

ÖKOPLANA

KLIMAÖKOLOGIE
LUFTHYGIENE
UMWELTPLANUNG

KLIMASTUDIE ZUR GEPLANTEN UMGESTALTUNG DES ALTEN MESSPLATZES IN MANNHEIM

Auftraggeber:



Stadt Mannheim

Fachbereich Städtebau

Postfach 10 00 35

68133 Mannheim

Bearbeitet von:

Dipl.-Geogr. Achim Burst
Dr. Richard Seitz

unter Mitarbeit von:

Dr. Sonja Burst

Mannheim, den 17. Januar 2003

ÖKOPLANA GbR
Seckenheimer Hauptstraße 98
68239 Mannheim
Telefon: 0621/474626 · Telefax 475277
E-Mail: seitz.oeokoplana@t-online.de

Geschäftsführer:
Dr. rer. nat. Richard Seitz
Dipl.-Geogr. Achim Burst

www.oeokoplana.de

Deutsche Bank Mannheim
Kto.-Nr. 0 460 600
BLZ 670 700 24

Inhalt	Seite
1. Problemstellung und angewandte Untersuchungsmethoden.....	1
2. Klimaökologische Funktionsabläufe.....	2
2.1 Strömungsgeschehen und Ventilation.....	2
2.2 Thermische Situation.....	5
2.2.1 Thermalkartierung Mannheim 1999.....	6
2.2.2 Verteilung der Lufttemperatur nach Messfahrten im Umfeld des Planungsgebietes "Alter Messplatz".....	8
2.3 Zusammenfassende Darstellung der klimaökologischen Funktionsabläufe im Planungsgebiet "Alter Messplatz" und in dessen Umfeld.....	11
3. Numerische Modellrechnungen zur Abschätzung der klimaökologischen Auswirkungen verschiedener Planungsentwürfe.....	14
3.1 Luftströmungen aus Südsüdwesten (Tagsituation).....	16
3.2 Luftströmungen aus Südsüdosten (Nachtsituation).....	19
4. Zusammenfassende Bewertung der Planungsentwürfe und Planungsempfehlungen.....	20
5. Literatur.....	22

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Bebauungsplangebiet Nr. 31.1/22 "Umgestaltung Alter Messplatz"
- Abb. 2:** Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit, Zeitraum: August 1982 - August 1984, alle Tage
- Abb. 3.1:** Standorte der Klimamessstationen (Mai/Juni 1981)
- Abb. 3.2:** Strömungsanalyse ausgewählter Windrichtungen, Zeitraum : Mai/Juni 1981
- Abb. 4:** Thermalaufnahme von 1999, Abendbefliegung
- Abb. 5:** Isothermenkarte 24.08.2001, 23:00 Uhr
- Abb. 6:** Isothermenkarte 25.08.2001, 05:00 Uhr
- Abb. 7:** Profile der Lufttemperatur nach Messfahrten am 24.-25. August 2001
- Abb. 8:** Messprofile - 12. Juni 1981
- Abb. 9:** Profile der Lufttemperatur nach Messgängen am 12. Juni 1981, 00:30 Uhr
- Abb. 10:** Planungsentwurf Alter Messplatz - einzelne Baufelder
- Abb. 11:** Planungsentwurf Alter Messplatz - Baufeld Supermarkt - Variante mit max. zwei Geschossen
- Abb. 12:** Planungsentwurf Alter Messplatz - Baufeld Supermarkt - Variante Supermarkt/Wohnen
- Abb. 13:** Planungsentwurf Alter Messplatz - Baufeld Platzhaus / Alter Messplatz
- Abb. 14:** Planungsentwurf Alter Messplatz - Baufeld Turm
- Abb. 15:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 16:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Ist-Zustand / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 17:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).

- Abb. 18:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 1 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 19:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 1 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 20:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 1/ Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 21** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 2 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 22:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 2 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 23:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 2/ Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 24:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 25:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Ist-Zustand / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 26:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 27:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 1 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 28:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 1 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 29:** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 1/ Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).
- Abb. 30** Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 2 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).

Abb. 31: Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 2 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).

Abb. 32: Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation. Plan-Zustand 2/ Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s (10 m ü.G.).

KLIMASTUDIE ZUR GEPLANTEN UMGESTALTUNG DES ALTEN MESSPLATZES IN MANNHEIM

1. Problemstellung und angewandte Untersuchungsmethoden

Im Zuge der geplanten städtebaulichen Aufwertung der Kurpfalzachse zwischen Schloss und Altem Messplatz ist eine Neugestaltung des Alten Messplatzes vorgesehen - Bebauungsplanverfahren "Umgestaltung Alter Messplatz"/Bebauungsplan Nr. 3.1/22. Ziel ist es, durch eine veränderte Verkehrsführung und attraktive Platzgestaltung diesen innerstädtischen Freiraum aufzuwerten (Lageplan, **Abbildung 1**).

Die klimaökologische Situation im Planungsgebiet nördlich des Neckars wird wesentlich durch die direkte Lagebeziehung zum Neckar geprägt, der die Neckarstadt von den Mannheimer Quadraten trennt. Nach Erkenntnissen vorliegender Untersuchungen¹ erbringen die innerstädtischen Freiflächen/Plätze (Neckar/Neckarvorland, Alter Messplatz) vorwiegend passive klimaökologische Leistungen. Die passive Wirkung der Freiflächen und Plätze besteht darin, dass Luftströmungen überregionalen, regionalen und lokalen Ursprungs bodennah durchgreifen können und in der angrenzenden Bebauung eine Intensivierung der Ventilation bewirken. Im Bereich des Alten Messplatzes kommt hierbei den südöstlichen bis südwestlichen Luftströmungen besondere Bedeutung zu, da diese sowohl bioklimatisch als auch lufthygienisch entlastend wirken. Die aktive Wirkung des Neckarvorlandes, d.h. die Entstehung eines thermisch weiterreichenden Kaltluftpotenzials, tritt zwischen der Jungbuschbrücke und Friedrich-Ebert-Brücke weitgehend hinter der passiven Wirkung zurück, da die Kaltluftproduktionsrate der in diesem Abschnitt vorhandenen Grünflächen gegenüber den überbauten Bereichen zu gering ist.

Für das Klimageschehen im Planungsgebiet "Alter Messplatz" und dessen Umfeld ist neben der direkten Lage am Strömungskorridor "Neckar" auch die kleinräumige Bau- und Flächennutzungsstruktur von Bedeutung. Als kleinste Einheiten bestimmen wesentlich Baukörper (Bauweise und Oberflächenmaterialien), Straßenräume sowie Freiräume, die sich zwischen Baukörpern oder in-

¹ ÖKOPLANA (2001): Flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur in Mannheim – Temperaturmessfahrten am 24.-25.08.2001. Mannheim.

ÖKOPLANA (1981): Beurteilung der klimaökologischen Folgeerscheinungen einer Bebauungsänderung im Bereich "Alter Messplatz". Mannheim.

FEZER, F. (1974): Stellungnahme zur Einrichtung von Parkplätzen auf dem Neckarvorland. Heidelberg.

nerhalb von Baublöcken befinden, die ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe. Ein Zusammenspiel dieser Faktoren bewirkt, dass innerhalb unterschiedlicher Baustrukturen und Flächennutzungstypen kleinräumige klimaökologische Modifikationen auftreten, die in ihrer Summenwirkung über den Ort ihres Entstehens hinauswirken.

Zur klimaökologischen Bewertung von Planungsentwürfen und zur Erarbeitung stadtklimatisch relevanter Planungsempfehlungen wurde eine Bestandsaufnahme der ortsspezifischen klimaökologischen Funktionsabläufe vorgenommen. Neben der Analyse vorhandener Klimadaten dienten umfangreiche numerische Modellrechnungen dazu, genauere Kenntnisse über die Auswirkungen einer modifizierten Bebauungsstruktur im Bereich des Alten Messplatzes auf das lokale Klimageschehen zu erlangen.

Die Klimastudie ist demnach wie folgt gegliedert:

- a) Beschreibung der klimaökologischen Funktionsabläufe im Planungsgebiet und dessen Umfeld auf Grundlage vorhandener Klimadaten (Kap. 2),
- b) Numerische Modellrechnungen zur Simulation des Einflusses geplanter Baukörper auf die ortsspezifische klimatische Situation (Kap. 3),
- c) Zusammenfassung, Bewertung und Planungsempfehlungen (Kap. 4).

2. Klimaökologische Funktionsabläufe

2.1. Strömungsgeschehen und Ventilation

Zur Beurteilung des ortsspezifischen Strömungs- und Ventilationsgeschehens im Planungsgebiet "Alter Messplatz" und in dessen Umfeld wurde auf Winddaten der Messzeiträume August 1982 - August 1984² und Mai/Juni 1981 zurückgegriffen.

Die Windverteilung in Mannheim ist durch die großräumige Leitlinienwirkung des Rheingrabens geprägt, wobei sich vermehrt nördliche und südliche Richtungen einstellen. Im Süden und Südosten des Stadtgebietes wirken sich an Strahlungstagen zudem ortsspezifische Regional-/Lokalströmungen aus, die ihre Entstehung thermischen Effekten und der kleinräumigen Leitlinienwirkung der Bebauung verdanken und auch im Planungsgebiet "Alter Messplatz" das bodennahe Ventilationsgeschehen zeitweise noch mitbestimmen.

² aus: ÖKOPLANA (1986): Klimaökologische Untersuchung Mannheim-Südost. Mannheim.

Ausgeprägte Temperaturunterschiede zwischen Freiland und Bebauung begünstigen im Verlauf windschwacher Strahlungswetterlagen die Entstehung lokaler Luftströmungen, die sich als messbare Strömungen über kühleren Freiräumen zu den Zentren der Überwärmung gerichtet entwickeln. Die Intensität dieser Lokalströmungen ist einerseits vom Temperaturunterschied Freiland - Bebauung (Druckausgleich zwischen höherem Luftdruck des kühleren Freilandes und niedrigerem Luftdruck der wärmeren Bebauung) und andererseits von der Oberflächenbeschaffenheit (Bodenrauigkeit) des Entstehungsgebietes abhängig.

Für das Stadtgebiet Mannheim sind derartige Lokalströmungen hinsichtlich der thermisch/lufthygienischen Gegebenheiten von Bedeutung. Die Mächtigkeit dieser Ausgleichsströmungen schwankt zwischen wenigen Metern und mehreren Dekametern. Die meist schubartigen Strömungen erreichen Geschwindigkeiten von ca. 0.5 - 1.5 m/s. Wirken diese Lokalströmungen mit Regionalströmungen größerer Reichweite oder wetterlagenbedingten Luftströmungen geringer Geschwindigkeit zusammen, so kommt es zu einer Intensivierung des Luftaustausches im Bereich der Bebauung.

Die **Abbildung 2** beschreibt die Struktur und Komplexität des bodennahen Strömungsgeschehens im Mannheimer Stadtgebiet.

Das großräumige Strömungsgeschehen wird durch die Freilandstation *Flugplatz* charakterisiert. Anhand des Datenkollektives "alle Tage, August 1982 - August 1984" erkennt man tagsüber deutlich zwei vorherrschende Windrichtungen. Ca. 43% der am Tag gemessenen Windrichtungen werden in den süd-südöstlichen bis südsüdwestlichen Sektoren gemessen. Als Sekundärmaximum treten nordnordwestliche bis nordnordöstliche Luftströmungen auf (ca. 25% der Tagstunden). Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3.6 m/s, was eine intensive bodennahe Durchlüftung ermöglicht.

Auch im Stadtzentrum von Mannheim (Station *Feuerwache*) überwiegen südliche und nördliche Strömungsrichtungen. Innerhalb der Bebauung ist die mittlere Windgeschwindigkeit jedoch aufgrund der erhöhten Oberflächenrauigkeit z.T. deutlich reduziert. So werden auf dem Dach des *Karl-Friedrich-Gymnasiums* gegenüber der Station *Flugplatz* am Tag um ca. 33% niedrigere mittlere Windgeschwindigkeiten registriert.

An der *Feuerwache* beträgt die Windgeschwindigkeitsreduktion gegenüber der Station *Flugplatz* nur ca. 20 %. Dies unterstreicht, dass stadtinterne Freiräume, wie beispielsweise die benachbarten Bahnanlagen oder der Neckar/Neckarkanal als stadtinterne Belüftungsbahnen funktionieren, über welchen der Höhenwind bodennah durchgreifen kann und für die angrenzende Bebauung wesentliche Ventilationseffekte bewirkt. Stadtinterne **Plätze** (Alter Mess-

platz), die sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu derartigen Ventilationsbahnen befinden, fungieren dabei als Bindeglied zwischen Ventilationsbahn und Bebauung.

Auch nach Sonnenuntergang bleibt die ventilationsfördernde Wirkung derartiger Strömungsleitlinien erhalten. Während am *Karl-Friedrich-Gymnasium* gegenüber der Station *Flugplatz* um ca. 30% niedrigere Windgeschwindigkeitsmittel gemessen werden, ist die Windreduktion im Bereich der *Feuerwache* auf ca. 15% begrenzt.

Das kleinräumige Strömungsgeschehen am Alten Messplatz wird durch die **Abbildung 3.2** dokumentiert.

Ausgehend von den Messdaten des Zeitraumes Mai/Juni 1981 wird nachfolgend das Richtungs- und Geschwindigkeitsverhalten der Luftströmungen im Planungsgebiet und in dessen Umfeld näher analysiert.

Die Breite des Windrosensektors gibt die Anströmungsrichtung und die Länge den prozentualen Anteil der Windgeschwindigkeit bezogen auf die Referenzstation *Messplatz-Dach* (vgl. **Abbildung 3.1**) wieder. Die richtungsbezogenen Geschwindigkeitswerte dieser Messstation entsprechen jeweils 100%.

Die Windaufzeichnungen zeigen, dass auf dem Alten Messplatz (6 m ü.G.) die mittlere Windgeschwindigkeit gegenüber dem Dachniveau (20 m ü.G.) in allen Richtungssektoren auf ca. 70 - 80% reduziert ist.

Vergleicht man die Winddaten der Station *Messplatz-Dach* mit den Aufzeichnungen der Station *Felina* im Zentrum der Bebauung Neckarstadt und der Station *Nürnbergstraße* am Übergang des nördlichen Bebauungsrandes zum Herzogenriedpark, so fällt auf, dass die mittlere Windgeschwindigkeit an der Station *Nürnbergstraße* bei westlichen und nördlichen Luftströmungen etwas höher ist als am Messstandort *Messplatz-Dach*. Dieser Effekt ist an der *Nürnbergstraße* bei nördlichen Strömungen auf den offeneren Lufteintritt über Herzogenriedpark und Neuem Messplatz zurückzuführen. Bei westlichen Luftströmungen begünstigt einerseits der West-Ost-Verlauf der Carl-Benz-Straße und andererseits die etwas niedrigere Wohnbebauung im Stationsumfeld das ortsspezifische Ventilationsgeschehen.

Im Bereich der Station *Felina* ist der Positiveffekt des Herzogenriedparks bezüglich des Ventilationsgeschehens bereits deutlich abgeschwächt. Bei nördlicher Anströmung ist die mittlere Windgeschwindigkeit gegenüber dem Messstandort *Nürnbergstraße* um 0.4 m/s reduziert.

Günstiger stellt sich die Strömungssituation im Bereich der Station *Messplatz-Dach* dar. Bei nördlichen Windrichtungen führt der freie Strömungsausstritt über den Alten Messplatz und den Neckar zu Windbeschleunigungen, was die Bedeutung stadtinterner Freiflächen für das städtische Windfeld unterstreicht.

Auffallend günstig stellt sich das bodennahe Ventilationsgeschehen am Alten Messplatz bei Winden aus südlichen Richtungssektoren dar. Gegenüber der Station *Felina* (20 m ü.G.) werden am Alten Messplatz (6 m ü.G.) um 0.2 m/s höhere Windgeschwindigkeiten registriert, was den klimaökologischen Positiv-effekt der direkten Lagebeziehung zum Strömungskorridor Neckar belegt.

Die Bedeutung des Planungsgebietes "Alter Messplatz" nördlich des Neckars liegt demnach in seiner Funktion als Übergangsbereich zwischen stadtinterner Ventilationsbahn (Neckar) und dichter städtischer Blockbebauung (Neckar-stadt). Dieser klimaökologische Gunsteffekt ist dauerhaft zu erhalten. Bei fehlenden großzügigen Verknüpfungspunkten zwischen Freiräumen und Bebauung wird die bodennahe Ventilation empfindlich reduziert. Folgen sind erhöhte bioklimatische und lufthygienische Belastungen.

2.2 Thermische Situation

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

Zur Beurteilung der thermischen Situation im Planungsgebiet und dessen Umfeld wurden die Thermalaufnahme von 1999³ sowie vorliegende Ergebnisse von Temperaturmessfahrten⁴ ausgewertet.

Bei klimaökologisch relevanten, windschwachen Strahlungswetterlagen (im langjährigen Mittel ca. 25-30% der Tage im Jahr) ergeben sich im Untersuchungsraum lokalklimatische Differenzierungen. Typisch für diese Situationen ist, dass sich in der Bebauung verminderte Ventilation (→ Tendenz zu lufthygienischen Belastungen) und durch die Aufheizung von Baukörpern und befestigten Flächen starke Erwärmung und Wärmestaus (→ Tendenz zu bioklimati-

³ STEINICKE UND STREIFENEDER (2000): Thermalscannerbefliegung Mannheim, Freiburg i. Br.

⁴ ÖKOPLANA (1981): Beurteilung der klimaökologischen Folgeerscheinungen einer Bebauungsänderung im Bereich "Alter Messplatz". Mannheim.

ÖKOPLANA (2002): Flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur in Mannheim - Temperaturmessfahrten am 24.-25.08.2001. Mannheim.

schen Belastungen) einstellen. Nach Sonnenuntergang kommt es innerhalb der Bebauung zu verzögerter Abkühlung, im Freiland und über ausgedehnten Grünflächen (z.B. Luisenpark) hingegen zu intensiver Kaltluftproduktion vegetationsbedeckter Flächen und zur Ausbildung stabiler Luftschichtung (Bodeninversionen).

Sowohl bei Tag als auch verstärkt in der Nacht stellen sich relief- und flächennutzungsbedingt Temperaturunterschiede ein, wobei zur Zeit der nächtlichen Abkühlungsphase im Planungsgebiet und dessen Umfeld zwischen kühlest und wärmsten Bereichen (Neckarvorland ↔ Neckarstadt-Zentrum) Temperaturunterschiede bis ca. 3.5°C auftreten. Zwischen den Mannheimer Quadraten (H1/H3) und dem Alten Messplatz wurden Lufttemperaturunterschiede bis ca. 2.0°C registriert.

Zur Verdeutlichung der klimaökologischen Funktionsabläufe wird zunächst ein Ausschnitt der Thermalkartierung Mannheim von 1999 dargestellt. Sie vermittelt einen Eindruck vom thermischen Verhalten der unterschiedlichen Flächennutzungsstrukturen im Planungsumfeld.

Zur vertiefenden Analyse der ortsspezifischen Situation erfolgt anschließend eine Diskussion ausgewählter Profile der Lufttemperatur.

2.2.1 Thermalkartierung Mannheim 1999

Abbildung 4 verdeutlicht das unterschiedliche Temperaturverhalten verschiedener Flächennutzungsstrukturen anhand von Ergebnissen der Abendbefliegung.

[Die Temperaturspanne reicht von Dunkelrot (> 23 °C) über Gelb bis Dunkelgrün (14 °C)]

Im Allgemeinen sind Temperaturanomalien (vom Mittel abweichendes Temperaturverhalten) an bestimmte Flächennutzungsstrukturen gebunden, die mit ihrem spezifischen thermischen Verhalten den Wärmegehalt der unteren Luftmassen ändern. Eine entscheidende Bedeutung kommt auch der Größe einer Fläche mit einem ihr eigenen Oberflächentemperaturverhalten zu. Ausgedehnte Areale mit hohen Oberflächentemperaturen besitzen einen entsprechend stärkeren Einfluss auf das Lokalklima als punkthafte "Wärmequellen".

Die Bebauung im Stadtteil Neckarstadt ist durch geschlossene Blockrandbebauung mit hohem Versiegelungsgrad charakterisiert. Tagsüber heizen sich vor

allem offene, versiegelte Plätze (Alter Messplatz, Parkierungsflächen am Neumarkt), unbeschattete Straßenzüge sowie Dachflächen intensiv auf. Während die Dachflächen nach Sonnenuntergang infolge freier Ausstrahlung jedoch vergleichsweise rasch abkühlen, treten große Straßenzüge (Waldhofstraße, Schafweide) und der Alte Messplatz mit ihrer warmen Asphaltdecke in der Thermalkarte deutlich überwärmt hervor. Hier macht sich neben der hohen Wärmekapazität versiegelter Flächen zudem der Strahlungseinfluss der umgebenden Hauswände sowie die Horizontabschirmung bemerkbar. Unmittelbare Folge der flächenhaft hohen Oberflächentemperaturen ist eine Überwärmung der bodennahen Luftschichten, falls ein direkter räumlicher Bezug zu klimaökologischen Gunsträumen (z.B. Neckarvorland) fehlt → vgl. Ergebnisse der Temperaturmessfahrten.

Anhand der Thermalkartierung fällt das geringe mittlere Temperaturniveau im Dachniveau größerer Gebäude auf (H.-Lanz-Schule, Carl-Benz-Schule). Die geringe Wärmekapazität der Flachdächer lässt sich auf eine vergleichsweise kleine wärmeleitende Masse zurückführen, die sich aus den allgemein verwendeten Dachmaterialien ergibt (z.B. Dachpappe). Im Gegensatz zu versiegelten Bodenoberflächen fehlt den Dachflächen ein Unterbau, in den die tagsüber aufgenommene Energie durch Wärmeleitung abgeführt werden kann.

