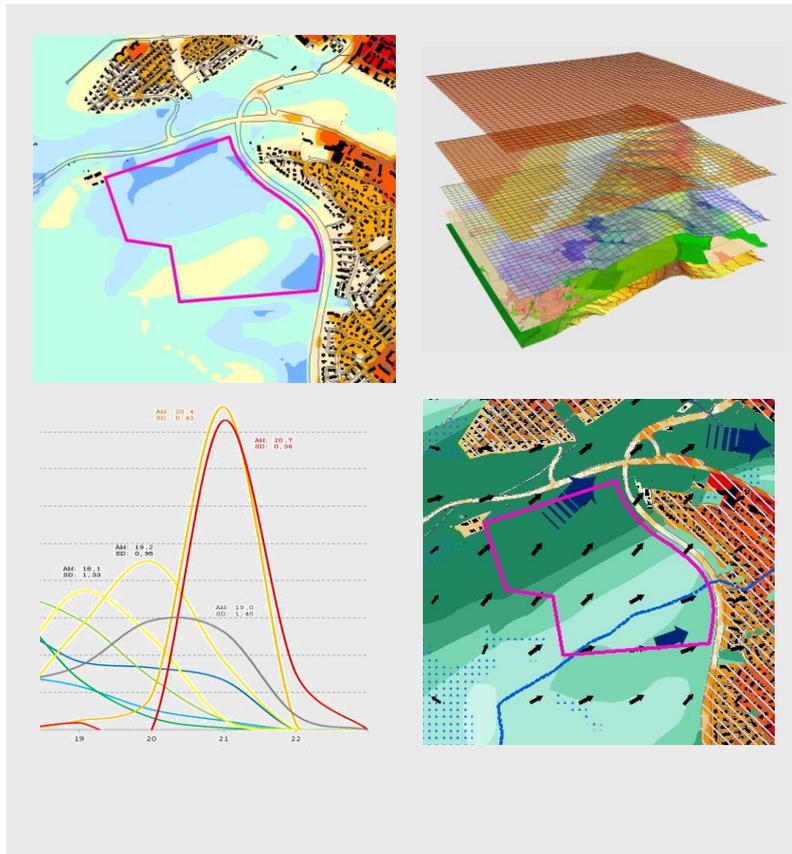


Klimaexpertise für den Bereich Kohlplatte in Ulm

Verbal-argumentative Stellungnahme zum Einfluss der beabsichtigten Nutzungsänderung auf das Schutzgut Klima



Auftraggeber:

Stadt Ulm

Hauptabteilung Stadtplanung, Umwelt und Baurecht

Abteilung Strategische Planung

Münchner Straße 2

89073 Ulm



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a

3 0 1 6 1 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Methode	2
2	Stadtklimatische Situation und Beurteilung der Nutzungsänderung	3
2.1	Lufttemperatur zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens	3
2.2	Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens	5
2.3	Physiologisch Äquivalente Temperatur zum Zeitpunkt 14 Uhr	10
3	Klimaanalysekarte und Schlussfolgerung	11
4	Literatur	16

Abbildungen

Abb. 1:	Das Plangebiet Kohlplatte in Ulm (Datenquelle: Orthophoto 2016)	2
Abb. 2:	Nächtliches Temperaturfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m über Grund in °C)	4
Abb. 3:	Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom.....	5
Abb. 4:	Bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund)	6
Abb. 5:	Kaltluftvolumenstrom zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens	7
Abb. 6:	Querschnitt Gelände und Kaltluftvolumenstrom (Lage vgl. Abb. 5)	8
Abb. 7:	Drei Vertikalprofile von Temperatur und Windgeschwindigkeit im Bereich der Kohlplatte (Lage vgl. Abb. 5).....	9
Abb. 8:	Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 14 Uhr (1,1 m über Grund in °C)	11
Abb. 9:	Klimaanalysekarte Ulm (Nachtsituation um 4 Uhr)	13
Abb. 10:	Planungsempfehlungen für eine klimaökologisch nachhaltige Bebauung der Kohlplatte	14

1 Einleitung und Methode

Das ca. 39,3 ha große Plangebiet „Kohlplatte“ befindet sich im Stadtteil Söflingen im Stadtviertel Auf der Laue. Es wird im Norden durch die Harthäuser Straße, im Osten durch den Kurt-Schuhmacher-Ring, im Süden durch eine Kleingartenkolonie und im Westen vom Maienwald begrenzt (**Abb. 1**). Das Gebiet ist derzeit vor allem landwirtschaftlich geprägt. Neben ausgedehnten Ackerflächen sind innerhalb des Planungsareals jedoch auch größere Baumgruppen verortet, insbesondere im östlichen und nordwestlichen Abschnitt. Das Relief nimmt von Süd nach Nord in Richtung Roter Bach ab. Das bisher nahezu unbebaute Plangebiet grenzt unmittelbar westlich an das Söflinger Siedlungsgebiet mit vorwiegender Einzel- und Reihenhausbebauung an. Im Bereich der Kohlplatte soll ein neues Wohngebiet entstehen, wobei für ca. ein Drittel der Fläche Einfamilienhäuser und für die übrigen zwei Drittel der Fläche Geschosswohnungsbauten vorgesehen sind.

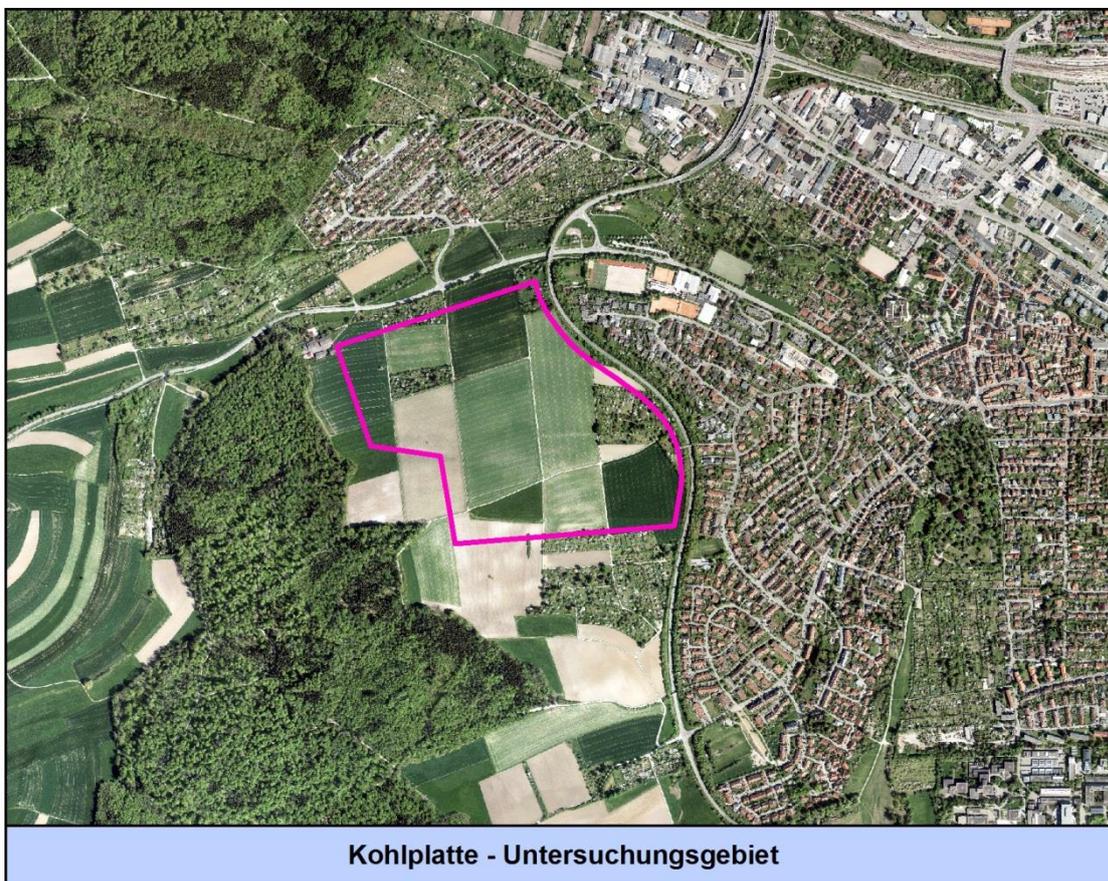


Abb. 1: Das Plangebiet Kohlplatte in Ulm (Datenquelle: Orthophoto 2016)

