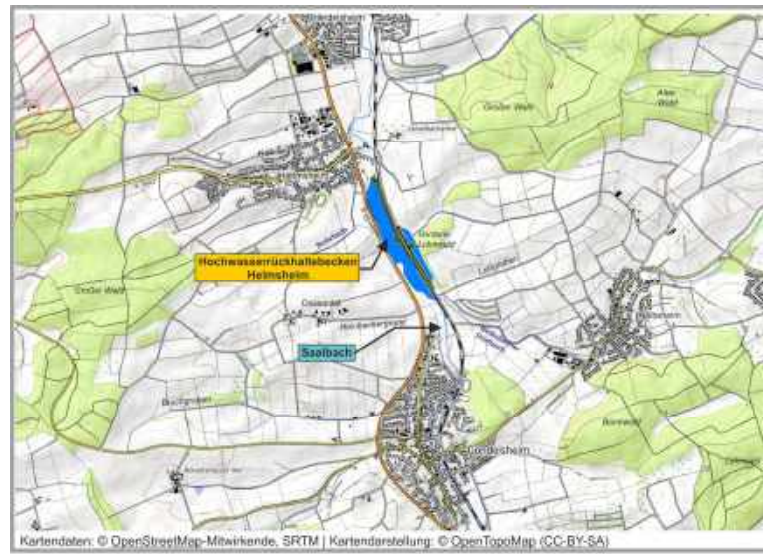


ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

GELÄNDEKLIMATISCHES GUTACHTEN ZUM GEPLANTEN HOCHWASSERRÜCKHALTEBECKEN HELMSHEIM



Auftraggeber:



Stadt Bruchsal

Stadtbauamt / Abt. Tiefbau, Grün und Landschaftspflege
Otto-Oppenheimer –Platz 5
D-76646 Bruchsal

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst

Mannheim, den 11. Dezember 2019

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

Geschäftsführer:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

www.oekoplana.de

Deutsche Bank Mannheim
IBAN:
DE73 6707 0024 0046 0600 00
BIC: DEUTDE33

Inhalt		Seite
1	Aufgabenstellung	1
2	Untersuchungsgebiet sowie geplanter Dammverlauf	3
3	Untersuchungsmethodik	5
4	Klimaökologische Grundlagen	7
5	Ortsspezifische klimaökologische Funktionsabläufe	9
6	Numerische Modellrechnungen zur klimaökologischen Bewertung des Planungsvorhabens Hochwasser- Rückhaltebecken Helmsheim	11
6.1	Ergebnisse der Modellrechnungen für den Zeitpunkt 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (ca. 22:00 Uhr)	13
6.2	Ergebnisse der Modellrechnungen für den Zeitpunkt 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (ca. 02:00 Uhr)	15
7	Zusammenfassung und Bewertung	16
	Literatur / weiterführende Schriften	19

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk zwischen Helmsheim und Gondelsheim
- Abb. 2:** Topografische Lagesituation des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk zwischen Helmsheim und Gondelsheim
- Abb. 3:** Planungsgebiet und dessen Umfeld – fotografische Dokumentation
- Abb. 4:** Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim – Übersichtslageplan
- Abb. 5:** Lageplan – Hochwasserrückhaltebecken – Variante 2, Vollstau 146.50 m + NN
- Abb. 6.1:** Querprofile Schutzdamm Bahngleise und Absperrdamm - Variante 2, Vollstau 146.50 m + NN, Stationen 1+100, 1+450 und 1+700
- Abb. 6.2:** Lageplan Querprofile Schutzdamm Bahngleise - Variante 2, Vollstau 146.50 m + NN, Stationen 0+450, 0+650 und 0+850
- Abb. 7:** Konzept Auslassbauwerk - Variante 2, Vollstau 146.50 m + NN, Längsschnitt, Draufsicht, Ansicht Einlauf, Schnitt
- Abb. 8:** Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik (Antriebszeitraum 2001 – 2010). Standort Helmsheim Süd
- Abb. 9:** Bodennahe Windbewegungen in einer Strahlungsnacht (04:00 Uhr), Ergebnis mesoskaliger Strömungssimulationen
- Abb. 10:** Lufttemperaturverteilung in einer sommerlichen Strahlungsnacht (04:00 Uhr), Ergebnis mesoskaliger Strömungssimulationen
- Abb. 11:** Kaltluftströmungssimulationen - Flächennutzung
- Abb. 12.1:** Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.). 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

- Abb. 12.2:** Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Kaltluftmächtigkeit. 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 12.3:** Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Kaltluftvolumenstromdichte. 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 13.1:** Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.) durch den Plan-Zustand 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 13.2:** Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Veränderung der relativen Kaltluftmächtigkeit durch den Plan-Zustand 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 14.1:** Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.). 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 14.2:** Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Kaltluftmächtigkeit. 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 14.3:** Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Kaltluftvolumenstromdichte. 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 15.1:** Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.) durch den Plan-Zustand 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 15.2:** Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen – Veränderung der relativen Kaltluftmächtigkeit durch den Plan-Zustand 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Bruchsal plant im Saalbachtal östlich der B 35 zwischen dem Bruchsaler Stadtteil Helmsheim und der Gemeinde Gondelsheim den Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens (HRB) – Lage siehe **Abbildung 1**.

Die vorgelegte Planung (Variante 2 nach WALD + CORBE 2018) sieht eine Einstaufläche von 22 ha vor, mit der ein Rückhaltevolumen von ca. 381.000 m³ erreicht wird. Das Vollstauziel liegt bei 146.50 m ü. NHN. Hierzu ist entlang der Bahntrasse Bruchsal – Bretten („Westbahn“) die Schaffung eines Damms mit einer Dammkronenhöhe von 148 m+NN erforderlich.

Mit dem Bau des Hochwasserrückhaltebeckens werden sich auch die örtlichen kleinklimatischen Verhältnisse ändern. Die angestrebten Geländemodifikationen werden insbesondere die lokalen Kaltluftbewegungen entlang des Saalbachs kleinräumig modifizieren. Sie sind für die Belüftung und die Gestaltung günstiger thermischer Umgebungsbedingungen in warmen Sommernächten im Bereich der talnahen Bebauung von Helmsheim von Bedeutung.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der vorgesehenen Flächen- und Geländemodifikationen auf das örtliche kaltluftspezifische Wirkungsgefüge sind auf Grundlage numerischer Modellrechnungen die lokalen Kaltluftbewegungen im Ist- und Plan-Zustand zu bilanzieren und zu bewerten.

Bewertungsgrundlage bildet die VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“. Demnach ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Strömungsvolumina bzw. der Kaltluftströmungsgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten. Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

Die Modellrechnungen zu den klimaökologischen Prozessen werden mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM_21 (Programmautor: DEUTSCHER WETTERDIENST) durchgeführt. Hiermit werden Aussagen zur Kaltluftströmungsgeschwindigkeit, zur Kaltluftmächtigkeit und zum Kaltluftvolumenstrom (Ist- und Plan-Zustand) möglich.

Für die lokalklimatische Situation im Untersuchungsgebiet ist die von den begleitenden Seitentälern und Hängen zufließende Kaltluft von großer Bedeutung.

Aus diesem Grunde muss der Untersuchungsraum im Westen und Osten deutlich über den Bereich der eigentlichen Dammführung hinausgehen und erstreckt sich 6.4 km in West-Ost-Richtung und 3.8 km in Süd-Nord-Richtung (→ Flächengröße 24.32 km²).

2 Untersuchungsgebiet sowie geplanter Dammverlauf

Das Untersuchungsgebiet zwischen Helmsheim im Norden und Gondelsheim im Süden (siehe **Abbildung 1**) befindet sich im Naturraum Kraichgau (Kraich-Saalbach-Hügelland).

Das Gelände entlang des Saalbachs im Bereich des Planungsgebiets HRB weist eine Höhenlage von ca. 147 m ü. NHN im Südosten und von ca. 143 m ü. NHN im Nordwesten auf (siehe **Abbildung 2**). Die Saalbachaue weist somit im Bereich des Planungsgebiets ein nur sehr geringes Gefälle ($< 1\%$) auf – siehe **Abbildung 2**. Ohne zusätzliche Bewegungsimpulse über großwetterlagenbedingte Höhenwinde oder regionale / lokale Kaltluftabflussbewegungen neigt die örtliche Talkaltluft vermehrt zu Stagnation.

Westlich und östlich des Saalbachs steigt das Gelände auf ca. 231 m ü. NHN bzw. ca. 236 m ü. NHN an.

Wie der **Abbildungen 3** zu entnehmen ist, befinden sich im Bereich des geplanten HRB vorwiegend Wiesen, Gehölze und ackerbaulich genutzte Flächen.

Gegliedert wird das Gelände durch die zweispurige Bahntrasse von Bietigheim-Bissingen über Bretten nach Bruchsal („Westbahn“), die einen dammartigen Verlauf zeigt.

Das geplante HRB mit Damm und Auslassbauwerk/Absperrdamm bei Helmsheim (Lage siehe **Abbildungen 5** und **6**) erfordert östlich der Gleisanlage einen ca. 1.600 m langen Schutzdamm. Westlich der Gleisanlage beträgt die notwendige Länge ca. 750 m. Die Dammkrone hat nach WALD + CORBE (2018) jeweils eine Breite von 5.0 m und weist zur Wasserseite eine Querneigung von 2.5% auf (**Abbildungen 6.1** und **6.2**). Die Dammkronenhöhe beträgt 148.00 m ü. NHN und liegt somit ca. 1.5 m über dem Vollstauziel von 146.50 m ü. NHN.

Der bestehende Wirtschaftsweg mit wassergebundener Decke westlich des Bahndamms wird auf die Dammkrone gelegt.

Der asphaltierte Wirtschaftsweg östlich der Bahntrasse wird ebenfalls auf die Dammkrone umgelegt.

Im Bereich der B 35 wird in einem Teilbereich durch eine Anschüttung die Standsicherheit der Straßenböschung gewährleistet (siehe **Abbildung 5**).

Die Situation rund um das ehemalige Bahnwärterhäuschen bei Station B 0+850 ist noch nicht abschließend geklärt. Es wird versucht das Grundstück zu erwerben, um eine möglichst geradlinige Dammführung realisieren zu können. Alternativ wird der Damm um das Anwesen herum geführt (WALD + CORBE 2018) - siehe **Abbildung 5**.

Das Auslassbauwerk zur Regelung der Abflüsse und zur Bewirtschaftung des Stauraums wird nach Angaben von WALD + CORBE (2018) ca. 50 m oberstrom der Wirtschaftswegbrücke in den Damm integriert (**Abbildung 7**). Die Oberkante des Auslassbauwerks liegt bei ca. 148.17 m ü. NHN.

Mit den angestrebten Maßnahmen wird für das HRB ein Rückhaltevolumen von ca. 381.000 m³ möglich.

3 Untersuchungsmethodik

Als Datengrundlage für die Bearbeitung des Gutachtens dient u.a. das vom Ingenieurbüro WALD + CORBE bereitgestellte Kartenmaterial zur Ausführungsplanung (Dammplanung inkl. Katasterkarte, Pläne zum Auslassbauwerk).

Weitere Grundlagen bilden ein digitales Geländemodell (DGM_10) des LANDESAMTES FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG BADEN-WÜRTTEMBERG sowie Ergebnisse von mesoskaligen Modellrechnungen, die von - GEO-NET UMWELT-CONSULTING GMBH, Hannover bereitgestellt wurden.

Die mögliche planungsbedingte Veränderung der lokalen Klimaverhältnisse (Kaltluftprozessgeschehen) im Untersuchungsgebiet wird auf Grundlage der Ergebnisse eines meteorologischen Simulationsmodells (KLAM_21) erarbeitet.

Mit Hilfe des KLAM_21-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 / Geländemodifikationen 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 Klimaveränderungen zu erkennen. 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 des HRB (Plan-Zustand) numerische Simulationen durchgeführt und die dabei erzielten Resultate mit dem Bewertungsschlüssel der VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“ ausgewertet.

Das anerkannte Kaltluftabflussmodell KLAM_21 des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES wird seit vielen Jahren im Gutachtensektor eingesetzt, ist langjährig geprüft und entspricht den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5.

Es können damit die möglichen Veränderungen des örtlichen, kaltluftbedingten Windfeldes durch die Flächennutzungsänderung / Geländemodifikation aufgezeigt werden. Neben der Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung bodennaher Kaltluftbewegungen werden hierdurch auch flächenhafte Informationen zur vertikalen Kaltluftmächtigkeit und damit zum Kaltluftvolumenstrom bereitgestellt.

Wie in Kap. 2 beschrieben, wird durch das geplante HRB die bestehenden Landschaftsgestalt kleinräumig verändert, indem Dämme und Bauwerke als Strömungshindernisse wirksam werden. Dadurch können bestehende thermisch induzierte Winde / Kaltluftströmungen beeinträchtigt werden.

Die Kaltluftbildung und Entwicklung der Kaltluftströmung entsteht an wind- und wolkenarmen Tagen nach Sonnenuntergang, indem vegetationsbestandene Flächen gegenüber versiegelten Flächen oder Wasserflächen intensiver und rascher abkühlen. Damit kühlt auch die darüber gelegene Luftschicht intensiver und rascher ab. Bei geneigtem Gelände setzen sich diese kühlen Luftmassen der Geländeneigung folgend in Bewegung und bilden Hangabwinde. In Einschnitten und Tälern werden die Hangabwinde zusammengeführt und entwickeln intensive Kaltluftströmungen, die beispielsweise die nächtliche Belüftung von Siedlungsgebieten fördern können. In Mulden und vor lang gestreckten Hindernissen quer zur Kaltluftströmung entstehen hingegen Kaltluftstagnationsbereiche, die sehr stark auskühlen können. In solchen Kaltluftstagnationsbereichen liegt die bodennahe Lufttemperatur bei Kaltluftbedingungen deutlich unter der Lufttemperatur umliegender Bereiche.

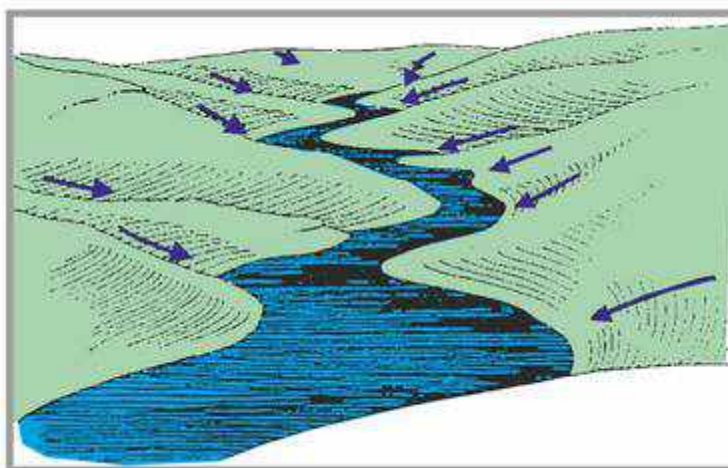
Dementsprechend werden hier die Auswirkungen der Planungen auf die nächtlichen Kaltluftströmungen mit Modellsimulationen betrachtet.

4 Klimaökologische Grundlagen

Städte / Siedlungen weisen im Vergleich zu den unbesiedelten Umlandbereichen im Regelfall eine Überwärmung auf. Dies wird dadurch hervorgerufen, dass tagsüber durch die Sonneneinstrahlung eine Aufheizung befestigter Flächen (Straßen, Gebäude) erfolgt. Nächtliche Abkühlungsphasen greifen hier nur unzureichend durch, da die überbauten Flächen in der Regel eine hohe Wärmekapazität, d.h. eine hohe Wärmespeicherfähigkeit besitzen. Bei der städtischen Überwärmung spricht man auch von „Wärmeinsel“.

Bei Wetterlagen mit intensiver Höhenströmung (z.B. Nichtstrahlungswetterlagen) werden freigesetzte Wärmemengen effizient abgeführt. Bei austauscharmen Wetterlagen (windschwache Strahlungswetterlagen) findet dieser Austausch hingegen auf einem deutlich geringeren Niveau statt und es kommt in der Folge, insbesondere in den Sommermonaten, zu deutlich erhöhten Lufttemperaturen.

Als Folge der bebauungsbedingten Überwärmung entwickeln sich in flachem Gelände nach Sonnenuntergang über Siedlungsgebieten thermische Auftriebsströmungen, die warme (leichtere) Luftmassen in höhere atmosphärische Schichten befördern. Die aufsteigende Luft zieht bodennah kühlere Luft aus dem Umland nach und es kommt zu einer Art thermisch induzierter Belüftung des Stadtgebietes (→ Flurwinde). In reliefiertem Gelände (Hang- und Tallagen → Planungsgebiet HRB Helmsheim) kann die abendliche Abkühlung vergleichsweise intensiv vonstattengehen, wenn von den umgebenden Berghängen bodennah Kaltluft zuströmen kann. Voraussetzung ist eine Hangneigung von $\geq 1^\circ$. Aufgrund der vergleichsweise höheren Dichte von Kaltluft setzt sie sich dem Gefälle folgend hangabwärts in Bewegung.



