

Klimagutachten für den Bebauungsplan Nr. 140 in Euskirchen

Bericht VB 8189-1 vom 07.05.2021

Auftraggeber: DWK Euskirchen GmbH & Co KG
Fliederweg 2
40789 Monheim

Bericht-Nr.: VB 8189-1

Datum: 07.05.2021

Ansprechpartner/in: Herr Siebers

Dieser Bericht besteht aus insgesamt 83 Seiten,
davon 37 Seiten Text und 46 Seiten Anlagen.

VMPA anerkannte
Schallschutzprüfstelle
nach DIN 4109

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübner

Dipl.-Ing. Heiko Kremer-Bertram
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Peutz Consult GmbH

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Borussiastraße 112
44149 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Carmerstraße 5
10623 Berlin
Tel. +49 30 92 100 87 00
Fax +49 30 92 100 87 29
berlin@peutz.de

Gostenhofer Hauptstraße 21
90443 Nürnberg
Tel. +49 911 477 576 60
Fax +49 911 477 576 70
nuernberg@peutz.de

Geschäftsführer:

Dr. ir. Martijn Vercammen
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDDXXX

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B

peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung.....	4
2	Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien.....	5
3	Örtliche Gegebenheiten.....	8
4	Klimatologische Grundlagen.....	10
4.1	Klimatopkarte.....	10
4.2	Klimaanalysekarte.....	12
4.3	Bewertung des thermischen Komforts.....	13
4.4	Ableitung der zu untersuchenden Windrichtungen.....	15
5	Berechnungsmodell.....	16
5.1	Modellbeschreibung.....	16
5.2	Aufbau der Rechengitter.....	16
5.3	Eingangsdaten.....	17
5.3.1	Gebäude.....	17
5.3.2	Oberflächen.....	18
5.3.3	Vegetation.....	18
5.3.4	Initialisierungsparameter.....	19
6	Ergebnisse.....	20
6.1	Lufttemperaturen.....	21
6.1.1	16 Uhr.....	21
6.1.2	22 Uhr.....	22
6.1.3	05 Uhr.....	24
6.2	Durchlüftung.....	24
6.3	Bioklimatische Belastungssituation.....	27
7	Planungsempfehlungen.....	29
8	Zusammenfassung.....	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Klimatische Gunst- und Ungunstfaktoren des Stadt- und Gewerbeklimas.....	10
Tabelle 4.2: Klimatische Gunst- und Ungunstfaktoren des Klimas innerstädtischer Grünflächen.....	11
Tabelle 4.3: Einordnung der thermischen Situation und Planungshinweise für Wohn- und Gewerbeflächen.....	13
Tabelle 4.4: Einordnung der thermischen Ausgleichsfunktion und Planungshinweise für Grünflächen.....	13
Tabelle 4.5: Bewertung des thermischen Komforts mit PET.....	14
Tabelle 5.1: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen.....	20

Abbildungsverzeichnis

1 Situation und Aufgabenstellung

Durch die anhaltend hohe Nachfrage nach Bauland, vor allem entlang der Rheinschiene und in den angrenzenden Gebietskörperschaften, erfolgt zunehmend eine Verknappung baulich entwickelbarer Flächen. Dadurch rücken verstärkt Brachflächen in den Fokus der Städte und Grundstücksentwickler, die bisher aufgrund hoher Gestehungskosten nicht wirtschaftlich entwickelt werden konnten.

In der Stadt Euskirchen befindet sich eine solche Brachfläche südlich des Bahnhofsbereiches am Pützbergring, auf der die ehemaligen Westdeutschen Steinzeugwerke ihre Produktionsgebäude besaßen. Die bauliche Entwicklung der Fläche der ehemaligen Westdeutschen Steinzeugwerke stellt einen zentralen Baustein bei der Schaffung neuer Entwicklungsmöglichkeiten in der Kreisstadt Euskirchen dar.

Die Planungen sehen ein Quartier mit urbanem Charakter vor. Die Bebauung ist überwiegend drei bis viergeschossig geplant. Mit dem Bebauungsplan Nr. 140 [1] soll Planrecht für die Bebauung dieser Fläche geschaffen werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens sind die Auswirkungen des Planvorhabens auf das Lokalklima zu untersuchen. Hierzu werden Simulationsrechnungen mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met in der aktuellen Version 4.4.5 für den Ist- und den Planfall für zwei Hauptwindrichtungen und einen warmen Sommertag durchgeführt. In die Berechnungen fließen Gebäudestellungen und -höhen, der Vegetationsbestand sowie die Oberflächenbeschaffenheit ein.

Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgt anhand der simulierten Temperaturverhältnisse sowie der bioklimatischen Kenngröße des PET-Wertes zu drei verschiedenen Uhrzeiten. Zusätzlich werden die Windverhältnisse in einer Auswertehöhe von 1,5 m und in 15 m über Grund ausgewertet und dargestellt.

Die Anlagen 1 und 2 zeigen Lagepläne für die untersuchten Varianten Ist- und Planfall.

2 Bearbeitungsgrundlagen, zitierte Normen und Richtlinien

Titel / Beschreibung / Bemerkung			Kat.	Datum
[1]	Bebauungsplan Nr. 140, Bereich zwischen Gottlieb-Daimler-Straße, Pützberggring und Alfred-Nobel-Straße im Ortsteil Euskirchen	Stadt Euskirchen	P.	Stand Januar 2021
[2]	Rahmenplanung ehem. westdeutsche Steinzeugwerke Euskirchen	Städtebaulicher Lageplan ASTOC – Architects and planners	P.	Stand Februar 2021
[3]	Entwicklungsvorhaben DWK Euskirchen – Bericht zur Baugrundvorerkundung	Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH	Lit.	März 2020
[4]	BV ehem. Westdeutsche Steinzeugwerke, Euskirchen. Hier: Ergänzende Stellungnahme zur abfalltechnischen Untersuchung von Bodenmaterialien	Mull & Partner Ingenieurgesellschaft mbH	Lit.	März 2020
[5]	Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsberechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort in Euskirchen	IfU GmbH – Privates Institut für Analytik	Lit.	April 2020
[6]	Zeitreihe der Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Temperatur an der DWD-Station Nürnberg-Barweiler des Zeitraums 2010 - 2019	Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/	P	Zugriff Februar 2021
[7]	FIS (Fachinformationssystem) Klimaanpassung des Landes Nordrhein-Westfalen	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) https://www.lanuv.nrw.de/klima/klimaanpassung-in-nrw/fis-klimaanpassung-nordrhein-westfalen	P.	Stand Februar 2021
[8]	Digitales Geländemodell (DGM1)- des Untersuchungsgebietes	Geschäftsstelle des IMA GDI Nordrhein-Westfalen	P	Stand Februar 2021
[9]	Digitales Oberflächenmodell (LAS) des Untersuchungsgebietes	https://www.geoportal.nrw/	P	Stand Februar 2021

Titel / Beschreibung / Bemerkung			Kat.	Datum
[10]	LOD2-Modell im CityGML-Format des Untersuchungsgebietes	Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0 http://www.govdata.de/dl-de/zero-2-0	P	Stand Februar 2021
[11]	Planning Applications of urban and Building Climatology. In Wissenschaftliche Berichte des Instituts für Meteorologie und Klimafor- schung der Universität Karlsruhe.	Höschele, K.	Lit.	1992
[12]	Rechenmodell ENVI-met, Version 4.4.5 – Summer 2020	https://www.envi-met.com/	Lit.	2020
[13]	GALK-Straßenbaumliste: http://strassenbaumliste.galk.de/	GALK e.V., Deutsche Garten- amtsleiterkonferenz	P	Dezember 2018
[14]	BK 50,. Bodenkarte von NRW 1:50.000	Geologischer Dienst NRW: http://www.gis-rest.nrw.de/atomFeed/rest/atom/5c120c49-1486-4fc0-827c-da14624af4a4.html	P	Dezember 2018
[15]	LOD1-Modell im CityGML-Format des Untersuchungsgebietes	https://www.opengeodata.nrw.-de/produkte/geobasis/3d-gm/3d-gm_lod1/3d-gm_lod1_05314000_Bonn_EP_SG25832_CityGML.zip	P	Oktober 2019
[16]	Digitales Oberflächenmodell (DOM) des Untersuchungsgebietes	https://www.opengeodata.nrw.-de/produkte/geobasis/dom/dom1/dom1l_05314000_Bonn_E_PSG25832_XYZ.zip	P	Oktober 2019
[17]	Digitales Geländemodell (DGM) des Untersuchungsgebietes	https://www.opengeodata.nrw.-de/produkte/geobasis/dgm/dgm1/dgm1_05314000_Bonn_E_PSG4647_XYZ.zip	P	Oktober 2019
[18]	VDI 3787, Blatt 1. Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen.	Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN-Normenausschuss KrdL. Verein Deutscher Ingenieure.	RIL	2014
[19]	VDI 3787, Blatt 2. Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung.	Verein Deutscher Ingenieure	RIL	2008
[20]	Stadtklima vor dem Hintergrund des Klimawandels	A. Matzarakis, in Umweltmeteorologie, Nr. 3, 2013	Lit.	2013

Kategorien:

VB 8189-1
07.05.2021

Seite 6 von 37

G Gesetz
V Verordnung
VV Verwaltungsvorschrift
RdErl. Runderlass

N Norm
RIL Richtlinie
Lit Buch, Aufsatz, Berichtigung
P Planunterlagen / Betriebsangaben

3 Örtliche Gegebenheiten

Der Planbereich umfasst eine Fläche von ca. 17,4 ha im Ortsteil Euskirchen. Der Bereich liegt südöstlich der Innenstadt und wird durch den Pützbergring im Nordwesten, die Alfred-Nobel-Straße im Nordosten und die Gottlieb-Daimler-Straße im Süden begrenzt. Er umfasst im Wesentlichen das frühere Betriebsgelände der Westdeutschen Steinzeugwerke, sowie darüber hinaus ein weiteres, derzeit untergenutztes Gewerbegrundstück im Südosten des Plangebietes.

Der überwiegende Teil des Plangebietes besteht aus dem früheren Gelände der Westdeutschen Steinzeugwerke. Hier ist derzeit in den beiden im Nordteil gelegenen Hallen noch ein Speditionsbetrieb ansässig. Der südliche Teil des Geländes ist ungenutzt. An der Gottlieb-Daimler-Straße erstreckt sich eine Ackerfläche.

Nördlich der Alfred-Nobel-Straße ist eine Wohnbebauung als unmittelbare Nachbarschaft des Plangebiets vorhanden. In östlicher Richtung grenzen Lagerflächen sowie ein Metallverwertungsbetrieb und ein Baustoffhandel an. Östlich davon verlaufen die anbaufreie L 194 und die Erft, weiter in östlicher Richtung befindet sich die Zuckerfabrik Euskirchen.

Im Süden grenzen Gewerbeflächen entlang der Straße An der Vogelrute an das Plangebiet an. Westlich des Pützbergrings liegen die Gleisanlagen des Bahnhofs Euskirchen und ein weiterer Baustoffhändler.

Die Anlage 1 zeigt die derzeitige Bestandssituation.

Die Planungen sehen die Schaffung eines Quartiers mit urbanem Charakter vor. Die Bebauung ist dreigeschossig mit Staffelgeschossen sowie überwiegend viergeschossig, teils mit Staffelgeschossen geplant. Ein einzelner Hochpunkt an dem geplanten Stadtplatz im Südwesten des Plangebietes soll mit sieben Geschossen den Quartiersauftakt städtebaulich betonen. Es sind Mehrfamilienhäuser für den Miet- und Eigentumswohnungsbau vorgesehen. Dabei sind an den Rändern des Quartiers stärker geschlossene Blockränder notwendig und geplant, die dazu beitragen, den Schallemissionseintrag in das Innere des Quartiers zu mindern. Im Inneren sind aufgelockerte Blockränder vorgesehen, die Mehrfamilienhäuser in Form kleiner Stadtvillen und auch mehrgeschossige Stadthäuser als Hausgruppen ermöglichen.

Im Südwesten ist ein Stadtplatz, der den Zugang des Quartiers vom Bahnhof und der City Süd aus markiert, geplant. Östlich des Platzes ist an der Gottlieb-Daimler-Straße ein Sondergebiet für Einzelhandel mit Nahversorgungsfunktion geplant. Die Einzelhandelsnutzungen sind mit einer Wohnnutzung in den Obergeschossen kombiniert.

Den Mittelpunkt des neuen Stadtviertels bildet eine ca. 1 ha große, öffentliche Parkanlage. An dieser Parkanlage wird auch die Kindertagesstätte vorgesehen. Mit den vorgesehenen Wegeverbindungen entsteht eine engmaschige Vernetzung des Gebiets zur City Süd und Erftaue.

Die Anlage 2 zeigt den in die Berechnung zum Planfall eingeflossenen städtebaulichen Rahmenplan [2].

4 Klimatologische Grundlagen

Die klimatologische Bewertung des Plangebietes und dessen Umgebung erfolgt auf Grundlage der landesweit vorliegenden Klimaanalyse des LANUV [7]. Eine gesamtstädtische Klimaanalyse der Stadt Euskirchen liegt derzeit nicht vor.

4.1 Klimatopkarte

Klimatope sind räumliche Einheiten, die mikroklimatisch einheitliche Gegebenheiten aufweisen [18]. Das Mikroklima wird vor allem durch die Faktoren Flächennutzung, Bebauungsdichte, Versiegelungsgrad, Oberflächenstruktur, Relief und Vegetationsart beeinflusst. Für den Klimaatlas des Landes Nordrhein-Westfalen wurden die Klimatope auf Grundlage von flächenhaft vorliegenden Geodaten (Flächennutzungsdaten, Gebäudedaten sowie Versiegelungsgraden) bestimmt.

Die Anlage 3 zeigt die im Umfeld des Plangebietes unterschiedenen Klimatope. Demnach ist das Plangebiet zum überwiegenden Teil als Gewerbe- und Industrieklima kategorisiert. Die derzeit landwirtschaftlich genutzte Fläche im Südosten des Plangebietes ist als Klima der innerstädtischen Grünflächen definiert.

Im Stadt- und Gewerbeklima prägen Gewerbegebiete mit den dazugehörigen Produktions-, Lager- und Umschlagstätten, die sich durch einen hohen Versiegelungsgrad und geringen Grünanteil auszeichnen, das Mikroklima. Die Emissionsstruktur, deren Hauptquellen Feuerungsanlagen sowie produktionsbedingte Anlagen und der Schwerlastverkehr darstellen können, ist stark abhängig von der Art der gewerblichen Nutzung. In Kombination kann dies verstärkt zu immissionsklimatischen und bioklimatischen Belastungssituationen führen.

Die nachfolgende Tabelle weist die klimatischen Gunst- und Ungunstfaktoren des Freilands auf.

Tabelle 4.1: Klimatische Gunst- und Ungunstfaktoren des Stadt- und Gewerbeklimas

Klimatische Gunstfaktoren	Klimatische Ungunstfaktoren
Nächtlich anhaltende thermische Turbulenz vergrößert den bodennahen Durchmischungsraum	Lufthygienischer Lastraum, lokale Schadstoffemissionen
Relativ günstige Austauschverhältnisse	Langanhaltende nächtliche Wärmebelastung
	Tagsüber erhöhtes Belastungspotential durch Hitze- und Schwüle möglich
	Fehlende Verschattungsstrukturen durch verdunstungsaktive Baumkronen fördern die Hitze- und Wärmebelastung

Ein relativ großer Anteil der als Stadt- und Gewerbeklimatop eingeordneten Plangebietsfläche ist derzeit entsiegelt und weist einen zumeist niedrigen Bewuchs auf. Die negativen Wirkungen der Fläche in Bezug auf die nächtliche Überwärmung werden hierdurch abgemildert.

Die klimatischen Verhältnisse innerstädtischer Grünflächen sind zwischen denen von Freiland- und Waldklima einzustufen. Dabei variiert die klimatische Reichweite von Parkflächen in Abhängigkeit von der Größe und Form der Parkanlagen, deren Ausstattung sowie von der Anbindung an die Bebauungs oder Durchlüftungsbahnen. Die Klimawirksamkeit von Grünflächen beschränkt sich je nach Größe, Relief und Rauigkeit auf die Fläche selbst (Mikroklima-effekt) kann jedoch auch stadtklimatisch positive Fernwirkungen aufweisen. Verschiedene Untersuchungen und Modellierungen haben gezeigt, dass mikroklimatische Kühlungseffekte in Abhängigkeit von der Verdunstungsleistung und Beschattung auch bei geringer Flächen-größe nachweisbar sind. Bei einer engen Vernetzung können auch kleinere Grünflächen zur Abmilderung von Wärmeinseln beitragen, z.B. indem sie den Luftaustausch fördern.

Die nachfolgende Tabelle weist die klimatischen Gunst- und Ungunstfaktoren des Klimas der innerstädtischen Grünflächen aus.

Tabelle 4.2: Klimatische Gunst- und Ungunstfaktoren des Klimas innerstädtischer Grünflächen

Klimatische Gunstfaktoren	Klimatische Ungunstfaktoren
Gedämpfter Tagesgang der Lufttemperatur und der Windgeschwindigkeit	Das günstige Bioklima begrenzt sich häufig auf die Fläche selbst (bei kleinen Flächen, „Oaseneffekt“)
Lokale Abkühlungseffekte durch Schattenzonen und erhöhte Verdunstungsraten	Oftmals geringe Fernwirkung (≤ 200 m)
Geringe thermische und bioklimatische Belastung	Tagsüber erhöhtes Belastungspotential durch Hitzestress und Schwüle möglich
Größere parkartige Grünflächen erweisen sich als innerstädtische Kaltluftproduzenten	Fehlende Verschattungsstrukturen durch verdunstungsaktive Baumkronen fördern die Hitze- und Wärmebelastung
Keine Emissionen	
Filterfunktion für gas- und staubförmige Luftschadstoffe	

Aufgrund der vergleichsweise geringen Flächengröße und der fehlenden Vernetzung mit anderen Grünstrukturen ist davon auszugehen, dass sich der positive stadtklimatische Effekt der Grünfläche auf die Fläche selbst und die direkt angrenzenden versiegelten Bereiche beschränkt. Von einer positiven Fernwirkung, die auch die Innenstadtbereiche von Euskirchen erreicht, ist nicht auszugehen.

Südlich und östlich des Plangebietes schließen sich große Gewerbe- und Industrieflächen mit einem starken Versiegelungsgrad und entsprechend negativen stadtklimatologischen Eigenschaften an. Als wichtige Ausgleichsräume fungieren hierbei die Freiflächen beiderseits der Erft sowie die sich östlich anschließenden landwirtschaftlichen Nutzflächen, die als Freilandklimate eingeordnet sind.

Nördlich des Plangebietes schließen sich ausgedehnte Gleis- und Bahnanlagen an. Diese Flächen weisen aufgrund ihrer geringen Rauigkeit in der Regel hohe Windgeschwindigkeiten und ein gutes Durchlüftungspotenzial auf. Zudem sind sie gekennzeichnet durch einen ausgeprägten Tagesgang der Lufttemperatur.

Die Wohnbebauung an der Alfred-Nobel-Straße wird dem Stadtrandklima zugeordnet. Stadtrandklimatope zeichnen sich durch eine überwiegend lockere Bauweise und einen relativ hohen Grünanteil aus. Charakteristisch für die dem Stadtrandklima zuzuordnenden Wohngebiete ist daher, dass die stadtklimatischen Effekte nur einen geringen und selten stark belastenden Ausprägungsgrad erreichen. Durch die relative Nähe zu regionalen und lokalen Ausgleichsräumen ist eine Frischluft- und Kaltluftzufuhr auch während gradientschwacher Wetterlagen meist gewährleistet.

4.2 Klimaanalysekarte

In der Klimaanalysekarte werden klimaökologisch relevante Strukturen voneinander abgegrenzt und dargestellt. Im Gegensatz zur Klimatopkarte, die sich aus rein statistischen Faktoren ableitet, werden in der Klimaanalysekarte die thermischen Verhältnisse in einer Region (und das damit zusammenhängende Prozessgeschehen) beschrieben, die sich in einer bestimmten Situation entwickeln. Da sich die thermischen Gegebenheiten im Tagesverlauf unterscheiden, wurden die Klimaanalysekarten des LANUV für eine Tagsituation (15 Uhr) und eine Nachtsituation (04 Uhr) erstellt. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die aus diesen beiden Karten generierte Gesamtbetrachtung. Die Karten für die Tag- und Nachtsituation können im FIS Klimaanpassung [7] abgerufen werden.

Anlage 4 zeigt die aus Tag- und Nachtsituation kombinierte Klimaanalysekarte für das Umfeld des Plangebietes. Bei der Bewertung der Flächen wird zwischen Grünflächen und Siedlungsgebieten unterscheiden.

Der überwiegende Bereich des Plangebiets sowie die angrenzenden Gewerbe- und Wohngebiete weisen demnach überwiegend eine weniger günstige thermischen Situation auf. Die nachfolgende Tabelle weist die entsprechenden Planungshinweise aus.

Tabelle 4.3: Einordnung der thermischen Situation und Planungshinweise für Wohn- und Gewerbeflächen

Thermische Situation	Planungshinweise
weniger günstig	Mittlere bis hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen. Nachverdichtungen sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen ("Entkopplung") und die Baukörperstellung sollte beachtet sowie möglichst eine Erhöhung des Vegetationsanteils angestrebt werden.

Die derzeitig landwirtschaftlich genutzte Fläche im Westen des Plangebietes wird als Grünfläche mit hoher thermischer Ausgleichsfunktion klassifiziert. Die nachfolgende Tabelle zeigt die entsprechenden Planungshinweise:

Tabelle 4.4: Einordnung der thermischen Ausgleichsfunktion und Planungshinweise für Grünflächen

Thermische Ausgleichsfunktion	Planungshinweise
hoch	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen und eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung angestrebt werden.

Als zusätzliche Information weist die Klimaanalysekarte des LANUV Klimawandelvorsorgebereiche aus. Klimawandelvorsorgebereiche sind Siedlungsflächen, die infolge des fortschreitenden Klimawandels in Zukunft in die höchste Belastungsklasse (sehr ungünstig – Klasse 4) bzw. in die zweithöchste Belastungsklasse (ungünstig Klasse 3) aufsteigen. In Anlage 4 wird deutlich, dass die als Gewerbeflächen eingeordneten Teile des Plangebiets in Zukunft bei unveränderter Nutzung in die ungünstige Belastungsklasse aufsteigen werden, d.h. dass durch den Klimawandel eine thermische Belastungssituation vorliegen wird, wie sie aktuell in den stark versiegelten Innenstadtbereichen Euskirchens zu beobachten ist.

4.3 Bewertung des thermischen Komforts

Das physiologische Wärmeempfinden des Menschen wird nicht nur von der Lufttemperatur, sondern auch von den Einstrahlungsbedingungen (jahres- und tageszeitliche Varianz, Schattenwurf, langwellige Abstrahlung von Objekten in der Umgebung), der Windgeschwindigkeit sowie der Luftfeuchtigkeit beeinflusst [20]. Dabei ist die Lufttemperatur nicht immer der maßgebliche Faktor, sondern je nach Situation und Tageszeit können auch die Strahlungs- und Windverhältnisse dominant sein. Charakteristisch für das Stadtklima sind Wärmebelastungen bis zum Hitzestress, die insbesondere aus der zusätzlichen Abstrahlung der erwärmten

Gebäude und der versiegelten Flächen sowie der infolge der erhöhten Rauigkeit gegenüber dem Umland reduzierten Windgeschwindigkeit resultieren.

In der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2 [19] werden verschiedene Methoden zur Quantifizierung des thermischen Komforts aufgeführt. Im Folgenden wird zur Beurteilung des thermischen Komforts die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) herangezogen. Die PET beschreibt das thermische Empfinden bei wechselnden Umgebungsbedingungen. Eine thermische Belastung kann sowohl durch Kälte (niedriger PET-Wert) als auch durch Hitze (hoher PET-Wert) verursacht werden. Neben der Temperatur berücksichtigt der PET-Wert die für die Beschreibung des physiologischen Wärmeempfindens notwendigen Parameter Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit und die mittlere Strahlungstemperatur der Umgebung. Ein PET-Wert zwischen 18 °C und 23 °C beschreibt ein Temperaturempfinden, das als behaglich bezeichnet wird.

Die durch den PET-Wert definierten Klassen des thermischen Komforts sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 4.5: Bewertung des thermischen Komforts mit PET

PET	Thermisches Empfinden	Thermophysiologische Belastungsstufe
< 4 °C	sehr kalt	extreme Kältebelastung
4 °C – 8 °C	kalt	starke Kältebelastung
8 °C – 13 °C	kühl	mäßige Kältebelastung
13 °C – 18 °C	leicht kühl	schwache Kältebelastung
18 °C – 23 °C	behaglich	keine thermische Belastung
23 °C – 29 °C	leicht warm	schwache Wärmebelastung
29 °C – 35 °C	warm	mäßige Wärmebelastung
35 °C – 41 °C	heiß	starke Wärmebelastung
> 41 °C	sehr heiß	extreme Wärmebelastung

Nachts und abends ist für die Bewertung des Bioklimas insbesondere die Lufttemperatur von Bedeutung, da bei hohen nächtlichen Lufttemperaturen die Erholung durch das Schlafen deutlich eingeschränkt wird. Die Bewertung der Rechenergebnisse erfolgt daher nachfolgend für die Einschlafzeit (22 Uhr) und die kälteste Nachtstunde (05 Uhr) anhand der Lufttemperatur und für den Zeitpunkt einer repräsentativen heißen Tagstunde (16 Uhr) anhand der Lufttemperatur und des PET-Wertes.

4.4 Ableitung der zu untersuchenden Windrichtungen

In Euskirchen und der näheren Umgebung existiert keine Wetterstation anhand derer die Windrichtungsverteilung im Plangebiet abgeleitet werden könnte. Für das Geruchsgutachten zum Bebauungsplan Nr. 140 wurde eine detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten für eine Ausbreitungsberechnung nach TA Luft durchgeführt [5]. Die Prüfung ergab, dass die Wetterdaten der DWD-Station Nürnberg-Barweiler die im Plangebiet erwartete Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung am besten wiedergeben. Zur Ableitung der zu untersuchenden Windrichtungen wurde daher auf Messdaten der Station Nürnberg-Barweiler aus dem Zeitraum 2010-2019 zurückgegriffen.

