



Lohmeyer

KLIMAÖKOLOGISCHE SITUATION IN DER STADT WINNENDEN

MODELLBASIERTE KLIMAANALYSE

Auftraggeber:

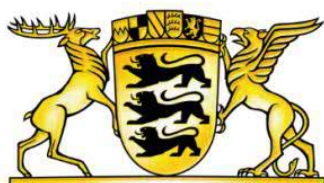
Stadt Winnenden
Torstraße 10
71364 Winnenden

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

Dr. rer. nat. B. Brecht

Dipl.-Geogr. T. Nagel



Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
Baden-Württemberg

zuletzt aktualisiert: Juni 2023
Projekt 20281-20-02
Berichtsumfang 114 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	1
2	EINLEITUNG	2
3	EINGANGSDATEN	4
4	BESCHREIBUNG DES KLIMAS IN WINNENDEN	5
	4.1 Lage des Untersuchungsgebietes	5
	4.2 Klimatische Gegebenheiten	5
	4.2.1 Mittlere thermische Verhältnisse	8
	4.2.2 Mittlere Windverhältnisse	10
	4.3 Lokalklimatische Verhältnisse	10
	4.3.1 PALM-4U	12
5	ERGEBNISSE DER LOKALKLIMATISCHEN BERECHNUNGEN	18
	5.1 Situation am Tag	19
	5.2 Situation in der Nacht	30
6	KLIMAANALYSEKARTEN FÜR DIE STADT WINNENDEN	68
7	PLANUNGSHINWEISKARTE „HITZE“ FÜR DIE STADT WINNENDEN	79
	7.1 Lokalklimatische Situation im Umfeld hitzesensibler Nutzungen	91
	7.2 Planungshinweise für die Bebauungsplangebiete des Szenarios „Winnenden 2035“	95
8	ZUSAMMENFASSUNG	108
9	LITERATUR	111
A1	PLANUNGSHINWEISKARTE „HITZE“ FÜR DAS BAULICHE SZENARIO „WINNENDEN 2035“	113

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Namen und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

1 AUFGABENSTELLUNG

Für das Stadtgebiet von Winnenden soll eine modellgestützte, detaillierte Analyse der klima- und immissionsökologischen Funktionen und deren planungsrelevante Inwertsetzung erstellt werden. Mit dem Gutachten sollen zukünftig die Schutzgüter Klima und Luft im Rahmen einer vorsorgeorientierten Umweltplanung adäquat in planerische Abwägungsprozesse eingebunden werden können. Dabei sollen u. a. Handlungsoptionen der Stadtplanung im Spannungsfeld der Innen- und Außenentwicklung unter klimaökologischen Gesichtspunkten beleuchtet werden.

2 EINLEITUNG

Als Klima definiert man das langjährige Mittel und die Schwankungen des jährlichen Ablaufs der Witterung eines Gebietes, wobei unter Witterung der Wetterzustand einer Zeitspanne von mehreren Tagen verstanden wird (Scherhag et al., 1977). Der Wetterzustand wird beschrieben durch meteorologische Größen wie Wind, Temperatur, Feuchte, Sonnenscheindauer, Strahlungsmenge und Niederschlag.

Die Kombination der genannten Größen beeinflusst neben dem Pflanzenwachstum die Aktivitäten und die Gesundheit der Bewohner und insgesamt die „Lebensqualität“ in einer Region. Für die Einwirkungen auf den Menschen sind vor allem die Komplexe der thermischen (z. B. der Wärmebelastung durch Schwüle) und der lufthygienischen Bedingungen infolge Änderung der Durchlüftung von Bedeutung.

Man unterscheidet das Großklima (mehrere 100 km), das regionale Klima (mehrere 10 km) und das lokale Klima (ca. 100 m bis mehrere km). Das Großklima wird z. B. beeinflusst durch die geografische Länge und Breite, die Höhenlage, die Lage zum Meer und zu Gebirgszügen. Wichtige Einflussgrößen für das regionale und lokale Klima sind, ausgehend von der geografischen Situation und der Verteilung der großräumigen Wetterlagen, das Relief und die Zusammensetzung der Landnutzung. Das Klima eines Ortes ist die Summe aus den Einflüssen der genannten Maßstabsbereiche.

Unter Stadtklima versteht man das Klima einer Stadt, welches aufgrund der Wechselwirkung der Atmosphäre mit der Bebauung sowie aufgrund von Luftschadstoffemissionen gegenüber den Verhältnissen im Umland modifiziert ist. Die Besonderheiten sind u. a.:

- **Änderung der Temperatur- und bioklimatischen Verhältnisse**
Durch die Energieumsetzungen der solaren Einstrahlung an künstlichen Oberflächen wird Wärme erzeugt. Dies bewirkt, dass die städtischen Bereiche in der Regel wärmer sind als die Umgebung (Wärmeinseleffekt). Zudem hat die städtische Bebauung ein erhöhtes Wärmespeicherungsvermögen.
Die Folgen sind: erhöhte Wärmebelastung an Sommertagen, geringere Abkühlung in den Nächten.
- **Änderung des lokalen Windfeldes**
Die städtische Bebauung stellt bodennah ein Strömungshindernis dar, welches das lokale Windfeld stark beeinflusst.

Die Folgen sind: geringere mittlere Windgeschwindigkeiten und damit Verschlechterung der Durchlüftungsverhältnisse im Mittel, eingeschränkter Luftaustausch mit dem Umland besonders bei stabilen Wetterlagen und damit: schlechterer Abtransport von in der Stadt emittierten Schadstoffen, Erhöhung der Böigkeit durch Kanalisierungseffekte, Wirbelbildung in stärker bebauten Straßenbereichen.

- Änderung der lufthygienischen Situation

In städtischen Bereichen werden durch anthropogene Nutzungen im Vergleich zum Umland deutlich mehr Schadstoffe emittiert (Hauptquellen sind der Straßenverkehr, die Haushalte und Gewerbe/Industrie).

Die Folgen sind: Lufthygienische Belastungen, die aufgrund der verschlechterten Durchlüftungsverhältnisse (siehe oben) noch verstärkt werden.

Auch auf andere meteorologische Parameter (z. B. Feuchte- und Niederschlagsverhältnisse) wirkt sich die städtische Bebauung modifizierend aus.

Die klimatischen Verhältnisse einer Stadt tragen in ihrer Gesamtheit wesentlich zum Wohlbefinden der Einwohner bei.

3 EINGANGSDATEN

Zur Bearbeitung der vorliegenden Stadtklimaanalyse wurden folgende Materialien von der Stadt Winnenden zur Verfügung gestellt und genutzt:

- Digitales Geländemodell
- Digitales Landschaftsmodell
- Lage und Höhe der Gebäude als LoD2-Daten
- Lage und Höhe von derzeit im Bau befindlichen Gebäuden, d. h. Parkdeck Klinikum Winnenden, Bebauungsplan Adelsbach und Bebauungsplan Adelsbach 1. Änderung
- Mögliche Lage- und Höhe der Gebäude, sowie Verkehrsflächen für ein bauliches Zukunftsszenario „Winnenden 2035“

4 BESCHREIBUNG DES KLIMAS IN WINNENDEN

4.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Winnenden liegt etwa 20 km nordöstlich des Stuttgarter Zentrums und befindet sich im Landkreis Rems-Murr-Kreis. Das Stadtgebiet von Winnenden weist ein ausgeprägtes Relief von etwa 270 m bis etwa 500 m über NHN auf. Nach Südwesten und Süden steigt in Winnenden das Gelände von den Talbereichen des Zipfelbachs und des Buchenbachs zu den Höhen des Korber Kopfs und der Buocher Höhe an, ebenso nach Osten zu den von Süd nach Nord verlaufenden Randhöhen von Oberweiler über den Zwerenberg bis zum Hörnle. Diese örtlichen Gegebenheiten prägen die lokalklimatischen Verhältnisse und Kaltluftströmungen im Stadtgebiet von Winnenden.

Die **Abb. 4.1** zeigt das Stadtgebiet von Winnenden mit den Bestandsgebäuden und das Relief. Neben der Kernstadt Winnenden befinden sich die Stadtteile Hertmannsweiler, Höfen, Baach und Bürg nordöstlich bzw. östlich, Birkmannsweiler südöstlich und Breuningsweiler und Hanweiler südlich der Kernstadt. Südwestlich der Kernstadt liegt das Siedlungsgebiet Schelmenholz. Die **Abb.4.2** zeigt das Stadtgebiet von Winnenden mit den Bestandsgebäuden und den Gebäuden für das bauliche Szenario „Winnenden 2035“, sowie das Relief. Das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ enthält folgende Bebauungsplangebiete: in Hanweiler das Gebiet „Südlich der Weinstraße“, in Breuningsweiler die Gebiete „Sonnenbergstraße“ und „Haselsteinstraße“, in Birkmannsweiler die Gebiete „Hofkammerstraße“, „Gereut“, „Festwiese“, „Kreuzwiesen“ und „Bildstraße II“, in Höfen die Gebiete „Bildackerstraße“ und „Hofäcker“, in Bürg das Gebiet „Öschelbronner Straße II“, in Hertmannsweiler die Gebiete „Kirchhofäcker“, „Rothenbühlstraße“ und „Neuaufstellung Schmiede III“, in der Stadt Winnenden die Gebiete „Adelsbach II“, „Steinweg“, „Seegarten/Wiesenstraße“, „Gerberstraße II“, „Am Kronenplatz“, „Untere Schray“, „Brühl“ und „Linsenhalde II“, sowie im Siedlungsbereich Schelmenholz das Gebiet „Körnle Erweiterung“.

4.2 Klimatische Gegebenheiten

In Folge des Reliefs ergeben sich in Winnenden leicht unterschiedliche Klimata, die von warmen Sommern und milden Wintern, bis zu etwas kühleren Verhältnissen in den höher gelegenen Bereichen reichen. Zudem ergeben sich aufgrund des Reliefs bei den entsprechenden Wetterlagen lokalklimatische Besonderheiten, wie beispielsweise nächtliche Tal- und Hangabwinde.

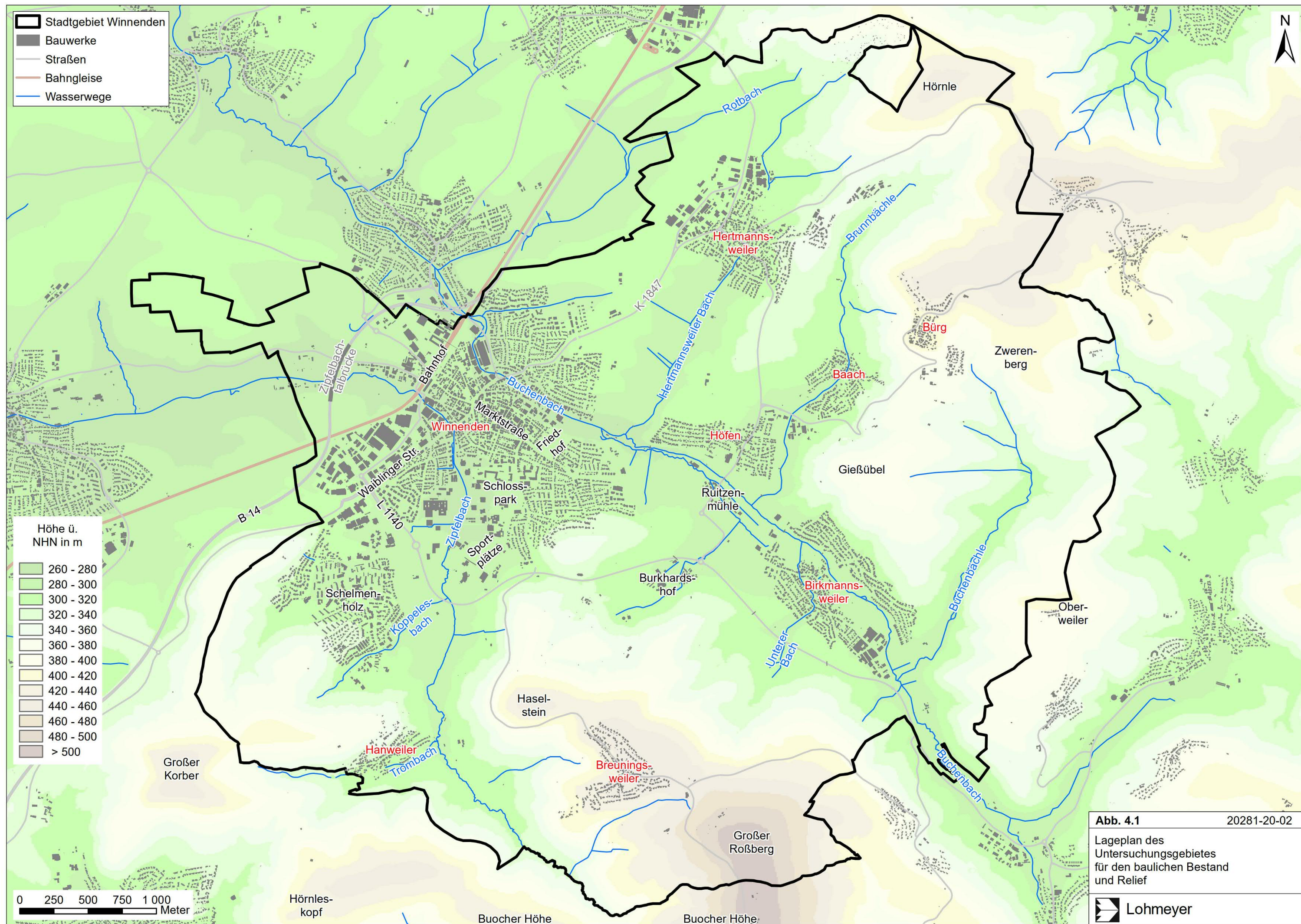


Abb. 4.1 20281-20-02

Lageplan des Untersuchungsgebietes für den baulichen Bestand und Relief

 Lohmeyer

4.2.1 Mittlere thermische Verhältnisse

Für Winnenden liegen keine langjährigen Zeitreihen meteorologischer Größen vor. Vom Deutschen Wetterdienst (DWD) liegen u. a. langjährige Messdaten an der Station Stuttgart-Schnarrenberg etwa 16 km westsüdwestlich des Untersuchungsgebietes vor. Die Station befindet sich auf dem welligen, von Südwest nach Nordost verlaufenden Höhenrücken Burgholzhof auf einer Höhe von 314 m über NHN. Entsprechend der Höhenlage sind die Werte der jahresmittleren Lufttemperatur von Stuttgart-Schnarrenberg beispielsweise vergleichbar mit den unbebauten Bereichen nordwestlich der Zipfelbachtalbrücke auf dem Höhenrücken zwischen dem Zipfelbach und Buchenbach oder den Bereichen nordnordöstlich von Winnenden zwischen Winnenden und Hertmannsweiler, westlich der K 1847.

Für Waiblingen liegen u. a. Jahresmittelwerte der Lufttemperatur und Jahressummen des Niederschlags von 1991 bis 2020 vor. Die Station befindet sich etwa 7 km südwestlich von Winnenden im Remstal auf 224 m über NHN.

Für den Niederschlag liegen von Winnenden südlich des Friedhofs im Bereich des Hermann-Löns-Weg Daten bis 2020 vor.

Die **Tab. 4.1** zeigt einige Klimakenngrößen für die Stationen Waiblingen und Stuttgart-Schnarrenberg bzw. Waiblingen und Winnenden des DWD für verschiedene 30-jährige Klimazeiträume. Das sind neben der mittleren Lufttemperatur die Eistage, d. h. Tage mit einer Maximaltemperatur kleiner als 0.0 °C, die Frosttage, d. h. Tage mit einer Minimaltemperatur kleiner als 0.0 °C, die Sommertage, d. h. Tage mit einer Maximaltemperatur größer gleich 25.0 °C, und die Heißen Tage, d. h. Tage mit einer Maximaltemperatur größer gleich 30.0 °C.

An der Station Stuttgart-Schnarrenberg wurde zwischen 1961 und 1990 eine mittlere Temperatur von 9.5 °C bei durchschnittlich 20 Eistagen, 76 Frosttagen, 35 Sommertagen und 5 Heißen Tagen pro Jahr gemessen. Für die jährliche Niederschlagssumme sind die Daten der Station in Winnenden dargestellt. Dort war die mittlere jährliche Niederschlagssumme von 1961 bis 1990 etwa 927 mm. Mit dem Klimawandel ist die mittlere Temperatur zwischen den Zeiträumen 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 an der Station Stuttgart-Schnarrenberg um 1.2 °C gestiegen, d. h. es wurde eine Jahresmitteltemperatur von 10.7 °C gemessen; diese wurde zwischen 1991 und 2020 auch an der Station in Waiblingen gemessen. Gleichzeitig wurden an der Station Stuttgart-Schnarrenberg im Zeitraum 1991 bis 2020 im Vergleich zu 1961 bis 2020 auch deutlich mehr Sommertage und Heiße Tage gemessen, während die Zahl der Eis- und Frosttage zurück ging. In Bezug auf die mittlere jährliche Niederschlagssumme

Tab. 4.1: Klimakenngrößen für die DWD-Stationen Waiblingen und Stuttgart-Schnarrenberg bzw. Waiblingen und Winnenden. Datenquelle: Climate Data Center des DWD, Stand: 23.11.2022.

Station	Waiblingen	Stuttgart-Schnarrenberg	
Zeitraum	1991 - 2020	1991 - 2020	1961 - 1990
Mittlere Lufttemperatur in °C	10.7	10.7	9.5
Eistage pro Jahr	-	14	20
Frosttage pro Jahr	-	62	76
Sommertage pro Jahr	-	54	35
Heiße Tage pro Jahr	-	13	5
Station	Waiblingen	Winnenden	
Niederschlagssumme pro Jahr in mm	785	910	927

ergeben sich keine signifikanten Differenzen zwischen den beiden Zeiträumen an der Station in Winnenden. Die Niederschlagssumme an der Station in Waiblingen ist im Zeitraum 1991 bis 2020 etwas über 100 mm pro Jahr geringer als an der Station in Winnenden. Für die Zukunft wird ein weiterer Anstieg der mittleren Temperatur, der Anzahl der Sommer-tage und Heißen Tage, sowie eine Verringerung der Eis- und Frosttage projiziert. Für typische regionale Klima-projektionen wird für verschiedene Emissionsszenarien ein weiterer Anstieg der jahresmittle-ren Temperatur für die Bereiche in bzw. um Winnenden zwischen den Zeiträumen 1991 bis 2020 und 2021 bis 2050 um 0.1 °C bis 1.2 °C und zwischen den Zeiträumen 1991 bis 2020 und 2051 bis 2080 um 0.7 °C bis 2.9 °C projiziert, die eine vergleichbare Ausgangssituation wie an der Station Stuttgart-Schnarrenberg haben. Für die gleichen Zeiträume wird ein Anstieg der Sommertage von bis zu 18 Tagen bzw. bis zu 41 Tagen und der Heißen Tage von bis zu 11 Tagen bzw. bis zu 29 Tagen pro Jahr projiziert. Für die Anzahl der Frosttage wird eine Verringerung von bis zu 20 Tagen bzw. bis zu 34 Tagen und für die Anzahl der Eistage von bis zu 7 Tagen bzw. bis zu 11 Tagen pro Jahr projiziert (Datenquelle: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/10.24381/cds.bc91edc3?tab=overview>; zuletzt aufgerufen: 02.11.2022). Für die gesamtjährliche Niederschlagsmenge werden keine signifikanten Ände-rungen projiziert, jedoch wird in Zukunft von im Durchschnitt trockeneren Sommern und feuch-teren Wintern ausgegangen.

4.2.2 Mittlere Windverhältnisse

Die mittleren Windverhältnisse werden in Winnenden von der großräumigen Wetterlage, sowie der topografischen Lage im Stadtgebiet von Winnenden geprägt. In den Siedlungsbereichen von Winnenden werden die Strömungen durch die baulichen Bedingungen deutlich modifiziert. Für Winnenden liegen keine langjährigen Messzeitreihen der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung vor.

Von der LUBW liegen synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken im 500 m-Raster für Baden-Württemberg vor (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>, zuletzt abgerufen: 23.11.2022). Für das Stadtgebiet von Winnenden ist ersichtlich, dass sich diese je nach Lage im Stadtgebiet aufgrund des Reliefs teilweise deutlich unterscheiden. Die **Abb. 4.3** zeigt beispielhaft eine synthetische jahresmittlere Windstatistik für den Bereich der Kernstadt, die **Abb. 4.4** für den Stadtteil Birkmannsweiler und die **Abb. 4.5** für den Siedlungsbereich Schelmenholz. Es sei angemerkt, dass der Einfluss der Bebauung auf die Windrichtung hierbei nicht berücksichtigt ist, z. B. die Umlenkung durch einzelne Gebäude. Im Bereich der Kernstadt ist die Hauptanströmrichtung Südost mit einem Nebenmaximum aus West. Außerdem ergeben sich teilweise noch die Windrichtungen Südwest und Süd. Die hohe Anzahl der westlichen bis südwestlichen Windrichtungen bezieht sich auf die großräumige Hauptanströmungsrichtung in Süddeutschland und die südöstliche Windrichtung überwiegend auf lokale, thermisch bedingte Ausgleichsströmungen aufgrund des Reliefs, d. h. Talabwinde entlang des Buchenbachs. Im Vergleich dazu zeigt die jahresmittlere Windrose in Birkmannsweiler eine noch deutlich ausgeprägtere Tallängskomponente entlang des Buchenbachs von Westnordwest nach Ostsüdost bzw. umgekehrt. Im Siedlungsbereich Schelmenholz ist die südliche Richtungskomponente am stärksten ausgeprägt, die überwiegend auf lokale, thermisch bedingte Ausgleichsströmungen aufgrund des Reliefs südlich des Siedlungsbereiches zurückzuführen ist.

4.3 Lokalklimatische Verhältnisse

Mit dem Fokus der Untersuchungen auf Wärmebelastung im Sommer, werden entsprechend den regionalen klimatischen Gegebenheiten in der Umgebung des Untersuchungsgebietes die lokalklimatischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet detailliert anhand eines typischen Tagesgangs eines heißen Sommertages bei einer autochthonen Wetterlage mit Modellsimulationen betrachtet. Für die vorliegende Ausarbeitung werden Modellsimulationen mit dem prognostischen Modell PALM-4U mit einer hohen räumlichen Auflösung durchgeführt, sodass die Um- und Überströmung der Baukörper in Siedlungsbereichen explizit berücksichtigt werden

kann und um qualitative sowie quantitative Aussagen über die thermischen Verhältnisse sowie die abendlichen und nächtlichen Kaltluftströmungen im Untersuchungsgebiet zu erhalten.

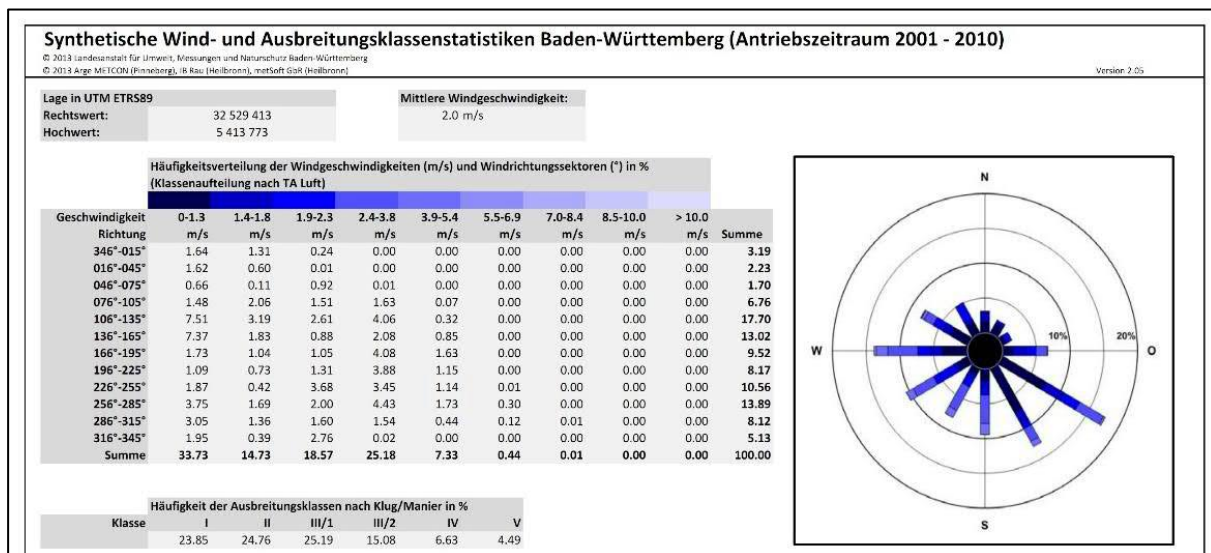


Abb. 4.3: Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik für den Bereich Winnenden Altstadt. Quelle: LUBW

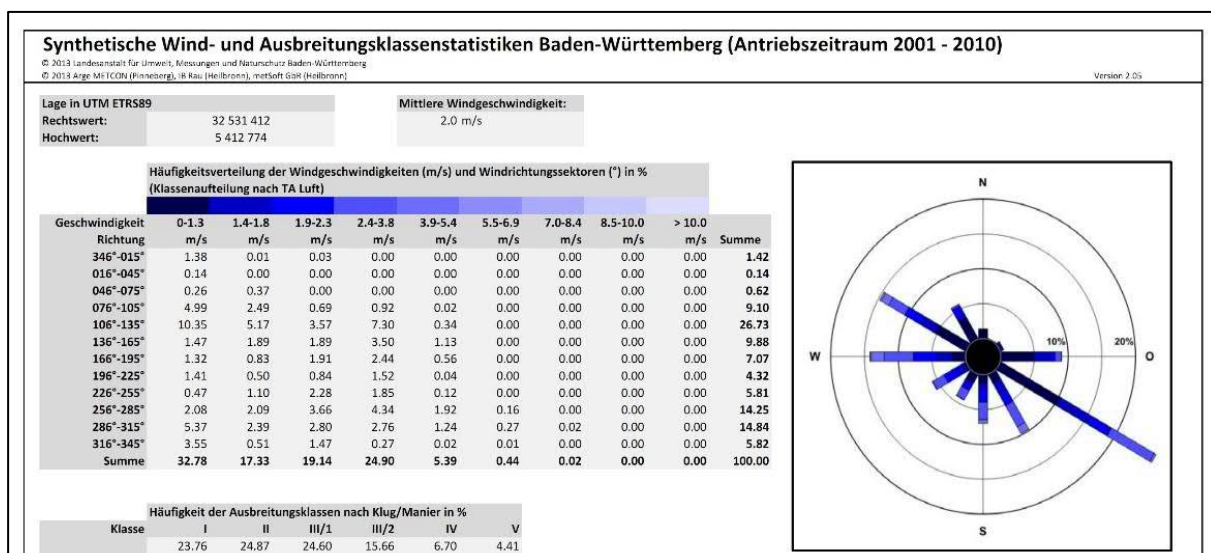


Abb. 4.4: Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik für den Stadtteil Birkmannsweiler. Quelle: LUBW

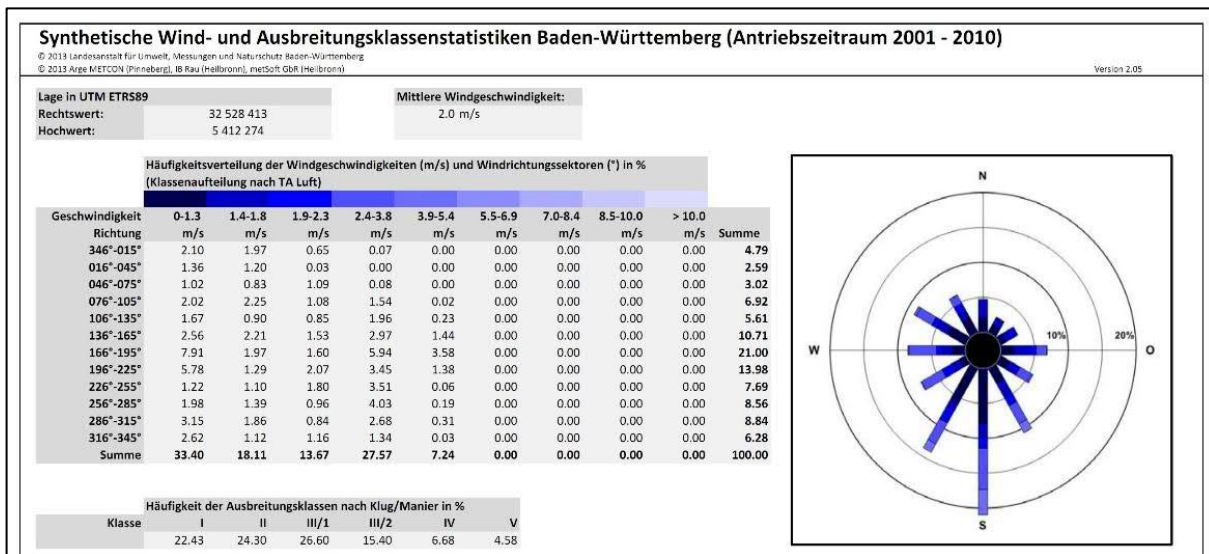


Abb. 4.5: Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik für den Siedlungsbereich Schelmenholz. Quelle: LUBW

4.3.1 PALM-4U

Zur Simulation der Verteilung von Klimaparametern in Einzelsituationen wurde das numerische Modell PALM-4U (z. B. Raasch und Schröter, 2001; Maronga et al., 2015, 2019) verwendet, das beispielsweise die Variablen potenzielle Temperatur, spezifische Feuchte und die Windkomponenten prognostisch berechnet. PALM-4U ist ein meso- und mikroskaliges Modell, das die Wechselwirkungen zwischen dem Boden, von Oberflächen und der Atmosphäre unter Berücksichtigung des Reliefs und der Landnutzung sowie von Strömungshindernissen, z. B. von Gebäuden, sonstigen Bauwerken oder der Vegetation, beschreibt. Es basiert auf den Grundgesetzen der Strömungs- und Thermodynamik und beinhaltet u. a. die Simulation von:

- Umströmungen, Überströmungen und Unterströmungen von Hindernissen bzw. Bauwerken, z. B. Gebäuden,
- Austausch von Wärme und Feuchte an natürlichen und anthropogenen Oberflächen,
- turbulenten Strömungen,
- Wechselwirkungen von Strahlung, Impuls und Wärme mit einer expliziten Vegetationsschicht,
- bioklimatischen Bewertungsindizes.

Für weiterführende Informationen sei auf die o. g. Fachliteratur verwiesen.

Das Modell ist nach der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle“ validiert (<https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/doc/tec/evaluation>, zuletzt abgerufen: 02.11.2022). Eine Validierung der komplexen Testfälle E7 „Grazer Becken - Gegenströmung“ und E8 „Stuttgarter Talkessel - Strömungskanalisation, Kaltluftabflüsse“ der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle“ wurde von unserem Büro erfolgreich durchgeführt (Lohmeyer GmbH, 2020, 2021).

Grundlage der Simulationsrechnungen sind die Aufnahme des Reliefs und der Landnutzung sowie der Bebauung nach Lage und Höhe im Betrachtungsgebiet. Die Simulationen werden in drei Schritten mit einem sogenannten Nesting-Verfahren (Gitterverfeinerung) durchgeführt. Um alle relevanten Kaltlufteinzugsgebiete für Winnenden zu erfassen, wird eine grobe Simulation mit 200 m horizontaler Maschenweite bei 632 x 768 Gitterpunkten (ca. 126 km x 154 km) durchgeführt, wobei das Gitter bis in etwa 11 km Höhe bei einer bodennahen vertikalen Auflösung von 12 m reicht. Mittels Nesting wird ein Zwischenlauf mit 50 m horizontaler Maschenweite und 640 x 640 Gitterpunkten (ca. 32 km x 32 km) bei einer vertikalen Maschenweite von 8 m in Bodennähe durchgeführt. Für das gesamtstädtische Untersuchungsgebiet wird eine horizontale Maschenweite von 10 m bei 856 x 784 Gitterpunkten (ca. 8.6 km x 7.8 km) genutzt, die vertikale Auflösung beträgt in Bodennähe 4 m. Im letztgenannten Gebiet werden Gebäudestrukturen und hohe Vegetation, d. h. Bäume, dreidimensional modelliert. Das Setup der Simulationen entspricht den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle“ (2017) und der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 9 „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle“ (2017).

Folgende Einteilung wurde für die vorkommenden Oberflächen u. a. gewählt:

- versiegelte oder teils versiegelte Oberflächen wie Straßen, Wege und Parkplätze,
- Grünflächen, Grünflächen mit Sträuchern, vegetationsarme Flächen, landwirtschaftlich genutzte Flächen,
- Sportflächen, Wasserflächen,
- Waldflächen, Baumgruppen, Bäume als dreidimensionale Vegetation,
- lockere bis dichte städtische Bebauung (äußere Simulationsgebiete) und

- Bauwerke unterschiedlicher Größe, d. h. Gebäude (inneres Simulationsgebiete).

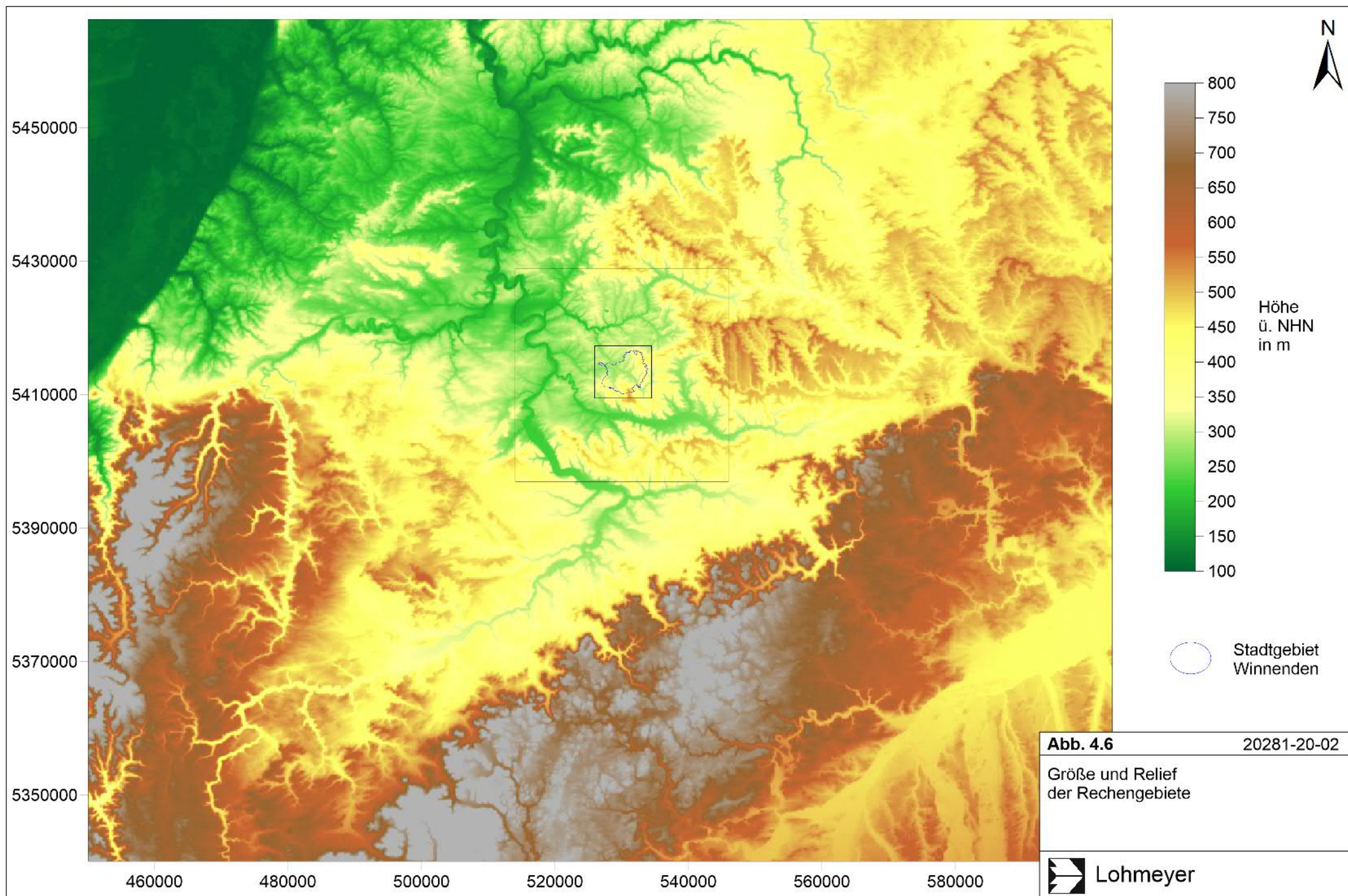
Die **Abb. 4.6** zeigt die drei Rechengebiete und deren Relief. Die grobe Simulation umfasst den kompletten Bildausschnitt und reicht etwa vom Oberrheingraben im Westen bis östlich der Brenz im Osten und von Albstadt im Süden bis zur Jagst im Norden. Die zwei genesteten, feiner aufgelösten Simulationen sind als schwarze Rechtecke gekennzeichnet. In dem inneren, fein aufgelösten Gebiet liegt das vollständige Stadtgebiet von Winnenden. Neben den in Kapitel 3 beschriebenen Eingangsdaten für das Stadtgebiet von Winnenden werden für die groben Simulationen in der weiteren Umgebung die Daten des digitalen Geländemodells EU-DEM v1.1 (Copernicus) und die Landnutzungsdaten CLC 2018 (Copernicus) genutzt.

4.3.1.1 Meteorologische Eingangsdaten

Die lokalklimatischen Berechnungen werden für typische Heiße Sommertage für den klimatischen Referenzzeitraum und einen Projektionszeitraum in der nahen Zukunft durchgeführt. Der Referenzzeitraum ist der Klimazeitraum 1971 - 2000, der Projektionszeitraum wird als der Zeitraum definiert, in dem die globale Durchschnittstemperatur 2 K höher ist als in der vorindustriellen Zeit, die als der Zeitraum von 1881 bis 1910 definiert ist (Vautard et al., 2014). Die globale Mitteltemperatur im Referenzzeitraum liegt 0.46 K über dem als vorindustrielle Zeit definierten Zeitraum, sodass sich die beiden hier verglichenen Zeiträume, d. h. Projektionszeitraum und Referenzzeitraum, um 1.54 K in der globalen Mitteltemperatur unterscheiden.

Für den Referenzzeitraum liegen u. a. Messdaten an der Station Stuttgart-Schnarrenberg vor. Diese werden in Bezug auf Heiße Tage bei autochthonen Wetterlagen, d. h. windschwach und wolkenarm, ausgewertet. Heiße Sommertage an windschwachen und wolkenarmen Tagen haben häufig eine schwache ost-südöstliche Anströmung, sodass diese als Antrieb tagsüber angesetzt wird. Die **Abb. 4.7** zeigt beispielhaft die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort Stuttgart-Schnarrenberg an wolkenarmen Heißen Tagen tagsüber zwischen 1977 und 2020. Nachts wird der Antrieb bei den Simulationen ausgeschaltet, sodass sich die Kaltluftströmungen störungsfrei ausbilden können. Das vertikale Profil der Antriebs- und Randdaten wird aus den Radiosondendaten der Station Stuttgart-Schnarrenberg für typische Heiße Sommertage bei autochthonen Wetterlagen im Referenzzeitraum genutzt.

Für den Zukunftszeitraum werden aus den frei verfügbaren CORDEX-Daten von der Copernicus-Plattform (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/projections-cordex-domains-single-levels?tab=overview>, zuletzt abgerufen: 24.01.2023) vier übliche regionale Klimaprojektionen genutzt, um ein kleines Ensemble aufzuspannen und damit eine gewisse



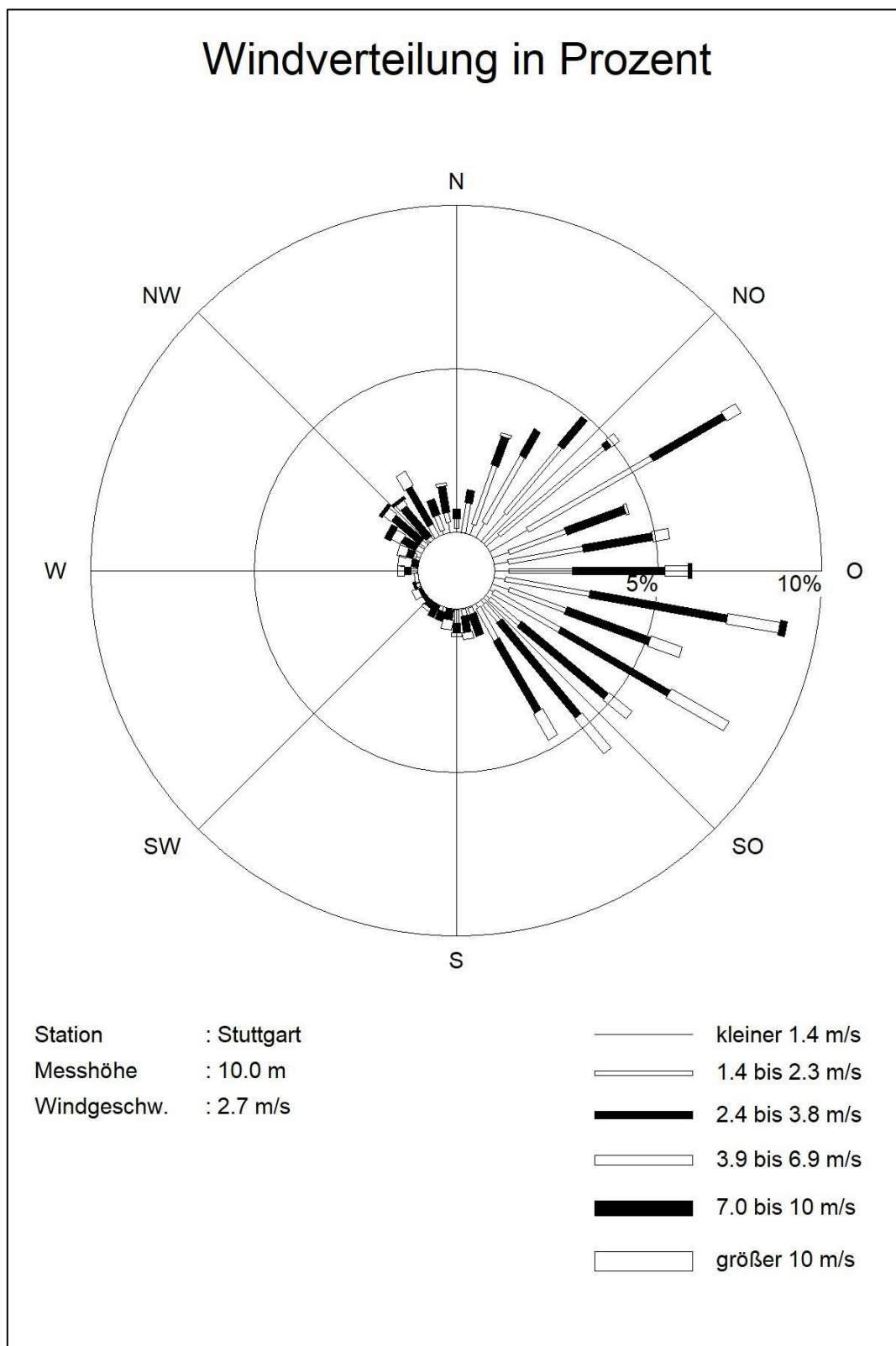


Abb. 4.7: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station Stuttgart-Schnarrenberg an heißen Sommertagen mit wenig Bewölkung zwischen 1977 und 2020. Datenquelle: DWD, eigene Darstellung.