Die nachfolgende Untersuchung soll klären, welche klimatischen Funktionen das Plangebiet aktuell aufweist. Diese Stellungnahme erläutert verbal-argumentativ, welche klimaökologischen Auswirkungen durch die Umwandlung in ein Wohngebiet voraussichtlich zu erwarten wären und wie der bauliche Eingriff möglichst nachhaltig gestaltet werden kann. Bei den Auswertungen wird auf die aktuellen räumlich hochauflösenden Daten der Klimaanalyse für die Stadt Ulm (GEO-NET 2018) zurückgegriffen. Diese Ba-



sisuntersuchungen liefern die klimaökologischen Kenngrößen Strömungs- und Temperaturfeld für die Ist-Situation. Auf dieser Grundlage werden mögliche Auswirkungen qualitativ beschrieben.

2 Stadtklimatische Situation und Beurteilung der Nutzungsänderung

Ausgangspunkt für die Ermittlung der klimatischen Zusammenhänge ist eine austauscharme, sommerliche Hochdruckwetterlage, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen sowie lufthygienischen Belastungen einhergeht. Während bei einer windstarken „Normallage“ der Siedlungsraum gut durchlüftet wird und eine Überwärmung kaum gegeben ist, stellt die windschwache Hochdruckwetterlage mit wolkenlosem Himmel im Sommer eine „Worst Case“-Betrachtung dar. Unter diesen Rahmenbedingungen können nächtliche Kalt- und Frischluftströmungen aus innerstädtischen Grün- und Brachflächen zum Abbau einer Wärmebelastung in den überwärmten Siedlungsflächen beitragen.

2.1 Lufttemperatur zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens

Ein erholsamer Schlaf ist nur bei günstigen thermischen Bedingungen möglich, weshalb der Belastungssituation in den Nachtstunden eine besondere Bedeutung zukommt. Da die klimatischen Verhältnisse der Wohnungen in der Nacht im Wesentlichen nur durch den Luftwechsel modifiziert werden können, ist die Temperatur der Außenluft der entscheidende Faktor bei der Bewertung der thermophysiologischen Belastung. Entsprechend spiegelt die Beurteilung des Bioklimas weniger die thermische Beanspruchung des Menschen im Freien wider, als vielmehr die positive Beeinflussbarkeit des nächtlichen Innenraumklimas. Die bodennahe Lufttemperatur zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens zeigt die **Abb. 2**.

Die kühleren Grünflächen im Untersuchungsraum (s. Kartenausschnitt) zeichnen sich deutlich von den wärmeren Siedlungsflächen ab. Innerhalb des Kartenausschnitts wird mit Temperaturen zwischen 9 °C (Dunkelblau) und 21 °C (Braun) eine Temperaturspanne von 12 °C erreicht. Die kühlestes Areal stellen die Ackerflächen westlich des Maienwaldes dar, wogegen die Gewerbeflächen im Blautal am wärmsten sind. In den aktuellen Wohngebieten Söflingens wird mit Temperaturen zwischen vorwiegend 14 °C (Gelb) und 18 °C (Orange) ein eher moderates Niveau erreicht. Die lockere Bebauung mit Einzel- und Reihenhäusern sowie die Nähe zu Grünflächen gewährleisten eine gute Versorgung mit relativ kühler Luft. Im Plangebiet selbst betragen die Lufttemperaturen zwischen 11 °C (Blau) und 15 °C (Gelb). Auf der großen unbebauten Planfläche kann sich nachts viel Kaltluft bilden und in die niedrig gelegeneren Bereiche abfließen. Dementsprechend orientiert sich die Lufttemperatur der Kohlplatte am Relief: Während die höheren Temperaturen auf den Hochflächen vorkommen, treten niedrige Temperaturen vor allem in den Senken (z.B. im Bereich Roter Bach Tal) auf. Die Freiflächenstruktur der Kohlplatte (nahezu unbebaut und unversiegelt) trägt dazu bei, dass die nächtliche Lufttemperatur in diesem Gebiet relativ gering ausfällt. Mit der Umwandlung der Planfläche in ein Wohngebiet werden die Temperaturen innerhalb der Kohlplatte zwangsläufig zunehmen. Im Kapitel 3 wird beschrieben, wie eine Bebauung der Kohlplatte klimaökologisch günstig erfolgen kann.

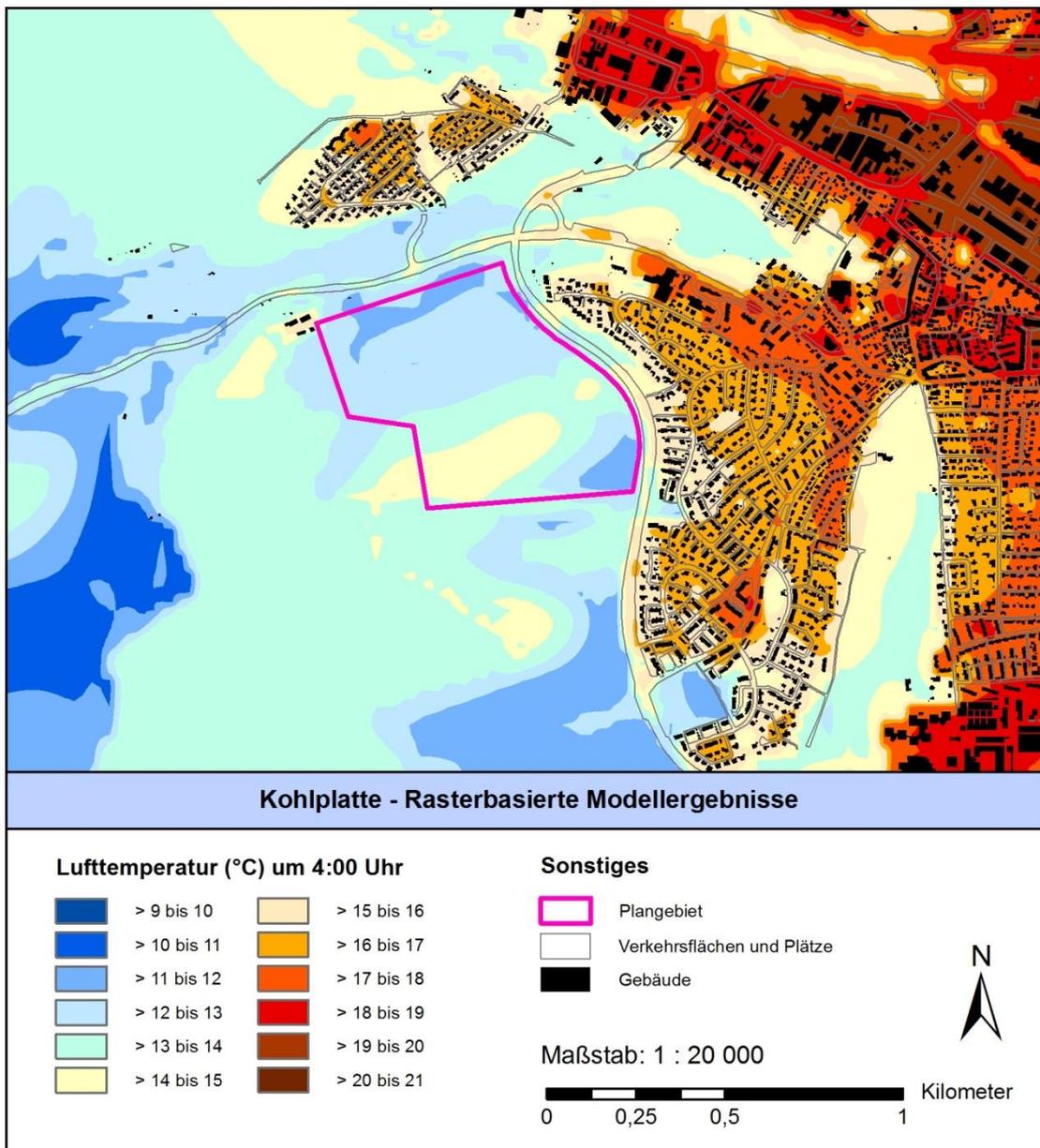


Abb. 2: Nächtliches Temperaturfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m über Grund in °C)