Grafik 1: Kaltluftabfluss und Kaltluftsammlung in reliefiertem Gelände.
Nach VDI-Richtlinie 3787-5 (2011)

Tabelle 1 vermittelt einen Eindruck von den Kaltluftproduktionsraten unterschiedlicher Flächennutzungen.

Landnutzung	Kaltluftproduktionsrate $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{s})$	Kälteproduktionsrate W/m^2
Grünland, Ackerland	15 – 20	30
Wald	12 – 15	17 (über ebenem Gelände)
Gartenbau, Mischflächen	10 – 15	24
Siedlungsgebiete	1	0 – 8 (dichte – lockere Bebauung)
Wasseroberflächen	0	0 - -6 (flache – tiefe Gewässer)

Tabelle 1: Zuordnung von typischen Kaltluft- bzw. Kälteproduktionsraten ausgewählter Landnutzungen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2013)

Voraussetzung für eine möglichst effektive klimaökologische Ausgleichsleistung durch tal- bzw. hangspezifische Kaltluftabflüsse ist eine ausreichende Größe des Kaltlufteinzugsgebietes, so dass die resultierenden Kaltluftmengen siedlungsklimatisch überhaupt von Relevanz sind.

Die o.a. Aspekte des Stadt-/Siedlungsklimas verdeutlichen, dass dessen Berücksichtigung in der Stadtplanung/Flächennutzungsplanung/Raumplanung eine detaillierte Kenntnis der Wechselwirkungsprozesse zwischen siedlungsspezifischen Faktoren und der Atmosphäre erfordert.

5 Ortsspezifische klimaökologische Funktionsabläufe

Berechnete Windstatistiken der LUBW¹ (**Abbildung 8**) dokumentieren, dass das Planungsgebiet zwischen Helmsheim und Gondelsheim am Tag in der Regel gut belüftet ist. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2.9 m/s, wobei südliche bis westsüdwestliche Windrichtungen überwiegen (= Hauptwindrichtung). Dies entspricht näherungsweise auch den Messergebnissen an der Klimamessstation Münzesheim (1992 – 1996), ca. 9.2 km nordöstlich des Planungsgebiets.

In den Nachtstunden stellt sich entlang des Saalbachs vor allem während wind-schwacher Strahlungswetterlagen (Tage mit geringer Bewölkung) ein differenziertes Strömungsgeschehen ein. Ein wichtiger Faktor ist dabei die rasche Bildung von nächtlicher Kaltluft im bodennahen Luftraum über vegetationsbedeckten Flächen.

Während in exponierten Kuppenlagen (z.B. Großer Wald) zu Beginn der Nachtstunden zumeist noch die großwetterlagenbedingte Höhenströmung dominiert, kommt es im Saalbachtal und in den begleitenden Hangbereichen bzw. markanten Hangeinschnitten (z.B. Lußgraben östlich des Planungsgebiets bzw. Heimbachergrund westlich des Planungsgebiets) zur Entwicklung lokaler Kaltluftabflüsse, die sich bodennah auch gegenüber gegenläufigen Höhenwinden durchsetzen können. Wie **Abbildung 9** (Ergebnis mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, 50 m-Raster²) zeigt, entwickeln sich entlang des Saalbachs zwischen Gondelsheim und Helmsheim aus der Kaltluftzufuhr über die angrenzenden Hangzonen ein schwacher Talabwind in Richtung Helmsheim, der über Heidelberg bis nach Bruchsal seine Fortsetzung findet. Die mittlere Kaltluftfließgeschwindigkeit liegt bei unter 1.0 m/s (Zeitpunkt 04:00 Uhr).

Vergleichbare Ergebnisse zeigen Ergebnisse von Kaltluftabflusssimulationen durch das ING.-BÜRO LOHMEYER GMBH & CO. KG (2009). Es stuft die Kaltluftbewegungen entlang des Saalbachs im Bereich des geplanten HRB als besonders wertvoll für die Ortslage Helmsheim ein. Die Kaltluftbewegungen führen in der talnahen Bebauung in warmen Sommernächten zu einem raschen Abbau thermischer Belastungen. Dies wird anhand von Modellrechnungen zur ortsspezifischen Lufttemperaturverteilung (**Abbildung 10**) offenbar.

¹ <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>

² **GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2010):** Leitfaden zur Berücksichtigung klimatischer Ausgleichsfunktionen in der räumlichen Planung am Beispiel der Regionen Mittlerer Oberrhein und Nordschwarzwald. Hannover.

Während in Helmsheim westlich der B 35 (Maulbronner Straße) kurz vor Sonnenaufgang in warmen Sommernächten noch Lufttemperaturen bis über 17°C zu bilanzieren sind, werden östlich der B 35 im Bereich der Wohnbebauung (In der Gottesau) nur noch Lufttemperaturwerte von ca. 13 – 15°C bestimmt. Im Saalbachtal südlich von Helmsheim sind Lufttemperaturen von ca. 11 – 12°C zu erwarten.

Auffallend geringer ist die nächtliche Abkühlung in kuppennahen Lagen des Untersuchungsgebiets. Während die thermische Situation in Hangfuß- bzw. Tallagen von der örtlich entstehenden bodennahen Kaltluft bestimmt wird, verbleiben die Hochflächen im Einflussbereich der wärmeren regionalen und überregionalen Höhenströmung.

Derartige Verhältnisse sind an ca. 20 – 25% der Nächte im Jahr zu erwarten.

6 Numerische Modellrechnungen zur klimaökologischen Bewertung des Planungsvorhabens Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim

Für das Aufzeigen der Auswirkungen des geplanten HRB Helmsheim mit Dammbauwerken auf die lokalen Kaltluftströmungen werden Kaltluftsimulationen für den Ist-Zustand und den Plan-Zustand mit dem Kaltluftmodell KLAM_21 (siehe Kap. 3) durchgeführt. Vorausgesetzt wird eine siedlungsklimatisch besonders relevante sommerliche Strahlungsnacht mit schwacher südlicher Regionalströmung (0.5 m/s).

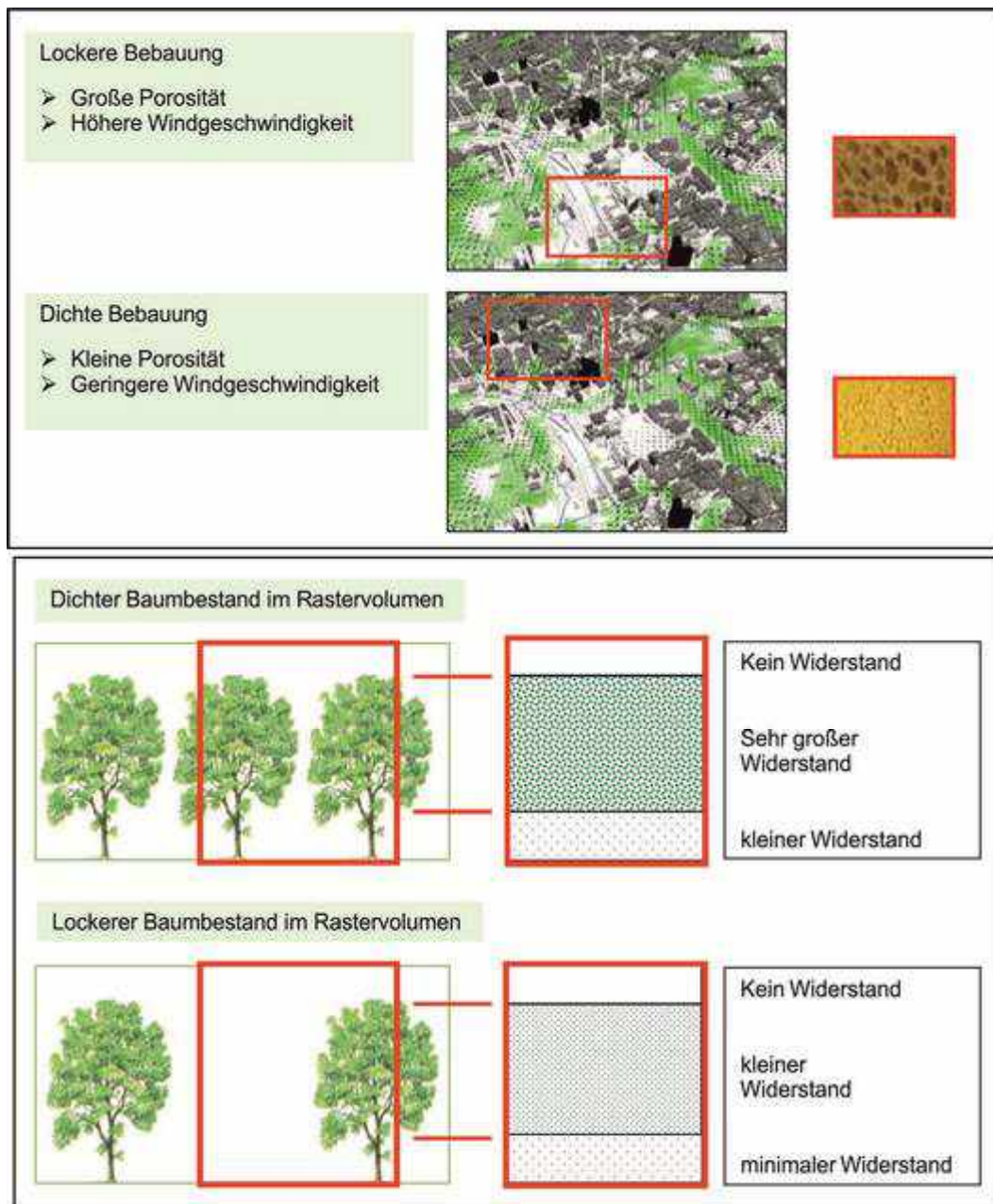
Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert.

Es werden neun Landnutzungsklassen berücksichtigt (siehe **Abbildung 11**):

- Siedlung / dichte Bebauung,
- Siedlung / lockere Bebauung,
- Wald / Gehölze,
- Bahnlinie,
- Gewerbegebiete,
- Weinbauflächen,
- Wiesen, Ackerflächen,
- Wasserflächen,
- versiegelte Flächen/Straßen.

Der Damm und das Auslassbauwerk werden über die modifizierte Geländehöhe (148 m ü. NN = Dammkrone) / Flächennutzung im Modell berücksichtigt. Im Bereich des Bahnwärterhäuschens wird von einem geradlinigen Damm ausgegangen.

Siedlungen und gewerbliche Flächen werden als teilweise durchströmbare (poröse) Hindernisse im Modell berücksichtigt (DEUTSCHER WETTERDIENST 2008). Damit gelingt es, die Strömungsverdrängung durch die Baukörper sowie die bremsende Wirkung der Gebäude in Übereinstimmung mit Beobachtungen zu modellieren (siehe **Grafik 2**).



Grafik 2: Porosität von Bau- und Grünstrukturen
(AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2016)

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms, die Mächtigkeit der Kaltluft und die daraus resultierende Kaltluftvolumenstromdichte in $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{s})$ [Kaltluftvolumen, das pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Oberkante der Schichtdicke, die senkrecht zur Strömung steht, fließt.

Das betrachtete Rechengebiet umfasst eine Gebietsgröße von 6.4 x 3.8 km (24.32 km²).

Das erforderliche digitale Geländemodell (Auflösung 10 x 10 m-Raster) wurde vom LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDENTWICKLUNG BADEN-WÜRTTEMBERG bereitgestellt. Die Flächennutzung wurde aktuellen Luftbildern und Ortskartierungen entnommen.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen werden für den Zeitpunkt 2.0 Std. und 6.0 Std.³ nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt. Siedlungsklimatisch ist besonders die Abkühlungsleistung der Kaltluft in der ersten Nachthälfte von Bedeutung, da in der Regel in dieser Phase die Wohnungen vor dem Schlafengehen nochmals gelüftet werden.

6.1 Ergebnisse der Modellrechnungen für den Zeitpunkt 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (ca. 22:00 Uhr)

In **Abbildung 12.1** ist für den **Ist-Zustand** die Fließgeschwindigkeit und Richtung der Kaltluftströmung in der Anfangsphase der Kaltluftbildung dargestellt.

In dieser Kaltluftbildungsphase zeigen sich über den Hängen und Hangeinschnitten westlich und östlich des Saalbachtals prägnante Kaltluftabflüsse, die bspw. im Heinbachergrund und im Lußgraben Fließgeschwindigkeiten bis knapp 2.0 m/s erreichen. Die abfließende Kaltluft sammelt sich im Saalbachtal zwischen Gondelsheim und Helmsheim, woraus sich ein nach Nordnordwesten orientierter Talabwind entwickelt. Aufgrund des geringen Gefälles (< 1%) und den Gehölzbeständen entlang des Saalbachs stellen sich jedoch nur Kaltluftfließgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s ein. Im Bereich der reliefbedingten Talverengung auf Höhe der Ortslage Helmsheim neigt die Talkaltluft vermehrt zu Stagnation (mittlere Windgeschwindigkeit unter 0.2 m/s).

Die Belüftungssituation in der Ortslage Helmsheim westlich der B 35 wird in der ersten Nachthälfte vermehrt von Kaltluftabflüssen über die ostexponierten Hangzonen (z.B. Rohrbachgraben, Schiffgrund, Schlichtal) bestimmt.

Die vertikale Mächtigkeit der Kaltluft (**Abbildung 12.2**) entlang des Saalbachs beträgt auf Höhe des Planungsgebiets 2.0 Std. nach Sonnenuntergang ca. 30 – 39 m und steigt nördlich von Helmsheim auf über 40 m an. Dies entspricht auch den Ergebnissen von ING.-BÜRO LOHMEYER GMBH & CO. KG (2009).

³ Am 01.08. entspricht dies ungefähr den Zeitpunkte 22:00 Uhr und 02:00 Uhr (MEZ)

Abbildung 12.3 zeigt für den **Ist-Zustand** die Kaltluftvolumenstromdichte in der Anfangsphase der Kaltluftbildung. Im Planungsgebiet HRB zeigen sich Kaltluftvolumenstromdichten bis ca. $30 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$. Nur im Nahbereich der Gehölzbestände entlang des Saalbachs werden Kaltluftvolumenstromdichten von unter $5 \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{s}$ berechnet. Die Oberflächenrauigkeit der Gehölze reduziert deutlich die Kaltluftfließgeschwindigkeit.

Bilanziert man über das Profil A – A* den weiter in Richtung Heildesheim abfließenden Kaltluftvolumenstrom entlang des Saalbachs, so ergibt auf Höhe des Bahnhofpunkts Helmsheim über ein ca. 360 breites Talquerprofil ein Wert von ca. $3.173 \text{ m}^3/\text{s}$.

Als grobe Faustregel gilt, dass die Eindringtiefe von Kaltluft in die Bebauung je $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ca. 100 m beträgt. Die Saalbachtalbebauung von Helmsheim östlich der B 35 wird damit von der Kaltluft durchströmt.

In den **Abbildungen 13.1** und **13.2** werden mit Hilfe von Differenzendarstellungen die planungsbedingten Veränderungen der lokalen Kaltluftbewegungen durch das geplante HRB mit Dammbauwerken dokumentiert.

Wie anhand der **Abbildung 12.1** verdeutlicht wird, werden die Hangabwinde aus östlichen und westlichen Richtungen entlang des Saalbachs vermehrt nach Norden bzw. Nordnordwesten talparallel umgelenkt. Die zusätzlichen Dämme in Talrichtung bilden keine großflächigen Strömungshindernisse. Die Kaltluftfließgeschwindigkeit wird daher nur unmittelbar entlang des Dammfußes leicht reduziert. Stellenweise sind sogar leichte Windbeschleunigungen zu bilanzieren. Die Geschwindigkeitsmodifikationen zeigen Werte von ca. $+0.1$ bis -0.1 m/s . Allein am geplanten Auslassbauwerk im nördlichen Planungsteilbereich werden Windgeschwindigkeitsminderungen (2 m ü.G.) von ca. $0.2 - 0.3 \text{ m/s}$ berechnet. Wohnbebauung ist von den Modifikationen nicht betroffen.

Durch die berechnete leichte Stauwirkung im **Plan-Zustand** steigt die relative Kaltluflhöhe im Saalbachtal um ca. 2 – 11 % an. Nur stellenweise ist eine leichte Abnahme der Kaltluftmächtigkeit (ca. -2% bis -4%) zu verzeichnen (z.B. Umfeld des Auslassbauwerks). Angesichts der berechneten Kaltluflhöhe von ca. 30 – 39 m ist diese Veränderung aus klimaökologischer Sicht nicht relevant.

