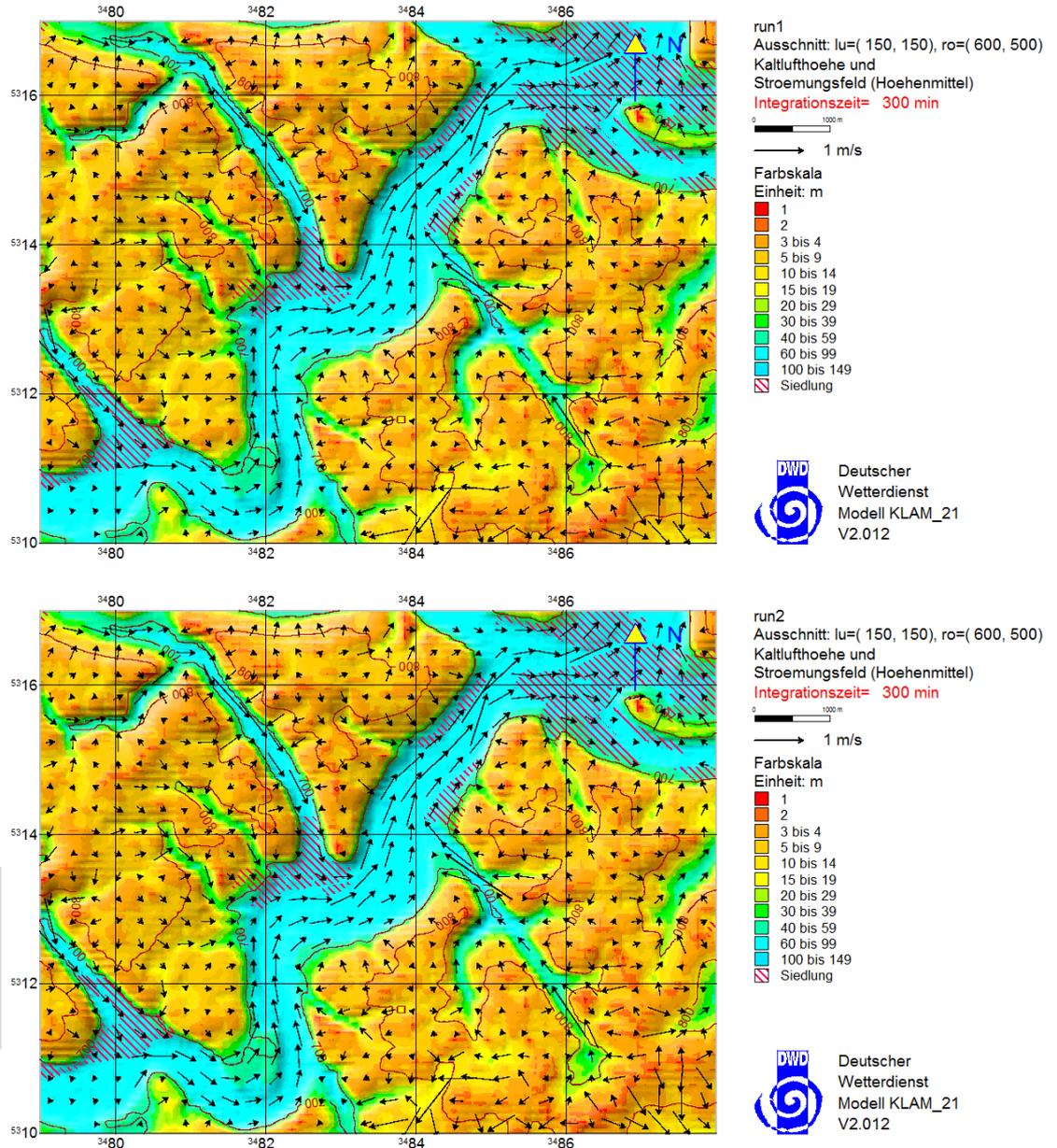


Abbildung 11. Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftsichtdicken im Höhenmittel bei voll ausgeprägter Kaltluft für den **Nullfall (oben)** und den **Planfall (unten)**.

Abbildung 12 zeigt den Nahbereich des Untersuchungsgebiets bei voll ausgeprägter Kaltluftschicht. Die Simulation für den Nullfall zeigt keine Unterschiede zum Planfall (siehe dazu auch Abbildung 14 bis Abbildung 16 im Kapitel 5.2 Kaltluftbilanzierung). Es wird in beiden Fällen ein gleichmäßiger Kaltluftvolumenstrom ausgebildet und eine Kaltfluthöhe von ca. 100 m erreicht.

