

Obersending | Bebauungsplan mit Grünordnung Nr. 2139

MIKROKLIMATISCHE BETRACHTUNG

Inhalte

1. Vorbemerkungen, Einleitung

- 1.1. Aufgabenstellung Mikroklimatische Betrachtung
- 1.2. Bestandssituation
- 1.3. Masterplanung - Wunderkammer Obersendling

2. Untersuchungen zur Bewertung des Mikroklimas im Quartier

- 2.1. Windanalyse
- 2.2. Besonnungsstudie
- 2.3. Aufenthaltskomfortanalyse - UTCI - Komfortbewertung

3. Umsetzung Klimaökologischer Maßnahmen in der Planung

- 3.1. Stadtklimaindex - Definition, Methodik
- 3.2. Bodenbeläge - Versickerungsgrad und Farbe
- 3.3. Bäume
- 3.4. Gras- und Pflanzflächen
- 3.5. Dachbegrünung und Dachaufbauhöhe
- 3.6. Fassadenbegrünung
- 3.7. Wasserflächen
- 3.8. Regenwassermanagement
- 3.9. Berechnung Stadtklimaindex

4. Zusammenfassung

- 4.1. Fazit
- 4.2. Festsetzungen klimaökologischer Maßnahmen im BP 2139

1. VORBEMERKUNGEN, EINLEITUNG

1.1 Aufgabenstellung Mikroklimatische Betrachtung

Das Klima in der Stadt ist stärker von Überwärmung und Luftverschmutzung betroffen, als ländliche Regionen. Im Zuge des Klimawandels wird davon ausgegangen, dass Städte auch in zunehmendem Maße Wärme ausgesetzt sind, was zum einen das Stadtklima insgesamt und auch die Luftqualität selbst beeinflusst.

Um eine Überhitzung in Städten zu reduzieren und das Stadtklima zu verbessern, kann die „blau - grüne“ Infrastruktur aus Pflanzen und Wasserflächen genutzt werden. Sie trägt zum Abbau von Übertemperaturen durch Verschattung und Verdunstung bei.

Die rechts in der Abbildung dargestellten Umgebungsparameter haben Einfluss auf den menschlichen Komfort. Diese Einflussfaktoren müssen demnach berücksichtigt werden, um Außenkomfort zu bewerten und Maßnahmen zur Optimierung zu entwickeln.

Im Zuge der Quartiersentwicklung „Wunderkammer Obersendling“ und der Entwicklung des Bebauungsplans 2139, wurden Untersuchungen hinsichtlich der Auswirkungen der Planung auf das Mikroklima im Quartier und den Aufenthaltskomfort für den Menschen im Außenraum durchgeführt.

Das Dokument ist inhaltlich in drei Teile untergliedert:

Im ersten Teil werden mit Hilfe von Wind-, Besonnungs- und Außenkomfortanalysen die Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten im Außenraum der Gebäude untersucht. Die Berechnungen wurden auf die reinen Gebäudekörper abgestellt, etwaige Effekte einer Gestaltung von Gebäudeoberflächen und Freiflächen sind hier noch nicht berücksichtigt.

Im zweiten Teil werden auf Grundlage der Untersuchungen aus Teil eins Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas und des Außenraumkomforts in einer tieferen Planungsebene dargestellt, beispielsweise Bodenaufbauten,

Dachbegrünung oder auch Begrünung von Fassaden. Diese Maßnahmen werden anschließend mit dem Bewertungsparameter Stadtklimaindex (DGNB) berechnet und bewertet.

Im dritten Teil des Dokuments sind neben dem allgemeinen Fazit in einer Übersicht alle Maßnahmen dargestellt, die im Bebauungsplan 2139 festgesetzt werden.

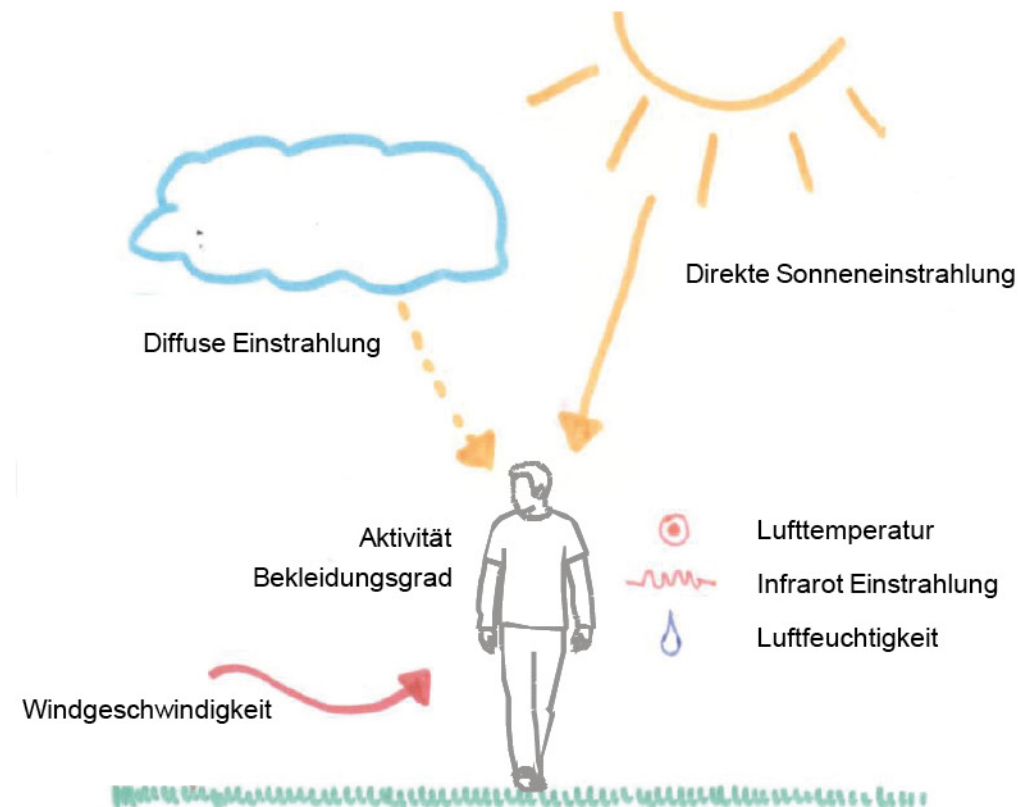


Abb. 01: Klimatische Einflussfaktoren auf den Menschen

Quelle: TransSolar

1.2. Bestandssituation

Das Gesamtquartier mit ca. 4,7 ha Grundstücksfläche befindet sich innerhalb des Gewerbebandes in Obersendling, München-Süd.

Auf den Grundstücken befanden sich, nördlich gelegen, ehemalige Bürogebäude der Fa. Siemens, die bereits seit über 10 Jahren leer standen. Der Großteil der Baukörper wurde 2019 bereits abgerissen, eines dieser ehemaligen Bürogebäude wird derzeit noch als Lagerhaus betrieben. Weiterhin wird im nördlichen Grundstücksteil eine Tankstelle betrieben, auf dem südlichen Grundstücksteil liegt ein stillgelegtes Betonwerk mit verschiedenen Bestandsgebäuden: zwei Hallen, einem Bürogebäude und einem Siloturm.

Das Gebiet ist stark gewerblich bzw. industriell geprägt und weist einen hohen Versiegelungsgrad auf. Der aktuell noch gültige Bebauungsplan lässt sogar eine Versiegelung von bis zu 100 Prozent zu.

Der Grünflächenanteil ist sehr gering. Der Schwerlastverkehr des Betonwerks wirkte sich auf das Umfeld aus, sowohl hinsichtlich des erhöhten Lärm- als auch Feinstaubetrags. Entsprechend zeigt die Karte zur Stadtklimaanalyse von 2014, dass der Bereich des Quartiers innerhalb einer überhitzten Zone liegt. Das Quartier ist hervorragend an das MIV- und ÖPNV-Netz angebunden, die Haltestelle Machtlfinger Straße der U3 befindet sich direkt auf dem Grundstück.

Der Rahmenplan Obersendling (2017) befasste sich mit der Entwicklung des gesamten Gewerbebandes Obersendling und trifft zu diesem Grundstücksbereich Aussagen hinsichtlich der mikroklimatischen Situation innerhalb des Quartiers. Durch die aktuell starke bioklimatische Wärmebelastung, die in Zukunft noch steigen wird, besteht die Gefahr von Einschränkungen hinsichtlich des Aufenthaltskomforts und der Produktivität am Arbeitsplatz. Ziele sind, das Gleisband als „multicodierten Freiraum“ zu entwickeln, der wichtige Funktionen übernimmt: als Verbindungsraum, als Spazier- und Schulweg, als Ort der Erholung und Sports, als Treffpunkt. Weiterhin soll der Bereich klimatisch entlastend wirken und ökologische Vernetzungsfunktionen übernehmen.