2.2 Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens

Den lokalen thermischen Windsystemen kommt eine besondere Bedeutung beim Abbau von Wärme- und Schadstoffbelastungen größerer Siedlungsräume zu. Weil die potenzielle Ausgleichsleistung einer Grünfläche als Kaltluftentstehungsgebiet nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit (d.h. durch die Höhe der Kaltluftschicht) mitbestimmt wird, wird zur Beurteilung der klimatischen Ausgangssituation mit dem Kaltluftvolumenstrom ein weiterer Parameter herangezogen (**Abb. 3**). Unter dem Begriff Kaltluftvolumenstrom versteht man, vereinfacht ausgedrückt, das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m^3 , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt. Da die Modellergebnisse nicht die Durchströmung eines natürlichen Querschnitts widerspiegeln, sondern den Strömungsdurchgang eines 1 m breiten

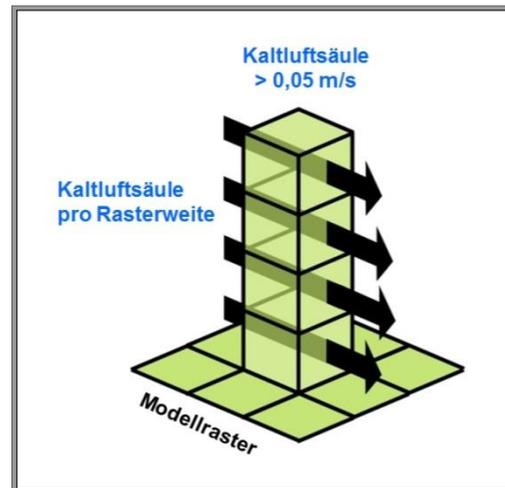


Abb. 3: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom

Querschnitts, ist der resultierende Parameter streng genommen nicht als Volumenstrom, sondern als Volumenstromdichte aufzufassen. Dies kann man so veranschaulichen, indem man sich ein quer zur Luftströmung hängendes Netz vorstellt, das ausgehend von der Obergrenze der Kaltluftschicht bis hinab auf die Erdoberfläche reicht. Bestimmt man nun die Menge der pro Sekunde durch das Netz strömenden Luft, erhält man den Kaltluftvolumenstrom. Der Volumenstrom ist ein Maß für den Zustrom von Kaltluft und bestimmt somit, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials.

Die Pfeilsignatur in der nachfolgenden Abbildung stellt die Strömungsrichtung im bodennahen Bereich für den Istzustand dar, während die Windgeschwindigkeit (**Abb. 4**) bzw. der Kaltluftvolumenstrom (**Abb. 5**) über eine Flächenfarbe dargestellt wird. Die Klimasimulation zeigt, dass sich über den Söflinger Grünflächen bis zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens große Mengen an Kalt-/Frischlufte gebildet haben.

Im bodennahen Bereich werden im Plangebiet Windgeschwindigkeiten zwischen 0,5 m/s (Blau) und über 2 m/s (Dunkelblau) erreicht, was für austauscharme Strahlungswetterlagen ausgesprochen hoch ist (**Abb. 4**). Dies hängt damit zusammen, dass die thermisch induzierten Winde (durch den Temperaturunterschied zwischen Siedlungs- und Grünflächen hervorgerufen) durch das stark abfallende Relief verstärkt werden. Von den Hochflächen des Maienwaldes strömt über die Kohlplatte kühle Luft in Richtung Blautal (s. nördlicher Abschnitt der Planfläche) bzw. direkt in das Söflinger Wohngebiet (s. zentraler und südlicher Abschnitt des Plangebiets) ein. Da die Kohlplatte bis auf ein paar wenige Bäume frei von jeglichen Strömungshindernissen ist, kann die Kaltluft aus der Peripherie relativ ungehindert in Richtung der



Stadt einströmen. Bei einer Umstrukturierung der Kohlplatte in ein Wohngebiet darf die gute Durchlüftungssituation keinesfalls stark beeinträchtigt werden. Der Maienwald stellt mit seinem hohen Bewuchs bodennah ein Strömungshindernis dar, ist aber für den Kaltlufthaushalt dennoch von Bedeutung. Über dem Kronendach des Waldes kann eine Menge an Kaltluft gebildet werden, die am Waldrand auf die umliegenden Ackerflächen absinkt und in Richtung Siedlung strömt. Auf den Ackerflächen zwischen Maienwald und Kohlplatte beschleunigen sich die Winde deutlich, sodass sich auf der Kohlplatte die Hinderniswirkung des Waldes nicht mehr bemerkbar macht.

