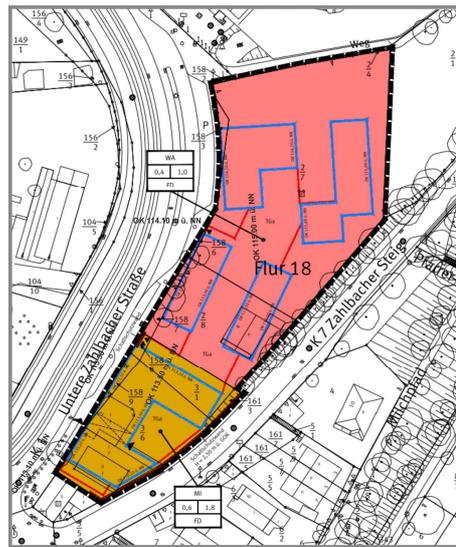


ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMAGUTACHTEN ZUM BEBAUUNGSPLAN „UNTERE ZAHLBACHER STRASSE (O 69)“ IN DER LANDESHAUPTSTADT MAINZ



Auftraggeber:



Landeshauptstadt
Mainz

Stadtverwaltung der Landeshauptstadt Mainz
67 Grün- und Umweltamt
Geschwister-Scholl-Straße 4
55131 Mainz

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst

Mannheim, den 16. Februar 2018

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

Geschäftsführer:
Dipl.-Geogr. Achim Burst

www.oekoplana.de

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

Inhalt	Seite
1 Aufgabenstellung und Untersuchungsablauf	1
2 Planungsgebiet und Planungsentwurf	3
3 Untersuchungsmethodik	4
4 Klimaökologische Funktionsabläufe	6
4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Mainz	6
4.2 Ortsspezifisches Strömungsgeschehen und Ventilation	8
4.3 Thermische Situation bei klimaökologisch relevanten Wetterlagen	12
4.4 Synopse Ist-Zustand	14
5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen Verhältnisse am Planungsstandort und in dessen Umfeld	15
5.1 Ergebnisse der Kaltluftabflusssimulationen	18
5.2 Ergebnisse der Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen - Lufttemperaturfeld	21
6 Zusammenfassung und Bewertung	23
Schriften, Quellenverzeichnis	26

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Lage des Planungsgebietes im Stadtgebiet von Mainz
- Abb. 2:** Reliefsituation im Planungsgebiet
- Abb. 3:** Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld
- Abb. 4:** Fotografische Dokumentation - Planungsgebiet
- Abb. 5:** Bebauungsplan „Zahlbacher Steig – Teil I“ (Z 51/I). Genehmigt 1979
- Abb. 6:** Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“. Stand 08.01.2018
- Abb. 7.1:** Mögliche Bebauungsstruktur nach Bebauungsplan „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51/I)“
- Abb. 7.2:** Mögliche Bebauungsstruktur nach aktuellem Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“
- Abb. 8.1:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit. Zeitraum: März – Juli 2006, alle Tage - Tagsituation
- Abb. 8.2:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit. Zeitraum: März – Juli 2006, alle Tage - Nachtsituation
- Abb. 9.1:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit. Zeitraum: März – Juli 2006, Strahlungstage - Tagsituation
- Abb. 9.2:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit. Zeitraum: März – Juli 2006, Strahlungstage - Nachtsituation
- Abb. 10:** Ergebnisse der Untersuchung von Rauchschwaden am 12.05.2006, 00:30 – 02:00 Uhr (MEZ)
- Abb. 11:** Ergebnisse der Fesselballonaufstiege am 03./04.07.2006 – Standort Römersteine
- Abb. 12:** Beispielhafter Tagesgang der Lufttemperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit am 12./13.06.2006 (heißer Sommertag)

- Abb. 13:** Ergebnisse von Lufttemperaturmessungen am 26.06.2008, 21:30 Uhr
- Abb. 14:** Ergebnisse ortsspezifischer Klimamessungen 2006 – Zugbahnen lokaler Kaltluft im Planungsgebiet und in dessen Umfeld
- Abb. 15.1** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 15.2** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Ist-Zustand. Kaltluftmächtigkeit, 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 16.1** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 1. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 16.2** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 1. Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit gegenüber dem Ist-Zustand 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 17.1** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 2. Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 17.2** Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 2. Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit gegenüber dem Ist-Zustand 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung
- Abb. 18:** Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand. Lufttemperatur 2 m ü.G., Nachtsituation (02:00 Uhr)
- Abb. 19.1:** Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 1. Lufttemperatur 2 m ü.G., Nachtsituation (02:00 Uhr)
- Abb. 19.2:** Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 1. Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. gegenüber dem Ist-Zustand, Nachtsituation (02:00 Uhr)
- Abb. 20.1:** Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 2. Lufttemperatur 2 m ü.G., Nachtsituation (02:00 Uhr)
- Abb. 20.2:** Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 2. Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. gegenüber dem Ist-Zustand, Nachtsituation (02:00 Uhr)

1 Aufgabenstellung

Im Bebauungsplangebiet „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51/I)“ zwischen Untere Zahlbacher Straße und Zahlbacher Steig (Lage siehe **Abbildung 1**) ist eine bauliche Neustrukturierung geplant. Die geplante Lageveränderung der überbaubaren Grundstücksflächen macht eine Bebauungsplanänderung erforderlich. Der vorgelegte Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ überlagert dabei einen Großteil des bislang rechtskräftigen Bebauungsplangebiets „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51/I)“.

Laut Planungsentwurf soll im südlichen Teilbereich (Mischgebiet, GRZ 0.6) ein Baufeld ausgewiesen werden, das max. Gebäudehöhen von 110.1 bzw. 113.1 m ü.NN ermöglicht (der Straßenzug Untere Zahlbacher Straße verläuft auf einem Höhenniveau von ca. 101 – 102 m ü. NN).

Aus Lärmschutzgründen ist zudem entlang des Zahlbacher Steigs eine ca. 2.5 m hohe Schallschutzwand erforderlich.

Im nördlichen Bebauungsplangebiet (allgemeines Wohngebiet, GRZ 0.4) setzt der Planungsentwurf vier Baufelder fest, die max. Gebäudehöhen von 113.5 / 114.1 / 115.0 m ü. NN ermöglichen sollen.

Der rechtskräftige Bebauungsplan von 1991 weist ebenfalls ein Misch- und Wohngebiet aus. Die GRZ für das allgemeine Wohngebiet ist auf 0.3 festgesetzt. Die Zahl der Vollgeschosse beträgt im Mischgebiet 1 bis 2 und im Wohngebiet 2 bis 3.

Aktuell ist der nördliche Teilbereich des Planungsgebiets unbebaut.

Wie der Klimafunktionskarte der Landeshauptstadt Mainz (STADT MAINZ 1995) zu entnehmen ist, befindet sich das Bebauungsplangebiet in einer stadtklimatisch relevanten Kaltluftabflussbahn. Ihre Funktion als Kaltluftleitbahn wurde von ÖKOPLANA 2006 und 2009 im Rahmen von Klimauntersuchungen zum Bebauungsplan „Römersteine (O 57)“ und zum Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“ messtechnisch belegt.

Abgeleitet aus der Flächennutzung, dem Relief und dem örtlichen Windfeld muss dem Planungsgebiet eine nicht zu vernachlässigende Funktion als talbegleitende Kaltluftentstehungs- und Belüftungsfläche in Richtung Mainzer Innenstadt zugewiesen werden.

Im Rahmen des anstehenden Planungsverfahrens sind daher auf Grundlage einer vertiefenden Analyse der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe mit Hilfe von orientierenden numerischen Modellrechnungen folgende Fragen zu klären:

- Welchen Einfluss hat das Bebauungsplangebiet im aktuellen Ist-Zustand auf das ortsspezifische klimaökologische Wirkungsgefüge (kaltluftbedingtes Strömungsgeschehen / thermische Situation)?
- Welche klimatischen Modifikationen werden durch eine Bebauung nach derzeit rechtskräftigem Bebauungsplan verursacht?
- Kommt es durch die angestrebte Bebauung nach aktuellem Bebauungsplanentwurf zu einer weiteren, gravierenden Schwächung des örtlichen klimaökologischen Ausgleichsvermögens?

Um diese Fragen zu klären, sind bei den numerischen neben dem Planungsnullfall (=Ist-Zustand), eine Bebauung nach rechtskräftigem Bebauungsplan (=Plan-Zustand 1) und nach aktuellem Bebauungsplanentwurf (=Plan-Zustand 2) zu betrachten.

2 Planungsgebiet und Planungsentwurf

Das Bebauungsplangebiet „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ befindet sich im Zahlbachtal südlich der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie zwischen der Untere Zahlbacher Straße und dem Zahlbacher Steig. Wie **Abbildung 2** dokumentiert, steigt das Gelände von der Untere Zahlbacher Straße (Höhenlage ca. 101 - 102 m ü. NN.) bis zur Nordostecke Höhenlage ca. 111 m ü. NN) an. Im südlichen Planungsteilbereich wird das Gelände von großflächig versiegelten Arealen eines ehemaligen Autohauses geprägt, an das sich im Nordosten ein Wohngrundstück mit 2-geschossiger Bebauung anschließt (siehe **Abbildungen 3** und **4**). Der nördliche Planungsteilbereich umfasst eine Wiesenfläche.

Der derzeit rechtskräftige Bebauungsplan „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51 / I)“ weist eine Fläche von ca. 1.05 ha auf und umfasst auch die Baumbestände im Nordosten sowie eine Fläche für eine potenzielle Fußgängerbrücke zwischen Zahlbacher Hang und der Freifläche Römersteine westlich der Untere Zahlbacher Straße (**Abbildung 5**).

Die überbaubaren Grundstücksteile ermöglichen im Süden (Mischgebiet) eine 1- bis 2-geschossige Bebauung. Im zentralen und nördlichen Planungsteilbereich ist eine 2- bis 3-geschossige Bauweise festgesetzt. Die erforderlichen Stellplätze sind auf den jeweiligen Grundstücken zu platzieren. Die Erschließung erfolgt über das bestehende Straßennetz.

Eine mögliche Bebauungsstruktur nach geltendem Bebauungsplan „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51 / I)“ ist in **Abbildung 7.1** skizziert.

Der vorgelegte Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ weist eine Fläche von ca. 0.6 ha aus (**Abbildung 6**). Im südlichen Teilbereich ist ein Mischgebiet vorgesehen. Das Maß für die max. Höhe baulicher Anlagen beträgt 110.10 bzw. 113.10 m ü. NN. Damit ist eine Bebauung mit 2- bis 3 Vollgeschossen (zzgl. Staffelgeschoss) möglich. Die GRZ beträgt 0.6. Im mittleren Planungsteilbereich sind zwei Baufelder mit max. Gebäudehöhen von 113.50 m ü. NN geplant. Im Norden soll auf zwei weiteren Baufeldern eine Bebauung mit max. Gebäudehöhen von 114.10 m ü. NN und 115.00 m ü. NN ermöglicht werden. **Abbildung 7.2** veranschaulicht mögliche Gebäudekubaturen.

Die erforderlichen Stellplatzflächen sollen über eine Tiefgarage bereitgestellt werden, die vegetationsbedeckt ist. Die Erschließung erfolgt hierbei über die Untere Zahlbacher Straße.

Zur Minimierung thermischer Zusatzbelastungen sind extensive Dachbegrünungen vorgesehen. Zuwege, Fuß- und Radwege sowie oberirdische Stellplätze sind ausschließlich in wasserdurchlässigen Belägen und versickerungsfähigem Unterbau auszuführen.

3 Untersuchungsmethodik

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

Hierbei wird auf Erkenntnisse aus früheren Klimauntersuchungen [STADT MAINZ 1995: Umweltbericht 1994. Teil „Stadtklima“ Mainz; ÖKOPLANA 2006: Klimagutachten zum Bebauungsplan „Römersteine (O57)“ der Stadt Mainz; ÖKOPLANA 2009: Klimagutachten zum Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B157)“] zurückgegriffen. Zudem werden zur Darstellung des örtlichen Kaltluftgeschehens Ergebnisse von Kaltluftsimulationsrechnungen mit dem Mesoskalenmodell KLAM_21¹ verwendet. Dem aktuellen Ist-Zustand werden dabei der Plan-Zustand 1 (rechtskräftiger Bebauungsplan) und der Plan-Zustand 2 (Bebauungsplanentwurf) gegenüber gestellt.

Grundlage bildet hierbei ein digitales Geländehöhenmodell im 5 m-Raster. Diese Daten wurden vom Grün- und Umweltamt der Landeshauptstadt Mainz bereitgestellt. Die erforderlichen Flächennutzungsstrukturen wurden Luftbildern entnommen. Das gesamte Rechengebiet umfasst bei einer Abmessung von 1.20 x 1.35 km eine Fläche von insgesamt 1.62 km² (siehe **Grafik 1**). Die Ergebnisdarstellung erfolgt für den weiß umrandeten Teilbereich.

¹ **DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluft-Abfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a. M.



Grafik 1: Modellgebiet für die Kaltluftabflusssimulationen. Luftbild bereitgestellt vom Grün- und Umweltamt der Landeshauptstadt Mainz

In einem weiteren Schritt werden mit Hilfe von numerischen Modellrechnungen die thermischen Umgebungsbedingungen (Lufttemperaturfeld) vergleichend bilanziert. Hierbei kommt das Modellpaket ENVI-met² (Rechenauflösung horizontal 5 m, vertikal min. 1 m) zum Einsatz. Das Modellgebiet umfasst die in **Grafik 1** weiß umrandete Fläche.

4 Klimaökologische Funktionsabläufe

4.1 Allgemeine klimatische Bedingungen im Raum Mainz

Nach DWD (2017) befindet sich die Landeshauptstadt Mainz in der warmgemäßigten, feuchten Westwindzone. Das Klima wird überwiegend von milden, feuchten und damit wolkenreichen Luftmassen geprägt, die mit den am häufigsten vorkommenden Südwest- bis Westwinden herangeführt werden.

Die Jahresmitteltemperatur beträgt nach STADT MAINZ (1994) ca. 10°C, wobei zwischen Stadt und Umland in den Jahren 1982 – 1984 Lufttemperaturdifferenzen bis ca. 2.4 K zu verzeichnen waren (= Wärmeinseleffekt).

Sommertage ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) mit erhöhter bioklimatischer Belastung sind in Mainz nach DWD (2017) an ca. 51 Tagen im Jahr zu erwarten (1971 – 2000). Die Anzahl heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) beläuft sich im Durchschnitt der Jahre 1971 – 2000 auf ca. 12 Tage/Jahr. Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) treten an ca. 1.3 Tagen/Jahr auf.

Windmessungen von 1988 (ÖKOPLANA 1991) und der LFUG RHEINLAND-PFALZ von 1982 – 1984 (STADT MAINZ 1995) dokumentieren, dass in Mainz im Allgemeinen großwetterlagenbedingte südwestliche bis westsüdwestliche sowie ostnordöstliche bis östliche Luftströmungen vorherrschen. Dabei werden in den Höhenlagen mittlere Windgeschwindigkeiten bis 3.8 m/s (Station Mainz-Ebersheim) erreicht. Im Planungsumfeld (Station Zahlbachtal) weisen mittlere Windgeschwindigkeiten um 1.5 m/s auf deutlich reduzierte Durchlüftungsverhältnisse hin.

² BRUSE, M. (2016): ENVI-Met 4 – Mikrosimulation mit ENVI-met Version 4.1.Essen.

Insgesamt ist das Stadtgebiet von Mainz als bioklimatisch belasteter Verdichtungsraum einzustufen, der durch folgende Eigenschaften charakterisiert ist:

- hohe Wärmebelastung im Sommer (nach DWD 2017 erreichen ca. 14% der Tage im Jahr Tageshöchsttemperaturen von über 25°C),
- allgemein niedrige mittlere Windgeschwindigkeiten mit hoher Anzahl schwachwindiger Wetterlagen.

Durch die bauliche Verdichtung in Teilen des Stadtgefüges werden die o.a. negativen Klimaeigenschaften (hohe Wärmebelastung, geringer bodennaher Luftaustausch) weiter verschärft.

Regionalisierte Berechnungen des DWD (2017) zu den Folgeerscheinungen des globalen Klimawandels dokumentieren³, dass im Raum Mainz die sommerliche Wärmebelastung (→ Häufung von Sommer- und Hitzetagen sowie von Tropennächten) auffallend ansteigen wird.

Entsprechend den Prognosen des DWD (2017) ist im Zeitraum 2031 - 2060 mit ca. 1.8 (25 Perzentil) – 14.8 (75 Perzentil) zusätzlichen heißen Tagen ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$) und ca. 13.4 (25 Perzentil) – 22.9 (75 Perzentil) zusätzlichen Sommertagen ($T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$) zu rechnen. Tropennächte ($T_{\min} \geq 20^\circ\text{C}$) nehmen um ca. 3.7 (25 Perzentil) – 15.8 (75 Perzentil) Nächte/Jahr zu. Damit steigt auch die Wahrscheinlichkeit lang anhaltender Hitzewellen.

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

Die Landeshauptstadt Mainz hat diese Problematik schon früh erkannt und weist bereits in ihrem Umweltbericht 1994 (STADT MAINZ 1995) darauf hin, dass insbesondere stadtklimatisch relevante Kaltluftentstehungsgebiete sowie Kalt- und Frischluftbahnen (z.B. Wildgraben, Gonsbachtal) möglichst vor zusätzlicher Überbauung zu schützen sind. In Gebieten mit besonderer klimatischer Vorbelastung und Gefährdungsempfindlichkeiten sind weitere Barrierewirkungen und Oberflächenversiegelungen zu vermeiden.

³ **DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Berichte des Dt. Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M..

Derartige Vorgaben werden in der Stadtplanung aktuell in vielen deutschen Städten formuliert (vgl. FRIEDRICH, S. ET AL. 2014). Um dem prognostizierten vermehrten Auftreten von Hitzeereignissen entgegen zu wirken, sollen insbesondere Maßnahmen

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

ergriffen werden.

