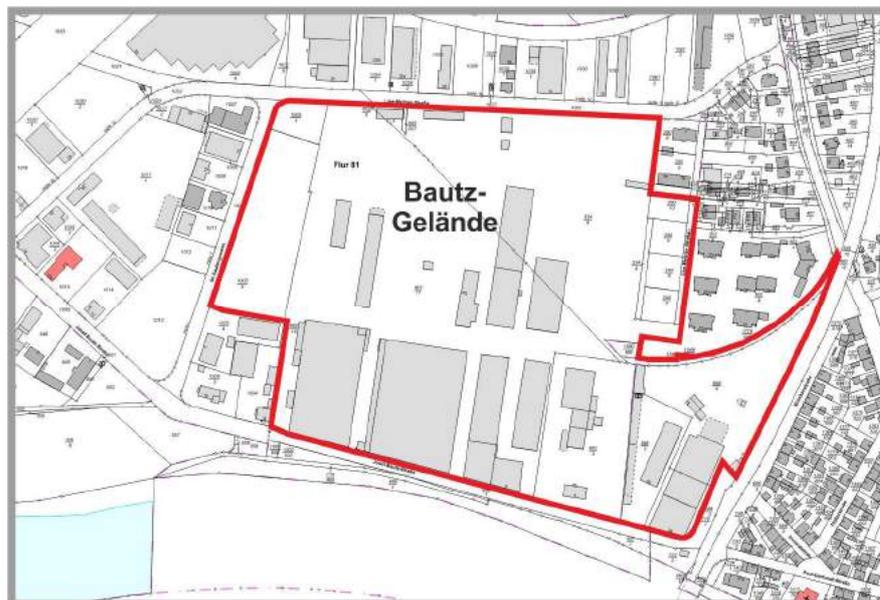


ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

AKTUALISIERTES KLIMAGUTACHTEN ZUM BAUVORHABEN „BAUTZ-GELÄNDE“ IN HANAU-GROSSAUHEIM



Auftraggeber

Bien-Ries GmbH
Bruchköbeler Landstraße 87
63452 Hanau

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst
Dr. Wolfgang Lähne

Mannheim, 15. Juli 2020

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

Geschäftsführer:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

www.oekoplana.de

Deutsche Bank Mannheim
IBAN:
DE73 6707 0024 0046 0600 00
BIC: DEUTDE33HAN

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	1
1 Aufgabenstellung	1
2 Planungsgebiet und Planungsentwurf	3
3 Untersuchungsmethodik	5
4 Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Hanau-Großauheim und ihre prognostizierten zukünftigen Entwicklungen	7
5 Numerische Modellrechnungen zur Darstellung der kleinklimatischen Verhältnisse im Planungsgebiet und in dessen Umfeld	18
5.1 Belüftungssituation	18
5.1.1 Tagsituation – Luftströmungen aus Westsüdwesten (240°)	20
5.1.2 Tagsituation – Luftströmungen aus Westnordwesten (300°)	22
5.1.3 Nachtsituation – Luftströmungen aus Südsüdosten (165°)	23
5.1.4 Nachtsituation – Luftströmungen aus Nordnordosten (30°)	25
5.1.5 Kurzfazit – Belüftungssituation	27
5.2 Thermische / bioklimatische Situation	28
5.2.1 Lufttemperaturverteilung - Sommerliche Tag- und Nachtsituation (16:00 Uhr bzw. 23:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus Westnordwesten (300°)	30
5.2.2 Lufttemperaturverteilung - Sommerliche Tag- und Nachtsituation (16:00 Uhr bzw. 23:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus Südsüdosten (165°)	32
5.2.3 Lufttemperaturverteilung - Sommerliche Tag- und Nachtsituation (23:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus Nordnordosten (30°)	33
5.2.4 Bioklimatische Verhältnisse (PET) - Sommerliche Tagsituation (14:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus Westnordwesten (300°)	34
5.2.5 Kurzfazit – Thermische / bioklimatische Situation	35

6	Klimaökologie - Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen	38
	Literaturverzeichnis / weiterführende Schriften	50

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des Planungsgebiets im Stadtgebiet von Hanau
- Abb. 2:** Lageplan mit Geländehöhen – Bautz-Gelände
- Abb. 3:** Ausschnitt aus dem Regionalen Flächennutzungsplan FrankfurtRheinMain, 2010. Stand: 31.12.2018
- Abb. 4:** Planungsgebiet – fotografische Dokumentation
- Abb. 5:** Städtebauliches Konzept für das Bautz-Gelände, Stand 06/2020
- Abb. 6:** Städtebauliches Konzept – Kennwerte öffentliche und private Flächen, Stand 06/2020
- Abb. 7:** Städtebauliches Konzept – Mauergestaltung entlang der Mainpromenade
- Abb. 8:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung. Zeitraum: 08/1989 – 07/1990, alle Tage
- Abb. 9:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung. Zeitraum: 08/1989 – 07/1990, Strahlungswetterlagen
- Abb. 10:** Windstatistik temporärer Messungen auf dem Bautz-Gelände. Zeitraum: 01.09.2019 – 06.07.2020
- Abb. 11:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten. Messstandort: Industriepark Wolfgang – Dach (ca. 149 m ü. NN). Zeitraum: 2001 – 2019, alle Tage
- Abb. 12:** Beispielhafte Tagesgänge der Lufttemperatur an heißen Sommertagen mit geringer Bewölkung (Strahlungswetterlage)
- Abb. 13:** Ergebnisse von Lufttemperatur-Profilmessfahrten des Deutschen Wetterdienstes DWD. Sommer 1990
- Abb. 14:** Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte Hanau
- Abb. 15:** Modellgebiet Ist-Zustand
- Abb. 16:** Modellgebiet Plan-Zustand
- Abb. 17.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 17.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G. Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 18.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G. Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 19.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 2 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 19.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 5 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 20.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 21.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 22.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 2 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 22.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 5 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 23.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 23.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 24.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 24.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 25.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 2 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 25.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 5 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

- Abb. 26.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 26.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Ist-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 27.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 27.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Plan-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 28.1:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 2 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 28.2:** Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 5 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 29.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Ist-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 29.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Plan-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.

- Abb. 29.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (16:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 30.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Ist-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 30.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Plan-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 30.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 31.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Ist-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 31.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Plan-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 31.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (16:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.
- Abb. 32.1:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Ist-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.

- Abb. 32.2:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Plan-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 32.3:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Vorher-Nachher-Vergleich. Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 33:** Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen – Plan-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.
- Abb. 34:** Ergebnisse mikroskaliger Modellrechnungen. Ist- und Plan-Zustand / Tagsituation (14:00 Uhr) – PET-Werte 1.5 m ü.G.

Vorbemerkung

Am 14.08.2019 wurde auf Grundlage eines ersten Planungskonzepts (Stand 06/2019) ein Klimagutachten zum Bauvorhaben „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim vorgelegt.

Im Rahmen des Planungsprozesses wurde der städtebaulich Entwurf seither fortentwickelt und modifiziert. Mit dem nachfolgenden aktualisierten Gutachten erfolgt daher eine weitere klimaökologische Beurteilung der planungsbedingten thermischen / bioklimatischen und strömungsdynamischen Folgeerscheinungen.

1 Aufgabenstellung

Im Hanauer Stadtteil Großauheim ist im Nordwesten auf dem „Bautz-Gelände“ zwischen der Josef-Bautz-Straße im Süden, Im Kautengewann im Westen, Lise-Meitner-Straße im Norden und Brückenstraße im Südosten die Entwicklung eines neuen Wohnquartiers zzgl. gewerblicher, sozialer und kultureller Einrichtungen geplant. Die Lage des nur schwach reliefierten Planungsgebiets kann den **Abbildungen 1** und **2** entnommen werden.

Laut vorgelegtem Planungsentwurf des Architekturbüros PLANQUADRAT ELFERS GESKES KRAMER sieht die Planung ca. 1.479 Wohneinheiten vor. Die 3- bis 5-geschossigen (+ Staffelgeschoss) Gebäude bilden zumeist durchgrünte Blockrandstrukturen. Quartiersplätze, eine zentrale Erschließungsstraße mit angrenzendem Grünzug und eine Mainuferpromenade gliedern das Planungsgebiet. Zur Bereitstellung der erforderlichen Stellplatzflächen sind Tiefgaragen unter den Baufeldern sowie Parkplätze und Duplex-Garagen am Gebietsrand geplant.

Die derzeitige gewerbliche Bestandsbebauung wird abgerissen. Ausnahmen bildet ein Gebäude an der geplanten Mainpromenade, das zukünftig gastronomisch genutzt werden soll sowie Teile der Halle 3.

Entlang der Mainpromenade ist zudem eine Mauer vorgesehen, die die Fassadenstruktur der bisherigen Bebauung aufnimmt.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens sind die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die Umweltbelange zu prüfen und zu bewerten.

Mit der Änderung der örtlichen Flächennutzung geht eine Modifikation der lokalen Belüftungsverhältnisse und der thermischen / bioklimatischen Umgebungsbedingungen (Stichwort: „Wärmeinselbildung“) einher, weshalb im Zuge des Planungsprozesses auch die klimaökologischen Aspekte vertiefend zu analysieren und zu bewerten sind. Darauf aufbauend sind Planungsempfehlungen zur Optimierung der lokalklimatischen Verhältnisse zu erarbeiten.

Zur qualitativen und quantitativen Bewertung der derzeitigen klimaökologischen Situation sowie zur Abschätzung des Einflusses der vorgesehenen Bebauung auf das örtliche klimatische Wirkungsgefüge werden auf Grundlage vorhandener Klimadaten (u.a. DEUTSCHER WETTERDIENST 1992: Stadtklima Hanau) und mikroskaliger Modellrechnungen die klimaökologischen Positiv- und Negativeffekte bilanziert. Die Problematik des Klimawandels mit erhöhter sommerlicher Wärmebelastung wird bei der Bewertung berücksichtigt.

Für die Klimauntersuchung sowie für die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in planungsbezogene Bewertungen und Empfehlungen werden folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Vertiefende Analyse und Bewertung der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens. Diskussion der örtlichen Klimawandelfolgen.
- Qualitative / quantitative Bestimmung und Diskussion der klimaökologischen Wechselwirkungen zwischen Freiflächen und Bebauung sowie der zu erwartenden strömungsdynamischen und thermischen / bioklimatischen Veränderungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld mit Hilfe numerischer Modellrechnungen.
- Darstellung von Optimierungsmöglichkeiten zur Sicherung bzw. Entwicklung möglichst günstiger strömungsdynamischer und thermischer Verhältnisse.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das ca. 13.2 ha (Bruttobauland) große Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ befindet sich nordwestlich von Großauheim in einer Höhenlage von ca. 105 – 107 m ü. NHN (**Abbildung 2**).

Im Regionalen Flächennutzungsplan FrankfurtRheinMain 2010 (Stand: 31.12.2018, **Abbildung 3**) ist das „Bautz-Gelände“ als gewerbliche Baufläche festgesetzt.

Derzeit ist das Planungsgebiet im Süden von großflächigen Hallenkomplexen sowie versiegelten Zufahrten und Stellplatzflächen geprägt. Markant ist der turmartige Baukörper auf dem Grundstück Flur 81, Flst.-Nr. 662/3 (siehe **Abbildung 4**).

Im nördlichen Teilbereich überwiegen begrünte Brachflächen mit vereinzelt Gehölzgruppen und einer Lagerfläche. An der Lise-Meitner-Straße im Norden besteht zudem eine Kfz-Abstellfläche.

Im Westen und Norden grenzt das Planungsgebiet an Gewerbegebietsflächen. Im Nordosten schließen zwischen Lise-Meitner-Straße und Hanauer Landstraße locker durchgrünte Wohnbauflächen mit 1- bis 3-(+DG) geschossiger Bebauung an. Im Südosten (Brückenstraße) wird das Ortsbild von offener Blockrandbebauung mit 2-geschossiger (+DG) Wohnhausbebauung geprägt. Im Süden verläuft der Main mit seinem begrünten Ufersaum.

Mit dem vorgelegten Planungsentwurf zur Wohngebietsentwicklung „Bautz-Gelände“ (**Abbildungen 5 und 6**) wird angestrebt, eine verdichtete aber auch klimaverträgliche Bebauungsstruktur zu entwickeln.

Wesentliche Elemente des vorgelegten Planungsentwurfs sind neben einer zentral von Osten nach Westen verlaufenden, alleearartig begrünten Erschließungsstraßen mit nördlich angrenzender Grünfläche, zwei großzügige Quartiersplätze im nördlichen Teilbereich des Planungsgebiets sowie die Mainuferpromenade im Süden.

Die Grundstücksflächen der Quartiere A – D umfassen eine Fläche von ca. 93.658 m² (= 70.8% des Bruttobaulands). Der Anteil der öffentlichen Grünflächen beläuft sich auf 10.259 m² (= 7.8% des Bruttobaulands). Die Erschließungsflächen zeigen eine Flächengröße von ca. 28.306 m² (= 21.4% des Bruttobaulands).

Im Norden des Planungsgebiets sieht der Entwurf im Quartier A den Bau einer 4- bis 5-geschossigen (zzgl. Staffelgeschoss) offenen Blockrandbebauung vor. Im Planbereich A3 ist im EG eine Fläche für einen Vollversorger (Markt) geplant. Die Dachfläche soll intensiv begrünt werden.

Im Quartier B sind 3- bis 5-geschossige (zzgl. Staffelgeschoss) Gebäudestrukturen vorgesehen, wobei die 3-geschossigen Bauweisen am Übergang zur Bestandsbebauung an der Lise-Meitner-Straße angedacht sind.

Die erforderlichen Stellplatzflächen im nördlichen Teilbereich des Planungsgebiets werden über Tiefgaragen, Parkierungsflächen am Westrand sowie über Duplex-Parker (Annahme der Bauwerkshöhe ca. 4 m) im Norden entlang der Lise-Meitner-Straße bereitgestellt.

Die netzartige Durchwegung der Planbereiche A und B sowie die vorgesehenen Quartiersplätze sollen zusammen mit den offenen Blockrändern eine möglichst intensive Be- und Durchlüftung gewährleisten.

In zentraler Gebietslage verläuft von Westen nach Osten die Hapterschließungsachse mit alleearter Begrünung. Nördlich davon ist ein großzügiges Grünband mit Möglichkeiten zum Spielen und zum Aufenthalt vorgesehen.

Das Quartier C im Südwesten wird von einer locker durchgrünten 4- bis 5-geschossigen (zzgl. Staffelgeschoss) Bebauung geprägt. Entlang der Mainuferpromenade sind dabei Solitärbauten bildprägend. Die Bestandshalle 3 soll teilweise erhalten bleiben und mittels einer Platzstruktur in das Quartiersgefüge eingebunden werden. Im Quartier D sind vergleichbare Gebäudetypologien zu finden.

In den Quartieren C und D sollen die netzartige Durchwegung, die offenen Bau-blockränder sowie die geplanten Platzstrukturen ebenfalls günstige kleinklimatische Umgebungsverhältnisse sichern.

Auch in diesen Teilbereichen des Planungsgebiets werden die erforderlichen Stellplatzflächen größtenteils über Tiefgaragen bereitgestellt. An der Brückenstraße im Osten zeigt das Planungskonzept zusätzliche oberirdische Stellplatzflächen.

Die in Richtung Main anschließende Mainuferpromenade ist autofrei und dient als Boulevard. In Teilbereichen bildet eine durchbrochene Mauer den Übergang zwischen den Quartieren und der Mainuferpromenade (**Abbildung 7**). Ihre Gestalt nimmt die Fassadenstruktur der bisherigen Bebauung auf.

3 Untersuchungsmethodik

Zur Beurteilung der kleinklimatischen Situation und zur Erarbeitung klimatisch relevanter Planungsempfehlungen erfolgt zunächst eine Bestandsaufnahme der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe.

Hierbei stehen Klimadaten des Klimagutachtens der Stadt Hanau (DEUTSCHER WETTERDIENST 1992) sowie Messdaten der Klimamessstationen Industriepark Wolfgang (Daten bereitgestellt durch die STADT HANAU) und Bautz-Gelände (Daten bereitgestellt von TÜV -SÜD) zur Verfügung.

Zur Beschreibung der lokalen Klimawandelfolgen in Hanau kann auf Ergebnisse eines Klimagutachtens zur Pioneer-Kaserne in Hanau [GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2018)] zurückgegriffen werden.

In einem weiteren Schritt werden mit Hilfe mikroskaliger Modellrechnungen (Modellpakete MISKAM / ENVI-met¹) die lokalen Belüftungsverhältnisse und die thermischen Umgebungsbedingungen (Tag- und Nachtsituation) im Planungsgebiet analysiert, um die örtlichen klimatischen Positiv- bzw. Negativeffekte aufzuzeigen.

Die Modelle entsprechen dem Stand der Technik und sind langjährig geprüft.

Die Simulation der örtlichen Belüftungsverhältnisse (stabile / labile Luftschichtung) erfolgt mit dem 3-dimensionalen prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Die Bau- und Flächennutzungsstrukturen werden in einem Gitter abgebildet. Vegetationsflächen werden über ihre Wuchshöhe, Blattflächendichte und Bedeckungsgrad definiert.

Die thermische / bioklimatische Situation ist ein Ergebnis aus dem vielfältigen Zusammenspiel verschiedener Flächennutzungs- und Klimaparameter. Die Klimaparameter (z.B. Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur) reagieren sensibel auf Veränderungen der Flächennutzungsstrukturen. Angesichts der sehr unterschiedlichen Prozesse hat es sich als sinnvoll herausgestellt, numerische Methoden zu benutzen, um deren Einflüsse zu prognostizieren.

¹ **GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
Das Rechenmodell MISKAM ist ein dreidimensionales, nichthydrostatisches Strömungsmodell, das laut eines Forschungsberichtes des Landes Baden-Württemberg die Charakteristika der Strömungs- und Konzentrationsverteilung sehr gut wiedergibt.

BRUSE, M. (2002/2019): ENVI-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.

ENVI-met ist ein Mikroklimamodell, das auf Grundlage der numerischen Strömungsdynamik die thermische Wechselwirkung zwischen Gebäuden, Vegetation, natürlichen und künstlichen Oberflächen in einer virtuellen Umgebung simuliert. Dabei werden die wichtigsten atmosphärischen Prozesse nachgebildet.

Die mathematischen Berechnungen beruhen nach BRUSE (1999) auf den Gesetzen der Strömungs- (Windfeld) und Thermodynamik (Temperaturberechnungen) sowie der allgemeinen Atmosphärenphysik (z.B. Turbulenzprognose). Die Bebauung wird durch einfache Basiselemente (Würfel in ENVI-met: Grid) nachgebaut / modelliert. Alle Strukturen (z.B. Vegetation, Gebäude) werden in rechteckige Modellquader eingebettet. Numerisch werden diese Modellquader am Tag von der Sonne beschienen und vom Wind umströmt und deren Wechselwirkungen mit den Oberflächen und Strukturen simuliert (BRUSE 2003, 66).

Weitere Details zu den Klimamodellen MISKAM und ENVI-met können folgenden Internetseiten entnommen werden:

<https://docplayer.org/73084289-Miskam-giese-eichhorn-umweltmeteorologische-software-handbuch-zu-version-6-im-auftrag-von-am-spielplatz-wackernheim-tel.html>

<https://www.envi-met.com>

Auf Grundlage der klimaökologischen Analysen erfolgt eine abschließende klimaökologische Bewertung des Planungsentwurfs.

4 Klimatische Rahmenbedingungen im Raum Hanau-Großauheim und ihre prognostizierten zukünftigen Entwicklungen

Der Jahresmittelwert der Lufttemperatur liegt im Raum Hanau nach Berechnungen des POTSDAM-INSTITUTS FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG E.V. (www.klimafolgenonline.com) für den Zeitraum 1981 – 2010 bei einem Wert von ca. 10.5°C. Die durchschnittliche Anzahl der Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) liegt bei 50.0 Tagen (1981 – 2010). Die durchschnittliche Anzahl der heißen Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) wird mit 11.1 (1981 – 2010) angegeben.

Die mittlere Sonnenscheindauer liegt bei ca. 1.633 Stunden im Jahr.

Die Jahressumme des Niederschlags beträgt im Raum Hanau ca. 693 mm, wobei die Monate Mai - Juli im Allgemeinen die größten Niederschlagshöhen aufweisen. In diesen Monaten kommt es durch die hohe Einstrahlungsintensität und die daraus folgende Konvektion mit Wolkenbildung verstärkt zu Schauern und Gewittern.

Das Stadtgebiet von Hanau gehört mit seiner Lage in der Untermainebene nach CHRISTOFFER ET AL. (1989) zu einer der windschwächsten Regionen Deutschlands.

Analysiert man die im Rahmen des Stadtklimagutachtens Hanau (DEUTSCHER WETTERDIENST 1992) erfassten einjährigen Winddaten (08/1989 – 07/1990) an den Stationsstandorten *Bauhof*, *Steinheim* und *Hainstadt* (**Abbildung 8**), so zeigt sich eine Dominanz von Winden aus südlichen Richtungssektoren. Ein Sekundärmaximum liegt bei nordnordwestlichen bis nordnordöstlichen Richtungen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten liegen zwischen 2.0 m/s (Station *Steinheim*) und 2.9 m/s (Station *Hainstadt*), wobei am Tag durch den allgemein intensiveren vertikalen Luftaustausch gegenüber den Nachtstunden höhere Windgeschwindigkeiten zu erwarten sind. Windgeschwindigkeiten von über 3.0 m/s, die für eine Durchlüftung² von Siedlungsgebieten sorgen, treten vor allem bei lokal vorherrschenden Südwestwinden auf.

² **Durchlüftung** ist der völlige Austausch lokaler Luftmassen durch reinere Luftmassen der höheren Atmosphäre, zurückzuführen auf Luftströmungen höherer Geschwindigkeit, die bis zum Boden durchgreifen. In kürzester Zeit können auf diese Weise lokal belastete Luftmassen durch Frischluft ersetzt werden. Voraussetzung ist vorwiegend indifferente bis labile Luftschichtung. **Belüftung** ist die Durchmischung und horizontale Verlagerung lokal belasteter Luftmassen durch über klimaökologische Ausgleichsräume zuströmende Luftmassen geringerer Geschwindigkeit. Der völlige Austausch lokal belasteter Luft kann nicht oder nur über einen längeren Zeitraum hinweg vonstattengehen. Die Wirksamkeit ist lokal begrenzt. Voraussetzung ist vorwiegend indifferente bis stabile Luftschichtung (z.B. Bodeninversionen und abgehobene Inversionen).

Im Sommer schwächt sich die Intensität der bodennahen Ventilation ab, was zusammen mit hohen Lufttemperaturen (Sommertage mit Lufttemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$) vermehrt zu bioklimatischen Belastungen führt. Übergängen zwischen Freiland und Bebauung sowie bebauungsinternen Ventilationsbahnen kommen dann eine besondere Bedeutung zu.

Die Zufuhr bodennaher Kaltluft intensiviert die nächtliche Abkühlung. Zudem unterbinden Ventilationseffekte auch die verstärkte Akkumulation von Luftschadstoffen.

An Strahlungstagen mit geringer Bewölkung (ca. 20 - 25% der Tage im Jahr) wird im Planungsgebiet und in dessen Umfeld das nächtliche Ventilationsgeschehen zunehmend durch lokal und regional angelegte Luftströmungen aus südöstlichen bis südlichen Richtungen bestimmt (**Abbildung 9**). Sie sind Regionalwinden aus dem bayerischen Unterraingebiet zuzuordnen (DEUTSCHER WETTERDIENST 1992), die vertikale Mächtigkeiten von mehreren hundert Metern erreichen. Die Belüftung des Planungsgebietes erfolgt somit vermehrt über den Main. Als Sekundärmaximum treten nordnordwestliche bis nordnordöstliche Windrichtungen auf.

Die mittleren Windgeschwindigkeiten liegen in Strahlungsnächten deutlich unter 2.0 m/s, was die Empfindlichkeit der lokalen Strömungssysteme gegenüber Hindernissen in Form von Hochbau unterstreicht.

Die Windmessungen des TÜV-Süd auf dem Bautz-Gelände zwischen dem 01.09.2019 und dem 06.07.2020 zeigen ebenfalls ein Vorherrschen von Winden aus südsüdöstlichen bis westsüdwestlichen Richtungen (**Abbildung 10**), wobei in den Nachtstunden ein Häufigkeitsanstieg nordöstlicher Winde zu beobachten ist. Die mittlere Windgeschwindigkeit am Tag liegt bei 2.6 m/s (10 m ü.G.) und in der Nacht bei 1.7 m/s (10 m ü.G.). Die Messdaten bestätigen somit weitgehend die Erkenntnisse aus der DWD-Klimastudie von 1992.

Auch am Stationsstandort Industriepark Wolfgang (**Abbildung 11**), ca. 2.5 km nordöstlich des Bautz-Geländes, bestimmen vorwiegend südsüdöstliche bis westsüdwestliche und nordöstliche Winde das lokale Luftaustauschgeschehen. In den Nachtstunden ist im Allgemeinen eine leichte Zunahme nordöstlicher und südöstlicher Windrichtungen zu verzeichnen, was auf lokale/regionale Strömungsprozesse zurückzuführen ist (s. o.).

Das Verhalten der Lufttemperatur in Abhängigkeit von Relief, Flächennutzung und Strömungsgeschehen ist ein Indiz für die Funktion des horizontalen und vertikalen Luftaustausches.

An stadtklimatisch besonders relevanten hochdruckbeeinflussten Strahlungstagen ergeben sich im Untersuchungsraum lokalklimatische Differenzierungen. Bereits vor Sonnenuntergang setzt die Abkühlung ein und ist im Allgemeinen in der ersten Nachthälfte am stärksten. Die thermische Situation wird dabei vermehrt durch die Flächennutzung und durch die innerhalb der Bebauung graduell unterschiedlich wirksamen Ventilationseffekte lokal, regional und überregional angelegter Luftströmungen beeinflusst.

In den Nachtstunden kühlen die Oberflächen auf Grund fortdauernder Ausstrahlung und fehlender Einstrahlung zunehmend ab und demzufolge die darüber liegenden Luftschichten. Intensive Abkühlung erfolgt im Bereich vegetationsbedeckter Flächen, während sich innerhalb dichter Bebauung Wärmeinseln ausbilden. Dabei ist anzumerken, dass die stärkste Abkühlung meist zu allen Jahreszeiten in den gleichen Lagen auftritt. Dies wird durch die in **Abbildung 12** dargestellten Tagesgänge der Lufttemperatur an heißen Sommertagen mit geringer Bewölkung (Strahlungswetterlage) dokumentiert.

Zur Verdeutlichung der thermischen Situation im Planungsumfeld kann auf Ergebnisse der Stadtklimauntersuchung Hanau von 1992 (DEUTSCHER WETTERDIENST 1992) zurückgegriffen werden (**Abbildung 13**).

Sie zeigen anhand von Lufttemperaturdifferenzen zur Hanauer Innenstadt die Lufttemperaturverteilung in einer sommerlichen Strahlungsnacht und vermitteln somit einen Eindruck vom thermischen Verhalten der unterschiedlichen Flächennutzungsstrukturen im Planungsumfeld.

Die Messfahrtergebnisse von 1990 dokumentieren, dass sich in Strahlungsnächten im Planungsumfeld gegenüber der Hanauer Innenstadt um ca. 0.6 – 1.6 K niedrigere Lufttemperaturen einstellen. Die geringere Bebauungsdichte sowie die Kaltluftbildung entlang der Grünstrukturen am Main machen sich thermisch positiv bemerkbar. Das Planungsgebiet befindet sich somit am Rand der städtischen Wärmeinsel.

Ergebnisse von Lufttemperaturmessfahrten, die im Zuge eines Klimagutachtens (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA 2018) für das Gelände der ehemaligen Pioneer-Kaserne Hanau durchgeführt wurden, dokumentieren, dass während ausgeprägter sommerlicher Strahlungsnächte noch deutlichere Differenzen zwischen unterschiedlich dicht bebauten Stadtbereichen auftreten können.

So werden im DWD-Gutachten von 1992 zwischen der Pioneer-Kaserne und dem Hanauer Stadtzentrum 1990 in der ersten Nachthälfte Lufttemperaturdifferenzen von ca. 1.1 K erfasst, wohingegen 2017 in gleichen Lagen Temperaturunterschiede bis ca. 3.0 K ermittelt werden. Dementsprechend sind auch zwischen den unbebauten und bebauten Lagen in Großauheim gegenüber den DWD-Daten von 1990 größere Lufttemperaturunterschiede möglich. Im Rahmen der nachfolgenden Modellrechnungen zu den Lufttemperaturfeldern findet dies Berücksichtigung.

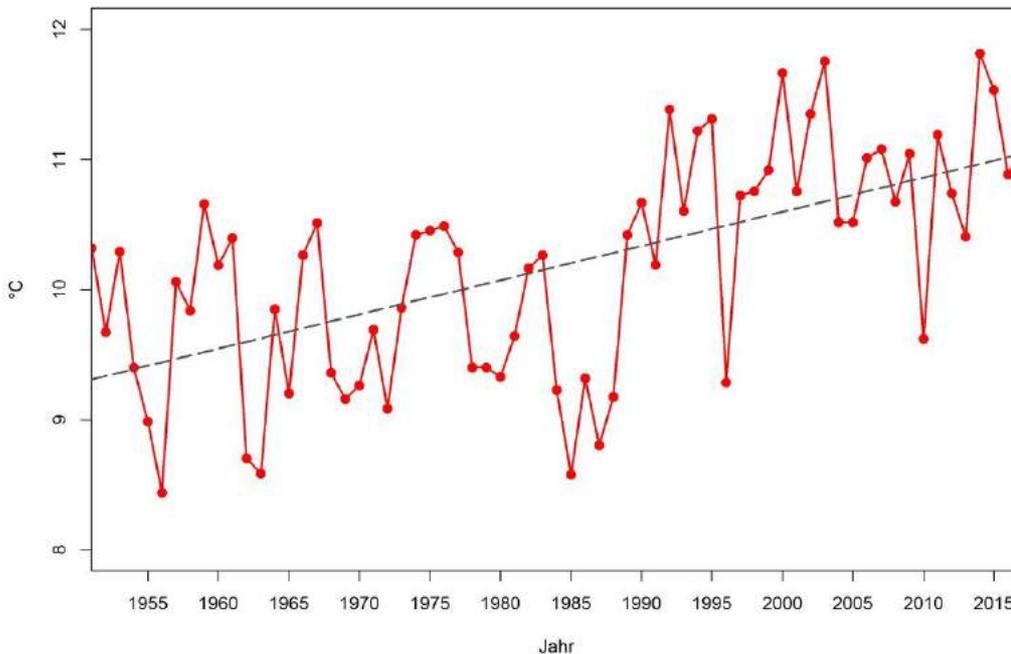
Die relative Gunstsituation des Planungsgebiets wird anhand der **Abbildung 14** (Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte Hanau, DEUTSCHER WETTERDIENST 1992) verdeutlicht. Durch die Siedlungsrandlage am Main weist das Planungsgebiet trotz teilweise dichter gewerblicher Bebauung eine vergleichsweise moderate Wärmebelastung auf (= Stadtrandklima). Die thermisch trägen Wasserflächen des Mains fungieren an warmen / heißen Sommertagen am Tag als Kühlflächen, was nach DEUTSCHER WETTERDIENST (1992, S. 48) vor allem während der täglichen Aufheizphase von stadtklimatischer Bedeutung ist.

In den Nachtstunden tragen die Wasserflächen hingegen nur bedingt zur Abkühlung bei. Aufgrund der geringen Oberflächenrauigkeit der Wasserflächen fungiert der Main zudem ganztags als Ventilationsfläche, von der die Belüftungsintensität in der begleitenden Bebauung profitiert.

Die Sicherstellung günstiger thermischer Umgebungsverhältnisse und einer möglichst großen Belüftungsintensität wird zukünftig an Bedeutung gewinnen, da die sommerliche Wärmebelastung infolge des globalen Klimawandels weiter ansteigen wird.

Wie langjährige Daten der DWD-Station Frankfurt Flughafen (ID: 2480) dokumentieren, zeigt die mittlere Jahrestemperatur im Zeitraum von 1951 bis 2017 einen durchschnittlichen Anstieg von 0.026 K pro Jahr, was einer Erhöhung der Temperatur um 1.73 °C entspricht (**Grafik 1**).

Dieser Trend ist statistisch hoch signifikant (getestet mit Mann-Kendall Test und Trend-Rausch-Verhältnis) und weist auf eine, besonders in den letzten Dekaden, zunehmende Erwärmung hin.



Grafik 1: Langjährige Jahresmittelwerte der Temperatur, gemessen an der Station Frankfurt Flughafen (aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH/ÖKOPLANA (2018))

Auch die Entwicklung thermischer Kerntage für die DWD-Station Frankfurt Flughafen innerhalb dreier 30-jähriger Zeiträume verdeutlicht, dass im Zeitraum von 1981 bis 2010 eine deutliche Erwärmung stattgefunden hat. Traten z. B. im Zeitraum von 1961 bis 1990 nur 2 Hitzewellen³ auf, so wurden für den Zeitraum von 1981 bis 2010 bereits 5 Hitzewellen gezählt. Dies bedeutet, dass im Zeitraum von 1961 bis 1990 im Mittel alle 15 Jahre eine Hitzewelle auftrat und im Zeitraum von 1981 bis 2010 bereits alle 6 Jahre.

³ Eine Hitzewelle ist dabei wie folgt definiert: An mindestens 3 aufeinanderfolgenden Tagen wird der langjährige mittlere Wert von T_{\max} für die Sommermonate der festgelegten Referenzperiode (hier 1971-2000) überschritten

Bioklimatisch belastend sind insbesondere sogenannte Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$), da ein erholsamer Schlaf bei derartigen Bedingungen deutlich erschwert wird. Auch deren Anzahl hat in den vergangenen Dekaden von 6 Ereignissen im Zeitraum von 1961 bis 1990 bis zu 28 Ereignissen von 1981 bis 2010 deutlich zugenommen (siehe **Tabelle 1**).

Diese Tendenz gilt auch für Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) und heiße Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$).

Während der Klimawandel in den Sommermonaten zu einer Zunahme hoher Lufttemperaturen führt, zeigt sich im Trend bzgl. der Frost- und Eistage ein Rückgang. Sind im Zeitraum von 1961 bis 1990 noch 2.253 Frosttage $T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$ und 415 Eistage $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ zu erfassen, werden im Zeitraum 1981 bis 2010 nur noch 2.029 Frosttage und 344 Eistage gezählt. Dies entspricht im Mittel ca. 7 Frosttage und 3 Eistage weniger pro Jahr.

	1961-1990	1971-2000	1981-2010
Sommertage	1365	1376	1522
Heiße Tage	303	294	350
Hitzewellen	2	4	5
Tropennächte	6	22	28
Frosttage	2253	2017	2029
Eistage	415	328	344

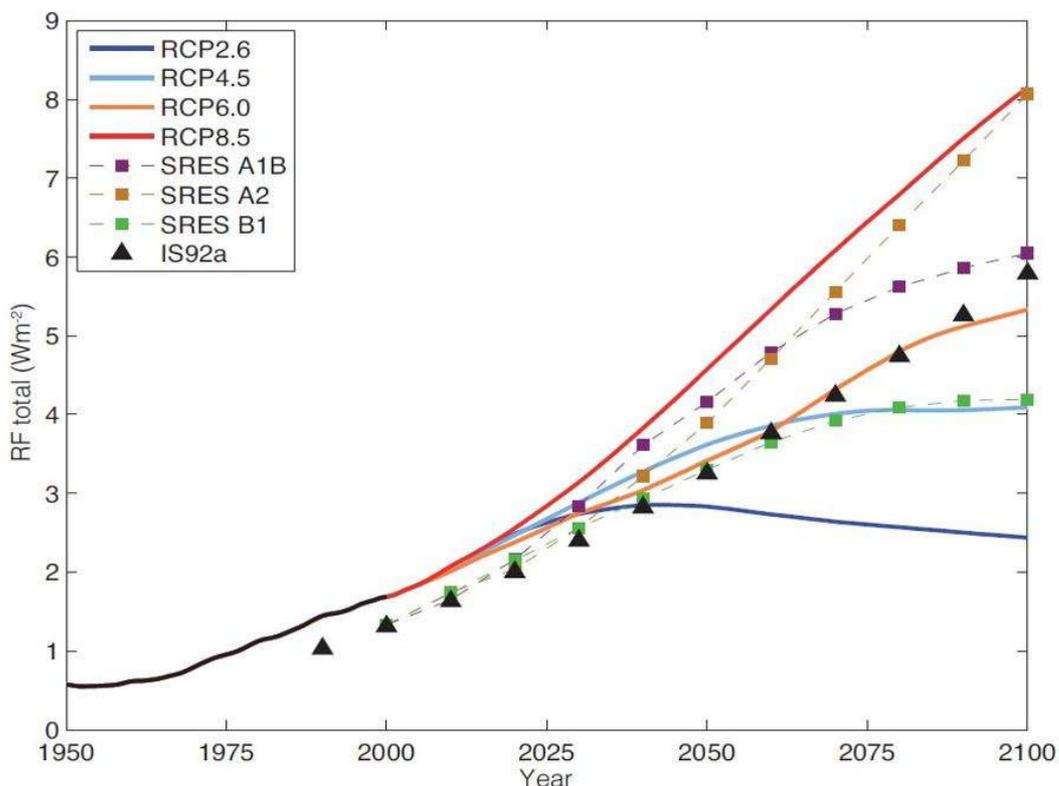
Tabelle 1: Auftretshäufigkeit thermischer Kenntage an der Station Frankfurt Flughafen.
(aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH/ÖKOPLANA (2018))

Der o.a. Trend wird in den nächsten Jahrzehnten anhalten. Hauptverantwortlich für den o.a. Anstieg der Temperaturen (global) ist seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts die Zunahme der anthropogen bedingten CO_2 -Emissionen.

Da man heute noch nicht wissen kann wie sich die CO_2 -Emissionen zukünftig entwickeln, werden diese in Klimamodellen in Form von Szenarien mit unterschiedlicher CO_2 -Entwicklung über die Zeit berücksichtigt, welche bis zum Ende des Jahrhunderts einen bestimmten Strahlungsantrieb hervorrufen.

Für Europa stehen aktuell drei verschiedene Klimaszenarien zur Verfügung: RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5 (RCP = Representative Concentration Pathways, Moss et al. 2010). Die Zahl in der Bezeichnung der Szenarien benennt den mittleren Strahlungsantrieb in W/m^2 , der in ihrem projizierten Verlauf zum Ende des 21. Jahrhunderts erreicht wird (Moss et al. 2010).

Nach den Ergebnissen des Global Carbon Projektes (www.globalcarbonproject.org) befinden wir uns, gemessen an den globalen CO_2 -Emissionen, aktuell auf dem „Pfad“ des sogenannten RCP 8.5-Szenarios (Peters et al. 2013).



Grafik 2: Anthropogener Strahlungsantrieb der verschiedenen IPCC-Klimaszenarien, die schwarze Linie repräsentiert Messwerte (Cubasch et al. 2013).

Im Rahmen eines Klimagutachtens zur baulichen Entwicklung auf dem Pioneer-Gelände (GEO-NET UMWELTCONSULTING / ÖKOPLANA 2018) wurden für Hanau Klimaprojektionen durchgeführt.

Demnach zeigen die prognostizierten Änderungen der langjährigen Mittelwerte der Temperatur für Hanau einen auffallenden Anstieg in allen Zeiträumen, wobei zum Ende des Jahrhunderts beim Szenario RCP 8.5 die stärksten Zunahmen und beim Szenario RCP 2.6 die geringsten Zunahmen zu verzeichnen sind (**Tabelle 2**).