Die Anlage 5 zeigt die Windrichtungs- und geschwindigkeitsverteilung des Zeitraumes 2010-2019 unter Berücksichtigung aller Stunden des Auswertzeitraums (links) sowie an Sommertagen (Temperaturmaximum > 25°). Beide Windrosen zeigen ein ausgeprägtes Windrichtungsmaximum aus südwestlichen Richtungen. An Sommertagen ist zudem der Anteil an südöstlichen Anströmungen gegenüber der Windrichtungsverteilung des gesamten Auswertzeitraums deutlich erhöht.

Da sich sensitive Nutzungen fast ausschließlich nördlich des Plangebietes befinden, werden im Rahmen der Klimasimulationen daher nachfolgend die Windrichtungen Südost (160°) und Südwest (210°) untersucht.

5 Berechnungsmodell

Die infolge des Planvorhabens zu erwartenden Klimaänderungen im lokalen Umfeld des Bauvorhabens werden mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met in der Version 4.4.5 [12] für die nachfolgend aufgeführten Varianten und jeweils zwei Hauptwindrichtungen (Südost und Südwest) durchgeführt:

Istfall: Bestandsbebauung, aktueller Baumbestand und aktuelle Oberflächenbeschaffenheit

Planfall: geplante Bebauung, abgeleitet aus dem städtebaulichen Konzept, Baumbestand unter Berücksichtigung der in Folge des Bauvorhabens notwendigen Baumfällungen und Baumanpflanzungen, Oberflächenbeschaffenheit nach Realisierung des Planvorhabens

5.1 Modellbeschreibung

ENVI-met in der Version 4.4.5 ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches Modell zur Simulation der Wechselwirkungen zwischen Oberflächen, Pflanzen und der Luft. Es wurde für die Mikroskala mit typischen horizontalen Gitterauflösungen zwischen 0,5 und 5 m und typischen Simulationszeiten zwischen 24 und 48 Stunden mit Zeitschritten zwischen 1 und 5 Sekunden entwickelt. Diese sowohl räumlich als auch zeitlich sehr detaillierte Auflösung erlaubt die Analyse kleinräumiger Wechselwirkungen zwischen Gebäuden, Oberflächen, Pflanzen und der Atmosphäre.

Zur Berechnung nutzt ENVI-met verschiedene Untermodelle, die miteinander gekoppelt sind. Einen Überblick über die miteinander gekoppelten Modelle gibt die Anlage 6.

Als Ergebnis liefert das Rechenmodell die räumlich und zeitlich variierenden Ausgabegrößen für Boden, Luft, Gebäude und Vegetation, unter anderem Temperaturen, Feuchte, Strahlungsparameter, bioklimatische Kenngrößen (z. B. PET- und PMV-Werte) sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

5.2 Aufbau der Rechengitter

Die Modellrechnungen erfordern die Definition eines Rechengebietes und eine Aufteilung dieses Gebietes in viele quaderförmige Rechenzellen.

Für die vorliegende Untersuchung wurde eine horizontale Gitterauflösung von 3,5 m realisiert, um mikroskalige Effekte durch Kleinstrukturen wie Bäume und Einzelgebäude noch hinreichend genau abbilden zu können. Die Ausdehnung des Rechengebietes beträgt 1.085 m in x- und 892,5 m in y-Richtung.

Für die Auflösung der Rechenzellen in der Vertikalen wurde ein variabler Ansatz mit in der Höhe zunehmenden vertikalen Ausdehnungen der Gitterboxen gewählt. So wurde für die unteren 15 Schichten eine Vertikalauflösung von 1,0 m festgelegt. Ab der Modellhöhe von 15 m erhöht sich die vertikale Zellausdehnung um jeweils 15 %. Bei einer Anzahl von 32 Gitterzellen in z-Richtung ergibt sich hieraus eine maximale Modellhöhe von 70,0 m.

5.3 Eingangsdaten

5.3.1 Gebäude

Gebäude sind ein maßgeblicher Einflussfaktor für die typische Ausprägung des Stadtklimas. Die in ihnen verbauten Materialien wie z. B. Stahl und Beton heizen sich im Tagesverlauf aufgrund ihrer Wärmespeicherfähigkeiten deutlich stärker auf als eine unversiegelte Freifläche. Die über den Tag gespeicherte Wärme wird während der Nacht wieder an die Umgebungsluft abgegeben und verhindert somit eine effektive Abkühlung der innerstädtischen Bereiche.

Tagsüber lassen sich aber auch gegenläufige Effekte feststellen. So können sich durch Gebäude verschattete Flächen in Bodennähe deutlich weniger stark aufheizen als unverschattete Freiflächen. Dementsprechend ist der städtische Wärmeinseleffekt nachts oftmals deutlich ausgeprägter als am Tag.

Neben dem Einfluss auf den Wärmehaushalt beeinflusst die dichte Bebauungsstruktur einer Stadt aber auch die Windverhältnisse. Aufgrund der gegenüber dem Umland deutlich erhöhten Rauigkeit ist die mittlere Windgeschwindigkeit in städtischen Gebieten oftmals deutlich reduziert mit entsprechenden negativen Auswirkungen auf den Abtransport von Schadstoffen und die Durchlüftung.

Lage und Höhe der Bestandsbebauung im Untersuchungsgebiet wurde aufgrund des vom Land NRW zur Verfügung gestellten LOD2-Modells [10] abgeleitet.

Die geplante Bebauung wurde anhand des städtebaulichen Lageplans mit Stand 23.02.2021 [2] abgeleitet. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde abweichend vom städtebaulichen Lageplan angenommen, dass die südliche der beiden Bestandslagerhallen in der Planvariante erhalten bleibt.

Neben der Lage und Höhe müssen den Gebäuden in ENVI-met auch thermische und strahlungstechnische Eigenschaften zugewiesen werden. Hier wurden für alle Gebäudewände und -dächer die ENVI-met Standardeigenschaften (moderate Isolierung) zu Grund gelegt. Die Rauminnentemperatur beträgt bei allen Gebäuden zum Startzeitpunkt der Simulationsrechnung 22 °C.

5.3.2 Oberflächen

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor zur Ausprägung des innerstädtischen Klimas ist die Oberflächenbeschaffenheit. So wird durch die erhöhte Oberflächenversiegelung die Verdunstung gegenüber einer Freifläche reduziert, was zu einer Erhöhung der Temperaturen führt.

Über versiegelten Flächen erfolgt zudem eine stärkere Wärmespeicherung der einfallenden kurzwelligen Strahlung. Diese Wärme wird nachts wieder an die Umgebungsluft abgegeben und sorgt für eine gegenüber dem Umland deutlich reduzierte Abkühlung.

Die versiegelten Flächen innerhalb des Untersuchungsgebietes im Istfall wurden anhand aktueller Luftbilder erfasst. Für Straßen wurden hierbei Asphalt, für weitere versiegelte Flächen wie z. B. Parkplätze grauer Beton als Versiegelungsmaterial vorgegeben.

Die versiegelten Flächen innerhalb des Untersuchungsgebietes im Planfall wurden auf Grundlage des städtebaulichen Rahmenplans [2] abgeleitet. Als Versiegelungsmaterial wurde grauer Beton angesetzt.

Die Bodeneigenschaften in den unversiegelten Bereichen des Untersuchungsgebietes außerhalb des Plangebietes wurden auf Grundlage des Informationssystems „Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:50.000“ (BK50) [14] erfasst und als Bodenprofil bis in 2 m Tiefe in den ENVI-met Berechnungen berücksichtigt. Die Ableitung der Oberflächenarten auf dem Plangebiet im Ist- als auch im Planfall erfolgte auf Grundlage der zur Verfügung gestellten Bodengutachten [3][4].

Anlage 7 und Anlage 8 zeigen die angesetzten Oberflächentypen für die beiden untersuchten Varianten.

5.3.3 Vegetation

Neben den Gebäuden und den Oberflächen ist die Vegetation eine weitere wichtige Einflussgröße zur Ausprägung des individuellen Stadtklimas. Der Einfluss von Bäumen und niedrigem Bewuchs auf das Mikroklima kann mit ENVI-met detailliert untersucht werden. In den Simulationsrechnungen werden u.a. die Verschattung durch die Baumkronen, die Verdunstung und Transpiration der Blätter und der Einfluss der Vegetation auf die Windverhältnisse berücksichtigt.

Neben der Wuchsform (Breite und Höhe des Baumes) muss für jeden im Modell platzierten Baum die Belaubungsdichte vorgegeben werden. Zur Ableitung der Breite und Höhe der Bestandsbäume im Untersuchungsgebiet wurde das hochaufgelöste digitale Oberflächenmodell (LAS) des Landes NRW [9] in Kombination mit dem digitalen Geländemodell (DGM1) [8]

herangezogen. Da in diesem Fall die Lage und Höhe der Bäume, nicht aber deren Art bestimmt werden konnte, wurde diesen Bäumen pauschal ein „dichter Belaubungsgrad“ zugewiesen. Unversiegelten Bereichen im Untersuchungsgebiet ohne Baumbewuchs wurde pauschal ein niedriger Bewuchs (Gras, Rasen 10 cm) zugewiesen.

Für das Planvorhaben existiert zum jetzigen Zeitpunkt noch kein abgestimmtes Baumpflanzungskonzept. So sind derzeit weder die Anzahl der zu pflanzenden Bäume noch die zu pflanzenden Baumarten bekannt. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die Bäume daher auf Grundlage des städtebaulichen Rahmenplans [2] abgeleitet. Im Sinn einer worst-case-Abschätzung wurde nur jeder zweite eingezeichnete Baum in den Berechnungen berücksichtigt. Für die neuen Bäume wurde pauschal eine Wuchshöhe von 10 m und ein dichter Belaubungsgrad angenommen.

Analog zur Vorgehensweise im Istfall wurde allen unversiegelten Bereichen im Plangebiet ohne Baumbewuchs ein niedriger Bewuchs (Gras, Rasen 10 cm) zugewiesen.

Für den begehbaren eingeschossigen Innenhofbereich des Nahversorgungszentrums ist eine intensive Dachbegrünung vorgesehen. Die entsprechenden Dachflächen wurden daher in den Modellberechnungen mit einer 30 cm mächtigen Substratschicht mit einer 50 cm hohen Pflanzenschicht berücksichtigt. Die auf der Dachfläche im städtebaulichen Rahmenplan eingezeichneten Bäume wurden mit einer Wuchshöhe von 5 m und einer dichten Belaubung berücksichtigt.

Anlage 9 und Anlage 10 zeigen den im Ist- und Planfall berücksichtigten Vegetationsbestand.

5.3.4 Initialisierungsparameter

In der für die Simulationen verwendeten Modellversion 4.4.5 können die tageszeitlichen Schwankungen der meteorologischen Parameter Lufttemperatur und relative Feuchte entweder über feste Startparameter oder durch ein sogenanntes „Full-Forcing“ vorgegeben werden. Beim Full-Forcing werden die Bedingungen am Einströmrand für jede Stunde des Tages explizit vorgegeben.

Im vorliegenden Fall wurde ein Full-Forcing mit einem typischen Temperatur- und Feuchtigkeitstagesgang für einen Sommertag mit einer Maximaltemperatur von 30° C angewandt. Die Amplitude der Lufttemperatur reicht hierbei von 20,0 °C um 5 Uhr morgens bis zu 30,0 °C um 16 Uhr. Die Werte der relativen Feuchte schwanken zwischen 75 % um 5 Uhr und 30 % um 16 Uhr.

Ein weiterer wichtiger Initialisierungsparameter ist die Bodenfeuchte zum Startzeitpunkt der Simulation. Im vorliegenden Fall wurde eine Bodenfeuchte von 75 % in der oberflächenna-

hen Bodenschicht angesetzt, d.h. dass noch ausreichend Wasser durch vorhergegangene Niederschläge im Boden vorhanden ist. Durch Verdunstungskühlung wirkt diese Feuchte kühlend auf die darüberliegenden Luftschichten. Ein komplett ausgetrockneter Boden nach einer Hitzeperiode hat demnach eine deutlich niedrigere Kühlleistung, während ein gesättigter Boden nach einem sommerlichen Landregen eine deutlich höhere Kühlleistung aufweist.

Für die Anströmung wurde eine konstante Windgeschwindigkeit von 1,5 m/s in 10 m Höhe vorgegeben. Dies entspricht einer typischen sommerlichen Schwachwindsituation. Als Anströmungsrichtung wurden die Windrichtungen Südost (160°) und Südwest (210°) untersucht.

Die nachfolgende Tabelle weist die wichtigsten Initialisierungsparameter der Simulationsrechnungen aus:

Tabelle 5.1: Initialisierungsparameter für die Modellberechnungen

Initialisierungsparameter	Startwert
Geographische Position	50,65°N, 6,79°E
Startzeit der Simulation	15.07., 07:00 Uhr
Dauer der Simulation	33 Stunden
Lufttemperatur in 2 m über Grund	Full Forcing (Spanne zwischen 20,0 °C und 30,0 °C)
Relative Feuchte in 2 m über Grund	Full Forcing (Spanne zwischen 35 % und 70 %)
Rauigkeitslänge z_0	0,1 m
Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund	1,5 m/s
Bodentemperatur	
Oberste Schicht (0-20 cm)	21,5 °C
mittlere Schicht (20 – 50 cm)	22,5 °C
tiefe Schicht (50 – 200 cm)	21,3 °C
Gesteinsschicht (> 200 cm)	21,3 °C
Bodenfeuchte	
Oberste Schicht (0-20 cm)	75,0 %
mittlere Schicht (20 – 50 cm)	80,0 %
tiefe Schicht (50 – 200 cm)	70,0 %
Gesteinsschicht (> 200 cm)	70,0 %

6 Ergebnisse

Die Berechnungen wurden mit den dokumentierten Eingangsdaten für den Ist- und den Planfall für jeweils zwei Anströmungsrichtungen durchgeführt. Zur Bestimmung der Auswirkungen auf die Lufttemperatur wurden die Simulationsergebnisse zu drei verschiedenen Tageszeiten (16 Uhr – wärmste Stunde des Tages, 22 Uhr – typische Einschlafzeit, und 05 Uhr – kälteste

Nachtstunde) in Bodennähe (1,5 m ü. Grund) ausgewertet und dargestellt. Die bioklimatische Belastung (PET-Wert) wurde um 16 Uhr ausgewertet.

Für die Untersuchung zur Durchlüftung wurden die Windfelder um 16 Uhr analysiert und in zwei verschiedenen Höhengniveaus (bodennah, 1,5 m ü. Grund und in 15,0 m ü. Grund) ausgewertet und dargestellt. Die Windfelder zu anderen Tageszeiten unterscheiden sich nur unwesentlich von der 16 Uhr Situation und wurden daher nicht dargestellt.

6.1 Lufttemperaturen

6.1.1 16 Uhr

Südöstliche Anströmung

Anlage 11 und Anlage 12 zeigen die Lufttemperaturverteilung im Ist- und im Planfall bei einer vorherrschenden südöstlichen Anströmung. Zusätzlich zeigt Anlage 13 die sich aus der Planung ergebende Veränderung der Lufttemperatur.

Anlage 11 zeigt, dass im Istfall innerhalb des Untersuchungsgebietes am Nachmittag Temperaturunterschiede von etwa 1°C auftreten. Hohe Temperaturen werden hierbei insbesondere in großflächig versiegelten Bereichen mit umgebender Bebauung und hieraus resultierend schlechten Luftaustauschbedingungen prognostiziert. Bereiche mit flächenhaft hohen Lufttemperaturen > 28,5°C sind z.B. die Gewerbegebietsflächen beiderseits der Gottlieb-Daimler-Straße, der Bereich zwischen den beiden Lagerhallen innerhalb des Plangebietes sowie der Straßenzug der Kölner Straße außerhalb des Plangebietes. Niedrigere Temperaturen stellen sich aufgrund der guten Durchlüftungssituation und dem Fehlen von besonders stark wärmespeichernden Materialien auf den unversiegelten Flächen des Plangebietes sowie in den im Nordwesten an das Plangebiet angrenzenden Grünflächen der Erftaue ein.

Durch die Realisierung des Planvorhabens ändern sich die Temperaturverhältnisse innerhalb der Plangebietsgrenzen und zum Teil auch leicht darüber hinaus. Eine Abkühlung von bis zu 0,8° C wird hierbei im Bereich zwischen den beiden Lagerhallen sowie dem sich südlich angrenzenden Fremdgrundstück prognostiziert. Diese Flächen sind derzeit stark versiegelt und heizen sich dementsprechend in den Nachmittagsstunden stark auf. Durch die Planung steigt der Anteil an unversiegelter Fläche insbesondere im geplanten Quartierspark an, zudem erhöht sich der Anteil an verschatteten Flächen durch die vorgesehenen Baumpflanzungen und die neuen Gebäude. Die aus diesen Entwicklungen resultierenden Abkühlungstendenzen sind in abgeschwächter Form bis nördlich der Bahngleise in den Modellergebnissen nachzuweisen.

Ein gegenteiliger Effekt ergibt sich im Südwesten des Plangebietes. Hier befindet sich im Istfall die landwirtschaftlich genutzte Freifläche, welche thermisch ausgleichend auf die angren-

zenden versiegelten Flächen wirkt. Im Planfall entsteht hier das relativ massive Nahversorgungszentrum mit einer großen versiegelten Parkplatzfläche auf der Südwestseite. Bei südöstlichen Anströmungen staut sich hier die Luft und kann sich über der versiegelten Parkplatzfläche stark erwärmen. Gegenüber der Istsituation steigt die nachmittägliche Lufttemperatur auf der Parkplatzfläche um bis zu $0,8^{\circ}\text{C}$ an. Allerdings ergeben sich aus diesen Erwärmungstendenzen im Südwesten des Plangebietes keine signifikanten Fernwirkungen. So sind Temperaturerhöhungen von mehr als $0,2^{\circ}\text{C}$ nur in etwa bis zu den angrenzenden Gleisanlagen nachweisbar. Eine planbedingte nachmittägliche Temperaturerhöhung in den Innenstadtbereichen nördlich der Bahngleise kann auf Grundlage der Rechenergebnisse ausgeschlossen werden.

Südwestliche Anströmung

Anlage 14 und Anlage 15 zeigen die Lufttemperaturverteilung im Ist- und im Planfall bei einer vorherrschenden südwestlichen Anströmung. Zusätzlich zeigt Anlage 16 die sich aus der Planung ergebende Veränderung der Lufttemperatur.

Die Lufttemperaturverteilung im Istfall ähnelt der Situation bei südöstlichen Anströmungen, allerdings auf einem etwas niedrigerem Temperaturniveau. Dieses ist vermutlich auf die bei Südwestwind günstigere Ausrichtung der Gebäude des Gewerbegebietes südlich des Plangebietes zurückzuführen.

Durch die Realisierung des Planvorhabens werden ähnlich wie bei der südöstlichen Anströmung Temperaturabnahmen in den im Istfall stark versiegelten Bereichen im Osten des Plangebietes und Temperaturzunahmen in den in der Bestandssituation unversiegelten Bereichen im Westen des Plangebietes prognostiziert. Die Temperaturabnahme beträgt hierbei maximal $0,6^{\circ}\text{C}$ und erstreckt sich bis auf die außerhalb des Plangebietes gelegenen Wohngebäude an der Alfred-Nobel-Straße. Die mit bis zu $0,8^{\circ}\text{C}$ höchsten Temperaturzunahmen werden wiederum an der Südwestseite des Nahversorgungszentrums auf dem Parkplatz sowie im Umfeld des sich westlich anschließenden Wohngebäudes berechnet.

Signifikante Erwärmungen beschränken sich auf das Plangebiet, eine Auswirkung des Planvorhabens auf die nachmittägliche Hitzebelastung in den nördlich der Bahngleise gelegenen Siedlungsbereichen von Euskirchen kann ausgeschlossen werden.

6.1.2 22 Uhr

Südöstliche Anströmung

Anlage 17 und Anlage 18 zeigen die Lufttemperaturverteilung um 22 Uhr im Ist- und im Planfall bei einer vorherrschenden südöstlichen Anströmung. Zusätzlich zeigt Anlage 19 die sich aus der Planung ergebende Veränderung der Lufttemperatur.

Es wird deutlich, dass gegenüber der 16-Uhr Auswertung die Lufttemperaturen aufgrund der nun fehlenden Einstrahlung und der beginnenden Auskühlung der Oberflächen um etwa 2° C zurückgegangen sind. Als deutlich überwärmte Bereiche fallen hierbei die stark versiegelten Gewerbeflächen südlich des Planvorhabens sowie innerhalb des Plangebietes auf. Die Überwärmung ist darauf zurückzuführen, dass sich die Gebäude, Straßen und Parkplätze im Tagesverlauf aufgeheizt haben und die gespeicherte Wärme nun nach Sonnenuntergang an die Umgebungsluft abgeben, während die unversiegelten Freiflächen deutlich effektiver auskühlen. Die Temperaturunterschiede zwischen Gewerbeflächen und den östlich an das Plangebiet angrenzenden Freiflächen der Erftauen betragen bis zu 1,5° C.

Aus der Planung resultiert in den Abendstunden anders als in den Nachmittagsstunden überwiegend eine Erwärmung. Lediglich im Bereich der nördlichen Lagerhalle wird noch eine leichte Abkühlung von bis zu 0,4°C prognostiziert, eine Fernwirkung auf Bereiche außerhalb des Plangebietes geht hiervon allerdings nicht mehr aus.

Die mit bis zu 0,6°C stärksten Erwärmungstendenzen werden innerhalb des Plangebietes zwischen dem Nahversorgungszentrum und dem Pützbergring ausgewiesen. Aufgrund der beginnenden Stabilisierung der Atmosphäre und der damit einhergehenden reduzierten vertikalen Durchmischung vergrößert sich der Einwirkungsbereich des Vorhabens gegenüber der Nachmittagssituation. Temperaturerhöhungen von bis zu 0,2° C sind bis in eine Entfernung von etwa 250 m nördlich des Planvorhabens zu erwarten.

Südwestliche Anströmung

Anlage 20 und Anlage 21 zeigen die Lufttemperaturverteilung um 22 Uhr im Ist- und im Planfall bei einer vorherrschenden südwestlichen Anströmung. Zusätzlich zeigt Anlage 22 die sich aus der Planung ergebende Veränderung der Lufttemperatur.

Auch bei südwestlichen Anströmungen treten die versiegelten Gewerbeflächen innerhalb und außerhalb des Plangebietes in den frühen Nachtstunden als überwärmte Bereiche hervor. Gegenüber den unversiegelten Freiflächen des Plangebietes oder den Freiflächen entlang der Erft werden hier bis zu 1,5°C höhere Temperaturen ausgewiesen.

Durch die Realisierung der Planung erhöhen sich die abendlichen Lufttemperaturen in den ehemals unversiegelten Bereichen des Plangebietes aufgrund der Wärmeabgabe der neuen Gebäude zwischen 0,2°C und 0,5°C. Signifikante Temperaturerhöhungen von > 0,2°C werden außerhalb des Plangebietes in etwa bis zu den Bahnunterführungen der Alfred-Nobel-Straße und des Pützbergrings prognostiziert.

Auf den im Bestand versiegelten Flächen (Baufeld südöstlich der nördlichen Bestandslagerhalle und Fremdgrundstück im Süden des Plangebietes) bleibt das Temperaturniveau durch die Realisierung des Planvorhabens weitestgehend unverändert.

6.1.3 05 Uhr

Südöstliche Anströmung

Anlage 23 und Anlage 24 zeigen die Lufttemperaturverteilung zum Zeitpunkt der stärksten nächtlichen Abkühlung (05 Uhr) im Ist- und im Planfall bei einer vorherrschenden südöstlichen Anströmung. Zusätzlich zeigt Anlage 25 die sich aus der Planung ergebende Veränderung der Lufttemperatur.

Am frühen Morgen treten in der Bestandssituation vor allem die derzeit noch versiegelten Bereiche des Plangebietes sowie die Euskirchener Innenstadt nördlich der Bahngleise in Erscheinung. In den unversiegelten Bereichen im Westen des Plangebietes werden aufgrund der effektiveren Abkühlung etwa $0,5^{\circ}\text{C}$ – $1,0^{\circ}\text{C}$ niedrigere Lufttemperaturen simuliert.

Durch die Realisierung des Planvorhabens steigt das Temperaturniveau im Westen des Plangebietes um etwa $0,2^{\circ}\text{C}$ – $0,5^{\circ}\text{C}$ an, im Osten bleibt das Temperaturniveau nahezu unverändert. Die im Westen des Plangebietes generierten Temperaturerhöhungen wirken über das Plangebiet hinaus. So wird bis in einer Entfernung von ca. 250 m zur nördlichen Plangebietsgrenze (Parkplatz des Amtsgerichtes) eine Temperaturerhöhung von $0,2^{\circ}\text{C}$ berechnet.

Südwestliche Anströmung

Anlage 26 und Anlage 27 zeigen die Lufttemperaturverteilung zum Zeitpunkt der stärksten nächtlichen Abkühlung (05 Uhr) im Ist- und im Planfall bei einer vorherrschenden südwestlichen Anströmung. Zusätzlich zeigt Anlage 28 die sich aus der Planung ergebende Veränderung der Lufttemperatur.

Die Berechnungsergebnisse zeigen für die südwestliche Anströmung ähnliche Effekte wie für die südöstliche Anströmung. So ergeben sich aus der Planung auf dem zur Zeit weitestgehend unversiegelten Teilbereich des Plangebietes Erwärmungen um bis zu $0,5^{\circ}\text{C}$. Der Einwirkungsbereich dieser Erwärmung reicht in etwa bis zur Kölner Straße. Auf dem östlichen, derzeit nahezu komplett versiegelten Teilbereich des Plangebietes bleibt das Temperaturniveau hingegen nahezu konstant.

6.2 Durchlüftung

Die Anlagen 29 bis 40 zeigen die Windverhältnisse für die beiden untersuchten Anströmrichtungen in zwei Bezugsniveaus (1,5 m über Grund – „bodennah“ und 14,5 m über Grund -

„über Dach“) für den Istfall und den Planfall. Ausgewertet wurde zudem die Veränderung der Windgeschwindigkeit im Planfall gegenüber dem Istfall. Die dargestellten Windgeschwindigkeiten beziehen sich hierbei auf die in den Berechnungen angenommene Anströmgeschwindigkeit von 1,5 m/s in 10 m Höhe. Bedingt durch die Rauigkeitselemente im Rechengebiet liegen die berechneten Windgeschwindigkeiten im bodennahen Niveau allgemein etwas unterhalb von 1,5 m/s. In der Auswerteebene von 14,5 m werden in den ungestörten Bereichen etwas höhere Windgeschwindigkeiten ausgewiesen.