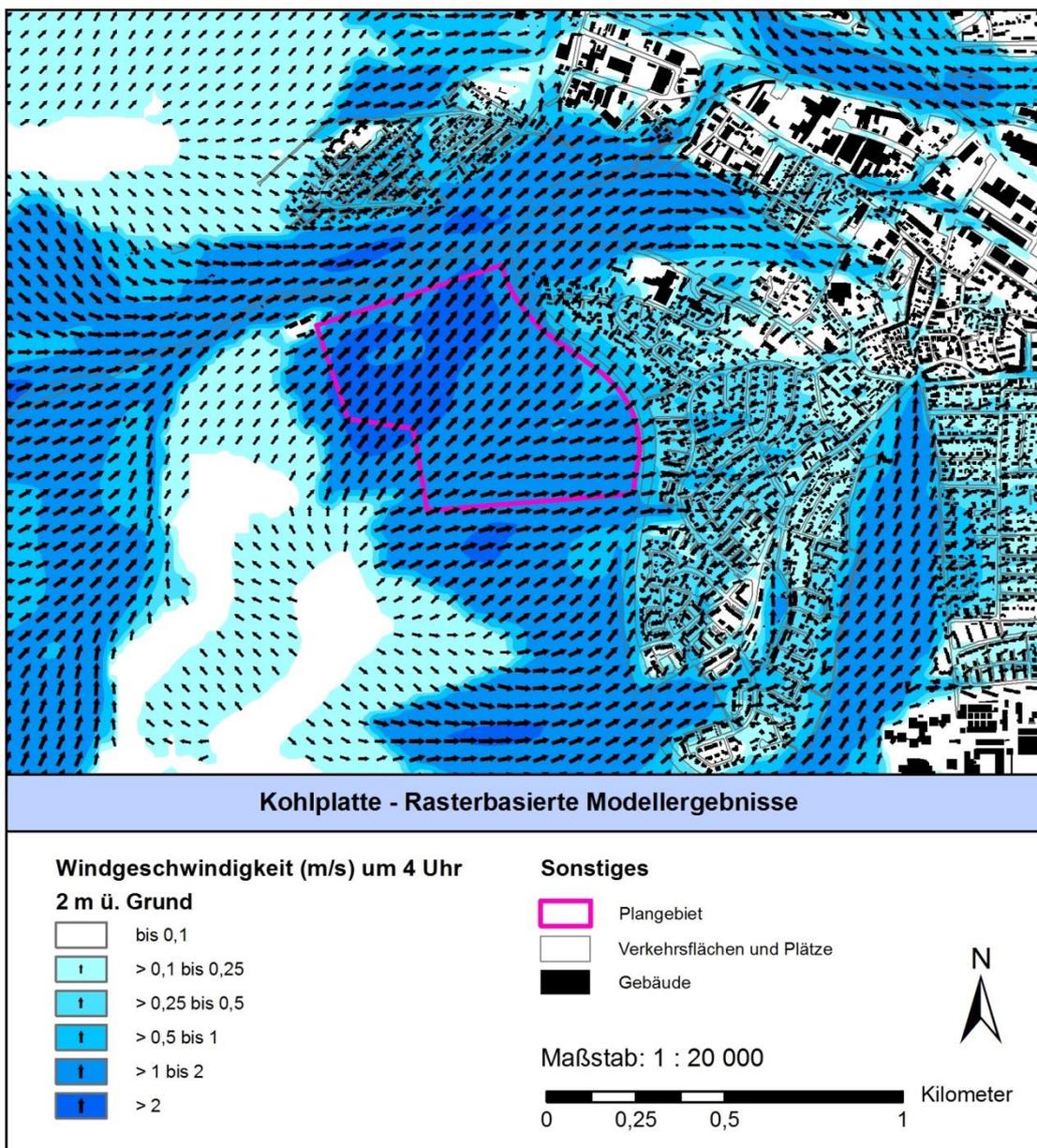


Abb. 4: Bodennahes Kaltluftströmungsfeld zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2 m ü. Grund)

Das Muster des Kaltluftvolumenstroms folgt im Groben dem des bodennahen Kaltluftströmungsfeldes. Der auftretende Kaltluftvolumenstrom erreicht lokal hohe (südliche Kohlplatte) bis sehr hohe (nördliche Kohlplatte) Werte (**Abb. 5** und **Abb. 6**). Nur vereinzelt treten in der Umgebung der Kohlplatte mäßige



Kaltluftvolumenströme auf, z.B. im Maienwald. Die nördliche Kohlplatte befindet sich im Einzugsbereich der Kaltluftleitbahn Roter Bach und gilt als besonders sensibler Bereich.

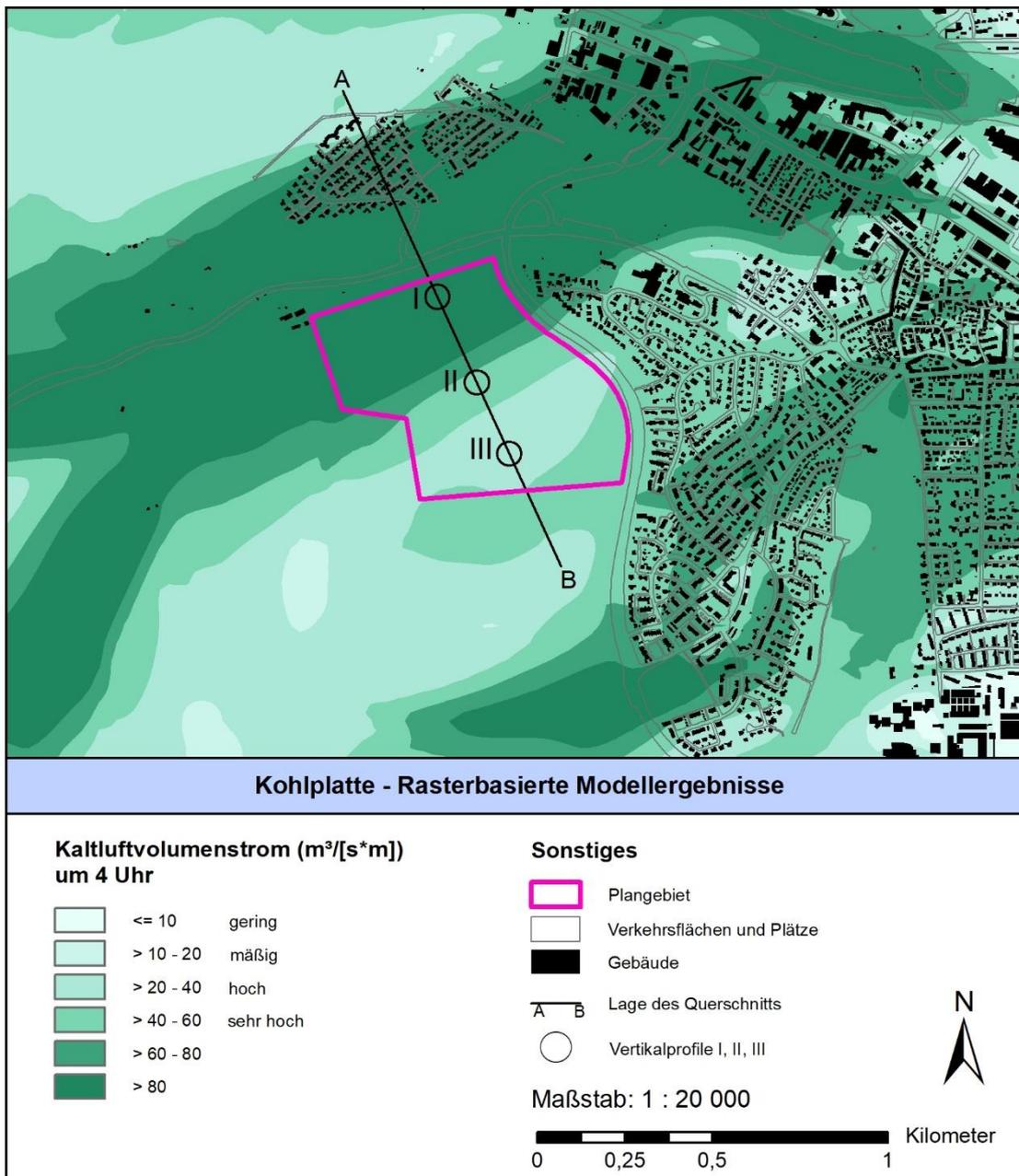


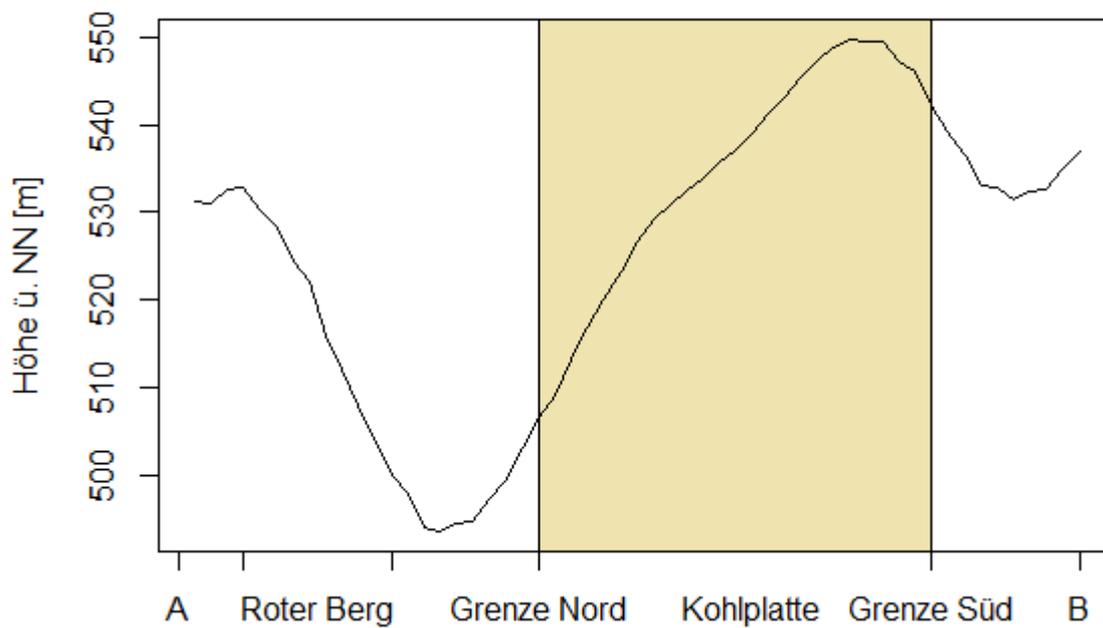
Abb. 5: Kaltluftvolumenstrom zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens

Mit Blick auf die Vertikalprofile von Temperatur und Windgeschwindigkeit (**Abb. 7**) ist im Bereich der Kohlplatte von einer Kaltluftmächtigkeit von durchschnittlich 20 m auszugehen. Aus dem Vertikalprofil „I“ der Windgeschwindigkeit geht hervor, dass die Windgeschwindigkeit mit 2,5 m/s in etwa 15-20 m Höhe ihr Maximum erreicht und weiter nach oben hin wieder abnimmt. Mit Temperaturen im Bereich von 16 °C in 20 m Höhe (s. Vertikalprofil „I“) ist die Luft im Plangebiet noch verhältnismäßig kühl. Die Höhe der Kaltluftschicht ist ein wichtiges Maß, um Empfehlungen hinsichtlich der Gebäudehöhe treffen zu können (vgl. Kapitel 3 mit Empfehlungen).



Das Vertikalprofil II zeigt den zentralen Bereich der Kohlplatte. Im Vergleich zur nördlichen Kohlplatte (Profil I) ist zu sehen, dass die Lufttemperatur in der einzelnen Höhengschichten insgesamt wärmer ausfällt. In 20 m über dem Grund beträgt die Lufttemperatur ca. 18 °C und die Windgeschwindigkeit ca. 0,7 m/s. Das Windgeschwindigkeitsmaximum von etwa 1,8 m/s wird bereits in 5 m ü. Grund erreicht. Im Vertikalprofil III (südliche Kohlplatte) fallen die Lufttemperatur noch höher und die Windgeschwindigkeit noch niedriger aus.

Querschnitt Höhenprofil



Querschnitt Kaltluftvolumenstrom

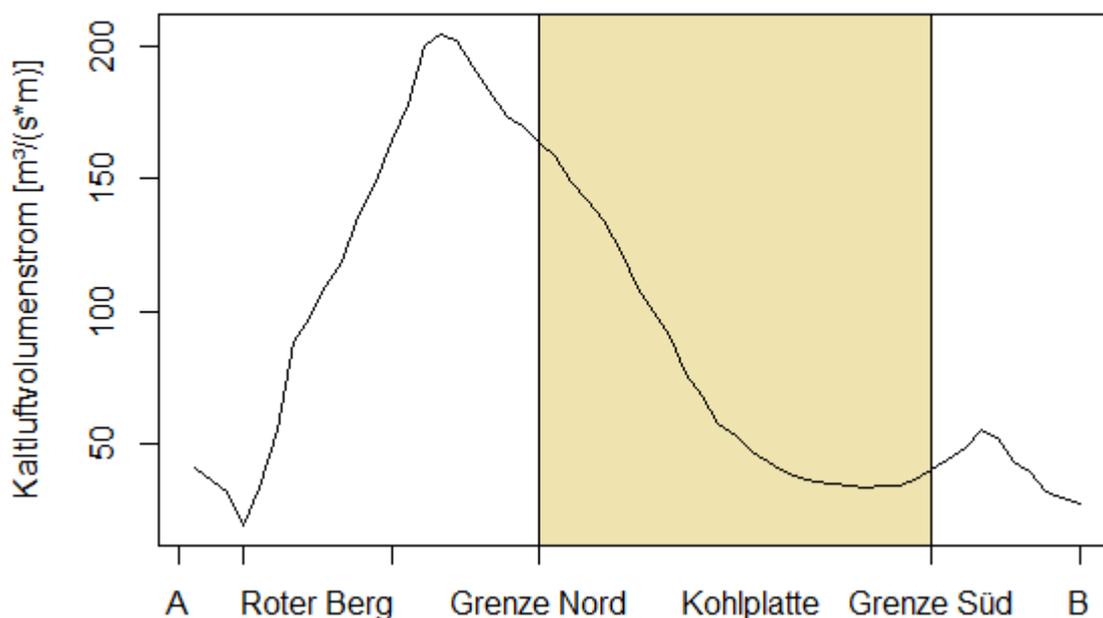


Abb. 6: Querschnitt Gelände und Kaltluftvolumenstrom (Lage vgl. Abb. 5)



In 20 m ü. Grund beträgt die Lufttemperatur dort bereits über 18 °C und die Windgeschwindigkeit etwa 0,25 m/s. In 2 m ü. Grund wird das Windgeschwindigkeitsmaximum von knapp 1,5 m/s erreicht.

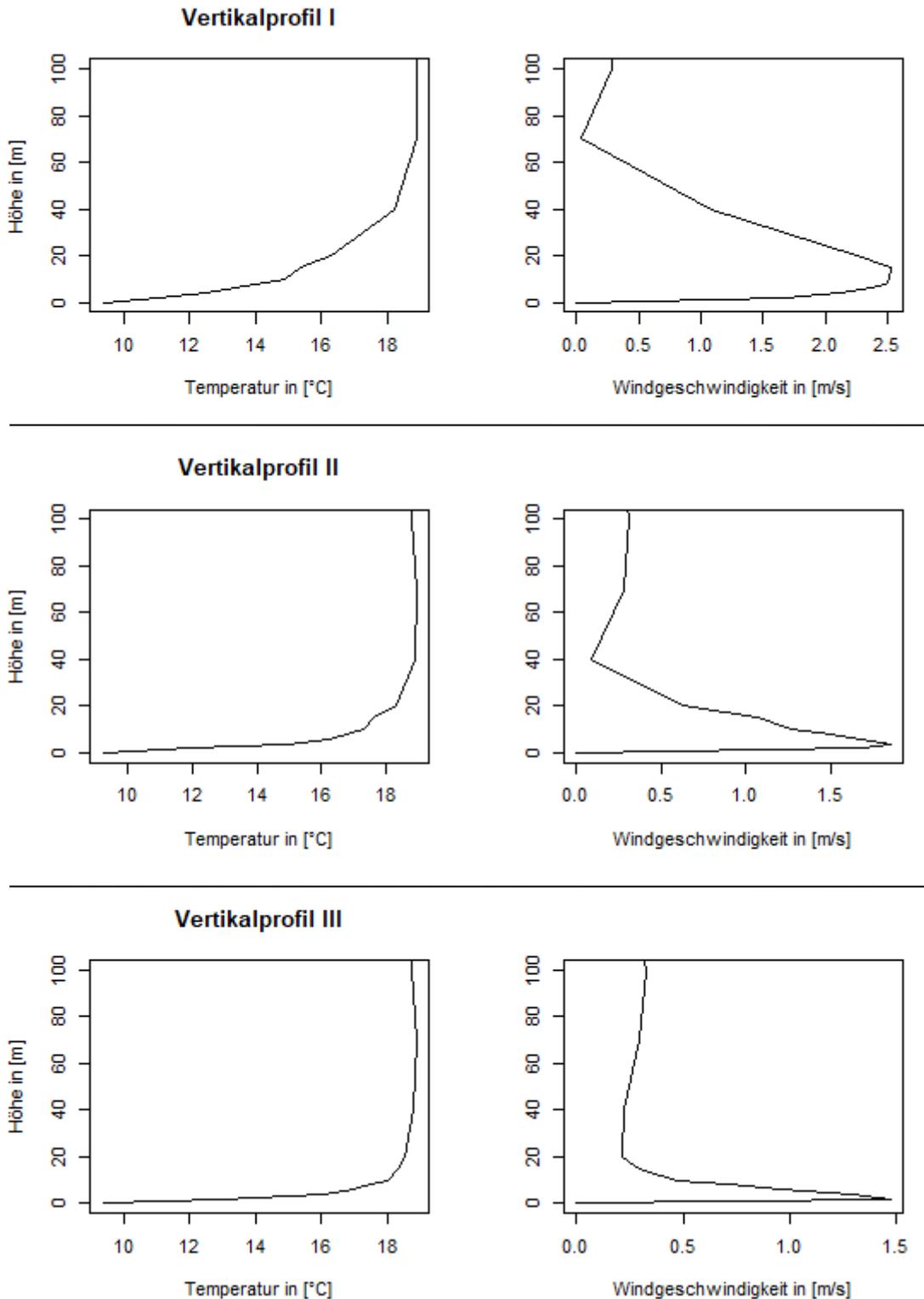


Abb. 7: Drei Vertikalprofile von Temperatur und Windgeschwindigkeit im Bereich der Kohlplatte (Lage vgl. Abb. 5)