Das Neckarvorland (Wiesen, locker angeordnete Bäume) weist ein sog. "Parkklima" auf, dessen wesentliche Kennzeichen nächtliche Kaltluftproduktion, hohe Verdunstungsraten und Filterfunktion (Aerosolbindung) sind. Die Reichweite der klimaökologischen Positivwirkungen ist aufgrund der nur schmalen Uferzone (Breite ca. 70 m) und der relativen Tieflage des Geländes weitgehend auf die unmittelbar angrenzende Bebauung entlang der Dammstraße begrenzt.

Die relativ hohe nächtliche Oberflächentemperatur im Bereich der Grünflächen zwischen Dammstraße und Neckarwiesen ist auf den dortigen Baumbestand zurückzuführen. Im Thermalbild erscheinen Gehölzgruppen relativ warm, da nicht der kühlere Stammraum, sondern der wärmere Kronenraum vom IR-Scanner abgetastet wird.

Die Wasserflächen des Neckars sind thermisch träge und bilden sich in der Thermalbildaufnahme relativ warm ab. Wesentliche klimaökologische Positiveffekte gehen von der Wasserfläche vor allem über die geringe Oberflächenausstrahlung und die hieraus resultierende intensive Ventilation aus.

2.2.2 Verteilung der Lufttemperatur nach Messfahrten im Umfeld des Planungsgebietes "Alter Messplatz"

Eine Analyse der Temperaturverteilung erfolgt vorwiegend nach Sonnenuntergang, da sich im Verlauf der nächtlichen Abkühlungsphase die durch unterschiedliche Flächennutzung bzw. Oberflächenmaterialien (vegetationsbedeckte Oberflächen bzw. Baukörper) bedingten thermischen Unterschiede am deutlichsten ausbilden. Abhängig von der Flächennutzung, der Lagebeziehung zu klimaökologisch wirksamen Ausgleichsräumen und dem Geländere relief bilden sich nach Sonnenuntergang wärmere und kühlere Bereiche. Hierfür ist sowohl die kleinräumige als auch die großräumigere (regionaler Maßstab) Kaltluftentstehung und Kaltluftbewegung von wesentlicher Bedeutung.

Bereits vor Sonnenuntergang beginnen sich die Bodenoberfläche sowie die darauf befindlichen Materialien und damit auch die darüber liegenden Luftschichten abzukühlen. Über Vegetationsflächen (z.B. Wiesen, Ackerflächen) ist diese Abkühlung besonders intensiv. In ebenem Gelände stagniert die so entstehende Kaltluft größtenteils am Ort ihrer Entstehung, wenn sie nicht durch eine Luftströmung höherer Geschwindigkeit ausgeräumt wird.

Die flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur wird dabei zum Indiz für diese Erscheinungen und für die klimaökologische Leistungsfähigkeit der Freiflächen und Freiräume.

Die Isothermenkarten (**Abbildungen 5 und 6**) zeigen die flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur während einer klimaökologisch relevanten Strahlungswetterlage (24.-25.08.2001). Das Messfahrtprofil zwischen Handelshafen, Jungbusch und Neckarstadt (**Abbildung 7**) ergänzt die Darstellung der ortsspezifischen thermischen Situation.

In der Darstellung der Lufttemperaturverteilung markiert die jeweilige Isotherme (Linie gleicher Lufttemperatur) den Übergang zu einem anderen Temperaturwert. Im vorliegenden Fall umfasst die Fläche zwischen zwei Isothermen eine Änderung der Lufttemperatur von 1.0°C.

Während der vorliegenden Messfahrten wurden zwischen dem Planungsgebiet "Alter Messplatz" und den wärmeren Mannheimer Quadraten Lufttemperaturunterschiede bis ca. 2.0°C gemessen.

Auf der Isothermenkarte von 20:00 Uhr lassen sich deutlich die lage- und flächennutzungsbedingten thermischen Unterschiede erkennen.

Bei vorherrschenden südöstlichen Winden⁵ fällt der Verlauf der Isothermen im Bereich des Neckars/Neckarvorlandes auf. Hier reichen die Grünflächen weit in das Stadtgebiet hinein, was sich durch vergleichsweise niedrige Lufttemperaturen bemerkbar macht. Die räumliche Verknüpfung des Neckarvorlandes mit dem Luisenpark, dem Hauptfriedhof und den Sportanlagen nördlich des Neckarkanals bildet dabei einen wesentlichen thermischen Gunstfaktor.

Zwischen Kurpfalzbrücke und Jungbuschbrücke fehlt entlang des Neckars ein derartiger direkter räumlicher Bezug zu ausgedehnten klimaökologischen Ausgleichsräumen (Grünflächen), so dass sich hier die "Wärmeinsel" der Mannheimer Quadrate bis an das südliche Neckarufer hin ausdehnt. Die Kaltluftproduktionsrate der Wiesen im Bereich des Neckarvorlandes (nördlicher Uferbereich) sowie intensivere Ventilation entlang des Strömungskorridors Neckar reichen jedoch aus, um zwischen den Mannheimer Quadraten und der Neckarstadt die Entstehung eines durchgängigen Wärmebandes zu vermeiden.

In der zweiten Nachthälfte (05:00 Uhr) wird die thermische Situation in der Neckarstadt zunehmend vom Herzogenriedpark her positiv beeinflusst (Grünzug Nord: Käfertaler Wald - Kleingärten im Bereich Sellweiden - Freiräume im Bereich der Radrennbahn - Herzogenriedpark). Die klimatische Gunstwirkung reicht jedoch aufgrund der dichten Blockbebauung in der Neckarstadt nicht bis zum Alten Messplatz, so dass den dortigen Frei- und Grünflächen erhöhte klimaökologische Bedeutung beizumessen ist.

Die kleinräumigen thermischen Verhältnisse im Planungsgebiet und dessen Umfeld werden durch die Lufttemperaturprofile von 1981 verdeutlicht (**Abbildungen 8 und 9**).

Das Messfahrtprofil innerhalb der Bebauung (Grün) führt von der Dammstraße über die Alphornstraße und die Mittelstraße zum Alten Messplatz. Von dort folgt die Messstrecke der Schafweide bis zur H.-Lanz-Schule. Das Profil endet am H.-Heimerich-Ufer.

Der Messgang entlang des Neckarvorlandes (Blau) beginnt unterhalb der Lutherkirche und führt bis zur Kurpfalzbrücke. Östlich der Kurpfalzbrücke folgt das Profil der Neckarpromenade und endet an der Fr.-Ebert-Brücke.

Das Temperaturprofil entlang des Neckarvorlandes hebt sich deutlich von dem Profil innerhalb der Bebauung ab. Der Einfluss der verstärkt abkühlenden Grünflächen drückt sich in bis zu 3,6°C niedrigeren Werten aus (Differenz zwi-

⁵ siehe Abbildungen 3.1 - 3.3 in: ÖKOPLANA (2002): Flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur in Mannheim - Temperaturmessfahrten am 24.-25.08.2001, Mannheim.

schen Mittelstraße und Neckarvorland). Die niedrigsten Lufttemperaturen (ca. 18.5°C) werden unterhalb der Lutherkirche und der H.-Lanz-Schule gemessen. Zwischen Neckarvorland und der Kurpfalzbrücke/Neckarpromenade (Messpunkte 3 bis 8) steigt die Lufttemperatur um ca. 1.5°C an, was auf die räumlich eng begrenzte abkühlende Wirkung des Neckarvorlandes hinweist. Dies ist zum einen auf dessen relativer Tieflage zur angrenzenden Bebauung zurückzuführen, zum anderen bewirken die Wassermassen des Neckars in deren unmittelbarer Nähe einen leicht gedämpften nächtlichen Temperaturrückgang. Wasser speichert in der Nacht die Wärme, was eine rasche und nachhaltige Abkühlung der darüberstreichenden Luft verhindert.

Das Messprofil entlang der Mittelstraße/Alter Messplatz/Schafweide (Grün) belegt die deutlich verzögerte Abkühlung innerhalb der Bebauung Neckarstadt-West. Die thermische Gunstwirkung kleinerer Freiflächen wie der Neumarkt, der z.T. als Parkierungsfläche dient, bleibt auf den unmittelbaren Nahbereich begrenzt.

Aus den beiden Messprofilen wird ersichtlich, dass die thermische Situation des Alten Messplatzes und der nördlichen Randbebauung aufgrund der windoffeneren Struktur der des Neckarvorlandes gleicht. Dies wird dort durch deutlich geringere Lufttemperaturunterschiede als zwischen Neckarvorland und Mittelstraße dokumentiert. Zur Käfertaler Straße und Schafweide hin ist ein Rückgang der Lufttemperatur zu erkennen, der einerseits auf den höheren Grünflächenanteil im Bereich der H.-Lanz-Schule und andererseits auf den Zustrom kühlerer Luftmassen über das Theodor-Kutzer-Ufer/Josef-Braun-Ufer zurückzuführen ist.

2.3. Zusammenfassende Darstellung der klimaökologischen Funktionsabläufe im Planungsgebiet "Alter Messplatz" und in dessen Umfeld

Das klimaökologische Wirkungsgefüge im Planungsgebiet "Alter Messplatz" und dessen Umfeld wird sowohl von der angrenzenden dichten städtischen Bebauung der Neckarstadt und der Mannheimer Quadrate als auch durch die direkte Lagebeziehung zur innerstädtischen Ventilations- und Strömungsleitbahn "Neckar/Neckarvorland" bestimmt.

Innerhalb bestimmter Teilbereiche, seien dies Bebauung oder Freiflächen, können sich aufgrund klimatischer Wechselwirkungen mit dem näheren und weiteren Umfeld klimaökologische Positiv- und/oder Negativeffekte entwickeln, deren Kenntnis für die Analyse des klimaökologischen bzw. stadtklimatischen Wirkungsgefüges eines Gebietes und die Beurteilung seines klimaökologischen Stellenwertes unerlässlich ist.

Die vorliegenden ortsspezifischen Grundlagendaten früherer Untersuchungen belegen, dass sich im Untersuchungsgebiet ein kleinräumig differenziertes Klimageschehen einstellt, das sich sowohl in der thermischen Situation als auch in der Ventilation ausdrückt. Typisch ist die am Tag stärkere Erwärmung innerhalb dichter Bebauung (z.B. Mittelstraße, Schimperstraße) und die intensivere nächtliche Abkühlung im Bereich des Neckarvorlandes. Sowohl bei Tag als auch bei Nacht stellen sich flächennutzungsbedingt zeitweise deutliche Temperaturunterschiede ein, wobei im näheren Planungsumfeld zur Zeit der nächtlichen Abkühlungsphase zwischen wärmsten und kühlfsten Bereichen Lufttemperaturunterschiede von 3.0 - 4.0 °C auftreten können.

Die Erkenntnisse aus der Klimastudie dokumentieren, dass sowohl der Neckar als Strömungsleitlinie als auch die Grünanlagen entlang des Neckars (Neckarvorland) und in beschränktem Umfang auch der Alte Messplatz in Anbetracht der bisherigen Flächennutzung für den Stadtteil Neckarstadt klimaökologische Positiveffekte bewirken.

Hinsichtlich der klimaökologischen Funktionsabläufe stellt sich das Planungsgebiet und dessen Umfeld komplex dar.

Neckar und Neckarvorland fungieren zusammen als breit angelegte Ventilationsbahn, über welche Luftmassen der höheren Atmosphäre bis in Bodennähe durchgreifen können. Dabei ermöglicht der ca. 250 m breite Strömungskorridor auch bei einer Queranströmung aus nordöstlichen und südwestlichen Richtungen wesentliche Belüftungseffekte für die angrenzende Bebauung.

Das Nutzungsgefüge im Planungsgebiet "Alter Messplatz" und in dessen Umfeld hat gegenwärtig unterschiedlichen Einfluss auf die örtlichen klimaökologischen Funktionsabläufe.

Neckar/Neckarvorland:

Der Neckar ist zusammen mit dem Neckarvorland für die kleinräumige positive Beeinflussung des Klimageschehens der Mannheimer City und der Neckarstadt von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Der korridorartige Freiraum verbindet einerseits Teilbereiche der Bebauung mit den klimaökologischen Ausgleichsräumen im Südosten des Stadtgebietes und bildet andererseits als Freizone eine Zäsur zwischen den sehr eng bebauten Mannheimer Quadraten und der Neckarstadt. Durch die über den Neckar und dessen Uferbereich wirksam werdenden klimaökologischen Ausgleichsleistungen können allerdings nur die unmittelbar angrenzenden Teilbereiche der Neckarstadt entlastet werden. Für weiterreichende klimatische Positiveffekte ist das Frei- und Grünflächenpotenzial gegenüber der großflächigen Bebauung zu gering.

Alter Messplatz:

Der von Verkehrsflächen bestimmte Platz weist nur ein geringes thermisches Gunstpotenzial auf. Wesentliche Positiveffekte ergeben sich aus der klimaökologischen Passivwirkung des Platzes als weitgehend barrierefreie Übergangszone zum Neckar. Vor allem bei häufig vorherrschenden Winden aus südlichen Richtungssektoren wird eine intensive bodennahe Ventilation ermöglicht. Durch diese werden sowohl am Tag als auch in der Nacht bioklimatische Belastungen reduziert und lufthygienische Belastungen durch raschen Abtransport und Diffusion von Luftschadstoffemissionen abgeschwächt.

Dichte Blockrandbebauung der Neckarstadt:

Wie die Ergebnisse der Temperaturmessfahrten und der Thermalaufnahmen dokumentieren, führt die dichte Blockrandbebauung der Neckarstadt an bioklimatisch besonders relevanten sommerlichen Strahlungstagen nach Sonnenuntergang zu einem deutlich verzögerten Lufttemperaturrückgang und zur Ausbildung eines örtlichen Wärmepols. Die weitgehend geschlossenen Blockrandstrukturen verstärken diesen Effekt, da sie kleinräumige Luftaustauschprozesse zwischen Innenhöfen und angrenzenden Straßenzügen unterbinden.

Mit der vorgesehenen Umgestaltung des Alten Messplatzes besteht nun die Möglichkeit, das klimaökologische Leistungsvermögen des Platzes zu steigern und langfristig zu sichern.

Um die Empfindlichkeit des stadtklimatischen Wirkungsgefüges gegenüber Nutzungsänderungen bzw. einer Umgestaltung bewerten zu können, werden nachfolgend auf Grundlage umfangreicher numerischer Modellrechnungen ver-

schiedene Planungsentwürfe des Architekturbüros AJJMR (Berlin) diskutiert. Dabei werden schwerpunktmäßig die strömungsbedingten Modifikationen analysiert. Diese tragen wesentlich zur Gunst bzw. Ungunst der thermischen und lufthygienischen Umgebungsbedingungen bei.

Als Übergangsbereich zwischen der Ventilations- und Strömungsleitbahn "Neckar" und der bestehenden Bebauung des Stadtteils Neckarstadt weist das Planungsgebiet bezüglich seiner klimaökologischen Leistungsfähigkeit eine nicht zu unterschätzende Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen in Form von Hochbau auf. Im konkreten Fall der potenziellen Neubebauung bedeutet dies, dass die Planung auf die klimaökologischen Belange derart abgestimmt wird, dass die gegenwärtig vorhandenen klimaökologischen Gunstpotenziale weiterhin erhalten bleiben bzw. ausgebaut werden.

Aus Sicht der Klimaökologie sind für das Planungsgebiet "Alter Messplatz" folgende Faktoren von entscheidender Bedeutung:

- Potenzielle neue Baukörper sind derart anzuordnen, dass sich hieraus keine ungünstigen Barriereeffekte ergeben, die den bodennahen Luftaustausch zwischen Neckar und der bestehenden Bebauung reduzieren.
- Bei der Gestaltung des Platzes ist darauf zu achten, dass sich durch neue Baukörper keine unangenehme Zugserscheinungen (Windkomfort) ausbilden, die die Aufenthaltsqualität des Platzes (z.B. im Bereich von Freisitzflächen oder Haltestellen) einschränkt.
- Befestigte Teilbereiche sollten z.T. mit Bäumen überstellt werden, um die Qualität des ortsspezifischen Eigenklimas zu steigern und zu vermehrter Luftschadstoffbindung (z.B. Feinstaub) beizutragen.
- Die Funktion des Neckarvorlandes als klimaökologischer Ausgleichsraum ist zu sichern.

3. Numerische Modellrechnungen zur Abschätzung der klimaökologischen Auswirkungen verschiedener Planungsentwürfe

Zur Abschätzung der klimaökologischen Folgeerscheinungen einer Neustrukturierung des Alten Messplatzes nördlich der Kurpfalzbrücke wurden neben der Analyse vorhandener Klimadaten numerische Modellrechnungen⁶ durchgeführt. Grundlage dafür bildeten die ortsspezifischen Erkenntnisse aus der Klimaanalyse und die vom Architekturbüro AJJMR (Berlin) vorgelegten Planungsentwürfe.

Das Planungsgebiet umfasst im wesentlichen den Alten Messplatz und die derzeit bestehenden Parkierungsflächen entlang der Dammstraße.

Abbildung 10: Der vorliegende Planungsentwurf sieht im Bereich des Alten Messplatzes insgesamt fünf Baufelder vor:

- Baufeld Supermarkt
- Baufeld Platzhaus
- Baufeld Café
- Baufeld Turm
- Baufeld Alte Feuerwache

Das Baufeld des Supermarkts (**Abbildung 11** und **12**) südlich der Dammstraße ist in eine bis zum Alten Messplatz hin fortgeführte dichte Baumpflanzung eingebunden ("Lichtungscharakter"). Dabei sind von Seiten des Architekturbüros AJJMR zwei bauliche Varianten vorstellbar. Die Variante "Markthalle" (BGF im EG: 1.600 qm) umfasst eine max. zweigeschossige Bebauung, an die im Nordwesten Parkierungsflächen anschließen.

Die Bebauungsvariante "Supermarkt/Wohnen", die sich nach Nordwesten hin bis zur Laurentiusstraße erstreckt, sieht eine 3- bzw. 4-geschossige Bauweise (BGF im EG 2505 qm) mit Tiefgarage vor.

Das 2-geschossige Platzhaus (**Abbildung 13**) grenzt an die Käfertaler Straße. Es sieht im offenen Erdgeschoss die Haltestelle und weitere platzbezogene Funktionen vor.

Die davor liegende Platzfläche wird nordwestlich und südöstlich von Platanenreihen umrahmt. Im Südosten ist dabei die Straßenbahnhaltestelle miteinbezo-

⁶ Die Modellrechnungen für das Ventilationsgeschehen und die ortsspezifischen Ausbreitungsbedingungen wurden mit dem mikroskaligen, prognostischen Rechenprogramm MISKAM (Vers. 4.2B) durchgeführt.

gen. Der Großteil der Platzfläche ist gepflastert, so dass er auch für Veranstaltungen und Märkte nutzbar ist.

Die Platzfläche zieht sich im südlichen Teilbereich als "Balkon" bis zum Neckarvorland.

Das Café (BGF 925 qm) ist als eingeschossiger, aufgeständerter Baukörper vorgesehen und ragt ebenfalls über den Neckardamm ins Neckarvorland hinaus.

Der Turm an der Kurpfalzbrücke verbindet mittels einer offenen Treppenanlage im Erdgeschoss das Hochufer mit dem Neckarvorland. Der 13-geschossige Turm hat bei einer Grundfläche von 18 x 27 Metern und einer Höhe von ca. 40 m eine BGF von 6.300 qm.

Im Bereich des Baufeldes Alte Feuerwache wird der Bestand durch ein 6-geschossiges Gebäude ergänzt, wobei sowohl an eine Wohnnutzung als auch an eine Nutzung für Verwaltung oder Kultur gedacht wird.

Nachfolgend wird anhand der Erkenntnisse aus den ortsspezifischen Klimamessungen die Modifikation des Strömungsfeldes durch eine potenzielle bauliche Neustrukturierung des "Alten Messplatzes (Plan-Zustand 1 und 2) dargestellt.

Der Plan-Zustand 1 beinhaltet die Baufelder Supermarkt, Café, Platzhaus und Turm, wobei entlang der Dammstraße eine 3-geschossige Bauweise berücksichtigt wurde.

Der Plan-Zustand 2 beschreibt die Strömungssituation bei Realisierung der Variante "Markthalle". Zudem fand die ergänzende Bebauung im Bereich des Baufeldes Alte Feuerwache Eingang in die Berechnungen.

Die Modellrechnungen wurden jeweils für einen Gebietsausschnitt von ca. 780 m in Nordwest-Südost-Richtung und ca. 540 m in Südwest-Nordost-Richtung durchgeführt. Dieser Raum wurde in ca. 700.000 Volumenzellen unterteilt.

Für eine jeweils charakteristische Tag- und Nachtsituation werden die Windfelder in Horizontalschnitten mittels Isotachen und Windvektoren dargestellt. Die Schnitte geben die mittlere Windgeschwindigkeit für eine 1 m mächtige Luftschicht (Höhe ± 0.5 m) wieder. Während aus der flächigen Isotachendarstellung Bereiche bestimmter Windgeschwindigkeiten⁷ zu entnehmen sind, geben

⁷ Die Windgeschwindigkeiten werden in Geschwindigkeitsklassen eingeteilt, welchen bestimmte Farben entsprechen - Rot für höhere Geschwindigkeiten bis Violett für niedrige Werte)

die Pfeile der Vektordarstellung die Strömungsrichtung und die Geschwindigkeit wieder.

3.1 Luftströmungen aus Südsüdwesten (Tagsituation)

Als konstante Randbedingung wurde für die Tagsituation eine Luftströmung aus südsüdwestlichen Richtungssektoren mit einer Geschwindigkeit von 2.5 m/s (10 m ü.G.) gewählt. Sie stellt diejenige Situation dar, bei der die Belüftung bzw. Durchlüftung des Stadtteils Neckarstadt über den Neckar erfolgt und durch die geplanten Baukörper am stärksten beeinträchtigt werden kann. Nach den Erkenntnissen aus der Klimaökologischen Untersuchung (s. Kap. 2) ist im mehrjährigen Mittel am Tag mit ca. 40% der Stunden mit Luftströmungen aus südlichen bis südwestlichen Richtungssektoren zu rechnen.