Bilanziert man über das Bewertungsprofil A – A* den abfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich ein Wert von $3.163 \text{ m}^3/\text{s}$. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt der Kaltluftvolumenstrom um ca. 0.32% ab.

Wie bereits in Kap. 1 angeführt, ist bei siedlungsrelevanten Kaltluftströmungen nach VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“ eine Verringerung der Strömungsvolumina von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet zu bewerten.

Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten. Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

Somit werden in der ersten Nachthälfte nur sehr geringe klimatische Auswirkungen durch das HRB Helmsheim simuliert.

6.2 Ergebnisse der Modellrechnungen für den Zeitpunkt 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung (ca. 02:00 Uhr)

6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung werden im **Ist-Zustand** entlang des Saalbachs zwischen Gondelsheim und Helmsheim weiterhin nach Nordnordwesten hin orientierte Kaltluftabflüsse berechnet (**Abbildung 14.1**). Die Talkaltluft neigt jedoch bodennah (2 m ü.G.) vermehrt zu Stagnation, da die geringe Talneigung ein rasches Abfließen der Kaltluft unterbindet. Allein im Mündungsbereich von prägnanten Hangeinschnitten in das Saalbachtal (z.B. nördlich des Lohnwalds) zeigen sich noch intensivere Kaltluftbewegungen (0.2 – 0.5 m/s).

Die Kaltluftmächtigkeit ist im Saalbachtal gegen 02:00 Uhr auf über 60 m angestiegen (**Abbildung 14.2**). Auch dies entspricht den Ergebnissen von ING.-BÜRO LOHMEYER GMBH & CO. KG (2009).

Daraus resultiert im Planungsgebiet eine Kaltluftvolumenstromdichte von ca. 1 – 10 m³/m·s (**Abbildung 14.3**). Die Talbelüftungsintensität hat gegenüber der ersten Nachthälfte deutlich abgenommen.

Über das Bewertungsprofil A – A* auf Höhe der Bahnhaltestelle Helmsheim ergibt sich noch ein Kaltluftvolumenstrom von 1.311 m³/s.

Aufgrund der zunehmenden Neigung der Talkaltluft zu Stagnation (mittlere Fließgeschwindigkeit unter 0.2 m/s) führen die geplanten Dämme beidseits der Bahntrasse zu keinen markanten Strömungsmodifikationen (**Plan-Zustand, Abbildung 15.1**). Nur in den unmittelbaren Dammfußbereichen bzw. am Auslassbauwerk sind noch geringe Windabschwächungen zu bestimmen.

Der über das Profil A – A* nach Norden abfließende Kaltluftvolumenstrom in Richtung Heidelberg/Bruchsal zeigt gegenüber dem Ist-Zustand keine Veränderung (**Abbildung 15.2**).

7 Zusammenfassung und Bewertung

Die Stadt Bruchsal plant im Saalbachtal östlich der B 35 zwischen dem Bruchsaler Stadtteil Helmsheim und der Gemeinde Gondelsheim den Bau eines Hochwasserrückhaltebeckens (HRB).

Das geplante HRB mit Damm und Auslassbauwerk/Absperrdamm beim Helmsheim erfordert östlich der zweigleisigen Bahntrasse Bietigheim-Bissingen / Bruchsal („Westbahn“) einen ca. 1.600 m langen Schutzdamm. Westlich der Gleisanlage beträgt die notwendige Länge ca. 750 m. Die Dammkrone weist jeweils eine Breite von 5.0 m und zeigt zum Saalbach eine Querneigung von 2.5% auf. Die Dammkronenhöhe beträgt 148.00 m ü. NHN und liegt somit ca. 1.5 m über dem Vollstauziel von 146.50 m ü. NHN.

Das Auslassbauwerk zur Regelung der Abflüsse und zur Bewirtschaftung des Stauraums wird im Norden ca. 50 m oberstrom einer Wirtschaftswegbrücke in den Damm integriert. Die Oberkante des Auslassbauwerks liegt bei ca. 148.17 m ü. NHN.

Im Bereich der B 35 wird in einem Teilbereich durch eine Anschüttung die Standsicherheit der Straßenböschung verstärkt.

Mit den angestrebten Maßnahmen wird für das HRB ein Rückhaltevolumen von ca. 381.000 m³ möglich.

Mit dem Bau des HRB ist eine Änderung der örtlichen kleinklimatischen Verhältnisse anzunehmen. Die angestrebten Geländemodifikationen werden insbesondere die lokalen Kaltluftbewegungen entlang des Saalbachs kleinräumig modifizieren. Sie sind für die Belüftung und die Gestaltung günstiger thermischer Umgebungsbedingungen in warmen Sommernächten im Bereich der talnahen Bebauung von Helmsheim von Bedeutung.

Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens sind daher die Einflüsse der vorgesehenen Flächen- und Geländemodifikationen auf das örtliche kaltluftspezifische Wirkungsgefüge mit Hilfe numerischer Modellrechnungen zu bilanzieren und zu bewerten.

Bewertungsgrundlage bildet die VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“. Demnach ist bei Kaltluftströmungen eine Verringerung der Strömungsvolumina bzw. der Kaltluftströmungsgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 5 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten.

Bei Werten unter 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

Das methodisch geeignete Werkzeug zur Klärung dieser Frage ist ein meteorologisches Modell. Das hier zum Einsatz gelangte Modell KLAM_21 des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES wird seit vielen Jahren im Gutachtensektor gerade für solche Fragestellungen eingesetzt und hat seine Leistungsfähigkeit vielfach unter Beweis gestellt.

Für eine ausgewählte sommerliche Strahlungsnacht, bei der sich lokalspezifische Kaltluftbewegungen ausbilden können und bei der mit einem Einfluss der geplanten Dämme gerechnet werden kann, werden vergleichende numerische Simulationen für den Ist-Zustand und für den definierten Plan-Zustand durchgeführt. Anhand des Vergleichs der für diese unterschiedlichen Szenarien erzielten Resultate können die Auswirkungen der geplanten Planungsmaßnahmen auf das Kaltluftprozessgeschehen bestimmt werden.

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen werden für den Zeitpunkt 2.0 Std. und 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung dargestellt. Siedlungsklimatisch ist besonders die Abkühlungsleistung der Kaltluft in der ersten Nachthälfte von Bedeutung, da in der Regel in dieser Phase die Wohnungen vor dem Schlafengehen nochmals durchgelüftet werden.

Zum Zeitpunkt 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung zeigen sich im Ist-Zustand über den Hängen und Hangeinschnitten westlich und östlich des Saalbachtals prägnante Kaltluftabflüsse, die bspw. im Heinbachergrund und im Lußgraben Fließgeschwindigkeiten bis knapp 2.0 m/s erreichen. Die abfließende Kaltluft sammelt sich im Saalbachtal zwischen Gondelsheim und Helmsheim, woraus sich ein nach Nordnordwesten orientierter Talabwind entwickelt. Aufgrund des geringen Gefälles ($< 1\%$) und den Gehölzbeständen entlang des Saalbachs stellen sich jedoch nur Kaltluftfließgeschwindigkeiten unter 0.5 m/s ein. Im Bereich der reliefbedingten Talverengung auf Höhe der Ortslage Helmsheim neigt die Talkaltluft vermehrt zu Stagnation (mittlere Windgeschwindigkeit unter 0.2 m/s).

Die Belüftungssituation in der Ortslage Helmsheim westlich der B 35 wird vermehrt von Kaltluftabflüssen über die ostexponierten Hangzonen (z.B. Rohrbachgraben, Schiffgrund, Schlichtal) bestimmt.

Die vertikale Mächtigkeit der Kaltluft entlang des Saalbachs beträgt auf Höhe des Planungsgebiets ca. 30 – 39 m.

Bilanziert man über ein ca. 360 m langes Talquerprofil auf Höhe des Bahnhaltepunkts Helmsheim (Profil A – A*) den weiter in Richtung Heildelshelm abfließenden Kaltluftvolumenstrom entlang des Saalbachs, so ergibt sich ein Wert von ca. 3.173 m³/s. Als grobe Faustregel gilt, dass die Eindringtiefe von Kaltluft in die Bebauung je 1.000 m³/s ca. 100 m beträgt. Die Saalbachtalbebauung von Helmsheim östlich der B 35 wird damit von der Kaltluft durchströmt.

Bei Realisierung des HRB mit Dammbauwerken bilden die zusätzlichen Dämme in Talrichtung keine großflächigen Strömungshindernisse, da die Hangabwinde aus östlichen und westlichen Richtungen entlang des Saalbachs vermehrt nach Norden bzw. Nordnordwesten talparallel umgelenkt werden. Die Kaltluftfließgeschwindigkeit wird daher nur unmittelbar entlang des Dammfußes leicht reduziert.

Bilanziert man über das Bewertungsprofil A – A* den abfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich ein Wert von 3.163 m³/s. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt der Kaltluftvolumenstrom um ca. 0.32% ab.

Laut VDI-Richtlinie 3787-Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“ ist eine Verringerung der Strömungsvolumina von unter 5% nur mit „geringe klimatische Auswirkungen“ verbunden. Wohnbebauung ist von keinen relevanten Klimaänderungen Betroffen.

Im Laufe der zweiten Nachthälfte nimmt die Neigung der Talkaltluft zu Stagnation (mittlere Fließgeschwindigkeit unter 0.2 m/s) deutlich zu, weshalb die geplanten Dämme beidseits der Bahntrasse zu keinen markanten Strömungsmodifikationen mehr führen. Nur in den unmittelbaren Dammfußbereichen bzw. am Auslassbauwerk sind noch geringe Windabschwächungen zu bestimmen.

Der über das Profil A – A* nach Norden abfließende Kaltluftvolumenstrom (1.311 m³/s, 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung) zeigt in Richtung Heildelshelm / Bruchsal gegenüber dem Ist-Zustand keine Veränderung.

Das geplante HRB mit Dämmen und Auslassbauwerk führt somit aus klimaökologischer Sicht zu keinen relevanten Klimaänderungen, die eine Modifikation der Planung erfordern würden.



.....
gez. Achim Burst
ÖKOPLANA

Mannheim, den 11.12.2019

Literatur / weiterführende Schriften

BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979): Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013): KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.

DEUTSCHER WETTERDIENST (2008): Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a. M.

GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2010): Leitfaden zur Berücksichtigung klimatischer Ausgleichsfunktionen in der räumlichen Planung am Beispiel der Regionen Mittlerer Oberrhein und Nordschwarzwald. Hannover.

GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2016): Stadtklimagutachten für die Stadt Heidelberg – Fortschreibung des Gutachtens von 1995. Hannover / Mannheim.

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. / 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.

ING.-BÜRO LOHMEYER GMBH & CO. KG (2009): Ermittlung natürlicher klimatischer Ausgleichsfunktionen der Region Mittlerer Oberrhein. Karlsruhe

KING, E. 1973: Untersuchungen über kleinräumige Änderungen des Kaltluftflusses und der Frostgefahr durch Straßenbauten. Berichte des DWD 130., Offenbach.

SPANG. FISCHER. NATZSCHKA GMBH (2009): Landschaftsplan für die Vereinbarte Verwaltungsgemeinschaft Bruchsal, Forst, Hambrücken und Karlsdorf-Neuthard. Walldorf.

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

WALD + CORBE CONSULTING GMBH (2018): Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim - Vorplanung, Anlage 1: Zusammenfassung der Ergebnisse. Hügelsheim.

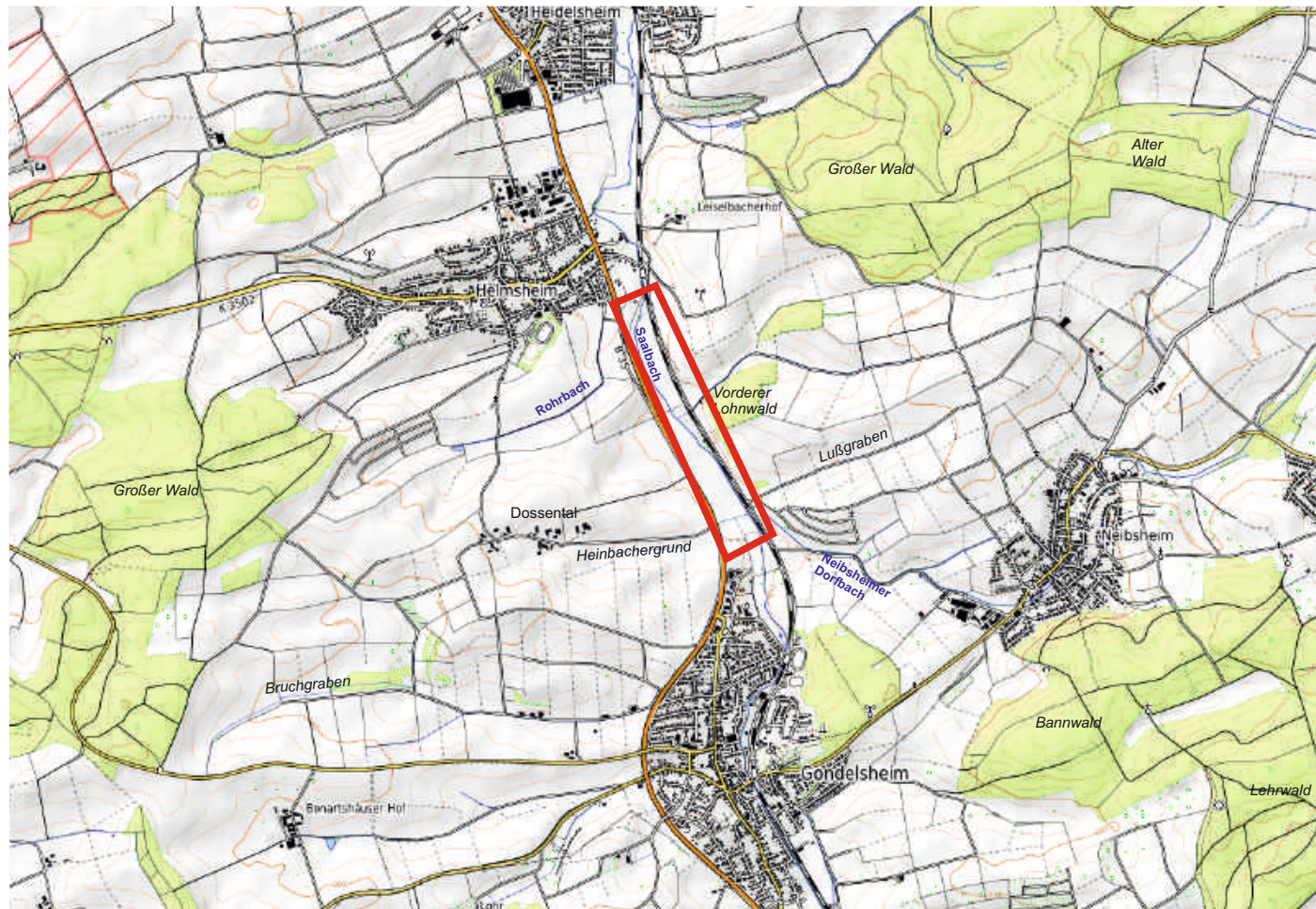
Internetinformationen:

<https://www.bruchsal.de>

<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>

<https://www.region-karlsruhe.de>

Abb. 1 Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk zwischen Helmsheim und Gondelsheim



Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum geplanten Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim

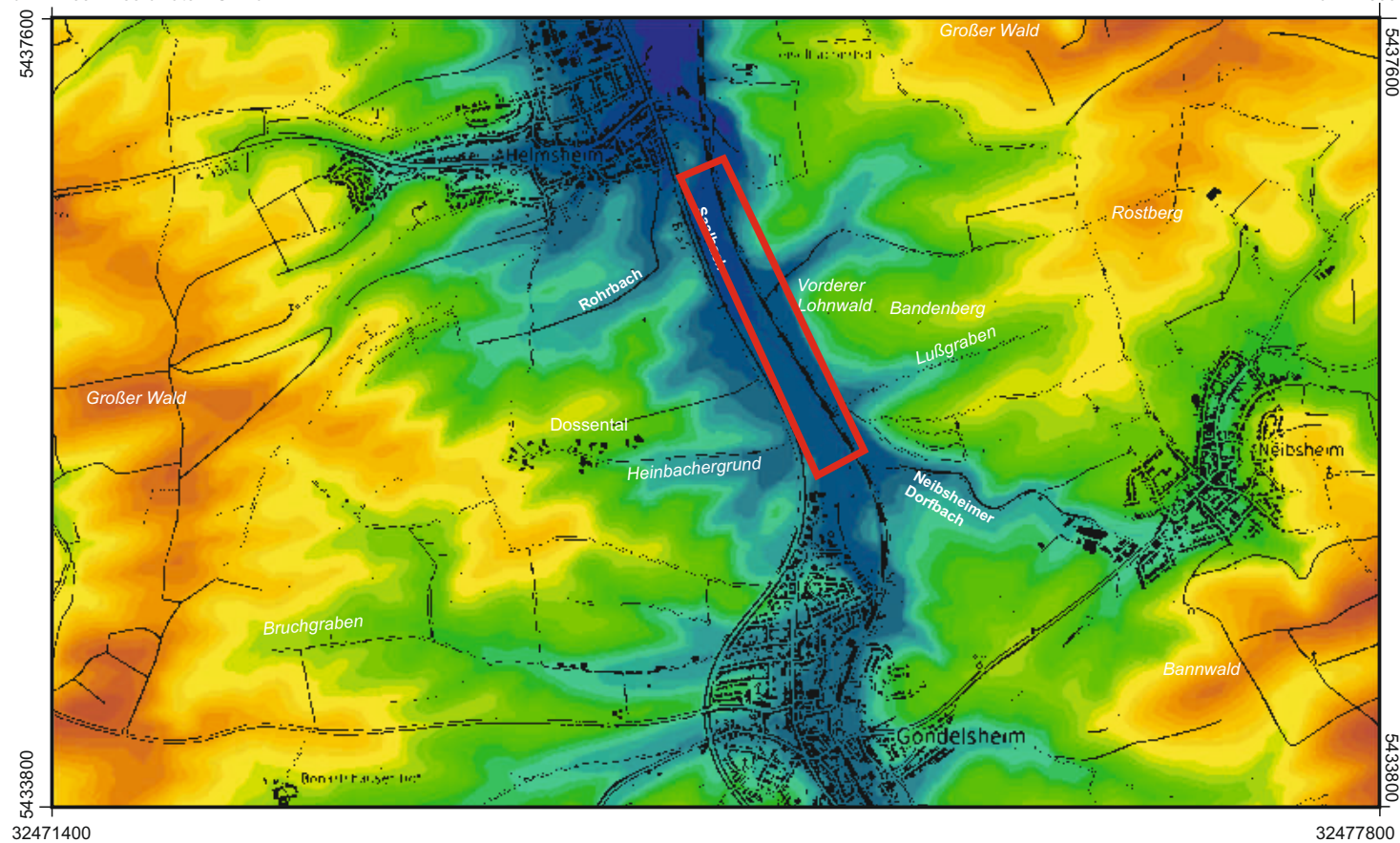


M.: 0 500 2000 m

ÖKOPLANA

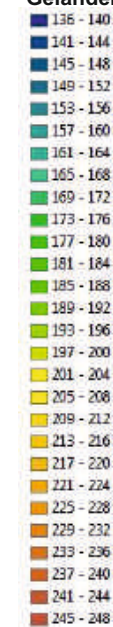
32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

Geländehöhe in m ü.NHN



Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

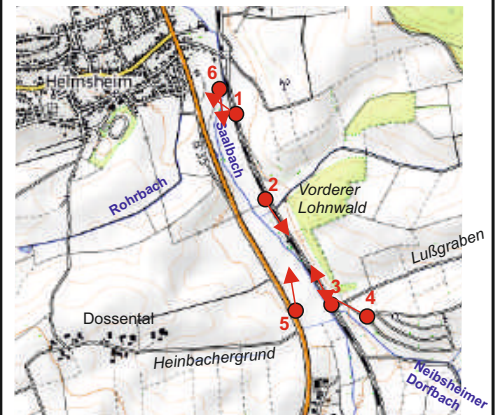
Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

Abb. 3 Planungsgebiet und dessen Umfeld - fotografische Dokumentation



Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA 2019

Standorte und Blickrichtung der Fotoaufnahmen



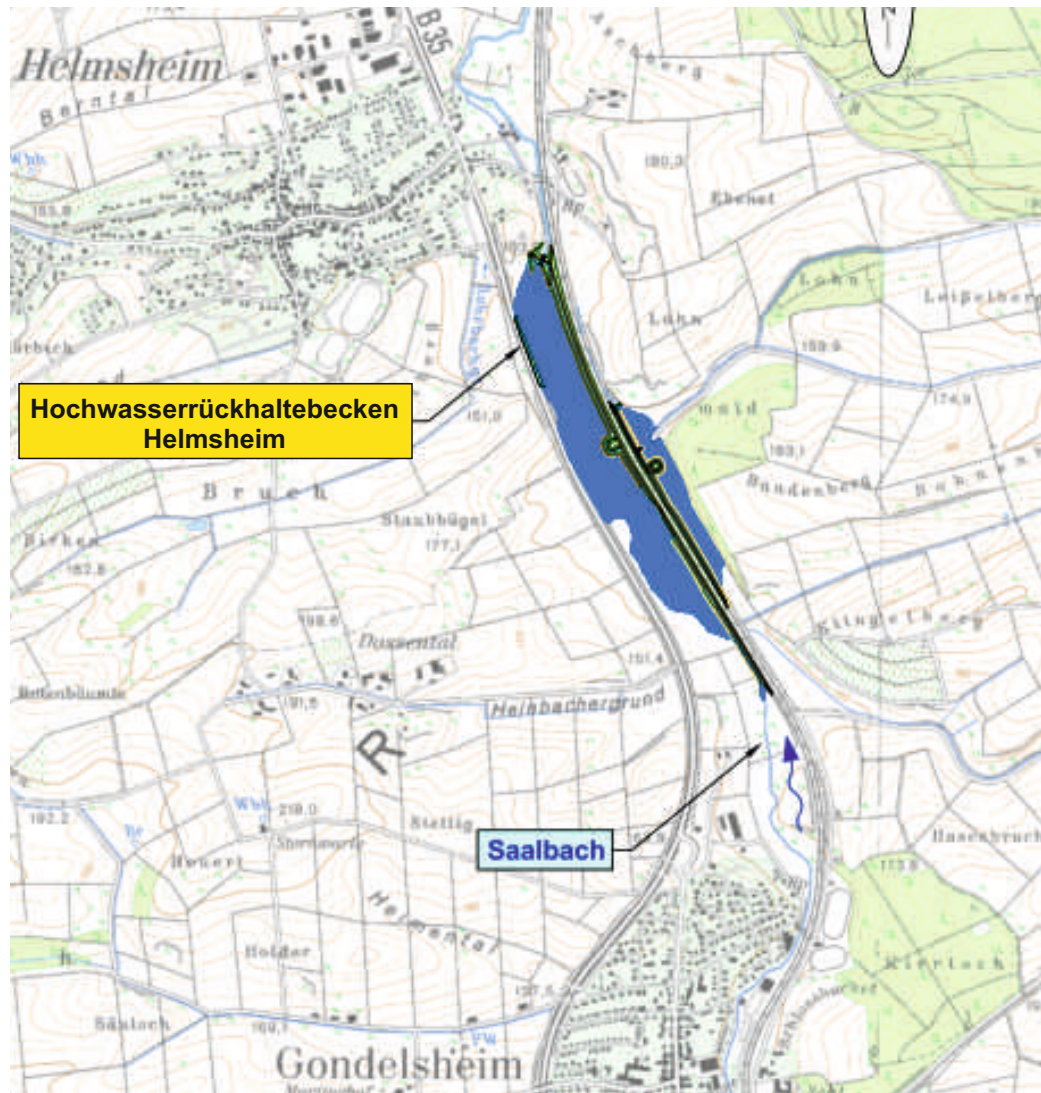
Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#)

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum geplanten Hochwasserrückhaltebecken Heimsheim



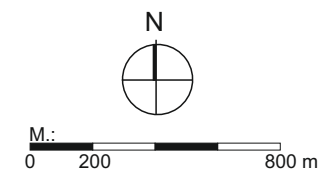
ÖKOPLANA

Abb. 4 Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim - Übersichtslageplan



Grafik bereitgestellt von:
Wald + Corbe Beratende Ingenieure

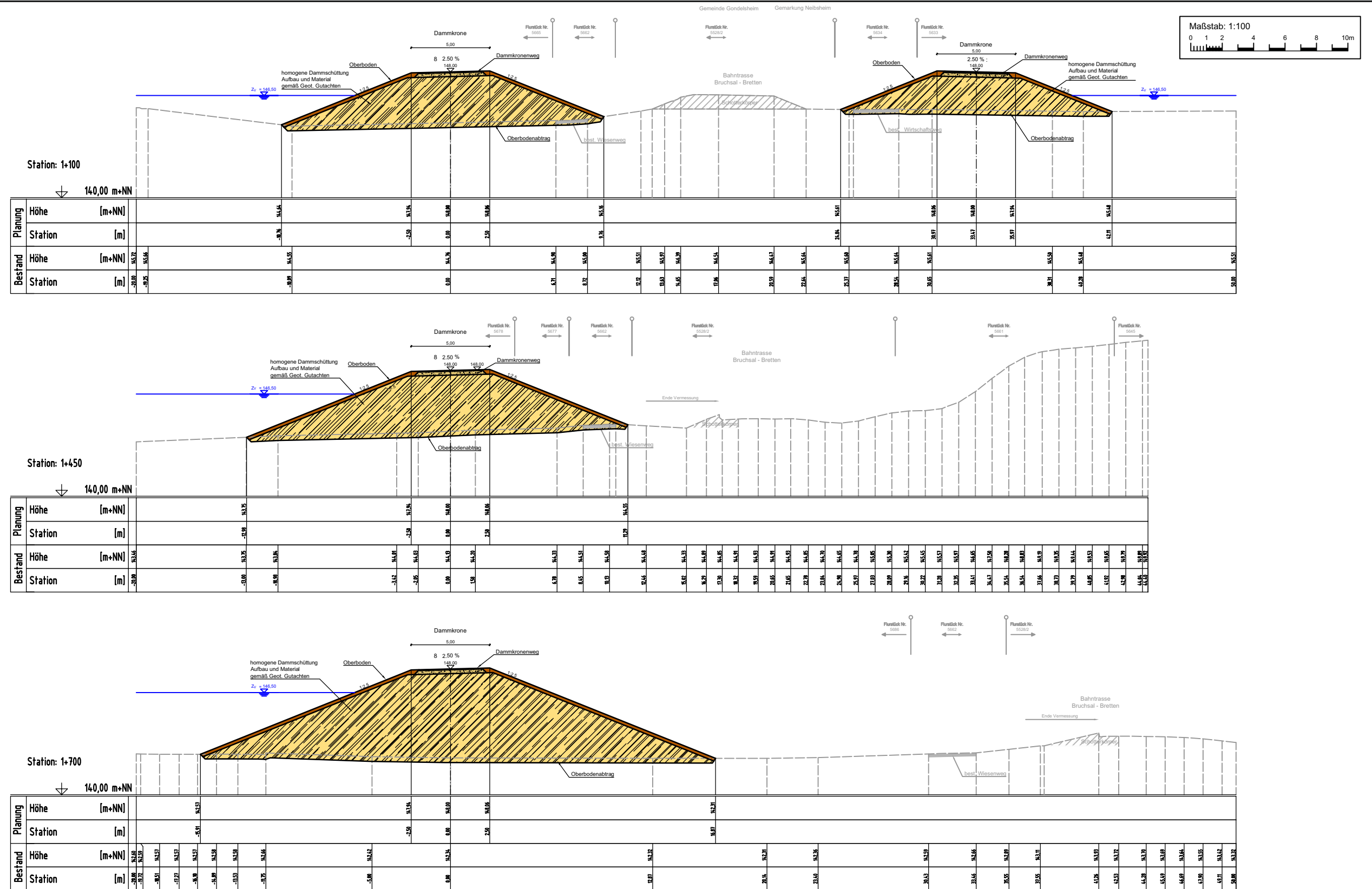
Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim



Legende:

- Leitungen Bestand:**
 - Strom Erdkabel, Netze BW, Energie- und Wasserversorgung Bruchsal
 - Strom Freileitung, Netze BW, Energie- und Wasserversorgung Bruchsal
 - Gasversorgungsleitung, Netze BW
 - Wasserversorgungsleitung, Stadtwerke Bretten, Energie- und Wasserversorgung Bruchsal
 - Mischwasserleitung, Abwasserverband Weißach- und Oberes Saalbachtal
 - Kommunikationsleitung Erdkabel, Telekom
- Bestand:**
 - Flurstück mit Flurstücksnummer
 - Gemeindegrenze
 - Wasserschutzgebiet
 - Landschaftsschutzgebiet
 - Planung
 - Schotterweg
 - Asphaltweg
 - Dammstreifen
 - Einstaufläche HQ₁₀₀ = Z_y = 146,50 m+NN
 - Straßen
 - Gewässer
 - DB Gleisen (nachrichtlich)
 - DB Bahnhaut (nachrichtlich)
 - Bestand
 - Planung
 - BK 1 Bohrung
 - O Rammkernsondierung

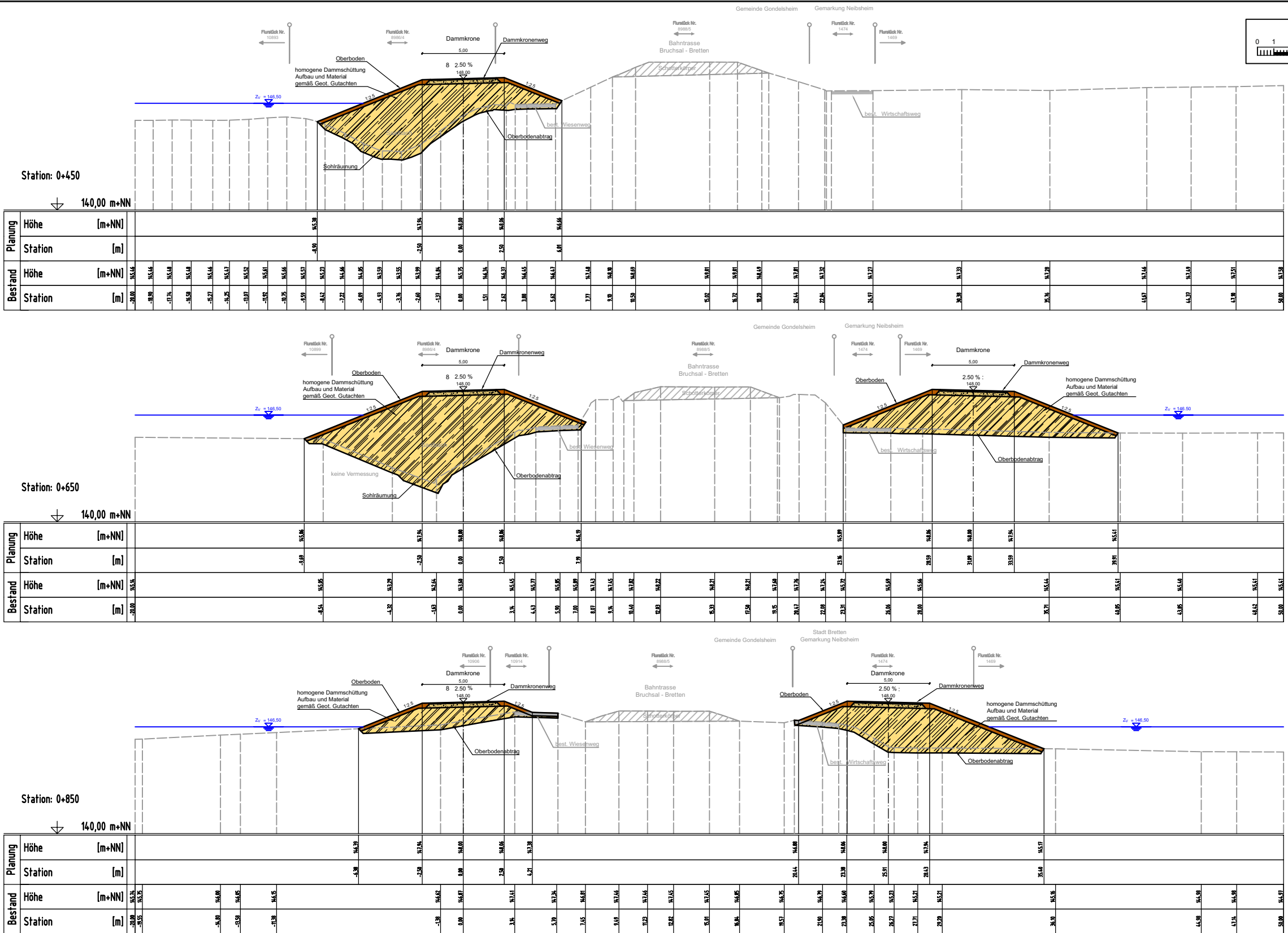
Abb. 6.1 Querprofile Schutzdamm Bahngleise und Absperrrdamm - Variante 2, Vollstau 146.50 m +NN, Stationen 1+100, 1+450 und 1+700



Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim

Grafik: Wald + Corbe Beratende Ingenieure

Abb. 6.2 Querprofile Schutzdamm Bahngleise - Variante 2, Vollstau 146.50 m +NN, Stationen 0+450, 0+650 und 0+850

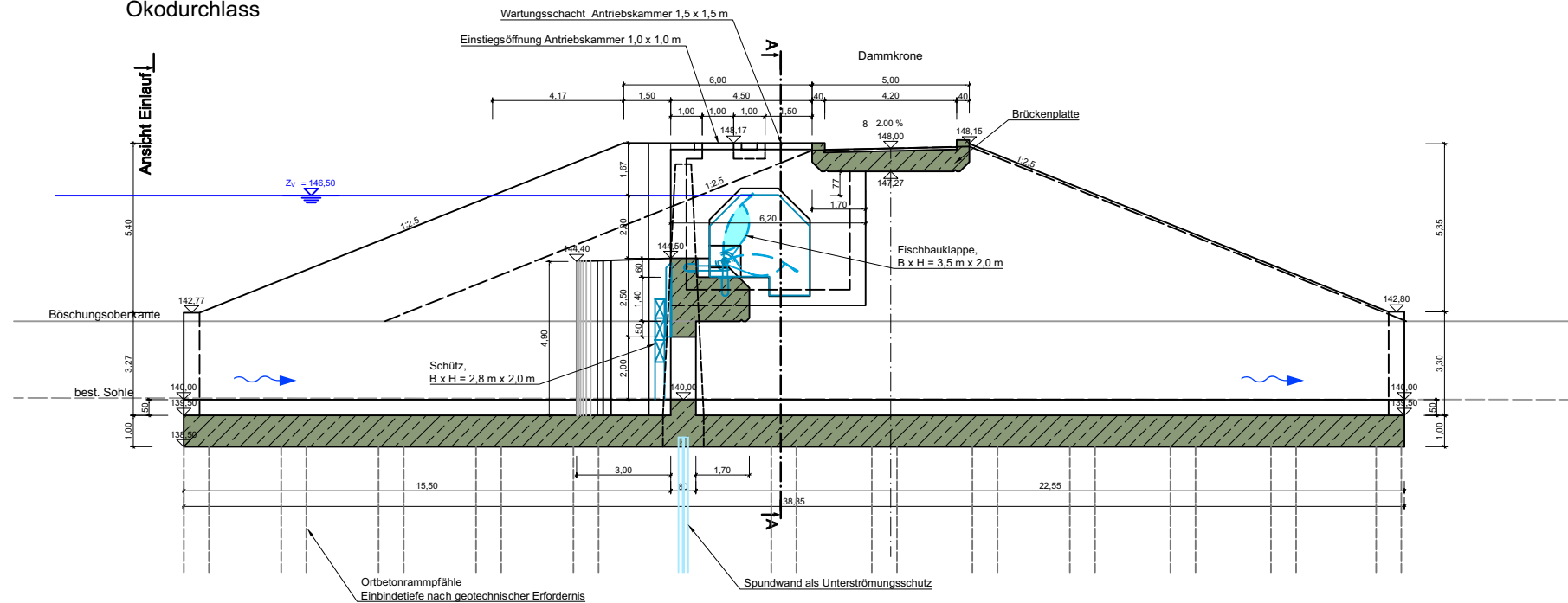


Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmshaus

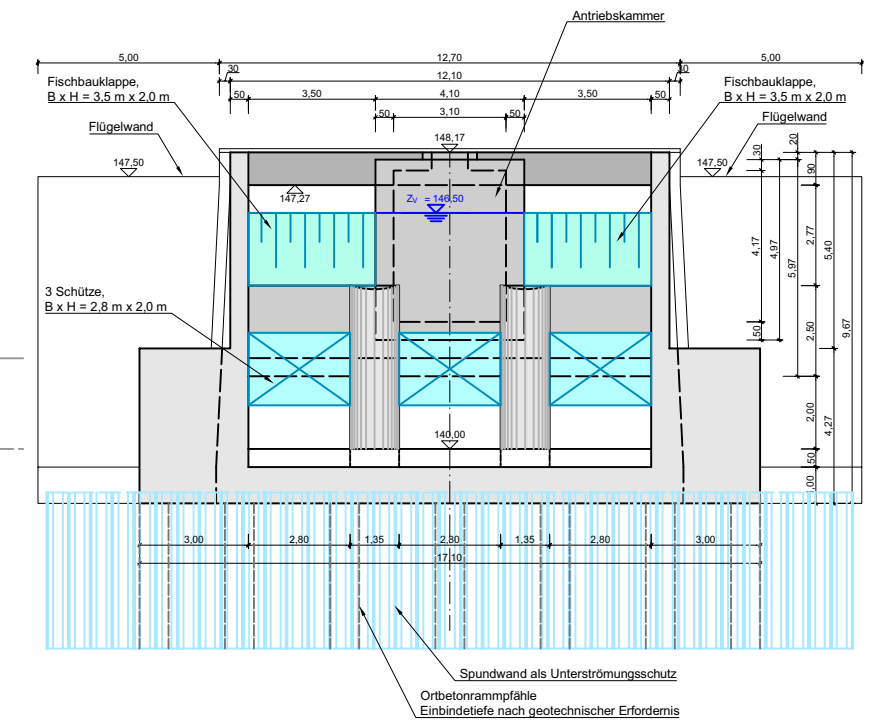
Grafik: Wald + Corbe Beratende Ingenieure

Abb. 7 Konzept Auslassbauwerk - Variante 2, Vollstau 146.50 m +NN, Längsschnitt, Draufsicht, Ansicht Einlauf, Schnitt

Längsschnitt 2



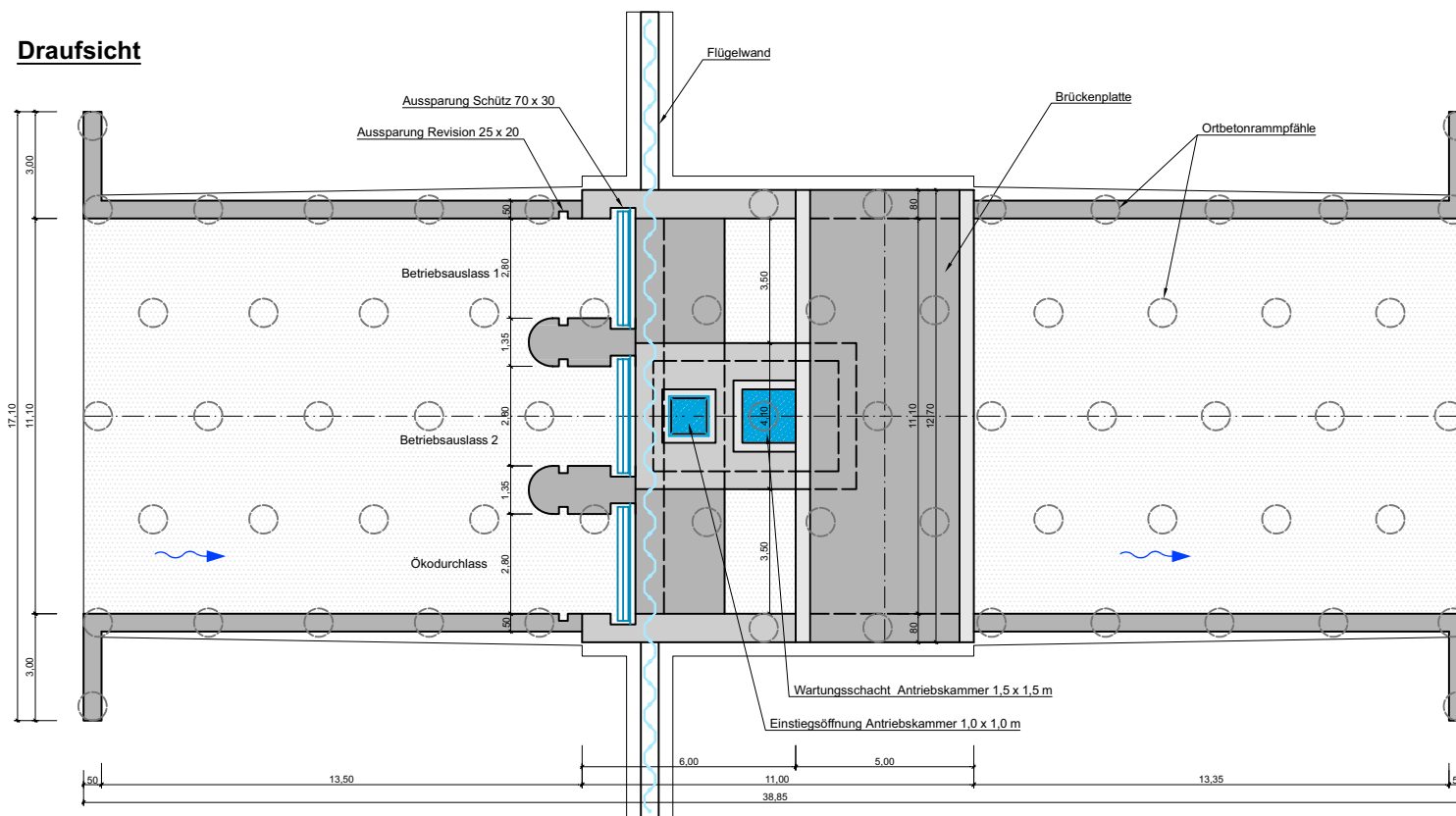
Ansicht Einlauf



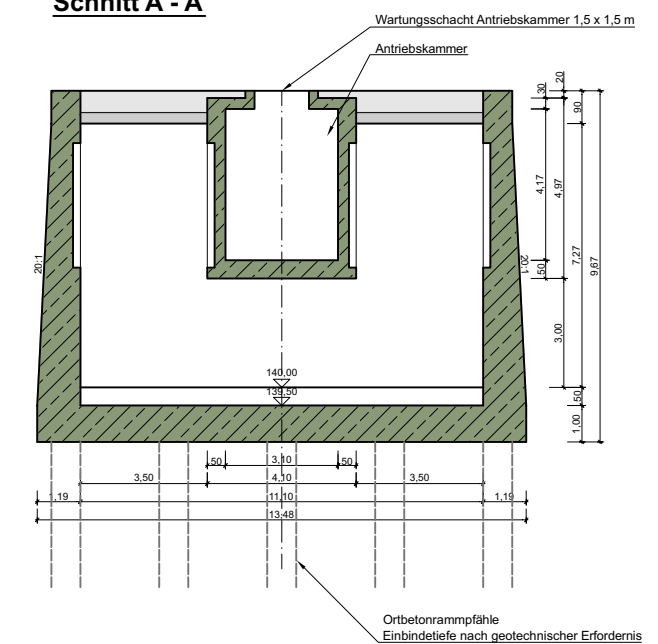
Maßstab: 1:100



Draufsicht



Schnitt A - A



Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim

Grafik: Wald + Corbe Beratende Ingenieure

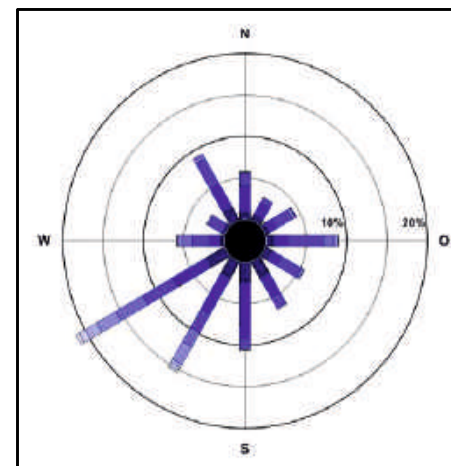
**Abb. 8 Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik (Antriebszeitraum 2001 - 2010)
Standort Helmsheim Süd**

Lage in UTM ETRS89
Rechtswert: 32 474 435
Hochwert: 5 436 765

Mittlere Windgeschwindigkeit:
2.9 m/s

Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (m/s) und Windrichtungssektoren (°) in %
(Klassenaufteilung nach TA Luft)

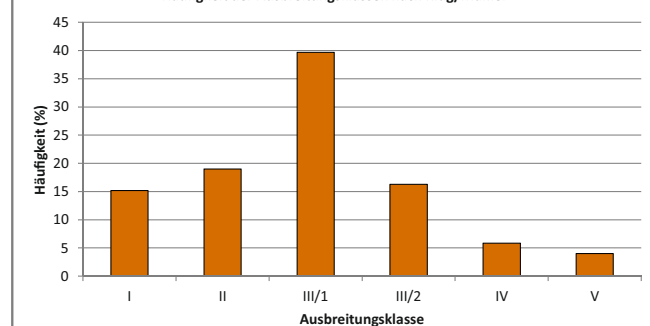
Geschwindigkeit	0-1.3	1.4-1.8	1.9-2.3	2.4-3.8	3.9-5.4	5.5-6.9	7.0-8.4	8.5-10.0	> 10.0	Summe
Richtung	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	
346°-015°	0.95	0.32	13	2.89	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	5.80
016°-045°	0.84	0.01	00	1.59	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	3.15
046°-075°	0.52	0.24	50	0.89	0.09	2.20	0.00	0.00	0.00	4.42
076°-105°	1.18	0.33	27	1.33	0.45	4.41	0.07	1.01	0.00	9.05
106°-135°	1.03	0.51	17	0.84	0.29	2.74	0.02	0.01	0.00	5.61
136°-165°	2.37	1.30	01	1.40	0.18	1.39	0.00	0.00	0.00	6.65
166°-195°	2.59	5.07	40	1.64	0.06	0.88	0.02	0.00	0.00	10.66
196°-225°	2.42	3.61	97	1.33	2.45	2.56	0.42	1.04	0.31	15.50
226°-255°	2.83	1.41	85	3.30	2.73	4.25	1.67	3.08	0.48	21.38
256°-285°	0.52	0.07	21	1.38	0.42	2.05	0.23	1.07	0.01	5.96
286°-315°	0.41	0.01	25	0.15	0.02	1.78	0.00	0.00	0.00	2.61
316°-345°	1.94	0.44	64	2.69	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	9.22
Summe	17.60	13.30	19.43	27.94	10.42	6.69	2.43	1.39	0.81	100.00



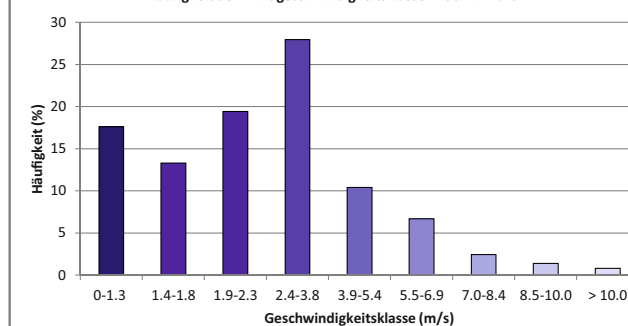
Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier in %

Klasse	I	II	III/1	III/2	IV	V
	15.20	19.00	39.67	16.26	5.86	4.01

Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier



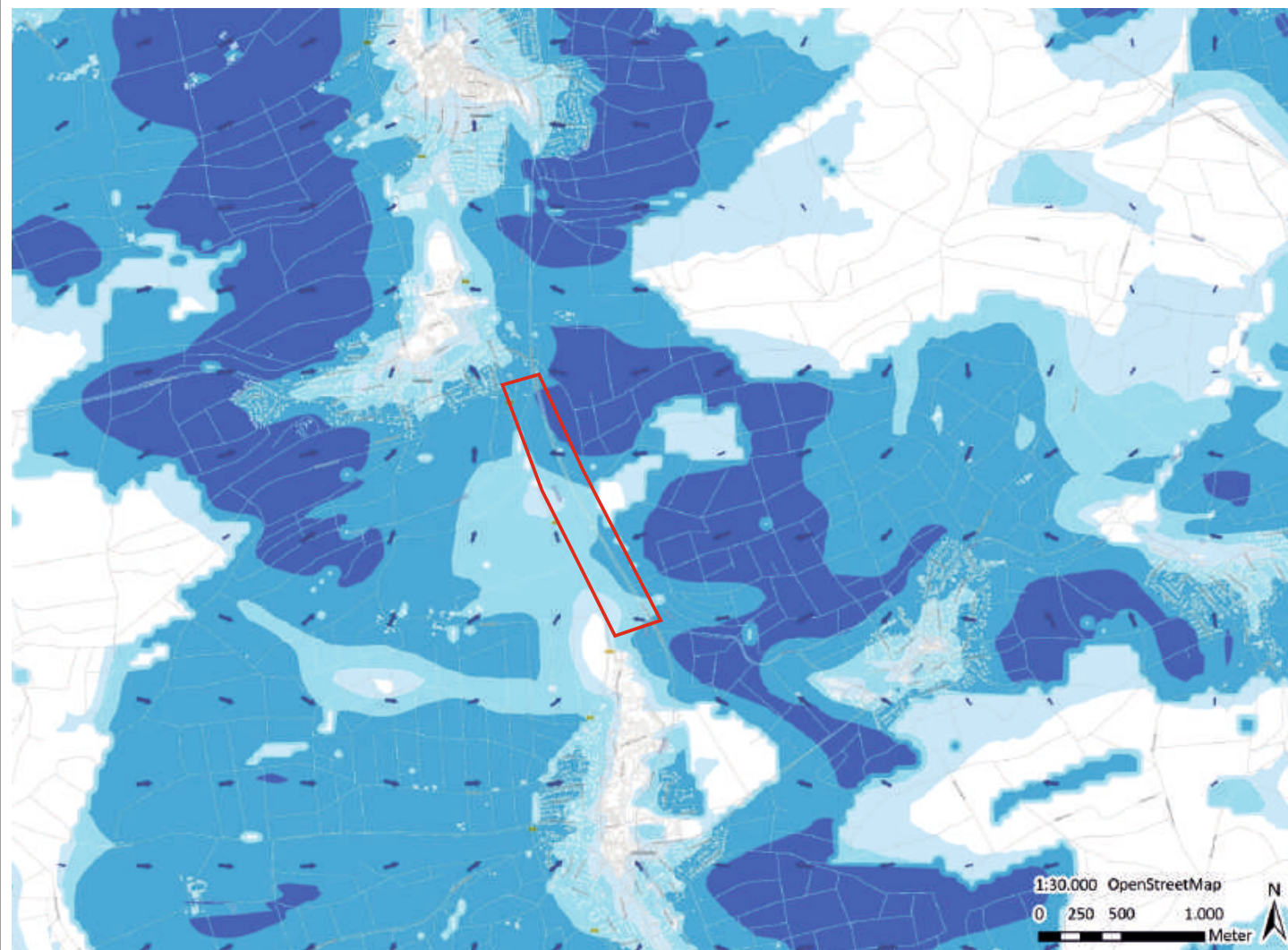
Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen nach TA Luft