4.2 Ortsspezifisches Strömungsgeschehen und Ventilation

Zur vertiefenden Beurteilung des lokalen Strömungsgeschehens im Bebauungsplangebiet „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ kann auf ortsspezifische Windmessungen aus dem Jahr 2006 (ÖKOPLANA 2006) zurückgegriffen werden.

Das Ventilationsgeschehen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld wird durch die Leitlinienwirkung des Talzuges entlang der Untere Zahlbacher Straße, die über die Mittelterrasse flächenhaft zuströmende Kaltluft sowie durch ortsspezifische Lokalströmungen entlang des Wildgrabentals geprägt. Markanteste Erscheinung ist dabei der tagesperiodische Wechsel der Windrichtung, vor allem an Tagen mit erhöhtem Strahlungseinfluss.

Die **Abbildungen 8.1** und **8.2** geben die Richtungsverteilung für den Gesamt-messzeitraum März - Juli 2006 (alle Tage) wieder. In diesen Darstellungen sind sowohl lokalklimatisch relevante Strahlungstage als auch Nichtstrahlungstage (bei Nichtstrahlungstagen wird das Klimageschehen vorwiegend advektiv, d.h. von großräumigen Effekten bestimmt) zusammengefasst.

Während der Tagstunden ist das Strömungsgeschehen weitgehend von der vorherrschenden Großwetterlage, der Stationslage und deren Umgebung (Flächennutzung, Relief, Art der Bebauung, Lage im Stadtgebiet) abhängig.

Entlang der Unteren Zahlbacher Straße (Umfeld des Planungsgebietes – Stationen Römersteine, Weifert-Janz-Haus) überwiegen am Tag großwetterlagenbedingte südwestliche und nordöstliche bis östliche Windrichtungen, wobei im Straßenraum mittlere Windgeschwindigkeiten von 2.0 – 2.3 m/s gemessen werden. Auf dem Dach des ehemaligen Weifert-Janz-Hauses zeigen sich mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 2.3 – 2.7 m/s. Die Wiesen im Planungsgebiet und im Bereich Römersteine fungieren auf Grund ihrer vergleichsweise geringen Oberflächenrauigkeit als Ventilationsflächen, die eine intensivierete Querbelüftung des Talzugs erlauben. Im Bereich des Zahlbacher Steigs schränkt der dichte Gehölzbestand örtlich die bodennahe Belüftung ein.

Anhand des Datenkollektivs „alle Tage“, das auch Nichtstrahlungstage umfasst, zeigt sich Umfeld des Planungsgebietes nach Sonnenuntergang bereits die Ausbildung eines ortsspezifischen Strömungsgeschehens.

An der Station Römersteine ist nach Sonnenuntergang der Einfluss südöstlicher Kaltluftbewegungen aus dem Wildgrabental zu erkennen. Die Strömungsgeschwindigkeiten von ca. 0.6 m/s und die vergleichsweise hohe Anzahl an Windstillen (ca. 7% der Nachtstunden) zeigen allerdings, dass die Lokalströmung nur schwach ausgeprägt ist.

Auf dem Dach des Weifert-Janz-Hauses ist vor allem in der 2. Nachthälfte eine Häufung südwestlicher bis südlicher Winde zu registrieren. Dies lässt vermuten, dass nördlich des Planungsgebiets der Einfluss lokaler Kaltluftzuströme über die Mittelterrasse (unterstützt von überregionalen Südwestwinden) und den Wildgraben wirksam wird.

Die **Abbildungen 9.1** und **9.2** dokumentieren die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen bei lokalklimatisch besonders relevanten Strahlungstagen⁴.

An Strahlungstagen (Häufigkeit: ca. 25% der Tage im Untersuchungszeitraum März - Juli 2006) kommt es am Tag infolge intensiver Sonneneinstrahlung zu starker Erwärmung und in der Nacht durch ungehinderte Ausstrahlung der Oberflächen zu starker Abkühlung der bodennahen Luftschichten mit intensiver Kaltluftproduktion vegetationsbedeckter Flächen. Derartige Wetterlagen sind oft windschwach, wobei nächtliche Bodeninversionen entstehen, d.h. die Luft ist stabil geschichtet, der vertikale Luftaustausch ist vermindert oder weitgehend unterbunden.

⁴ Strahlungstag - Gesamtbedeckungsgrad im Mittel aller Stunden des Gesamttag $\leq 2/8$. Während der Nacht wird der Gesamtbedeckungsgrad von $4/8$ nicht überschritten. Am Tag treten nur bis zu 3 Stunden thermisch bedingt Quellwolken bis zu einem Gesamtbedeckungsgrad von $6/8$ auf.

Das Ventilationsgeschehen wird vermehrt von Regional- und Lokalströmungen bestimmt, deren Existenz der Kaltluftbewegung über die Hänge und Täler sowie dem Luftdruckgefälle zwischen kühlerem Freiland und wärmerer Bebauung zu verdanken ist.

Am Tag bestimmen großwetterlagenbedingt Winde aus östlichen Richtungssektoren das lokale Luftaustauschgeschehen, wobei mittlere Windgeschwindigkeiten von 1.4 – 1.8 m/s (Station Römersteine) keine intensive Taldurchlüftung ermöglichen. Dies unterstreicht, dass im Planungsgebiet bei der Realisierung von Neubaumaßnahmen darauf geachtet werden muss, dass keine durchgehend bandartige Baustruktur gewählt wird.

Nach Sonnenuntergang entwickeln sich im Bereich der Mittelterrasse lokale und regionale Windsysteme, die auch das Strömungsgeschehen im Bebauungsplangebiet mitbestimmen.

Wie bereits Ergebnisse früherer Untersuchungen im westlichen Stadtgebiet von Mainz belegen, entwickelt sich entlang des Wildgrabens ein autochthoner Kaltluftstrom, der vom Freiraumsystem südlich der A 60 gespeist wird (LFUG 1989, ÖKOPLANA 2001). Die sich bodennah bewegende Kaltluft strömt dem Verlauf des Wildgrabens folgend die Pariser Straße querend bis nach Zahlbach (Am Wildgraben). Die recht geringen Strömungsgeschwindigkeiten (Anteil extremer Schwachwinde unter 0.6 m/s: 49%) weisen auf die Empfindlichkeit der Lokalströmung gegenüber Strömungshindernissen (Bauwerke, dichtgestaffelte Gehölze etc.) hin.

Wie die Windaufzeichnungen am Messstandort Römersteine zeigen, setzt sich die Kaltluft aus dem Wildgraben über das Zahlbacher Tal bis zum Bebauungsplangebiet O 69 durch, wobei talparallele Straßen als Strömungsleitbahnen fungieren (Untere Zahlbacher Straße, Bretzenheimer Straße). Mittlere Windgeschwindigkeiten von 0.4 m/s bewirken allerdings nur noch geringe Ventilationseffekte. Wesentliche Positivwirkung der Lokalströmung ist die Intensivierung der örtlichen Abkühlung.

Rauchschwadenbeobachtungen und Ergebnisse von Vertikalsondierungen mittels Fesselballon (siehe **Abbildungen 10** und **11**) bestätigen die stationären Windmessungen.

Die vertikalen Windmessungen vom 03./04.07.2006 am Standort Römersteine, in unmittelbarer Nachbarschaft zum Planungsgebiet zeigen, dass in der ersten Nachhälfte zwischen 5 m ü.G. und 30 m ü.G. Winde aus südlichen bis südsüdwestlichen zu erfassen sind, die auf den Einfluss der Kaltluft aus dem Wildgraben/Zahlbacher Tal zurückzuführen sind.

Die mittleren Kaltluftfließgeschwindigkeiten betragen ca. 0.3 – 0.8 m/s. Oberhalb von 30 m ü.G. steigt die mittlere Windgeschwindigkeit deutlich an und der Wind dreht zu nordnordöstlichen Richtungen (→ Höhenwind). Zwischen 5 m ü.G und 50 m ü.G. ist die Ausbildung einer Bodeninversion zu erkennen. Hier steigt die Lufttemperatur mit der Höhe von 20.4°C (5 m ü.G.) auf 24.7°C (50 m ü.G.) an. Darüber stellt sich weitgehend Isothermie ein.

In der 2. Nachthälfte (01:30 Uhr) zeigt sich bis ca. 10 m ü.G. der Kaltluftzustrom über den Wildgraben (südliche Luftströmung). Zwischen 10 und 25 m ü.G. macht sich der Zufluss lokaler Kaltluft über die Mittelterrasse westlich der K 3 bemerkbar. Die Intensität dieser Strömungen ist allerdings sehr gering (< 1.0 m/s). Oberhalb von 25 m ü.G. dokumentieren starke Richtungsschwankungen den Übergangsbereich zur nordnordöstlichen Höhenströmung, die an der Messobergrenze (120 m ü.G.) mittlere Geschwindigkeiten von ca. 5.0 m/s erreicht.

Der Kaltluftstrom entlang der Untere Zahlbacher Straße bewirkt, dass auch noch am Übergang zur Mainzer City (Kreuzungsbereich Untere Zahlbacher Straße / Saarstraße), das örtliche Ventilationsgeschehen überwiegend von Lokalwinddefekten geprägt wird.

Der Sicherung des Kaltluftstroms entlang des Zahlbachtals ist daher erhöhte Bedeutung beizumessen.

4.3 Thermische Situation bei klimaökologisch relevanten Wetterlagen

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

An hochdruckbeeinflussten Strahlungstagen (im langjährigen Mittel ca. 25% der Tage im Jahr) ergeben sich im Untersuchungsraum lokalklimatische Differenzierungen. Bereits vor Sonnenuntergang setzt die Abkühlung ein und ist allgemein in der ersten Nachthälfte am stärksten. Die thermische Situation wird dabei vermehrt durch die Topographie (z.B. Tallage, Hanglage), die Flächennutzung und durch die innerhalb der Bebauung graduell unterschiedlich wirksamen Ventilatoreffekte lokal, regional und überregional angelegter Luftströmungen beeinflusst.

In den Nachtstunden kühlen die Oberflächen auf Grund fortdauernder Ausstrahlung und fehlender Einstrahlung zunehmend ab und demzufolge die darüber liegenden Luftschichten. Intensive Abkühlung erfolgt im Bereich vegetationsbedeckter Flächen, während sich innerhalb dichter Bebauung Wärmeinseln ausbilden. Dabei ist anzumerken, dass die stärkste Abkühlung meist zu allen Jahreszeiten in den gleichen Lagen auftritt.

Das Planungsgebiet und dessen Nahbereiche sind einerseits durch Wiesen und Baumflächen (entlang des Straßenzugs Zahlbacher Steig) und andererseits durch hochgradig versiegelte Gewerbeflächen (ehemaliges Autohaus) geprägt.

Wie sich aus IR-Thermalbilddaufnahmen der LANDESHAUPTSTADT MAINZ von 1985 (www.mainz.de) ableiten lässt, stellen sich die Wiesen im Planungsgebiet als Kaltluftentstehungsflächen dar, die örtlich die nächtliche Abkühlung intensivieren. Dem stehen die überwärmten versiegelten Areale gegenüber.

Wie in **Tabelle 1** aufgeführt, weisen Grünland und Ackerflächen höchste Kaltluftproduktionsraten auf. In Waldflächen/dichten Gehölzflächen bleibt die Luft im Bestand am Tag aufgrund der Beschattung vergleichsweise kühl. In den Nachtstunden wird im Kronendach Kaltluft gebildet. Diese sinkt in den Stammraum ab und strömt bei Hangwäldern dem Gefälle folgend zu den tiefer gelegenen Geländelagen. Aufgrund der reduzierten Ausstrahlung im Bestand ist die „Kaltluft“ jedoch etwas wärmer als über Wiesen und Ackerflächen.

Das thermische Ausgleichspotenzial ist dennoch, abhängig von der Flächengröße, nicht zu unterschätzen.

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

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

Zur Beurteilung der thermischen Lagesituation im Planungsgebiet und in dessen Umfeld kann auf stationäre und mobile Messungen von 2006 bzw. 2008 (ÖKOPLANA 2006 / 2009) zurückgegriffen werden.

Der beispielhafte Tagesgang der Lufttemperatur und des Windes vom 12./13.06.2006 (heißer Sommertag, **Abbildung 12**) verdeutlicht, dass mit dem Einsetzen von Kaltluftbewegungen entlang des Zahlbachtals nach Sonnenuntergang eine rasche und intensive Abkühlung einhergeht.

Die abkühlende Wirkung der lokalen Kaltluftbewegungen zeigt sich in deutlicher Form bis nahe des Kreuzungsbereichs Untere Zahlbacher Straße / Saarstraße. Dies wird anhand des Lufttemperaturprofils (**Abbildung 13**) vom 26.06.2008, 21:30 Uhr dokumentiert. Erst an der Ecke Untere Zahlbacher Straße / Saarstraße kommt es zu einem prägnanten Temperaturanstieg von 17.8°C auf 18.6°C. Im Innenstadtbereich (Alicenplatz) werden sogar Lufttemperaturen von ca. 19.7°C registriert. Zwischen Alicenplatz und dem Bebauungsplangebiet O 69 ist ein Temperaturunterschied von ca. 2.8 K zu bilanzieren. Die thermische Gunstlage des Planungsstandortes wird offenbar.

4.4 Synopse Ist-Zustand

Wie sich aus den Daten vorliegender Klimadaten entnehmen lässt, bildet sich im Bebauungsplangebiet „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ und in dessen Umfeld aufgrund der Flächennutzung (Bebauung, Verkehrsanlagen, Hausgärten, Waldflächen, Wiesen etc.) und des Reliefs ein ortsspezifisches Lokalklima aus. Dies dokumentiert sich einerseits in der Verteilung der Lufttemperatur und andererseits im Strömungsgeschehen des Raumes, das bei klimarelevanten Strahlungswetterlagen nach Sonnenuntergang sowohl durch überregionale und regionale Luftströmungen als auch insbesondere durch lokale Kaltluftbewegungen bestimmt wird.

Am Planungsstandort herrschen in der Regel Winde aus südwestlichen und östliche Richtungssektoren vor. Durch bauliche Führungseffekte kann es kleinräumig zu Richtungsverschiebungen kommen.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt im Planungsumfeld je nach Lagesituation ca. 1.5 - 2.0 m/s, wobei am Tag durch den allgemein intensiveren vertikalen Luftaustausch gegenüber den Nachtstunden höhere Windgeschwindigkeiten zu erwarten sind.

In stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten steigt am Planungsstandort die Häufigkeit von kaltluftbedingten Winden aus südlichen Richtungssektoren deutlich an.

Die Kaltluftbewegungen entlang des Zahlbachtals und über den Freiraum Römersteine aus südwestlichen Richtungen (siehe **Abbildung 14**) intensivieren lokal den bodennahen Luftaustausch und führen mit ihrer abkühlenden Wirkung in den Nachtstunden im Bereich der talbegleitenden Bebauung zu einer markanten Abschwächung der sommerlichen Wärmebelastung.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt in Sommernächten ca. 30 m. Da die Kaltluftfließgeschwindigkeit meist weniger als 1.0 m/s beträgt, ist eine Empfindlichkeit des Kaltluftstroms gegenüber Strömungshindernissen in Form von Bebauung und dichten Gehölzen vorhanden.

Bei der baulichen Inanspruchnahme von talbegleitenden Freiflächen ist darauf zu achten dass eine markante zusätzliche Barrierewirkung und eine deutliche Ausdehnung des örtlichen Wärmeinseleffektes vermieden wird.

5 Numerische Modellrechnungen zur kleinräumigen Darstellung der strömungsdynamischen und thermischen Verhältnisse am Planungsstandort und in dessen Umfeld

Wie in Kap. 3 bereits angeführt, werden zur Bilanzierung der klimaökologischen Folgeerscheinungen einer Bebauung nach Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ numerische Modellrechnungen durchgeführt. Dem aktuellen Ist-Zustand werden dabei der Plan-Zustand 1 (rechtskräftiger Bebauungsplan) und der Plan-Zustand 2 (Bebauungsplanentwurf) gegenüber gestellt.