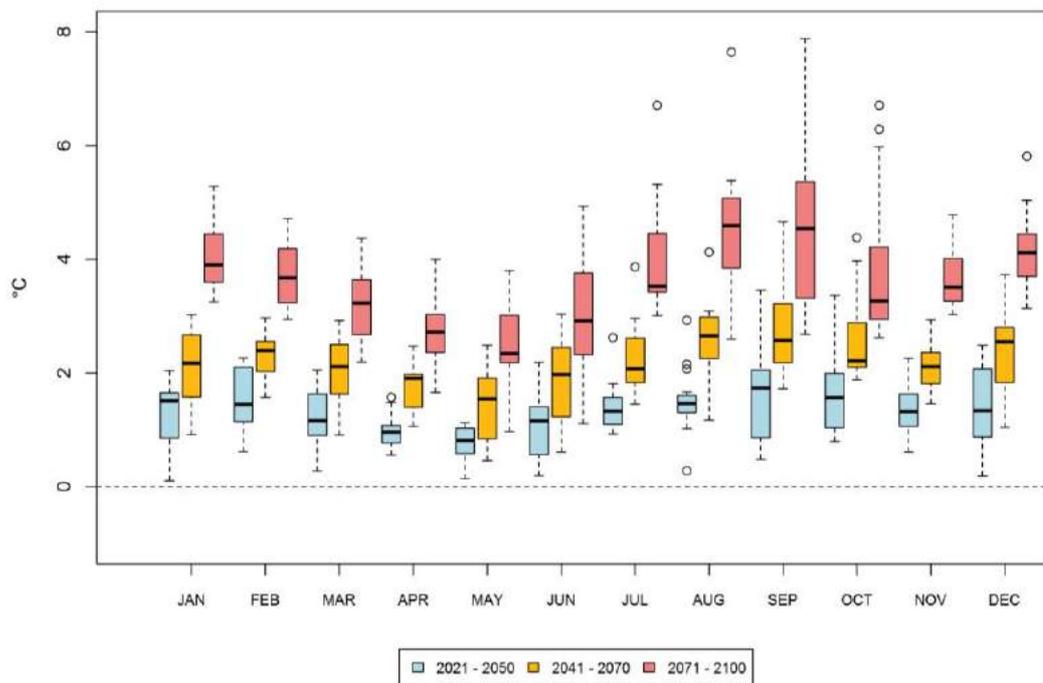
Die jährlichen Minimumtemperaturen steigen bei allen Szenarien am stärksten, wobei die Änderungen der Temperaturmaxima ebenfalls höher als die der Mitteltemperaturen sind. Die höchsten Zunahmen der Mitteltemperatur treten in der Zukunftsperiode von 2071 bis 2100 bei den Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 auf.

Eine Zunahme der Temperaturen ist in allen Regionen Deutschlands beobachtbar und auch in den regionalen Klimaprojektionen erkennbar (DWD 2016, DEUTSCHLÄNDER UND MÄCHEL 2017). In der 3. Zukunftsperiode (2071-2100) liegt die Temperaturänderung des Szenarios RCP 8.5 in Hanau mit 3.5 °C (**Tabelle 2**) leicht unter dem deutschlandweiten Mittelwert von 3.8 °C. Bei der Annahme des Szenarios RCP 8.5 würde die Jahresmitteltemperatur in der Region Hanau zum Ende des Jahrhunderts somit bei ca. 13.5 °C bis 14.5 °C liegen.

	Mitteltemperatur			Minimumtemperatur			Maximumtemperatur		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
2021 - 2050	1,0	1,2	1,3	2,7	2,9	2,5	1,1	1,3	1,9
2041 - 2070	1,1	1,6	2,1	2,6	4,1	4,9	1,5	1,9	2,7
2071 - 2100	1,2	2,0	3,5	3,2	4,6	8,1	1,6	2,3	4,4

Tabelle 2: *Mittlere langjährige Änderung der Temperatur (in °C) in Hanau (aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH/ÖKOPLANA (2018))*

Im Jahresgang ist ein Temperaturanstieg in allen Monaten erkennbar (**Grafik 3**), wobei im Herbst und Winter vergleichsweise größere Temperaturänderungen auftreten als im Frühjahr und Sommer. Dieses Muster zeigen alle drei Szenarien, wobei die Ausprägung bei Szenario RCP 8.5 am stärksten ist.



Grafik 3: Änderung der langjährigen monatlichen Mitteltemperaturen in Hanau. Szenario RCP 8.5 (aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH/ÖKOPLANA (2018))

Der projizierte Anstieg der Temperatur steht in engem Zusammenhang mit der Entwicklung thermischer Kenntage, die eine anschaulichere Sicht auf klimatische Änderungen zulassen. In **Tabelle 3** sind die langjährigen mittleren Änderungen ausgewählter Kenntage aufgeführt. Die durchschnittliche jährliche Anzahl an Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten nimmt bis zum Ende des Jahrhunderts deutlich zu. So ist bspw. in der Zukunftsperiode 3 (2071-2100) beim Szenario RCP 8.5 mit 26 zusätzlichen heißen Tagen zu rechnen. Damit würden im Extremfall zukünftig im Mittel ca. 38 heiße Tage im Gegensatz zu aktuell ca. 11 - 12 heißen Tagen pro Jahr auftreten.

Tropennächte treten relativ selten auf. Beim Klimaschutzszenario RCP 2.6 treten in der 3. Zukunftsperiode im Durchschnitt pro Jahr 2 Tropennächte mehr auf als im Referenzzeitraum. Beim Szenario RCP 8.5 sind es aber 16 zusätzliche Tropennächte pro Jahr.

	2021-2050			2041-2070			2071-2100		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
Sommertage	12	12	12	12	18	23	12	22	44
Heiße Tage	4	6	6	5	9	11	7	10	26
Hitzewellen	0,2	0,2	0,3	0,2	0,5	0,6	0,4	0,5	1,5
Tropennächte	2	2	3	2	4	6	2	6	16
Frosttage	-16	-19	-21	-21	-25	-32	-17	-34	-51
Eistage	-5	-5	-6	-5	-7	-7	-6	-8	-11

Tabelle 3: Langjährige mittlere Änderung (Anzahl pro Jahr) thermischer Kenntage in Hanau.
(aus: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH/ÖKOPLANA (2018))

Neben den auf die hohen Temperaturen abzielenden Kenntagen steht die o.a. intensive Zunahme der Minimumtemperaturen im Zusammenhang mit einer Abnahme an Frost- und Eistagen. Dies lässt ein häufigeres Auftreten wesentlich milderer Winter erwarten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die von GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2018) durchgeführte Analyse der vom EURO-CORDEX-Modellensemble projizierten klimatischen Änderungen für die Klimaszenarien RCP 2.6, RCP 4.5 und RCP 8.5 in Hanau für die Jahresmitteltemperaturen einen signifikanten Anstieg bis zum Ende des Jahrhunderts zeigt. Dieser Anstieg tritt in allen Monaten des Jahres auf, wobei die Temperaturen in den Wintermonaten stärker zunehmen als in den Sommermonaten. Die mit dem Temperaturanstieg einhergehende Erwärmung wirkt sich dementsprechend auf die Veränderung der thermischen Kenntage in Hanau aus. So werden die Anzahlen an Ereignistagen wie Sommertage, heiße Tage und Tropennächte, unabhängig von der örtlichen Flächennutzungsstruktur, deutlich zunehmen sowie Frost- und Eistage abnehmen. Weiterhin gibt es Hinweise, dass die Anzahl von Hitzewellen ansteigen wird.

Die erhöhte Wärmebelastung führt insbesondere bei alten und kranken Menschen sowie Kleinkindern zu gesundheitsgefährdendem Hitzestress.

Um Städte langfristig tolerant gegenüber den prognostizierten Hitzeereignissen zu entwickeln, werden in der Stadtplanung aktuell in vielen deutschen Städten (vgl. FRIEDRICH, S. ET AL. 2014) klimaökologische Zielvorstellungen formuliert. Es sollen insbesondere Maßnahmen

- zum Erhalt oder zur Schaffung günstiger Belüftungseffekte,
 - zum Erhalt oder zur Schaffung von Freiflächen (Klimaoasen) und Frischluftschneisen,
 - zur Flächenentsiegelung, zur Begrünung (Verschattung) von Straßenzügen und Freiflächen,
 - zur Förderung von Dach- und Fassadenbegrünungen,
 - zum Erhalt oder zur Schaffung offener Wasserflächen und
 - zur Optimierung der Gebäudeausrichtung
- ergriffen werden.

Diesen Forderungen stehen bauliche Verdichtungen in Stadtgebieten entgegen.

Die Modifikationen der örtlichen Belüftungsintensität und der thermischen / bioklimatischen Belastung durch die geplanten Baumaßnahmen auf dem „Bautz-Gelände“ werden daher mit den nachfolgenden numerischen Modellrechnungen aufgezeigt und bewertet.

Beim Niederschlag zeigen die regionalen Klimamodelle für Hessen bzgl. der jährlichen Niederschlagssummen bis zum Jahr 2100 keine signifikanten Änderungen (Deutscher Klimaatlas, www.dwd.de).

Jahreszeitenbezogen sind jedoch auffallende Veränderung prognostiziert. In den Wintermonaten wird mit einer Zunahme der Niederschlagsmengen gerechnet, wohingegen die Sommermonate trockener werden. Außerdem wird prognostiziert, dass die Intensität der Niederschläge zunimmt, so dass vermehrt Überflutungen infolge von Starkregenereignissen auftreten können. Zudem erhöht sich bis 2100 durch die abnehmenden Niederschlagsmengen im Sommer die Gefahr des gehäuften Auftretens von Trockenperioden.

Bei städtebaulichen Projekten sind daher in ausreichender Größe Versickerungsmöglichkeiten (zur Vermeidung von Überflutungen während Starkregenereignissen) und zugleich ein Wassermanagement zur Sicherung der Bewässerung von Grünanlagen während sommerlicher Trockenperioden zu berücksichtigen.

5 Numerische Modellrechnungen zur Darstellung der kleinklimatischen Verhältnisse im Planungsgebiet und in dessen Umfeld

Wie in Kap. 4 erläutert, ist die Berücksichtigung klimaökologischer Belange bei der baulichen Entwicklung des Planungsgebiets „Bautz-Gelände“ angesichts des prognostizierten Klimawandels von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Bei der baulichen Inanspruchnahme bislang noch ungenutzter Freiflächen in Nachbarschaft zu bestehender Wohnbebauung ist darauf zu achten, dass das Areal in ausreichendem Maße grünordnerisch ausgestaltet wird und die Möglichkeit eines möglichst intensiven bodennahen Luftaustausches mit dem Planungsumfeld bestehen bleibt. Die zusätzliche Ausbildung großflächiger Windstagnationsbereiche (> 100 x 100 m = 1.0 ha) ist möglichst zu vermeiden.

5.1 Belüftungssituation

Nachfolgend wird mit Hilfe mikroskaliger Modellrechnungen zunächst die lokale Belüftungssituation für den Ist-Zustand und den aktuellen Plan-Zustand vergleichend analysiert, um hieraus Planungsbewertungen und -empfehlungen ableiten zu können. Zur Anwendung kommt das allgemein anerkannte mikroskalige, prognostische Rechenmodell MISKAM.

Das betrachtete Modellgebiet (siehe **Abbildungen 15** und **16**) hat in West-Ost-Richtung eine Erstreckung von 800 m und in Süd-Nord-Richtung eine Ausdehnung von 600 m zzgl. Randzellen. Die vertikale Erstreckung des Modells beträgt 104 m. Die Berechnungen werden mit einer horizontalen Gitterauflösung von 4 m durchgeführt. In vertikaler Richtung beträgt die Rechenauflösung 1.0 m und steigt bis zur Modelloberkante nicht-äquidistant auf 8 m an.

Die Modellrechnungen zur Bestimmung der bodennahen Belüftung werden für jeweils zwei besonders relevante Tag- und Nachtsituationen durchgeführt.

Tagsituation 1: Westsüdwestwind (240°), Hauptwindrichtung (siehe **Abbildungen 10** und **11**)

Tagsituation 2: Westnordwestwind (300°), die Ortskernbebauung von Großauheim befindet sich im Lee des Planungsgebiets

Als Eingangsgeschwindigkeit für die Tagsituation wird jeweils eine Windgeschwindigkeit von 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. vorgegeben und orientiert sich damit an den Messungen auf dem Bautz-Gelände durch den TÜV-Süd (2019/2020).

Für die Nachtsituation mit vermehrtem Einfluss kaltluftbedingter Strömungsprozesse wird eine Windgeschwindigkeit von 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G. zu Grunde gelegt. Derartige Windgeschwindigkeiten zeigten sich bei Fesselballonaufstiegen in windschwachen Strahlungsnächten mit vorherrschender Inversion im Rahmen der Klimaanalyse Hanau – Pioneer Kaserne (GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH/ÖKOPLANA 2018).

Nachtsituation 1: Südsüdostwind (165°), Belüftung des Planungsgebiets über den Main

Nachtsituation 2: Westnordwestwind (300°), die Ortskernbebauung von Großauheim befindet sich im Lee des Planungsgebiets

Nachtsituation 3: Nordnordostwind (30°), Hauptwindrichtung in Strahlungsnächten

Windstagnationsbereiche sind im Allgemeinen mit Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s gekennzeichnet.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Horizontalschnitten (2 m ü.G. ~ EG und 5 m ü.G. ~ 1. OG). Die Schnitte geben die mittlere Windgeschwindigkeit für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe ± 0.5 m) wieder.

Zur Verdeutlichung der Strömungsmodifikationen durch den Plan-Zustand werden zusätzlich Differenzendarstellungen zum Ist-Zustand erstellt.

5.1.1 Tagsituation - Luftströmungen aus Westsüdwesten (240°)

Bei Winden aus Westsüdwesten (Hauptwindrichtung) ist in Richtung der östlich angrenzenden Wohnbebauung von Großauheim (Lise-Meitner-Straße, Hanauer Landstraße, Brückenstraße) mit planungsbedingten Windfeldmodifikationen zu rechnen. Wie die Ergebnisse vorliegender mehrjähriger Windmessungen im Planungsumfeld belegen (**Abbildung 11**), treten Winde aus südwestlichen Richtungssektoren zu ca. 27% der Jahresstunden auf.

Die **Abbildungen 17.1** und **17.2** zeigen die berechneten Windfelder für den **Ist-Zustand** in Höhen von 2 m und 5 m ü.G.

Der Main im Süden und die Brachflächen im nördlichen Teilbereich des „Bautz-Geländes“ fungieren am Tag als rauigkeitsarme Ventilationsachsen. Der vorherrschende westnordwestliche Höhenwind kann bodennah durchgreifen und den Luftaustausch in der angrenzenden Wohnbebauung forcieren. In freien Lagen werden mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 1.4 – 1.6 m/s (2 m ü.G.) berechnet. Innerhalb der Bebauung kommt es durch die Hinderniswirkung der Baukörper zu Windabbremungen und Windumlenkungen. Großflächige Windstagnationsbereiche mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s werden nicht festgestellt. Die bestehenden Baustrukturen im Umfeld des Planungsgebiets zeigen sich am Tag ausreichend belüftet.

Extrem schwache Windbewegungen beschränken sich auf die z.T. recht dichten Gehölzbestände entlang des Mains sowie auf die unmittelbaren Gebäudeelelagen.

Im **Plan-Zustand (Abbildungen 18.1 und 18.2)** treten die West-Ost und Nord-Süd verlaufenden Erschließungsstraßen / -wege als Ventilationsachsen mit vergleichsweise hohen mittleren Windgeschwindigkeiten (> 1.0 m/s in einer Höhe von 2 m ü.G.) hervor. Sie tragen wesentlich zu Be- und Entlüftung des Planungsgebiets bei.

Die geplanten Baustrukturen zwischen der Mainuferpromenade im Süden und der zentralen Erschließungsstraße mit begleitender Grünachse zeigen sich bei vorherrschendem Westsüdwestwind ausreichend belüftet. Zwischen den angeordneten Solitärbauten unmittelbar nördlich der Mainuferpromenade kann der Höhenwind bodennah durchgreifen und somit an warmen Sommertagen die Ausbildung von Wärmestaus unterbinden. Mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s, die Windstagnationstendenzen kenntlich machen, bleiben kleinräumig auf unmittelbare Gebäudeluv- und Gebäudeleelagen begrenzt.

Die Mauer entlang der Mainuferpromenade bildet durch ihre winddurchlässige Struktur kein relevantes Strömungshindernis.

Gegenüber dem Ist-Zustand zeigt sich die geplante Bebauung Vorort besser durchlüftet, wovon auch die Bestandsbebauung in der östlich benachbarten Brückenstraße stellenweise strömungsdynamisch profitiert (**Abbildungen 19.1 / 19.2**).

Auffallende Windschatteneffekte zeigen sich in der Bestandsbebauung östlich der Brückenstraße allein in Lee-Lage zur 5-geschossigen Bebauung des Quartiers D3 (siehe **Abbildungen 19.1 / 19.2**). Durch die Hinderniswirkung des Baukörpers nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit in der Brückenstraße 1 – 7 um ca. 0.2 – 0.8 m/s ab. Das gebietstypische Belüftungsniveau von Großauheim (mittlere Windgeschwindigkeit ca. 0.6 m/s (2 m ü.G.) wird allerdings nicht großflächig unterschritten.

Zur Reduktion der Windabschwächung im Bereich der Brückenstraße 1 – 7 könnte eine Abstufung des 5-geschossigen Baukörpers in Richtung Norden beitragen (siehe **Grafik 4**).



Grafik 4: Planungsempfehlung: Abstufung der 5-geschossigen Bebauung im Norden zur Reduktion des Lee-Effektes in Richtung Brückenstraße.

Nördlich der zentralen Erschließungsstraße in West-Ost-Richtung zeigen sich die Baublockstrukturen in allen Höhengschichten ausreichend be- und entlüftet. Die Ausbildung großflächiger Luftstagnationsbereiche mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s unterbleibt.

Die Differenzendarstellungen zur Windgeschwindigkeit zwischen Plan- und Ist-Zustand (**Abbildungen 19.1** und **19.2**) belegen, dass die planungsbedingte Windschattenwirkung östlich des Planungsgebiets räumlich eng begrenzt bleibt. In der Bestandsbebauung östlich der Brückenstraße bleibt die Belüftungsintensität weiterhin auf einem ortstypischen Niveau. Eine großflächige Ausbildung zusätzlicher Luftstagnationsbereiche wird nicht berechnet.

Durch die bauliche Inanspruchnahme der bisherigen Brachflächen im nördlichen Planungsteilgebiet kommt es allein im Bereich der Bestandsbebauung zwischen Lise-Meitner-Straße im Norden und Hanauer Landstraße im Osten zu auffallenden Windfeldveränderungen. Die mittlere Windgeschwindigkeit sinkt großflächig um ca. 0.2 – 1.2 m/s. Der Flächenanteil mit mittleren Windgeschwindigkeiten von über 1.0 m/s (2 m ü.G.) nimmt deutlich ab. Die nach Realisierung des Bauvorhabens verbleibende Belüftungsintensität entspricht dann näherungsweise der Situation östlich der Brückenstraße und kann somit aber noch als ortstypisch eingestuft werden.

5.1.2 Tagsituation - Luftströmungen aus Westnordwesten (300°)

Als konstante Randbedingung wird nachfolgernd eine Luftströmung aus Westnordwesten (300°) gewählt. Bei derartigen Situationen befindet sich das Planungsgebiet *ebenfalls* im Luv der Bebauung Großauheim.

Die Windmessungen im Planungsumfeld (**Abbildung 8 - 11**) dokumentieren, dass nur an ca. 3 - 4% der Jahresstunden mit Winden aus westnordwestlichen Richtungen gerechnet werden muss.

Wie die Ergebnisse der Modellrechnungen für den **Ist-Zustand** verdeutlichen (**Abbildungen 20.1** und **20.2**), fungiert auch bei dieser Situation das brachliegende Areal im Norden des „Bautz-Geländes“ als wirksame Ventilationsfläche, von der die Wohnbebauung im Osten (Großauheim) profitiert.

Niedrigste Windgeschwindigkeiten zeigen sich wiederum in den unmittelbaren Windschattenbereichen von Gebäuden sowie im direkten Bestandsraum dichter Gehölzstrukturen.

Das aktuelle städtebauliche Konzept (**Plan-Zustand**) sichert im Planungsgebiet ausreichende Belüftungsintensitäten (**Abbildungen 21.1** und **21.2**). Der Ausbildung von großflächigen Luftstagnationsbereichen wird durch das angedachte Erschließungs- und Freiraumkonzept wirksam entgegen gesteuert.

Die weitgehend strömungsparallel verlaufende Mainuferpromenade, die zentrale Erschließungsachse in West-Ost-Richtung sowie die Lise-Meitner-Straße im Norden bilden funktionsfähige Belüftungsachsen in Richtung Großauheim. In diesen Bereichen werden in der Höhenschicht 2 m ü.G. mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 0.8 – 1.6 m/s simuliert.

Die Blockinnenbereiche in den Quartieren A1 – D3 zeigen ebenfalls gute Belüftungsintensitäten. Die offene Blockrandbebauung erlaubt eine ausreichende Be- und Entlüftung, so dass die Ausbildung großflächiger Windstagnationsbereiche (mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s) unterbunden wird.

In Richtung der Bestandsbebauung an der Brückenstraße nimmt die bodennahe Windgeschwindigkeit durch die geplante Bebauung erwartungsgemäß stellenweise kleinräumig ab, ohne großflächige Windstagnationsbereiche auszubilden. Weiter nach Osten reichende Windschatteneffekte werden durch die zentrale West-Ost-Ventilationsachse unterbunden.

Die sich in der unmittelbar benachbarten Wohnbebauung einstellende Belüftungsintensität entspricht in etwa der Situation in der Bestandsbebauung östlich der Brückenstraße und ist somit als ortstypisch einzustufen. Eine bedeutsame Zunahme von Wärmestaus ist nicht zu erwarten

5.1.3 Nachtsituation - Luftströmungen aus Südsüdosten (165°)

Wie in Kap. 4 bereits angeführt, wird an Strahlungstagen mit geringer Bewölkung (ca. 20 - 25% der Tage im Jahr) im Planungsgebiet und in dessen Umfeld das nächtliche Ventilationsgeschehen vermehrt von lokal und regional angelegten Luftströmungen aus südöstlichen bis südlichen Richtungen bestimmt (ca. 12 – 22% der Nachtstunden, **Abbildung 9**). Die Belüftung des Planungsgebiets erfolgt bei derartigen Situationen vermehrt über den Main. Er bildet mit den Ufersäumen eine bedeutsame Ventilationsfläche, über welcher die Lokal- / Regionalwinde bodennah durchgreifen können und die örtliche Belüftung intensivieren.

Die mittlere Windgeschwindigkeit der Lokal- / Regionalwinde betragen zumeist weniger als 2.0 m/s. Bei Fesselballonaufstiegen auf dem Pioneer-Gelände GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2018) wurden am 16.05.2017 bei vermehrt stabiler Luftschichtung in 20 m ü.G. mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.5 m/s erfasst, weshalb bei den nachfolgenden Berechnungen für eine typische Strahlungsnacht eine Eingangsgeschwindigkeit von 1.5 m/s (20 m ü.G.) zu Grunde gelegt wird.

Bei Winden aus Südsüdosten befindet sich die östlich benachbarte Wohnbebauung von Großauheim abseits der Windschattenwirkung des „Bautz-Geländes“. Wie die **Abbildungen 23.1 – 24.2** verdeutlichen, ergeben sich daher dort aus der geplanten Flächennutzungsänderung auf dem „Bautz-Gelände“ keine bedeutsamen strömungsdynamischen Modifikationen. Leichte Windbeschleunigungen (=strömungsdynamischer Positiveffekt) entlang der Brückenstraße, Hanauer Landstraße und Im Kautengewann sind auf baulich bedingte Düsen- und Umströmungseffekte zurückzuführen, die örtlich die bodennahe Luftturbulenz erhöhen ohne Windkomfortprobleme auszulösen.

Auf dem „Bautz-Gelände“ bilden im **Plan-Zustand** die Nord-Süd ausgerichteten Erschließungsstraßen / -wege bebauungsinterne Ventilationsachsen, über welchen kühle Luft aus dem Freiraumgefüge entlang des Mains in die Bebauung vordringen kann. Die Nord-Süd-ausgerichteten Solitärbauten unmittelbar nördlich der Mainuferpromenade sind daher aus klimaökologischer Sicht positiv zu bewerten. Die dortigen Gebäudezwischenräume werden gut ventiliert. Die Mauer entlang der Mainuferpromenade bildet mit ihrer perforierten Struktur kein gravierendes Strömungshindernis.

Die zentrale West-Ost-Erschließungsachse mit begleitender Grünanlage ist auch bei vorherrschenden Winden aus südlichen Richtungssektoren in ihrer Breite (ca. 40 – 60 m) ausreichend dimensioniert, um die Lee- und Luveffekte der begleitenden Bebauung aufzufangen. Mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s (= Luftstagnationstendenz) werden trotz Queranströmung nur sehr kleinräumig simuliert.

Nördlich der zentralen West-Ost-Erschließungsachse bilden die Quartiersplätze wirksame Belüftungsflächen, die im Umfeld (Straßenraum) die Ausbildung großflächiger Luftstagnationstendenzen unterbinden.

Die Blockinnenbereiche zeigen trotz geringer Eingangsgeschwindigkeit ausreichende Be- und Entlüftungsintensitäten. Die flächendeckender Ausprägung von mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s (= Windstagnation) unterbleibt.

Die planungsbedingte Windschattenwirkung in Richtung Norden bleibt bei der geplanten Baustruktur auf die Gewerbebebauung unmittelbar nördlich der Lise-Meitner-Straße begrenzt und führt aufgrund der Kleinräumigkeit dieses Effektes zu keiner relevanten siedlungsklimatischen Zusatzbelastung.

5.1.4 Nachtsituation - Luftströmungen aus Nordnordosten (30°)

Die Analyse der örtlichen Windmessungen (siehe Kap. 4) belegen, dass in stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten zumeist nordnordöstliche Luftströmungen vorherrschen. An der Station Industriepark Wolfgang wurden im Zeitraum 2001 – 2019 in ca. 25% der Nachtstunden nordnordöstliche bis nördliche Windrichtungen erfasst. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in Strahlungsnächten zumeist ca. 1.5 m/s (siehe **Abbildung 12**).

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den **Ist-Zustand (Abbildungen 26.1 und 26.2)** belegen, dass bei Nordnordostwinden die bestehenden Brachflächen auf dem „Bautz-Gelände“ wirksame Ventilationsflächen bilden, die bei der vorgegebenen Situation bodennahe Strömungsgeschwindigkeiten von ca. 0.6 – 0.8 m/s (2 m ü.G.) ermöglichen. Über der rauigkeitsarmen Wasseroberfläche des Mains werden mittlere Strömungsgeschwindigkeiten bis knapp unter 1.0 m/s bestimmt.

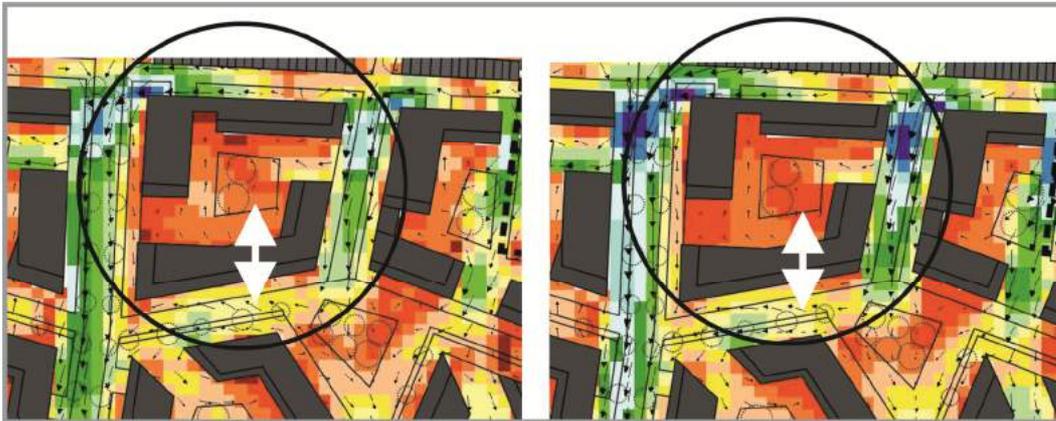
Im dicht überbauten südlichen Teilbereich des „Bautz-Geländes“ und entlang der Josef-Bautz-Straße bleibt die bodennahe Windgeschwindigkeit größtenteils auf Werte von unter 0.6 m/s begrenzt. Hier macht sich die Barrierewirkung der Bebauung deutlich bemerkbar.

In der Bestandsbebauung östlich des „Bautz-Geländes“ bilden die Hausgärten, strömungsparallel verlaufende Straßenzüge sowie Gebäudeabstandsflächen die bebauungsinternen Ventilationsflächen. In unmittelbaren Gebäudeluv- und Gebäudeleelagen bleibt die bodennahe Windgeschwindigkeit auf Werte von unter 0.3 m/s beschränkt.

Mit Realisierung des Bauvorhabens (**Plan-Zustand, Abbildungen 27.1 und 27.2**) gehen im Planungsgebiet deutliche Strömungsmodifikationen einher.

Während im südlichen Teilbereich durch die „poröser“ gestaltete Bebauungsstruktur gegenüber dem Ist-Zustand großflächig Windbeschleunigungen zu bestimmen sind (= klimaökologischer Positiveffekt), ist im nördlichen Planungsteilgebiet eine großflächige Windgeschwindigkeitsminderung zu bilanzieren. Insbesondere in den Innenhofbereichen ist typischerweise mit nur noch geringen Windgeschwindigkeiten unter 0.6 m/s (2 und 5 m ü.G.) zu rechnen.

Nahezu flächendeckende Luftstagnationstendenzen mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s zeigen sich allerdings nur im Blockinnenbereich des geplanten Baukomplexes B1 südlich der Lise-Meitner-Straße (siehe **Grafik 5**)



Grafik 5: Kennzeichnung: Blockinnenbereich B1 mit geringer Be- und Entlüftungsintensität – vergrößerter Ausschnitt der Abbildungen 27.1 und 27.2 – Höhenschichten 2 m ü.G. (links) und 5 m ü.G. (rechts).

Wie in **Grafik 5** mittels Pfeil gekennzeichnet, wäre im Quartier B1 eine bauliche Öffnung (Breite ca. 10 m) im Süden zielführend, um die Belüftung des Blockinnenbereichs zu optimieren.

In den anderen geplanten Baublockstrukturen nördlich der zentralen West-Ost-Erschließungsachse sind ausreichende Belüftungsverhältnisse zu bestimmen. Flächendeckend mittlere Windgeschwindigkeiten unter 0.3 m/s werden nicht bestimmt.

Im Planungsumfeld sind bei vorherrschenden Nordnordostwinden keine relevanten Windgeschwindigkeitsreduktionen zu bestimmen. In der Bestandsbebauung östlich des Bautz-Geländes ist vielmehr mit leichten Windgeschwindigkeitszunahmen zu rechnen. Die Lee-Wirkung der geplanten Bebauung in Richtung Süden wird über dem Main aufgefangen, sodass südlich des Mains (Klein-Auheim) keine Strömungsmodifikationen zu erwarten sind.

5.1.5 Kurzfazit - Belüftungssituation

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zur örtlichen Belüftungssituation zeigen, dass die im vorgelegten städtebaulichen Konzept für das „Bautz-Gelände“ abgebildete Bau- und Freiflächenstruktur in großen Teilen die Sicherung günstiger strömungsdynamischer Verhältnisse ermöglicht.

Strömungsdynamisch vorteilhaft ist insbesondere die durchgängige zentrale Erschließungs-/Grünachse, die derart dimensioniert ist, dass sich auch bei einer Queranströmung wirksame bodennahe Belüftungseffekte einstellen können. Auch die Quartiersplätze und die zur Mainpromenade hin offene Gestaltung der geplanten 4- bis 5-geschossigen (+SG) Solitärbauten sind als strömungsgünstig zu bewerten.

Modifikationen werden von Seiten der Klimaökologie im Bereich des Baublocks B1 angeregt (siehe **Grafik 5**). Die Ergebnisse der numerischen Strömungssimulationen für eine stadtklimatisch besonders relevante nächtliche Windanströmung aus Nordnordosten dokumentieren, dass in diesem Quartier eine zusätzliche Blockrandöffnungen nach Süden die Be- und Entlüftung optimieren könnte.

In der Bestandsbebauung können vor allem bei Winden aus westlichen Richtungssektoren planungsbedingte Windabschwächungen nicht vollständig unterbunden werden. Diese sind jedoch von ihrer Intensität und Flächengröße derart, dass hieraus keine vermehrte bioklimatische Belastung abzuleiten ist.

Zur Optimierung der Planung wäre eine Abstufung des 5-geschossigen Baukörpers D3 in Richtung Norden denkbar (siehe **Grafik 4**).

5.2 Thermische / bioklimatische Situation

In der Stadt- und Umweltplanung ist man aktuell bestrebt, angesichts des Klimawandels mit zukünftig deutlich erhöhter sommerlicher Wärmebelastung (siehe Kap. 4), einer verdichteten Bebauung nur dann zuzustimmen, wenn die Planungen zu keinen großflächigen thermischen Zusatzbelastungen in der Bestandsbebauung führen.

Aus Sicht der Klimaökologie ist somit bei der baulichen und grünordnerischen Gestaltung des Bauvorhabens „Bautz-Gelände“ darauf zu achten, dass der von der Neubebauung und von den versiegelten Flächen ausgehende Wärmeinseleffekt sowohl in seiner Intensität als auch in seiner räumlichen Ausdehnung („Wärmeaura“) gegenüber dem Ist-Zustand derart begrenzt wird, dass sich in der bestehenden Bebauung keine gravierenden thermischen Zusatzbelastungen ergeben.

Die nachfolgenden Lufttemperatur-Berechnungen beziehen sich auf einen heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) mit Westnordwestwind bzw. Südsüdostwind und eine Tropennacht ($T_{\min} \leq 20^{\circ}\text{C}$) mit Westnordwest-, Südsüdost- und Nordnordostwind.

Zusätzlich erfolgt für eine Tagsituation mit Westnordwestwind die Bestimmung der physiologischen Äquivalenttemperatur (engl. Physiological Equivalent Temperature, PET), um die Aufenthaltsqualität im Bereich der vorgesehenen Bebauung vertiefend zu bewerten. Der PET-Wert ist ein biometeorologisches Bewertungsmaß, das den aktuellen meteorologischen Atmosphärenzustand in thermischer Hinsicht für den Menschen bewertbar macht.

Die PET ist auf Basis einer standardisierten Person, die sich im Freien aufhält und nachfolgende Kriterien erfüllt, diejenige Temperatur, bei der im typischen Innenraum die Energiebilanz eines Menschen bei gleichen Werten der Haut- und Kerntemperatur ausgeglichen ist. Es findet eine Adaption der real wahrgenommenen Bedingungen der Außenwelt in den Innenraum statt und ermöglicht es dem Menschen, den thermischen Zustand außerhalb mit seinen Erfahrungen im Innenraum in Relation zu setzen (IÖR 2011). Die PET ist auch Bestandteil der VDI-Richtlinie 3787.

Die Standardperson (Klima-Michel) für den die PET-Berechnung aufgestellt ist, weist folgende Merkmale auf:

- Geschlecht: männlich
- Alter: 35 Jahre
- Gewicht: 75 kg
- Größe: 1,75 m
- Körperoberfläche: 1,9 m²
- metabolische Rate: 80 W (leichte Tätigkeit, sitzend)
- Kleidungsfaktor: 0,9 clo

Die PET zeigt eine starke Abhängigkeit von der mittleren Strahlungstemperatur, die entscheidend von der direkten Sonneneinstrahlung geprägt wird. Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar. Bei der Berechnung des Bioklimaindizes PET wird der 14:00 Uhr Termin gewählt, da zu diesem Zeitpunkt in Kombination Sonneneinstrahlung / Lufttemperatur die höchste bioklimatischen Belastung zu erwarten ist.

Bei den 3-dimensionalen Modellrechnungen mit dem Modell ENVI-met wird über die Berechnung des Windfeldes und des Strahlungshaushaltes der Einfluss der Bebauung, versiegelter Oberflächen und unterschiedlicher Oberflächen- und Vegetationsstrukturen auf die Lufttemperatur (2.0 m ü.G.) bzw. die PET (1.5 m ü.G.) bestimmt.

Das betrachtete Modellgebiet weist wiederum eine Flächengröße von 800 m x 600 m (zzgl. Randzellen) auf. Die Berechnungen werden mit einer horizontalen Gitterauflösung von 5 m durchgeführt. In vertikaler Richtung beträgt die Rechenauflösung 1 m und steigt bis zur Modelloberkante nicht-äquidistant auf 10 m an.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Horizontalschnitten (2.0 m ü.G. ~ EG bzw. 1.5 m ü.G.). Die Schnitte geben die Lufttemperatur für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe ± 0.5 m) wieder.

Für die Tagsituation wird der Zeitpunkt mit hoher nachmittäglicher Lufttemperatur und noch hoher Einstrahlungsintensität (16:00 Uhr, **Abbildung 12**) betrachtet. Bei der numerischen Bestimmung des nächtlichen Lufttemperaturfeldes wird der Zeitpunkt 23:00 Uhr gewählt, da zu diesem Zeitpunkt die Wohnungen häufig vor dem Zubettgehen nochmals gelüftet werden.

5.2.1 Lufttemperaturverteilung - Sommerliche Tag- und Nachtsituation (16:00 Uhr bzw. 23:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus Westnordwesten (300°)

Abbildung 29.1 zeigt für den **Ist-Zustand** die berechnete Lufttemperaturverteilung gegen 16:00 Uhr an einem heißen Sommertag ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$).

Bei Winden aus Westnordwesten befindet sich das „Bautz-Gelände“ im Luv der Wohnbebauung entlang der Brückenstraße und Hanauer Landstraße.

Bei Lufttemperaturen von ca. $36.0 - 37.0^{\circ}\text{C}$ über großflächig befestigten Flächen werden im Ist-Zustand am Tag zu den kühleren Bereichen im Rechengebiet (Main) Lufttemperaturdifferenzen von ca. $1.5 - 2.5 \text{ K}$ berechnet (2.0 m ü.G.). Größere Lufttemperaturunterschiede werden tagsüber durch die intensive konvektive Durchmischung der bodennahen Luftschichten unterbunden.

Deutlich aufgeheizt sind größere versiegelte Stellplatzflächen auf den Gewerbearealen sowie asphaltierte Straßenzüge, wo durch fehlende Gehölzbestände auch deren Schattenwirkung fehlt. Die Wärmeabstrahlung der versiegelten Flächen führt örtlich zu hoher thermischer Belastung. Bei vorherrschenden Westnordwestwinden wird die Warmluft vermehrt aus dem Südteil des Planungsgebiets in Richtung der Bebauung entlang der Brückenstraße verfrachtet (= thermischer Negativeffekt).

Die Grünflächen mit Gehölzbeständen im Modellgebiet (z.B. entlang des Mains) bilden hingegen Temperatursenken. Die vergleichsweise niedrigen Lufttemperaturwerte sind u.a. auf die Verdunstungsleistung der Vegetation (→ Bindung latenter Energie) zurückzuführen. Über versiegelten Flächen wird ein Großteil der Strahlungsenergie dem fühlbaren Wärmestrom zugeführt oder anders ausgedrückt, der Erwärmung der Luft zur Verfügung gestellt.

Bei Realisierung einer Bebauung entsprechend des aktuellen städtebaulichen Konzepts (**Plan-Zustand, Abbildungen 29.2 und 29.3**) für das „Bautz-Gelände“ wird durch den zusätzlichen Schattenwurf der Gebäude sowie die vorgesehenen Grünstrukturen die örtliche thermische Belastung in großen Teilen des Planungsgebiets gesenkt. Allein über den Parkierungsflächen des geplanten Marktes am Straßenzug Im Kautengewann (Annahme: asphaltierte Fläche) im Westen, entlang der Parkierungsanlagen (Duplex-Parker) im Norden sowie in kleineren Teilbereichen der Bebauung, wo bislang unversiegelte Flächen vorliegen, werden gegenüber dem Ist-Zustand leichte Lufttemperaturzunahmen (bis ca. 1.0 K) simuliert.

Der daraus resultierende Warmlufteintrag in die östlich angrenzende Bestandsbebauung südlich der Lise-Meitner-Straße bleibt räumlich jedoch eng begrenzt.