© 2013 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
© 2013 Arge METCON (Pinneberg), IB Rau (Heilbronn), metSoft GbR (Heilbronn)
Version 2.05

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim

**Abb. 9 Bodennahe Windbewegungen in einer Strahlungsnacht (04:00 Uhr),
Ergebnis mesoskaliger Strömungssimulationen**

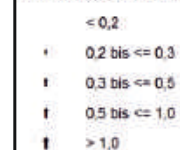


Grafik bereitgestellt von:
GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover

Windgeschwindigkeit in 2 m ü. Grund zum Zeitpunkt 4 Uhr (m/s)



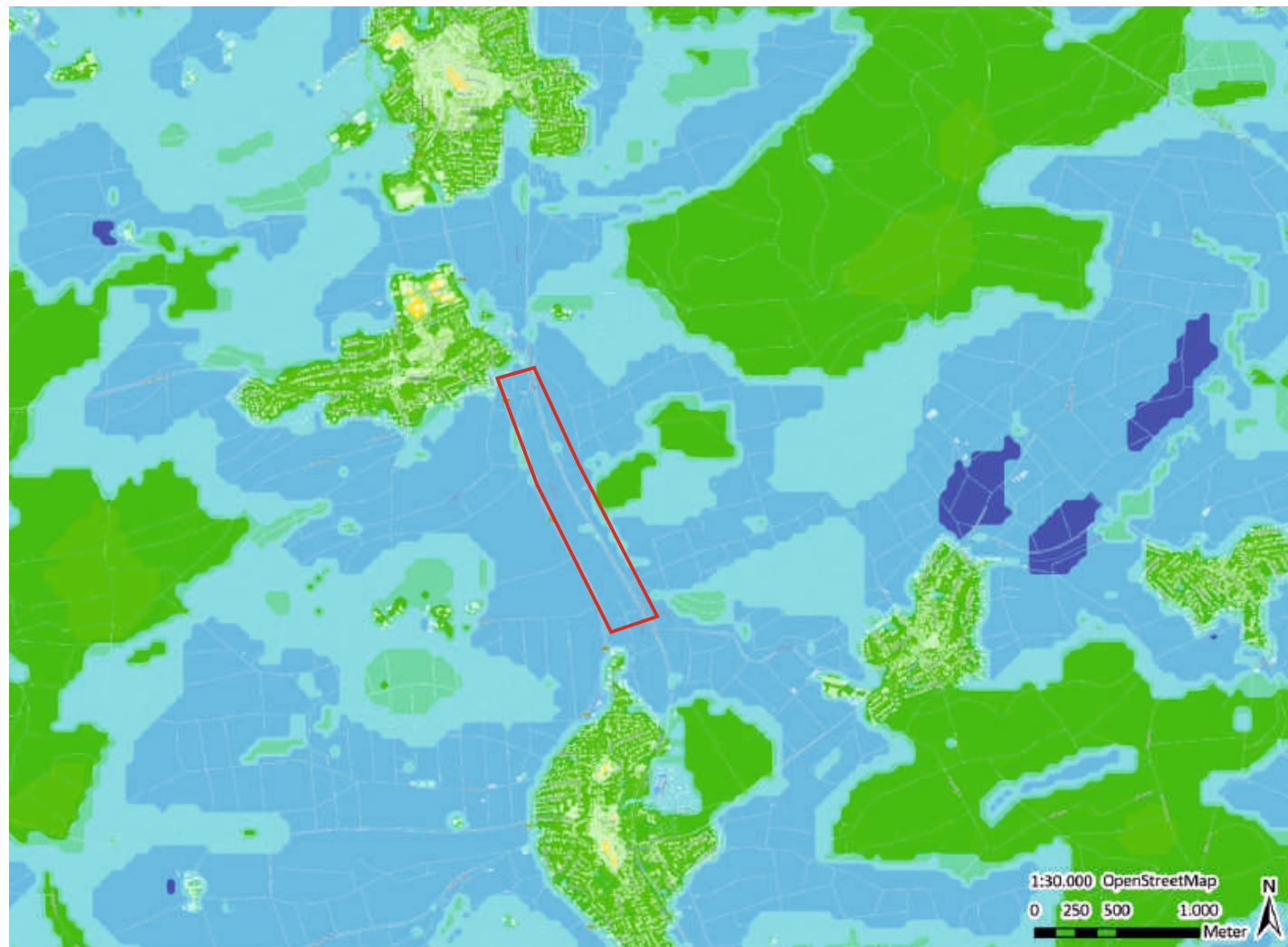
Windvektoren (Geschwindigkeit in m/s)



 Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

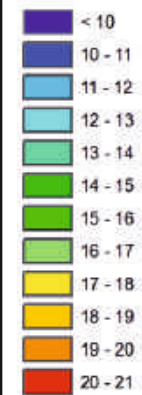
Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim

Abb. 10 Lufttemperaturverteilung in einer sommerlichen Strahlungsnacht (04:00 Uhr),
Ergebnis mesoskaliger Strömungssimulationen



Grafik bereitgestellt von:
GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover

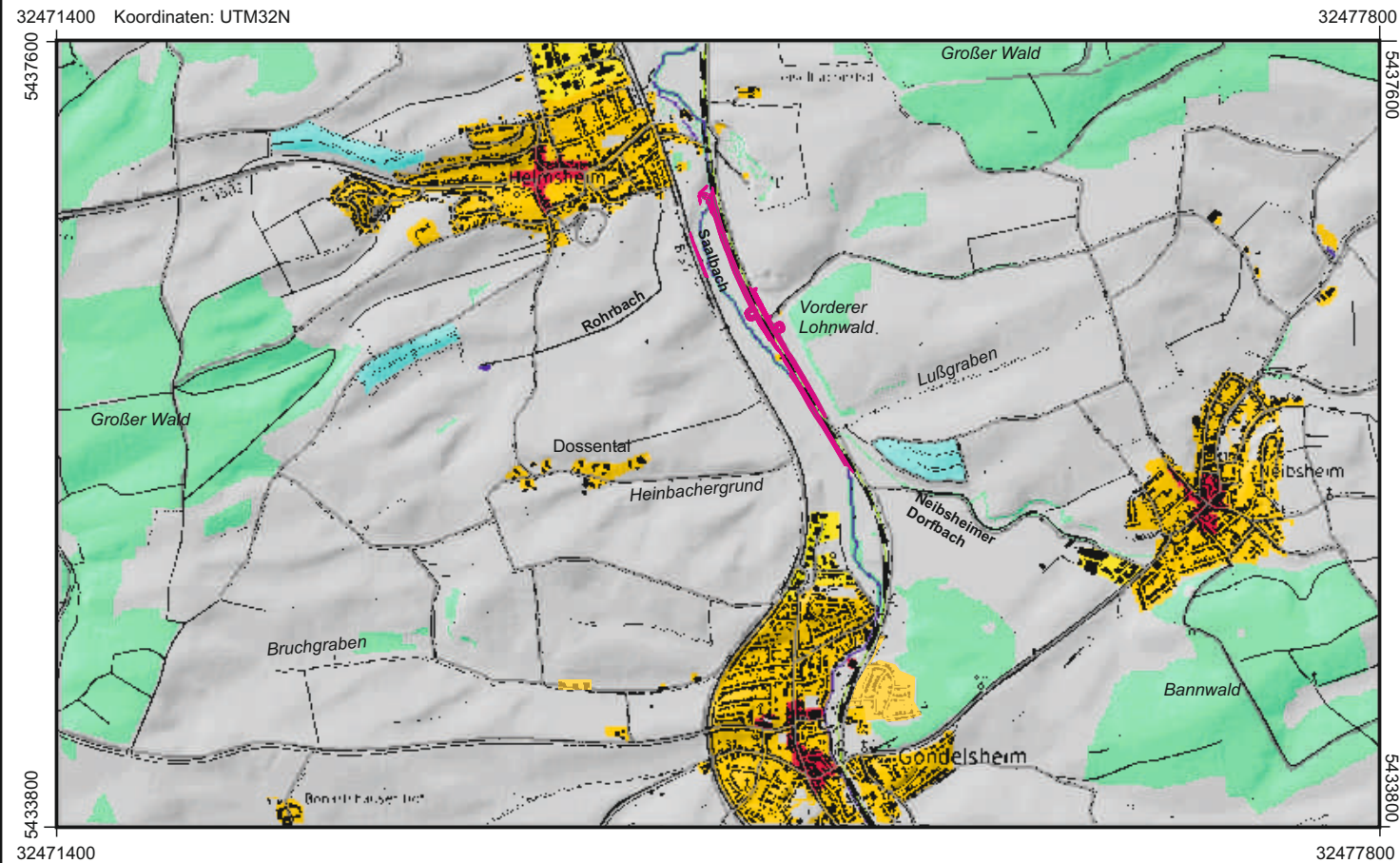
Lufttemperatur in 2m um 4 Uhr (°C)



 Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmshaus

Abb. 11 Kaltluftströmungssimulationen - Flächennutzung



Flächennutzung

- Siedlung (dicht)
- Siedlung (locker)
- Wald / Gehölze
- Bahnlinie
- Gewerbegebiet
- Weinbauflächen
- Wiesen, Ackerflächen
- Versiegelte Flächen / Straßen
- Wasserflächen
- Geplanter Damm



Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum geplanten Hochwasserrückhaltebecken Helmsheim



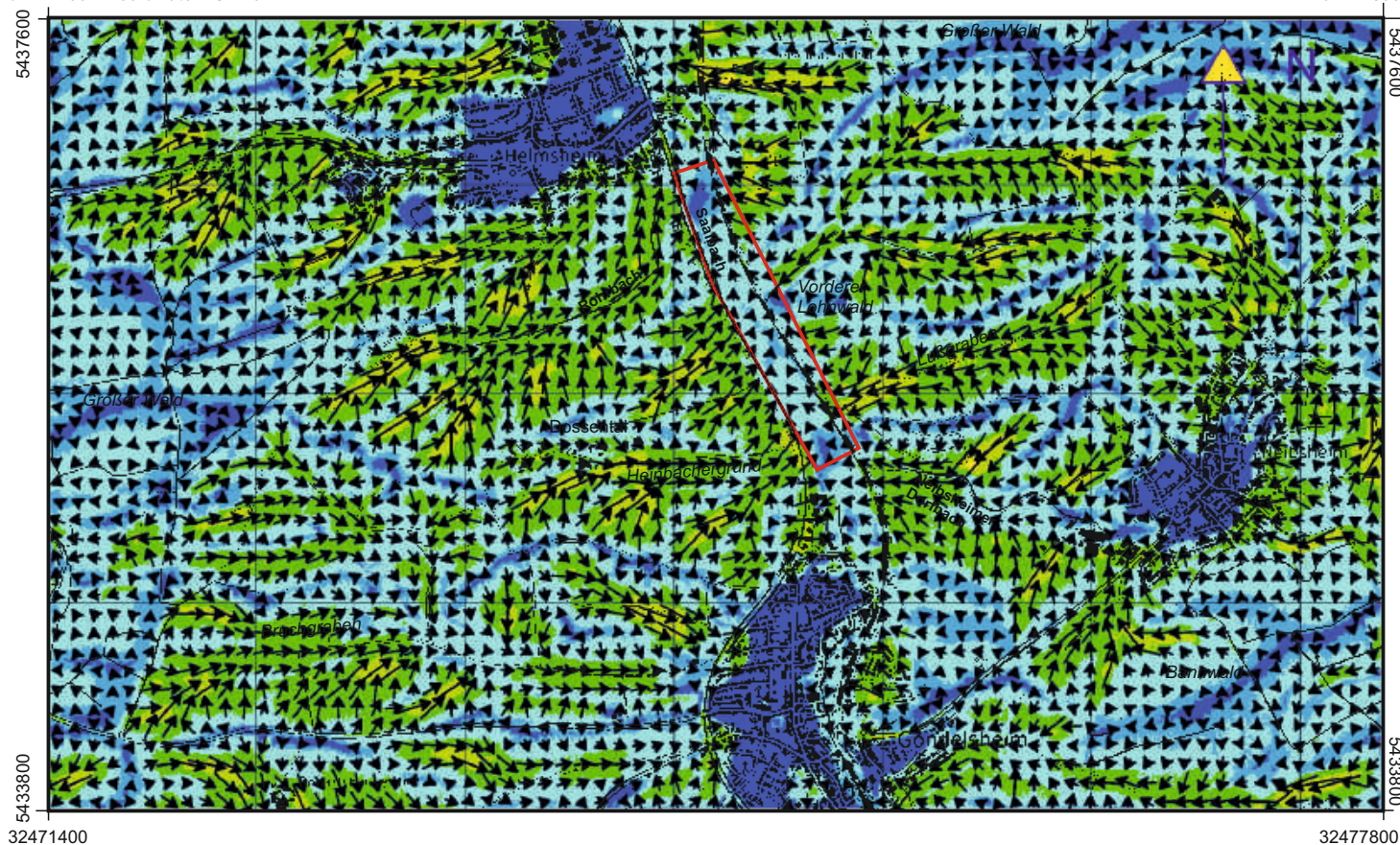
Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

**Abb. 12.1 Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.)
2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung**

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

Mittlere Windgeschwindigkeit
in m/s (2 m ü.G.)