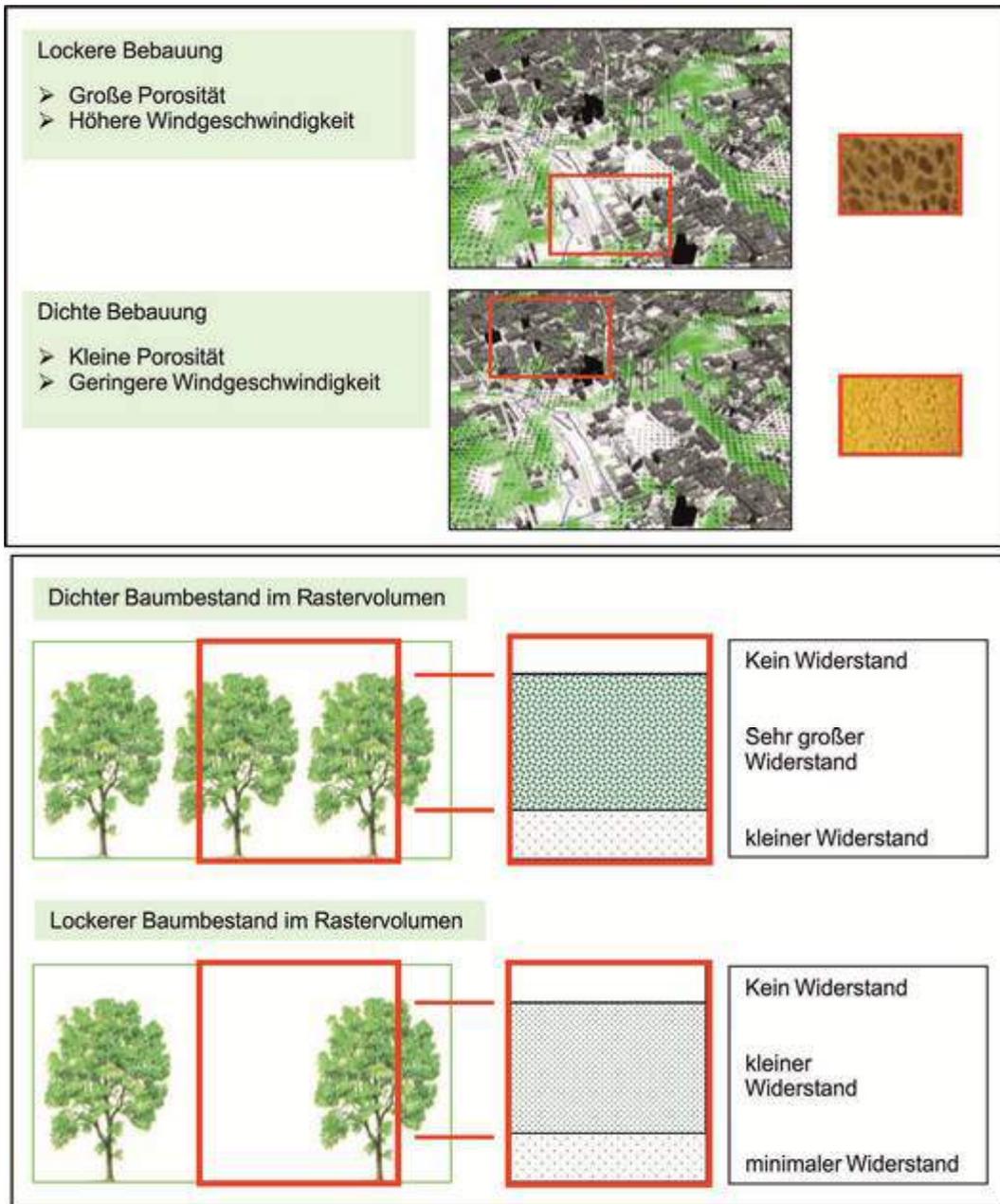
Die angestrebte Flächennutzungsänderung wird insbesondere die lokalen Kaltluftbewegungen und die thermischen Umgebungsbedingungen (Lufttemperaturfeld) modifizieren.

Es werden daher für eine stadtklimatisch besonders relevante sommerliche Strahlungsnacht mit schwacher südwestlicher Regionalströmung (1.0 m/s) vertiefende mesoskalige Kaltluftsimulationen mit dem Modell KLAM_21⁵ durchgeführt.

Das Modell berechnet die zeitliche Entwicklung der Kaltluftströmung bei gegebener zeitlich konstanter Kaltluftproduktionsrate. Diese, ebenso wie die Reibungskoeffizienten, werden über die Art der Landnutzung gesteuert. Es werden neun Landnutzungsklassen berücksichtigt: Dichte Bebauung, lockere Bebauung, gewerbliche Nutzungen, versiegelte Flächen, unversiegelte Freiflächen, teilversiegelte Flächen, Buschflächen, Gehölzflächen/Wald und Wasser.

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

⁵ **DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 277. Offenbach a. M.



Grafik 2: Porosität von Bau- und Grünstrukturen
(AUS: GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH; ÖKOPLANA 2015)

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen beinhalten die Richtung und die Geschwindigkeit des Kaltluftstroms sowie, die Mächtigkeit der Kaltluft. Daraus kann der Kaltluftvolumenstrom abgeleitet werden.

Das betrachtete Rechengebiet umfasst eine Gebietsgröße von 1.20 x 1.35 km (1.62 km²). Die Gitterauflösung des zu Grunde gelegten digitalen Geländemodells beträgt 5 m.

Die geplante Bebauung im Planungsgebiet wird entsprechend den **Abbildungen 7.1** und **7.2** im Modell als undurchströmbares Hindernis eingestellt.

Zusätzlich erfolgt eine vergleichende Betrachtung des nächtlichen Lufttemperaturfeldes. Hierbei kommt das Modell ENVI-met zum Einsatz.

Das betrachtete Modellgebiet umfasst in West-Ost-Richtung eine Ausdehnung von 610 m und in Süd-Nord-Richtung von 670 m inkl. Randzellen. Die vertikale Erstreckung des Modells beträgt 100 m. Die Berechnungen werden mit einer horizontalen Gitterauflösung von 5 m durchgeführt.

In vertikaler Richtung beträgt die Rechenauflösung min. 1 m und steigt bis zur Modelloberkante nicht-äquidistant auf 20 m an.

Die Modellrechnungen zum Lufttemperaturfeld erfolgen auf Grundlage der Ergebnisse der Kaltluftabflusssimulationen für eine südliche Anströmungsrichtung (170°). Als Eingangsgeschwindigkeit wird den Berechnungen typischerweise ein Wert von 1.0 m/s zu Grunde gelegt.

Am Tag sind die klimatischen Auswirkungen der geplanten Bebauung geringer, da der horizontale und vertikale Luftaustausch erheblich intensiver ist.

5.1 Ergebnisse der Kaltluftabflusssimulationen

Die Ergebnisse der Kaltluftberechnungen werden für den Zeitpunkt sechs Stunden⁶ nach einsetzender Kaltluftbildung sind dargestellt.

Bioklimatisch ist vor allem eine möglichst rasche nächtliche Abkühlung von Bedeutung, damit tagsüber überwärmte Wohnungen in den Nachtstunden durchgelüftet werden können und kühle Umgebungsverhältnisse die bioklimatische Entlastungswirkung intensivieren.

Ergebnisse der Modellrechnungen für den Ist-Zustand (Abbildungen 15.1 und 15.2):

Die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen für den Zeitpunkt sechs Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung zeigen, dass am Planungsstandort südsüdwestliche bis südsüdöstliche Windrichtungen vorherrschen. Die Strömungsgeschwindigkeit beträgt im Höhengiveau 2 m ü.G. ca. 0.2 bis 0.5 m/s und stimmt damit recht gut mit den Erkenntnissen aus den ortsspezifischen Windfeldmessungen überein. Höhere Strömungsgeschwindigkeiten werden am Planungsstandort durch die Barrierewirkung der Bestandsbebauung (u.a. ehemaliges Autohaus) und die Baumflächen entlang des Straßenzugs Zahlbacher Steig unterbunden.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt über der Hangzone im Planungsgebiet ca. 20 – 29 m. Im Bereich der Talsohle (Untere Zahlbacher Straße) werden Kaltfluthöhen von 30 – 39 m simuliert, was ebenfalls recht gut mit den Ergebnissen der Vertikalsondierungen übereinstimmt.

Ermittelt man den über das Querprofil A – A* (= Kaltluftzielgebiet nordwestlich des Planungsgebiets, **Abbildung 15.1**) den talabwärts abfließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich über die Profillänge von 300 m ein Wert von ca. 1.548 m³/s.

⁶ In den Monaten Juni/Juli entspricht dies ca. dem Zeitpunkt 02:00 (MEZ)

Ergebnisse der Modellrechnungen für den Plan-Zustand 1 (Abbildungen 16.1 und 16.2):

Die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen für den Plan-Zustand 1 (Bebauung entsprechend den Vorgaben des Bebauungsplans „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51/I)“) dokumentieren zusammen mit den Differenzendarstellungen zwischen Ist-Zustand und Plan-Zustand 1 die Veränderung der lokalen Kaltluftabflussverhältnisse bei Realisierung einer linienhaft aneinander gereihten Hangbebauung. Die potenzielle Fußgängerbrücke bleibt als Hochbau unberücksichtigt. Allein die möglichen Wege im Zahlbacher Hang finden als zusätzlich versiegelte Flächen Berücksichtigung.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zur Kaltluftfließgeschwindigkeit zeigen, dass es in den Lee- und Luvlagen der potenziellen Baukörper zu Stau- bzw. Windschatteneffekten mit reduzierter Strömungsgeschwindigkeit kommt. Entlang der Untere Zahlbacher Straße und an den Gebäudekanten kommt es gegenüber dem Ist-Zustand durch die vermehrt labilisierte Luftschichtung hingegen zu leichten Windbeschleunigungen. Die Modifikationen bleiben dabei jedoch weitgehend auf das Planungsgebiet selbst beschränkt.

Bzgl. der Kaltfluthöhe sind keine auffallenden Veränderungen festzustellen (die Ergebnisse werden daher nicht dargestellt). Die Kaltluft ist mächtig genug, um die Baukörper zu überströmen. Zudem ist der Verlust an Kaltluftproduktionsraten über der baulich in Anspruch genommenen Wiesenfläche zu gering, um eine prägnante Reduzierung der Kaltfluthöhe zu verursachen.

Bilanziert man auch für den Plan-Zustand 1 den über das Querprofil A – A* talabwärts fließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich ein Wert von 1.523 m³/s. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt der Kaltluftvolumenstrom um 1.6% ab.

Laut VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) ist in einer stadtklimatisch relevanten Kaltflutleitbahn eine großflächige Verringerung der Abflussvolumina oder der Abflussgeschwindigkeit von mehr als 10% gegenüber dem Ist-Zustand bereits als „gravierender Eingriff“ mit nachteiligen Folgen im Kaltluftzielgebiet (talabwärts gelegene Wohnbebauung) zu bewerten. Prozentuale Änderungen gegenüber dem Ist-Zustand zwischen 6 und 10% sind als „mäßige Auswirkung“ zu bewerten. Bei Werten zwischen 0 und 5% sind im Allgemeinen nur „geringe klimatische Auswirkungen“ im Kaltluftzielgebiet zu erwarten.

Demnach ist die Modifizierung des Kaltluftvolumenstroms durch den Plan-Zustand 1 im Planungsumfeld nur mit sehr geringen klimatischen Auswirkungen (verzögerte nächtliche Abkühlung, Minderung der Belüftungsintensität) verbunden.

Ergebnisse der Modellrechnungen für den Plan-Zustand 2 (Abbildungen 17.1 und 17.2):

Legt man den Kaltluftabflusssimulationen eine Bebauung entsprechend des Bebauungsplanentwurfs „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ (=Plan-Zustand 2) zu Grunde, so zeigen sich gegenüber dem Plan-Zustand 1 keine gravierenden Differenzierungen bzgl. der Kaltluftfließgeschwindigkeit. Wie ein Vergleich der Windgeschwindigkeitsdifferenzen zum Ist-Zustand zeigt (siehe **Abbildungen 16.2** und **17.2**), bleiben ausgeprägte Barrierewirkungen weitgehend auf das Planungsgebiet selbst beschränkt. Durch Stau- und Windschatteneffekte nimmt die Kaltluftfließgeschwindigkeit allein im Nahbereich der neuen Baukörper in prägnanter Intensität ab. Eine aus klimaökologischer Sicht kritische Einschränkung der kaltluftbedingten Talbelüftung liegt nicht vor.

Bilanziert man für den Plan-Zustand 2 wiederum den über das Querprofil A – A* talabwärts fließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich ein Wert von 1.519 m³/s. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt der Kaltluftvolumenstrom um ca. 1.9% ab. Im Vergleich zum Plan-Zustand 1 ist eine Abnahme des Kaltluftvolumenstroms von ca. 0.3% zu bilanzieren. Dieses Maß liegt im Bereich der Fehler-spannbreite der Modellrechnungen und ist nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) als unkritisch einzustufen.

Eine stadtklimatisch bedeutsame Schwächung der Kaltluftströmung entlang des Zahlbachtals ist damit nicht zu befürchten.

5.2 Ergebnisse der Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen - Lufttemperaturfeld

Die Analyse der Messdaten zu den Lufttemperaturverhältnissen im Zahlbachtal dokumentieren, dass das Bebauungsplangebiet als nur geringfügig überwärmtes Teilgebiet zu definieren ist. Der bislang hohe Vegetationsanteil und die Lage in einer funktionierenden Kaltluftabflussbahn begrenzt an heißen Sommertagen die Überwärmung bzw. forciert die nächtliche Abkühlung. Die talabwärts gelegene Bebauung profitiert von der thermischen Gunstwirkung der Kaltluftbewegungen entlang des Straßenzugs Untere Zahlbacher Straße und über die angrenzenden Hangzonen. Zur Sicherstellung der günstigen thermischen Umgebungsbedingungen sollte gewährleistet sein, dass die geplante Bebauung zu keiner weitreichenden thermischen Zusatzbelastung im Zahlbachtal führt.

Zur Bewertung der thermischen Folgeerscheinungen der Plan-Zustände 1 und 2 wird nachfolgend für eine typische Kaltluftsituation mit Hilfe mikroskaliger Modellrechnungen bilanziert, welche thermischen Veränderungen die zusätzlichen Baukörper / Flächenversiegelungen bewirken.

Bei den 3-dimensionalen Modellrechnungen mit dem Modell ENVI-met wird über die Berechnung des Windfeldes und des Strahlungshaushaltes der Einfluss der Bebauung, versiegelter Oberflächen und unterschiedlicher Vegetationsstrukturen auf die Lufttemperatur (2 m ü.G.) bestimmt. Am Tag sind die Lufttemperaturunterschiede zwischen Vegetationsflächen und Bebauung in der Regel geringer als während der Nachtstunden, da die labile Luftschichtung einen intensiveren horizontalen und vertikalen Luftaustausch ermöglicht. Die Berechnungen beschränken sich daher im Sinne eines Worst-Case-Szenarios auf die Nachtsituation (02:00 Uhr).

Im **Ist-Zustand (Abbildung 18)** stellen sich unter dem Einfluss südlicher Kaltluftbewegungen im Modellgebiet zwischen wärmsten und kühlestem Bereichen Lufttemperaturunterschiede von max. 1.6 K ein. Niedrigste Werte (unter 14.5°C) stellen sich über Vegetationsflächen (z.B. Römersteine, Wiesenflächen im Planungsgebiet) ein, während über Asphaltflächen und in dichter Bebauung (z.B. Straßenzug Am Wildgraben in Bretzenheim) die in den Nachtstunden andauernde Wärmeabstrahlung den nächtlichen Temperaturrückgang deutlich verzögern.

Im Planungsgebiet variieren die Lufttemperaturen zwischen ca. 14.2 – 14.6°C über den Wiesenflächen und ca. 15.2 – 15.4°C im Bereich des ehemaligen Autohauses im Süden. Größere Temperaturunterschiede werden durch den steten Kaltluftabfluss im Zahlbachtal unterbunden.

Bei Realisierung einer möglichen Bebauung nach geltendem Bebauungsplan „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51/I)“ (=Plan-Zustand 1, **Abbildungen 19.1** und **19.2**) nimmt die Lufttemperatur auf dem bisherigen Wiesengelände flächenhaft um ca. 0.5 bis 1.0 K zu, da zum einen ein großer Teil der kaltluftproduzierenden Vegetationsflächen verloren geht und zum anderen die Hauswände und Erschließungswege auch in den Nachtstunden Wärme abstrahlen.

Dem stehen in deutlich geringerem Umfang Temperaturabnahmen über den derzeit hochgradig versiegelten Flächen des ehemaligen Autohauses entgegen (0.1 - 0.6 K) gegenüber - **Abbildung 19.2**.

Eine deutlichere Temperaturzunahme gegenüber den bisherigen Grünflächen wird durch den beständigen Zustrom von Talkaltluft unterbunden.

Die vom Plan-Zustand 1 ausgehende „Warmluftfahne“ reicht in nur geringer Intensität über das Planungsgebiet nach Norden aus, so dass eine weitreichende und somit stadtklimatisch relevante thermische Zusatzbelastung im Talzug entlang der Untere Zahlbacher Straße unterbleibt.

Die Modellrechnungen zum Plan-Zustand 2 (**Abbildungen 20.1** und **20.2**) lassen gegenüber dem Plan-Zustand 1 keine auffallenden thermischen Zusatzbelastungen erkennen. Durch die Begrünung der Tiefgarage und die gewählten Baukörperstellungen wird das Planungsgebiet von der zuströmenden Talkaltluft durchdrungen, wodurch eine ausgeprägte Wärmeinselbildung unterbunden wird.

6 Zusammenfassung und Bewertung

Im Bebauungsplangebiet „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51/I)“ zwischen Untere Zahlbacher Straße und Zahlbacher Steig ist eine bauliche Neustrukturierung geplant. Die geplante Lageveränderung der überbaubaren Grundstücksflächen macht eine Bebauungsplanänderung erforderlich. Der vorgelegte Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ überlagert dabei einen Großteil des bislang rechtskräftigen Bebauungsplangebiets „Zahlbacher Steig – Teil I (Z 51/I)“.

Der vorgelegte Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ weist eine Fläche von ca. 0.6 ha aus. Im südlichen Teilbereich ist ein Mischgebiet vorgesehen. Das Maß für die max. Höhe baulicher Anlagen beträgt 110.10 bzw. 113.10 m ü.NN. Damit ist eine Bebauung mit 2- bis 3 Vollgeschossen (zzgl. Staffelgeschoss) möglich. Die GRZ beträgt 0.6. Im mittleren Planungsteilbereich sind zwei Baufelder mit max. Gebäudehöhen von 113.50 m ü. NN geplant. Im Norden soll auf zwei weiteren Baufeldern eine Bebauung mit max. Gebäudehöhen von 114.10 m ü. NN und 115.00 m ü.NN ermöglicht werden.

Die erforderlichen Stellplatzflächen sollen über eine Tiefgarage bereitgestellt werden, die vegetationsbedeckt ist. Die Erschließung erfolgt hierbei über die Untere Zahlbacher Straße.

Zur Minimierung thermischer Zusatzbelastungen sind extensive Dachbegrünungen vorgesehen. Zuwege, Fuß- und Radwege sowie oberirdische Stellplätze sind ausschließlich in wasserdurchlässigen Belägen und versickerungsfähigem Unterbau auszuführen.

Der rechtskräftige Bebauungsplan von 1991 weist ebenfalls ein Misch- und Wohngebiet aus. Die GRZ für das allgemeine Wohngebiet ist auf 0.3 festgesetzt. Die Zahl der Vollgeschosse beträgt im Mischgebiet 1 bis 2 und im Wohngebiet 2 bis 3.