Abb. 02: Stadtklimaanalyse 2014

Quelle: LHM



Abb. 03: Kartenauszug aus: Rahmenplan Obersendling

Quelle: yellow z, bgmr

1.3. Masterplanung - Wunderkammer Obersendling

Im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung wird für das Quartier ein heterogenerer Nutzungsmix geplant. Neben dem Schwerpunkt auf gewerblichen Flächen wird auch Wohnen im Quartier geplant, Hotel, eine Kita, sowie Flächen für Gastronomie, Kultur, Sport und Einzelhandel. Ziel ist die Entwicklung eines urbanen Quartiers der kurzen Wege.

Der Städtebauliche Entwurf des Planerteams von KCAP und COBE sieht drei Hochpunkte vor, in deren Mitte sich ein öffentlicher Platz aufspannt. Durch die Gebäudehöhen entsteht im Quartier ein Freiflächenanteil von mehr als 50 Prozent. Die flachen Gebäude vermitteln zwischen den Maßstäben und umfassen unterschiedliche Gebäudetypologien, analog zur heterogenen Umgebungsstruktur in Obersendling.

Die Begrünung und Nutzung der Dachflächen ist ein zentrales Entwurfselement, hierdurch entstehen weitere Freiflächen für das Quartier.

Das Quartier ist autofrei und wird mit einer 3-geschossigen Quartierstiefgarage geplant (die Baufelder GE 2 und 5 verfügen über eigene Tiefgaragen).

Freiräume der Wunderkammer

Der Freiraum in der Wunderkammer Obersendling wird von der starken Ost-West-Verbindung des Gleisbandes maßgebend geprägt und strukturiert: es verbindet die Wunderkammer mit ihrer Umgebung und bildet zugleich das Rückgrat innerhalb des Quartiers.

An einer Aufweitung der Achse liegt die neue Quartiersmitte mit einer Wasserfläche. Gassen führen nördlich und südlich des Gleisbandes in die Umgebung und vernetzen das Quartier.

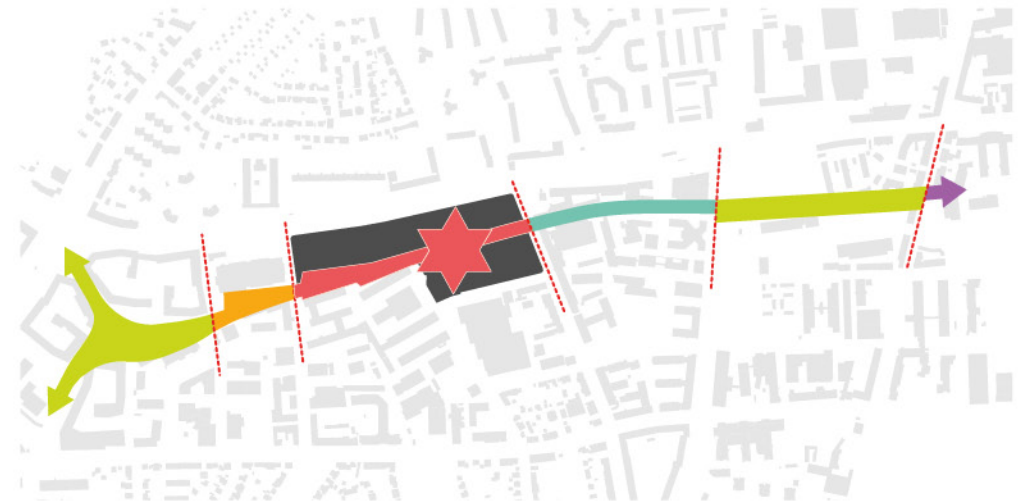


Abb. 04: Wunderkammer Obersendling als wichtiger Abschnitt des Gleisbandes Obersendling
Quelle: KCAP, SLA, COBE



Abb. 05: Axonometrie: Darstellung der Masterplanung mit zentralem Gleisband
Quelle: KCAP, SLA, COBE

Die Freibereiche nahe der Baukörper haben entsprechend der unterschiedlichen Gebäudetypologien und Nutzungen unterschiedliche gestalterische Themen. Diese Bereiche sind frei zugänglich und werden Teil der abwechslungsreichen Freiraumlandschaft des Quartiers.

Weiterhin sind die Dachflächen wichtiger Bestandteil des Freiraums im Quartier.

Die Gestaltung des Freiraums erfolgte unter ganzheitlicher Betrachtung der unterschiedlichen klimatischen und freiraumplanerischen Anforderungsbereiche, beispielsweise:

- Herstellung von Flächen für unterschiedliche Nutzergruppen
z.B. Spielflächen, Sportflächen, Erholungsflächen, für Freizeitaktivitäten, Marktflächen, Sitzflächen

- nutzungsgerechte Grünraumgestaltung
- Baumpflanzungen unter Beachtung der Verschattung im Sommer
- Regenwassermanagement, Retentionsflächen
- Biodiversität und Natur in der Stadt
- Artenschutz
- hochwertige Außenanlagengestaltung
- Erlebnischarakter
- Dachflächennutzung, Dachflächenbegrünung
- klimagerechte Pflanzenauswahl



Abb. 06: Freiraumnetz: Das Gleisband als grüne Ost-West-Achse und der zentrale Platz als Quartiersmitte, verknüpfende Gassen nach Norden und Süden
Quelle: KCAP, SLA, COBE