Bandbreite des möglichen zukünftigen Klimas in einer 2 K-Zukunft aufzuspannen. Die vier regionalen Klimaprojektionen basieren auf den globalen Klimamodellen CNRM-CM5, EC-EARTH, HadGEM2-ES und MPI-ESM-LR mit dem Emissionsszenario RCP8.5. In den einzelnen Modellen wird ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur von 2 K in den Zeiträumen 2029-2058 (CNRM-CM5), 2026-2055 (EC-EARTH), 2016-2045 (HadGEM2-ES) und 2026-2055 (MPI-ESM-LR) berechnet. Diese Zeiträume werden aus den Modelldaten herausgeschnitten und als 2 K-Zukunftszeitraum betrachtet. Eine Auswertung in Bezug auf Heiße Tage ergibt, dass sich die Lufttemperatur an solchen Tagen im Zukunftszeitraum gegenüber dem Referenzzeitraum um etwa 2 K erhöht. Deshalb werden die Modellsimulationen für den Zukunftszeitraum mit einer 2 K höheren Temperatur initialisiert als die Simulation des Referenzzeitraumes.

5 ERGEBNISSE DER LOKALKLIMATISCHEN BERECHNUNGEN

Für das Aufzeigen der lokalklimatischen Verhältnisse in Winnenden werden Simulationen mit dem prognostischen meso- und mikroskaligen Modell PALM-4U durchgeführt. Dafür wird ergänzend zum Untersuchungsgebiet das umliegende Gelände inkl. der Landnutzungen berücksichtigt (**Abb. 4.6**). Das Gebiet wird so groß gewählt, dass alle für das Untersuchungsgebiet relevanten Kaltluftströmungen abgebildet werden.

Die lokalklimatischen Berechnungen werden für typische Heiße Sommertage in Winnenden für drei Fälle durchgeführt:

- Baulicher Bestand und klimatologischer Referenzzeitraum 1971 - 2000
- Baulicher Bestand und klimatologischer Projektionszeitraum + 2 K bzw. zukunftszeitraum
- Bauliches Szenario „Winnenden 2035“ und klimatologischer Projektionszeitraum + 2 K bzw. Zukunftszeitraum

Die Ergebnisse der Simulationen in Bezug auf Kaltluft beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms, die Mächtigkeit der Kaltluft und die daraus resultierende Kaltluftvolumenstromdichte. Die Kaltluftvolumenstromdichte beschreibt die Kaltluftmenge in m^3 , die pro Sekunde durch einen 1 m breiten Streifen zwischen der Erdoberfläche und der Oberkante der Schichtdicke, die senkrecht zur Strömung steht, strömt; die Einheit ist $\text{m}^3/(\text{m s})$ bzw. m^2/s . Falls die Volumenstromdichte über einen Querschnitt konstant ist, lässt sich der Volumenstrom direkt und einfach als Volumenstromdichte mal Länge der Grundlinie dieser Fläche berechnen. Der Kaltluftvolumenstrom kann als Größe zur Beschreibung der Belüftungsintensität aufgefasst werden. Darüber hinaus werden die Strömungsrichtung, Strömungsgeschwindigkeit und die Lufttemperatur in Bodennähe betrachtet.

Die thermischen Verhältnisse in Bodennähe werden kleinräumig auch durch die bestehenden Nutzungen, insbesondere durch die bestehenden Oberflächen geprägt. Baumbestandene Vegetationsflächen führen in den Tagstunden bei wolkenarmem Himmel zu moderatem Ansteigen der Lufttemperatur und in den Nachtstunden zu deutlichen Abkühlungen. Flächendeckende, niedere Vegetationsflächen führen in den Tagstunden u.a. je nach Bodenfeuchte und Bewuchs zu moderatem bis starkem Ansteigen der Lufttemperatur und in den Nachtstunden zu intensiven Abkühlungen. Über künstlichen Oberflächen (Asphalt, Pflaster, Gebäude etc.) führt die Sonneneinstrahlung zu intensiver Erwärmung der unteren Luftschichten, sodass ein

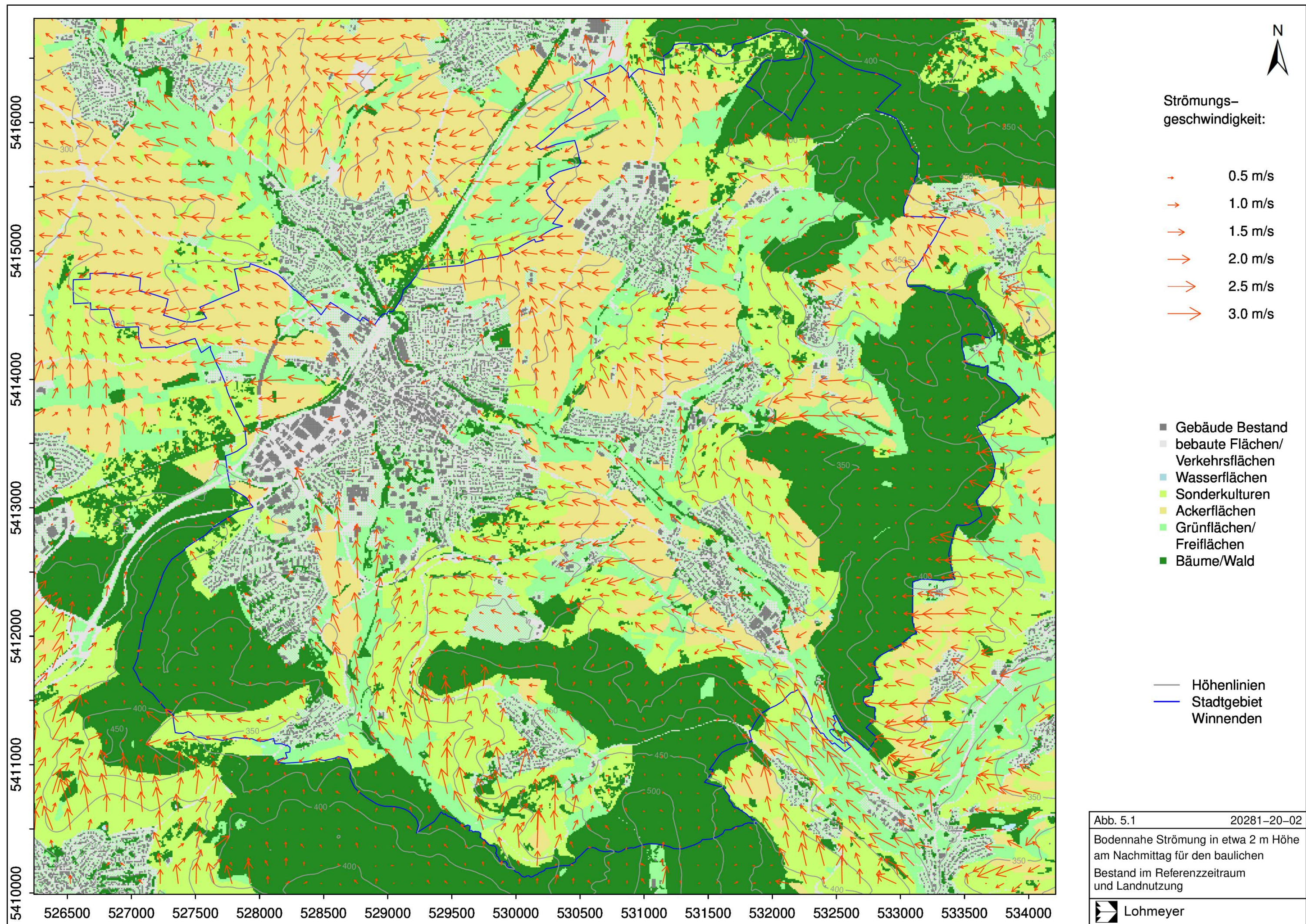
deutlicher Anstieg der Lufttemperatur in den Tagstunden und eine verminderte und verzögerte Abkühlung in den Nachtstunden zu beobachten ist.

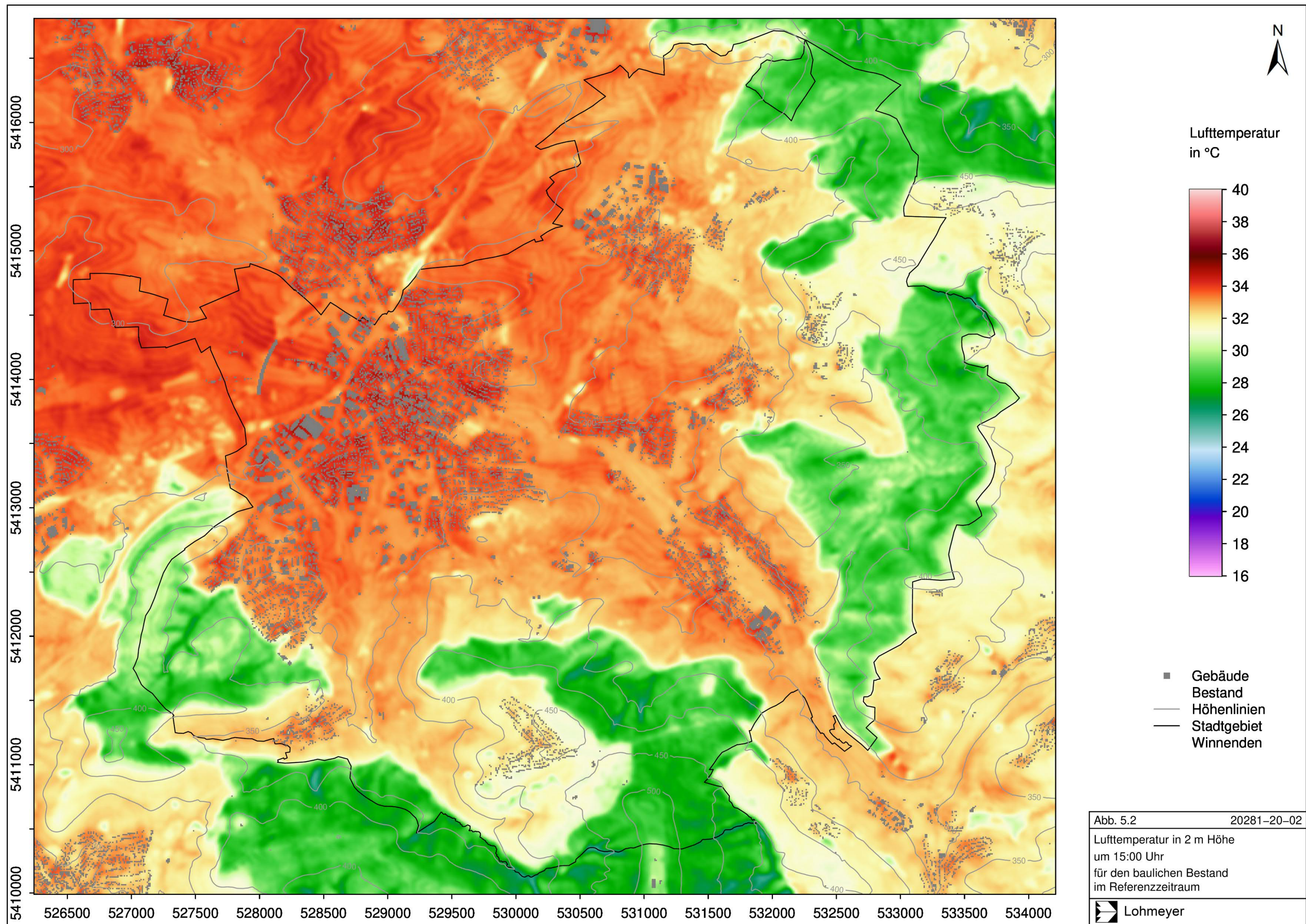
5.1 Situation am Tag

An einem wolkenlosen sommerlichen Strahlungstag wird bei einer autochthonen Wetterlage meist am späten Nachmittag zwischen 16:00 Uhr und 18:00 Uhr (alle Zeitangaben beziehen sich auf MESZ) die höchste Lufttemperatur in 2 m Höhe erreicht. Für die Wärmebelastung eines Menschen ist diese aber nicht allein prägend, sondern neben der Luftfeuchte und der Windgeschwindigkeit vor allem die mittlere Strahlungstemperatur. Diese erreicht im Sommer etwa um 14:00 Uhr ihren Höchstwert. Als Auswertezeitraum für die Betrachtung der Wärmebelastung am Tag wird eine Stunde am Nachmittag ausgewählt, in der beide Parameter nahe ihrem Höchstwert sind, d. h. beispielsweise um 15:00 Uhr.

Die **Abb. 5.1** zeigt die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in etwa 2 m über Grund an einem typischen Heißen Sommertag um 15:00 Uhr im Untersuchungsgebiet für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Über den unbebauten Freiflächen ergeben sich entsprechend des schwachen Antriebs aus Ostsüdost überwiegend bodennahe Strömungen aus Südost bis Ost mit 1.0 m/s bis 2.5 m/s. Entlang von Taleinschnitten, z. B. im Südosten entlang des Buchenbachs oder im Süden entlang des Zipfelbachs entstehen talfolgende Strömungen aus Südost bzw. Süd. In bewaldeten Bereichen wird die bodennahe Windgeschwindigkeit aufgrund des Bewuchses gedämpft, sodass dort überwiegend geringe Windgeschwindigkeiten berechnet werden. In den Siedlungsbereichen werden die bodennahen Strömungen aufgrund der Bebauung in Richtung und Geschwindigkeit deutlich modifiziert. Da nur jeder 14te Pfeil dargestellt ist, sind bei der hier vorliegenden Auflösung von 10 m in den eng bebauten Bereichen der Siedlungsgebiete häufig keine Pfeile zu sehen, da dort in 2 m über Grund Bauwerke vorhanden sind.

In **Abb. 5.2** ist die Lufttemperatur in 2 m Höhe an einem typischen Heißen Sommertag um 15:00 Uhr im Untersuchungsgebiet für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum dargestellt. Im Bereich der unbebauten Freiflächen im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes werden je nach Höhenlage zum Großteil 31.0 °C bis 34.0 °C berechnet, an Süd- bis Westhängen aufgrund des Sonnenstandes auch eine etwas höhere Temperatur. In bewaldeten Bereichen werden je nach Höhenlage überwiegend 28.0 °C bis 32.0 °C berechnet, beispielsweise auf den Randhöhen, teilweise entlang der Bahngleise und des Buchenbachs. In den Siedlungsbereichen von Winnenden ergeben sich je nach Höhenlage und Lage im Siedlungs-

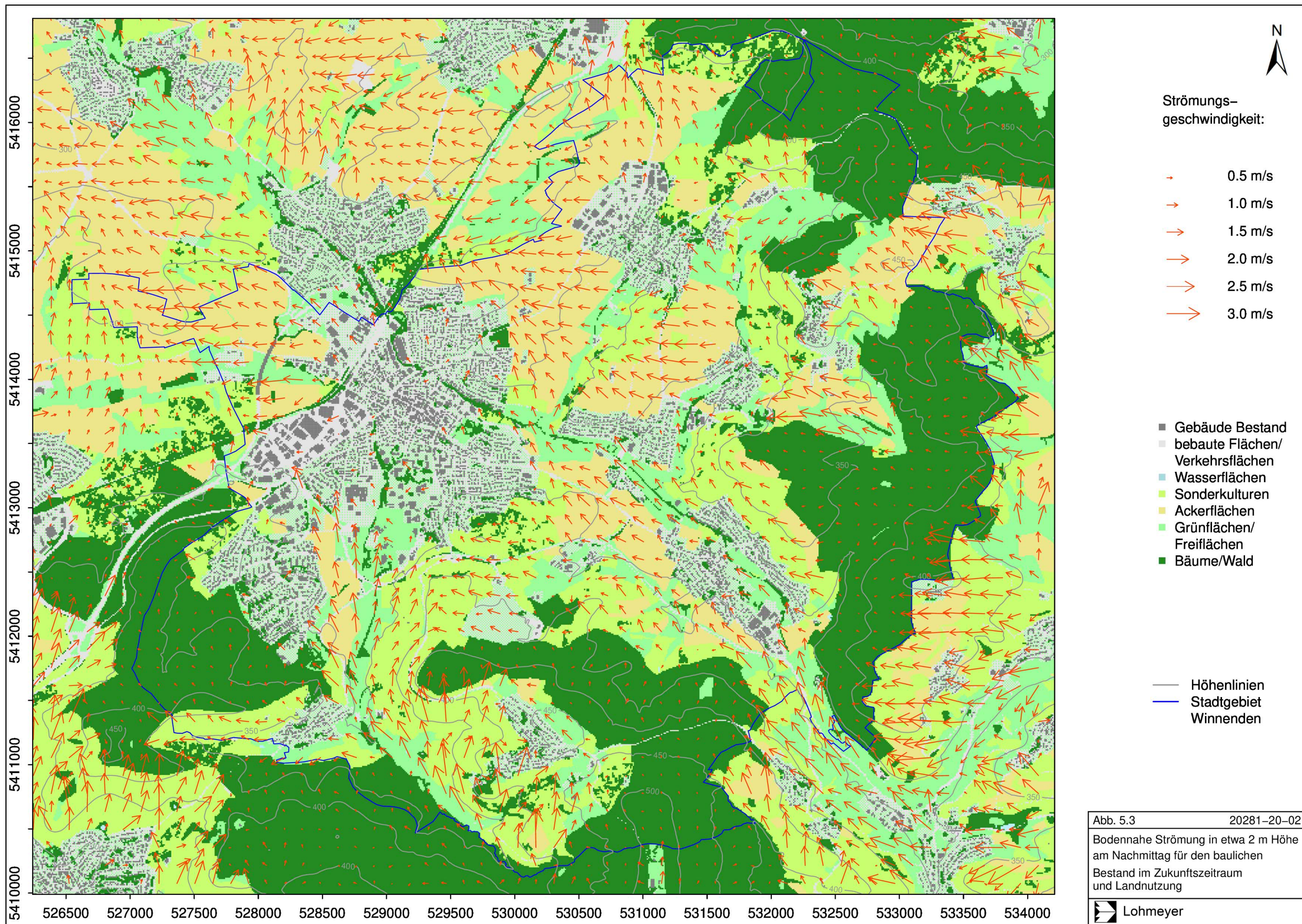


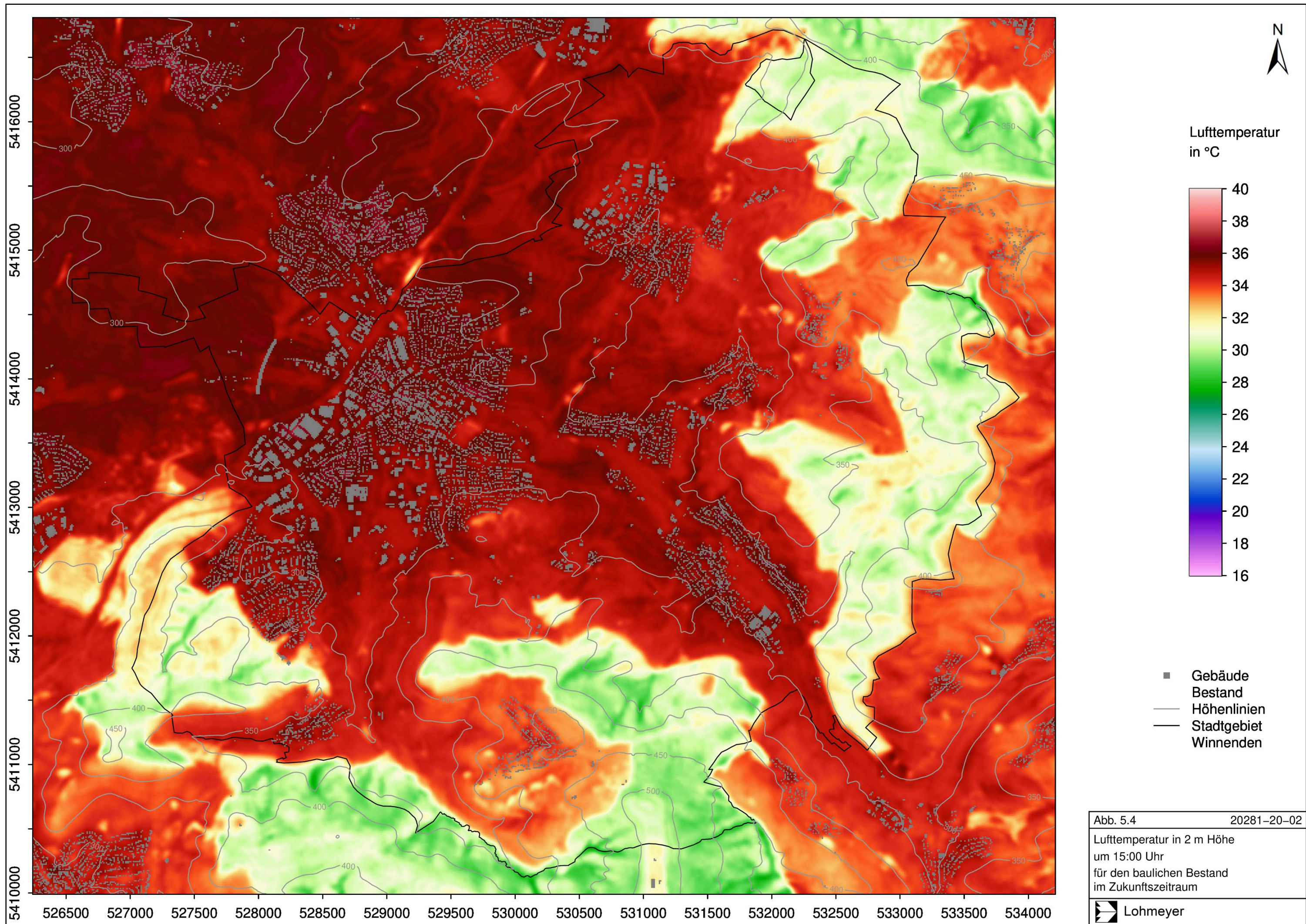


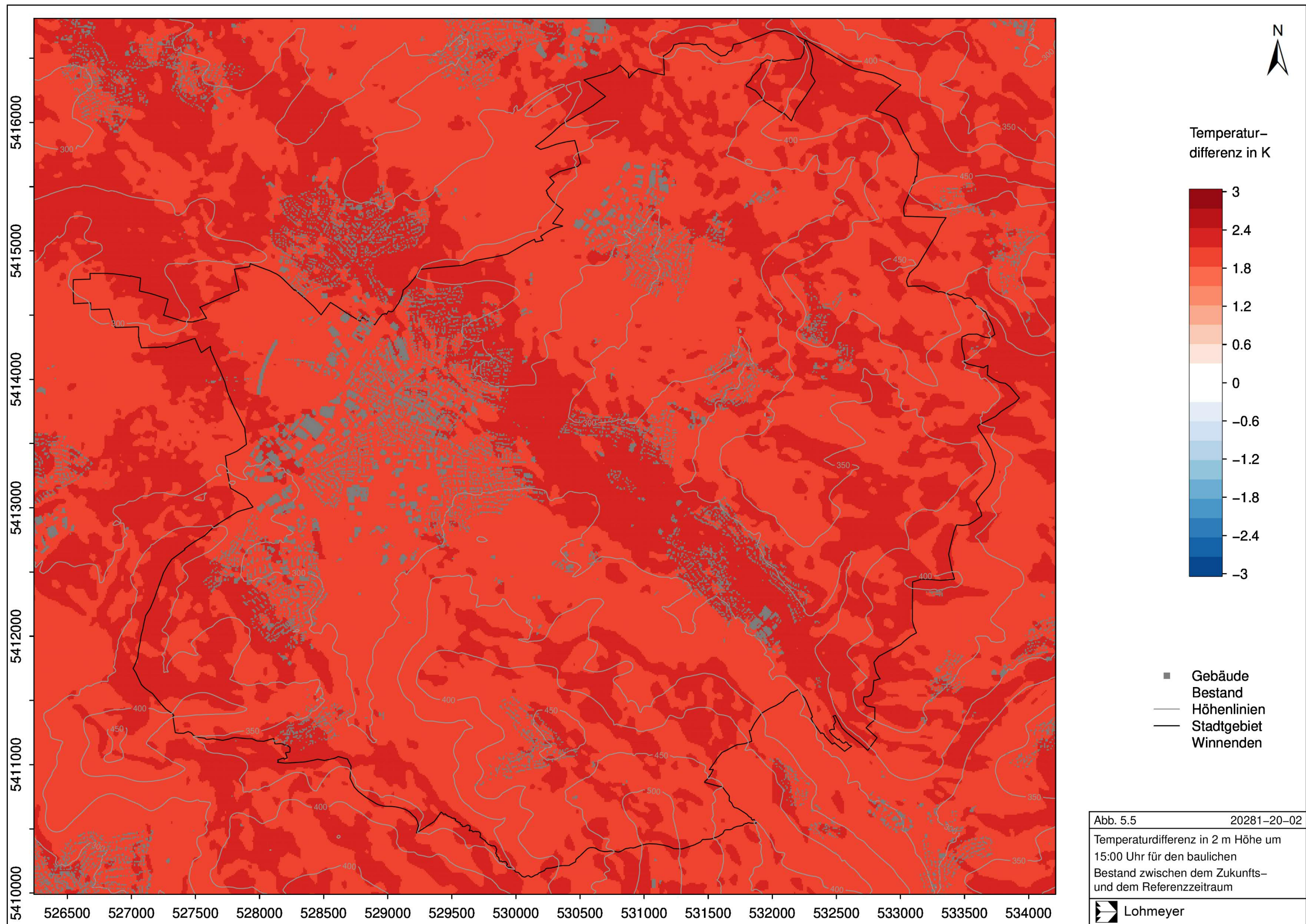
bereich unterschiedliche Temperaturen. Im Vergleich zum Umland mit ähnlicher Höhenlage wird in den Siedlungsbereichen in Folge von Wärmestauungen aufgrund von Hindernissen und Strahlungswechselwirkungen mit Bauwerken überwiegend eine 0.5 °C bis 1.0 °C höhere Lufttemperatur im Vergleich zum unbebauten Umland berechnet. Strahlungswechselwirkungen sind zum einen die Reflektion einfallender kurzwelliger Solarstrahlung an versiegelten Oberflächen, Gebäuden oder sonstigen Hindernissen und zum anderen die Abstrahlung langwelliger Wärmestrahlung durch diese. Aufgrund von verringerten Luftbewegungen im Nahbereich von Gebäuden beziehungsweise sonstigen Strömungshindernissen entstehen dabei Wärmestauungen. Die strahlungsbedingten Änderungen der Lufttemperatur an Hindernissen, wie z. B. Gebäude oder Mauern, variieren je nach Ausrichtung der Fläche gegenüber Süden tageszeitlich mit dem Sonnenverlauf; da die Sonne am Nachmittag im Südwesten steht, sind zu dieser Zeit die südwestlich der Gebäudefassaden gelegenen Nahbereiche allgemein eher wärmer und die nordöstlich liegenden eher kühler. In ganztags bzw. nahezu ganztags verschatteten Bereichen, z. B. Innenhöfen, können die Temperaturen aber auch geringer sein als im Umland. Die tagsüber kühlest Stadtteile sind die höher gelegenen Breuningsweiler, Bürg und teilweise Hanweiler mit überwiegend 31.0 °C bis 33.0 °C. In den übrigen Siedlungsbereichen von Winnenden werden überwiegend 33.0 °C bis 34.0 °C berechnet, an Süd- bis Westfassaden bei eingeschränkter Durchlüftung auch bis zu 35.0 °C.

Für die zukünftige Situation an einem typischen Heißen Sommertag mit dem baulichen Bestand ist die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung tagsüber in **Abb. 5.3** dargestellt; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Entsprechend dem ostsüdöstlichen Antrieb sind die Strömungsverhältnisse vergleichbar mit derjenigen aus dem Referenzzeitraum (vgl. **Abb. 5.1**).

Die **Abb. 5.4** zeigt die Lufttemperatur in 2 m Höhe an einem typischen Heißen Sommertag um 15:00 Uhr im Untersuchungsgebiet im Zukunftszeitraum bei unverändertem baulichem Bestand. Dazu ist in **Abb. 5.5** die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen einem zukünftigen und bisherigen typischen heißen Sommertag für den baulichen Bestand dargestellt. Die Lufttemperatur an einem Heißen Sommertag im Zukunftszeitraum liegt auf der Fläche recht homogen verteilt etwa 2 K über derjenigen aus dem Referenzzeitraum, sodass die räumliche Verteilung vergleichbar mit der aus dem Referenzzeitraum ist (vgl. **Abb. 5.2**); die schwachen unterschiedlichen räumlichen Differenzen um wenige Zehntel Kelvin (unterschiedliche Farbbereiche in **Abb. 5.5**) sind auf numerische Effekte zurückzuführen, die bei der Berechnung von Einzelsituationen auftreten. Das um etwa 2 K gehobene Temperaturniveau bedeutet, dass im Bereich der unbebauten Freiflächen im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes



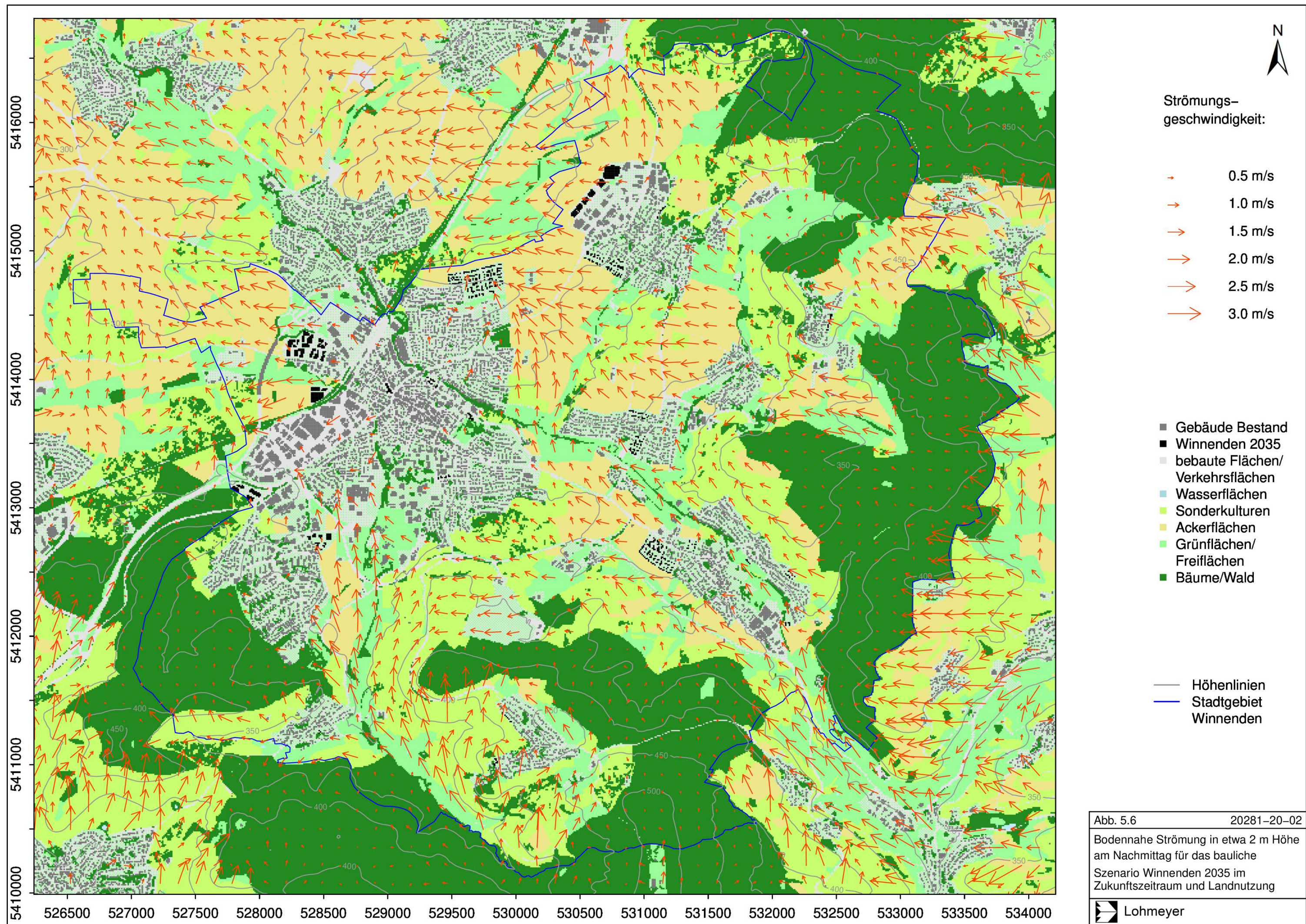


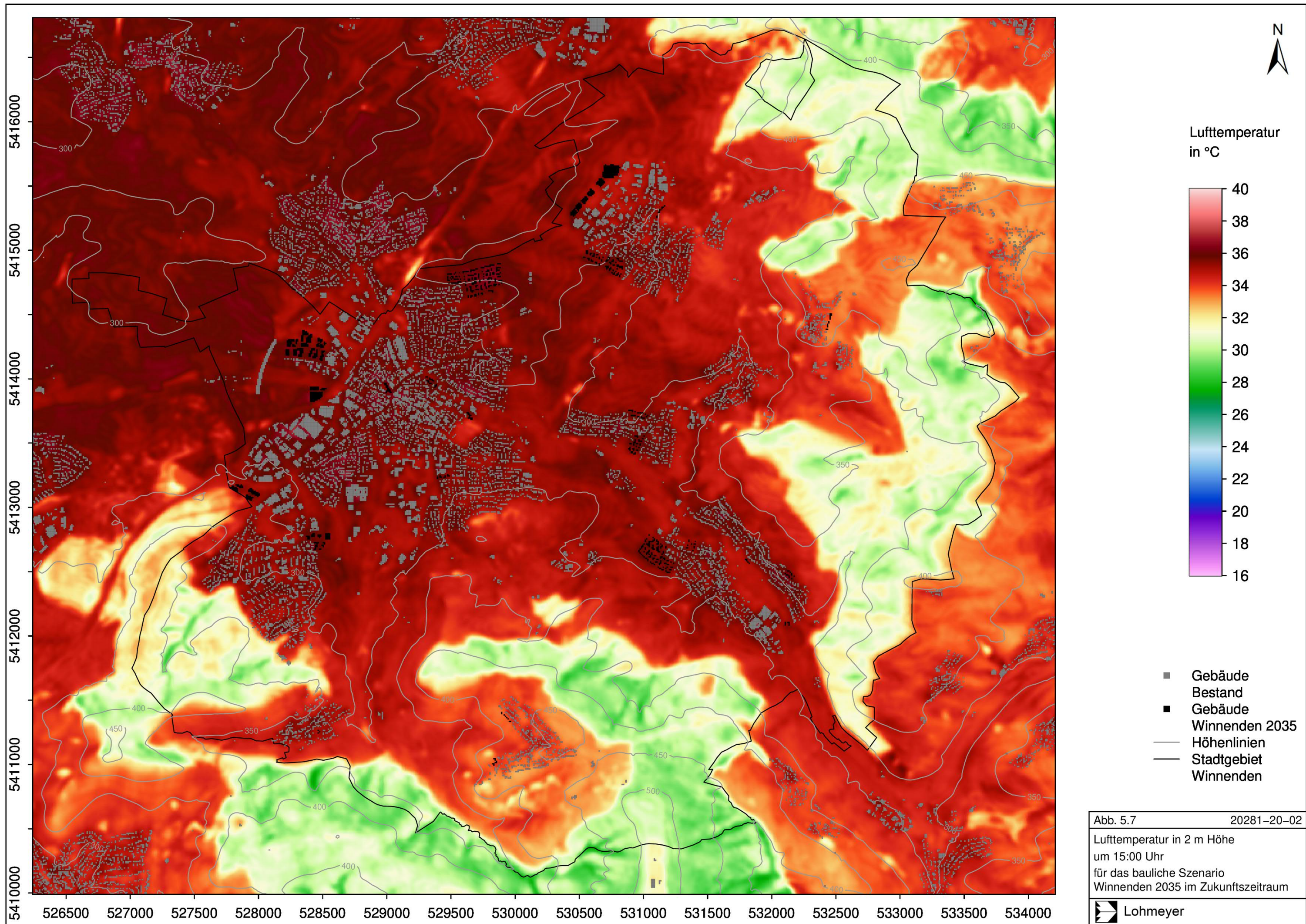


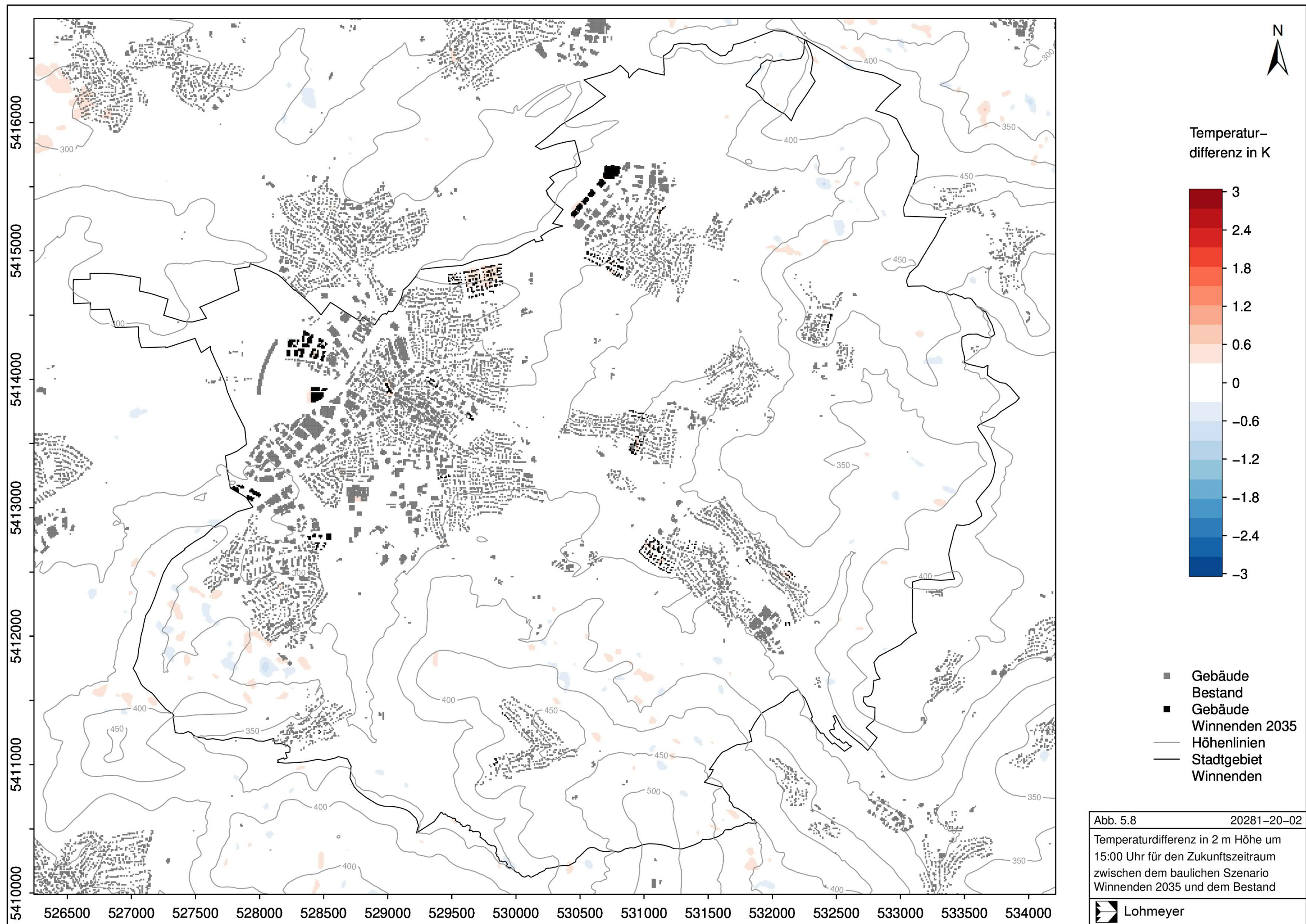
je nach Höhenlage zum Großteil 33.0 °C bis 36.0 °C berechnet werden, an Süd- bis Westhängen aufgrund des Sonnenstandes auch eine etwas höhere Temperatur. In bewaldeten Bereichen werden je nach Höhenlage überwiegend 30.0 °C bis 34.0 °C berechnet. In den Siedlungsbereichen von Winnenden ergeben sich je nach Höhenlage und Lage im Siedlungsbereich weiterhin unterschiedliche Temperaturen. Im Vergleich zum Umland mit ähnlicher Höhenlage werden in den Siedlungsbereichen in Folge von Wärmestauungen aufgrund von Hindernissen und Strahlungswechselwirkungen mit Bauwerken weiterhin überwiegend 0.5 °C bis 1.0 °C höhere Lufttemperaturen im Vergleich zum unbebauten Umland berechnet. In ganztags bzw. nahezu ganztags verschatteten Bereichen, z. B. Innenhöfen, können die Temperaturen aber auch weiterhin geringer sein als im Umland. Die tagsüber kühlestn Stadtteile sind die höher gelegenen Breuningsweiler, Bürg und teilweise Hanweiler mit überwiegend 33.0 °C bis 35.0 °C. In den übrigen Siedlungsbereichen von Winnenden werden überwiegend 35.0 °C bis 36.0 °C berechnet, an Süd- bis Westfassaden bei eingeschränkter Durchlüftung auch bis zu 37.0 °C. Die Tage mit solch einem Temperaturniveau haben in dem hier dargestellten Zukunftszeitraum eine vergleichbare Auftretenswahrscheinlichkeit wie die Tage mit dem in **Abb. 5.2** gezeigten Temperaturniveau im Referenzzeitraum.

Für die Situation an einem typischen Heißen Sommertag mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ im Zukunftszeitraum zeigt die **Abb. 5.6** die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in etwa 2 m über Grund im Untersuchungsgebiet; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Die Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung zeigt entsprechend des ostsüdöstlichen Antriebs überwiegend vergleichbare Ergebnisse wie diejenigen aus den beiden übrigen Fällen. In den Nahbereichen der Bebauungsplangebiete des Szenarios „Winnenden 2035“ werden die Windrichtung und Windgeschwindigkeit aufgrund der Gebäude stark variiert.