Die berechneten Windfelder für den Istfall im Bodenniveau (Anlage 29 und Anlage 35) zeigen deutlich den Einfluss der Gebäude auf die bodennahen Windverhältnisse. Während auf den unversiegelten Bereichen des Plangebietes aufgrund der nur geringen Geländerauigkeit ein weitestgehend ungestörtes Windfeld mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 1,4 m/s erkennen ist, werden in den dicht bebauten Bereichen Euskirchens nördlich der Bahngleise aufgrund der abbremsenden Wirkung der Gebäude deutlich niedrigere Windgeschwindigkeiten und somit ein gegenüber den Freiflächen deutlich reduziertes Durchlüftungspotential prognostiziert. Besonders niedrige Windgeschwindigkeiten ergeben sich entlang von Straßenzügen die quer zur Strömungsrichtung ausgerichtet sind. Etwas höhere Windgeschwindigkeiten werden im Bereich von verbliebenen Freiflächen sowie entlang von Straßenzügen, in denen die Straßenausrichtung und die Strömungsrichtung weitestgehend übereinstimmen ausgewiesen. Großflächig hohe Windgeschwindigkeiten werden zudem aufgrund der niedrigen Rauigkeit im Bereich der sich nördlich an das Plangebiet anschließenden Gleisanlagen berechnet.

Anlage 30 zeigt die bodennahen Windverhältnisse bei südöstlicher Anströmung nach Realisierung des Planvorhabens. Erwartungsgemäß verändern sich die bodennahen Windverhältnisse durch die geplante Bebauung gegenüber der Istsituation deutlich. So ist innerhalb der Plangebietsgrenzen überwiegend mit einer Reduktion der Windgeschwindigkeiten zu rechnen. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten ergeben sich hierbei durch die abschirmende Wirkung der Gebäude in den Innenhöfen der geplanten Wohnbebauung sowie im Lee des geplanten Nahversorgungszentrums. Positiv wirkt sich der Quartierspark sowie die relativ breite Bebauungslücke im Bereich der Zufahrt vom Pützbergring auf die Durchlüftungsverhältnisse aus.

Eine lokal erhöhte Windgeschwindigkeit ergibt sich an der westlichen Ecke des Plangebietes. Die Zunahme ist auf die Kanalisierung der Strömung zwischen dem Nahversorgungszentrum und den Gebäuden südlich der Gottlieb-Daimler-Straße zurückzuführen. Weitere Bereiche mit Windgeschwindigkeitserhöhungen werden im Bereich der abzureißenden nördlichen Lagerhalle sowie an der nördlichen Seite der südlichen Lagerhalle ausgewiesen. Da die südliche Halle sowohl im Ist- als auch im Planfall enthalten ist, sind die Windgeschwindigkeitszunahmen in diesem Bereich durch den teilweisen Wegfall der Bäume entlang der Alfred-Nobel-Straße zu erklären.

Anlage 31 zeigt, dass sich signifikante Windgeschwindigkeitsveränderungen bei südöstlichen Anströmungen weitestgehend auf das Plangebiet beschränken. Eine planbedingte Verschlechterung der Durchlüftungssituation in den nördlich an das Plangebiet grenzenden Siedlungsbereichen kann somit ausgeschlossen werden.

Anlage 36 weist die bodennahen Windverhältnisse bei südwestlicher Anströmung nach Realisierung des Planvorhabens aus, Anlage 37 zeigt die prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit gegenüber der Bestandssituation. Auch bei der südwestlichen Anströmungsrichtung ergibt sich durch das Planvorhaben eine deutliche Reduktion der Windgeschwindigkeit innerhalb des Plangebietes. Besonders starke Minderungen ergeben sich auf der windabgewandten Seite von quer zur Strömungsrichtung geplanten Gebäuden, wie z.B. dem Nahversorgungszentrum.

Positiv auf die Durchlüftung des Plangebietes wirkt sich die Lücke östlich des Nahversorgungszentrums aus. Durch die in Bezug auf die südwestliche Anströmung günstige Ausrichtung und den sich anschließenden Quartierspark kann Luft aus Richtung Südwesten in das Plangebiet gelangen und hier zur Reduktion von Hitzestress beitragen. Eine ähnliche, wenn auch etwas abgeschwächte Belüftungsfunktion erfüllt die in Südwest-Nordostrichtung verlaufende nördliche Erschließungsstraße.

Auch bei südwestlichen Anströmungen beschränken sich die Windgeschwindigkeitsabnahmen weitestgehend auf das Plangebiet, sodass wenige Meter hinter den geplanten Gebäuden das ursprüngliche Windgeschwindigkeitsniveau wieder erreicht wird. Eine Ausnahme hiervon ergibt sich im Bereich der Wohnbebauung entlang der Alfred-Nobel-Straße. Während vor den windzugewandten Fassadenseiten eine leichte Geschwindigkeitsabnahme von 10 – 20 % prognostiziert wird, erhöht sich die Windgeschwindigkeit auf der windabgewandten Seite der Gebäude.

Neben den bodennahen Windverhältnissen wurden ergänzend die Windverhältnisse im Dachniveau in 15 m Höhe ausgewertet und dargestellt. Hierzu zeigen Anlage 32 und Anlage 35 die berechneten Windfelder im Istfall, Anlage 33 und Anlage 36 die Windfelder nach Realisierung des Planvorhabens und Anlage 34 und Anlage 37 die Windgeschwindigkeitsdifferenz zwischen Ist- und Planfall.

Auch im Dachniveau zeigt sich, dass sich Veränderungen im Windklima aufgrund der insgesamt vergleichsweise niedrigen maximalen Gebäudehöhen fast ausschließlich auf das Plangebiet beschränken. Eine durchgreifende Verschlechterung der Belüftungssituation kann somit für die nördlich des Planvorhabens gelegenen Stadtteile von Euskirchen ausgeschlossen werden.

6.3 Bioklimatische Belastungssituation

Zur Einschätzung der bioklimatischen Auswirkungen des Vorhabens wurde für beide untersuchten Anströmungsrichtungen neben den Temperatur- und Durchlüftungsverhältnissen auch der PET-Wert (vgl. Kapitel 4.3) um 16 Uhr (Zeitpunkt der in der Regel stärksten Hitzebelastung) ausgewertet und dargestellt.

Die Anlagen 41 bis 46 zeigen die berechneten PET-Werte für den Istfall, den Planfall sowie die entsprechende Differenz für beide untersuchten Anströmungsrichtungen. Es wird deutlich, dass infolge der gewählten Initialisierungsparameter (Sommertag mit einer maximalen Temperatur von 30°C) im Istfall im gesamten Untersuchungsgebiet mit Wärmebelastungen (vgl. Tabelle 4.5) unterschiedlicher Intensität gerechnet werden muss. In von Gebäuden und Bäumen verschatteten Bereichen ist die Wärmebelastung als mäßig zu bezeichnen, in unverschatteten Bereichen mit eingeschränkter Durchlüftung wird die Wärmebelastung aber auch als extrem empfunden. Besonders hohe bioklimatische Belastungen werden in der Regel in unverschatteten und versiegelten Bereichen mit schlechten Belüftungsverhältnissen ermittelt.

Innerhalb des Plangebietes liegen die bodennahen PET-Werte im Istfall typischerweise zwischen 43 und 49°C, niedrigere Werte unter 40°C werden in von Bäumen und Sträuchern verschatteten Bereichen ausgewiesen.

Durch die Realisierung des Planvorhabens stellt sich die bioklimatische Belastungssituation innerhalb des Plangebietes insbesondere infolge der von den geplanten Gebäuden überprägten Windverhältnisse und der Verschattungsobjekte in Form von Bäumen und Gebäuden deutlich heterogener dar als auf den Brach-, Gewerbe- und landwirtschaftlich genutzten Flächen im Istfall. Tendenziell erhöhen sich die PET-Werte in der Fläche leicht um 1-5°C, was insbesondere auf die geringen Windgeschwindigkeiten innerhalb des Quartiers zurückzuführen ist. In unverschatteten Bereichen mit gleichzeitig sehr geringen Strömungsgeschwindigkeiten ergeben sich teilweise auch Erhöhungen der bioklimatischen Belastungssituation um mehr als 15°C. In von Bäumen und Gebäuden verschatteten Bereichen stellen sich allerdings auch deutliche Abkühlungseffekte ein.

Die Anlage 42 und Anlage 45 zeigen die PET-Wert Verteilung nach Realisierung des Planvorhabens. Hier wird deutlich, dass sich aufgrund der geringen Windgeschwindigkeiten einige HotSpots mit PET-Werten > 51°C ausbilden. Im Fall einer südöstlichen Anströmung sind dies insbesondere der Straßenraum der nördlichen Erschließungsstraße, die Innenhofbereich der Baufelder WA2, WA3, MU3, MU5, MU8 und der Baufelder der Fremdgrundstücke. Sehr hohe PET-Werte werden zudem an den Nordfassaden der zum Pützbergring orientierten Gebäude prognostiziert.

Bei südwestlichen Anströmungsrichtungen sind die quer zur Strömung in Nordwest-Südost Richtung verlaufenden Straßen, sowie die Baufelder MU1 und MU3 von flächenhaft auftretenden sehr hohen bioklimatischen Belastungen betroffen. PET-Werte $> 51^{\circ}\text{C}$ werden zudem im Straßenraum der Alfred-Nobel-Straße zwischen geplanten Gebäuden und den Bestandsgebäuden ermittelt.

Zur Gewährleistung gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse und einer zufriedenstellenden Aufenthaltsqualität in den Außenbereichen sollte der Ausbildung dieser HotSpots nach Möglichkeit mit geeigneten Maßnahmen entgegengewirkt werden.

7 Planungsempfehlungen

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich signifikante mikroklimatische Auswirkungen des Planvorhabens weitestgehend auf das Plangebiet beschränken. So ist in den nördlich des Vorhabens gelegenen Teilen weder von einer Verschlechterung der Belüftungssituation, noch von einem flächenhaften deutlichen Temperaturanstieg auszugehen. Auch wird die bioklimatische Belastungssituation im Umfeld des Vorhabens durch die Realisierung der Planung nicht negativ beeinflusst. Problematisch stellen sich hingegen die Bereiche mit sehr hohen bioklimatischen Belastungen innerhalb des Plangebietes dar, welche vor allem aus den stark eingeschränkten Belüftungsverhältnissen resultieren. Die städtebauliche Struktur reagiert auf Verkehrs- und Gewerbelärmimmissionen und erfordert eine dichte Bebauung zur Schaffung von Wohnqualität im Innern. Hier sind kaum Veränderungen möglich, daher sollten die Maßnahmen auf die Reduktion der thermischen Belastung abzielen. Folgende Maßnahmen können einzeln oder in Kombination umgesetzt zur Reduktion des bioklimatischen Belastungsniveaus beitragen:

Erhöhung des Baumanteils im Quartier

Der zu erwartenden Erwärmung kann auch durch zusätzliche Baumpflanzungen entgegengewirkt werden. In Anbetracht des fortschreitenden Klimawandels bieten sich hierfür insbesondere stadtklimafeste, also hitze- und trockenheitsresistente Arten an, die zudem eine geringe oder mittlere Lichtdurchlässigkeit aufweisen und hier durch eine effektive Transpiration und Verschattungswirkung erzielen. Hinweise zu geeigneten Arten liefert z. B. die GALK-Straßenbaumliste [13]. Um die Durchlüftungssituation im Plangebiet nicht noch weiter zu verschlechtern, sollten die Bäume eine ausgeprägte Krone aufweisen und im Stammbereich möglichst wenig Strömungswiderstand durch Äste und Blätter liefern.

Umsetzung von Fassaden- und Dachbegrünungen

Ein hoher Grünanteil wirkt sich nicht nur positiv auf die zu erwartenden Erwärmungstendenzen in der angrenzenden Bestandswohnbauung aus, sondern erhöht auch die Aufenthaltsqualität innerhalb des Quartiers. Dieser lässt sich zum Beispiel durch möglichst umfangreiche Dachbegrünungen auf Flachdächern realisieren. Hierbei sind intensive Dachbegrünungen mit einer ausgeprägten Substratschicht extensiven Dachbegrünungen mit einer geringen Substratauflage vorzuziehen. Für die bodennahen Temperaturverhältnisse wirken sich insbesondere Dachbegrünungen auf niedrigen Dächern positiv aus, da hier die im Dachniveau abgekühlte Luft effektiver in den Fußgängerbereich heruntergemischt werden kann, während die auf hohen Dächern abgekühlte Luft nur unwesentlich zu einer Abkühlung im Bodenniveau beitragen kann. Falls daher nicht alle Flachdächer mit Dachbegrünungen ausgestattet werden können, sollten aus klimatologischer Sicht zunächst die niedrigen Dächer Dachbegrünungen erhalten. Neben den Dachbegrünungen können auch Fassadenbegrünungen effektiv zu einer Abkühlung in bodennahen Schichten beitragen. Aufgrund der

starken Erwärmungstendenzen bieten sich hierfür die Südfassade des Nahversorgungszentrums sowie die Fassaden in den stark überwärmten Innenhöfen an.

Offene Wasserflächen schaffen

Die Verdunstung von Wasser verbraucht Wärmeenergie aus der Luft und kühlt so die aufgeheizte Luft. Indem der Anteil von Wasserflächen in Städten erhöht wird, kann ein Abkühlungseffekt erzielt und gleichzeitig in der meist relativ trockenen Stadtatmosphäre die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Bewegte Wasser wie innerstädtische Springbrunnen oder Wasserzerstäuber tragen hierbei insgesamt in größerem Maß zur Verdunstungskühlung bei als stehende Wasserflächen. Offene Wasserflächen haben zudem eine ausgleichende Wirkung auf die Lufttemperaturen in der Umgebung.

Grünflächen bewässern

Während langer Hitzeperioden trocknen die Böden aus. Die trockenen Böden verhalten sich dann ähnlich wie Stein und Beton und können keinen Beitrag mehr zur Kühlung leisten. Auf ausreichend mit Wasser versorgten Grünflächen und Böden wird dagegen ein Teil der Energie durch Verdunstung (Transpiration von Pflanzen und Evaporation von Böden) in latente Wärme umgewandelt. Flächen mit hoher Evaporation heizen sich deshalb deutlich weniger auf und können angrenzende städtische Flächen kühlen. Um eine ausreichende Bewässerung der Grünflächen auch in Trockenperioden zu gewährleisten, sollten in Zeiten des Wasserüberschusses (z.B. nach Starkregen) die städtischen Oberflächen in die Lage versetzt werden, das anfallende Wasser zwischenzuspeichern, um es dann in Hitzeperioden wieder abzugeben, damit durch Verdunstung über den Boden und die Vegetation Kühle entstehen kann. Dies kann z.B. über eine Mulden- und Beckenversickerung, Rigolen- und Rigolenrohrversickerung oder Mulden-Rigolen-Versickerung geschehen. Auch intensive Dach- und Fassadenbegrünungen sind in der Lage Wasser zwischenzuspeichern und so in langen Trockenperioden die Verdunstungsleistung der städtischen Oberflächen zu erhöhen.

Geeignete Baumaterialien verwenden

Städtische Baumaterialien erwärmen deutlich stärker als natürliche Oberflächen. Insbesondere Stahl und Glas haben einen großen Wärmeumsatz, d.h. sie erwärmen sich tagsüber stark und geben nachts viel Energie an die Umgebungsluft ab. Das Gegenteil ist bei natürlichen Baumaterialien wie z.B. Holz der Fall. Um die Wärmebelastung zu verringern, ist daher der gezielte Einsatz von Baumaterialien nach ihren thermischen Eigenschaften sinnvoll. Abhängig von der Oberfläche des Materials wird ein Teil der eingestrahlten Sonnenenergie sofort wieder reflektiert und steht damit nicht zur Erwärmung zur Verfügung. Helle Baumaterialien erhöhen diesem Effekt, reflektieren also mehr kurzwellige Strahlung. Dadurch heizen sich hell gestrichene Häuser oder Straßen mit hellem Asphaltbelag weniger stark auf.

8 Zusammenfassung

In der Stadt Euskirchen soll auf einer derzeit weitestgehend brach liegenden Fläche ein Quartier mit urbanem Charakter entstehen. Die Bebauung ist überwiegend drei bis viergeschossig geplant. Mit dem Bebauungsplan Nr. 140 [1] soll Planrecht für die Bebauung dieser Fläche geschaffen werden.

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens sind die Auswirkungen des Planvorhabens auf das Lokalklima zu untersuchen. Hierzu wurden Simulationsrechnungen mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell ENVI-met in der aktuellen Version 4.4.5 für den Ist- und den Planfall für zwei Hauptwindrichtungen und einen warmen Sommertag durchgeführt. In die Berechnungen flossen Gebäudestellungen und -höhen, der Vegetationsbestand sowie die Oberflächenbeschaffenheit ein.

Die Beurteilung der klimatischen Veränderungen erfolgte anhand der simulierten Temperaturverhältnisse sowie der bioklimatischen Kenngröße des PET-Wertes zu drei verschiedenen Uhrzeiten. Zusätzlich wurden die Windverhältnisse in einer Auswertehöhe von 1,5 m und in 15 m über Grund ausgewertet und dargestellt.

Die wichtigsten Ergebnisse der ENVI-met Berechnungen für den Ist- und den Planfall lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Durch die Realisierung der Planung ändern sich die Temperaturverhältnisse innerhalb des Plangebietes. Während auf den derzeit unversiegelten, bzw. teilversiegelten Flächen mit einer Temperaturzunahme zu rechnen ist, bleibt das Temperaturniveau auf den derzeit versiegelten Bereichen des Plangebietes am Abend und in der Nacht unverändert, am Nachmittag zur Zeit der größten Hitzebelastung resultiert aus der Planung durch Entsiegelung und Verschattungen durch Bäume und Gebäude eine Abkühlung im Bereich der derzeitig versiegelten Flächen.
- Die nachmittäglichen Abkühlungstendenzen im Osten des Plangebietes sind bei Südostwind in abgeschwächter Form bis nördlich der Bahngleise und bei Südwestwind bis zur Wohnbebauung an der Alfred-Nobel-Straße in den Modellergebnissen nachzuweisen. Eine signifikante nachmittägliche Erwärmung über die Plangebietsgrenzen hinaus findet nicht statt.
- In den Abend- und Nachtstunden resultiert aus der Planung anders als in den Nachmittagsstunden überwiegend eine Erwärmung. Lediglich im Bereich der nördlichen Lagerhalle wird noch eine leichte Abkühlung prognostiziert. Temperaturerhöhungen von bis zu 0,2°C werden im Umfeld des Planvorhabens sowohl abends als auch nachts bis in einer Entfernung von ca. 250 m zur nördlichen Plangebietsgrenze berechnet.

- Erwartungsgemäß verändern sich die bodennahen Windverhältnisse durch die geplante Bebauung gegenüber der Ist-Situation deutlich. So ist innerhalb der Plangebietsgrenzen überwiegend mit einer Reduktion der Windgeschwindigkeiten zu rechnen. Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten ergeben sich hierbei durch die abschirmende Wirkung der Gebäude in den Innenhöfen der geplanten Wohnbebauung sowie im Lee des geplanten Nahversorgungszentrums. Positiv wirkt sich der Quartierspark sowie die relativ breite Bebauungslücke im Bereich der Zufahrt vom Pützbergerring auf die Durchlüftungsverhältnisse aus.
- Signifikante Windgeschwindigkeitsveränderungen beschränken sich sowohl bei südöstlichen als auch bei südwestlichen Anströmungen weitestgehend auf das Plangebiet. Eine planbedingte Verschlechterung der Durchlüftungssituation in den nördlich an das Plangebiet grenzenden Siedlungsbereichen kann somit ausgeschlossen werden.
- Durch die Realisierung des Planvorhabens erhöht sich die bioklimatische Belastung (ausgedrückt durch den PET-Wert) innerhalb der Plangebietsgrenzen tendenziell leicht um 1-5°C, was insbesondere auf die geringen Windgeschwindigkeiten innerhalb des Quartiers zurückzuführen ist. In unverschatteten Bereichen mit gleichzeitig sehr geringen Strömungsgeschwindigkeiten ergeben sich teilweise auch Erhöhungen der bioklimatischen Belastungssituation um mehr als 15°C. In von Bäumen und Gebäuden verschatteten Bereichen stellen sich allerdings auch deutliche Abkühlungseffekte ein. Änderungen der bioklimatischen Belastungssituation beschränken sich weitestgehend auf das Plangebiet, eine Fernwirkung in die umgebenden Siedlungsbereiche konnte nicht festgestellt werden.
- Aufgrund der geringen Windgeschwindigkeiten innerhalb des Plangebietes bilden sich insbesondere in den Innenhöfen und in quer zur Strömungsrichtung verlaufenden Straßenzügen HotSpots mit sehr starken bioklimatischen Belastungen aus. Zur Gewährleistung gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse und einer zufriedenstellenden Aufenthaltsqualität in den Außenbereichen sollte der Ausbildung dieser HotSpots nach Möglichkeit mit geeigneten Maßnahmen entgegengewirkt werden.

Die städtebauliche Struktur reagiert auf Verkehrs- und Gewerbelärmimmissionen und erfordert eine dichte Bebauung zur Schaffung von Wohnqualität im Innern. Eine Reduzierung der Bebauungsdichte oder -höhe zur Verbesserung der Durchlüftung kann daher nicht vorgenommen werden. Die Maßnahmen sollten somit auf die Reduktion der thermischen Belastung abzielen. Folgende Maßnahmen können einzeln oder in Kombination umgesetzt zur Reduktion des bioklimatischen Belastungsniveaus beitragen:

- Erhöhung des Baumanteils im Quartier
- Umsetzung von Fassaden- und Dachbegrünungen
- Schaffung von offenen Wasserflächen
- Bewässerung von Grünflächen
- Verwendung geeigneter Baumaterialien

Neben positiven Effekten für die bioklimatische Belastung innerhalb des Plangebietes kann durch die Umsetzung der vorgenannten Maßnahmen auch den nächtlichen Erwärmungstendenzen entgegengewirkt werden.

Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Geogr. Björn Siebers
(fachliche Verantwortung / Projektbearbeitung)

i.V. Dipl.-Ing. Oliver Streuber
(Qualitätssicherung)

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtslageplan der Bestandssituation
- Anlage 2 Übersichtslageplan der Plansituation
- Anlage 3 Landesweite Klimaaanalyse des LANUV - Klimatopkarte
- Anlage 4 Landesweite Klimaaanalyse des LANUV - Gesamtbetrachtung
- Anlage 5 Windrichtungsverteilung an der DWD-Station Nürnberg-Bärweiler im Zeitraum
2010 -2019
- Anlage 6 ENVI-met Modellarchitektur
- Anlage 7 Oberflächen im Istfall
- Anlage 8 Oberflächen im Planfall
- Anlage 9 Vegetation und Gebäude im Istfall
- Anlage 10 Vegetation und Gebäude im Planfall
- Anlage 11 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südöstlichen An-
strö mungsrichtung – Istfall
- Anlage 12 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südöstlichen An-
strö mungsrichtung – Planfall
- Anlage 13 Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 16 Uhr bei einer südöstlichen An-
strö mungsrichtung– Planfall minus Istfall

- Anlage 14 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung – Istfall
- Anlage 15 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung – Planfall
- Anlage 16 Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung– Planfall minus Istfall
- Anlage 17 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 22 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung – Istfall
- Anlage 18 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 22Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung – Planfall
- Anlage 19 Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 22 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung– Planfall minus Istfall
- Anlage 20 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 22 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung – Istfall
- Anlage 21 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 22 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung – Planfall
- Anlage 22 Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 22 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung– Planfall minus Istfall
- Anlage 23 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 05 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung – Istfall
- Anlage 24 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 05 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung – Planfall
- Anlage 25 Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 05 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung– Planfall minus Istfall

- Anlage 26 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 05 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung – Istfall
- Anlage 27 Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 05 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung – Planfall
- Anlage 28 Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe um 05 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung– Planfall minus Istfall
- Anlage 29 Windgeschwindigkeit in 1,5m Höhe über Grund bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung im Istfall
- Anlage 30 Windgeschwindigkeit in 1,5m Höhe über Grund bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung im Planfall
- Anlage 31 Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung
- Anlage 32 Windgeschwindigkeit in 15m Höhe über Grund bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung im Istfall
- Anlage 33 Windgeschwindigkeit in 15m Höhe über Grund bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung im Planfall
- Anlage 34 Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit in 15 m Höhe über Grund bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung
- Anlage 35 Windgeschwindigkeit in 1,5m Höhe über Grund bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung im Istfall
- Anlage 36 Windgeschwindigkeit in 1,5m Höhe über Grund bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung im Planfall
- Anlage 37 Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung

- Anlage 38 Windgeschwindigkeit in 15m Höhe über Grund bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung im Istfall

- Anlage 39 Windgeschwindigkeit in 15m Höhe über Grund bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung im Planfall

- Anlage 40 Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit in 15 m Höhe über Grund bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung

- Anlage 41 PET-Wert in 1,5 m Höhe um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung - Istfall

- Anlage 42 PET-Wert in 1,5 m Höhe um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung - Planfall

- Anlage 43 Differenz des PET-Wertes in 1,5 m Höhe um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung – Planfall minus Istfall

- Anlage 44 PET-Wert in 1,5 m Höhe um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung - Istfall

- Anlage 45 PET-Wert in 1,5 m Höhe um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung - Planfall

- Anlage 46 Differenz des PET-Wertes in 1,6 m Höhe um 14 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung – Planfall minus Istfall