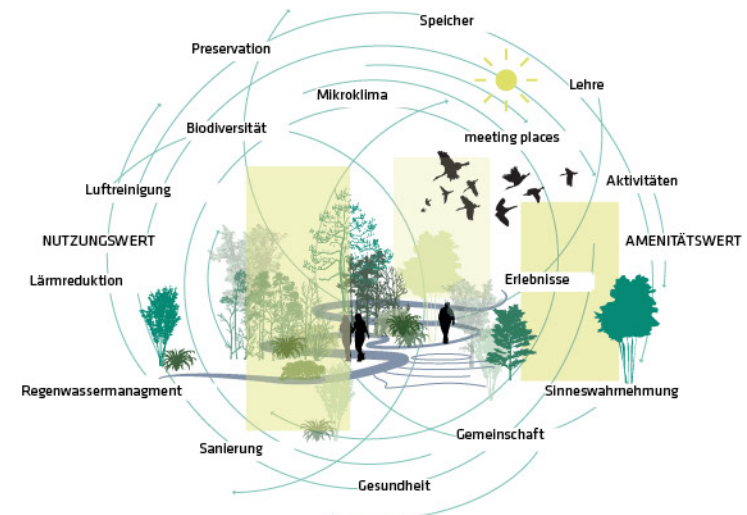


Abb. 07: Bausteine des Freiraumkonzeptes

Quelle: KCAP, SLA, COBE

Abb. 08: Masterplanung, Stand 5.7.2021

Quelle: KCAP, SLA, COBE



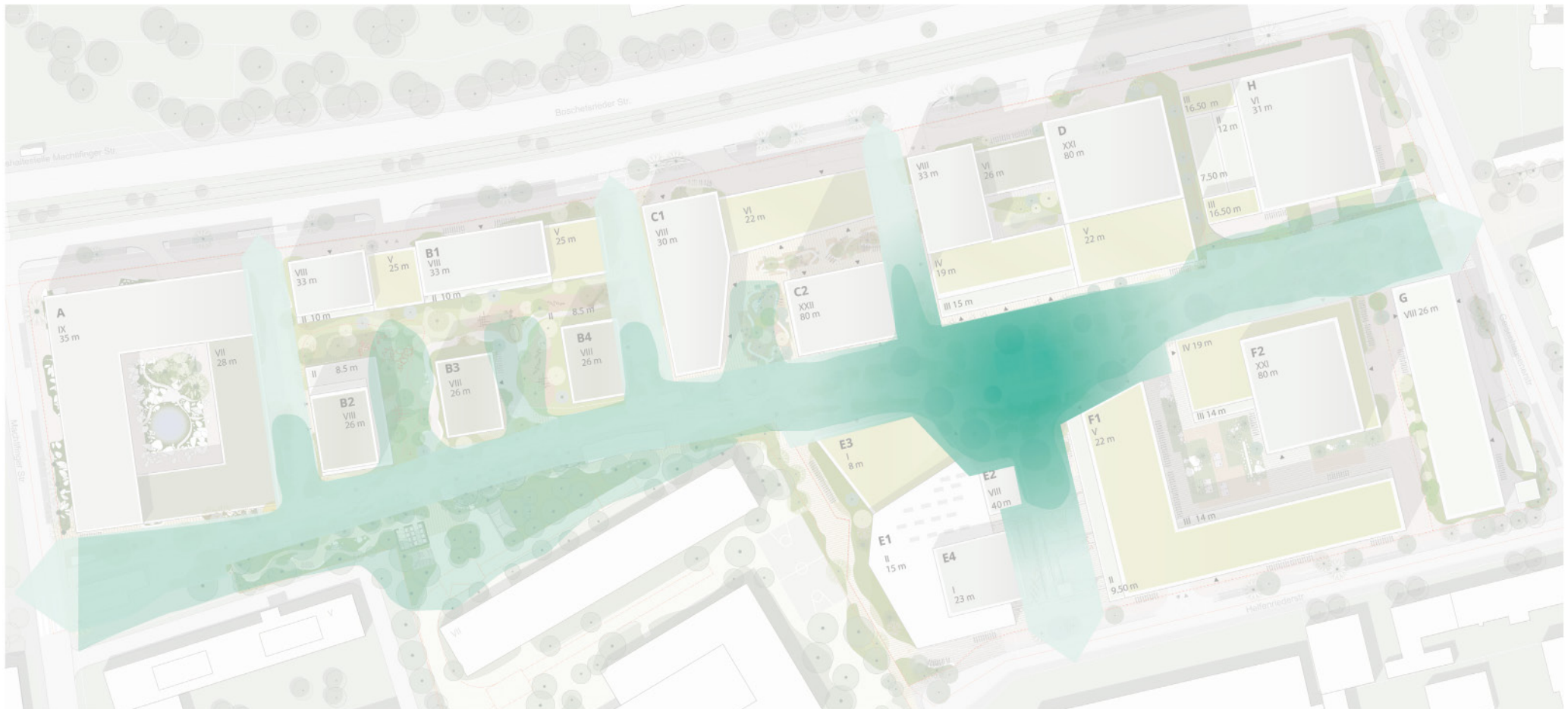
Gleisband als zentrales Element

Die stadtklimatischen Aspekte sind im gesamten Bebauungsplanumgriff relevant. Dabei ist das Gleisband die grüne Ost-West-Achse und der zentrale Platz die Quartiersmitte. Für diesen Bereiche wurden im Rahmen der vorliegenden mikroklimatischen Betrachtung ein besonderes Augenmerk gelegt. Für den Bereich werden insbesondere Hinweise hinsichtlich der Baumstellung, Anordnungen von Fassadenbegrünungen und Wasserelementen formuliert,

diesen Zentralbereich des Quartiers mikroklimatisch zu optimieren und damit den Aufenthaltskomfort im Gesamtquartier.

Abb. 09: Funktionen Gleisband

Quelle: KCAP, SLA, COBE, bearbeitet durch mgk



2. UNTERSUCHUNGEN ZUR BEWERTUNG DES MIKROKLIMAS

Die Untersuchung der klimaökologischen Situation setzt sich aus den folgenden Bausteinen zusammen: der Windanalyse, der Besonnungs- bzw. Temperaturanalyse sowie der Zusammenführung beider Aspekte in der Untersuchung zum Außenraumkomfort anhand der UTCI-Skala.

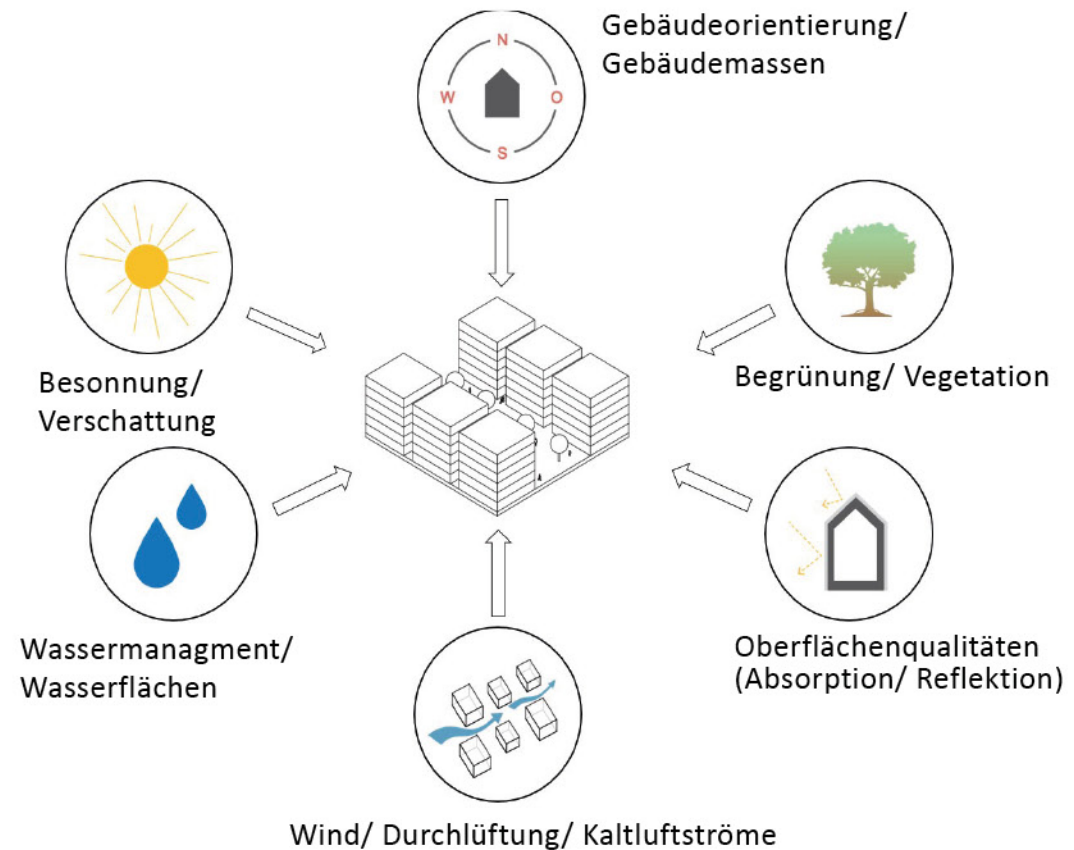
In den Kapiteln 2.1 - 2.3. wird die Masterplanung anhand der volumetrischen Baukörper untersucht. Die Wind- sowie die Besonnungsanalyse bilden, in Kombination mit lokalen Wetterdaten, die Grundlage für die mit Hilfe des Komfortparameter UTCI durchgeführte Außenkomfortanalyse.

Zunächst soll die reine Setzung der Baukörper Aufschluss darüber geben, welches Mikroklima „zwischen den Gebäuden“ herrscht, wo welche Zonen entstehen und wie diese Zonen zu den unterschiedlichen Jahreszeiten zu bewerten sind.

Mit diesem Ergebnis ist dann das Ziel, Handlungshinweise und Maßnahmen zu erarbeiten, die das Mikroklima entlang des Gleisbandes und innerhalb des gesamten Quartiers optimieren. Ausgehend von den Untersuchungen werden Maßnahmevorschläge formuliert, die im Entwurf der Freianlagen der Masterplanung umgesetzt werden.

Abb. 10: Einflussfaktoren auf das Stadtklima

Quelle: TransSolar



2.1. Windanalyse

Die dargestellte Windrose zeigt die Winddaten vom Testreferenzjahr für München (try2010_13x_Muenchen) für das gesamte Jahr (8760 Stunden). Am Standort München kommt es im Sommer wie im Winter vorwiegend zu Winden aus Westen und Osten. Insbesondere im Sommer bieten sich die Westwinde für eine gute Durchlüftung an. Dieses Potenzial muss genutzt werden, um eine gute Durchlüftung für das Areal zu gewährleisten - nicht zuletzt, um eine sommerliche Nachtauskühlung und damit eine Reduzierung des sommerlichen Wärmeinseleffektes zu erzielen.

Das Bestandsgelände war zum einen durch eine sehr offene Bebauung in Richtung Ost/West aber auch durch eine klare Abgrenzung zur Boschetsrieder Straße geprägt.

Im neuen Masterplan wird zwar eine deutlich kompaktere Bebauung realisiert, aber dennoch auf eine offene/ poröse Stadtstruktur geachtet.

Insbesondere reagiert der Städtebau mit einer Öffnung in Richtung Westen und einer zentralen „Frischluftschneise“ durch das Quartier in West-Ost Richtung. Außerdem sorgen die kleinen Gassen hin zur Boschetsrieder Straße für eine verbesserte Belüftung der Baukörper und des Quartiers nach Norden.