Mit der Strömungsgeschwindigkeit von 2.5 m/s wurde eine Situation mit leicht erhöhter Windgeschwindigkeit gewählt, um die strömungsmechanischen Effekte der Bebauung zu verdeutlichen.

Die Vegetation wurde über die Parametrisierung der Bodenrauigkeit berücksichtigt.

Ist-Zustand (Abbildungen 15 - 17):

Die Abbildungen 15 und 16 (Darstellung der Isotachen bzw. der Windvektoren) zeigen das berechnete Windfeld in einer Höhe von 2 m ü.G. für eine südsüdwestliche Anströmung mit 2.5 m/s Geschwindigkeit in einer Höhe von 10 m ü.G.

Die Modellrechnungen bestätigen weitgehend die 1981 beobachteten Strömungsverhältnisse am Alten Messplatz.

Deutlich erkennbar sind auf dem Bild der Windvektoren die Luv- und Lee-Effekte von Gebäuden, die sich besonders ausgeprägt im Bereich der Neckarpromenade (Hochhausbebauung) einstellen. Die im bodennächsten Luftraum (2 m ü.G.) im Bereich des Neckars durch die Oberflächenrauigkeit der angrenzenden Bebauung von 2.5 m/s (10 m ü.G.) auf Werte zwischen 1.6 und 2.0 m/s reduzierte Windgeschwindigkeit wird durch die baulichen Strömungshindernisse weiter abgeschwächt. So werden im Bereich der Mittelstraße gegenüber dem intensiver ventilierten Neckarvorland Windgeschwindigkeitsreduzierungen um bis zu ca. 90% berechnet.

Der Alte Messplatz lässt ein platztypisches Strömungsbild erkennen, wobei die Bebauung des ehemaligen Bahnhofsgeländes eine bodennahe Barriere für die über den Neckar zuströmenden Luftmassen bildet.

Im Lee der Gebäude bildet sich eine windberuhigte Zone, die ca. 70 m nach Nordosten reicht und somit ca. dem 10-fachen der Gebäudehöhe entspricht. An der Einmündung der Dammstraße in den Alten Messplatz entstehen durch das Zusammendrängen der Stromlinien Beschleunigungseffekte. Auch an den Einmündungen in die Laurentiusstraße und Lortzingstraße stellen sich kleinräumige Windbeschleunigungen ein, die sich jedoch rasch abschwächen.

Die flächenhaft verhältnismäßig geringen Windgeschwindigkeiten entlang der Dammstraße (0.2 - 0.8 m/s) sind auf den Baumbestand südlich der Dammstraße und den Luv-Effekt der Randbebauung zurückzuführen.

In nordöstlicher Verlängerung der Kurpfalzbrücke werden die Stromlinien ebenfalls düsenartig zusammengedrängt, wodurch sich zwischen Alter Feuerwache und Straßenbahngleisen deutlich höhere Windgeschwindigkeiten einstellen als im übrigen Platzbereich. Dies ist unter lufthygienischen Gesichtspunkten vorteilhaft, da durch die erhöhte Turbulenz Luftschadstoffe abtransportiert bzw. diffundiert werden. Eine Ausnahme bildet Staub/Feinstaub, der durch die höheren Windgeschwindigkeiten vermehrt aufgewirbelt wird.

Im nördlichen Teilbereich des Alten Messplatzes entstehen im Bereich der Straßeneinmündungen in Bodennähe ebenfalls Windbeschleunigungen, die ca. 70 - 80 m in die Waldhofstraße und Lange Rötterstraße hineinreichen, sich dann allerdings rasch abschwächen. Im Bereich der Max-Josef-Straße reicht der strömungsbedingte Gunsteffekt über die Pozzistraße nach Nordosten hinaus.

Da innerhalb der bestehenden Bebauung des Stadtteils Neckarstadt der bodennahe Luftaustausch deutlich abgeschwächt ist, ist den Ventilationseffekten über die Straßenzüge hohe Bedeutung beizumessen.

Plan-Zustand 1 / Plan-Zustand 2 (Abbildungen 18 - 23):

Durch die vorgesehene Neugestaltung des Alten Messplatzes wird das bodennahe Ventilationsgeschehen begünstigt. Durch den Wegfall der Gebäude am Südwest-Rand des Platzes ist bei Winden aus südlichen Richtungen eine flächenhaftere ungestörte Anströmung möglich. Unangenehme Zugerscheinungen durch Verwirbelungen bleiben aufgrund der großzügigen Gebäudeabstände zwischen Café, Turm- und Platzhaus eng begrenzt. Unangenehme Beschleunigungseffekte an den Gebäudekanten (z.B. am Caféhaus zwischen

Dammstraße und Alter Messplatz) können durch grünordnerische Maßnahmen aufgefangen werden.

Mögliche Zugerscheinungen im Durchgangsbereich des aufgeständerten Platzhauses können durch die vorgesehenen Baumpflanzungen (Platanenreihen) ebenfalls wirksam minimiert werden.

Die vom Alten Messplatz ausgehenden Belüftungseffekte für die angrenzenden Straßenzüge bleiben sowohl im Plan-Zustand 1 als auch im Plan-Zustand 2 (bauliche Ergänzung an der Alten Feuerwache) weitgehend erhalten. Nur an der Ecke Käfertaler Straße - Schimperstraße ist punktuell mit etwas geringeren Strömungsgeschwindigkeiten zu rechnen.

Die solitärartige Lage der Baukörper entspricht somit weitgehend den klimaökologischen Erfordernissen.

Von den in das Neckarvorland hineinkragenden Gebäudeteilen gehen nur punktuelle Strömungsmodifikationen aus, die für das ortsspezifische klimaökologische Wirkungsgefüge von untergeordneter Bedeutung bleiben.

Entlang der Dammstraße wird das Strömungs- und Ventilationsgeschehen durch das geplante Supermarktgebäude beeinflusst.

Bei Realisierung eines max. 2-geschossigen Gebäudes (Plan-Zustand 2) ergeben sich gegenüber dem Ist-Zustand keine gravierenden strömungsmechanischen Veränderungen. Die vom Gebäudekomplex ausgehenden thermischen Negativeffekte bleiben gegenüber dem Ist-Zustand (Parkierungsflächen) begrenzt und können durch die vorgesehenen grünordnerischen Maßnahmen (Fortführung des Baumbestandes entlang der Dammstraße bis zum Baufeld Café) minimiert werden.

Auch bei Realisierung eines 3- bis 4-geschossigen Baukörpers sind keine nachteiligen Strömungsmodifikationen zu erwarten. Jedoch wäre in Teilbereichen der bestehenden Bebauung entlang der Dammstraße vor allem in den Wintermonaten mit einer empfindlichen Verminderung der Besonnungsdauer zu rechnen.

3.2 Luftströmungen aus Südsüdosten (Nachtsituation)

Die **Abbildungen 24 - 32** geben die Ergebnisse der Strömungssimulationen für eine Nachtsituation mit einer südsüdöstlichen Strömung (mittlere Windgeschwindigkeit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G.) wieder.

Diese Anströmrichtung wurde gewählt, um das Ventilationsgeschehen für die häufig auftretende südöstlichen Lokal-/Regionalströmung zu simulieren.

Mit Winden aus südöstlichen Richtungssektoren ist im Planungsgebiet bei klimakologisch relevanten Strahlungswetterlagen zu ca. 25% der Nachtstunden zu rechnen.

Ist-Zustand (Abbildungen 24 - 26):

Die Strömungssimulationen für eine Nachtsituation mit südsüdöstlicher Anströmung belegen die Funktion des Alten Messplatzes als Bindeglied zwischen dem Strömungskorridor Neckar/Neckarvorland und der Neckarstadt. Die Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Alten Messplatz erreichen dieselben Werte wie über dem Neckar.

Wie die Darstellung der Windvektoren verdeutlicht, unterstützt der nach Süden geöffnete Platz in den bodennahen Luftschichten die Belüftung angrenzender Straßenzüge (Waldhofstraße, Langstraße, Dammstraße), was vor allem aus bioklimatischer Sicht von großer Bedeutung ist → Zufuhr kühlerer Luftmassen aus dem Bereich Neckar/Neckarvorland.

Im Bereich von Gebäuden zeigen sich ähnliche Strömungserscheinungen wie am Tag. So bilden sich auch bei weniger turbulenten Winden Wirbel bei der Umströmung des ehemaligen Bahnhofgebäudes und der Feuerwache.

Im Lee der Gebäude bilden sich wie zur Tagessituation windberuhigte Zonen aus.

Plan-Zustand 1 / Plan-Zustand 2 (Abbildungen 27 - 32):

Wie die Ergebnisse der Strömungssimulationen dokumentieren, bleiben auch bei Realisierung der Neubauten (Plan-Zustand 1/ Plan-Zustand 2) wesentliche Ventilationseffekte, die vom Alten Messplatz ausgehen, erhalten. Sowohl entlang der Waldhofstraße als auch im Bereich der Einmündung zur Langstraße bleibt die Belüftung des Straßenraumes über den Platz gewährleistet.

Auffallende Strömungsmodifikationen ergeben sich vor allem im Bereich des geplanten Hochhauses an der Kurpfalzbrücke (Baufeld Turm). Während im Luv zwischen Hochhaus und Alter Feuerwache deutliche Windbeschleunigungen zu

erwarten sind, stellt sich im Lee eine windberuhigte Zone ein, die jedoch weitgehend auf den südwestlichen Teilbereich des Platzes beschränkt bleibt.

Die gewählte offene Bebauungsstruktur zwischen Kurpfalzbrücke und Dammstraße ermöglicht auch weiterhin eine ausreichende Belüftung des Alten Messplatzes.

Mögliche Zugerscheinungen zwischen Hochhaus und Alter Feuerwache können durch die geplanten Baumreihen (Platanen) aufgefangen werden,

Auch im Bereich des geplanten Supermarktes an der Dammstraße ergeben sich sowohl durch Planungsvariante 1 (Supermarkt/Wohnen) als auch durch die Planungsvariante 2 (Markthalle) keine gravierenden Negativeffekte.

4. Zusammenfassende Bewertung der Planungsentwürfe und Planungsempfehlungen

Wie bereits erwähnt, ist aus Sicht der Klimaökologie für das Planungsgebiet "Alter Messplatz" und dessen Umfeld von hoher Bedeutung, dass mit der geplanten Umgestaltung des "Alten Messplatzes" die Möglichkeit zur klimaökologischen Aufwertung genutzt wird.

Hierbei ist zu beachten, dass bei der Planung nicht nur die Aktivwirkung des Neckarvorlandes (Kalt- und Frischluftproduktion) erhalten bleibt, sondern auch die Passivwirkung des Platzes als stadtinterne Belüftungszone berücksichtigt wird.

Der vorgelegte Planungsentwurf des Architekturbüros AJJMR (Berlin) nimmt die o.a. Forderung von Seiten der Klimaökologie weitgehend auf.

Der Entwurf berücksichtigt den Alten Messplatz als zentrale Aufenthaltsfläche zwischen Neckarstadt und Neckarvorland.

Die solitäre Anordnung der Baufelder mit begrenztem Bauvolumen unterstützt die Funktion des Alten Messplatzes als klimaökologisch wirksames Bindeglied zwischen dem Strömungskorridor Neckar/Neckarvorland und der Neckarstadt, wodurch auch zukünftig die Belüftung der einmündenden Straßenzüge (z.B. Waldhofstraße, Käfertaler Straße, Langstraße) gewährleistet bleibt.

Mögliche Zugerscheinungen (negativer Windkomfort) zwischen dem vorgesehenen Turm an der Kurpfalzbrücke und der Alten Feuerwache können im Bereich des Platzes durch die vorgesehenen Platanenreihen aufgefangen werden.

Auch im Bereich des Baufeldes Café können zwischen Dammstraße und Altem Messplatz grünordnerische Maßnahmen störende Wirbelbildungen vermindern.

Die in das Neckarvorland hineinkragenden Bauteile bilden keinen wesentlichen klimaökologischen Störeffekt.

Die thermische Situation im Bereich des Alten Messplatzes wird durch die geplanten Platanenreihen gegenüber dem Ist-Zustand verbessert. Die von den Bäumen ausgehende Verschattung reduziert in den Sommermonaten die übermäßige Aufheizung des Platzes, wodurch die Aufenthaltsqualität deutlich gesteigert werden kann.

Das aufgeständerte Platzhaus an der Käfertaler Straße ist allseitig umströmbar, wodurch bei klimaökologisch besonders relevanten Anströmungen aus südlichen Richtungssektoren eine ausreichende Belüftung der angrenzenden Straßenzüge gewährleistet bleibt.

Unangenehme Zugerscheinungen im offenen Erdgeschoss des Platzhauses bleiben auf die Wintermonate begrenzt. In den Übergangsjahreszeiten und im Sommer bilden die belaubten Platanenreihen einen effektiven Windschutz.

Für das Baufeld Supermarkt ist aus klimaökologischer Sicht die Variante "Markthalle" (max. 2-geschossige Bauweise) zu bevorzugen. Zwar ergeben sich auch bei einer 3- bis 4-geschossigen Bebauung keine erheblichen klimaökologischen Negativeffekte, entlang der bestehenden Bebauung (Erdgeschoss) an der Dammstraße müsste jedoch vor allem in den Wintermonaten (November, Dezember und Januar) nach 12:00 Uhr mit einer empfindlichen Einbuße bezüglich der Besonnungsdauer gerechnet werden.

Offene Parkierungsflächen im Bereich des Supermarktes sollten entsprechend des Planungsentwurfes begrünt werden, um die von asphaltierten Stellflächen ausgehenden thermischen Belastungen in den Sommermonaten zu reduzieren.



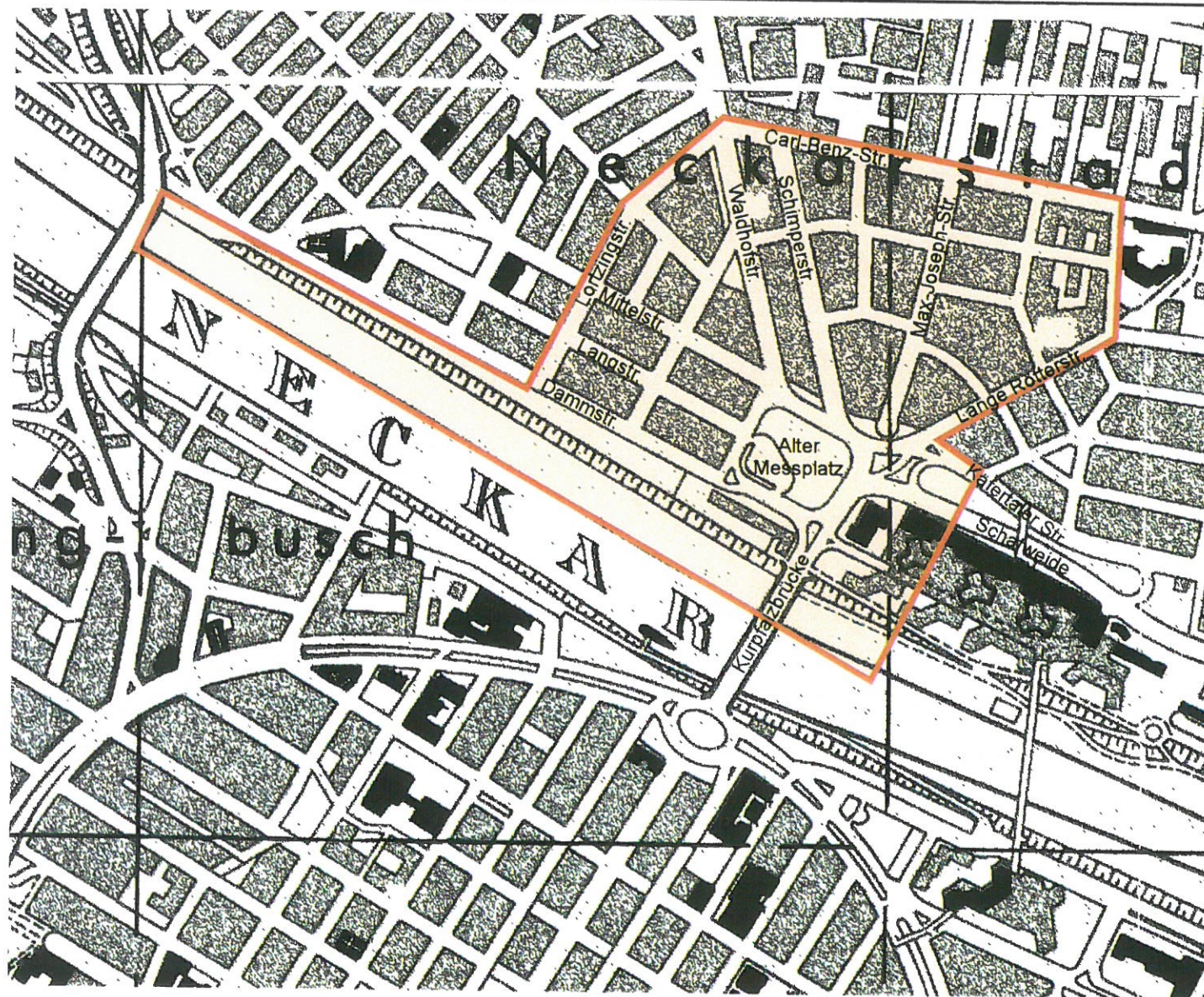
gez. A. Burst
ÖKOPLANA

5. Literatur

- FEZER, F. (1974):** Stellungnahme zur Einrichtung von Parkplätzen auf dem Neckarvorland. Heidelberg.
- FEZER, SEITZ (1977):** Klimatologische Untersuchungen im Rhein-Neckar-Raum. In: Heidelberger Geographische Arbeiten. Heft 47. Heidelberg.
- ÖKOPLANA (1981):** Beurteilung der klimaökologischen Folgeerscheinungen einer Bebauungsänderung im Bereich "Alter Messplatz". Mannheim.
- ÖKOPLANA (1982):** Erfassung der Geruchsimmissionen im Stadtgebiet Mannheim. Mannheim.
- ÖKOPLANA (1985):** Isothermenkarte der Stadt Mannheim. Mannheim.
- ÖKOPLANA (1986):** Klimaökologische Untersuchung Mannheim-Südost. Mannheim.
- ÖKOPLANA (1992):** Klimaökologische Analyse im südöstlichen Stadtgebiet von Mannheim. Mannheim.
- ÖKOPLANA (2002):** Flächenhafte Verteilung der Lufttemperatur in Mannheim - Temperaturmessfahrten am 24.-25.08.2001. Mannheim.
- STEINICKE UND STREIFENER (2000):** Thermalscannerbefliegung Mannheim. Freiburg i. Br.
- SEITZ, R. (1975):** Klimatologie und Stadtplanung, Stadtklima Mannheim - Ludwigshafen. Dissertation am Geogr. Institut der Universität Heidelberg. Mannheim.

ABB. 1 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Bebauungsplangebiet Nr. 31.1/22 "Umgestaltung Alter Messplatz"



 Bebauungsplangebiet

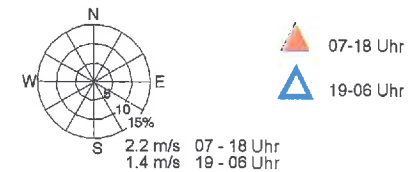
M.:
0 50 200 m



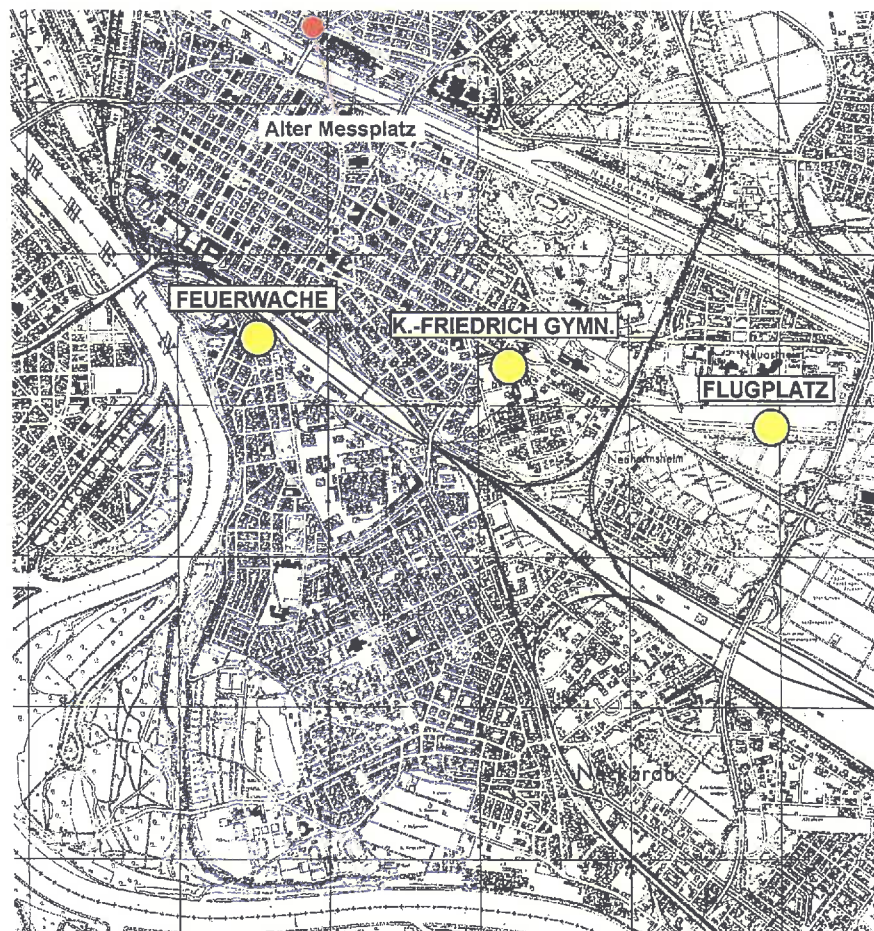
ÖKOPLANA

ABB. 2 KLIMSTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

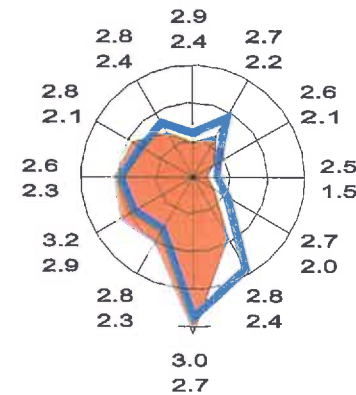
Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und mittleren Geschwindigkeit
Zeitraum: August 1982 - August 1984, alle Tage



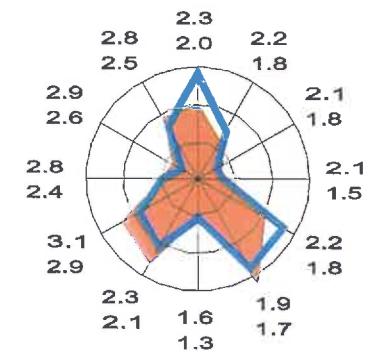
M:
0 500 2000 m



FEUERWACHE (18 m ü.G.)