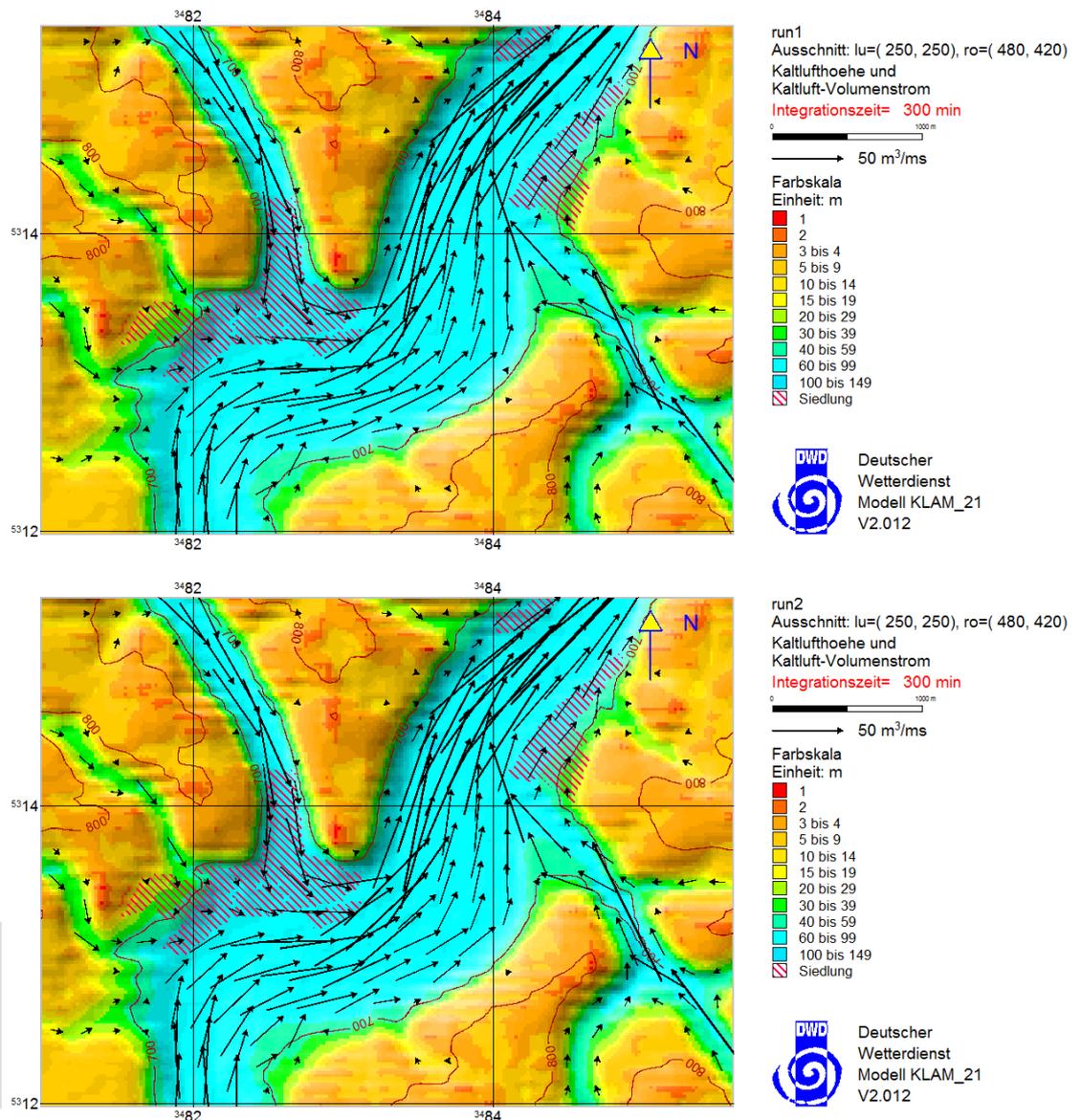


Abbildung 12. Kaltfluthöhe und Kaltluftvolumenstrom in der Endphase der Kaltluftnacht für den **Nullfall (oben)** und den **Planfall (unten)**.

Für die Überströmung von bebautem Gelände sind nach [9] Kaltluftschichtdicken von mindestens 50 m erforderlich. Im Verlauf einer Kaltluftnacht in Möhringen werden im Talverlauf der Donau diese Schichtdicken erreicht. Der geplante Gewerbepark wird

im Verlauf einer Kaltluftnacht zunächst um- dann überströmt und stellt kein Hindernis für den Kaltluftabfluss in Richtung Tuttlingen dar.

5.2 Kaltluftbilanzierung

Die möglichen Auswirkungen durch die Umsetzung des Gewerbeparks DonauTech auf die Kaltluftabflüsse wurden anhand von Vertikalprofilen untersucht. Dafür wurden drei Querschnitte bilanziert. Diese wurden an verschiedene relevante Positionen vor sowie hinter dem geplanten Gewerbepark in der Talschneise gesetzt (siehe Abbildung 13). Anhand dieser Querprofile wurden die Kaltluftströme im Nullfall und im Planfall bilanziert und mögliche Unterschiede im Kaltluftstrom aufgezeigt.

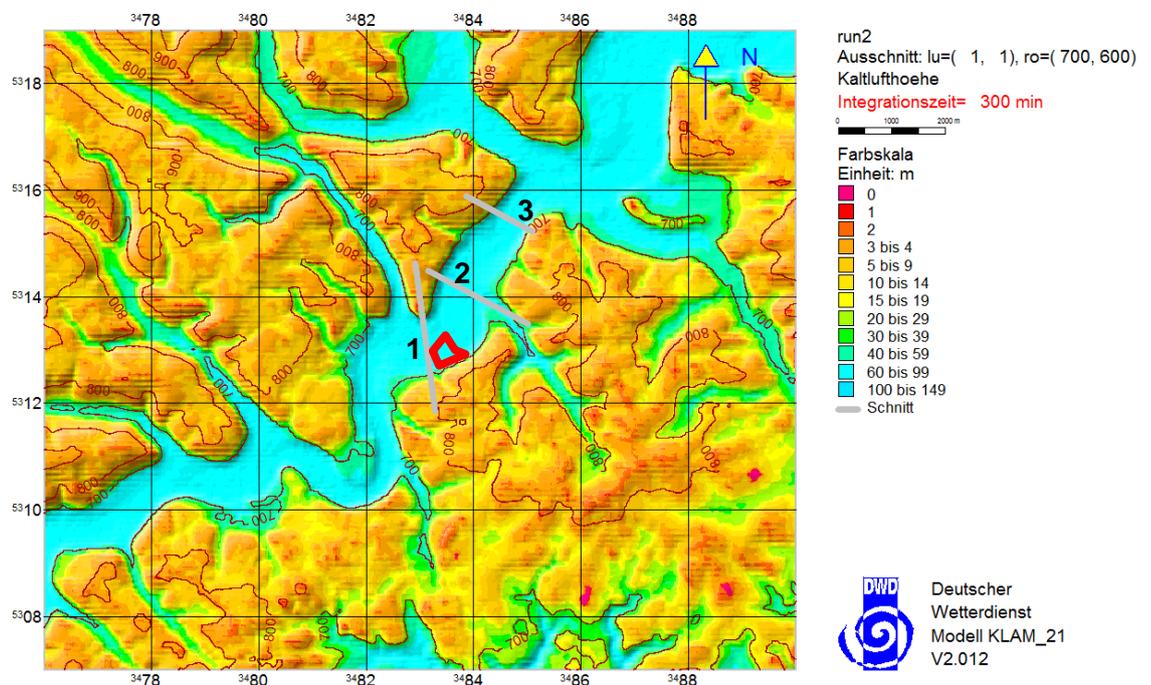


Abbildung 13. Kennzeichnung Lage der angesetzten Querschnitte im Ausschnitt des Untersuchungsgebietes bei ausgeprägter Kaltluftsituation im Planfall. Rotes Polygon: B-Plangebiet DonauTech (unmaßstäblich).

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Kaltfluthöhe, die Fließgeschwindigkeit und der gesamte Kaltluftstrom längs der untersuchten Querschnitte 1-3 bei voll ausgebildeter Kaltluft für den Nullfall und den Planfall dargestellt.