Die **Abb. 5.7** zeigt die Lufttemperatur in 2 m Höhe an einem typischen Heißen Sommertag um 15:00 Uhr im Untersuchungsgebiet für das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ im Zukunftszeitraum. Dazu ist in **Abb. 5.8** die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen einem typischen Heißen Sommertag mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ und dem baulichen Bestand im Zukunftszeitraum dargestellt. Das allgemeine Temperaturniveau der beiden Fälle ist vergleichbar, die dargestellten Differenzen entstehen überwiegend durch die Neubebauungen in Bezug auf das Szenario „Winnenden 2035“ gegenüber der Bestandsbebauung. Leichte Temperaturerhöhungen zwischen 0.3 K und 0.6 K werden im Nahbereich der Bebauungsplangebiete „Gereut“ und „Bildstraße II“ in Birkmannsweiler, „Bildackerstraße“ in Höfen, „Rothenbühlstraße“, „Kirchhofäcker“ und „Neuaufstellung Schmiede III“ in Hertmannsweiler,





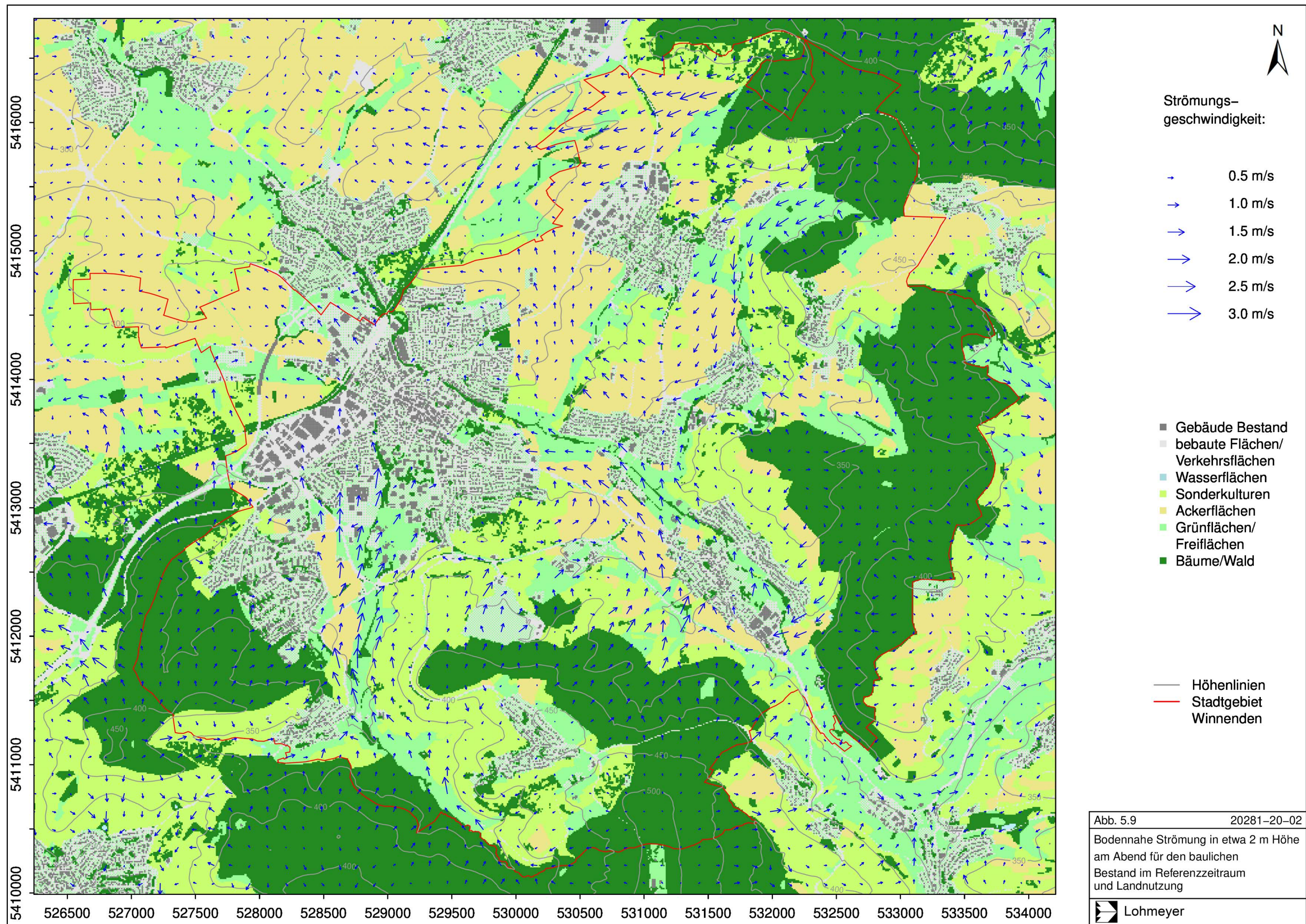


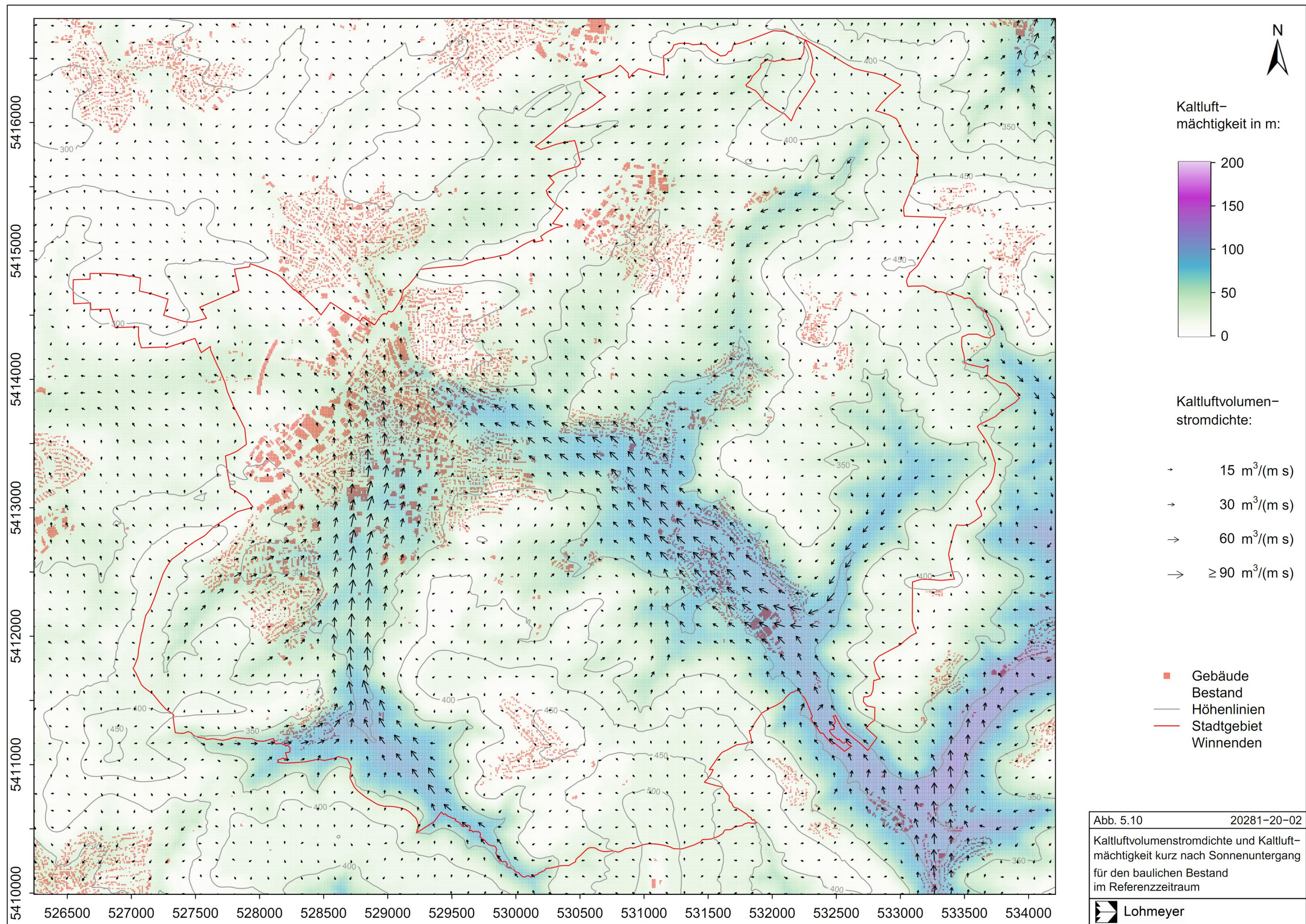
sowie „Adelsbach II“, „Gerberstraße II“, „Am Kronenplatz“, „Brühl“ und „Untere Schray“ in Winnenden berechnet. Die übrigen dargestellten leichten positiven und negativen Abweichungen sind numerische Effekte, die nicht auf die Neubebauungen zurückzuführen sind und sich im Mittel ausgleichen. Ein Vergleich mit den projizierten Klimaänderungen zwischen den betrachteten Zeiträumen zeigt, dass die Änderungen der Lufttemperatur an einem Hitzetag durch die Neubebauungen des Szenarios „Winnenden 2035“ je nach Bebauungsplangebiet lokal begrenzt etwa bis zu einem Drittel so groß sein können wie die Klimaänderungen und tagsüber auf die Bebauungsplangebiete und deren Nahbereiche beschränkt sind. Im Vergleich zum baulichen Bestand im Referenzzeitraum können sich die durch die Klimaänderung und die mögliche bauliche Veränderung hervorgerufene Temperaturveränderung bei solch einer Wetterlage summieren und zu noch etwas höheren Temperaturen tagsüber bei solch einer Wetterlage führen

5.2 Situation in der Nacht

Bei autochthonen Strahlungswetterlagen ergibt sich mit dem Sonnenuntergang in unbebauten Bereichen eine spürbare Abkühlung der unteren Luftschichten, d. h. es wird mehr Wärme von der Erdoberfläche abgegeben als aufgenommen. Einen großen Anteil daran haben die strahlungsbedingten Anteile, d. h. es entsteht eine negative Strahlungsbilanz an der Erdoberfläche aufgrund von mehr Aus- als Einstrahlung in Folge des Wegfalls der kurzwelligen Einstrahlung der Sonne. In reliefiertem Gelände strömen die bodennah kühlen Luftmassen die Hänge gravitativ hinab und sammeln sich in den nieder gelegenen Bereichen, wie z. B. Senken, Mulden und Tälern, und verstärken dort die Abkühlung.

Dementsprechend zeigt **Abb. 5.9** die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in etwa 2 m über Grund, d. h. die bodennahe Kaltluftströmung, zu Beginn der Nacht im Untersuchungsgebiet für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. In den Hangbereichen der reliefierten Umgebung von Winnenden werden bodennah Hangabwinde berechnet, die sich in Tälern sammeln und talfolgende Strömungen bzw. gesammelte Kaltluftströmungen bilden. Die Geschwindigkeit der bodennahen Hang- und Talabwinde ist auch abhängig von der Landnutzung bzw. Vegetation und liegt Großteils zwischen 0.5 m/s und 1.0 m/s in bewaldeten Bereichen und bis zu 2.0 m/s über Freiflächen ohne Hindernisse. In bebauten Bereichen werden die Strömungen deutlich in Richtung und Geschwindigkeit modifiziert. Für die Beschreibung der nächtlichen Windströmungen wird auch auf die **Abb. 5.10** verwiesen, da dort die Kaltluftströmungen auch innerhalb bzw. über den bebauten Bereichen dargestellt sind.



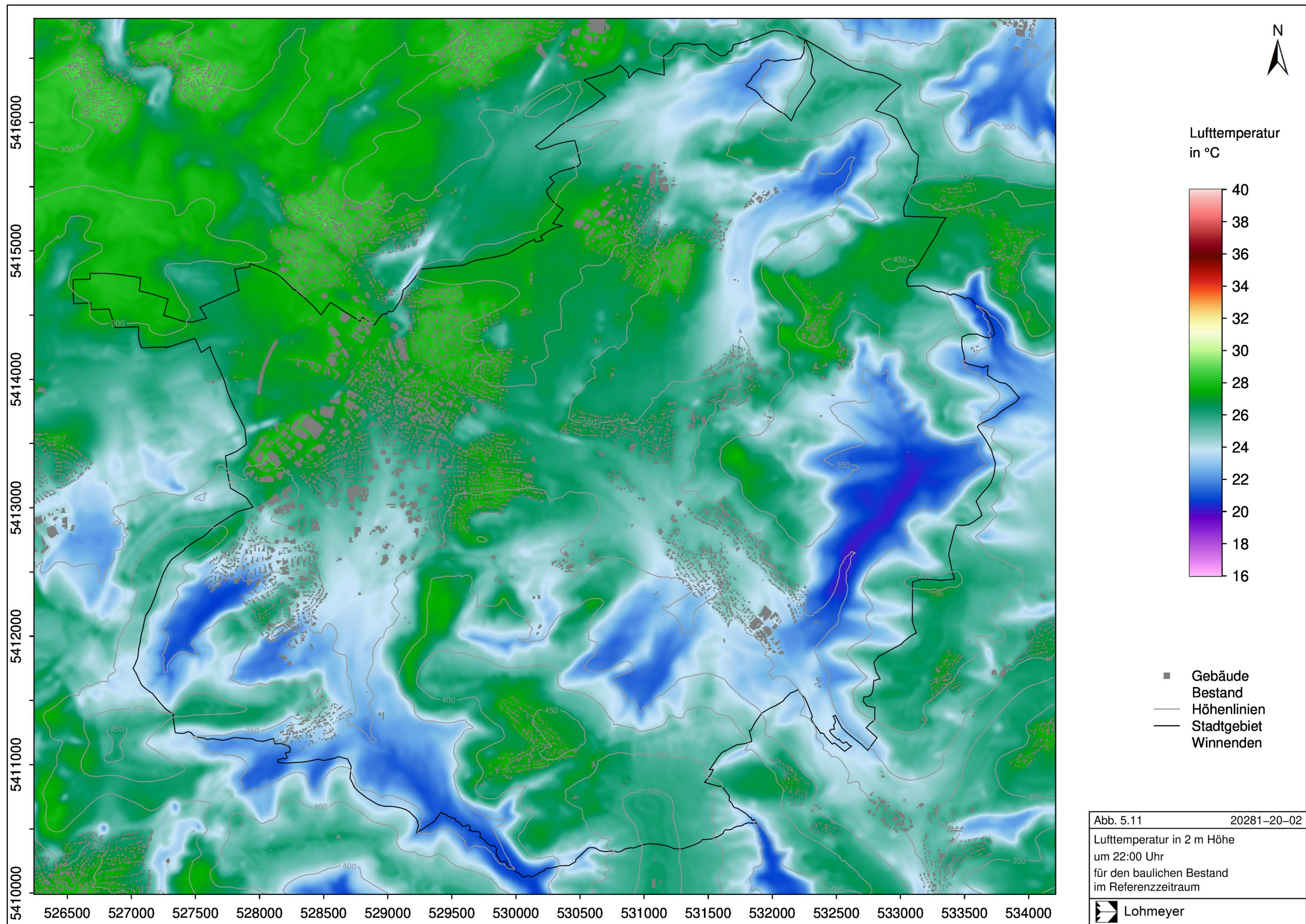


Hertmannsweiler wird aus Nordosten von Hangabwinden und teilweise gesammelter Kaltluft des Hörnle und umliegender Erhöhungen erreicht. Im südlichen Bereich von Hertmannsweiler ergeben sich teilweise auch Strömungen aus Süden zum Stadtteil hin gerichtet, die aus der Umströmung des Rückens (Ruitzenberg) westlich des Brunnbächles entstehen. Bürg liegt am westlichen Ende eines Höhenrückens. Hier ergeben sich in den überwiegenden Bereichen keine wesentlichen Kaltluftströmungen bei solchen Wetterlagen. Baach wird im östlichen Bereich von den Hangabwinden aus den östlich gelegenen Bereichen und im nordwestlichen Bereich von den entlang des Brunnbächles folgenden Talabströmungen erreicht. Der Ort Höfen wird im Nordosten von den talfolgenden Strömungen entlang des Brunnbächles angeströmt, in den übrigen Bereichen setzt sich die Strömung aus dem Tal entlang des Buchenbach aus Südosten durch. In Birkmannsweiler ergeben sich im nordöstlichen Bereich Hangabwinde von der Erhöhung im Bereich Gießhübel und in den übrigen Bereichen gesammelte Kaltluftströmungen entlang des Buchenbach aus Südost. Breuningsweiler liegt auf einem Höhenrücken zwischen dem Haselstein und Großer Roßberg, aufgrund dieser Lage ergeben sich dort keine wesentlichen Kaltluftströmungen. In Hanweiler ergeben sich überwiegend Kaltluftströmungen aus südwestlicher Richtung, die von den Hängen zwischen Großer Korber und Hörnleskopf gespeist werden. Das Siedlungsgebiet Schelmenholz wird an den südwestlichen Rändern überwiegend von Hangabwinden und gesammelter Kaltluft aus den Taleinschnitten des südwestlich gelegenen Großer Korber angeströmt. Die Kernstadt Winnenden wird im Süden im Bereich des Zipfelbaches aus südlichen Richtungen von kühler Luft angeströmt, die über die teilweise locker bebauten Flächen ins Stadtgebiet strömen können. Aus Südosten und Osten erreichen die talfolgenden Strömungen entlang des Buchenbachs die Siedlungsbereiche.

Die **Abb. 5.10** zeigt die Kaltluftmächtigkeit und die Kaltluftvolumenstromdichte kurz nach Sonnenuntergang im Untersuchungsgebiet; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt, als Richtung der Strömung wird der Median der Strömungsrichtungen zwischen der Oberfläche und Höhe der Kaltluftschicht gezeigt. Damit kann sich die Richtung der Strömung im Vergleich zu den Strömungsverhältnissen in 2 m (vgl. **Abb. 5.9**) unterscheiden. Aufgrund des reliefierten Geländes strömen die Luftmassen abends die Hänge hinab und sammeln sich in Senken, Mulden und Tälern, wo sie zu kräftigen Kaltluftströmungen anwachsen können. Im Untersuchungsgebiet ergeben sich abends Hangabwinde und Kaltluftströmungen entlang der Hänge und Taleinschnitte, die auf Siedlungsbereiche treffen und diese teilweise überströmen. Das betrifft die Stadtteile Baach, Höfen, Birkmannsweiler, Hanweiler und Teile von Hertmannsweiler, den Siedlungsbereich Schelmenholz und die Kernstadt Winnenden. Die Kernstadt von Winnenden wird im östlichen Bereich von

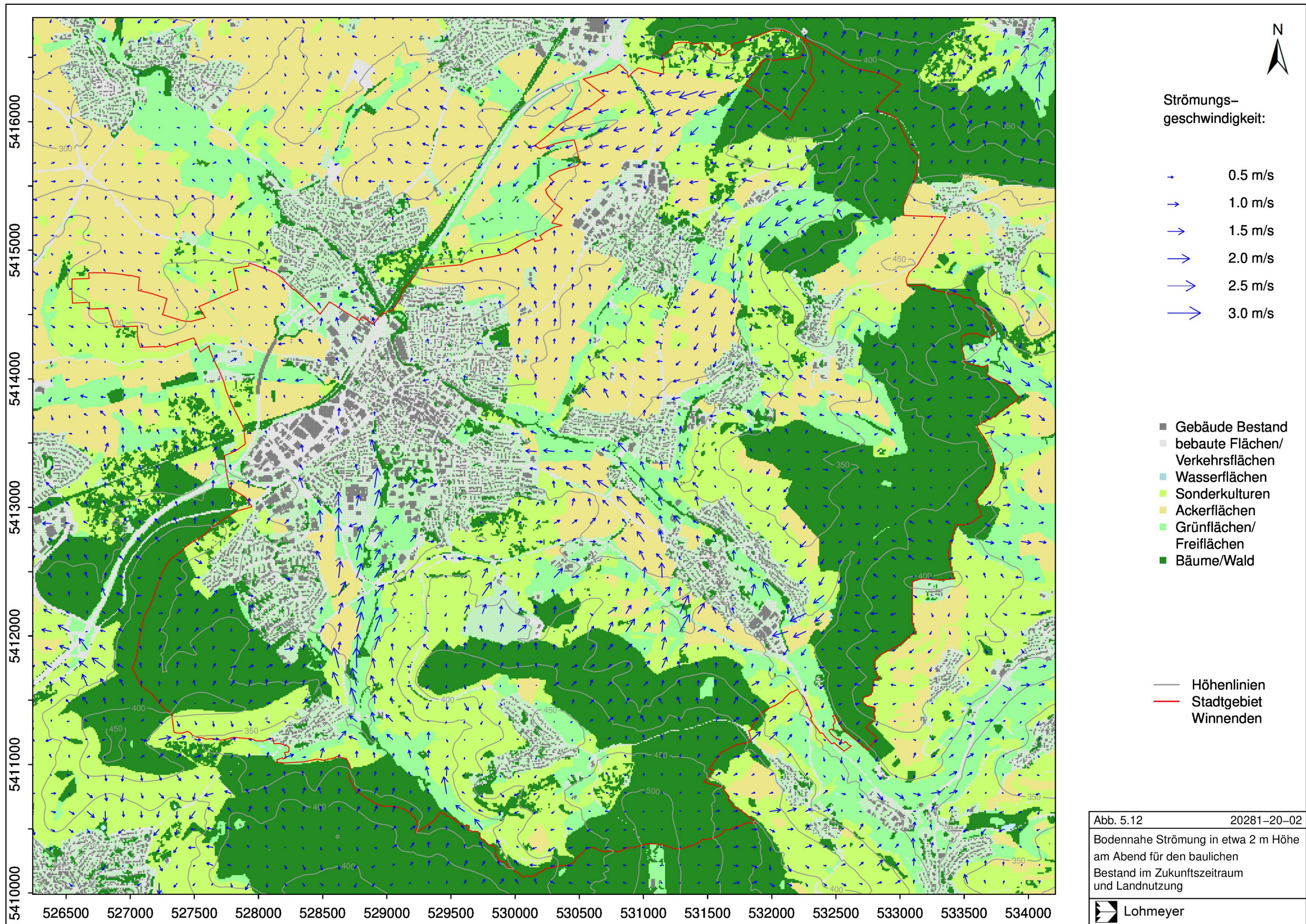
der talfolgenden Strömung entlang des Buchenbachs angeströmt und überströmt, sowie im südwestlichen Bereich von der talfolgenden Strömung entlang des Zipfelbachs und des Taleinschnitts südwestlich des Siedlungsbereichs Schelmenholz. In den Taleinschnitten entlang des Buchenbachs und Zipfelbachs ergeben sich schon zu Beginn der Nacht teils intensive und mächtige Kaltluftströmungen, die die überwiegenden Bereiche der Stadtteile Hanweiler, Birkmannsweiler und Höfen überströmen. Zu Beginn der Nacht reichen die kräftigen talfolgenden Kaltluftströmungen etwa bis in die Stadtmitte von Winnenden, weiter nordwestlich davon ergeben sich bis hierhin nur schwache bodennahe nächtliche thermische Ausgleichsströmungen.

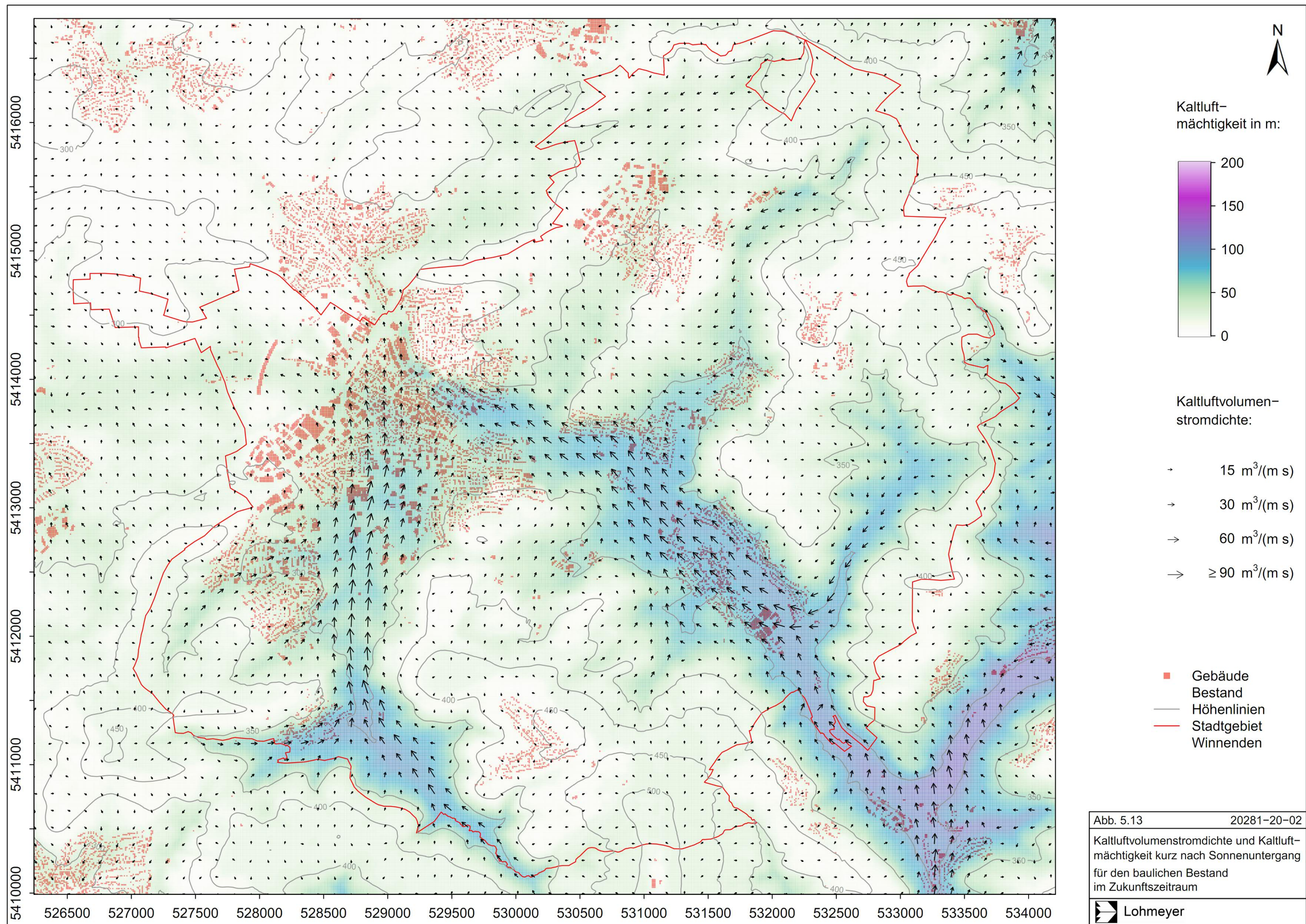
Entsprechend den beschriebenen Strömungsverhältnissen am Abend zeigt die **Abb. 5.11** die räumliche Verteilung der Lufttemperatur um ca. 22:00 Uhr. Die abendliche Abkühlung findet am ehesten und intensivsten in den unbebauten Tälern statt, wo sich die kühlen bodennahen Hangabwinde in den Talbereichen sammeln und als gesammelte bzw. talfolgende Kaltluftströmungen talabwärts strömen. Im Stadtgebiet von Winnenden betrifft das vor allem die Taleinschnitte entlang des Rotbach bzw. des Hertmannsweiler Bachs, entlang des Brunnbächles, entlang des Buchenbächles und dessen Seiteneinschnitte, entlang des Unteren Bachs, entlang des Zipfelbachs mit seinen Zuflüssen wie z. B. Trombach und Koppesbach, sowie den Taleinschnitt südwestlich des Siedlungsbereiches des Schelmenholz. In den genannten Tälern bzw. Taleinschnitten werden um 22:00 Uhr überwiegend zwischen 19.0 °C und 22.0 °C berechnet, im Tal entlang des Buchenbächles die geringste Temperatur. Die höheren Lagen und Kuppenlagen kühlen weniger stark aus, sodass dort überwiegend 24.0 °C bis 27.0 °C berechnet werden. Neben der topografischen Lage, Vegetationsbedeckung und den gegebenenfalls auftretenden nächtlichen thermischen Ausgleichsströmungen wird die abendliche und nächtliche Abkühlung zudem von den baulichen Gegebenheiten geprägt, d. h. dem städtischen Wärmeinseleffekt. Der städtische Wärmeinseleffekt ist eine Überwärmung der urbanen Bereiche im Vergleich zu dem unbebauten Umland und ist vor allem auf die nächtliche Wärmeabgabe der tagsüber wärmespeichernden Baumaterialien und die verringerte nächtliche Abstrahlung der Wärme durch die von den Gebäuden verursachte Einengung des Horizonts in Straßenschluchten oder Hinterhöfen zurückzuführen. Damit sind die wärmsten Siedlungsbereiche am Abend bzw. in der Nacht bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen die höher gelegenen oder dicht bebauten Bereiche und die kühleren Siedlungsgebiete die locker bebauten Bereiche in Mulden/Senken mit gegebenenfalls einer kräftigen Kaltluftzufuhr. In den Siedlungsbereichen werden nächtliche Überwärmungen bis zu 3 K gegenüber dem unbebauten Umland berechnet. Für Breuningsweiler und Bürg werden abends noch überwiegend 25.0 °C bis 27.0 °C berechnet, teilweise auch für den südöstlichen Bereich von Hertmannsweiler. Für



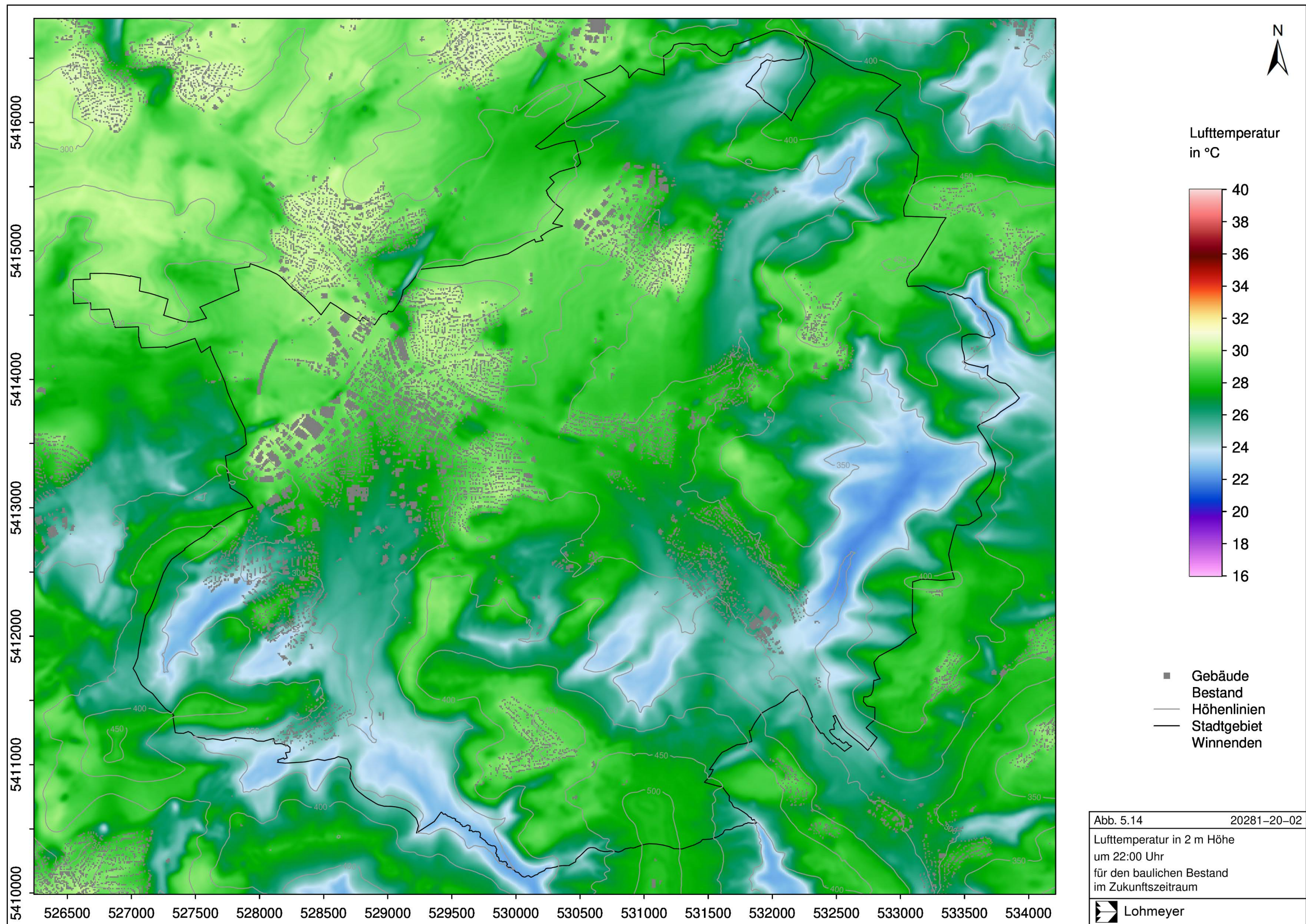
die übrigen Bereiche von Hertmannsweiler werden überwiegend 24.0 °C bis 26.0 °C berechnet. Für die Stadtteile Baach und Höfen ergeben sich überwiegend 23.0 °C bis 25.0 °C. Die überwiegenden Bereiche der Stadtteile Hanweiler und Birkmannsweiler werden um 22:00 Uhr schon von kräftigen Kaltluftströmungen überströmt, sodass dort 21.5 °C bis 23.5 °C berechnet werden. Das Siedlungsgebiet Schelmenholz wird im nordwestlichen und südöstlichen Bereich von Kaltluftströmungen erfasst, sodass dort zwischen 21.0 °C und 23.0 °C berechnet werden, im dazwischenliegenden Bereich werden noch 23.0 °C bis 26.0 °C berechnet. Die Kernstadt von Winnenden wird aus Süden durch die Kaltluftströmung entlang des Zipfelbachs und aus Südosten und Osten durch die Kaltluftströmung entlang des Buchenbachs angeströmt. Aus Süden kann die bodennahe Kaltluft entlang der locker bebauten Flächen links- und rechtsseitig des Zipfelbachs relativ weit ins Stadtgebiet vordringen. So werden im Bereich der Sportplätze Winnenden und des Schlossparks, sowie westlich der L 1140 über den unbebauten Bereichen etwa 21.5 °C bis 23.5 °C berechnet. Mit Beginn der Bebauung wird die bodennahe Kaltluft aufgezehrt, sodass die Temperatur nordöstlich der Marktstraße bis zu 2.5 K wärmer ist. Auch die Gewerbe- und Industrieflächen nordwestlich der Waiblinger Straße und nordwestlich der Bahngleise haben ein ähnliches und teilweise noch etwas höheres Temperaturniveau. Von Südosten und Osten kann die bodennahe Kaltluft entlang des Buchenbachs ungehindert bis über den Friedhof und die nordöstlich angrenzenden Kleingärten an die Grenzen des Siedlungsbereiches mit einer Temperatur von etwa 22.0 °C bis 24.0 °C vordringen. In den bebauten Bereichen wird die bodennahe Kaltluft zügig aufgezehrt, sodass im weiteren Verlauf des Buchenbachs etwa 25 °C berechnet werden. In den Siedlungsbereichen nordöstlich des Buchenbachs ergeben sich aufgrund des schwächeren Zustroms kühler Luft aus dem Umland noch teilweise Temperaturen bis etwa 26 °C, ebenso in südöstlichen Teilbereichen des südöstlichen Siedlungsbereichs von Winnenden.

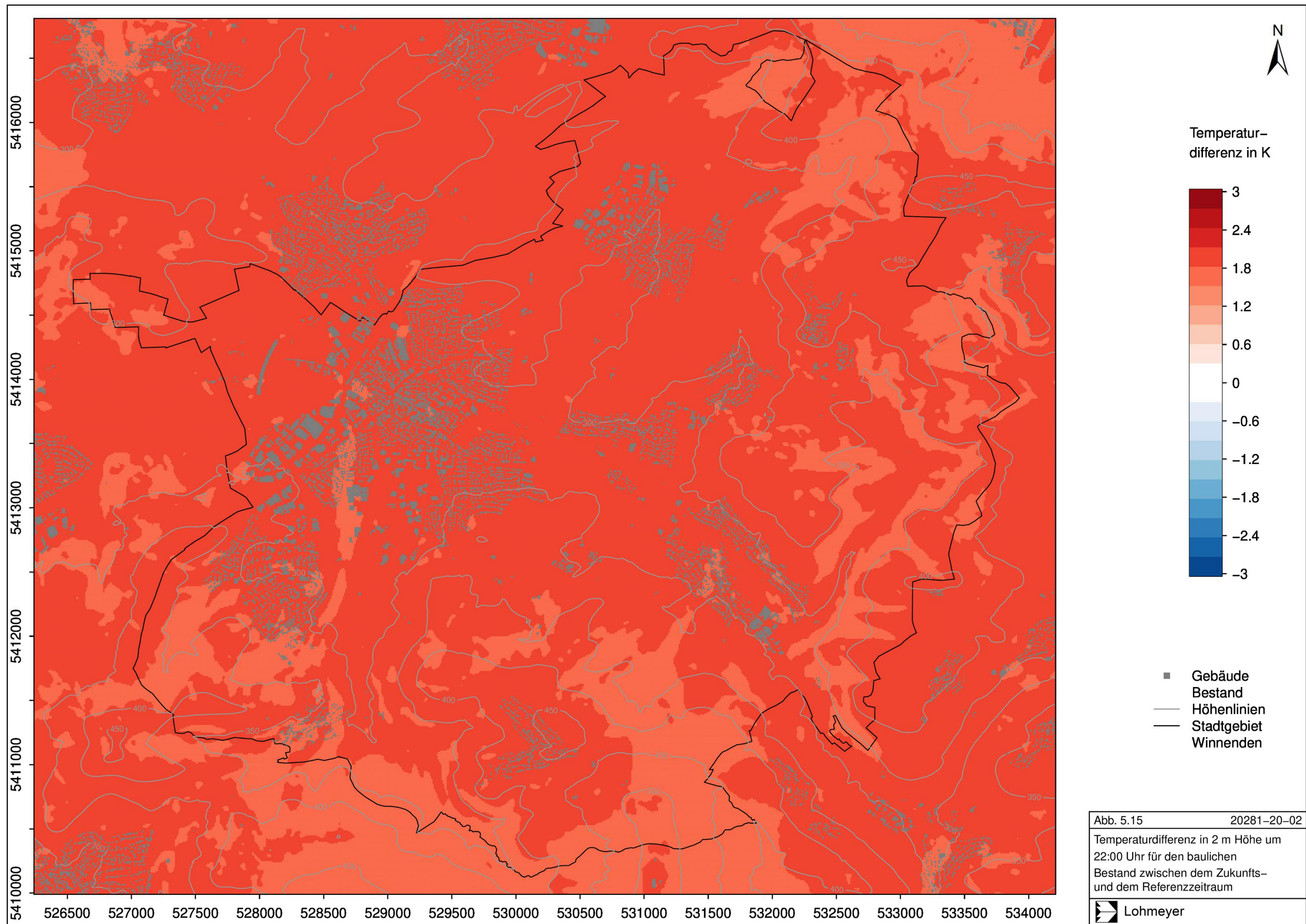
Für die Situation nach einem typischen Heißen Sommertag mit dem baulichen Bestand zeigt **Abb. 5.12** die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in 2 m Höhe im Zukunftszeitraum; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung des Zukunftszeitraumes ist vergleichbar mit derjenigen für den Referenzzeitraum (vgl. **Abb. 5.9**), gleiches gilt auch für die Kaltluftvolumenstromdichte und die Kaltluflhöhe (**Abb. 5.13**) im Vergleich zum Referenzzeitraum (vgl. **Abb. 5.10**). Damit ist festzuhalten, dass sich die nächtlichen Strömungsverhältnisse, d. h. die thermisch bedingten Ausgleichsströmungen, bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen bei gleichbleibenden Annahmen über die Landnutzung, Vegetation und Bebauung bei unterschiedlichen sommerlichen Temperaturniveaus nicht wesentlich verändern.





Die **Abb. 5.14** zeigt die Lufttemperatur in 2 m Höhe an einem typischen Heißen Sommertag um 22:00 Uhr im Untersuchungsgebiet für den Zukunftszeitraum bei unverändertem baulichem Bestand. Dazu ist in **Abb. 5.15** die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen einem zukünftigen und bisherigen typischen Heißen Sommertag um 22:00 Uhr für den baulichen Bestand dargestellt. Die Lufttemperatur an einem Heißen Sommertag im Zukunftszeitraum ist auf der Fläche recht homogen verteilt knapp 2 K über derjenigen aus dem Referenzfall, sodass die räumliche Verteilung der Lufttemperatur vergleichbar mit der aus dem Referenzfall ist (vgl. **Abb. 5.11**); die schwachen unterschiedlichen räumlichen Differenzen um wenige Zehntel Kelvin (unterschiedliche Farbbereiche in **Abb. 5.15**) sind auf numerische Effekte zurückzuführen, die bei der Berechnung von Einzelsituationen auftreten. Mit dem knapp 2 K gehobenen Temperaturniveau werden somit in den unbebauten Tälern, wo sich die kühlen bodennahen Hangabwinde in den Talbereichen sammeln und als gesammelte bzw. talfolgende Kaltluftströmungen talabwärts strömen um 22:00 Uhr überwiegend zwischen 21.0 °C und 24.0 °C berechnet. Die höheren Lagen und Kuppenlagen kühlen weiterhin weniger stark aus, sodass dort überwiegend 26.0 °C bis 29.0 °C berechnet werden. Für Breuningsweiler und Bürg werden noch überwiegend 27.0 °C bis 29.0 °C berechnet, teilweise auch für den südöstlichen Bereich von Hertmannsweiler. Für die übrigen Bereiche von Hertmannsweiler werden überwiegend 26.0 °C bis 28.0 °C berechnet und für die Stadtteile Baach und Höfen ergeben sich Großteils 25.0 °C bis 27.0 °C. Die überwiegenden Bereiche der Stadtteile Hanweiler und Birkmannsweiler werden weiterhin um 22:00 Uhr schon von kräftigen Kaltluftströmungen überströmt, aber auf einem höheren Temperaturniveau als im Referenzfall, sodass dort 23.5 °C bis 25.5 °C berechnet werden. Das Siedlungsgebiet Schelmenholz wird im nordwestlichen und südöstlichen Bereich weiterhin von Kaltluftströmungen erfasst, sodass dort zwischen 23.0 °C und 25.0 °C berechnet werden, im Bereich dazwischen werden noch 25.0 °C bis 28.0 °C berechnet. Die Kernstadt von Winnenden wird weiterhin aus Süden durch die Kaltluftströmung entlang des Zipfelbachs und aus Südosten und Osten durch die Kaltluftströmung entlang des Buchenbachs angeströmt. Aus Süden kann die bodennahe Kaltluft entlang der locker bebauten Flächen links- und rechtsseitig des Zipfelbachs weiterhin weit ins Stadtgebiet vordringen. So werden im Bereich der Sportplätze Winnenden und des Schlossparks, sowie westlich der L 1140 über den unbebauten Bereichen etwa 23.5 °C bis 25.5 °C berechnet. Mit Beginn der Bebauung wird die bodennahe Kaltluft aufgezehrt, sodass die Temperatur nordöstlich der Marktstraße weiterhin bis zu 2.5 K wärmer ist. Auch die Gewerbe- und Industrieflächen nordwestlich der Waiblinger Straße und nordwestlich der Bahngleise haben ein ähnliches und teilweise noch etwas höheres Temperaturniveau. Von Südosten und Osten kann die bodennahe Kaltluft entlang des Buchenbachs ungehindert bis über den Friedhof Winnenden und die

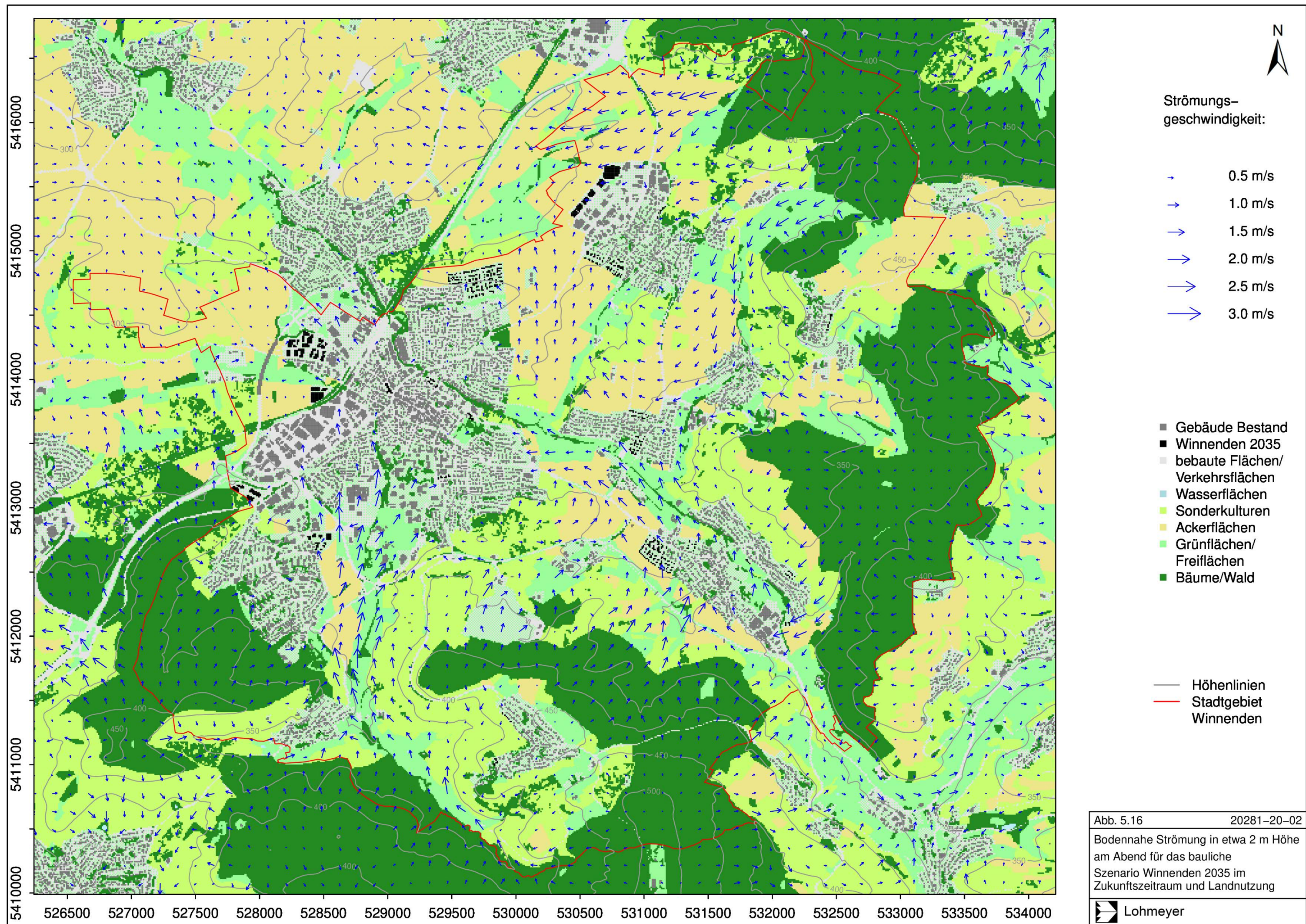




nordöstlich angrenzenden Kleingärten an die Grenzen der Siedlungsbereiche mit einer Temperatur von etwa 24.0 °C bis 26.0 °C vordringen. In den bebauten Bereichen wird die bodennahe Kaltluft weiterhin zügig aufgezehrt, sodass im weiteren Verlauf des Buchenbaches im Stadtgebiet etwa 27 °C berechnet werden. In den Siedlungsbereichen nordöstlich des Buchenbaches ergeben sich aufgrund des schwächeren Zustroms kühler Luft aus dem Umland noch teilweise Temperaturen bis etwa 28 °C. Die Abende nach heißen Sommertagen bei autochthonen Wetterlagen mit solch einem Temperaturniveau haben in dem dargestellten Zukunftszeitraum eine vergleichbare Auftretenswahrscheinlichkeit wie die Abende mit dem in **Abb. 5.11** gezeigten Temperaturniveau im Referenzzeitraum.