Legende

 Plangebiet



0 100 200 300 400 m



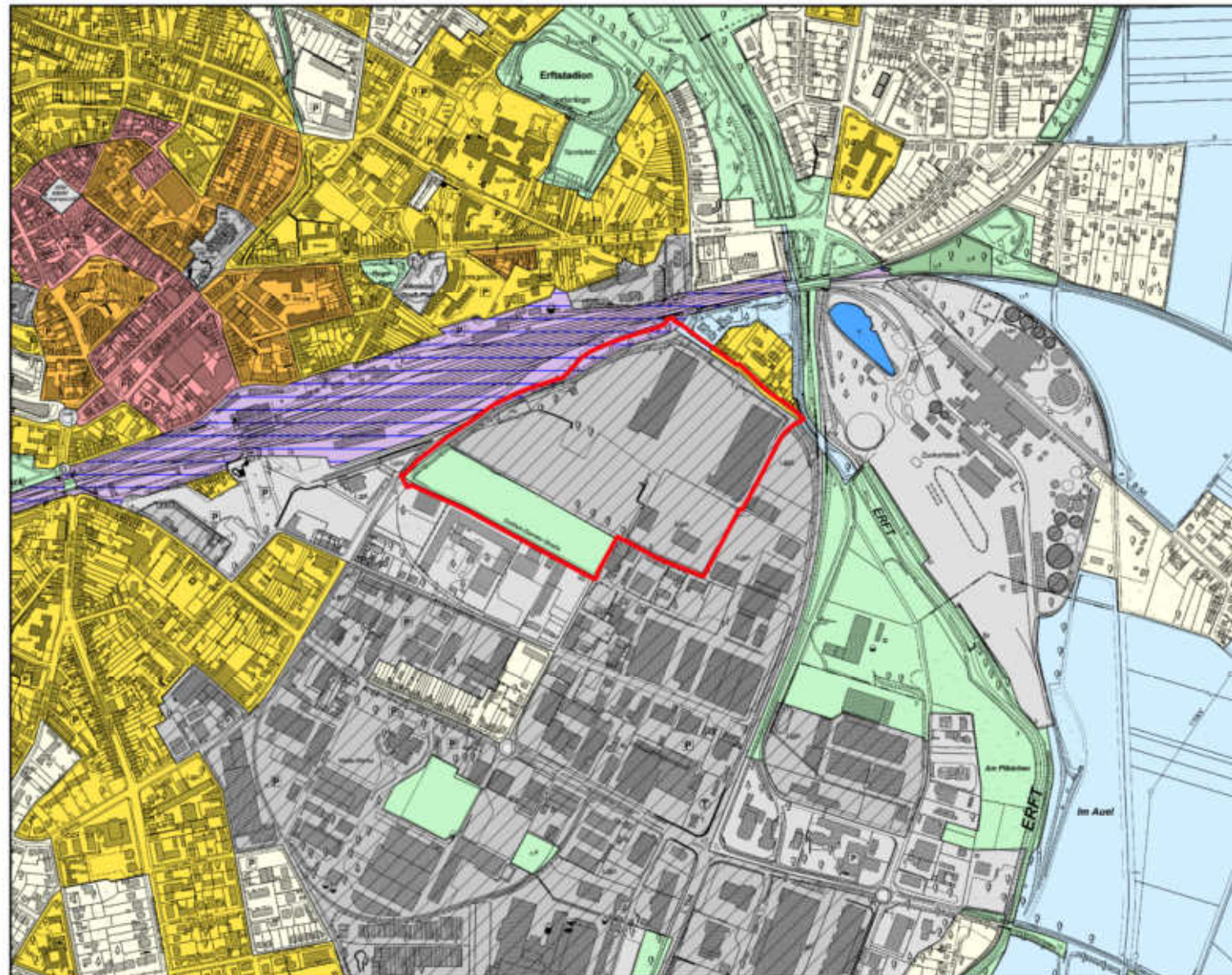
Legende

 Plangebiet



0 100 200 300 400 m





Legende

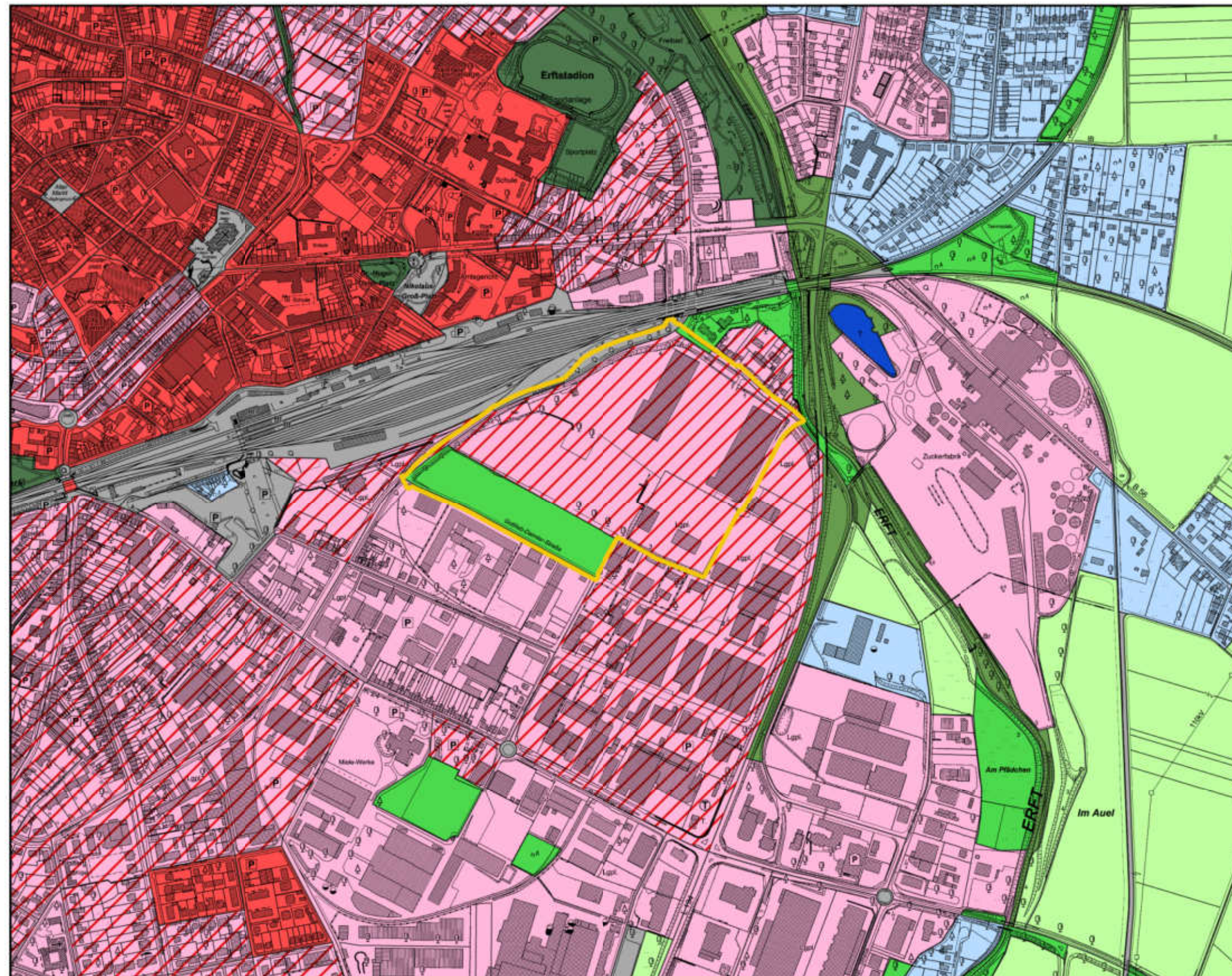
 Plangebiet

Klimatope

- Gewässer-, Seenklima
- Freilandklima
- Waldklima
- Klima innerstädtischer Grünflächen
- Vorstadtklima
- Stadtrandklima
- Stadtklima
- Innenstadtklima
- Gewerbe-, Industrieklima (offen)
- Gewerbe-, Industrieklima (dicht)
- Bahnverkehr
- Straßenverkehr



0 100 200 300 400 m



Legende

- Plangebiet
- Verkehrsflächen
- Gewässerflächen

Klimawandel-Vorsorgebereich

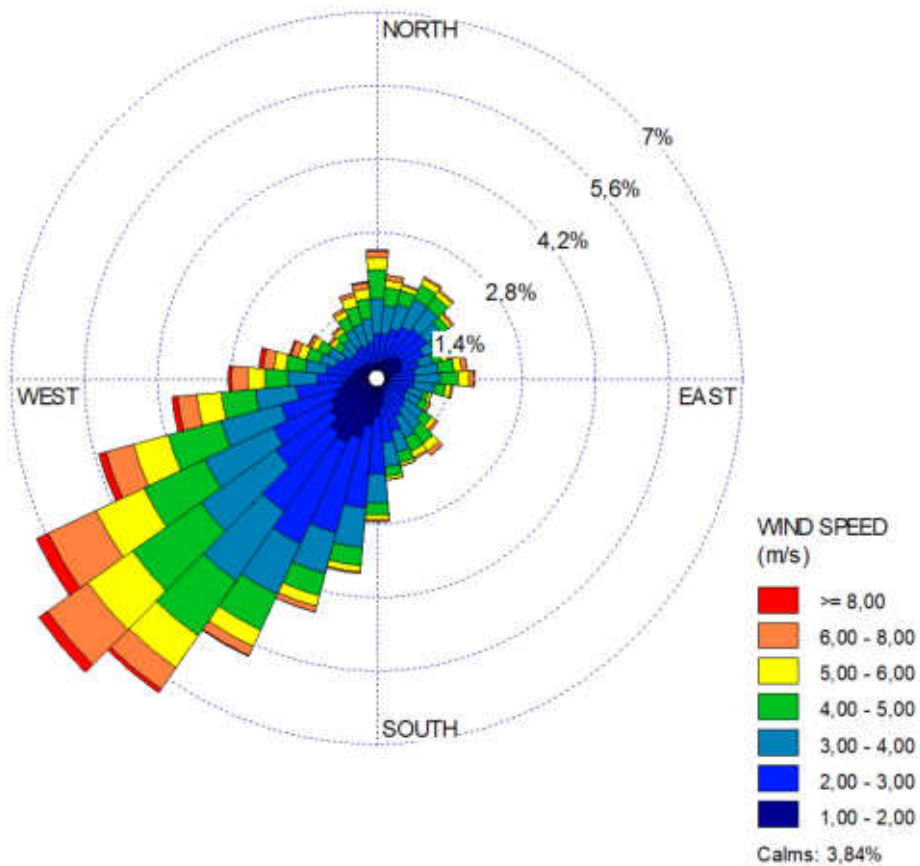
- ja (Klasse 3)
- ja (Klasse 4)

Thermische Situation und Bedeutung der Ausgleichsfunktion

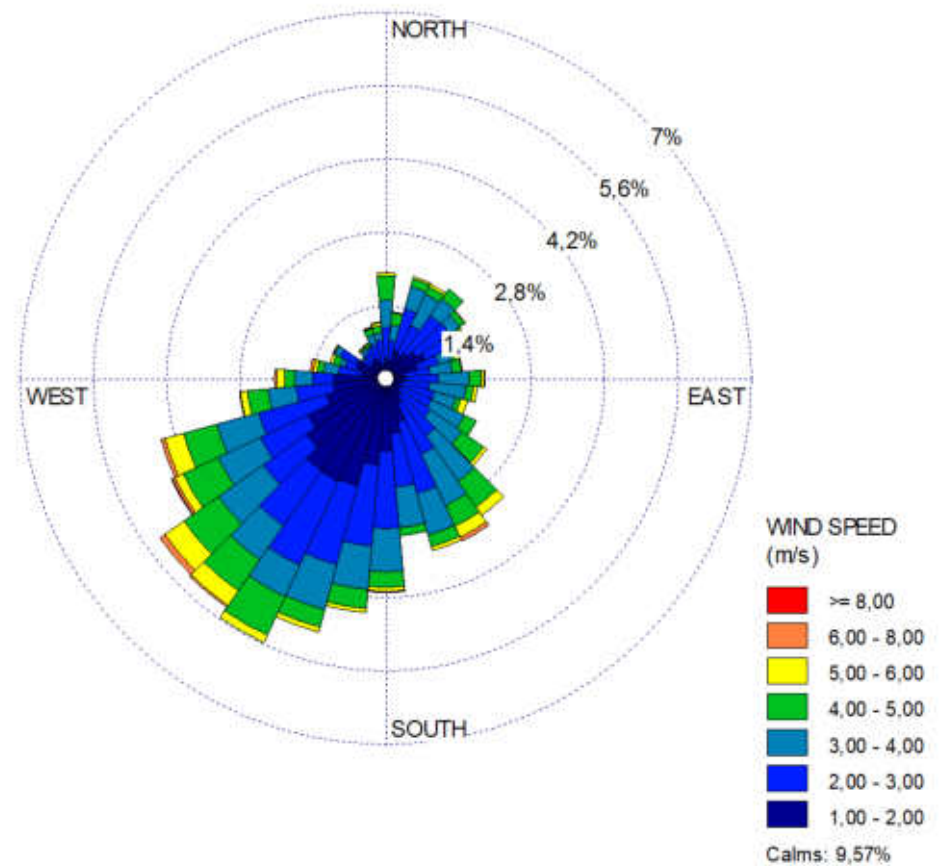
- Grünfläche: höchste thermische Ausgleichsfunktion
- Grünfläche: sehr hohe thermische Ausgleichsfunktion
- Grünfläche: hohe thermische Ausgleichsfunktion
- Grünfläche: mittlere thermische Ausgleichsfunktion
- Grünfläche: geringe thermische Ausgleichsfunktion
- Siedlung: sehr günstige thermische Situation
- Siedlung: günstige thermische Situation
- Siedlung: weniger günstige thermische Situation
- Siedlung: ungünstige thermische Situation
- Siedlung: sehr ungünstige thermische Situation



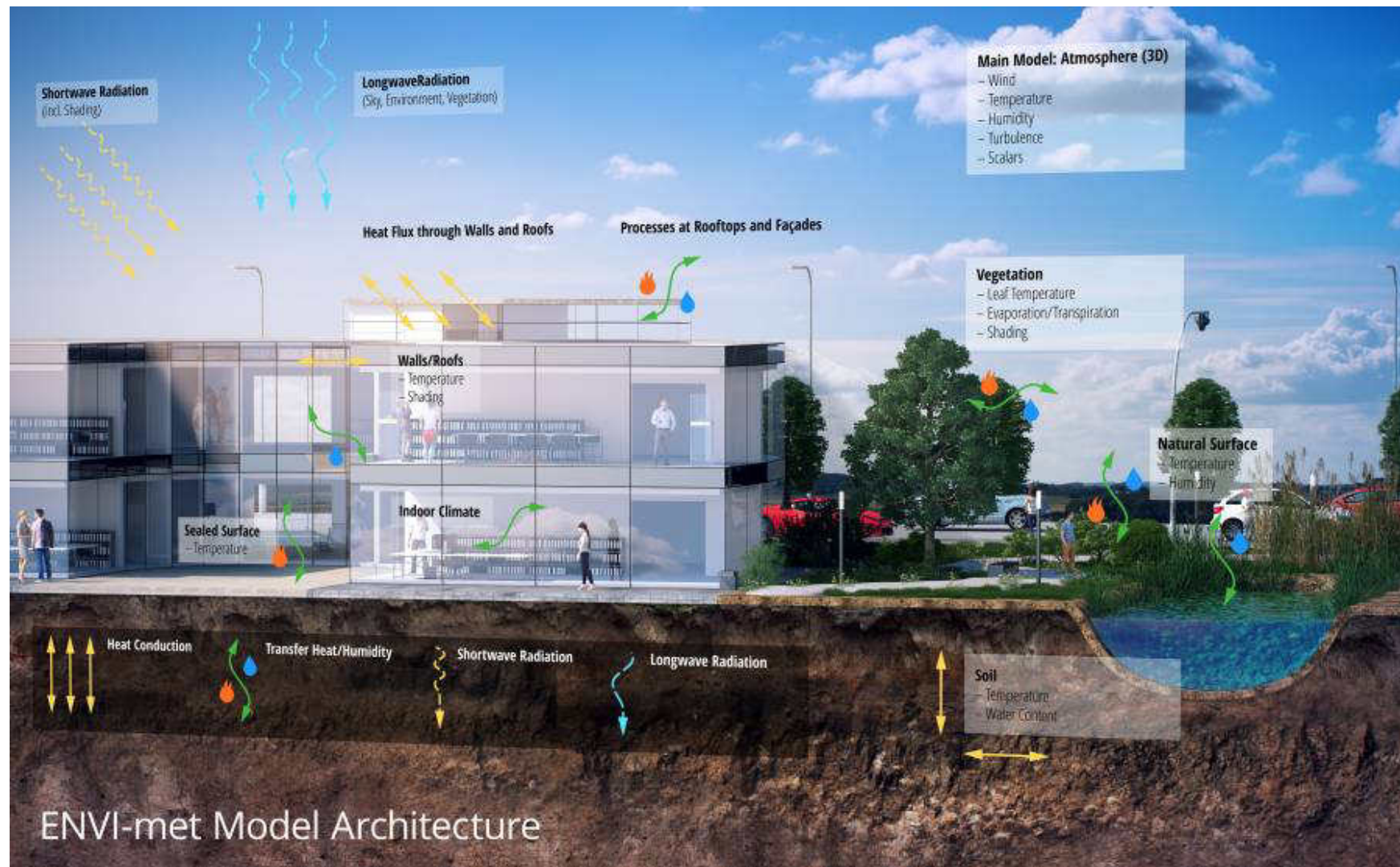
0 100 200 300 400 m

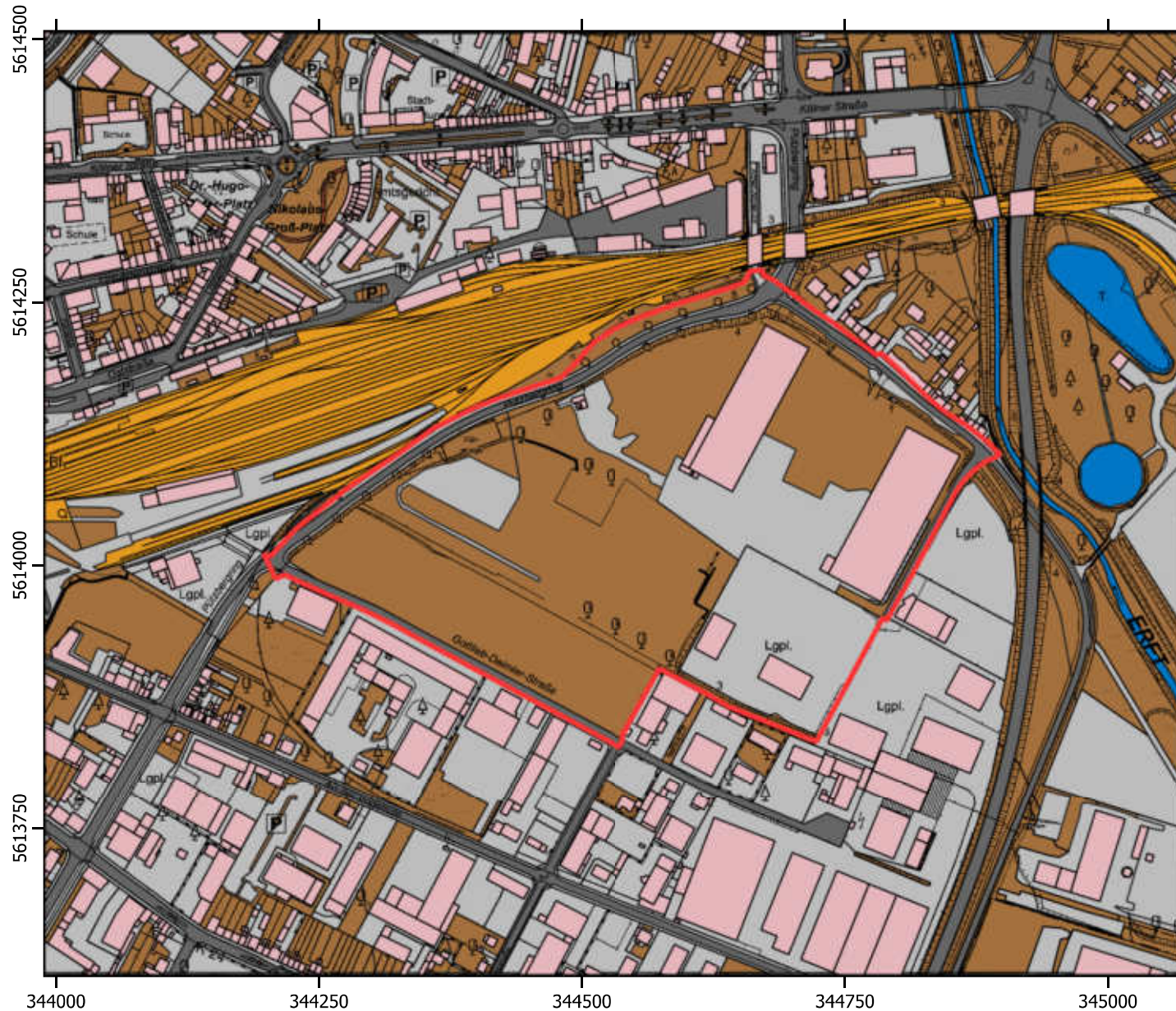


Windrichtungsverteilung im gesamten Auswertezeitraum



Windrichtungsverteilung an Sommertagen mit einem Lufttemperatur-Tagesmaximum > 25°C





Legende

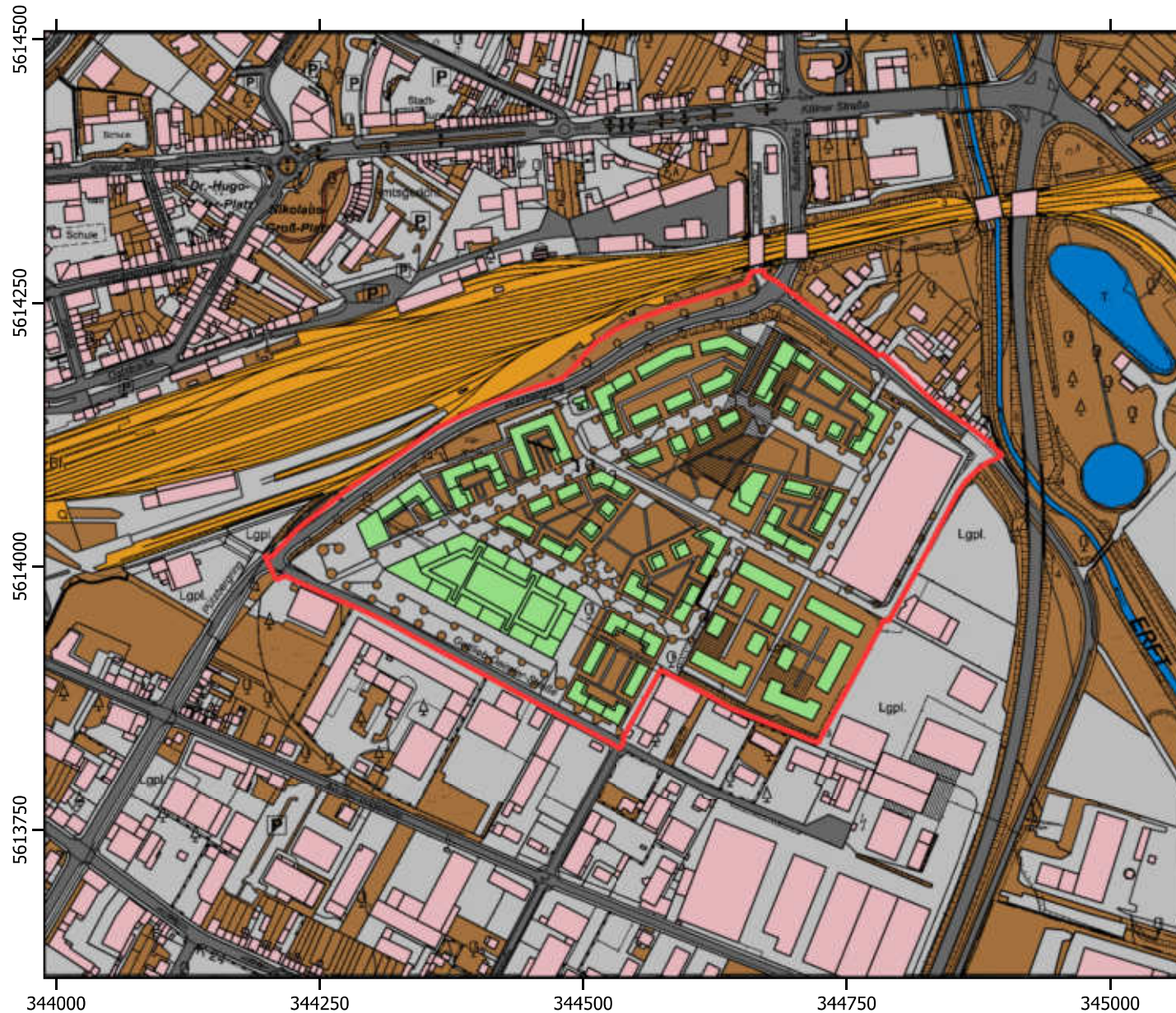
Bodenarten

- Schotter
- Beton
- Asphalt
- wassergeb. Wegedecke
- Wasser
- unversiegelter Boden

- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 100 200 300 400 m



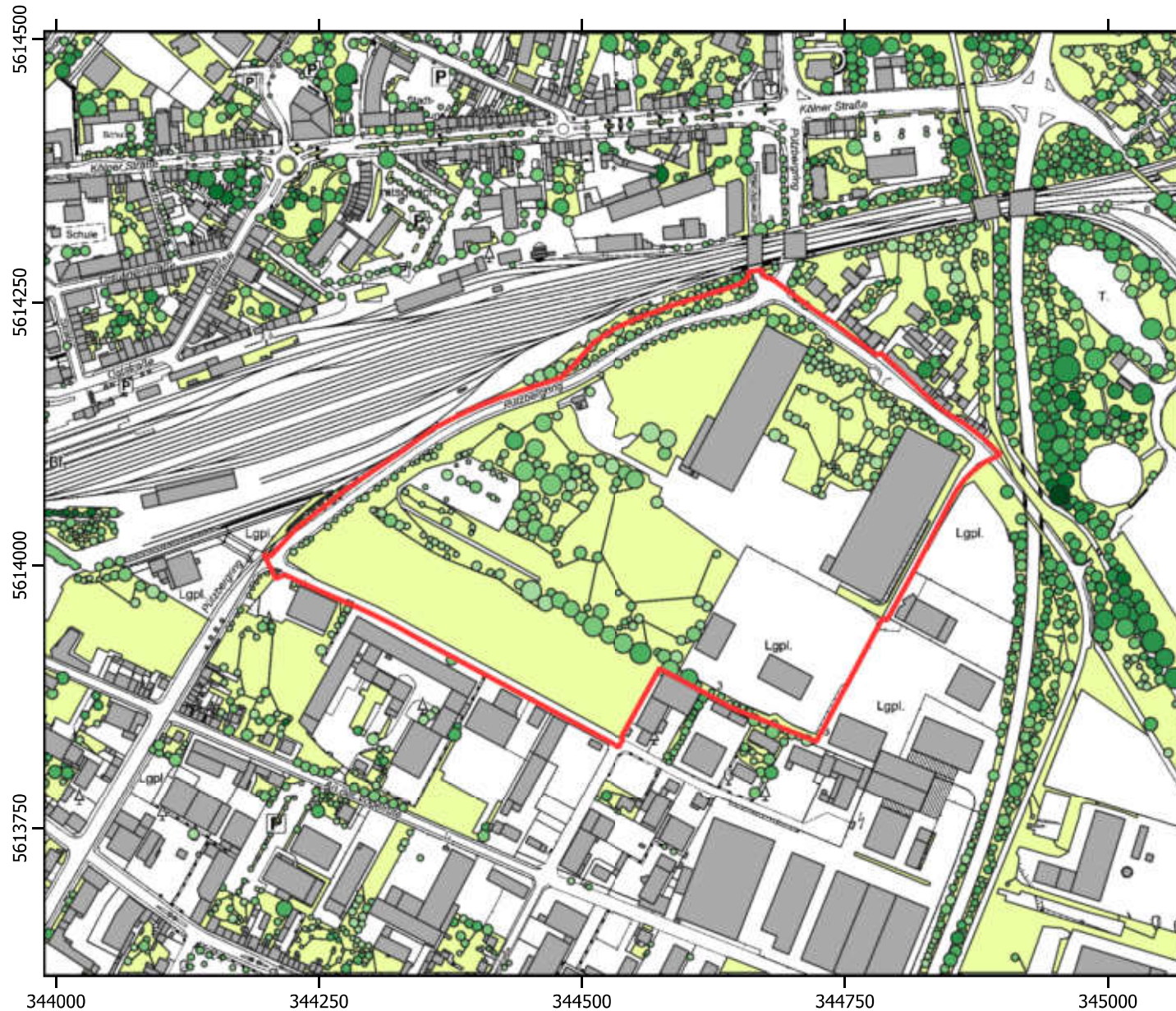
Legende

Bodenarten

- Schotter
- Beton
- Asphalt
- wassergeb. Wegedecke
- Wasser
- unversiegelter Boden

- Bestandsgebäude
- Plangebäude
- Plangebiet





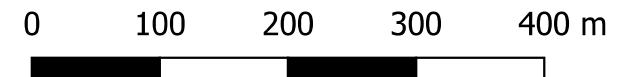
Legende

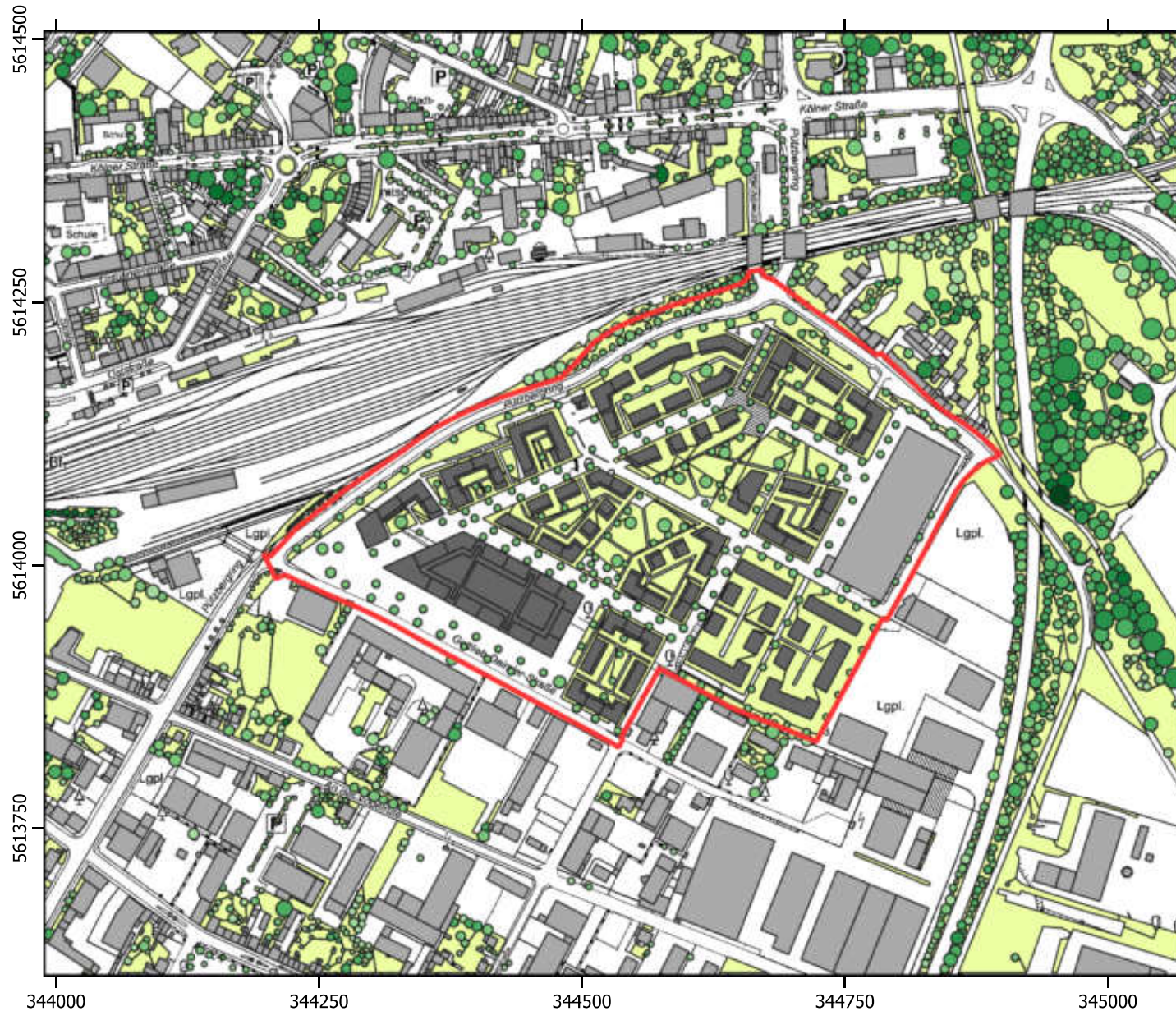
Höhe der Vegetation

- Gras 10 cm / niedrige Vegetation
- 5 m
- 10 m
- 15 m
- 20 m
- 25 m
- 30 m

Bestandsgebäude

Plangebiet





Legende

Höhe der Vegetation

Gras 10 cm

5 m

10 m

15 m

20 m

25 m

30 m

Bestandsgebäude

Plangebäude

Plangebiet



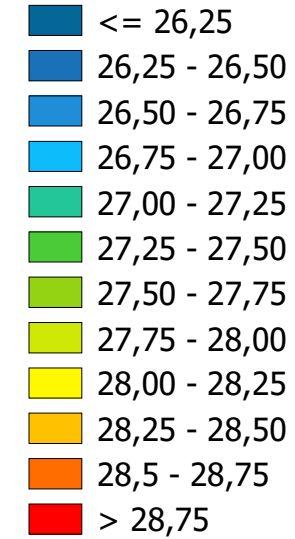
0 100 200 300 400 m





Legende

Lufttemperatur in °C



Gebäude
 Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

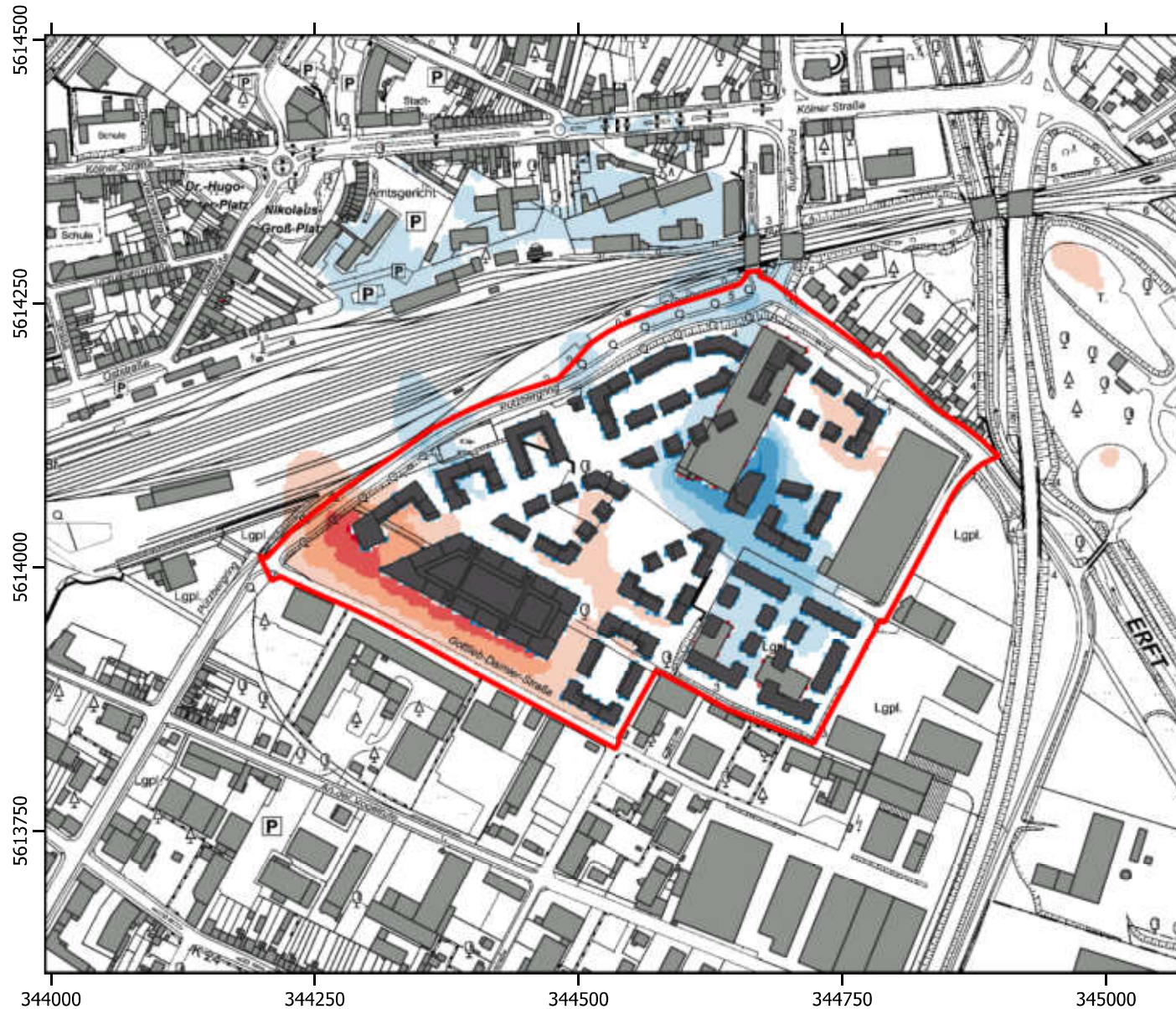
- ≤ 26,25
- 26,25 - 26,50
- 26,50 - 26,75
- 26,75 - 27,00
- 27,00 - 27,25
- 27,25 - 27,50
- 27,50 - 27,75
- 27,75 - 28,00
- 28,00 - 28,25
- 28,25 - 28,50
- 28,5 - 28,75
- > 28,75

- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m

Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung
 - Planfall minus Istfall -



Legende

Differenz in °C

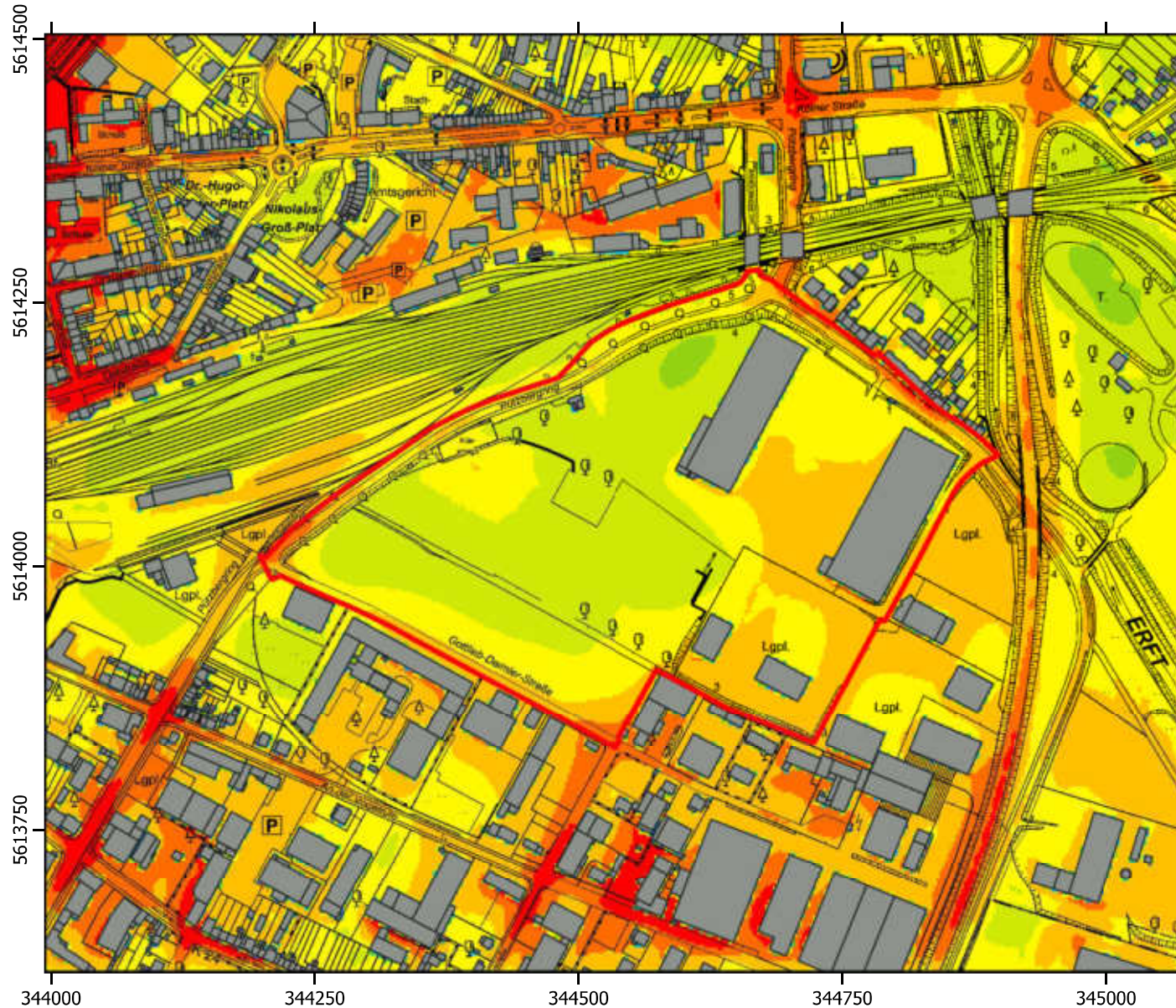
- ≤ -0,8
- 0,8 - -0,6
- 0,6 - -0,4
- 0,4 - -0,2
- 0,2 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- > 0,8

- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

- <= 26,25
- 26,25 - 26,50
- 26,50 - 26,75
- 26,75 - 27,00
- 27,00 - 27,25
- 27,25 - 27,50
- 27,50 - 27,75
- 27,75 - 28,00
- 28,00 - 28,25
- 28,25 - 28,50
- 28,5 - 28,75
- > 28,75

- Gebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

- $\leq 26,25$
- 26,25 - 26,50
- 26,50 - 26,75
- 26,75 - 27,00
- 27,00 - 27,25
- 27,25 - 27,50
- 27,50 - 27,75
- 27,75 - 28,00
- 28,00 - 28,25
- 28,25 - 28,50
- 28,5 - 28,75
- $> 28,75$

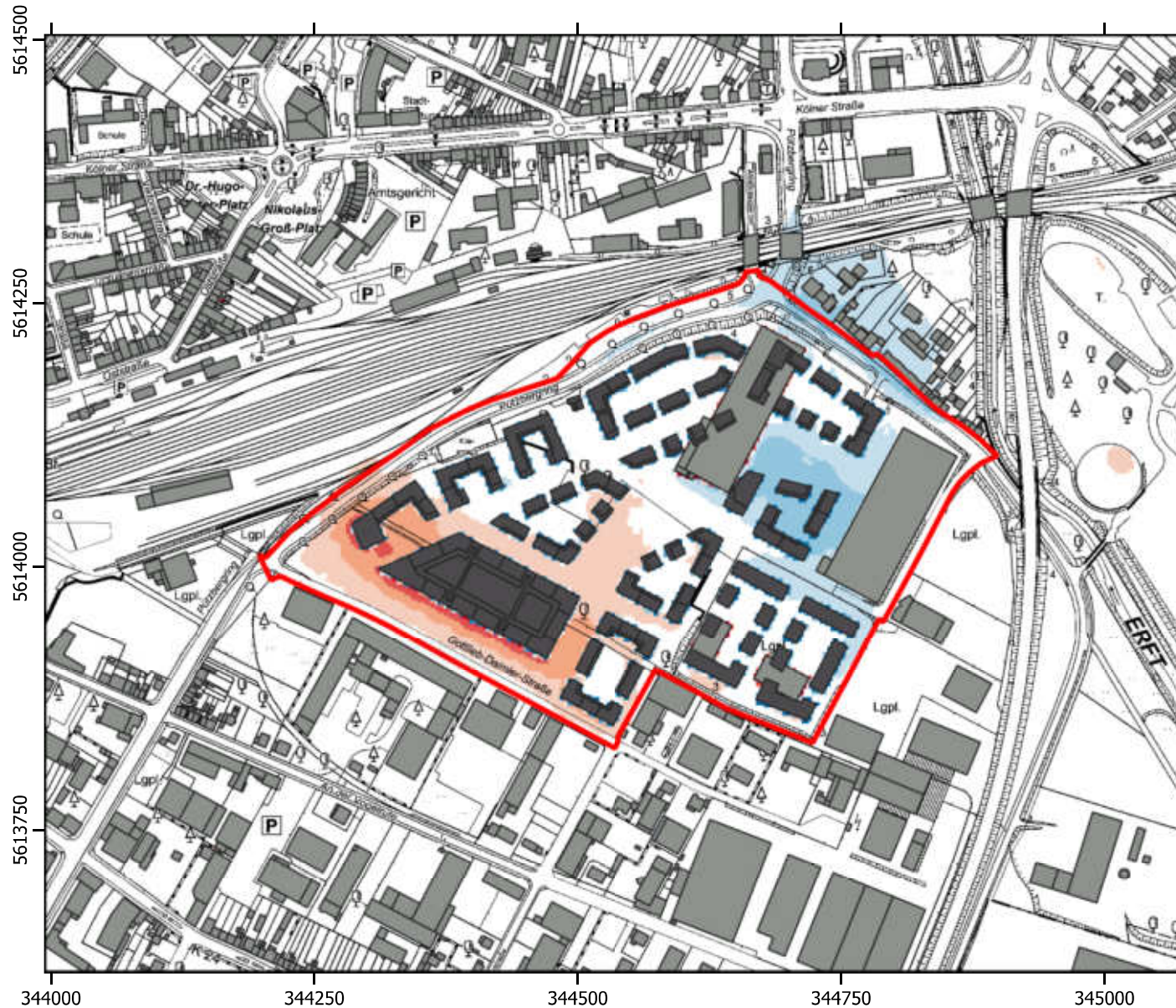
- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m

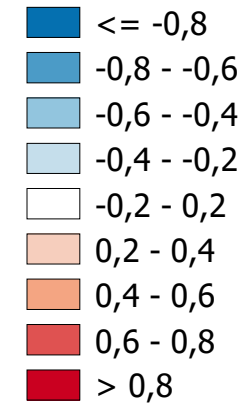


Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung
 - Planfall minus Istfall -



Legende

Differenz in °C

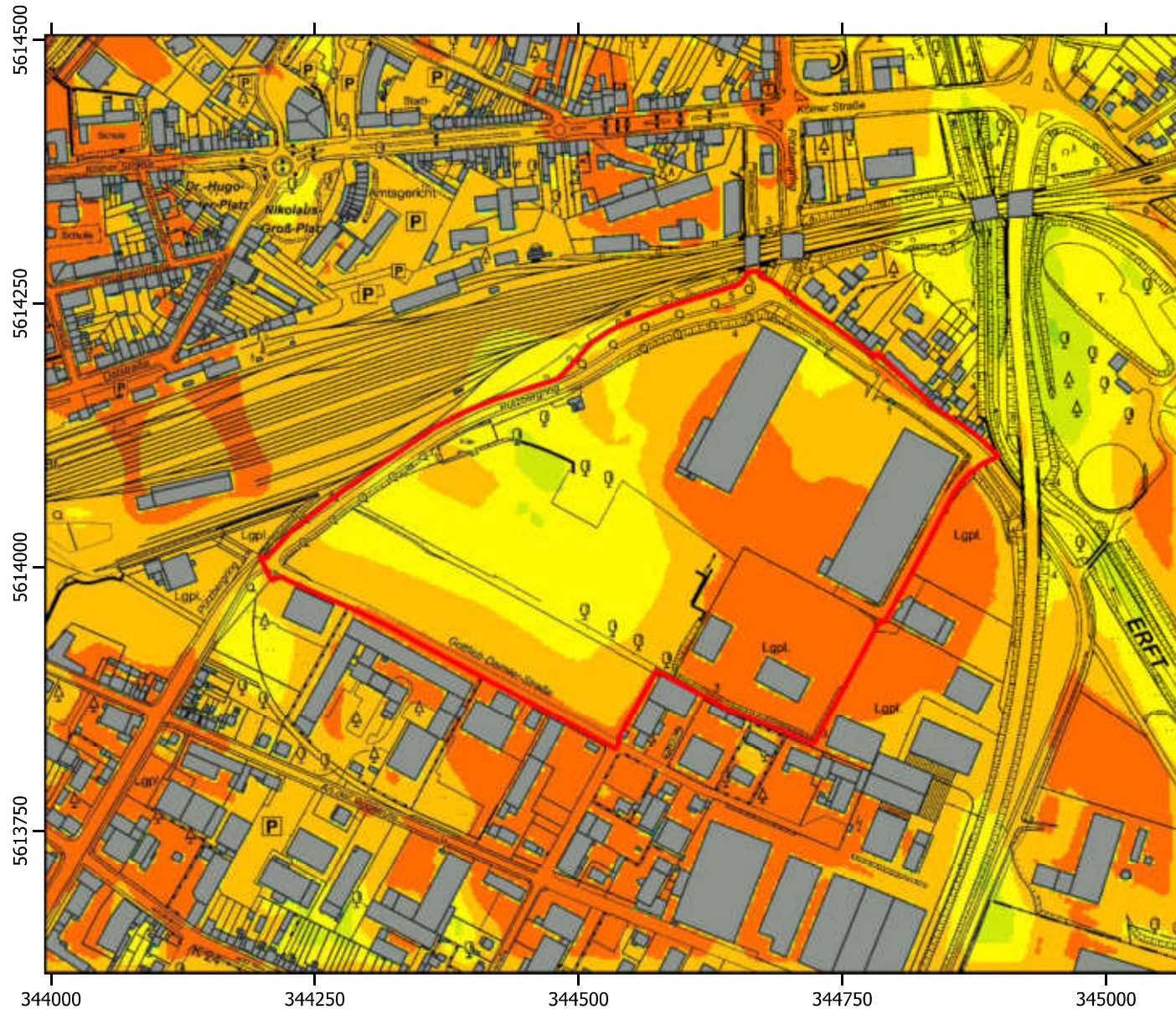


- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

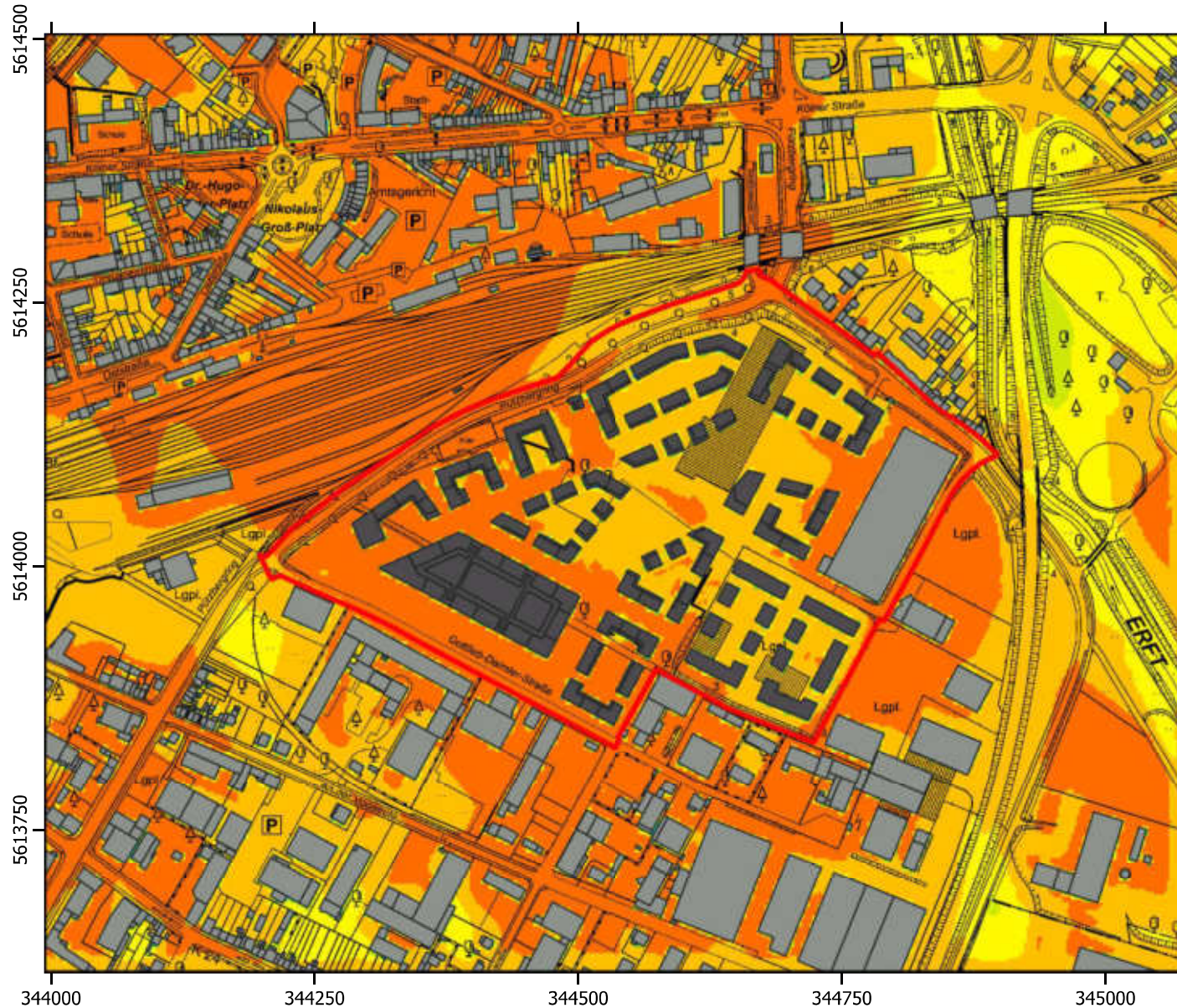
- ≤ 23,75
- 23,75 - 24,00
- 24,00 - 24,25
- 24,25 - 24,50
- 24,50 - 24,75
- 24,75 - 25,00
- 25,00 - 25,25
- 25,25 - 25,50
- 25,50 - 25,75
- 25,75 - 26,00
- 26,00 - 26,25
- > 26,25

- Gebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

- $\leq 23,75$
- 23,75 - 24,00
- 24,00 - 24,25
- 24,25 - 24,50
- 24,50 - 24,75
- 24,75 - 25,00
- 25,00 - 25,25
- 25,25 - 25,50
- 25,50 - 25,75
- 25,75 - 26,00
- 26,00 - 26,25
- $> 26,25$

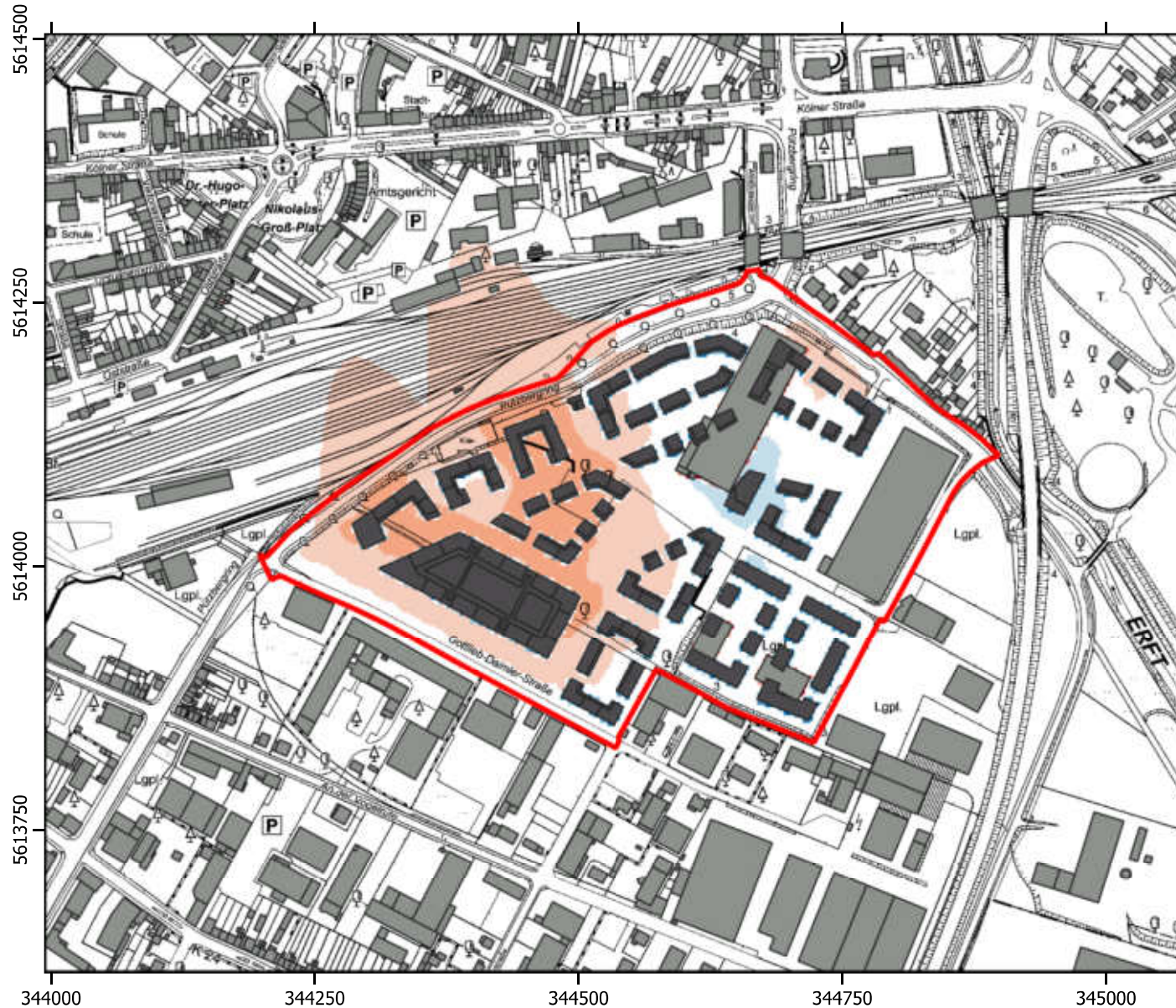
- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 22 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung
 - Planfall minus Istfall -



Legende

Differenz in °C

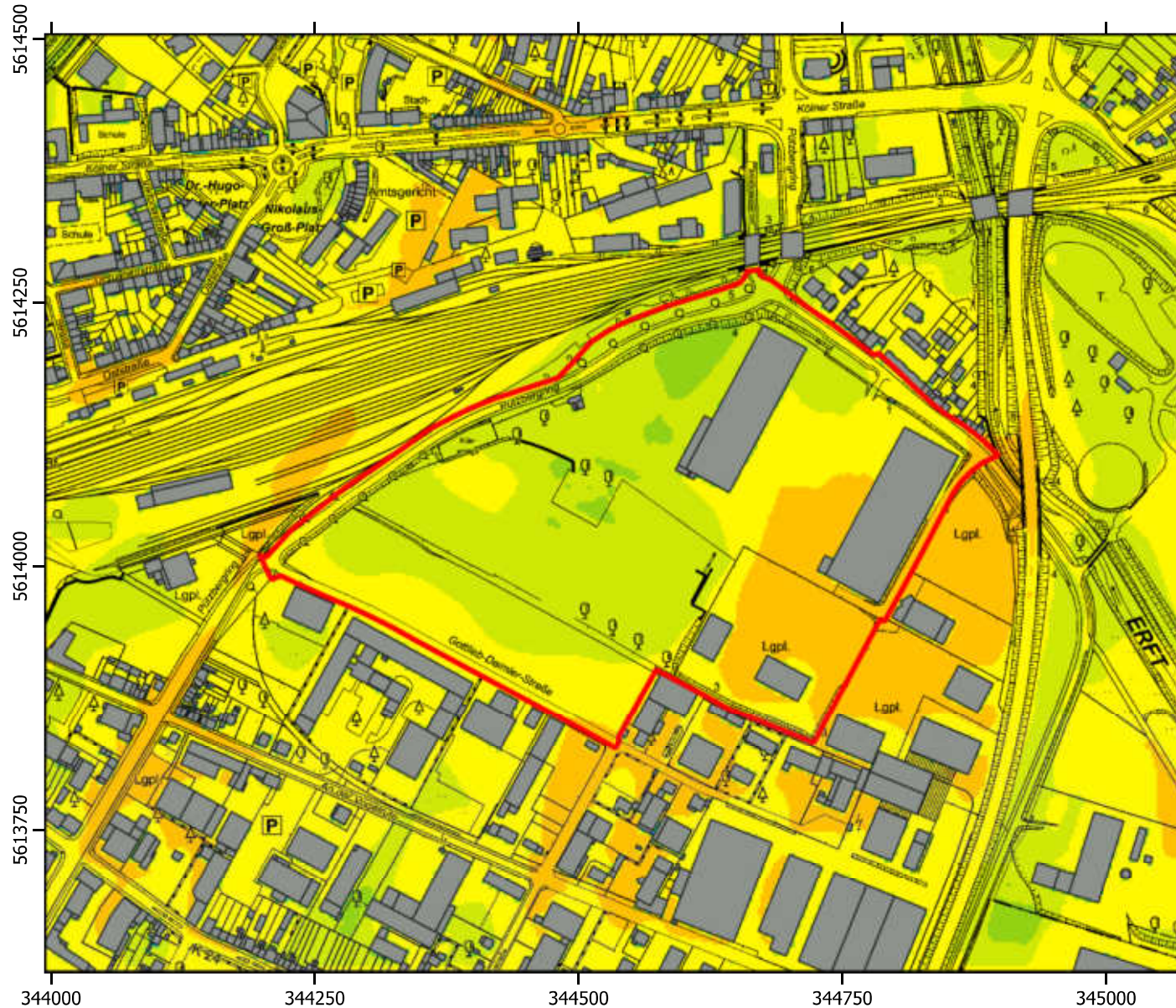
- $\leq -0,8$
- $-0,8 - -0,6$
- $-0,6 - -0,4$
- $-0,4 - -0,2$
- $-0,2 - 0,2$
- $0,2 - 0,4$
- $0,4 - 0,6$
- $0,6 - 0,8$
- $> 0,8$

- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

- $\leq 23,75$
- 23,75 - 24,00
- 24,00 - 24,25
- 24,25 - 24,50
- 24,50 - 24,75
- 24,75 - 25,00
- 25,00 - 25,25
- 25,25 - 25,50
- 25,50 - 25,75
- 25,75 - 26,00
- 26,00 - 26,25
- $> 26,25$

- Gebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

- $\leq 23,75$
- 23,75 - 24,00
- 24,00 - 24,25
- 24,25 - 24,50
- 24,50 - 24,75
- 24,75 - 25,00
- 25,00 - 25,25
- 25,25 - 25,50
- 25,50 - 25,75
- 25,75 - 26,00
- 26,00 - 26,25
- $> 26,25$

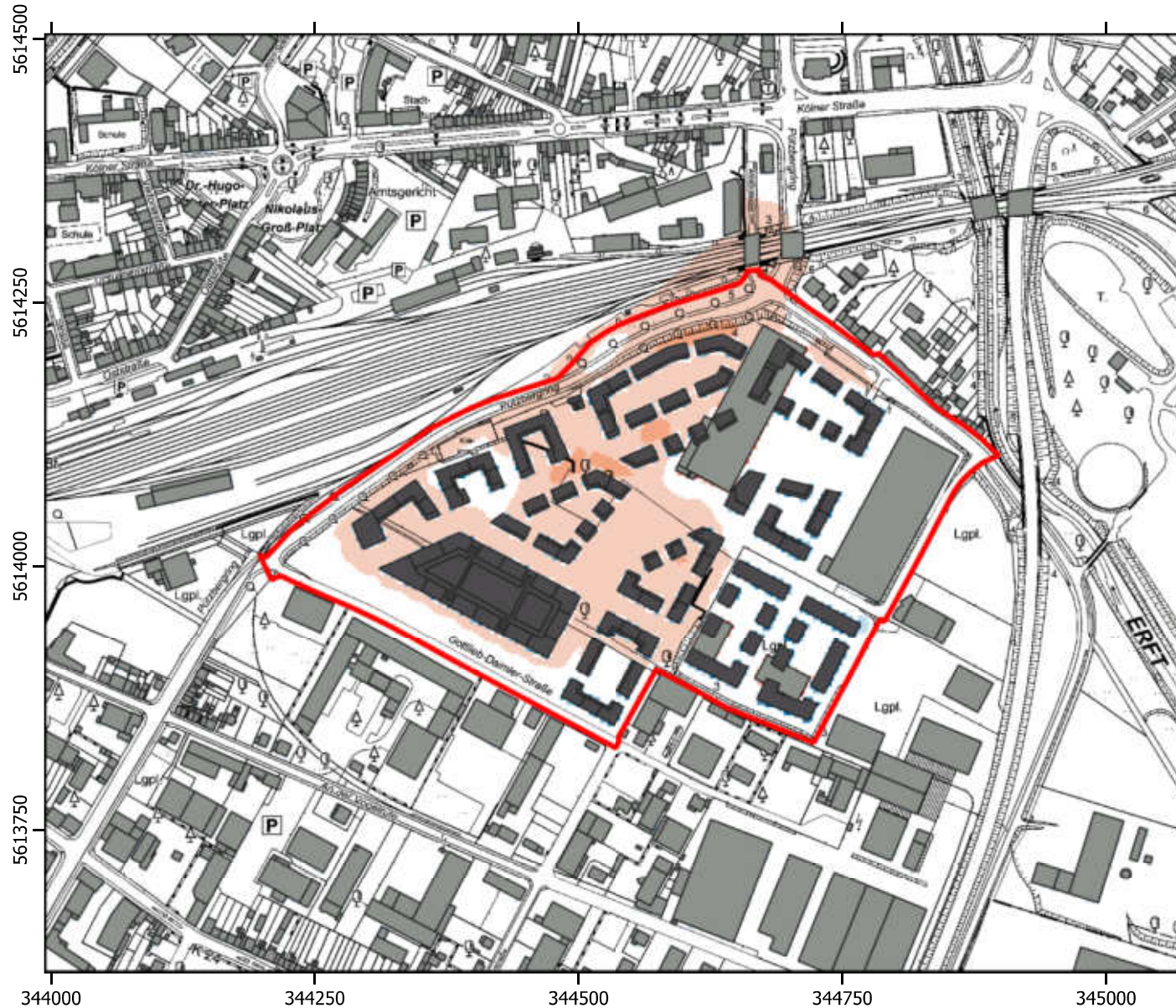
- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 22 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung
 - Planfall minus Istfall -



Legende

Differenz in °C

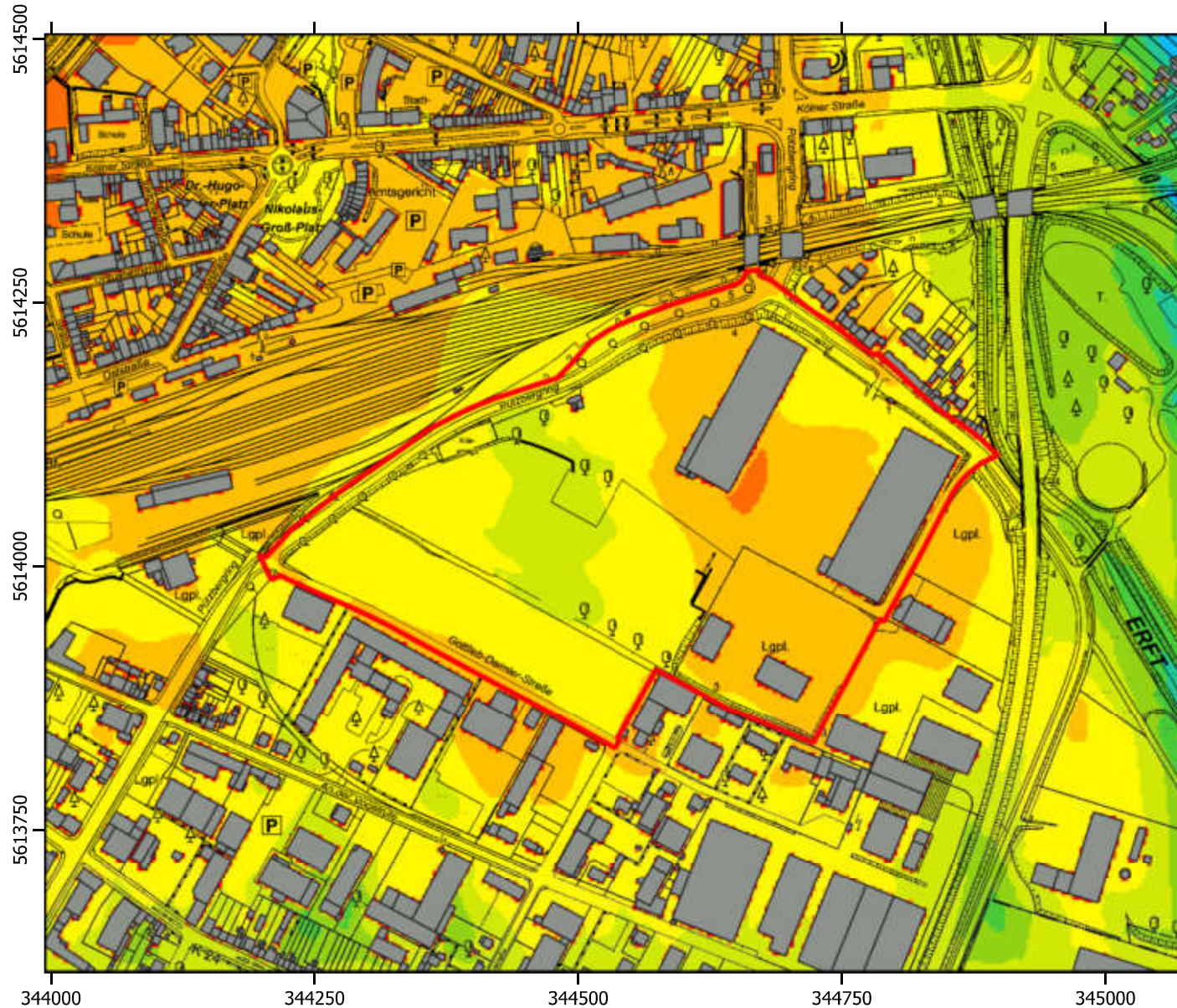
- ≤ -0,8
- 0,8 - -0,6
- 0,6 - -0,4
- 0,4 - -0,2
- 0,2 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- > 0,8

- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

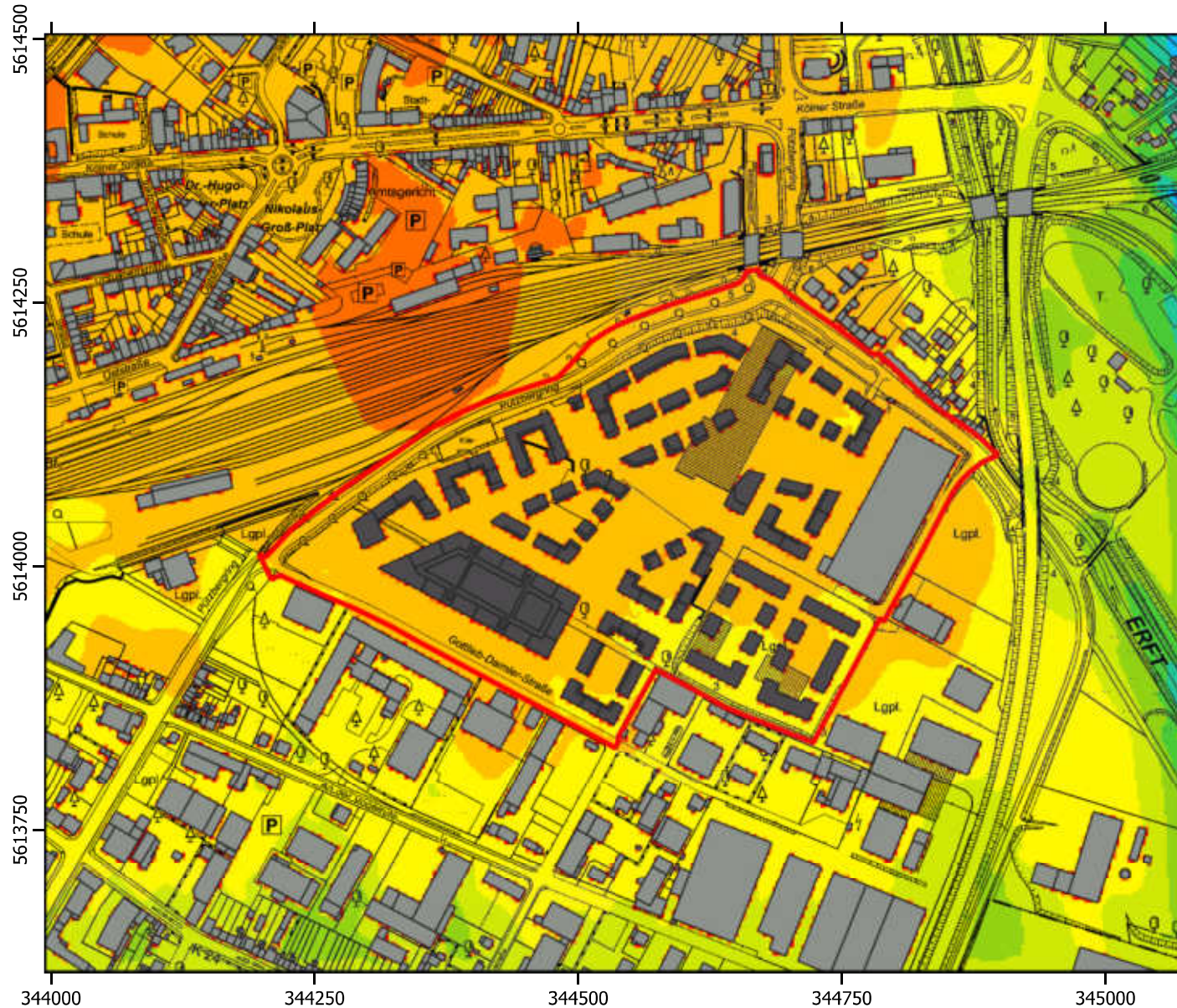
- $\leq 21,25$
- 21,25 - 21,50
- 21,50 - 21,75
- 21,75 - 22,00
- 22,00 - 22,25
- 22,25 - 22,50
- 22,50 - 22,75
- 22,75 - 23,00
- 23,00 - 23,25
- 23,25 - 23,50
- 23,50 - 23,75
- $> 23,75$

- Gebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

- ≤ 21,25
- 21,25 - 21,50
- 21,50 - 21,75
- 21,75 - 22,00
- 22,00 - 22,25
- 22,25 - 22,50
- 22,50 - 22,75
- 22,75 - 23,00
- 23,00 - 23,25
- 23,25 - 23,50
- 23,50 - 23,75
- > 23,75

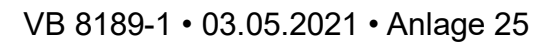
- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet

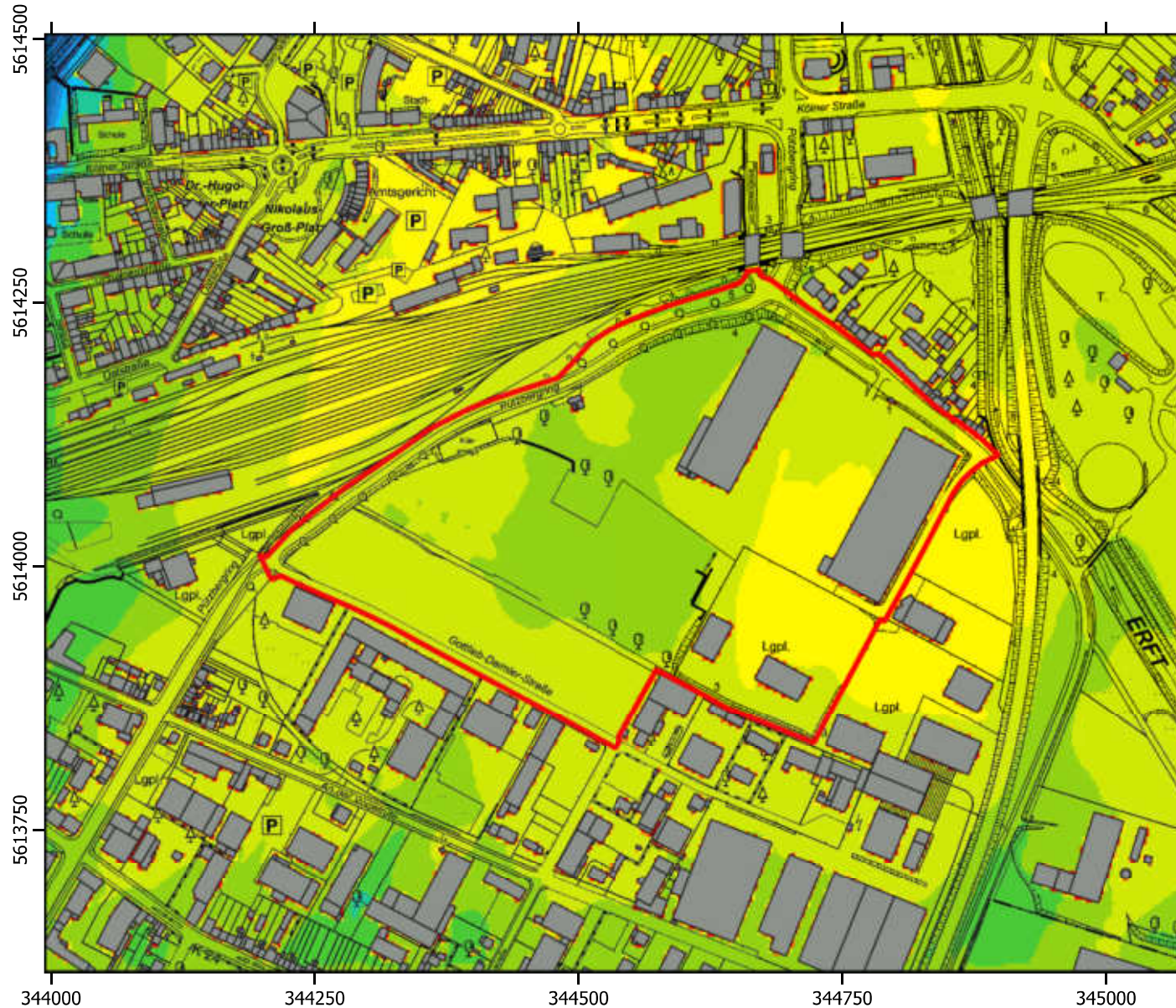


0 75 150 225 300 m



PEUTZ





Legende

Lufttemperatur in °C

- $\leq 21,25$
- 21,25 - 21,50
- 21,50 - 21,75
- 21,75 - 22,00
- 22,00 - 22,25
- 22,25 - 22,50
- 22,50 - 22,75
- 22,75 - 23,00
- 23,00 - 23,25
- 23,25 - 23,50
- 23,50 - 23,75
- $> 23,75$

- Gebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Lufttemperatur in °C

- $\leq 21,25$
- 21,25 - 21,50
- 21,50 - 21,75
- 21,75 - 22,00
- 22,00 - 22,25
- 22,25 - 22,50
- 22,50 - 22,75
- 22,75 - 23,00
- 23,00 - 23,25
- 23,25 - 23,50
- 23,50 - 23,75
- $> 23,75$

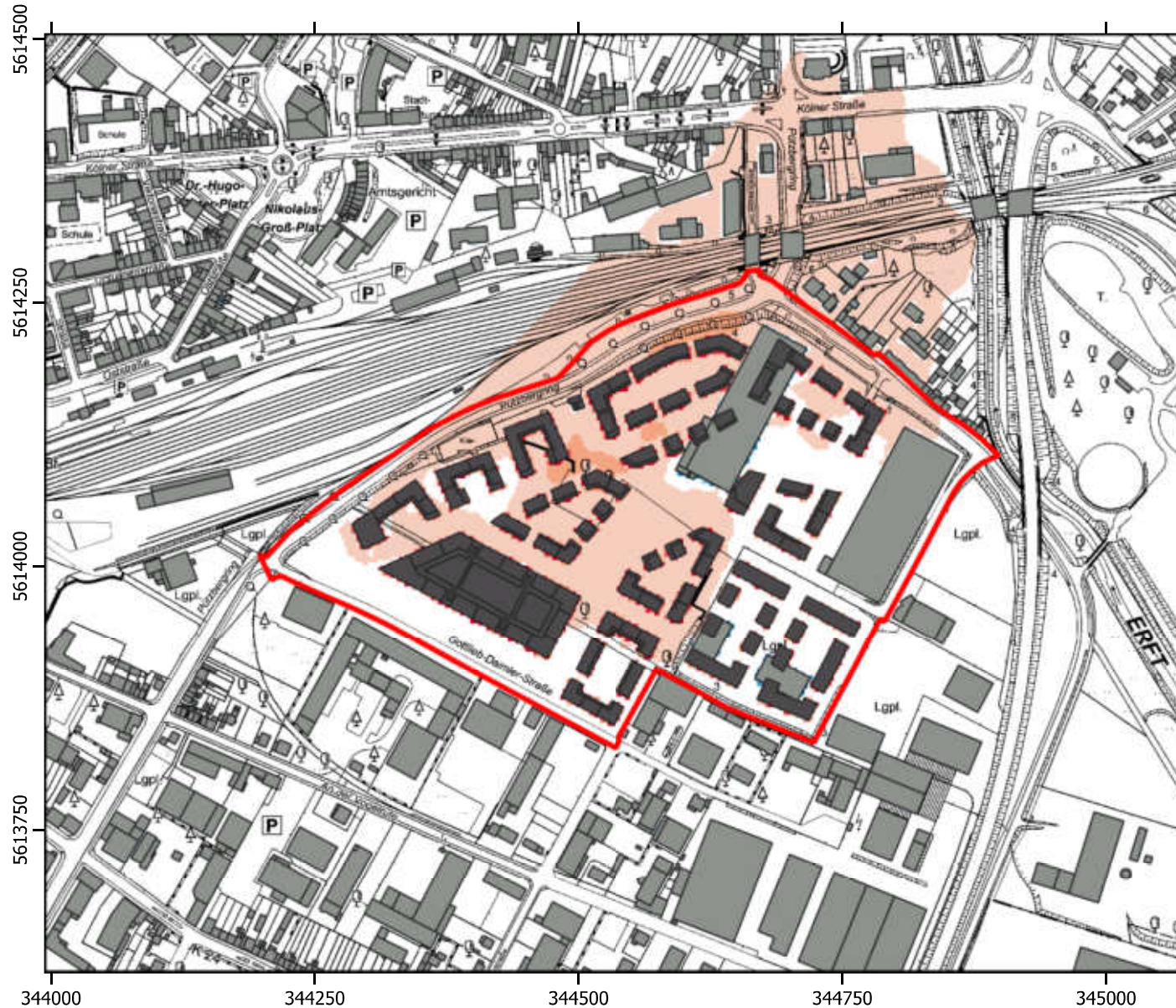
- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Differenz der Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über Grund um 5 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung
 - Planfall minus Istfall -



Legende

Differenz °C

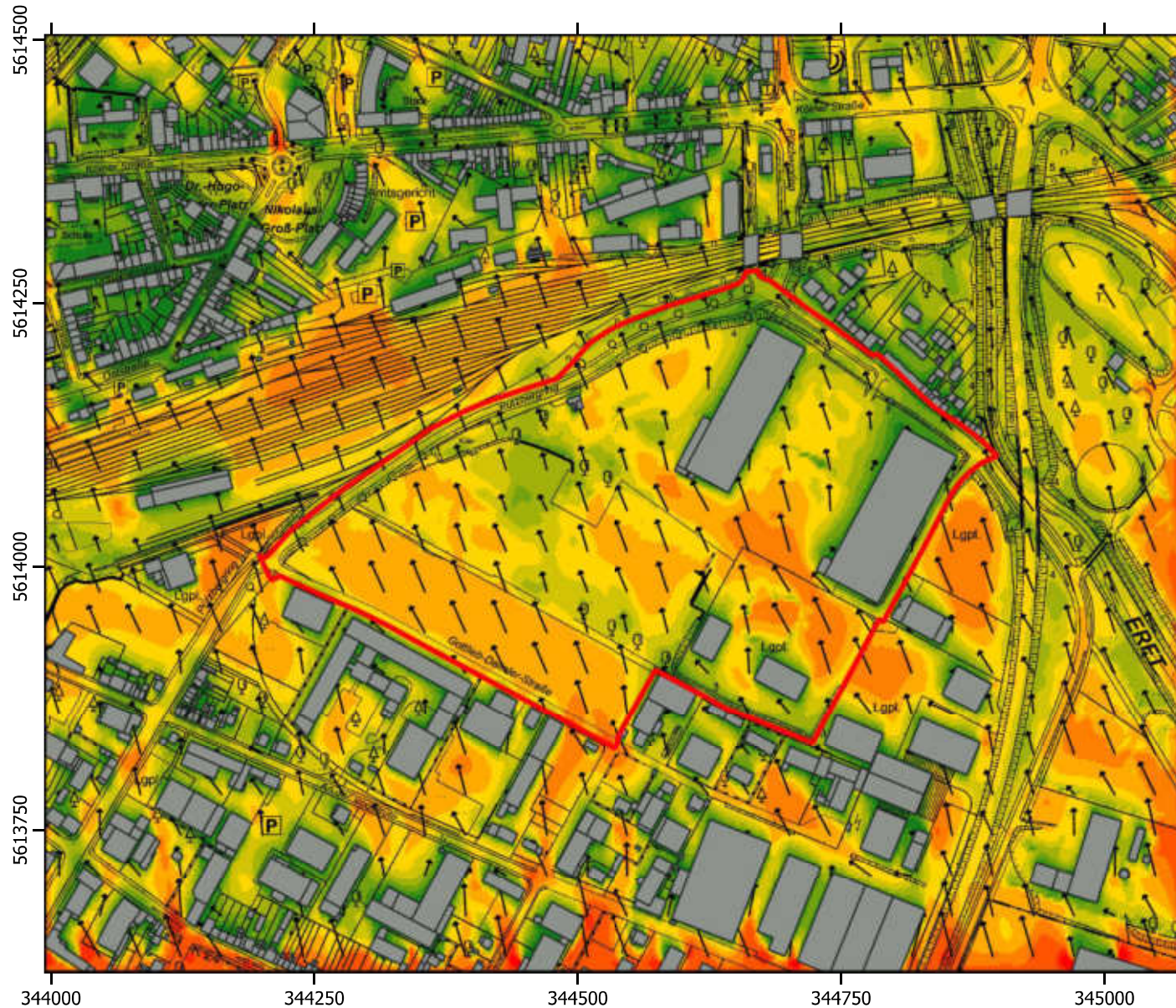
- $\leq -0,8$
- $-0,8 - -0,6$
- $-0,6 - -0,4$
- $-0,4 - -0,2$
- $-0,2 - 0,2$
- $0,2 - 0,4$
- $0,4 - 0,6$
- $0,6 - 0,8$
- $> 0,8$

- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m





Legende

Windgeschwindigkeit in m/s

- $\leq 0,2$
- $0,2 - 0,4$
- $0,4 - 0,6$
- $0,6 - 0,8$
- $0,8 - 1,0$
- $1,0 - 1,2$
- $1,2 - 1,4$
- $1,4 - 1,6$
- $1,6 - 1,8$
- $1,8 - 2,0$
- $> 2,0$

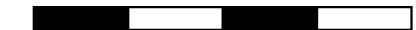
→ Windrichtung

Gebäude

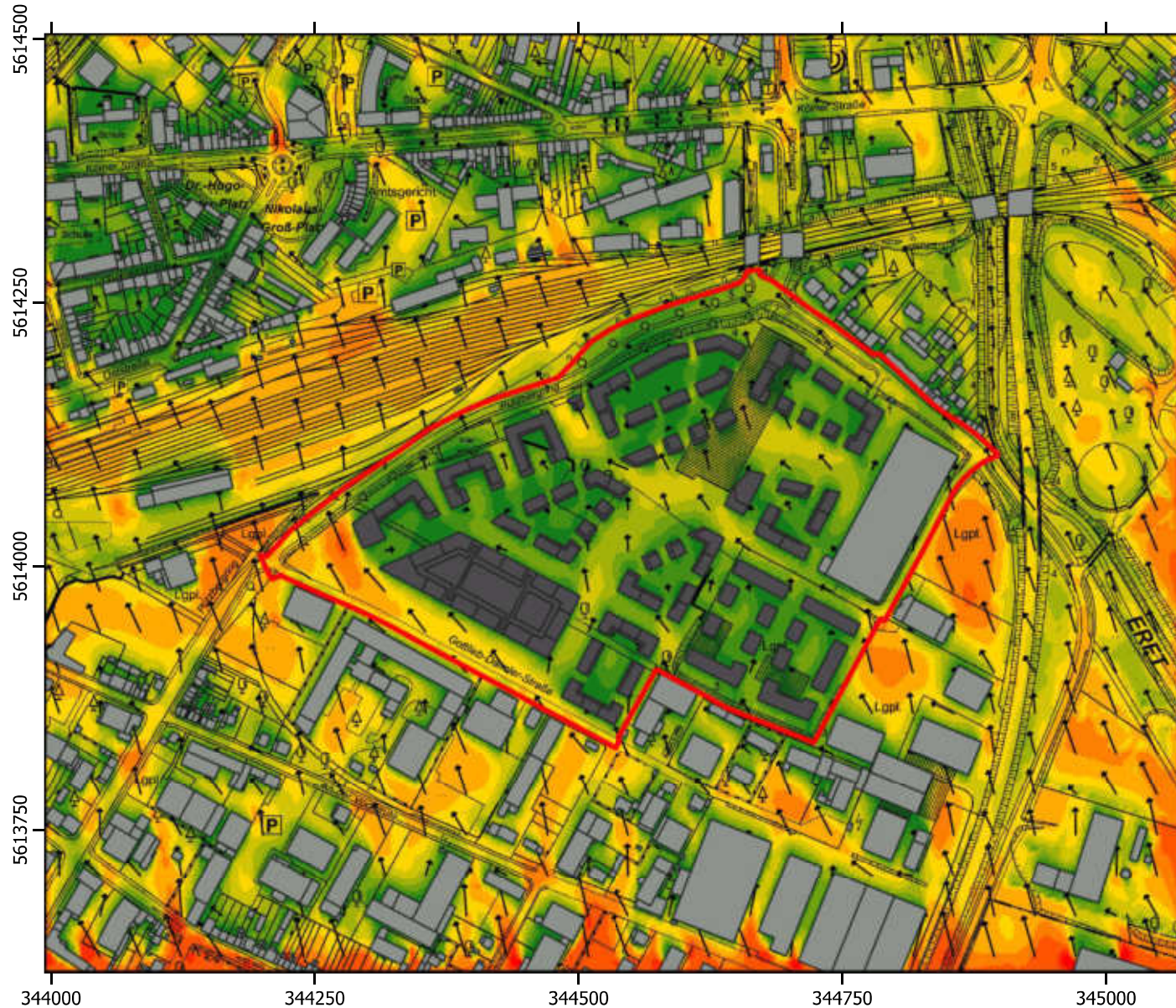
Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung im Planfall



Legende

Windgeschwindigkeit in m/s

- $\leq 0,2$
- $0,2 - 0,4$
- $0,4 - 0,6$
- $0,6 - 0,8$
- $0,8 - 1,0$
- $1,0 - 1,2$
- $1,2 - 1,4$
- $1,4 - 1,6$
- $1,6 - 1,8$
- $1,8 - 2,0$
- $> 2,0$

→ Windrichtung

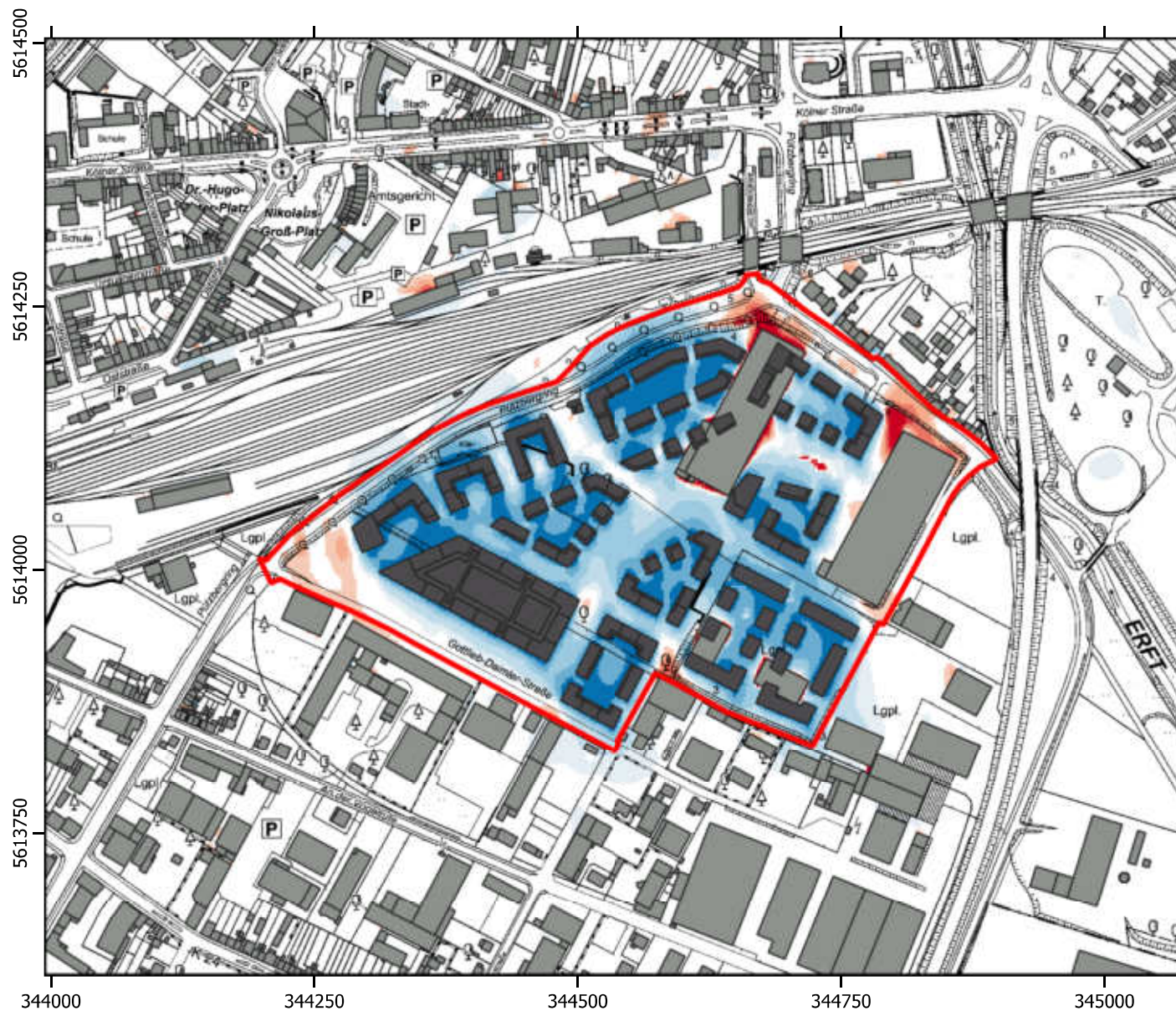
- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m

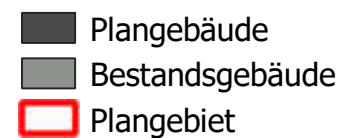
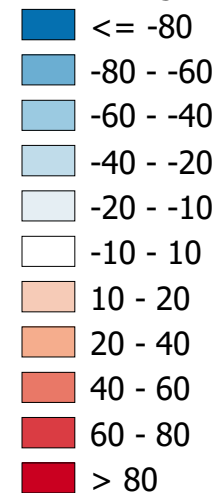


Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung

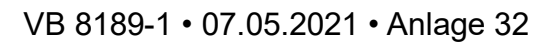


Legende

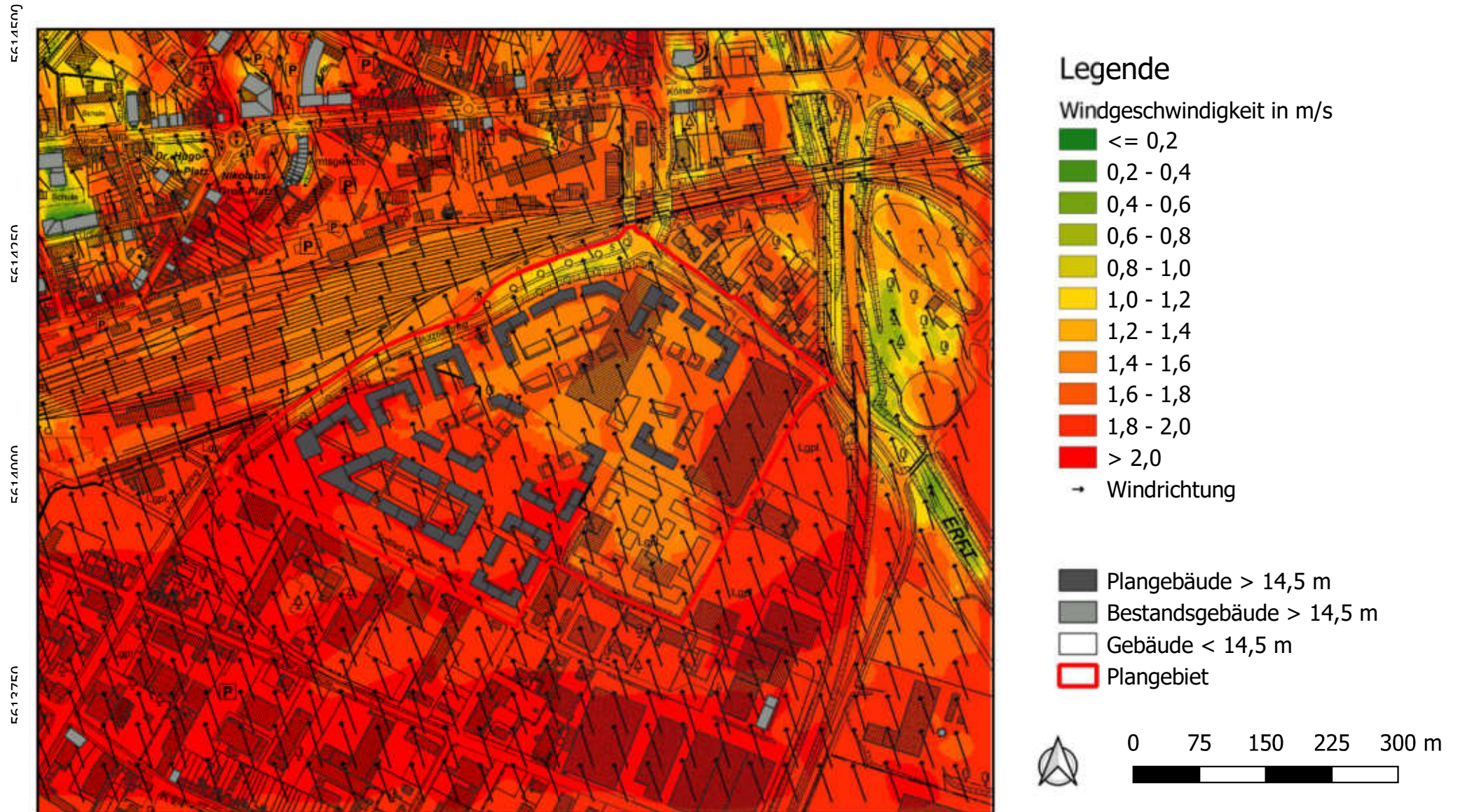
Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit

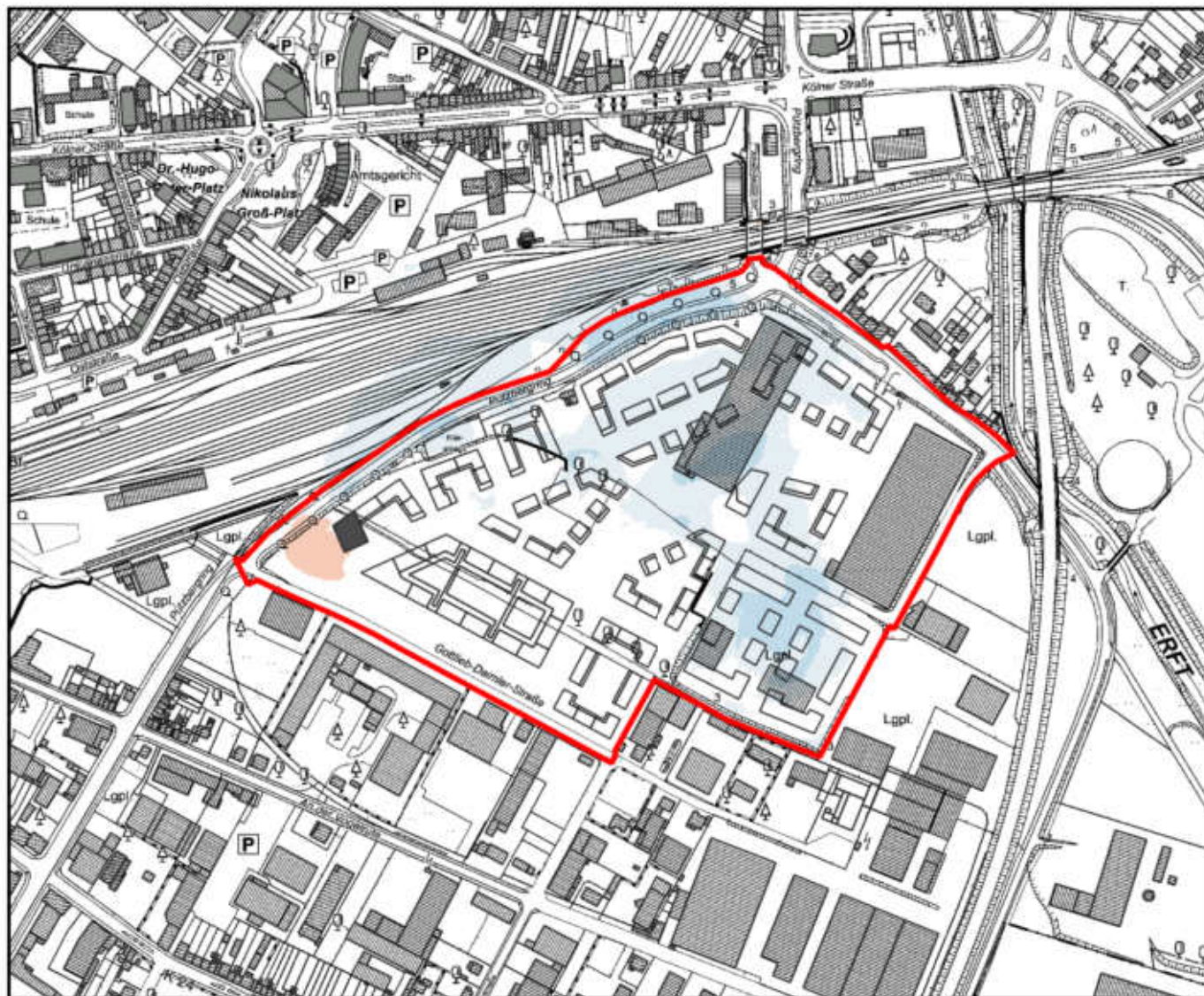


0 75 150 225 300 m



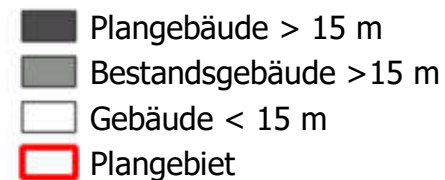
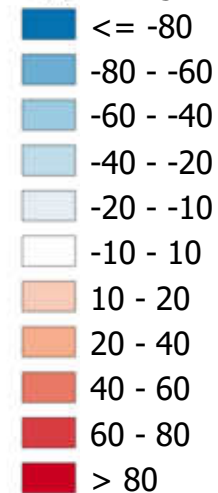
Windgeschwindigkeit in 14,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung
im Planfall



