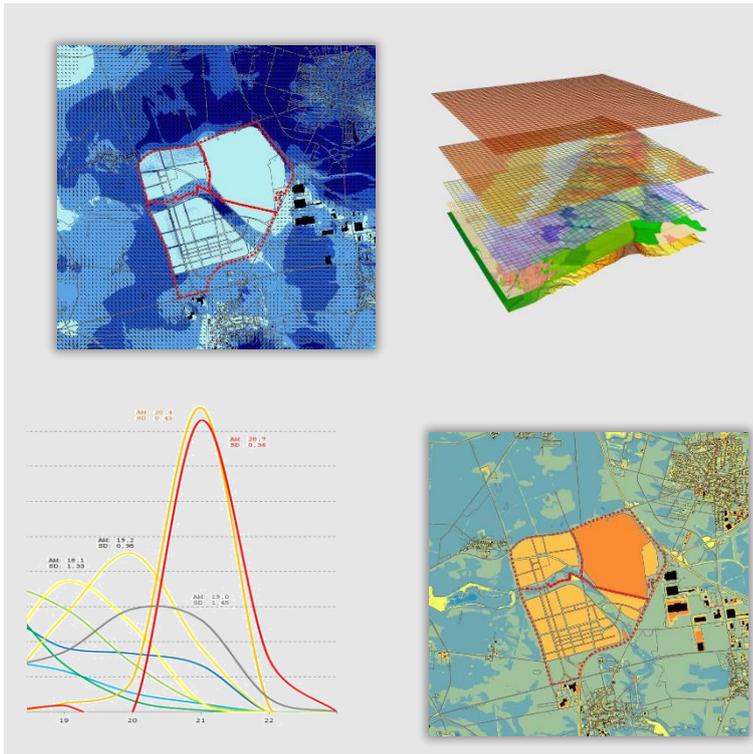


Expertise Klimaökologie für den Planungsprozess Gewerbeentwicklung Hightech-Park | Magdeburg



Auftraggeber:

Landeshauptstadt Magdeburg
Altes Rathaus Alter Markt 6
39104 Magdeburg



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de

In Zusammenarbeit mit:

Prof. Dr. G. Gross

Anerkannt beratender Meteorologe (DMG),

Öffentlich bestellter Gutachter für Immissionsfragen und

Kleinklima der IHK Hannover-Hildesheim

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	3
Inhaltsverzeichnis	1
1. Aufgabenstellung und Einleitung	4
1.1 Untersuchungsgebiet und Gesamtplan Hightech Park.....	6
1.2 Bisherige Gutachten mit Klimafunktionskarte & Planungshinweiskarte Magdeburg (Stand 2013).....	8
2. Methode.....	11
2.1 Datengrundlage und Modellrechnung	11
2.2 Synoptische Rahmenbedingungen	12
2.3 Standardisierung des Parameters Kaltluftvolumenstrom.....	12
3. Ergebnisse	14
3.1 Ergebnisse Kaltlufthaushalt	14
3.1.1 Lufttemperatur.....	14
3.1.2 Kaltluftströmungsfeld	20
3.1.3 Kaltluftvolumenstrom	26
3.1.4 Kaltluftproduktionsflächen	32
3.2 Physiologisch Äquivalente Temperatur	37
4. Fazit	42
5. Planungshinweise.....	44
6. Literatur	47
7. Glossar	48

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Prozessorientierte Analyse bei einer austauschbaren Hochdruckwetterlage.....	5
Abb. 1.2 Übersicht über das erweiterte Umfeld des Plangebietes.....	6
Abb. 1.3 Gesamtplan Hightech Park (Stand 12.04.2023).....	7
Abb. 1.4 Auszug aus der Klimafunktionskarte der Stadt Magdeburg (GEO-NET 2013).....	9
Abb. 1.5 Auszug aus der Planungshinweiskarte der Stadt Magdeburg (GEO-NET 2013).....	10
Abb. 2.1: Mischpixelansatz mit randomisierter Verteilung der Nutzungsklassen.	11
Abb. 2.2: Übersicht über die GRZ im Plangebiet (dunkelrot: 0,8; helles rot: 0,9).....	11
Abb. 2.3 Beurteilung des Wertenniveaus des Kaltluftvolumenstroms anhand der Abweichung von den mittleren Verhältnissen im Untersuchungsgebiet.	13
Abb. 3.1 Nächtliches Temperaturfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Istzustand (2 m über Grund in °C).....	17
Abb. 3.2 Nächtliches Temperaturfeld im Planszenario zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m über Grund in °C).....	18
Abb. 3.3 Abweichung des nächtlichen Temperaturfeldes zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.	19
Abb. 3.4 Prinzipskizze Flurwind	20
Abb. 3.5 Bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Istzustand.....	23
Abb. 3.6 Bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Istzustand.....	24
Abb. 3.7 Abweichung des bodennahen Kaltluftströmungsfeldes zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.....	25
Abb. 3.8 Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom	26
Abb. 3.9 Kaltluftvolumenstrom und bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Istzustand.....	28
Abb. 3.10 Kaltluftvolumenstrom und bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Planzustand.....	29
Abb. 3.11 Abweichung des Kaltluftvolumenstroms zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.....	30
Abb. 3.12 Abweichung des Kaltluftvolumenstroms betrachtet auf Blockebene zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.....	31
Abb. 3.13 Kaltluftproduktionsrate zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Istzustand.....	34
Abb. 3.14 Kaltluftproduktionsrate zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Planzustand.....	35

Abb. 3.15 Abweichung der Kaltluftproduktionsrate zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.	36
Abb. 3.16 Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 14 Uhr nachmittags in der Ausgangssituation.	39
Abb. 3.17 Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 14 Uhr nachmittags im Planszenario.	40
Abb. 3.18 Abweichung der Physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.	41
Abb. 5.1 Begrünte Pergola zur Reduzierung der thermischen Belastung an Wegen bzw. Aufenthaltsbereichen. (Stadt Zürich, 2020)	45
Abb. 5.2 Planungshinweise zum derzeitigen Planstand.	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufteilung der Nutzungsklassen im Mischpixelansatz.	11
Tabelle 2: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET während der Tagesstunden	37

1. Aufgabenstellung und Einleitung

Das Wohlbefinden und die Gesundheit der Menschen sind nicht zuletzt abhängig von den meteorologischen Verhältnissen in ihrem Lebensumfeld. Dabei wirkt sich die Gestaltung dieses Lebensumfeldes, also vornehmlich die des Siedlungsraumes, direkt auf die in ihm auftretenden Wärme- und Luftbelastungen aus. Klimatische und lufthygienische Aspekte sind somit durch den Menschen beeinflussbar und daher feste Bestandteile der räumlichen Planung. Das Schutzgut „Klima“ ist ein wichtiger Aspekt der räumlichen Planung und vor dem Hintergrund konkurrierender Planungsziele sind flächenbezogene Fachinformationen ein wichtiges Hilfsmittel zu dessen sachgerechter Beurteilung. Aus der Kenntnis des in einer Stadt vorherrschenden Lokalklimas, der dadurch mitbestimmten lufthygienischen Situation und den klimatischen Funktionszusammenhängen lassen sich Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen ableiten, die der Erhaltung günstiger bioklimatischer Verhältnisse dienen bzw. auf eine Verbesserung des Stadtklimas in ungünstig bewerteten Teilräumen abzielen. Um diesen Leitgedanken langfristig verfolgen zu können, ist es zudem erforderlich, die Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen.

Mit dem *Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden* im Jahr 2011 sind die Belange von Klimaschutz und Klimaanpassung in der Bauleitplanung gestärkt (Novellierung des Baugesetzbuchs (BauGB)) und nun ausdrücklich zu einer Aufgabe der Bauleitplanung nach § 1 (5) BauGB erklärt worden: „Die Bauleitpläne sollen [...] dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den **Klimaschutz und die Klimaanpassung**, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern [...].“ Zusätzlich heißt es in § 1a (5) BauGB: „Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem **Klimawandel** entgegenwirken, als auch durch solche, die der **Anpassung an den Klimawandel** dienen, Rechnung getragen werden.“

Im Auftrag der Landeshauptstadt Magdeburg, wurde vom Büro GEO-NET Umweltconsulting GmbH in Kooperation mit Prof. Dr. G. Groß (Universität Hannover) eine modellgestützte Analyse zu den klimaökologischen Auswirkungen der im Rahmen des geplanten *Hightech Parks* (bestehend aus: Konzeptvorschlag für den in Aufstellung befindlichen *B-Plan „Stemmerberg“* der Stadt Wanzleben, *B-Plan Nr. 353-2 „Eulenberg“ 1. Änderung(in Vorbereitung)* der Stadt Magdeburg und dem *Vorentwurf B-Plan „Über den Springen“* der Gemeinde Sülzetal) vorgesehenen Flächennutzungsänderungen durchgeführt. Für die planerische Berücksichtigung der Schutzgüter Klima und Luft ist es bedeutsam, sich auf eine differenzierte Bewertung der kleinräumig variablen klimatischen Bedingungen einschließlich ihrer komplexen Wechselwirkungen stützen zu können. Die zu klärenden Fragen, die im Mittelpunkt der Untersuchung stehen, beziehen sich auf das nähere Umfeld des geplanten Bauvorhabens:

- Welche Belüftungssituation liegt in der Umgebung der Vorhabenfläche vor?
- Wie ist die bioklimatische Situation zu beurteilen, auch mit Blick auf den Klimawandel?
- Wie wird sich das Bebauungsvorhaben voraussichtlich auf die klimaökologische Situation, besonders im Hinblick auf die Luftaustauschprozesse, auswirken?

Diese Studie soll klimaökologische Rahmendaten in einer hohen räumlichen Auflösung liefern, um eine sachgerechte Beurteilung der Schutzgüter Klima/Luft innerhalb des Planungsprozesses zu gewährleisten. Dabei

wird das Hauptaugenmerk auf die Beeinflussung des Kaltlufthaushaltes innerhalb des Plangebietes sowie dessen Auswirkungen auf die Umgebung gelegt. Ausgangspunkt für die Ermittlung dieser Zusammenhänge ist eine austauscharme, sommerliche Hochdruckwetterlage, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen sowie lufthygienischen Belastungen einhergeht. Während bei einer windstarken „Normallage“ der Siedlungsraum gut durchlüftet wird und eine Überwärmung kaum gegeben ist, stellt die windschwache Hochdruckwetterlage mit wolkenlosem Himmel im Sommer eine „Worst Case“-Betrachtung dar. Die Austauschströmung wird in dieser untersuchten Wettersituation von Temperaturunterschieden zwischen den verschiedenen Nutzungen (Gegensatz der Freiflächen zur überwärmten Siedlung) im Untersuchungsgebiet angetrieben. Unter diesen Rahmenbedingungen können nächtliche Kalt- und Frischluftströmungen aus innerstädtischen Grün- und Brachflächen zum Abbau einer Wärmebelastung in den

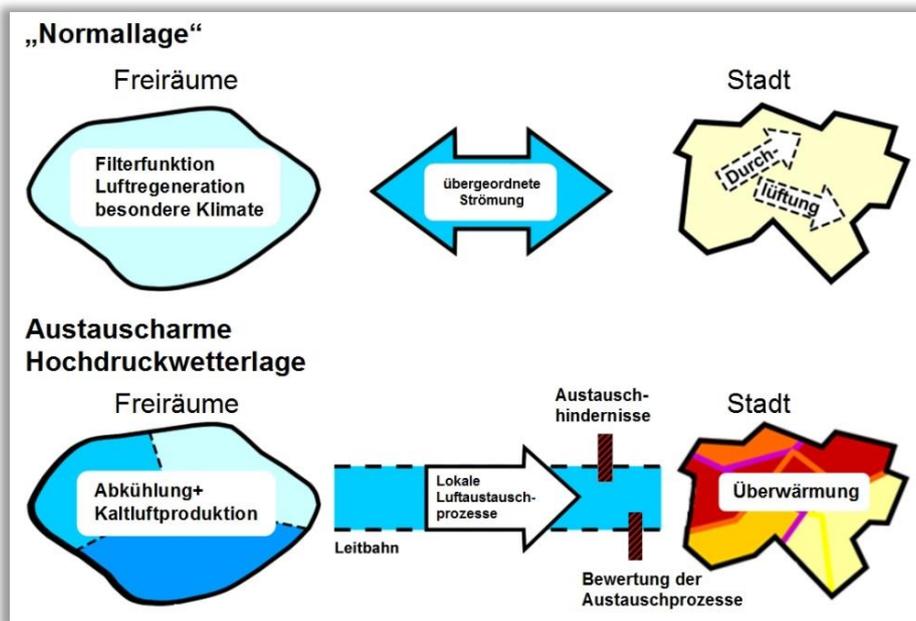


Abb. 1.1 Prozessorientierte Analyse bei einer austauscharmen Hochdruckwetterlage

überwärmten Siedlungsflächen beitragen. Diese Strömungen werden als Flur- und Strukturwinde bezeichnet. (Abb. 1.1). Auch die regionalen Kaltluftströmungen, die im Rahmen der Stadtklimaanalyse Magdeburg identifiziert wurden, werden bei der Analyse modelltechnisch berücksichtigt (GEO-NET 2013).

Die beschriebene Wetterlage wird wegen der belastenden Wirkung auf die Gesundheit des Menschen unter besonderer Beachtung von Älteren, Kranken und Kindern zur Beurteilung der bioklimatischen Situation gemäß VDI-RL 3785 Blatt 1 herangezogen. Die Nachtsituation ist dahingehend von Relevanz, da nur dann unter den windschwachen Bedingungen eine im Vergleich zu Siedlungsflächen intensivere Abkühlung auf Freiflächen mit Vegetation erfolgt. Dabei entstehen je nach Größe unterschiedliche Mengen an Kaltluft, welche als lokale Strömungssysteme Kalt-/Frischluft für den Siedlungsbereich liefern und dort die Wärmebelastung während sommerlicher Hitzeperioden abmildern können. Dargestellt wird eine windschwache, austauscharme sommerliche Wettersituation für die Monate Juli / August.

1.1 Untersuchungsgebiet und Gesamtplan Hightech Park

Der geplante Hightech Park befindet sich südwestlich der Stadt Magdeburg und umfasst ein ca. 1.128 ha großes Areal, das sich entsprechend der B-Pläne Nr. 353-2 „Eulenburg“ im Bereich Magdeburg (380 ha), „Über den Springen“ (531 ha) im Bereich Sülzetal und „Stemmerberg“ im Bereich Wanzleben (217 ha) in 3 Abschnitte aufteilt. Das gesamte Plangebiet befindet sich auf landwirtschaftlich genutzten Freiflächen zwischen den Ortschaften Wanzleben (1), Schleibnitz (2), dem Stadtteil Ottersleben der Stadt Magdeburg (3), Osterweddingen (4) sowie Sülzetal (5). Innerhalb des modellierten Untersuchungsgebietes fällt das Relief von ca. 142 m ü. NN im Nordwesten auf ca. 51,9 m ü. NN im Südosten und dementsprechend liegt im untersuchten Gebiet mit einem absteigenden Gefälle von Nordwesten ausgehend in östlich sowie südöstliche Richtung vor (**Abb. 1.2**).

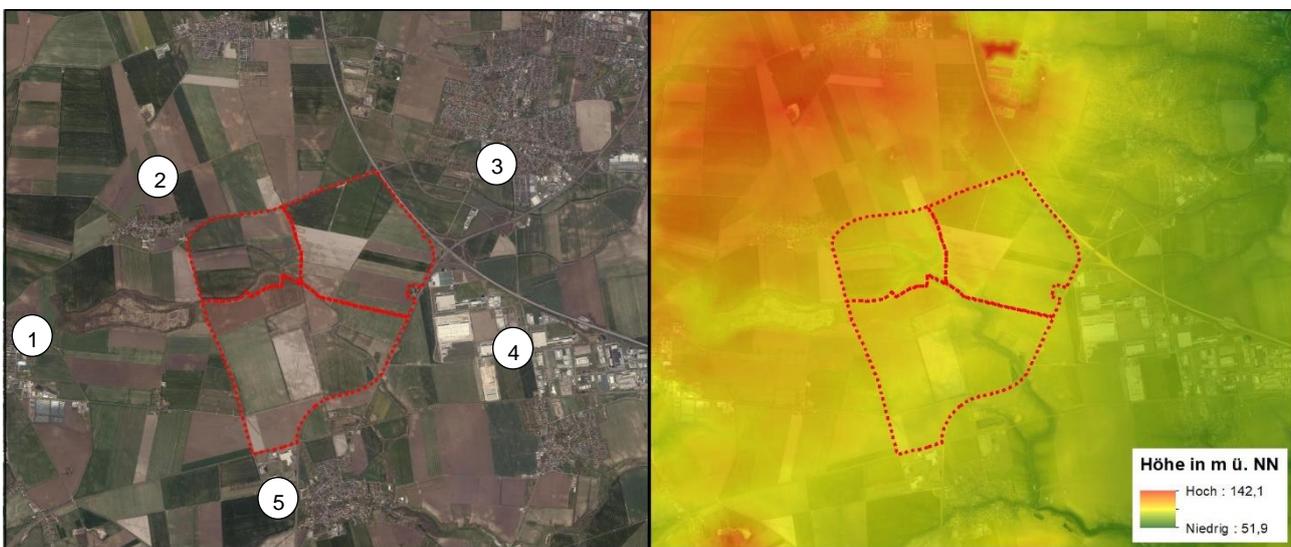


Abb. 1.2 Übersicht über das erweiterte Umfeld des Plangebietes.

Die geplanten Nutzungsänderungen durch den Hightech Park zeigt **Abb. 1.3**. Dementsprechend sind großflächige Nutzungsänderungen der zurzeit landwirtschaftlich genutzten Freiflächen in Gewerbeflächen mit einer GRZ von 0,8 bis 0,9 geplant. Darüber hinaus enthalten die Planungen ein Wegenetz bestehend aus Straßen- und Bahnverkehr. In zentraler Lage innerhalb des Plangebietes ist der Erhalt einer ca. 350 m breiten Grün- bzw. Freifläche geplant, die von Westen zentral in das Plangebiet hineinführt und Richtung Südost weiterverläuft.

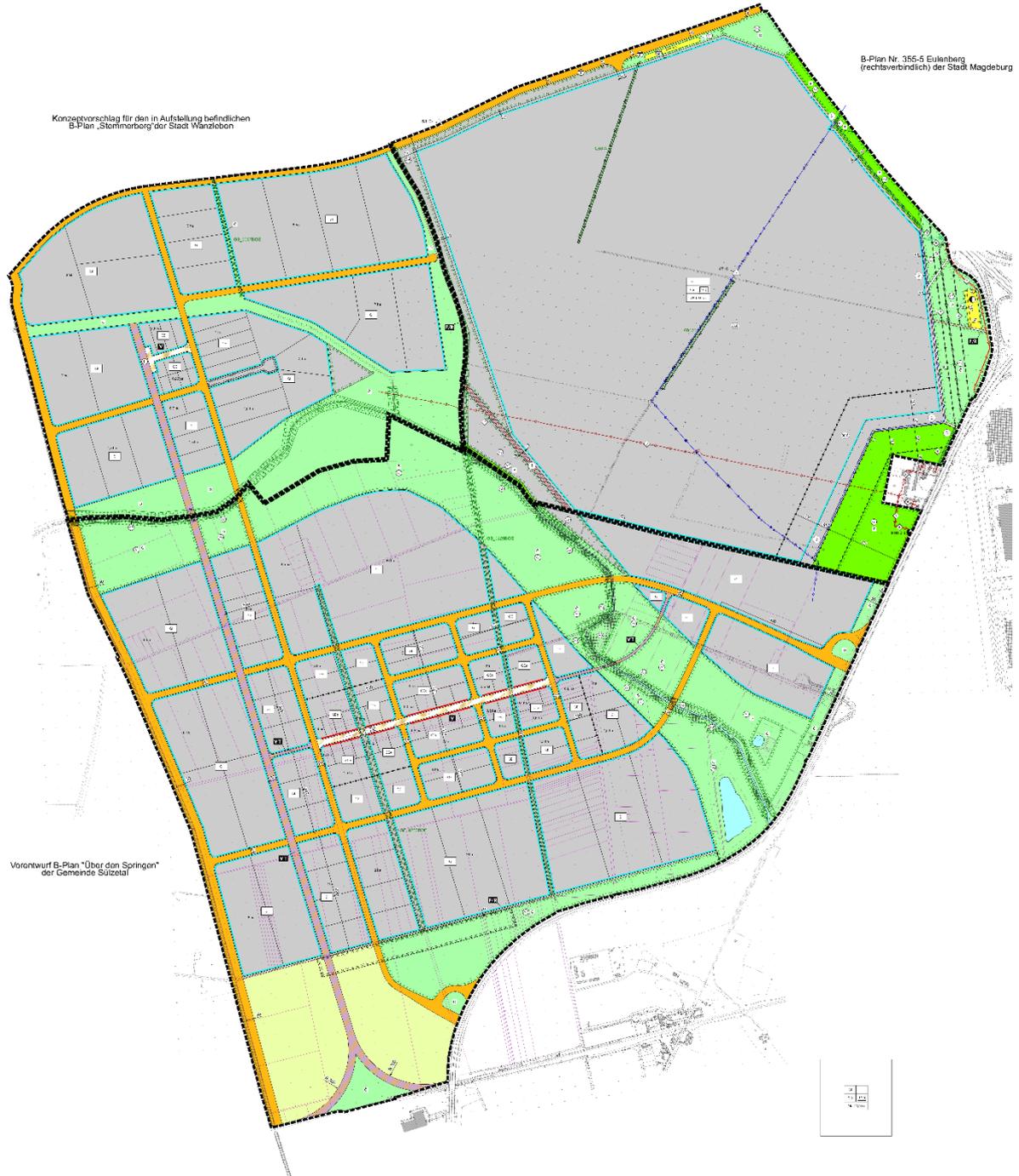


Abb. 1.3 Gesamtplan Hightech Park (o.a.; Stand 12.04.2023)

1.2 Bisherige Gutachten mit Klimafunktionskarte & Planungshinweiskarte Magdeburg (Stand 2013)

Aus dem Erstgutachten (GEO-NET 2008) geht hervor, dass die Umsetzungen der damaligen Planungen die Funktion der klimaökologischen Strukturen nicht beeinträchtigt und nur kleinräumige Beeinflussungen im Umfeld der Gewerbeflächen zu erwarten sind. Die Kaltluftleitbahnfunktionen im Umfeld des Plangebietes blieben demnach erhalten. Dennoch sei eine Reduzierung der Durchlüftungssituation in Langenweddingen/Sülzetal & Osterweddingen zu erwarten, die aufgrund der dörflichen, locker bebauten Struktur keine erheblichen Verschlechterungen des vorherrschenden Bioklimas zur Folge haben.

In der aktuellen Planung haben sich im Vergleich zum Stand von 2008 Änderungen in dem geplanten räumlichen Ausmaß des nun zu untersuchenden Plangebietes „Hightech Park“ ergeben. Bevor die vorhabenbedingten Auswirkungen auf das Bioklima modellbasiert ausgewertet werden, soll zunächst eine Einschätzung anhand der Klimafunktions- und Planungshinweiskarte der Stadt Magdeburg (GEO-NET 2013) erfolgen.

Aus der Klimafunktionskarte (s. **Abb. 1.5**, GEO-NET 2013) geht hervor, dass im Bereich des geplanten Hightech Parks eine größtenteils sehr hohe bis hohe Kaltluftlieferung von den Grün- und Freiflächen ausgeht. Dabei ist die Strömungsrichtung der Kaltluft dem natürlichen Gefälle (s. **Abb. 1.2**) entsprechend ausgerichtet und verläuft von Norden kommend in südöstliche Richtung zu den Ortschaften Sülzetal und Osterweddingen. Der Siedlungsraum in beiden Ortschaften unterliegen hauptsächlich einer günstigen bis sehr günstigen bioklimatischen Situation.