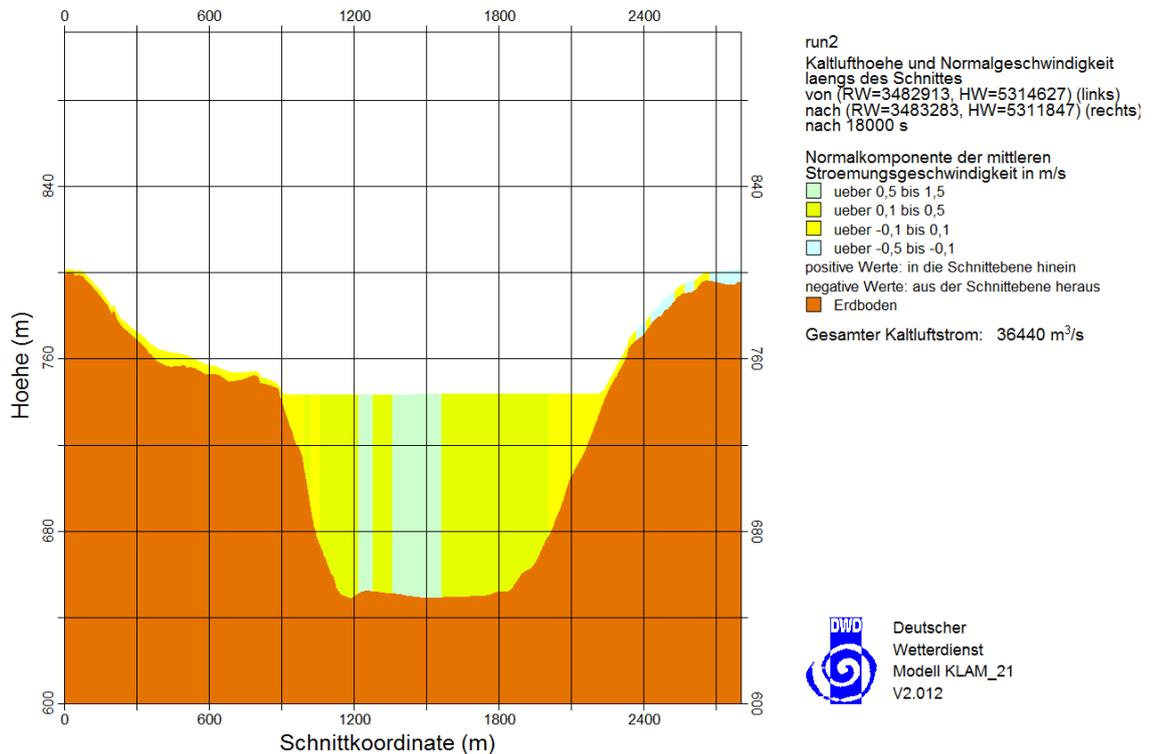
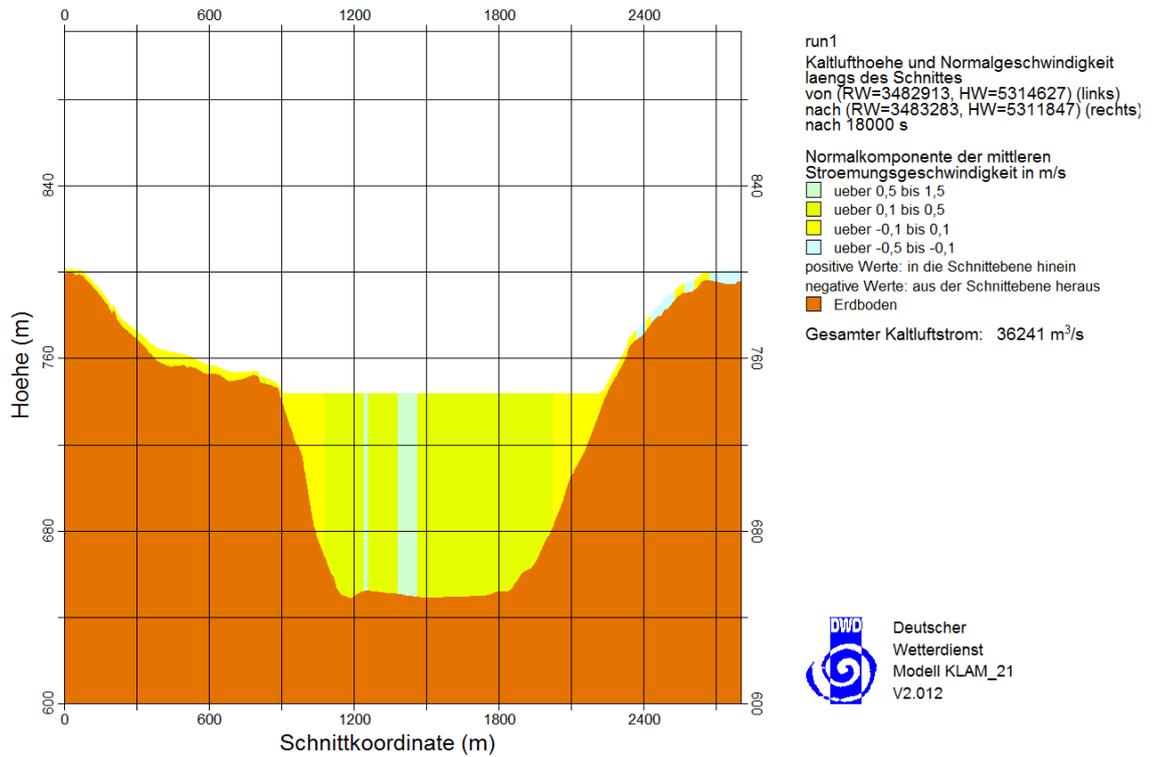


Abbildung 14. Voll ausgeprägte Kaltflughöhe, Fließgeschwindigkeit und bilanzierter Kaltluftstrom entlang des untersuchten **Querschnitts 1** - Nullfall (oben) und Planfall (unten).