KARL-FRIEDRICH GYMNASIUM (24 m ü.G.)



FLUGPLATZ (8 m ü.G.)

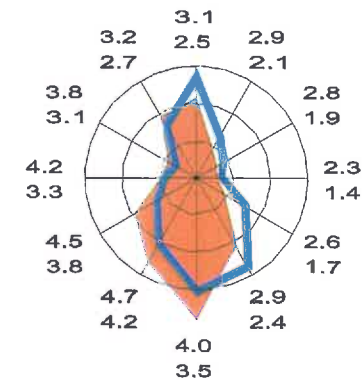
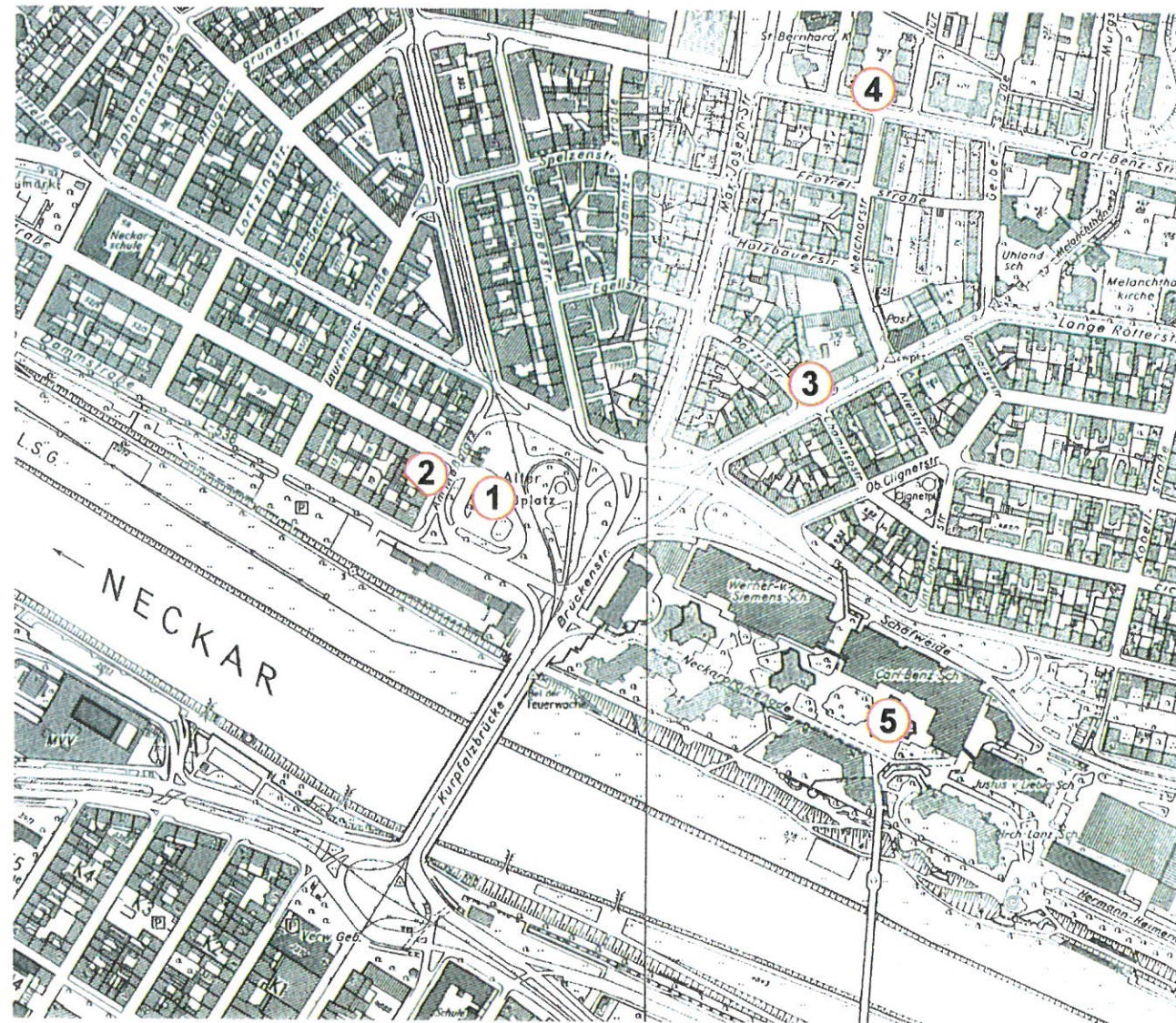


ABB. 3.1 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Standorte der Klimamessstationen (Mai/Juni 1981)



Standorte:

- 1 Messplatz
Messhöhe Wind 6 m ü.G.
- 2 Messplatz-Dach
Messhöhe Wind 20 m ü.G.
- 3 Felina
Messhöhe Wind 20 m ü.G.
- 4 Nürnbergstraße
Messhöhe Wind 20 m ü.G.
- 5 Neckarufer-Nord
Messhöhe Wind 110 m ü.G.

M.:
0 50 200 m

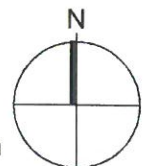
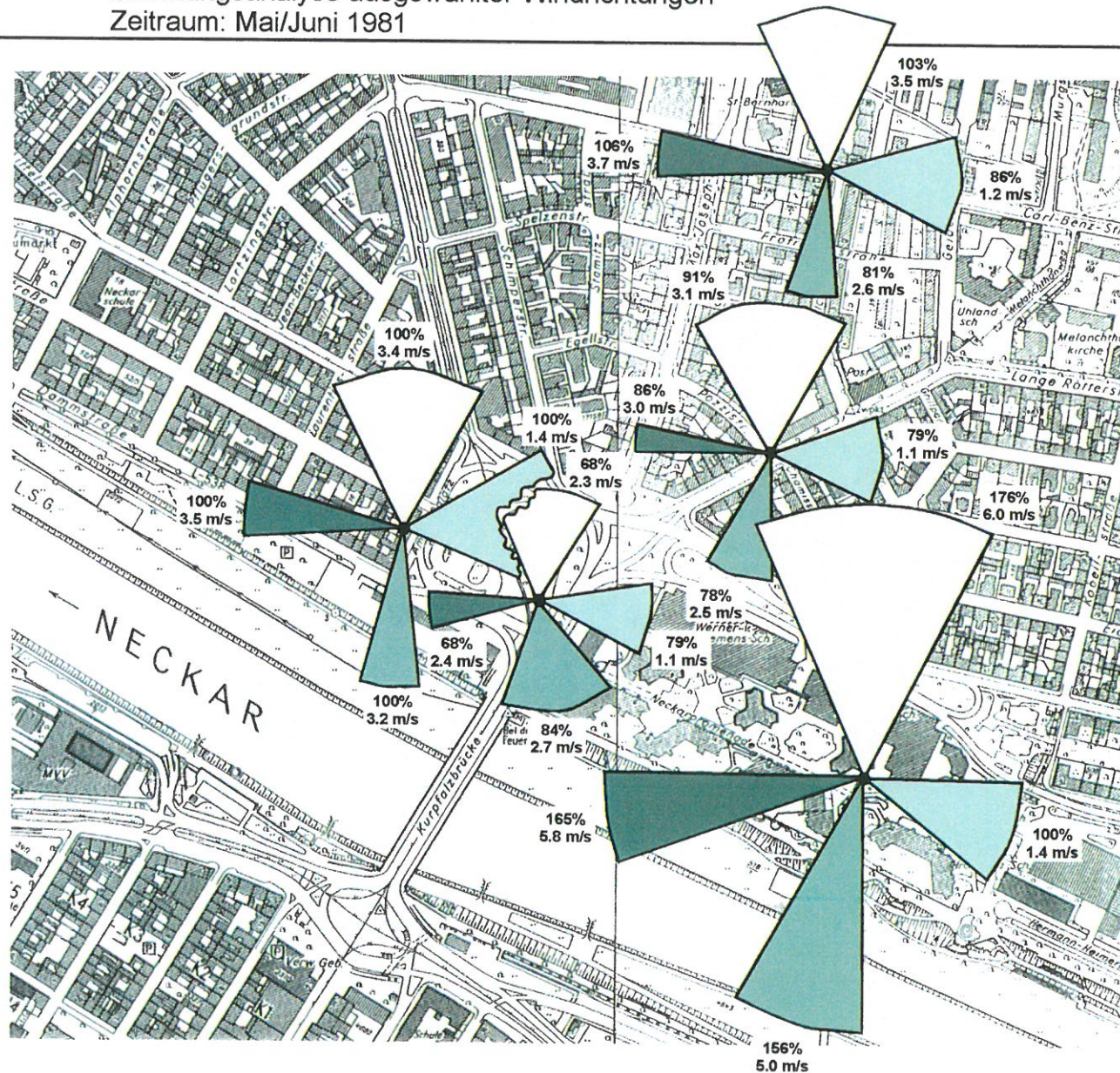


ABB. 3.2 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Strömungsanalyse ausgewählter Windrichtungen
Zeitraum: Mai/Juni 1881



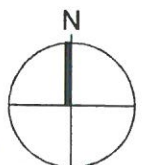
Sektor der Anströmung

100 75 50 25 0 %

Prozentuale Höhe der
Windgeschwindigkeit

70% relative
1.0 m/s absolute } Windgeschwindigkeit

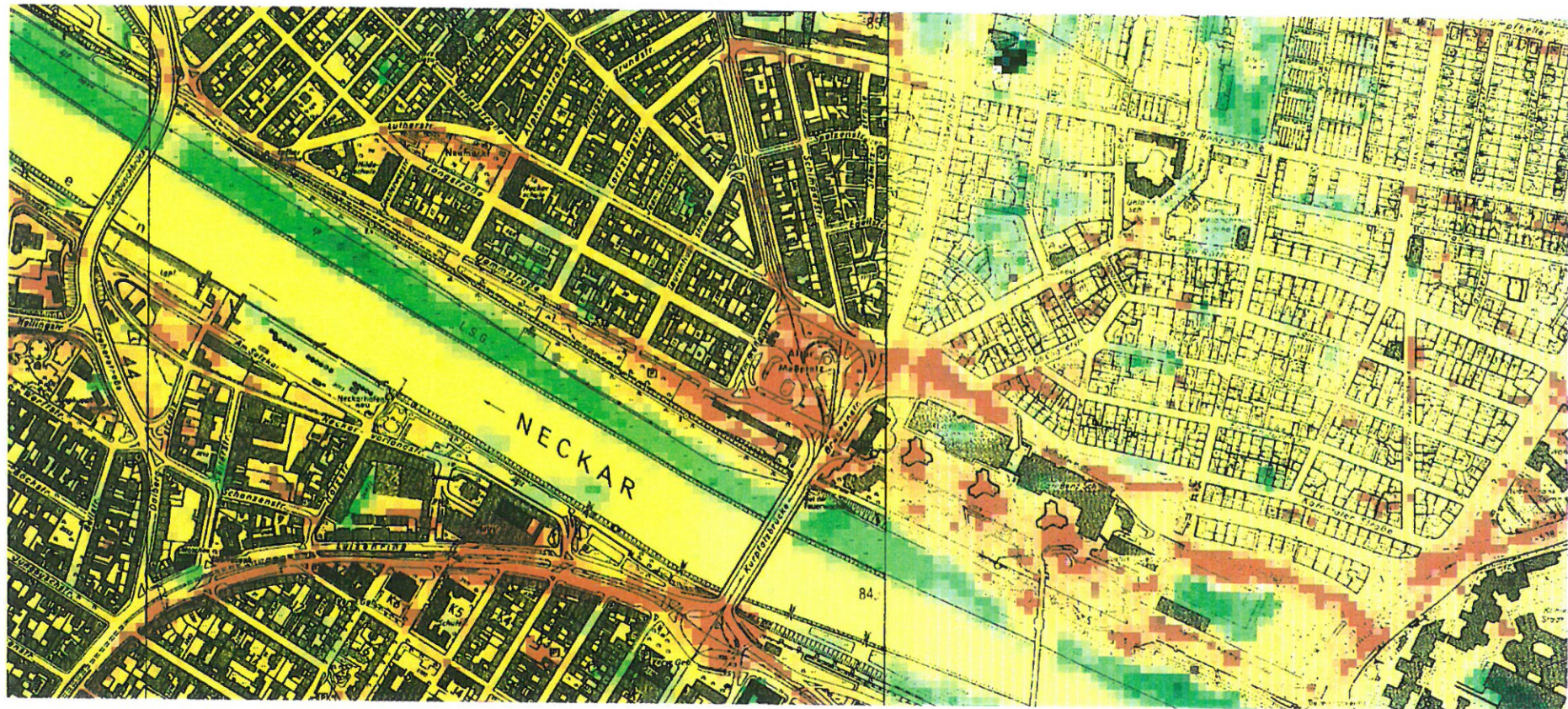
M.: 0 50 200 m



ÖKOPLANA

ABB. 4 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Thermalaufnahme von 1999, Abendbefliegung



M.:
0 50 200 m

Farbskala:
Dunkelrot >23°C bis Dunkelgrün 14°C



ABB. 5 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Isothermenkarte 24.08.2001, 23:00 Uhr (MEZ)



Lufttemperatur 2 m ü.G.

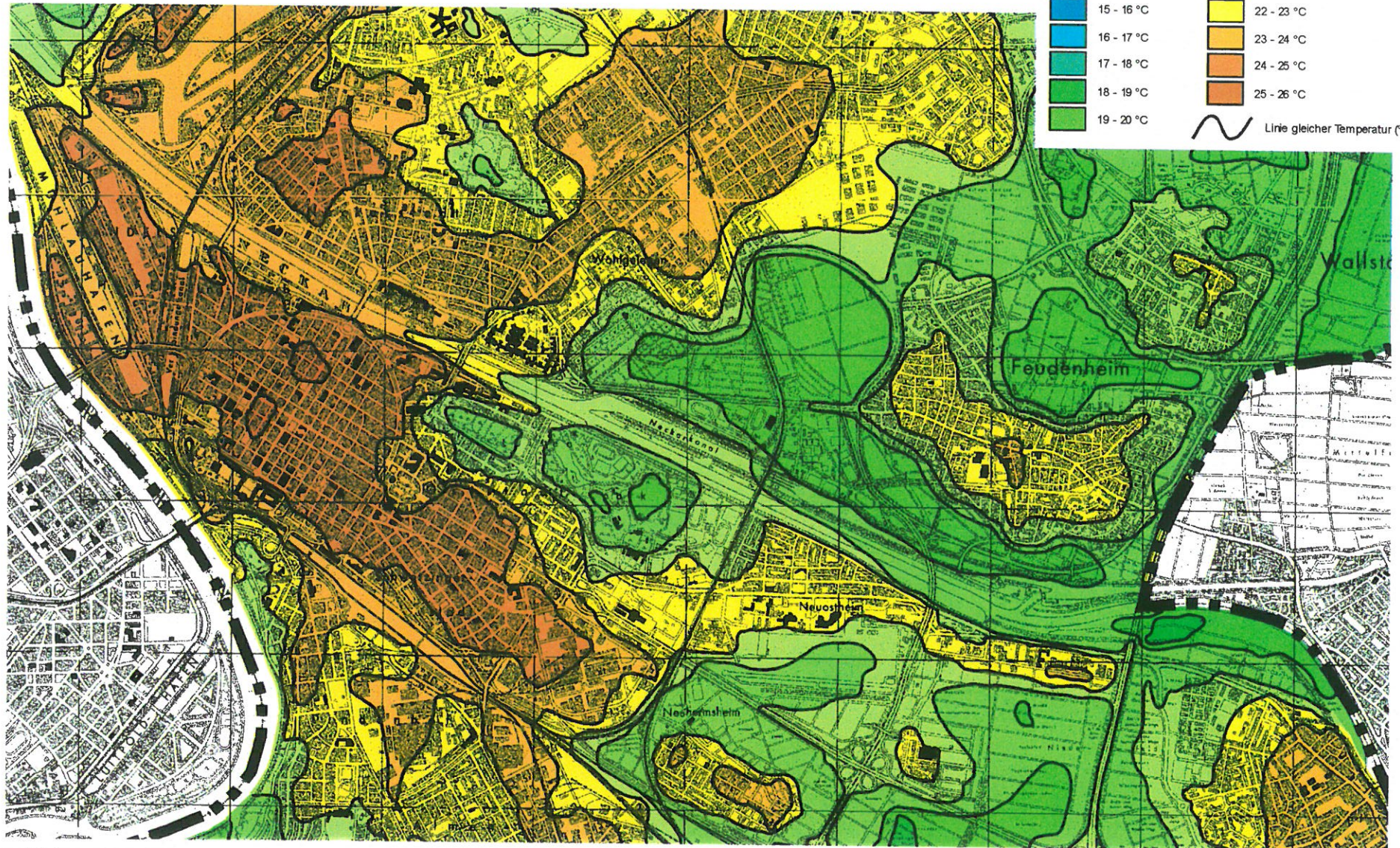
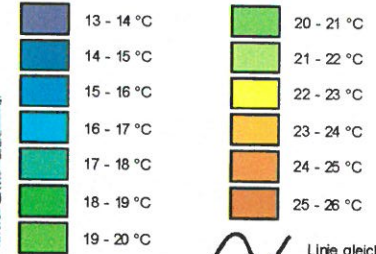
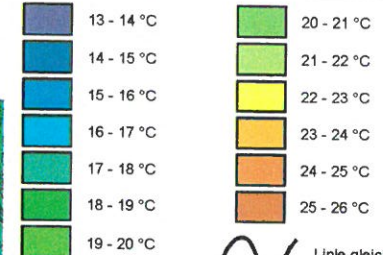


ABB.6 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Isothermenkarte 25.08.2001, 05:00 Uhr (MEZ)



Lufttemperatur 2 m ü.G.