Dies bestätigt auch die Planungshinweiskarte (s. **Abb. 1.5**), die für den betroffenen Siedlungsraum hauptsächlich die Kategorien „keine oder geringe bioklimatische Belastung“ und „geringe bis mäßige bioklimatische Belastung“ darstellt. Damit einher geht auch die Bewertung der Grün- und Freiflächen im Bereich des Plangebietes. Aufgrund der günstigen bioklimatischen Situation in den angrenzenden Siedlungsflächen sowie der Entfernung zu den Siedlungsgebieten, wird diesen eine „geringe bioklimatische Bedeutung“ zugeordnet. Eine nennenswerte Ausnahme bildet eine vereinzelte Grünfläche im nordöstlichen Bereich des Plangebietes. Dieser wird aufgrund der Lage im Einzugsgebiet einer großflächigen Kaltluftströmung, die östlich von Ottersleben einen Luftaustauschbereich mit Siedlungsbezug darstellt, eine hohe bioklimatische Bedeutung zugeordnet.

Aufgrund der günstigen bioklimatischen Situation des an das Plangebiet angrenzenden Siedlungsraums mit seiner locker bebauten dörflichen Struktur, sowie der großen Anzahl von Grünflächen in unmittelbarer Umgebung ist eine Bebauung des Plangebietes mit vertretbaren bioklimatischen Auswirkungen auf den angrenzenden Siedlungsraum grundsätzlich möglich. Welche Folgen die Bebauung speziell für die Ortschaften Sülzetal und Osterweddingen sowie für den Kaltluftaustauschbereich im Bereich von Ottersleben hat, soll die weitere Auswertung der für den Planfall modellierten bioklimatischen Parameter klären.

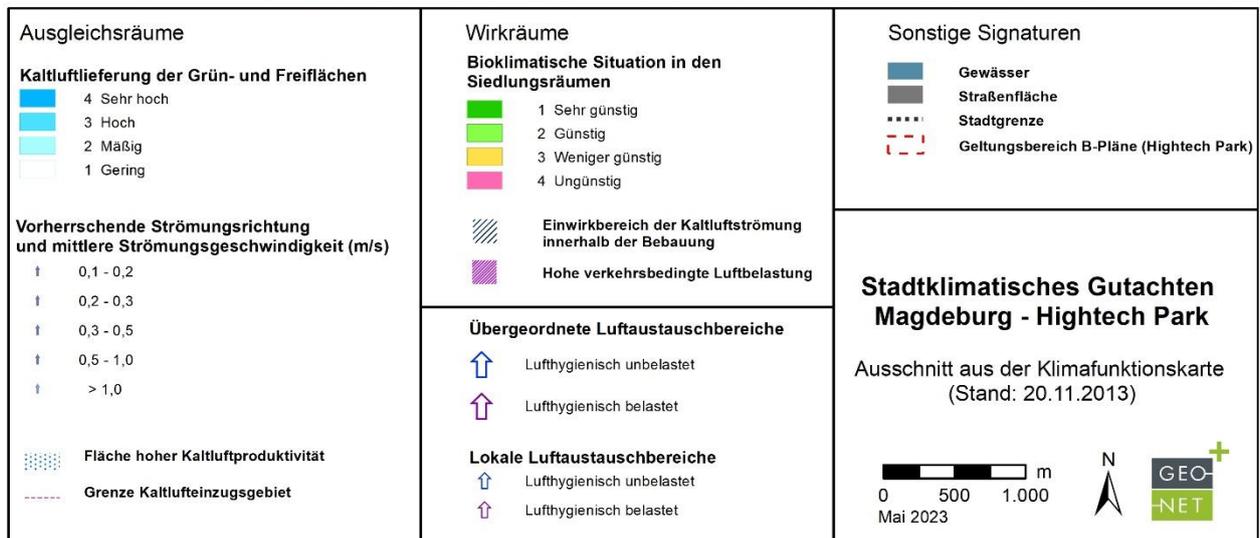
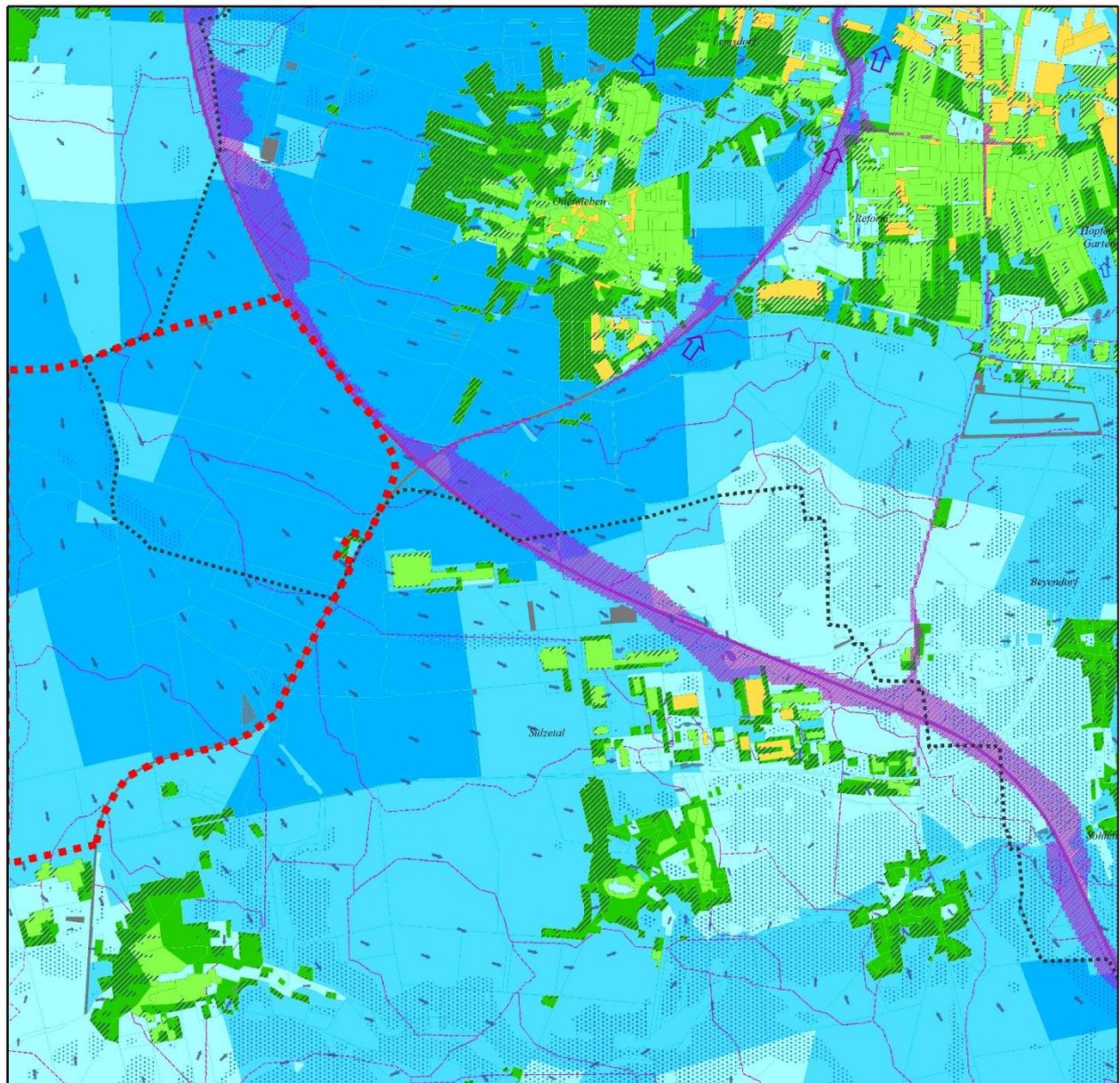
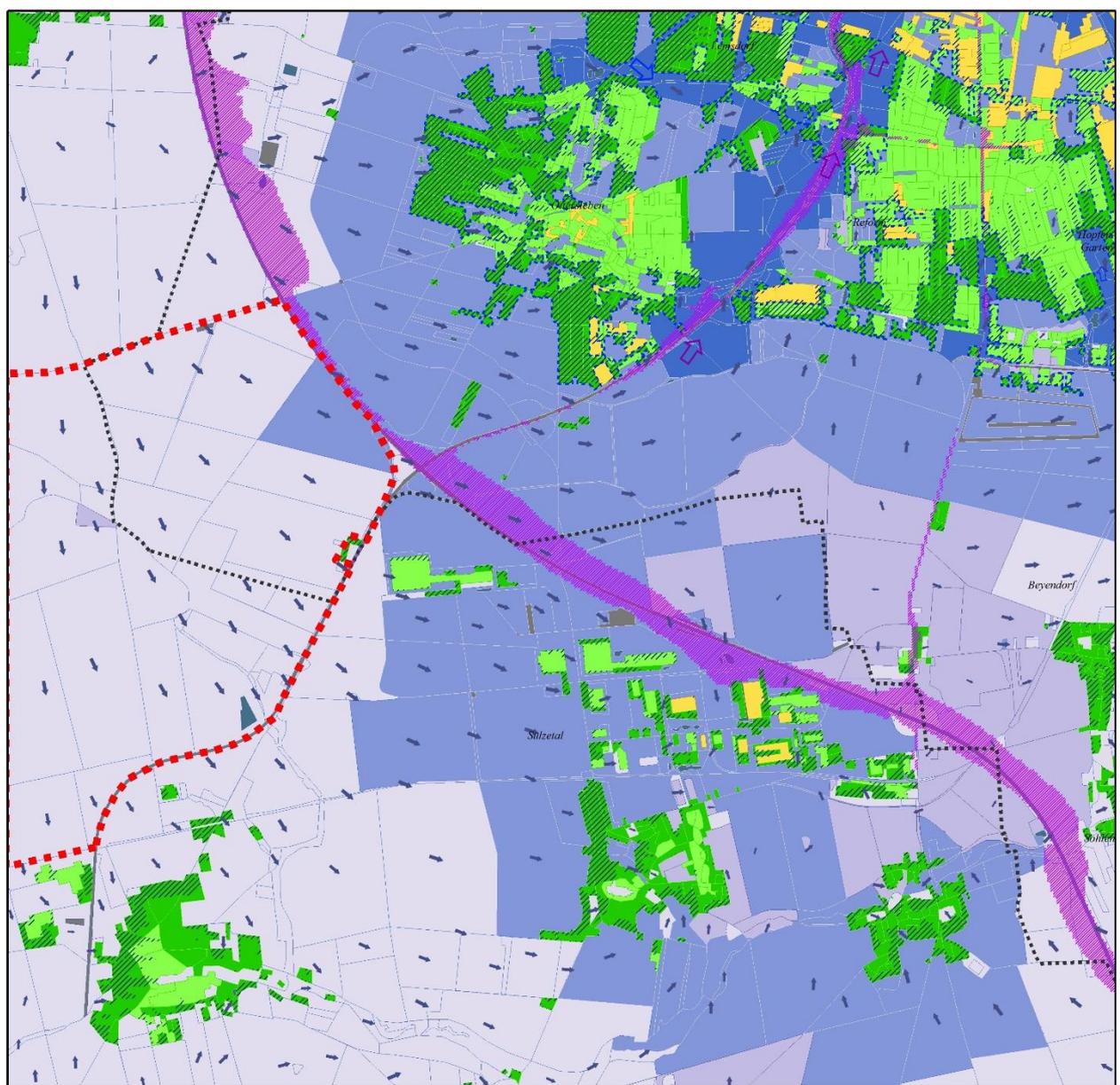


Abb. 1.4 Auszug aus der Klimafunktionskarte der Stadt Magdeburg (GEO-NET 2013).



<p>Siedlungsräume</p> <p>Hohe bis sehr hohe Belastung Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Keine weitere Verdichtung, Verbesserung der Durchlüftung und Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt aller Freiflächen, Entsiegelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen.</p> <p>Mäßige bis hohe bioklimatische Belastung Hohe Empfindlichkeit. Keine weitere Verdichtung, Verbesserung der Durchlüftung und Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt aller Freiflächen, Entsiegelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen.</p> <p>Geringe bis mäßige bioklimatische Belastung Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Umnutzungen bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Baukörperstellung beachten, Bauhöhen möglichst gering halten. Potenziell klimarelevante Funktion für angrenzende Besiedlung beachten.</p> <p>Keine oder geringe bioklimatische Belastung Mittlere Empfindlichkeit. Günstiges Bioklima erhalten. Baukörperstellung beachten, Bauhöhen möglichst gering halten. Klimarelevante Funktion für angrenzende Besiedlung beachten.</p> <p>Einwirkungsbereich der Kaltluftströmung innerhalb der Bebauung</p> <p>Hohe verkehrsbedingte Luftbelastung</p> <p>Bebautes Gebiet mit klimarelevante Funktionen</p>	<p>Grün- und Freiflächen</p> <p>Sehr hohe bioklimatische Bedeutung Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Vermeidung von Austauschbarrieren gegenüber bebauten Randbereichen, Emissionen reduzieren.</p> <p>Hohe bioklimatische Bedeutung Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung, Luftaustausch mit der Umgebung erhalten. Bei Eingriffen Baukörperstellung beachten sowie Bauhöhen gering halten.</p> <p>Mittlere bioklimatische Bedeutung Freiflächen mit mittlerem Einfluss auf Siedlungsgebiete. Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßvolle Bebauung aus bioklimatischer Sicht meist möglich.</p> <p>Geringe bioklimatische Bedeutung Freiflächen mit geringem Einfluss auf Siedlungsgebiete. Geringe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung.</p> <p>Kaltluftdynamik</p> <p>Dominierende Strömungsrichtung und mittlere Geschwindigkeit (m/s)</p> <p>↓ 0,1 - 0,2 ↓ 0,2 - 0,3 ↓ 0,3 - 0,5 ↓ 0,5 - 1,0 ↓ > 1,0</p> <p>Luftaustausch</p> <p>Übergeordnete Luftaustauschbereiche</p> <p>↑ Lufthygienisch unbelastet ↑ Lufthygienisch belastet</p> <p>Lokale Luftaustauschbereiche</p> <p>↑ Lufthygienisch unbelastet ↑ Lufthygienisch belastet</p>	<p>Sonstige Signaturen</p> <p>■ Gewässer</p> <p>■ Straßenfläche</p> <p>--- Stadtgrenze</p> <p>--- Geltungsbereich B-Pläne (Hightech Park)</p> <p>Stadtklimatisches Gutachten Magdeburg - Hightech Park</p> <p>Ausschnitt aus der Planungshinweiskarte (Stand: 20.11.2013)</p> <p>0 500 1.000 m</p> <p>Mai 2023</p> <p>GEO NET</p>
---	--	---

Abb. 1.5 Auszug aus der Planungshinweiskarte der Stadt Magdeburg (GEO-NET 2013).

2. Methode

2.1 Datengrundlage und Modellrechnung

Die Modellrechnungen wurden mit dem Strömungs- und Klimamodell FITNAH durchgeführt. Bei einem numerischen Modell wie FITNAH müssen zur Festlegung und Bearbeitung einer Aufgabenstellung eine Reihe von Eingangsdaten zur Verfügung stehen. Nutzungsstruktur und Geländehöhe sind wichtige Eingangsdaten für die Windfeldmodellierung, da über die Oberflächengestalt, die Höhe der jeweiligen Nutzungsstrukturen sowie deren Versiegelungsgrad das Strömungs- und Temperaturfeld entscheidend beeinflusst wird.

Die Aufbereitung der Modelleingangsdaten erfolgte auf Basis aktueller Geodaten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt, die außerdem anhand eines Luftbildes visuell geprüft wurden. Der derzeitige Istzustand wurde um ein Planszenario mit umgesetzter Nutzungsänderung ergänzt. Eine wichtige Modelleingangsgröße stellt zudem die Höhe der Baustrukturen dar, welche einen maßgeblichen Einfluss auf das lokale Windfeld ausübt. Da noch keine genaueren Planungen für die Blockflächen innerhalb des Plangebietes vorliegen, wurde mit dem Auftraggeber vereinbart einen Mischpixelansatz (s. Abb. 2.2) anzuwenden. Dabei wurde auf Basis der vorliegenden Unterlagen sowie in Absprache mit dem Auftraggeber die GRZ der einzelnen Blockflächen identifiziert und darauf aufbauend eine mögliche Aufteilung der im Modell verwendeten Nutzungsklassen abgeleitet. Die in Abb. 2.1

dunkelrot dargestellten Flächen entsprechen einer GRZ von 0,8, während die hellrote Fläche im Nordosten des Plangebietes einer GRZ von 0,9 entspricht. Durch die Anwendung des Mischpixelansatzes entspricht eine GRZ von 0,8 bereits einem sehr hohen Versiegelungsgrad mit hohem Bbauungsanteil. Daher unterscheiden sich die beiden angesprochenen Flächen nicht in ihrem Anteil an Gebäudebestand, sondern lediglich an der Gebäudehöhe (GRZ 0,8 = 30 m; GRZ 0,9 = 50 m) und der Aufteilung von unbebaut versiegelter Fläche und Grünflächen (s. Tabelle 1). Bei der Bewertung der Ergebnisse ist in der Folge immer zu beachten, dass die Modellierungen auf dem Mischpixelansatz basieren und keinen realitätsnahen Gebäudestrukturen erfassen. Dadurch entsteht in diesem Fallbeispiel innerhalb des Plangebietes eine verstärkte Auswirkung auf die Windverhältnisse und den nächtlichen Luftaustausch. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Klimasimulation erläutert, wobei die folgenden Abbildungen eine windschwache Sommernacht als „Worst-Case“-Situation repräsentieren.

Tabelle 1: Aufteilung der Nutzungsklassen im Mischpixelansatz.

	GRZ 0.8	GRZ 0.9
Nutzungsklasse	(Anteil in %)	(Anteil in %)
Gebäude	60	60
unbebaut versiegelt	20	30
Rasen	10	5
Baum ü. Rasen	10	5

Gewerbegebiet

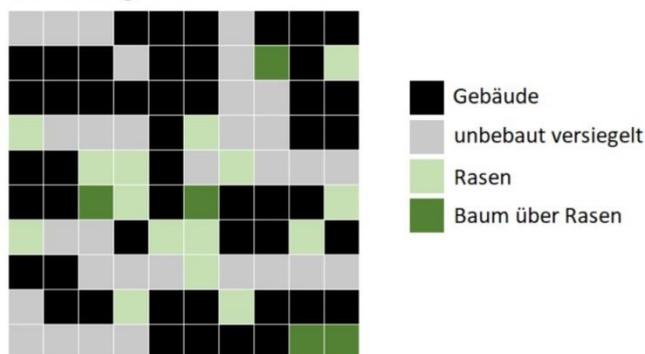


Abb. 2.2: Mischpixelansatz mit randomisierter Verteilung der Nutzungsklassen.



Abb. 2.1: Übersicht über die GRZ im Plangebiet (dunkelrot: 0,8; helles rot: 0,9)

2.2 Synoptische Rahmenbedingungen

Während sogenannter autochthoner („eigenbürtiger“) Wetterlagen können sich die lokalklimatischen Besonderheiten in einer Stadt besonders gut ausprägen, da es nur eine geringe „übergeordnete“ Windströmung gibt. Eine solche Wetterlage wird durch wolkenlosen Himmel und einen nur sehr schwachen überlagernden synoptischen Wind gekennzeichnet. Bei den hier durchgeführten numerischen Simulationen werden die großräumigen Rahmenbedingungen entsprechend festgelegt:

- Bedeckungsgrad 0/8,
- Kein überlagernder geostrophischer Wind,
- Relative Feuchte der Luftmasse 50%.

Die vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten bei einer austauscharmen Wetterlage bedingen einen herabgesetzten Luftaustausch in der bodennahen Luftschicht. Bei gleichzeitiger Wärmebelastung in den Siedlungsflächen können sich lokal bioklimatische und lufthygienische Belastungsräume ausbilden. Diese Wetter-situation stellt damit ein „Worst-Case“-Szenario dar. Charakteristisch für diese (Hochdruck-) Wetterlage ist die Entstehung eigenbürtiger Kaltluftströmungen (Flurwinde), die durch den Temperaturgradienten zwischen kühlen Freiflächen und wärmeren Siedlungsräumen angetrieben werden und zu einem Abbau der Belastungen beitragen.

2.3 Standardisierung des Parameters Kaltluftvolumenstrom

Für die qualitative Bewertung von Klimafaktoren bedarf es eines begründeten, nachvollziehbaren Maßstabes, aufgrund welcher Kriterien eine Klassifizierung in Kategorien wie „Hoch“ und „Niedrig“ oder „Günstig“ und „Ungünstig“ erfolgt ist. In der VDI-Richtlinie 3785 Blatt 1 (VDI 2008) wird daher vorgeschlagen, für eine Beurteilung das lokale oder regionale Wertenniveau einer Klimaanalyse zugrunde zu legen und die Abweichung eines Klimaparameters von den mittleren Verhältnissen im Untersuchungsraum als Bewertungsmaßstab heranzuziehen.

Wünschenswert wäre zudem, die Beurteilungskriterien sowohl mit der Ausprägung zusätzlich modellierter Variablen als auch mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen vergleichen zu können. Um eine solche Vergleichbarkeit herzustellen, werden der Parameter Kaltluftvolumenstrom über eine z-Transformation standardisiert¹. Bei einer z-Transformation wird das arithmetische Gebietsmittel des Parameters zunächst gleich Null gesetzt, anschließend werden die Originalmaßeinheiten der um dieses Gebietsmittel streuenden Werte in Vielfache der Standardabweichung umgerechnet. Hieraus ergeben sich vier Bewertungskategorien, deren Abgrenzung durch den Mittelwert Null sowie die einfache positive und negative Standardabweichung von diesem Mittelwert festgelegt ist (s. **Abb. 2.3**).