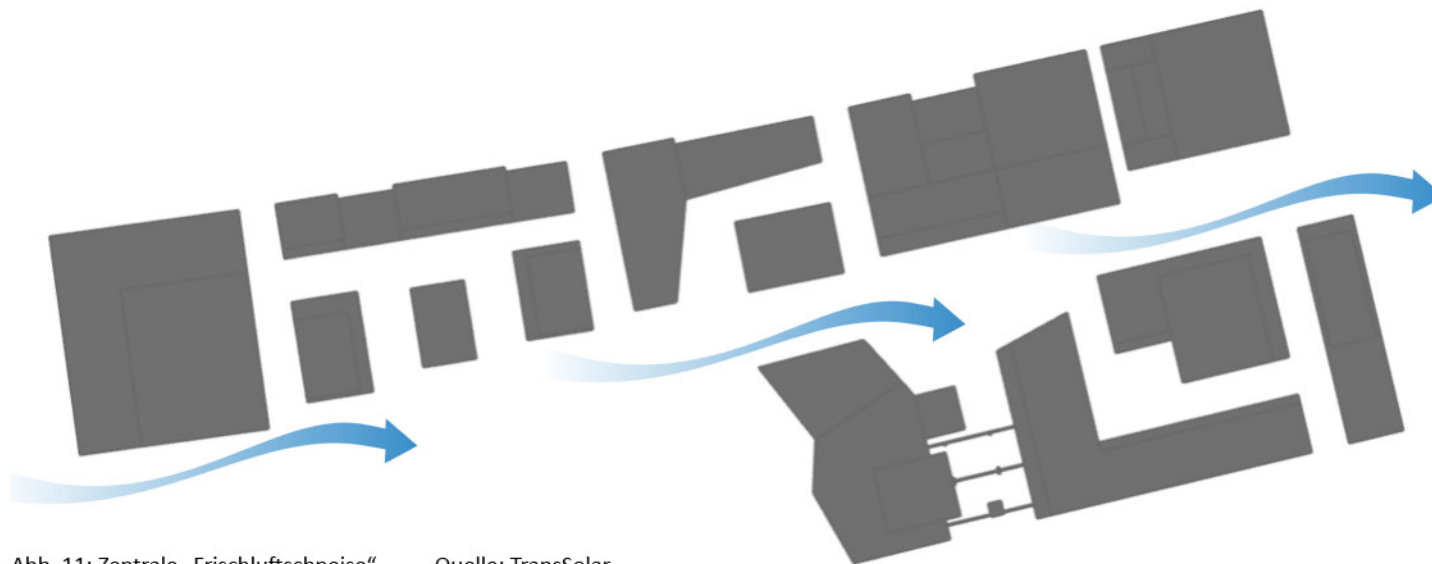


Abb. 11: Zentrale „Frischluftschneise“ Quelle: TransSolar

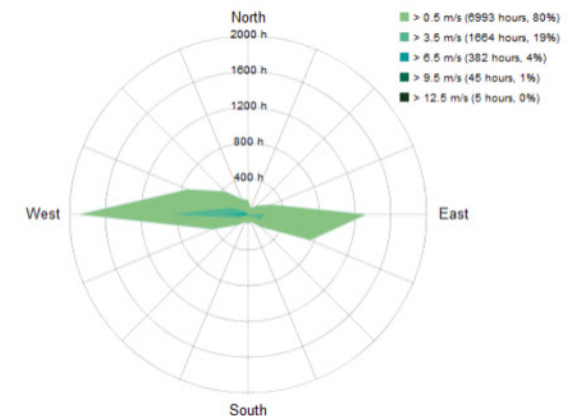


Abb. 12: Windrose try2010_13x_Muenchen
Quelle: TRY DWD

Zusammenfassung des Gutachtens vom 30.4.2021

Die Studie beinhaltet eine strömungstechnische Betrachtung des städtebaulichen Konzeptes hinsichtlich Windkomfort. Dafür wurde eine strömungstechnische Simulation der Gebäudeumströmung des Quartiers mittels des CFD (Computational Fluid Dynamics) Programms OpenFOAM durchgeführt. Aus der Simulation wurden die Luftströmungen im Quartier für die beiden Hauptwindrichtungen ermittelt. Für die Untersuchungen wurde eine Referenzgeschwindigkeit von 3 m/s in 10 m Höhe angesetzt. Im Bebauungsplan festgesetzte Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzwand) wurden bei der Betrachtung nicht berücksichtigt.

Hinsichtlich der Gebäudeumströmung sowie des Windkomforts wurde der städtebauliche Entwurf und seine Einbindung in den Standort untersucht. Weiterhin wurden Maßnahmen zur Optimierung der Außenraumqualität ermittelt. Die Studie sollte zum einen Hinweise geben, welche Standorte für welche Freiraumnutzungen gut oder weniger gut geeignet sind und zum

anderen Situationen aufzeigen, bei denen ein Optimierungspotenzial zur Verbesserung des Windkomforts hinsichtlich der Gebäudekubaturen und Fassadengestaltung besteht.

Die Ergebnisse zeigen, dass es im Quartier wenige Situationen mit erhöhten Windgeschwindigkeiten gibt. An ein paar wenigen Stellen im Quartier kann es zu einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit aufgrund der Gebäudekubaturen kommen. In dem detaillierten Windgutachten wurden Lösungsvorschläge erarbeitet, welche im Wesentlichen auf Ebene der Gebäudeplanung/Architektur lösbar sind und im Planungsprozess sowie in den Design Contests berücksichtigt werden können. Die Untersuchung zeigt andererseits auch, dass das Quartier gut durchlüftet wird und auch im Sommer, insbesondere für das Gleisband bei höheren Temperaturen eine sehr gute Durchlüftung gegeben ist. Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind der Windanalyse vom 30.4.2021 zu entnehmen.

Abb. 13: Windrichtung West

Quelle: TransSolar

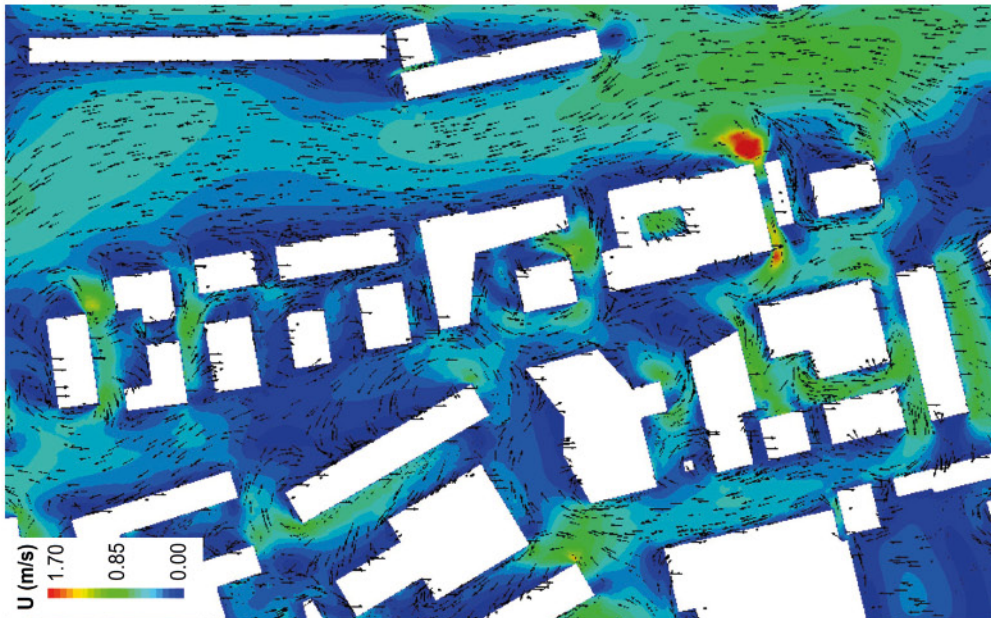
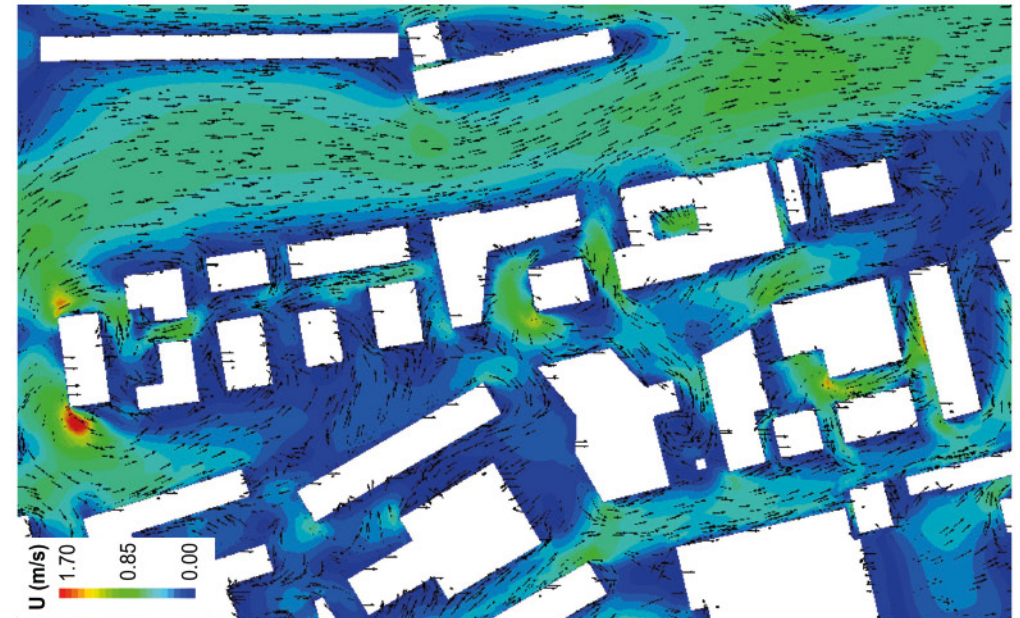