- 0 bis 0,1
- ueber 0,1 bis 0,2
- ueber 0,2 bis 0,5
- ueber 0,5 bis 1,0
- ueber 1,0 bis 2,0
- ueber 2,0 bis 3,0
- ueber 3,0 bis 4,0

← Windvektoren



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLM_21
V2.012

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim



Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

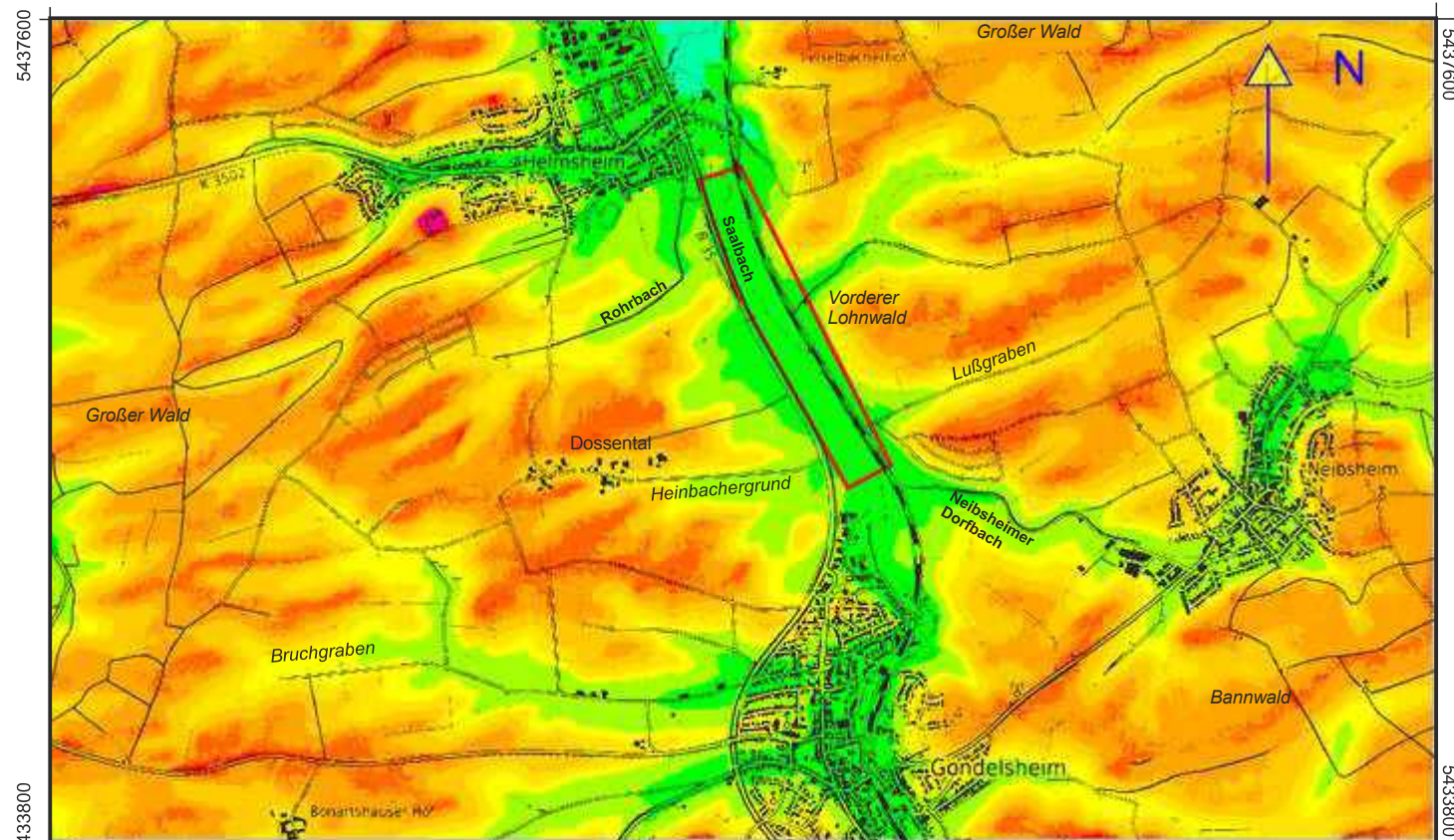
Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

ÖKOPLANA

**Abb. 12.2 Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Kaltluftmächtigkeit
2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung**

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



5437600

5437600

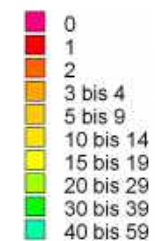
Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

Kaltluftmächtigkeit
in m



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:

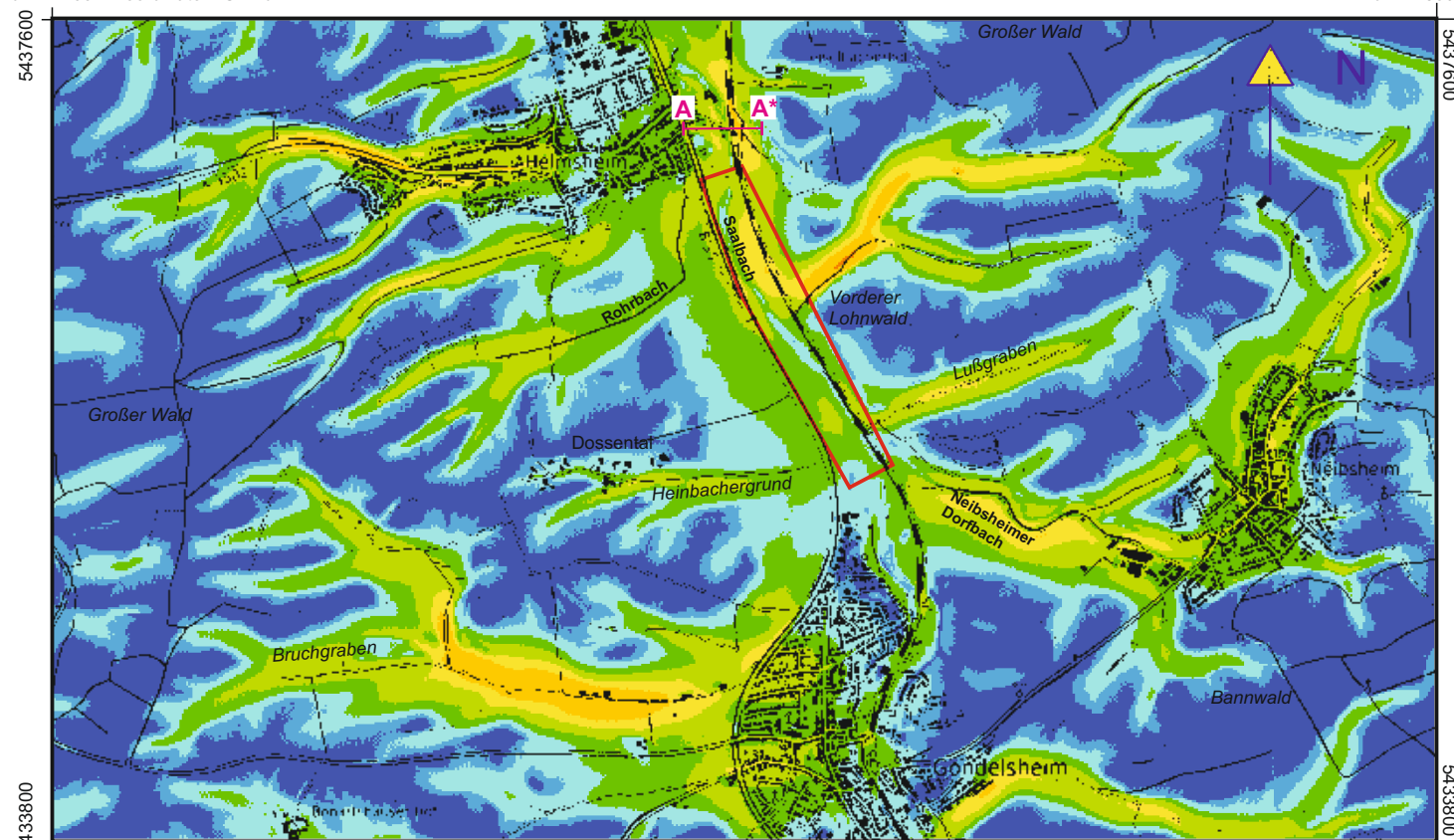
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim



**Abb. 12.3 Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Kaltluftvolumenstromdichte
2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung**

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



5433800

5437600



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

**Kaltluftvolumenstromdichte
in m³/ms**

- 0 bis 1
- ueber 1 bis 2
- ueber 2 bis 5
- ueber 5 bis 10
- ueber 10 bis 20
- ueber 20 bis 30
- ueber 30 bis 50
- ueber 50 bis 100



Bewertungsprofil
3.173 m³/s



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim



Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

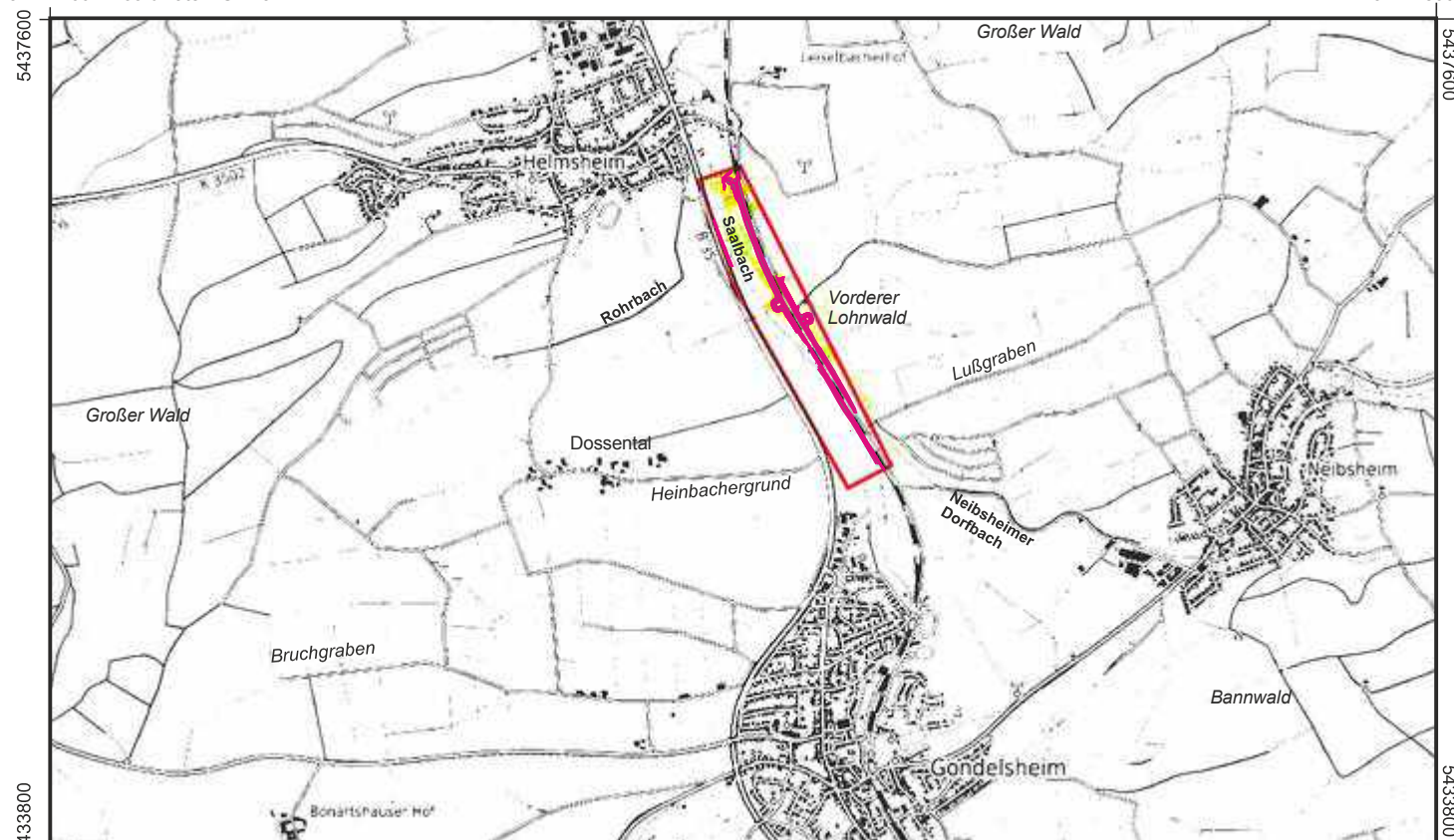
Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

ÖKOPLANA

Abb. 13.1 Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.) durch den Plan-Zustand 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



5433800

5437600

Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk, Dammverlauf

Zu- bzw. Abnahme der mittleren Windgeschwindigkeit gegenüber dem Ist-Zustand in m/s (2 m ü.G.)

- ueber -0,5 bis -0,2
- ueber -0,2 bis -0,1
- ueber -0,1 bis -0,05
- ueber -0,05 bis 0,05
- ueber 0,05 bis 0,1
- ueber 0,1 bis 0,2



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Heimsheim

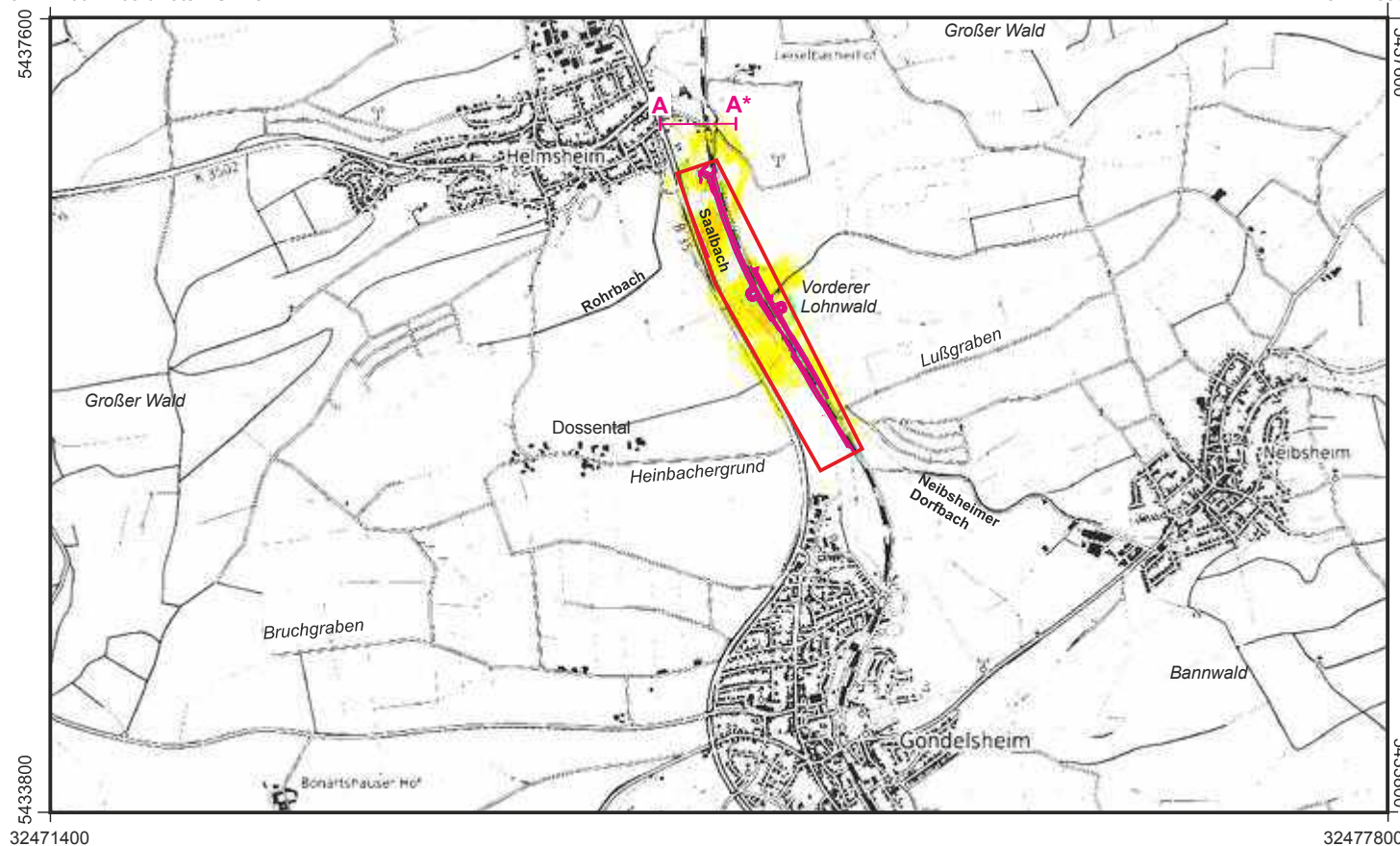


ÖKOPLANA

Abb. 13.2 Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Veränderung der relativen Kaltluftmächtigkeit durch den Plan-Zustand 2.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



5433800

5437600

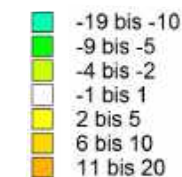
Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk, Dammverlauf

Zu- bzw. Abnahme der relativen Kaltluftmächtigkeit gegenüber dem Ist-Zustand in %