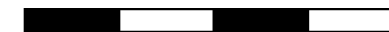


Legende

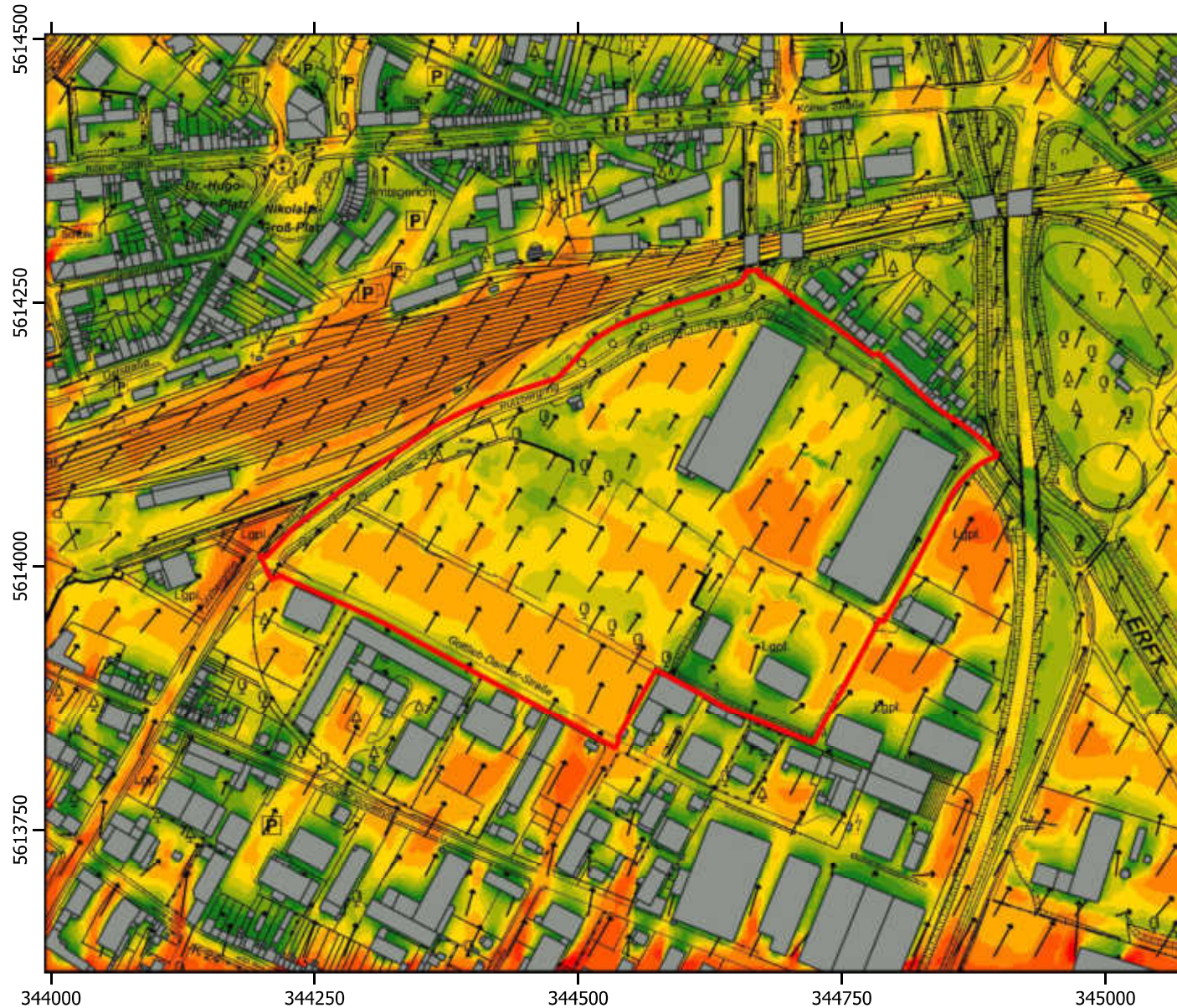
Prozentuale Änderung
der Windgeschwindigkeit



0 75 150 225 300 m



Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung im Istfall



Legende

Windgeschwindigkeit in m/s

- $\leq 0,2$
- $0,2 - 0,4$
- $0,4 - 0,6$
- $0,6 - 0,8$
- $0,8 - 1,0$
- $1,0 - 1,2$
- $1,2 - 1,4$
- $1,4 - 1,6$
- $1,6 - 1,8$
- $1,8 - 2,0$
- $> 2,0$

→ Windrichtung

Gebäude

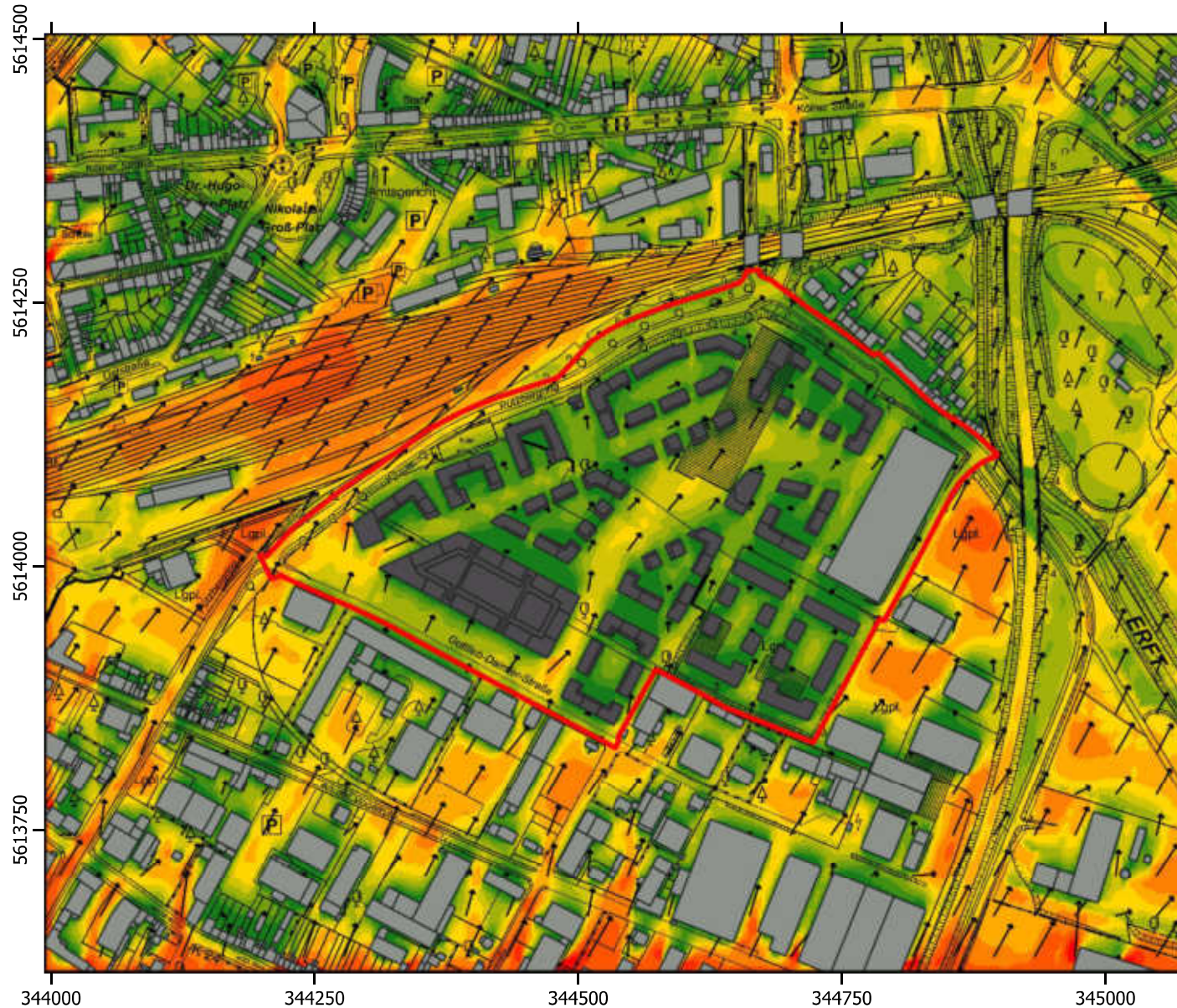
Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung im Planfall



Legende

Windgeschwindigkeit in m/s

- $\leq 0,2$
- $0,2 - 0,4$
- $0,4 - 0,6$
- $0,6 - 0,8$
- $0,8 - 1,0$
- $1,0 - 1,2$
- $1,2 - 1,4$
- $1,4 - 1,6$
- $1,6 - 1,8$
- $1,8 - 2,0$
- $> 2,0$

→ Windrichtung

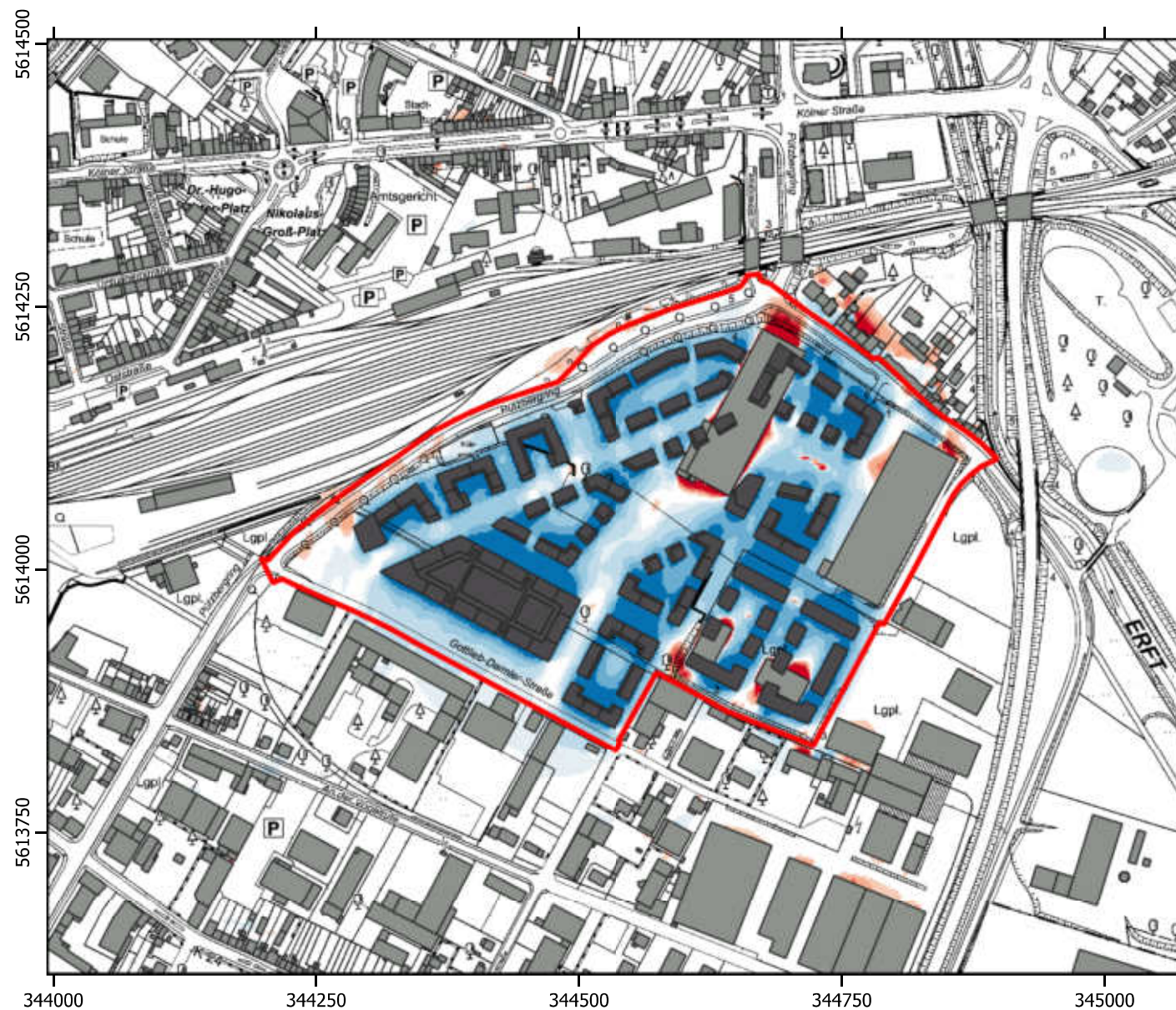
- Plangebäude
- Bestandsgebäude
- Plangebiet



0 75 150 225 300 m

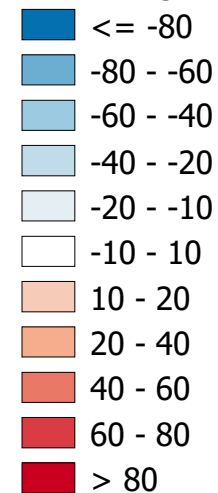


Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung



Legende

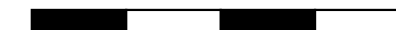
Prozentuale Änderung der Windgeschwindigkeit



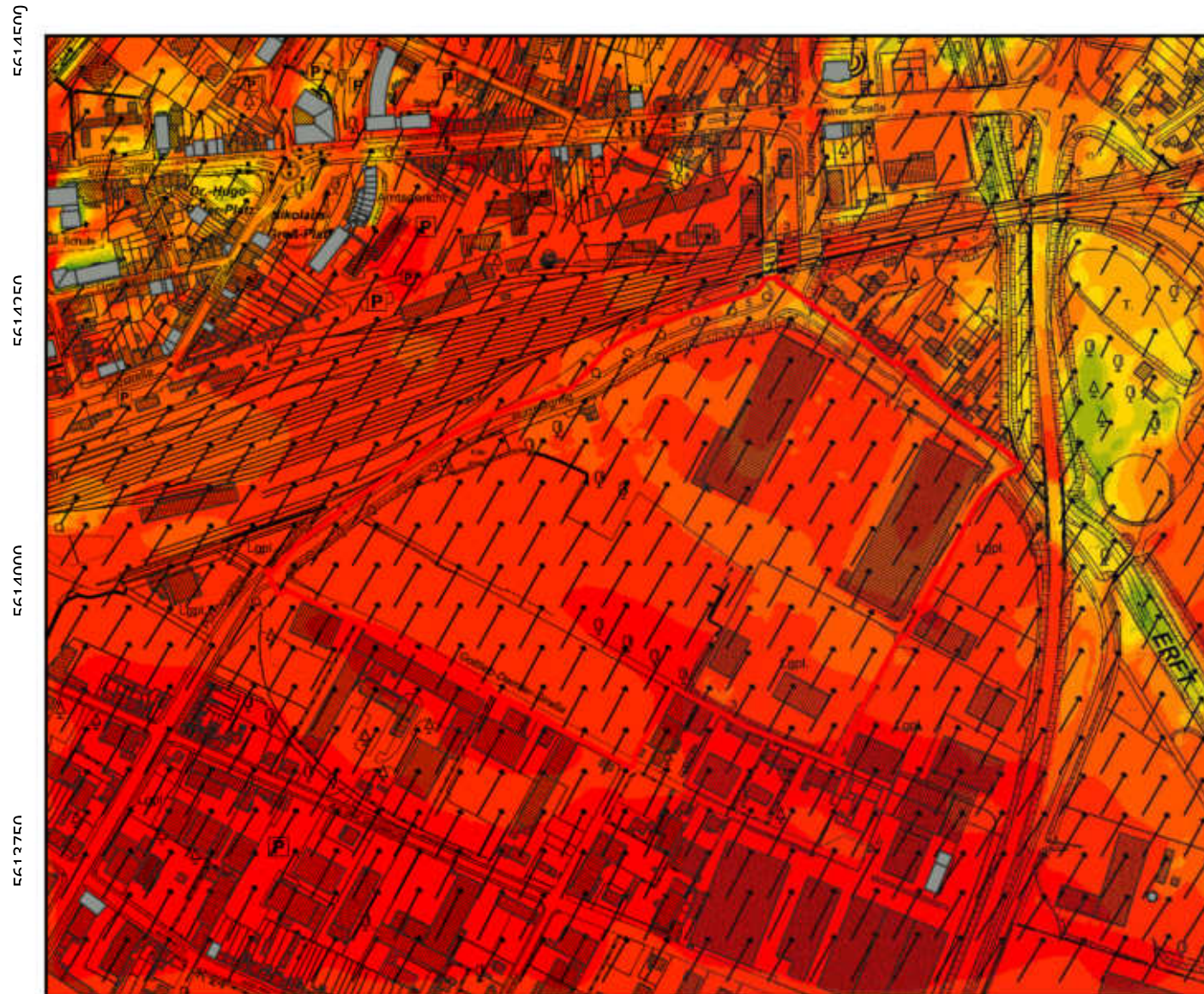
Plangebäude
 Bestandsgebäude
 Plangebiet



0 75 150 225 300 m



Windgeschwindigkeit in 14,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung
im Istfall



Legende

Windgeschwindigkeit in m/s

≤ 0,2

0,2 - 0,4

0,4 - 0,6

0,6 - 0,8

0,8 - 1,0

1,0 - 1,2

1,2 - 1,4

1,4 - 1,6

1,6 - 1,8

1,8 - 2,0

> 2,0

→ Windrichtung

Gebäude

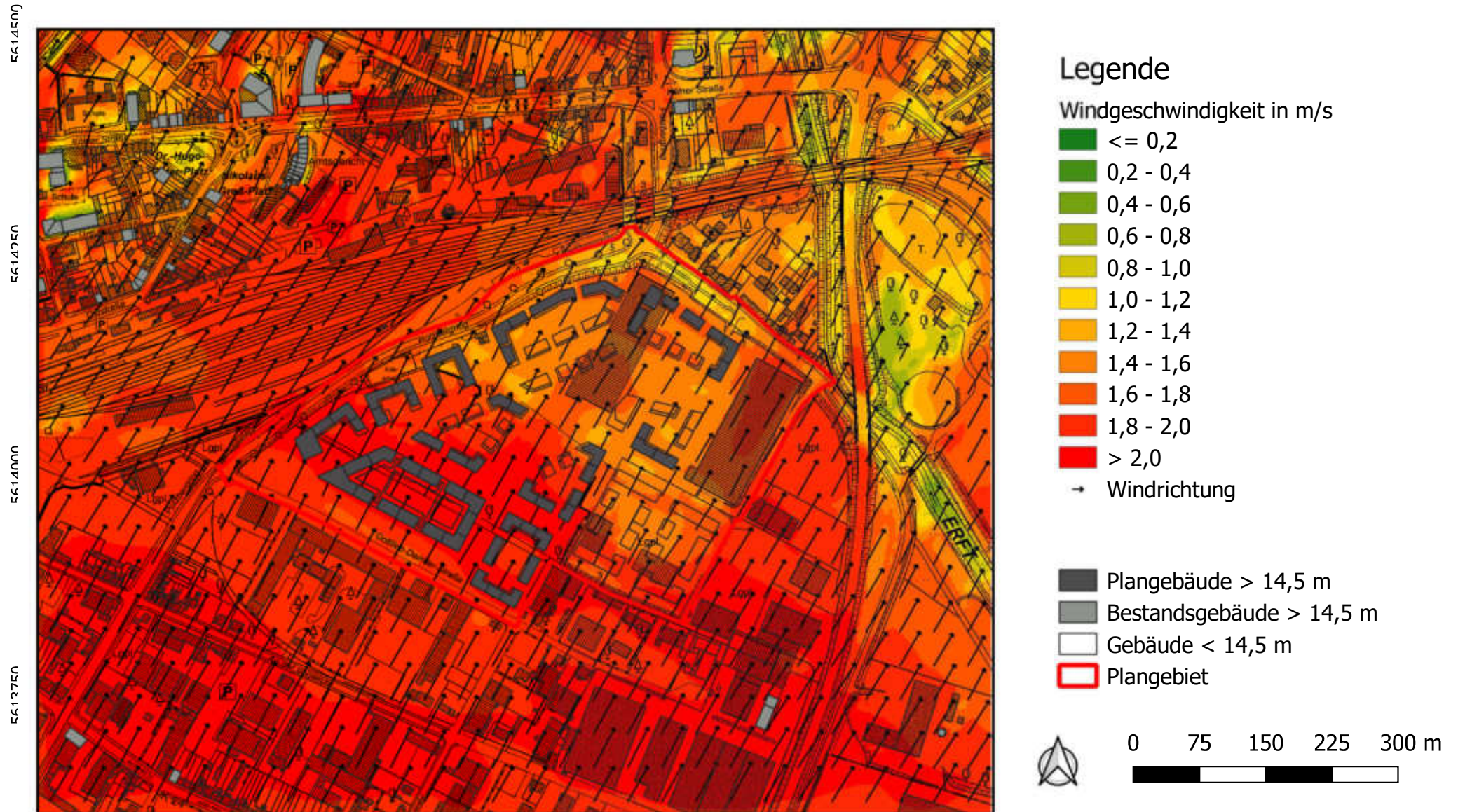
Plangebiet

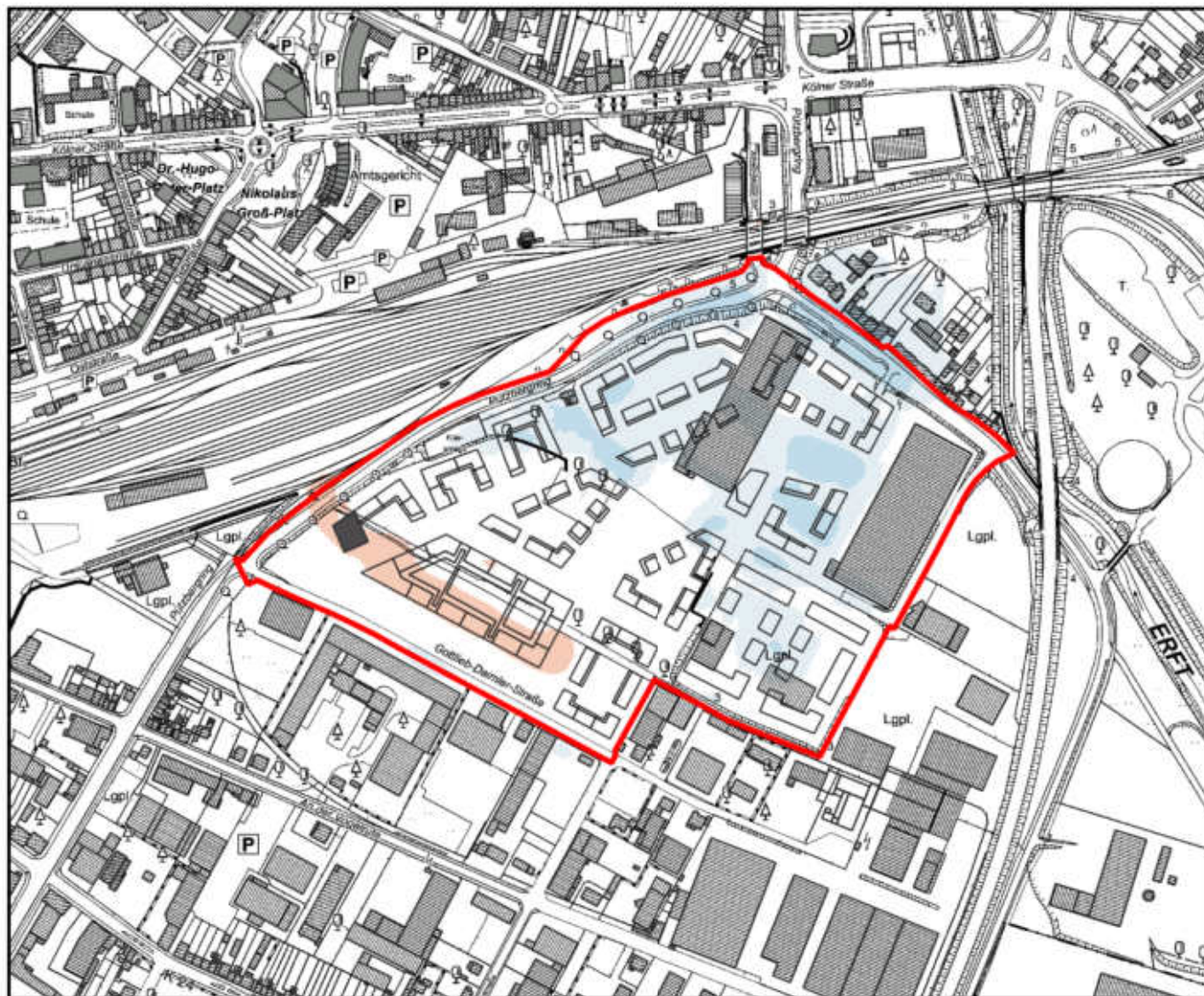


0 75 150 225 300 m



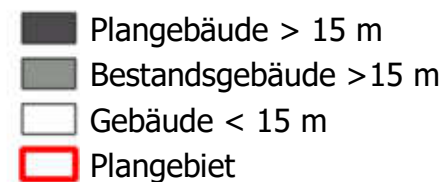
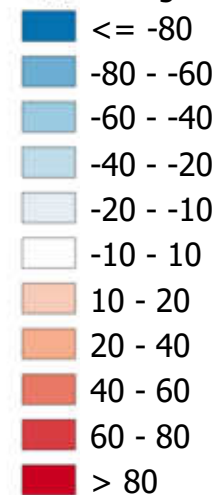
Windgeschwindigkeit in 14,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südwestlichen Anströmungsrichtung
im Planfall





Legende

Prozentuale Änderung
der Windgeschwindigkeit



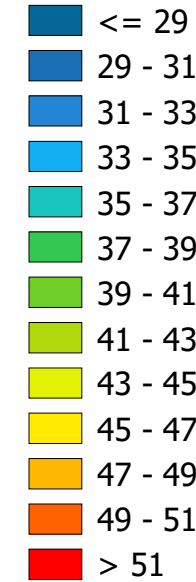
0 75 150 225 300 m



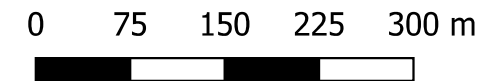


Legende

PET-Wert in °C



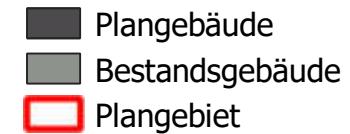
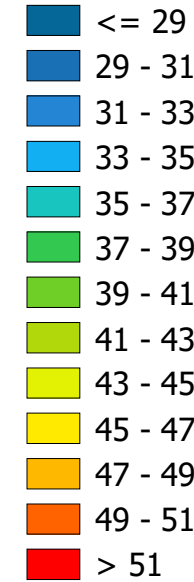
Gebäude
 Plangebiet





Legende

PET-Wert in °C



0 75 150 225 300 m



Differenz des PET-Wertes in 1,5 m Höhe über Grund um 16 Uhr bei einer südöstlichen Anströmungsrichtung
 - Planfall minus Istfall -