Im Bereich der Brückenstraße ist im Plan-Zustand eine auffallende Reduzierung der thermischen Belastung zu bilanzieren. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt die bodennahe Lufttemperatur bei der vorgegebenen Situation um ca. 0.25 – 1.00 K ab.

Die Innenhöfe der geplanten Quartiere zeigen sich am Tag durch den Schattenwurf der begrenzenden Baukörper, die angestrebte Begrünung und die thermische Konvektion an den Hauswänden vergleichsweise kühl. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Flächengröße der Innenhöfe derart dimensioniert ist, dass großflächige Wärmestaus ausbleiben.

Die vergleichsweise hohen Lufttemperaturen im Bereich der Duplex-Parker (Annahme für die Bauwerkshöhe = 4 m) können durch zusätzliche Begrünungsmaßnahmen an den Duplex-Parker-Anlagen (Dach-/Wandbegrünung) reduziert werden.

Herrschen in den Nachtstunden ebenfalls Westnordwestwinde vor (**Abbildungen 30.1 – 30.3**), was allerdings nur in ca. 3 – 4% der Nachtstunden zu erwarten ist (siehe **Abbildungen 10** und **11**), stellt sich im Untersuchungsgebiet im **Ist-Zustand** zwischen wärmsten und kühlfsten Bereich ein Lufttemperaturunterschied von max. 4.0 K ein.

Höchste Lufttemperaturen ($\geq 24.0^{\circ}\text{C}$) werden über großflächig versiegelten Gewerbeflächen im Planungsgebiet und nördlich der Lise-Meiner-Straße berechnet. Auch entlang der Brückenstraße / Irminratstraße / Paul Gerhardt-Straße sind Lufttemperaturen bis über 24.00°C zu bestimmen.

Die Vegetationsflächen entlang des Mains, Hausgärten sowie Teile der Brachflächen auf dem „Bautz-Gelände“ bilden wirksame Temperatursenken. Dort werden Lufttemperaturen von ca. $21.0 - 22.50^{\circ}\text{C}$ simuliert.

Im **Plan-Zustand** (**Abbildungen 30.2, 30.3**) ist im südlichen Planungsteilgebiet in der Phase der nächtlichen Abkühlung (1. Nachthälfte) gegenüber dem Ist-Zustand mit einer leichten Reduktion der thermischen Belastung zu rechnen. Dies ist im Wesentlichen auf die tagsüber geringere Aufheizung der begrünten Flächen und die intensivierete Ventilation zurückzuführen. Eine thermische Zusatzbelastung im Bereich der Bestandsbebauung östlich der Brückenstraße bleibt aus. Vorteilhaft ist in diesem Bereich auch die Kaltluftzufuhr über den begrünten Ufersaum des Mains.

Im nördlichen Planungsteilgebiet ist durch die Überbauung der Brachflächen mit einer großflächigen Lufttemperaturzunahme um ca. 0.40 – 2.00 K zu rechnen.

Mit Realisierung des Bauvorhabens „Bautz-Gelände“ geht im nördlichen Planungsteilgebiet durch die bauliche Inanspruchnahme der Brachflächen thermisches Ausgleichspotenzial verloren. Mit Hilfe der angedachten Begrünungsmaßnahmen im Planungsgebiet sowie durch die Anlage von Ventilationsachsen kann die zusätzliche bebauungsbedingte Wärmebelastung nicht gänzlich aufgefangen werden. Wie die Differenzendarstellung zwischen Plan- und Ist-Zustand (**Abbildung 30.3**) zeigt, steigt die Lufttemperatur bei Westnordwestwinden in der östlich benachbarten Bebauung von Großauheim (Lise-Meitner-Straße / Brückenstraße / Hanauer Landstraße) um ca. 0.40 – 2.00 K an. Bei der klimaökologischen Bewertung dieser Folgesituation ist neben der geringen Häufigkeit von Westnordwestwinden in Strahlungs Nächten zu berücksichtigen, dass die derzeitige Flächennutzung im nördlichen Planungsteilgebiet untypisch für ein Gewerbegebiet ist, wie es im Regionalen Flächennutzungsplan FrankfurtRheinMain 2010 (**Abbildung 3**) ausgewiesen ist. Würde man dem Ist-Zustand eine ortstypische gewerbliche Nutzung zu Grunde legen, wäre vergleichbar mit der Situation im südlichen Teilgebiet, im Plan-Zustand vielmehr mit einer Lufttemperaturabnahme zu rechnen.

5.2.2 Lufttemperaturverteilung - Sommerliche Tag- und Nachtsituation (16:00 Uhr bzw. 23:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus Südsüdosten (165°)

Wie die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung in **Abbildung 9** zeigt, herrschen während Strahlungswetterlagen am Planungsstandort des Öfteren südsüdöstliche Windrichtungen vor.

Die Ergebnisse der vergleichenden Modellrechnungen zum Lufttemperaturfeld (**Abbildungen 31.1 – 31.3**) verdeutlichen, dass an heißen Sommertagen (Zeitpunkt: 16:00 Uhr) im **Plan-Zustand** die Lufttemperatur im Planungsgebiet und entlang der Lise-Meitner-Straße abnimmt. Durch das erhöhte Grünvolumen im Planungsgebiet sowie die Schattenwirkung von neuen Baukörpern und Bäumen sind gegenüber dem **Ist-Zustand** großflächig um ca. 0.25 – 1.70 K niedrigere Lufttemperaturen zu bilanzieren. Zudem macht sich die windoffene Lage zum Main und dem begrünten Südufer thermisch positiv bemerkbar.

Das Temperaturniveau im neuen Stadtquartier entspricht weitgehend dem der locker durchgrünter Bebauung östlich der Brückenstraße.

Auch in den Nachtstunden (Tropennacht, **Abbildungen 32.1 – 32.3**) zeigt das Planungsgebiet ein mit der Bestandsbebauung östlich der Brückenstraße vergleichbares Lufttemperaturniveau, wobei der Südteil von der Lage zum begrünten Ufersaum des Mains profitiert.

Thermische Ungunstflächen, wie die Parkierungsflächen am Nord- und Westrand des Planungsgebiets, können durch Nutzung von hellen Oberflächenbelägen und Rasengittersteinen bzw. Begrünungsmaßnahmen an den Duplex-Parkern aufgewertet werden.

Die zu bestimmende zusätzliche Warmluftfahne des Planungsgebiets in Richtung Norden betrifft allein gewerblich genutzte Flächen und kann daher akzeptiert werden.

5.2.3 Lufttemperaturverteilung - Sommerliche Nachtsituation (23:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus Nordnordosten (30°)

Wie die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen in den **Abbildungen 9 - 11** zeigen, herrschen am Planungsstandort in der Nacht häufig Winde aus nordöstlichen Richtungssektoren vor (ca. 14 – 20% der Nachtstunden).

Das Lufttemperaturfeld in der Bestandsbebauung von Großauheim östlich des Planungsgebiets ist bei derartigen Situationen nicht von planungsbedingten Temperaturmodifikationen betroffen, weshalb nachfolgend allein die Ergebnisse der Lufttemperatursimulationen für den **Plan-Zustand (Abbildung 33)** dargestellt werden.

Die Ergebnisse der Simulationen dokumentieren, dass sich die geplante Bebauung im Süden aufgrund der urbanen Bebauungsstruktur als schwache Wärmeinsel von der Umgebungsbebauung abhebt. Die max. Lufttemperaturdifferenzen zur Bestandsbebauung Großauheim östlich der Brückenstraße betragen ca. 2 K. Die vorgesehenen, vergleichsweise kühlen Grünstrukturen durchsetzen die versiegelten Gebäude- und Straßenflächen, wodurch prägnantere Lufttemperaturdifferenzen unterbunden werden.

Mit Hilfe zusätzlicher thermisch wirksamer Ausgleichsmaßnahmen, wie sie in Kap. 6 empfohlen werden, lassen sich die nächtlichen Lufttemperaturspitzen im Planungsgebiet noch weiter reduzieren.

5.2.4 Bioklimatische Verhältnisse (PET) -Sommerliche Tagsituation (14:00 Uhr) mit vorherrschenden Luftströmungen aus West-nordwesten (300°)

In der **Abbildung 34** sind die Ergebnisse der PET-Simulationen für den **Ist-** und **Plan-Zustand** vergleichend dargestellt.

Im **Ist-Zustand** erreicht die PET im Plangebiet und in dessen Umfeld mit etwa 22 bis 52°C eine Spanne von 30 K. Die niedrigsten Werte werden über der Wasseroberfläche des Mains sowie im Baumschatten simuliert. Extreme bioklimatische Belastungen mit PET-Werten von über 41°C sind vor allem über versiegelten Flächen ohne Haus- und Baumschatten zu bilanzieren.

Im **Plan-Zustand** nimmt der Flächenanteil mit PET-Werten von über 41°C zu, da die Wärmeabstrahlung der Hauswände (bei den Berechnungen bleiben potenzielle Wandbegrünungen außer Acht) und die abgeschwächte bodennahe Ventilation die bioklimatische Belastung ansteigen lässt.

Die zahlreichen schattenwerfenden Baumpflanzungen bilden zusammen mit den geplanten Grünflächen allerdings ein engmaschiges Netz an bioklimatischen Gunstbereichen (= Ausschluss extremer Wärmebelastung), so dass sich ein vielfältiges Mosaik unterschiedlicher Mikroklimata ausbildet.

Bioklimatisch positiv stellen sich insbesondere die Mainuferpromenade und die Grünflächen nördlich der zentralen West-Ost-Erschließungsachse dar. Auch im Bereich der baumüberstandenen Quartiersplätze sind nur schwache bis mäßige Wärmebelastungen zu bilanzieren.

Durch Fassadenbegrünungen und Dachbegrünungen lassen sich im Bereich der Duplex-Parker im Norden des Planungsgebiets die bioklimatischen Belastungen noch effektiv senken.

In der östlich angrenzenden Bestandsbebauung von Großauheim sind keine planungsbedingten Veränderungen bei den PET-Werten festzustellen, da der zusätzliche Warmlufteintrag (siehe Kap. 5.2.1) keinen wesentlichen Einfluss auf die PET-Werte ausübt.

5.2.5 Kurzfazit – Thermische / bioklimatische Situation

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zu thermischen Aspekten dokumentieren, dass es bei Realisierung des vorgelegten Planungsentwurfs für das „Bautz-Gelände“ im Planungsumfeld an heißen Sommertagen nur zu moderaten thermischen Zusatzbelastungen kommt. Herrschen am Tag bspw. Winde aus westnordwestlichen Richtungssektoren vor, wird im Plan-Zustand durch den zusätzlichen Schattenwurf der Gebäude sowie die vorgesehenen Grünstrukturen die örtliche thermische Belastung in großen Teilen des Planungsgebiets gesenkt. Allein über den Parkierungsflächen (Annahme: asphaltierte Fläche) im Norden und Westen sowie in kleineren Teilbereichen der Bebauung, wo bislang unversiegelte Flächen vorliegen, werden gegenüber dem Ist-Zustand leichte Lufttemperaturzunahmen (bis ca. 1.0 K) simuliert. Der daraus resultierende Warmlufteintrag in die östlich angrenzende Bestandsbebauung südlich der Lise-Meitner-Straße bleibt räumlich jedoch eng begrenzt.

Im Bereich der Brückenstraße ist im Plan-Zustand eine auffallende Reduzierung der thermischen Belastung zu bilanzieren. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt die bodennahe Lufttemperatur bei der vorgegebenen Situation um ca. 0.25 – 1.00 K ab.

Die Innenhöfe der geplanten Quartiere zeigen sich am Tag durch den Schattenwurf der begrenzenden Baukörper, die angestrebte Begrünung und die thermische Konvektion an den Hauswänden vergleichsweise kühl. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Flächengröße der Innenhöfe derart dimensioniert ist, dass großflächige Wärmestaus ausbleiben.

Die vergleichsweise hohen Lufttemperaturen im Bereich der Duplex-Parker (Annahme für die Bauwerkshöhe = 4 m) können durch zusätzliche Begrünungsmaßnahmen an den Duplex-Parker-Anlagen (Dach-/Wandbegrünung) reduziert werden.

In Tropennächten ist bei vorherrschenden Winden aus westnordwestlichen Richtungssektoren in der östlich benachbarten Bebauung von Großauheim (Lise-Meitner-Straße / Brückenstraße / Hanauer Landstraße) gegenüber dem Ist-Zustand mit ca. 0.40 – 2.00 K höheren Lufttemperaturen zu rechnen. Bei der klimaökologischen Bewertung dieser Folgesituation ist zu berücksichtigen, dass die derzeitige Flächennutzung im nördlichen Planungsteilgebiet untypisch für ein Gewerbegebiet ist, wie es im Regionalen Flächennutzungsplan FrankfurtRhein-Main 2010 ausgewiesen ist.

Würde man dem Ist-Zustand eine ortstypische gewerbliche Nutzung zu Grunde legen, wäre vergleichbar mit der Situation im südlichen Teilgebiet im Plan-Zustand vielmehr mit einer Lufttemperaturabnahme zu rechnen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass in den Nachtstunden Westnordwestwinde nur mit einer Häufigkeit von ca. 3 – 4% zu erwarten sind.

Bei zumeist vorherrschenden Winden aus südlichen bis südsüdöstlichen Richtungen (Strahlungswetterlagen) gehen vom Planungsvorhaben keine relevanten thermischen Zusatzbelastungen im Planungsumfeld aus.

Durch das erhöhte Grünvolumen im Planungsgebiet sowie die Schattenwirkung von neuen Baukörpern und Bäumen sind am Tag gegenüber dem Ist-Zustand großflächig um ca. 0.25 – 1.70 K niedrigere Lufttemperaturen zu bilanzieren. Das Temperaturniveau im neuen Stadtquartier entspricht weitgehend dem der locker durchgrünten Bebauung östlich der Brückenstraße.

Auch in den Nachtstunden (Tropennacht) zeigt das Planungsgebiet ein mit der Bestandsbebauung östlich der Brückenstraße vergleichbares Lufttemperaturniveau, wobei der Südteil von der Lage zum begrünten Ufersaum des Mains profitiert.

Bestimmen in Strahlungsnächten Nordnordostwinde das lokale Lufttemperaturgeschehen, hebt sich die geplante Bebauung aufgrund der urbanen Bebauungsstruktur als schwache Wärmeinsel von der Umgebungsbebauung ab. Die max. Lufttemperaturdifferenzen zur Bestandsbebauung Großauheim östlich der Brückenstraße betragen ca. 2 K. Die vorgesehenen, vergleichsweise kühlen Grünstrukturen durchsetzen die versiegelten Gebäude- und Straßenflächen, wodurch prägnantere Lufttemperaturdifferenzen unterbunden werden.

Mit Hilfe zusätzlicher thermisch wirksamer Ausgleichsmaßnahmen lassen sich die nächtlichen Lufttemperaturspitzen im Planungsgebiet noch weiter reduzieren.

Durch die Berechnungen des PET-Wertes (Maß zur Bestimmung der bioklimatischen Belastung) wird verdeutlicht, dass im Planungsgebiet durch die Wärmeabstrahlung der befestigten Straßen und Wege sowie der Hausfassaden der Flächenanteil mit starker bis extremer Wärmebelastung gegenüber dem Ist-Zustand zwar zunimmt, die umfangreichen schattenwerfenden Baumpflanzungen zusammen mit den geplanten Grünflächen zugleich aber auch ein engmaschiges Netz an bioklimatischen Gunstbereichen (= Ausschluss extremer Wärmebelastung) ausbilden. Bioklimatisch positiv stellen sich insbesondere die Mainuferpromenade und die Grünflächen nördlich der zentralen West-Ost-Erschließungsachse dar. Auch im Bereich der baumüberstandenen Quartiersplätze sind nur schwache bis mäßige Wärmebelastungen zu bilanzieren.

Durch Fassadenbegrünungen und Dachbegrünungen lassen sich im Bereich der Duplex-Parker im Norden des Planungsgebiets die bioklimatischen Belastungen noch effektiv senken.

In der östlich angrenzenden Bestandsbebauung von Großauheim sind keine planungsbedingten Veränderungen bei den PET-Werten zu bilanzieren.

6 Klimaökologie - Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen

Im Hanauer Stadtteil Großauheim ist im Nordwesten auf dem „Bautz-Gelände“ zwischen der Josef-Bautz-Straße im Süden, Im Kautengewann im Westen, Lise-Meitner-Straße im Norden und Brückenstraße im Südosten die Entwicklung eines neuen Wohnquartiers zzgl. gewerblicher, sozialer und kultureller Einrichtungen geplant.

Derzeit ist das ca.13.2 ha große Planungsgebiet (Bruttobauland) im Süden von großflächigen Hallenkomplexen sowie versiegelten Zufahrten und Stellplatzflächen geprägt. Im nördlichen Teilbereich überwiegen begrünte Brachflächen mit vereinzelt Gehölzgruppen und einer Lagerfläche. An der Lise-Meitner-Straße im Norden besteht zudem eine Kfz-Abstellfläche.

Im Westen und Norden grenzt das Planungsgebiet an Gewerbegebietsflächen. Im Nordosten schließen zwischen Lise-Meitner-Straße und Hanauer Landstraße locker durchgrünte Wohnbauflächen mit 1- bis 3-(+DG) geschossiger Bebauung an. Im Südosten (Brückenstraße) wird das Ortsbild von offener Blockrandbebauung mit 2-geschossiger (+DG) Wohnhausbebauung geprägt. Im Süden verläuft der Main mit seinem begrünten Ufersaum.

Zentrale Elemente des vom Architekturbüro PLANQUADRAT ELFERS GESKES KRAMER vorgelegten Planungsentwurfs sind neben einer zentral von Osten nach Westen verlaufenden, alleearartig begrünten Erschließungsstraße mit nördlich angrenzender Grünfläche, zwei großzügige Quartiersplätze im nördlichen Teilbereich des Planungsgebiets sowie die Mainuferpromenade im Süden.

Die Grundstücksflächen der Quartiere A – D umfassen eine Fläche von ca. 93.658 m² (= 70.8% des Bruttobaulands). Der Anteil der öffentlichen Grünflächen beläuft sich auf 10.259 m² (= 7.8% des Bruttobaulands). Die Erschließungsflächen zeigen eine Flächengröße von ca. 28.306 m² (= 21.4% des Bruttobaulands).

Geplant sind 3- bis 5-geschossige (+ Staffelgeschoss) Baukörper, die größtenteils in Form offener Blockrandbebauung angeordnet sind. Entlang der Mainuferpromenade sind Solitärbauweisen angedacht.

Die erforderlichen Stellplatzflächen des Planungsgebiets werden überwiegend über Tiefgaragen, Parkierungsflächen am West- und Ostrand sowie über Duplex-Parker (Annahme der Bauwerkshöhe ca. 4 m) im Norden entlang der Lise-Meitner-Straße bereitgestellt.

Die netzartige Durchwegung der Quartiere, die offenen Baublockränder sowie die geplanten Platzstrukturen sollen günstige kleinklimatische Umgebungsverhältnisse sichern.

Die in Richtung Main anschließende Mainuferpromenade ist autofrei und dient als Boulevard. In Teilbereichen bildet eine perforierte Mauer den Übergang zwischen den Quartieren und der Mainuferpromenade. Ihre Gestalt nimmt die Fassadenstruktur der bisherigen Bebauung auf.

Im anstehenden Planungsprozess sind im Rahmen der erforderlichen Prüfung der Umweltbelange die ortsspezifischen stadtklimatischen Umgebungsbedingungen unter besonderer Beachtung der kleinräumigen Belüftungsverhältnisse zu analysieren und die klimaökologischen Folgeerscheinungen der Planung zu bilanzieren und zu bewerten.

Wie man den im Rahmen des Stadtklimagutachtens Hanau (DEUTSCHER WETTERDIENST 1992) erfassten einjährigen Winddaten (08/1989 – 07/1990) an den Stationsstandorten *Bauhof*, *Steinheim* und *Hainstadt* entnehmen kann, herrschen im Planungsgebiet in der Regel Winde aus südlichen Richtungssektoren vor. Ein Sekundärmaximum liegt bei nordnordwestlichen bis nordnordöstlichen Richtungen. Die mittleren Windgeschwindigkeiten liegen lageabhängig zwischen 2.0 und 2.9 m/s, wobei am Tag durch den allgemein intensiveren vertikalen Luftaustausch gegenüber den Nachtstunden höhere Windgeschwindigkeiten zu erwarten sind.

Im Sommer schwächt sich die Intensität der bodennahen Ventilation ab, was zusammen mit hohen Lufttemperaturen (Sommertage mit Lufttemperaturen $\geq 25^{\circ}\text{C}$) vermehrt zu bioklimatischen Belastungen führt. Übergängen zwischen Freiland und Bebauung sowie bebauungsinternen Ventilationsbahnen kommen dann eine besondere Bedeutung zu.

An Strahlungstagen mit geringer Bewölkung (ca. 20 - 25% der Tage im Jahr) wird im Planungsgebiet und in dessen Umfeld das nächtliche Ventilationsgeschehen zunehmend durch lokal und regional angelegte Luftströmungen aus südöstlichen bis südlichen Richtungen bestimmt.

Sie sind nach Angaben des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (1992) Regionalwinden aus dem bayerischen Untermaingebiet zuzuordnen, die vertikale Mächtigkeiten von mehreren hundert Metern erreichen. Die Belüftung des Planungsgebietes erfolgt somit vermehrt über den Main.

Als Sekundärmaximum treten nordnordwestliche bis nordnordöstliche Windrichtungen auf.

Die Windmessungen des TÜV-Süd auf dem Bautz-Gelände zwischen dem 01.09.2019 und dem 06.07.2020 zeigen ebenfalls ein Vorherrschen von Winden aus südsüdöstlichen bis westsüdwestlichen Richtungen, wobei in den Nachtstunden ein Häufigkeitsanstieg nordöstlicher Winde zu beobachten ist.

Die mittlere Windgeschwindigkeit am Tag liegt bei 2.6 m/s (10 m ü.G.) und in der Nacht bei 1.7 m/s (10 m ü.G.). Die Messdaten bestätigen somit weitgehend die Erkenntnisse aus der DWD-Klimastudie von 1992.

Auch am Stationsstandort Industriepark Wolfgang, ca. 2.5 km nordöstlich des Bautz-Geländes, bestimmen vorwiegend südsüdöstliche bis westsüdwestliche und nordöstliche Winde das lokale Luftaustauschgeschehen.

In den Nachtstunden ist im Allgemeinen eine leichte Zunahme nordöstlicher und südöstlicher Windrichtungen zu verzeichnen.

Zur Verdeutlichung der thermischen Situation im Planungsumfeld kann auf Ergebnisse der Stadtklimauntersuchung Hanau von 1992 (DEUTSCHER WETTERDIENST 1992) zurückgegriffen werden. Die Messfahrtergebnisse von 1990 dokumentieren, dass sich in Strahlungsnächten im Planungsumfeld gegenüber der Hanauer Innenstadt um ca. 0.6 – 1.6 K niedrigere Lufttemperaturen einstellen. Die geringere Bebauungsdichte sowie die Kaltluftbildung entlang der Grünstrukturen am Main machen sich thermisch positiv bemerkbar. Das Planungsgebiet befindet sich somit am Rand der städtischen Wärmeinsel.

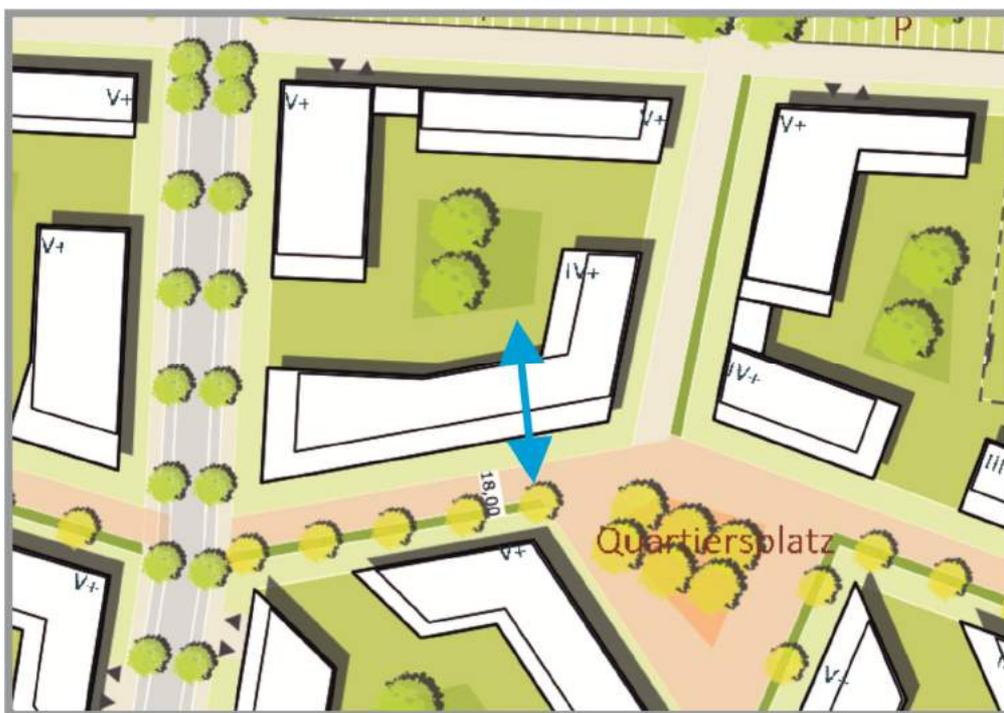
Diese relative Gunstsituation wird anhand der **Abbildung 14** (Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte Hanau, DEUTSCHER WETTERDIENST 1992) verdeutlicht.

Durch die Siedlungsrandlage am Main weist das Planungsgebiet trotz teilweise dichter gewerblicher Bebauung eine vergleichsweise moderate Wärmebelastung auf (= Stadtrandklima).

Die Sicherstellung günstiger thermischer Umgebungsverhältnisse und einer möglichst großen Belüftungsintensität wird zukünftig an Bedeutung gewinnen, da die sommerliche Wärmebelastung infolge des globalen Klimawandels weiter ansteigen wird (siehe Kap. 4).

Die Ergebnisse der durchgeführten mikroskaligen Modellrechnungen zur örtlichen Belüftungssituation zeigen, dass die im aktuellen städtebaulichen Konzept für das „Bautz-Gelände“ abgebildete Bau- und Freiflächenstruktur in großen Teilen die Sicherung günstiger strömungsdynamischer Verhältnisse ermöglicht. Strömungsdynamisch vorteilhaft zeigt sich vor allem die durchgängige zentrale Erschließungs-/Grünachse, die derart dimensioniert ist, dass sich auch bei einer Queranströmung wirksame bodennahe Belüftungseffekte einstellen können. Auch die Quartiersplätze und die zur Mainpromenade hin offene Gestaltung der geplanten Solitärbauten sind als strömungsgünstig zu bewerten.

Bauliche Modifikationen werden von Seiten der Klimaökologie insbesondere für das geplante Quartier B1 südlich der Lise-Meitner-Straße empfohlen. Wie in **Grafik 6** mittels Pfeil gekennzeichnet, wäre im Quartier B1 eine bauliche Öffnung (Breite ca. 10 m) im Süden zielführend, um die Belüftung des Blockinnenbereichs zu optimieren.



Grafik 6: Planungsempfehlung: Zusätzliche Öffnung der Blockrandbebauung zur Verbesserung der Be- und Entlüftung des Baublockinnenbereichs.

Bei am Tag häufig vorherrschenden Westsüdwestwinden zeigen sich im Lee des Quartiers D3 prägnante Windschatteneffekte. Durch die Hinderniswirkung des Baukörpers nimmt die mittlere Windgeschwindigkeit in der Brückenstraße 1 – 7 um ca. 0.2 – 0.8 m/s ab. Zur Reduktion der Windabschwächung im Bereich der Brückenstraße 1 – 7 könnte eine Abstufung des 5-geschossigen Baukörpers in Richtung Norden beitragen (siehe **Grafik 4**).

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zu thermischen Aspekten dokumentieren, dass es bei Realisierung des vorgelegten Planungsentwurfs für das „Bautz-Gelände“ im Planungsumfeld an heißen Sommertagen nur zu moderaten thermischen Zusatzbelastungen kommt. Herrschen am Tag Winde aus westlichen bis westnordwestlichen Richtungssektoren vor, wird im Plan-Zustand durch den zusätzlichen Schattenwurf der Gebäude sowie die vorgesehenen Grünstrukturen die örtliche thermische Belastung in großen Teilen des Planungsgebiets gesenkt. Allein über den Parkierungsflächen (Annahme: asphaltierte Fläche) im Norden und Westen sowie in kleineren Teilbereichen der Bebauung, wo bislang unversiegelte Flächen vorliegen, werden gegenüber der Ist-Zustand leichte Lufttemperaturzunahmen (bis ca. 1.0 K) simuliert. Der daraus resultierende Warmlufteintrag in die östlich angrenzende Bestandsbebauung südlich der Lise-Meitner-Straße bleibt räumlich jedoch eng begrenzt.

Im Bereich der Brückenstraße ist im Plan-Zustand eine auffallende Reduzierung der thermischen Belastung zu bilanzieren. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt die bodennahe Lufttemperatur bei der vorgegebenen Situation um ca. 0.25 – 1.00 K ab.

Die Innenhöfe der geplanten Baublockstrukturen zeigen sich am Tag durch den Schattenwurf der begrenzenden Baukörper, die angestrebte Begrünung und die thermische Konvektion an den Hauswänden vergleichsweise kühl (= thermischer Positiveffekt).

In Tropennächten ist bei vorherrschenden Winden aus westnordwestlichen Richtungssektoren in der östlich benachbarten Bebauung von Großauheim (Lise-Meitner-Straße / Brückenstraße / Hanauer Landstraße) gegenüber dem Ist-Zustand mit ca. 0.40 – 2.00 K höheren Lufttemperaturen zu rechnen. Bei der klimaökologischen Bewertung dieser Folgesituation ist zu berücksichtigen, dass die derzeitige Flächennutzung im nördlichen Planungsteilgebiet untypisch für ein Gewerbegebiet ist, wie es im Regionalen Flächennutzungsplan FrankfurtRhein-Main 2010 ausgewiesen ist. Würde man dem Ist-Zustand eine ortstypische gewerbliche Nutzung zu Grunde legen, wäre vergleichbar mit der Situation im südlichen Teilgebiet im Plan-Zustand vielmehr mit einer Lufttemperaturabnahme zu rechnen. Zudem ist zu beachten, dass diese für Großauheim betrachtete Worst-Case-Situation nur in ca. 3 – 4% der Nachtstunden im Jahr zu erwarten ist.

Bei zumeist vorherrschenden Winden aus südlichen bis südsüdöstlichen und nordnordöstlichen Richtungen (Strahlungswetterlagen) gehen vom Planungsvorhaben keine relevanten thermischen Zusatzbelastungen für die Bebauung von Großauheim östlich des Bautz-Geländes aus.

Im Planungsgebiet ist bei vorherrschenden Südsüdostwinden durch das erhöhte Grünvolumen sowie die Schattenwirkung von neuen Baukörpern und Bäumen am Tag gegenüber dem Ist-Zustand ein um ca. 0.25 – 1.70 K niedrigeres Lufttemperaturniveau zu erwarten. Das Temperaturniveau im neuen Stadtquartier entspricht weitgehend dem der locker durchgrünten Bebauung östlich der Brückenstraße.

Auch in den Nachtstunden (Tropennacht) zeigt das Planungsgebiet bei vorherrschenden Südsüdostwinden ein mit der Bestandsbebauung östlich der Brückenstraße vergleichbares Lufttemperaturniveau, wobei der Südteil von der Lage zum begrünten Ufersaum des Mains profitiert.

Die zu bestimmende zusätzliche Warmluftfahne des Planungsgebiets in Richtung Norden betrifft allein gewerblich genutzte Flächen.

Herrschen in sommerlichen Strahlungsnächten Nordnordostwinde vor, hebt sich die geplante Bebauung im Süden aufgrund der urbanen Bebauungsstruktur als schwache Wärmeinsel von der Umgebungsbebauung ab. Die max. Lufttemperaturdifferenzen zur Bestandsbebauung Großauheim östlich der Brückenstraße betragen ca. 2 K. Die vorgesehenen, vergleichsweise kühlen Grünstrukturen durchsetzen die versiegelten Gebäude- und Straßenflächen, wodurch prägnantere Lufttemperaturdifferenzen unterbunden werden.

Die bioklimatische Situation im Planungsgebiet zeigt einen vielfältigen Mix von sehr stark wärmebelasteten Straßenzügen / Parkierungsflächen und nur mäßig belasteten baumüberstellten Grünflächen.

Bioklimatisch positiv stellen sich insbesondere die Mainuferpromenade und die Grünflächen nördlich der zentralen West-Ost-Erschließungsachse dar. Auch im Bereich der baumüberstandenen Quartiersplätze sind nur schwache bis mäßige Wärmebelastungen zu bilanzieren, so dass sie günstige Aufenthaltsqualitäten bieten.

In der östlich angrenzenden Bestandsbebauung von Großauheim sind keine planungsbedingten Veränderungen beim Bioklima festzustellen, da der zusätzliche Warmlufteintrag keinen wesentlichen Einfluss auf die PET-Werte ausübt.

Wie in Kap. 4 ausführlich dokumentiert, wird im Zuge des globalen Klimawandels im Raum Hanau die Anzahl der heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) und Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) in den nächsten Jahrzehnten deutlich ansteigen. Auch mit einer prägnanten Häufung von Tropennächten ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) muss gerechnet werden.

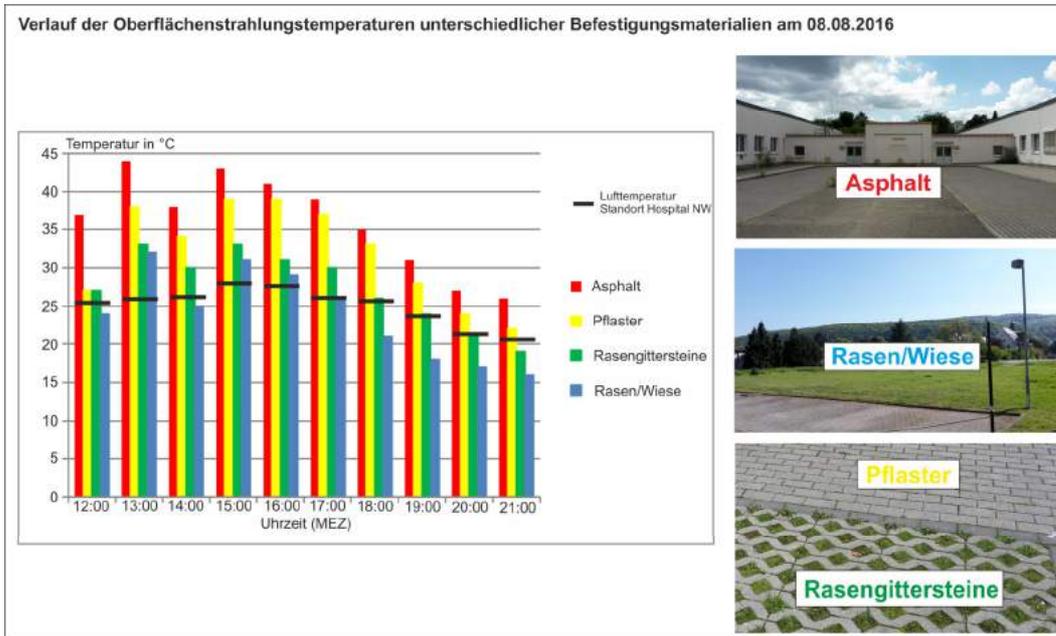
Die bioklimatische Belastung wird damit an warmen Sommertagen flächendeckend ansteigen. Das heißt, der derzeitige Unterschied zwischen versiegelten und unversiegelten Flächen wird auch in Zukunft in etwa erhalten bleiben (DWD 2014). Allerdings hebt die Klimaänderung die Wärmebelastung in allen Stadtlagen relativ gleichmäßig auf ein höheres Niveau.

Bzgl. des Niederschlags sind jahreszeitenbezogen bis zum Jahr 2100 auffallende Veränderung prognostiziert. In den Wintermonaten wird mit einer Zunahme der Niederschlagsmengen gerechnet, wohingegen die Sommermonate trockener werden. Zudem erhöht sich bis 2100 durch die abnehmenden Niederschlagsmengen im Sommer die Gefahr des gehäuften Auftretens von Trockenperioden.

Es sind daher trotz der Bilanzierung nur recht geringer thermischer / bioklimatischer Zusatzbelastungen im Planungsumfeld möglichst über das Normalmaß hinaus klimaökologisch wirksame Ausgleichsmaßnahmen in der Bebauung anzustreben. Diese werden nachfolgend angeführt und können als Festsetzungen im Bebauungsplan aufgenommen werden.

Damit nachhaltig günstige thermische / bioklimatische Umgebungsbedingungen gesichert werden, sollten befestigte Wege- und Platzflächen mit möglichst hellen Oberflächenbelägen (z.B. hellgrauer Belag) ausgestaltet werden. Wie **Grafik 7** zeigt, weisen graue Pflasterbeläge gegenüber schwarzen Asphaltflächen deutlich niedrigere Oberflächentemperaturen auf. Bei Parkplätzen sind Rasengittersteine zu wählen.

Im Bereich der zentralen Grünfläche sind Spielflächen geplant. Sie sollten möglichst naturnah gestaltet werden (siehe **Grafik 8**).



Grafik 7: Oberflächentemperaturen unterschiedlicher Bodenbedeckungsarten
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

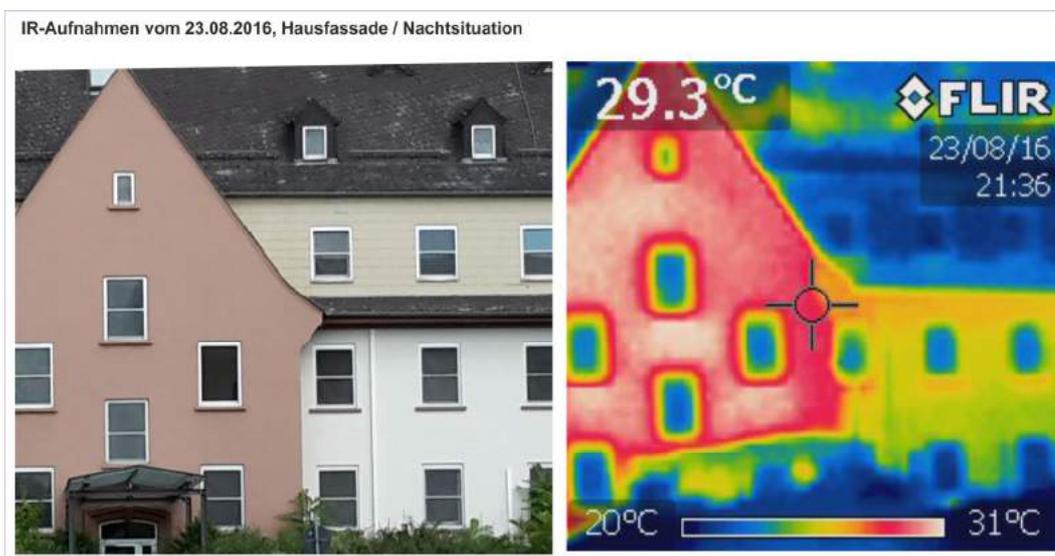


Grafik 8: Kinderspielplatz mit Sandflächen als Absturzsicherung (Aufnahme: ÖKOPLANA)

Mögliche gummiartige Beläge zur Vermeidung von Sturzverletzungen sollten ggf. auf die Bereiche der Spielgeräte eng beschränkt bleiben.

Gummiartige Oberflächenbeläge können sich an warmen Sommertagen extrem aufheizen können. Bei Lufttemperaturen von 26°C zeigen nach Messungen von ÖKOPLANA (2018) in Wiesbaden sich Oberflächentemperaturen bis 40°C (besontnt). Rasenflächen und Sandflächen zeigen bei gleichen Einstrahlungsbedingungen Werte von 25°C und 34°C.