Aktuell ist der nördliche Teilbereich des Planungsgebietes unbebaut.

Wie sich aus den Daten vorliegender Klimadaten entnehmen lässt, bildet sich im Bebauungsplangebiet „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ und in dessen Umfeld aufgrund der Flächennutzung (Bebauung, Verkehrsanlagen, Hausgärten, Waldflächen, Wiesen etc.) und des Reliefs ein ortsspezifisches Lokalklima aus. Dies dokumentiert sich einerseits in der Verteilung der Lufttemperatur und andererseits im Strömungsgeschehen des Raumes.

Am Planungsstandort herrschen in der Regel Winde aus südwestlichen und östlichen Richtungssektoren vor. Durch bauliche Führungseffekte kann es kleinräumig zu Richtungsverschiebungen kommen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt im Planungsumfeld je nach Lagesituation ca. 1.5 - 2.0 m/s, wobei am Tag durch den allgemein intensiveren vertikalen Luftaustausch gegenüber den Nachtstunden höhere Windgeschwindigkeiten zu erwarten sind.

In stadtklimatisch besonders relevanten Strahlungsnächten steigt am Planungsstandort die Häufigkeit von kaltluftbedingten Winden aus südlichen Richtungssektoren deutlich an. Die Kaltluftbewegungen entlang des Zahlbachtals und über den Freiraum Römersteine aus südwestlichen Richtungen intensivieren lokal den bodennahen Luftaustausch und führen mit ihrer abkühlenden Wirkung in den Nachtstunden im Bereich der talbegleitenden Bebauung zu einer markanten Abschwächung der sommerlichen Wärmebelastung.

Die Kaltluftmächtigkeit beträgt in Sommernächten ca. 30 m. Da die Kaltluftfließgeschwindigkeit meist weniger als 1.0 m/s beträgt, ist eine Empfindlichkeit des Kaltluftstroms gegenüber Strömungshindernissen in Form von Bebauung und dichten Gehölzen vorhanden.

Bei der baulichen Inanspruchnahme von talbegleitenden Freiflächen ist darauf zu achten, dass eine markante zusätzliche Barrierewirkung und eine deutliche Ausdehnung des örtlichen Wärmeinseleffektes vermieden wird.

Entsprechend den Richtwerten in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5 (2003) „Lokale Kaltluft“ sind im vorliegenden Fall allenfalls örtliche Verringerungen der Abflussvolumina oder der Abflussgeschwindigkeiten von unter 5% noch zu akzeptieren. Mäßige Abschwächungen von 6 – 10%, die in der Stadtklimatologie meist noch als annehmbar eingestuft werden, sind aufgrund der hohen stadtklimatischen Bedeutung der Luftleitbahn „Zahlbachtal“ und der in den letzten Jahren verdichteten Bebauung nördlich der Römersteine als kritisch zu bewerten.

Die Ergebnisse der numerischen Kaltluftabflusssimulationen belegen, dass diese Vorgabe mit dem vorgelegten Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ erfüllt wird.

Bei vorherrschendem Zahlbachtalabwind kommt es in den Lee- und Luvlagen der potenziellen Baukörper zu Stau- bzw. Windschatteneffekten mit reduzierter Strömungsgeschwindigkeit.

Entlang der Unteren Zahlbacher Straße und an den Gebäudekanten treten gegenüber dem Ist-Zustand durch die vermehrt labilisierte Luftschichtung hingegen leichte Windbeschleunigungen auf. Die Modifikationen bleiben dabei weitgehend auf das Planungsgebiet selbst beschränkt.

Bzgl. der Kaltfluthöhe sind keine auffallenden Veränderungen festzustellen. Die Kaltluft ist mächtig genug, um die Baukörper zu überströmen. Zudem ist der Verlust an Kaltluftproduktionsrate über der baulich in Anspruch genommenen Wiesenfläche zu gering, um eine prägnante Reduzierung der Kaltfluthöhe zu verursachen.

Bilanziert man über ein 300 m langes Talquerprofil auf Höhe der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie den talabwärts fließenden Kaltluftvolumenstrom, so ergibt sich ein Wert von 1.523 m³/s. Gegenüber dem Ist-Zustand nimmt der Kaltluftvolumenstrom um 1.9% ab. Der o.a. Zielwert von <5% wird sicher eingehalten. Eine stadtklimatisch bedeutsame Schwächung der Kaltluftströmung entlang des Zahlbachtals ist damit nicht zu bestimmen.

Die numerischen Modellrechnungen zu den thermischen Umgebungsbedingungen dokumentieren, dass mit einer Bebauung entsprechend des Bebauungsplanentwurfs „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in den warmen Sommermonaten keine markante Schwächung der bioklimatisch bedeutsamen nächtlichen Abkühlung einhergeht. Die verbleibende Abkühlungswirkung der Talkaltluft ist ausreichend, um eine prägnante zusätzliche Wärmebelastung im Planungsumfeld zu unterbinden.

Fazit:

Die durchgeführte Analyse der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe zeigt, dass eine Bebauung nach Vorgaben des Bebauungsplanentwurfs „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ keine stadtklimatischen Zusatzbelastungen bewirkt, die eine Änderung des Bebauungsplanentwurfs erforderlich macht.



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

Mannheim, den 16.02.2018

Schriften, Quellenverzeichnis

- BRUSE, M., FLEER, H. (1998):** Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model, Environmental Modelling & Software (13), S 272 – 384.
- BRUSE, M. (2016):** ENVI-Met 4 – Mikrosimulation mit ENVI-met Version 4.1. Essen.
- BRUSE, M. (2003):** Stadtgrün und Stadtklima – Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. In: LÖBF-Mitteilungen 1/2003. S. 66 – 70.
- BMBAU, BUNDESMINISTERIUM FÜR RAUMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1979):** Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe 06.032. Bonn.
- BMVBS BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (2013):** Modellgestützte Klimaanalysen und –bewertungen für die Regionalplanung. Berlin.
- DEUTSCHER STÄDTETAG (2012):** Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Köln.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2008):** Das Kaltluftabfluss-Modell KLAM_21. Theoretische Grundlagen und Handhabung des PC-Programms. Offenbach a. M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (2017):** Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Berichte des Dt. Wetterdienstes Nr. 249. Offenbach a. M.
- FRIEDRICHS, J. ET AL. (2014):** Klimaanpassung in Kommunen und Regionen – eine Praxishilfe des Umweltbundesamtes. In: UVP-Report 28 (3 + 4). Hamm. S. 133 - 138
- GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH / ÖKOPLANA (2015):** Stadtklimagutachten für die Stadt Heidelberg. Fortschreibung des Gutachtens von 1995. Hannover/Mannheim.
- GEO TOP (1992):** Klimagutachten westlicher Freiraum Mainz. Mainz.
- GEO TOP (1996):** Klimagutachten „Kisseltal“. Mainz.
- GROSS, G. (1989):** Numerical simulation of the nocturnal flow systems in the Freiburg area for different topographies. Beitr. Phys. Atmosph. 62, 57-72.
- LFUG RHEINLAND-PFALZ (1989):** Stadtklima Mainz. Hrsg. Stadt Mainz. Mainz.

NAUMANN, M. (1987): Temperaturmessfahrten zur Bewertung der klimaökologischen Situation im Raum Mainz - Bretzenheim. Bischofsheim.

ÖKOPLANA (1991): Klimaökologische Analyse im westlichen Stadtgebiet von Mainz unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens.

ÖKOPLANA (2006): Klimagutachten zum Bebauungsplan „Römersteine (O57)“ der Stadt Mainz. Mannheim.

ÖKOPLANA (2009): Klimauntersuchung zum Bebauungsplan „Multifunktionales Stadion südlich des Europakreisels (B 157)“ und zur Änderung des Flächennutzungsplans. Mannheim.

STADT MAINZ (1995): Umweltbericht 1994. Teil „Stadtklima“ Mainz.

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

Internetinformationen: <http://www.mainz.de>

Abb. 1 Lage des Planungsgebiets im Stadtgebiet von Mainz



 Planungsgebiet

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

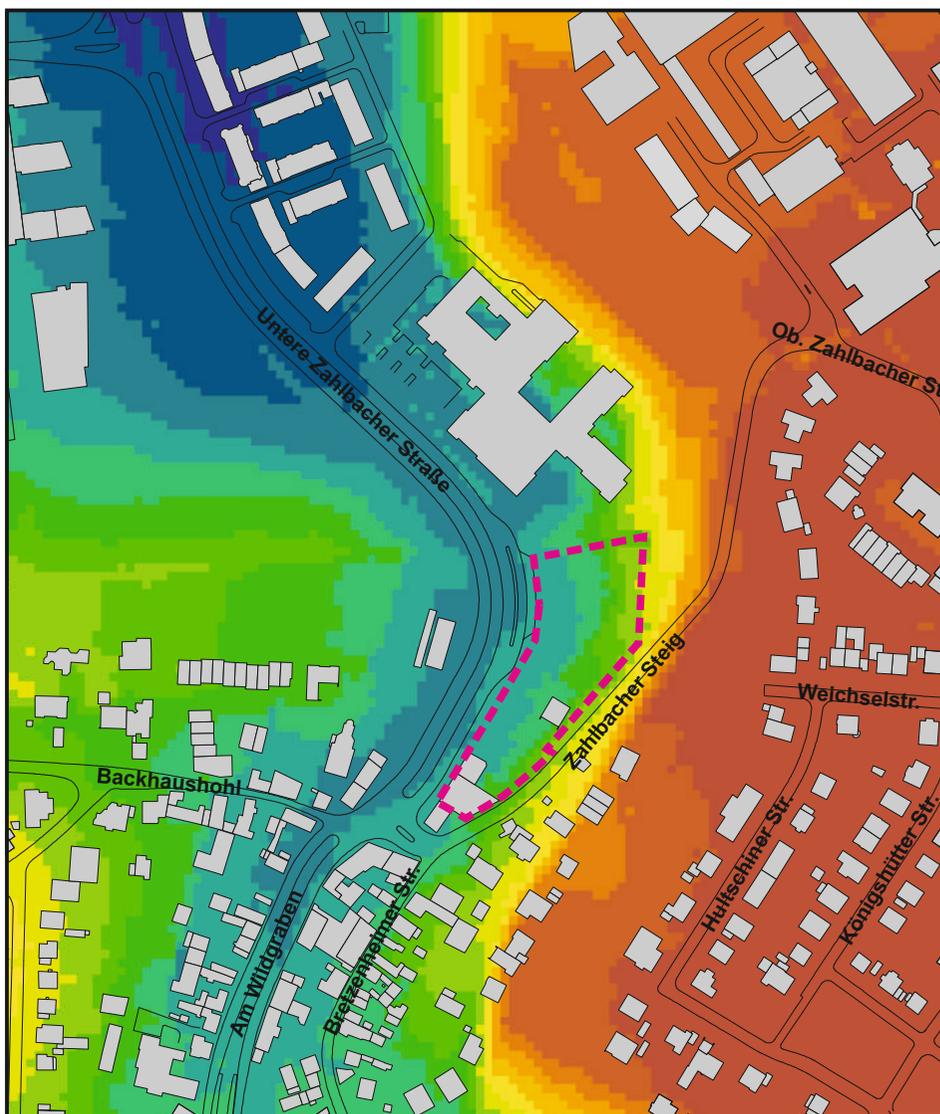


M.:
0 200 800 m

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

ÖKOPLANA

Abb. 2 Reliefsituation im Planungsgebiet



 Planungsgebiet

Geländehöhe in m ü. NN

-  98
-  98,0000001 - 100
-  100,0000001 - 102
-  102,0000001 - 104
-  104,0000001 - 106
-  106,0000001 - 108
-  108,0000001 - 110
-  110,0000001 - 112
-  112,0000001 - 114
-  114,0000001 - 116
-  116,0000001 - 118
-  118,0000001 - 120
-  120,0000001 - 122
-  122,0000001 - 124
-  124,0000001 - 126

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

Abb. 3 Luftbild vom Planungsgebiet und von dessen Umfeld



Luftbild bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

 Planungsgebiet

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



M.:
0 50 200 m

ÖKOPLANA

Abb. 4 Fotografische Dokumentation - Planungsgebiet

1 Blick auf das Planungsgebiet
Blickrichtung von Norden nach Süden



2 Blick auf das Planungsgebiet
Blickrichtung von Ost-südosten nach West-nordwesten



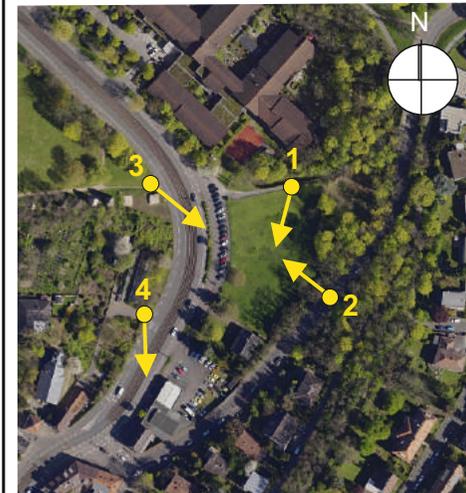
3 Blick auf das Planungsgebiet
Blickrichtung von Nordwesten nach Südosten



4 Blick auf das Planungsgebiet
Blickrichtung von Norden nach Süden



Standorte und Blickrichtung
der Fotoaufnahmen



Luftbild bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

**Abb. 5 Bebauungsplan „Zahlbacher Steig - Teil I“ (Z 51/ I)
Rechtskräftig seit 1991**



ZEICHNERKLÄRUNG

- Grenze des räumlichen Geltungsbereichs des Bebauungsplanes
- - - Abgrenzung von Gebieten unterschiedlicher Nutzung
- Baulinie
- - - Baugrenze
- Vorgesichlagene Grundstücksgrenzen
- Vorhandene Grundstücksgrenzen
- Flurgrenzen
- Mauer
- Zaun
- Zufahrtsverbot
- Aufsichtsverbot
- Zu- und Ausfahrtverbot
- oben Böschungen
- unten

FREIHALTZONE FÜR VORHANDENE UND BEPLANTE UNTERIRDISCHE LEITUNGEN VON JEDLICHER BELEGUNG UND BEPFLANZUNG MIT TIEF WÜRZELNDEM GEHÄUZ FRIEZUHALTEN

- Oberirdische Leitungen ggf. mit Freihaltzone

Art der baulichen Nutzung

- Zahl der Vollgeschosse : als Höchstgrenze III/ zwingend (II)
- Grundflächenzahl - GRZ
- Geschäftszweckzahl - GFZ
- Bauzeanzahl - BmZ
- H - Höchstmaß im Rahmen der überbaubaren Flächen und der LBO

Bauweise

- o - Offene Bauweise
- o - Nur Einzel- u. Doppelhäuser zul.
- o - Nur Hausgruppen zulässig
- HH - Haus-Hofbauweise
- Dachform: FD = Flach-, SD = Sattel-, WD = Walme-, PD = Pultdach
- WS - Kleinanliegendebauweise
- WR - Reine Wohngebiete
- WA - Allgemeine Wohngebiete
- WB - Besondere Wohngebiete
- GE - Gewerbegebiete
- GI - Industriegebiete
- o - Nur Einzelhäuser zulässig
- o - Nur Doppelhäuser zulässig
- o - Geschlossene Bauweise
- b - Besondere Bauweise
- MD - Dorfgebiete
- MI - Mischgebiete
- MK - Kerngebiete
- SW - Wochenendhausgebiete
- SO - Sondergebiete

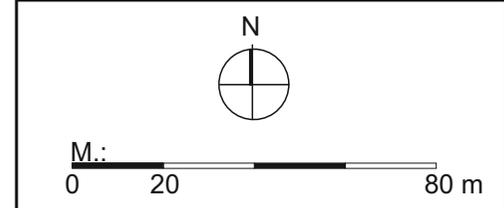
Bestehende Gebäude

- Bestehende Gebäude
- Überbaubarer Grundstücksteil
- Nicht überbaubarer Grundstücksteil - ist zu begrünen
- Landwirtschaftl. Nutzfläche
- K - Private Kinderspielfläche
- Private Verkehrsflächen
- ST - Stellplätze
- GST - Gemeinschaftsstellplätze
- M - Mülltonnenstandsplätze
- Baum- u. Strauchbepflanzung
- Öffentl. Verkehrsflächen
- Öffentl. Parkplätze
- Bahnanlagen
- Lärmschutzwall
- RÖMEREIENE