2.3 Physiologisch Äquivalente Temperatur zum Zeitpunkt 14 Uhr

Zur Bewertung der Tagsituation wird der humanbioklimatische Index PET (=Physiologisch Äquivalente Temperatur) herangezogen (Höppe und Mayer 1987). Der PET bezieht sich (wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes auch) auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler 1999).

Mit Blick auf die Wärmebelastung ist er damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar. Per Definition liegt eine starke Belastung ab einer PET von mehr als 35°C vor. Allerdings hat nicht jeder Mensch dasselbe Wärmeempfinden, so dass durchaus auch bei geringeren Werten bereits eine Belastung empfunden werden kann. Zum Zeitpunkt 14 Uhr zeigt sich, dass die auftretende Wärmebelastung am Tage vor allem über die Verschattung beeinflusst wird.

Um 14 Uhr werden im Bereich der Kohlplatte PET-Werte zwischen 32 und 40 °C erreicht (**Abb. 8**). Dies bedeutet, dass eine mäßige (ab 29 °C) bis starke (ab 35 °C) Wärmebelastung vorliegt. Die teilweise vorliegende starke Wärmebelastung ist vor allem auf eine mangelnde Verschattung zurückzuführen. Die Waldareale (z.B. Maienwald) stellen die kühlest Bereiche innerhalb des großräumigen Untersuchungsraumes dar. Auch am Beispiel der Kohlplatte ist zu sehen, dass die Abschnitte in Waldnähe (d.h. im westlichen Teil) tendenziell niedrigere PET-Werte aufweisen als die weiter östlich gelegenen Flächen. Weiterhin ist der Bereich Roter Bach am Tage kühler als der südliche Abschnitt der Kohlplatte. Die Kohlplatte teilt sich somit in eine mäßig wärmebelastete Hälfte im Nordwesten (Gelb und Hellorange) und eine stark wärmebelastete Hälfte (Orange) im Südosten.

Bei der Umwandlung der Kohlplatte in ein Wohngebiet wird sich das Temperaturniveau zwar erhöhen, jedoch wirkt sich eine Verschattung durch die neuen Gebäude bzw. mögliche Bäume positiv auf die gefühlte Temperatur am Tage aus. Unter Berücksichtigung bestimmter Vorgaben wird ein zunehmender Schattenwurf die durch das Bauvorhaben erwartete Erhöhung der Lufttemperatur kompensieren können. Dabei ist vor allem wichtig, ein Teil der bestehenden Grünflächen zu erhalten und ggf. aufzuwerten sowie Versiegelungsmaßnahmen (Straßen/Zuwegungen, Parkplätze) zu minimieren.

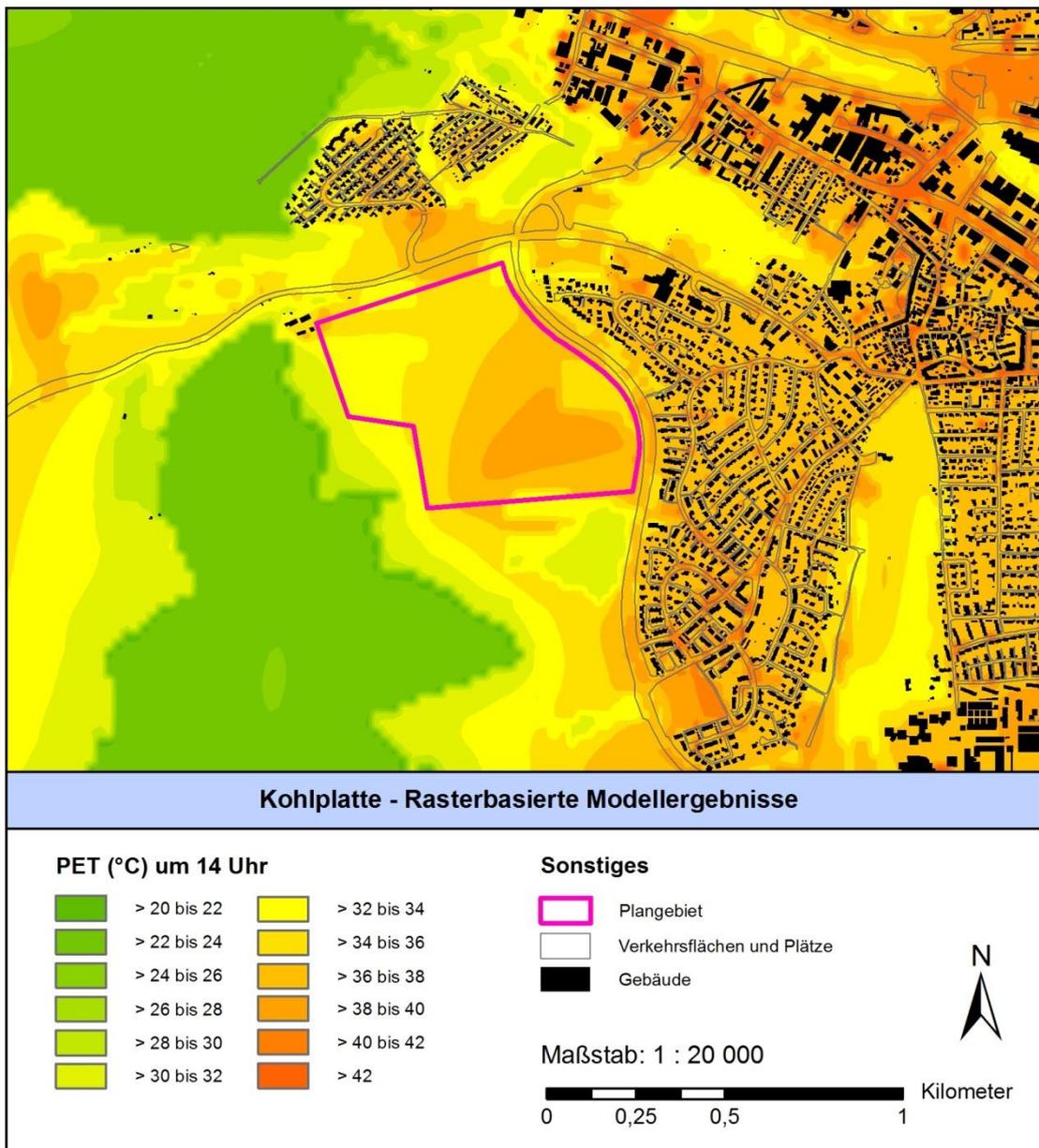


Abb. 8: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) zum Zeitpunkt 14 Uhr (1,1 m über Grund in °C)