Auch durch die Wahl heller Fassadenfarben kann die bioklimatische Belastung im Nahbereich der Gebäude wirksam herabgesetzt werden. So führt die hohe Absorptionsfähigkeit dunkler Fassadenanstriche gegenüber hellen Fassaden zu deutlich höheren Oberflächentemperaturen (siehe **Grafik 9**).



Grafik 9: Oberflächentemperaturen unterschiedlich heller Fassaden
(Aufnahme: ÖKOPLANA, AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA 2017)

Zur weiteren Minimierung thermischer Negativeffekte sollten auf allen Flachdächern (inkl. Duplex-Parker) möglichst extensive Dachbegrünungen Berücksichtigung finden. Auf dem 1-geschossigen Marktgebäude ist aus klimaökologischer Sicht sogar eine intensive Dachbegrünung anzustreben. Dachbegrünungen weisen folgende klimaökologischen Positiveffekte auf:

- Reduzierung der Luftschadstoffbelastung – insbesondere von Feinstaub – durch Erhöhung der schadstoffspezifischen Depositionsgeschwindigkeiten partikel- und gasförmiger Spurenstoffe. Durch die geringere Aufheizung der Luft über begrüntem Dächern ist die vertikale Auftriebsströmung und somit die Staubaufwirbelung geringer.

- Dämpfung von Extremwerten der Oberflächentemperaturen durch die Verdunstungsleistung der Pflanzen. An heißen Sommertagen sind extensive begrünte Dächer um ca. 17 – 33 K kühler als unbegrünte Dächer. Bei intensiv begrünten Dächern werden ca. 62-67% der eingestrahlten Energie in latente Wärme umgesetzt. Diese steht dann nicht mehr zur Erwärmung der Umgebungsluft zur Verfügung. Die Lufttemperatur über den Dächern (0.5 m) ist daher um ca. 0.6 – 1.5 K kühler (PFOSER ET AL. 2013).
Die kühlende Wirkung einzelner Dachbegrünungen beschränkt sich auf die Luftmassen direkt über der Dachoberfläche. Es ist jedoch anzunehmen, dass eine Begrünung vieler Dächer auch einen signifikanten Effekt auf die Nachbarschaft aufweist.
- Erhöhung der Wasserrückhaltefähigkeit nach Starkregen mit der dadurch bedingten Vermeidung von Abflussspitzen in der Kanalisation. Bei Extensivbegrünung beträgt der jährliche Wasserrückhalt im Mittel ca. 60% vom Niederschlag, bei Intensivbegrünung sogar bis 85%.

Zusätzliche thermische Gunsteffekte sind auch über Fassadenbegrünungen zu erzielen (siehe **Grafik 10**). Im Vergleich zu einer unbegrünten Wand können nach PFOSER ET AL. 2013 in ca. 0.6 m Abstand zur Begrünung Lufttemperaturreduktionen bis ca. 1.3 K gemessen werden. Modellrechnungen weisen auf Maximalwerte bis ca. 3.0 K hin. Zur Begrünung bieten sich insbesondere größere Fassadenteile ohne größere Fensteröffnungen an. Klimatisch besonders wirksam sind Fassadenbegrünungen ab Breiten von ca. 5 m.



Grafik 10 Beispielhafte Fassadenbegrünung (Bild freigegeben von: ©VERTIKO GmbH)
<https://www.vertiko.de/begrueunungen-loesungen/living-wall-outdoor/>

Im Bereich der geplanten Quartiersplätze bilden die gehölzüberstellten Flächen ebenfalls kleinräumige Lufttemperatursenken. Zur zusätzlichen kleinklimatischen Aufwertung der bislang größtenteils versiegelten Platzflächen könnten zusätzliche Wasserfontänen beitragen. Die örtliche Kühlleistung über die Verdunstungskälte des bewegten Wassers erhöht die sommerliche Aufenthaltsqualität. Beispielhafte Fontänen zeigt **Grafik 11**. Sie sollten bestenfalls mit Bäumen umstellt sein, damit die Kühlwirkung der Fontänen durch die Zusatzverschattung noch erhöht werden kann.



Grafik 11: Beispielhafte Planungsempfehlung für den Quartiersplatz - Wasserfontänen
Foto: ÖKOPLANA

Die im Planungskonzept dargestellte Grünausstattung der Freiflächen und die Baumstellungen an den Erschließungsstraßen und –wegen ist aus klimaökologischer Sicht zu unterstützen

Zusätzlich können ggf. weitere Verschattungselemente, z.B. (temporäre) Pergolen etc. (**Grafik 12**) in den warmen Sommermonaten als kühlere Aufenthaltsbereiche die Freiraumqualität in den geplanten „Wohnhofbereichen“ steigern.



Grafik 12: Pergola als Verschattungselement (Aufnahme: ÖKOPLANA)

Zur Vermeidung von Überflutungen bei Starkregenereignissen ist zu prüfen, ob die Anlage ergänzender Versickerungsmulden erforderlich wird.

Die o.a. Maßnahmen sind in ihrer Summenwirkung geeignet, die negativen klimaökologischen Folgeerscheinungen der planungsbedingten Oberflächenversiegelung weiter zu minimieren und in ihrer räumlichen Ausdehnung zu begrenzen.

Fazit:

Das vorgelegte städtebauliche Konzept für das „Bautz-Gelände“ lässt keine klimaökologischen Negativeffekte erwarten, die einer Realisierung entgegenstehen. Unvermeidbare Beeinträchtigungen, die sich aus dem Projekt ergeben, können durch grünordnerische Maßnahmen oder vereinzelte bauliche Modifikationen derart aufgefangen werden, dass es im Planungsumfeld nicht zu einer gravierenden Verschlechterung des stadtklimatischen Qualitätsniveaus kommt.

Burst

.....
gez. Achim Burst (Dipl.-Geogr.)
ÖKOPLANA

Mannheim, den 15. Juli 2020

Literaturverzeichnis/weiterführende Schriften

- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- BRUSE, M. (2002/2018):** Envi-Met - Mikroskaliges Klimamodell. Bochum.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** KLAMIS. Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Grundlagen für einen Leitfaden. Berlin.
- CHRISTOFFER, J.; ULBRICHT-EISSING, H. (1989):** Die bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland. Berichte des Deutschen Wetterdienstes. Nr. 147. Offenbach a. M.
- CUBASCH U., WUEBBELS D., CHEN D., FACCHINI M.C., FRAME D., MAHOWALD N., WINTHER J.-G. (2013):** Introduction. In: Climate Change (2013): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- DEUTSCHLÄNDER T., MÄCHEL H. (2017):** Temperatur inklusive Hitzewellen. In: Brasseur G., Jacob D., Schuck-Zöller S. (Hrsg.) (2017): Klimawandel in Deutschland. DOI 10.1007/978-3-662-50397-3_6.
- DWD - DEUTSCHER WETTERDIENST (1992):** Klimagutachten Stadt Hanau. Bearbeiter: ifp – Institut für Planungsdaten und Deutscher Wetterdienst DWD. Hrsg. Stadt Hanau. Hanau.
- DWD - DEUTSCHER WETTERDIENST (2014):** Stadtklimatische Untersuchungen der sommerlichen Temperaturverhältnisse in Offenbach am Main als Grundlage zur Anpassung an den Klimawandel. Offenbach am Main.
- DWD - DEUTSCHER WETTERDIENST (2016):** Nationaler Klimareport 2016. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main.
- FRIEDRICHS, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2015):** Stadtklimagutachten für die Stadt Heidelberg. Hannover, Mannheim.

- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2017):** Planungsempfehlungen für die (stadt-)klimawandelgerechte Entwicklung von Konversionsflächen – Modellvorhaben Heidelberg. Reihe KLIMOPASS-Berichte. Hrsg.: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH, ÖKOPLANA (2018):** Klimaökologische Analyse für das Gelände der ehemaligen Pioneer-Kaserne Hanau. Hannover. Mannheim.
- GIESE-EICHHORN (1998/2016):** Handbuch zum prognostischen Strömungsmodell MISKAM. Wackernheim.
- IÖR (2011):** REGKLAM Ergebnisbericht. Regionales Klimaanpassungsprojekt Modellregion Dresden. Stadtstrukturabhängige Ausweisung sensibler Siedlungsräume bei thermischen Belastungen als Grundlage für die künftige Stadtentwicklung. Dresden.
- MANN ET AL. (2000):** Wasserhaushalt begrünter Dächer. In: Dach + Grün. 1/2000
- MOSS R. H. ET AL. (2010):** The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature 463, 747–756. doi:10.1038/nature08823
- ÖKOPLANA (2018):** Klimaökologische Leitplanken und Anforderungen an das Planungskonzept „Freizeitbad am Sportpark Rheinhöhe“ in der Landeshauptstadt Wiesbaden. Mannheim.
- Peters G.P. et al. (2012):** The challenge to keep global warming below 2 °C. Nat. Clim. Change 3, 4–6. doi:10.1038/nclimate1783
- PFOSER ET AL. (2013):** Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkungen. Interdisziplinärer Leitfaden als Planungshilfe zur Nutzung energetischer, klimatischer und gestalterischer Potenziale sowie zu den Wechselwirkungen von Gebäude, Bauwerksbegrünung und Gebäudeumfeld, Forschungsbericht, Technische Universität Darmstadt.
- REGIONALVERBAND FRANKFURTRHEINMAIN (2010):** Regionaler Flächennutzungsplan – Umweltbericht. Frankfurt a. M.
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2003):** VDI 3787, Bl. 5. Lokale Kaltluft. Düsseldorf.

Internetinformationen:

<https://www.deutschesklimaportal.de>

<https://www.dwd.de/>

<https://docplayer.org/73084289-Miskam-giese-eichhorn-umweltmeteorologische-software-handbuch-zu-version-6-im-auftrag-von-am-spielplatz-wackernheim-tel.html>

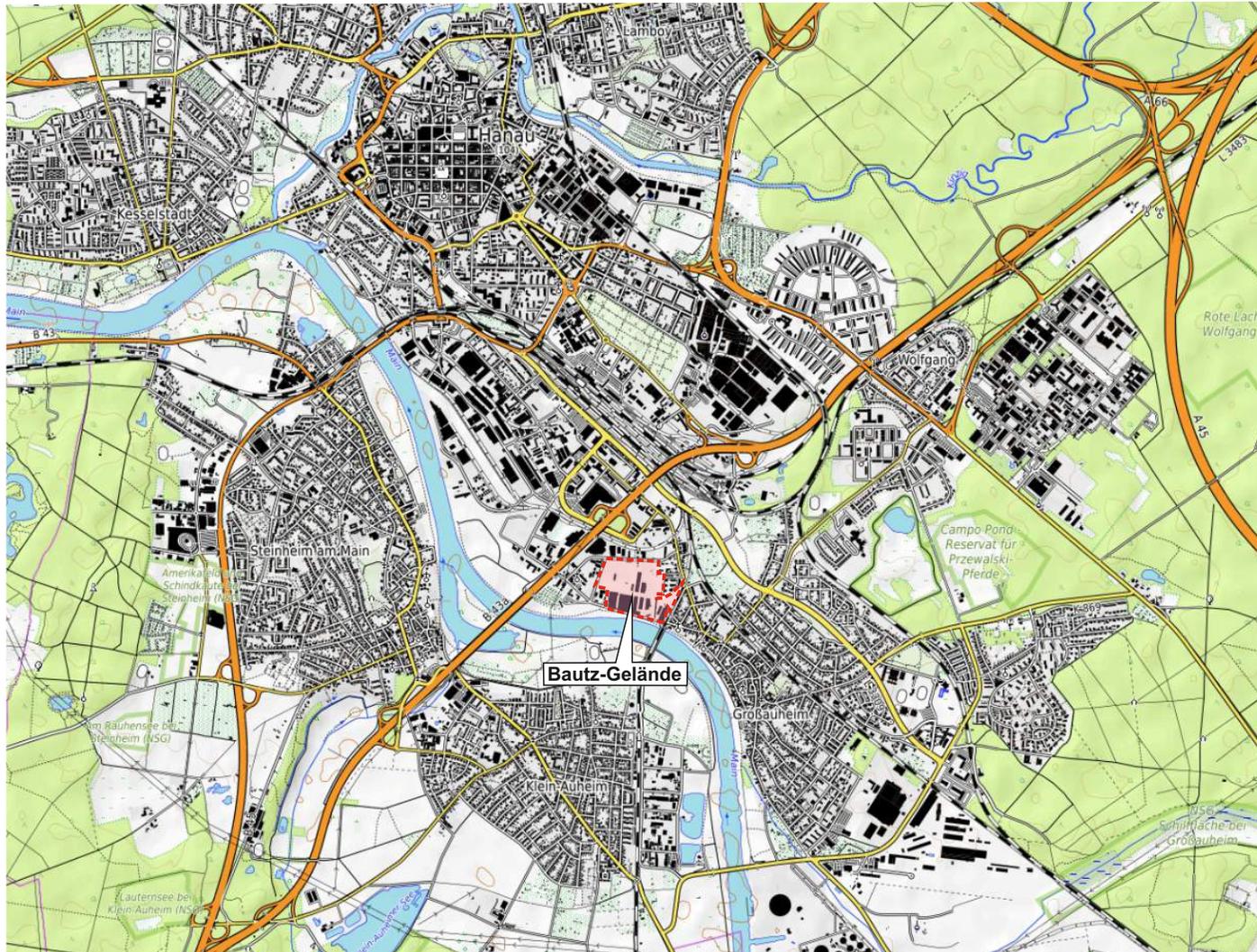
<https://www.dwd.de/>

<https://www.envi-met.com>

<https://hlnug.de>

<https://www.klimafolgenonline.com>

Abb. 1 Lage des Planungsgebiets im Stadtgebiet von Hanau



Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Flächengröße ca. 13 ha

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

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



M.:
0 500 2.000 m

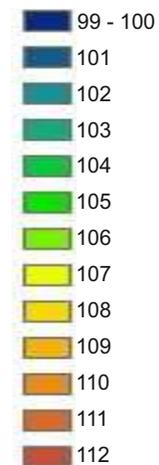
Abb. 2 Lageplan mit Geländehöhen - Bautz-Gelände



Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Geländehöhe in m ü.NHN



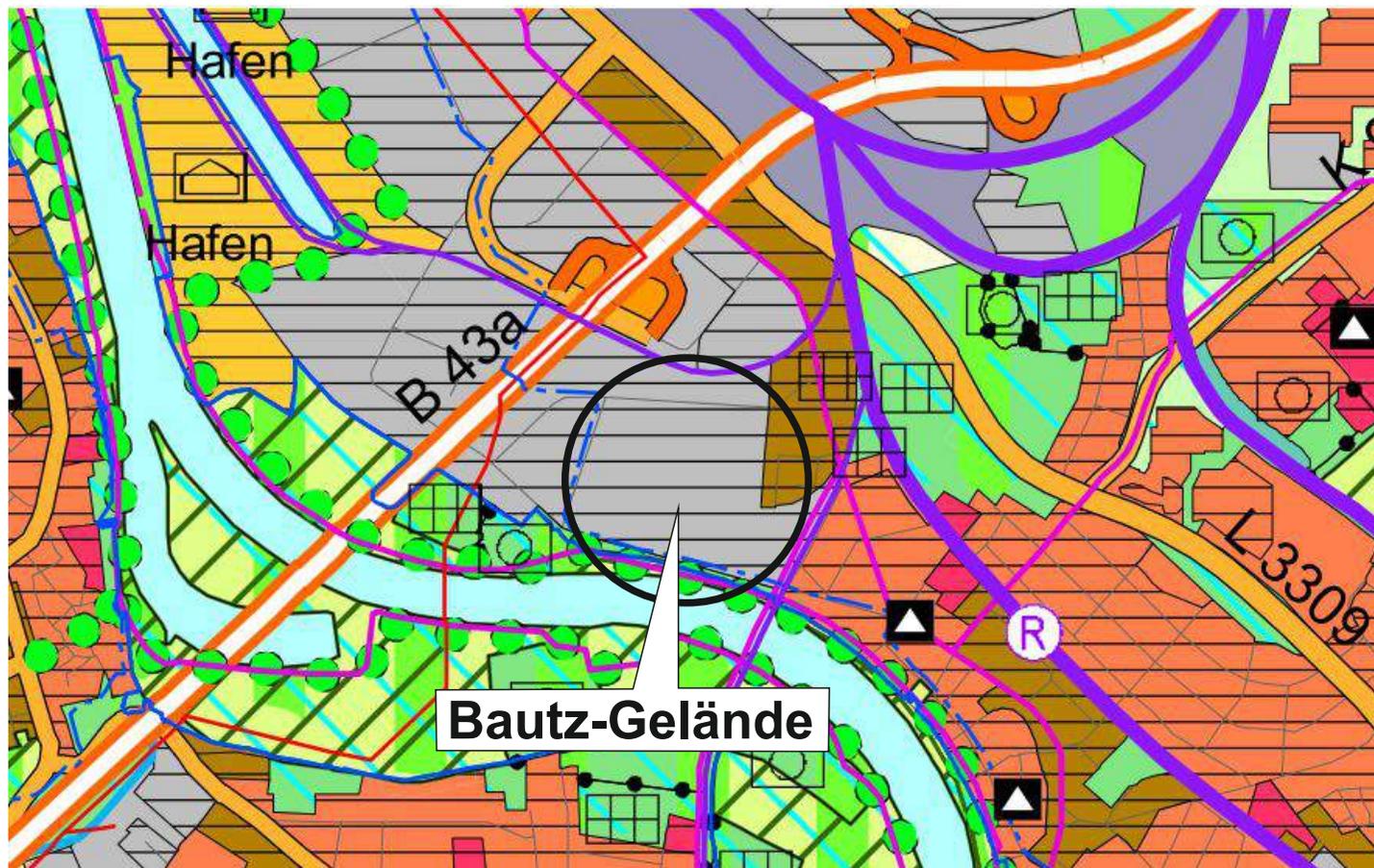
Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

Reliefdaten DGM_5:
Hess. Landesamt für Bodenmanagement
und Geoinformation

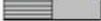
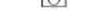
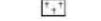
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 3 Ausschnitt aus dem Regionalen Flächennutzungsplan FrankfurtRheinMain 2010, Stand: 31.12.2018



Siedlungsstruktur

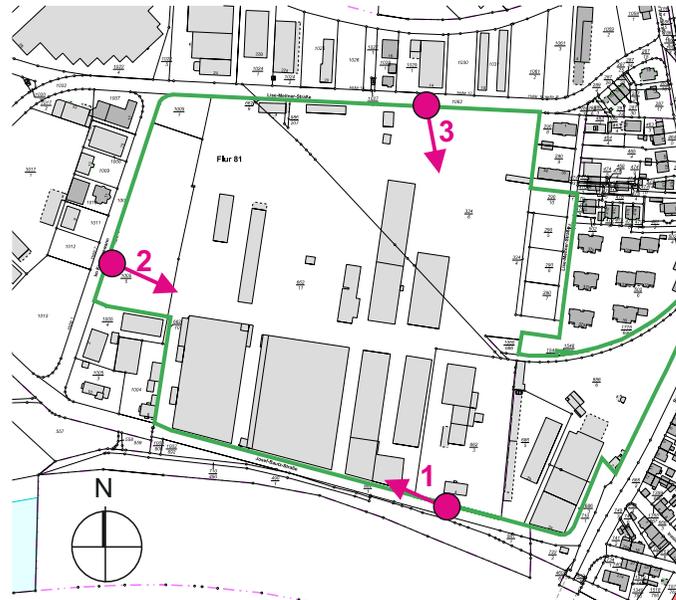
-  Wohnbaufläche, Bestand/geplant
-  Gemischte Baufläche, Bestand/geplant
-  Gewerbliche Baufläche, Bestand/geplant
-  Fläche für den Gemeinbedarf, Bestand/geplant
-  Sicherheit und Ordnung
-  Krankenhaus
-  Weiterführende Schule
-  Kultur
-  Sonderbaufläche, Bestand/geplant (textl. Zweckbestimmung)
-  Sonderbaufläche mit hohem Grünanteil (textl. Zweckbestimmung)
-  Sonderbaufläche mit gewerblichem Charakter (textl. Zweckbestimmung)
-  Sondergebiet für den großflächigen Einzelhandel (ggf. nähere Zweckbestimmung)*
-  Siedlungsbeschränkungsgebiet
-  Vorranggebiet Bund
-  Grünfläche (ohne Symbol: Parkanlage)
-  Sportanlage, Freibad, Festplatz, Grillplatz, Jugendzelloplatz, größerer Spielplatz, Kleintierzucht, Hundeschwemme, Tiergehege
-  Wohnungserne Gärten
-  Friedhof

Grafikquelle:
Regionalverband FrankfurtRheinMain

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 4 Planungsgebiet - fotografische Dokumentation



Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES AG, Hanau

Fotoaufnahmen: ÖKOPLANA 07/2019

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim

Abb. 5 Städtebauliches Konzept für das Bautz-Gelände, Stand 06/2020



Grafik bereitgestellt von: BIEN-RIES GmbH, Hanau

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



M.:
0 50 200 m

ÖKOPLANA

Abb. 6 Städtebauliches Konzept - Kennwerte öffentliche und private Flächen, Stand 06/2020



Flächenanteile privat / öffentlich		VORABZUG	Stand	16-Jun-20	
private Flächen	Grundstücksflächen Quartiere A-D	ca. 93.658 m²	ca. 93.658 m²	ca. 93.658 m²	ca. 70,8 %
öffentliche Flächenanteile	Grünflächen Park	ca. 10.024 m²			
	Grünfläche	ca. 236 m²	ca. 10.259 m²		
	Erschließung Haupterschließung	ca. 11.875 m²			
	Quartiersplatz	ca. 8.829 m²			
	Parken/S-Bahn	ca. 2.804 m²			
	Weg	ca. 4.286 m²			
	Lise-Meitner-Straße	ca. 512 m²	ca. 28.306 m²	ca. 38.565 m²	ca. 29,2 %
Gesamtfläche		ca. 132.223 m²		ca. 38.565 m²	ca. 29,2 %

Alle Angaben sind ohne Gewähr, Circa-Angaben

Grafik bereitgestellt von: BIEN-RIES GmbH, Hanau

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauhaim



Abb. 7 Städtebauliches Konzept - Mauergestaltung entlang der Mainpromenade



Grafik bereitgestellt von: BIEN-RIES GmbH, Hanau

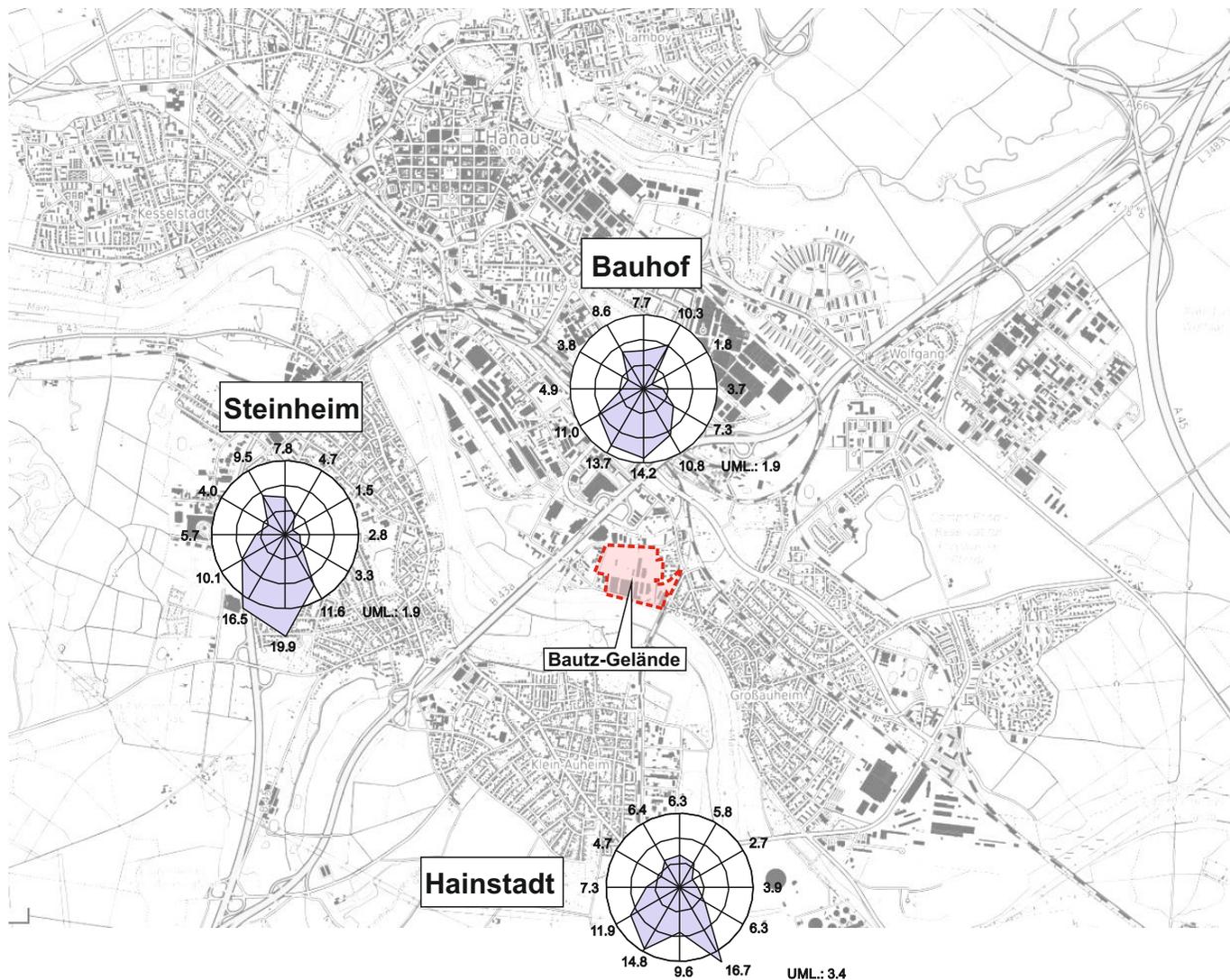
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



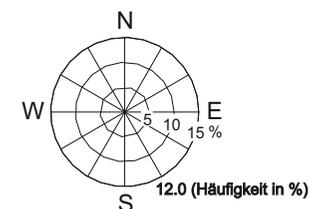
M.:
0 50 200 m

ÖKOPLANA

**Abb. 8 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung
Zeitraum: 08/1989 - 07/1990, alle Tage**



Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Mittlere Windgeschwindigkeit 08/1989 - 07/1990

- Station Hanau Bauhof: 2.2 m/s
- Station Hanau Steinheim: 2.0 m/s
- Station Hainstadt: 2.9 m/s

Datenquelle: Klimagutachten der Stadt Hanau
Datenerfassung durch: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Bereitgestellt von: Stadt Hanau

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

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim

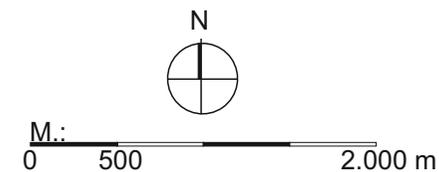


Abb. 9 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung
Zeitraum: 08/1989 - 07/1990, Strahlungswetterlagen



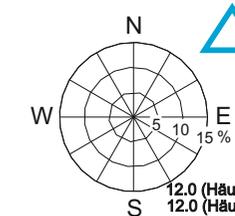
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Tag



Nacht



12.0 (Häufigkeit in % am Tag)
 12.0 (Häufigkeit in % in der Nacht)

Mittlere Windgeschwindigkeit 08/1989 - 07/1990

- Station Hanau Bauhof: 1.6 m/s
- Station Hanau Steinheim: 1.6 m/s
- Station Hainstadt: 2.1 m/s

Datenquelle: Klimagutachten der Stadt Hanau
Datenerfassung durch: Deutscher Wetterdienst (DWD)

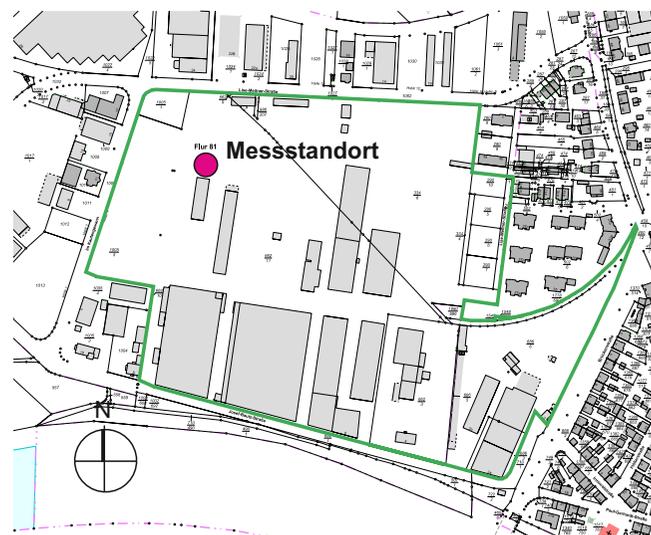
Bereitgestellt von: Stadt Hanau

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

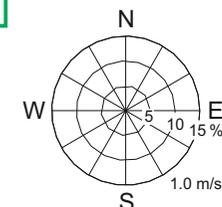
Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 10 Windstatistik temporärer Messungen auf dem Bautz-Gelände
Zeitraum: 01.09.2019 - 06.07.2020



Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



▲ 00-23 Uhr

C: Windstillen
 W: mittlere Windgeschwindigkeit

▲ 08-16 Uhr

CT: Windstillen
 WT: mittlere Windgeschwindigkeit

▲ 20-05 Uhr

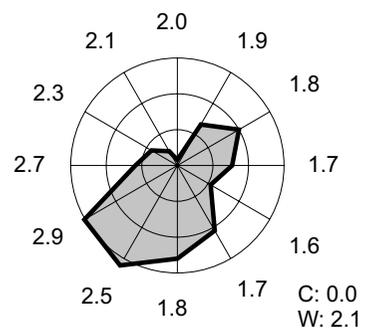
CN: Windstillen
 WN: mittlere Windgeschwindigkeit

Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim

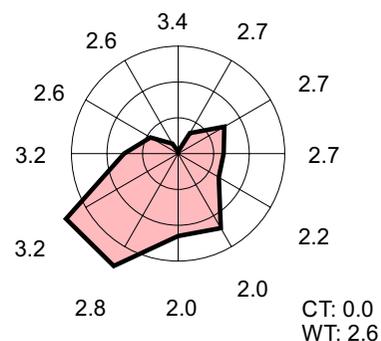
Datenerfassung durch: TÜV Süd

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-EIES GmbH, Hanau

Gesamttag



**Tagsituation
 08-16 Uhr**



**Nachtsituation
 20-05 Uhr**

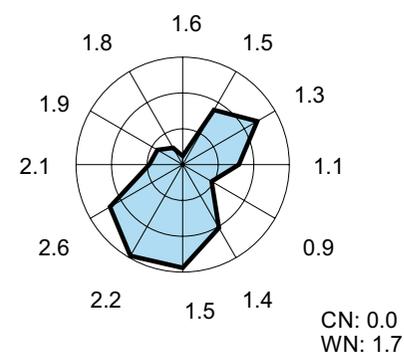


Abb. 11 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittlere Windgeschwindigkeiten
Messstandort: Industriepark Wolfgang - Dach (ca. 149 m ü. NN)
Zeitraum: 2001 - 2019, alle Tage



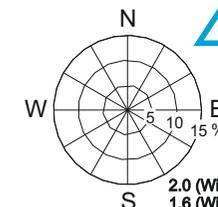
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Tag



Nacht



2.0 (Windgeschwindigkeit m/s Tag)
 1.6 (Windgeschwindigkeit m/s Nacht)

Mittlere Windgeschwindigkeit 2001 - 2019
 Tag: 2.7 m/s
 Nacht: 2.2 m/s

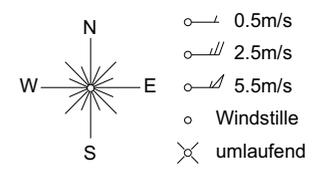
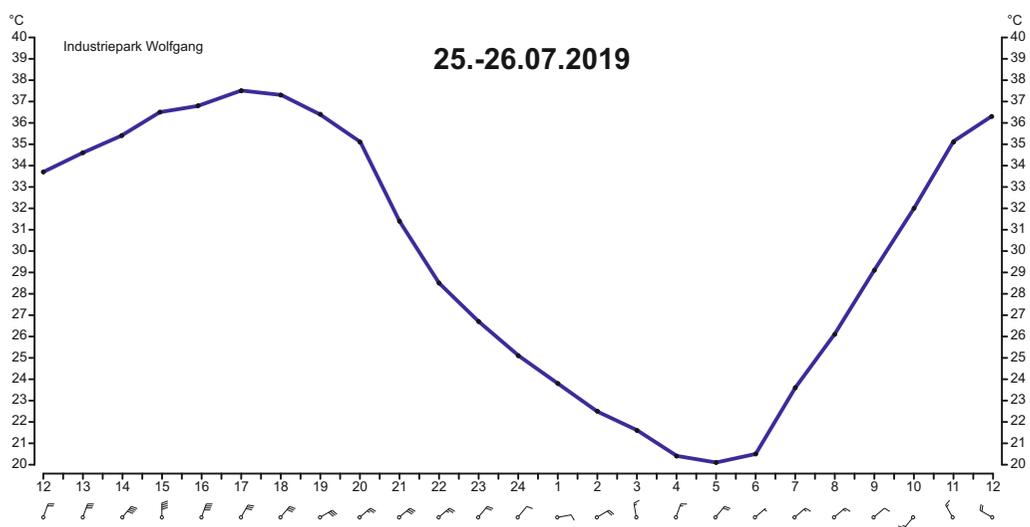
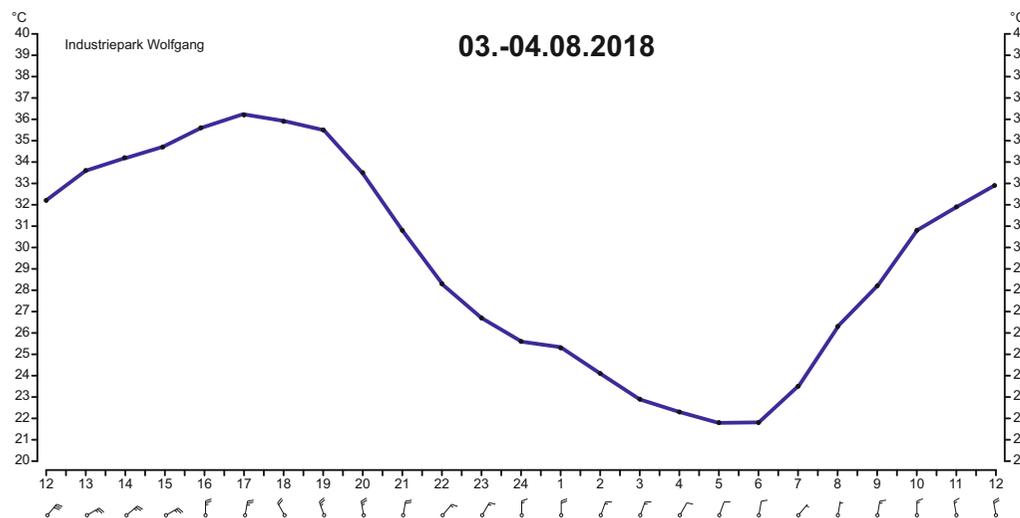
Daten bereitgestellt von: Stadt Hanau

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

Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



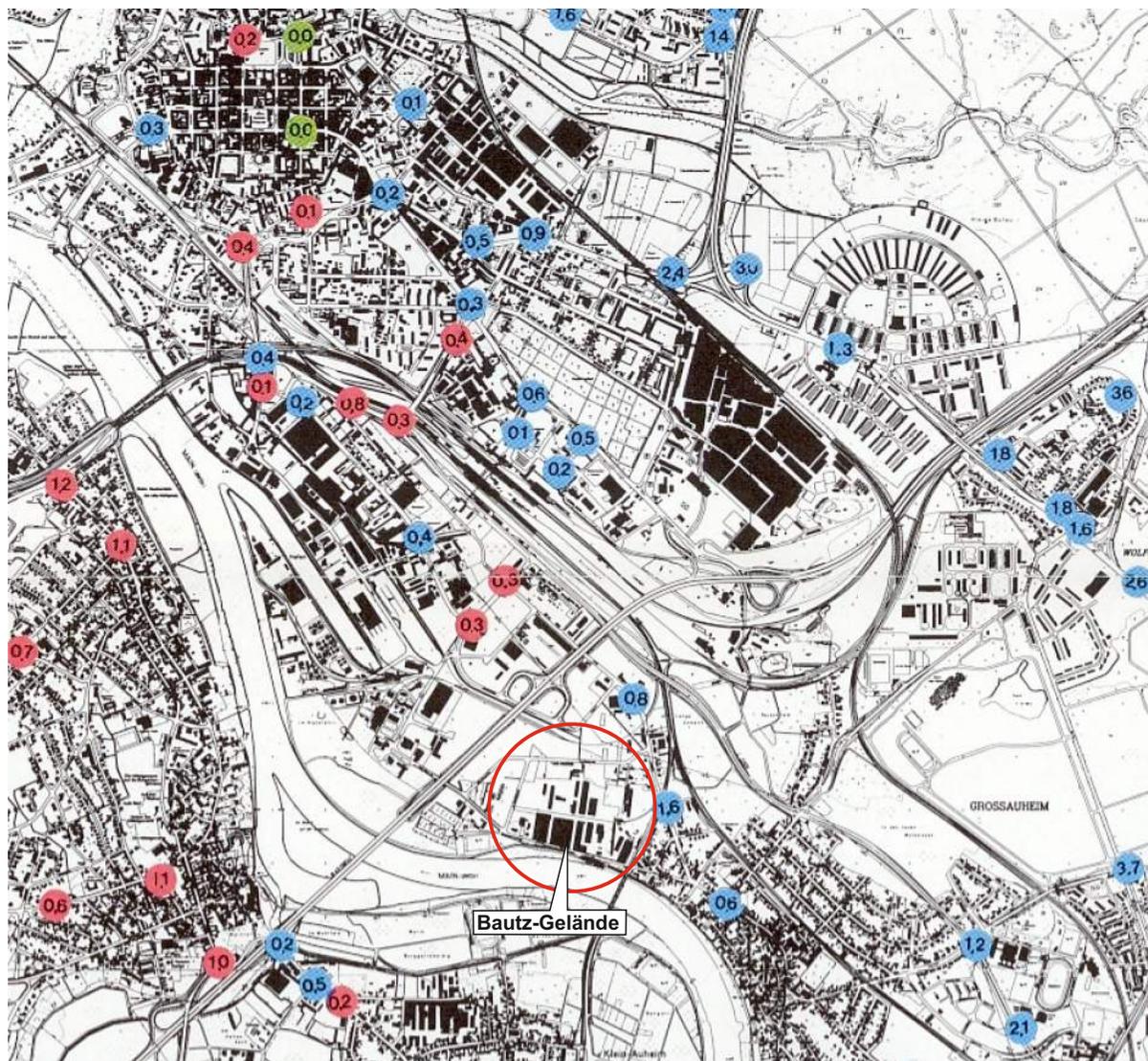
Abb. 12 Beispielhafte Tagesgänge der Lufttemperatur an heißen Sommertagen mit geringer Bewölkung (Strahlungswetterlage)



Daten bereitgestellt von: Stadt Hanau

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim

Abb. 13 Ergebnisse von Lufttemperatur-Profilmessfahrten des Deutschen Wetterdienstes DWD Sommer 1990



Datenquelle: Klimagutachten der Stadt Hanau
Datenerfassung durch: Deutscher Wetterdienst (DWD)

Bereitgestellt von: Stadt Hanau

Stadt Hanau

Karte A2: Differenzfeld der Lufttemperatur während sommerlichen Meßfahrten, abends

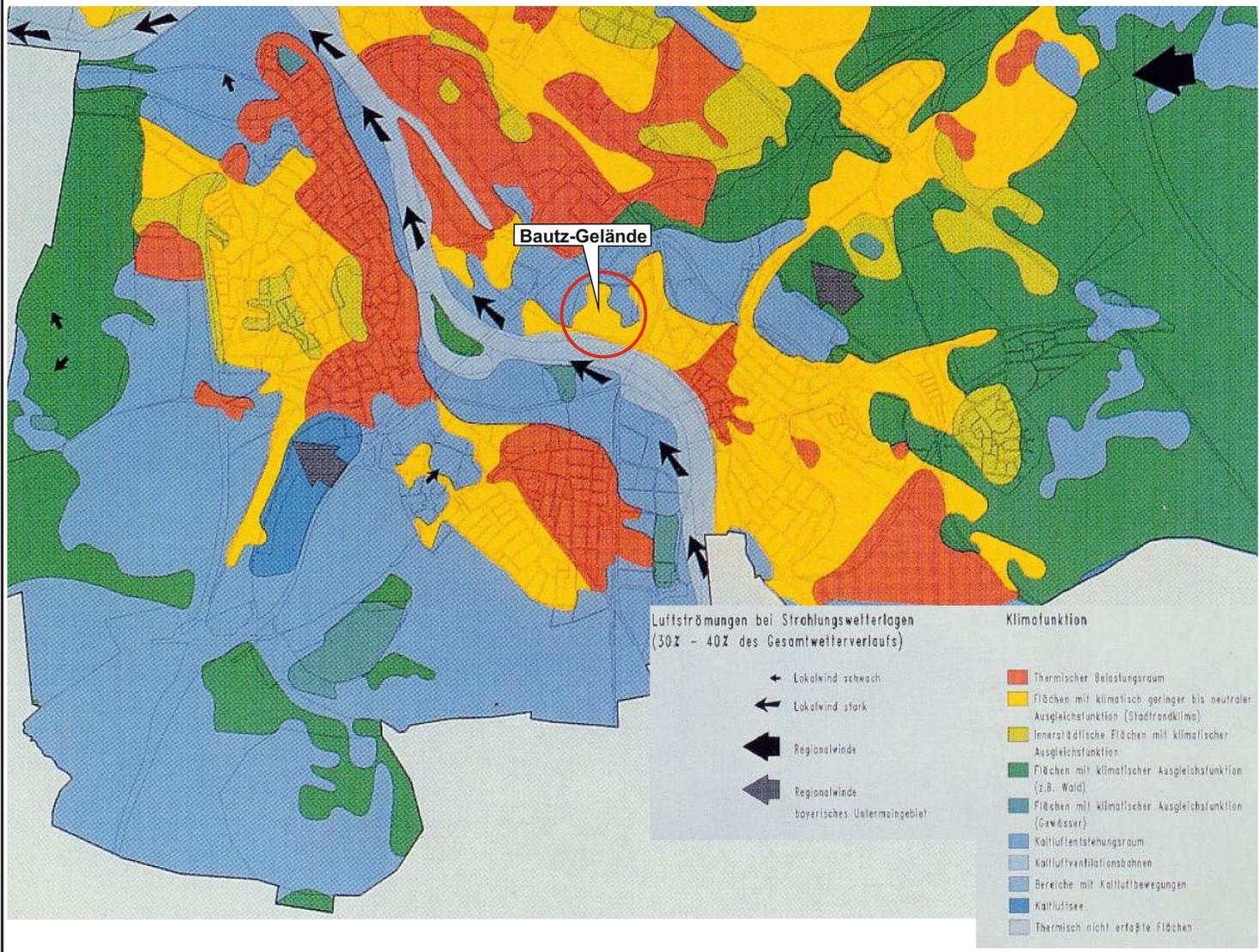
Zahlen bedeuten Temperaturabweichungen vom Basispunkt ● in K.