¹ Rechnerisch wird dabei von jedem Ausgangswert der Variablen das arithmetische Gebietsmittel abgezogen und durch die Standardabweichung aller Werte geteilt

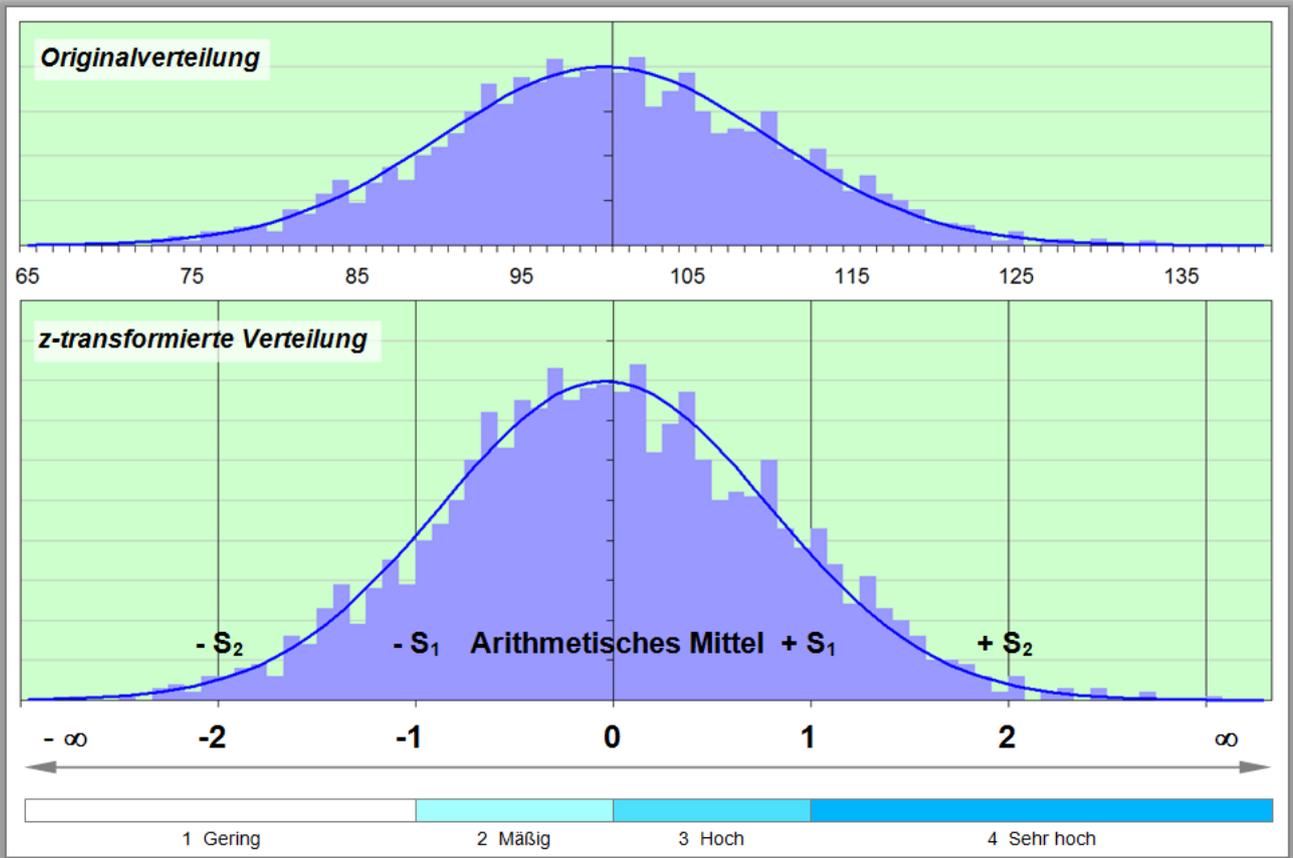


Abb. 2.3 Beurteilung des Wertenniveaus des Kaltluftvolumenstroms anhand der Abweichung von den mittleren Verhältnissen im Untersuchungsgebiet.

3. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der FITNAH-Modellierung zu den meteorologischen Parametern Lufttemperatur, Kaltluftströmungsgeschwindigkeit und Kaltluftvolumenstrom erläutert. Die Ergebnisse werden für den Istzustand als Basisszenario sowie den Planvarianten für die zweite Nachthälfte (Kaltfluthaushalt um 4 Uhr morgens) dargestellt. Als meteorologische Rahmenbedingung wurde eine austauscharme Wetterlage zugrunde gelegt, da sich die stadtklimatischen Effekte vor allem während windschwacher Strahlungswetterlagen im Sommer entwickeln. Auslöser dieser Prozesse sind die Temperaturunterschiede zwischen den überwärmten Siedlungsräumen und den kühleren vegetationsgeprägten bzw. un bebauten Flächen. Der 4 Uhr MEZ Zeitpunkt wurde gewählt, da sich die Luftaustauschprozesse zwischen dem Umland und den Siedlungsflächen zu diesem Zeitpunkt vollständig ausgebildet haben. Die sommerliche Wärmebelastung während der Tagesstunden wird über die Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) dargestellt und in einem eigenen **Kapitel 3.2** beschrieben. In Abgrenzung zur Lufttemperatur handelt es sich hierbei um die tatsächlich empfundene Temperatur. Ihre Ausprägung wird vor allem über die Intensität der Sonneneinstrahlung bestimmt.

3.1 Ergebnisse Kaltfluthaushalt

3.1.1 Lufttemperatur

Allgemeines: Der Tagesgang der Lufttemperatur ist hauptsächlich abhängig von der Strahlungsbilanz eines Standortes und zeigt daher in der Regel einen ausgeprägten Abfall während der Abend- und Nachtstunden. Das Temperaturminimum wird in der Regel kurz vor Sonnenaufgang erreicht. Das Ausmaß der Abkühlung kann dabei – je nach den meteorologischen Verhältnissen, der Lage des Standorts und den landnutzungsabhängigen physikalischen Boden- und Oberflächeneigenschaften – große Unterschiede aufweisen, so dass sich bereits auf kleinem Raum ein differenziertes Temperaturfeld mit mehr als 8 K Temperaturabweichung zwischen den abgekühlten Grün- und Freiflächen sowie den wärmeren Siedlungsflächen einstellen kann. Besonders auffällig dabei ist das thermische Sonderklima der Siedlungsräume. Die in Städten gegenüber dem Umland modifizierten klimatischen Verhältnisse lassen sich auf einige wesentliche Faktoren zurückführen. Hierzu gehören:

- die erhöhte Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit der Boden- und Oberflächeneigenschaften
- die durch die Geometrie der städtischen Baukörper vergrößerte strahlungsabsorbierende Oberfläche
- die herabgesetzte Verdunstung durch die direkte Einleitung des Niederschlagswassers in die Kanalisation oder die Vorflut
- die über die vermehrte Emission von Gasen und Aerosolen zugunsten eines langwelligen Strahlungsgewinns veränderte Strahlungsbilanz (lokaler Treibhauseffekt)
- die Wirkung der Stadt als Strömungshindernis mit hoher aerodynamischer Rauigkeit und die damit verbundene Behinderung der Durchlüftung und des Luftaustausches mit dem Umland
- die erhöhte anthropogen bedingte Wärmeproduktion.

Damit ist das Ausmaß der Temperaturabweichung im Siedlungsbereich vor allem abhängig von der Größe der Stadt und der Dichte der Überbauung. Doch auch die Luftvolumina über grüneprägten Flächen weisen untereinander keinen einheitlichen Wärmezustand auf.

Die Abkühlungsrate von natürlichen Oberflächen wird insbesondere von ihren thermischen Bodeneigenschaften (u.a. ihrer Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität) sowie von eventuell vorhandenen Oberflächenbedeckungen (Bewuchs, Laubstreu usw.) bestimmt.

Das Relief (Exposition, Geländeneigung) und die Lage im Mosaik der Nutzungen und ihrer dynamischen Luftaustauschprozesse üben einen weiteren Einfluss aus. Eine Sonderstellung nehmen Wald-, Gehölz- und Gewässerflächen ein. Der gedämpfte, insgesamt vermittelnde Tagesgang der Temperatur im Wald beruht zu einem großen Teil auf dem zweischichtigen Strahlungsumsatz zwischen Atmosphäre und Kronendach sowie zwischen Kronendach und Stammraum. Größere Waldgebiete haben eine klimatische Ausgleichsfunktion und filtern zudem Luftschadstoffe. Während tagsüber durch Verschattung und Verdunstung relativ niedrige Temperaturen bei hoher Luftfeuchtigkeit im Stammraum vorherrschen, treten nachts in 2 m Höhe, im Vergleich zu nicht mit Gehölz bestandenen Grünflächen, eher milde Temperaturen auf. Stadtnahe Wälder können daher auch am Tage kühlere Luft zugunsten des Siedlungsraumes erzeugen.

Die Ermittlung des bodennahen Temperaturfeldes ermöglicht es, überwärmte Bereiche mit potenziellen bioklimatischen Belastungen abzugrenzen, Aussagen zum Auftreten von Ausgleichsströmungen zu treffen und die räumliche Ausprägung und Wirksamkeit von Kalt- bzw. Frischluftströmungen abzuschätzen. Denn ein erholsamer Schlaf ist nur bei günstigen thermischen Bedingungen möglich, weshalb der Entlastungssituation in den Nachtstunden eine besondere Bedeutung zukommt. Da die klimatischen Verhältnisse der Wohnungen in der Nacht im Wesentlichen nur durch den Luftwechsel modifiziert werden können, ist die Temperatur der Außenluft der entscheidende Faktor bei der Bewertung der thermophysiologicalen Belastung. Entsprechend spiegelt die Beurteilung des Bioklimas in den Nachtstunden weniger die thermische Beanspruchung des Menschen im Freien wider, als vielmehr die positive Beeinflussbarkeit des nächtlichen Innenraumklimas.

Basisszenario

Das mit dem Klimamodell FITNAH für den Istzustand simulierte Lufttemperaturfeld in 2 m über Grund zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens umfasst unter den angenommenen meteorologischen Rahmenbedingungen eine Spannweite von etwa 8,1 Kelvin (K) und erreicht dabei Werte zwischen 12,9 °C und 21,0 °C. Die mittlere Temperatur des Untersuchungsgebietes liegt bei ca. 15,2°C.

Die Temperaturverteilung ist räumlich differenziert, da Areale mit Wohnbebauung, Verkehrsanlagen sowie Grünflächen unterschiedliche Boden- und Oberflächeneigenschaften aufweisen. **Abb. 3.1** (S. 16) zeigt das mit dem Klimamodell FITNAH simulierte Temperaturfeld in 2 m über Grund zum Zeitpunkt 4 Uhr für den derzeitigen Istzustand als Basisszenario. Die höchsten Temperaturen von > 19,0 °C treten in den gewerblich genutzten Bereichen auf. Dies geht mit dem überdurchschnittlichen Bauvolumen und oft hoher Oberflächenversiegelung einher, da hier die nächtliche Abkühlung durch die Wärme speichernden Materialien wie Beton und Stein deutlich reduziert wird. Aufgrund ihrer hohen Wärmespeicherkapazität wird hier die tagsüber aufgenommene Strahlungsenergie bis tief in die Nacht in Form von Wärmeenergie an die Umgebung abgeben. Dazu zählen bspw. die im Süden an das Plangebiet angrenzenden Blockflächen der Ortschaft Sülzetal sowie die Gewerbeflächen östlich an das Plangebiet angrenzend. Die übrigen Siedlungsflächen aller an das Plangebiet angrenzenden Ortschaften unterliegen einer günstigen bioklimatischen Situation mit Temperaturwerten zwischen 14 bis maximal 18 °C. Dabei sind die Maximalwerte in den Siedlungsflächen größtenteils auf den

Straßenraum begrenzt und auf die lokale Versiegelung zurückzuführen. Auch im Bereich von Gewässern treten darüber hinaus erhöhte Temperaturen gegenüber den Grünflächen auf. Dies ist auf die erhöhte Wärmespeicherkapazität von Gewässern zurückzuführen, welche zur Folge hat, dass die tagsüber aufgenommene Energie zeitlich versetzt wieder an die Umgebung in Form von Wärme abgegeben wird. Allgemein zeichnet sich der Großteil des modellierten Untersuchungsraums durch einen hohen Grün- bzw. Freilandanteil aus. Auf diesen Flächen findet eine intensive nächtliche Wärmeausstrahlung mit entsprechender Abkühlung der darüber lagernden Luft statt. Mit Baum bestandene Grünflächen, wie westlich des Gebietes „Fauler See“ sowie der kleine Bereich zentral im Plangebiet liegend, weisen gegenüber Grünflächen ohne Baumbestand ein erhöhtes Temperaturfeld mit Werten bis zu 18 °C auf. Hier werden die tagsüber gebildeten warmen Luftmassen unter den Baumkronen aufgestaut, was einer stärkeren nächtlichen Auskühlung entgegenwirkt.

Planszenario

Das Temperaturfeld in 2 m Höhe für den Planzustand ist in **Abb. 3.2** dargestellt. Mit der Realisierung des Hightech-Parks gibt es innerhalb des Plangebietes einen starken Anstieg des nächtlichen Temperaturfeldes. Durch die Überbauung der vorherigen Freiflächen werden großflächig Temperaturwerte erreicht, die mit denen der bisherigen im Untersuchungsgebiet liegenden Gewerbegebiete zu vergleichen sind. Dabei liegen die absoluten Erhöhungen der Temperaturen bei Werten > 2,0 °C bis 4,0 °C. Das Wertenniveau des nahezu gesamten Plangebietes liegt damit bei Werten zwischen 18,0 und 19,1 °C. Positive Ausnahme mit einem kühleren Temperaturniveau bildet die zentral verlaufende Grünachse sowie weitere erhaltene Grünflächen im Randbereich des Plangebietes (ca. 14 °C bis 16 °C).

Differenzen und Zwischenfazit

Die Abweichungen zwischen dem Planszenario und dem Basisszenario sind in **Abb. 3.3** als Absolutwerte dargestellt. Die Beschreibung von Temperaturdifferenzen in der Wissenschaft erfolgt üblicherweise in der Einheit Kelvin (K). Im Sinne eines guten Verständnisses der Karten werden die Differenzen in °C angesprochen, welche mit Kelvin gleichgesetzt werden können.

Im Planszenario liegen diese in einer Größenordnung von -2,0 °C bis 6,0 °C. Durch Versiegelung der bisherigen landwirtschaftlich genutzten Flächen und dem hohen Gebäudebestand treten dabei flächendeckend innerhalb aller Blockflächen die zukünftig bebaut werden sollen starke Temperaturerhöhungen auf. Damit verbunden ist auch ein Temperaturanstieg im Bereich der zentralen Grünachse sowie weiterer an das Plangebiet angrenzender Grünflächen. Nördlich des Plangebietes kommt es dagegen zu einer Reduzierung der Temperaturwerte. Diese ist auf die vom Planfall ausgehende reduzierte Windgeschwindigkeit in diesem Bereich zurückzuführen (s. Kapitel 3.1.2), was einen reduzierten Abfluss von Kaltluft in der Nacht zur Folge hat. Eine vergleichbare Situation zeichnet sich ebenfalls im Bereich der Straße „Siedlung Baumschule“ ab, südlich der Autobahn-Anschlussstelle Magdeburg-Sudenburg. Insgesamt treten somit keine signifikant erhöhten Temperaturwerte im bewohnten Siedlungsbereich auf.

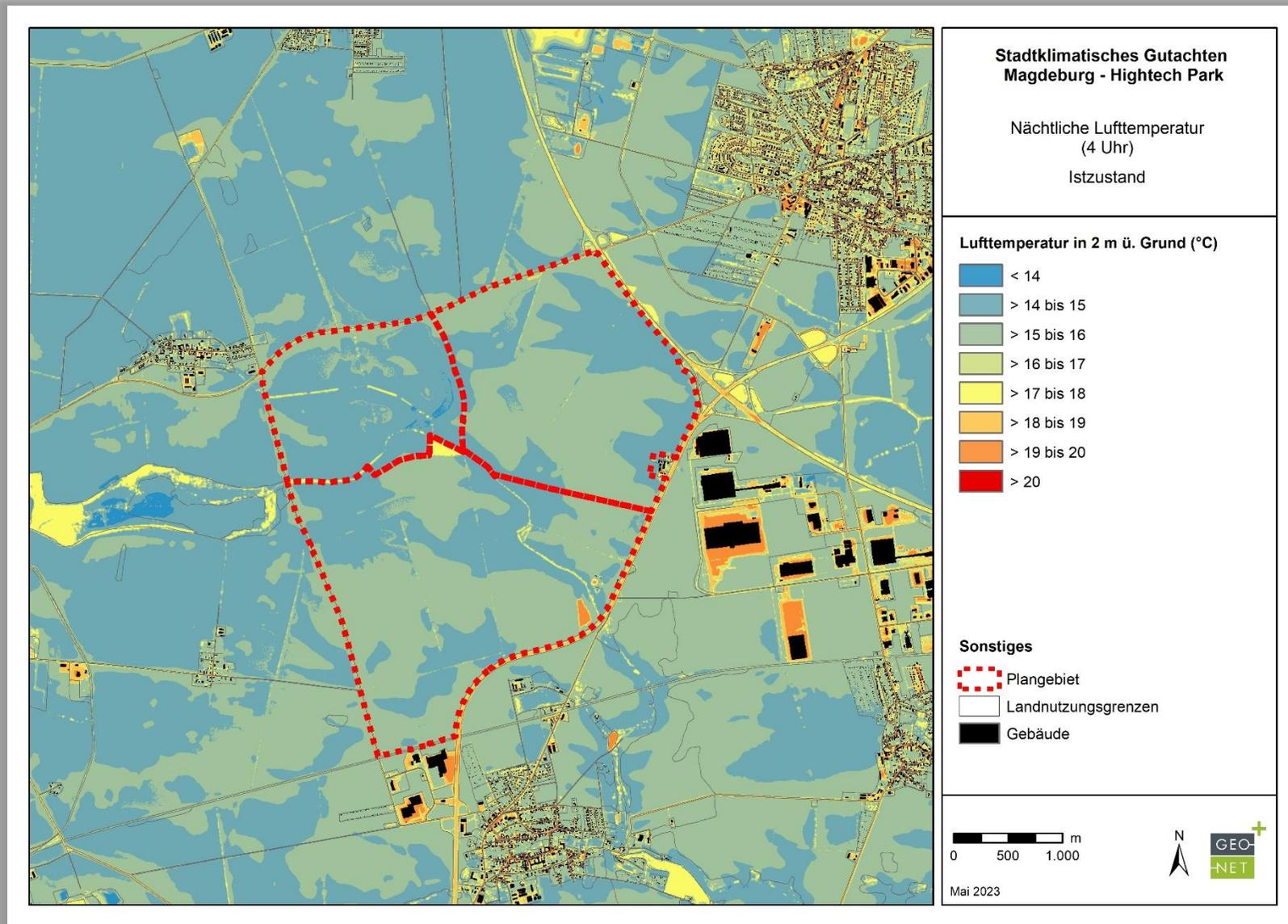


Abb. 3.1 Nächtliches Temperaturfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Istzustand (2 m über Grund in °C).

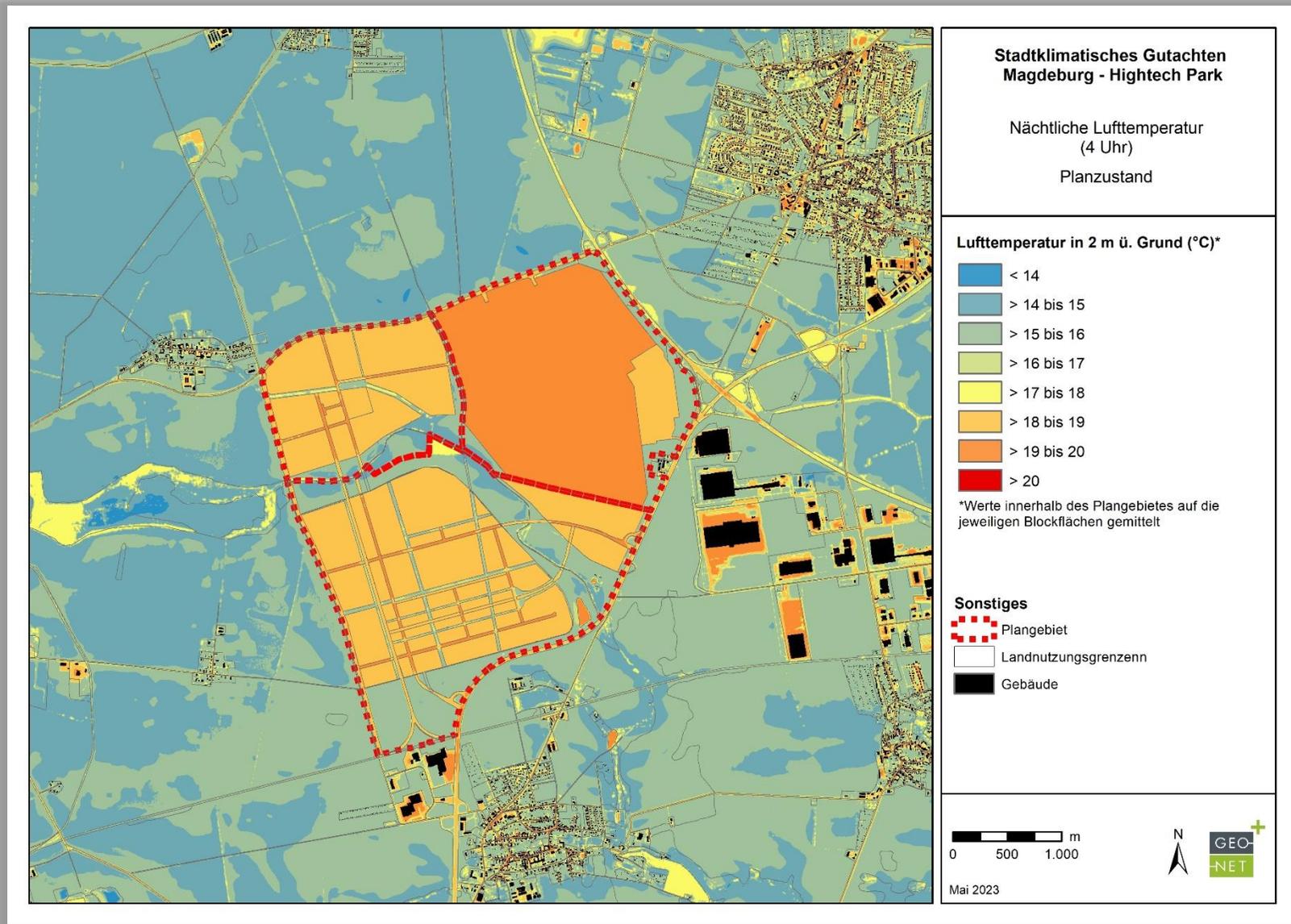


Abb. 3.2 Nächtliches Temperaturfeld im Planszenario zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m über Grund in °C).

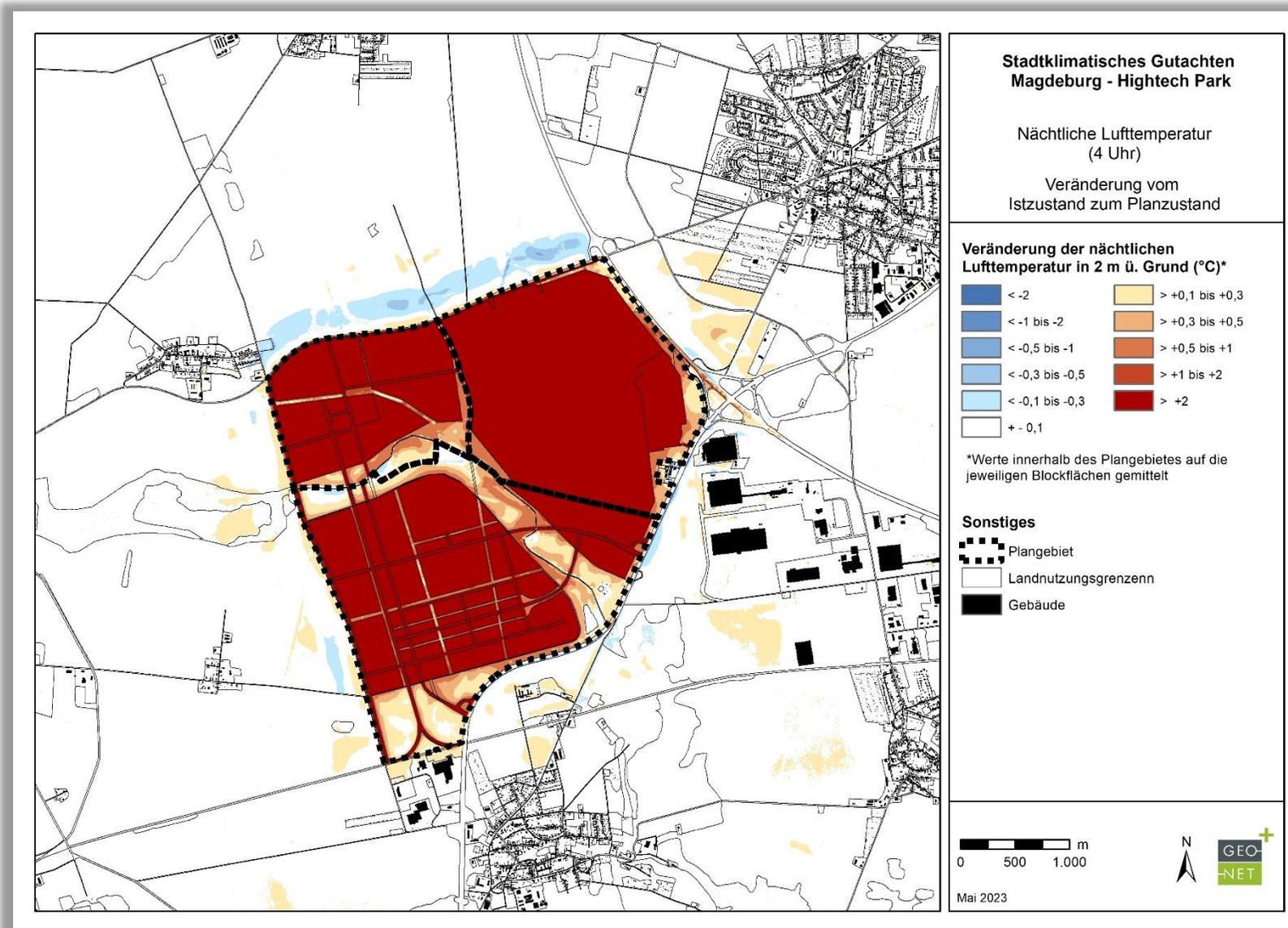


Abb. 3.3 Abweichung des nächtlichen Temperaturfeldes zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.