Für einen typischen heißen Sommertag mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ zeigt die **Abb. 5.16** die Windrichtung und Windgeschwindigkeit in etwa 2 m über Grund im Untersuchungsgebiet kurz nach Sonnenuntergang für den Zukunftszeitraum; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Entsprechend den topografischen Gegebenheiten sind die nächtlichen thermischen Ausgleichsströmungen und damit die Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung in den überwiegenden Bereichen des Untersuchungsgebietes vergleichbar mit denjenigen aus den beiden bisher betrachteten Fällen. Allein im Nahbereich und bzgl. der Windrichtung im Lee der angesetzten Bauwerke des baulichen Szenarios „Winnenden 2035“ ergeben sich teils deutliche Änderungen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Dies betrifft beispielsweise die Strömung nordwestlich des Bebauungsplangebietes „Bildstraße II“ mit einer verringerten Strömungsgeschwindigkeit im Lee des Bebauungsplangebietes, d. h. einer geschwächten Kaltluftströmung. Die gleiche Aussage gilt für die Kaltluftvolumenstromdichte, die für den Fall mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ in **Abb. 5.17** dargestellt ist.

Dementsprechend zeigt die **Abb. 5.18** die Lufttemperatur in 2 m Höhe an einem typischen heißen Sommertag um 22:00 Uhr im Untersuchungsgebiet für das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ im Zukunftszeitraum. Dazu ist in **Abb. 5.19** die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe an einem heißen Sommertag um 22:00 Uhr im Zukunftszeitraum zwischen mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ und dem baulichen Bestand dargestellt. Das Temperaturniveau der beiden Fälle ist vergleichbar, die dargestellten Differenzen der Lufttemperatur entstehen durch die modellierten Neubebauungen entsprechend des Szenarios „Winnenden 2035“ im Vergleich zum Bestand. Die aufgrund der Neubebauungen in den Bebauungsplangebieten des Szenarios „Winnenden 2035“ im Vergleich zum Bestand entstehenden Temperaturdifferenzen folgen der Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit. Mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ werden im Nahbereich der



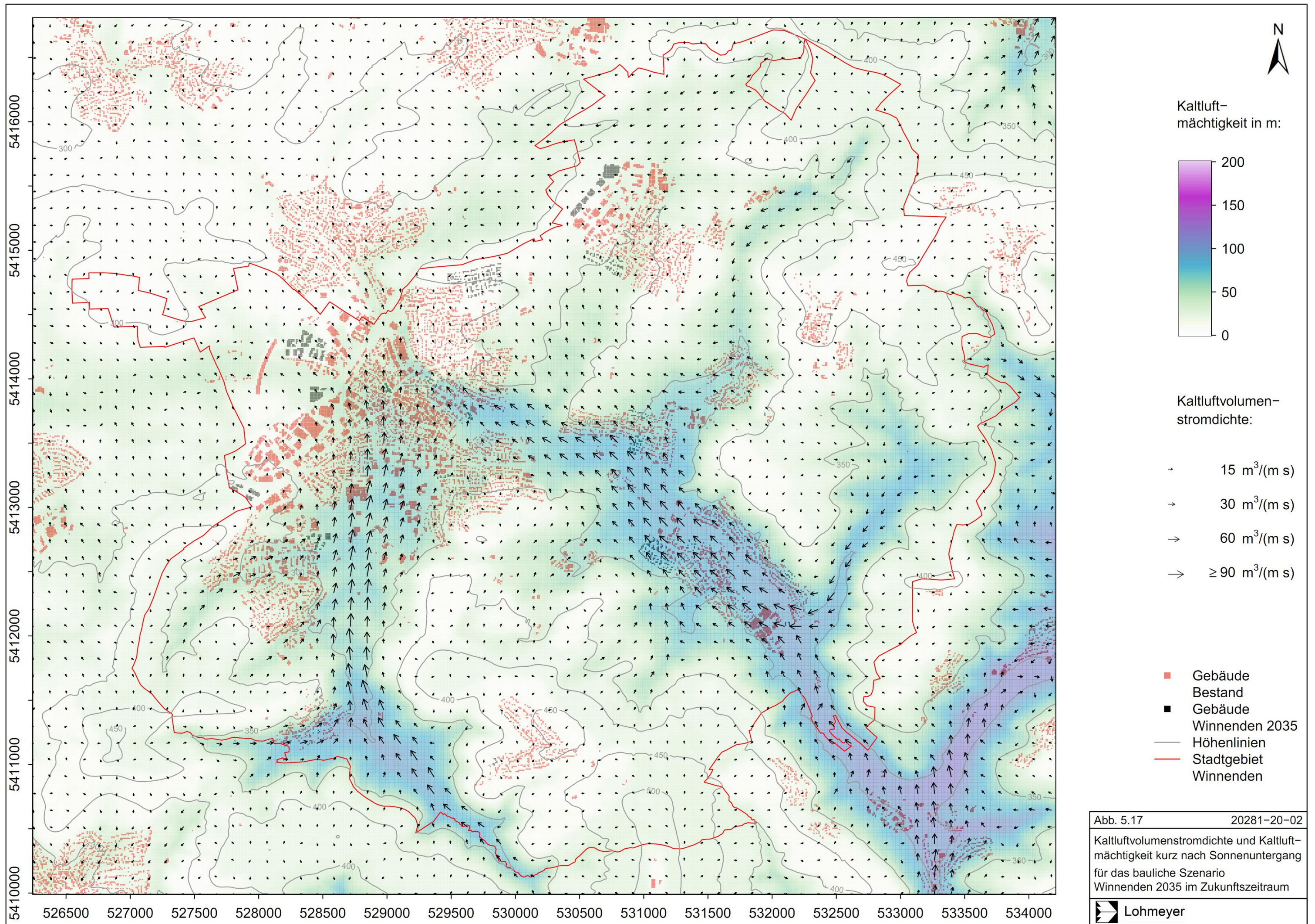
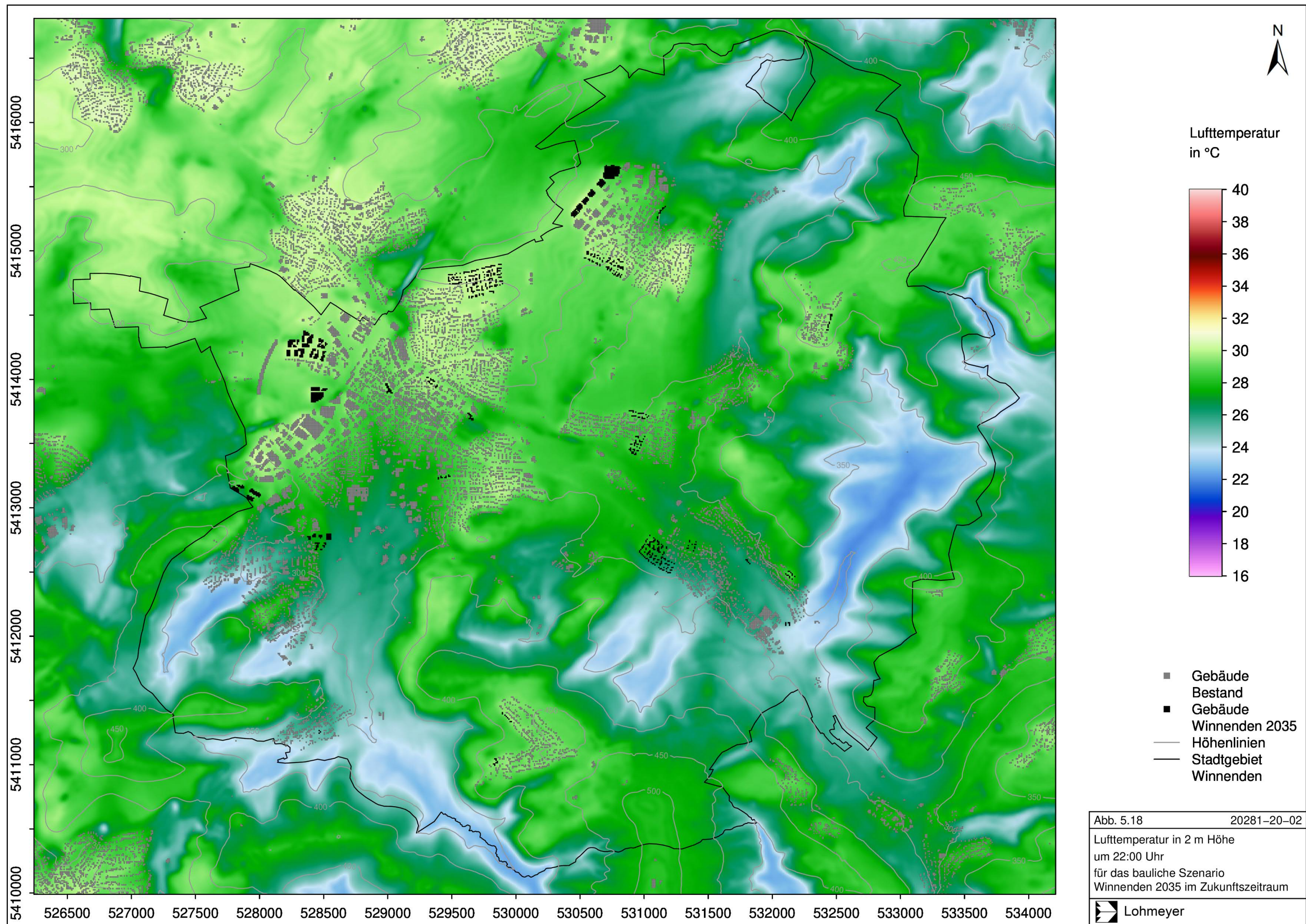
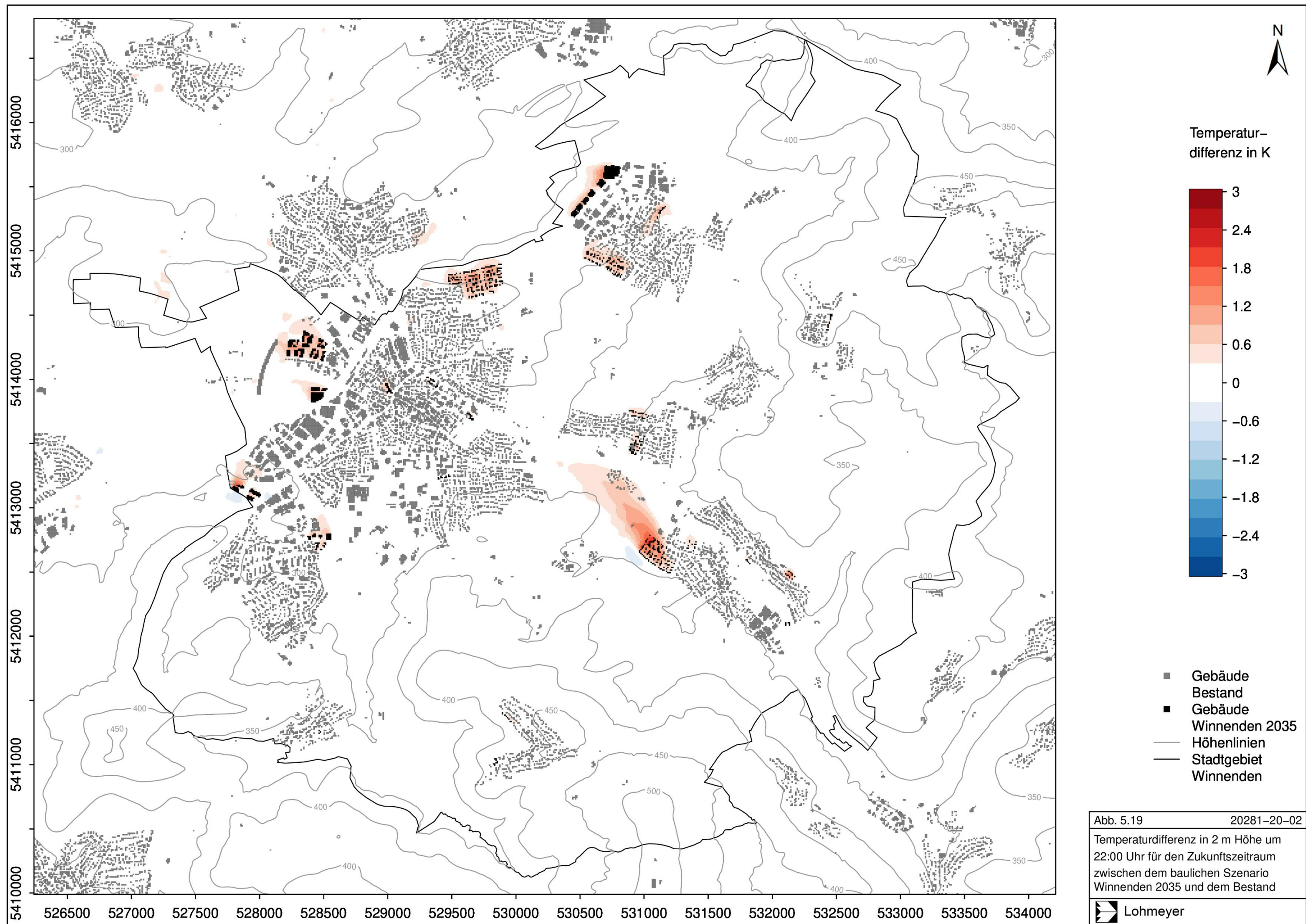


Abb. 5.17 20281-20-02
Kaltluftvolumenstromdichte und Kaltluftmächtigkeit kurz nach Sonnenuntergang für das bauliche Szenario Winnenden 2035 im Zukunftszeitraum
Lohmeyer

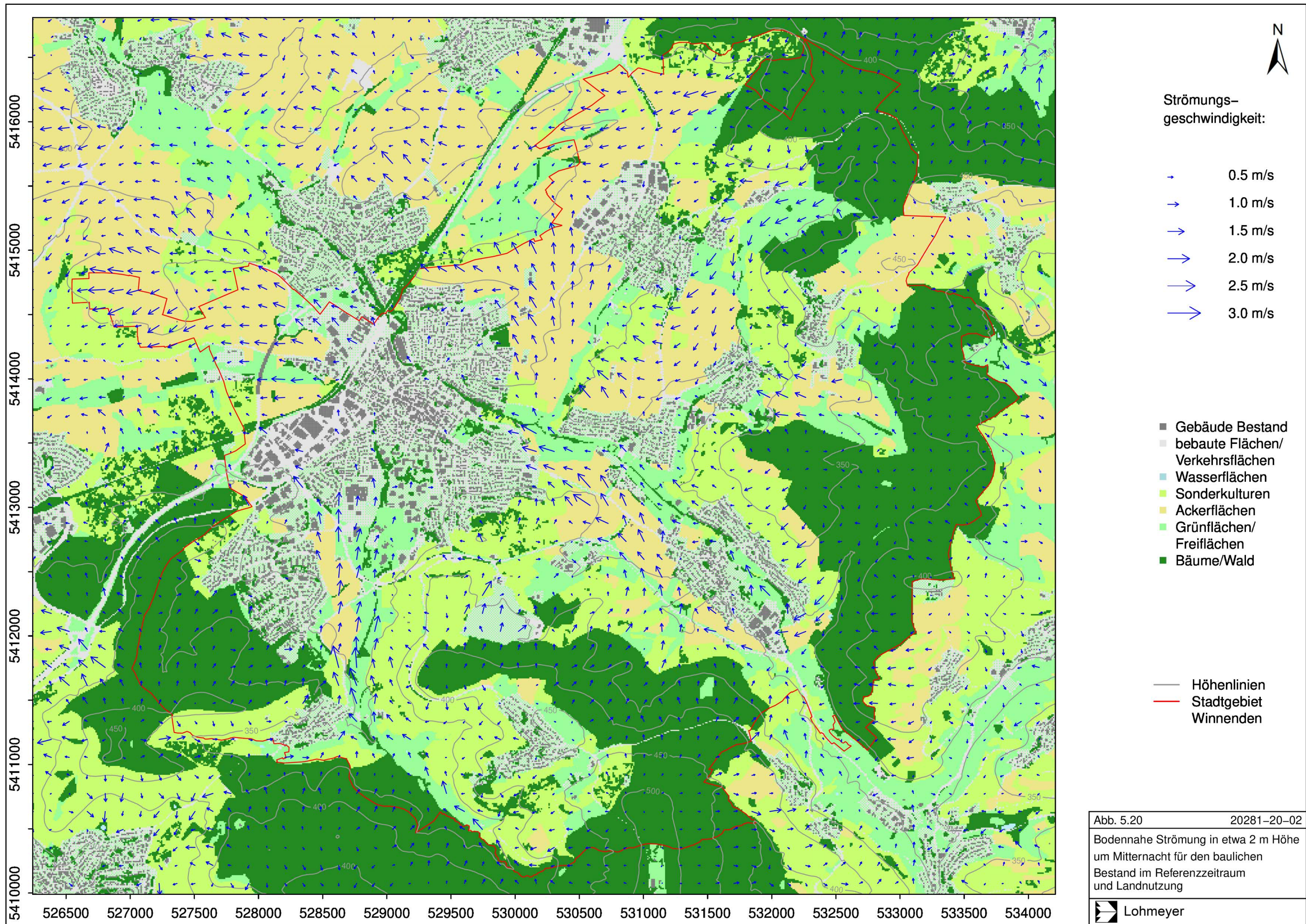




Bebauungsgebiete „Südlich der Weinstraße“ in Hanweiler, „Sonnenbergstraße“ in Breuningsweiler und „Steinweg“ in der Kernstadt von Winnenden keine Erhöhungen der Lufttemperatur in 2 m um 0.3 K oder mehr um 22:00 Uhr abends berechnet. Im Bebauungsgebiet „Haselsteinstraße“ in Breuningsweiler werden Lufttemperaturerhöhungen bis 0.6 K teilweise bis an die nächstliegende Bebauung östlich und nordöstlich berechnet. In Birkmannsweiler werden im Nahbereich des Bebauungsgebietes „Hofkammerstraße“ Temperaturerhöhungen bis 0.6 K berechnet, die nicht die bestehende Bebauung erreichen, gleiches gilt für das Bebauungsgebiet „Kreuzwiesen“. Für das Bebauungsgebiet „Gereut“ wird eine Temperaturerhöhung bis 1.5 K innerhalb des Gebietes und bis 0.9 K an der südwestlich bzw. westlich liegenden nächsten Bestandsbebauung berechnet. Für das Bebauungsgebiet „Festwiese“ wird eine Temperaturerhöhung in dessen Nahbereich und bis zur nächstliegenden Bestandsbebauung nordöstlich bis 0.6 K berechnet. Das etwas großflächigere Bebauungsgebiet „Bildstraße II“ in Birkmannsweiler liegt in der Kaltluftströmung entlang des Buchenbachs, sodass sich die berechneten Temperaturdifferenzen bis zu 0.9 K bis in Teile des etwa 500 m nordnordwestlich liegenden Siedlungsbereichs Ruitzenmühle ausbreiten. Innerhalb des Bebauungsplangebietes werden in dessen nördlichem Bereich Änderungen bis 2.4 K berechnet. Im Bereich des Bebauungsplangebietes „Bildackerstraße“ in Höfen werden Änderungen der Temperatur bis 0.9 K berechnet, wobei Änderungen bis 0.6 K bis an die nächstliegenden Bestandsgebäude heran reichen können. Im Bebauungsplangebiet „Hofäcker“ werden ebenfalls Änderungen der Temperatur bis 0.9 K berechnet, wobei keine Änderungen größer gleich 0.3 K bis an die bestehende Bebauung heran reichen. Für den Bereich des Bebauungsplangebietes „Öschelbronnerstraße II“ in Bürg werden Temperaturänderungen bis 0.6 K berechnet, die bis an die nächstliegende Bestandsbebauung heran reichen können. In Hertmannsweiler werden für die Bebauungsplangebiete „Rothenbühlstraße“ im Norden und „Kirchhofäcker“ im Süden Änderungen der Temperatur in Teilbereichen bis 1.2 K berechnet, die aufgrund der Strömungsrichtungen mit bis zu 0.9 K in die Bereiche der Bestandsbebauung reichen können. Für die „Neuaufstellung Schmiede III“ am westlichen Rand von Hertmannsweiler ergeben sich in Teilbereichen Änderungen der Temperatur bis 1.5 K. Aufgrund der dortigen Anströmung aus südöstlicher bis östlicher Richtung bei autochthonen Wetterlagen im Sommer ergeben sich keine Änderungen größer gleich 0.3 K in den Bereichen der Bestandsbebauung. Im Bebauungsplangebiet „Adelsbach II“ im Norden der Kernstadt von Winnenden wird lokal, d. h. im Zentrum des Gebietes, bis zu 1.5 K Temperaturänderung berechnet. An der Grenze zur Bestandsbebauung werden bis zu 0.6 K Änderung berechnet, lokal auch bis zu 0.9 K. Aufgrund der möglichen Planung in den Bebauungsplangebieten „Seegarten/Wiesenstraße“ und „Gerberstraße II“ in der Kernstadt von Winnenden werden Änderungen der Temperatur im Nahbereich des

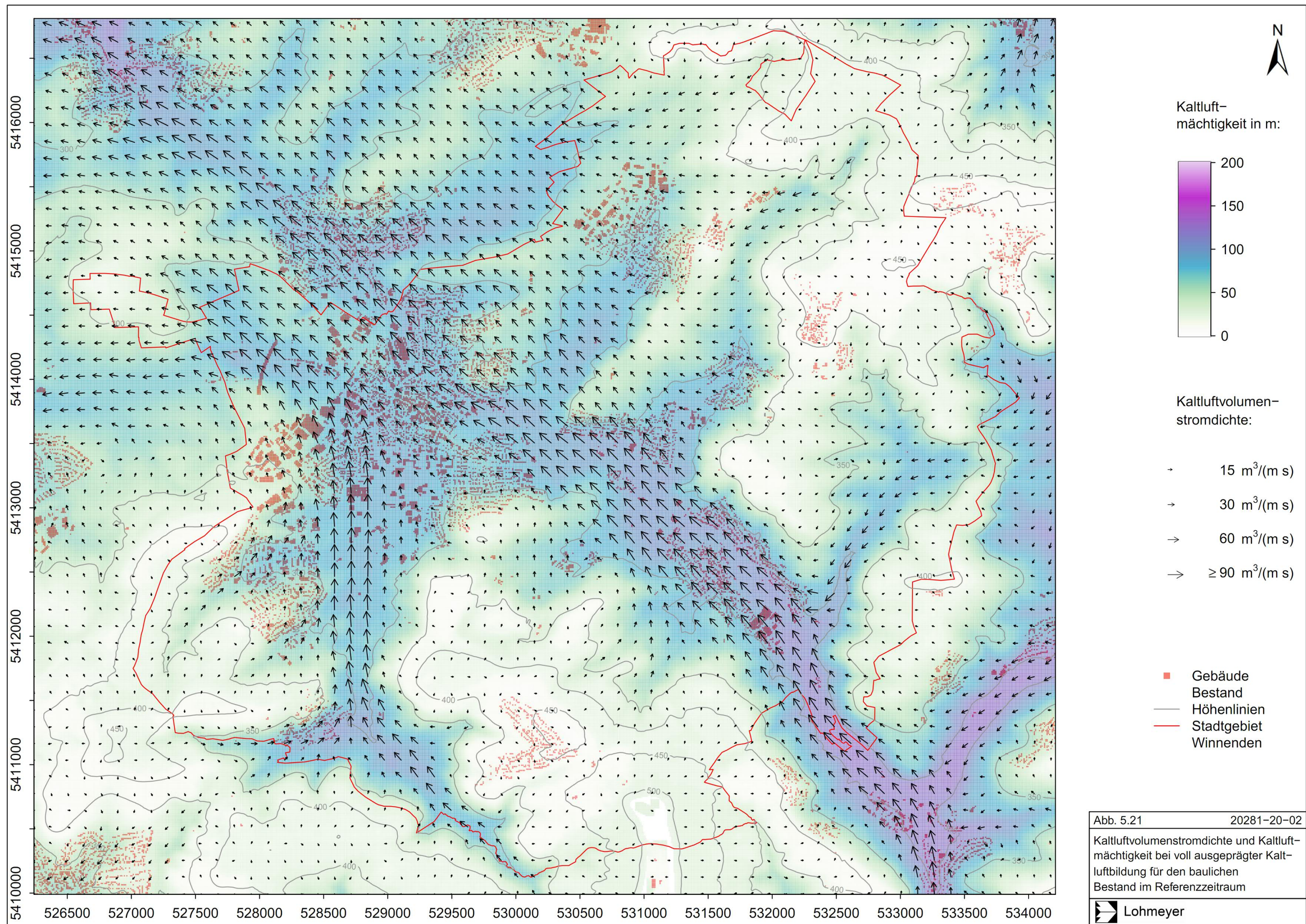
Plangebietes bis 0.6 K berechnet, die lokal bis an die nächstliegende Bestandsbebauung heran reichen können. Im Bereich des Bebauungsplangebietes „Kronenplatz“ werden bis zu 0.9 K Änderung berechnet, die ebenfalls bis an die nächste Bestandsbebauung heran reichen kann. Für die drei Bebauungsplangebiete „Untere Schray“, „Brühl“ und „Linsenhalle II“ westlich und südwestlich des Stadtkerns von Winnenden werden lokal Lufttemperaturänderungen bis zu 1.5 K, 1.2 K und 2.1 K berechnet. Im Bebauungsplangebiet „Brühl“ sind die Änderungen größer gleich 0.3 K auf das Bebauungsplangebiet beschränkt, in den beiden übrigen Gebieten können die Änderungen mit bis zu 0.6 K an die bestehende Bebauung in der Nähe heran reichen. Im nordöstlichen Bereich des Siedlungsgebietes Schelmenholz ergeben sich durch das Bebauungsplangebiet „Körnle Erweiterung“ Änderungen der Temperatur bis 0.9 K, die lokal an die umliegende Bebauung heran reichen können. Ein Vergleich mit den Klimaänderungen im betrachteten Zeitraum zeigt, dass die Änderungen der Lufttemperatur am späten Abend eines Hitzetages bei solch einer Wetterlage durch die möglichen Neubebauungen bei großflächigen Baugebieten lokal im Bereich der Klimaänderungen zwischen den beiden in diesem Bericht betrachteten Zeiträumen sein können. In den überwiegenden Bereichen werden meist weniger als die Hälfte der Klimaänderungen erreicht. Im Vergleich zum baulichen Bestand im Referenzzeitraum können sich die durch die Klimaänderung und die mögliche bauliche Veränderung hervorgerufene Temperaturveränderung bei solch einer Wetterlage summieren und zu deutlich höheren abendlichen Temperaturen bei solch einer Wetterlage führen.

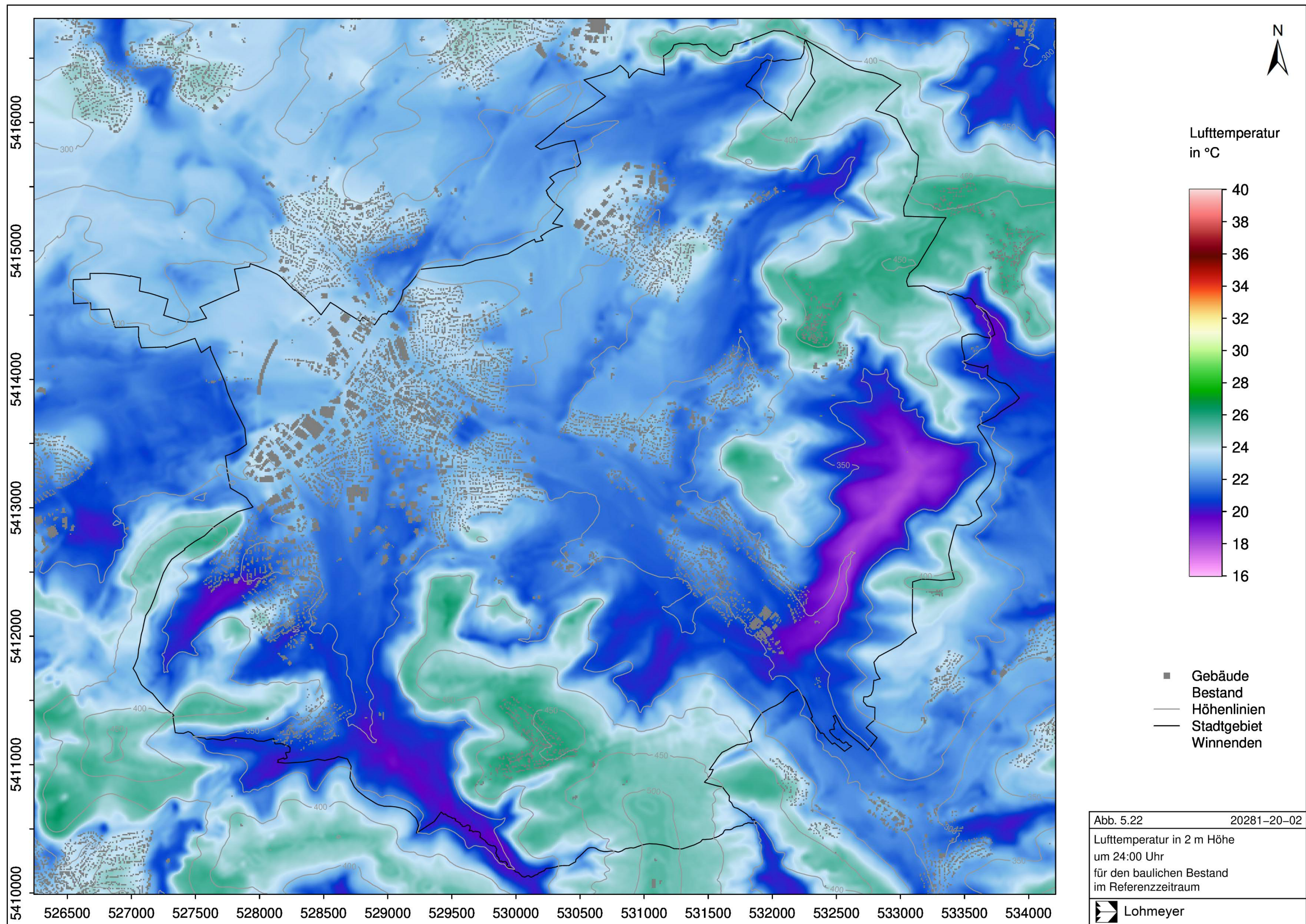
Die **Abb. 5.20** zeigt die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in etwa 2 m über Grund, d. h. die bodennahe Kaltluftströmung, um Mitternacht im Untersuchungsgebiet für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Im Vergleich zu den Verhältnissen nach Sonnenuntergang treten in den schon mit Kaltluft gefüllten Tälern überwiegend etwas geringere bodennahe Strömungsgeschwindigkeiten auf, während sich die Strömungsgeschwindigkeit in den bisher noch nicht von den talfolgenden Kaltluftströmungen erfassten Bereichen im nordwestlichen Bereich des Bildausschnittes überwiegend erhöht. Die Strömungsrichtung bleibt im Großteil der Untersuchungsgebietes vergleichbar mit denjenigen kurz nach Sonnenuntergang. Eine Ausnahme bildet beispielsweise ein Bereich südöstlich des Stadtgebietes von Winnenden und nördlich des Burkhardshofes. Dort waren zu Beginn der Nacht noch Strömungen von den westlich bis südlich liegenden Hängen aus Südwest bis Süd vorhanden, im Laufe der Nacht hat sich die talparallele Strömung aus Südost entlang des Buchenbachs auch hier durchgesetzt.



Die **Abb. 5.21** zeigt die Kaltluftmächtigkeit und die Kaltluftvolumenstromdichte um Mitternacht im Untersuchungsgebiet für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt, als Richtung der Strömung wird der Median der Strömungsrichtungen zwischen der Oberfläche und Höhe der Kaltluftschicht gezeigt. Damit kann sich die Richtung der Strömung im Vergleich zu den Strömungsverhältnissen in 2 m Höhe (vgl. **Abb. 5.20**) unterscheiden. Im Vergleich zum Beginn der Nacht hat sich die Kaltluftschichtdicke erhöht und die zwei Hauptkaltluftströme im Untersuchungsgebiet aus den Taleinschnitten entlang des Buchenbachs und des Zipfelbachs überströmen das komplette Stadtgebiet von Winnenden und setzen sich nach Nordwesten bzw. Westen auf den teils bebauungsfreien Freiflächen fort. Keine relevanten Kaltluftströmungen bilden sich weiterhin in den Kuppenlagen des Untersuchungsgebietes.

Entsprechend den beschriebenen Strömungsverhältnissen am Abend zeigt die **Abb. 5.22** die räumliche Verteilung der Lufttemperatur um Mitternacht für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum. Die räumliche Verteilung der Lufttemperatur ist vergleichbar mit derjenigen um 22:00 Uhr, d. h. die kühleren Bereiche sind weiterhin die unbebauten Täler, wo sich die kühlen bodennahen Hangabwinde in den Talbereichen sammeln und als gesammelte bzw. talfolgende Kaltluftströmungen talabwärts strömen. Im Stadtgebiet von Winnenden betrifft das weiterhin vor allem die Taleinschnitte entlang des Rotbachs bzw. des Hertmannsweiler Bachs, entlang des Brunnbächles, entlang des Buchenbächles und dessen Seiteneinschnitten, entlang des Unteren Bachs, entlang des Zipfelbachs mit seinen Zuflüssen, sowie den Taleinschnitt südwestlich des Siedlungsbereiches des Schelmenholzes. In den genannten Tälern bzw. Taleinschnitten werden um Mitternacht überwiegend zwischen 17.5 °C und 21.0 °C berechnet. Die höheren Lagen und Kuppenlagen kühlen weiterhin weniger stark aus, sodass dort überwiegend 23.0 °C bis 26.0 °C berechnet werden. Die Siedlungsbereiche sind aufgrund des Wärmeinseleffekts überwiegend 1.0 K bis 3.0 K wärmer als das unbebaute Umland. In den Siedlungsbereichen Breuningsweiler und Bürg werden noch überwiegend 25.0 °C bis 26.0 °C berechnet, für Hertmannsweiler 22.0 °C bis 24.0 °C und für die Stadtteile Baach und Höfen ergeben sich Großteils 21.0 °C bis 22.5 °C. Die überwiegenden Bereiche der Stadtteile Hanweiler und Birkmannsweiler werden weiterhin von kräftigen Kaltluftströmungen überströmt, sodass dort 20.0 °C bis 22.0 °C berechnet werden. Das Siedlungsgebiet Schelmenholz wird im nordwestlichen und südöstlichen Bereich von Kaltluftströmungen erfasst, sodass dort zwischen 20.0 °C und 22.0 °C berechnet werden, im Bereich dazwischen werden noch 21.0 °C bis 24.0 °C berechnet. Die Kernstadt von Winnenden wird weiterhin aus Süden durch die Kaltluftströmung entlang des Zipfelbachs und aus Südosten und Osten durch die Kaltluftströmung entlang des Buchenbachs angeströmt. Aus Süden kann die bodennahe Kaltluft entlang der