Bestehende Nebengebäude

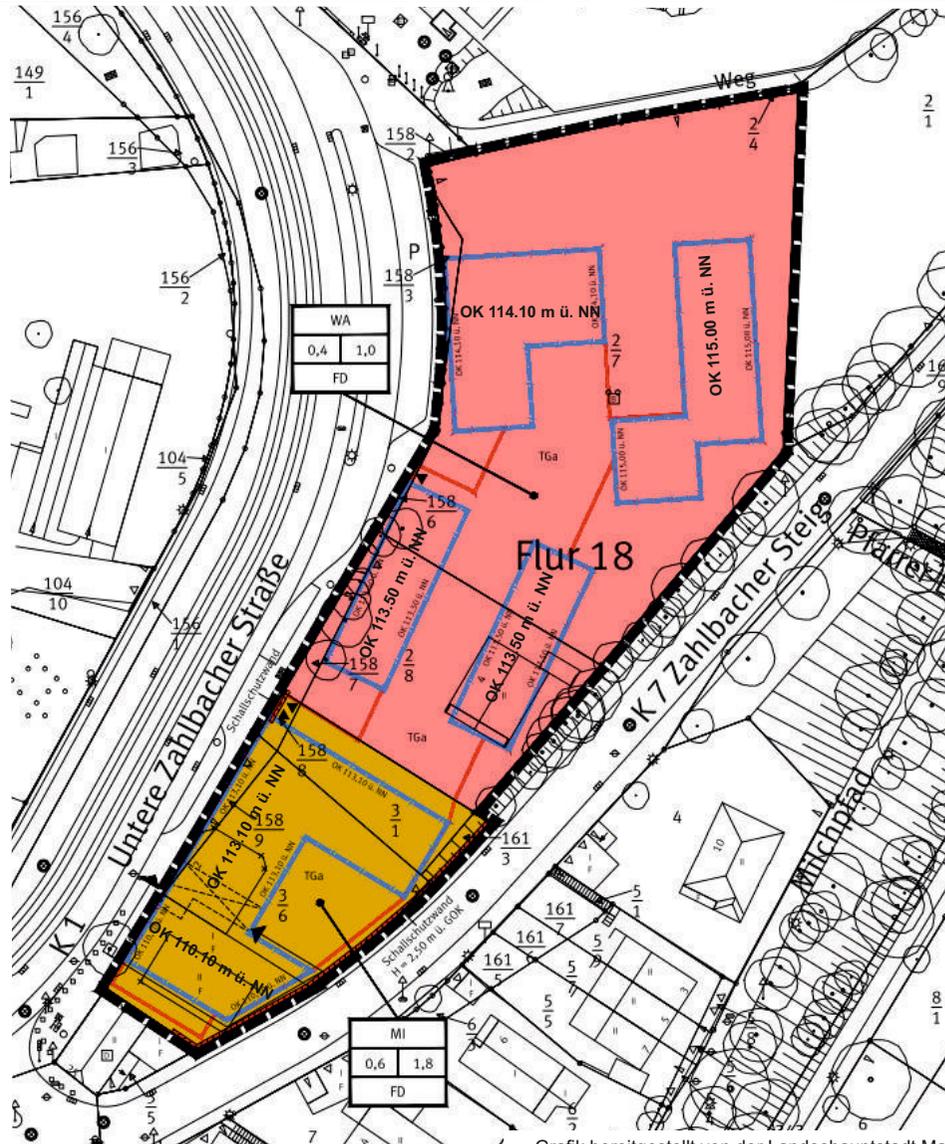
- Bauschema - vorgeschr. Firstrichtig.
- Garagen
- Gem. Gemeinschaftsgaragen
- Tiefgaragen
- Arcaden / Auskragungen
- Entfallende Bäume
- Öffentl. Fußwege
- Öffentl. befahrbare Wohnwege
- Wasserflächen / Bach

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

**Abb. 6 Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“
Stand 08.01.2018**



Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Füllschema der Nutzungsschablone

MI	Art der baulichen Nutzung	
0,4 1,0	Grundflächenzahl (GRZ)	Geschossflächenzahl (GFZ)
FD	Dachform	

Art der baulichen Nutzung
(§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB, §§ 1 bis 11 BauNVO)

- WA, Allgemeine Wohngebiete (§ 4 BauNVO)
- MI, Mischgebiete (§ 6 BauNVO)

Bauweise, Baulinien, Baugrenzen, überbaubare und nicht überbaubare Grundstücksflächen
(§ 9 Abs. 1.2 BauGB, § 22 und 23 BauNVO)

- Baugrenze
- FD Flachdach

Verkehrsflächen
(§ 9 Abs. 1 Nr. 11 und Abs. 6 BauGB)

- Ein- und Ausfahrt Tiefgarage

Flächen für Nebenanlagen, Stellplätze und Garagen
(§ 9 Abs. 1 Nr. 4 und 22 BauGB)

- Umgrenzung von Flächen für Nebenanlagen, Stellplätze, Garagen und Gemeinschaftsanlagen

Zweckbestimmung:

- TGA Tiefgarage

Sonstige Planzeichen

- Grenze des räumlichen Geltungsbereiches des Bebauungsplans
- Schallschutzwand

Sonstige Darstellung

- Katastergrundlage 1 : 500
- OK in m ü. NN maximale Oberkante baulicher Anlagen über Normalnull
- H in m ü. GOK Höhe, Angaben in Meter über Geländeoberkante
- Begrenzung Oberkante baulicher Anlagen über Normalnull

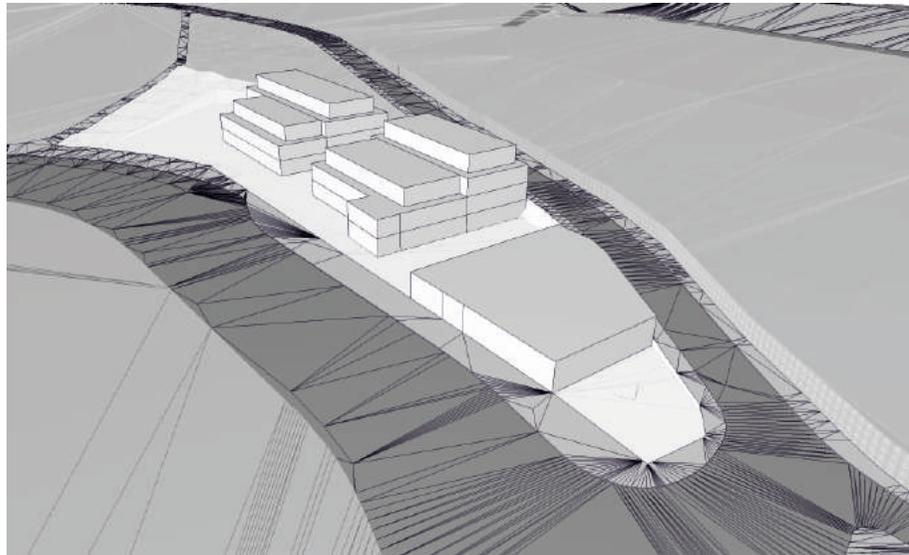
Projekt:

Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



ÖKOPLANA

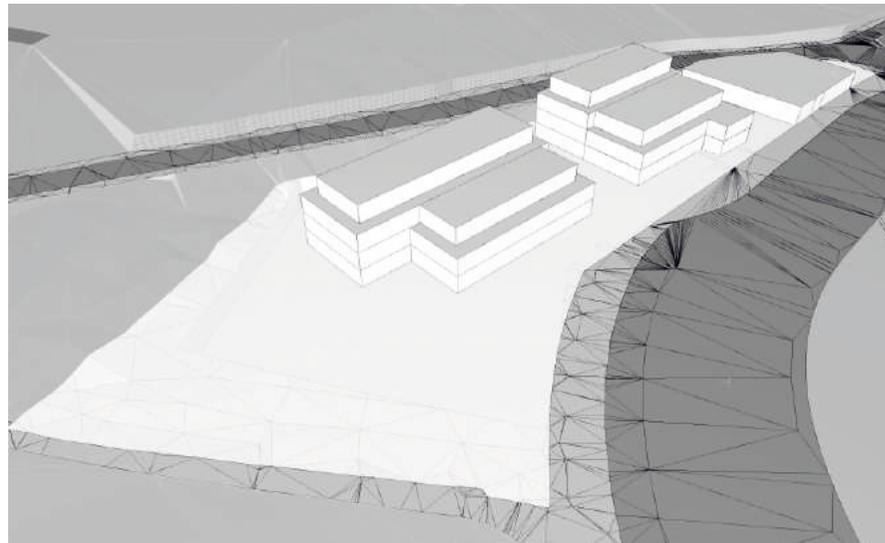
Abb. 7.1 Mögliche Bebauungsstruktur nach Bebauungsplan „Zahlbacher Steig - Teil I (Z 51/I)“



**Blickrichtung von
Südwesten nach Nordosten**

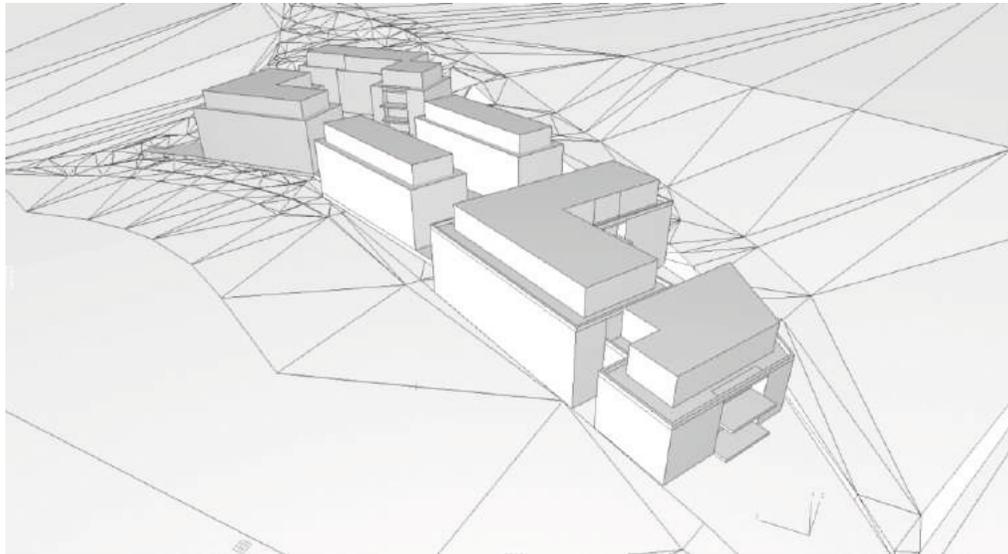
Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

**Blickrichtung von
Norden nach Süden**



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

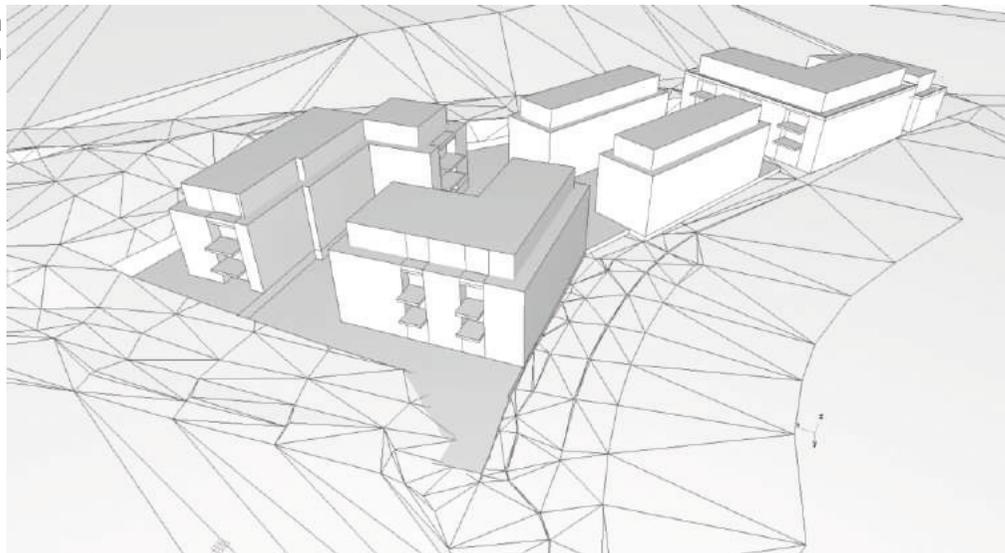
Abb. 7.2 Mögliche Bebauungsstruktur nach aktuellem Bebauungsplanentwurf „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“



**Blickrichtung von
Südwesten nach Nordosten**

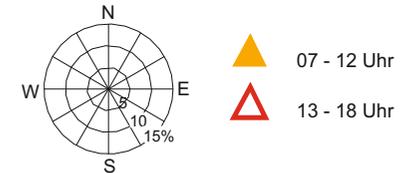
Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

**Blickrichtung von
Norden nach Süden**

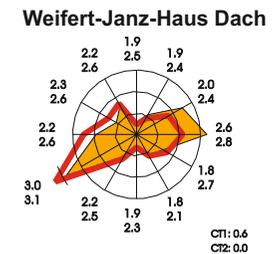
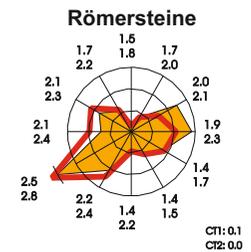


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

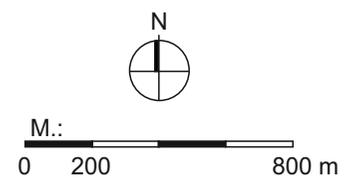
**Abb. 8.1 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit
Zeitraum: März - Juli 2006, alle Tage - Tagsituation**



4.2 | 3.3
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s
1. TH / 2. TH

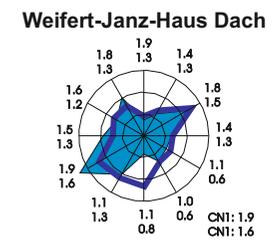
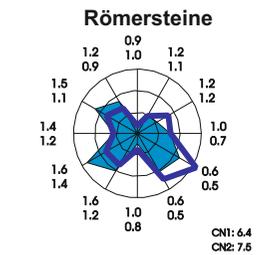
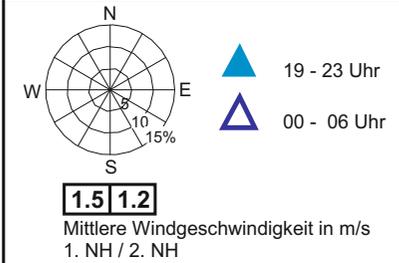
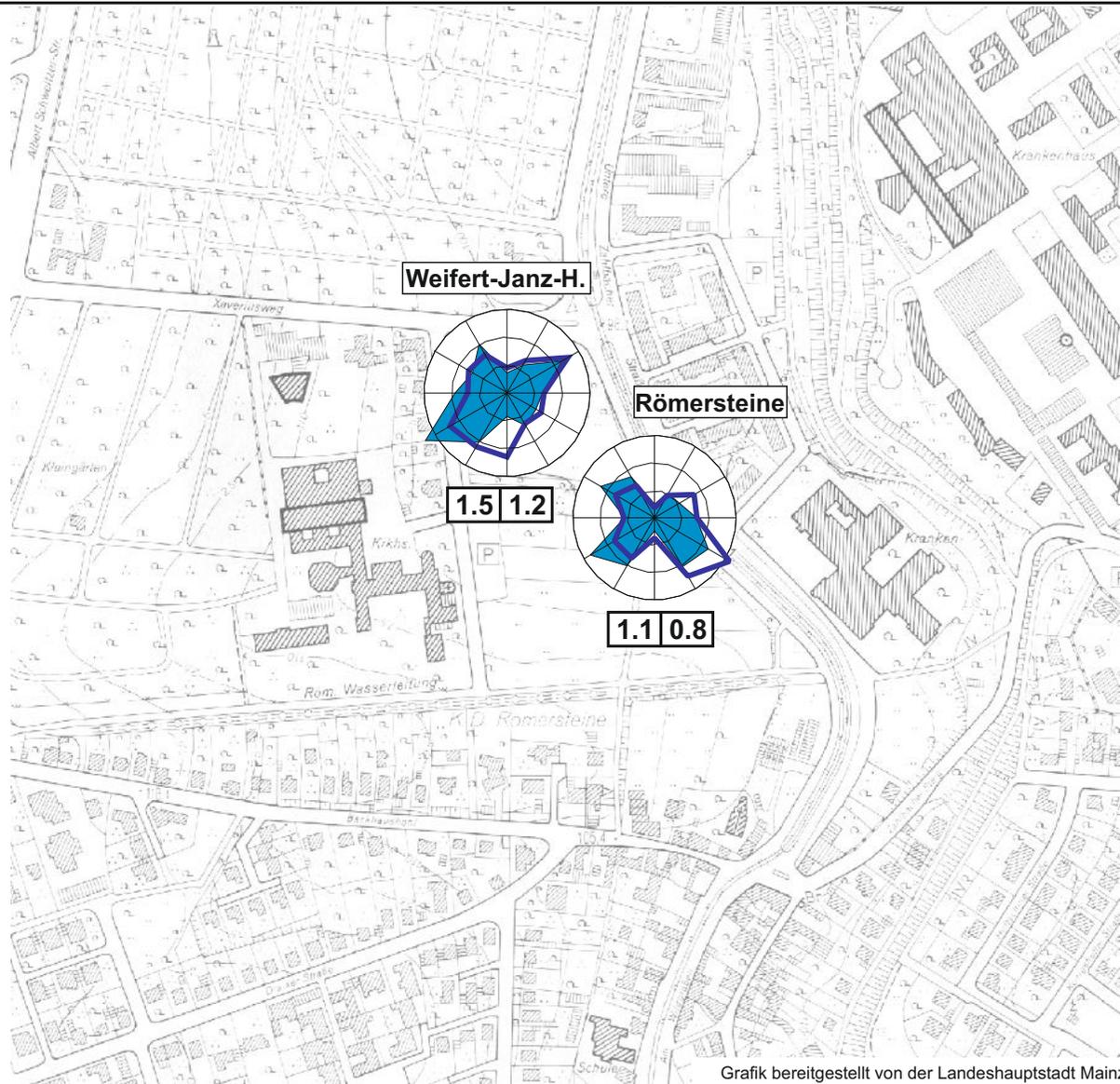


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

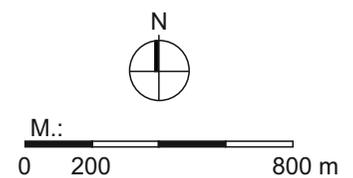


Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

**Abb. 8.2 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit
Zeitraum: März - Juli 2006, alle Tage - Nachtsituation**