3.1.2 Kaltluftströmungsfeld

Allgemeines

Die bodennahe Temperaturverteilung bedingt horizontale Luftdruckunterschiede, die wiederum Auslöser für lokale thermische Windsysteme sind. Ausgangspunkt dieser Prozesse sind die nächtlichen Temperaturunterschiede, die sich zwischen Siedlungsräumen und vegetationsgeprägten Freiflächen bzw. dem Umland einstellen (**Abb. 3.4**). An den geneigten Flächen setzt sich außerdem abgekühlte und damit schwerere Luft in Richtung zur tiefsten Stelle des Geländes in Bewegung. So können z.B. an Hängen nächtliche Kaltluftabflüsse entstehen (u.a. Mosimann et al. 1999).

Die Windgeschwindigkeit dieses kleinräumigen Phänomens wird in erster Linie durch das Temperaturdefizit zur umgebenden Luft bestimmt und durch eine vorhandene Neigung des Geländes $> 1^\circ$ verstärkt. Neben den durch die Geländeform bedingten Strömungen mit Kaltluftabflüssen bilden sich auch so genannte Flur-/Strukturwinde, d.h. eine direkte Ausgleichsströmung vom hohen zum tiefen Luftdruck, aus. Sie entstehen, wenn sich stark überbaute oder versiegelte Gebiete stärker erwärmen als umliegende Freiflächen, und dadurch ein thermisches Tief über den urbanen Gebieten entsteht (u.a. KIESE et al. 1992).

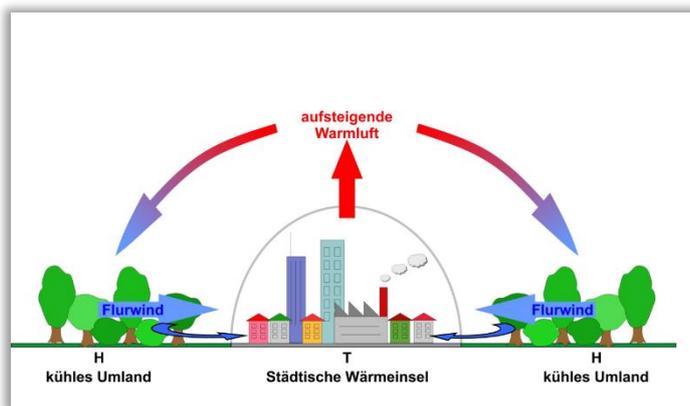


Abb. 3.4 Prinzipskizze Flurwind

Für die Ausprägung dieser Strömungen ist es wichtig, dass die Luft über eine gewisse Strecke beschleunigt werden kann und nicht durch vorhandene Hindernisse wie dichte Baumbestände und Bauten abgebremst wird. Die Flur-/Strukturwinde sind eng begrenzte, oftmals nur schwach ausgeprägte Strömungsphänomene, die bereits durch einen schwachen überlagernden Wind (d.h. die großräumige Windströmung in der Höhe) überdeckt werden können. Die landnutzungstypischen Temperaturunterschiede beginnen sich schon

kurz nach Sonnenuntergang herauszubilden und können die ganze Nacht über andauern. Dabei erweisen sich insbesondere Wiesen- und Ackerflächen als kaltluftproduktiv. Abhängig von den Oberflächeneigenschaften und Abkühlungsraten geht damit die rasche Entwicklung von Kaltluftströmungen einher, die zunächst vertikal nur von geringer Mächtigkeit (5-10 m Schichthöhe) sind und sich zwischen der Vielzahl der unterschiedlich temperierten Flächen ausbilden. Diese kleinskaligen Windsysteme werden, je nach lokalen Bedingungen, im Laufe der Nacht von horizontal und vertikal etwas mächtigeren Flur- und Hangwinden (mehrere Dekameter Mächtigkeit) überdeckt, die zwischen den großen Freiflächen und überbauten Arealen entstehen.

Die Ergebniskarten stellen das zum nächtlichen Analysezeitpunkt 04:00 Uhr ausgeprägte Kaltluftströmungsfeld in zwei Ebenen dar. Die Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit wird über die Pfeilrichtung und Pfeillänge in Form von Vektoren abgebildet, wobei die Pfeile der Karte für eine übersichtlichere Darstellung auf 30 m aggregiert worden sind. Die unterlegten Rasterzellen stellen zudem die Windgeschwindigkeit flächenhaft in Farbstufung dar. Die Werte beziehen sich auf eine Analysehöhe von 2 m über Grund. Abgebildet sind alle Zellen des ursprünglichen Rasters, für die aufgrund einer modellierten Mindestwindgeschwindigkeit von $\geq 0,1$ m/s und unter Berücksichtigung der gebietstypischen Ausprägung eine potenzielle klimaökologische Wirksamkeit angenommen werden kann.

Basisszenario

Die vorliegende Untersuchung geht der Frage nach, inwieweit sich die Umsetzung des Bauvorhabens auf den lokalen Luftaustausch auswirken wird. **Abb. 3.5** zeigt die Strömungsgeschwindigkeit des modellierten Windfeldes für das Basisszenario, das sich während einer sommerlichen, windstillen Strahlungswetternacht eigenbürtig ausbildet. Die Strömungsrichtung der Kaltluft wird sowohl durch den Temperaturgradienten hin zu den wärmeren Siedlungsflächen als auch durch das Relief bestimmt. Wie in **Kapitel 1.1** beschrieben, sinkt das Relief im Umfeld des Plangebietes von Nordwest / West nach Südost / Ost ab.

Insgesamt ist zu beobachten, dass sich in den Bereichen der großen landwirtschaftlich genutzten Grün- und Freiflächen verhältnismäßig stark ausgeprägte Kaltluftabflüsse bilden (bis zu 1,0 m/s). Diese strömen aus nördlicher Richtung kommend in das Plangebiet hinein und driften im nördlichen Bereich des Plangebietes in den Osten, sowie im weiteren Verlauf des Plangebietes in südöstliche Richtung ab. Damit bestätigt sich die in der Planungshinweiskarte geschilderte Bildung des Kaltluftaustauschbereichs östlich des Stadtteils Ottersleben, nordöstlich des Plangebietes. Ebenfalls profitieren von den Kaltluftabflüssen aus dem Plangebiet die hauptsächlich westlich der Ortschaft Osterweddingen gelegenen Gewerbegebiete, der Bereich „Siedlung Baumschule“ sowie der nördliche Bereich der Ortschaft Sülzetal. Im Gegensatz zu einer austauschstarken „mittleren“ Wettersituation, bei der der Wind Blätter und Äste in den Bäumen bewegt, sind diese Windströmungen von bis zu 1,0 m/s maximal als kühler Luftzug auf der Haut wahrnehmbar.

Insgesamt ist festzuhalten, dass das Untersuchungsgebiet über einen sehr hohen Anteil an Grün- und Freiflächen auch außerhalb des Plangebietes verfügt, von denen flächendeckend Kaltluftströmungen für die im Umfeld des Plangebietes liegenden Siedlungsbereiche ausgehen.

Planszenario

Das nächtliche Strömungsfeld für das Planszenario zeigt **Abb. 3.6**. Aufgrund der baulichen Änderungen innerhalb des Plangebietes kommt es dabei zu einer lokalen Veränderung der Durchlüftungssituation, die sich außerhalb des Plangebietes hauptsächlich auf nördlich und südöstlich angrenzende Bereiche auswirkt. Durch die geplante Bebauung kommt es zu einer großflächigen Barrierewirkung auf das bodennahe Windfeld, wodurch eine Durchlüftung innerhalb des Plangebietes nahezu vollständig ausbleibt. Dadurch wird im Bereich nördlich des Plangebietes das Windfeld durch die Barrierewirkung der Bebauung aufgestaut, während im südöstlichen Bereich die verminderte Windgeschwindigkeit auf die reduzierte Durchlüftung des Plangebietes zurückzuführen ist. Positiv zu erwähnen ist der Erhalt der zentral verlaufenden Grünfläche, die eine erkennbare Funktion als Kaltluftleitbahn einnimmt und vor allem für die Durchlüftungssituation innerhalb des Plangebietes eine hohe Bedeutung besitzt.

Die Bildung des bereits erwähnten Kaltluftaustauschbereichs nordöstlich des Plangebietes wird von dem Planvorhaben nicht signifikant beeinträchtigt. Auch für die Aufrechterhaltung der guten Durchlüftungssituation der angrenzenden Ortschaften sind weiterhin ausreichend Freiflächen vorhanden.

Differenzen und Zwischenfazit

Die Differenzenabbildung macht die Beeinflussung des Kaltluftströmungsfeldes noch besser sichtbar (**Abb. 3.7**). Orange kennzeichnet eine Abnahme der Geschwindigkeit gegenüber dem Basisszenario, die grünen Farben eine Zunahme.

Die geplante Bebauung führt außerhalb des Plangebietes zu einer örtlichen Abwandlung der bodennahen Windgeschwindigkeiten um signifikante Werte größer 0,2 m/s. Wie beschrieben treten diese vor allem auf den Freiflächen nördlich, östlich sowie südöstlich des Plangebietes auf. Darüber hinaus sind auch gewerblich

genutzte Siedlungsflächen westlich der Ortschaft Osterweddingen sowie nördlich der Ortschaft Sülzetal betroffen. Der einzig bewohnte Siedlungsraum in dem reduzierte nächtliche Windgeschwindigkeiten auftreten ist der Bereich „Siedlung Baumschule“, der unmittelbar im Westen an das Plangebiet angrenzt.

Abschließend kann festgehalten werden, dass es durch das Planvorhaben zwar zu einer großflächigen Beeinflussung des bodennahen Strömungsfeldes und der Strömungsgeschwindigkeit kommt. Der Einfluss auf angrenzende Wohnbebauung fällt allerdings mit dem Bereich „Siedlung Baumschule“ verhältnismäßig gering aus. Einhergehend mit den Ergebnissen aus **Kapitel 3.1.1** sind darüber hinaus keine negativen Auswirkungen auf den genannten Siedlungsbereich sowie generell keine regionalen Auswirkungen auf die Durchlüftungssituation der anliegenden Ortschaften zu erwarten.

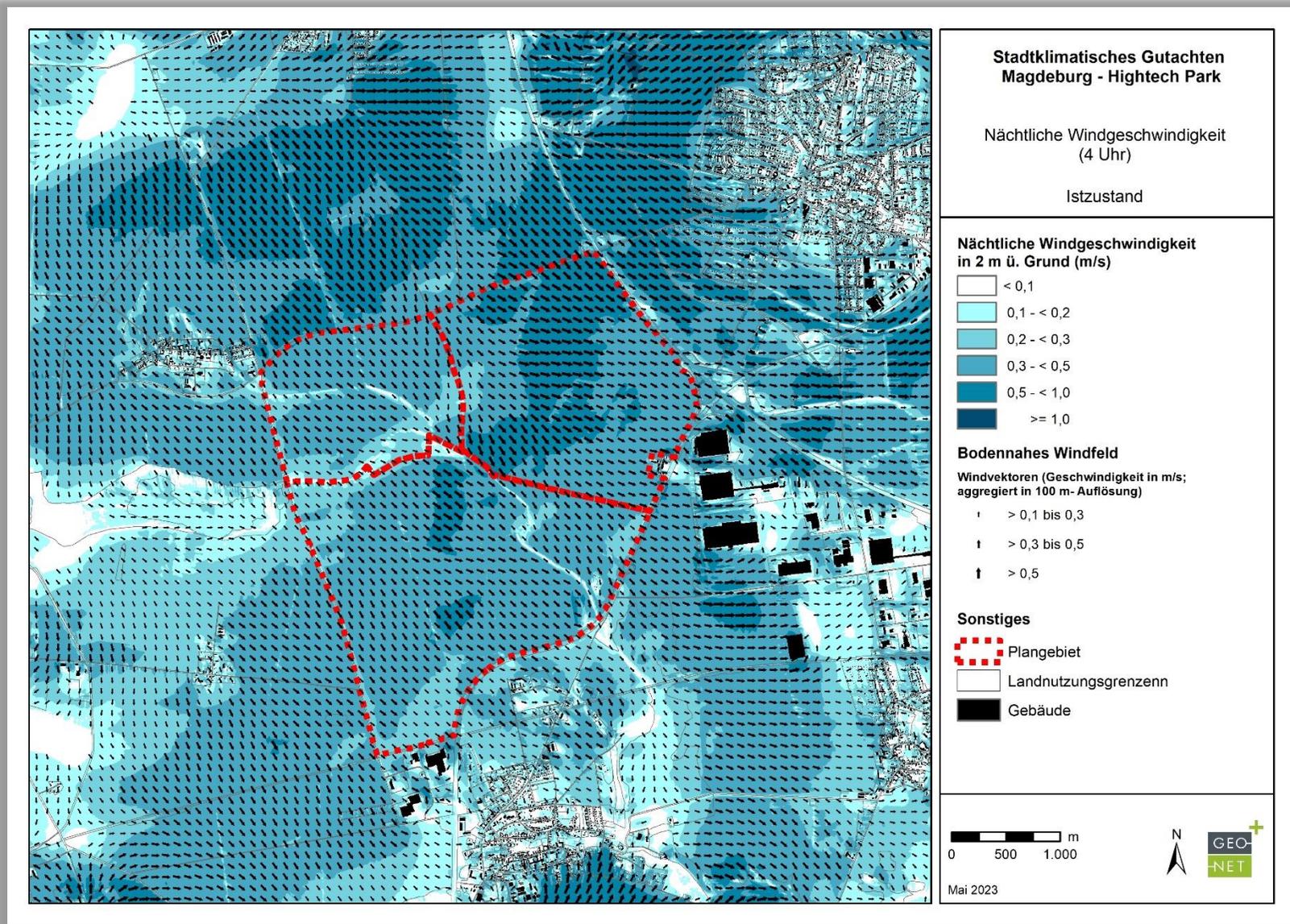


Abb. 3.5 Bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Istzustand.

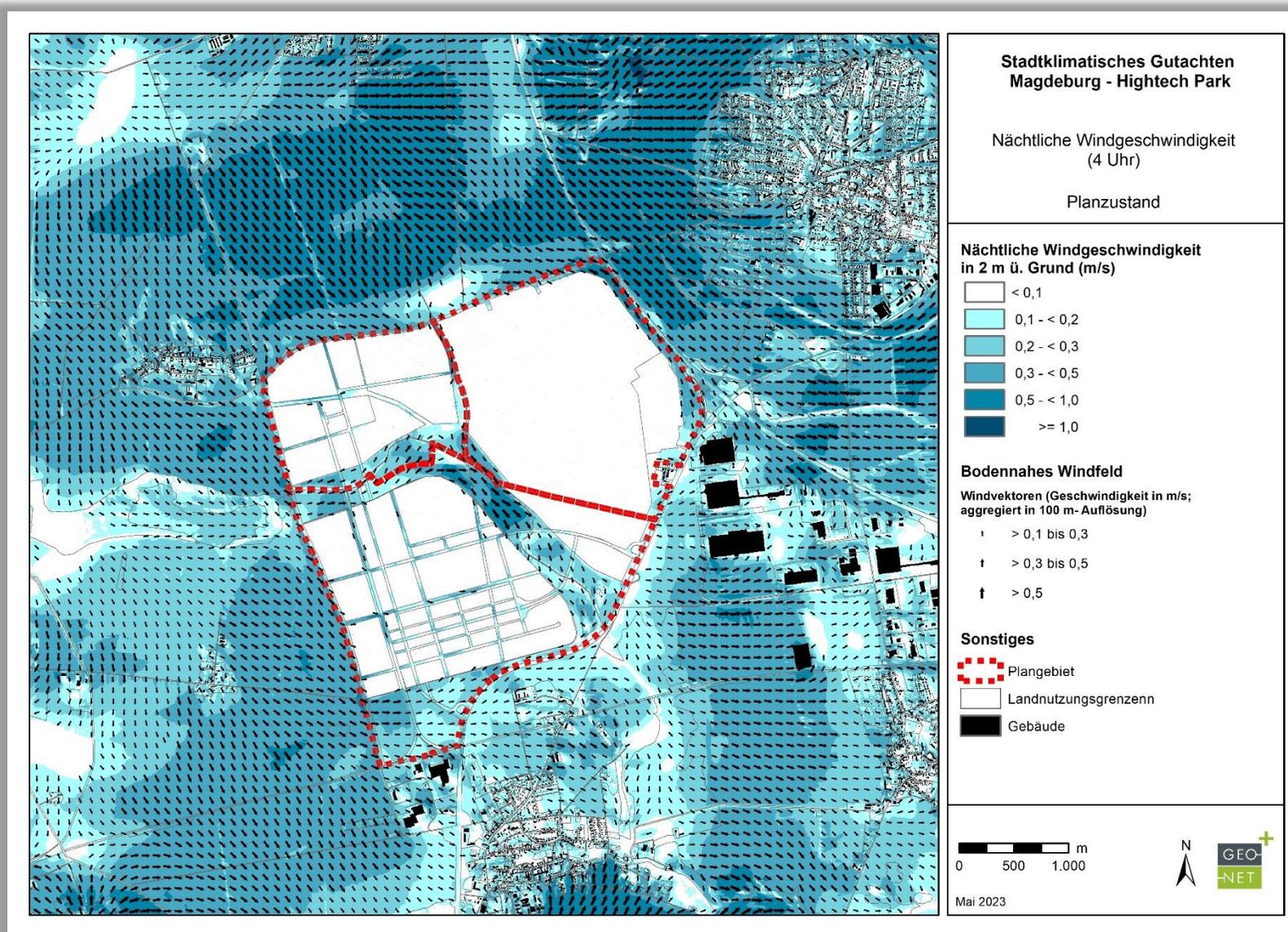


Abb. 3.6 Bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Istzustand.

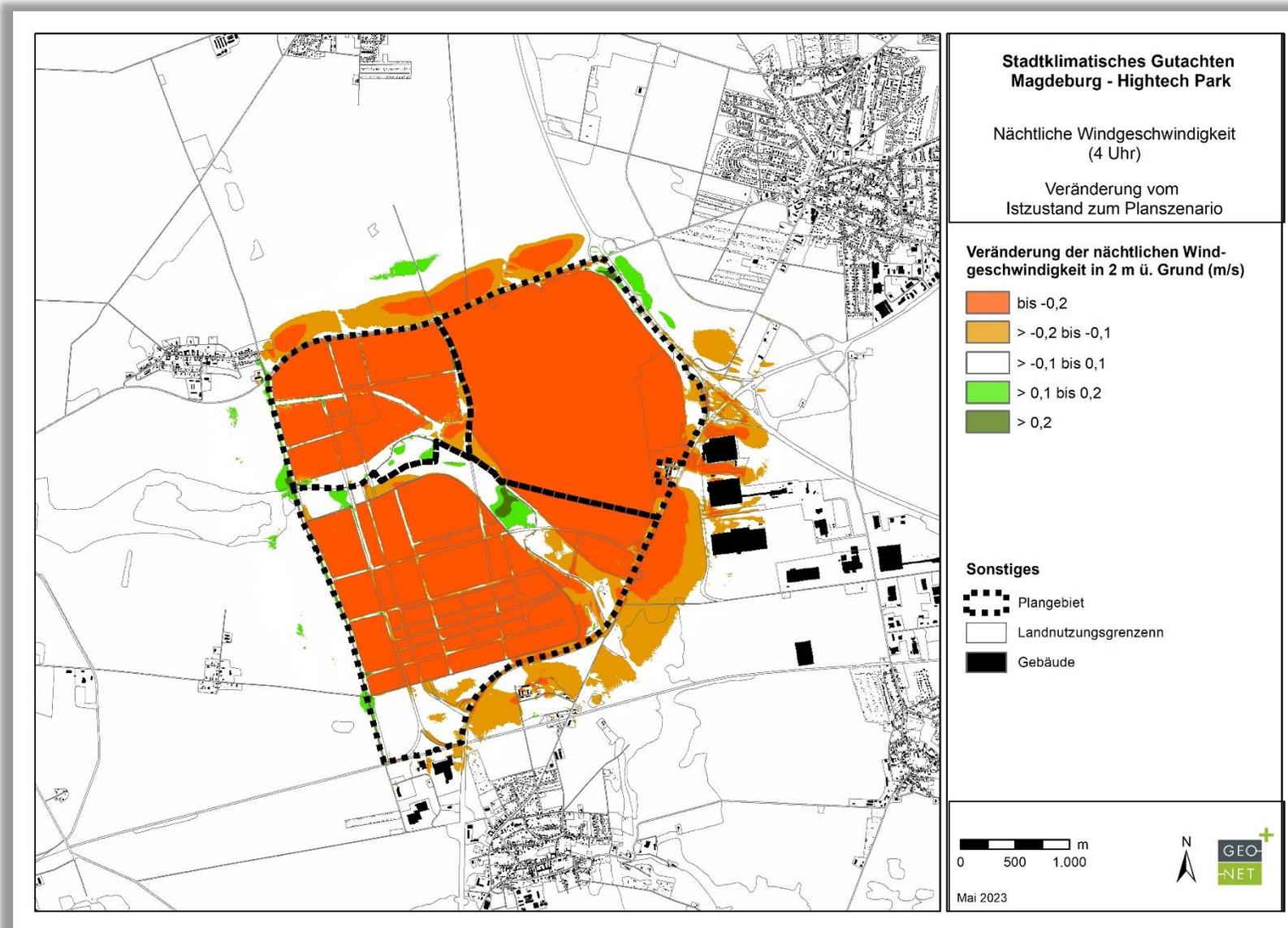


Abb. 3.7 Abweichung des bodennahen Kaltluftströmungsfeldes zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.

3.1.3 Kaltluftvolumenstrom

Allgemeines: Wie bereits im Vorkapitel zum autochthonen Windfeld eingehender erläutert, kommt den lokalen thermischen Windsystemen eine besondere Bedeutung beim Abbau von Wärme- und Schadstoffbelastungen größerer Siedlungsräume zu. Weil die potenzielle Ausgleichsleistung einer grünbestimmten Fläche nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit (d.h. durch die *Höhe* der Kaltluftschicht) mitbestimmt wird, wird zur Bewertung der Grünflächen ein weiterer Klimaparameter herangezogen: der sogenannte Kaltluftvolumenstrom (KVS).