- positive Abweichungen
- negative Abweichungen

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 14 Ausschnitt aus der Klimafunktionskarte Hanau



Datenquelle: Klimagutachten der Stadt Hanau
Datenerfassung durch: Deutscher Wetterdienst (DWD)
Bereitgestellt von: Stadt Hanau

Stand Mai 1992

Maßstab 1:15000

0 500 1000 1500 Meter

ifp-Institut für Planungsdaten
 in der Stadt- und Regionalforschung und Ökologie
 6050 Offenbach, Dreieichring 2

Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 15 Modellgebiet - Ist-Zustand



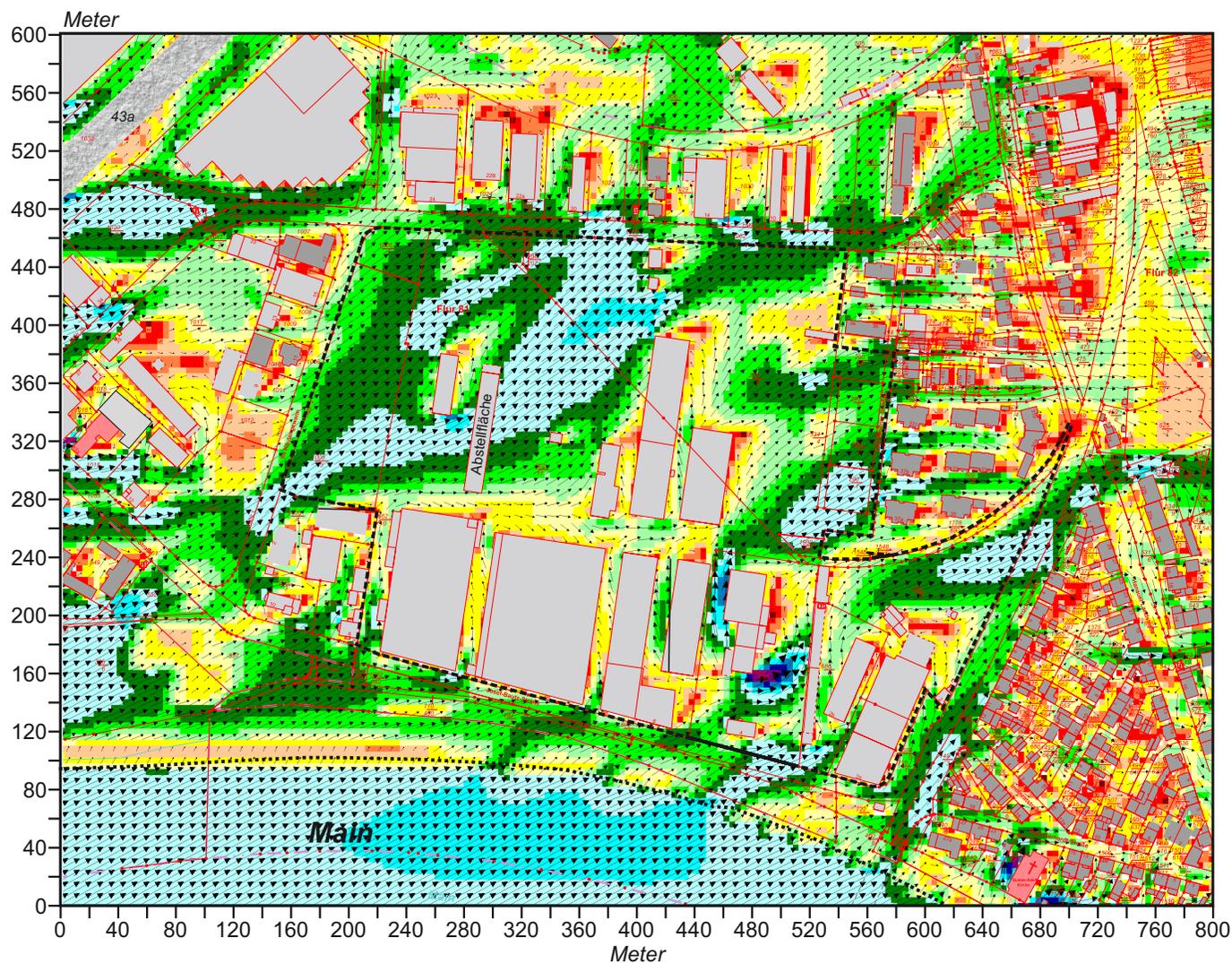
 Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

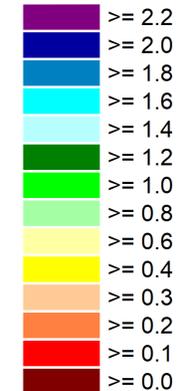
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 17.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G.
 Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



 Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

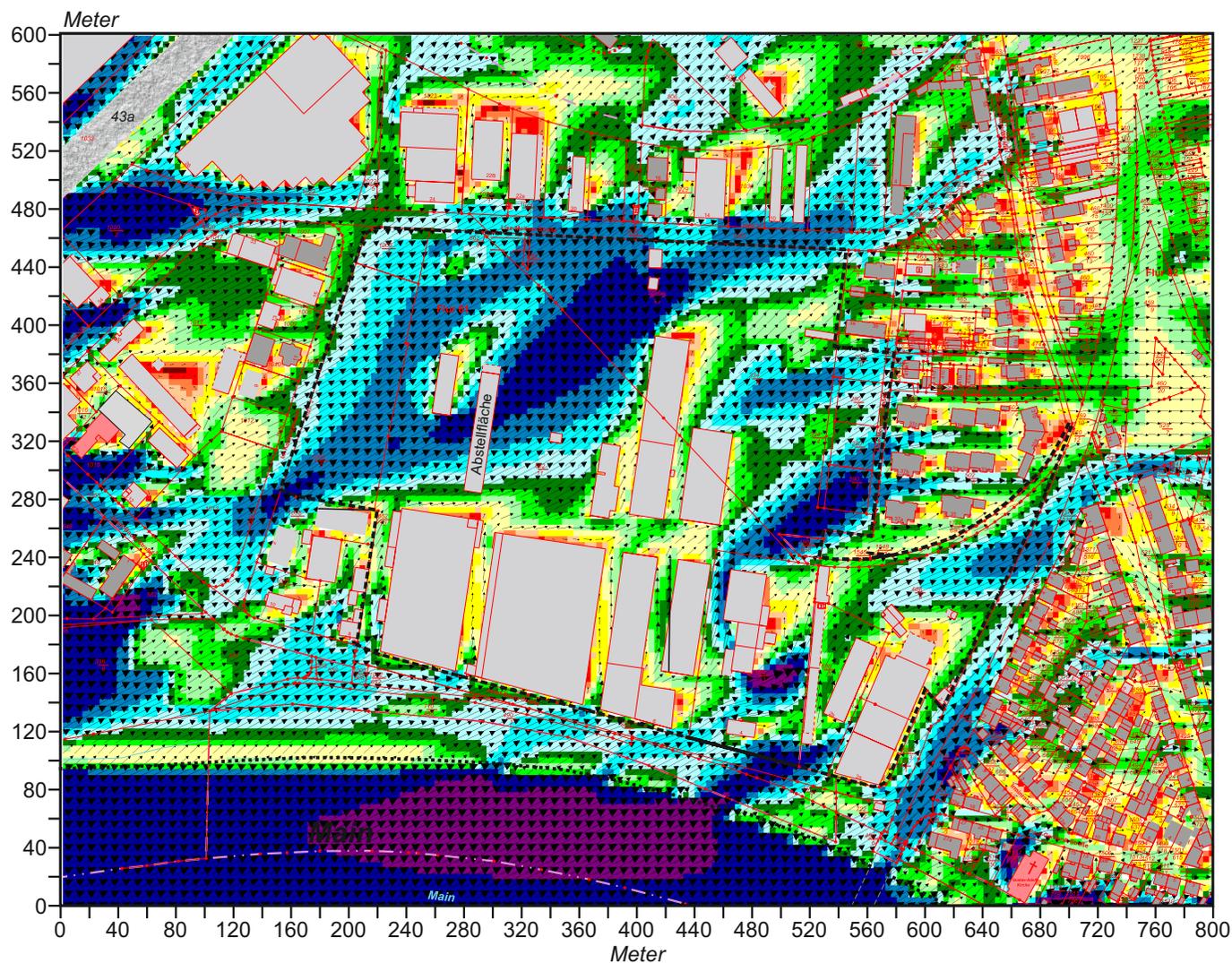
 Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

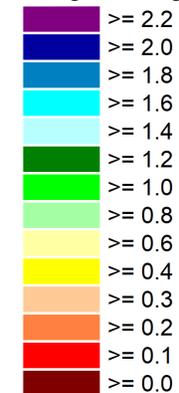
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 17.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



↖ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

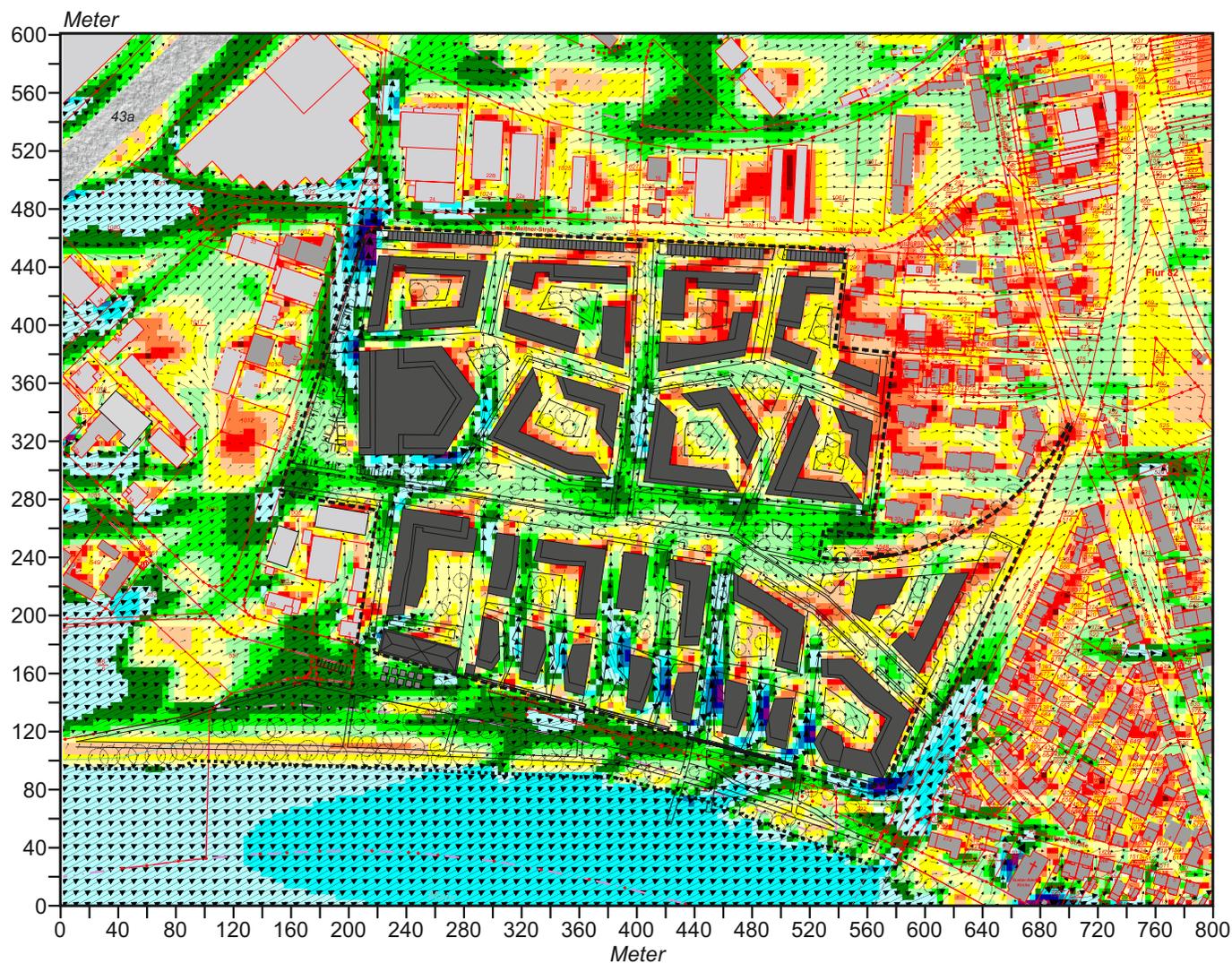
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

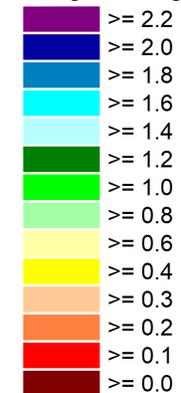
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 18.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G.
 Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Windgeschwindigkeit in m/s



↗ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

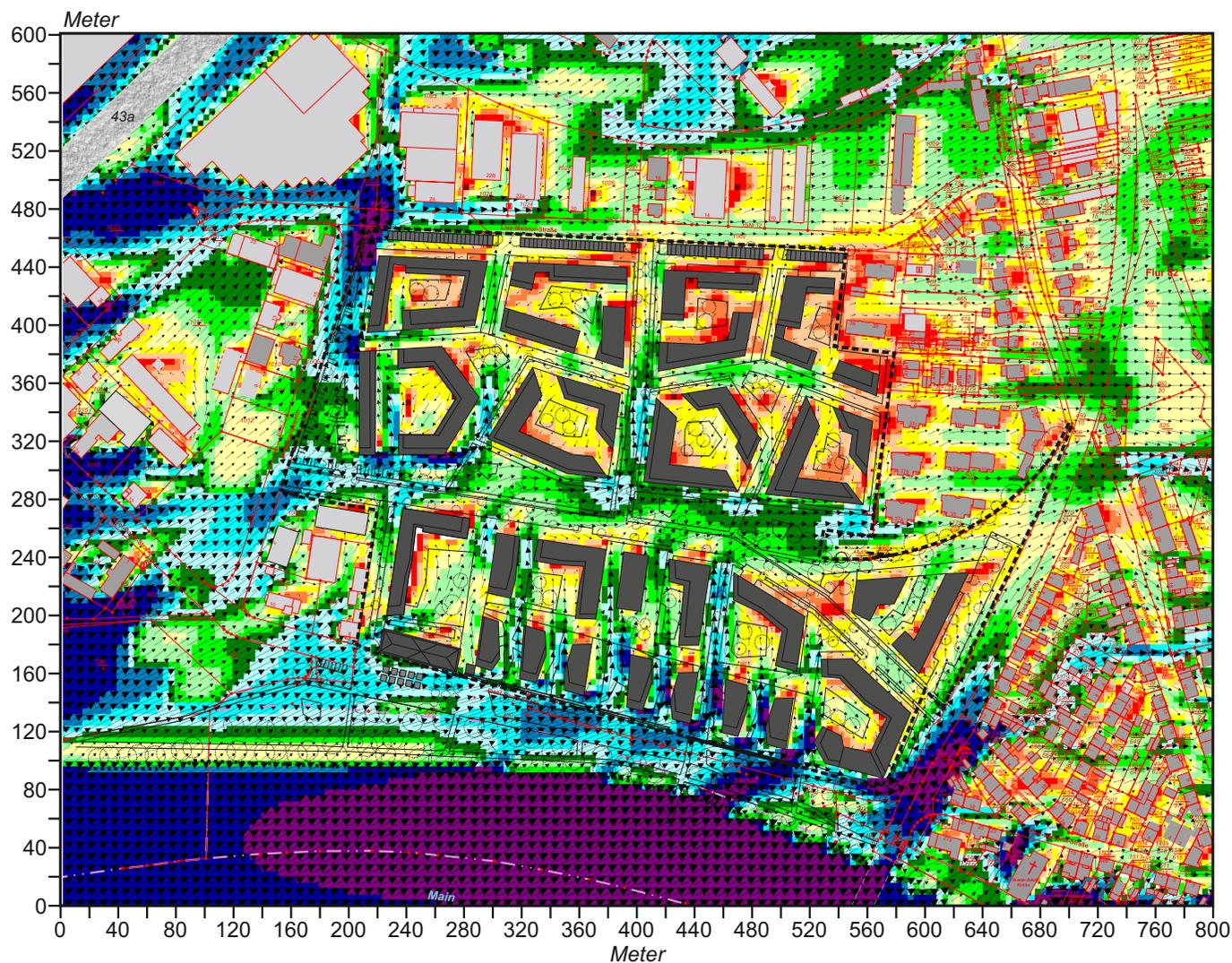
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

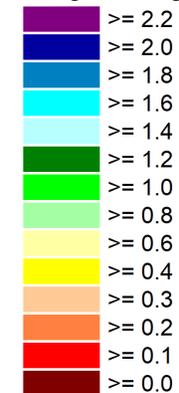
Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 18.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



↗ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

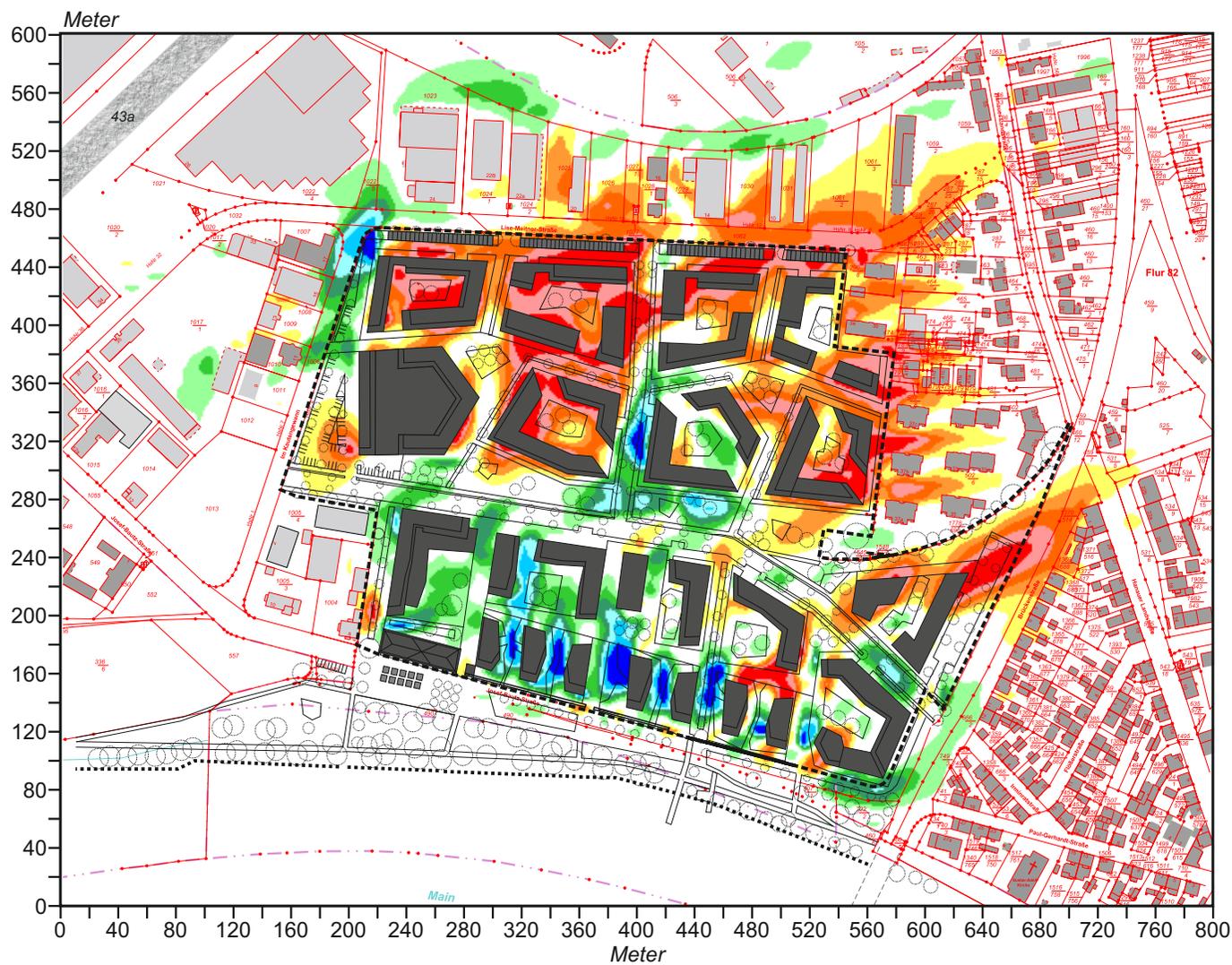
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

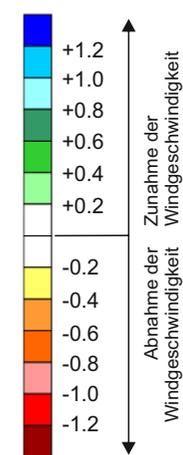
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 19.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 2 m ü.G.
 Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand



↗ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

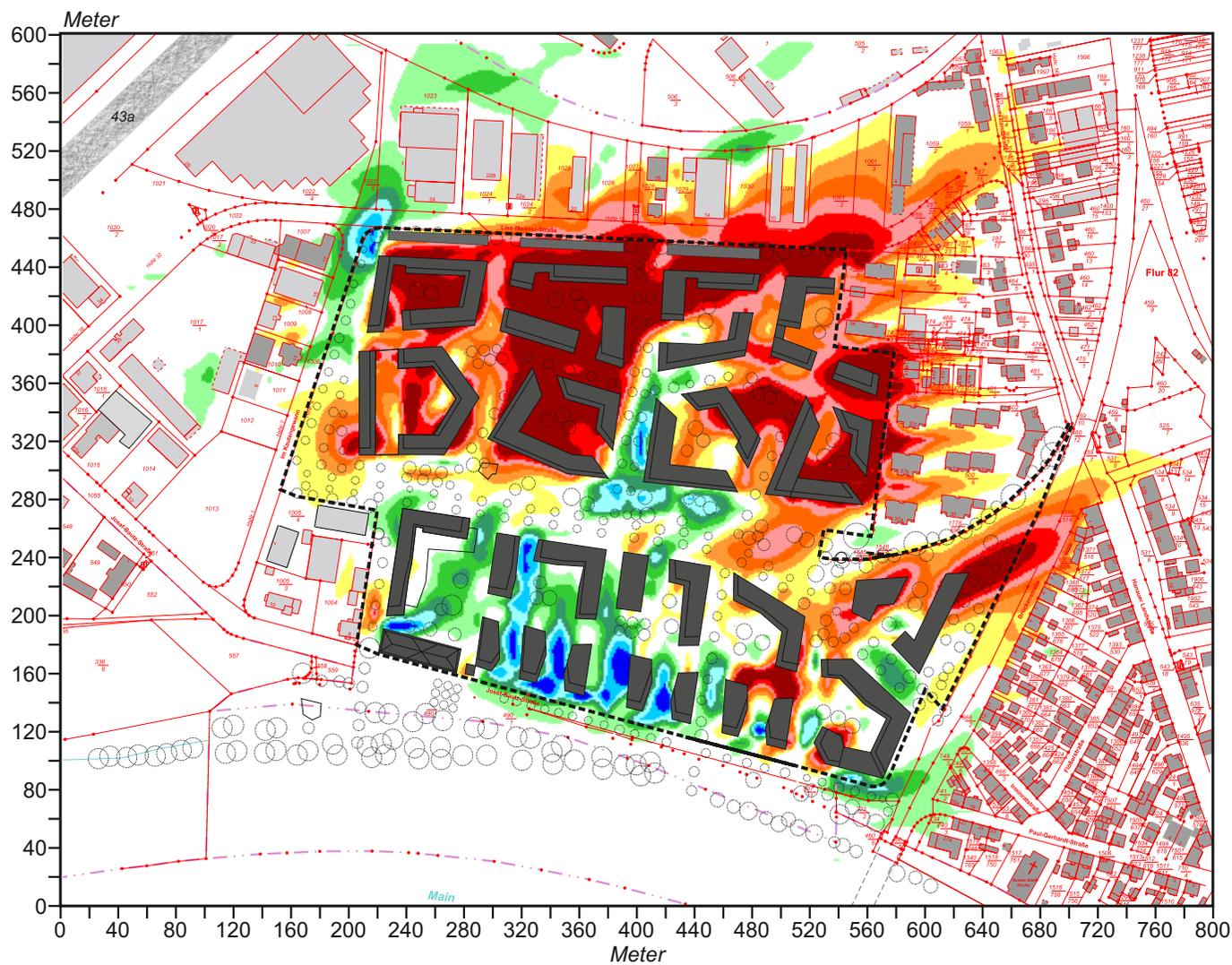
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 19.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 5 m ü.G.
Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Westsüdwesten (240°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand

↗ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

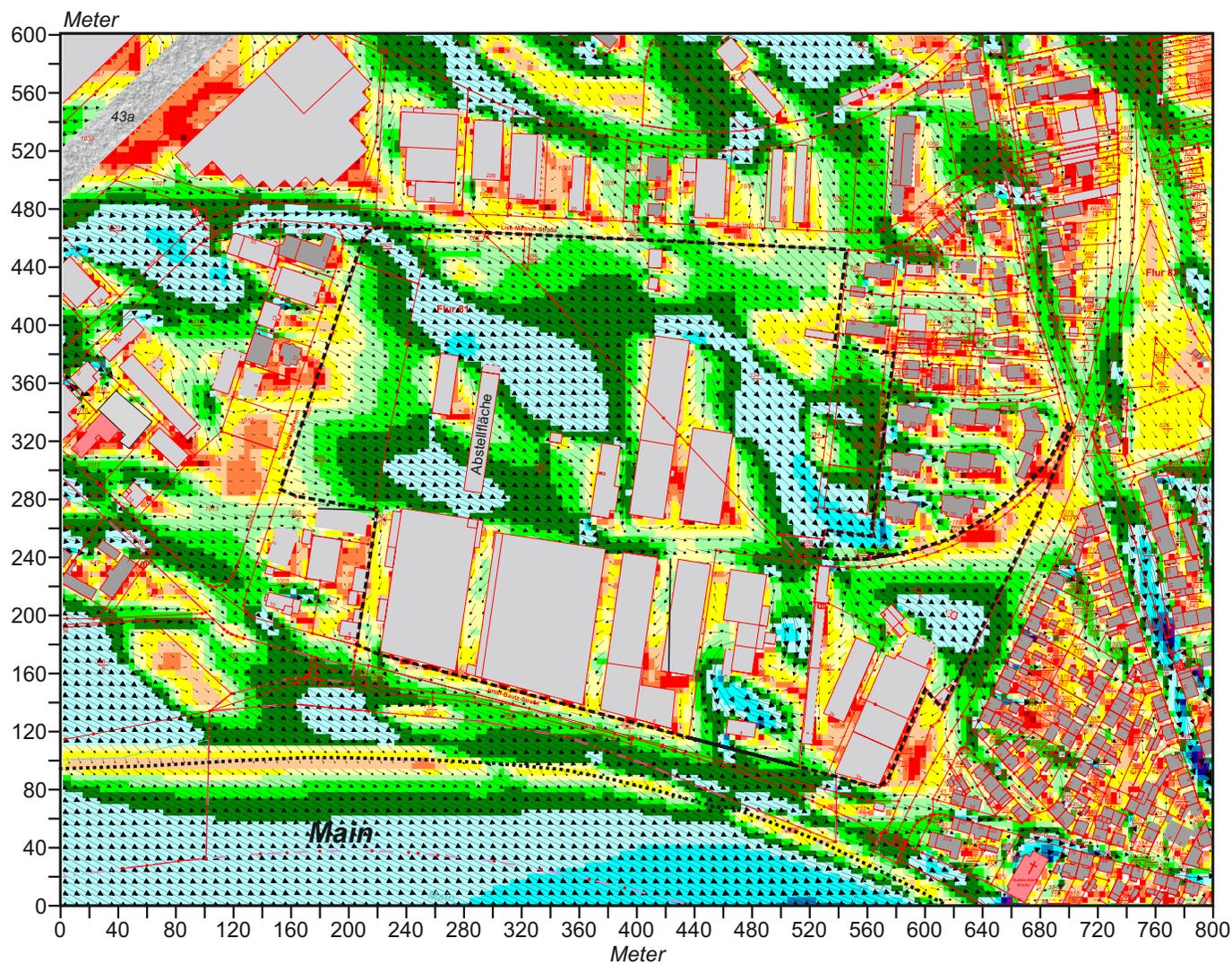
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

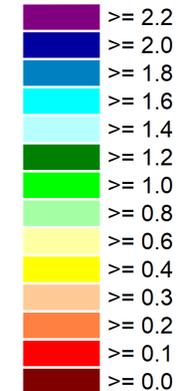
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauhaim



Abb. 20.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Windgeschwindigkeit in m/s



↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

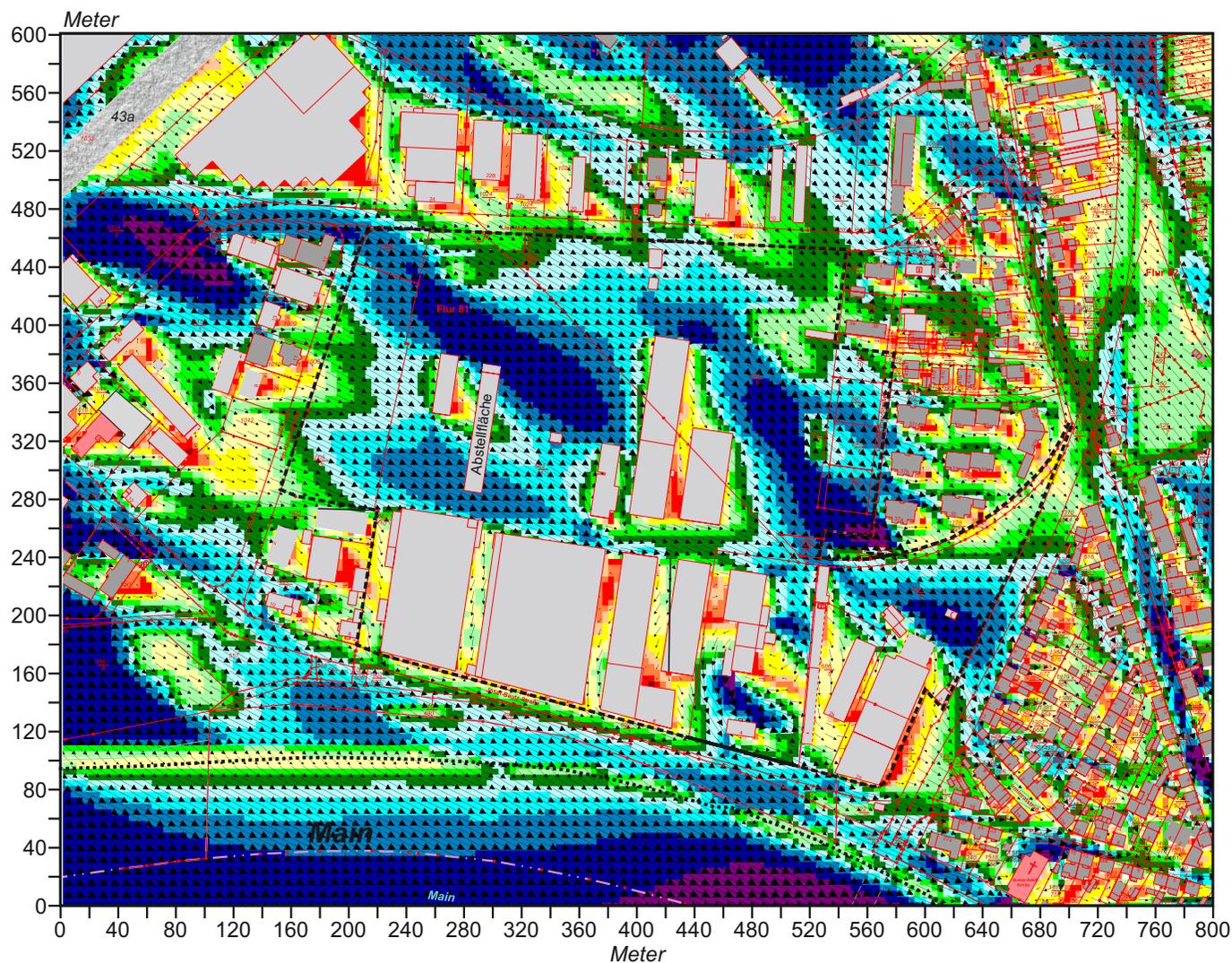
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

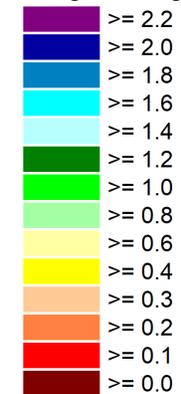
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 20.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G. Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Windgeschwindigkeit in m/s



↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

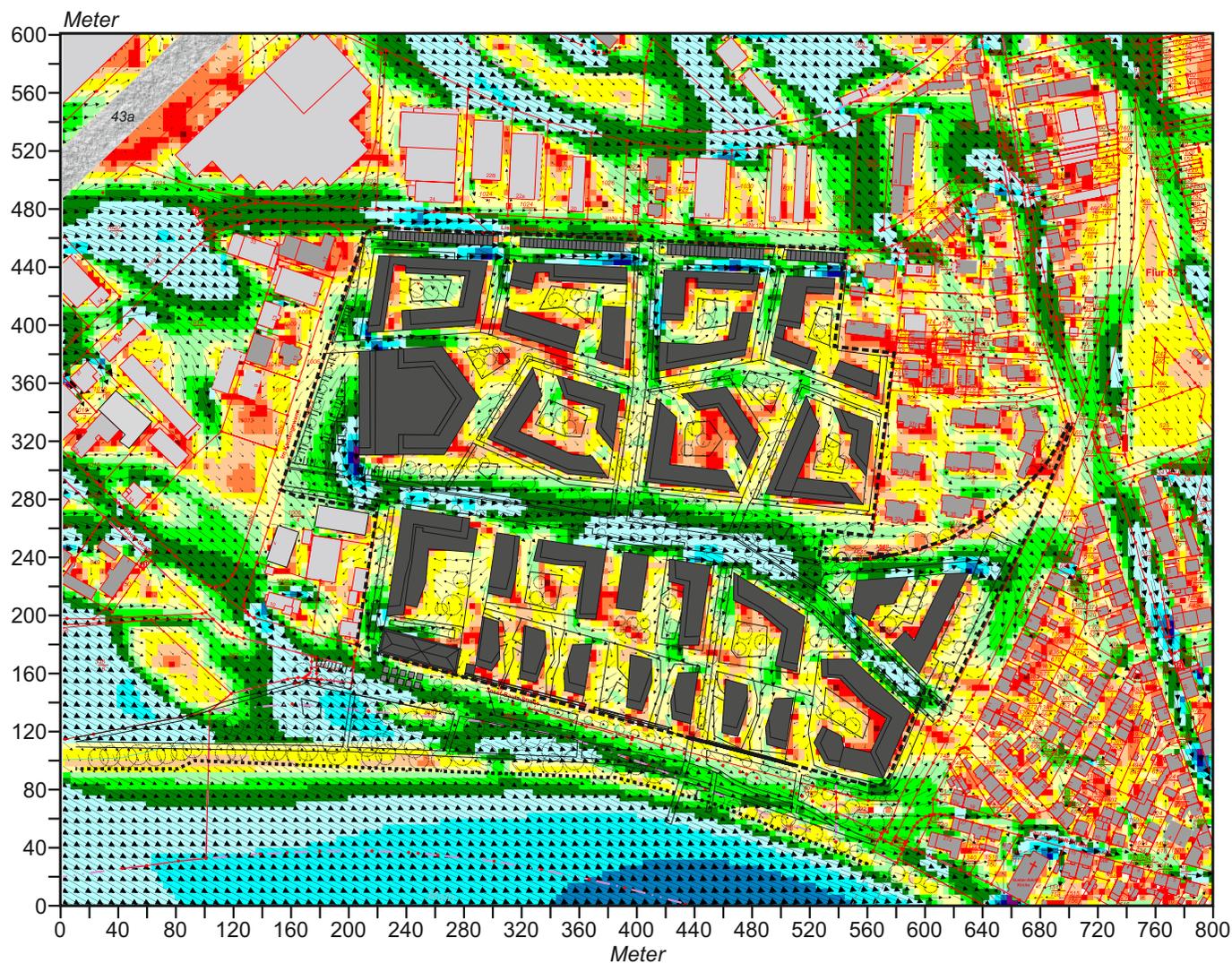
⏏ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

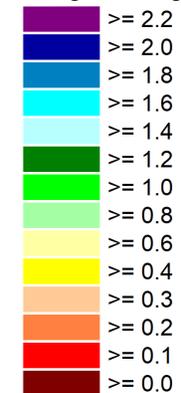
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 21.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Tagsituation, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