Linie gleicher Temperatur (°C)

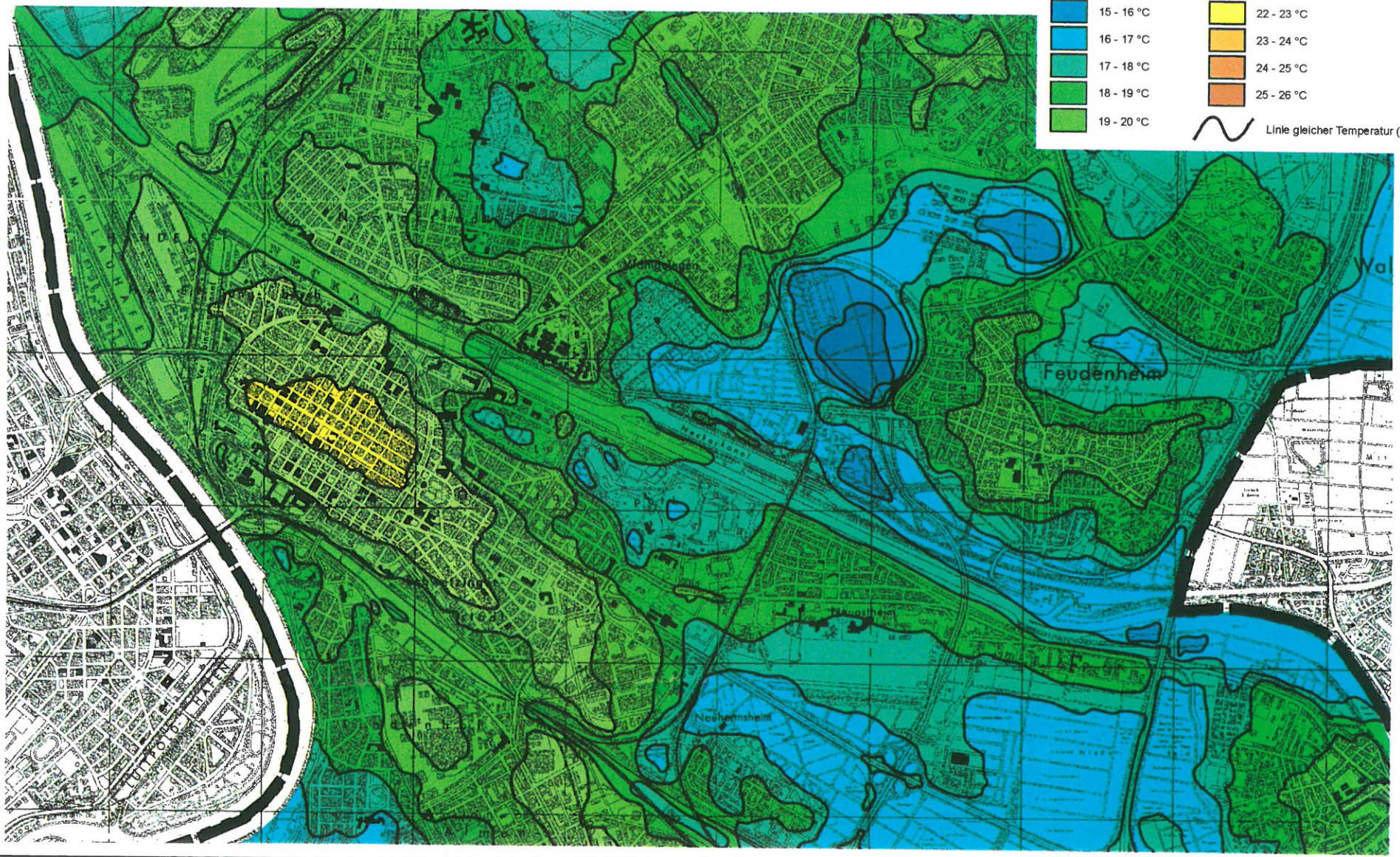


ABB. 7 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Profile der Lufttemperatur nach Messfahrten am 24.-25. August 2001

② Markanter Messpunkt

— Streckenverlauf

Messfahrtprofil:
Handelshafen - Jungbusch - Neckarstadt

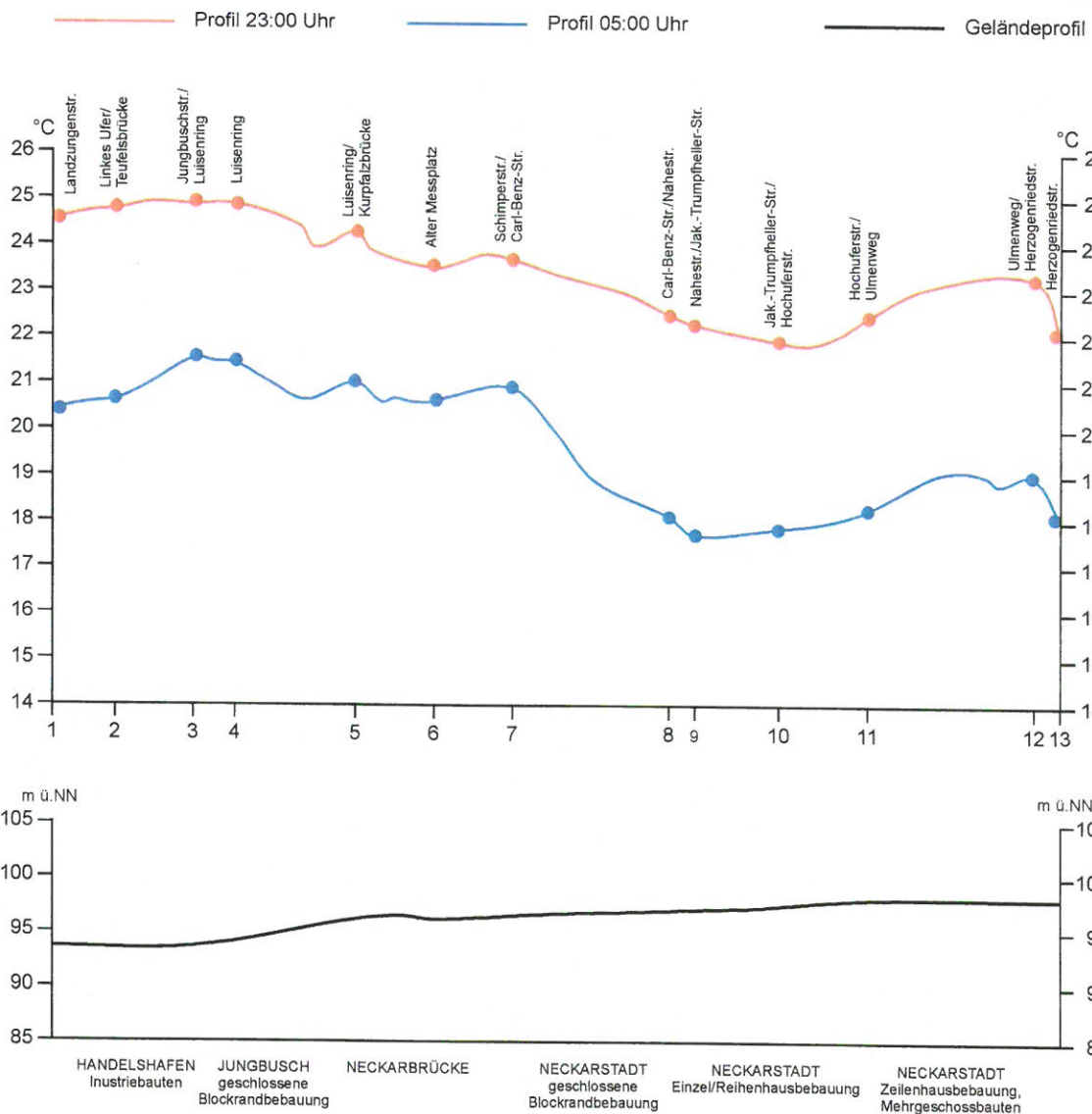
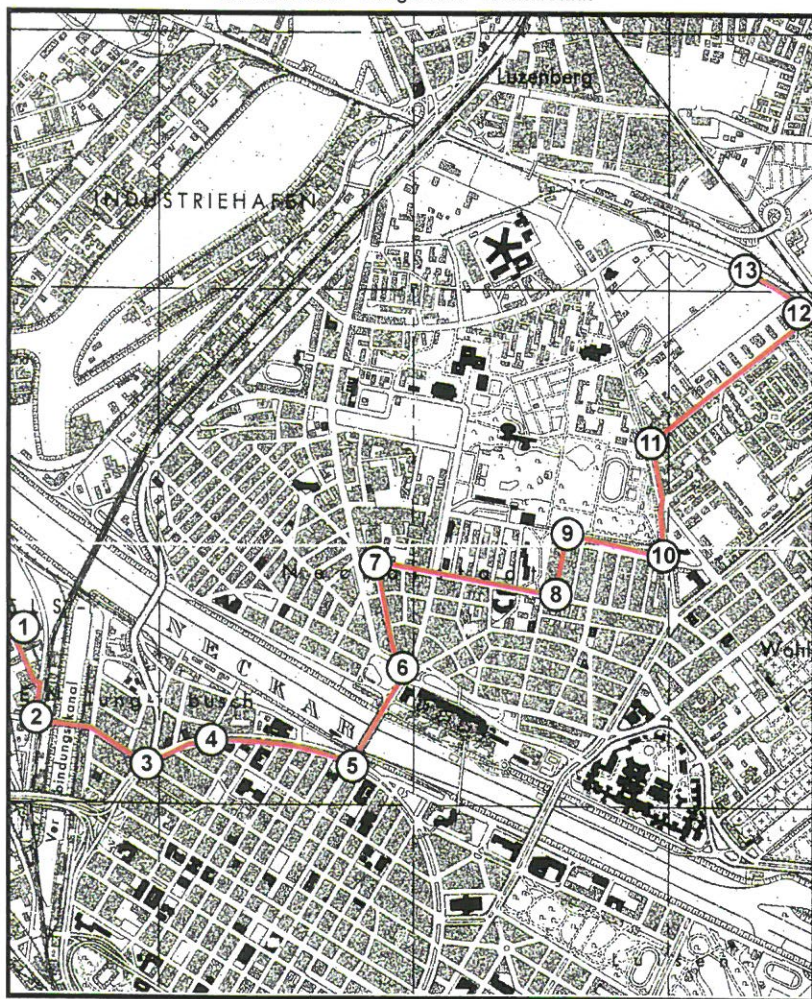
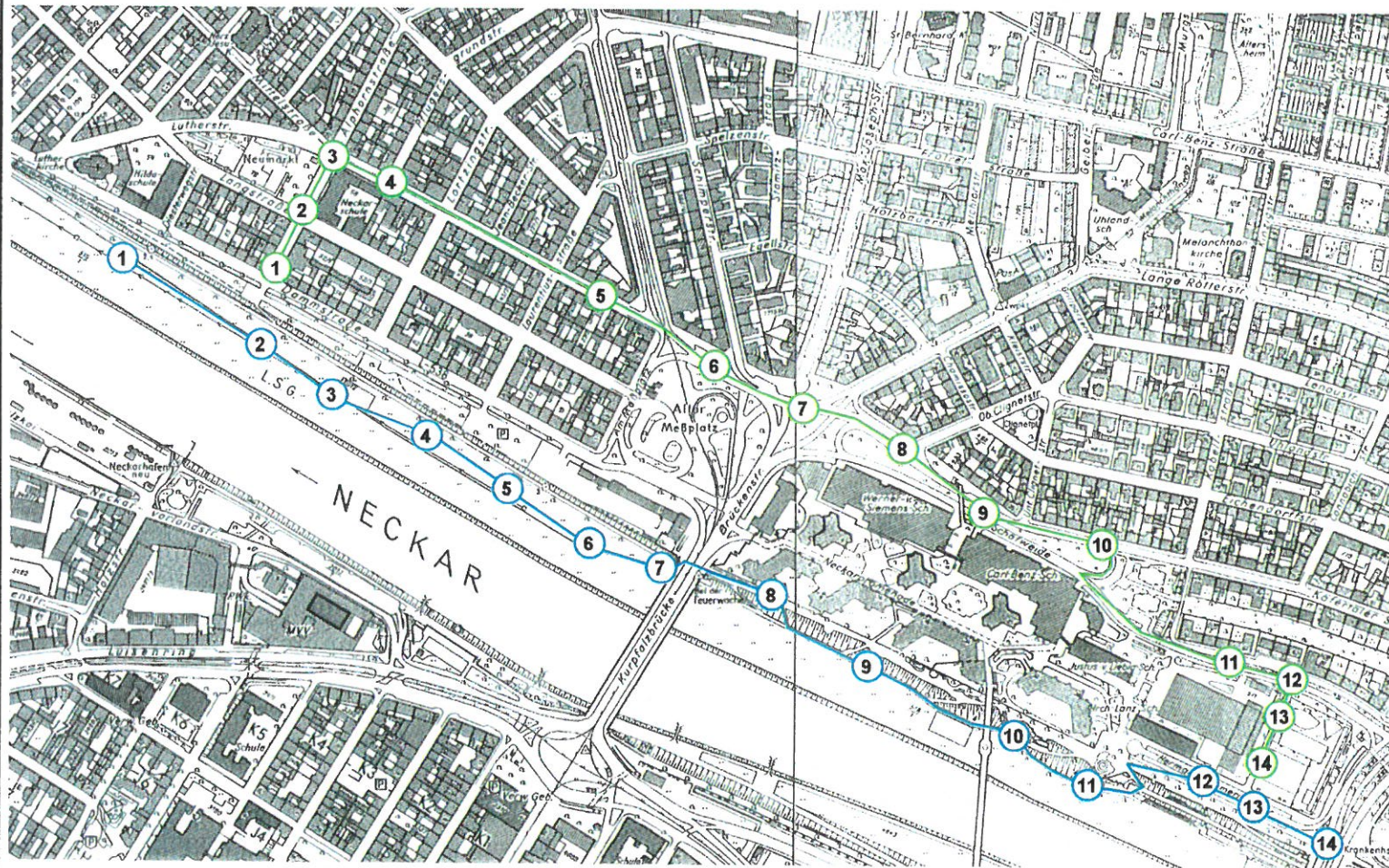


ABB. 8 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

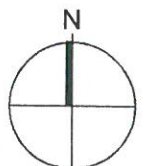
Messprofile - 12. Juni 1981



6 Markanter Messpunkt

— Streckenverlauf

M.:
0 50 200 m



ÖKOPLANA

ABB. 9 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Profile der Lufttemperatur nach Messgängen am 12. Juni 1981, 00:30 Uhr

Bebauung
Neckarvorland

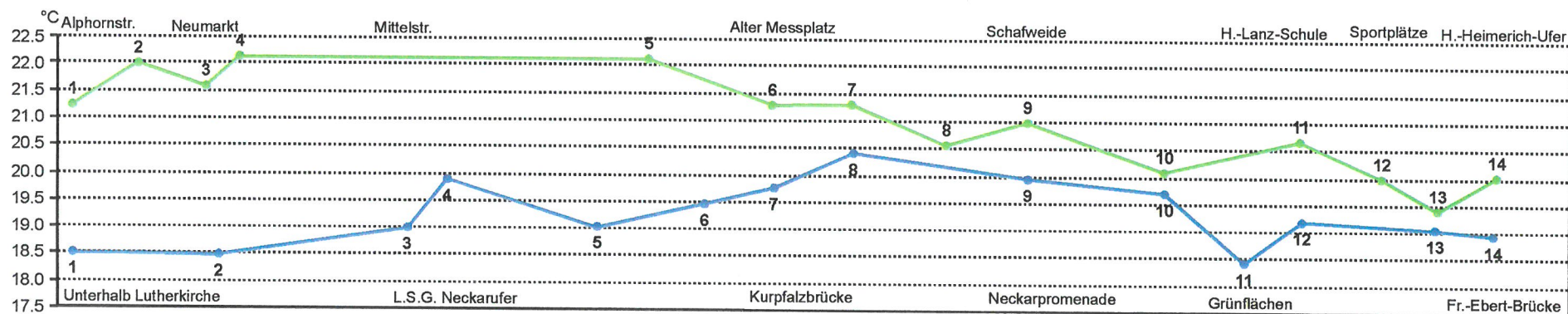


ABB.10 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Planungsentwurf - einzelne Baufelder

Entwurf: AJJMR, Berlin

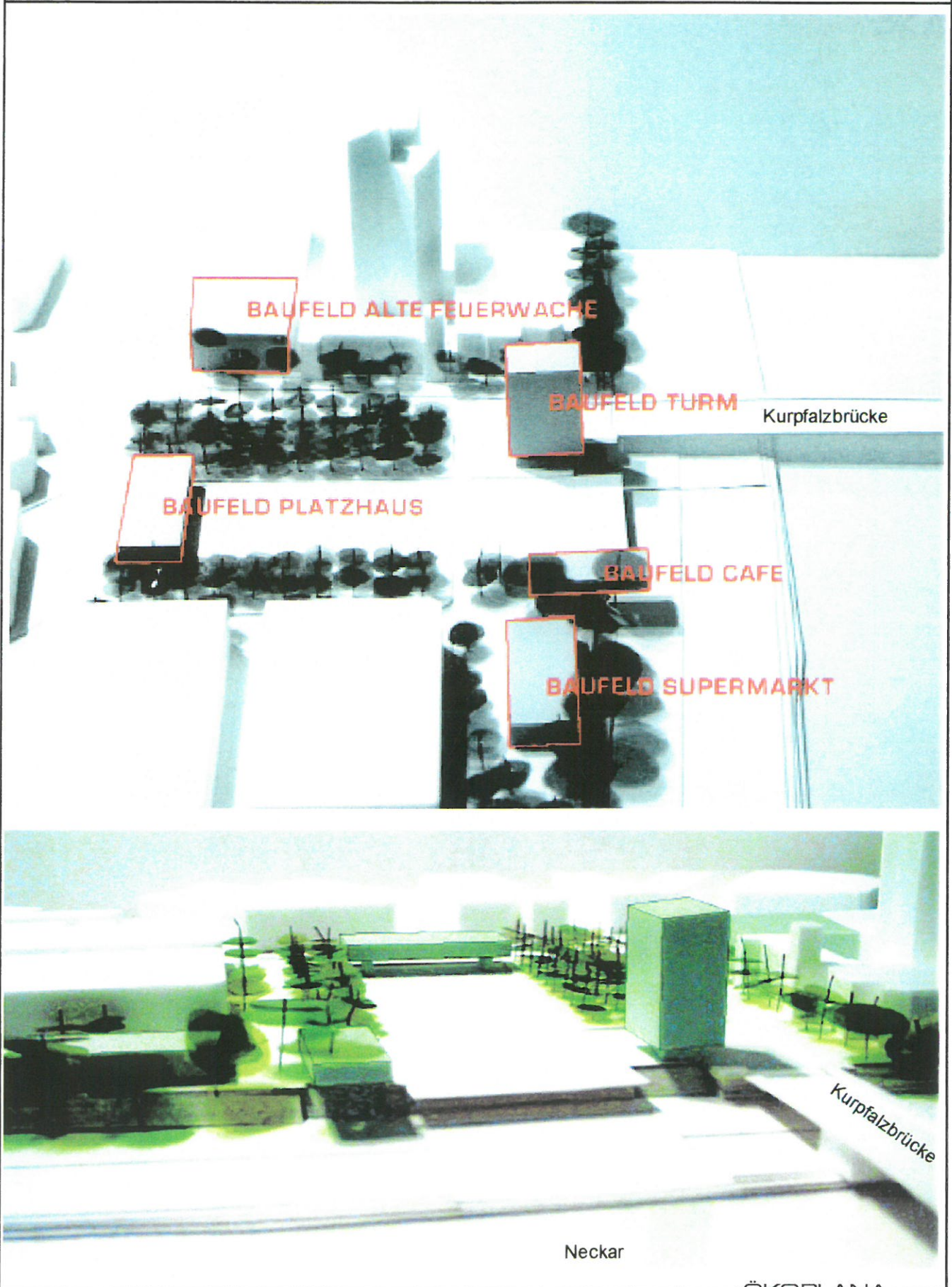


ABB.14 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Planungsentwurf - Baufeld Turm

Entwurf: AJJMR, Berlin

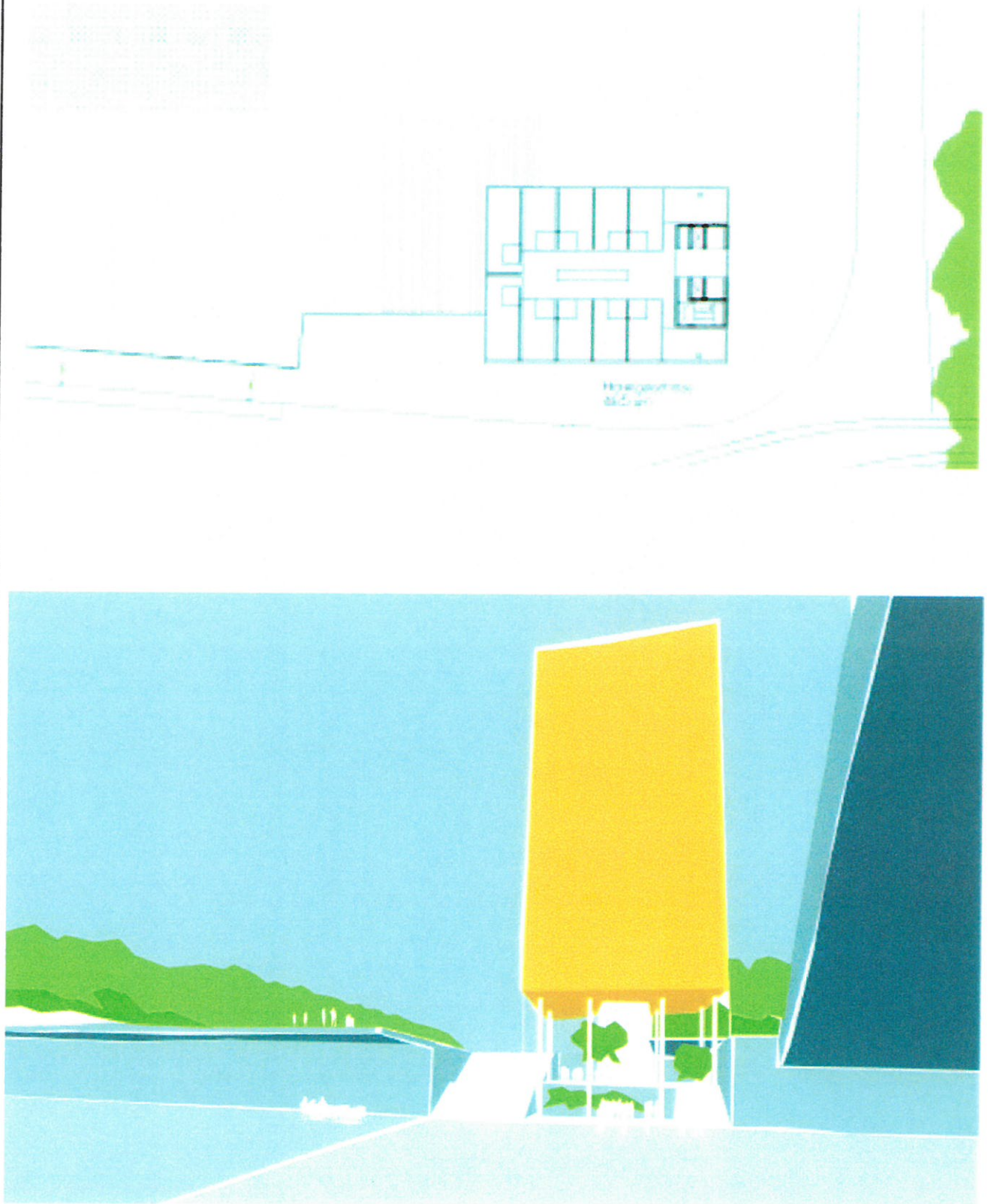


ABB.13 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Planungsentwurf - Baufeld Platzhaus / Alter Messplatz