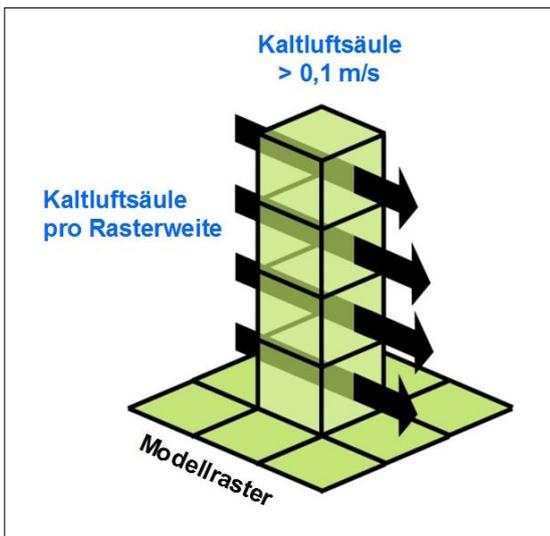


Abb. 3.8 Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom

Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m^3 , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt. Für dargestellten Ergebnisse bedeutet dies folgendes: Da die Modellergebnisse nicht die Durchströmung eines natürlichen Querschnitts widerspiegeln, sondern den Strömungsdurchgang der gleichbleibenden Rasterzellenbreite (hier 5 m), ist der resultierende Parameter streng genommen nicht als Volumenstrom, sondern als rasterbasierte Volumenstrom-*dichte*

aufzufassen. Diesen Wert kann man sich veranschaulichen, indem man sich ein 5 m breites, quer zur Luftströmung hängendes Netz vorstellt, das ausgehend von der Obergrenze der Kaltluftschicht bis hinab auf die Erdoberfläche reicht. Bestimmt man nun die Menge der pro Sekunde durch das Netz strömenden Luft, erhält man die rasterbasierte Volumenstromdichte (**Abb. 3.8**). Der Volumenstrom ist damit ein Maß für den *Zustrom von Kaltluft* und bestimmt somit, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials.

Basisszenario

Die räumliche Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms im Untersuchungsraum geht zum Zeitpunkt 04 Uhr morgens im Wesentlichen mit der des bodennahen Strömungsfeldes einher. **Abb. 3.9** (S. 28) zeigt den Kaltluftstrom für die Ausgangssituation in einer quantitativen Abstufung für die gegenwärtige Klimasituation. Wie beschrieben, werden die Kaltluftmassen sowohl durch einen Temperaturgradienten als auch dem natürlichen Gelände entsprechend zwischen den umliegenden Grünflächen und dem in der Nacht überwärmten Gebieten angetrieben. Es ist zu erkennen, dass sich im Norden des Plangebietes ein sehr hoch ausgeprägter Kaltluftvolumenstrom ausbildet, der östlich des Plangebietes südlich des Stadtteils Ottersleben entlang strömt. Darüber hinaus nimmt der Kaltluftvolumenstrom zentral durch das Plangebiet verlaufend ebenfalls hohe Ausprägungen an, die hauptsächlich die westlich der Ortschaft Osterweddingen gelegenen Gewerbegebiete hohen bis sehr hohen Kaltluftströmungen durchlüften. Südlich des Plangebietes herrschen hauptsächlich noch mäßige bis hohe Ausprägungen des Kaltluftvolumenstroms, die ebenfalls gewerblich genutzten

Siedlungsraum der Ortschaft Sülzetal durchlüften. Der bewohnte Siedlungsraum der Ortschaft Sülzetal verfügt in der Ausgangssituation über einen größtenteils gering ausgeprägten Kaltluftvolumenstrom.

Planszenario

Wie **Abb. 3.10** und **Abb. 3.11** für das Planszenario zeigen, führt die Bebauung zu einer Beeinflussung des Kaltluftvolumenstroms sowohl innerhalb als auch außerhalb des Plangebietes. Aufgrund der dichten Bebauung, die für den Planfall angenommen wurde, verfügt das Plangebiet selbst flächendeckend nur noch über einen gering ausgeprägten Kaltluftvolumenstrom. Die Ausnahme bildet wie erwähnt die zentrale Grünachse, der mit einem teils sehr hoch ausgeprägten Kaltluftvolumenstrom eine hohe Bedeutung für die nächtliche Durchlüftung des Plangebietes nachkommt.

Außerhalb des Plangebietes ist zu erkennen, dass es im westlichen sowie nördlichen Umfeld zu einer Erhöhung des Kaltluftvolumenstroms kommt. Dies erklärt sich zum einen aus erhöhten thermisch induzierten Windgeschwindigkeiten zwischen Plangebiet und Umland, zum anderen aus der grundsätzlichen Änderung der Ausrichtung des Windfeldes, welches auf die hohe Barrierewirkung ausgehend von dem Planszenario zurückzuführen ist. Am stärksten betroffen ist der gewerblich genutzte Bereich westlich der Ortschaft Osterweddingen. Hier werden im Planfall zuvor sehr hoch bis hoch ausgeprägte Kaltluftvolumenströme auf größtenteils geringe bis mäßige Ausprägungen reduziert. Der östlich angrenzende bewohnte Siedlungsraum ist dagegen nicht signifikant von den Auswirkungen des Planfalls betroffen. Vergleichbar ist die Situation auch im nördlichen Bereich der Ortschaft Sülzetal. Zwar treten hier nördlich der Ortschaft und in den gewerblich genutzten Bereichen keine sehr hohen Ausprägungen des Kaltluftvolumenstroms mehr auf, doch erhöht sich der Kaltluftanteil vor allem im Bereich des bewohnten zentralen Abschnitts der Ortschaft. Der erwähnte Kaltluftaustauschbereich nordöstlich des Plangebietes im Bereich des Stadtteils Ottersleben wird im nahen Umfeld des Plangebietes zwar lokal reduziert, seine bioklimatische Funktion und Bedeutung für die Durchlüftungssituation wird von den Planungen allerdings nicht beeinträchtigt.

Differenzen und Zwischenfazit

Anders als bei Belastungen durch Luftschadstoffe oder Verkehrslärm, für die in Verordnungen konkrete Grenz- oder Richtwerte genannt werden, gibt es für die Beeinflussung des Kaltlufthaushaltes keine allgemeingültigen Bewertungsmaßstäbe. Laut der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) stellt eine Reduktion der Abflussvolumina um mehr als 10 Prozent eine „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ dar. Die Richtlinie schlägt diese Bewertung z.B. im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten vor. Eine Verringerung um 5 – 10 Prozent wird als „mäßige Auswirkung“ eingestuft, unterhalb von 5 Prozent wird die Auswirkung einer Volumenstromverringerung als „geringfügig“ angesehen.

Die auf Blockebene gemittelte Abweichung des Volumenstroms in Prozentpunkten gegenüber dem Istzustand wird in **Abb. 3.12** dargestellt. Es ist zu erkennen, dass planungsbedingt auf mehreren Blockflächen Auswirkungen auf den lokalen bzw. regionalen Kaltlufthaushalt auftreten. Davon betroffen sind neben 9 gewerblich genutzten Standorten und einer Kleingartenkolonie auch 11 bewohnte Siedlungsflächen. In der Planungshinweiskarte (GEO-NET 2013) sind sämtliche bewohnte Siedlungsflächen in der Ausgangssituation der Kategorie „keine oder geringe bioklimatische Belastung“ zugeordnet. Bei zusätzlicher Betrachtung der Ausprägungen des Kaltluftvolumenstroms (**Abb. 3.10**) ist zu erkennen, dass die betroffenen Blockflächen mit Ausnahme des Bereichs „Siedlung Baumschule“ auch weiterhin über einen großflächig mäßig bis teils sehr hoch ausgeprägten Kaltluftvolumenstrom verfügen. Im Zusammenhang mit dem nächtlichen Temperaturfeld kann die bioklimatische Situation der betroffenen Blockfläche in der Nacht trotz der prozentual hohen Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms dennoch als günstig bewertet werden.

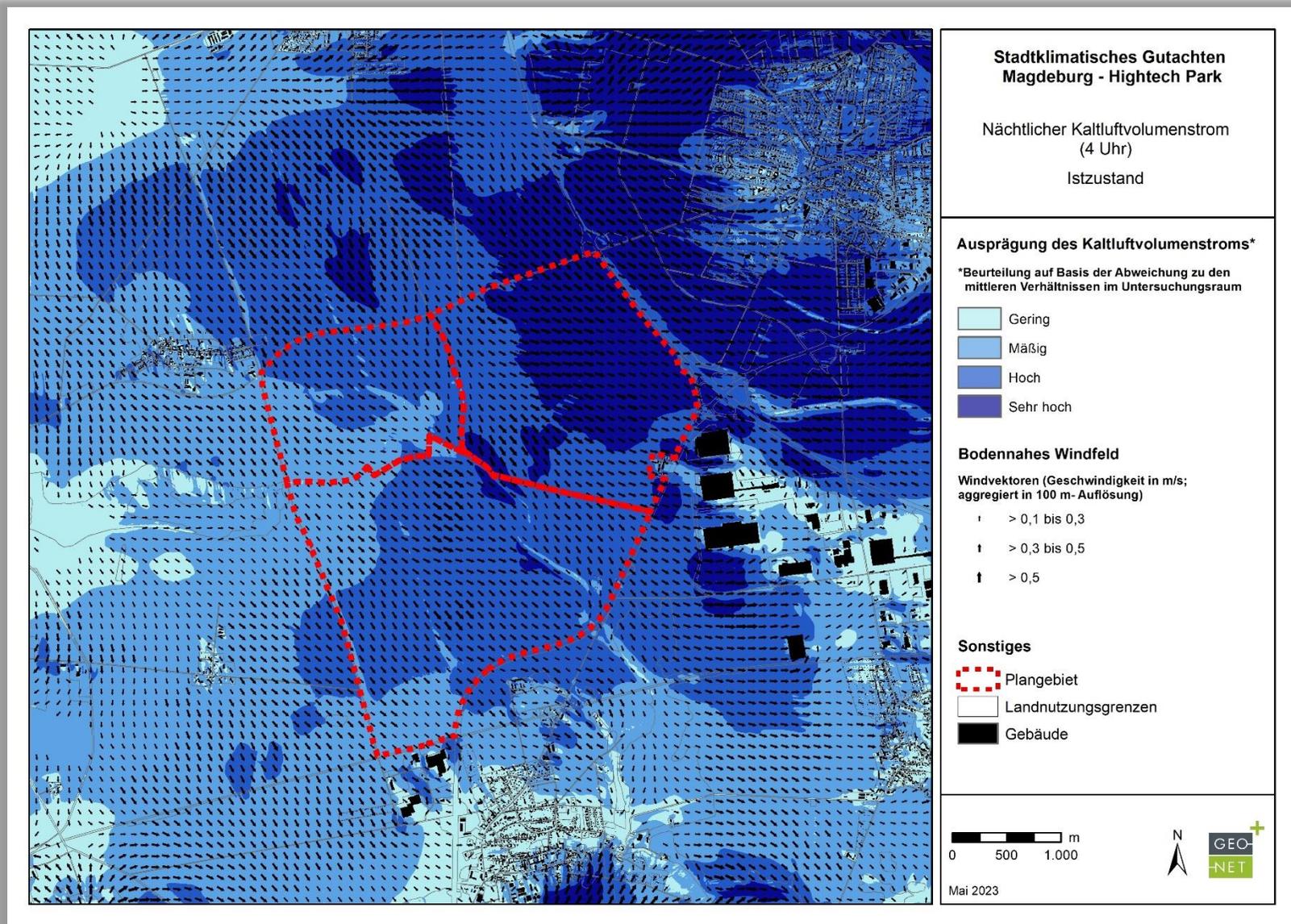


Abb. 3.9 Kaltluftvolumenstrom und bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Istzustand.

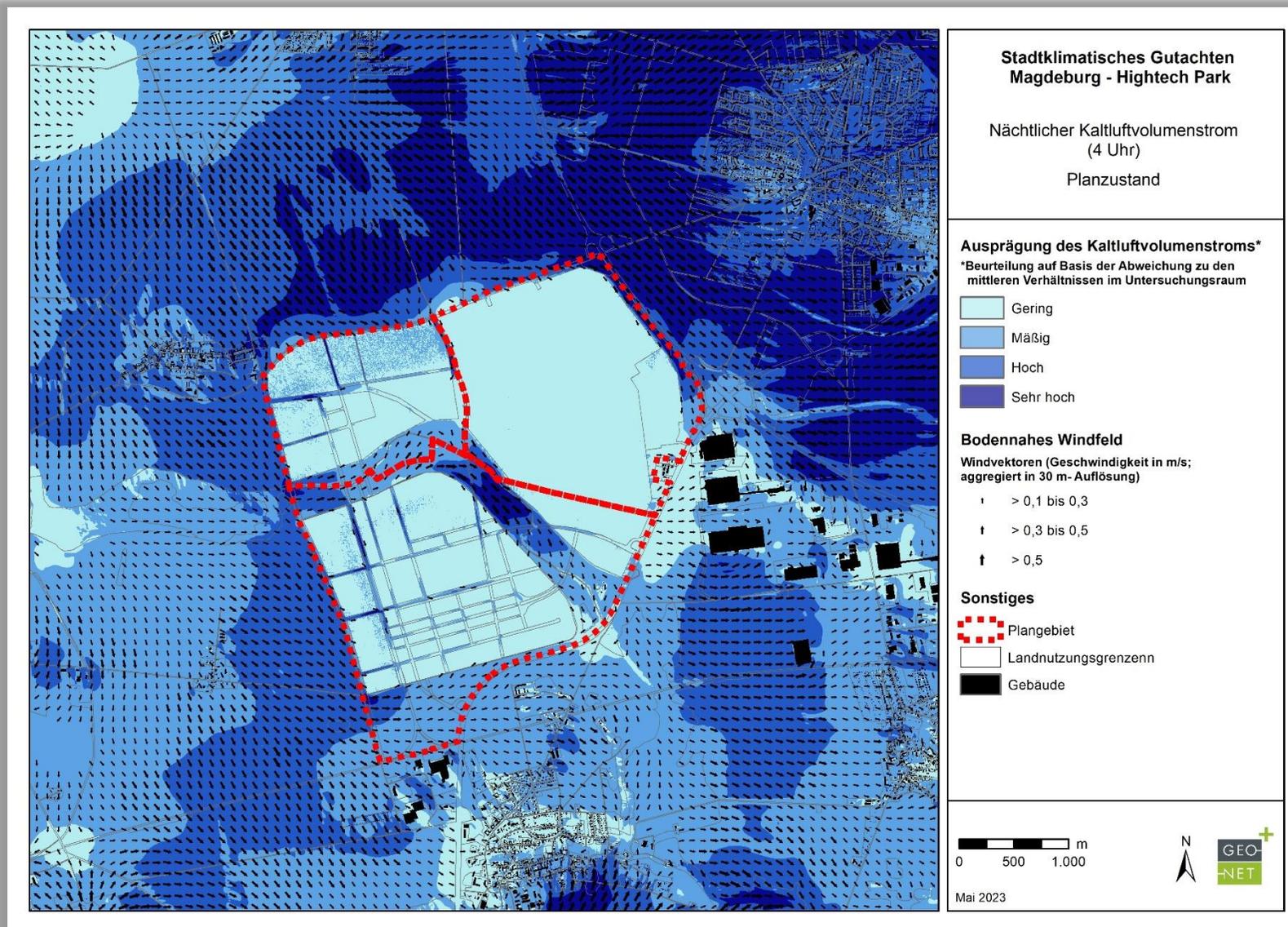


Abb. 3.10 Kaltluftvolumenstrom und bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Planzustand.

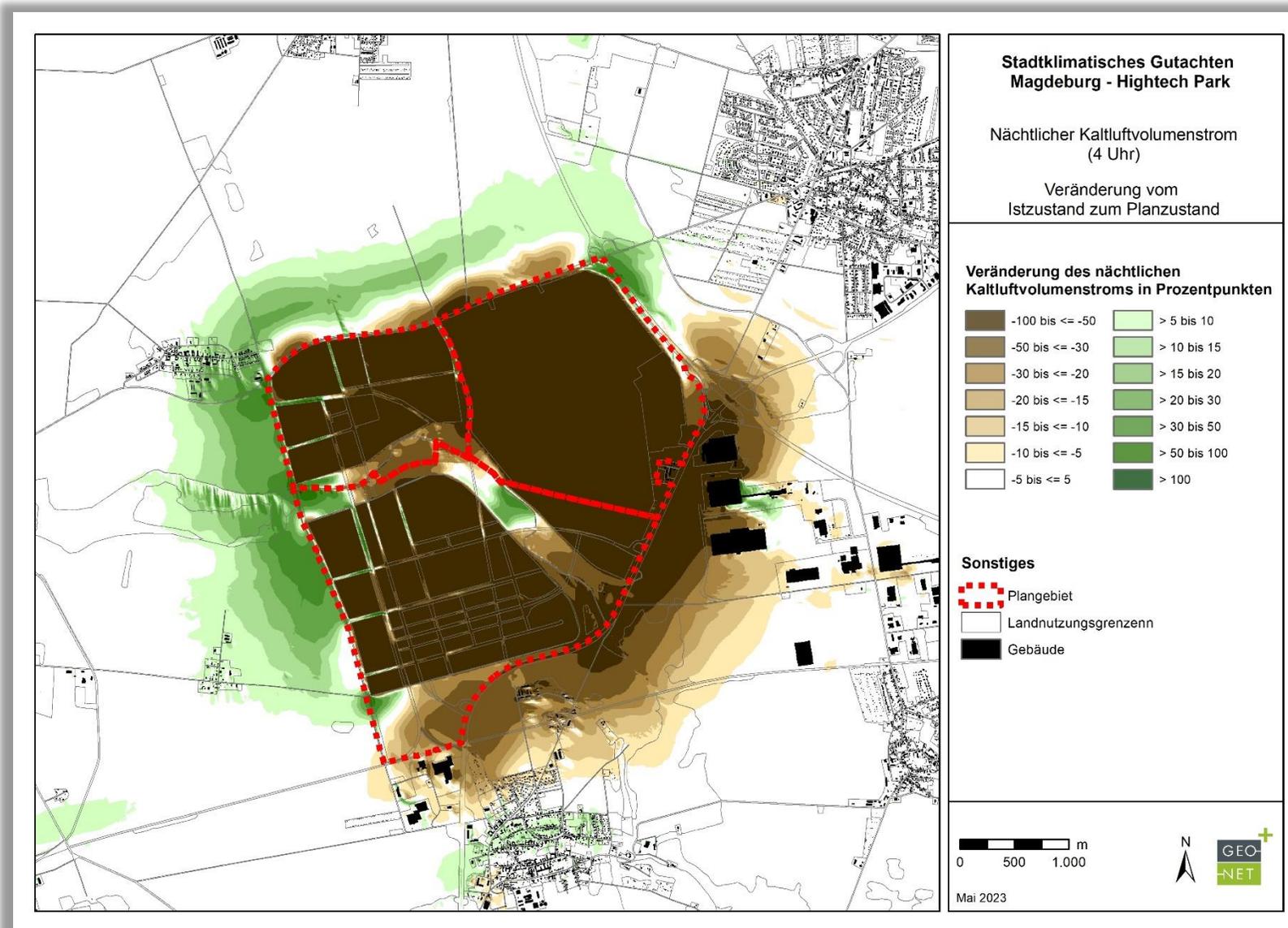


Abb. 3.11 Abweichung des Kaltluftvolumenstroms zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.

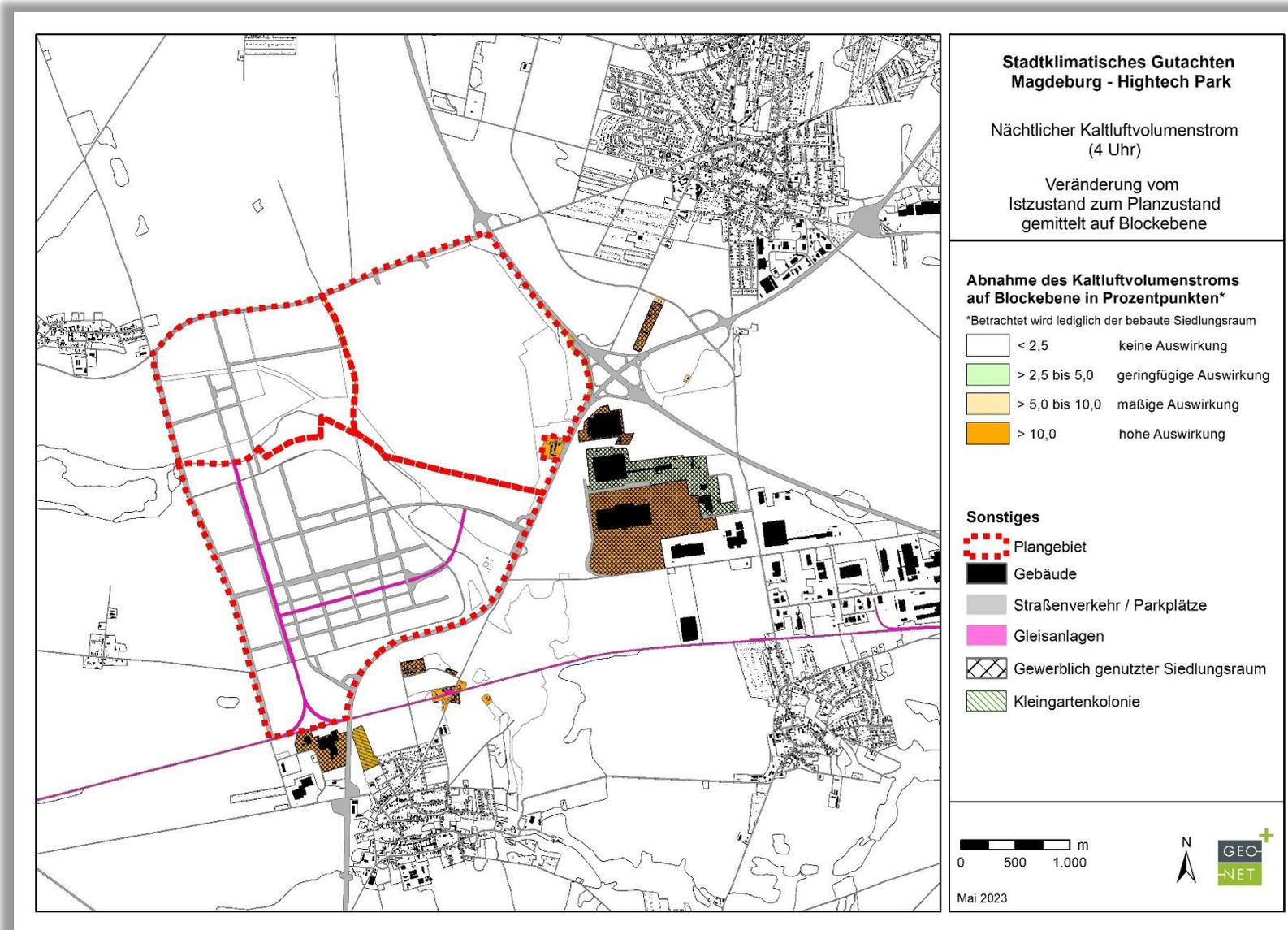


Abb. 3.12 Abweichung des Kaltluftvolumenstroms betrachtet auf Blockebene zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.

3.1.4 Kaltluftproduktionsflächen

Allgemeines

Neben Strömungsfeld und Kaltluftvolumenstrom wurden für das Untersuchungsgebiet zusätzlich nächtliche Kaltluftproduktionsraten (KPR) berechnet. Die Kaltluftproduktionsrate gibt an, wie viele Kubikmeter Luft sich pro Quadratmeter innerhalb einer Stunde lokal durch Ausstrahlung abgekühlt haben. Die Abkühlungsrate hängt unter anderem von der Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität des Bodens ab. Für die Berechnung der Kaltluftproduktionsraten sind somit Kenntnisse über die thermischen Eigenschaften des Untergrundes von großer Bedeutung. In der hier durchgeführten Modellsimulation wurden einheitliche thermische Eigenschaften für den nicht versiegelten Untergrund angenommen, sodass das Wertefeld der Kaltluftproduktionsrate eine starke Abhängigkeit von der jeweiligen vergebenen Landnutzungs-kategorie aufweist. Kaltluftproduktion ist überdies stark reliefbedingt, weshalb die größten Kaltluftproduktionsraten im Untersuchungsgebiet meist im Zusammenhang mit Hängen auftreten. Neben reliefgeprägten Bereichen tritt die höchste Kaltluftproduktivität in der Regel auf Freiflächen mit vergleichsweise geringen Strömungsgeschwindigkeiten auf.