Abb. 14: Windrichtung Ost

Quelle: TransSolar



2.2. Besonnungsstudie

Zur Ermittlung der Besonnungssituation im Quartier wurde unter Berücksichtigung der Gebäude und der lokalen Koordinaten eine Einstrahlungsanalyse für die Freiflächen über das Jahr hinweg durchgeführt. Die Untersuchungen wurden mittels der visuellen Programmiersprache Grasshopper über Rhino3D durchgeführt. Die Sonnenstundenberechnungen erfolgten durch geometrisch basierte Strahlungsverfolgung. Es werden Stunden mit direkter Sonneneinstrahlung auf den dargestellten Oberflächen für die jeweiligen Tage gezählt.

Beispielhaft sind nachfolgend drei repräsentative Tage für einen Wintertag, den 21. Dezember, einen Frühjahrstag, den 21. März und einen Sommertag, am 21. Juni dargestellt.

Die Grafiken stellen die Sonnenstunden über den Tag hinweg dar. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der jahreszeitbedingten Unterschiede an Sonnenstunden immer nur ein gewisses Maß erreicht werden kann.

Vergleich Bestandssituation

Durch die ehemalige, schmale Randbebauung der Bürogebäude entlang der Boschetsrieder Straße und die locker stehenden Gebäude des Betonwerkes, ist davon auszugehen, dass im Arealinneren weite Teile stark besonnt sind/ waren. Insbesondere im Bereich des Betonwerkes im Süden des Areals sind große, nicht verschattete und Flächen vorhanden, die sich dadurch im Sommer stark aufheizen. Zum Gleisbett hin sowie an der Machtlfinger Straße sind schatten spendende Bestandsbäume vorhanden.

Im neuen Masterplan ist die Bebauung insgesamt kompakter, wodurch grundsätzlich mehr beschattete Bereiche entstehen. Stark besonnte Bereiche ergeben sich beispielsweise innerhalb des Gleisbandes. Baumneupflanzungen sind im gesamten Areal vorgesehen, und insbesondere innerhalb des Gleisbandes. Die Besonnungsstudie bezieht sich rein auf die Baukörper, analysiert die Verschattungssituation und zeigt Potentiale sowie Maßnahmen zur Optimierung der Freibereiche auf.

Belichtung Außenraum an einem Wintertag, beispielhaft am 21. Dezember

Die Grafik zeigt die Anzahl der Stunden, an denen der Außenraum des Quartiers am 21. Dezember von direkter Sonne getroffen wird.

Am 21. Dezember wären an einem klaren Tag maximal 8 Sonnenstunden möglich

Da im Winter die Sonne sehr flach steht, sind die meisten Bereiche im Gleisband durch die südlichen Gebäude verschattet und deshalb sehr selten direkt besonnt. Der südliche Platz ist häufiger besonnt und bietet hier guten Aufenthaltskomfort im Winter.

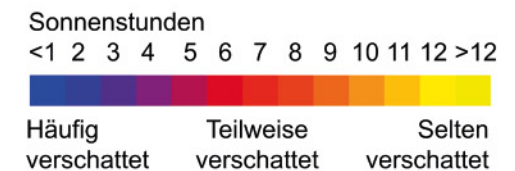
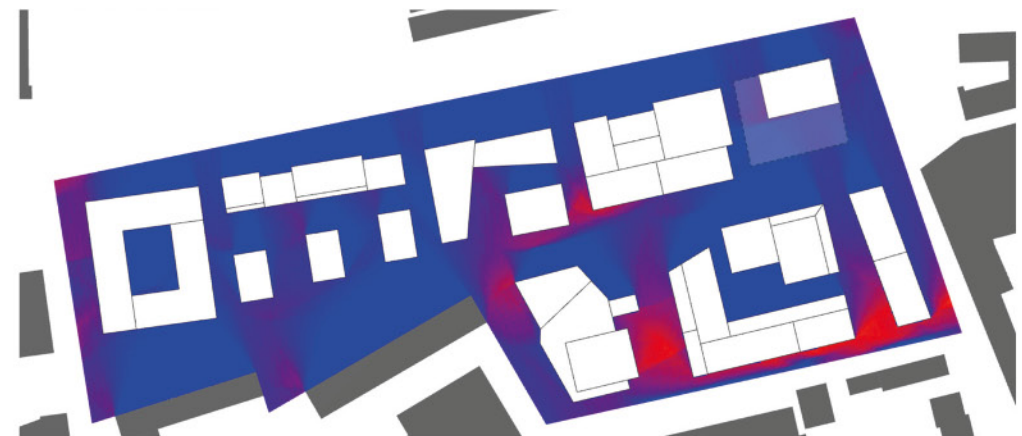


Abb. 15: Belichtung Außenraum, 21. Dezember



Quelle: TransSolar
Grundlage: Masterplan vom 19.8.2019

Belichtung Außenraum an einem Frühjahrstag, beispielhaft am 21. März

Die Grafik zeigt die Anzahl der Stunden, an denen der Außenraum des Quartiers am 21. März von direkter Sonnen getroffen wird.

Am 21. März wären maximal ca. 12 Sonnenstunden an einem klaren Tag möglich.

Schon im März sind die meisten Bereiche des Gleisbandes gut besonnt. Dadurch hat dieser Bereich schon in der Übergangszeit (Frühjahr/Herbst) das Potenzial für Außenräume mit guter Aufenthaltsqualität. Aufgrund der frühen Jahreszeit findet noch keine zusätzliche Verschattung der Bereiche durch das Blattwerk der Bäume statt, sodass die gute Besonnung für die Aufenthaltsqualität genutzt werden kann.

Der Bereich der öffentlichen Spielfläche im Osten bietet sowohl stärker besonnte als auch schattigere Bereiche.

Die Bereiche zwischen den Gebäuden sind zu dieser Zeit noch häufiger verschattet.

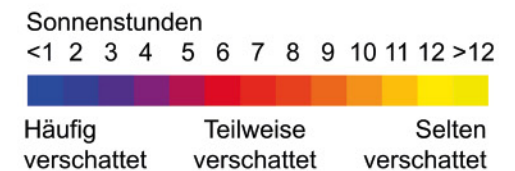
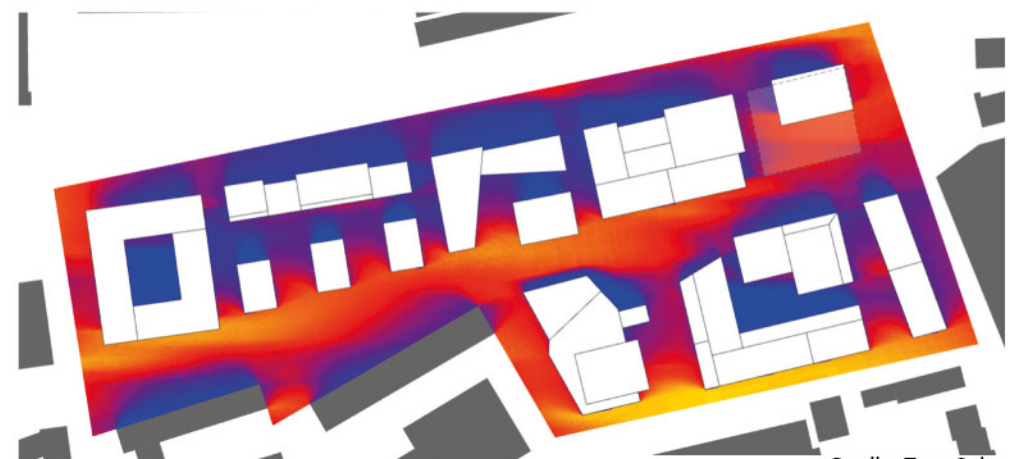


Abb. 16: Belichtung Außenraum, 21.März



Quelle: TransSolar
Grundlage: Masterplan vom 19.8.2019

Belichtung Außenraum an einem Sommertag, beispielhaft am 21. Juni

Die Grafik zeigt die Anzahl der Stunden, an denen der Außenraum des Quartiers Obersendling am 21. Juni von direkter Sonne getroffen wird.