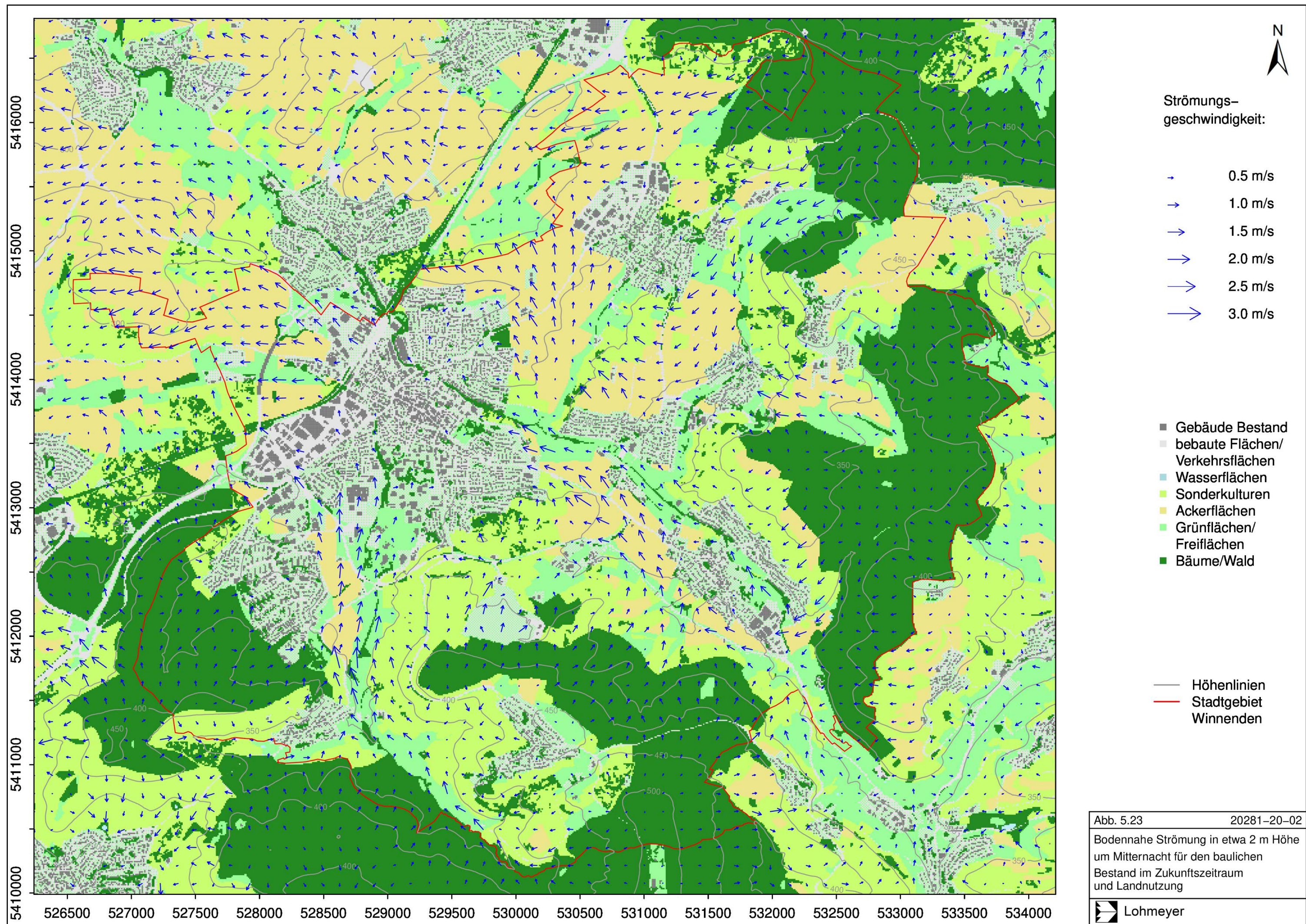


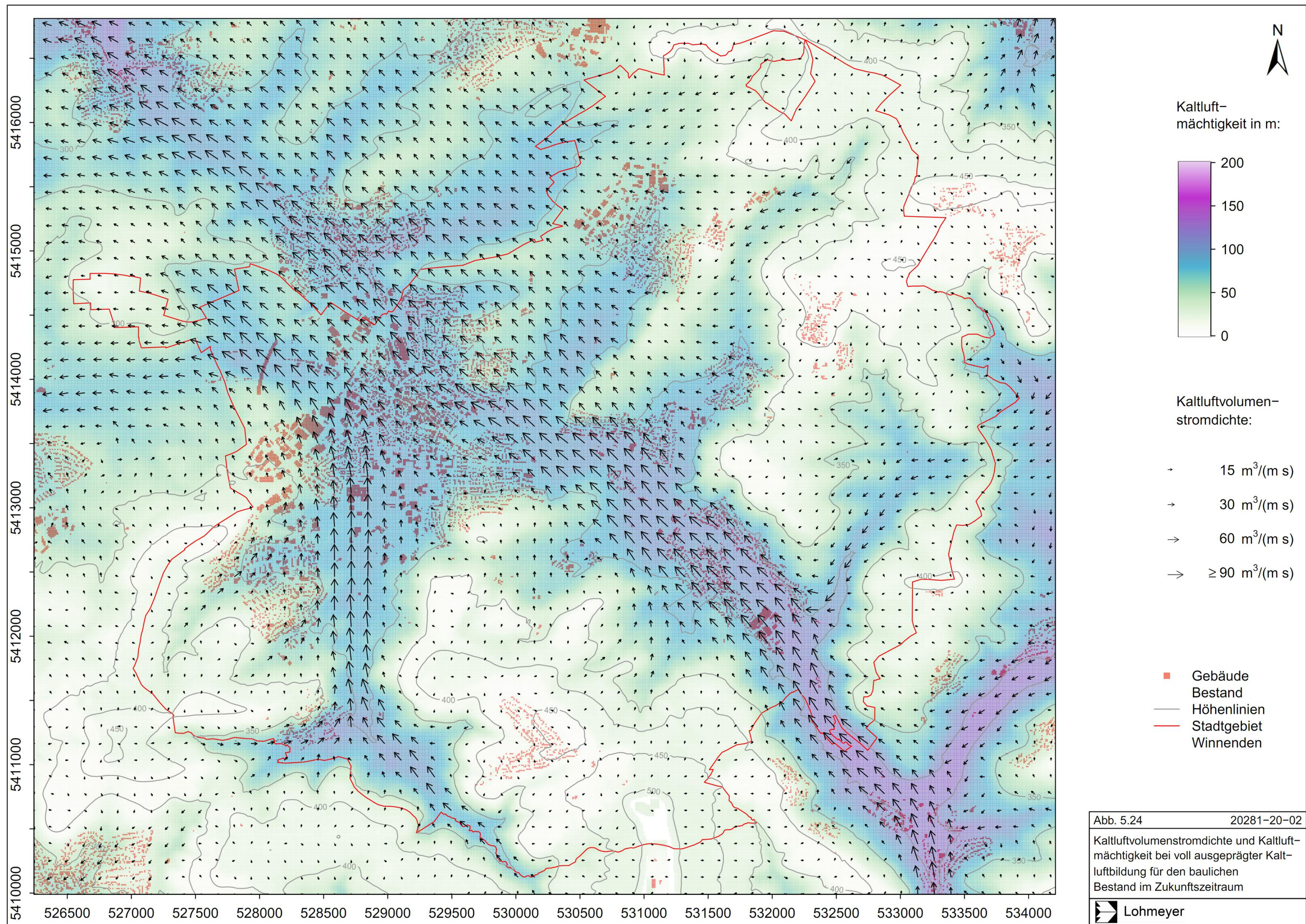


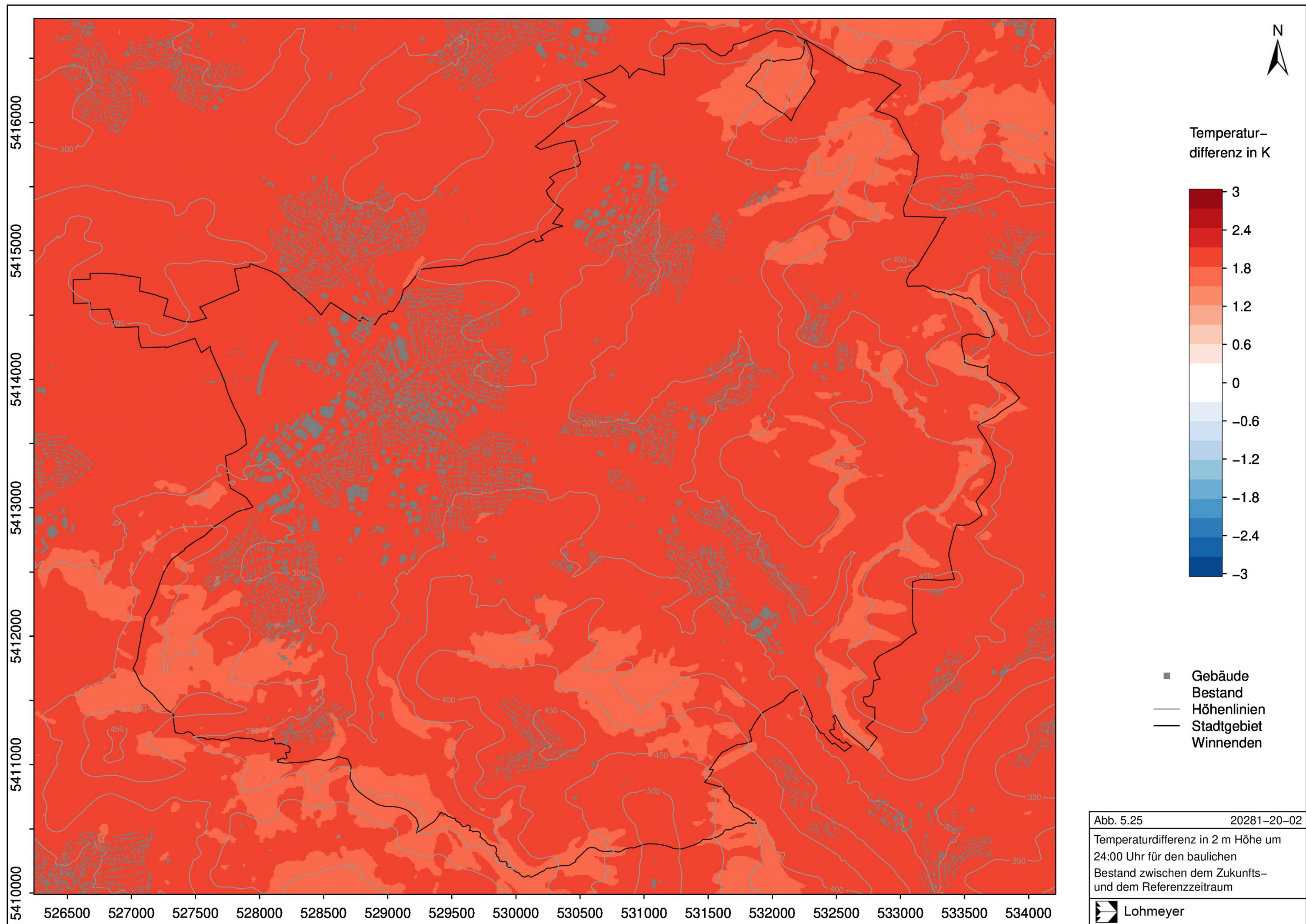
locker bebauten Flächen links- und rechtsseitig des Zipfelbachs weit ins Stadtgebiet vordringen. So werden im Bereich der Sportplätze Winnenden und des Schlossparks, sowie westlich der L 1140 über den unbebauten Freiflächen 20.5 °C bis 22.0 °C berechnet. Die kühle Strömung wirkt bis in die bebauten Gebiete hinein, beispielsweise auf das Wohngebiet nordwestlich der Rems-Murr-Kliniken. In den dicht bebauten Bereichen entlang der Marktstraße und weiter nach Nordwesten bis zum Bahnhof werden aufgrund der städtischen Überwärmung mit bis zu 22.5°C etwas höhere Temperaturen berechnet. Von Südosten und Osten kann die bodennahe Kaltluft entlang des Buchenbachs ungehindert bis über den Friedhof und die nordöstlich angrenzenden Kleingärten die Siedlungsbereiche mit einer Temperatur von etwa 20.5 °C bis 22.0 °C vordringen. In den bebauten Bereichen wird die bodennahe Kaltluft Großteils aufgezehrt, sodass im weiteren Verlauf des Buchenbaches etwa 22.5 °C berechnet werden. In den Siedlungsbereichen nordöstlich des Buchenbaches ergeben sich aufgrund des schwächeren Zustroms kühler Luft aus dem Umland in Kombination mit der baulich bedingten Überwärmung noch teilweise Temperaturen bis etwa 23 °C.

Wie zu Beginn der Nacht ergeben sich auch um Mitternacht bei ausgeprägten Kaltluftströmungen vergleichbare bodennahe Strömungsverhältnisse zwischen dem Zukunftszeitraum und dem Referenzzeitraum für den baulichen Bestand (**Abb. 5.23**). Dies gilt auch für die vertikal mächtigen Kaltluftströmungen, die in Form der Kaltluftvolumenstromdichte dargestellt sind (**Abb. 5.24**). Damit kann weiterhin festzuhalten werden, dass sich die nächtlichen Strömungsverhältnisse, d. h. die thermisch bedingten Ausgleichsströmungen, bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen bei gleichbleibenden Annahmen über die Landnutzung, Vegetation und Bebauung bei unterschiedlichen sommerlichen Temperaturniveaus nicht wesentlich verändern.

Die **Abb. 5.25** zeigt die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen dem Zukunftszeitraum und dem Referenzzeitraum für den baulichen Bestand um Mitternacht. Die Lufttemperatur um 24:00 Uhr nach einem typischen heißen Sommertag bei einer autochthonen Wetterlage im Sommer liegt auf der Fläche homogen verteilt knapp 2 K über derjenigen aus dem Referenzfall, sodass die räumliche Verteilung vergleichbar mit der aus dem Referenzfall ist); die schwachen unterschiedlichen räumlichen Differenzen um wenige Zehntel Kelvin (unterschiedliche Farbbereiche in **Abb. 5.25**) sind auf numerische Effekte zurückzuführen, die bei der Berechnung von Einzelsituationen auftreten. Mit dem knapp 2 K gehobenen Temperaturniveau haben die Nächte nach heißen Sommertagen bei autochthonen Wetterlagen in dem Zukunftszeitraum eine vergleichbare Auftretenswahrscheinlichkeit wie die Nächte mit dem in **Abb. 5.22** gezeigten Temperaturniveau im Referenzzeitraum.



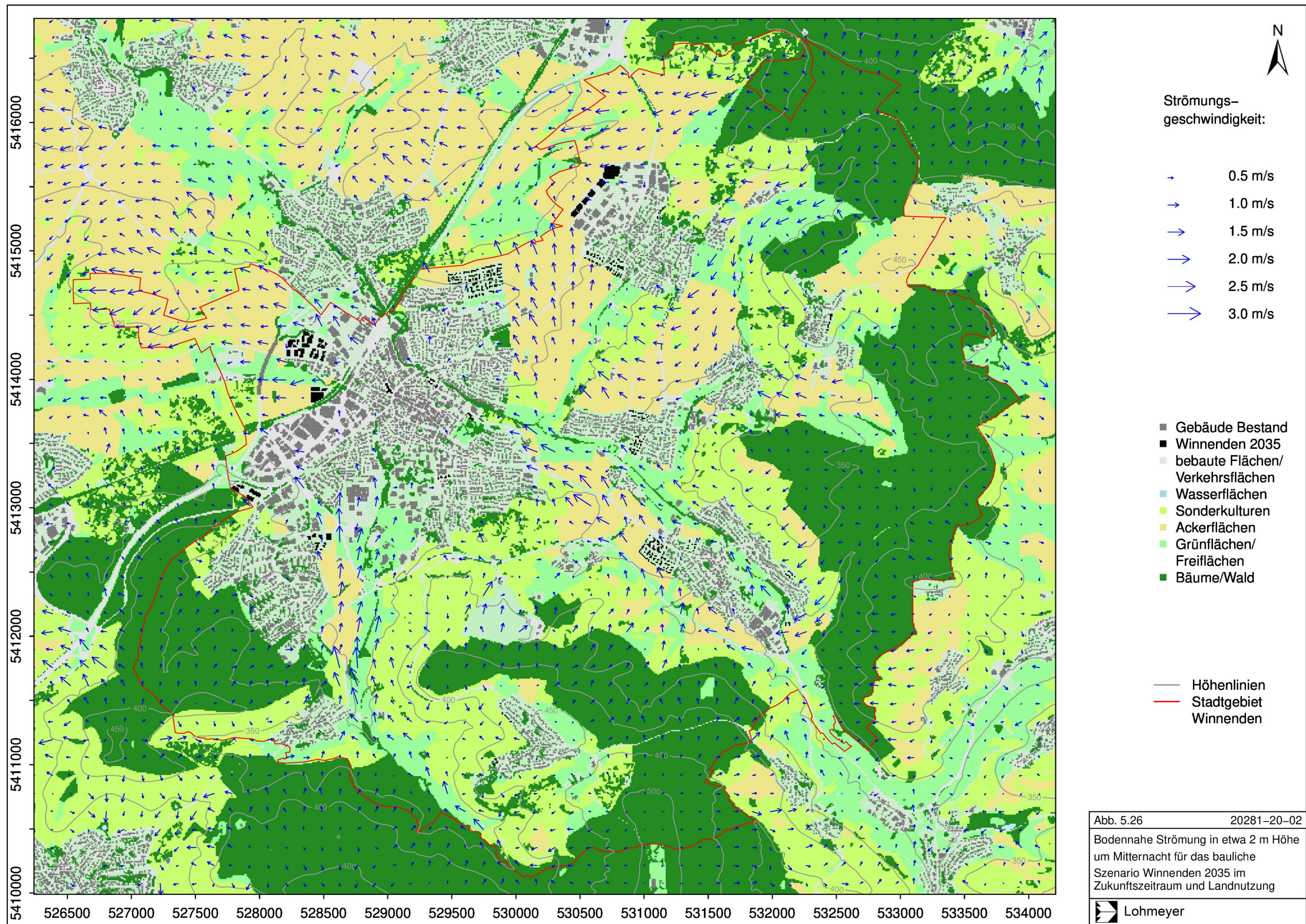


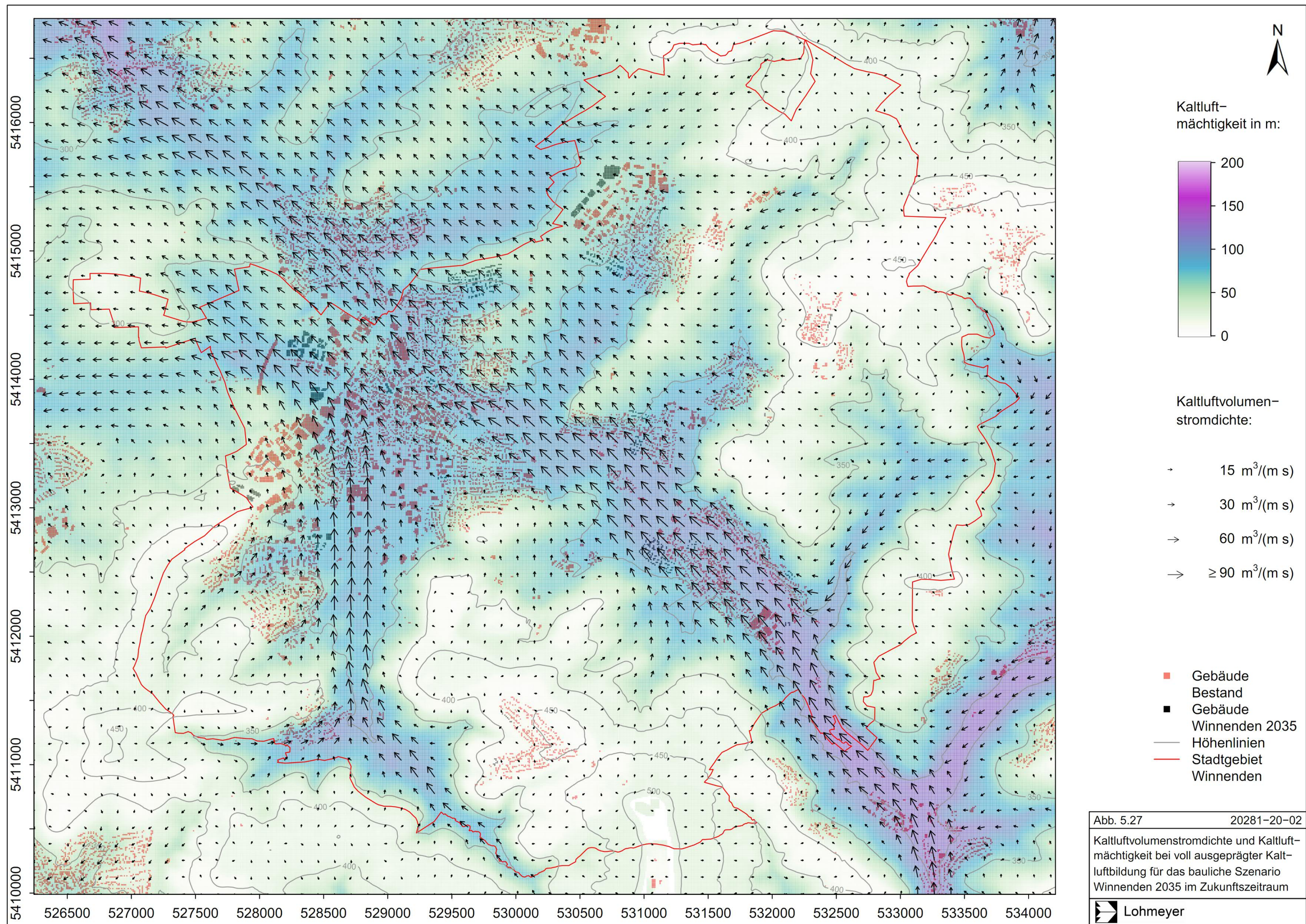


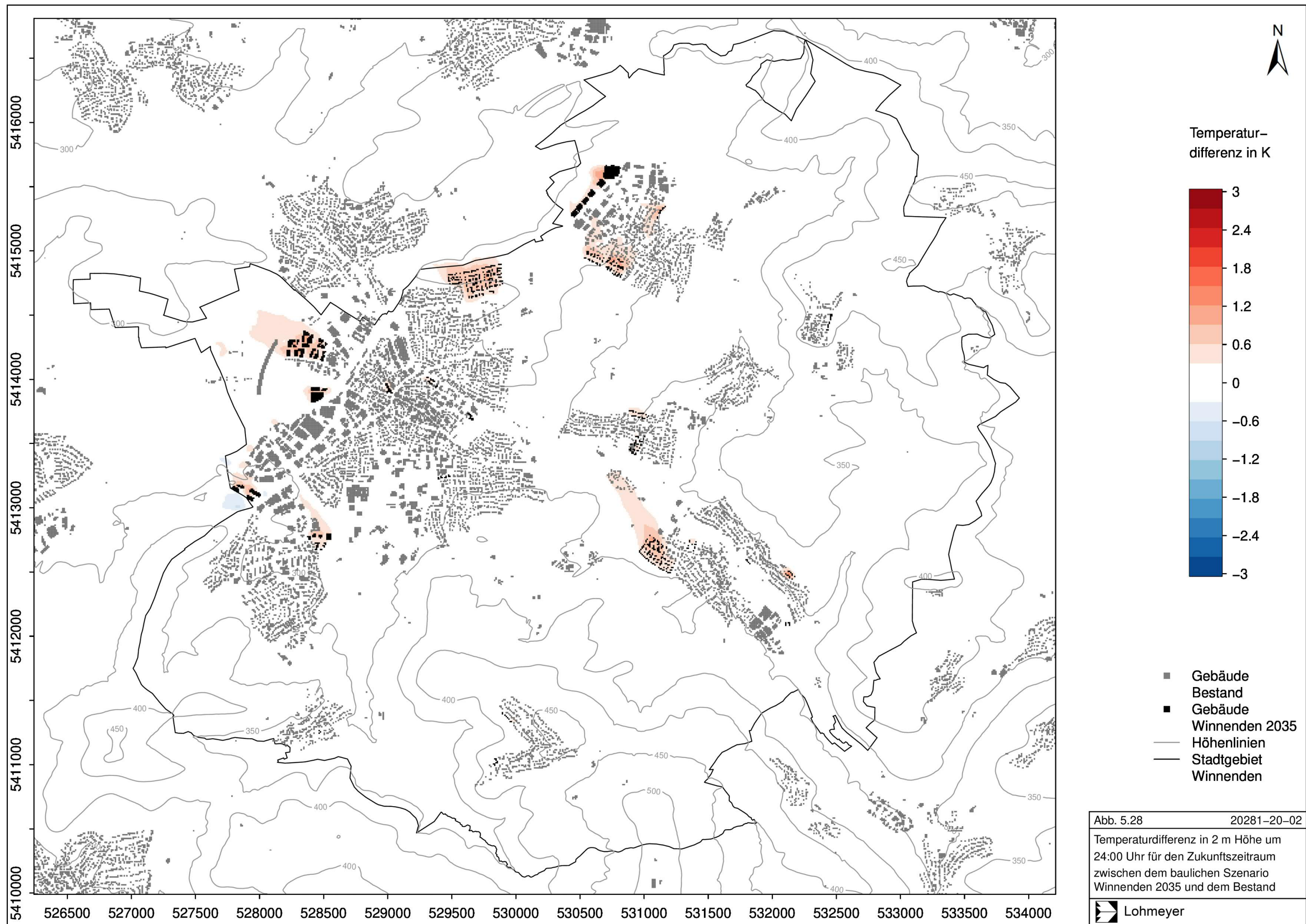
Für einen typischen Heißen Sommertag zeigt die **Abb. 5.26** die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung in etwa 2 m über Grund im Untersuchungsgebiet um Mitternacht mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ für den Zukunftszeitraum; aufgrund der Übersichtlichkeit ist nur jeder 14te Geschwindigkeitsvektor (Pfeil) dargestellt. Entsprechend den topografischen Gegebenheiten sind die nächtlichen thermischen Ausgleichsströmungen und damit die Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung in den überwiegenden Bereichen des Untersuchungsgebietes vergleichbar mit denjenigen aus den vorhergehenden Fällen. Allein im Nahbereich und im Lee der angesetzten Bauwerke für das Zukunftsszenario „Winnenden 2035“ ergeben sich teils deutliche Änderungen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Dies betrifft beispielsweise wie zu Beginn der Nacht die Strömung nordwestlich des Bebauungsplangebietes „Bildstraße II“ mit einer verringerten Strömungsgeschwindigkeit im Lee des Bebauungsplangebietes.

Für die Kaltluftvolumenstromdichte (**Abb. 5.27**) ergeben sich um Mitternacht mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ für den Zukunftszeitraum noch etwas geringere Änderungen im Vergleich zu den beiden vorhergehenden Fällen als in 2 m Höhe, da die Strömung in höheren Schichten weniger von den bodennahen Bebauungsänderungen beeinflusst wird, sodass die Verhältnisse mit den beiden vorherigen Fällen vergleichbar sind.

Dementsprechend zeigt die **Abb. 5.28** die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe nach einem typischen Heißen Sommertag um 24:00 Uhr im Untersuchungsgebiet zwischen dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ und dem baulichen Bestand für den Zukunftszeitraum. Die dargestellten Differenzen der Lufttemperatur entstehen überwiegend durch die modellierten Neubebauungen auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ im Vergleich zum Bestand. Wie zu Beginn der Nacht kühlen die neu bebauten Bereiche im Vergleich zum Bestand nachts langsamer ab, sodass eine Überwärmung der Bebauungsplangebiete im Vergleich zum Umland entsteht. Aus diesen Erwärmungen folgen in Strömungsrichtung weitere Erwärmungen im Vergleich zum Bestand, abnehmend mit der Entfernung von dem jeweiligen Bebauungsplangebiet. Mit den angesetzten Gebäuden aus dem Szenario „Winnenden 2035“ werden im Nahbereich der Bebauungsgebiete „Südlich der Weinstraße“ in Hanweiler, „Sonnenbergstraße“ in Breuningsweiler und „Steinweg“ im Stadtgebiet von Winnenden wie zu Beginn der Nacht keine Erhöhungen der Lufttemperatur in 2 m um 0.3 K oder mehr um Mitternacht berechnet. Dies gilt um Mitternacht auch für die Bebauungsplangebiete „Hofkammerstraße“ und „Festwiese“ in Birkmannsweiler, sowie „Öschelbronner Straße II“ in Bürg. Im Bebauungsgebiet „Haselsteinstraße“ in Breuningsweiler werden Lufttemperaturerhöhungen bis 0.6 K berechnet, im Vergleich zum Beginn der Nacht auf einer kleineren Fläche. In Birkmannsweiler



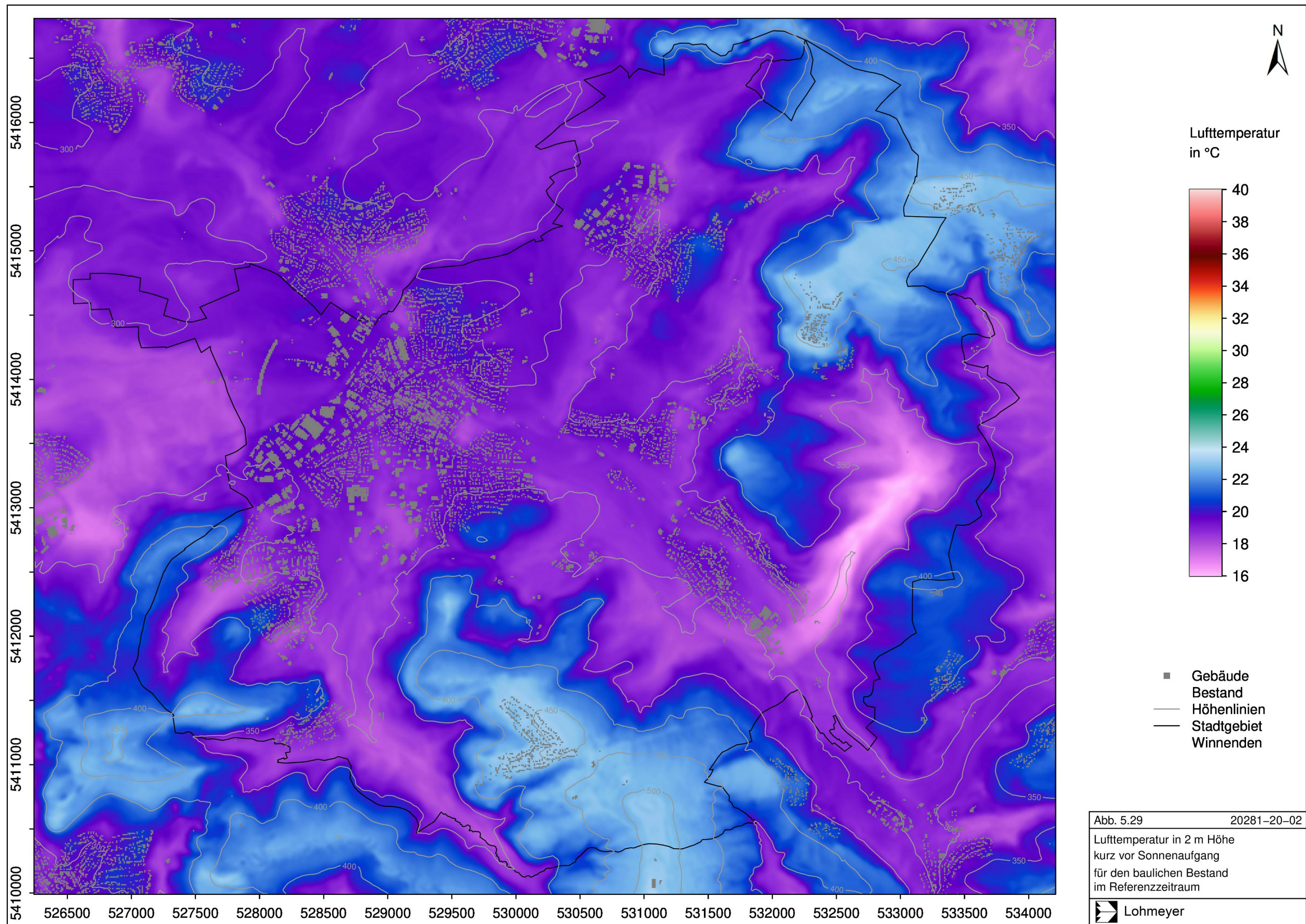




werden im Nahbereich des Bebauungsgebietes „Kreuzwiesen“ Temperaturerhöhungen bis 0.6 K berechnet, die nicht die bestehende Bebauung erreichen. Für das Bebauungsgebiet „Gereut“ wird eine Temperaturerhöhung bis 1.5 K innerhalb des Gebietes und bis 0.9 K an die südwestlich bzw. westlich liegende nächste Bestandsbebauung berechnet, vergleichbar mit den Verhältnissen zu Beginn der Nacht. Innerhalb des Bebauungsplangebietes „Bildstraße II“ in Birkmannsweiler werden in dessen nördlichem Bereich Änderungen bis 1.2 K berechnet, d. h. etwa halb so viel wie zu Beginn der Nacht, sodass auch die Ausbreitung der Temperaturerhöhung etwas weniger weit reicht als zu Beginn der Nacht, jedoch mit bis zu 0.6 K weiterhin bis in den Siedlungsbereich Ruitzenmühle. Im Bereich des Bebauungsplangebietes „Bildackerstraße“ in Höfen werden Änderungen der Temperatur bis 0.6 K berechnet, wobei die Änderungen im Vergleich zu Beginn der Nacht nicht mehr an die nächstliegenden Bestandsgebäude heran reichen. Im Bebauungsplangebiet „Hofäcker“ werden ebenfalls Änderungen der Temperatur bis 0.6 K berechnet, wobei weiterhin keine Änderungen größer gleich 0.3 K bis an die bestehende Bebauung heran reichen. In Hertmannsweiler werden für die Bebauungsplangebiete „Rothenbühlstraße“ im Norden und „Kirchhofäcker“ im Süden weiterhin Änderungen der Temperatur in Teilbereichen bis 1.2 K berechnet, die aufgrund der Strömungsrichtungen mit bis zu 0.9 K in die Bereiche der Bestandsbebauung reichen können. Für die Neuaufstellung Schmiede III am westlichen Rand von Hertmannsweiler ergeben sich in Teilbereichen Änderungen der Temperatur bis 1.2 K. Aufgrund der dortigen Anströmung aus südöstlicher bis östlicher Richtung bei autochthonen Wetterlagen im Sommer ergeben sich weiterhin keine Änderungen größer gleich 0.3 K in den Bereichen der Bestandsbebauung. Im Bebauungsplangebiet „Adelsbach II“ im Norden der Kernstadt von Winnenden werden lokal, d. h. im Zentrum des Gebietes, bis zu 1.2 K Temperaturänderung berechnet. An der Grenze zur Bestandsbebauung werden bis zu 0.6 K Änderung berechnet. Aufgrund der möglichen Planung in den Bebauungsplangebieten „Seegarten/Wiesenstraße“ und „Gerberstraße II“ in der Kernstadt von Winnenden werden Änderungen der Temperatur im Nahbereich des Plangebietes bis 0.6 K berechnet, die im Bebauungsplangebiet und „Gerberstraße II“ lokal bis an die nächstliegende Bestandsbebauung heran reichen können. Im Bereich des Bebauungsplangebietes „Kronenplatz“ werden bis zu 0.9 K Änderung berechnet, die ebenfalls bis an die nächste Bestandsbebauung heran reichen können. Für die drei Bebauungsplangebiete „Untere Schray“, „Brühl“ und „Linsenhalle II“ westlich und südwestlich der Kernstadt von Winnenden werden lokal Lufttemperaturänderungen bis zu 1.2 K berechnet. Im Bebauungsplangebiet „Brühl“ sind die Änderungen größer gleich 0.3 K auf das Bebauungsplangebiet beschränkt, in den beiden übrigen Gebieten können die Änderungen mit bis zu 0.6 K lokal an bestehende Bebauung in der Nähe heran reichen. Im Bebauungsplangebiet „Untere Schray“ reichen die

reichen die Änderungen im Vergleich zu Beginn der Nacht deutlich weiter auf die Freiflächen nach Westnordwest, weil die Strömungsgeschwindigkeit aufgrund des einsetzenden Kaltluftstroms deutlich zugenommen. Im nordöstlichen Bereich des Siedlungsgebietes Schelmenholz ergeben sich durch das Bebauungsplangebiet „Körnle Erweiterung“ Änderungen der Temperatur bis 0.9 K, die lokal an die umliegende Bebauung heran reichen können. Ein Vergleich mit den Klimaänderungen im betrachteten Zeitraum zeigt, dass die Änderungen der Lufttemperatur um Mitternacht nach einem Hitzetag bei solch einer Wetterlage durch die möglichen Neubebauungen auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ etwas mehr als halb so groß sein können wie die Klimaänderungen zwischen dem Zukunfts- und Referenzzeitraum. Im Vergleich zum Referenzzeitraum bei baulichem Bestand können sich die durch die Klimaänderung und die bauliche Veränderung hervorgerufene Temperaturveränderung bei solch einer Wetterlage summieren und zu deutlich höheren Temperaturen führen.

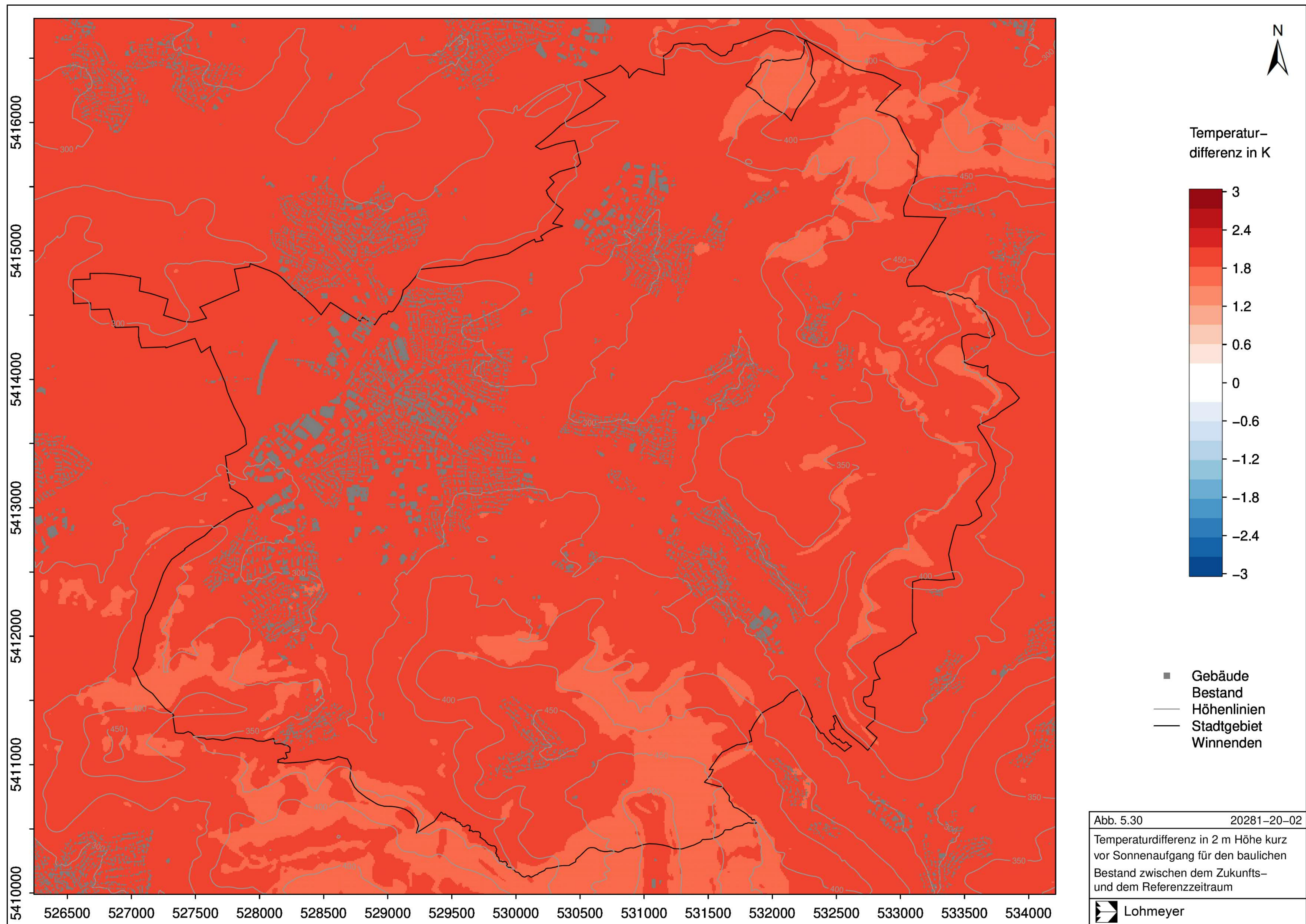
Bis etwa zum Zeitraum des Sonnenaufgangs erreicht die Lufttemperatur bei weiterhin negativer Strahlungsbilanz am Erdboden, d. h. es wird mehr Wärme von der Erdoberfläche abgegeben als aufgenommen, ihr Minimum. Die Strömungsverhältnisse ändern sich im Laufe der Nacht bei einer autochthonen Wetterlage nicht mehr wesentlich, außer dass diese in ihrer Geschwindigkeit aufgrund der vorhandenen Kaltluft bodennah Großteils etwas abnehmen. Deshalb wird hier auf weitere Strömungsbilder verzichtet, sodass **Abb. 5.29** die bodennahe Lufttemperatur kurz vor Sonnenaufgang im Untersuchungsgebiet bei baulichem Bestand für den Referenzzeitraum zeigt. Die räumliche Verteilung der Lufttemperatur ist vergleichbar mit derjenigen um Mitternacht, d. h. die kühleren Bereiche sind weiterhin die unbebauten Täler, wo sich die kühlen bodennahen Hangabwinde in den Talbereichen sammeln und als gesammelte bzw. talfolgende Kaltluftströmungen talabwärts strömen. Dort werden früh morgens überwiegend zwischen 16.5 °C und 19.0 °C berechnet. Die höheren Lagen und Kuppenlagen kühlen weiterhin weniger stark aus, sodass dort überwiegend 21.0 °C bis 24.0 °C berechnet werden. Die Differenz der Temperatur zwischen den Siedlungsbereichen und den unbebauten Bereichen wird mit überwiegend 0.5 K bis 2.5 K etwas geringer berechnet als noch um Mitternacht. In den Siedlungsbereichen Breuningsweiler und Bürg werden noch überwiegend 22.0 °C bis 24.0 °C, für Hertmannsweiler 18.0 °C bis 21.0 °C und für die Stadtteile Baach und Höfen 18.0 °C bis 20.0 °C berechnet. Die überwiegenden Bereiche der Stadtteile Hanweiler und Birkmannsweiler werden weiterhin von kräftigen Kaltluftströmungen überströmt, sodass dort 18.0 °C bis 20.0 °C berechnet werden. Das Siedlungsgebiet Schelmenholz wird im nordwestlichen und südöstlichen Bereich von Kaltluftströmungen erfasst, sodass dort zwischen 18.0 °C und 20.0 °C berechnet werden, dazwischen werden in den teils etwas höher gelegenen Bereichen noch 19.0 °C bis 21.0 °C berechnet. Die Kernstadt von Winnenden wird

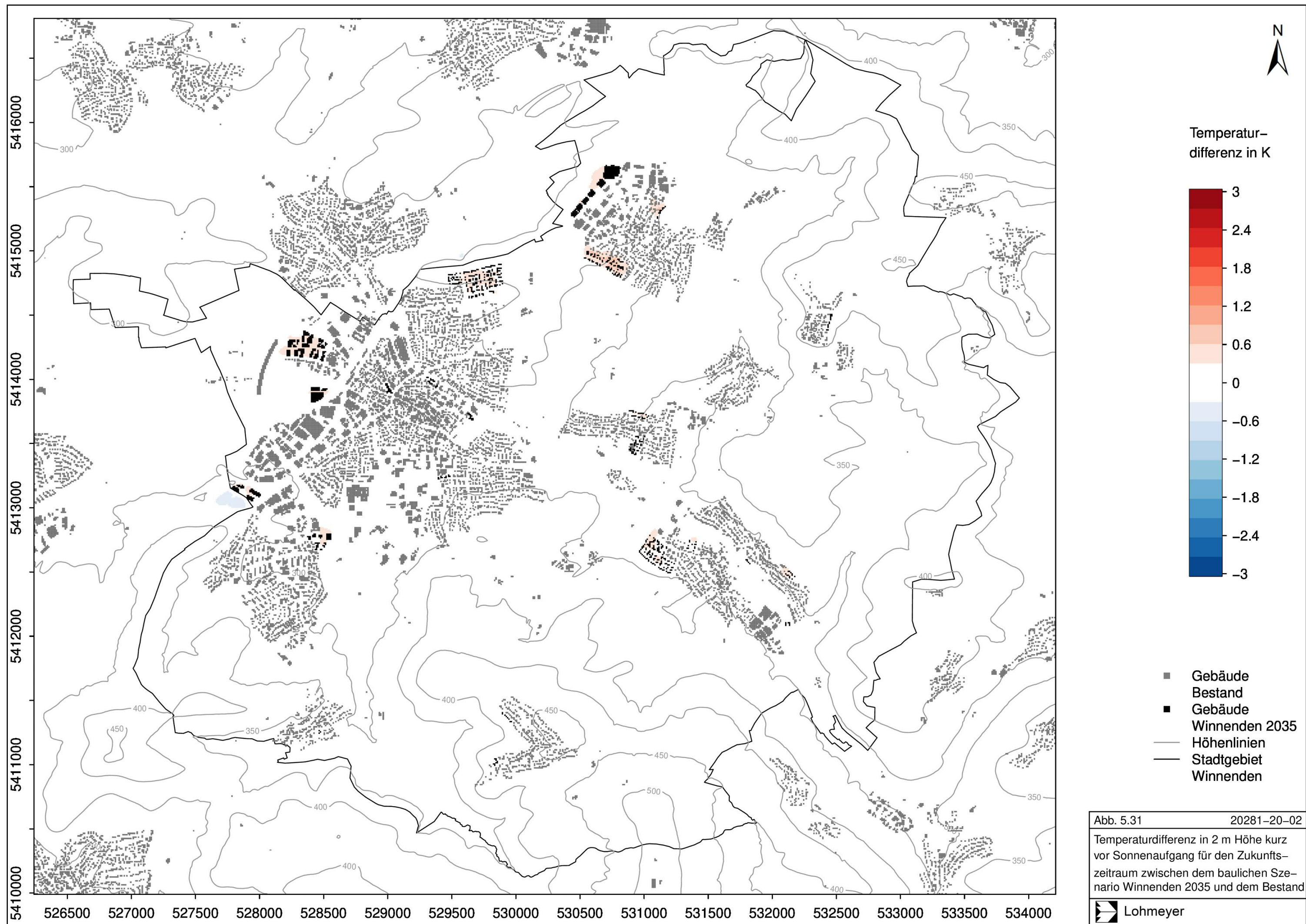


weiterhin aus Süden durch die Kaltluftströmung entlang des Zipfelbachs und aus Südosten und Osten durch die Kaltluftströmung entlang des Buchenbachs angeströmt. Aus Süden kann die bodennahe Kaltluft weiterhin entlang der locker bebauten Flächen links- und rechtsseitig des Zipfelbachs weit ins Stadtgebiet vordringen. So werden im Bereich der Sportplätze Winnenden und des Schlossparks, sowie westlich der L 1140 über den unbebauten Freiflächen 18.0 °C bis 20.0 °C berechnet. Die kühle Strömung wirkt bis in die bebauten Gebiete hinein, beispielsweise auf das Wohngebiet nordwestlich der Rems-Murr-Kliniken. In den dicht bebauten Bereichen entlang der Marktstraße und weiter nach Nordwesten bis zum Bahnhof werden aufgrund des städtischen Wärmeinseleffekts mit bis zu 20.5°C etwas höhere Temperaturen berechnet. Von Südosten und Osten kann die bodennahe Kaltluft entlang des Buchenbachs weiterhin ungehindert bis über den Friedhof und die nordöstlich angrenzenden Kleingärten bis zum Beginn des Siedlungsbereiches mit einer Temperatur von etwa 18.0 °C bis 20.0 °C vordringen. In den bebauten Bereichen wird die bodennahe Kaltluft Großteils aufgezehrt, sodass im weiteren Verlauf des Buchenbachs etwa 20.5 °C berechnet werden. In den Siedlungsbereichen nordöstlich des Buchenbachs ergeben sich aufgrund des schwächeren Zustroms kühler Luft aus dem Umland in Kombination mit der baulich bedingten Überwärmung noch teilweise Temperaturen bis etwa 21 °C.

Die **Abb. 5.30** zeigt die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen dem Zukunftszeitraum und dem Referenzzeitraum für den baulichen Bestand früh morgens. Die Differenz der Lufttemperatur an einem Heißen Sommertag liegt auf der Fläche homogen verteilt bei knapp 2 K zwischen dem Zukunftszeitraum und dem Referenzzeitraum, sodass die räumliche Verteilung damit vergleichbar ist; die schwachen unterschiedlichen räumlichen Differenzen um wenige Zehntel Kelvin (unterschiedliche Farbbereiche in **Abb. 5.30**) sind auf numerische Effekte zurückzuführen, die bei der Berechnung von Einzelsituationen auftreten. Mit dem knapp 2 K höheren Temperaturniveau haben die Nächte nach heißen Sommertagen bei autochthonen Wetterlagen in dem Zukunftszeitraum eine vergleichbare Auftretenswahrscheinlichkeit wie die Nächte mit dem in **Abb. 5.29** gezeigten Temperaturniveau im Referenzzeitraum.