Entwurf: AJJMR, Berlin

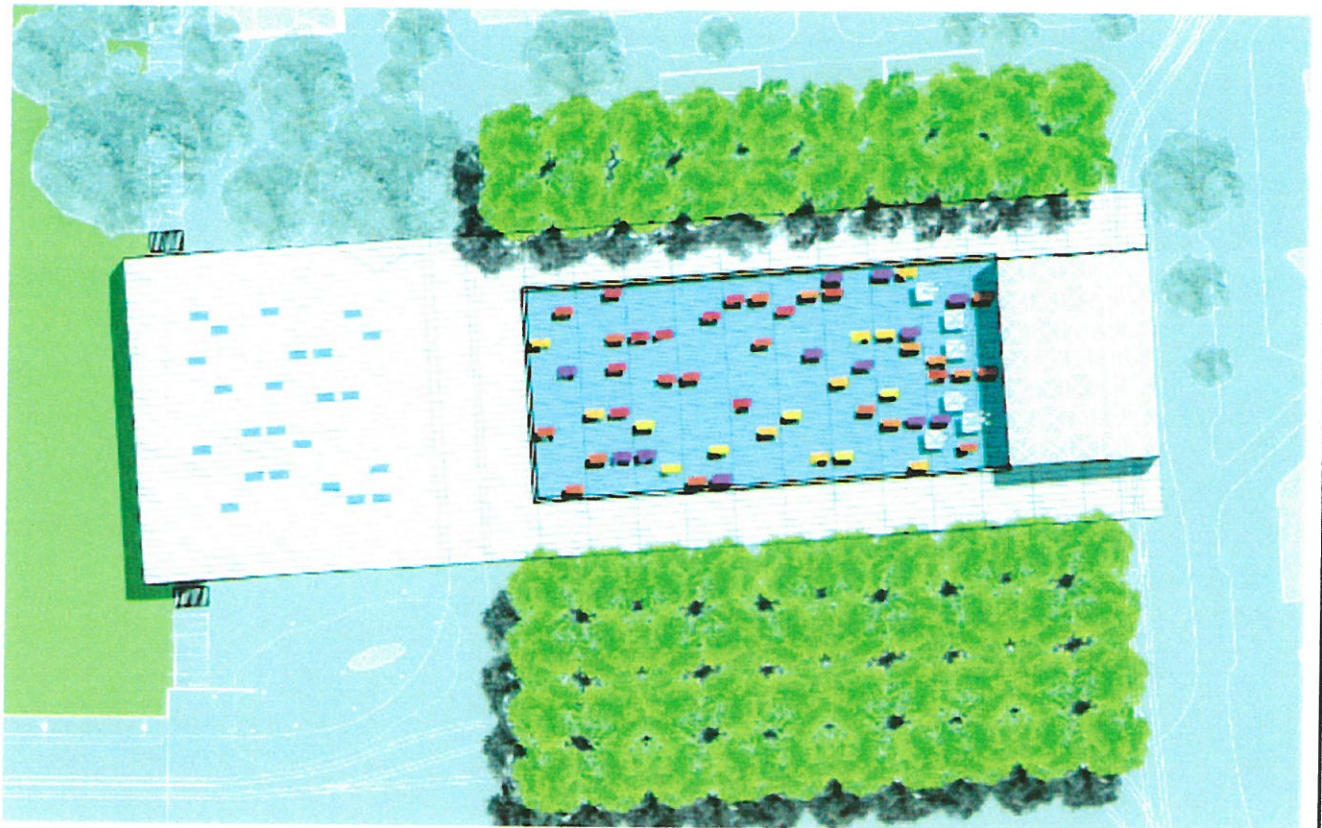
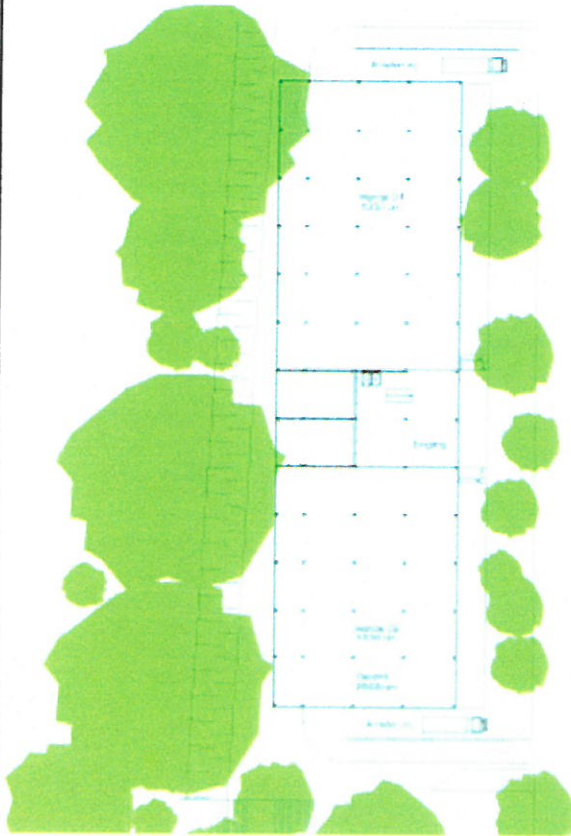


ABB.12 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Planungsentwurf - Baufeld Supermarkt - Variante Supermarkt/Wohnen

Entwurf: AJJMR, Berlin

Erdgeschoss



1. Obergeschoss

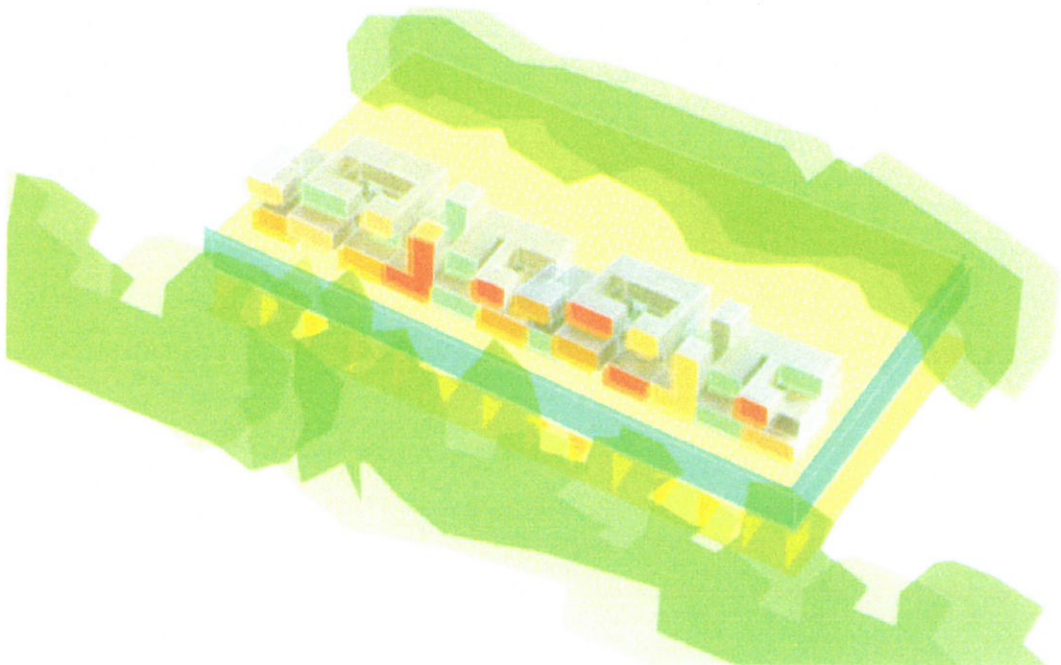
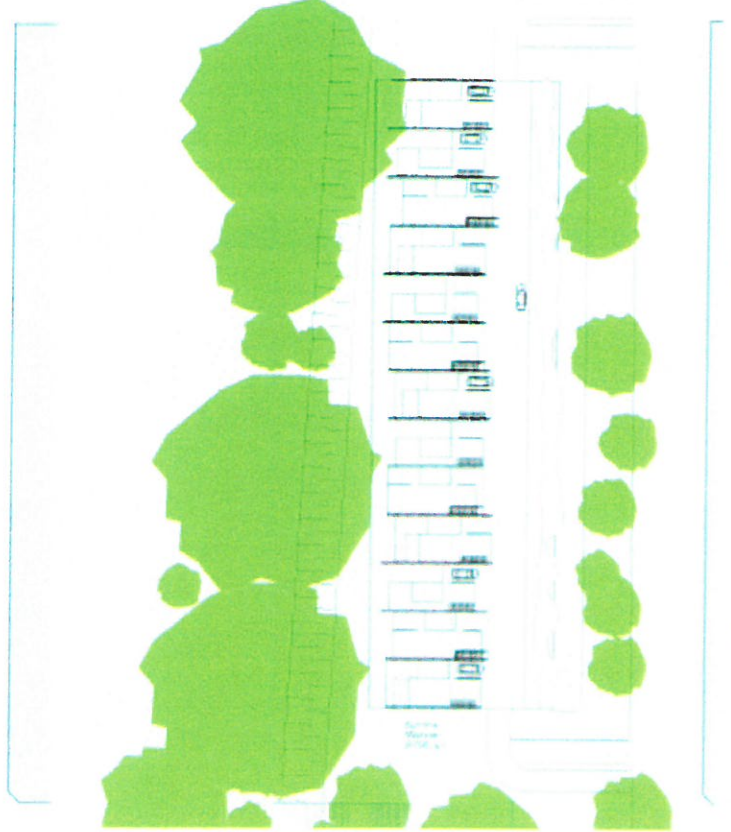


ABB.11 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Planungsentwurf - Baufeld Supermarkt - Variante mit max. zwei Geschossen
Entwurf: AJJMR, Berlin

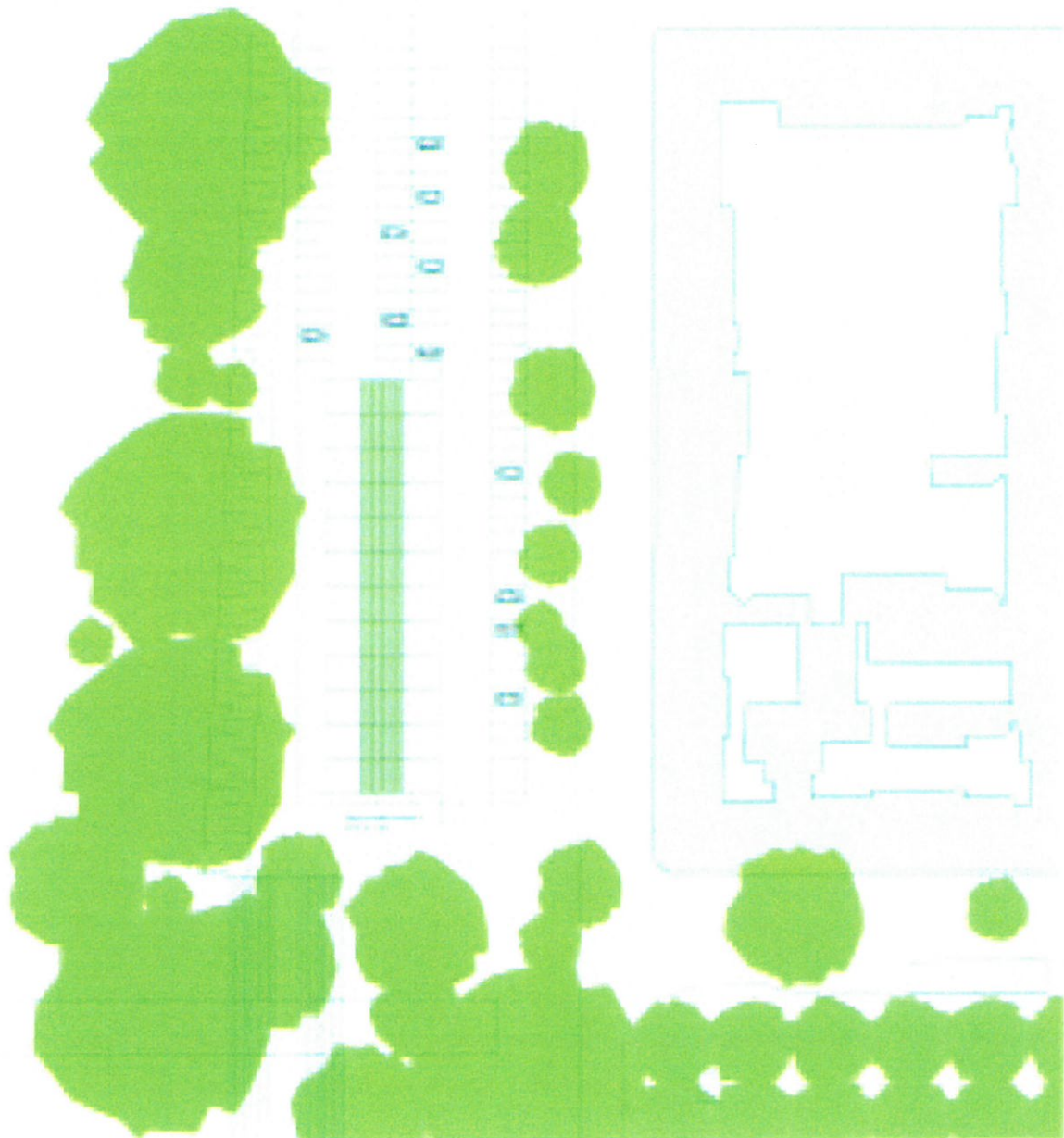


ABB.15 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation

Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

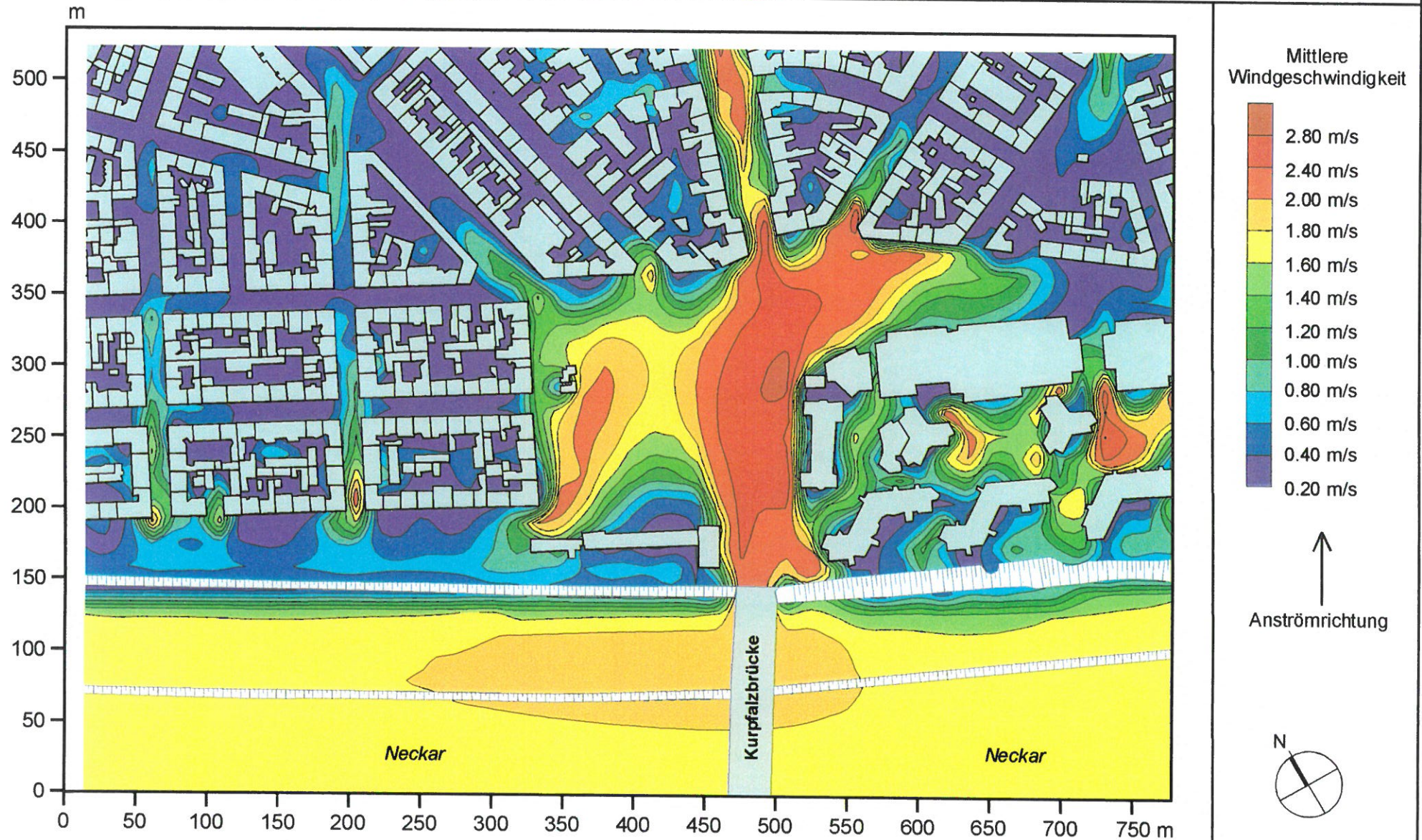


ABB.16 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation

Ist-Zustand / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

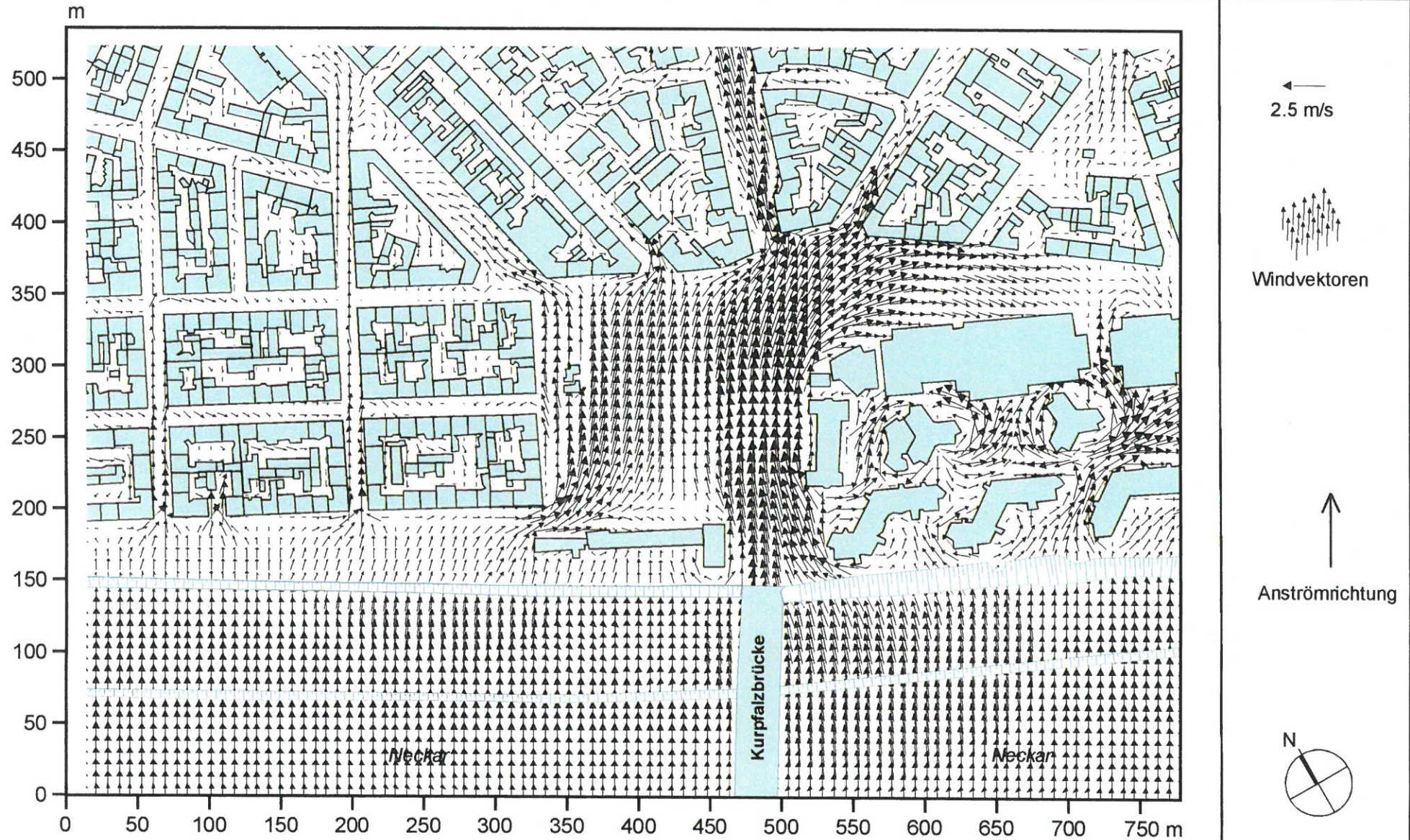


ABB.17 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation

Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)



ABB.18 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation

Plan-Zustand 1 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

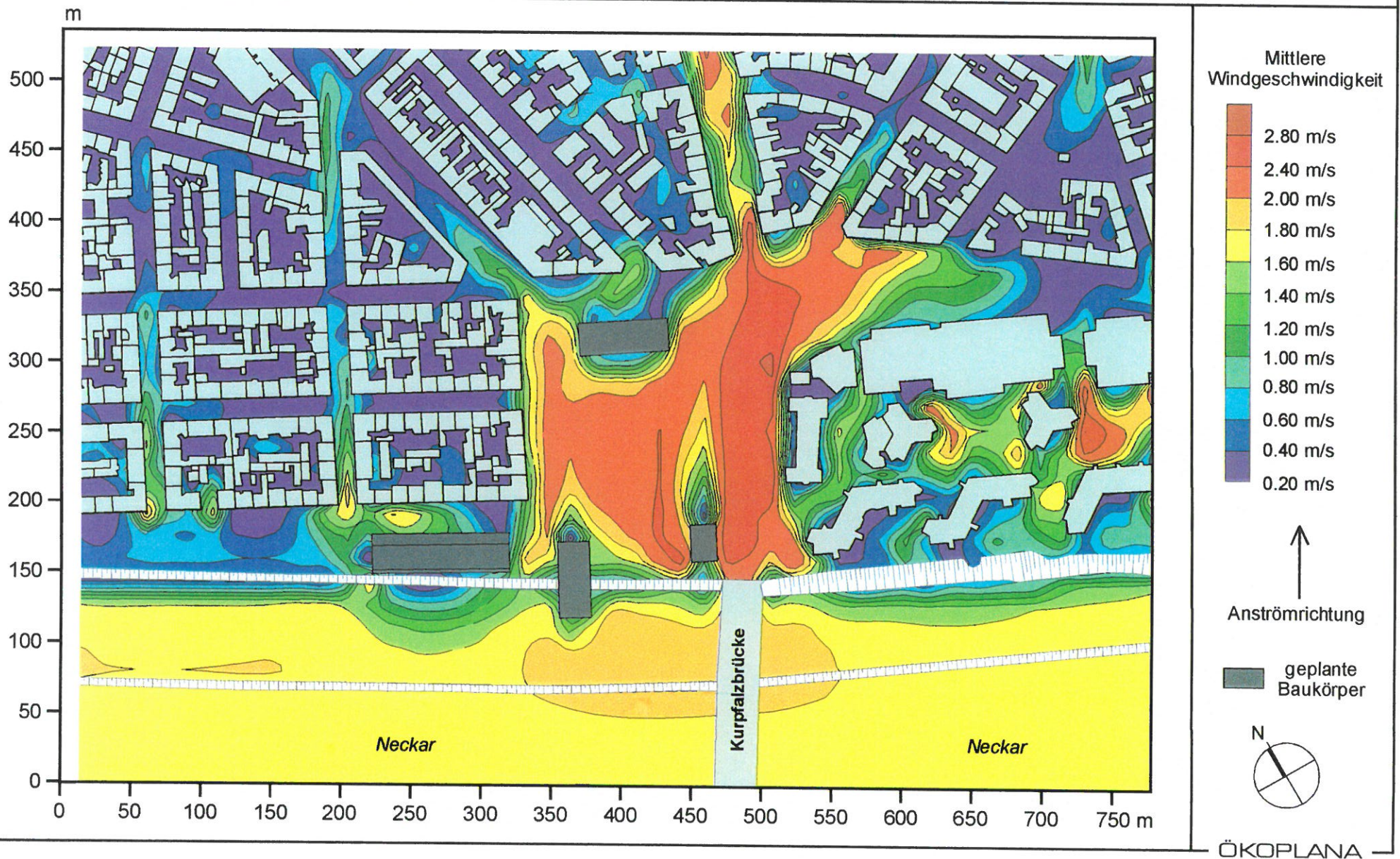


ABB. 19 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 1 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