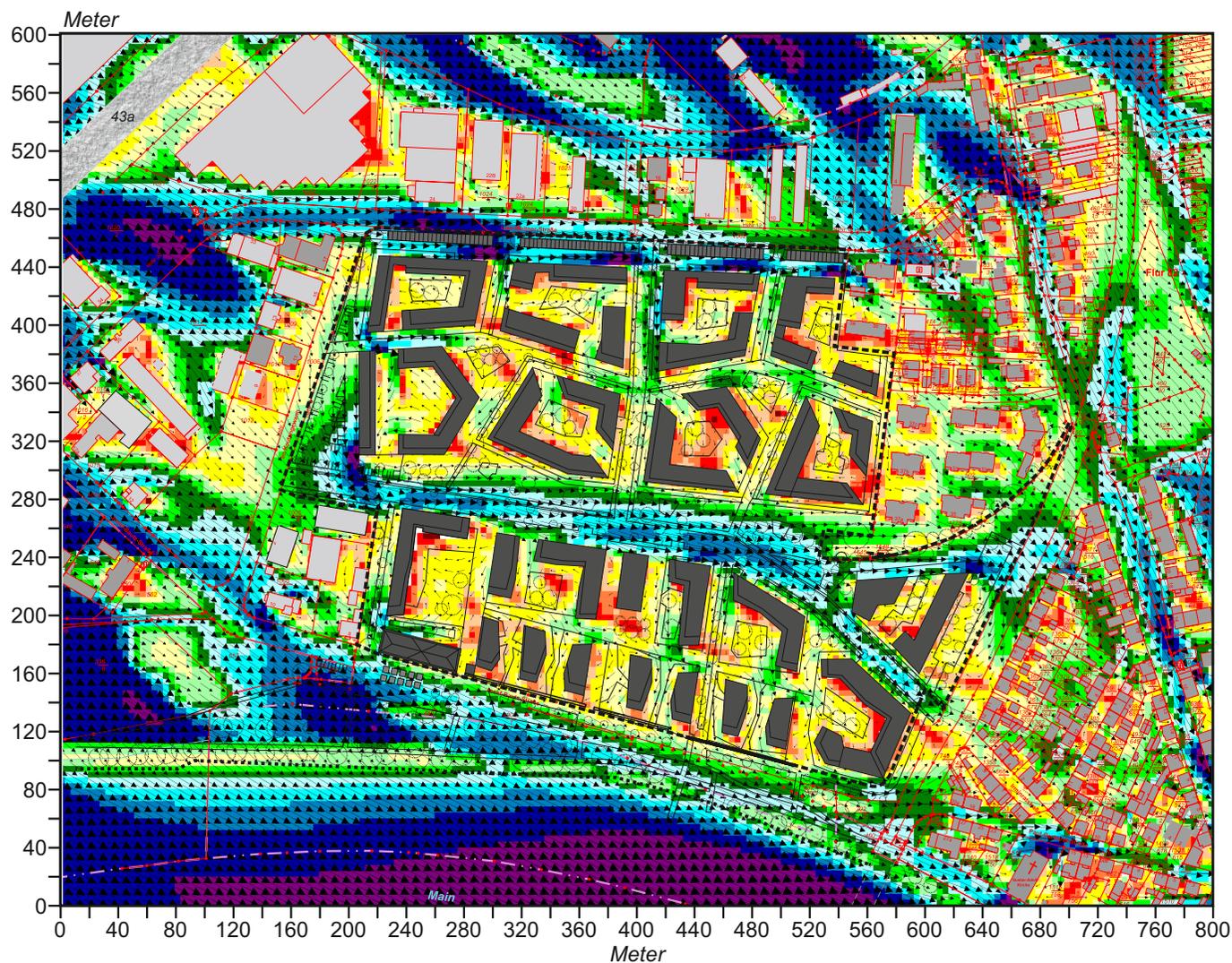
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

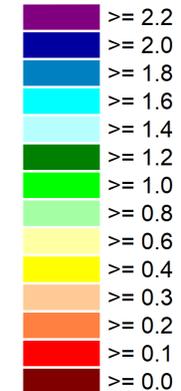
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 21.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Tagsituation, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

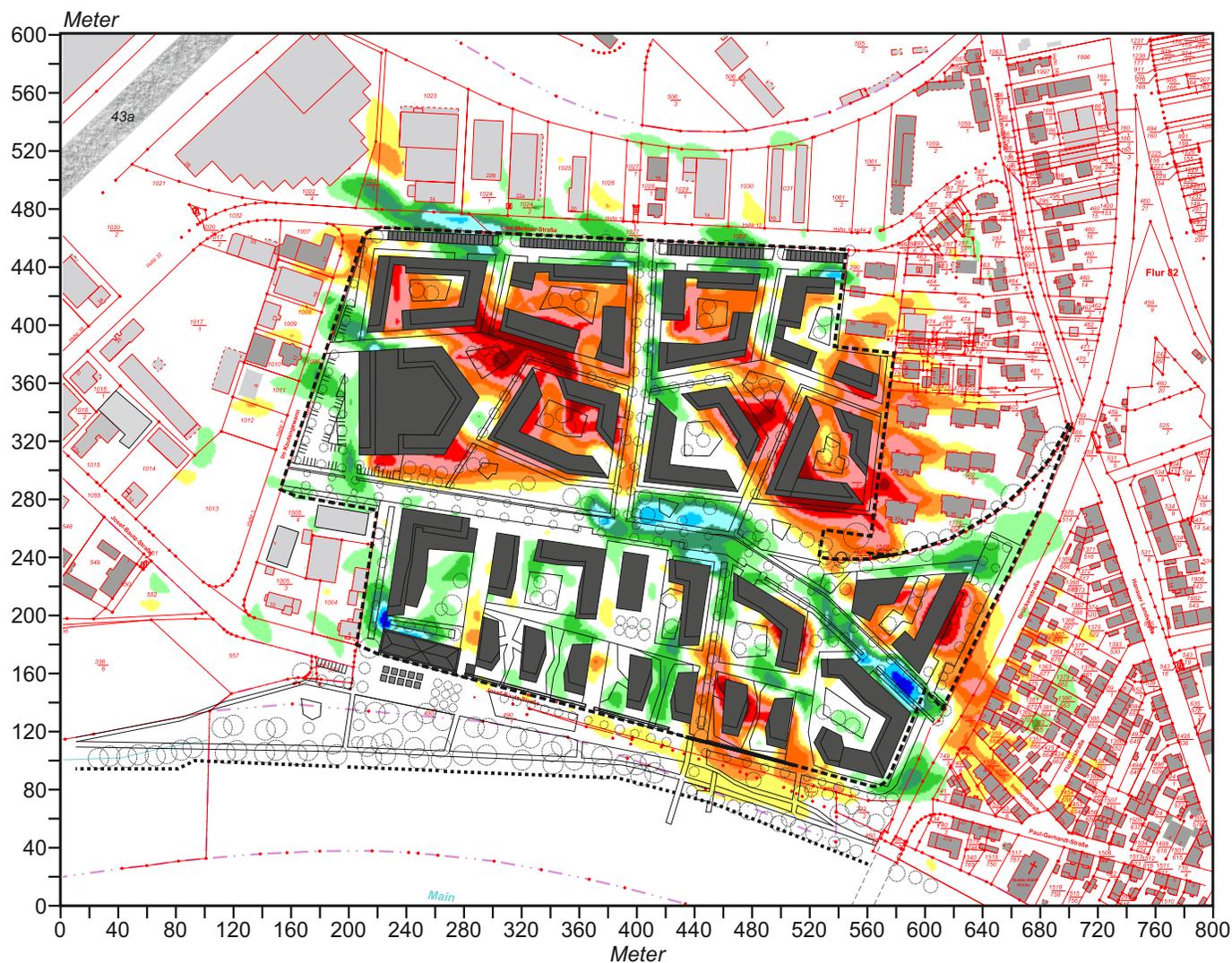
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

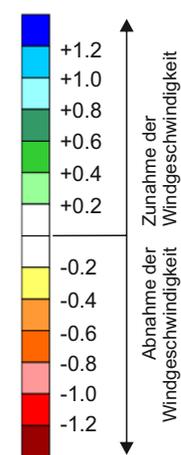
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 22.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 2 m ü.G.
Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand



↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

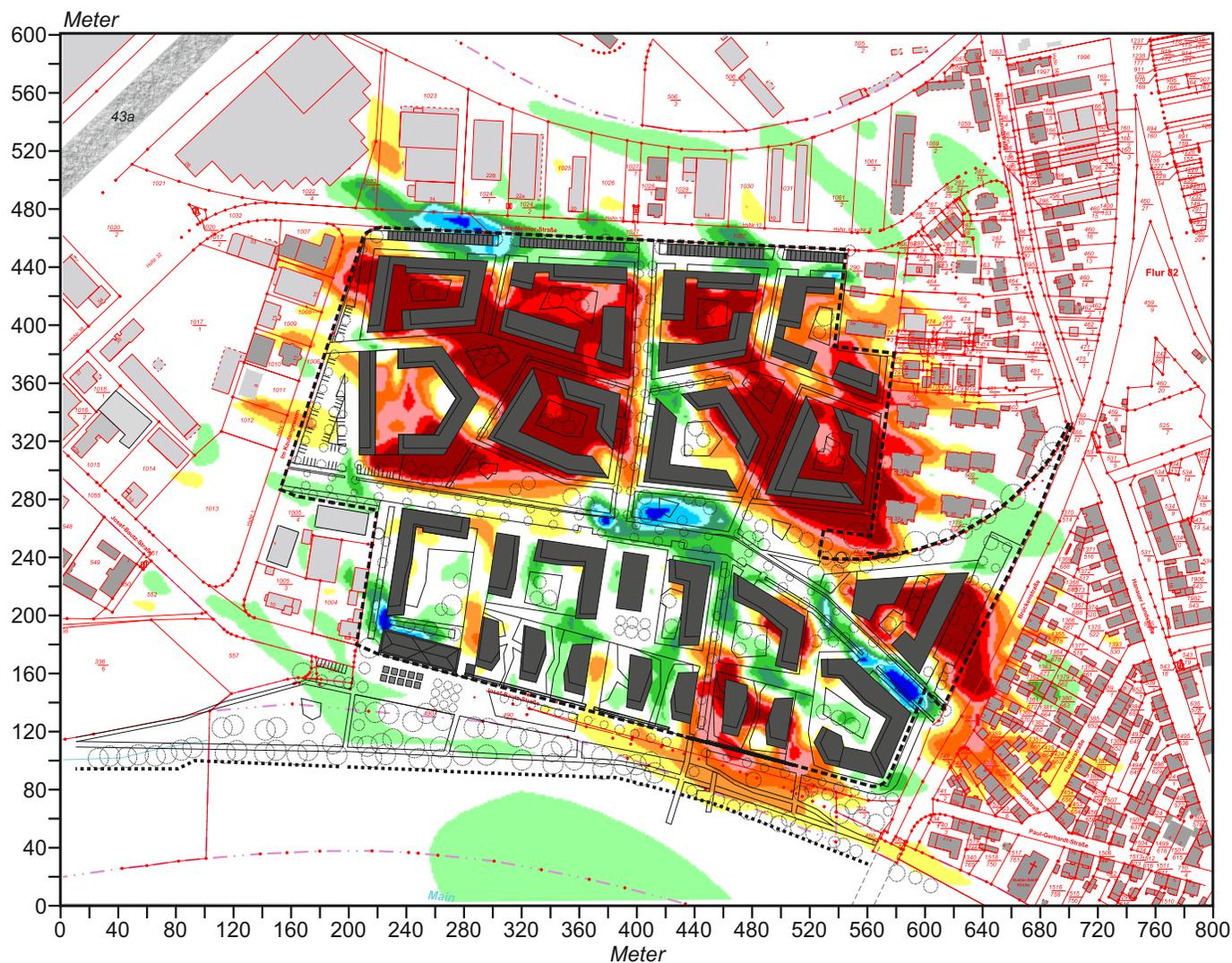
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

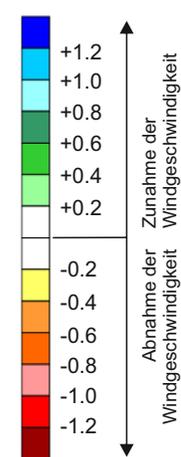
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 22.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Tagsituation, 5 m ü.G.
Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand



Zunahme der Windgeschwindigkeit
Abnahme der Windgeschwindigkeit

↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

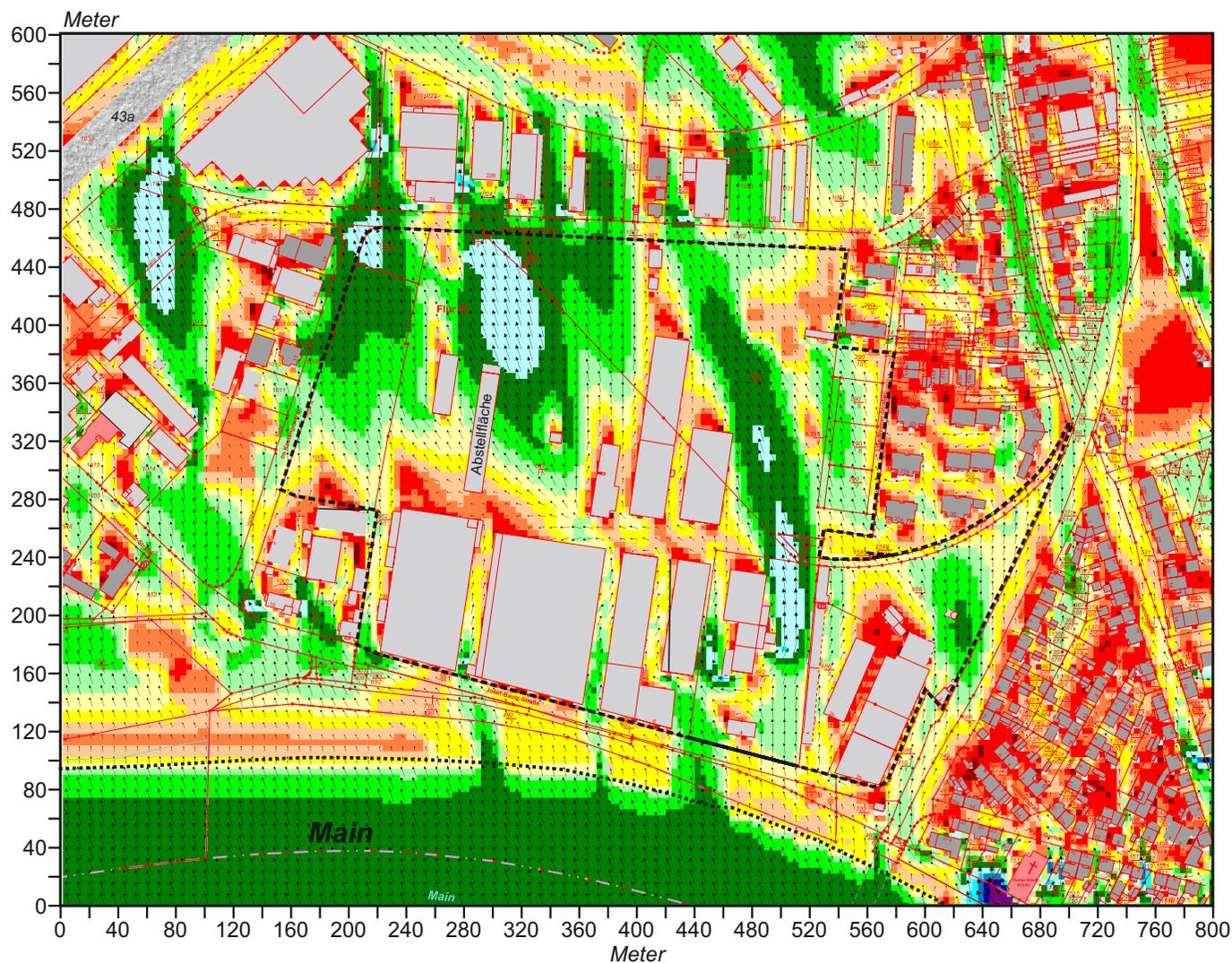
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

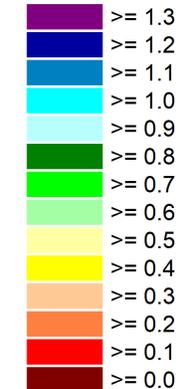
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauheim



**Abb. 23.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



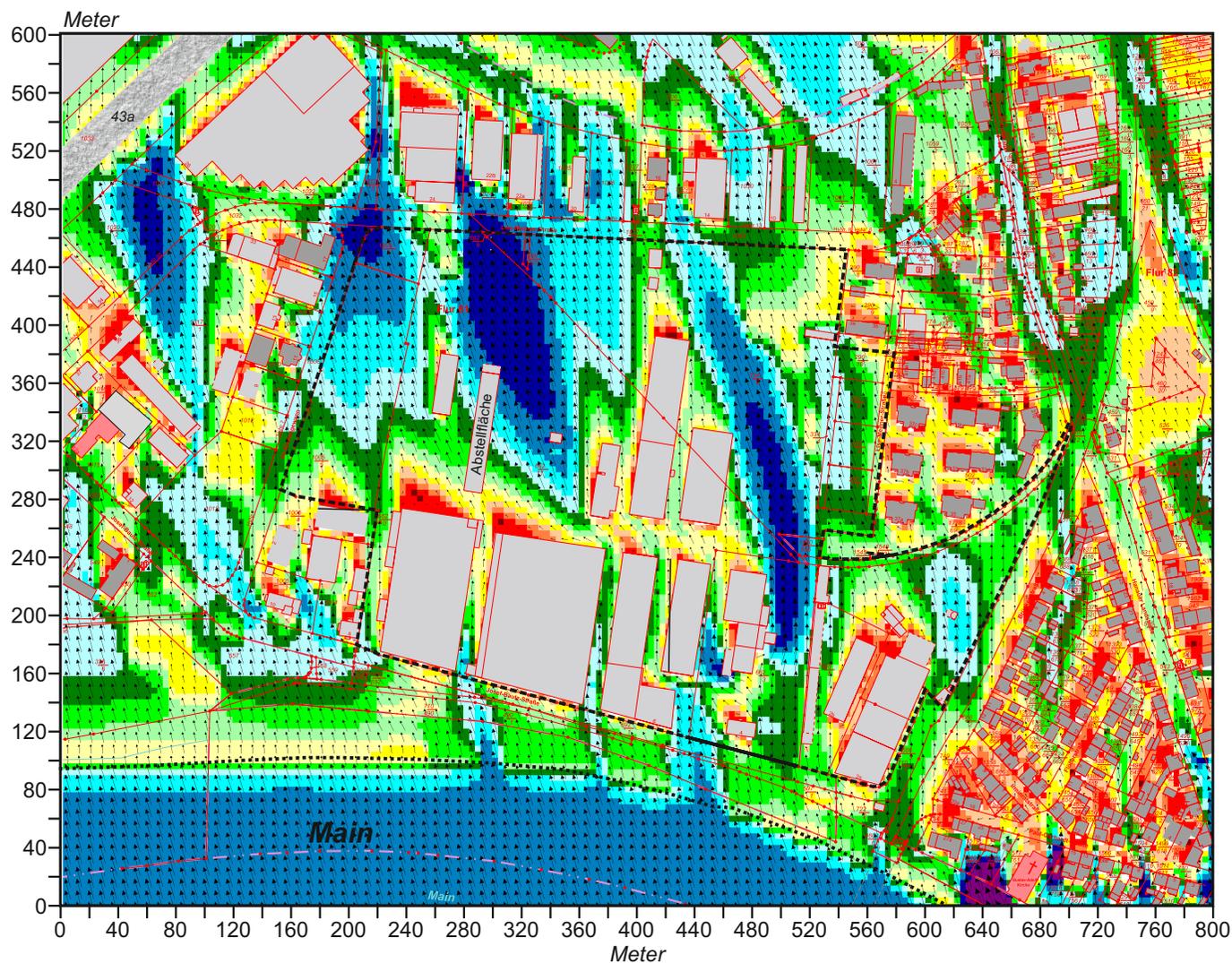
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

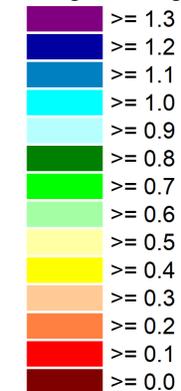
Projekt:
Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 23.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Nachtsituation, 5 m ü.G.
 Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

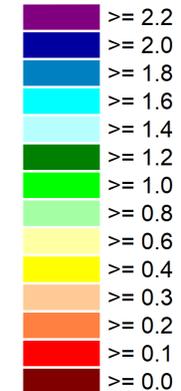
Projekt:
 Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 24.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G.
 Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



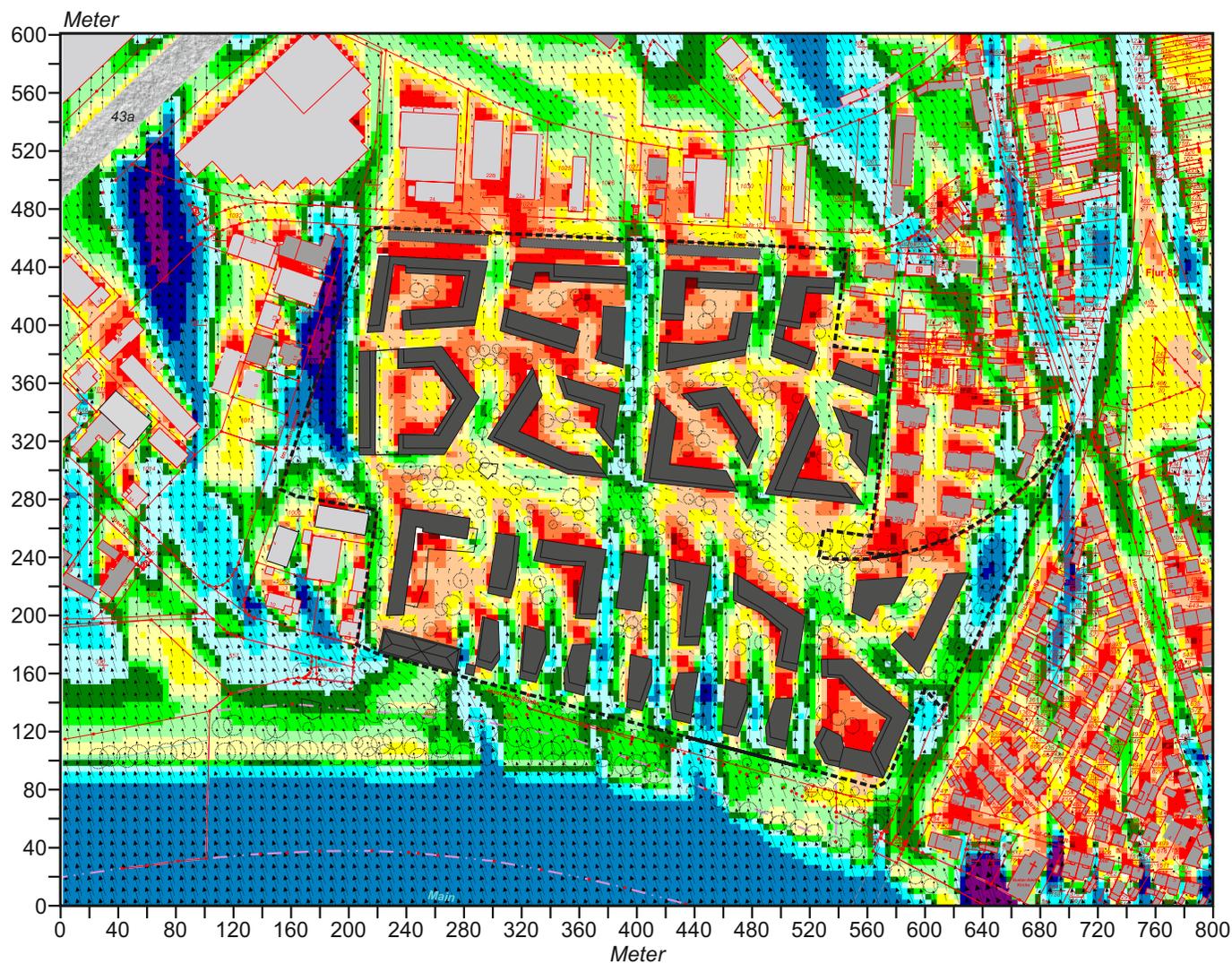
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

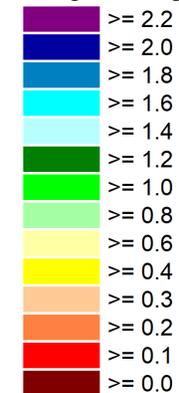
Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauheim



**Abb. 24.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Nachtsituation, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



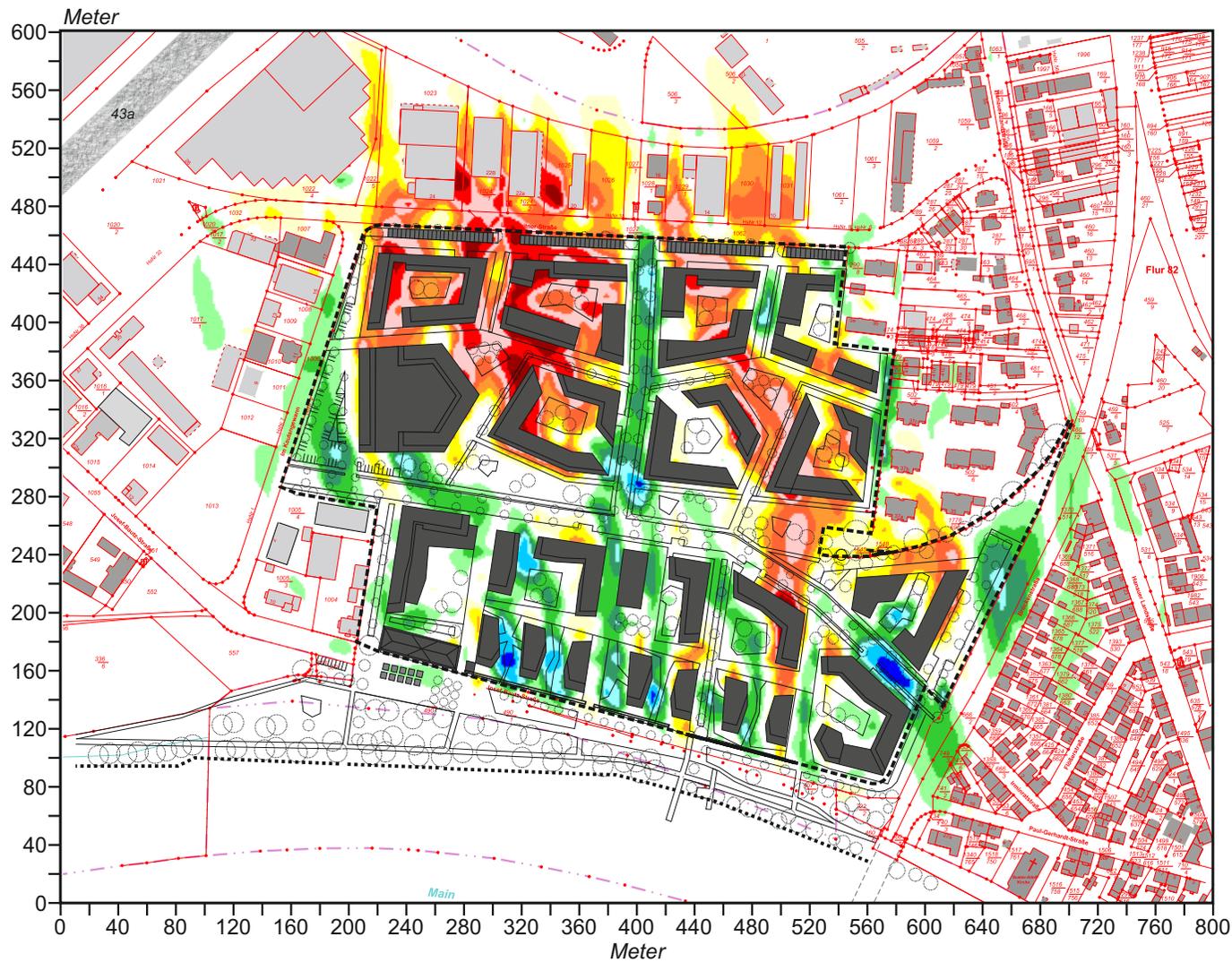
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

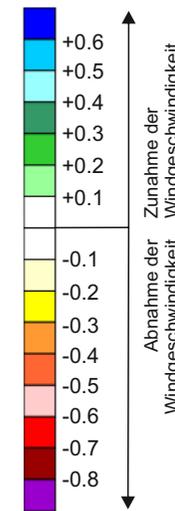
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 25.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 2 m ü.G.
 Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
 Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand



Zunahme der Windgeschwindigkeit
 Abnahme der Windgeschwindigkeit

Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim

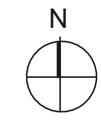
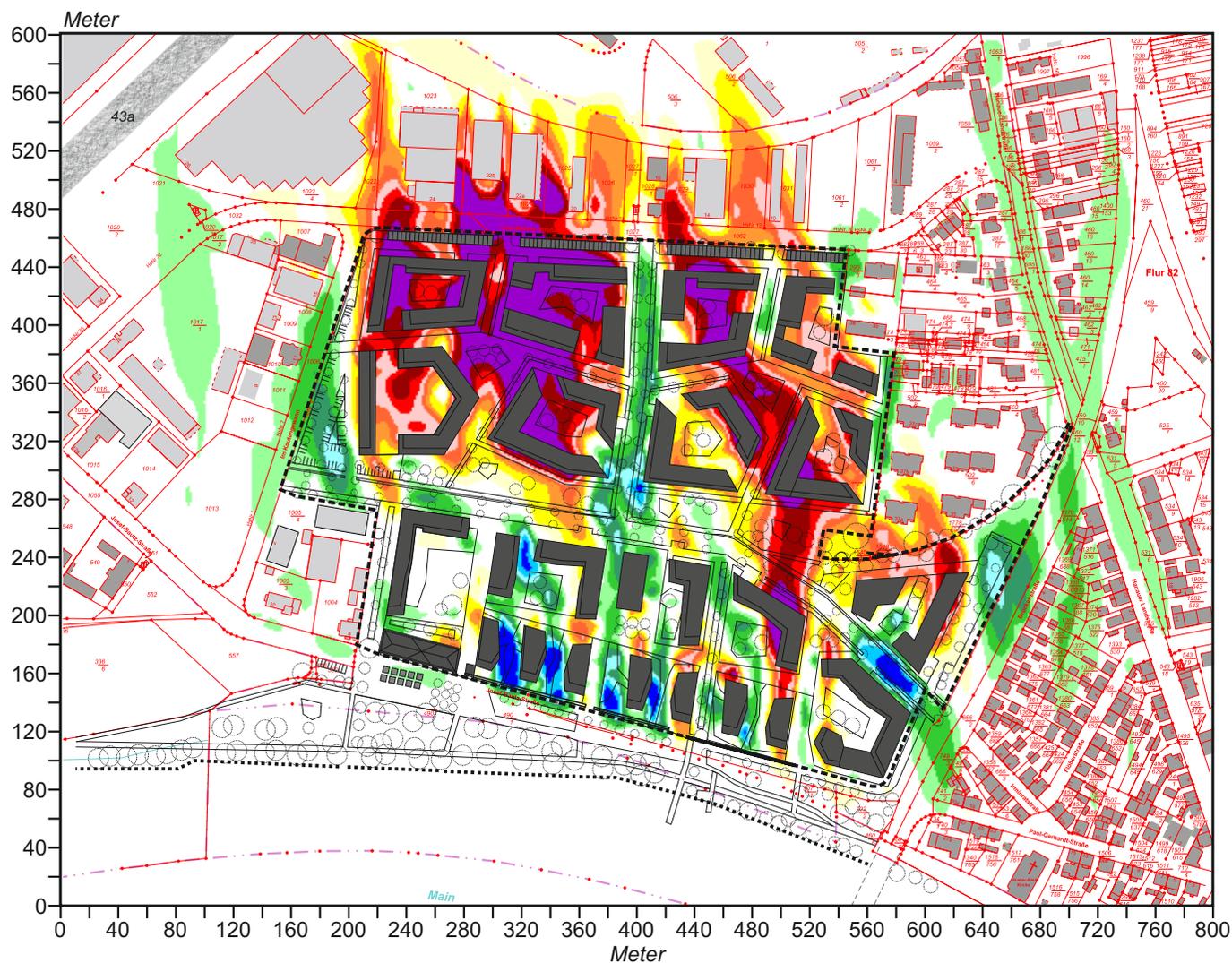
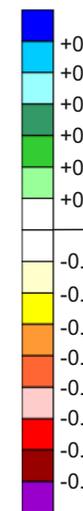


Abb. 25.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 5 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand



Zunahme der Windgeschwindigkeit

Abnahme der Windgeschwindigkeit

Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

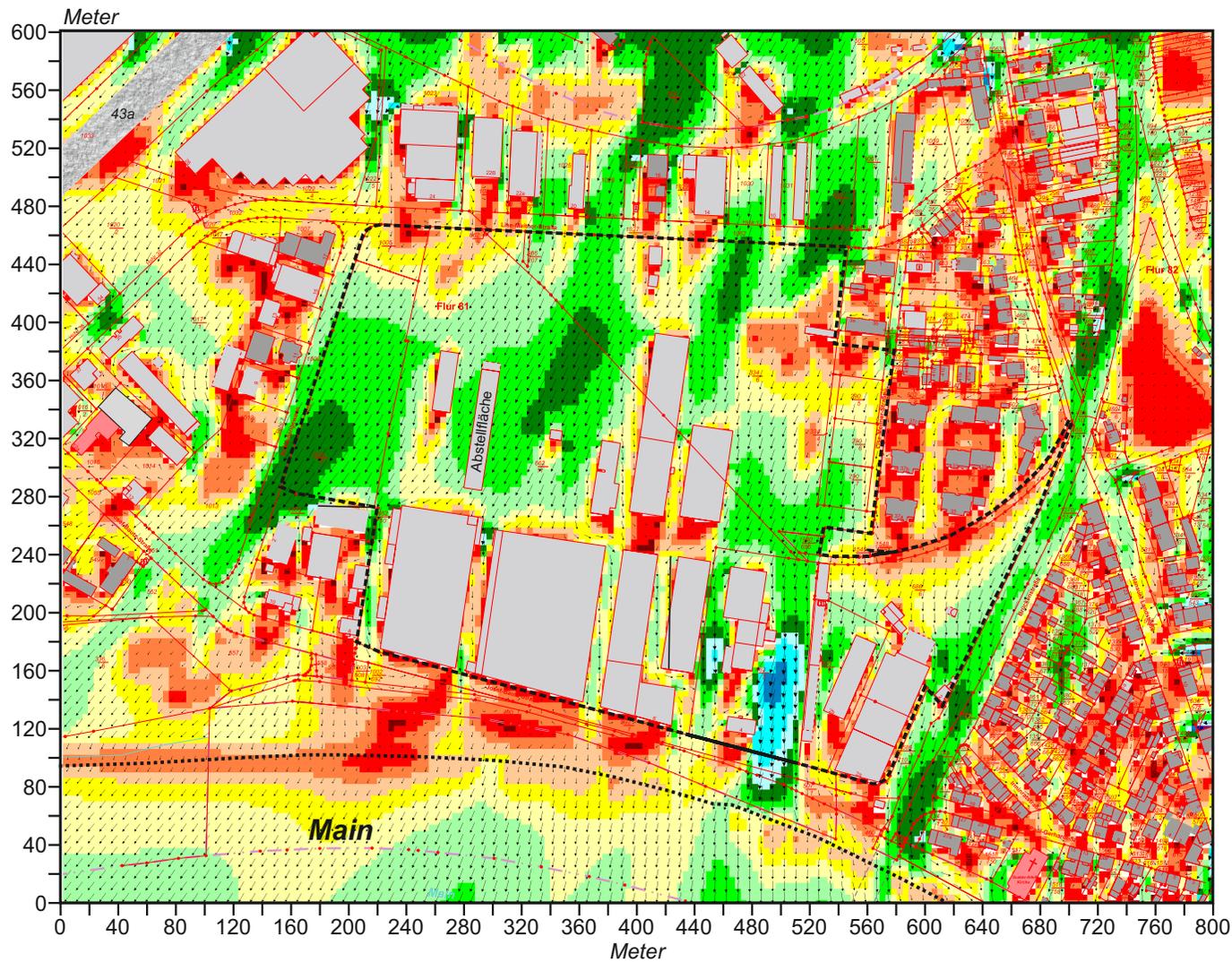
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

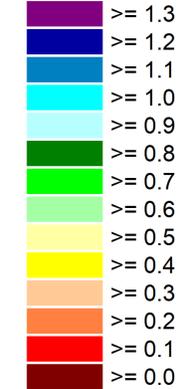
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 26.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



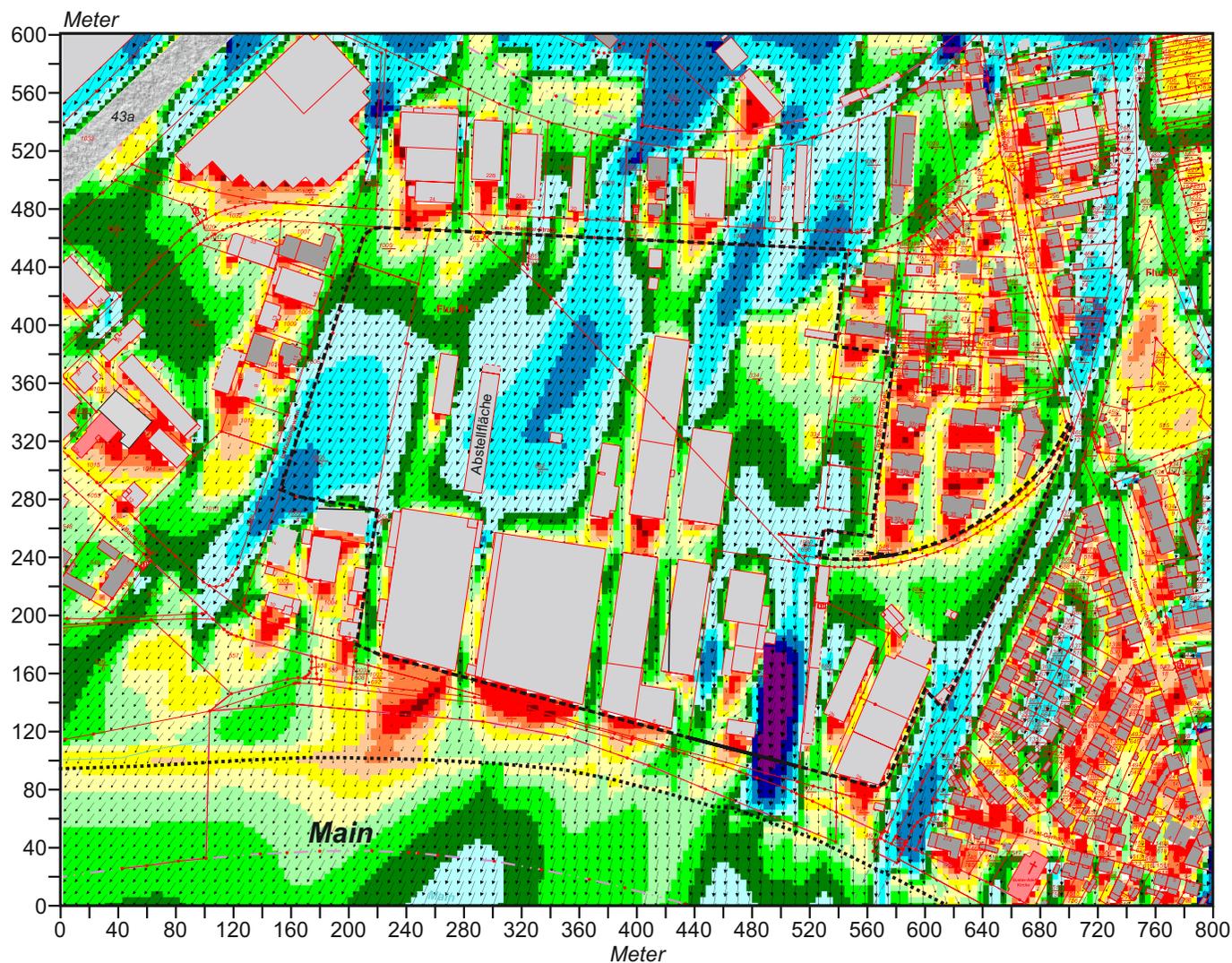
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