Die **Abb. 5.31** die Differenz der Lufttemperatur in 2 m Höhe nach einem typischen Heißen Sommertag kurz vor Sonnenaufgang im Untersuchungsgebiet zwischen dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ und dem baulichen Bestand für den Zukunftszeitraum. Die dargestellten Differenzen der Lufttemperatur entstehen überwiegend durch die baulichen Änderungen auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ im Vergleich zum Bestand. Insgesamt werden früh morgens etwas geringere Änderungen der Lufttemperatur aufgrund der möglichen Bebauung in den Bebauungsplangebieten im Vergleich zu dem Zeitraum um Mitternacht berechnet. Mit





den angesetzten Gebäuden aus dem Szenario „Winnenden 2035“ werden im Nahbereich der Bebauungsplangebiete „Südlich der Weinstraße“ in Hanweiler, „Sonnenbergstraße“ und „Haselsteinstraße“ in Breuningsweiler, „Hofkammerstraße“ und „Festwiese“ in Birkmannsweiler, „Öschelbronner Straße II“ in Bürg und „Steinweg“ in der Kernstadt von Winnenden keine Erhöhungen der Lufttemperatur in 2 m Höhe um 0.3 K oder mehr berechnet. Ein Vergleich mit den Klimaänderungen im betrachteten Zeitraum zeigt, dass die Änderungen der Lufttemperatur früh morgens nach einem Hitzetag bei solch einer Wetterlage durch die möglichen Neubebauungen bei den hier vorliegenden möglichen Planungen knapp halb so groß sein können wie die Klimaänderungen zwischen dem Zukunfts- und Referenzzeitraum. Im Vergleich zum Referenzzeitraum mit baulichem Bestand können sich die durch die Klimaänderung und die bauliche Veränderung hervorgerufene Temperaturveränderung bei solch einer Wetterlage summieren und zu deutlich höheren Temperaturen führen.

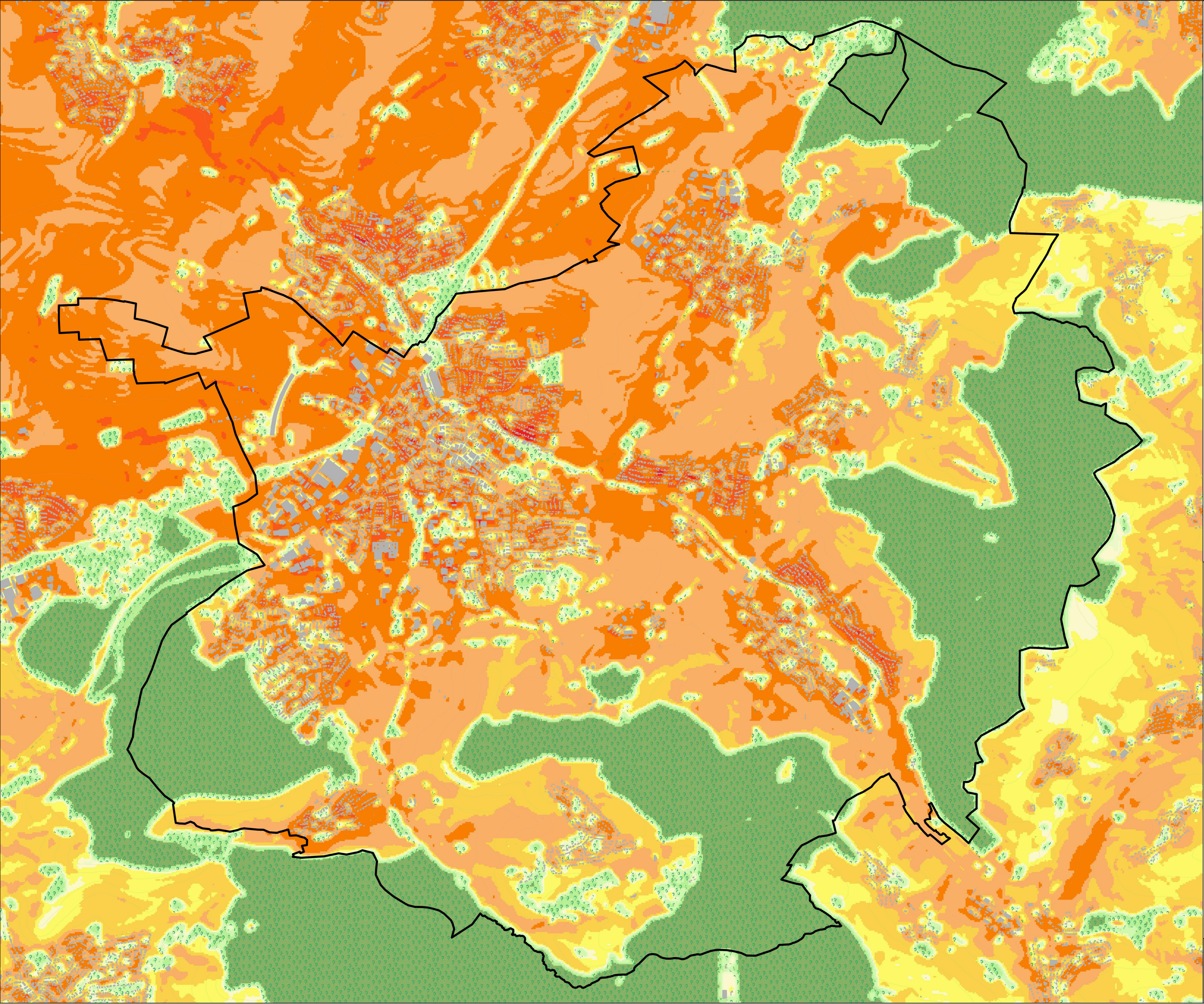
6 KLIMAANALYSEKARTEN FÜR DIE STADT WINNENDEN

Zur Zusammenfassung der Ergebnisse werden für das Stadtgebiet Winnenden Klimaanalysekarten für die lokalklimatischen Verhältnisse an heißen Sommertagen bei autochthonen Wetterlagen abgeleitet. Die Klimaanalysekarten wurden für alle drei betrachteten Fälle, d. h. baulicher Bestand und klimatologischer Referenzzeitraum 1971 – 2000, baulicher Bestand und klimatologischer Projektionszeitraum + 2 K bzw. Zukunftszeitraum und bauliches Szenario „Winnenden 2035“ und klimatologischer Projektionszeitraum + 2 K bzw. Zukunftszeitraum, sowie jeweils für die mittleren Verhältnisse an solchen Tagen tagsüber und nachts erstellt.

Die Klimaanalysekarten orientieren sich an dem bioklimatischen Index Universal Thermal Climate Index (UTCI; z. B. Jendritzky et al., 2012, Bröde et al., 2012), der neben der Lufttemperatur auch die meteorologischen Größen mittlere Strahlungstemperatur, Windgeschwindigkeit und Luftfeuchte berücksichtigt und damit als eine Art „gefühlte Temperatur“ aufgefasst werden kann. Wenn die Lufttemperatur geringer als die Körpertemperatur ist verringert sich der UTCI bei höherer Windgeschwindigkeit, sodass beispielsweise nachts nicht nur die gegebenenfalls geringere Temperatur aufgrund eines möglicherweise vorhandenen Kaltluftabflusses wirkt, sondern in Kombination mit einer höheren Windgeschwindigkeit diese verstärkt „spürbar“ ist. Tagsüber wird bei wolkenarmen Tagen vor allem der Einfluss der direkten Sonnenstrahlung über die mittlere Strahlungstemperatur „spürbar“. Die mittlere Strahlungstemperatur ist definiert als die „einheitliche Temperatur einer schwarz strahlenden Umschließungsfläche (Emissionskoeffizient $\varepsilon = 1$), die zu dem gleichen Strahlungsenergiegewinn eines Menschen führt wie die aktuellen, unter Freilandbedingungen meist sehr uneinheitlichen Strahlungsflüsse“. Die mittlere Strahlungstemperatur entspricht in Innenräumen gewöhnlich der Lufttemperatur, kann in besonnten Bereichen im Freien jedoch mehr als 30 K darüber liegen (VDI 3787 Blatt 2, 2008).

Die Klimaanalysekarten für die Nachtsituation enthalten zudem generalisierte Pfeildarstellungen, die siedlungsbezogene nächtliche Kaltluftströmungen darstellen. Die dickeren Pfeile entsprechen Bereichen mit hohen und sehr hohen Kaltluftvolumenstromdichten, d. h. kräftigen Talabwinden und/oder gesammelten Kaltluftabflüssen, die schmalere Pfeile kennzeichnen Kaltluftabflüsse mit etwas geringerer Volumenstromdichte und Mächtigkeit, z. B. Hangabwinde.

Die **Abb. 6.1** zeigt die Klimaanalysekarte von Winnenden am Tag für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum. Dargestellt ist die räumliche Verteilung der Wärmebelastung an heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer anhand des thermischen Komfortindex UTCI



Klimaanalysekarte von Winnenden am Tag für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum

Räumliche Verteilung der Wärmebelastung an heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCI

- + 19 K
- + 18 K
- + 17 K
- + 16 K
- + 15 K
- + 14 K
- + 13 K
- + 12 K
- + 11 K
- + 10 K
- + 9 K
- + 6 K
- + 3 K



Abweichung der Wärmebelastung gegenüber den kühleren und verschatteten Bereichen des Betrachtungsgebietes im Referenzzeitraum

- Bäume/Wald
- Bauwerke Bestand
- Stadtgebiet Winnenden
- Höhenlinien 25 m

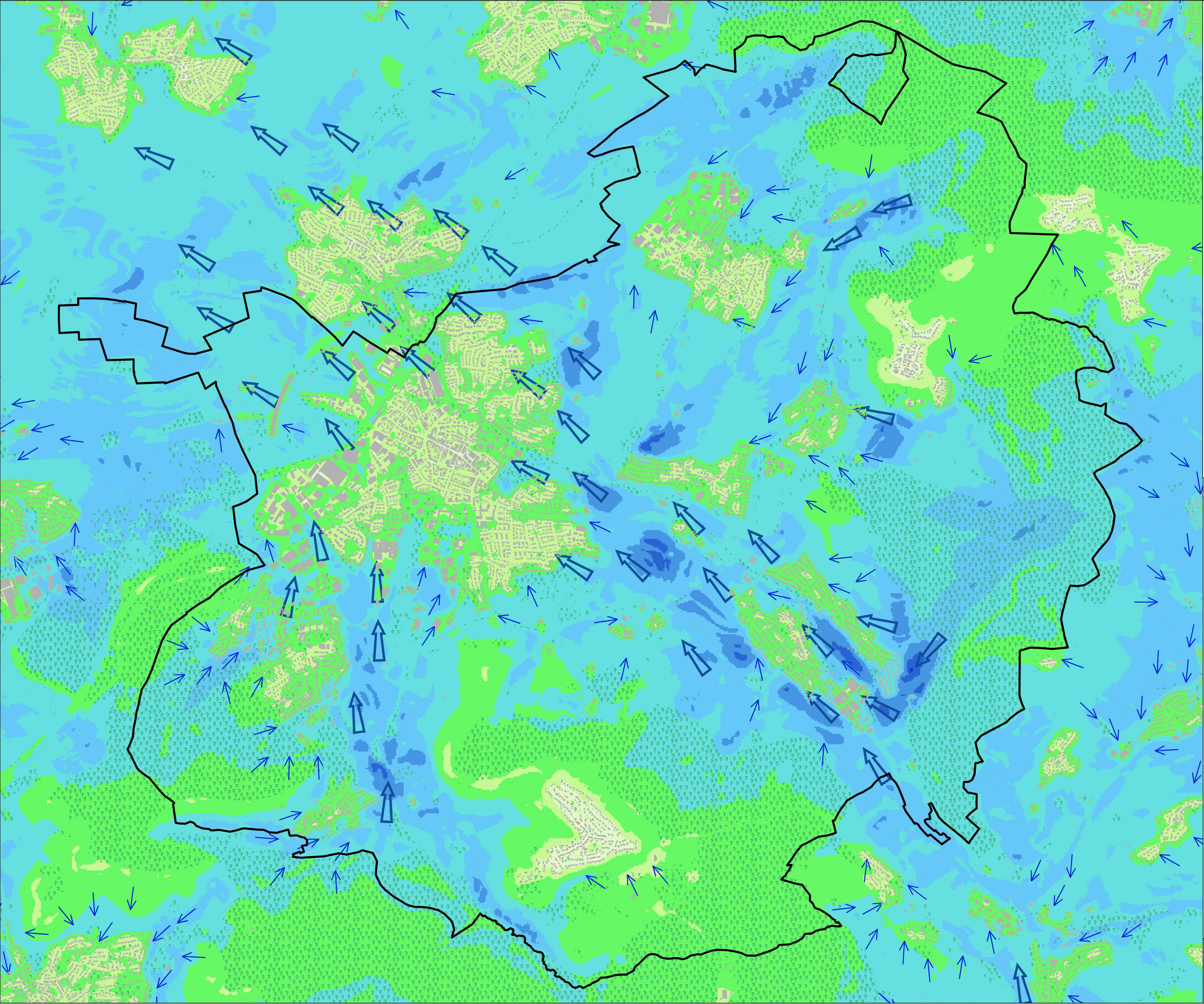
0 250 500 750 1 000 Meter



als Abweichung gegenüber den kühlen und verschatteten Bereichen im Betrachtungsgebiet im Referenzzeitraum. Da die Wärmebelastung an heißen wolkenlosen Sommertagen stark von der mittleren Strahlungstemperatur abhängig ist, sodass große Unterschiede zwischen verschatteten und nicht verschatteten Bereichen entstehen, werden die Klassen für die Farbskala der Abweichungen im unteren Bereich in 3 K-Schritten und sonst in 1 K-Schritten angelegt. Die kühlestes Bereiche sind überwiegend die verschatteten Waldbereiche im Betrachtungsgebiet mit etwa 17 K bis 18 K weniger als die Bereiche mit der größten Wärmebelastung. Die größten Wärmebelastungen im Untersuchungsgebiet werden in den tiefer gelegenen, gering verschatteten und besiedelten Bereichen berechnet, beispielsweise in Teilbereichen von Winnenden, Höfen oder Birkmannsweiler. Die etwas höher gelegenen Siedlungsbereiche weisen aufgrund der etwas geringeren Lufttemperatur eine etwas geringere Wärmebelastung tagsüber auf, beispielsweise Breuningsweiler und Bürg.

Die **Abb. 6.2** zeigt die Klimaanalysekarte von Winnenden in der Nacht für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum. Dargestellt ist die räumliche Verteilung der bioklimatischen Verhältnisse nach heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCI als Abweichung des thermischen Komfortindex von den kühlestes Bereichen im Betrachtungsgebiet im Referenzzeitraum. Dies sind nachts die kühlen Talbereiche in Kombination mit kräftigen Kaltluftströmungen, beispielsweise in unbebauten Teilbereichen der Täler entlang des Buchenbachs oder des Zipfelbachs. Die wärmeren Siedlungsbereiche sind mittels des thermischen Komfortindex deutlich abgegrenzt zu den bebauungsfreien Flächen aufgrund der höheren Lufttemperatur in Folge des städtischen Wärmeinseleffekts, der höheren mittleren Strahlungstemperatur durch die Wärmeabgabe der versiegelten Flächen und Bauwerke und die verringerte Strömungsgeschwindigkeit in Folge der Strömungshindernisse. Die geringste nächtliche Abkühlung erfolgt in eng bebauten zusammenhängenden Siedlungsbereichen, beispielsweise im Bereich der Marktstraße in Winnenden. In den Siedlungsgebieten in den höher gelegenen Bereichen, d. h. in Breuningsweiler und Bürg, sind die Abweichungen gegenüber den kühlestes Bereichen aufgrund der geringeren nächtlichen Auskühlung der höheren Lagen mit am größten, hier ist jedoch die Wärmebelastung tagsüber etwas geringer (vgl. **Abb. 6.1**).

Die **Abb. 6.3** zeigt die Klimaanalysekarte von Winnenden am Tag für den baulichen Bestand im Zukunftszeitraum. Dargestellt ist die räumliche Verteilung der Wärmebelastung an heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer anhand des thermischen Komfortindex UTCI als Abweichung gegenüber den kühlen und verschatteten Bereichen im Betrachtungsgebiet aus dem Referenzzeitraum (vgl. **Abb. 6.1**). Die räumliche Verteilung der Wärmebelastung im



Klimaanalysekarte von Winnenden in der Nacht für den baulichen Bestand im Referenzzeitraum

Räumliche Verteilung der bioklimatischen Verhältnisse nach heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCi

+ 10 K

+ 9 K

+ 8 K

+ 7 K

+ 6 K

+ 5 K

+ 4 K

+ 3 K

+ 2 K

+ 1 K

↑

Abweichung des thermischen Komfortindex im Vergleich zu den kühlest Bereichen des Betrachtungsgebiet im Referenzzeitraum

Kaltluftabfluss

Berg-/Talwindsystem, gesammelte Kaltluft

Bäume/Wald

Bauwerke Bestand

Stadtgebiet Winnenden

Höhenlinien 25 m

0

250

500

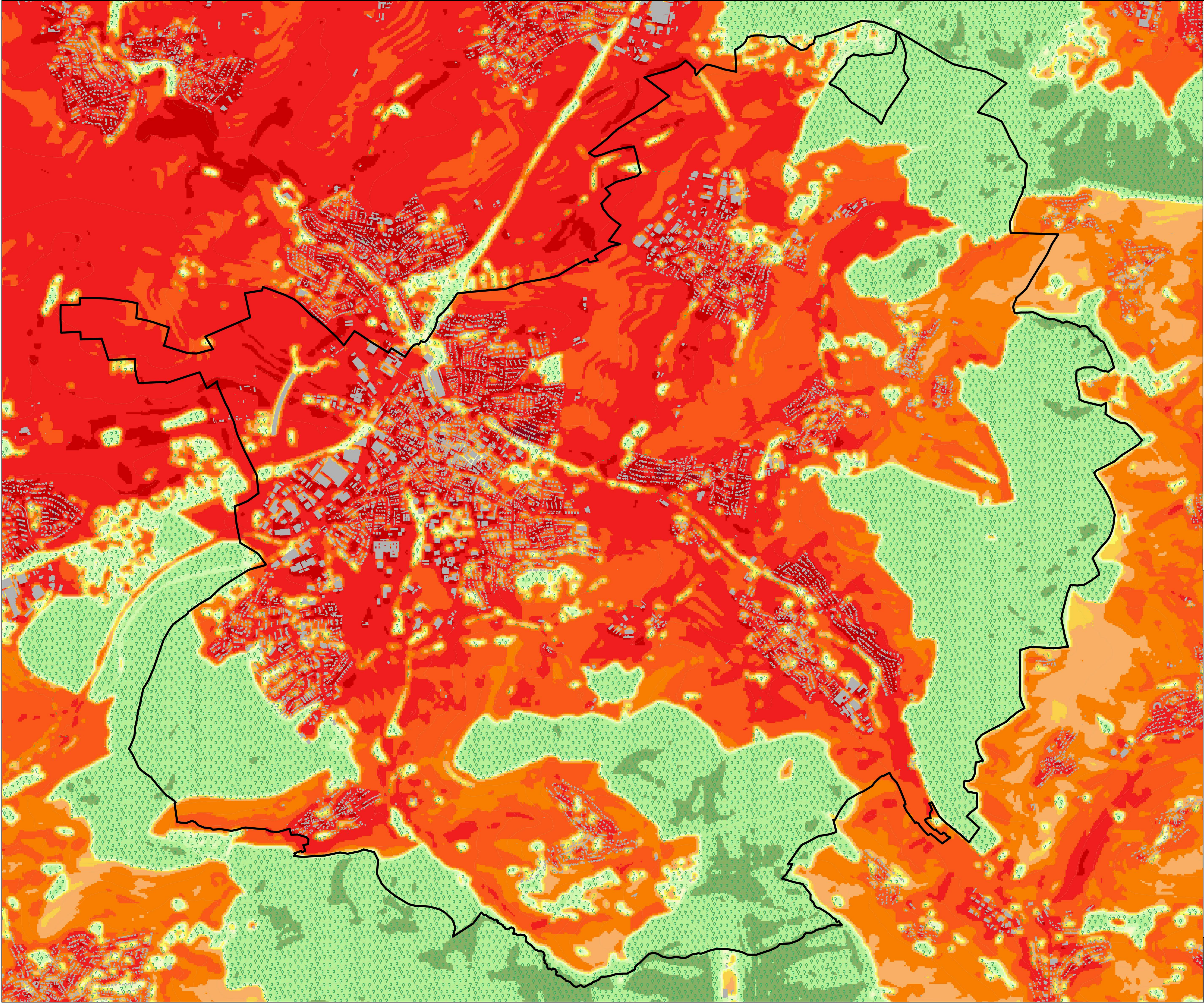
750

1 000

Meter

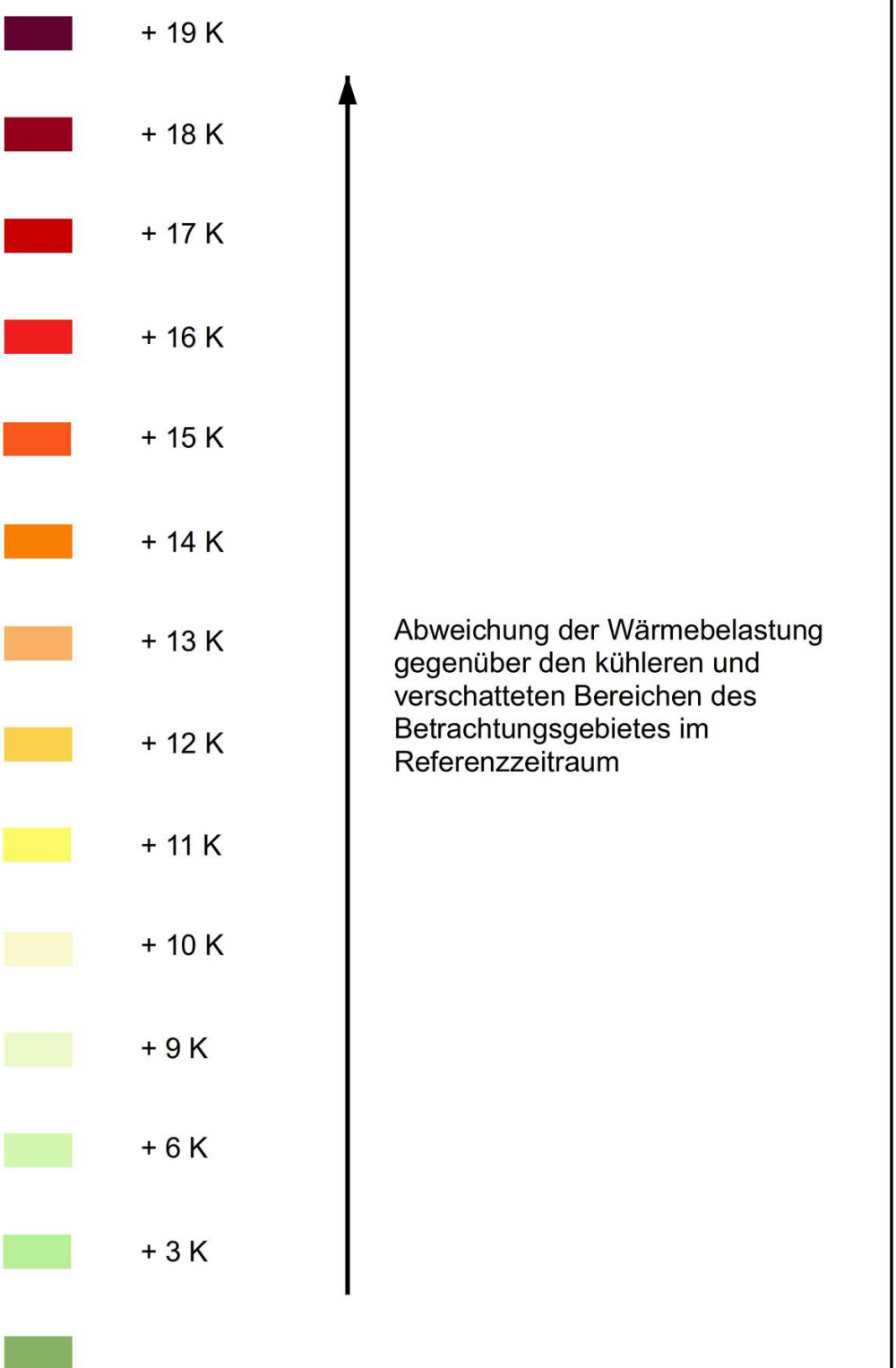
N

↑

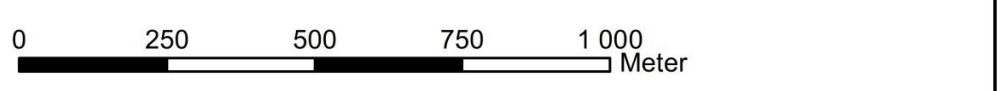


Klimaanalysekarte von Winnenden am Tag für den baulichen Bestand im Zukunftszeitraum

Räumliche Verteilung der Wärmebelastung an heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCI



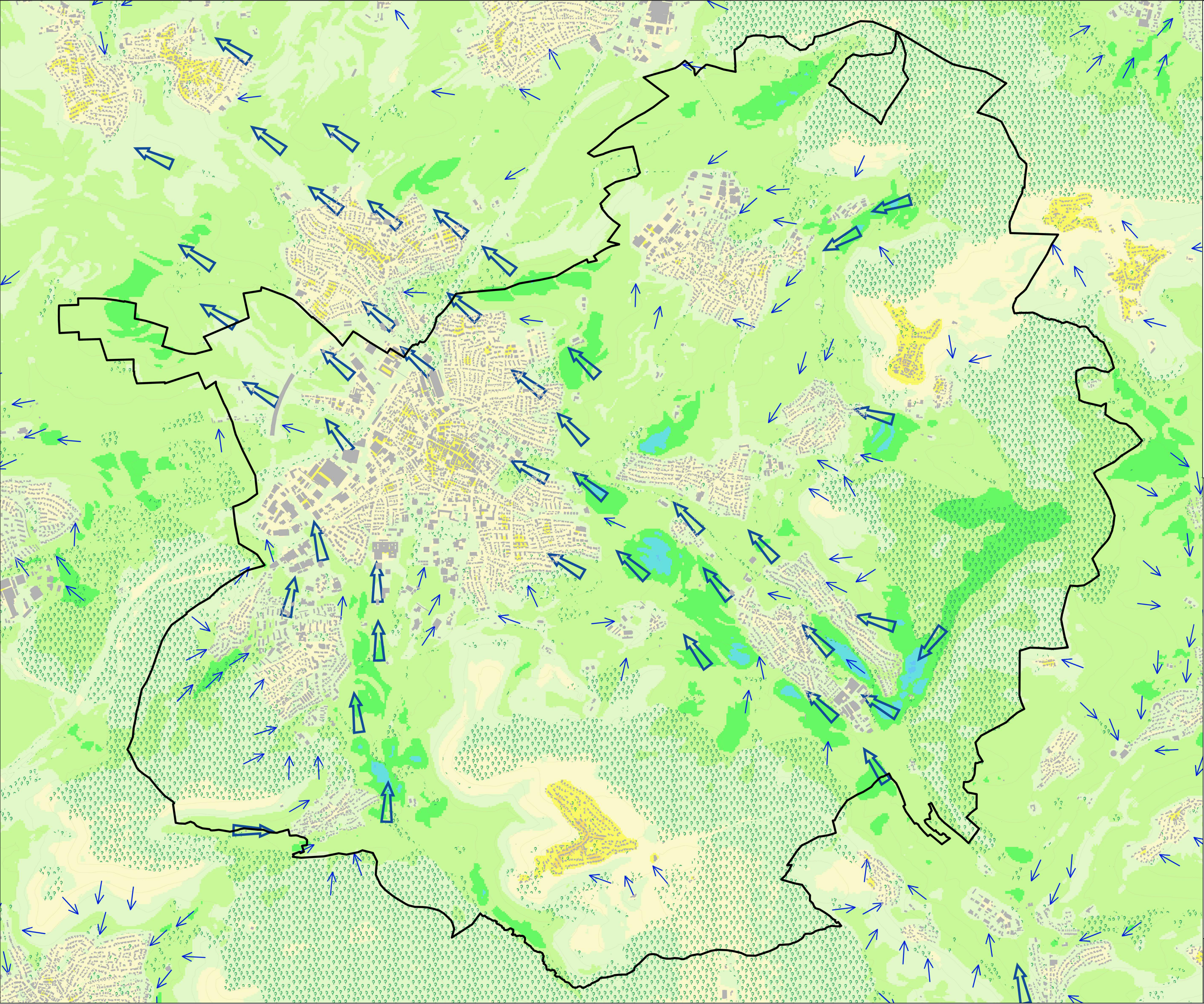
- Bäume/Wald
- Bauwerke Bestand
- Stadtgebiet Winnenden
- Höhenlinien 25 m



Zukunftszeitraum ist vergleichbar mit derjenigen aus dem Referenzzeitraum, das Niveau liegt etwa 2.2 K über dem Niveau aus dem Referenzzeitraum. Wie im Referenzzeitraum ergeben sich die größten Wärmebelastungen im Untersuchungsgebiet in den tiefer gelegenen, gering verschatteten und besiedelten Bereichen, beispielsweise in Teilbereichen von Winnenden, Höfen oder Birkmannsweiler. Die etwas höher gelegenen Siedlungsbereiche weisen aufgrund der etwas geringeren Lufttemperatur eine etwas geringere Wärmebelastung tagsüber auf, beispielsweise Breuningsweiler und Bürg.

Die **Abb. 6.4** zeigt die Klimaanalysekarte von Winnenden in der Nacht für den baulichen Bestand im Zukunftszeitraum. Dargestellt ist die räumliche Verteilung der bioklimatischen Verhältnisse nach heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCI als Abweichung des thermischen Komfortindex von den kühlestten Bereichen im Betrachtungsgebiet aus dem Referenzzeitraum (vgl. **Abb. 6.2**). Die räumliche Verteilung der Wärmebelastung im Zukunftszeitraum ist vergleichbar mit derjenigen aus dem Referenzzeitraum, das Niveau liegt knapp 2.6 K über dem Niveau aus dem Referenzzeitraum. Die nachts bioklimatisch kühlestten Bereiche sind weiterhin die unbebauten Talbereiche in Kombination mit kräftigen Kaltluftströmungen, beispielsweise entlang des Buchenbachs oder des Zipfelbachs. Die wärmeren Siedlungsbereiche sind mittels des thermischen Komfortindex weiterhin deutlich abgegrenzt zu den bebauungsfreien Flächen aufgrund der höheren Lufttemperatur in Folge des städtischen Wärmeinseleffekts, der höheren mittleren Strahlungstemperatur durch die Wärmeabgabe der versiegelten Flächen und Bauwerke und die verringerte Strömungsgeschwindigkeit in Folge der Strömungshindernisse. Die geringste nächtliche Abkühlung erfolgt weiterhin in eng bebauten zusammenhängenden Siedlungsbereichen, beispielsweise im Bereich der Marktstraße in Winnenden. Die bioklimatischen Verhältnisse einer gut belüfteten Stadtrandlage im Zukunftszeitraum sind vergleichbar mit derjenigen des eng bebauten Siedlungsbereiches von Winnenden im Referenzzeitraum. In den höher gelegenen Siedlungsbereichen, d. h. in Breuningsweiler und Bürg, sind die Abweichungen gegenüber den kühlestten Bereichen aufgrund der geringeren nächtlichen Auskühlung der höheren Lagen weiterhin mit am größten, hier ist jedoch die Wärmebelastung tagsüber etwas geringer (vgl. **Abb. 6.3**).

Die **Abb. 6.5** zeigt die Klimaanalysekarte von Winnenden am Tag für das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ im Zukunftszeitraum. Dargestellt ist die räumliche Verteilung der Wärmebelastung an heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer anhand des thermischen Komfortindex UTCI als Abweichung gegenüber den kühlen und verschatteten Bereichen im Betrachtungsgebiet aus dem Referenzzeitraum mit baulichem Bestand (vgl.



Klimaanalysekarte von Winnenden in der Nacht für den baulichen Bestand im Zukunftszeitraum

Räumliche Verteilung der bioklimatischen Verhältnisse nach heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCi

+ 10 K

+ 9 K

+ 8 K

+ 7 K

+ 6 K

+ 5 K

+ 4 K

+ 3 K

+ 2 K

+ 1 K

Abweichung des thermischen Komfortindex im Vergleich zu den kühlestn Bereichen des Betrachtungsgebiet im Referenzzeitraum

→ Kaltluftabfluss

→ Berg-/Talwindsystem, gesammelte Kaltluft

Bäume/Wald

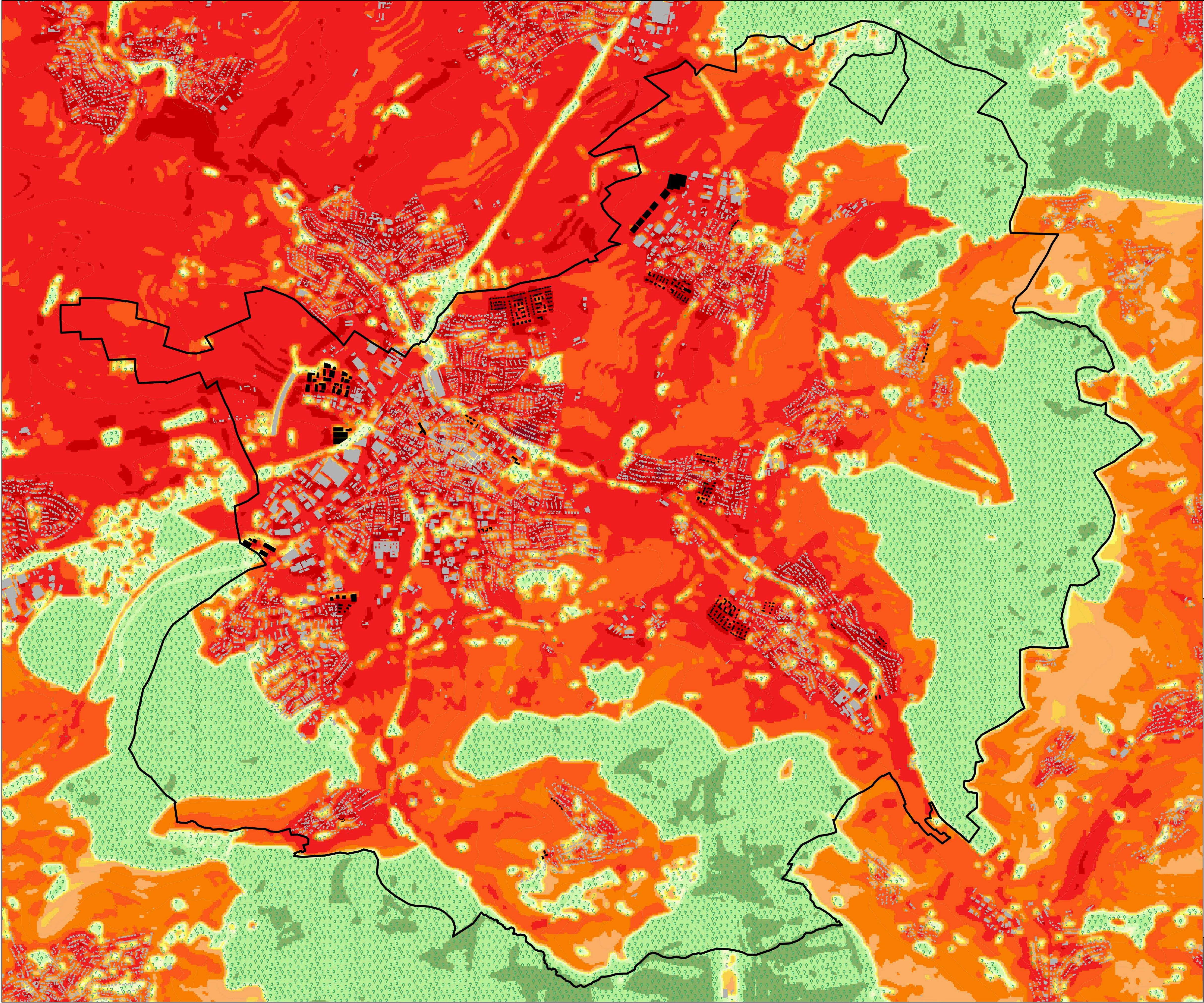
Bauwerke Bestand

Stadtgebiet Winnenden

Höhenlinien 25 m

0 250 500 750 1 000 Meter

N



Klimaanalysekarte von Winnenden am Tag für das bauliche Szenario Winnenden 2035 im Zukunftszeitraum

Räumliche Verteilung der Wärmebelastung an heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCI

+ 19 K

+ 18 K

+ 17 K

+ 16 K

+ 15 K

+ 14 K

+ 13 K

+ 12 K

+ 11 K

+ 10 K

+ 9 K

+ 6 K

+ 3 K

↑
Abweichung der Wärmebelastung gegenüber den kühleren und verschatteten Bereichen des Betrachtungsgebietes im Referenzzeitraum

Bäume/Wald

Gebäude Szenario "Winnenden 2035"

Bauwerke Bestand

Stadtgebiet Winnenden

Höhenlinien 25 m

02505007501 000

Meter

N

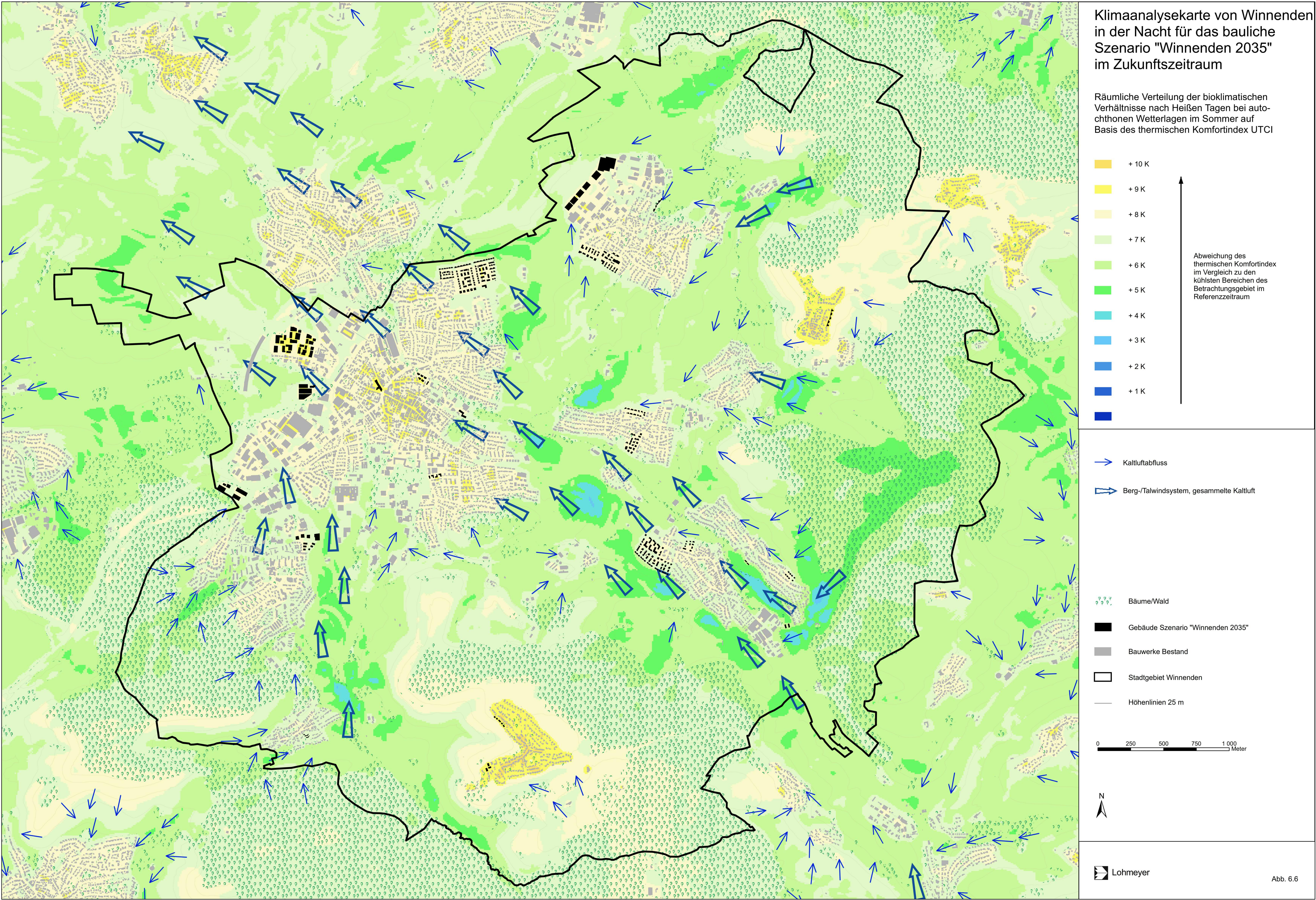
↑

Lohmeyer

Abb. 6.5

Abb. 6.1). Die räumliche Verteilung der Wärmebelastung im Zukunftszeitraum ist in den überwiegenden Gebieten vergleichbar mit derjenigen aus dem Referenzzeitraum bzw. dem Zukunftszeitraum mit baulichem Bestand, das Niveau liegt etwa 2.2 K über dem Niveau aus dem Referenzzeitraum. Deutliche Abweichungen ergeben sich im Bereich der Bebauungsplangebiete aus dem Szenario „Winnenden 2035“. Hier ergeben sich sowohl positive wie auch negative Abweichungen der Wärmebelastung, wobei die positiven Abweichungen überwiegen. Negative Abweichungen gehen Großteils aus der Verschattungswirkung geplanter Gebäude hervor. Insgesamt steigt das Niveau Temperaturniveau, sodass überwiegend eine höhere Wärmebelastung berechnet wird. Ein gut sichtbares Beispiel hierfür ist der mittlere und südliche Bereich des Bebauungsplangebietes „Körnle Erweiterung“ mit erhöhter Wärmebelastung und der kleinere nördliche Bereich mit geringerer Wärmebelastung aufgrund der Verschattungswirkung der Gebäude. Durch neu hinzu gekommene oder entfallende Verschattungen können punktuell durchaus negative oder positive Änderungen größer 8 K aufgrund der Planung erfolgen. Im Mittel ergeben sich aufgrund der modellierten Neubebauungen auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ innerhalb aller Bebauungsplangebiete Änderungen der Wärmebelastung tagsüber, die bei 13 % des Klimaänderungssignals von etwa 2.2 K liegen. Weiterhin ergeben sich wie in den beiden übrigen Fällen die größten Wärmebelastungen im Untersuchungsgebiet in den tiefer gelegenen, gering verschatteten und besiedelten Bereichen, beispielsweise in Teilbereichen von Winnenden, Höfen oder Birkmannsweiler. Die etwas höher gelegenen Siedlungsbereiche weisen aufgrund der etwas geringeren Lufttemperatur eine etwas geringere Wärmebelastung tagsüber auf, beispielsweise Breuningsweiler und Bürg.