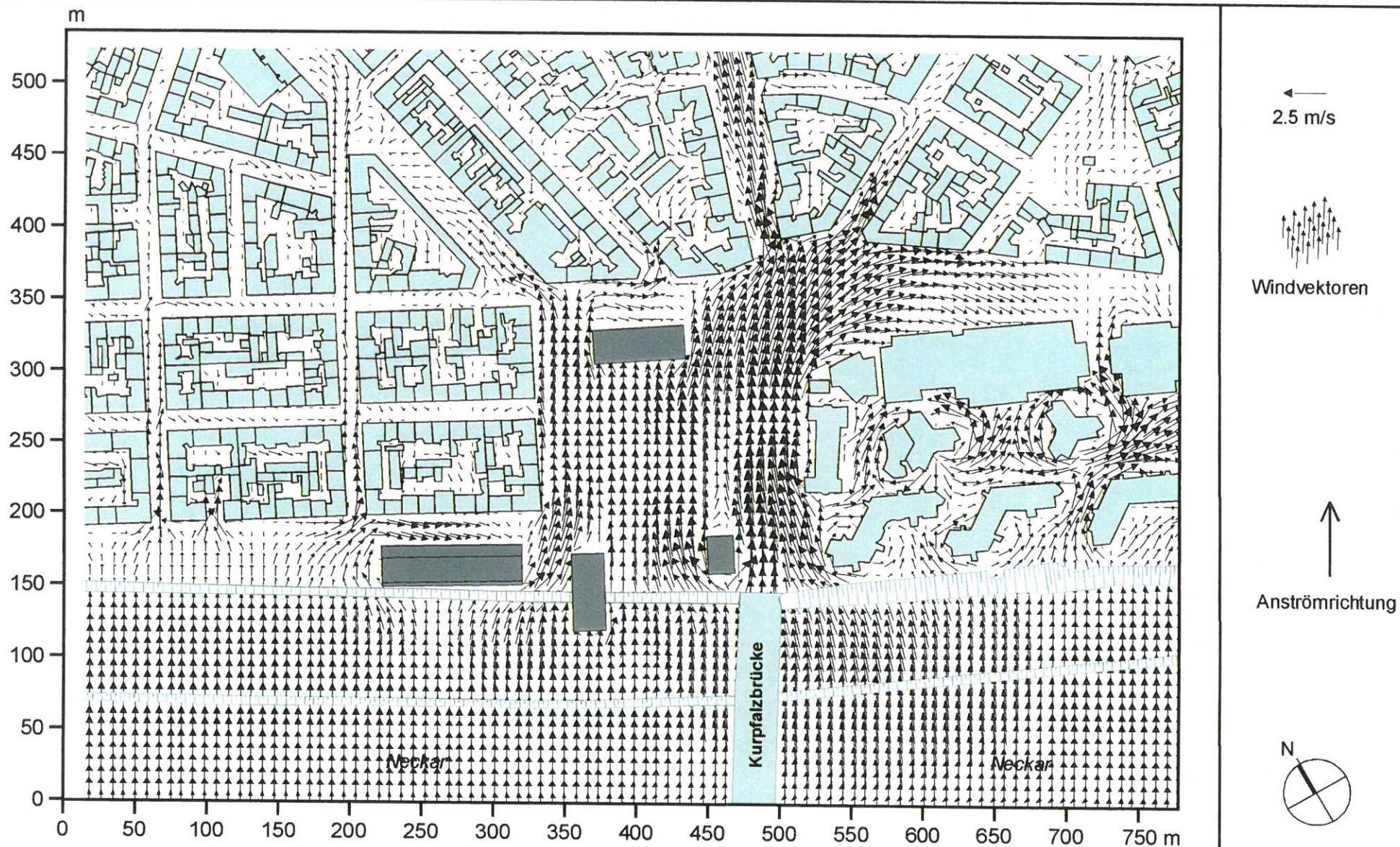


ABB.20 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Tagsituation

Plan-Zustand 1 / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)



ABB.21 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 2 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

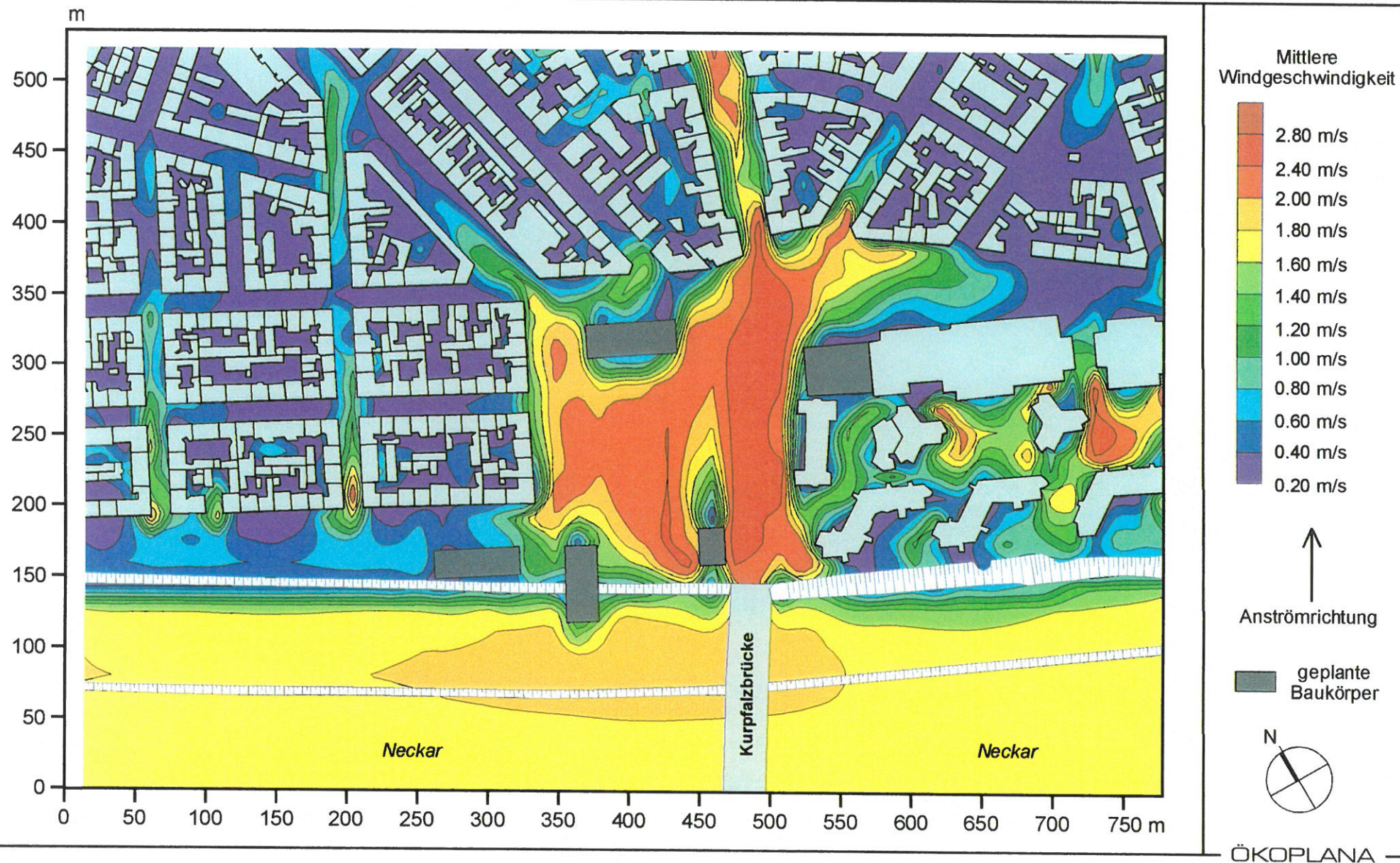


ABB.22 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation
Plan-Zustand 2 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

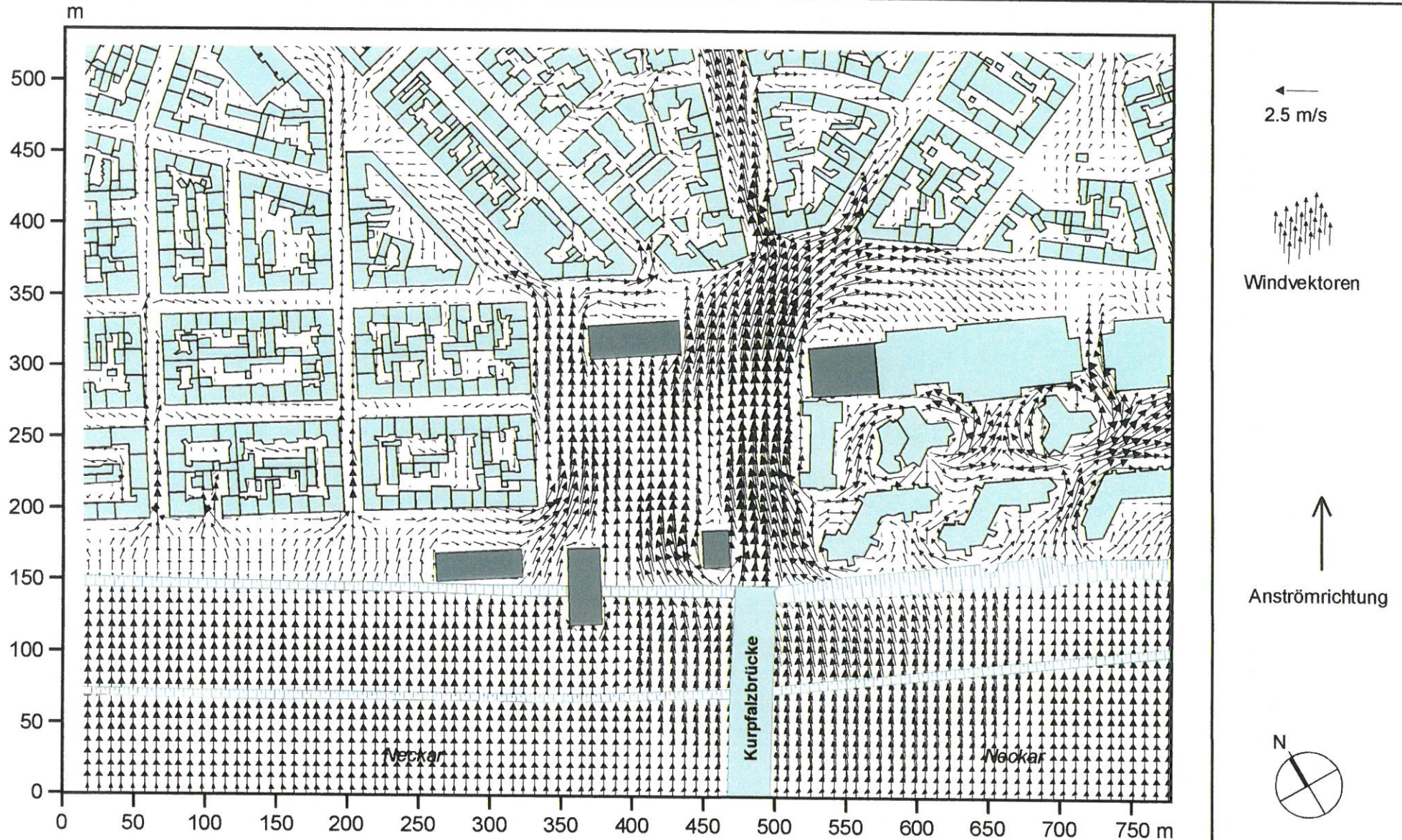


ABB.22 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation
Plan-Zustand 2 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten
mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

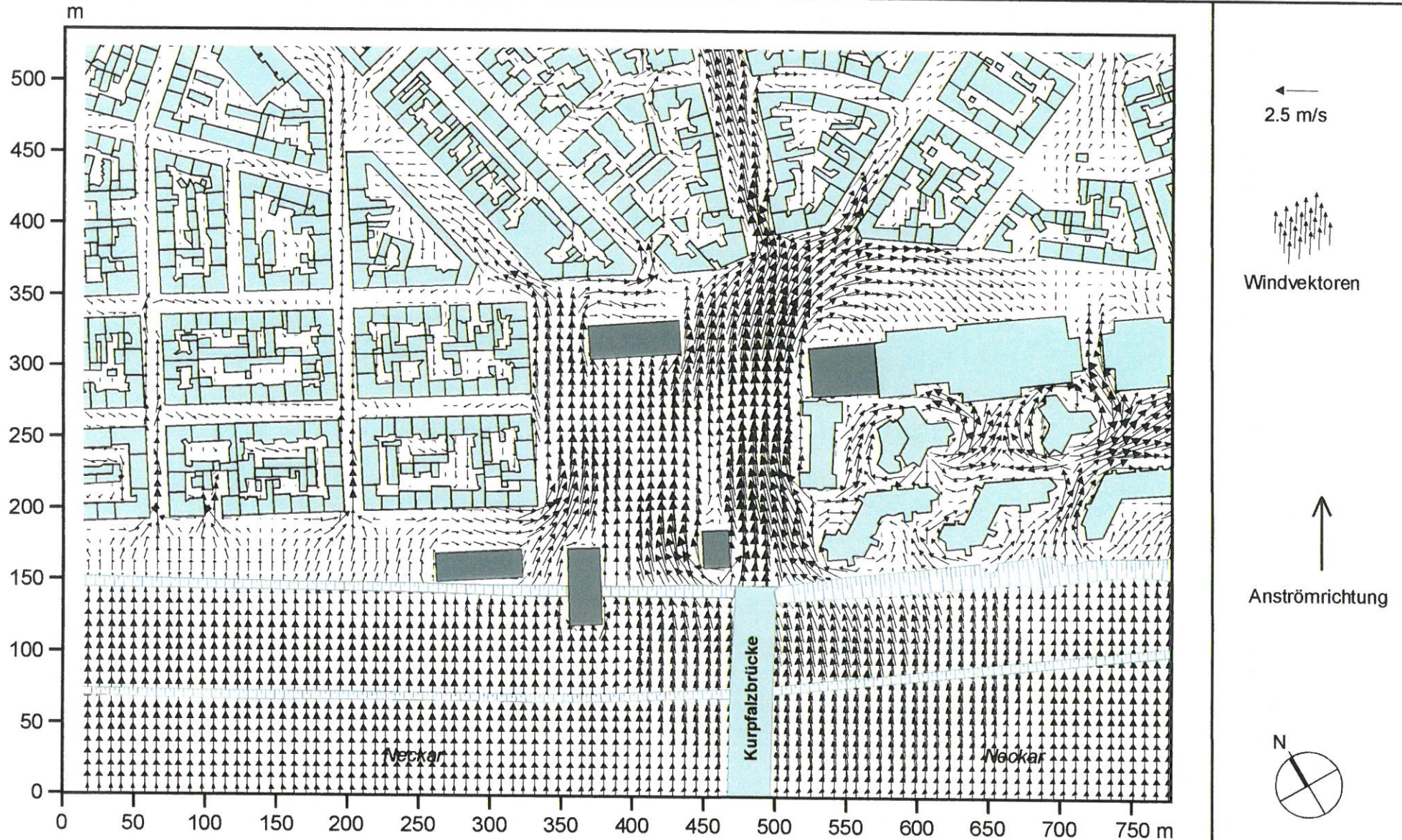


ABB. 23 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 2 / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdwesten mit 2.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (labile Luftschichtung)

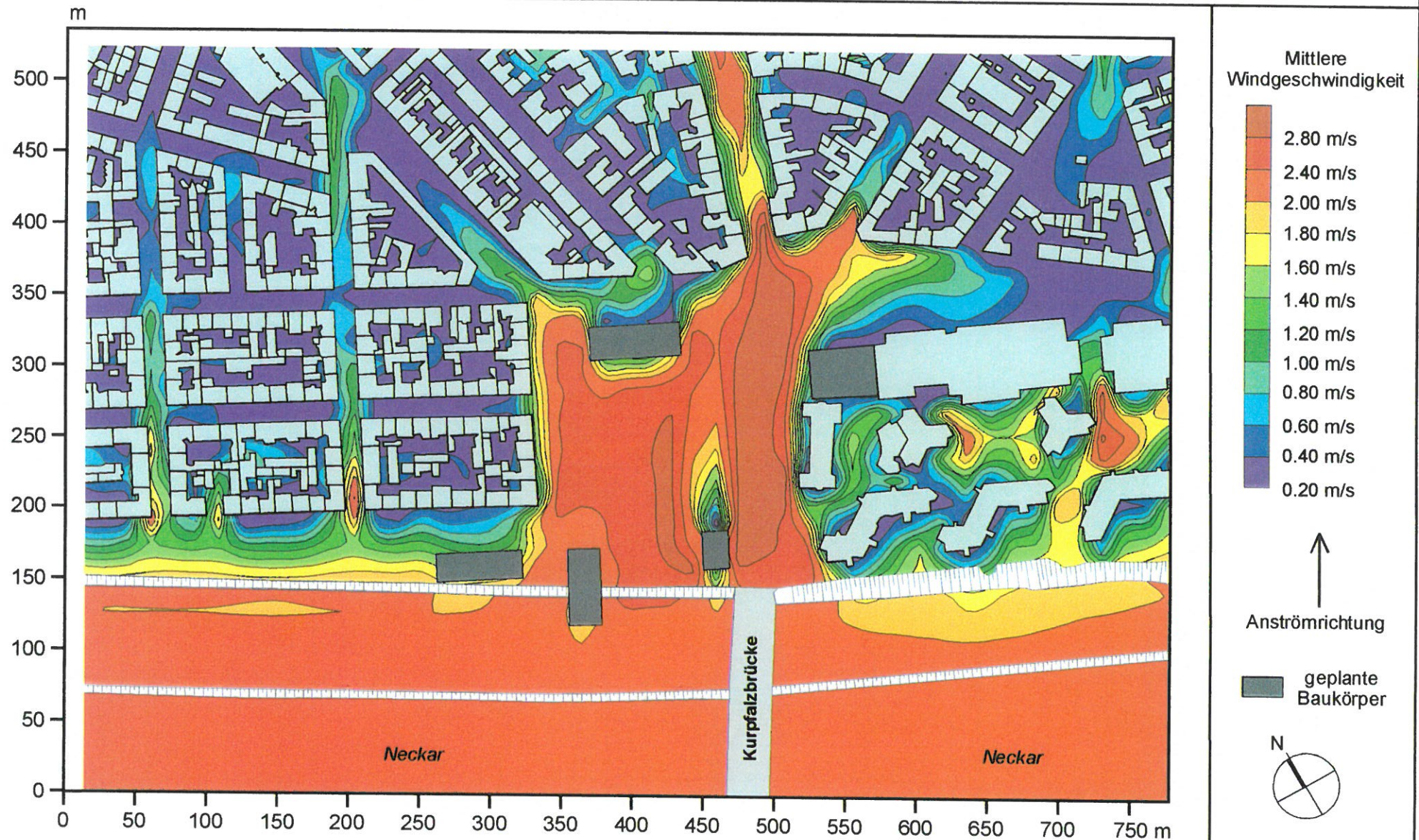


ABB. 24 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation
Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)