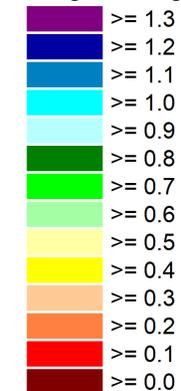
Projekt:
Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 26.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Ist-Zustand / Nachtsituation, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



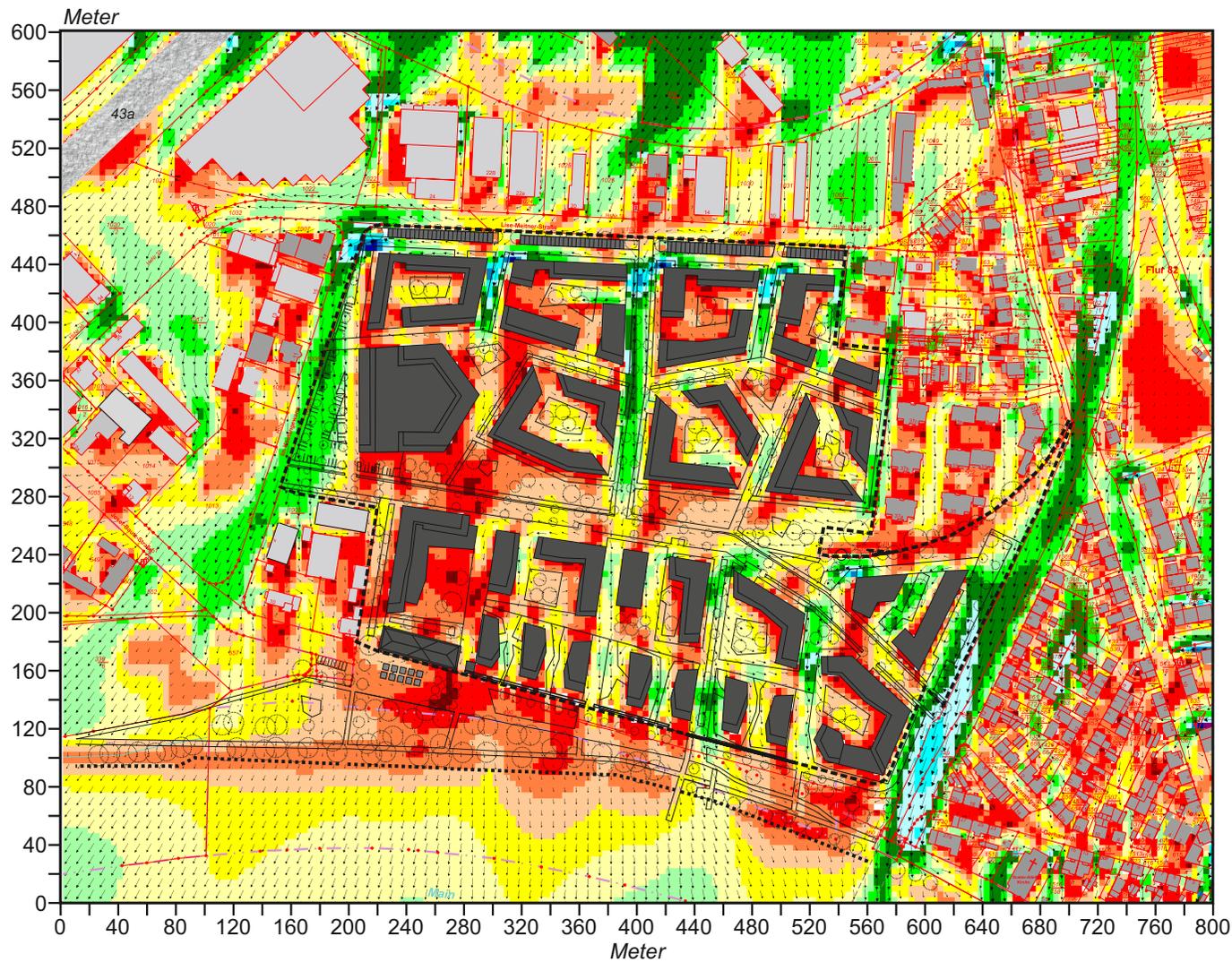
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

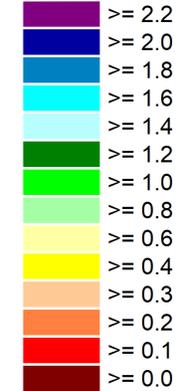
Projekt:
Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



**Abb. 27.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Nachtsituation, 2 m ü.G.
 Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



↙ Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

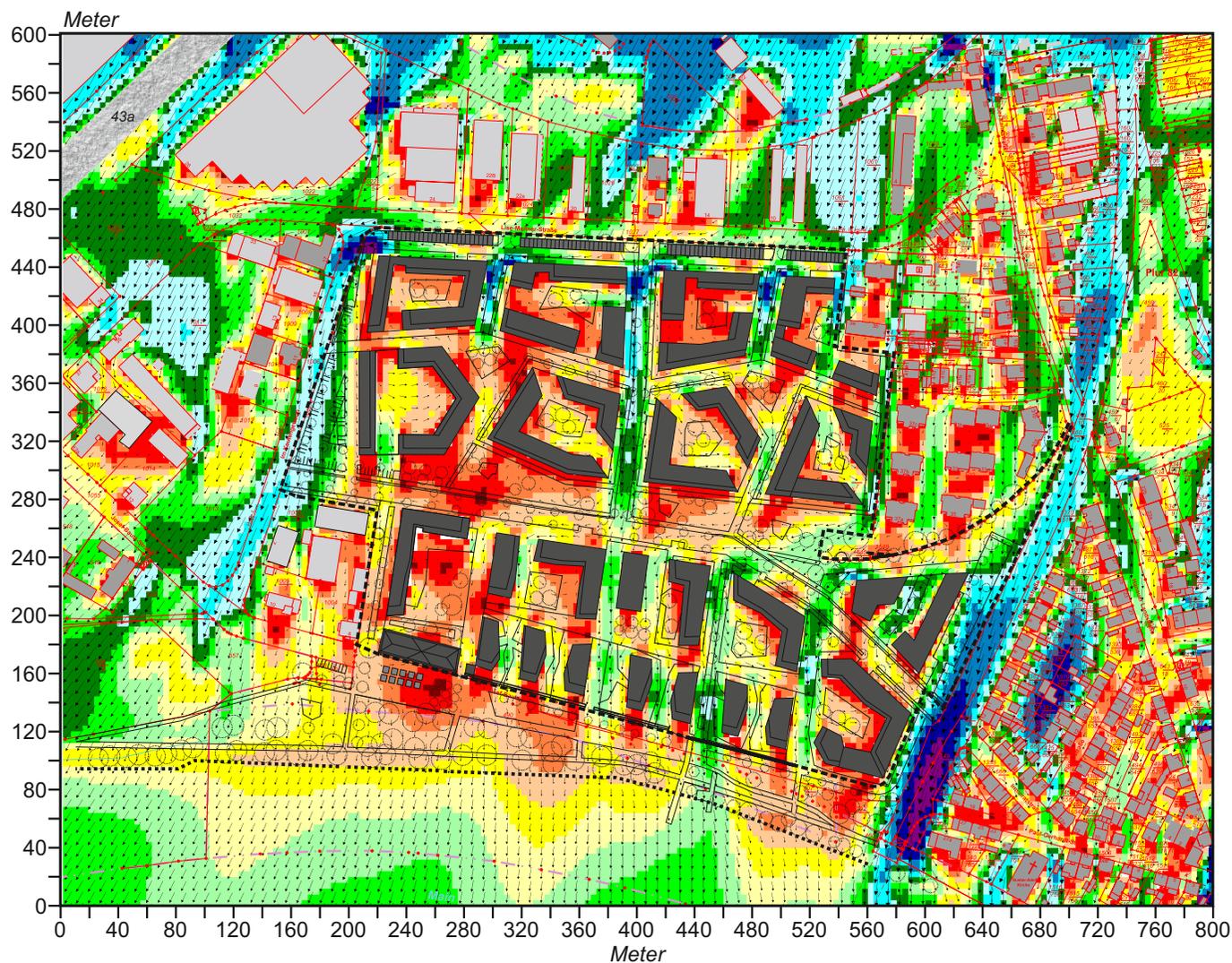
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

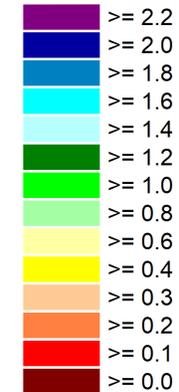
Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 27.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Plan-Zustand / Nachtsituation, 5 m ü.G.
Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Windgeschwindigkeit in m/s



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



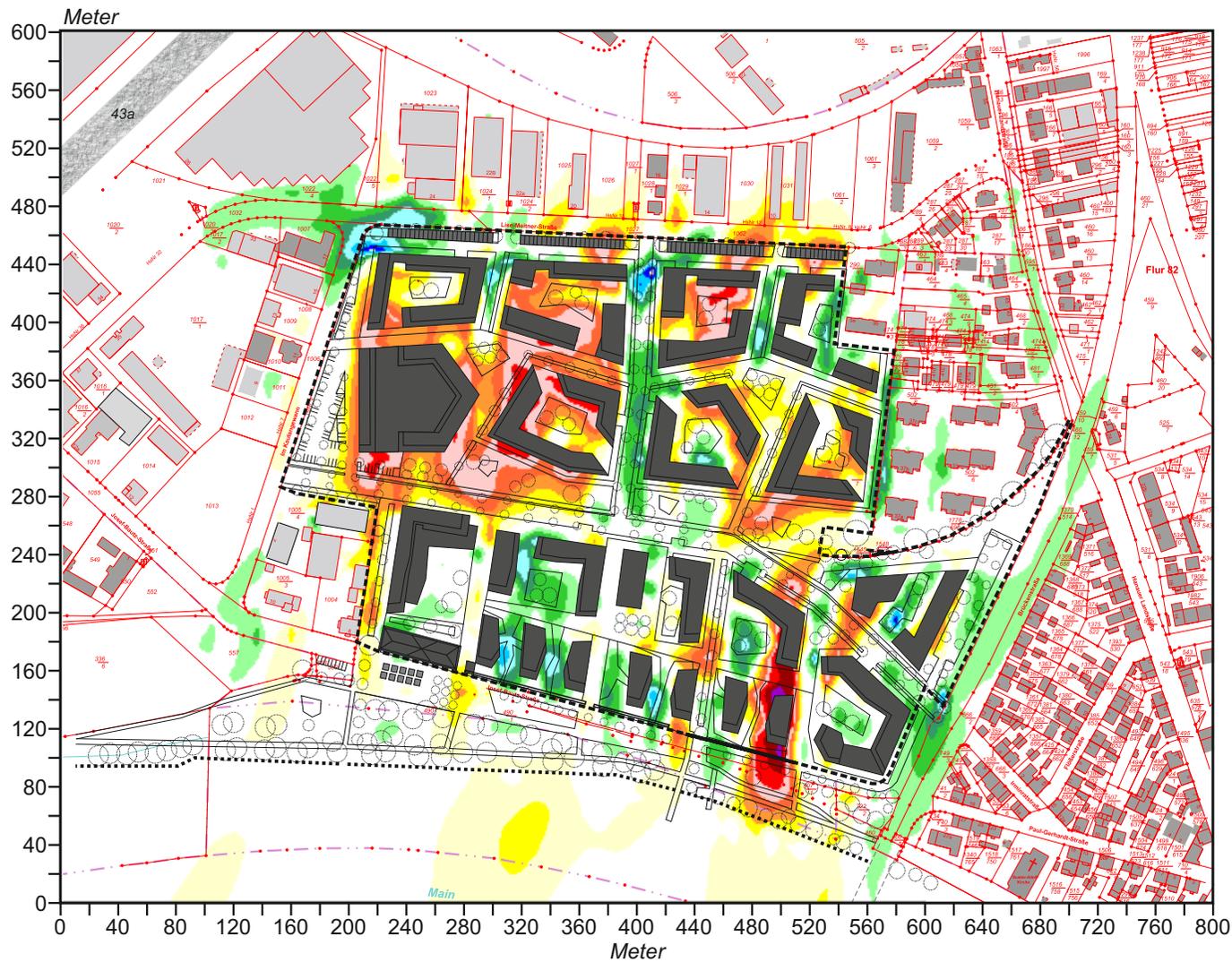
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

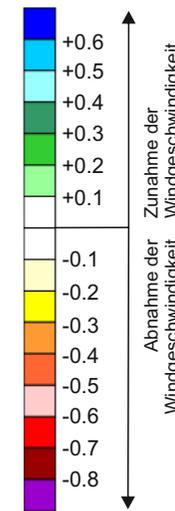
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



Abb. 28.1 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 2 m ü.G. Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand



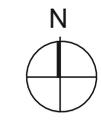
Zunahme der Windgeschwindigkeit
Abnahme der Windgeschwindigkeit

Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

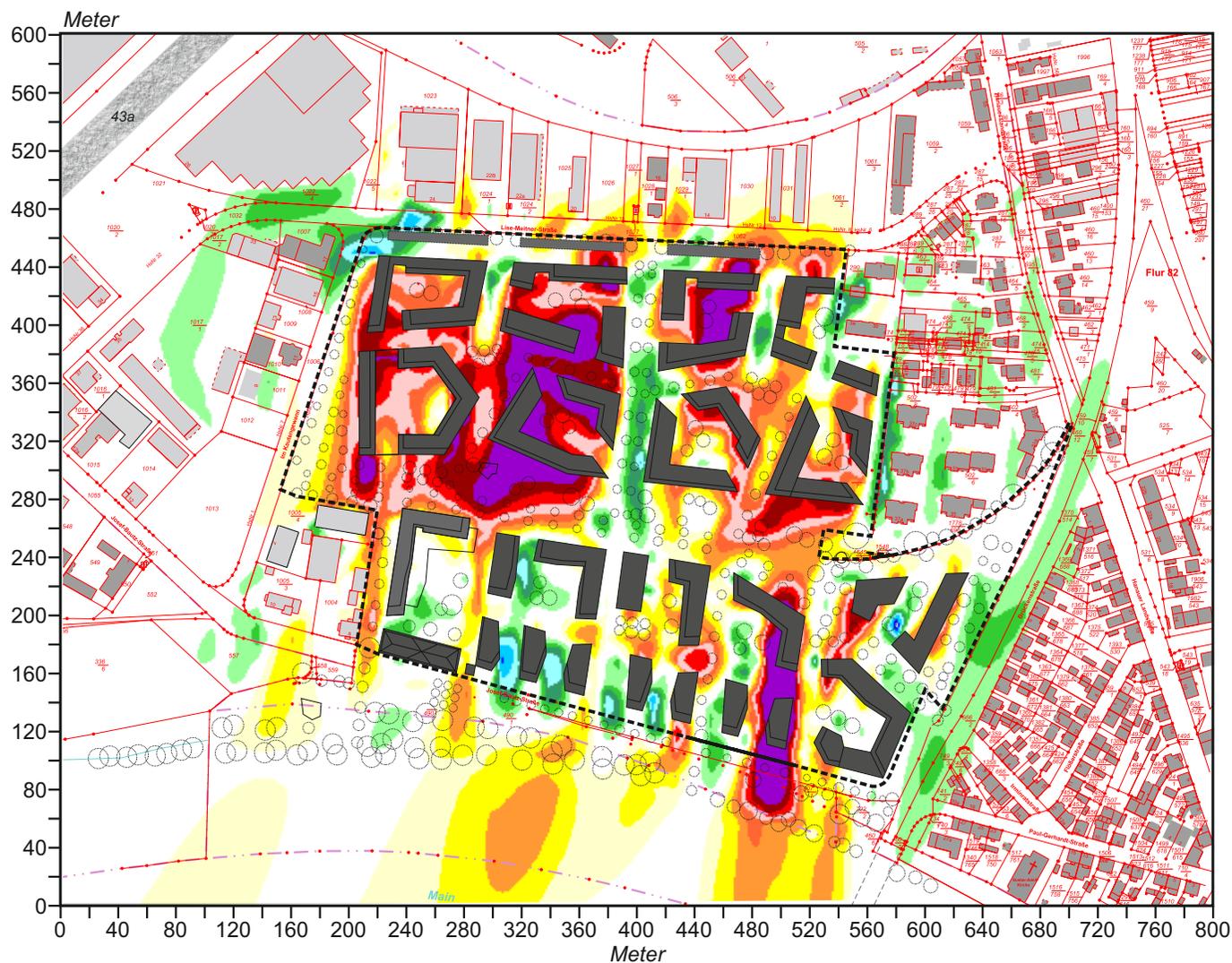
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 28.2 Ergebnisse mikroskaliger Windfeldsimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich / Nachtsituation, 5 m ü.G.
Veränderung der Windgeschwindigkeit durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der Windgeschwindigkeit
in m/s durch den Plan-Zustand gegenüber
dem Ist-Zustand

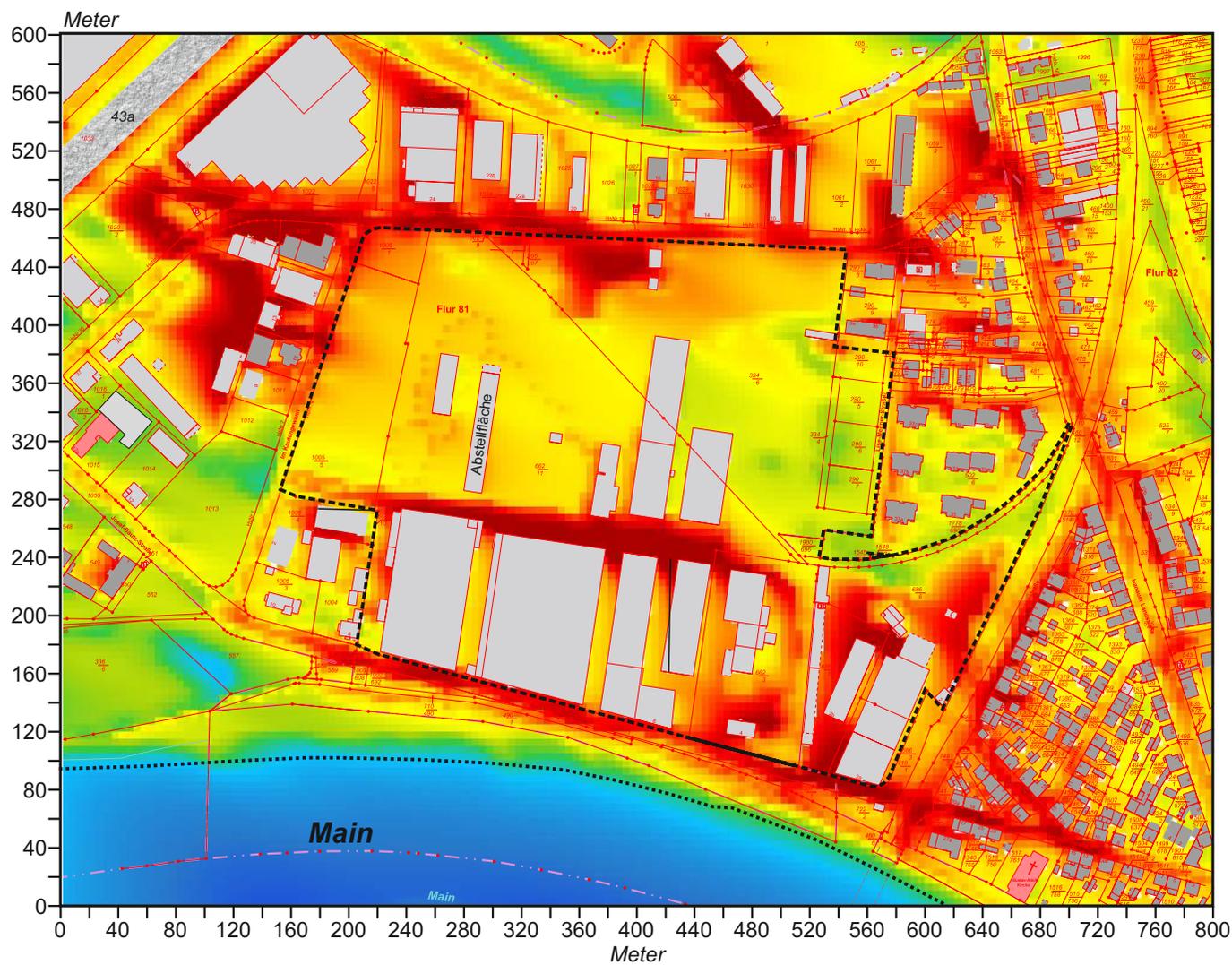
↙ Anströmungsrichtung 20 m ü.G.
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

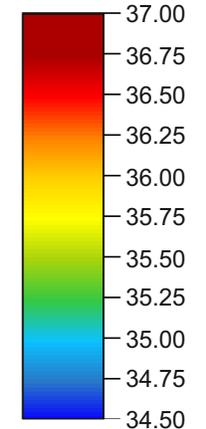
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



**Abb. 29.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Westennordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Lufttemperatur in °C



↘ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

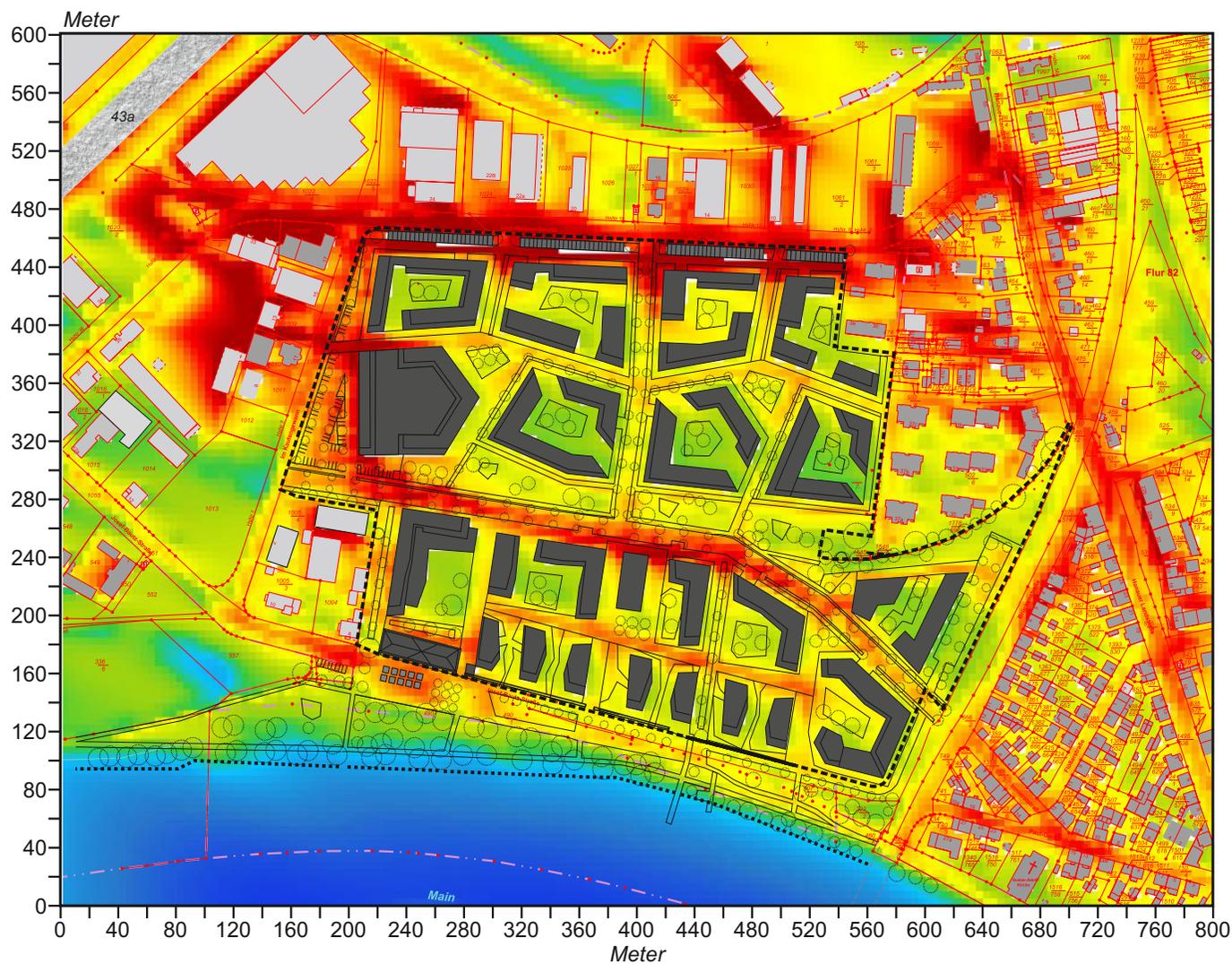
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

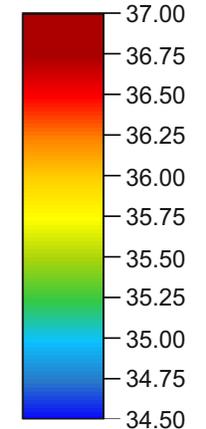
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 29.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Westennordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Lufttemperatur in °C



↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

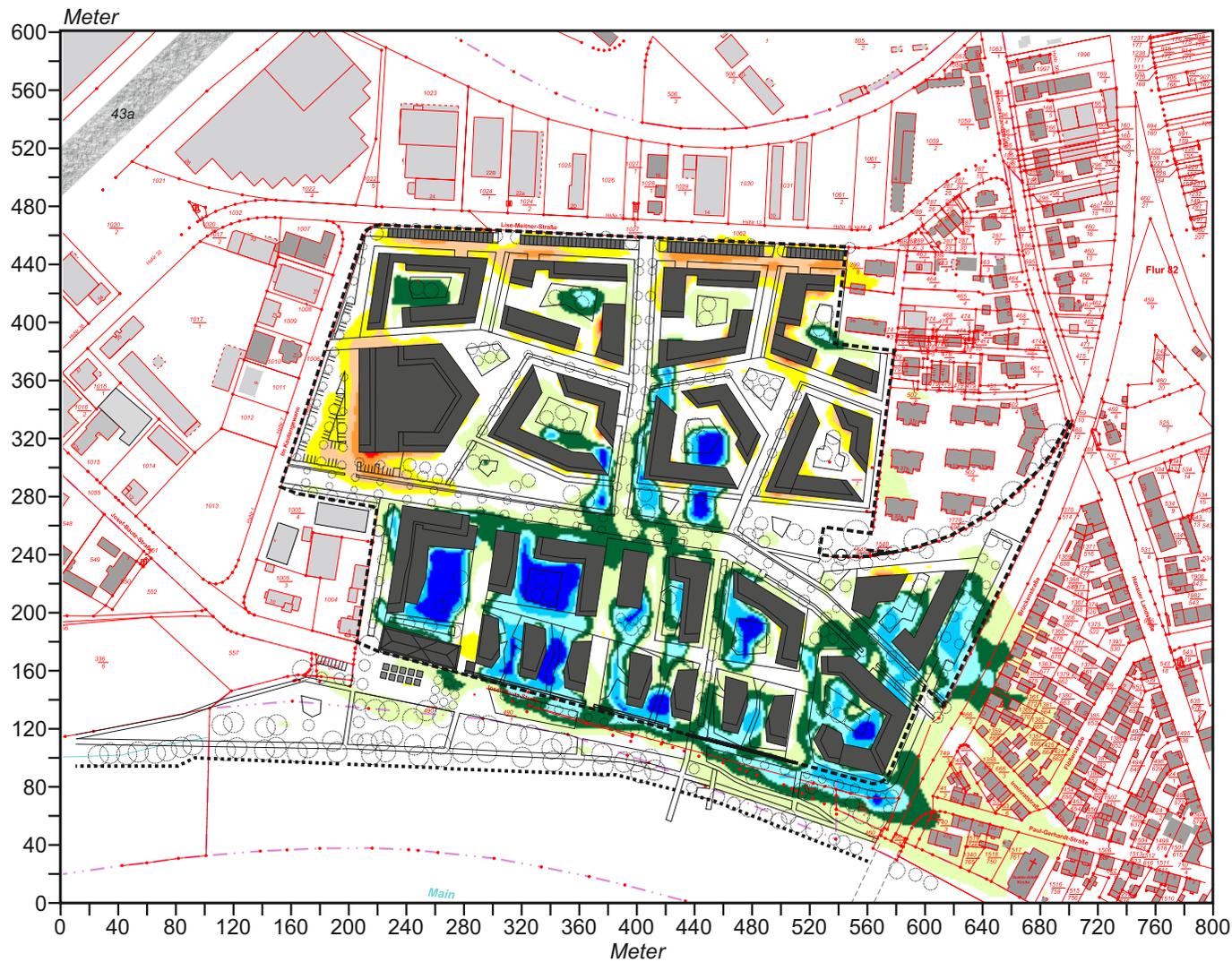
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

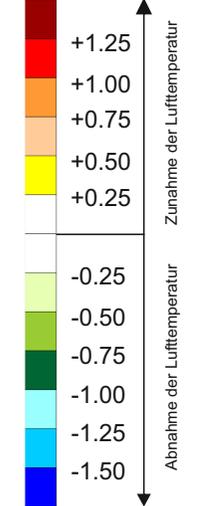
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 29.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (16:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der Lufttemperatur in K



Zunahme der Lufttemperatur

Abnahme der Lufttemperatur

↙ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

⊠ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauheim

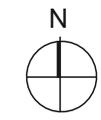
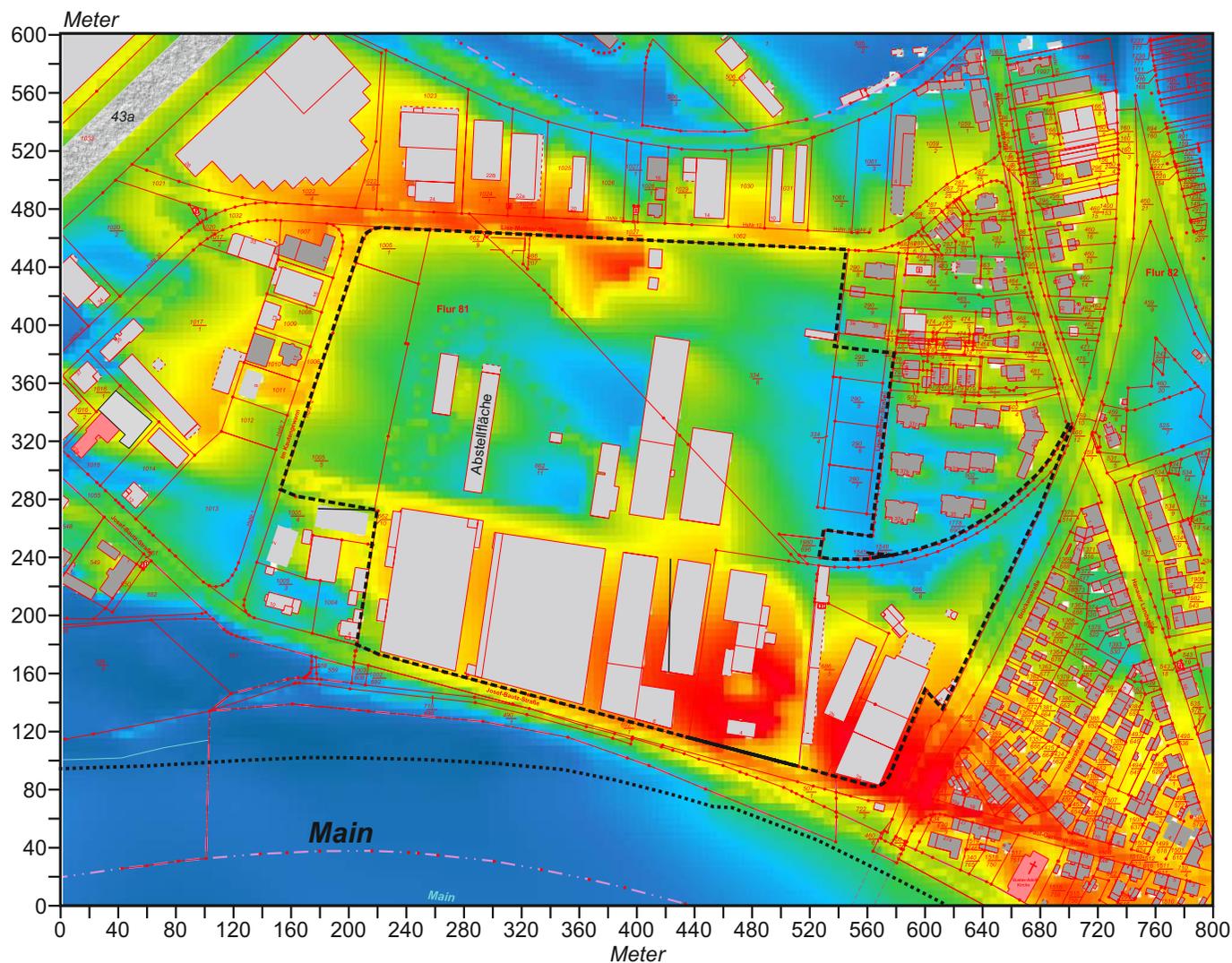
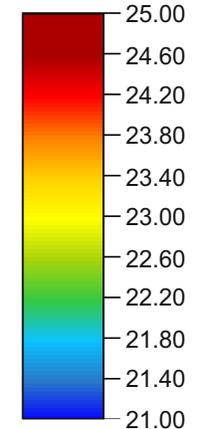


Abb. 30.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westennordwesten (300°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Lufttemperatur in °C



↙ Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

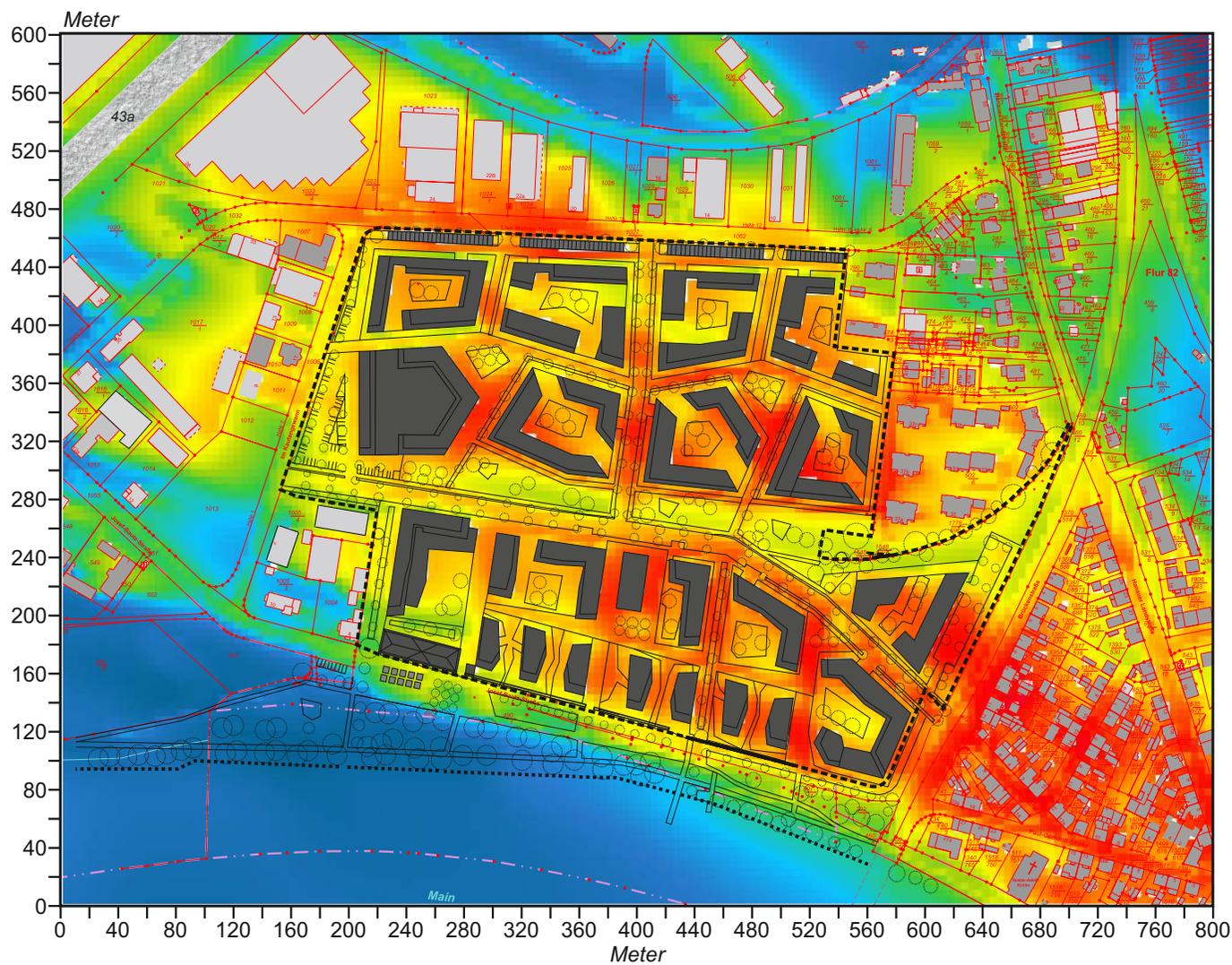
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

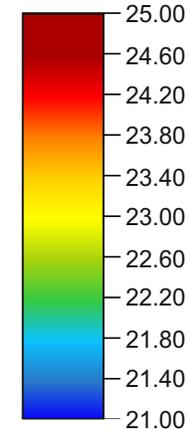
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 30.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Westennordwesten (300°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Lufttemperatur in °C



↙ Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

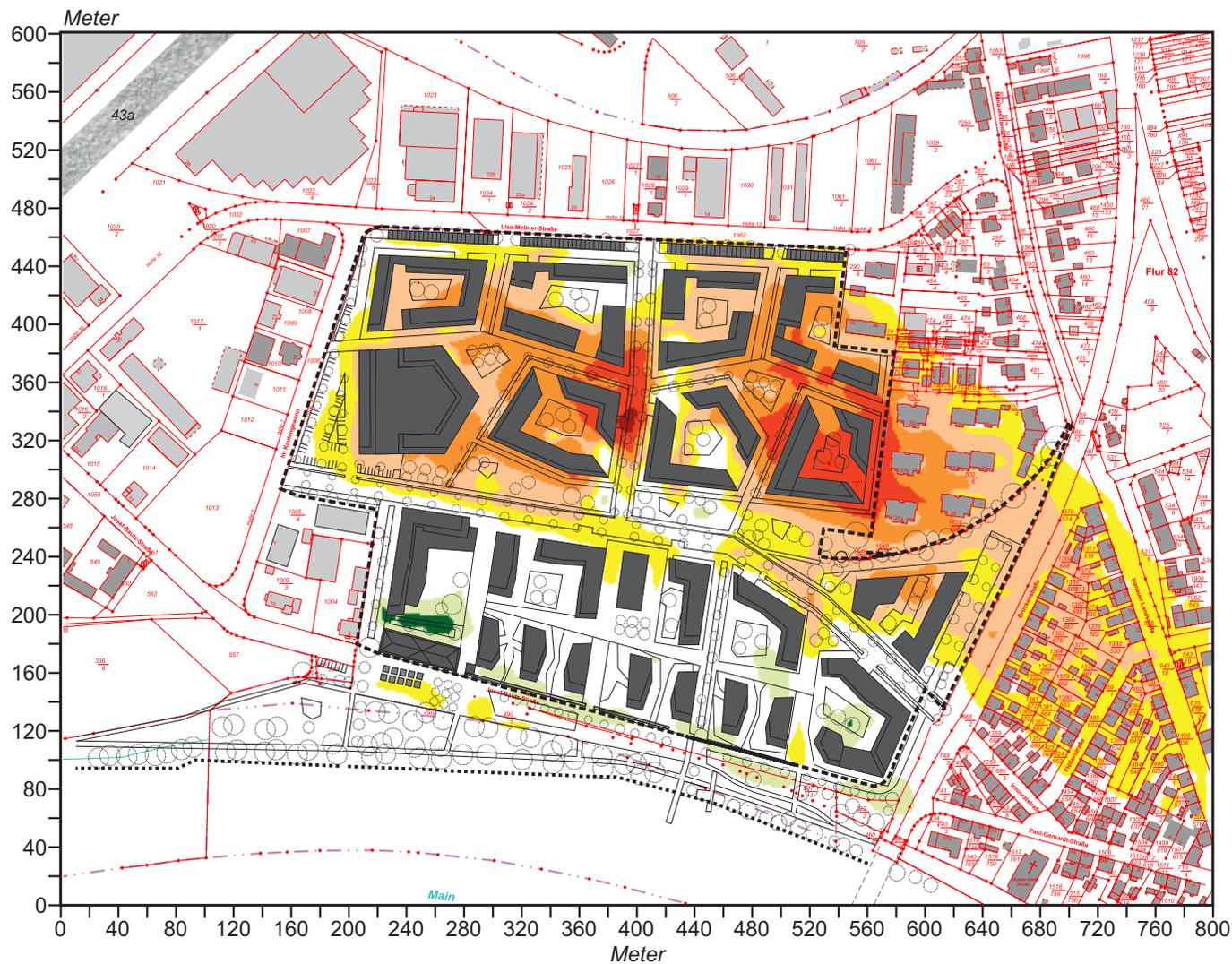
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