Basisszenario

Wie bereits erwähnt, treten die höchsten Werte der Kaltluftproduktionsrate im Zusammenhang mit leichten Steigungen auf. Dies ist beispielsweise im Bereich des Wertstoffhofes Hängelsberge, nördlich des Plangebietes, zu beobachten. Hier treten Spitzenwerte $>60 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ auf (**Abb. 3.13 & Abb. 3.14**). Im Plangebiet selbst werden Spitzenwerte $>70 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ erreicht, die jedoch sehr kleinräumig im Bereich der Uferböschung des südöstlich gelegenen Teiches an der Bundesstraße 81 auftreten. Insgesamt ist die Kaltluftproduktionsrate im Untersuchungsgebiet mit hauptsächlich Werten zwischen 20 bis $40 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ auf einem mittleren bis hohen Niveau. Damit liegen die Werte innerhalb des Plangebietes auf einem vergleichbaren Niveau mit den angrenzenden meist landwirtschaftlich genutzten Grün- und Freiflächen. In stark versiegelten Bereichen wie beispielsweise den Gewerbeflächen östlich des Plangebietes oder allgemein dem Straßenraum, tritt keine nennenswerte Kaltluftproduktion auf. Die maximal sehr geringen Werte $< 10 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ sind auf die Wärmekapazität der für die Versiegelung benutzten Materialien wie Beton und Stein zurückzuführen. Hier ist die nächtliche Abkühlung und dementsprechend Kaltluftproduktion durch die Wärme speichernden Materialien deutlich reduziert.

Planszenario

Das Planvorhaben nimmt durch den hohen Anteil neuversiegelter Flächen starken Einfluss auf die Kaltluftproduktion innerhalb des Plangebietes (**Abb. 3.14 & Abb. 3.15**). Durch die neu geplanten Gewerbestandorte und der damit einhergehenden Versiegelung gehen großflächig Bereiche verloren, auf denen zuvor Kaltluft entstanden ist. Auf den Grünflächen innerhalb des Plangebietes ist die Kaltluftproduktion weiterhin auf einem mittleren bis hohen Niveau. Damit bleiben auch innerhalb des Plangebietes bedeutsame Kaltluftproduktionsflächen erhalten, die vor allem für den Kaltlufthaushalt des Plangebietes selbst von Bedeutung sind.

Differenzen und Zwischenfazit

Die absoluten Differenzen der KPR zwischen Ausgangssituation und Planzustand zeigt Abb. 3.15. Dabei ist erneut zu erkennen, dass im Bereich der geplanten Gewerbestandorte und vor allem der Gebäude starke Reduzierungen der Kaltluftproduktion auftreten. Außerhalb der neu beplanten Flächen bzw. außerhalb des Plangebietes treten vereinzelt höhere Werte der Kaltluftproduktionsrate auf. Diese sind auf stark reduzierte Windgeschwindigkeiten in den betroffenen Bereichen zurückzuführen, wo es dementsprechend zu einer Verringerung der Kaltluftströmung kommt. So fördert eine Stagnation der Kaltluft zwar die Kaltluftproduktionsrate, da diese aber nicht mehr bzw. nur noch eingeschränkt weitertransportiert wird, ist dieser Umstand aus klimaökologischer Sicht je nach Situation unterschiedlich zu bewerten. Im Bereich „Siedlung Baumschule“ ergibt sich durch die Konstellation aus verringerter nächtlicher Windgeschwindigkeit und erhöhter Kaltluftproduktion innerhalb des Siedlungsraums demnach eine leichte Reduzierung der nächtlichen Lufttemperatur.

Es lässt sich festhalten, dass innerhalb des Plangebietes auf den zukünftig gewerblich genutzten Blockflächen eine deutliche Reduzierung der Kaltluftentstehungsgebiete und der Kaltluftproduktionsrate auftritt, die auf die geplanten Gebäude und Neuversiegelungen zurückzuführen sind. Betrachtet man die betroffenen Kaltluftentstehungsgebiete des Plangebietes im Zusammenhang mit dem vorherrschenden Kaltluftströmungsfeld (Abb. 3.5 & 3.6), wird ersichtlich, dass der Kaltlufthaushalt durch das Planvorhaben stark beeinträchtigt wird und auch angrenzender Siedlungsraum von dem Planvorhaben betroffen ist.

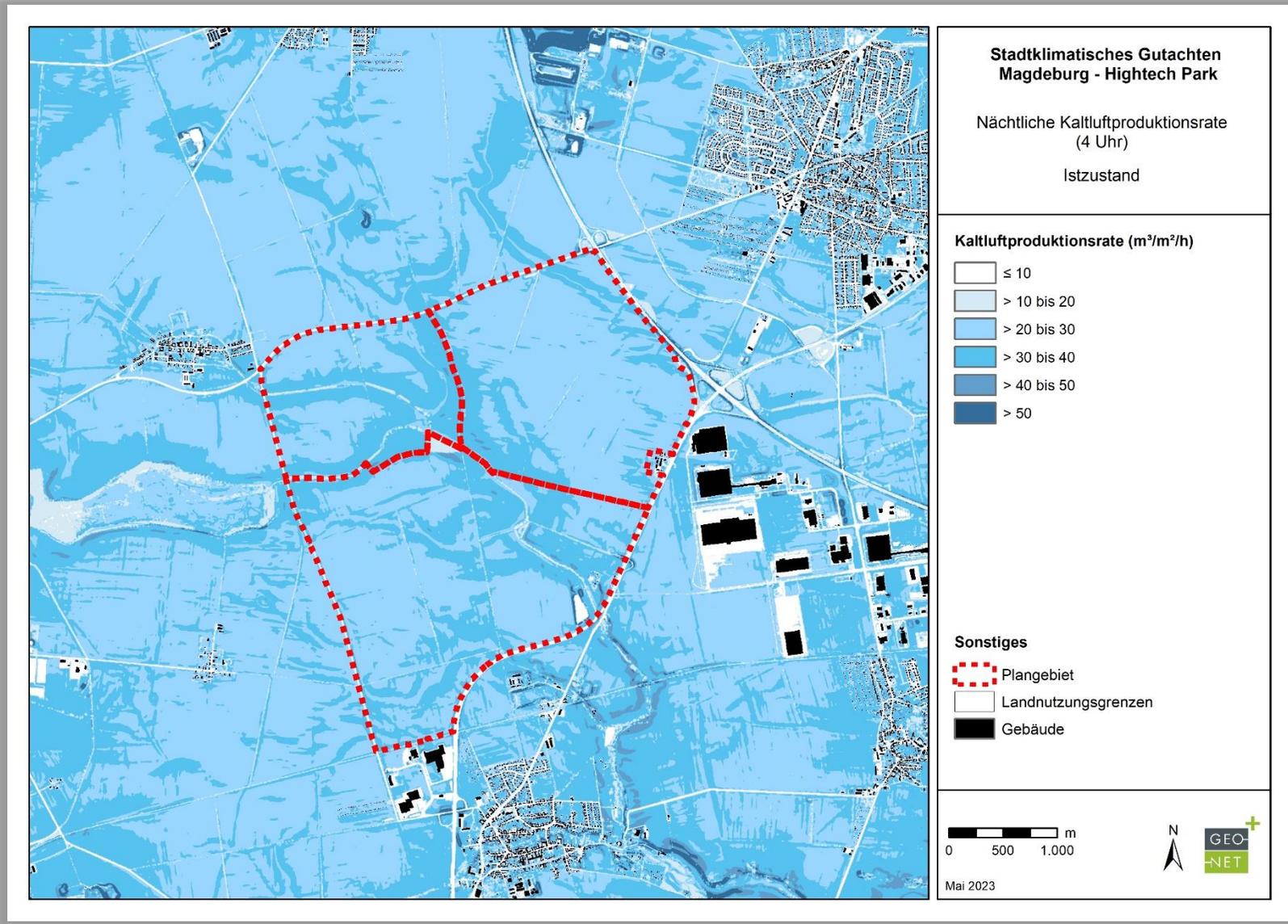


Abb. 3.13 Kaltluftproduktionsrate zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Istzustand.

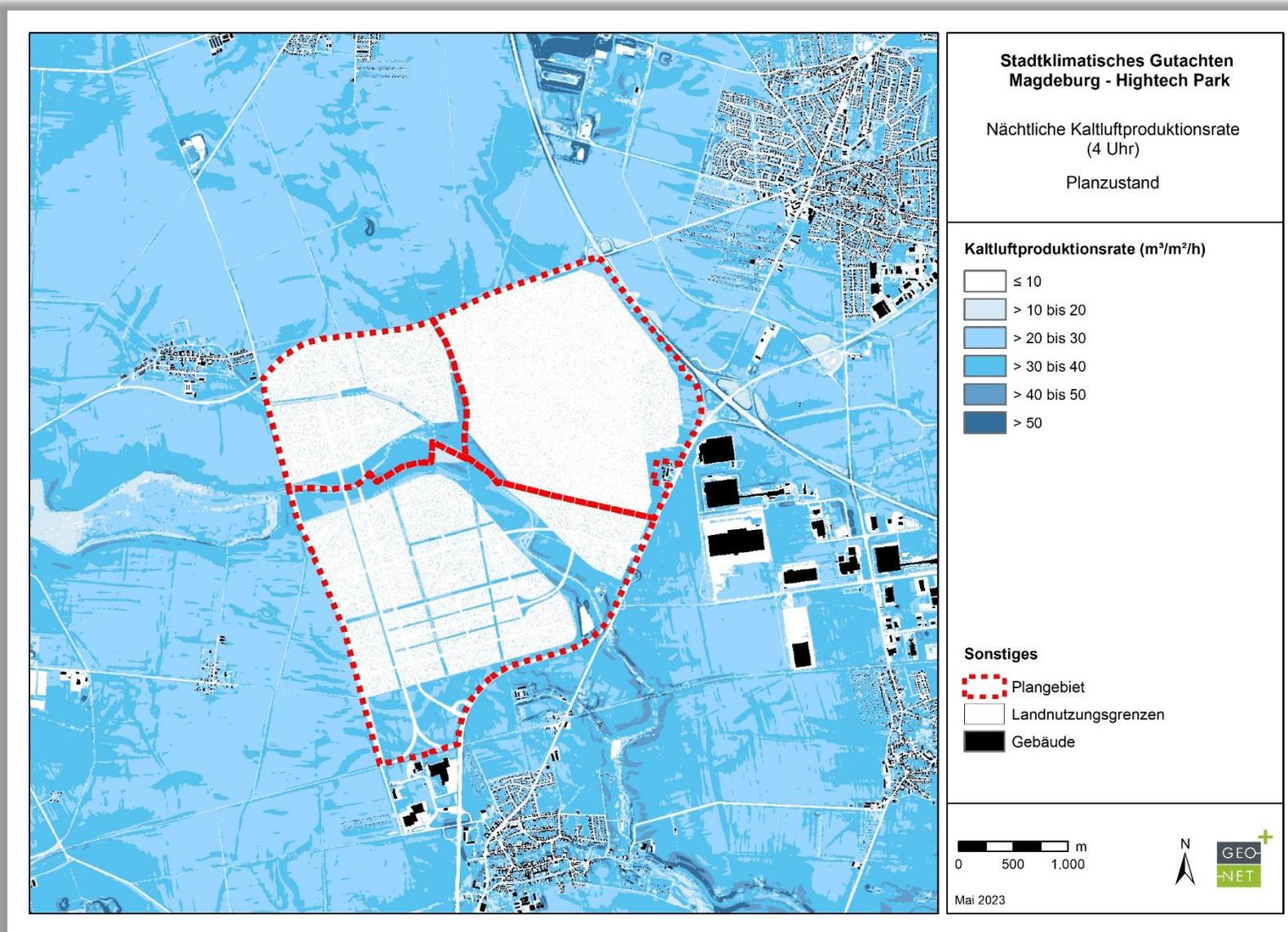


Abb. 3.14 Kaltluftproduktionsrate zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens im Planzustand.

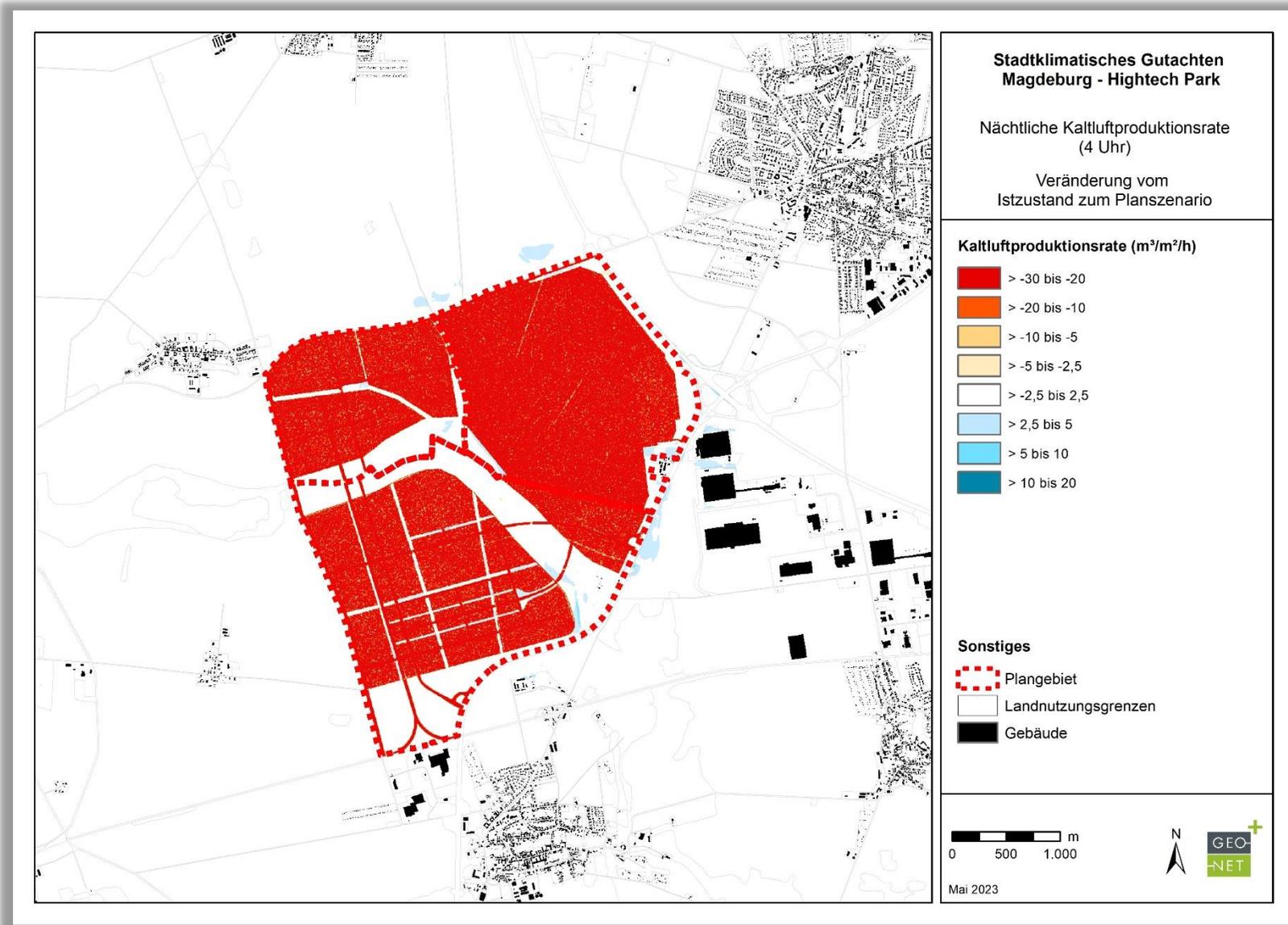


Abb. 3.15 Abweichung der Kaltluftproduktionsrate zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.

3.2 Physiologisch Äquivalente Temperatur

Allgemeines

Meteorologische Parameter wirken nicht unabhängig voneinander, sondern in biometeorologischen Wirkungskomplexen auf das Wohlbefinden des Menschen ein. Zur Bewertung werden Indizes verwendet (Kenngrößen), die Aussagen zur Lufttemperatur und Luftfeuchte, zur Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. Wärmehaushaltsmodelle berechnen den Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit seiner Umgebung und können so die Wärmebelastung eines Menschen abschätzen². Beispiele für solche Kenngrößen sind die PET (Physiologisch Äquivalente Temperatur), der PMV-Wert (Predicted Mean Vote) und der UTCI (Universal Thermal Climate Index).

In der vorliegenden Arbeit wird zur Bewertung der Tagsituation der humanbioklimatische Index PET um 14:00 Uhr MEZ an einem wolkenlosen Sommertag herangezogen (vgl. Höppe und Mayer 1987). Gegenüber vergleichbaren Indizes hat dieser den Vorteil, aufgrund der °C-Einheit auch von Nichtfachleuten besser nachvollzogen werden zu können. Darüber hinaus handelt es sich bei der PET um eine Größe, die sich in der Fachwelt zu einer Art „Quasi-Standard“ entwickelt hat, sodass sich die Ergebnisse mit denen anderer Städte in Deutschland vergleichen lassen. Wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes bezieht sich die PET auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler 1999). Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar und kann als die tatsächlich empfundene Temperatur angesehen werden.

Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologischen Belastungsstufen quantifizieren (z.B. Starke Wärmebelastung ab PET 35 °C; Tab. 1.1; VDI 2004).

Tabelle 2: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET während der Tagesstunden

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4 °C	Sehr kalt	Extreme Kältebelastung
8 °C	Kalt	Starke Kältebelastung
13 °C	Kühl	Mässige Kältebelastung
18 °C	Leicht kühl	Schwäche Kältebelastung
20 °C	Behaglich	Keine Wärmebelastung
23 °C	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
29 °C	Warm	Mässige Wärmebelastung
35 °C	Heiss	Starke Wärmebelastung
41 °C	Sehr heiss	Extreme Wärmebelastung

² Energiebilanzmodelle für den menschlichen Wärmehaushalt bezogen auf das Temperaturempfinden einer Durchschnittsperson („Klima-Michel“ mit folgenden Annahmen: 1,75 m, 75 kg, 1,9 m² Körperoberfläche, männlich, etwa 35 Jahre; vgl. Jendritzky 1990).

Basisszenario

Zum Zeitpunkt 14 Uhr zeigt sich, dass die auftretende Wärmebelastung am Tage sowohl im Basisszenario als auch im Planfall vor allem über die Verschattung beeinflusst wird (**Abb. 3.16 & Abb. 3.17**). Eine schwache Wärmebelastung mit einer PET bis zu 28 °C (Grün bis Gelb) ist vor allem innerhalb von Hausgärten bzw. Grünanlagen mit Baumbestand oder höherer Vegetation zu beobachten. Dies zeigt sich bspw. innerhalb des Plangebietes im Verlauf des Seerennengrabens oder westlich des Plangebietes im Bereich des „Faulen Sees“. Auch von Gewässern geht tagsüber durch auftretende Verdunstungskälte und einem allgemein geringeren Temperaturniveau im Vergleich zum Umland eine kühlende Wirkung aus, was im Bereich des Teiches im Südosten des Plangebietes an der Bundesstraße 81 zu erkennen ist. Dem stehen die großflächigen, stark besonnten Areale gegenüber, wo die Wärmebelastung mit einer PET von mehr als 40 °C als stark bis extrem einzustufen ist (Violett). Dahingehend ist der überplante und weitgehend unverschattete Bereich der jetzigen landwirtschaftlich genutzten Freiflächen als thermisch belastet mit hauptsächlich extremer Wärmebelastung einzuordnen.

Planszenario

Bei Betrachtung der absoluten Ergebnisse ist im Planfall das Ausmaß der sommerlichen Wärmebelastung im Plangebiet selbst als thermisch besser im Vergleich zur Ausgangssituation zu bewerten (**Abb. 3.17**). Das lässt sich vor allem durch den hohen Gebäudebestand und der damit einhergehenden Verschattung des Plangebietes begründen. Allerdings basieren die Modellergebnisse auf der Anwendung eines Mischpixelansatzes (Kapitel 2.1) und somit einer randomisierten Verteilung der Gebäudeanteile innerhalb der Gesamtfläche. Das hat zur Folge, dass die in den Eingangsdaten erstellten Rasterzellen mit Gebäudebestand mehr oder weniger gleichmäßig im Plangebiet verteilt werden und somit die Verschattung im gesamten Plangebiet überschätzt wird. Dennoch ist zu erwarten, dass in den Bereichen der zukünftigen Gebäudekörper aufgrund einer erhöhten Verschattung gegenüber der Ausgangssituation verringerte thermische Belastungen auftreten.

Differenzen und Zwischenfazit

Die Differenz der PET zeigt deutlich die Auswirkungen des Planvorhabens innerhalb des gesamten Plangebietes (**Abb. 3.18**). Wie erwähnt, treten innerhalb des Plangebiets starke Reduzierungen der thermischen Belastung auf, die auf die Blockflächen gemittelt größer als 6 °C ausfallen. Auch im Randbereich des Plangebietes wirkt sich die erhöhte Verschattung und das dementsprechend geringere Temperaturniveau in Form einer reduzierten PET aus. Dabei ist nochmals darauf hinzuweisen, dass durch verbesserte Verschattungsverhältnisse zwar lokal mit Reduzierungen der thermischen Belastung am Tage zu rechnen ist, diese allerdings in der Fläche aufgrund des verwendeten Modellansatzes stark überschätzt wird.

Insgesamt zeigt sich jedoch, dass die bioklimatische Situation außerhalb des Plangebietes auf einem vergleichbaren thermischen Niveau geblieben ist. Dabei ist lediglich eine kleinräumige signifikante Auswirkung des Planvorhabens auf den Bereich „Siedlung Baumschule“ zu beobachten. Aufgrund des verwendeten, randomisierten Mischpixelansatzes sind die Ergebnisse der PET jedoch nicht aussagekräftig genug, um eine abschließende Bewertung der thermischen Situation am Tage zu treffen.