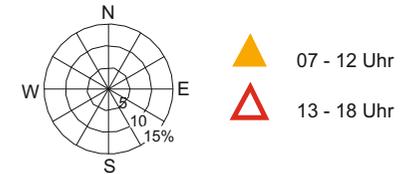
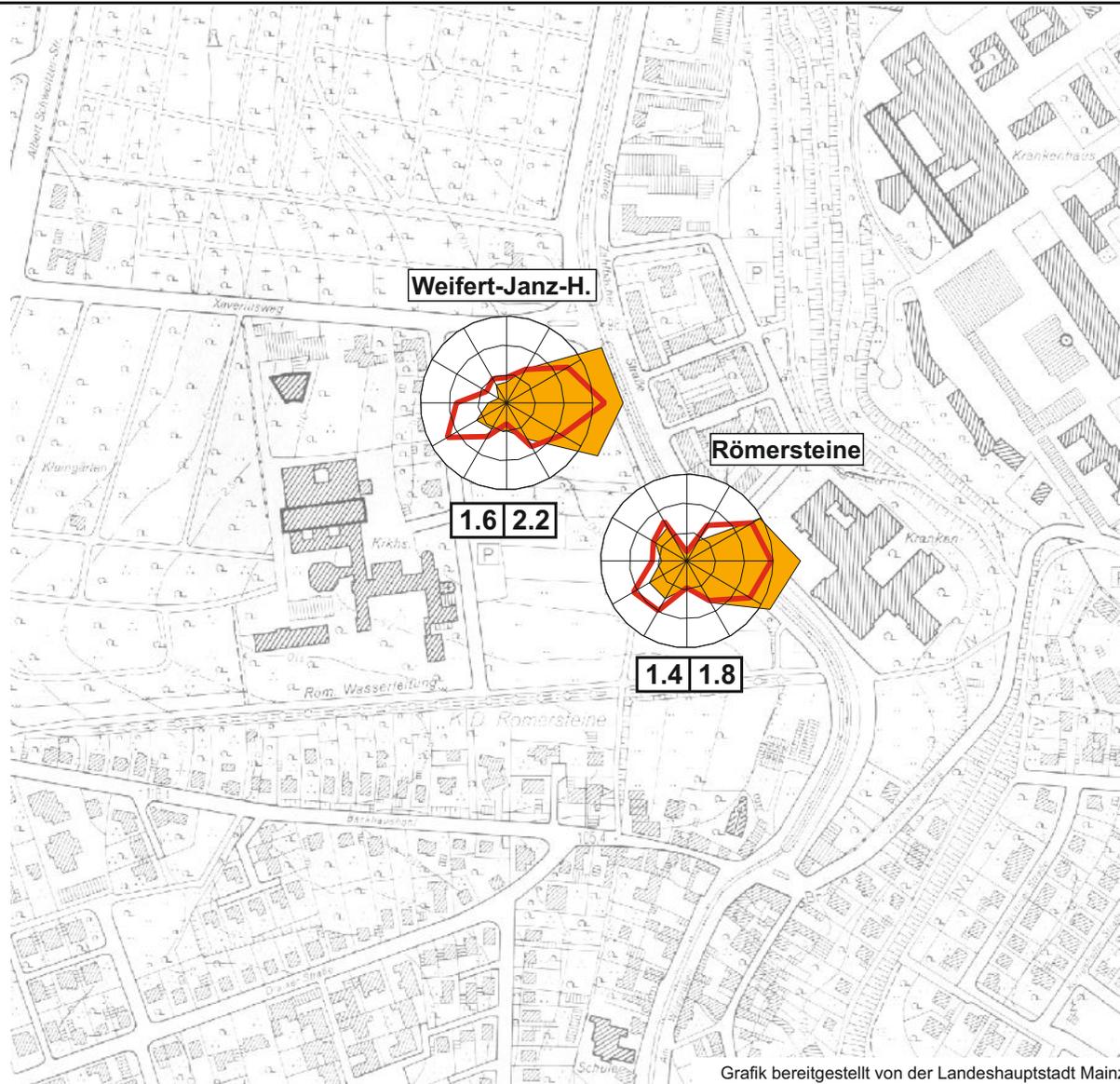
Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

ÖKOPLANA

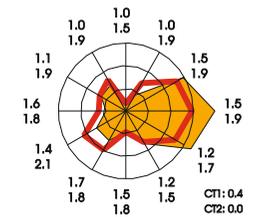
**Abb. 9.1 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit
Zeitraum: März - Juli 2006, Strahlungstage - Tagsituation**



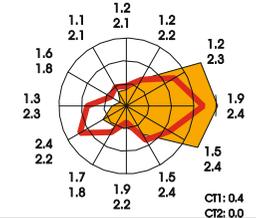
4.2 | 3.3

Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s
1. TH / 2. TH

Römersteine



Weifert-Janz-Haus Dach



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

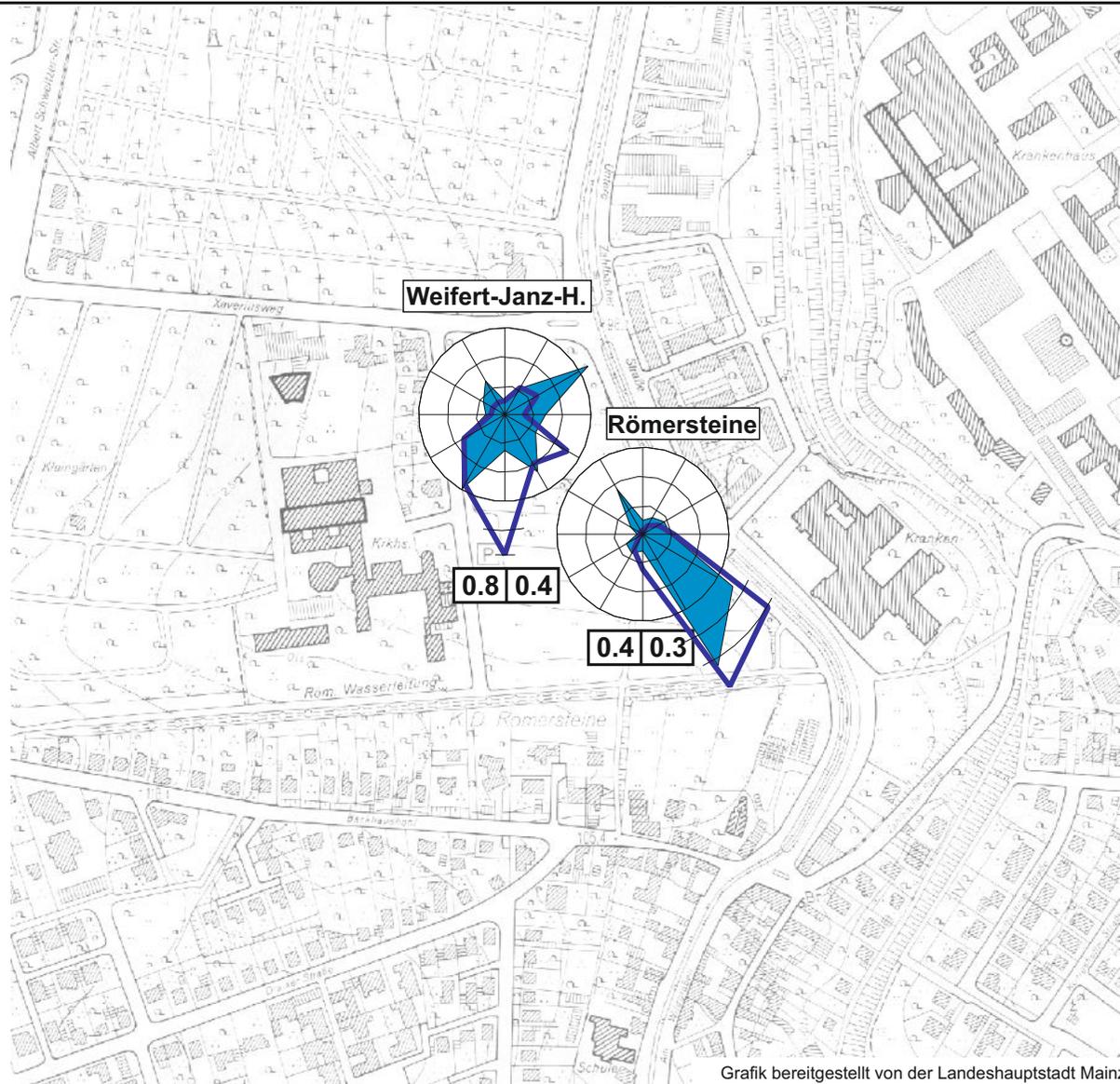


M.:
0 200 800 m

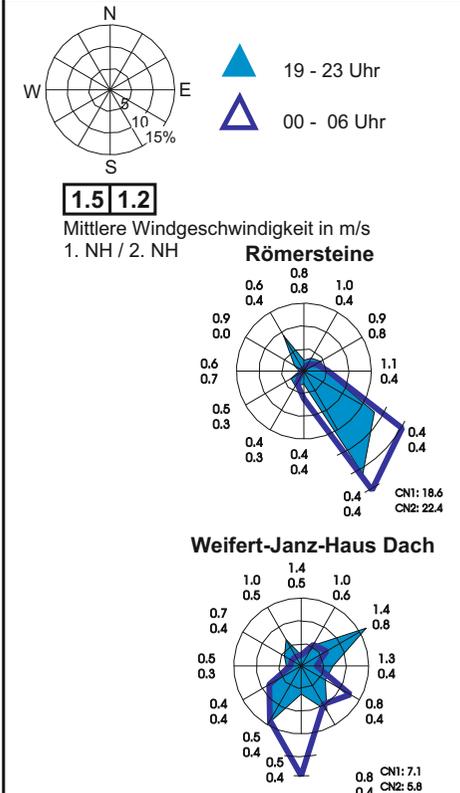
Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

ÖKOPLANA

**Abb. 9.2 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit
Zeitraum: März - Juli 2006, Strahlungstage - Nachtsituation**



Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz

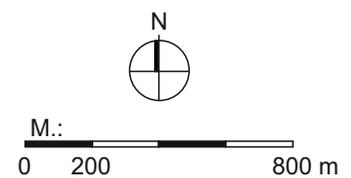
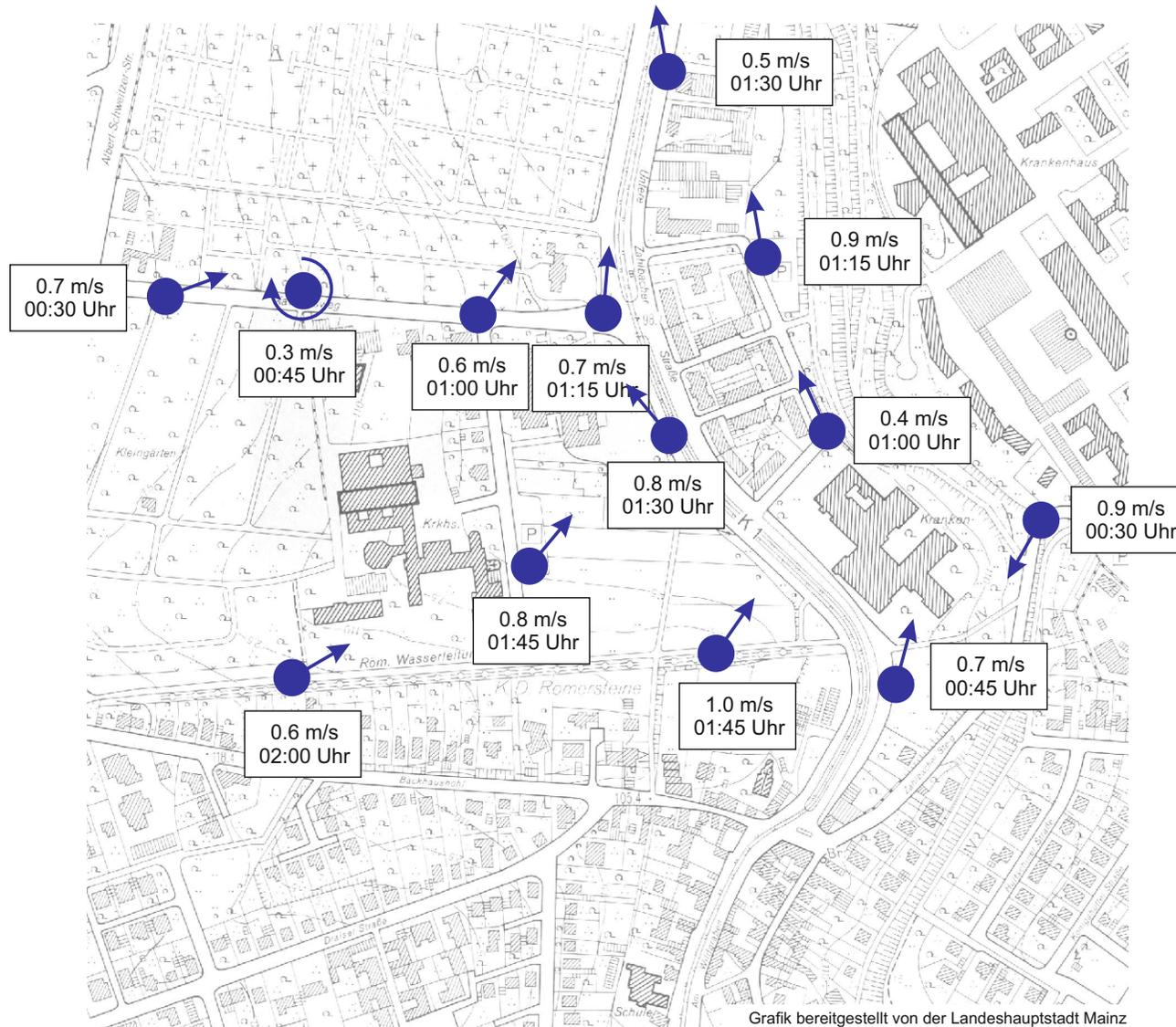


Abb. 10 Ergebnisse der Untersuchung von Rauchschwaden am 12.05.2006 00:30 - 02:00 Uhr (MEZ)



Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

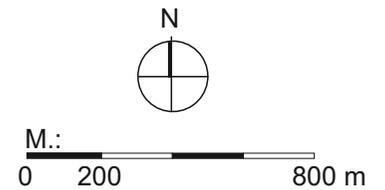
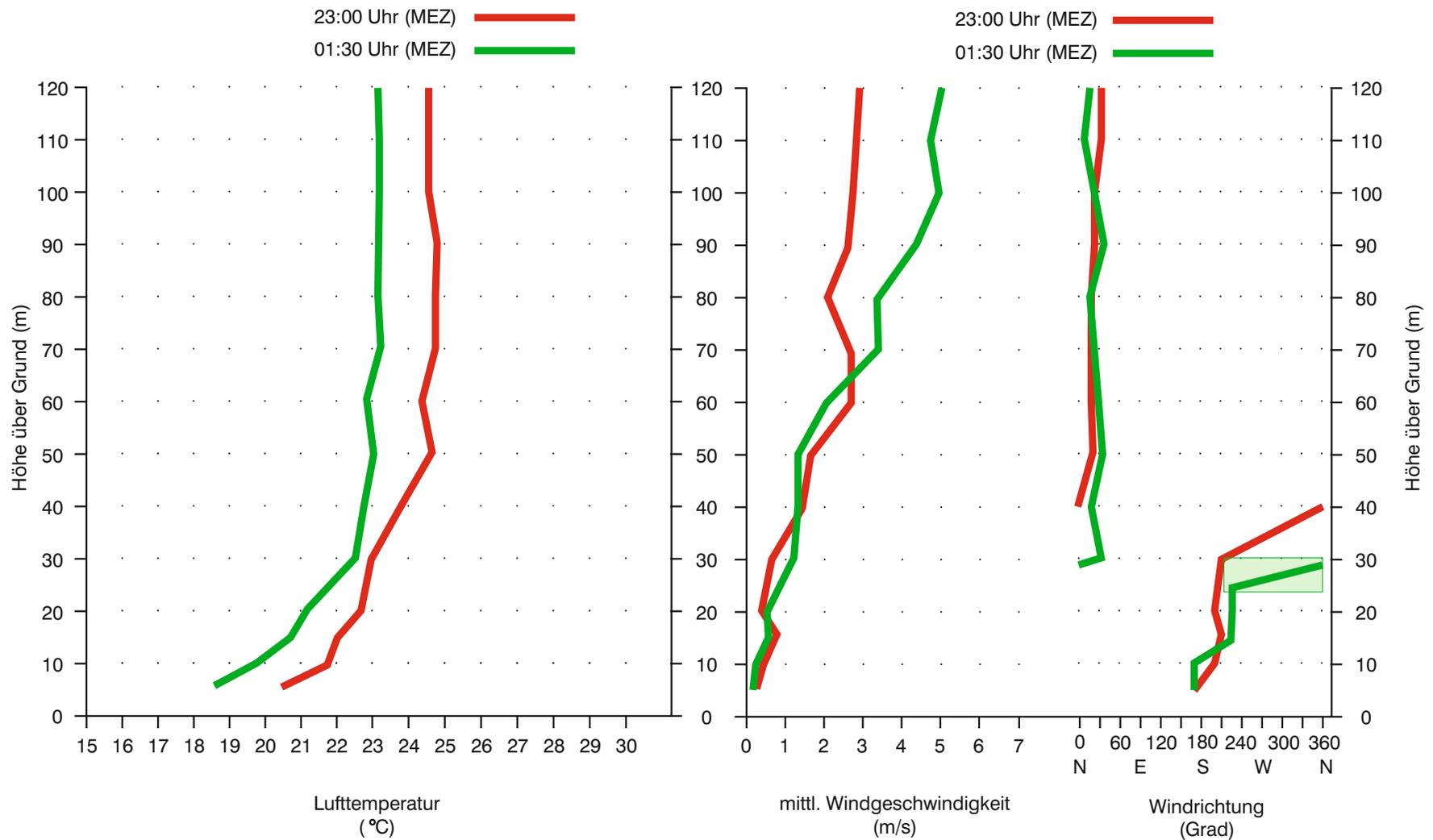


Abb. 11 Ergebnisse der Fesselballonaufstiege am 03./04.07.2006 - Standort Römersteine