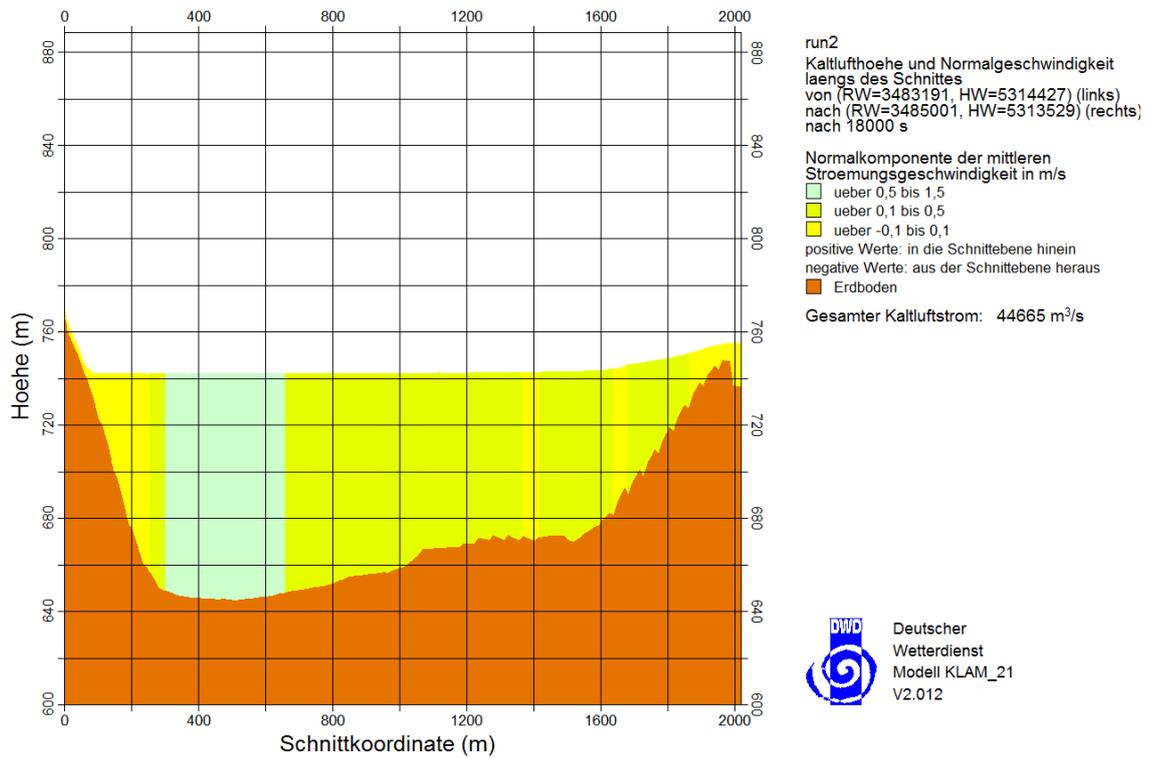
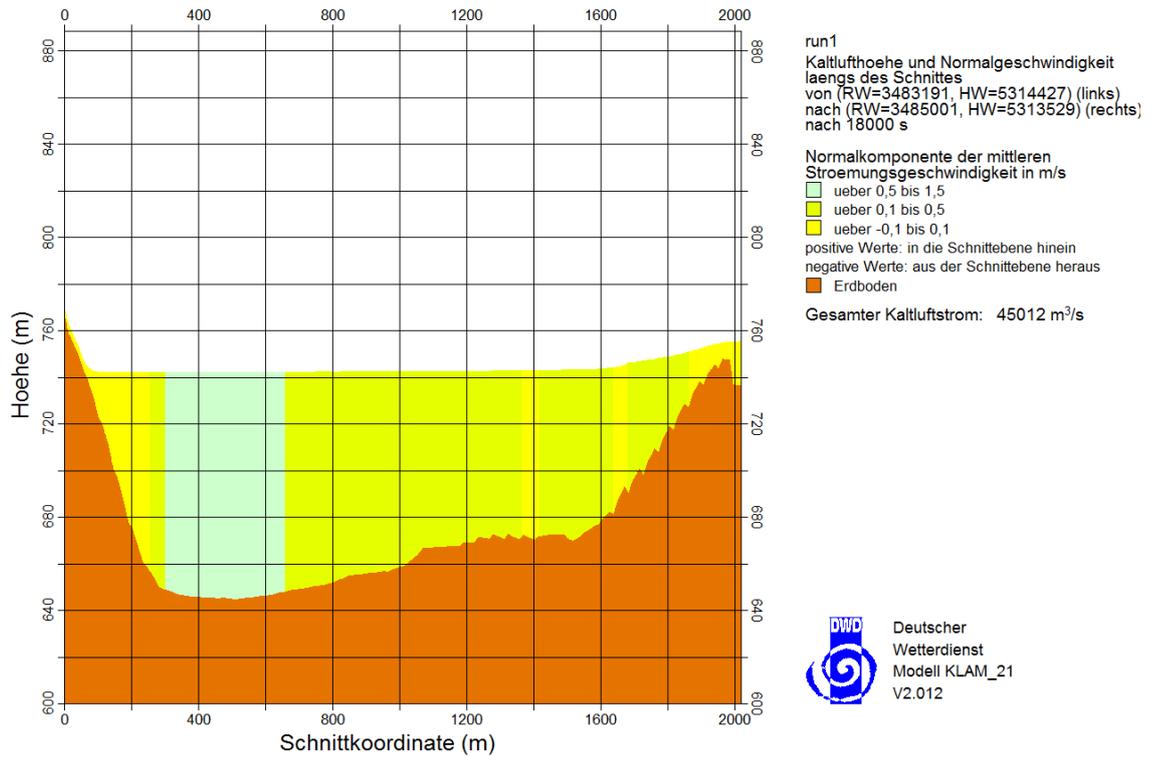


Abbildung 15. Voll ausgeprägte Kaltfluthöhe, Fließgeschwindigkeit und bilanzierter Kaltluftstrom entlang des untersuchten **Querschnitts 2** - Nullfall (oben) und Planfall (unten).