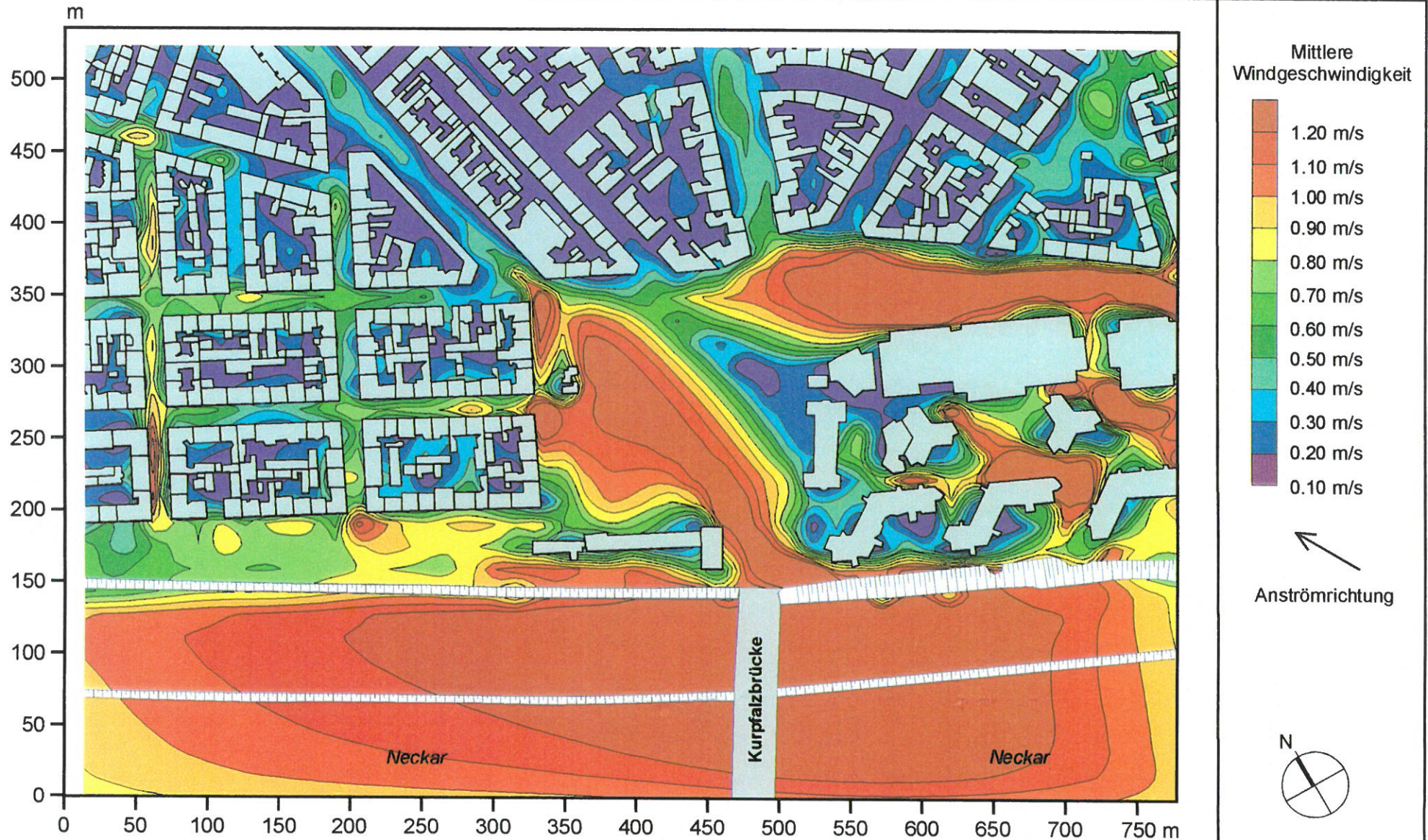


ABB. 25 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation
Ist-Zustand / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)

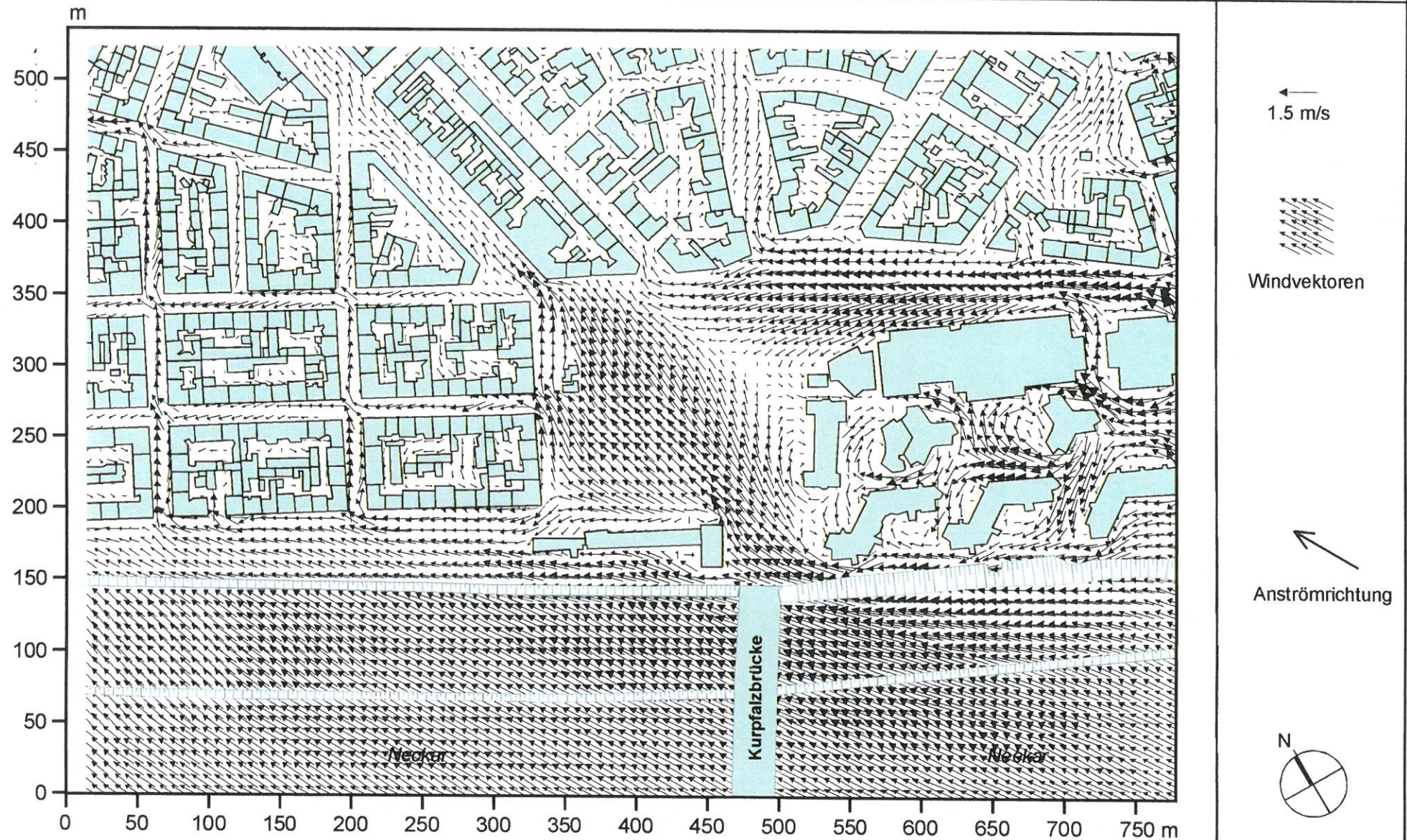


ABB. 26 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Ist-Zustand / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)

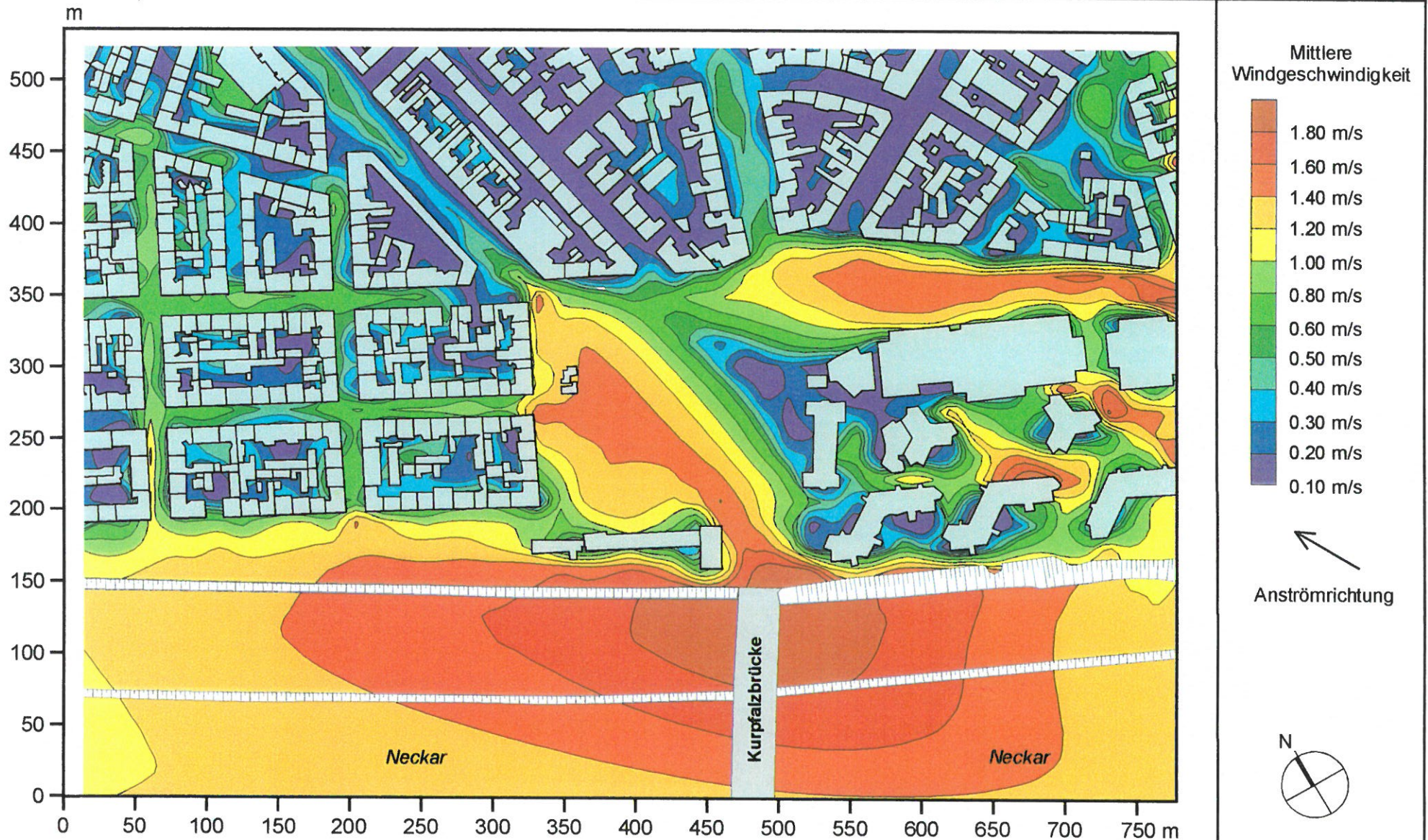


ABB. 27 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 1 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)

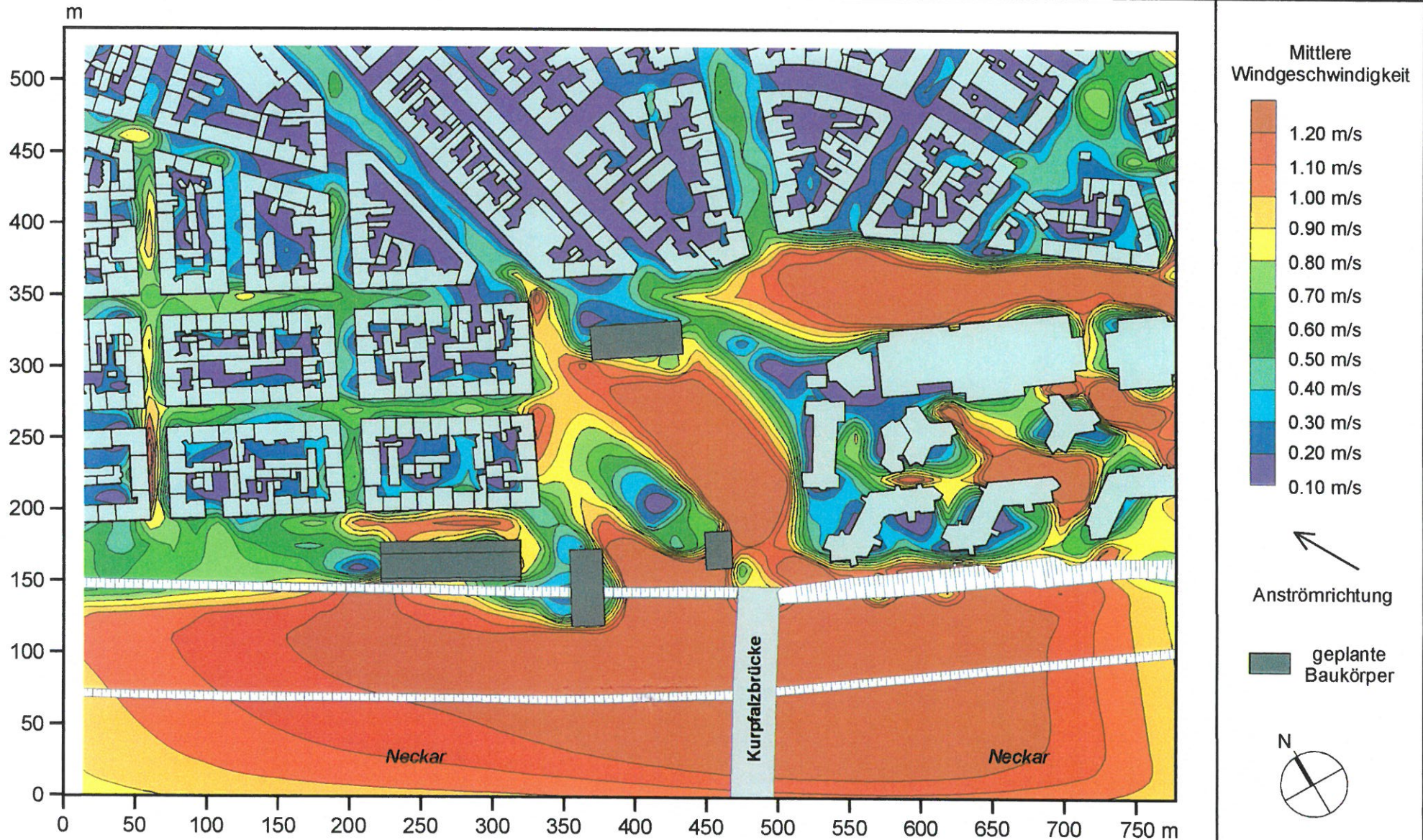
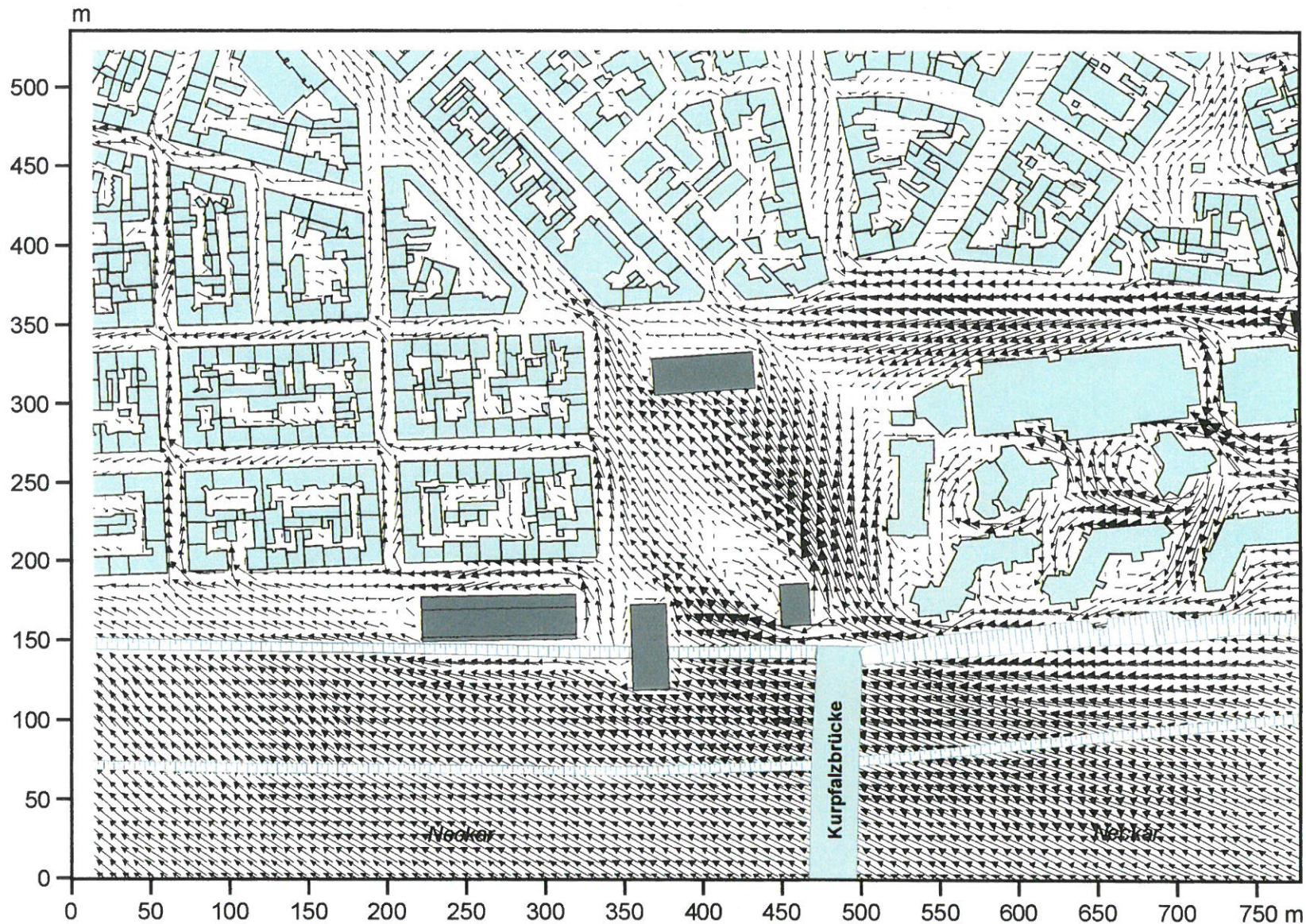


ABB. 28 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 1 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)



1.5 m/s

Windvektoren

Anströmrichtung



ABB. 29 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 1 / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)



ABB. 30 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 2 / Windgeschwindigkeiten 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)



ABB. 31 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation
Plan-Zustand 2 / Windvektoren 2 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten
mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)

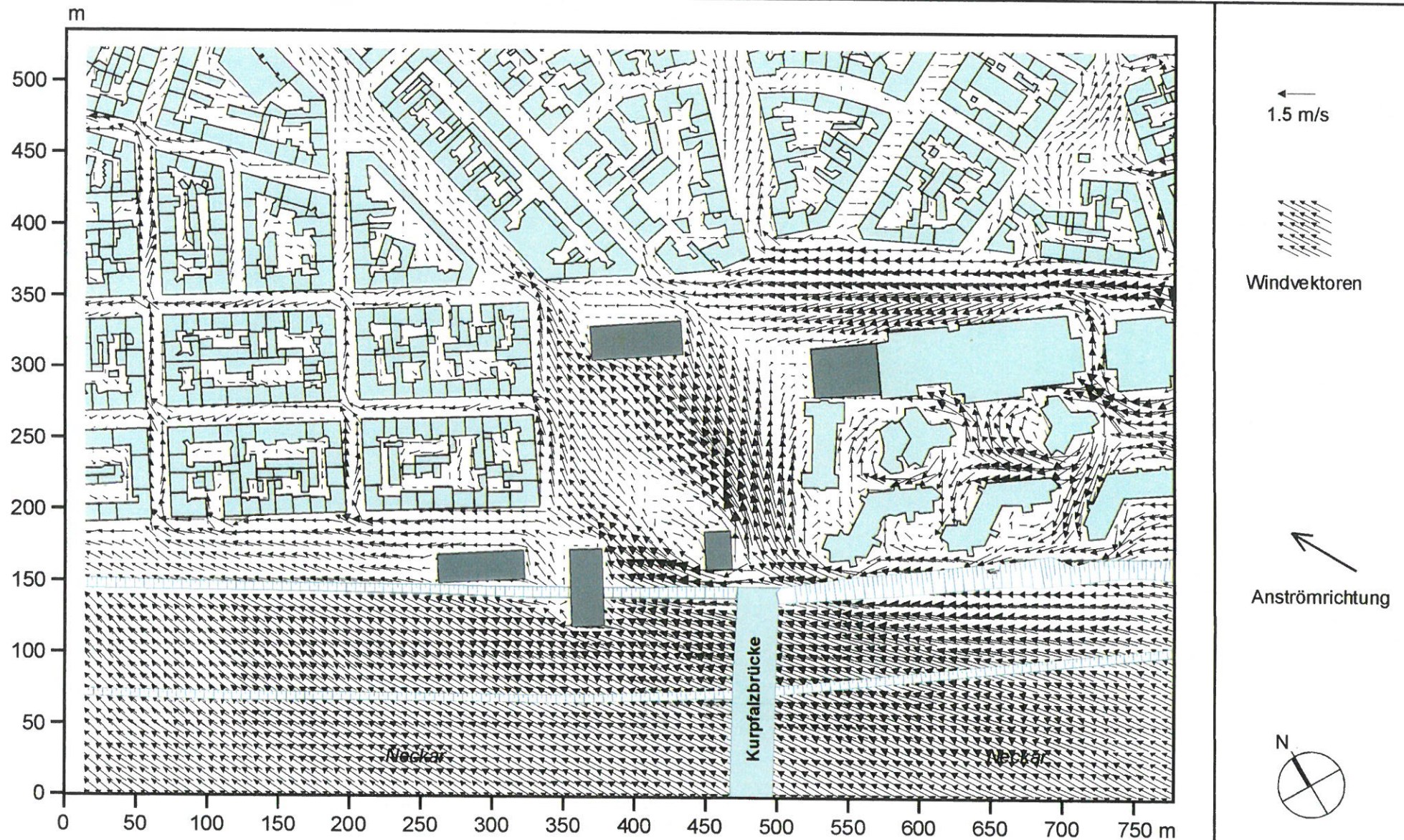


ABB. 32 KLIMASTUDIE MA - ALTER MESSPLATZ

Modellrechnungen - Strömungssimulation/Nachtsituation

Plan-Zustand 2 / Windgeschwindigkeiten 5 m ü.G., Windanströmung aus Südsüdosten mit 1.5 m/s in einer Höhe von 10 m ü.G. (neutrale Luftschichtung)