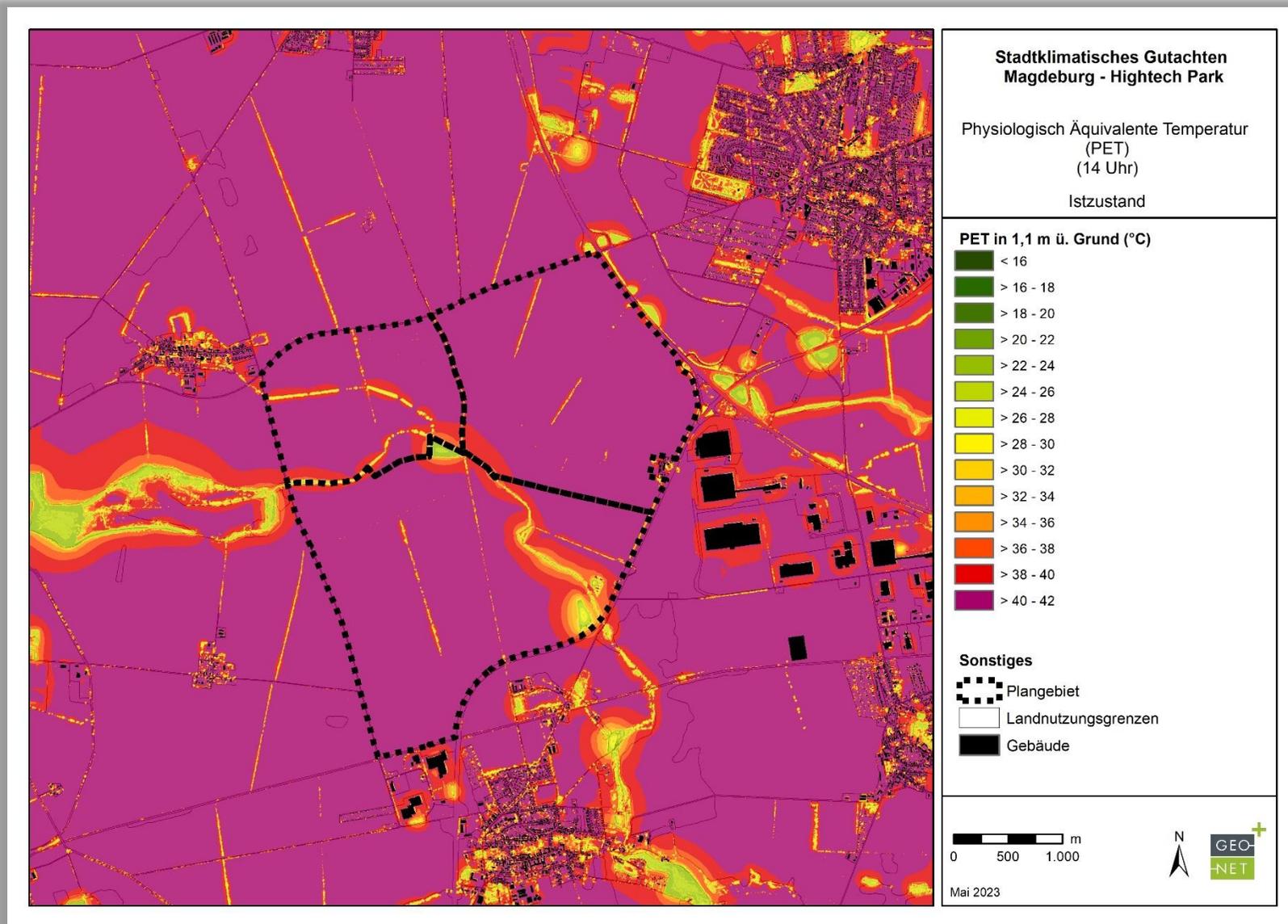


Abb. 3.16 Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 14 Uhr nachmittags in der Ausgangssituation.

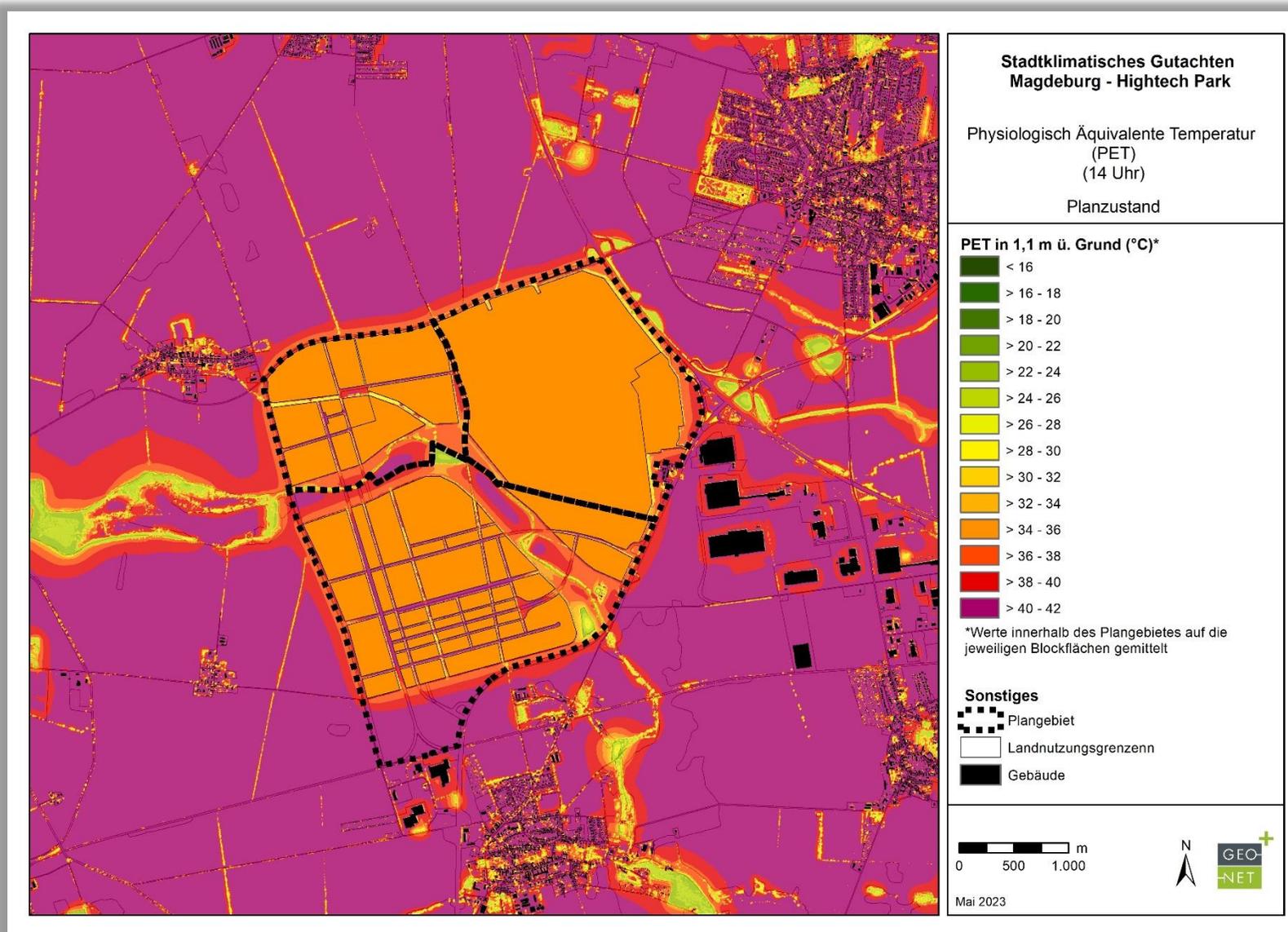


Abb. 3.17 Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 14 Uhr nachmittags im Planszenario.

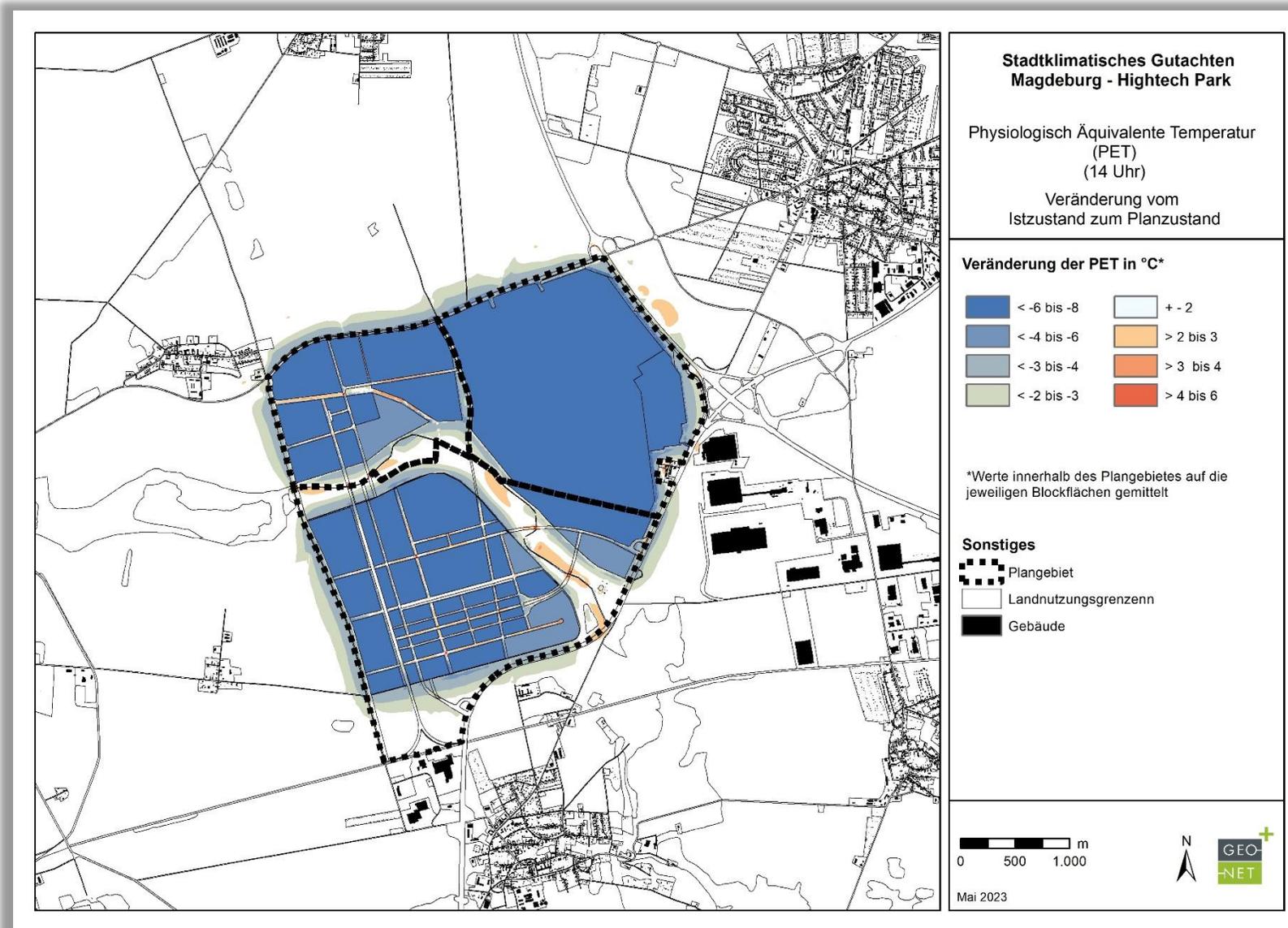


Abb. 3.18 Abweichung der Physiologisch äquivalenten Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund) im Planszenario.

4. Fazit

Die vorliegende Untersuchung hat zum Ziel, die Auswirkungen einer Umsetzung des Planvorhabens auf den nächtlichen Kaltlufthaushalt sowie zur Wärmebelastung am Tage zu bewerten. Für die klimaökologischen Auswirkungen lassen sich auf Grundlage der im Modell simulierten Klimaparameter folgende Ergebnisse zusammenfassen:

Plangebiet

Die nächtliche bodennahe Lufttemperatur während einer wolkenlosen und windschwachen Sommernacht ist im Planszenario mit dem Niveau anderer Gewerbestandorte vergleichbar. Insgesamt ist das Temperaturniveau im gesamten Plangebiet gegenüber Wohnraumflächen bzw. Grünflächen jedoch stark erhöht. Das begründet sich durch die gewerbliche Nutzung und dem damit einhergehenden hohen Versiegelungsgrad und Gebäudeanteil. Auch der Bereich der zentral durch das Plangebiet verlaufenden Grünachse sowie weitere erhalten gebliebene Grün- bzw. Freiflächen erfahren durch das Planvorhaben eine erhöhte thermische Belastung in der Nacht.

Die Durchlüftungssituation durch nächtliche Kaltluftströmungen im Plangebiet selbst beschränkt sich im Wesentlichen auf die zentrale Grünachse, die durch das Plangebiet verläuft. Da von den großflächigen Neubauten eine hohe Barrierewirkung auf die bodennahe Kaltluftströmung ausgeht, ist die Bedeutung der Grünachse für das Plangebiet selbst von hoher Bedeutung für die nächtliche Durchlüftungssituation. Durch die Verwendung eines Mischpixelansatzes im Rahmen der Ergebnismodellierung entstehen darüber hinaus kaum Baulücken zwischen den einzelnen Gebäuden, wodurch eine weitere Durchlüftung des Plangebietes im modellierten Planfall stark eingeschränkt ist.

Die Untersuchung zur Wärmebelastung am Tage zeigt, dass sich die thermische Belastung am Tage auf einem mäßig bis stark belasteten Niveau befindet. Dabei ist wieder auf die eingeschränkte Aussagekraft der Ergebnisse aufgrund des verwendeten Mischpixelansatzes in der Modellierung hinzuweisen. Begrünung und Verschattung können einen signifikanten Beitrag zur Minderung der Belastung leisten. Während rasengeprägte Elemente vor allem in der Nacht zur Abkühlung beitragen, erweisen sich insbesondere die Verschattungselemente (Bäume) am Tage als wirkungsvoll. Auch in den Verkehrsflächen können dadurch Bereiche geschaffen werden, in denen das Gehen und Radfahren im Schatten ermöglicht wird. Aufgrund der gewerblichen Nutzung und des erwartbaren Bedarfs an Fahrbahnen / Park- oder Lagerplätzen steht innerhalb des Plangebietes voraussichtlich nur ein sehr begrenzter Raum für Verschattungselemente wie Bäume zur Verfügung. Dementsprechend ist es für den Aufenthalt der dort arbeitenden Personen von Bedeutung, dass Parkplätze, Wegeverbindungen und Aufenthaltsbereiche im Außenbereich der thermischen Situation angepasst werden und auf Anpassungsmöglichkeiten geprüft werden.

Umgebung

Durch das Planvorhaben kommt es zu einer lokalen Beeinträchtigung des Kaltluftvolumenstroms, die sich hauptsächlich auf den östlich bis südlich an das Plangebiet angrenzenden Bereich auswirkt. Die betroffenen Flächen bestehen zum größten Teil aus landwirtschaftlich genutzten Grün- bzw. Freiflächen, jedoch vereinzelt auch aus Siedlungsraum. Dabei wird laut der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) für mehrere besiedelte Blockflächen eine hohe planungsbedingte Auswirkung mit einer Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms > 10,0 % erreicht (Abb. 3.12). Da die Beurteilung der thermischen Belastung in der Nacht zur Aufrechterhaltung eines gesunden und erholenden Schlafes im Vordergrund steht, sind die gewerblich genutzten Blockflächen sowie die Kleingartenkolonie südlich des Plangebietes bei der Bewertung zu vernachlässigen.

Für die von den Auswirkungen betroffenen Wohnbauflächen wurde darüber hinaus die bioklimatische Ausgangssituation in der Planungshinweiskarte (Abb. 1.5) als sehr günstig bewertet (GEO-NET 2013). Für die betroffenen Wohnbauflächen die südlich an das Plangebiet angrenzen, bleibt die Durchlüftungssituation zudem trotz der Reduzierung des Kaltluftvolumenstroms weiterhin auf einem mäßigen Niveau bestehen. Eine hiermit verbundene signifikante Zunahme der bodennahen Lufttemperatur wurde im Ergebnis der Modellierung nicht festgestellt. Tendenziell lässt sich hier eher eine geringfügige Reduzierung der nächtlichen Lufttemperatur feststellen, die auf einen reduzierten Abfluss der Kaltluft von diesen Flächen zurückzuführen ist. Der gleiche Effekt tritt in der ebenfalls betroffenen Wohnbaufläche im Bereich der „Siedlung Baumschule“ auf. Darüber hinaus treten mäßige, planungsbedingte Auswirkungen auf 2 Wohnbauflächen nordöstlich der Autobahn-Anschlussstelle Magdeburg-Sudenburg auf. Auf diesen Blockflächen liegt auch im Planfall weiterhin eine hohe bis sehr hohe Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms vor und eine signifikante Auswirkung auf das nächtliche Temperaturfeld ist nicht zu erwarten. Von einer signifikanten Verschlechterung der vorherrschenden sehr günstigen bioklimatischen Situation (Klimafunktionskarte; Abb. 1.4) ist auf Basis der Modellergebnisse nicht auszugehen.

Durch das Planvorhaben ist darüber hinaus auch eine Grün- und Freifläche betroffen, der in der Planungshinweiskarte (GEO-NET 2013) eine sehr hohe bioklimatische Bedeutung zugewiesen wird. Der sich östlich von der Grünfläche bildende Luftaustauschbereich im Bereich Ottersleben bleibt auch bei Umsetzung des aktuellen Planungsstands in seiner bioklimatischen Funktion und Bedeutung ohne signifikante Beeinträchtigungen erhalten.

Insgesamt sollte bei der Planung der finalen Nutzungsänderungen innerhalb des Plangebietes hauptsächlich auf den „Siedlungsbereich Baumschule“ Rücksicht genommen werden. Aufgrund der randomisierten Eingangsdaten innerhalb des Plangebietes ist eine finale Bewertung der planungsbedingten Auswirkungen in diesem Bereich nicht möglich.

Vor dem Hintergrund eines klimawandelbedingten Anstiegs der Tagesmitteltemperatur, sowie der Anzahl an Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten steigt gleichzeitig die Bedeutung der Anpassung von Bauvorhaben an die zukünftige klimatische Entwicklung. Gerade Gewerbestandorte, die einen hohen Gebäudeanteil und in der Regel einen erhöhten Versiegelungsgrad gegenüber Wohnbauflächen aufweisen, stellen im gesamtstädtischen Kontext ein erhöhtes Risiko zur Bildung nächtlicher Wärmeinseln dar.

5. Planungshinweise

Die Empfehlungen zielen hauptsächlich darauf ab, die thermische Belastung innerhalb des Plangebietes zu minimieren sowie das Kaltluftsystem im Umfeld des Plangebietes zu erhalten und die Auswirkungen auf die angrenzenden Ortschaften bzw. Stadtteile zu minimieren. Dementsprechend lassen sich allgemeine Hinweise für den Geltungsbereich des Plangebietes festhalten, die bei der späteren Bebauung beachtet werden sollten.

Verringerung der Wärmebelastung

Um die nächtliche Auskühlung des Plangebietes zu unterstützen, sollte bei der Gestaltung der Außenanlagen darauf geachtet werden, dass der Anteil versiegelter Flächen auf ein notwendiges Minimum reduziert wird. Vor allem um eine vom Plangebiet ausgehende thermische Belastung auf angrenzenden Siedlungsraum zu verhindern, sollten Grün- und Freiflächen in den Bereichen erhalten bleiben, in denen das Plangebiet dem bewohnten Siedlungsraum besonders nahe kommt (Abb. 5.2; orange Markierung). Die Umsetzung von Dachbegrünungen hat auf das bodennahe Temperaturfeld (2 m ü. Grund) zwar keine signifikante Auswirkung. Dennoch gehen von begrünten Gebäudedächern positive Einflüsse auf das Mikroklima aus. Eine ausführliche Beschreibung der Wirkung von Dachbegrünungen sowie mögliche Ansatzpunkte zur Reduzierung der nächtlichen Überwärmung folgen im weiteren Verlauf des Berichts.

Während am Tage die direkte, kurzweilige Strahlung der Sonne wirksam ist, geben nachts Bauwerke und versiegelte Oberflächen die tagsüber gespeicherte Energie als langwellige Wärmestrahlung wieder ab. Durch die Verringerung des Wärmeinputs am Tage wird gleichzeitig weniger Strahlungsenergie in der Baumasse gespeichert und damit in der Nacht auch weniger Wärme an die Luft abgegeben. Neben einer hohen Grün- ausstattung lässt sich zudem durch die Verwendung von hellen Baumaterialien die Reflexion des Sonnenlichtes (Albedo) erhöhen, so dass ebenerdig versiegelte Flächen oder auch Fassaden stärker zurückstrahlen. Dadurch bleiben sie kühler und nehmen damit insgesamt weniger Wärmeenergie auf.

Bedeutung von Dach- und Fassadenbegrünung

Die Dach- und Fassadenbegrünung zählen zu den effektiven Maßnahmen, die Erwärmung der Gebäude am Tage abzuschwächen. Sie wirkt zweifach positiv auf einen Gebäudebestand ein, da einerseits durch die Schattenspende die Wärmeeinstrahlung am Tage reduziert wird und andererseits über die Verdunstungskälte des Wassers Wärme abgeführt wird. Eine Fassadenbegrünung ist insbesondere an West- und Südfassaden wirksam, da hier die stärkste Einstrahlung stattfindet. Darüber hinaus mindert eine Begrünung die Schallreflexion und damit die Lärmbelastung und kann zu einem gewissen Grad Stäube und Luftschadstoffe binden. Die Möglichkeiten bei der Realisierung einer Fassadenbegrünung werden allerdings entscheidend von der baulichen Ausgangssituation mitbestimmt.

Bei einer Dachbegrünung wirkt die Vegetation zusammen mit dem Substrat isolierend und verringert damit das Aufheizen darunter liegenden Aufenthaltsraums. Zudem senkt die Dachbegrünung die Oberflächentemperatur des Daches aufgrund der Verdunstung von Wasser ab und verringert die Temperatur in der oberflächennahen Luftschicht. Allerdings kommt es hier durch die Traufhöhe der höheren Gebäude zu einer vertikalen Entkopplung der positiven Effekte. Nur relativ niedrige Gebäude (< 5 m) mit Dachbegrünung können zu einem im bodennahen Bereich positiven Abkühleffekt beitragen. Gründächer auf 3-5 geschossigen Gebäu-

den zeigen in der untersten Schicht der Stadtatmosphäre (= Aufenthaltsbereich des Menschen) keinen nennenswerten positiven Temperatureffekt, jedoch profitieren die oberen Geschosse aufgrund der kühleren Luftmassen von einem verbesserten Innenraumklima. Voraussetzung für die Kühlwirkung ist allerdings immer ein ausreichendes Wasserangebot für die Vegetation. Sollte bei längeren Hitzeperioden die Vegetation austrocknen, steigen die Temperaturen wieder auf das Niveau eines normalen Daches an und können sogar darüber hinausgehen. Der Kühlungseffekt für die Innenräume bleibt dabei aber erhalten. Im Winter isoliert ein Gründach zusätzlich und kann zur Senkung des Heizbedarfes beitragen. Ein weiterer Vorteil von Dachbegrünung ist im Retentionsvermögen von Regenwasser zu sehen, wodurch die Kanalisation vor allem bei Starkregenereignissen entlastet wird.

Förderung der Aufenthaltsqualität am Tage

Die Aufenthaltsqualität am Tage (PET) liegt für das Plangebiet auf einem mäßig bis stark belasteten Niveau, die tatsächliche thermische Belastung wird aufgrund des verwendeten Modellansatzes jedoch unterschätzt. Daher besteht die Notwendigkeit von Verschattungselementen bzw. weiteren Maßnahmen zur Reduzierung der Wärmebelastung am Tage für mögliche Aufenthaltsbereiche bzw. Wegeverbindungen. Um die Durchlüftungssituation möglichst geringfügig zu beeinflussen, sollten keine dichten Baumgruppen bzw. Alleen gepflanzt werden. Während einzelne Baumstandorte lokal die Wärmebelastung am Tag reduzieren und in der Nacht weiterhin gut von Kaltluftsystemen umströmt werden können, geht von Baumgruppen eine erhöhte Barrierewirkung aus. Dementsprechend sollte versucht werden, Parkplätze, Wegeverbindungen und vor allem Aufenthaltsbereiche auf Grünflächen nur vereinzelt durch Baumstand-

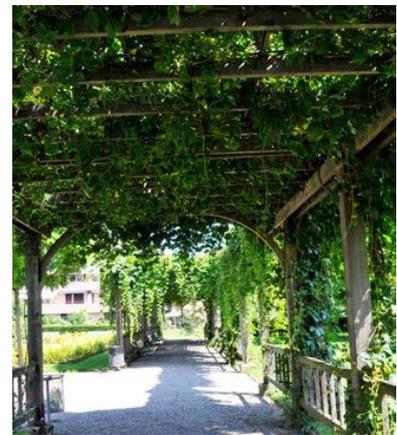


Abb. 5.1 Begrünte Pergola zur Reduzierung der thermischen Belastung an Wegen bzw. Aufenthaltsbereichen. (Stadt Zürich, 2020)

orte zu ergänzen. Ebenfalls geeignet für die Reduzierung der Wärmebelastung am Tag sind Sonnensegel. Auch wenn von diesen Elementen im Vergleich zu Bäumen keine Verdunstungskälte ausgeht, reduzieren sie lokal die Sonneneinstrahlung und führen zu einer Verbesserung der Aufenthaltsqualität, ohne dabei signifikant auf die Kaltluftströmung einzuwirken. Auch Pergolas, vor allem im begrünten Zustand (s. **Abb. 5.1**), können diesen Effekt erzielen. Neben der Verschattung tragen auch Wasserelemente zu einer positiven Aufenthaltsqualität am Tag bei. Wie bei der durch Vegetation entstehenden Verdunstungskälte nehmen Wasserkörper tagsüber die Strahlungsenergie der Sonne auf und führen zu einer lokal begrenzten Abkühlung der Lufttemperatur.