Die **Abb. 6.6** zeigt die Klimaanalysekarte von Winnenden in der Nacht für den Fall mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ im Zukunftszeitraum. Dargestellt ist die räumliche Verteilung der bioklimatischen Verhältnisse nach Heißen Tagen bei autochthonen Wetterlagen im Sommer auf Basis des thermischen Komfortindex UTCI als Abweichung des thermischen Komfortindex von den kühlestn Bereichen im Betrachtungsgebiet aus dem Referenzzeitraum (vgl. **Abb. 6.2**). Die räumliche Verteilung der bioklimatischen Verhältnisse im Zukunftszeitraum mit dem baulichen Szenario „Winnenden 2035“ ist in den überwiegenden Bereichen vergleichbar mit denjenigen der vorherigen Fälle, abgesehen von den Bereichen der Bebauungsplangebiete und teilweise deren Leeseiten bzgl. der nächtlichen Richtung der Kaltluftströmung. Hier ergeben sich überwiegen positive Abweichungen im Zukunftszeitraum gegenüber dem Referenzzeitraum, d. h. höhere Werte des bioklimatischen Index. In Nahbereichen von geplanten Gebäuden werden teilweise über 3 K mehr berechnet und im Bereich der größeren Bebauungsplangebiete, beispielsweise „Untere Schray“ oder „Adelsbach II“, werden teils flächige Erhöhungen des thermischen Komfortindex von knapp 2 K gegenüber dem unbebauten Fall



berechnet. Im Mittel ergeben sich aufgrund der modellierten Neubebauungen auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ innerhalb aller Bebauungsplangebiete Änderungen der Wärmebelastung tagsüber, die bei 39 % des Klimaänderungssignals von etwa 2.6 K liegen. Weiterhin ergeben sich wie in den beiden bisherigen Fällen die bioklimatisch kühlsen Bereiche nachts in den unbebauten Talbereiche in Kombination mit kräftigen Kaltluftströmungen, beispielsweise entlang des Buchenbachs oder des Zipfelbachs. Die wärmeren Siedlungsbereiche sind mittels des thermischen Komfortindex weiterhin deutlich abgegrenzt zu den bebauungsfreien Flächen aufgrund der höheren Lufttemperatur aufgrund des städtischen Wärmeinseleffekts, der höheren mittleren Strahlungstemperatur durch die Wärmeabgabe der versiegelten Flächen und Bauwerke und die verringerte Strömungsgeschwindigkeit in Folge der Strömungshindernisse. Die geringste nächtliche Abkühlung erfolgt weiterhin in eng bebauten zusammenhängenden Siedlungsbereichen, beispielsweise im Bereich der Marktstraße in Winnenden. In den höhergelegenen Siedlungsbereichen, d. h. in Breuningsweiler und Bürg, sind die Abweichungen gegenüber den kühlsen Bereichen aufgrund der geringeren nächtlichen Auskühlung der höheren Lagen weiterhin mit am größten, hier ist jedoch die Wärmebelastung tagsüber etwas geringer (vgl. **Abb. 6.5**).

7 PLANUNGSHINWEISKARTE „HITZE“ FÜR DIE STADT WINNENDEN

Auf Grundlage der lokalklimatischen Modellierungen von typischen Heißen Sommertagen bei autochthonen Wetterlagen, deren Ergebnisse in den Klimaanalysekarten zusammengefasst sind, werden unter fachlichen Gesichtspunkten Planungshinweise abgeleitet und in einer Karte dargestellt, um eine Grundlage für die fachliche Unterstützung der Flächennutzungsplanung aus klimaökologischer Sicht darzustellen.

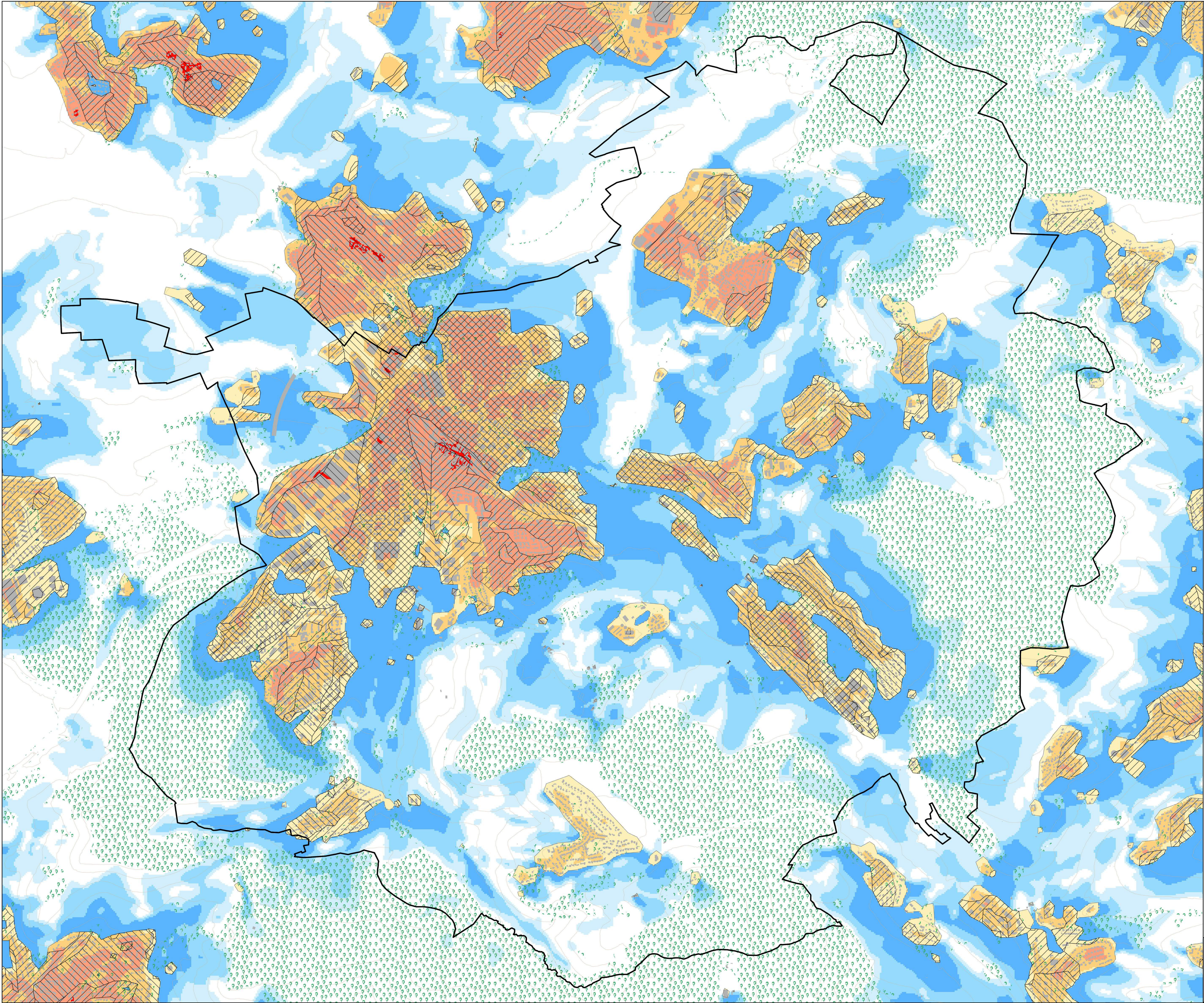
Die flächendeckenden Hinweise für die Planung sind in drei mal vier Gruppen zusammengefasst. Vier Planungshinweise beziehen sich auf den bisher weitgehend nicht überbauten Raum, d. h. auf Freiland und Waldflächen, und die acht übrigen Hinweise werden für bereits baulich genutzte Gebiete ausgesprochen. Letztere unterteilen sich gleichermaßen auf Hinweise für die bioklimatische Ist-Situation an Heißen Sommertagen und die bioklimatischen Einschränkungsbereiche baulicher Nutzungsänderungen auf den entsprechenden Flächen.

Die Hinweise für die Planung beziehen sich vornehmlich auf bauliche Nutzungsänderungen, insbesondere dreidimensionaler Art für Gebäude und andere Bauwerke. Eine Änderung der Vegetationszusammensetzung hat in der Regel geringere lokalklimatische Auswirkungen als großflächige Versiegelungsmaßnahmen und die Errichtung von Bauwerken.

Die Planungshinweise stellen im Wesentlichen keine parzellenscharfen Aussagen dar, sondern beinhalten Toleranzen bis zu 100 m. Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes sind vertiefende Detailfragen im Zusammenhang mit Bebauungsplänen gegebenenfalls durch gesonderte Gutachten zu erarbeiten. Dabei sind die Karten der Klimaanalyse von großem Nutzen, da der Gesamtzusammenhang der klimatischen Aspekte der Stadt Winnenden dargestellt ist.

Die **Abb. 7.1** zeigt die Planungshinweiskarte „Hitze“ von Winnenden für den baulichen Bestand. Die Siedlungsbereiche sind farblich von beige über orange nach rot in ihre bioklimatische Ist-Situation anhand der Beschreibungen „sehr günstige bioklimatische Situation“ bis „ungünstige bioklimatische Situation“ unterteilt. Die bioklimatische Ist-Situation richtet sich nach der berechneten nächtlichen Überwärmung der Siedlungsbereiche gegenüber den Freiflächen auf Basis des thermischen Komfortindex UTCI.

Den farblich gekennzeichneten Flächen für die bioklimatische Ist-Situation der Siedlungsbereiche sind teilweise schwarz schraffierte beziehungsweise gekreuzt schraffierte Flächen überlagert, die an den betreffenden Stellen die mögliche Reichweite der bioklimatischen



Planungshinweiskarte „Hitze“
von Winnenden für den
baulichen Bestand

Siedlungsflächen

1. Bioklimatische Ist-Situation

- Sehr günstige bioklimatische Situation
- Günstige bioklimatische Situation
- Mittlere bioklimatische Situation
- Ungünstige bioklimatische Situation

2. Bioklimatische Einschränkungsbereiche
bei möglichen Nutzungsänderungen

- direkt benachbarte Bebauung
- mäßig große Siedlungsbereiche
- große Siedlungsbereiche
- sehr große Siedlungsbereiche

Grün- und Freiflächen

- Sehr hohes Entlastungspotential
- Hohes Entlastungspotential
- Mittleres Entlastungspotential
- Übrige Freiflächen mit relevanter Kaltluftproduktion

- Bäume/Wald
- Bauwerke Bestand
- Stadtgebiet Winnenden
- Höhenlinien 25 m



Einschränkungsgebiete von Nutzungsänderungen auf die übrigen Siedlungsgebiete darstellen. Damit ergeben sich für den Siedlungsbereich Kombinationen aus bioklimatischer Ist-Situation und Einzugsbereichen der bioklimatischen Auswirkungen von Nutzungsänderungen auf die übrigen Siedlungsgebiete. Diese reichen von „direkt benachbarter Bebauung“ (keine Schraffierung) bis zu „sehr großen Siedlungsbereichen“ (gekreuzt schraffiert). Die Grundlage für deren Ausweisung sind die nächtlichen Strömungsverhältnisse, d. h. Richtung und Geschwindigkeit bis zum Dachniveau der umgebenden Gebäude. Mit der Strömungsgeschwindigkeit wird die Reichweite und in Kombination mit der Strömungsrichtung sowie den Abgrenzungen des Siedlungsbereiches der mögliche Einschränkungsbereich im Siedlungsgebiet ausgehend von einem Punkt innerhalb des Siedlungsgebietes berechnet. Das bedeutet zum Beispiel, dass in Siedlungsbereichen mit kräftigen Strömungen Nutzungsänderungen zu weiter reichenden Einschränkungen der bioklimatischen Verhältnisse führen als in einem Bereich ohne nennenswerte Strömung. Zudem werden dem Ursprungsort einer möglichen Nutzungsänderung näher liegende Bereiche höher gewichtet als weiter entfernt liegende Bereiche. Die reale Intensität und Reichweite einer möglichen Nutzungsänderung auf die bioklimatischen Verhältnisse ist allerdings sehr stark abhängig vom Umfang der Nutzungsänderung, sodass sich die dargestellten Unterschiede möglicher Einschränkungsbereiche auf vergleichbare Nutzungsänderungen auf den jeweiligen Flächen beziehen, die ortsübliche bauliche Verhältnisse in Bezug auf Ausdehnung und Höhe der Gebäude nicht übertreffen.

Die Grün- und Freiflächen geben das Entlastungspotenzial der unbebauten Bereiche in Folge der nächtlichen Ausgleichsströmungen nach heißen Sommertagen an. Vegetationsflächen haben eine bedeutende Wirkung auf das Lokalklima, da sie einerseits in den Nachtstunden Frisch- und Kaltluft produzieren und andererseits bei hohem Baumanteil tagsüber thermisch ausgleichend sind. Innerstädtische und siedlungsnah Grünflächen beeinflussen die direkte Umgebung aus mikroklimatischer Sicht positiv. Vegetationsflächen am Siedlungsrand fördern den Luftaustausch. Größere zusammenhängende Vegetationsflächen stellen das klimatisch-lufthygienische Regenerationspotenzial dar, insbesondere bei vorhandenem räumlichem Bezug zum Siedlungsraum sind sie für den Luftaustausch sehr wichtig. Da alle vegetationsbestandenen Freiflächen nachts Kaltluft produzieren und damit eine bedeutende Wirkung auf das Lokalklima haben, beginnt die Eingruppierung der Grün- und Freiflächen mit „Übrige Freiflächen mit relevanter Kaltluftproduktion“ (ohne Farbe), die jedoch aufgrund der Strömungsrichtung auf den Flächen keinen direkten Bezug zu Siedlungsbereichen haben. Ähnlich wie bei der Vorgehensweise zu den Auswirkungen von Nutzungsänderungen im Siedlungsbereich, werden die Grün- und Freiflächen auf Grundlage der Strömungsgeschwindigkeit und Strömungsrichtung weiterhin als Ausgleichsräume mit „Mittlerem Entlastungspotential“,

„Hohem Entlastungspotential“ und „Sehr hohem Entlastungspotential“ von hellblau nach blau gekennzeichnet. Hierbei werden die Strömungsverhältnisse in den unteren 16 m über Grund genutzt, die mehr als 98 % der Gebäude von Winnenden im Bestand und im Szenario „Winnenden 2035“ überragen. Je höher die mittlere nächtliche Strömungsgeschwindigkeit ist und je näher die Ausgleichsfläche am Siedlungsrand liegt, desto höher erfolgt die Einstufung des Entlastungspotentials, insoweit die Strömung in Richtung der Siedlungsbereiche zeigt. Damit werden die Ausgleichsräume mit Entlastungspotential und direktem Bezug zu den Siedlungsräumen herausgestellt.

Durch das ausgeprägte Relief in der Umgebung von Winnenden ergeben sich für Winnenden und die umgebenden Stadtteile nach heißen Sommertagen bei autochthonen Wetterlagen durch die entstehenden abendlichen und nächtlichen Kaltluftströmungen überwiegend günstige bis sehr günstige, teilweise mittlere und selten ungünstige bioklimatische Verhältnisse in der Ist-Situation. Die Abbildungen 7.2 bis 7.6 zeigen Ausschnitte aus der vollständigen Planungshinweiskarte „Hitze“ für die einzelnen Stadtteile. Zusätzlich zu den bisherigen Kennzeichnungen sind Standorte hitzesensibler Nutzungen und die Geltungsbereiche mitsamt Gebäuden für das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ gekennzeichnet, die in den Kapiteln 7.1 beziehungsweise 7.2 behandelt werden.

Die **Abb. 7.2** zeigt einen Auszug aus der vollständigen Planungshinweiskarte „Hitze“ für Hanweiler und Breuningsweiler. Die zugehörige Legende ist in **Abb. 7.7** dargestellt. Dem Stadtteil Hanweiler sind in den Randbereichen sehr günstige bioklimatische Bedingungen und in den inneren Bereichen günstige bioklimatische Bedingungen zugeordnet. Aufgrund der überwiegenden Kaltluftströmungen von Westsüdwest nach Ostnordost würden die Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen in den westlichen Bereichen größere Siedlungsgebiete betreffen als mögliche Nutzungsänderungen weiter östlich. Ebenfalls aufgrund der Kaltluftströmungsrichtung weisen die Grün- und Freiflächen westsüdwestlich des Siedlungsbereiches höhere Entlastungspotentiale auf als die Bereiche ostnordöstlich.

In Breuningsweiler liegen überwiegend sehr günstige bioklimatische Bedingungen vor, in den etwas enger bebauten Bereichen auch günstige bioklimatische Verhältnisse. Da Breuningsweiler überwiegend in höheren Lagen liegt, sind dort schwache Kaltluftströmungen mit sehr geringen Strömungsgeschwindigkeiten wirksam, sodass die Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen in den Siedlungsbereichen rein nachbarschaftlich wirken. Aufgrund der höheren Lage und den schwachen thermischen Ausgleichsströmungen sind die umliegenden Grün- und Freiflächen teils als Flächen mit mittlerem, hohem und sehr hohem Entlastungs-

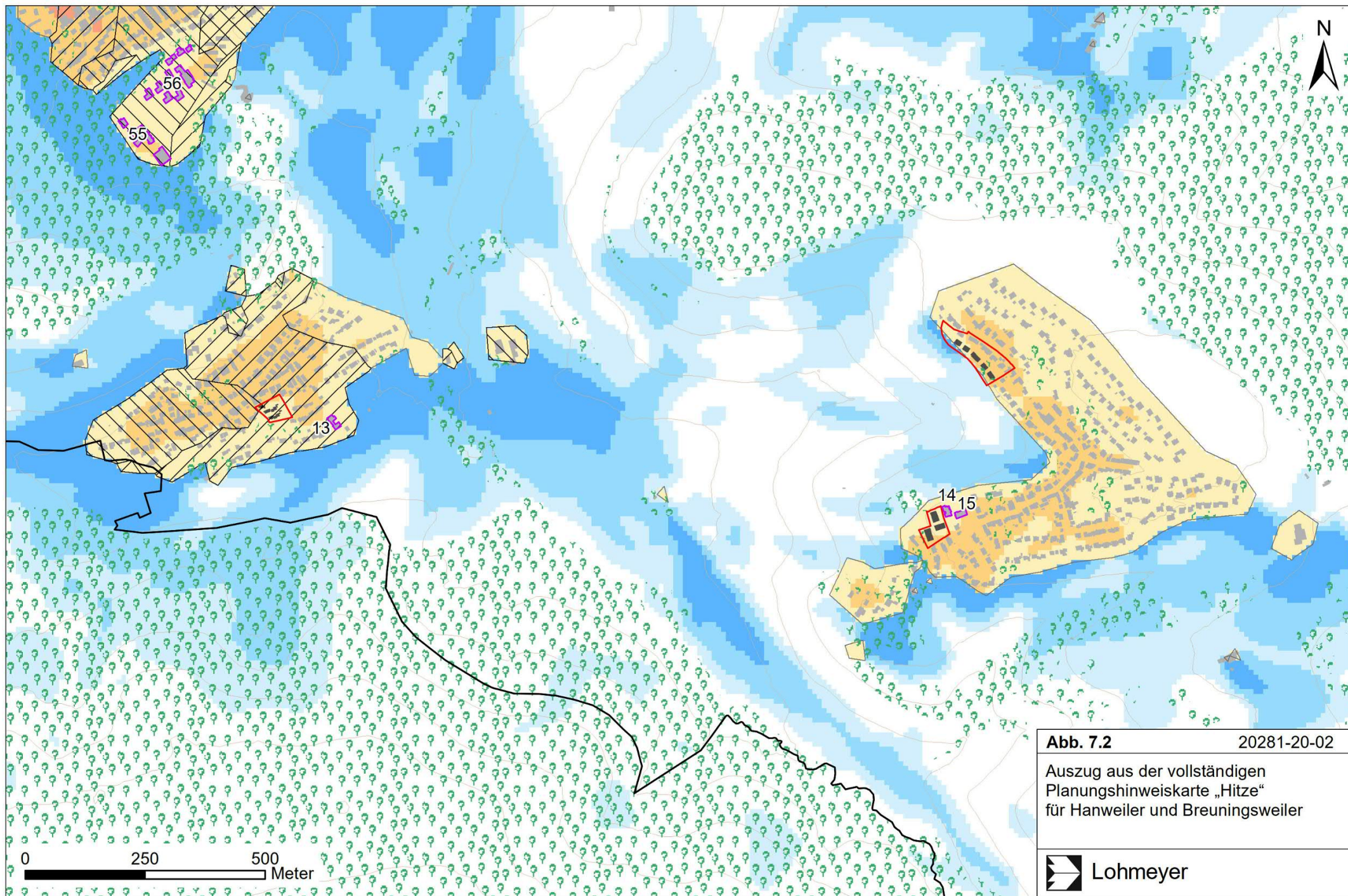


Abb. 7.2

20281-20-02

Auszug aus der vollständigen
Planungshinweiskarte „Hitze“
für Hanweiler und Breuningsweiler



Lohmeyer

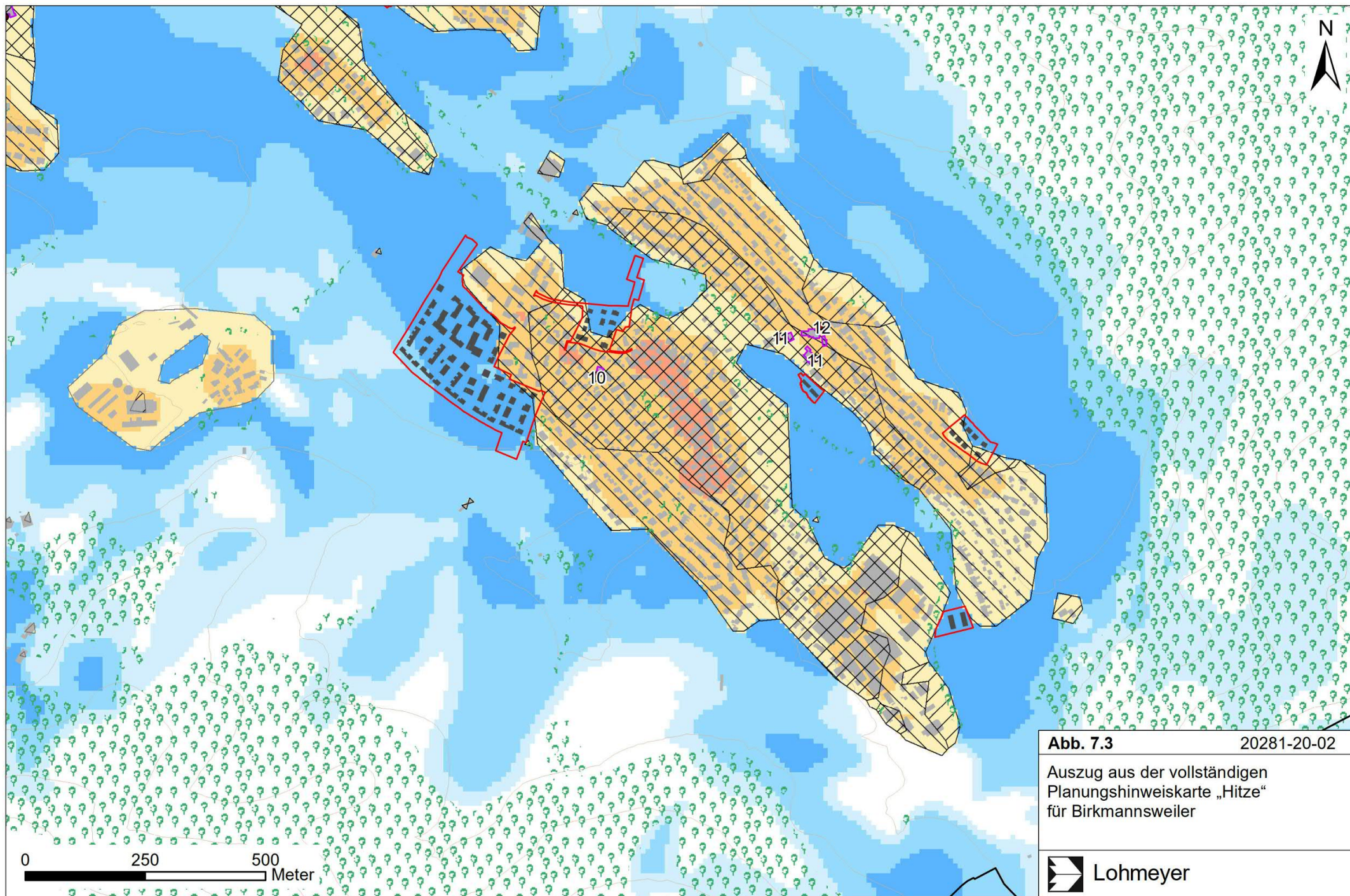
potential, sowie überwiegend als Flächen mit Relevanz für die Kaltluftproduktion, aber ohne direkten Siedlungsbezug gekennzeichnet.

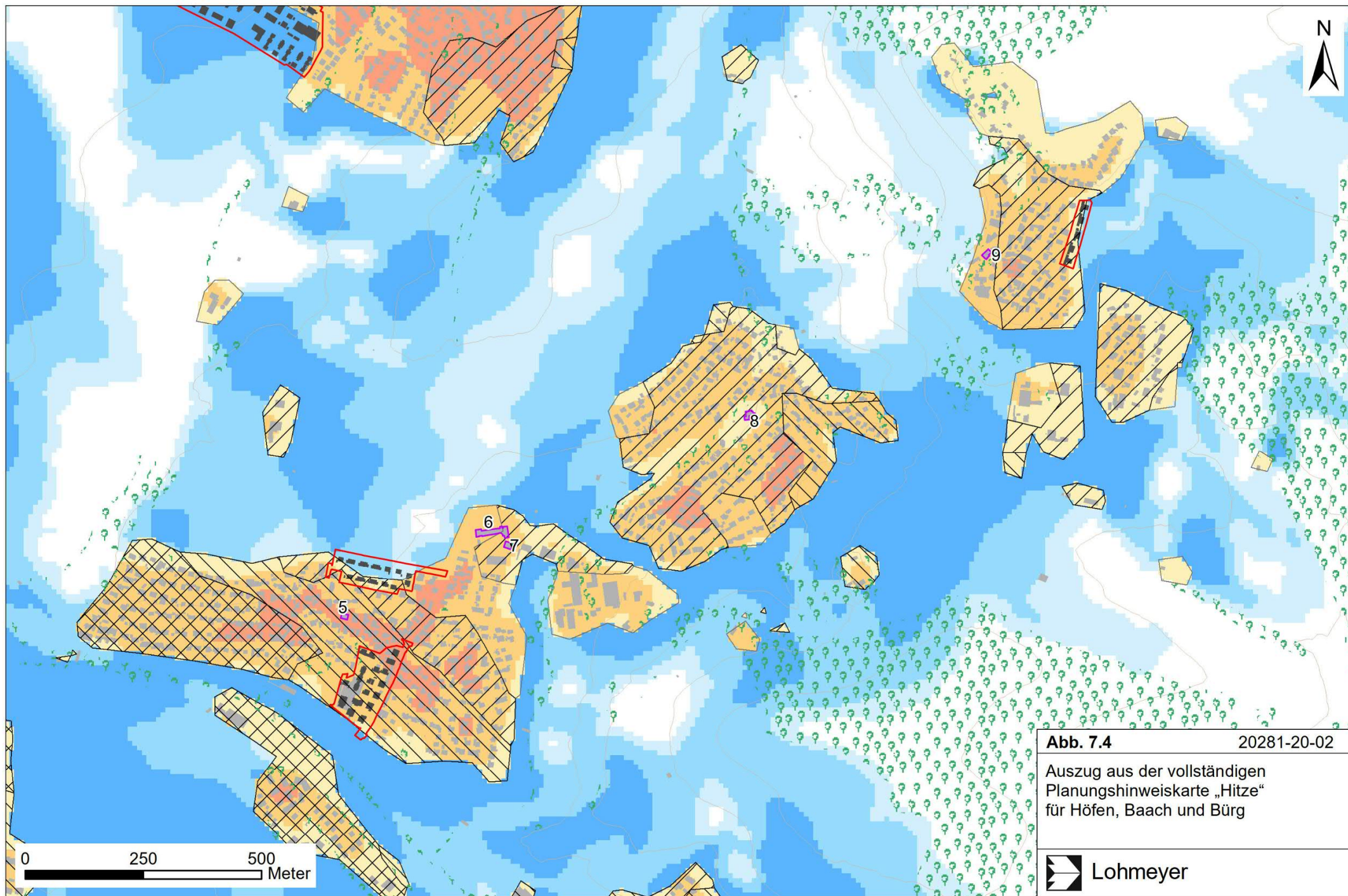
Die **Abb. 7.3** zeigt einen Auszug aus der vollständigen Planungshinweiskarte „Hitze“ für Birkmannsweiler. Die zugehörige Legende ist in **Abb. 7.7** dargestellt. In Birkmannsweiler liegen in den südöstlichen Bereichen und übrigen Randbereichen Großteils sehr günstige bioklimatische Verhältnisse vor. Sonst überwiegen günstige bioklimatische Bedingungen, abgesehen von etwas enger bebauten Teilbereichen entlang der Hauptstraße und teilweise entlang der Hofäckerstraße. Aufgrund der kräftigen talabwärts gerichteten Kaltluftströmung ergeben sich in Birkmannsweiler überwiegend Auswirkungen von möglichen Nutzungsänderungen, die große und sehr große Bereiche betreffen würden. Vergleichbares gilt für den Großteil der an Birkmannsweiler grenzenden Grün- und Freiflächen, die überwiegend sehr großes Entlastungspotential für Birkmannsweiler und die talfolgenden Siedlungsbereiche darstellen.

Die **Abb. 7.4** zeigt einen Auszug aus der vollständigen Planungshinweiskarte „Hitze“ für Höfen, Baach und Bürg. Die zugehörige Legende ist in **Abb. 7.7** dargestellt. In Höfen ergeben sich an den Siedlungsrändern teils sehr günstige bioklimatische Bedingungen, sonst überwiegend günstige bioklimatische Bedingungen und in enger bebauten Bereichen auch teils mittlere bioklimatische Bedingungen. In Bezug auf Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen wären bei Nutzungsänderungen im südwestlichen Bereich sehr große Bereiche betroffen, im mittleren und südwestlichen Bereich große Gebiete und im nordöstlichen Bereich mäßig große sowie direkt benachbarte Bereiche. Höfen ist im südlichen und östlichen Bereich von Grün- und Freiflächen mit sehr hohem Entlastungspotential und sonst mit Freiflächen mit sehr hohem, hohem und teils mittlerem Entlastungspotential umgeben.

Die bioklimatischen Bedingungen in Baach sind überwiegend günstig, an Siedlungsrändern auch teilweise sehr günstig und in südöstlich gelegenen Teilbereichen auch mittel. Ein Großteil des Siedlungsbereiches von Baach ist als Fläche gekennzeichnet, auf der die Auswirkungen von möglichen Nutzungsänderungen mäßig große Siedlungsgebiete in der Umgebung bioklimatisch beeinflussen würden. Baach ist Großteils umgeben von Grün- und Freiflächen mit sehr hohem Entlastungspotential, im Westen und Nordosten auch teils mit hohem Entlastungspotential.

Bürg ist im nördlichen Teil und am östlichen und südöstlichen Siedlungsrand von sehr günstigen bioklimatischen Bedingungen geprägt, sonst überwiegend von günstigen bioklimatischen Bedingungen. Im nördlichen Bereich von Bürg würden die Auswirkungen von möglichen Nutzungsänderungen direkt benachbarte Gebiete betreffen, im südlichen Bereich überwiegend

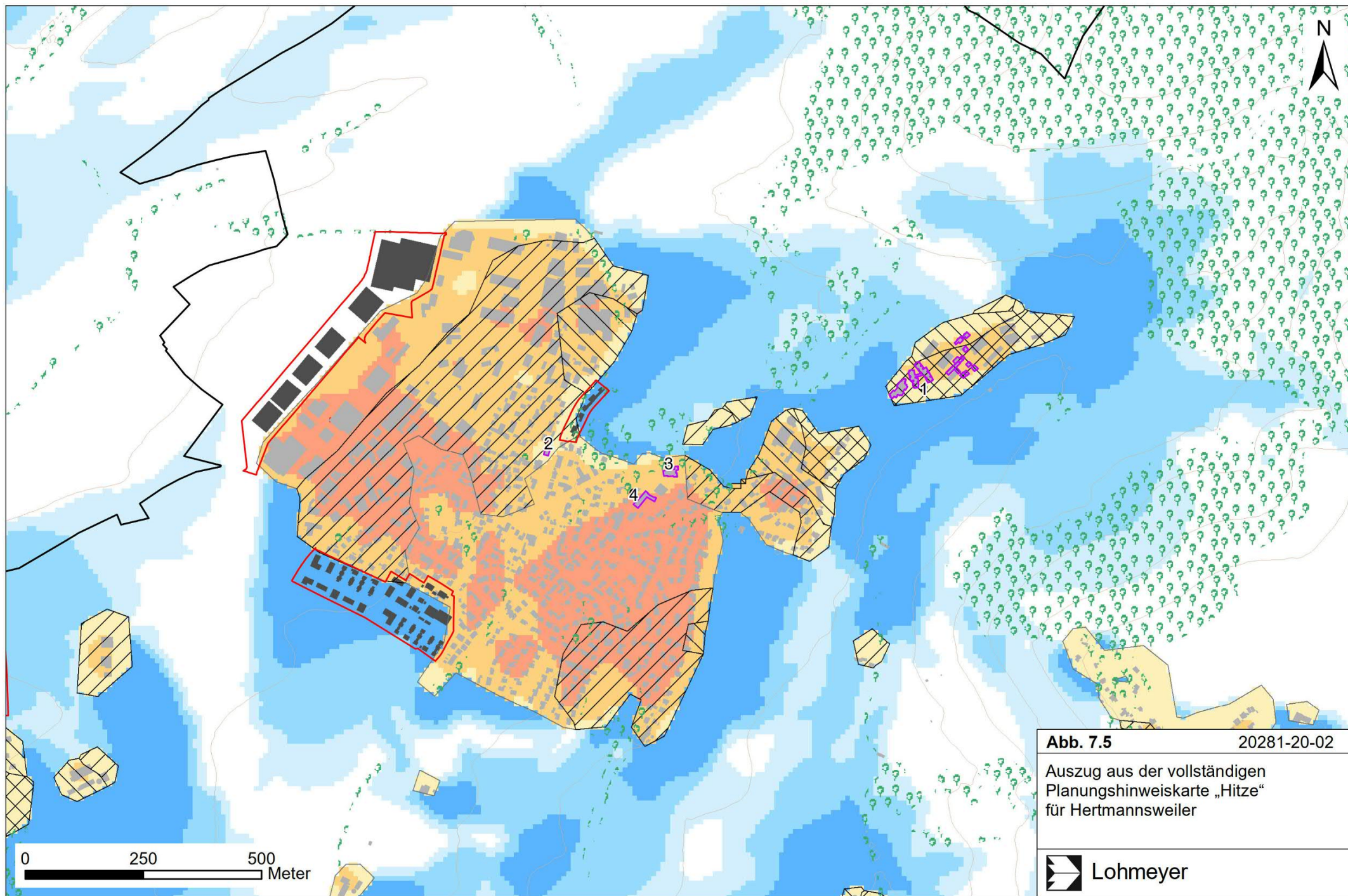




mäßig große Bereiche. Die östlich, südlich und teilweise nordwestlich von Bürg liegenden Grün- und Freiflächen sind als Flächen mit hohem und sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet, die übrigen Freiflächen mit geringerem Entlastungspotential bis hin zu Flächen mit relevanter Kaltluftproduktion, aber ohne direkten Siedlungsbezug.

Die **Abb. 7.5** zeigt einen Auszug aus der vollständigen Planungshinweiskarte „Hitze“ für Hertmannsweiler. Die zugehörige Legende ist in **Abb. 7.7** dargestellt. In Hertmannsweiler sind an den nördlichen und nordöstlichen Siedlungsrändern sehr günstige bioklimatische Verhältnisse ausgewiesen, sonst ergeben sich häufig günstige und mittlere bioklimatische Bedingungen. Aufgrund der Strömungsverhältnisse ergibt sich von Südosten nach Nordwesten folgende Abfolge von Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen auf umgebende Siedlungsbereiche: im Südosten würden sich mögliche Nutzungsänderungen auf mäßig große Teilbereiche auswirken, nordwestlich angrenzend folgt ein Bereich, indem sich mögliche Nutzungsänderungen auf benachbarte Bereiche auswirken würden, weiter nordwestlich folgt wiederum ein Bereich, indem sich mögliche Nutzungsänderungen auf mäßig große Teilbereiche auswirken würden und im Nordwesten von Hertmannsweiler würden sich mögliche Nutzungsänderungen wiederum direkt nachbarschaftlich auswirken. Die angrenzenden Grün- und Freiflächen weisen um Hertmannsweiler an unterschiedlichen Stellen alle hier aufgeführten Entlastungspotentiale auf. Sehr hohe Entlastungspotentiale haben beispielsweise Flächen nordöstlich, südöstlich und südwestlich von Hertmannsweiler. Ausgleichsräume mit relevanter Kaltluftproduktion, aber ohne direkten Bezug zum Siedlungsbereich ergeben sich am nordwestlichen Rand von Hertmannsweiler.

Die **Abb. 7.6** zeigt einen Auszug aus der vollständigen Planungshinweiskarte „Hitze“ für die Kernstadt Winnenden inklusive dem Siedlungsbereich Schelmenholz. Die zugehörige Legende ist in **Abb. 7.7** dargestellt. In Winnenden ergeben sich in einigen weniger eng bebauten Randbereichen sehr günstige bioklimatische Bedingungen, außerdem im Bereich des Zipfelbachs auf Höhe des Rems-Murr-Klinikums und im Schlosspark. In den übrigen Bereichen werden Großteils günstige und mittlere bioklimatische Verhältnisse ausgewiesen, je nach Lage im Stadtgebiet, entsprechender Bebauung und nächtlicher Belüftung der jeweiligen Bereiche. Im Bereich der Marktstraße und wenigen kleinräumigen weiteren Bereichen werden auch ungünstigere bioklimatische Bedingungen ausgewiesen. In großen Bereichen, die im Zustrom der nächtlichen Kaltluftströme entlang des Zipfelbachs und des Buchenbachs liegen, würden Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen sehr große umliegende Siedlungsbereiche betreffen. An die Flächen anschließend ergeben sich Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen für große und mäßig große Siedlungsbereiche. Im südöstlichen Bereich von Winnenden



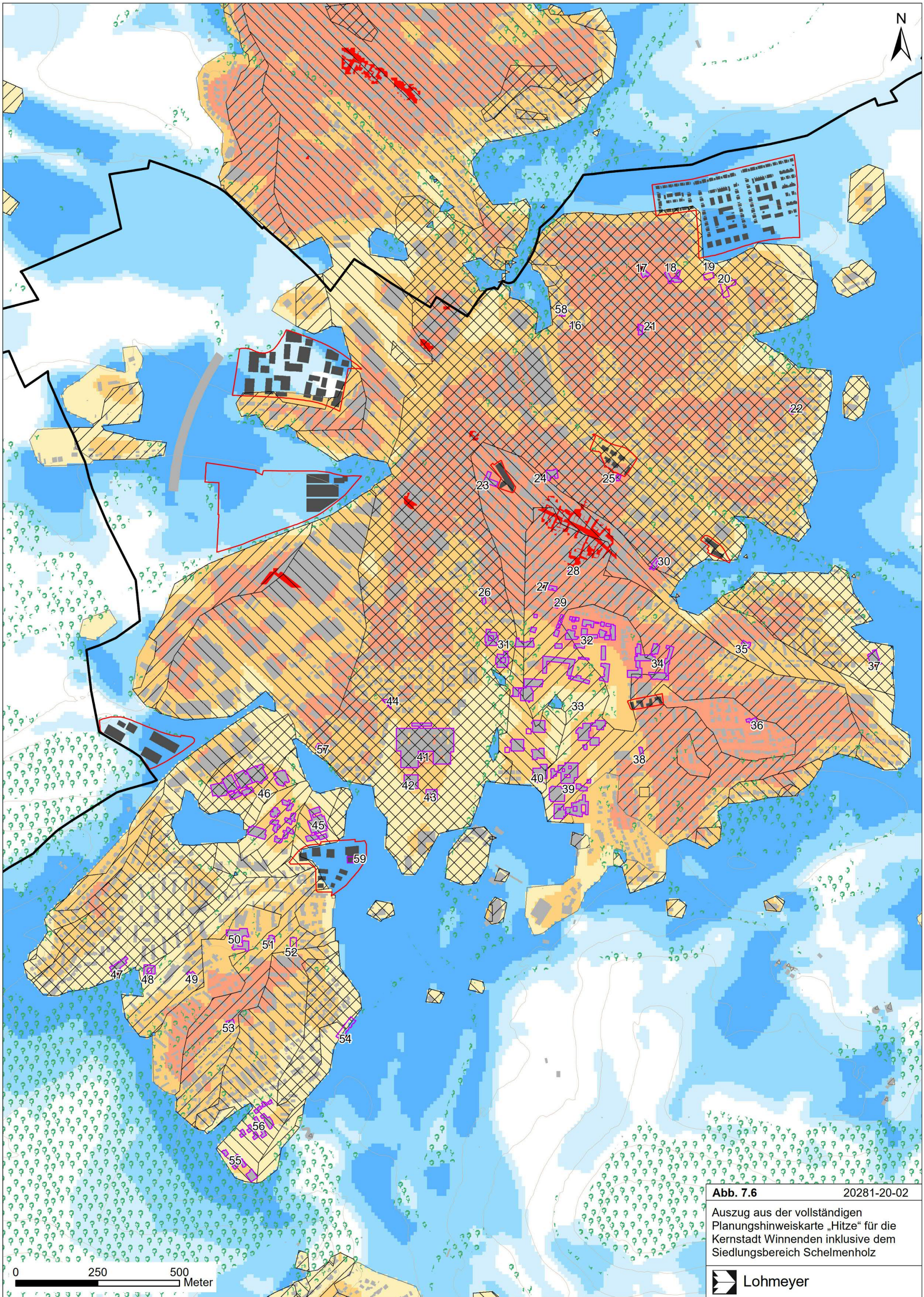


Abb. 7.6 20281-20-02
Auszug aus der vollständigen
Planungshinweiskarte „Hitze“ für die
Kernstadt Winnenden inklusive dem
Siedlungsbereich Schelmenholz

 **Lohmeyer**

Legende Planungshinweiskarte „Hitze“

Siedlungsflächen

1. Bioklimatische Ist-Situation

-  Sehr günstige bioklimatische Situation
-  Günstige bioklimatische Situation
-  Mittlere bioklimatische Situation
-  Ungünstige bioklimatische Situation

2. Bioklimatische Einschränkungsbereiche bei möglichen Nutzungsänderungen

-  direkt benachbarte Bebauung
-  mäßig große Siedlungsbereiche
-  große Siedlungsbereiche
-  sehr große Siedlungsbereiche

Grün- und Freiflächen

-  Sehr hohes Entlastungspotential
-  Hohes Entlastungspotential
-  Mittleres Entlastungspotential
-  Übrige Freiflächen mit relevanter Kaltluftproduktion

-  Bäume/Wald
-  Bauwerke Bestand
-  Hitzesensible Nutzungen
-  Bauwerke „Szenario Winnenden 2035“
-  Geltungsbereiche „Szenario Winnenden 2035“
-  Stadtgebiet Winnenden
-  Höhenlinien 25 m

Abb. 7.7 20281-20-02

Legende zur Planungshinweiskarte
„Hitze“

werden teilweise auch Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen für direkt benachbarte Bereiche ausgewiesen. Die Grün- und Freiflächen um Winnenden sind aufgrund der Belüftungswirkung der Kaltluftabflüsse überwiegend als Freiflächen mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet. Teilweise ergeben sich an den westlich angrenzenden Bereichen von Winnenden Grün- und Freiräume mit geringerem Entlastungspotential.

Das zu Winnenden zugehörige Siedlungsgebiet Schelmenholz weist sowohl sehr günstige, günstige und mittlere bioklimatische Bedingungen auf. Die sehr günstigen Bereiche werden überwiegend in den von Kaltluftabflüssen überströmten Bereichen im Nordwesten und Südosten ausgewiesen. Entsprechend der Kaltluftströmungen werden auch die Auswirkungen bei möglichen Nutzungsänderungen in diesen Bereichen teils für sehr große Siedlungsflächen gekennzeichnet. Sonst ergeben sich sowohl große, mäßig große und direkt nachbarschaftliche Auswirkungen möglicher Nutzungsänderungen an einem Ort auf die übrigen Siedlungsbereiche. Die Grün- und Freiflächen um den Siedlungsbereich Schelmenholz sind überwiegend als Freiflächen mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet, in wenigen kleineren Bereichen auch mit geringerem Entlastungspotenzial.