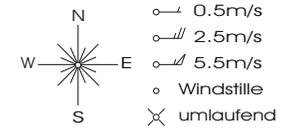
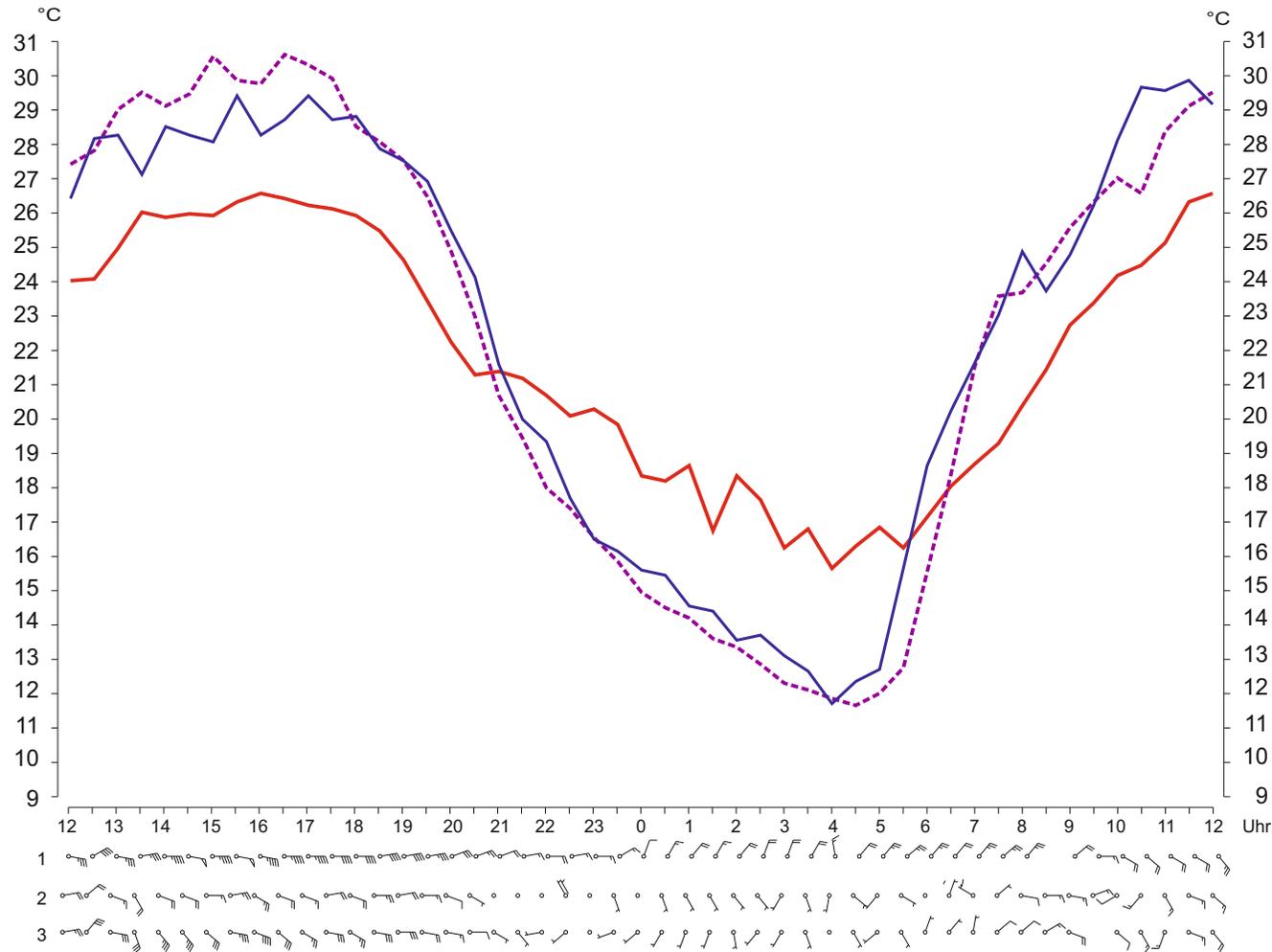


Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz



Schwankungsbereich der Windrichtung

Abb. 12 Beispielhafter Tagesgang der Lufttemperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit am 12./13.06.2006 (heißer Sommertag)



Stationen

1 Ober-Olmer Weg (Höhenstation)

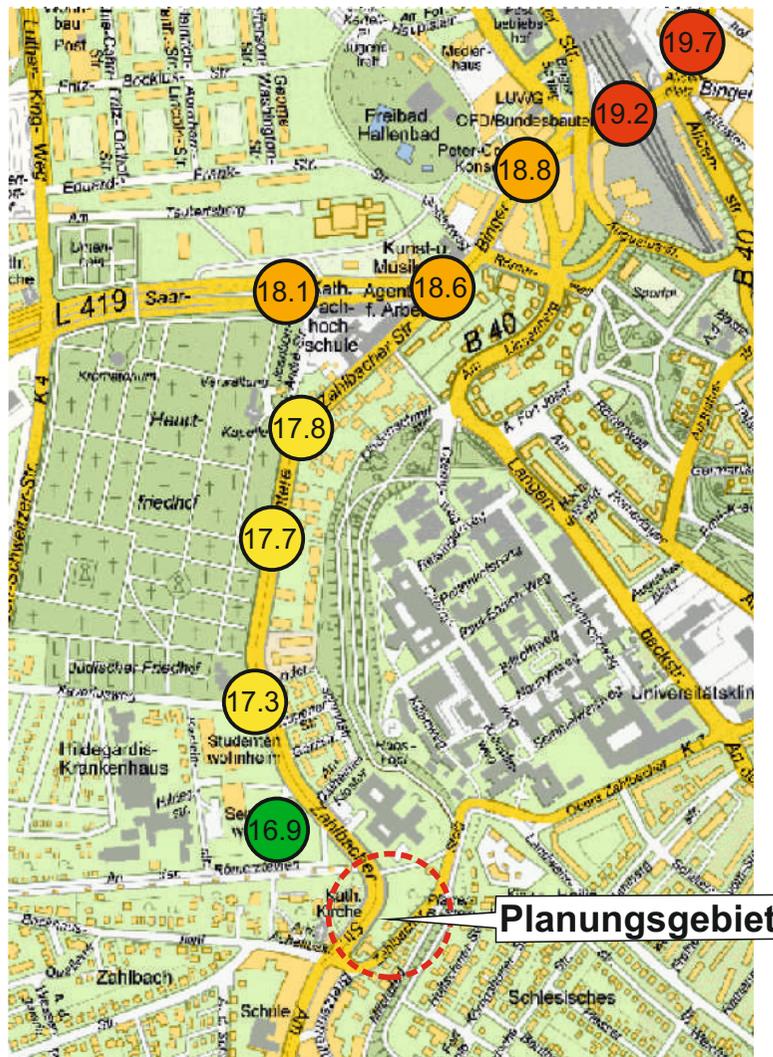
2 Römersteine

3 Weifert-Janz-Haus Dach

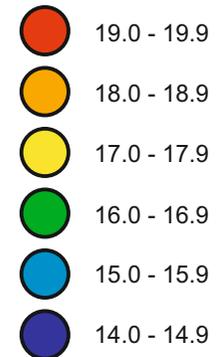
Projekt:

Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

Abb. 13 Ergebnisse von Lufttemperaturmessungen am 26.06.2008, 21:30 Uhr



Lufttemperatur in °C

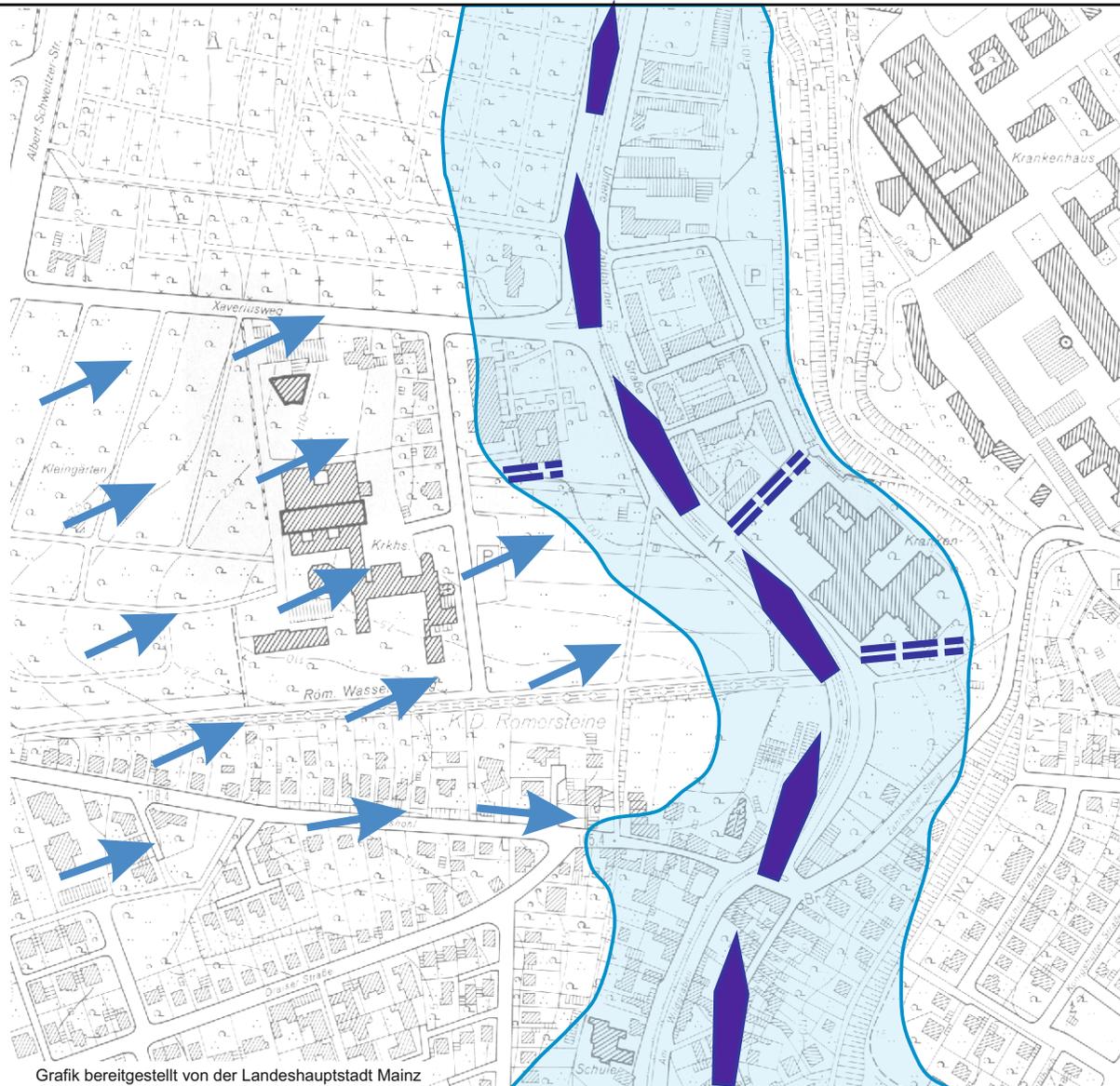


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

**Abb. 14 Ergebnisse ortsspezifischer Messungen 2006 -
Zugbahnen lokaler Kaltluft im Planungsgebiet und in dessen Umfeld**



Grafik bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Hauptzugbahn der lokalen Kaltluft
aus dem Bereich Wildgraben



Bewegungsrichtung der lokalen Kaltluft
aus dem Bereich Wildgraben



Kaltluftzufuhr über das
westliche Freiland



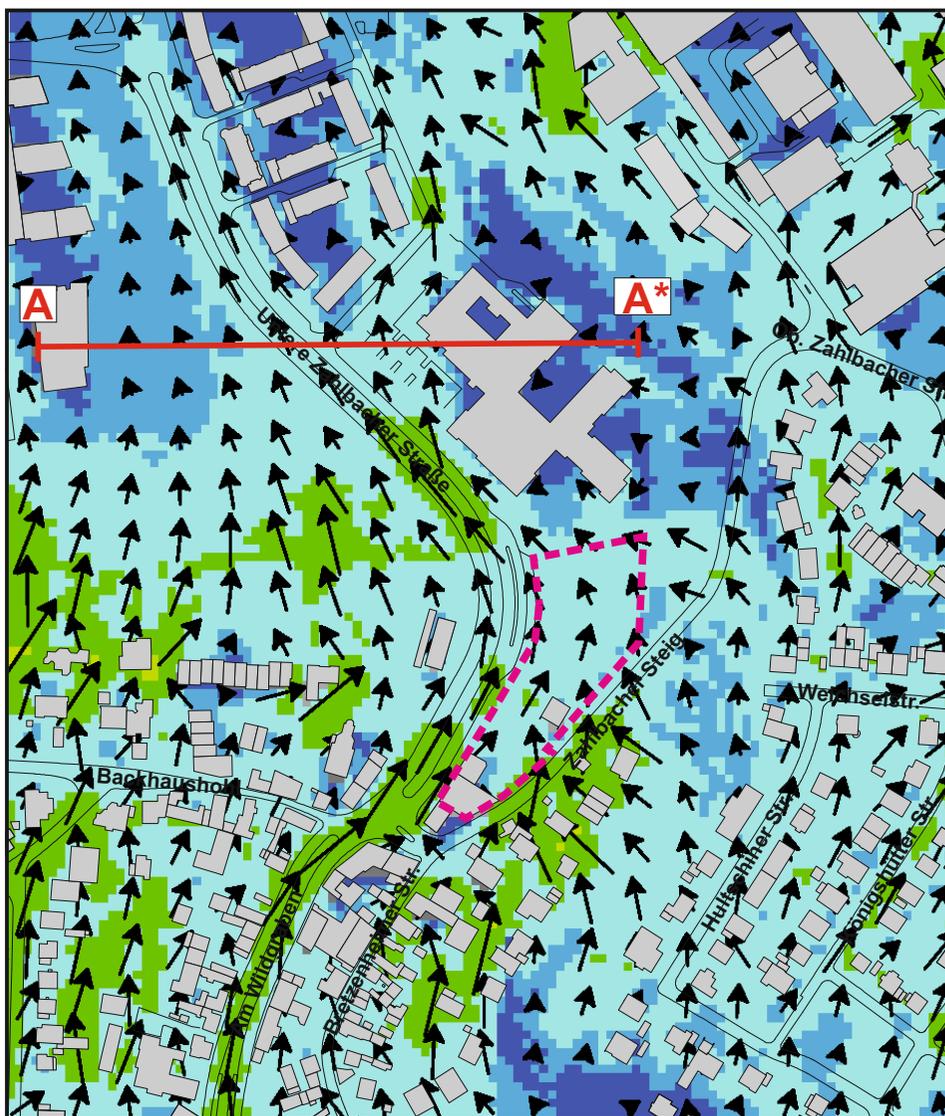
gebäudebedingte
Barrierewirkung

Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



M.:
0 200 800 m

**Abb. 15.1 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Ist-Zustand
Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung**



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

 Planungsgebiet

**Kaltluftfließgeschwindigkeit
in m/s**

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

Abfließender Kaltluftvolumenstrom
über das Profil A - A*: 1.548 m³/s

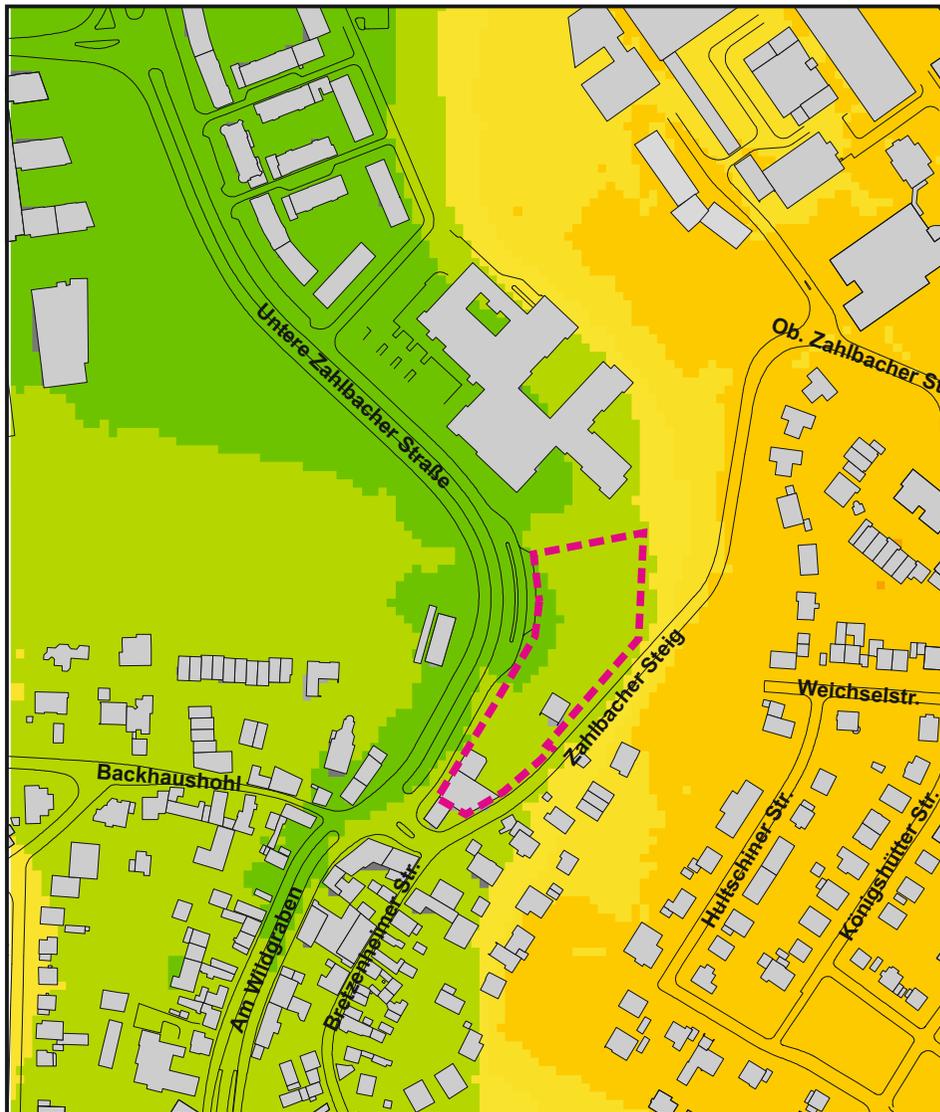


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



M.:  0 50 200 m

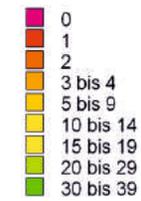
Abb. 15.2 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Ist-Zustand Kaltluftmächtigkeit, 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