Aufrechterhaltung des Luftaustauschs

Um das bodennahe Kaltluftströmungsfeld und den Kaltluftvolumenstrom so geringfügig wie möglich zu beeinträchtigen, ist es wichtig den Strömungswiderstand der Gebäude auf ein Minimum zu beschränken. Hierfür ist vor allem die Erhaltung von Baulücken zwischen den Gebäudekörpern von Bedeutung (**Abb. 5.2**). Des Weiteren ist zu beachten, dass das Pflanzen von Bäumen tagsüber zu einer Verschattung des Gebäudes und der Aufenthaltsbereiche und folglich zu einer Verringerung der bodennahen Temperatur führt, in der Nacht jedoch als Strömungswiderstand des Kaltluftströmungsfeldes zu sehen ist. Um die Durchlüftungssituation innerhalb des Plangebietes zu verbessern und die Auswirkungen außerhalb des Plangebietes zu reduzieren bietet es sich an, neben der zentral geplanten Grünachse weitere Durchlüftungssachsen zu integrieren.

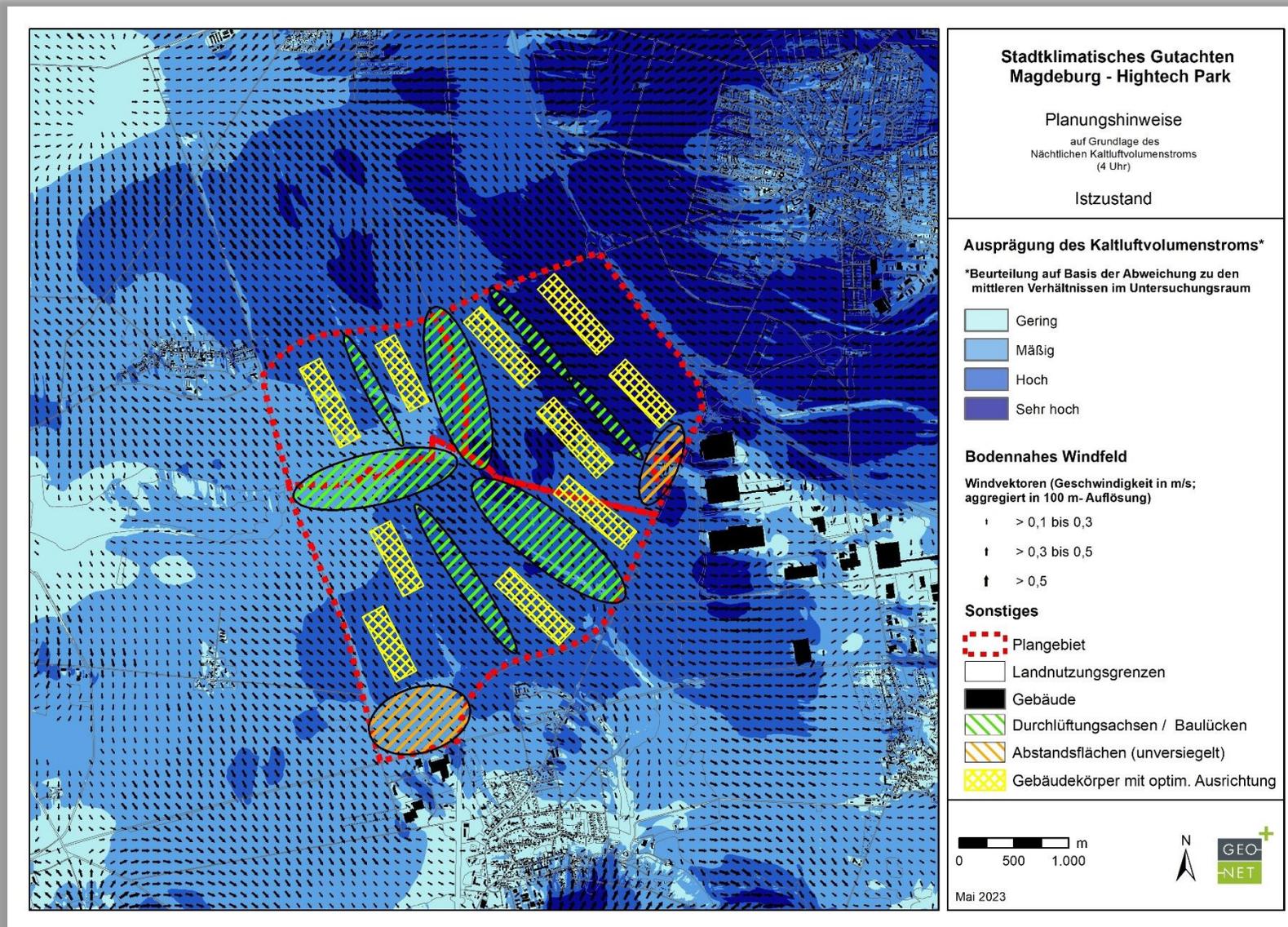


Abb. 5.2 Planungshinweise zum derzeitigen Planstand.

6. Literatur

GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2008): Ermittlung der klima- und immissionsökologischen Auswirkungen der 12. Änderung des Flächennutzungsplans Magdeburg.

GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2013): Klimafunktionskarte und Planungskarte Klima/Luft für die Landeshauptstadt Magdeburg.

KUTTLER, W. (2013): Klimatologie. Kapitel: Lokale Maßnahmen gegen den globalen Klimawandel. Paderborn: Schöningh (2. Auflage).

MOSIMANN, Th., P. TRUTE & Th. FREY (1999): Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Heft 4/99.

STADT ZÜRICH (2020): Fachplanung Hitzeminderung.

https://www.stadt-zuerich.ch/content/dam/stzh/ted/Deutsch/gsz_2/publikationen/planung-und-bau/fachplanung-hitzeminderung/FPH_Bericht_2020_low.pdf

VDI (2003): Richtlinie VDI 3787 Blatt 5 Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

VDI (2004): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 9. Umweltmeteorologie. Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.

VDI (2008): VDI-Richtlinie 3785 Blatt 1. Umweltmeteorologie. Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima.

7. Glossar

Ausgleichsleistung: Durch lokalen → Luftaustausch bzw. Lufttransport zwischen → Ausgleichs- und → Wirkungsraum wird eine positive Beeinflussung der bioklimatischen bzw. lufthygienischen Verhältnisse erzielt.

Ausgleichsraum: Grüngestaltete, relativ unbelastete Freifläche, die an einen Wirkungsraum angrenzt oder mit diesem über wenig raue Strukturen (→ Leitbahnen) verbunden ist. Durch die Bildung kühlerer und frischerer Luft sowie über funktionsfähige Austauschbeziehungen trägt dieser zur Verminderung oder zum Abbau der Belastungen im Wirkungsraum bei. Mit seinen günstigen klimatischen und lufthygienischen Eigenschaften bietet er eine besondere Aufenthaltsqualität für Menschen.

Austauscharme Wetterlage: → Strahlungswetterlage

Autochthone Wetterlage: → Strahlungswetterlage

Autochthones Windfeld: Kaltluftabflüsse und Flurwinde, welche sich als eigenbürtige, landschaftsgesteuerte Luftaustauschprozesse während einer windschwachen sommerlichen → Strahlungswetterlage ausbilden.

Bioklima: Beschreibt die direkten und indirekten Einflüsse von Wetter, Witterung und Klima (=atmosphärische Umgebungsbedingungen) auf die lebenden Organismen in den verschiedenen Landschaftsteilen, insbesondere auf Menschen.

Eindringtiefe: Reichweite einer Kalt-/Frischluchtströmung in den → Wirkungsraum hinein, ausgehend vom Bebauungsrand.

Flurwind: Thermisch bedingte schwache Ausgleichsströmung, die durch horizontale Temperatur- und Druckunterschiede zwischen vegetationsgeprägten Flächen (z.B. innerhalb einer Bebauung oder auch im Umland) und (dicht) bebauten Gebieten entsteht. Er strömt vor allem in den Abend- und Nachtstunden schubweise in das Zentrum der Überwärmung (meist Innenstadt oder Stadtteilzentrum) ein.

Inversion: Wenn am Tage bei intensiver Sonneneinstrahlung der Boden und die darüber lagernde Luft aufgeheizt werden, steigt diese auf und führt zu einer guten Durchmischung der Luftschicht. Die Temperatur der Luft nimmt dabei mit der Höhe allmählich ab. Während einer nächtlichen → Strahlungswetterlage kann eine umgekehrte Situation entstehen, bei der die oberen Luftschichten wärmer sind als die im bodennahen Bereich. Der Luftaustausch mit der Höhe ist dann reduziert, da die Kaltluft aufgrund ihrer höheren Dichte am Erdboden verbleibt.

Kaltluftabfluss: An wenig rauen Hängen und Tälern mit genügendem Gefälle (theoretisch ab etwa 0,5°) setzt sich die Kaltluft aufgrund der Schwerkraft, dem Gefälle folgend, in Bewegung. Der Abfluss erfolgt schubweise. Er setzt bereits vor Sonnenuntergang ein und kann die ganze Nacht andauern.

Kaltluftvolumenstrom: Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige

Menge an Kaltluft in der Einheit m^3 , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt. Da die Modellergebnisse nicht die Durchströmung eines natürlichen Querschnitts widerspiegeln, sondern den Strömungsdurchgang der gleichbleibenden Rasterzellenbreite, ist der resultierende Parameter streng genommen nicht als Volumenstrom, sondern als rasterbasierte Volumenstromdichte aufzufassen. Dies kann man so veranschaulichen, indem man sich ein quer zur Luftströmung hängendes Netz vorstellt, das ausgehend von der Obergrenze der Kaltluftschicht³ bis hinab auf die Erdoberfläche reicht. Bestimmt man nun die Menge der pro Sekunde durch das Netz strömenden Luft, erhält man den rasterbasierten Kaltluftvolumenstrom.

Kelvin (K): SI-Basiseinheit der thermodynamischen Temperatur, die zur Angabe von Temperaturdifferenzen verwendet wird. Der Wert kann in der Praxis als Abweichung in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) interpretiert werden.

PET (Physiologisch äquivalente Temperatur): Humanbioklimatischer Index zur Kennzeichnung der Wärmebelastung des Menschen, der Aussagen zur Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombiniert und aus einem Wärmehaushaltsmodell abgeleitet wird.

Klimafunktionen: Prozesse und Wirkungen in der Landschaft, die das örtliche Klima mitbestimmen und Belastungen von Organismen durch besondere Klimabedingungen erhöhen oder abbauen.

Klimaökologie: Analysiert den Einfluss von Klimaelementen und des Klimas auf das Landschaftsökosystem und seinen Haushalt. Untersucht wird weiterhin die Steuerung der bedeutsamen, bodennahen atmosphärischen Prozesse durch die allgemeinen landschaftlichen Strukturgrößen (Relief, Überbauung...).

Komfortraum: Vielfältig strukturierte, bewachsene Freiflächen in Nachbarschaft zum Wirkungsraum mit günstigen bioklimatischen und/oder lufthygienischen Bedingungen. Ihre wichtigsten Eigenschaften sind Immissionsarmut und Klimavielfalt, d.h. es besteht ein Mosaik aus unterschiedlichen Mikroklimaten.

Leitbahnen: Linear ausgerichtet, wenig raue Freiflächen, die den lokalen Luftaustausch fördern, insbesondere den Transport von Kalt-/Frischlufte aus dem Ausgleichsraum in den Wirkungsraum. Die Leitbahneigenschaften bestimmen, in welchem Umfang eine Ausgleichsleistung erbracht wird.

Luftaustausch: Transport von Luftmassen mit bestimmten Eigenschaften durch turbulente Diffusion. Es werden austauschschwache Situationen mit Windgeschwindigkeiten $\leq 1,5 \text{ m/s}$ von austauschstarken mit Windgeschwindigkeiten $\geq 5,5 \text{ m/s}$ unterschieden.

Rauigkeit: Gibt die durch Bebauungs- und/oder Vegetationsstrukturen hervorgerufene Veränderungen des Windfeldes wieder. Als Maß der Rauigkeit fungiert der z_0 -Wert, der in Meter angegeben wird.

Strahlungswetterlage: Wetterlage mit schwacher Windströmung und ungehinderten Ein- und Ausstrahlungsbedingungen. Die meteorologische Situation in Bodennähe wird bei dieser Wetterlage vornehmlich

³ Die Schichtgrenze wird dort angesetzt, wo die horizontale Fließgeschwindigkeit geringer als $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wird

durch den Wärme- und Strahlungshaushalt und nur in geringem Maße durch die Luftmasse geprägt. Voraussetzung für ihre Ausbildung sind eine geringe Bewölkung von weniger als 3/8 und eine mittlere Geschwindigkeit des Windes von unter 1,5 m/s.

Strömungsfeld: Für den Analysezeitpunkt 04 Uhr morgens simulierte flächendeckende Strömungsfeld der Kaltluftabflüsse und Flurwinde während einer windschwachen → Strahlungswetterlage.

Ventilationsbahn: Leitbahn, die während austauschstärkerer Wetterbedingungen den Gradientwind aufnimmt und zur Be- und Entlüftung des Wirkungsraumes beiträgt.

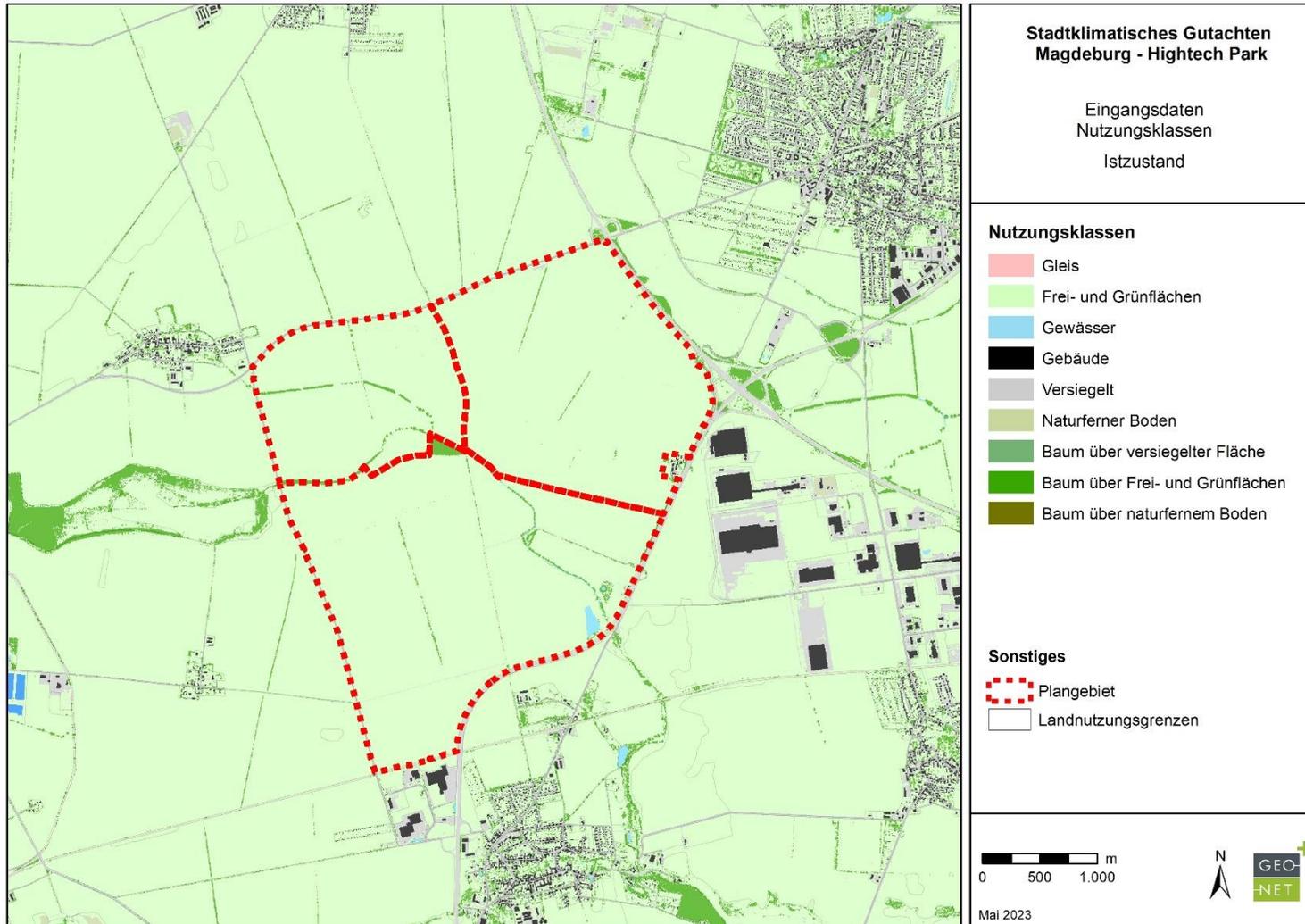
Wärmebelastung: Durch Behinderung der Wärmeabgabe des Körpers hervorgerufenes Unbehaglichkeitsempfinden. Wärmebelastung tritt hauptsächlich bei sommerlichen, strahlungsreichen Hochdruckwetterlagen mit hoher Temperatur, hoher Feuchte und geringer Luftbewegung auf (Schwüle).

Wärmeinsel: Derjenige städtische Lebensraum, der gegenüber der Umgebung vor allem abends und nachts eine höhere Lufttemperatur aufweist. Es bilden sich i.d.R. mehrkernige Wärmeinseln in einer Stadt aus. Die Jahresmitteltemperaturen sind in diesen Räumen um 0,5 bis 1,5 Kelvin gegenüber dem Umland erhöht.

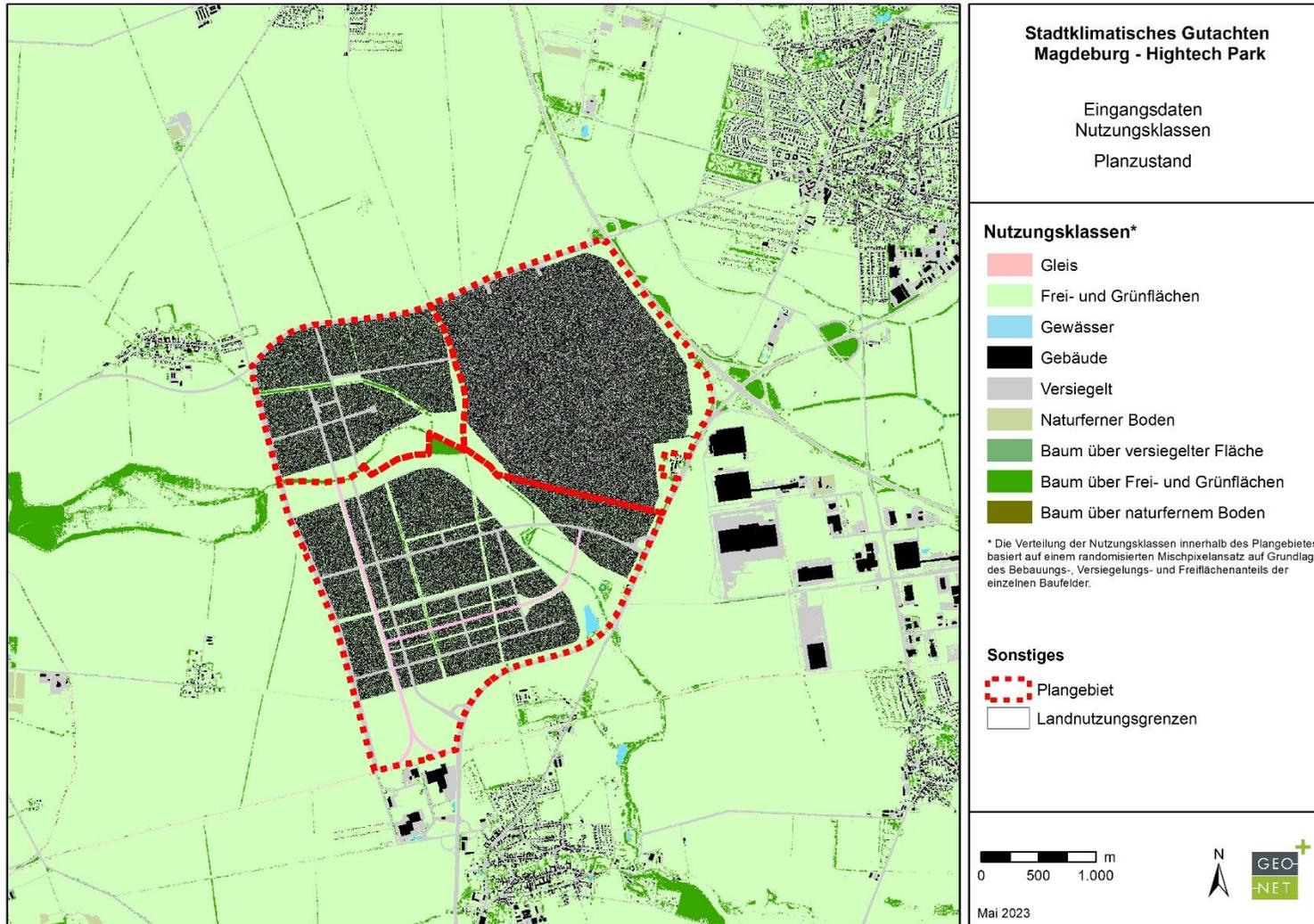
Wirkungsraum: Bebauter (oder zur Bebauung vorgesehener), bioklimatisch und/oder lufthygienisch belasteter Raum (Belastungsraum), der an einen oder mehrere Ausgleichsräume angrenzt oder über wenig raue Strukturen angebunden ist. Durch lokale Luftaustauschprozesse erfolgt eine Zufuhr von Kalt-/Frischlufte aus dem → Ausgleichsraum, die zur Verminderung oder zum Abbau der Belastungen beiträgt.

Anhang

A1: Übersicht über die Eingangsdaten in der Ausgangssituation



A2: Übersicht über die Eingangsdaten im Planzustand



GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Hannover, den 08.06.2023

Erstellt von:

A handwritten signature in blue ink that reads "L. Fricke".

Lukas Fricke (M.Sc. Landschaftswissenschaften)

Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung beide Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichten Lesbarkeit und Verständlichkeit die männliche Form gewählt wurde.

Die Erstellung der Klimaexpertise erfolgte entsprechend dem Stand der Technik nach besten Wissen und Gewissen. Die Klimaexpertise bleibt bis zur Abnahme und Bezahlung alleiniges Eigentum des Auftragnehmers. Eigentum und Nutzungsrecht liegen bei dem Auftraggeber.