Kaltluftvolumenstrom

A — A* Bewertungsprofil
3.163 m³/s



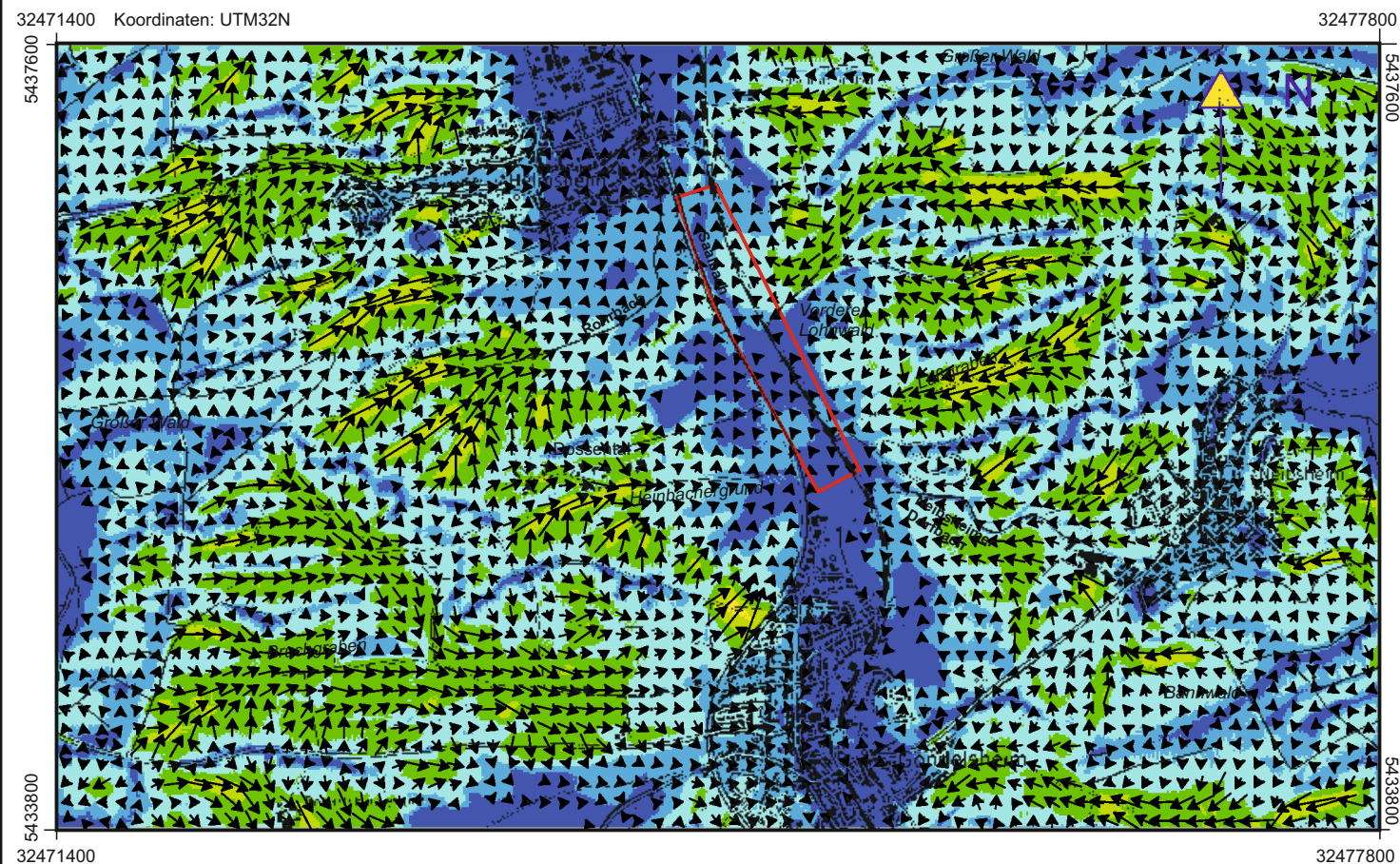
Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Heimsheim



ÖKOPLANA

**Abb. 14.1 Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.)
6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung**



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

**Mittlere Windgeschwindigkeit
in m/s (2 m ü.G.)**

- 0 bis 0,1
- ueber 0,1 bis 0,2
- ueber 0,2 bis 0,5
- ueber 0,5 bis 1,0
- ueber 1,0 bis 2,0
- ueber 2,0 bis 3,0
- ueber 3,0 bis 4,0

← Windvektoren



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmshaus



Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

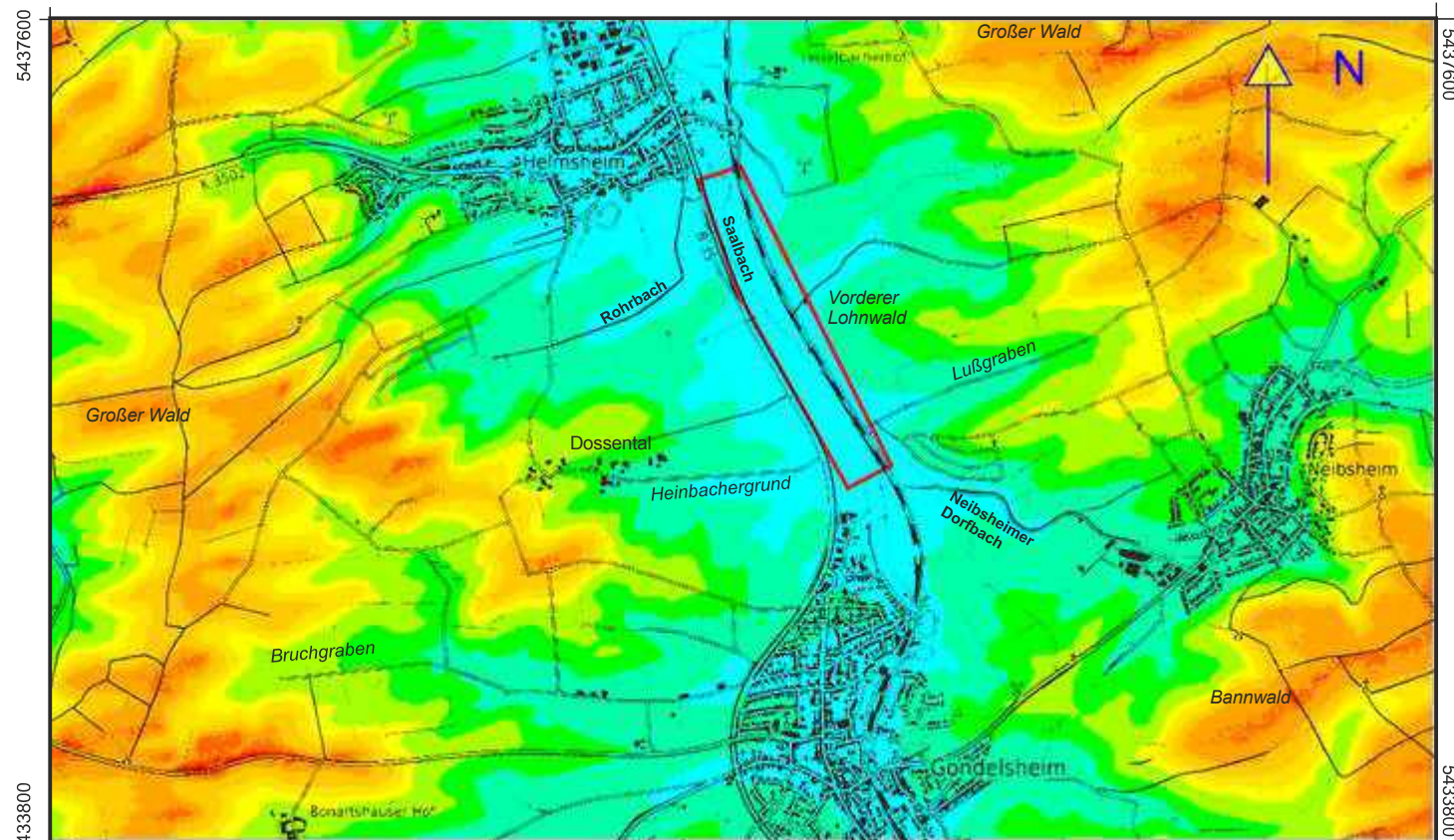
Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

ÖKOPLANA

**Abb. 14.2 Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Kaltluftmächtigkeit
6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung**

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



32471400

32477800

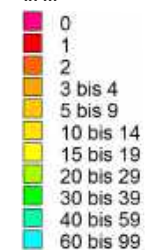
Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

Kaltluftmächtigkeit
in m



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:

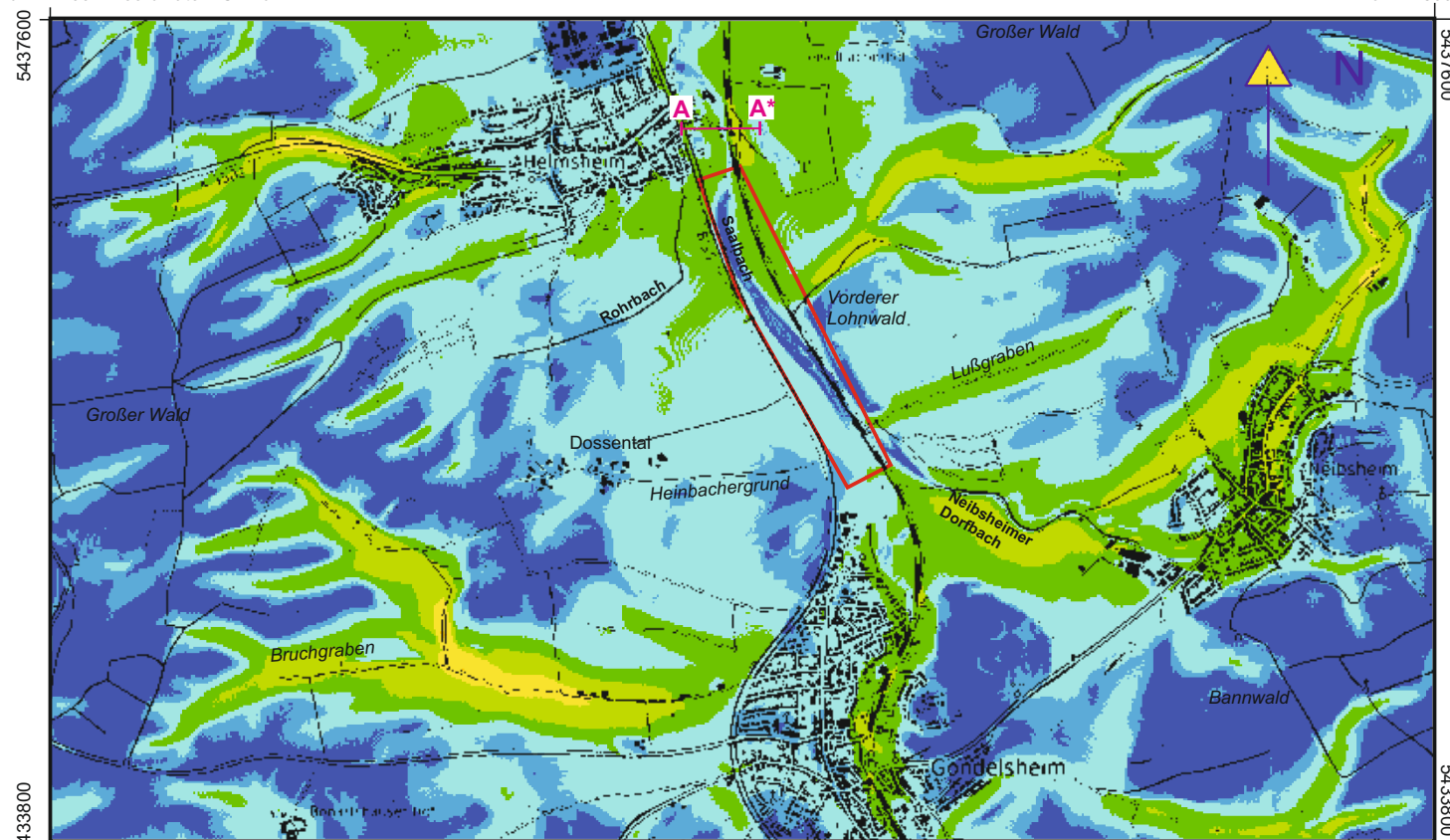
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Helmsheim



**Abb. 14.3 Ist-Zustand, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Kaltluftvolumenstromdichte
6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung**

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



5433800

5437600



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk

**Kaltluftvolumenstromdichte
in m³/ms**

- 0 bis 1
- ueber 1 bis 2
- ueber 2 bis 5
- ueber 5 bis 10
- ueber 10 bis 20
- ueber 20 bis 30
- ueber 30 bis 50
- ueber 50 bis 100



Bewertungsprofil
1.311 m³/s



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:
Geländeklimatisches Gutachten zum
geplanten Hochwasserrückhaltebecken
Heimsheim



Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

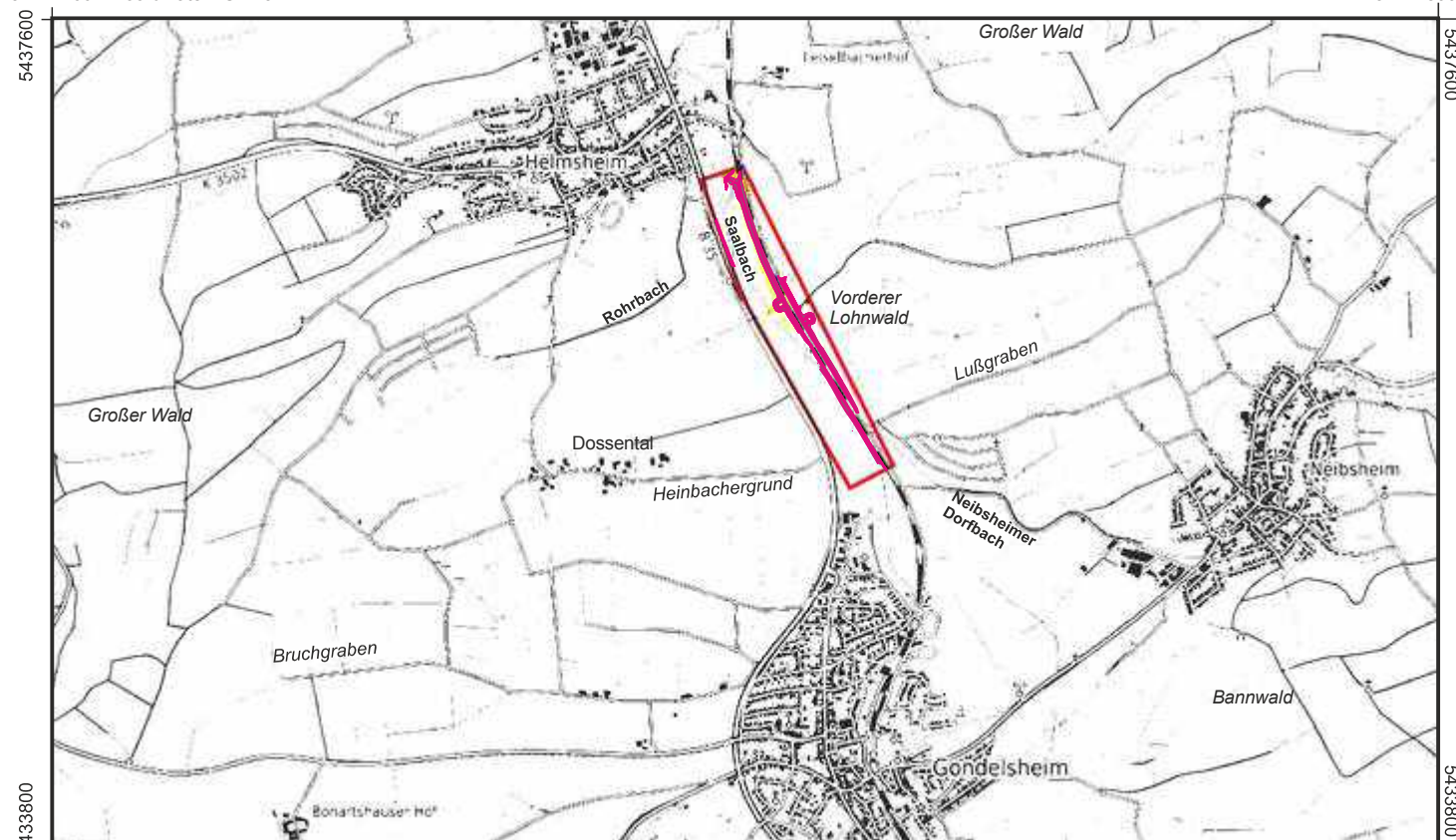
Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

ÖKOPLANA

Abb. 15.1 Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Veränderung der Kaltluftfließgeschwindigkeit (2 m ü.G.) durch den Plan-Zustand 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

32471400 Koordinaten: UTM32N

32477800



5433800

5437600

Geländedaten (DGM_10): LGL Baden-Württemberg

Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)



Lage des geplanten Hochwasserrückhaltebeckens mit Dammbauwerk, Dammverlauf

Zu- bzw. Abnahme der mittleren Windgeschwindigkeit gegenüber dem Ist-Zustand in m/s (2 m ü.G.)

- ueber -0,5 bis -0,2
- ueber -0,2 bis -0,1
- ueber -0,1 bis -0,05
- ueber -0,05 bis 0,05
- ueber 0,05 bis 0,1
- ueber 0,1 bis 0,2



Deutscher
Wetterdienst
Modell KLAM_21
V2.012

Projekt:

Geländeklimatisches Gutachten zum geplanten Hochwasserrückhaltebecken Heimsheim



Abb. 15.2 Vorher-Nachher-Vergleich, Ergebnis der Kaltluftströmungssimulationen - Veränderung der relativen Kaltluftmächtigkeit durch den Plan-Zustand 6.0 Std. nach einsetzender Kaltluftbildung