3 Klimaanalysekarte und Schlussfolgerung

Die Klimaanalysekarte (Abb. 9) bildet die Funktionen und Prozesse des nächtlichen Luftaustausches im gesamten Untersuchungsraum ab (Strömungsfeld, Kaltluftleitbahnen). Für Siedlungs- und Gewerbeflächen stellt sie die nächtliche Überwärmung dar, basierend auf der bodennahen Lufttemperatur in einer austauscharmen Sommernacht um 4:00 Uhr morgens. Die Grün- und Freiflächen werden hinsichtlich ihres Kaltluftliefervermögens charakterisiert. Als Kaltluft produzierende Bereiche gelten insb. unversiegelte Freiflächen (z.B. Ackerflächen) sowie durch aufgelockerten Vegetationsbestand geprägte Grünflächen wie z.B. Parkareale, Kleingärten und Friedhofsanlagen, doch auch Wälder können als Kaltluftentstehungsgebiete fungieren. Für die Charakterisierung der Ausgleichsleistung wird in der Klimaanalysekarte



der Kaltluftvolumenstrom der Grün- und Freiflächen herangezogen. Der Kaltlufteinwirkbereich kennzeichnet das bodennahe Ausströmen der Kaltluft aus den Grünflächen in die angrenzende Bebauung während einer austauscharmen Sommernacht. Damit geht einher, dass die im Einwirkbereich befindliche Bebauung in der Nacht vergleichsweise günstigere Verhältnisse aufweist.

Das Plangebiet selbst sowie ein Großteil der Siedlungsfläche (einschließlich Innenstadt) befinden sich im Einwirkbereich von Kaltluft. Eine große Menge an Kaltluft wird westlich und südwestlich vom Plangebiet Kohlplatte gebildet und in Richtung der Stadt verfrachtet. Mit Werten von über $80 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ ist der Kaltluftvolumenstrom im Bereich der nördlichen Kohlplatte (Leitbahnbereich Roter Bach) ausgesprochen hoch. In diesem Abschnitt ist eine Bebauung mit niedrigen Gebäuden zu bevorzugen. Dabei sollte darauf geachtet werden, genügend Abstandsflächen zwischen den Gebäuden zu schaffen und eine Gebäudehöhe von ca. 10 Metern nicht zu überschreiten, damit die Kaltluftversorgung über die Leitbahn Roter Bach weiterhin gewährleistet werden kann. Im südlichen Abschnitt der Kohlplatte sind die Volumenströme mit 20 bis $80 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$ etwas niedriger als im Norden, aber dennoch von Bedeutung (flächenhafter Kaltluftabfluss in Richtung Söflingen). Dieser Bereich kann unter Berücksichtigung klimaökologischer Aspekte auch mit höheren Gebäuden überplant werden: Im besten Falle beträgt die maximale Gebäudehöhe ca. 15 m und ist damit niedriger als die Kaltluftschicht (20 m). Die Baukörper sollten nach Möglichkeit in Strömungsrichtung (Nordost-Südwest bzw. Ost-West) ausgerichtet sein. Die Abstände zwischen den Gebäuden sollten vor allem in nördliche und südliche Richtung maximiert werden, damit die Kohlplatte weiterhin gut durchlüftet werden kann. Dies ist insbesondere bei hohen Gebäuden ($> 20 \text{ m}$) sehr entscheidend. Es empfiehlt sich weiterhin, einen oder gar mehrere Pocketparks im Bereich der Kohlplatte zu errichten, da sie sowohl in der Nacht (Förderung der Durchlüftung) als auch am Tag (Minimierung der Wärmebelastung) eine wichtige Funktion erfüllen. Diese Parks sollten nach Möglichkeit eine hohe Mikroklimavielfalt (s. Abschnitt „Grünflächen und Aufenthaltsbereiche im Freien“ am Ende des Kapitels) aufweisen. Zur Verbesserung des Klimas im öffentlichen Raum werden Straßenbäume empfohlen, insbesondere Alleen an Ost-West ausgerichteten Straßen. Letztere erzielen tagsüber (im Vergleich zu einer Nord-Süd verlaufenden Allee) eine bessere Verschattung des Straßenraums und stellen in der Nacht ein geringeres Strömungshindernis für die in der Kohlplatte fließende Kaltluft dar. In der **Abb. 10** sind die beschriebenen Planungsempfehlungen graphisch veranschaulicht.

Die vorliegenden Ergebnisse basieren auf einer Modellrechnung, anhand welcher eine entsprechende Ersteinschätzung vorgenommen wurde. Die Ergebnisse können mithilfe von Messungen, etwa Rauchschwadenbeobachtungen und mobile Windgeschwindigkeitsmessungen, sinnvoll ergänzt und präzisiert werden. Zur Bestimmung einer metergenaue Höhe der Kaltluftsäule können Vertikalprofile von Temperatur und Windgeschwindigkeit sowie -richtung mithilfe einer Drohne gemessen werden.

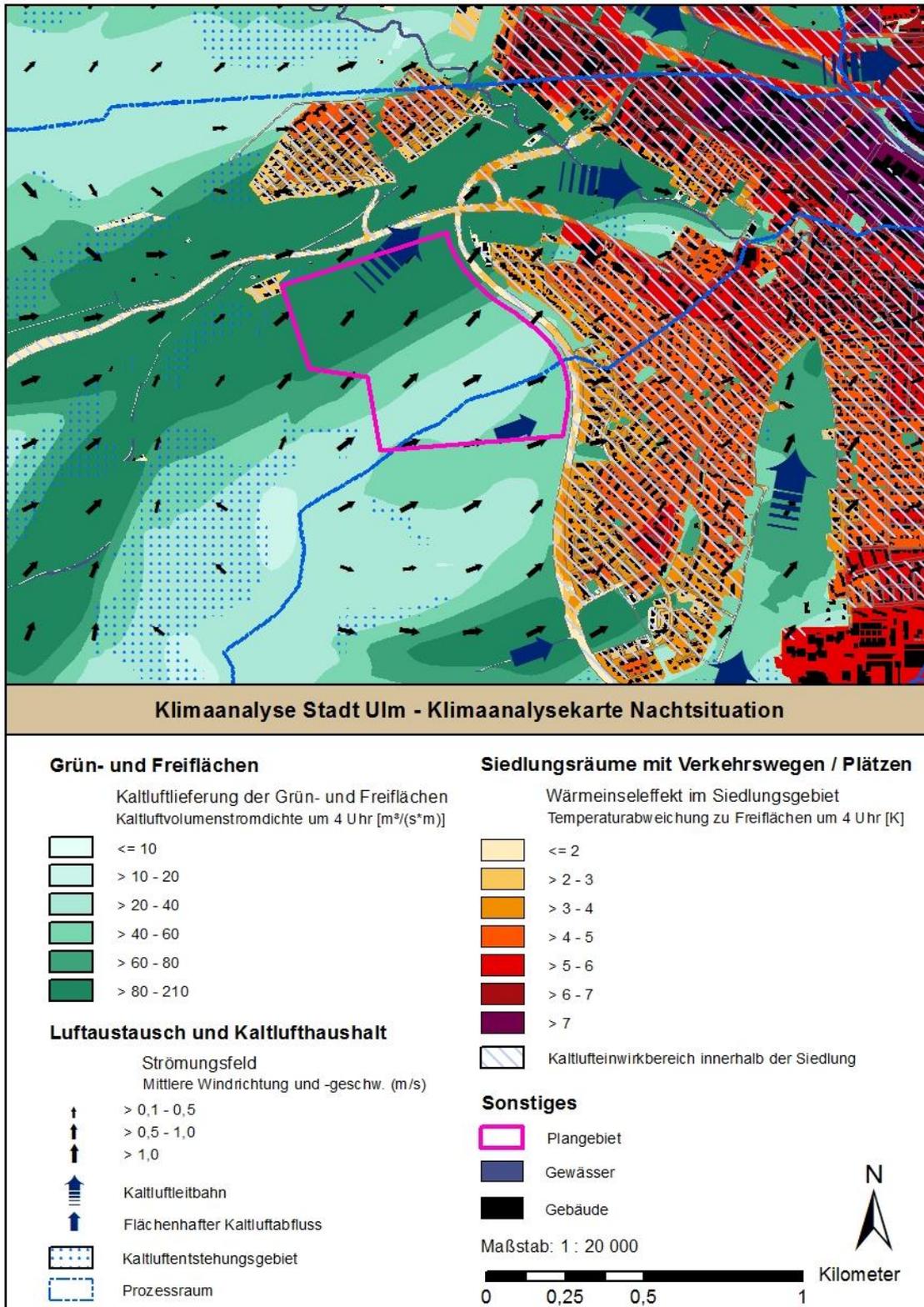


Abb. 9: Klimaanalysekarte Ulm (Nachtsituation um 4 Uhr)