Am 21. Juni wären maximal ca. 17 Sonnenstunden an einem klaren Tag möglich.

Im Sommer sind die meisten Bereiche des Gleisbandes fast den ganzen Tag über besonnt. Dies kann insbesondere an heißen und sonnigen Tagen zu erhöhtem Hitzestress führen. Deshalb sollten in diesen Bereichen lokale Verschattungsmaßnahmen, vorzugsweise Bäume, angedacht werden. Hinsichtlich der Baumarten sollte darauf geachtet werden, dass es Laubbäume sind, die über das späte Frühjahr ihr Blattwerk entfalten. Damit kann im Frühjahr die gute Besonnung zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität genutzt werden und im Sommer können die Verschattungseffekte der belaubten Bäume für die Vermeidung von Hitzestress entlang des Gleisbandes genutzt werden.

In den Gassen bzw. dem westlichen Innenhof ergeben sich verschattete Bereiche, die im Sommer für Kühlung sorgen können.

Der südliche Platz ist von den nebenstehenden Gebäuden zu den Vormittags- und Nachmittagsstunden gut verschattet. Zu Zeiten mit hohem Sonnenstand ist dieser jedoch auch stärker besonnt, hier sollte, je nach Nutzung, über temporäre Verschattungsmaßnahmen im Sommer nachgedacht werden.

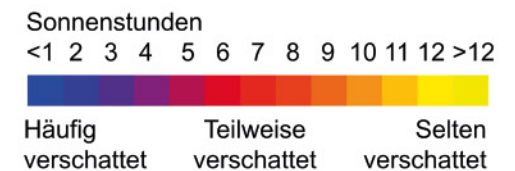
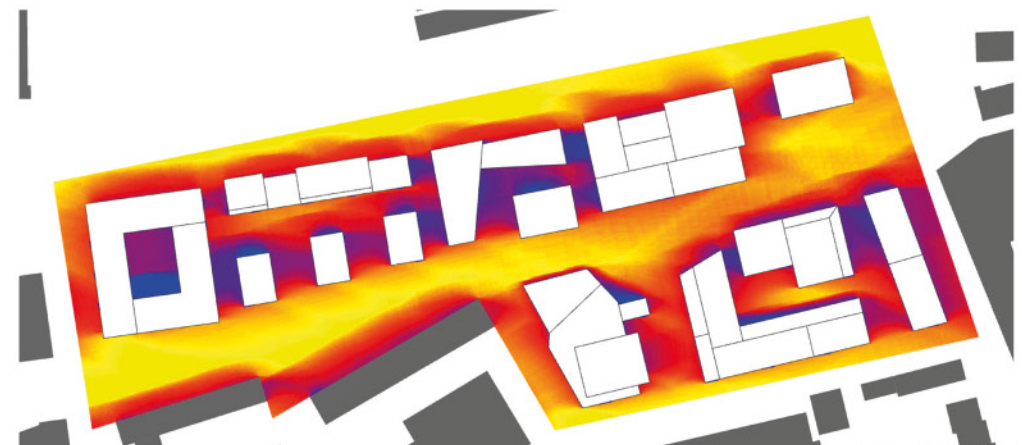


Abb. 17: Belichtung Außenraum, 21.Juni



Quelle: TransSolar
Grundlage: Masterplan vom 19.8.2019

2.3. Außenkomfortanalyse - UTCI - Komfortbewertung

Guter Außenkomfort wird erreicht, wenn der menschliche Körper keinen thermischen Stress empfindet. Ziel ist es, thermischen Stress zu reduzieren und somit die Aufenthaltsqualität im Außenraum zu verbessern. Damit können die Zeiten, in denen sich Menschen im Außenraum aufhalten, verlängert werden. Mit Hilfe von Simulationsmodellen kann die physiologische Reaktion des menschlichen Körpers abgebildet und so Aussagen zum thermischen Komfort gegeben werden. Aus den Untersuchungen können dann Empfehlungen zur Verbesserung des Außenkomforts abgeleitet werden. Zur Bewertung wird der Komfortparameter UTCI verwendet

UTCI - Außenkomfortbewertung

UTCI = Universal Thermal Comfort Index ist ein globaler Bewertungsindex für Außenkomfort. Die UTCI berücksichtigt alle relevanten Parameter wie die mittlere Strahlungstemperatur (Solar- und Infrarotstrahlung), Lufttemperatur, Luftgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit, Bekleidungsgrad und Aktivität der



Abb. 18: Darstellung Universeller thermischer Klimaindex
Bild oben: Gottfried Carls - stock.adobe.com
Bild Mitte: Marcus Hassler
Bild unten: robsonphoto - stock.adobe.com

Person, sowie die physiologische Bedeutung von Feuchtigkeit auf der Haut sowie des Schwitzens auf den thermischen Komfort. Die UTCI gilt für alle Klimate und Jahreszeiten. Es wird berücksichtigt, dass der Bekleidungsfaktor entsprechend der Außentemperatur variabel ist.

Als Bewertungsmatrix wird eine Temperaturskala als Index ausgewiesen, welche Bezug auf das Hitze-/Kältestressempfinden des Menschen nimmt.

Vergleich Bestandssituation

Die unverschatteten, versiegelten Flächen des Betonwerkes auf dem Bestandsareal werden insbesondere im Sommer sehr stark besonnt. Deshalb ist davon auszugehen, dass sich diese Bereiche bei entsprechenden Bedingungen sehr stark aufheizen und es zu diesen Zeiten zu unangenehm heißem Komfortempfinden kommt. Insbesondere die von Bäumen beschatteten Bereiche im Norden des Areals waren im Sommer im Vergleich dazu angenehmer Bereiche und durch Verschattung und Verdunstung der Vegetation deutlich kühler. Diese waren jedoch nicht als Aufenthaltsbereiche gestaltet. Weitere Bereiche im Arealinneren waren zwar zum Teil auch begrünt, jedoch auch stark besonnt.

Abb. 19: Universeller thermischer Klimaindex (Legende)
Quelle: <http://www.utci.org/>

UTCI [°C]

■	<-13	Starker Kältestress
■	-13 - 0	Moderater Kältestress
■	0 - 9	Leichter Kältestress
■	9 - 26	Kein thermischer Stress
■	26 - 32	Leichter Hitzestress
■	32 - 38	Starker Hitzestress
■	>38	Sehr starker Hitzestress

UTCI - Außenkomfortsimulation und Bewertung

Die Bewertung des Außenkomforts im Quartier wurde für drei typische Tage und mit Hilfe des Außenkomfortparameters UTCI durchgeführt.

Zur Ermittlung der empfundenen Komforttemperaturen wurde für die Freiflächen im Quartier ein Raster von Komfortpunkten mit Abständen von jeweils 10 Metern erstellt. Für jeden Komfortpunkt wurde für die zum jeweiligen Zeitpunkt auftretenden Lufttemperaturen und -feuchten sowie den Daten aus der Wind- und Besonnungsanalyse die UTCI berechnet. Die Komfortsimulation wurde mit Hilfe von Grasshopper und unter der Verwendung des Programmcodes der UTCI (<http://www.utci.org/>) durchgeführt.

Die folgenden Seiten zeigen die UTCI Auswertung für dargestellten Komfortpunkte.

Die Diagramme auf dieser Seite zeigen die Lufttemperaturen und -feuchten an drei typischen Tagen (Übergangszeit, Winter, Sommer).

Die Bewertung erfolgt ohne die Freiflächengestaltung (Bäume, Oberflächenqualitäten usw.), sondern bezieht sich rein auf die Baukörper der Masterplanung.