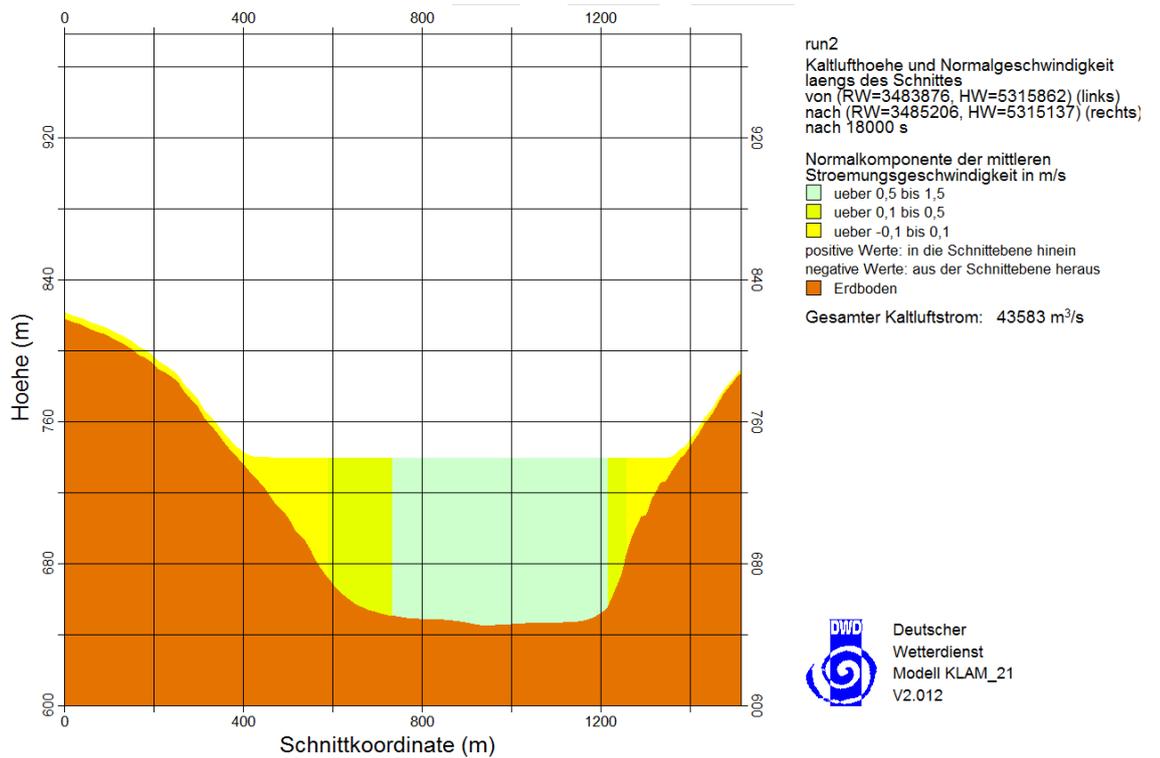
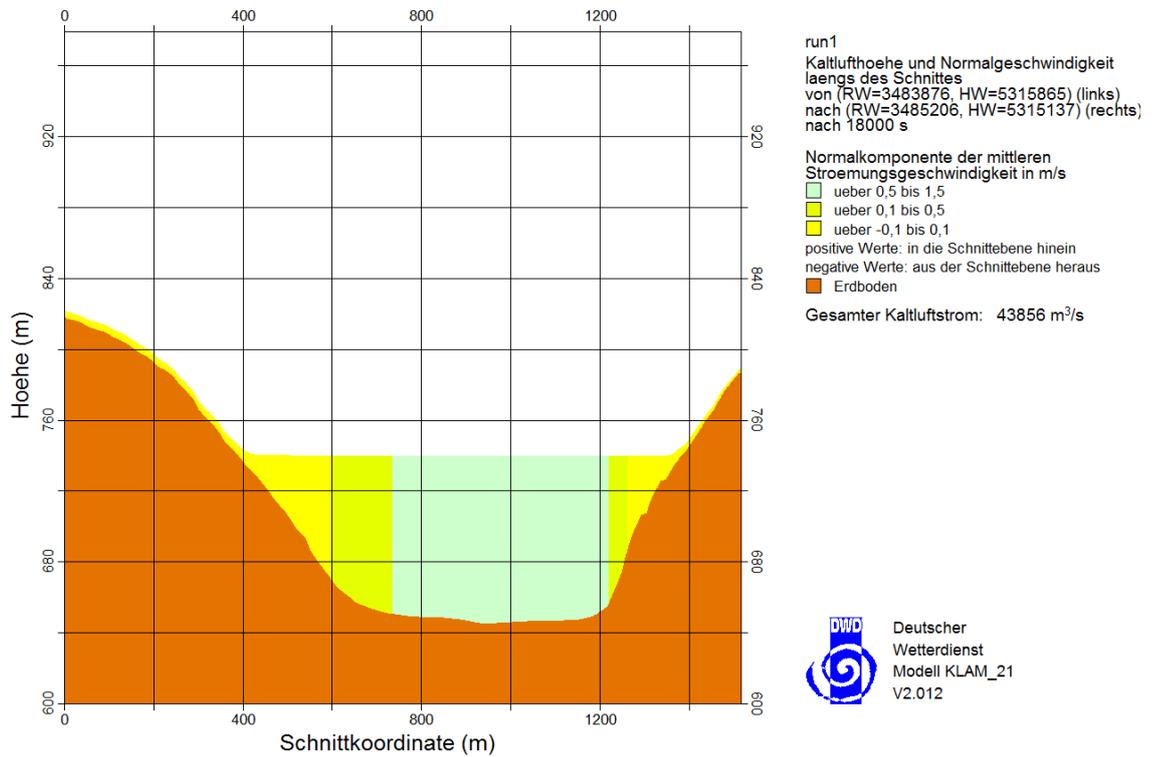


Abbildung 16. Voll ausgeprägte Kaltfluthöhe, Fließgeschwindigkeit und balanzierter Kaltluftstrom entlang des untersuchten **Querschnitts 3** - Nullfall (oben) und Planfall (unten).

Aus den vorangegangenen Abbildungen wird ersichtlich, dass die Kaltluflhöhen sowie die Fließgeschwindigkeiten im Planfall gegenüber dem Nullfall lediglich geringe Differenzen aufweisen. Nur zu Beginn einer Kaltluftnacht vergrößert (Querschnitt 1) bzw. verringert sich (Querschnitt 2) der bilanzierte Kaltluftstrom im Planfall gegenüber dem Nullfall (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1. Bilanz der Kaltluft-Volumenströme an den untersuchten Querschnitten 1-3.

Kaltluftphase Querschnitt 1	Volumenstrom [m ³ /s]		Änderung [%]
	Nullfall	Planfall	
Anfangsphase-nach 15 min	215	332	54
nach 45 min	3.919	4.033	3
nach 90 min	11.921	12.239	3
nach 120 min	20.442	20.536	0
nach 240 min	25.878	26.011	1
Endphase-nach 300 min	36.241	36.440	1

Kaltluftphase Querschnitt 2	Volumenstrom [m ³ /s]		Änderung [%]
	Nullfall	Planfall	
Anfangsphase-nach 15 min	-232	-232	0
nach 45 min	1.763	1.012	-43
nach 90 min	14.876	14.547	-2
nach 120 min	24.039	23.629	-2
nach 240 min	33.556	33.207	-1
Endphase-nach 300 min	45.012	44.665	-1

Kaltluftphase Querschnitt 3	Volumenstrom [m ³ /s]		Änderung [%]
	Nullfall	Planfall	
Anfangsphase-nach 15 min	-169	-169	0
nach 45 min	1.533	1.533	0
nach 90 min	6.861	6.366	-7
nach 120 min	14.898	14.448	-3
nach 240 min	30.949	30.501	-1
Endphase-nach 300 min	43.856	43.583	-1

Für die Bewertung klimatischer Aspekte in der Raumplanung gibt es derzeit keine verbindlichen Vorgaben. In der Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 [7] werden Kriterien zur Beurteilung der planerischen Auswirkungen auf Kaltluftflüsse vorgeschlagen. Danach sind prozentuale Änderungen gegenüber dem Nullfall von bis zu 5 % als geringe, bis zu 10 % als mäßige und größer als 10 % als hohe Auswirkung einzustufen.