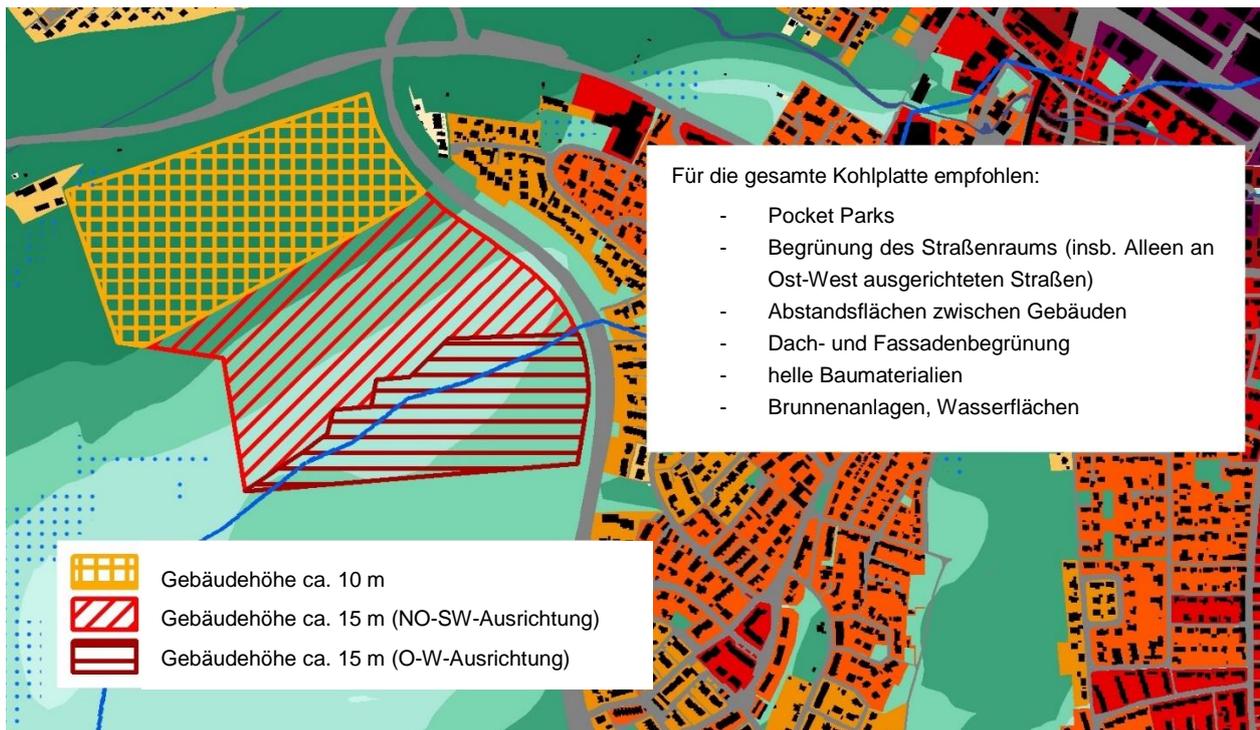


Abb. 10: Planungsempfehlungen für eine klimaökologisch nachhaltige Bebauung der Kohlplatte

Im Folgenden werden abschließend allgemeine Hinweise zur Verringerung der Wärmebelastung in den Siedlungsflächen sowie zur Aufenthaltsqualität im Freien gegeben.

Bedeutung von Dach- und Fassadenbegrünung

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

Bei einer Dachbegrünung wirkt die Vegetation zusammen mit dem Substrat isolierend und verringert damit das Aufheizen darunter liegenden Wohnraums. Zudem senkt die Dachbegrünung die Oberflächentemperatur des Daches aufgrund der Verdunstung von Wasser ab und verringert die Temperatur in der oberflächennahen Luftschicht. Allerdings kommt es hier durch die Traufhöhe der höheren Gebäude (> 15 m) zu einer vertikalen Entkopplung der positiven Effekte. Nur relativ niedrige Gebäude (< 5 m) mit Dachbegrünung können zu einem im bodennahen Bereich positiven Abkühleffekt beitragen. Gründächer auf 4-5 geschossigen Gebäuden zeigen in der untersten Schicht der Stadtatmosphäre (= Aufenthaltsbereich des Menschen) keinen nennenswerten positiven Temperatureffekt, jedoch profitieren die oberen Geschosse aufgrund der kühleren Luftmassen von einem verbesserten Innenraumklima. Voraussetzung für die Kühlwirkung ist allerdings immer ein ausreichendes Wasserangebot für die Vegetation. Sollte bei



längeren Hitzeperioden die Vegetation austrocknen, steigen die Temperaturen wieder auf das Niveau eines normalen Daches an und können sogar darüber hinausgehen. Der Kühlungseffekt für die Innenräume bleibt dabei aber erhalten. Im Winter isoliert ein Gründach zusätzlich und kann zur Senkung des Heizbedarfes beitragen. Ein weiterer Vorteil von Dachbegrünung ist im Retentionsvermögen von Regenwasser zu sehen, wodurch die Kanalisation vor allem bei Starkregenereignissen entlastet wird.

Verringerung der Wärmebelastung im Siedlungsraum

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

Grünflächen und Aufenthaltsbereiche im Freien

Eine intensive Begrünung sowohl des Straßenraums als auch des geplanten Quartiers mit Bäumen steigert die Aufenthaltsqualität im Freien beträchtlich, da somit große beschattete Bereiche geschaffen werden. Damit wird auch das Gehen/Radfahren im Schatten ermöglicht. Ein weiteres klimaausgleichendes Gestaltungselement können Brunnenanlagen in den Platzbereichen bzw. Freiflächen darstellen. Insbesondere die Temperaturspitzen können kleinräumig durch die durch Wasserflächen erzeugte Verdunstungskälte reduziert werden und die Aufenthaltsqualität im Freien verbessern. Ziel sollte sein, möglichst vielgestaltige „Klimaoasen“ zu schaffen, welche ein abwechslungsreiches Angebot für die unterschiedliche Nutzungsansprüche der Menschen (z.B. windoffene und windgeschützte Bereiche, offene „Sonnenwiesen“, beschattete Bereiche) darstellen.



Im Auftrag der

Stadt Ulm

Hauptabteilung Stadtplanung, Umwelt und Baurecht

Abteilung Strategische Planung

Münchner Straße 2

89073 Ulm

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Hannover, den 11. November 2019

Josephine Förster

M. Sc. Geographie

4 Literatur

GEO-NET (2018): Stadtklimaanalyse Ulm.

HÖPPE, P. UND H. MAYER (1987): Planungsrelevante Bewertung der thermischen Komponente des Stadtklimas. *Landschaft und Stadt* 19 (1), S. 22-29.

KUTTLER, W. (1999): Human-biometeorologische Bewertung stadtklimatologischer Erkenntnisse für die Planungspraxis. In: *Wiss. Mitt. aus dem Institut für Meteorologie der Universität Leipzig und dem Institut für Troposphärenforschung e.V. Leipzig*. Band 13.