Abb. 21: Außenlufttemperatur und Feuchtigkeit an einem typischen Tag Übergangszeit (Frühling / Herbst)
Quelle: TRY DWD

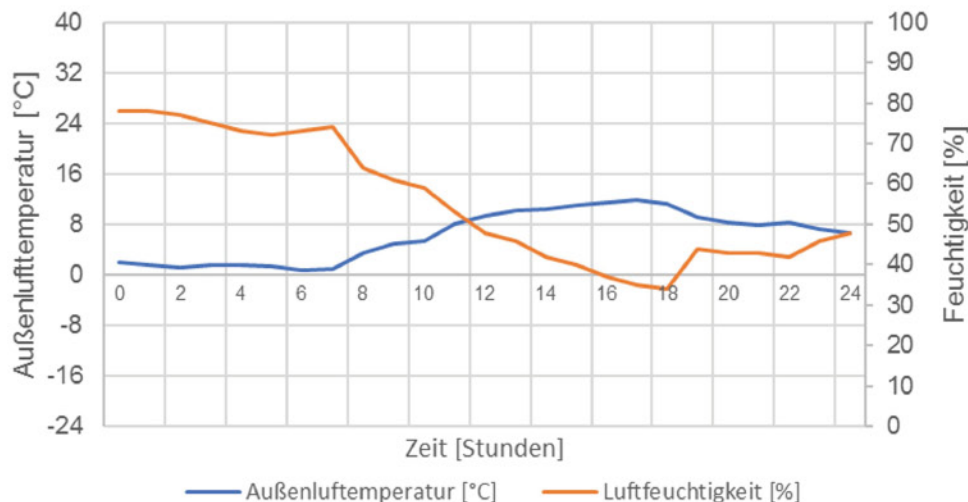


Abb. 20: Außenlufttemperatur und Feuchtigkeit an einem kalten Wintertag
Quelle: TRY DWD

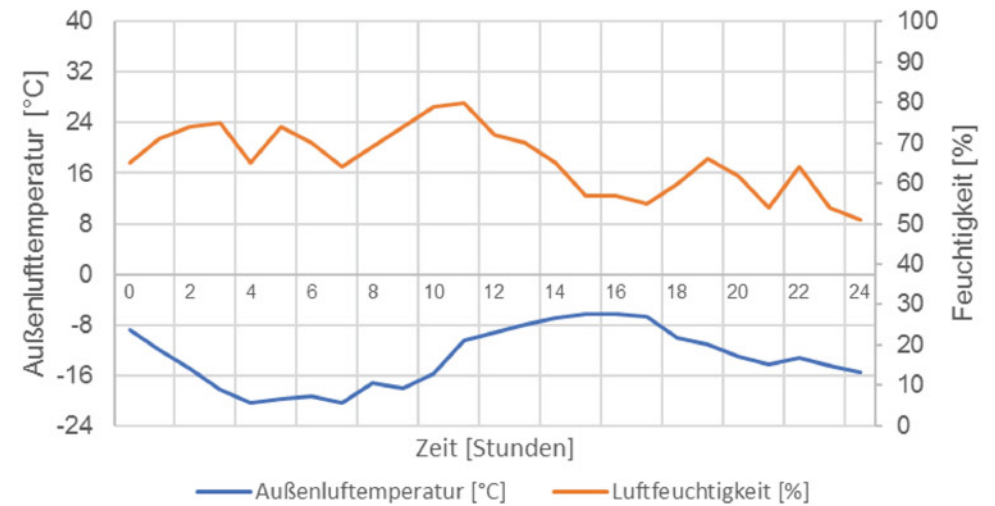
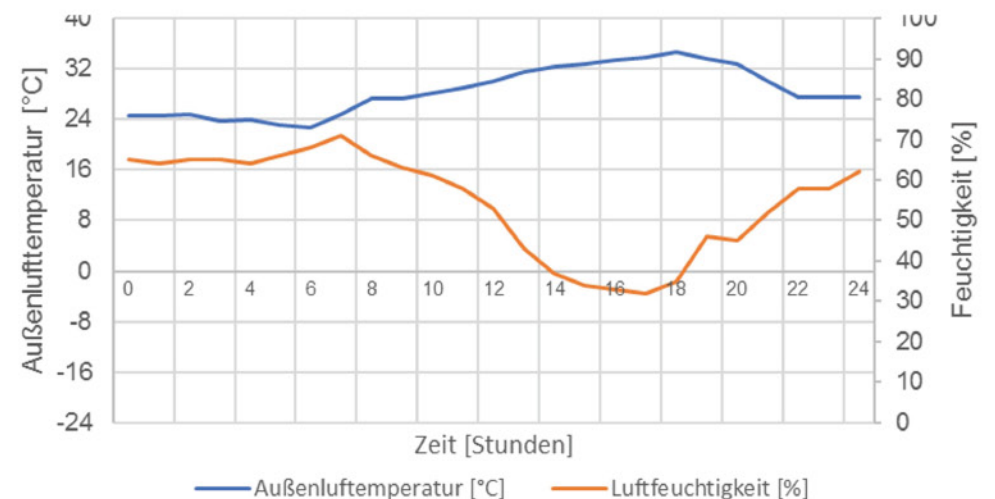


Abb. 22: Außenlufttemperatur und Feuchtigkeit an einem warmen Sommertag
Quelle: TRY DWD



UTCI im Tagesverlauf an einen typischen Wintertag

Im Tagesverlauf wird beispielhaft dargestellt, an welchem Ort im Quartier es an einem typischen Wintertag zu welchem Temperaturempfinden kommt. In gewissen Bereichen kann es aufgrund höherer Windgeschwindigkeiten zu Kältestress kommen. Im Windgutachten vom 30.4.2021 wird dieses Thema im Detail beschrieben und mit Lösungsvorschläge dargestellt. Im weiteren Planungsverlauf werden Maßnahmen geplant, um an diesen Stellen erhöhte Windgeschwindigkeiten zu reduzieren.

Abb. 23: Universeller thermischer Klimaindex (UTCI) an einem typischen Windertag: Tagesverlauf 9:00 bis 17:00 Uhr
Quelle: TransSolar

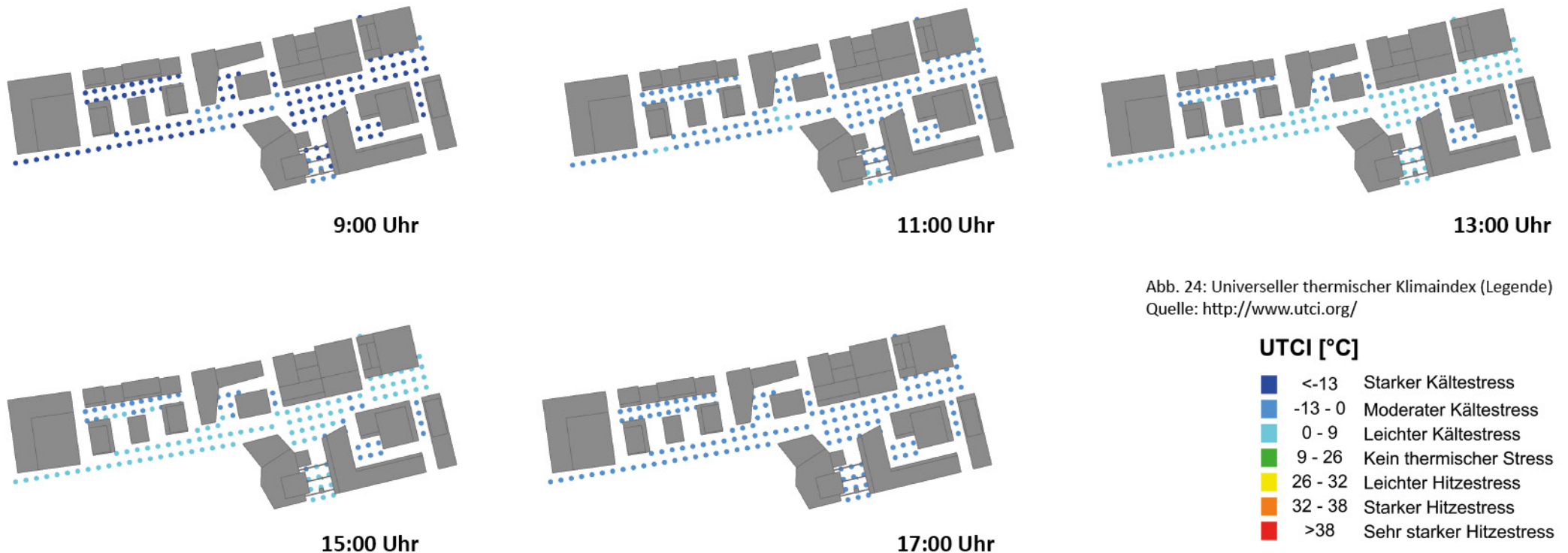


Abb. 24: Universeller thermischer Klimaindex (Legende)
Quelle: <http://www.utci.org/>

UTCI im Tagesverlauf an einem typischen Frühling-/ Herbsttag

Im Tagesverlauf wird beispielhaft dargestellt, an welchem Ort im Quartier es an einem typischen Tag in der Übergangszeit zu welchem Temperaturempfinden kommt.