Die Änderung des Kaltluftvolumenstroms im Planfall fällt während der Entwicklung einer Kaltluftsituation zunächst größer (Querschnitt 1) bzw. kleiner (Querschnitt 2) als am Ende bei voll ausgeprägter Kaltluft aus. Dies ist damit zu erklären, dass sich z.B. nach einer Stunde noch Umströmungseffekte an den geplanten Gebäuden des Gewerbeparks im Volumenstrom bemerkbar machen können. Nach Ausbildung der

vollen Kaltluftschichtdicke im Tal ist diese so mächtig (mehr als 100 m Höhenmeter), dass nur noch sehr geringe Veränderungen zwischen Nullfall und Planfall feststellbar sind.

Kaltluftabflüsse sind dann von klimaökologischer Relevanz, wenn der erzeugte Massenstrom mindestens $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt [9]. Dieser Argumentationskette folgend, kann aus Sicht der Gutachter die Änderung des Kaltluftvolumenstroms zwischen Nullfall und Planfall (Bilanzierung Querschnitt 1 bzw. 2) in der Anfangsphase einer Kaltluftnacht vernachlässigt werden.

Insgesamt sind die Änderungen des Kaltluftvolumenstroms an den untersuchten Querschnitten als gering einzustufen [7]. Es ist somit nicht mit einer Verschlechterung der Belüftungssituation in Richtung Tuttlingen durch die Aufstellung des Gewerbeparks DonauTech zu rechnen.

5.3 Trajektorienberechnungen

Mittels Trajektorienberechnungen wurde der typische Verlauf einer Kaltluftsituation im Nullfall und im Planfall verglichen. Hierbei wurde im Modell östlich des geplanten Gewerbeparks ein Tracer zum Erforschen der Fließwege freigesetzt. Anschließend wurde dessen Ausbreitung mit der Kaltluft im Laufe der Nacht im Nullfall und im Planfall modelliert (siehe die nachfolgenden Abbildungen).

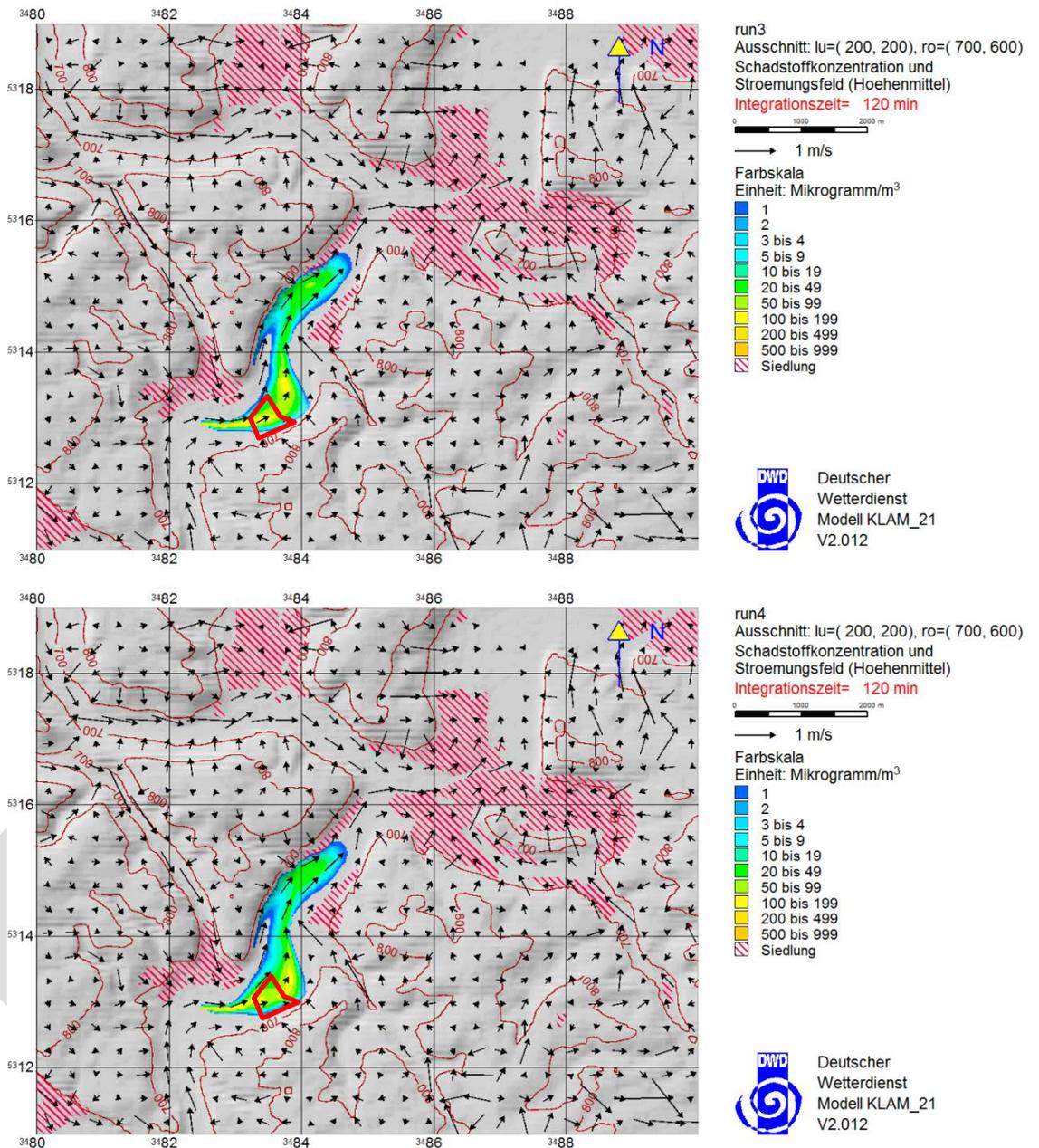


Abbildung 17. Trajektorienverlauf eines östlich des geplanten Gewerbeparks DonauTech freigesetzten Tracers in den ersten zwei Stunden einer Kaltluftnacht - **Nullfall (oben)** und **Planfall (unten)**. Rotes Polygon: B-Plangebiet DonauTech (unmaßstäblich).