 Planungsgebiet

Kaltluftfließmächtigkeit in m

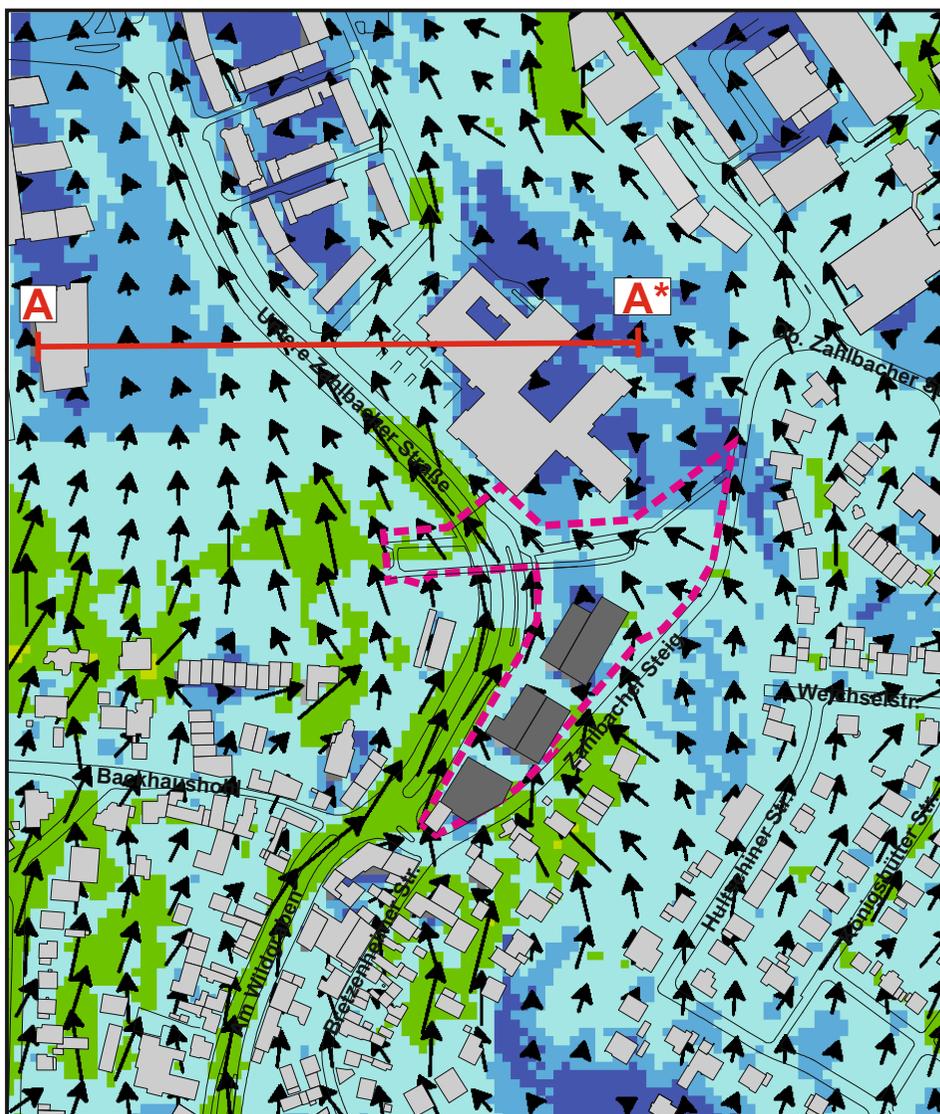


Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz



ÖKOPLANA

Abb. 16.1 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 1
Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

-  Planungsgebiet
-  potenzielle Bebauung

Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

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

Abfließender Kaltluftvolumenstrom über das Profil A - A*: 1.523 m³/s



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz



Abb. 16.2 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 1
Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit gegenüber dem Ist-Zustand 2 m ü.G.,
6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

-  Planungsgebiet
-  potenzielle Bebauung

Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

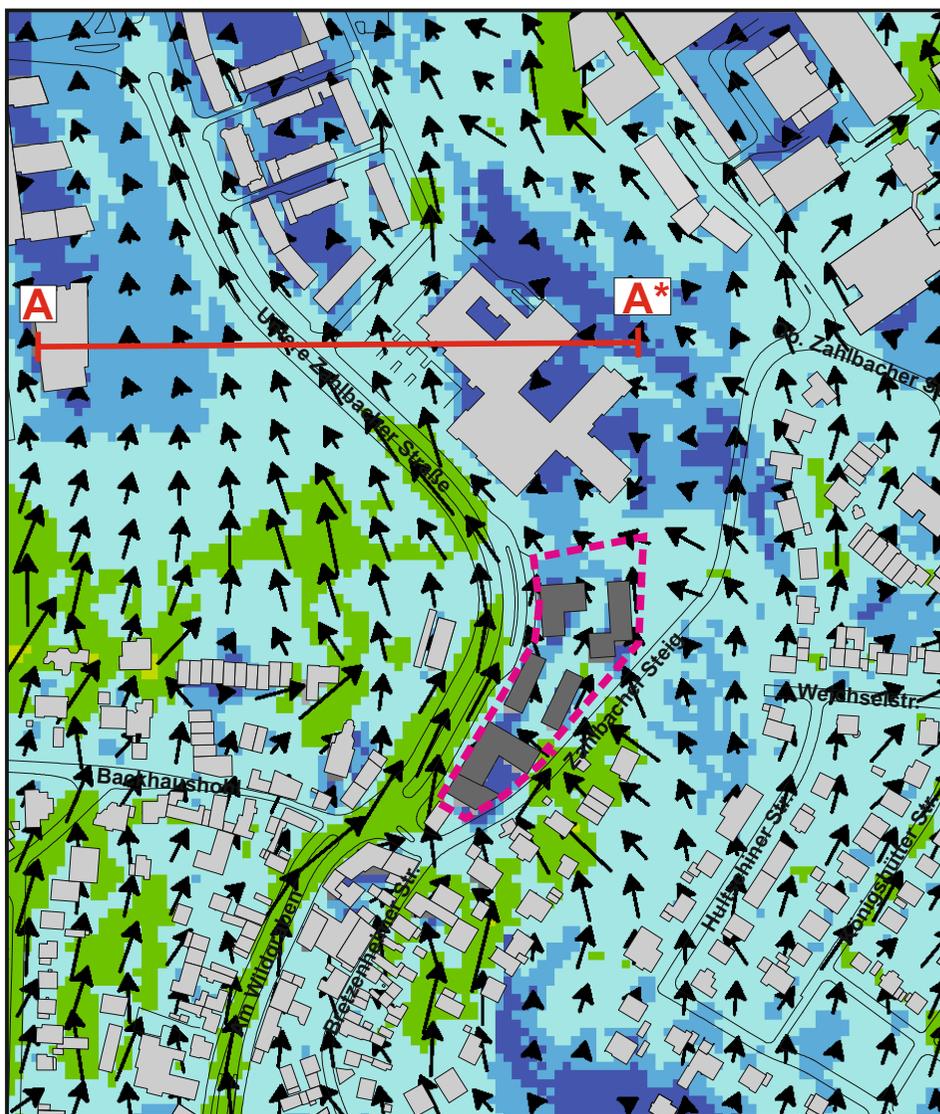
-  ueber -1,0 bis -0,5
-  ueber -0,5 bis -0,2
-  ueber -0,2 bis -0,1
-  ueber -0,1 bis -0,05
-  ueber -0,05 bis 0,05
-  ueber 0,05 bis 0,1
-  ueber 0,1 bis 0,2
-  ueber 0,2 bis 0,5



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz



Abb. 17.1 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 2
Kaltluftfließgeschwindigkeit 2 m ü.G., 6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

-  Planungsgebiet
-  potenzielle Bebauung

Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

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

Abfließender Kaltluftvolumenstrom über das Profil A - A*: 1.519 m³/s



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz



Abb. 17.2 Ergebnisse mesoskaliger Kaltluftabflusssimulationen, Plan-Zustand 2
Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit gegenüber dem Ist-Zustand 2 m ü.G.,
6 Stunden nach einsetzender Kaltluftbildung



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

-  Planungsgebiet
-  potenzielle Bebauung

Zu- bzw. Abnahme der Kaltluftfließgeschwindigkeit in m/s

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



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz



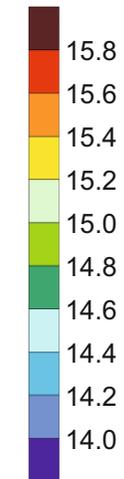
Abb. 18 Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Ist-Zustand
Lufttemperatur 2 m ü.G., Nachtsituation (02:00 Uhr)



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz

 Planungsgebiet

Lufttemperatur
in °C



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

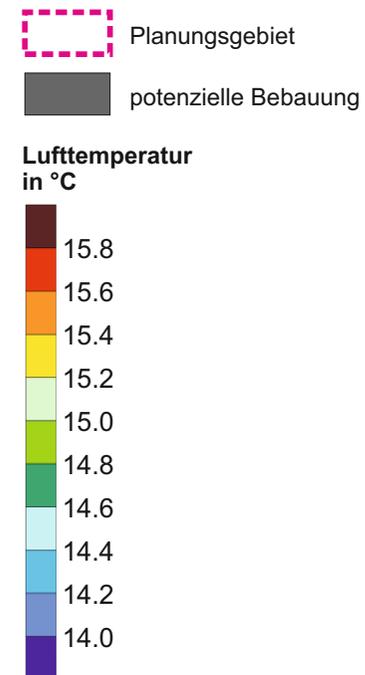


ÖKOPLANA

**Abb. 19.1 Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 1
Lufttemperatur 2 m ü.G., Nachtsituation (02:00 Uhr)**



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Projekt:
Klimagutachten zum Bebauungsplan
„Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
der Landeshauptstadt Mainz

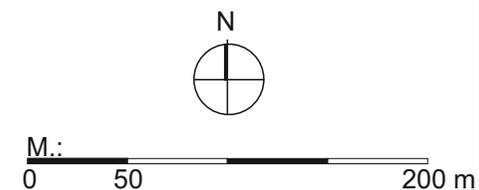
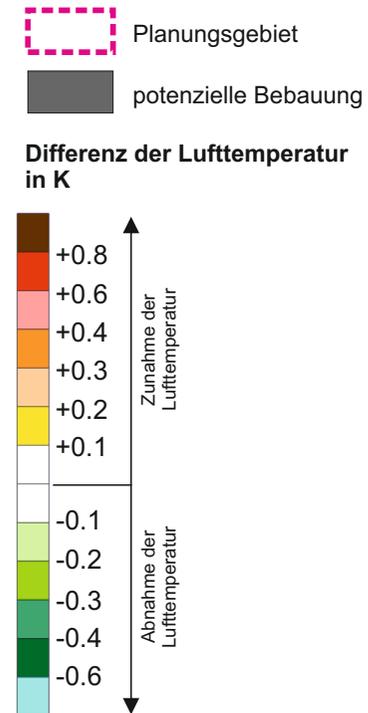


Abb. 19.2 Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 1
Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. gegenüber dem Ist-Zustand, Nachtsituation (02:00 Uhr)



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz

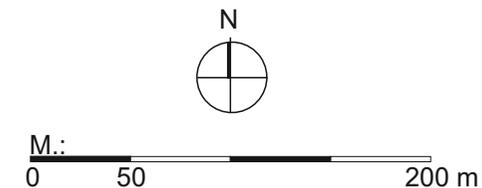
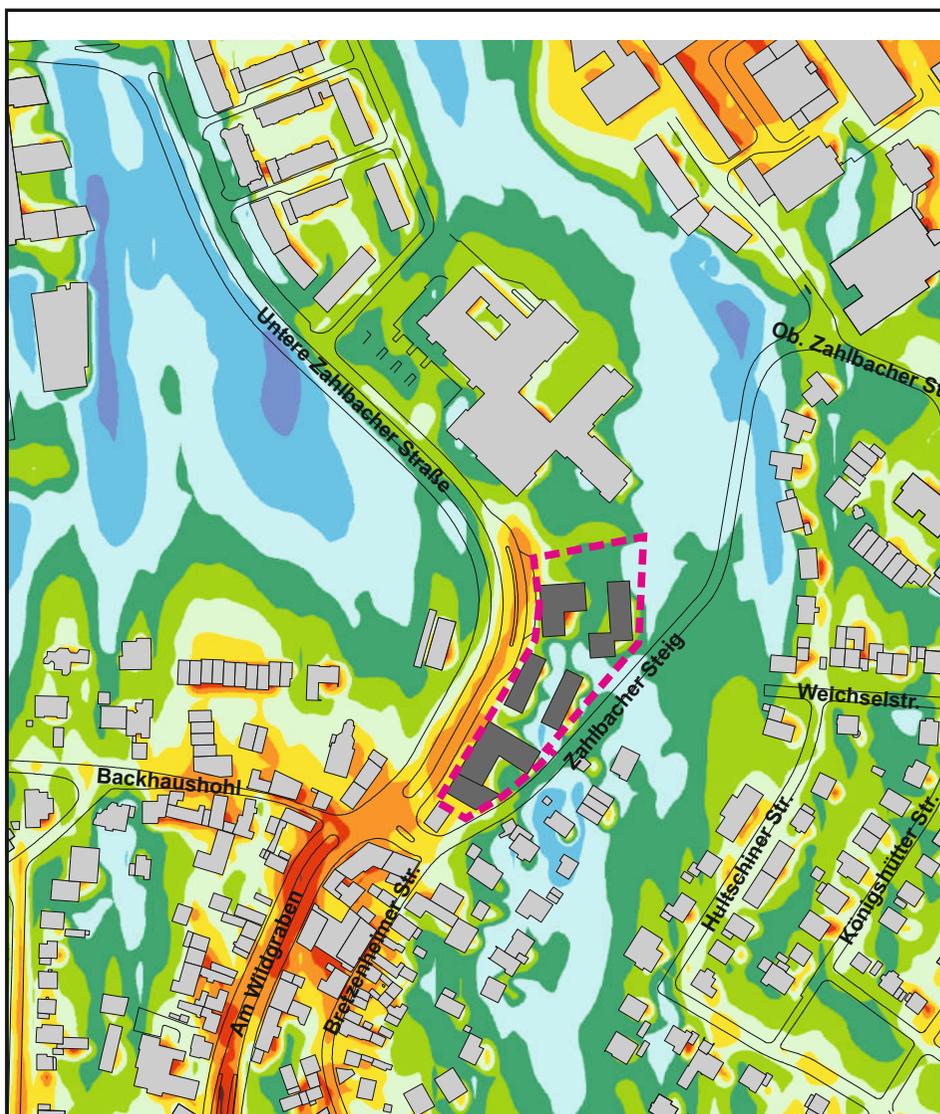
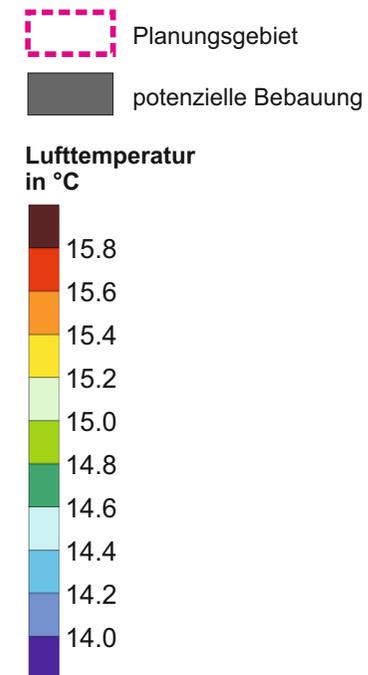


Abb. 20.1 Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 2
 Lufttemperatur 2 m ü.G., Nachtsituation (02:00 Uhr)



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz

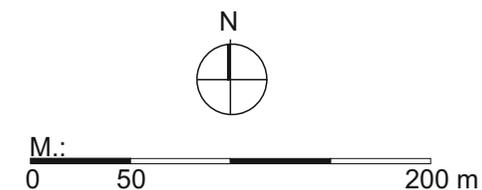
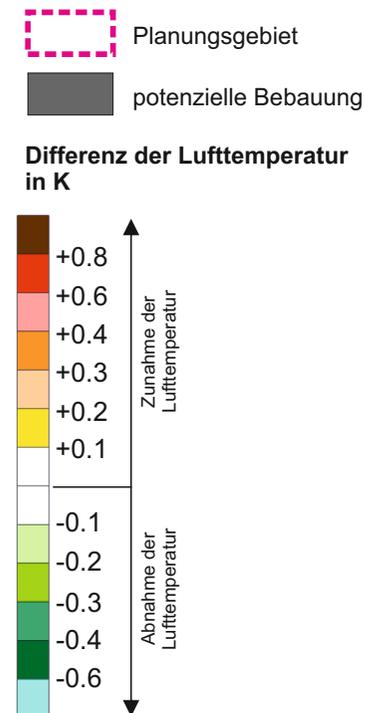


Abb. 20.2 Ergebnisse von Lufttemperatursimulationen, Plan-Zustand 2
Veränderung der Lufttemperatur 2 m ü.G. gegenüber dem Ist-Zustand, Nachtsituation (02:00 Uhr)



Kartengrundlage und DGM_5 bereitgestellt von der Landeshauptstadt Mainz



Projekt:
 Klimagutachten zum Bebauungsplan
 „Untere Zahlbacher Straße (O 69)“ in
 der Landeshauptstadt Mainz