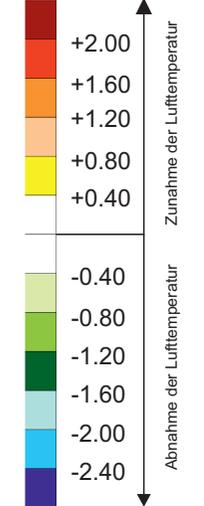
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



**Abb. 30.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Westnordwesten (300°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der Lufttemperatur in K



↙ Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

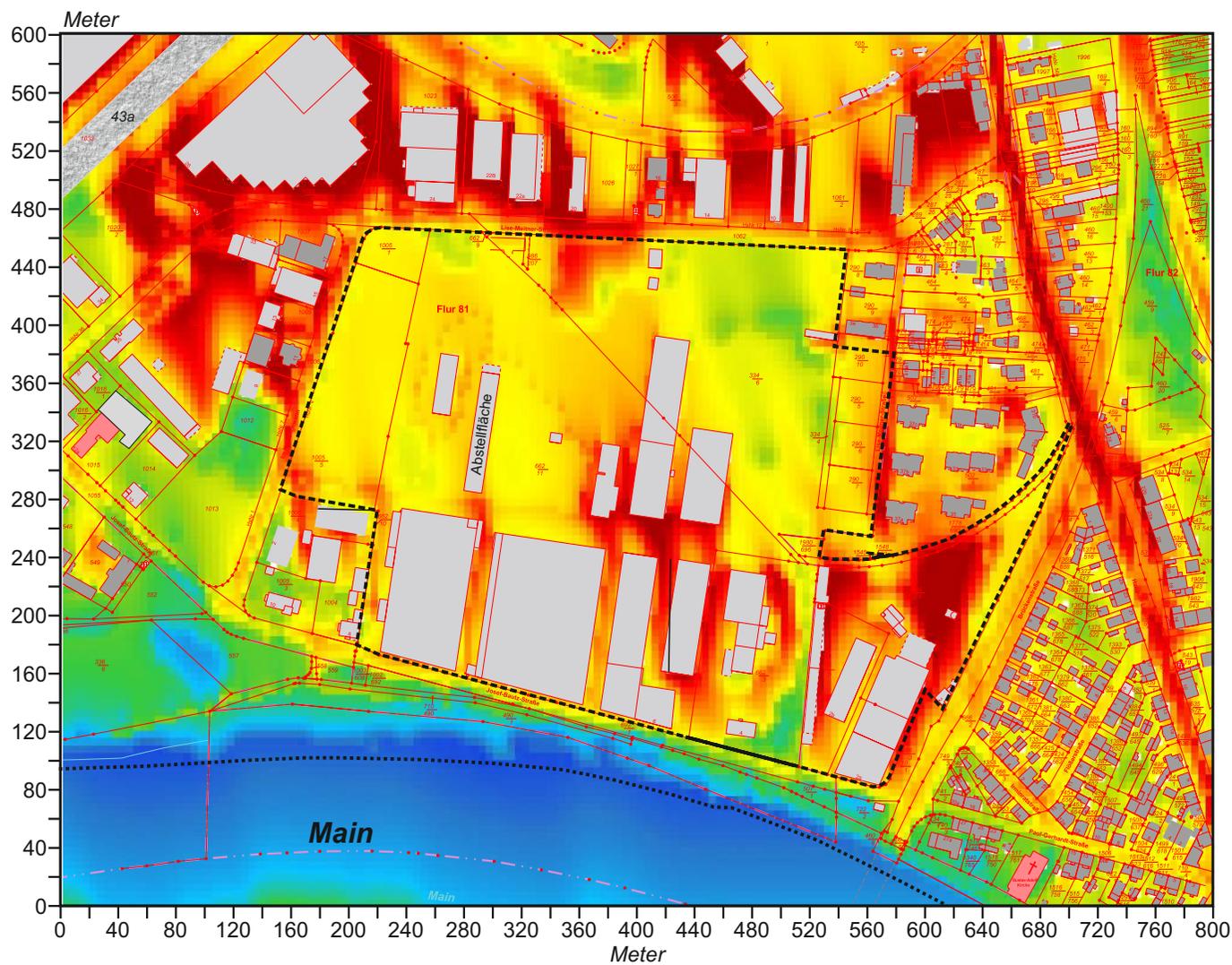
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

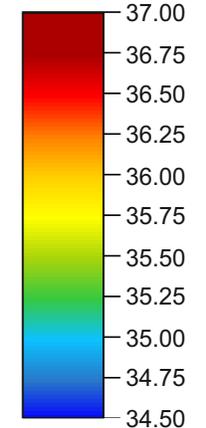
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 31.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G.
 Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Lufttemperatur in °C



↑ Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

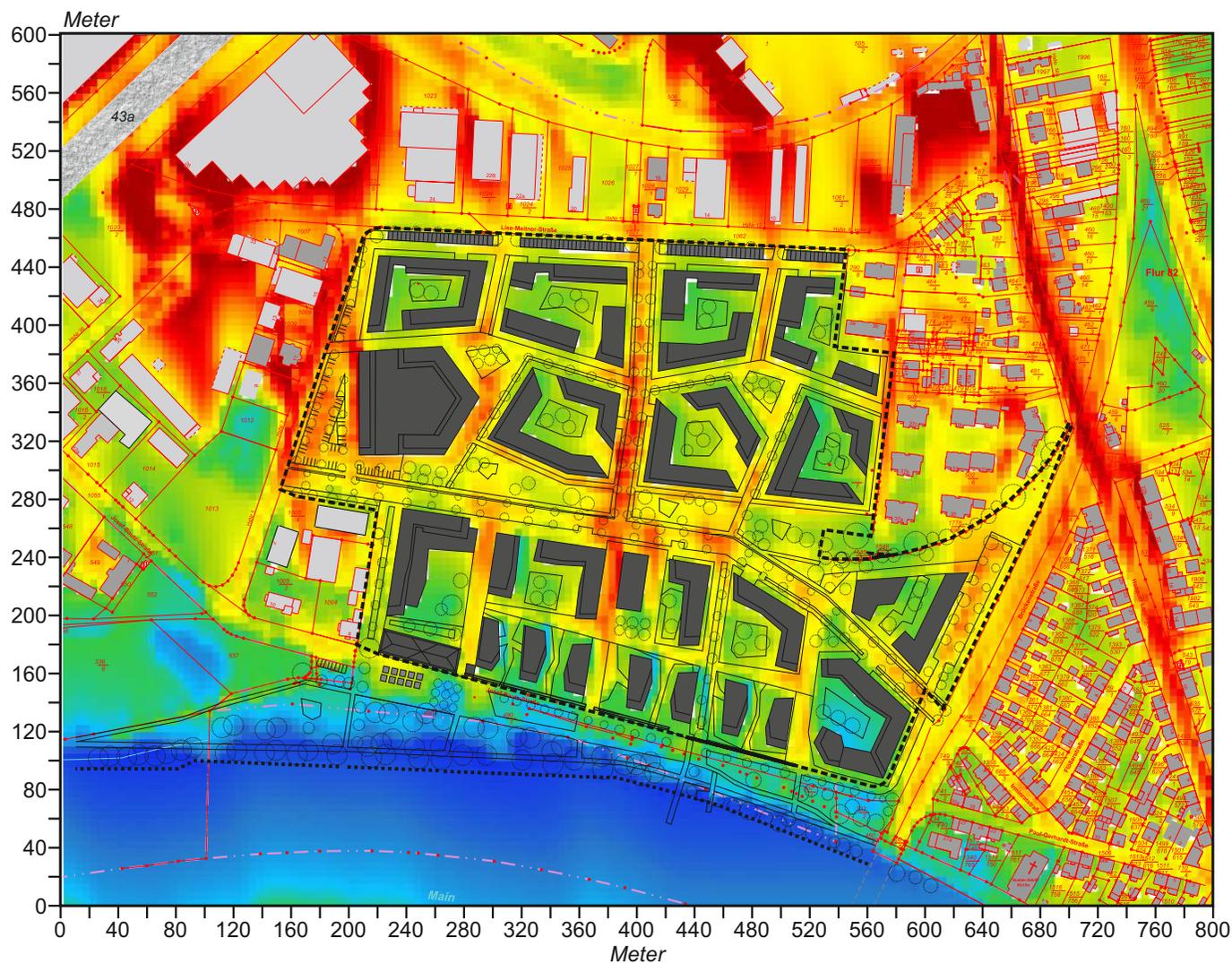
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

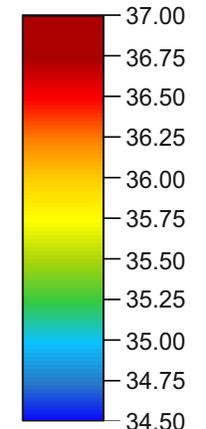
Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



**Abb. 31.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand / Tagsituation 16:00 Uhr, 2 m ü.G.
Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.**



Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

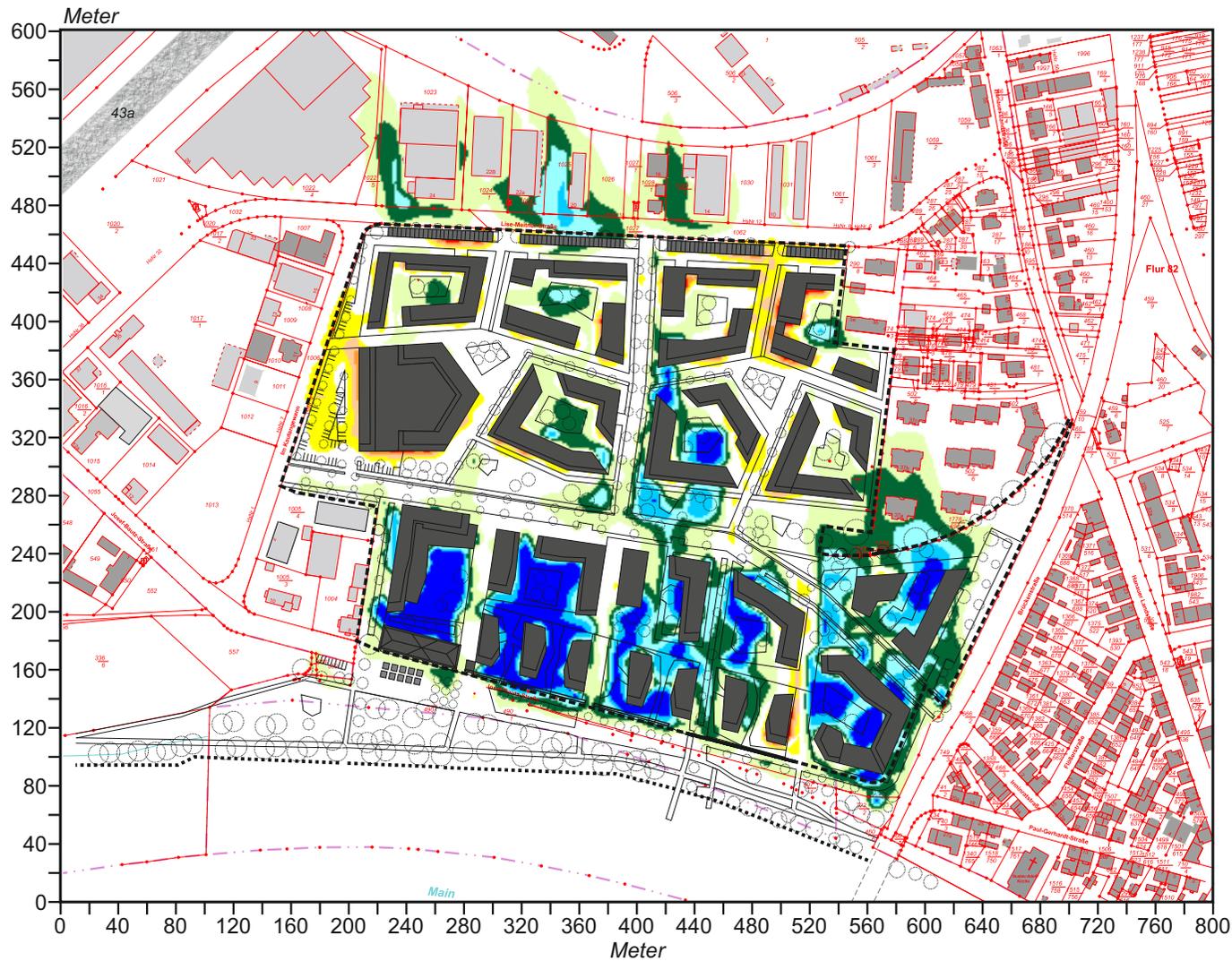
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

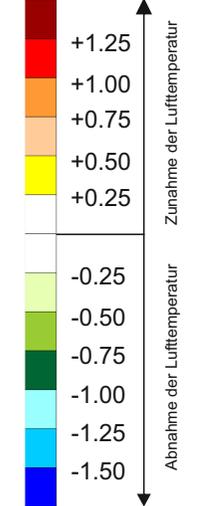
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 31.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. am Tag (16:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.



Zu- bzw. Abnahme der Lufttemperatur in K



Anströmungsrichtung 10 m ü.G.

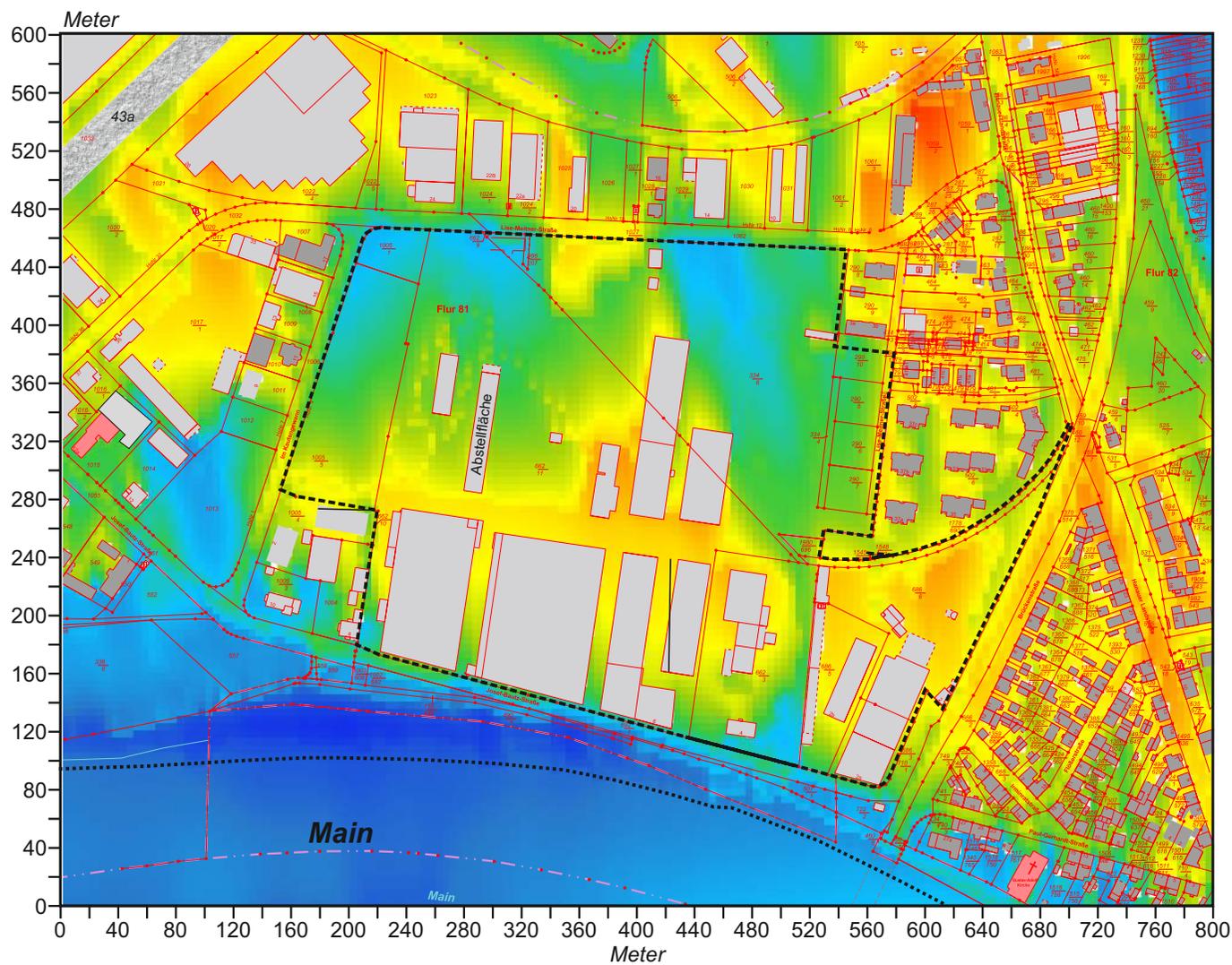
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

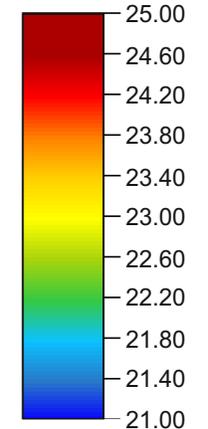
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauheim



Abb. 32.1 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Ist-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G.
 Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

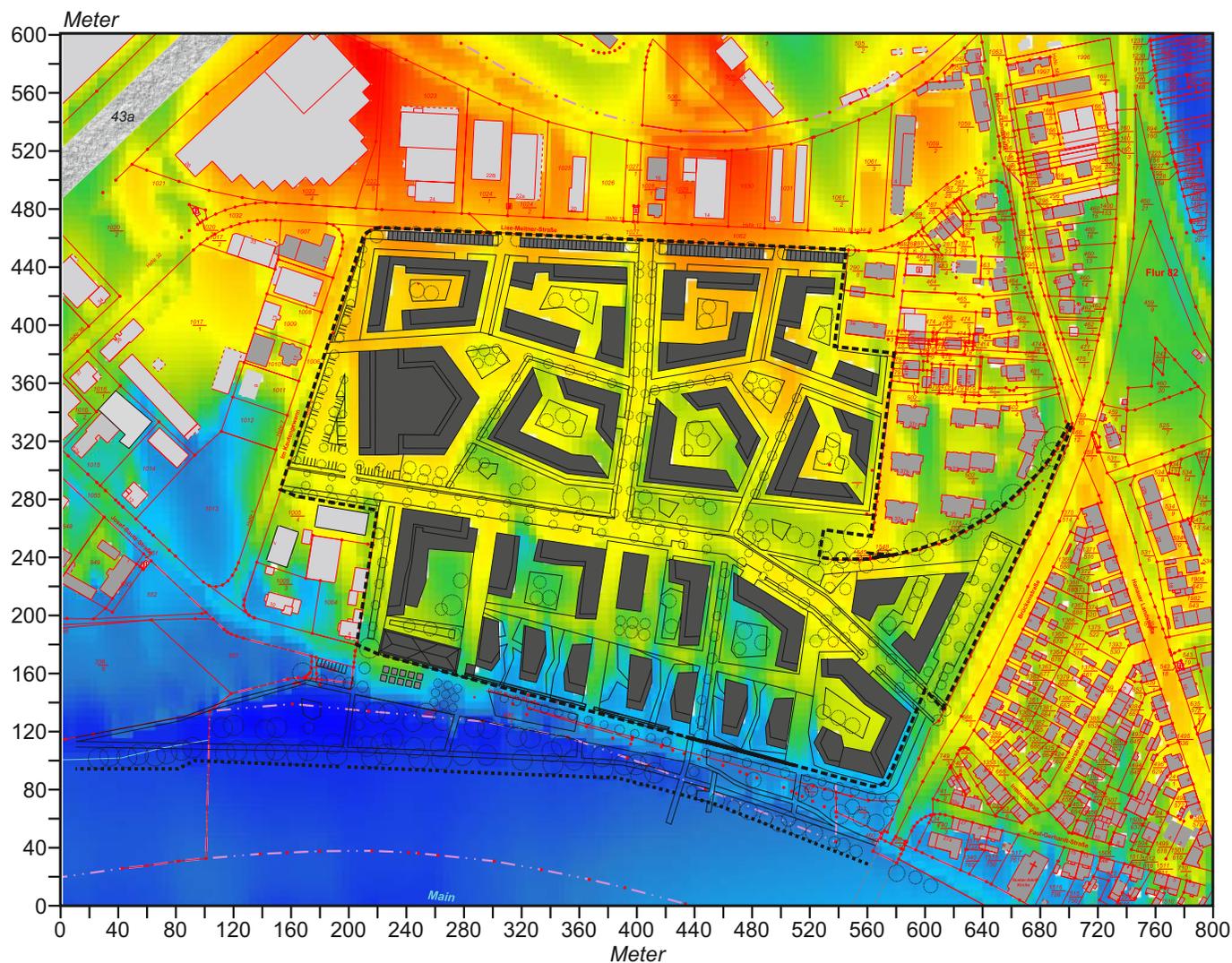
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
 BIEN-RIES GmbH, Hanau

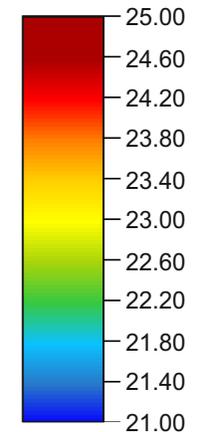
Projekt:
 Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
 „Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 32.2 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Lufttemperatur in °C



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.



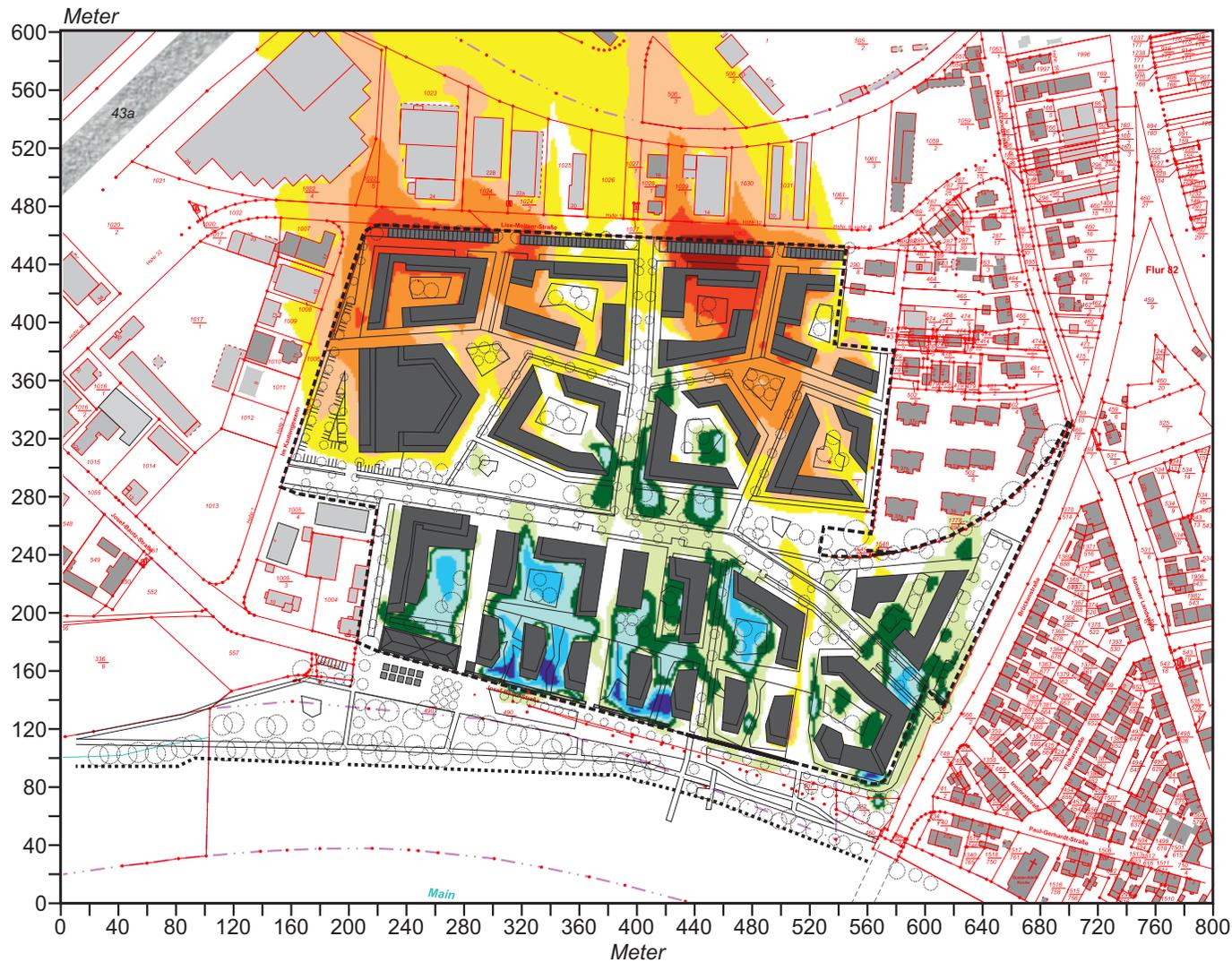
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

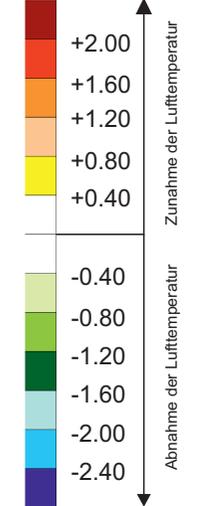
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



**Abb. 32.3 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Vorher-Nachher-Vergleich
Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. in der Nacht (23:00 Uhr) durch den Plan-Zustand gegenüber dem Ist-Zustand
Windanströmung aus Südsüdosten (165°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.**



Zu- bzw. Abnahme der Lufttemperatur in K



Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

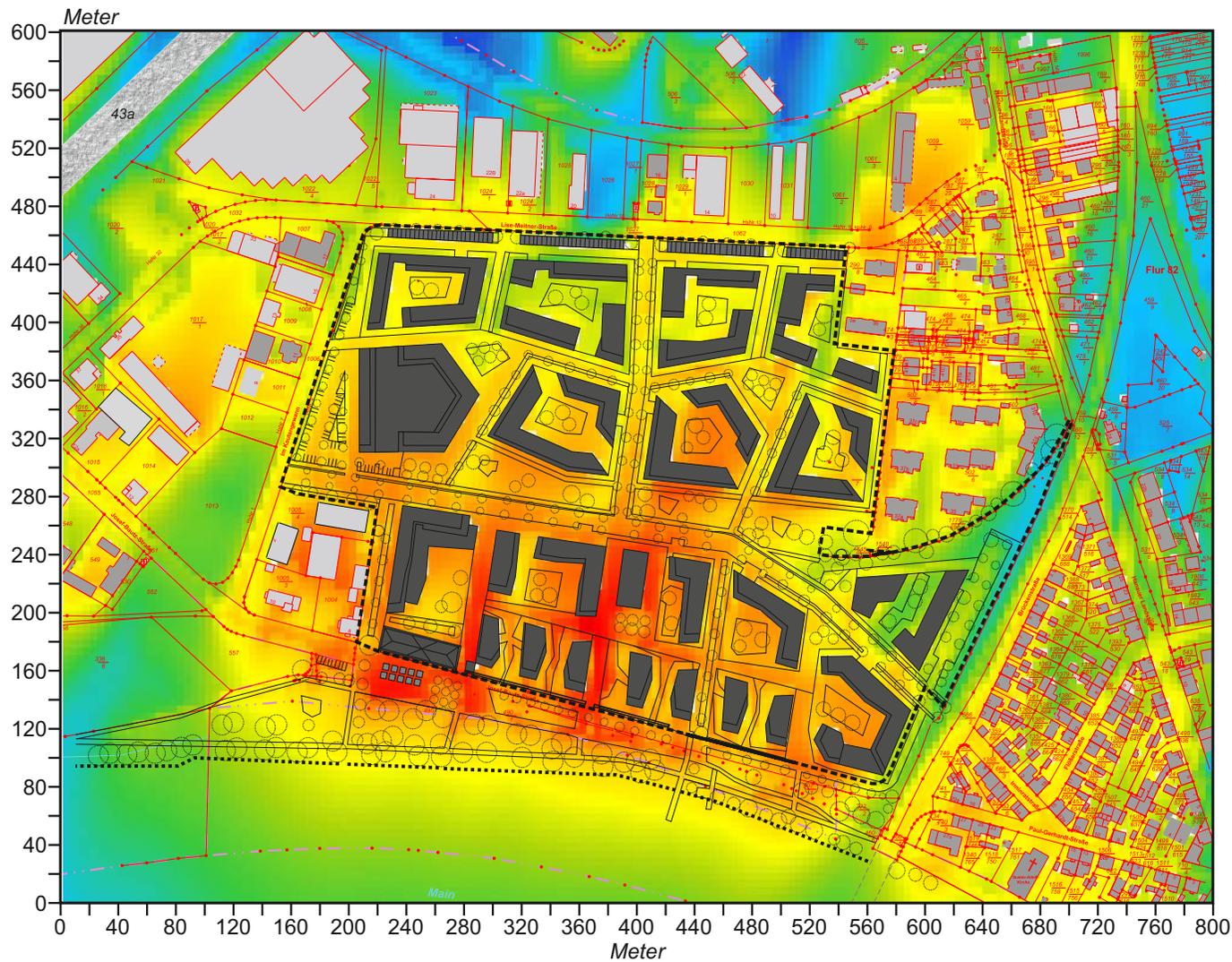
Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

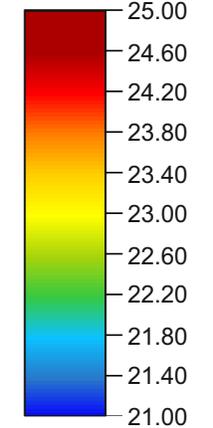
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim



Abb. 33 Ergebnisse mikroskaliger Lufttemperatursimulationen - Plan-Zustand / Nachtsituation 23:00 Uhr, 2 m ü.G. Windanströmung aus Nordnordosten (30°) mit 1.5 m/s in einer Höhe von 20 m ü.G.



Lufttemperatur in °C



↙ Anströmungsrichtung 20 m ü.G.

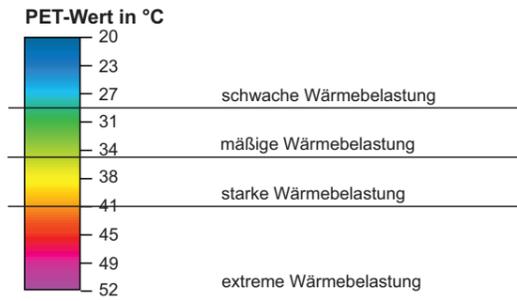
⬜ Planungsgebiet „Bautz-Gelände“

Grundlagenkarte bereitgestellt von:
BIEN-RIES GmbH, Hanau

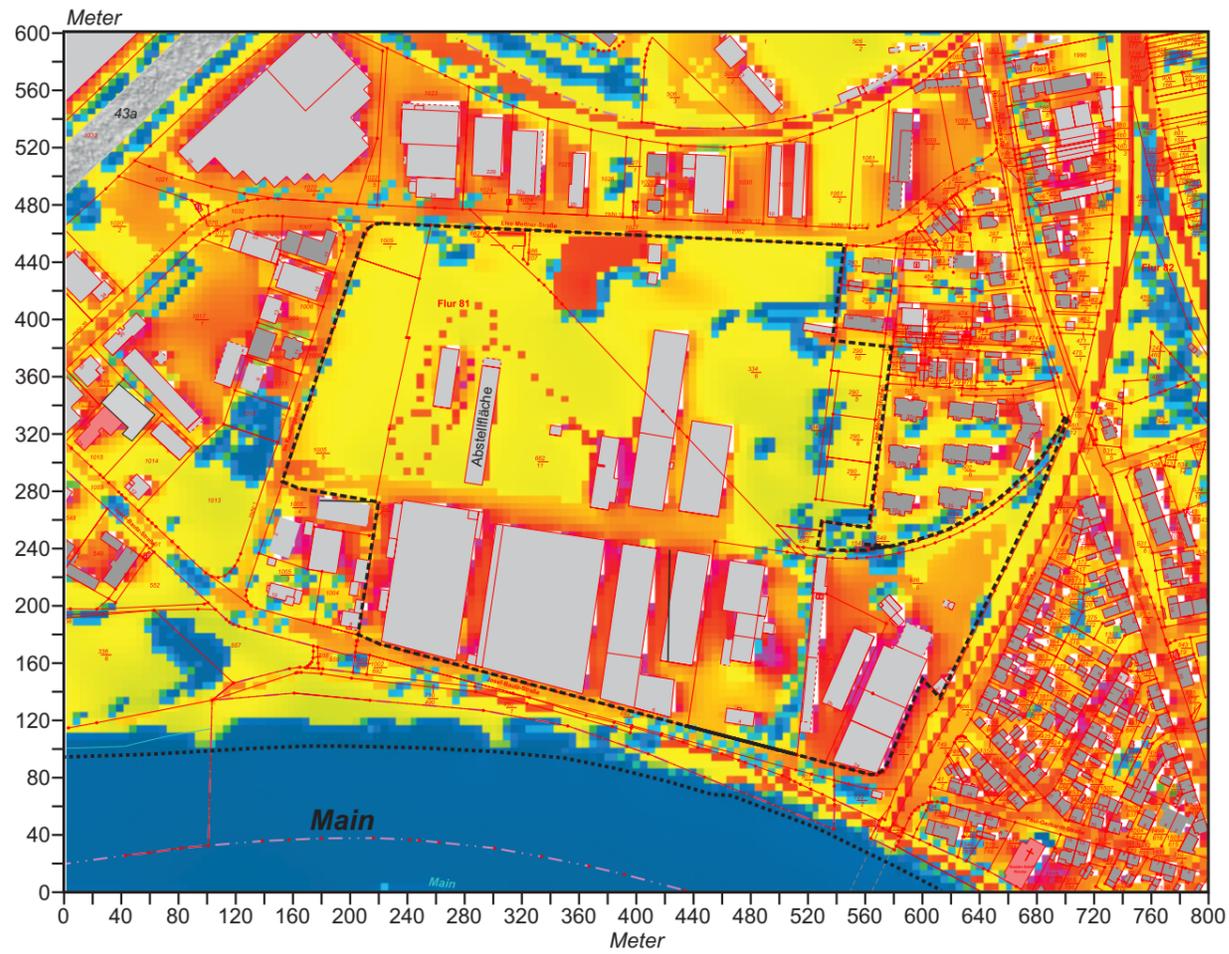
Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großsauerheim



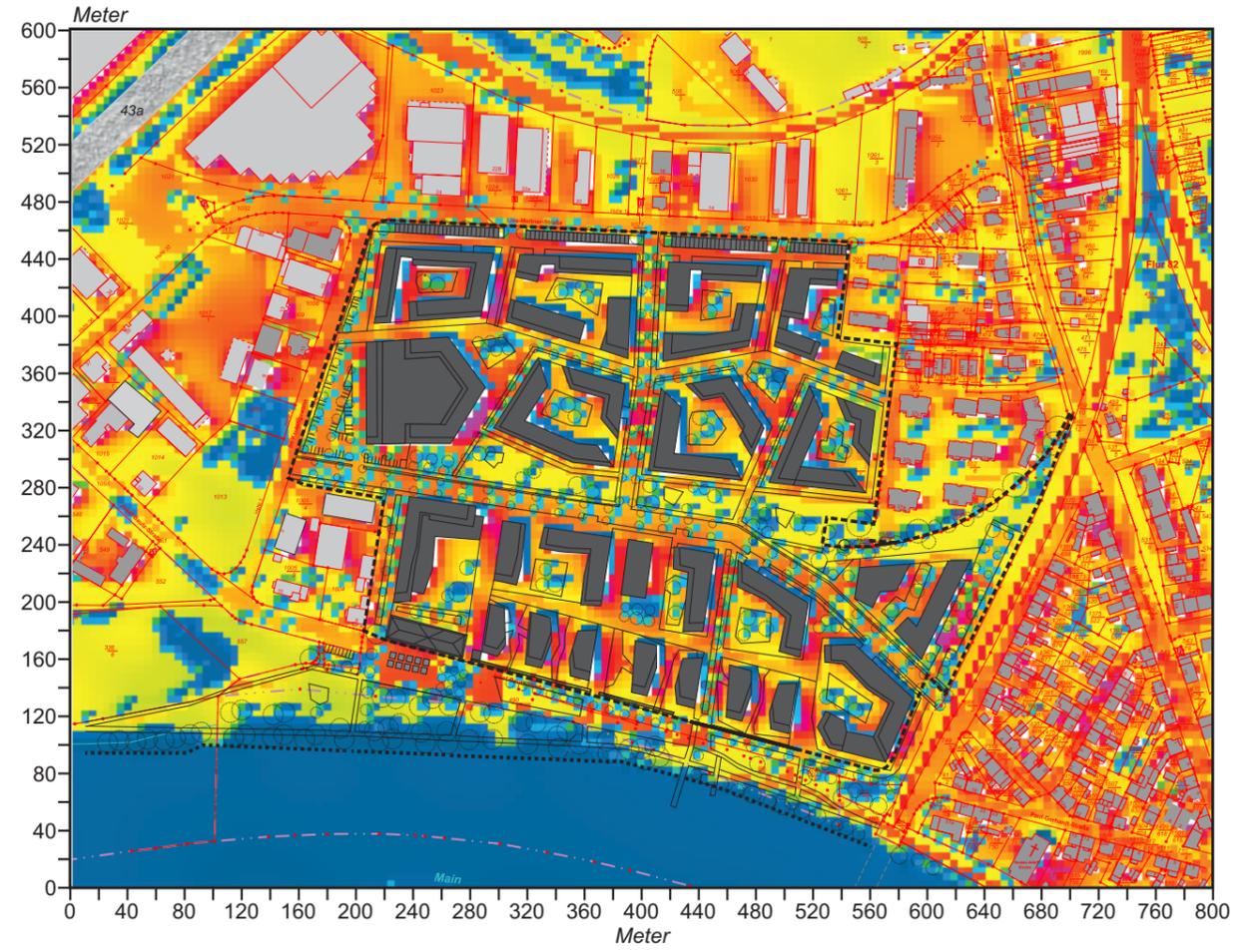
Abb. 34 Ergebnisse mikroskaliger Modellrechnungen. Ist- und Plan-Zustand / Tagsituation (14:00 Uhr) - PET-Werte 1.5 m ü.G.



Ist-Zustand



Plan-Zustand



Projekt:
Aktualisiertes Klimagutachten zum Bauvorhaben
„Bautz-Gelände“ in Hanau-Großauheim