S:\MIPROJ\137\MM137097\MM137097_01_BER_1D.DOCX:06. 02. 2018

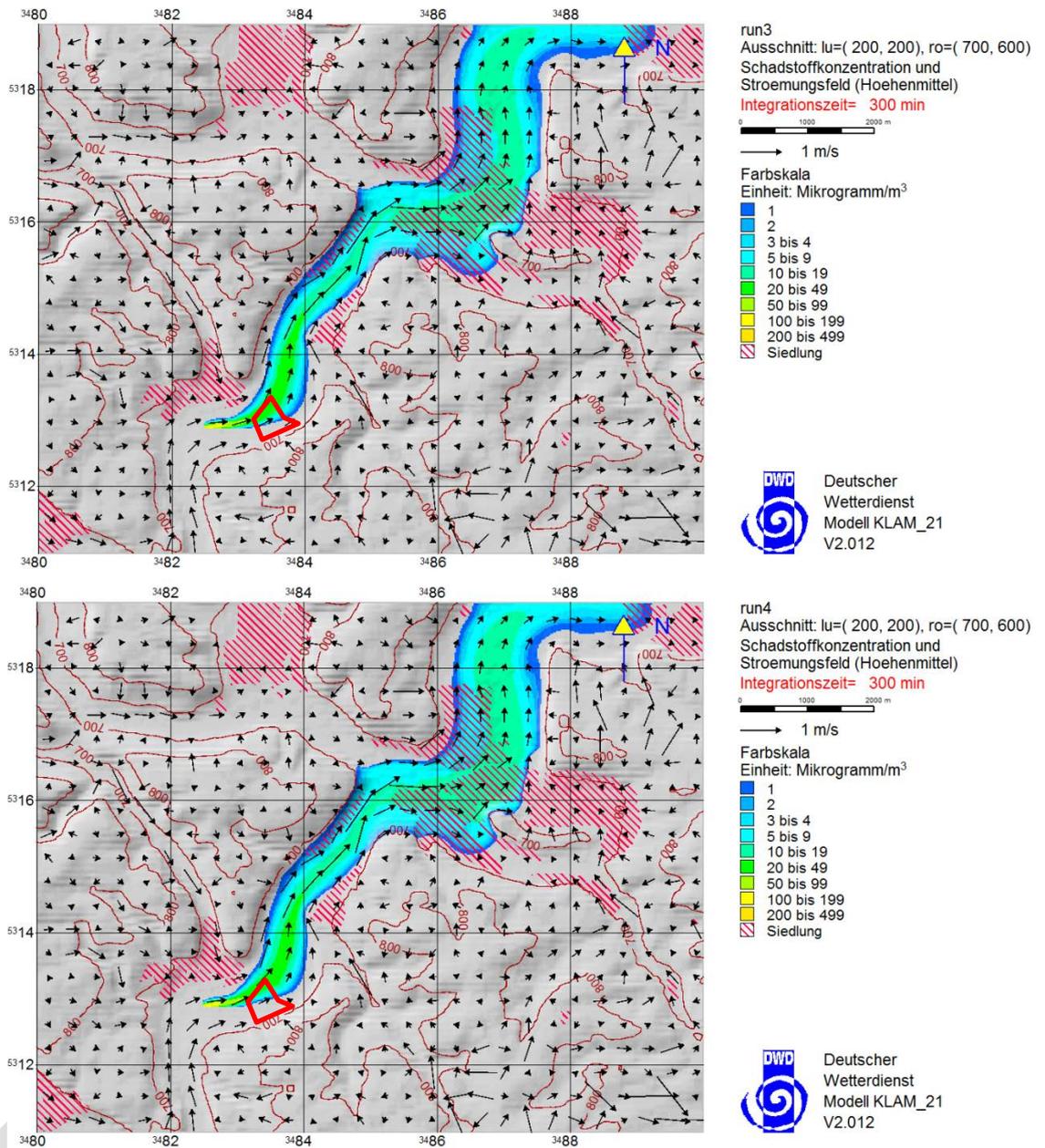


Abbildung 18. Trajektorienverlauf eines östlich des geplanten Gewerbeparks DonauTech freigesetzten Tracers bei ausgeprägter Kaltluftströmung - **Nullfall (oben)** und **Planfall (unten)**. Rotes Polygon: B-Plangebiet DonauTech (unmaßstäblich).

Hier sind marginale Unterschiede in der Ausbreitung des Tracers zu Beginn einer Kaltluftnacht zwischen Nullfall und Planfall festzustellen. Im Voranschreiten der Kaltluftnacht bzw. mit wachsender Kaltluftschichtdicke haben die Gebäude des Gewerbeparks keinen Einfluss mehr auf die Ausbreitung des Tracers (vgl. Abbildung 18).

Es ist nicht mit einer Einschränkung der Ausbreitung der Kaltluft in Richtung des Stadtgebiets von Tuttlingen durch die Errichtung des Gewerbeparks DonauTech zu rechnen.

5.4 Fazit

Die Untersuchung der Kaltluftsituation (vgl. Kapitel 5.1 - 5.3) zwischen Möhringen und Tuttlingen hat ergeben, dass weder die Ausbildung der Kaltluflhöhe, die Ausbildung der Kaltluftvolumenstromdichte noch der Abtransport der Kaltluft Richtung Tuttlingen eine negative Veränderung mit einhergehender Verschlechterung der Frischluftzufuhr für die Stadt Tuttlingen bei Errichtung des Gewerbeparks DonauTech erfährt.

6 Klimaökologische Maßnahmen

Um den klimatischen Wirkungsraum des untersuchten Gebiets im Donautal bei Möhringen-Tuttlingen nicht zu schädigen und den Abfluss der Kaltluft entlang des Donautals zu gewährleisten, sollten aus Sicht der Gutachter die nachfolgenden planerisch-gestalterischen Punkte beachtet werden.

Da Kaltluftabflüsse laminar strömende Luftmassen sind, können diese nur in Bebauung mit größeren und offenen Abständen eindringen. Zu hohe und kompakte Bauweisen behindern den Kaltluftabfluss und stellen für diesen ein Hindernis dar. Als vorteilhafte Bebauungen erweisen sich mehrgeschossige Baustrukturen aus einzelnen, durch Grün- bzw. Rasenflächen getrennte Blöcke.

Abbildung 3 sowie Abbildung 4 ist zu entnehmen, dass der städtebauliche Entwurf der Stadt Tuttlingen die aufgeführten Punkte berücksichtigt. Durch die Einbindung von freiräumlichen Elementen sowie die zentral im Gebiet liegende „Grüne Stadtachse“ und die Gestaltung der „Landschaftstreppe“ wird der Abfluss der Kaltluft nicht durch eine kompakte Bauweise gebremst oder gar zurückgehalten.

Die Ausrichtung der Längsachsen vor allem der größeren Gebäudekomplexe in der Talmitte bieten die Gewähr für die geringstmöglichen Eingriffe in das Strömungsgeschehen. Die geplanten Querachsen fördern zu Beginn der Kaltluftnacht das Abfließen der Kaltluft von den seitlichen Talhängen ins Donautal, bevor sich im weiteren Verlauf der Nacht die Strömung längs des Talverlaufs durchsetzt.