7.1 Lokalklimatische Situation im Umfeld hitzesensibler Nutzungen

Von der Stadt Winnenden wurde eine Liste mit hitzesensiblen Nutzungen erstellt, d. h. Kliniken, Pflegeeinrichtungen, Altenheime, Schulen und Kindergärten, deren bioklimatische Situation im Folgenden näher erläutert wird. Diese Nutzungen sind in **Tab. 7.1** aufgelistet, die jeweilige Nummer gibt den Standort der Nutzung in den Auszügen aus der vollständigen Planungshinweiskarte „Hitze“, d. h. in den Abbildungen 7.2 bis 7.6, an.

Während die Nutzungszeit bei Kliniken, Pflegeheimen und Altenheimen ganztags ist, stehen bei Schulen, Kindergärten und Tagespflegeeinrichtungen die Tagstunden im Fokus, da dort nachts keine Nutzung durch hitzesensible Personengruppen stattfindet. Die Wärmebelastung ist tagsüber bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen im Freien stark abhängig von der Sonneneinstrahlung bzw. Verschattung. Deshalb werden die geringsten Wärmebelastungen in Bereichen ohne oder mit wenig direkter Sonneneinstrahlung berechnet, z. B. in mit Schatten spendenden Bäumen versehenen Bereichen. Deutlich höhere Wärmebelastungen ergeben sich in besonnten Bereichen, die intensivsten Wärmebelastungen je nach Tageszeit in Kombination mit dem Sonnenstand überwiegend im Nahbereich von Südost- bis Südwestfassaden von Gebäuden. Deshalb ist bei möglichen Planungen oder Anpassungsmaßnahmen der Aufenthaltsbereiche im Freien von Schulen und Kindergärten auf eine großzügige Grünausstattung, vor allem auf ausreichend große verschattete Bereiche mittels großkroniger Laubbäume

Tab. 7.1: Hitzesensible Nutzungen in Winnenden

Nummer	Name	Gemarkung
1	Paulinenhof-Paulinenpflege Winnenden e.V.	Hertmannsweiler
2	Waldorfkindergarten, Winnender Kinderstube	Hertmannsweiler
3	Evangelischer Kindergarten Hertmannsweiler	Hertmannsweiler
4	Grundschule Hertmannsweiler	Hertmannsweiler
5	Evangelischer Kindergarten	Höfen
6	Grundschule Höfen	Höfen
7	Kindergarten Höfen II	Höfen
8	Kinderhaus Baach	Baach
9	Kindergarten Bürg	Bürg
10	Kindergarten Birkmannsweiler I „Zwergenstübchen“	Birkmannsweiler
11	Kinderhaus Birkmannsweiler II	Birkmannsweiler
12	Grundschule Birkmannsweiler	Birkmannsweiler
13	Kindergarten Hanweiler	Hanweiler
14	Kindergarten Breuningsweiler	Breuningsweiler
15	Grundschule Breuningsweiler	Breuningsweiler
16	Kinderkrippe Striebelsee „Pustebblume“	Winnenden
17	Kindergarten Hungerberg	Winnenden
18	Hungerberg - Grundschule	Winnenden
19	Kinderhaus (in Planung)	Winnenden
20	Pflegeheim Wolfgang-Wanning-Stift (in Planung)	Winnenden
21	Paul-Schneider-Kinderhaus	Winnenden
22	Kinderhaus Pfützen	Winnenden
23	Kastenschule - Grundschule	Winnenden
24	ASB Seniorenzentrum Winnenden	Winnenden
25	Haus der Jugend	Winnenden
26	Albert-Schweitzer-Kindergarten	Winnenden
27	Marie-Huzel-Kindergarten	Winnenden
28	Musik- und Kunstschule Winnenden	Winnenden
29	Musik- und Kunstschule Winnenden	Winnenden
30	Jugendhaus Kindergarten	Winnenden
31	ZfP Klinikum Schloß Winnenden	Winnenden
32	Paulinenpflege Winnenden e.V.	Winnenden
33	ZfP Klinikum Schloß Winnenden	Winnenden
34	Bildungszentrum I	Winnenden
35	HAUS ELIM Tagespflege Winnenden	Winnenden
36	Kindergarten St. Martin	Winnenden
37	Kinderhaus Seewasen	Winnenden
38	Christian-Wunderlich-Kindergarten	Winnenden
39	Bildungszentrum II	Winnenden
40	Förderschule Haselsteinschule	Winnenden
41	Rems-Murr-Kliniken	Winnenden
42	Ärztehaus	Winnenden
43	AWO Kinderhaus Zipfelbach	Winnenden
44	Gretel-Nusser-Kinderhaus	Winnenden
45	Schule beim Jakobsweg	Winnenden

46	Paulinenpflege Winnenden e.V. - Berufsbildungswerk und Schulen (BBW)	Winnenden
47	Grundschule Schelmenholz	Winnenden
48	Kinderhaus und Familienzentrum Schafweide	Winnenden
49	Christophorus Kindergarten	Winnenden
50	Haus im Schelmenholz, Evangl. Heimstiftung	Winnenden
51	Kinderhaus Körnle	Winnenden
52	Kinderhaus Burgeräcker	Winnenden
53	Maximilian-Kolbe-Kindergarten	Winnenden
54	Kinderhaus Am Koppelesbach (in Planung)	Winnenden
55	Bodenwaldschule	Winnenden
56	Paulinenpflege Winnenden e.V. - Wohngruppen für Kinder	Winnenden
57	Kinderkrippe Elisabeth-Selbert-Straße	Winnenden
58	Winnender Kinderstube e. V., Waldorfkindergarten	Winnenden
59	Kinderhaus Körnle Erweiterung	Winnenden

hinzuwirken. Mittels Dach- und Fassadenbegrünungen können zusätzlich mildernde Effekte auf die Gebäude selbst erzielt werden. Das betrifft die Nutzungen aus **Tab. 7.1** mit den Nummern 2, 3, 4 in Hertmannsweiler (**Abb. 7.5**), 5, 6, 7, 8, 9 in Höfen, Baach und Bürg (**Abb. 7.4**), 10, 11, 12 in Birkmannsweiler (**Abb. 7.3**), 13, 14, 15 in Hanweiler und Breuningsweiler (**Abb. 7.2**), 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58 und 59 (**Abb. 7.6**). Für die Grünausstattung beziehungsweise Freiraumgestaltung der übrigen hitzesensiblen Nutzungen gelten die aufgeführten Empfehlungen ebenso.

Bei den ganztags genutzten Einrichtungen sind zudem die nächtlichen Verhältnisse bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen von Bedeutung, bei denen durch die Kühlung und die Belüftung der Freibereiche auch die Innenbereiche mittels Fensteröffnung gekühlt werden können, um die dort lebenden Personen von der hohen Wärmebelastung tagsüber zu entlasten.

Paulinenhof-Paulinenpflege Winnenden e.V. in Hertmannsweiler

Der Paulinenhof in Hertmannsweiler (Nr. 1 in **Abb. 7.5**) liegt an dessen nordöstlichem Rand und ist geprägt durch günstige bis sehr günstige bioklimatische Bedingungen. Der Bereich ist umgeben von kaltluftproduzierenden Freiflächen, von denen Kaltluft aus Ostnordost den Bereich des Paulinenhofs an- und überströmt.

Pflegeheim Wolfgang-Wanning-Stift (in Planung) in Winnenden

Im Nordosten von Winnenden wird das Pflegeheim Wolfgang-Wanning-Stift (Nr. 20 in **Abb. 7.6**) geplant. Die Planung liegt in einem derzeit mit einer günstigen bioklimatischen

Situation gekennzeichneten Gebiet, wobei die nächtlichen Kaltluftströmungen von Südost nach Nordost über die bisherige Freifläche strömen.

ASB Seniorenzentrum Winnenden

Das ASB Seniorenzentrum Winnenden (Nr. 24 in **Abb. 7.6**) liegt in einem bioklimatisch mittleren bis ungünstig gekennzeichneten Bereich aufgrund der relativ engen Bebauung in der Umgebung

ZfP Klinikum Schloß Winnenden

Die Gebäude des ZfP Klinikum Schloss Winnenden (Nr. 31 und 33 in **Abb. 7.6**) liegen im südlichen Bereich von Winnenden entlang des Zipfelbachs und im Bereich des Schlossparks. Aufgrund der nächtlichen Kaltluftströmungen aus südlicher Richtung ergeben sich in deren Bereich überwiegend günstige bioklimatische Bedingungen. Entlang des Zipfelbachs und im Schlosspark ergeben sich durch die Bäume auch einige schattige Plätze an heißen Sommertagen.

Paulinenpflege Winnenden e.V. in Winnenden

Die Paulinenpflege Winnenden e.V. (Nr. 32 in **Abb. 7.6**) liegt nördlich des Schlossparks bei günstigen bis mittleren bioklimatischen Bedingungen. Aufgrund der Gebäude südlich und südwestlich der hitzesensiblen Nutzung ist die Wirkung der bodennahen nächtlichen Kaltluft aus Süden bzw. Südwesten hier teilweise schon aufgezehrt und eingeschränkt im Vergleich zu den Bereichen des ZfP Klinikums

Rems-Murr-Kliniken, Ärztehaus und AWO Kinderhaus Zipfelbach in Winnenden

Die Rems-Murr-Kliniken und die vorgelagerten Häuser (Nr. 41, 42 und 43 in **Abb. 7.6**) liegen direkt im Zustrom nächtlicher Kaltluft aus Süden entlang des Zipfelbachs, sodass in deren Umgebung Großteils sehr günstige, in deren Nahbereichen teils auch günstige und lokal mittlere bioklimatische Bedingungen vorliegen.

Paulinenpflege Winnenden e.V. - Berufsbildungswerk und Schulen (BBW) im Siedlungsbereich Schelmenholz

Die Anlage der Paulinenpflege Winnenden e.V. - Berufsbildungswerk und Schulen (BBW) (Nr. 46 in **Abb. 7.6**) liegt im nördlichen Bereich des Siedlungsgebietes Schelmenholz. Über die kaltluftproduzierenden und kaltluftströmenden Freiflächen südsüdwestlich der Anlage

strömen nachts kühle Luftmassen in die bebauten Bereiche, sodass dort günstige und sehr günstige bioklimatische Bedingungen vorliegen.

Haus im Schelmenholz, Evangl. Heimstiftung im Siedlungsbereich Schelmenholz

Das Haus Schelmenholz (Nr. 50 **Abb. 7.6**) liegt im mittleren Siedlungsbereich des Schelmenholz bei günstigen bis teilweise mittleren bioklimatischen Bedingungen

Paulinenpflege Winnenden e.V. - Wohngruppen für Kinder im Siedlungsbereich Schelmenholz

Die Paulinenpflege Winnenden e.V. - Wohngruppen für Kinder (Nr. 56 in **Abb. 7.6**) liegt im südwestlichen Bereich des Siedlungsgebietes Schelmenholz. Die Kaltluftströmungen aus Südwesten sorgen hier für sehr günstige bis günstige bioklimatische Bedingungen

7.2 Planungshinweise für die Bebauungsplangebiete des Szenarios „Winnenden 2035“

Von der Stadt Winnenden liegt das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ vor. Auf Basis der Planungshinweiskarte „Hitze“ und den Klimaanalysekarten sowie den weiteren Simulationsergebnissen aus Kap. 6 lassen sich für die einzelnen Plangebiete des Szenarios „Winnenden 2035“ Steckbriefe für die Planung im Hinblick auf Hitzeanpassungsmaßnahmen ableiten.

„Südlich der Weinstraße“ in Hanweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Südlich der Weinstraße“ liegt im Siedlungsbereich von Hanweiler nördlich des Trombach
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Bereich mit sehr günstiger bioklimatischer Situation gekennzeichnet. Eine mögliche Bebauung würde zu mäßig großen bioklimatischen Einschränkungen der umgebenden Siedlungsbereiche führen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist Westsüdwest nach Ostnordost
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich keine Lufttemperaturerhöhung von mehr als 0.3 K an benachbarten Gebäuden
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen. Die Gebäudeausrichtung nach dem Szenario „Winnenden 2035“

entspricht der nächtlichen Strömungsrichtung bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen

- Verzicht auf geschlossene Nebengebäude
- Beibehaltung großzügiger Begrünungen auf den Grundstücken

„Sonnenbergstraße“ in Breuningsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Sonnenbergstraße“ liegt im südwestlichen Siedlungsbereich von Breuningsweiler
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Bereich mit sehr günstiger bioklimatischer Situation gekennzeichnet. Eine mögliche Bebauung würde zu direkt nachbarschaftlichen Einschränkungen der bioklimatischen Situation im Siedlungsbereich führen.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich keine Lufttemperaturerhöhung von mehr als 0.3 K an benachbarten Gebäuden
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen
 - Beibehaltung großzügiger Begrünungen auf den Grundstücken

„Haselsteinstraße“ in Breuningsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Haselsteinstraße“ liegt im nordwestlichen Siedlungsbereich von Breuningsweiler
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Bereich mit sehr günstiger bioklimatischer Situation gekennzeichnet. Eine mögliche Bebauung würde zu direkt nachbarschaftlichen bioklimatischen Einschränkungen der Siedlungsbereiche führen.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Lufttemperaturerhöhung zwischen 0.3 K und 0.6 K an direkt benachbarten Gebäuden nordöstlich der Planung
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen für angrenzende Siedlungsbereiche
 - Beibehaltung großzügiger Begrünungen zu den Nachbargrundstücken

„Hofkammerstraße“ in Birkmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Hofkammerstraße“ liegt im südöstlichen Siedlungsbereich von Birkmannsweiler östlich des Buchenbach
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist Ost bis Süd nach West bis Nord
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Lufttemperaturerhöhung zwischen 0.3 K und 0.6 K im Bereich des Bebauungsplangebietes
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen auf angrenzende Siedlungsbereiche
 - Verzicht auf geschlossene Nebengebäude
 - Beibehaltung großzügiger Begrünungen auf den Grundstücken

„Gereut“ in Birkmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Gereut“ grenzt an den östlichen Siedlungsbereich von Birkmannsweiler in Hanglage
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet, südwestlich angrenzend ergeben sich Siedlungsbereiche mit sehr günstiger lokalklimatischer Situation. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist Ost bis Ostsüdost nach West bis Westnordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts eine Lufttemperaturerhöhung größer als 0.3 K, teilweise bis 1 K an der direkt angrenzenden Bestandsbebauung
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ bioklimatische Einschränkungen im Siedlungsbereich.
 - Vermeidung zusammenhängender Gebäudekörper
 - Beibehaltung großzügiger Begrünungen auf den Grundstücken und zu den Nachbargrundstücken
 - Flachdachbegrünung

„Festwiese“ in Birkmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Festwiese“ liegt im Bereich der Grün- und Freiflächen von Birkmannsweiler in Tallage nordöstlich des Buchenbachs
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist Südost nach Nordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Lufttemperaturerhöhung zwischen 0.3 K und 0.6 K bis an die direkt nordöstlich angrenzende Bestandsbebauung
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen. Die Gebäudeausrichtung nach dem Szenario „Winnenden 2035“ entspricht der nächtlichen Strömungsrichtung bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen
 - Beibehaltung großzügiger Begrünungen auf den Grundstücken

„Kreuzwiesen“ in Birkmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Kreuzwiesen“ liegt im Bereich der Grün- und Freiflächen im nordwestlichen Bereich von Birkmannsweiler in Tallage westlich des Unteren Baches
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist Südost nach Nordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts eine Lufttemperaturerhöhung bis 0.6 K, die nicht an angrenzende bestehende Wohnbereiche heran reicht
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Beibehaltung großzügiger Begrünungen auf den Grundstücken

„Bildstraße II“ in Birkmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Bildstraße II“ liegt auf den Grün- und Freiflächen nordwestlich von Birkmannsweiler
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit sehr hohem, teilweise hohem Entlastungspotential gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist Südost nach Nordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: Für die angesetzten Gebäude auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts eine deutliche Lufttemperaturerhöhung, die zeitweise bis in den Siedlungsbereich der Ruitzenmühle hinein reicht
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ bioklimatische Einschränkungen in benachbarten und talabwärts liegenden Siedlungsbereichen, sowie Belüftungseinschränkungen
 - Ausrichtung der möglichen Bebauung in Strömungsrichtung inklusive der Freihaltung von durchgängigen Belüftungsbahnen in Strömungsrichtung
 - keine abriegelnde Bebauung senkrecht zu der Strömungsrichtung.
 - Beibehaltung großzügiger Begrünungen auf den Grundstücken
 - Flachdachbegrünung

„Bildackerstraße“ in Höfen

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Bildackerstraße“ liegt im teilweise bebauten südlichen Siedlungsbereich von Höfen
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist überwiegend als bebautes Gebiet mit günstigen, im nordöstlichen Bereich auch mittleren bioklimatischen Verhältnissen gekennzeichnet. Eine Nutzungsänderung ist überwiegend mit starken bioklimatischen Einschränkungen verbunden. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist überwiegend Südost nach Nordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: bei dem Wegfall der bestehenden Gebäude und mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Lufttemperaturerhöhung bis 0.6 K an der bestehenden Bebauung in der Umgebung
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:

- Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
- Vermeidung zusammenhängender Gebäudekörper
- Beibehaltung beziehungsweise Schaffung großzügiger Begrünungen am Rand des Plangebietes
- Flachdachbegrünung
- Großkronige Baumpflanzungen zur Milderung der Wärmebelastung und Aufheizung tagsüber

„Hofäcker“ in Höfen

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Hofäcker“ liegt auf einer Grün- und Freifläche am nördlichen Siedlungsrand von Höfen
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist teilweise als Grün- und Freifläche mit hohem und mittlerem Entlastungspotential und als Freifläche mit relevanter Kaltluftproduktion gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist überwiegend Südost nach Nordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Lufttemperaturerhöhung bis 0.9 K, die die bestehende Wohnbebauung nicht erreicht
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Vermeidung zusammenhängender Gebäudekörper
 - Großzügige Grünausstattung zur Nachbarschaft, d. h. der südlich angrenzenden Bestandsbebauung

„Öschelbronner Straße II“ in Bürg

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Öschelbronner Straße II“ liegt auf einer Grün- und Freifläche am östlichen Siedlungsrand von Bürg
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet.

- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Lufttemperaturerhöhung bis 0.6 K an die westlich bestehende Bebauung
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Beibehaltung der Grünausstattung zur Nachbarschaft, d. h. der westlich angrenzenden Bestandsbebauung

„Kirchhofäcker“ in Hertmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Kirchhofäcker“ liegt auf einer Grün- und Freifläche am südlichen Siedlungsrand von Hertmannsweiler
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist überwiegend als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential, teilweise mit hohem Entlastungspotential gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist überwiegend Süd nach Nord
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts eine Lufttemperaturerhöhung bis 1.2 K in die nördlich liegenden Siedlungsbereiche hinein
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ bioklimatische Einschränkungen in bestehenden Siedlungsbereichen
 - Vermeidung von langen Gebäuden mit West-Ost-Orientierung
 - Vermeidung zusammenhängender Gebäudekörper
 - Beibehaltung der Grünausstattung zur Nachbarschaft, d. h. der nördlich, nordöstlich und östlich angrenzenden Bestandsbebauung
 - Flachdachbegrünung

„Rothenbühlstraße“ in Hertmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Rothenbühlstraße“ liegt auf einer Grün- und Freifläche im nordöstlichen Bereich von Hertmannsweiler östlich der Rothenbühlstraße
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist überwiegend aus nordöstlichen Bereichen

- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts eine Lufttemperaturerhöhung bis 0.9 K in den südwestlich bis westnordwestlich liegenden Siedlungsbereiche hinein
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ mäßige bioklimatische Einschränkungen in bestehenden Siedlungsbereichen
 - Flachdachbegrünung
 - Beibehaltung der Grünausstattung zur Nachbarschaft, d. h. der westlich angrenzenden Bestandsbebauung

„Neuaufstellung Schmiede III“ in Hertmannsweiler

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Neuaufstellung Schmiede III“ liegt auf einer Grün- und Freifläche nordwestlich von Hertmannsweiler
- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist als Grün- und Freifläche mit relevanter Kaltluftproduktion, aber ohne Siedlungsbezug gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist im südlichen Bereich Südost nach Nordwest und im nördlichen Bereich Ostsüdost nach Westsüdwest.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts eine Lufttemperaturerhöhung bis 1.5 K auf dem Plangebiet und etwas geringer in unbebauten Bereichen nordwestlich davon. An der Bestandsbebauung wird keine Erhöhung der Lufttemperatur berechnet
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Dachbegrünung für flächenhafte Gebäude
 - Beibehaltung der Grünausstattung zur Nachbarschaft, d. h. der südöstlich angrenzenden Bestandsbebauung

„Adelsbach II“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Adelsbach II“ liegt auf einer Grün- und Freifläche nordöstlich von Winnenden

- Lokalklimatische Situation: das Gebiet ist im südwestlichen und teils im nordwestlichen Bereich als Grün- und Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential und im übrigen Bereich als Freifläche mit hohem und teils mittlerem Entlastungspotential gekennzeichnet. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist im südwestlichen Bereich überwiegend Ostsüdost nach Westnordwest, im übrigen Bereich überwiegend Südost nach Nordwest.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts eine Lufttemperaturerhöhung bis 0.9 K an die westlich angrenzende Bebauung
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ mäßige bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen
 - Vermeidung zusammenhängender Gebäudekörper und Verzicht auf geschlossene Nebengebäude im südwestlichen Bereich
 - Beibehaltung großzügiger Grünausstattung
 - Begrünung zur bestehenden Nachbarschaftsbauung im westlichen und nordwestlichen Bereich
 - Flachdachbegrünung

„Steinweg“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Steinweg“ liegt im Siedlungsbereich von Winnenden östlich des Schlossparks
- Lokalklimatische Situation: das derzeit schon bebaute Gebiet ist überwiegend als Fläche mit mittleren bioklimatischen Verhältnissen gekennzeichnet und wird bei Nutzungsänderungen mit mäßig großen bioklimatischen Einschränkungen in der Umgebung ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Strömungen ist nicht eindeutig, d. h. in verschiedenen Höhenbereichen zwischen der Oberfläche und knapp über Gebäudehöhe teilweise entgegengesetzt.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts keine Lufttemperaturerhöhung über 0.3 K
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.

- Begrünung unbebauter Flächen
- Flachdachbegrünung

„Seegarten/Wiesenstraße“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Seegarten/Wiesenstraße“ liegt südwestlich des Buchenbachs und nordwestlich bzw. nördlich des Friedhofs im Siedlungsbereich von Winnenden
- Lokalklimatische Situation: das derzeit schon teilweise bebaute Gebiet ist teilweise als Fläche mit sehr günstigen und günstigen bioklimatischen Verhältnissen gekennzeichnet und wird bei Nutzungsänderungen mit sehr starken bioklimatischen Einschränkungen in der Umgebung ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmungen ist Ostsüdost nach Westnordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Temperaturerhöhung bis 0.6 K, die temporär bis an das nördlich liegende benachbarte Gebäude reichen kann.
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Schaffung von Grünausstattung zur Nachbarbebauung
 - Flachdachbegrünung

„Gerberstraße II“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Gerberstraße II“ liegt südwestlich angrenzend an den Buchenbach im Siedlungsbereich von Winnenden
- Lokalklimatische Situation: das derzeit schon teilweise bebaute Gebiet ist teils als Fläche mit günstigen und teils als Fläche mittleren bioklimatischen Verhältnissen gekennzeichnet und wird bei Nutzungsänderungen mit sehr starken bioklimatischen Einschränkungen in der Umgebung ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmungen ist Ostsüdost nach Westnordwest
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Temperaturerhöhung bis 0.6 K, die temporär bis an die angrenzenden westlich liegenden Gebäude reichen kann.
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:

- Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen. Die Ausrichtung der Plangebäude entspricht überwiegend der nächtlichen Strömungsrichtung bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen
- Schaffung von Grünausstattung zur Nachbarbebauung
- Flachdachbegrünung
- Verzicht auf geschlossene Nebengebäude

„Am Kronenplatz“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Am Kronenplatz“ liegt im zentralen Stadtgebiet von Winnenden
- Lokalklimatische Situation: das derzeit schon teilweise bebaute Gebiet ist als Fläche mit mittleren bioklimatischen Verhältnissen gekennzeichnet und wird bei Nutzungsänderungen mit starken bioklimatischen Einschränkungen in der Umgebung ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmungen ist Südost nach Nordwest.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Temperaturerhöhung bis 0.9 K, die bis an die angrenzenden westlich, nördlich und nordöstlich liegenden Gebäude reichen kann.
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ mäßige bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Begrünung unbebauter Flächen
 - Flachdachbegrünung
 - Baumpflanzungen oder Fassadenbegrünung

„Untere Schray“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Untere Schray“ liegt auf einer Freifläche nordwestlich von Winnenden und westlich der Bahngleise
- Lokalklimatische Situation: die derzeitige Freifläche wird im Südwesten und Nordosten als Ausgleichsraum mit sehr hohem Entlastungspotential, dazwischen als Entlastungsraum hoher und mittlerer Bedeutung, sowie mit relevanter Kaltluftproduktion ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmungen ist Ostsüdost nach Westnordwest.

- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Temperaturerhöhung bis 0.6 K, die temporär bis an die nördlich angrenzende Gewerbebebauung und südlich angrenzende Wohnbebauung reicht.
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Beibehaltung der Grünausstattung zur bestehenden Nachbarbebauung im Süden und Osten
 - Flachdachbegrünung
 - Großzügige Grünausstattung nicht bebauter Flächen

„Brühl“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Brühl“ liegt auf einer Freifläche westlich von Winnenden, nordwestlich angrenzend an die Bahngleise
- Lokalklimatische Situation: die derzeitige Freifläche wird im Nordwesten und Osten als Freifläche mit sehr hohem Entlastungspotential und dazwischen als Ausgleichsraum mit teils hohem und teils mittlerem Entlastungspotential ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmungen ist Südost nach Nordwest.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts keine Temperaturerhöhung größer gleich 0.3 K, die an benachbarte Bauungen heran reicht.
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ kaum spürbare bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Beibehaltung der Grünausstattung zu bestehender Nachbarbebauung
 - Flachdachbegrünung
 - Großzügige Grünausstattung nicht bebauter Flächen

„Linsenhalde II“ in Winnenden

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Linsenhalde II“ liegt auf einer Freifläche südwestlich von Winnenden, d. h. südwestlich der Auf- bzw. Abfahrt von B 14 und Waiblinger Straße

- Lokalklimatische Situation: die derzeitige Freifläche wird im östlichen Bereich als Ausgleichsraum mit sehr hohem Entlastungspotential und im westlichen Teil mit geringeren Entlastungspotentialen ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmung ist Südsüdost nach Nordnordwest.
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Temperaturerhöhung der nördlich angrenzenden Gewerbe- und Industriegebäude bis zu 0.6 K.
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ geringe bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Flachdachbegrünung
 - Großzügige Grünausstattung nicht bebauter Flächen

„Körnle Erweiterung“ im Siedlungsbereich Schelmenholz

- Lage: Das Bebauungsplangebiet „Körnle Erweiterung“ liegt auf einer Freifläche nordöstlich des Siedlungsbereichs Schelmenholz
- Lokalklimatische Situation: die derzeitige Freifläche wird als Ausgleichsraum mit sehr hohem Entlastungspotential ausgewiesen. Die Richtung der nächtlichen Kaltluftströmungen ist überwiegend von Süd nach Nord, im westlichen Bereich von Südwest nach Nordost
- Vergleich Szenario „Winnenden 2035“ mit Ist-Situation: mit den angesetzten Gebäuden auf Basis des Szenarios „Winnenden 2035“ ergibt sich nachts zeitweise eine Temperaturerhöhung der nördlich angrenzenden Gebäude bis zu 0.9 K.
- Folgerungen und Planungsempfehlungen:
 - Aus bioklimatischer Sicht ergeben sich bei den angesetzten Gebäuden in Anordnung und Höhe nach dem Szenario „Winnenden 2035“ mäßige bioklimatische Einschränkungen in benachbarten Siedlungsbereichen.
 - Flachdachbegrünung
 - Vermeidung zusammenhängender Gebäudekörper
 - Beibehaltung von Grünausstattung zu bestehender Bebauung in der Nachbarschaft

8 ZUSAMMENFASSUNG

Für das Stadtgebiet von Winnenden wurde eine lokalklimatische Analyse mit besonderer Beachtung der Situation an typischen Heißen Sommertagen bei autochthonen Wetterlagen, d. h. windschwach und wolkenarm, erstellt. Dazu wurden Modellrechnungen für einen typischen Heißen Sommertag für den baulichen Bestand in einem Referenzzeitraum und einem Zukunftszeitraum, sowie für das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ in einem Zukunftszeitraum durchgeführt.

In den letzten Jahrzehnten ist die Jahresmitteltemperatur in Winnenden zwischen den Zeiträumen 1961 bis 1990 und 1991 bis 2020 um etwa 1.2 °C gestiegen. Bis 2050 bzw. 2080 wird im Zuge des Klimawandels ein weiterer Anstieg der Jahresmitteltemperatur bis zu 1.2 °C bzw. bis zu 2.9 °C projiziert, in Folge ergeben sich mehr Sommertage und Heiße Tage, sowie weniger Frost- und Eistage in der Zukunft. Für den Niederschlag werden im Jahresmittel keine signifikanten Änderungen projiziert, es wird im Mittel von etwas niederschlagsärmeren Sommern und niederschlagsreicheren Wintern ausgegangen.

Das Stadtgebiet Winnenden liegt in einer reliefierten Umgebung mit Höhenlagen von etwa 270 m bis 500 m über NHN. Nach Südwesten und Süden steigt in Winnenden das Gelände von den Talbereichen des Zipfelbachs und des Buchenbachs zu den Höhen des Korber Kopfs und der Buocher Höhe an, ebenso nach Osten zu den von Süd nach Nord verlaufenden Randhöhen von Oberweiler über den Zwerenberg bis zum Hörnle. Diese örtlichen Gegebenheiten prägen die lokalklimatischen Verhältnisse und Kaltluftströmungen im Stadtgebiet von Winnenden.

An Heißen Tagen bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen ergeben sich tagsüber u. a. je nach Höhenlage, Landnutzung, Versiegelungsgrad und Bebauungsdichte unterschiedliche Lufttemperaturen in den Siedlungsbereichen von Winnenden. Dabei haben die höher gelegenen Stadtteile, z. B. Breuningsweiler und Bürg, ein etwas geringeres Lufttemperaturniveau als die nieder gelegenen Stadtteile wie beispielsweise Winnenden oder Birkmannsweiler. Daher ergeben sich in den höher gelegenen Stadtteilen insgesamt etwas geringere Wärmebelastungen als in den tief gelegenen Bereichen. Die Wärmebelastung, berechnet anhand eines bioklimatischen Index unter Berücksichtigung der Lufttemperatur, mittleren Strahlungstemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit, ist tagsüber bei solchen Wetterlagen stark abhängig von der Sonneneinstrahlung bzw. Verschattung. Deshalb werden die geringsten Wärmebelastungen in Bereichen ohne oder mit wenig direkter Sonneneinstrahlung berechnet, z. B. in mit Schatten spendenden Bäumen versehenen Bereichen. Die intensivsten

Wärmebelastungen ergeben sich aufgrund der normalerweise nachmittags auftretenden Höchsttemperatur in Kombination mit dem Sonnenstand überwiegend im Nahbereich von Süd-, Südwest- und Westfassaden von Gebäuden in Kombination mit eingeschränkten Durchlüftungsverhältnissen.

Im Zeitraum des Sonnenuntergangs erfolgt in den unbebauten Bereichen des Untersuchungsgebietes eine spürbare Abkühlung der unteren Luftschichten, d. h. es wird mehr Wärme von der Erdoberfläche abgegeben als aufgenommen. In Folge strömen die bodennah kühlen Luftmassen in dem reliefierten Gelände die Hänge gravitativ hinab und sammeln sich in den niedriger gelegenen Bereichen, wie z. B. Senken, Mulden und Tälern, und verstärken dort die Abkühlung. In den Tälern können sich so kräftige Kaltluftströmungen bilden, wie beispielsweise entlang des Buchenbachs und Zipfelbachs, die die Siedlungsbereiche talabwärts belüften. Die Kernstadt von Winnenden wird aus Süden überwiegend durch den Kaltluftstrom des Tals entlang des Zipfelbachs und von Südosten und Osten überwiegend durch den Kaltluftstrom aus dem Tal entlang des Buchenbachs belüftet. In den eng bebauten Siedlungsbereichen werden die kühlen Luftmassen bodennah von der urbanen Umgebung aufgezehrt und sind in Teilbereichen bis zu 3 K wärmer als im Umland.

Im Zukunftszeitraum ergeben sich bei sommerlichen autochthonen Wetterlagen etwa 2 K höhere Lufttemperaturen als im Referenzzeitraum, wobei die räumliche Verteilung der Lufttemperatur und Wärmebelastung tagsüber und nachts vergleichbar mit derjenigen im Referenzzeitraum ist. Mit den Annahmen von unveränderter Landnutzung und unverändertem baulichen Bestand ergeben sich für den Zukunftszeitraum vergleichbare nächtliche Kaltluftströmungen in Richtung und Geschwindigkeit bei einer etwa 2 K höheren Lufttemperatur.

Durch das bauliche Szenario „Winnenden 2035“ verändern sich die Lufttemperatur und Wärmebelastung tagsüber in den Bereichen der Bebauungsplangebiete und deren Nahbereichen, in den übrigen Bereichen des Untersuchungsgebietes sind die Verhältnisse vergleichbar mit denjenigen ohne das bauliche Szenario „Winnenden 2035“. Ein Vergleich mit den projizierten Klimaänderungen zwischen den betrachteten Zeiträumen zeigt, dass die Änderungen der Lufttemperatur an einem Hitzetag durch die Neubebauungen des Szenarios „Winnenden 2035“ lokal begrenzt etwa bis zu einem Drittel so groß sein können wie die projizierten Klimaänderungen. In Bezug auf die Wärmebelastung, d. h. den bioklimatischen Index, tagsüber können durch neu hinzu gekommene oder entfallende Verschattungen punktuell durchaus negative oder positive Änderungen größer 8 K aufgrund der Planung erfolgen.

Nachts ergeben sich ebenfalls Änderungen der Lufttemperatur und Wärmebelastung in den Bereichen der Bebauungsplangebiete, deren Nahbereichen und je nach Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit teilweise auch in etwas weiter entfernten Bereichen. Ein Vergleich mit den projizierten Klimaänderungen zwischen den betrachteten Zeiträumen zeigt, dass die Änderungen der Lufttemperatur und der Wärmebelastung, d. h. des bioklimatischen Index, abends und nachts nach einem Hitzetag durch die Neubebauungen des Szenarios „Winnenden 2035“ lokal begrenzt etwa so groß sein können wie die projizierten Klimaänderungen, d. h. eine Verdopplung der Änderungen.

Zukünftig wird mit dem Klimawandel die bioklimatische Belastung in Bezug auf Wärme und Hitze mit den steigenden Temperaturen ansteigen, d. h. es wird mehr Stunden bzw. Tage mit Wärmebelastung und höhere Belastungen in der Spitze erwartet. Entsprechend der in dem Bericht dargestellten räumlichen Differenzierungen der lokalen thermischen Verhältnisse im Stadtgebiet von Winnenden kann eine klimabezogene Stadtplanung die Konfliktbereiche durch Freiraumgestaltungen, Gebäudeanordnungen und der Beibehaltung bzw. Förderung bestehender Ventilationsbahnen verringern oder gar vermeiden.

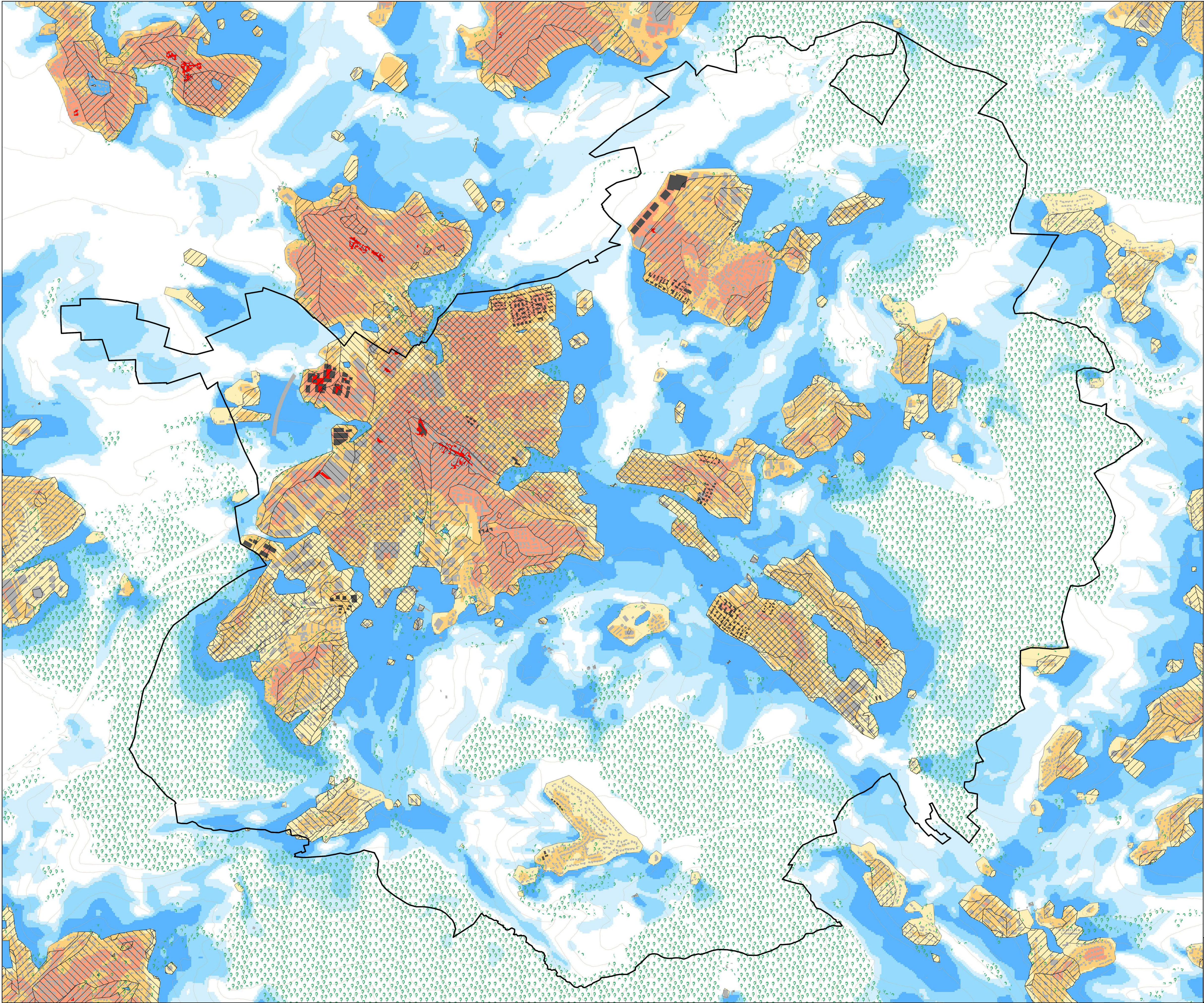
9 LITERATUR

- Bröde, P., Fiala, D., Blażejczyk, K., Holmér, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., Tinz, B., Havenith, G. (2012): Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International journal of biometeorology* 56.3 (2012): 481-494.
- Jendritzky, G., de Dear, R., & Havenith, G. (2012). UTCI—why another thermal index?. *International journal of biometeorology*, 56(3), 421-428.
- Lohmeyer GmbH (2020): „Simulationen mit PALM-4U. Lohmeyer aktuell, August 2020. URL: <https://www.lohmeyer.de/site/assets/files/4663/ausgabe43.pdf>; zuletzt abgerufen: 31.08.2021.
- Lohmeyer GmbH (2021): „Anwendung von PALM-4U - Teil 2. Lohmeyer aktuell, Juni 2021. URL: <https://www.lohmeyer.de/site/assets/files/4804/ausgabe45.pdf>; zuletzt abgerufen: 31.08.2021.
- Maronga, B., Gryschka, M., Heinze, R., Hoffmann, F., Kanani-Sühring, F., Keck, M., Ketelsen, K., Letzel, M. O., Sühring, M., and Raasch, S. (2015): The Parallelized Large-Eddy Simulation Model (PALM) version 4.0 for atmospheric and oceanic flows: model formulation, recent developments, and future perspectives. *Geoscientific Model Development Discussions* 8 (2015), Nr. 2, S. 1539-1637 (2015).
- Maronga, B., Gross, G., Raasch, S., Banzhaf, S., Forkel, R., Heldens, W., Kanani-Sühring, F., Matzarakis, A., Mauder, M., Pavlik, D., Pfaffenrott, J., Schubert, S. Seckmeyer, G., Sieker, H., and Winderlich, Kristina (2019): Development of a new urban climate model based on the model PALM-Project overview, planned work, and first achievements. *Meteorologische Zeitschrift* (2019): 1-15.
- Raasch, S., and Schröter, M., 2001: PALM – a large-eddy simulation model performing on massively parallel computers. *Meteorologische Zeitschrift* 10.5 (2001): 363-372.
- Scherhag, R., Blüthgen, J., Lauer, W. (1977): *Klimatologie*. 9. Aufl. Westermann Verlag, Braunschweig. ISBN N 3-14-160284-0, S. 204.
- Vautard, R., Gobiet, A., Sobolowski, S., Kjellström, E., Stegehuis, A., Watkiss, P., Mendlik, T., Landgren, O., Nikulin, G., Teichmann, C. (2014): The European climate under a 2 °C global warming." *Environmental Research Letters* 9.3 (2014): 034006.

- VDI 3783 Blatt 7 (2017): Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle, Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder. Richtlinie VDI 3783 Blatt 7, Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.
- VDI 3783 Blatt 9 (2017): Umweltmeteorologie – Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. VDI-Richtlinie VDI 3783 Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2017.
- VDI 3787 Blatt 2 (2008): Umweltmeteorologie – Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil I: Klima. Richtlinie VDI 3787 Blatt 2. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2008.

A1 PLANUNGSHINWEISKARTE „HITZE“ FÜR DAS BAULICHE SZENARIO „WINNENDEN 2035“

Die **Abb. A.1** zeigt analog der **Abb. 7.1**, d. h. der Planungshinweiskarte „Hitze“ von Winnenden für den baulichen Bestand, die Planungshinweiskarte „Hitze“ für das bauliche Szenario „Winnenden 2035“.



Planungshinweiskarte „Hitze“
von Winnenden für das bauliche
Szenario "Winnenden 2035"

Siedlungsflächen

1. Bioklimatische Ist-Situation

- Sehr günstige bioklimatische Situation
- Günstige bioklimatische Situation
- Mittlere bioklimatische Situation
- Ungünstige bioklimatische Situation

2. Bioklimatische Einschränkungsbereiche
bei möglichen Nutzungsänderungen

- direkt benachbarte Bebauung
- mäßig große Siedlungsbereiche
- große Siedlungsbereiche
- sehr große Siedlungsbereiche

Grün- und Freiflächen

- Sehr hohes Entlastungspotential
- Hohes Entlastungspotential
- Mittleres Entlastungspotential
- Übrige Freiflächen mit relevanter Kaltluftproduktion

- Bäume/Wald
- Bauwerke Bestand
- Bauwerke Szenario "Winnenden 2035"
- Stadtgebiet Winnenden
- Höhenlinien 25 m