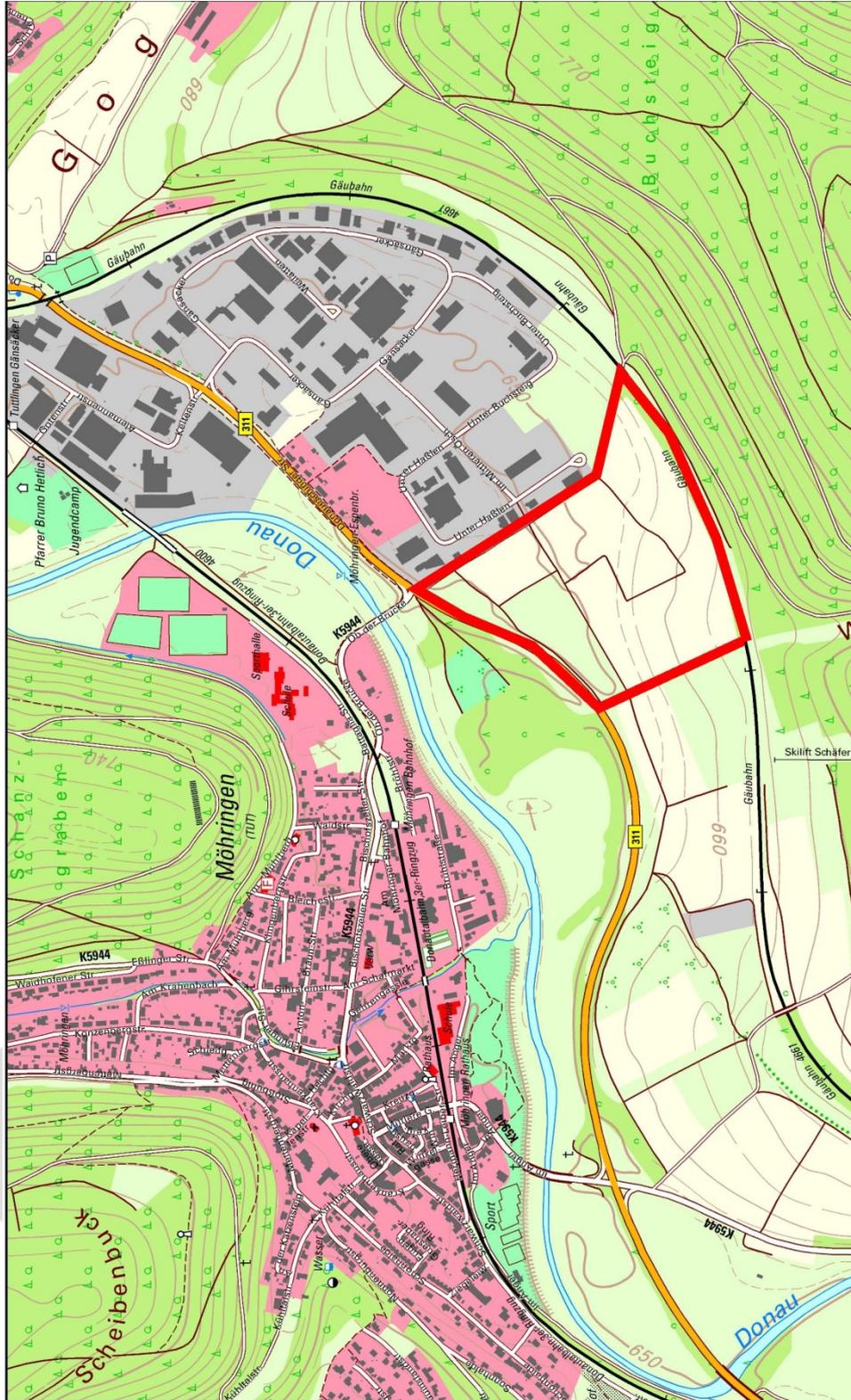
Die Gebäudehöhen von bis zu 18 m (mit vereinzelt Dachaufbauten bis maximal ca. 24 m) beeinflussen die Kaltluftschicht nur zu Beginn einer Kaltluftnacht für kurze Zeit. Bereits nach einer Stunde (siehe Abbildung 9) hat die Kaltluftschicht im Bereich des B-Plangebiets eine Höhe von mehr als 20 m (bis zu 40 m).

Weitere klimaökologische Vorteile würden sogenannte Dachbegrünungen bieten. Dachbegrünungen können durch Regenwasserbindung und –verdunstung die Wärmeemissionen von Gebäuden mindern und dadurch deren Strahlungsbilanz verbessern. Einsetzende Kaltluftabflüsse zu Beginn einer Kaltluftnacht können dadurch weniger schnell zerstört werden.

7 Grundlagen und Literatur

- [1] Das Kaltluft-Abfluss-Modell KLAM_21. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, März 2008.
- [2] Unterlagen und Planungsdaten, vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.
- [3] GlobDEM50 – Deutschland, digitales Höhenmodell für Deutschland, Auflösung 50 m; metSoft GbR, Heilbronn 2004-2006.
- [4] TOP 50, Topographische Karte Baden_Württemberg, CD-Version, M 1:50.000.
- [5] VDI 3787 Bl. 1: Umweltmeteorologie: Klima und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, VDI/DIN-Handbuch-Reinhaltung der Luft, Band 1 b; Dezember 1997, im Januar 2003 durch VDI inhaltlich überprüft und als unverändert weiterhin gültig bewertet.
- [6] VDI 3787 Bl. 2, Umweltmeteorologie – Methoden zur human-bioklimatischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt und Regionalplanung, Teil I: Klima, November 2008.
- [7] VDI 3787 Bl. 5, Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft, Dezember 2003.
- [8] VDI 3787 Bl. 9, Umweltmeteorologie – Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen, Dezember 2004.
- [9] Schriftenreihe Raumordnung des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Nr. 06.032. Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. 1979.
- [10] Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Daten- und Kartendienst der LUBW, <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/index.xhtml?pid=.Natur%20und%20Landschaft>
- [11] Klimaökologische Analyse im Stadtgebiet Weil im Schönbuch unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens. Dr. Seitz Ökoplane, Mannheim. 20.08.1993.
- [12] Klimaatlas Region Stuttgart. Hrsg. Verband Region Stuttgart, Mai 2008. <https://www.region-stuttgart.org/information-und-download/veroeffentlichungen/klimaatlas/>
- [13] Stadt Tuttlingen: Städtebaulicher Entwurf „Medizintechnik-Park Tuttlingen“, Erläuterungen, vom 01.03.2016. Freie Landschaftsarchitekten Prof. Schmid, Treiber, Partner.

Anhang



Ersteller
Barthels Kerstin
Erstellungsdatum
08.05.2017

Stadt Tuttlingen
Rathausstraße 1
78532 Tuttlingen

Auszug aus dem WebOffice



Erstellt für Maßstab
1:10.000

Stand ALKIS:
Feb. 2016

Grundlage: ATKIS © Landesvermessungsamt Baden Württemberg
(www.lv-bw.de) AZ.: 2851.9-3/964

Copyright Stadt Tuttlingen