Im Wesentlichen werden die zentralen Plätze sowie das Gleisband im Quartier auch schon zu dieser Jahreszeit gut besonnt, sodass auch schon zu dieser Zeit mit guten Komfort bei entsprechenden Bedingungen gerechnet werden kann. Das Komfortempfinden ist im Quartier relativ gleichmäßig vorhanden.

Abb. 25: Universeller thermischer Klimaindex (UTCI) an einem typischen Frühlings-/Herbsttag: Tagesverlauf 9:00 bis 17:00 Uhr
Quelle: TransSolar

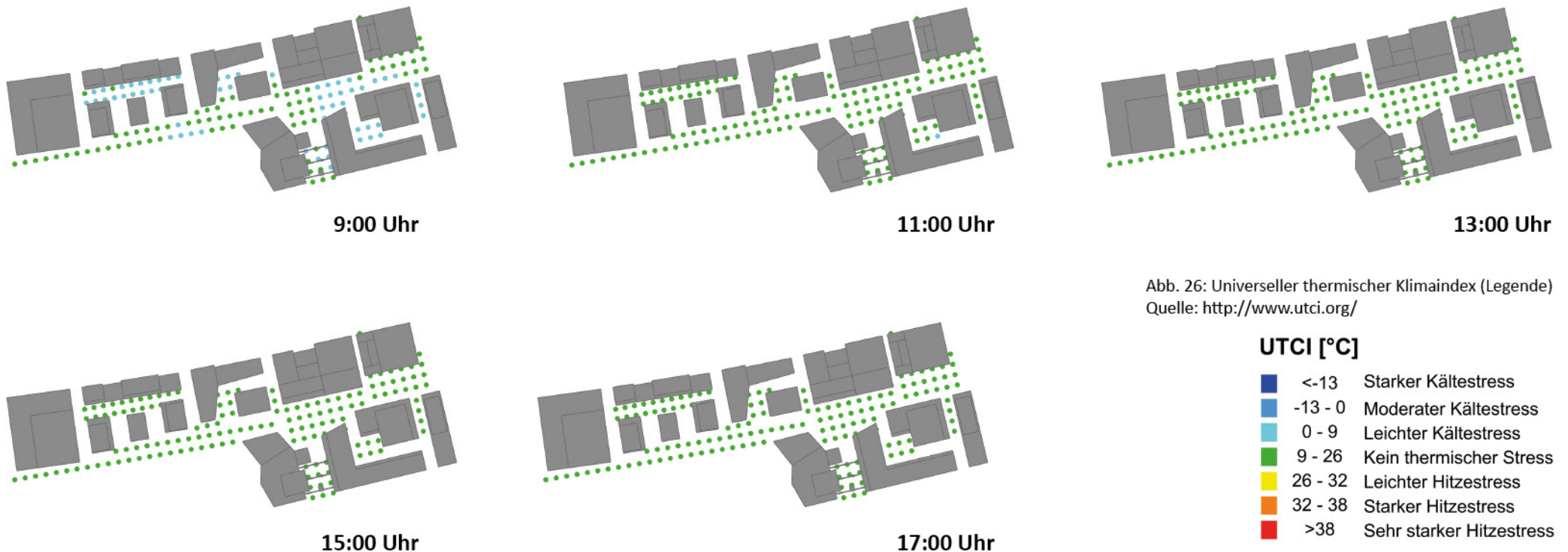


Abb. 26: Universeller thermischer Klimaindex (Legende)
Quelle: <http://www.utci.org/>

UTCI im Tagesverlauf an einem typischen Sommertag

Im Tagesverlauf wird beispielhaft dargestellt, an welchem Ort im Quartier es an einem typischen Tag im Sommer zu welchem Temperaturempfinden kommt.

An heißen Tagen kann es in gewissen Bereichen zu erhöhtem Hitzestress kommen. In diesen Bereichen können zusätzliche Verschattungsmaßnahmen für eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität sorgen.

Insbesondere im relativ wenig verschatteten Gleisband und auf den Plätzen sollte Verschattung, wenn möglich durch Bäume/Vegetation oder lokale temporäre Verschattungsmaßnahmen realisiert werden.

Abb. 27: Universeller thermischer Klimaindex (UTCI) an einem typischen Sommertag: Tagesverlauf 9:00 bis 19:00 Uhr
Quelle: TransSolar

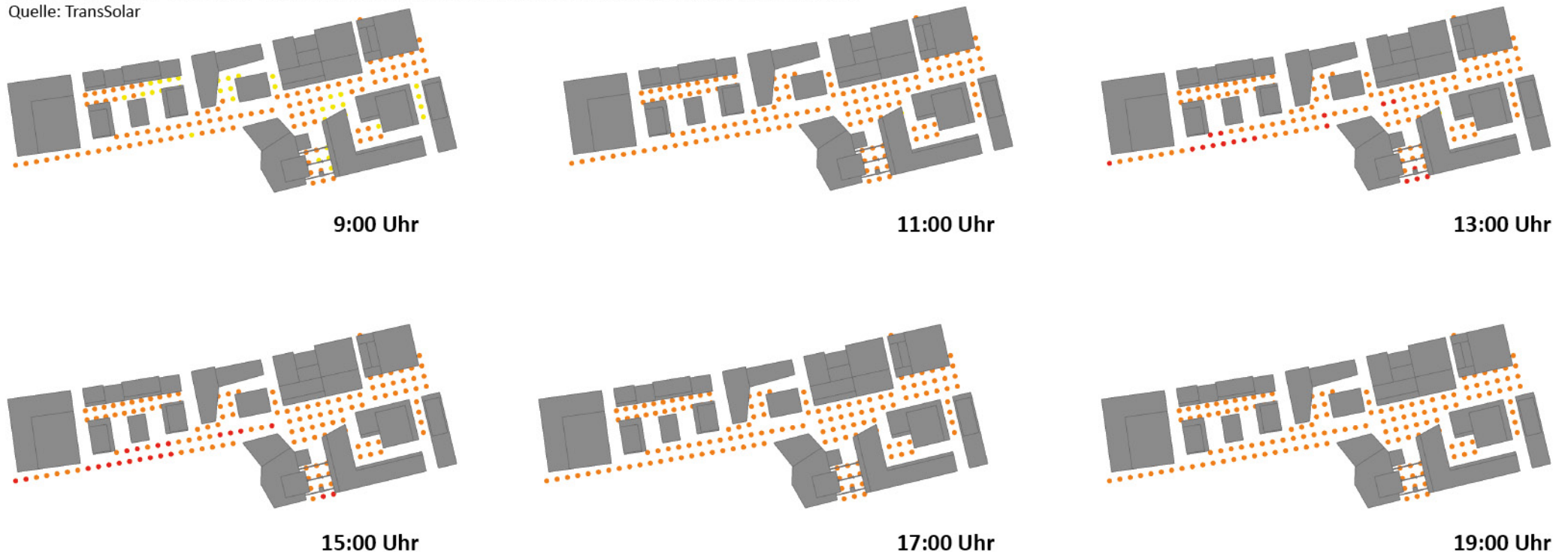


Abb. 28: Universeller thermischer Klimaindex (Legende)
Quelle: <http://www.utci.org/>

UTCI [°C]

<-13	Starker Kältestress
-13 - 0	Moderater Kältestress
0 - 9	Leichter Kältestress
9 - 26	Kein thermischer Stress
26 - 32	Leichter Hitzestress
32 - 38	Starker Hitzestress
>38	Sehr starker Hitzestress

Zusammenfassung Komfortbewertung => Optimierungsvorschläge

- A** Gleisband
Das Gleisband im Sommer sehr stark besonnt ist, kann es hier zu Hitzestress kommen.
=> Bäume zur Verschattung in Kombination mit Grünflächen.
Das Gleisband ist schon im Frühjahr und Herbst gut besonnt.
=> Hohes Aufenthaltspotenzial auch in der Übergangszeit.
- B** Zentraler Platz
Der zentrale Platz ist im Sommer stark besonnt.
=> Bäume südlich und westlich des Platzes zur Verschattung.
- C** Südlicher Platz
Der Südlicher Platz ist im Sommer vormittags und nachmittags gut verschattet, jedoch zur Mittagszeit besonnt.
=> lokale temporäre Verschattungsmaßnahmen.

- D** Gassen und Innenhöfe
Die Gassen und Innenhöfe sind im Sommer oft gut verschattet, und können angenehm kühle Bereiche darstellen.
=> Durch Begrünung kann die Aufenthaltsqualität weiter verbessert werden.

Generell

- => Laubbäume spenden im Sommer Schatten, im Winter lassen sie Sonne durch.
=> Intensive Begrünung von Freiflächen, Dachflächen und Fassaden verbessert das lokale Mikroklima und beugt sommerliche Überhitzung vor.

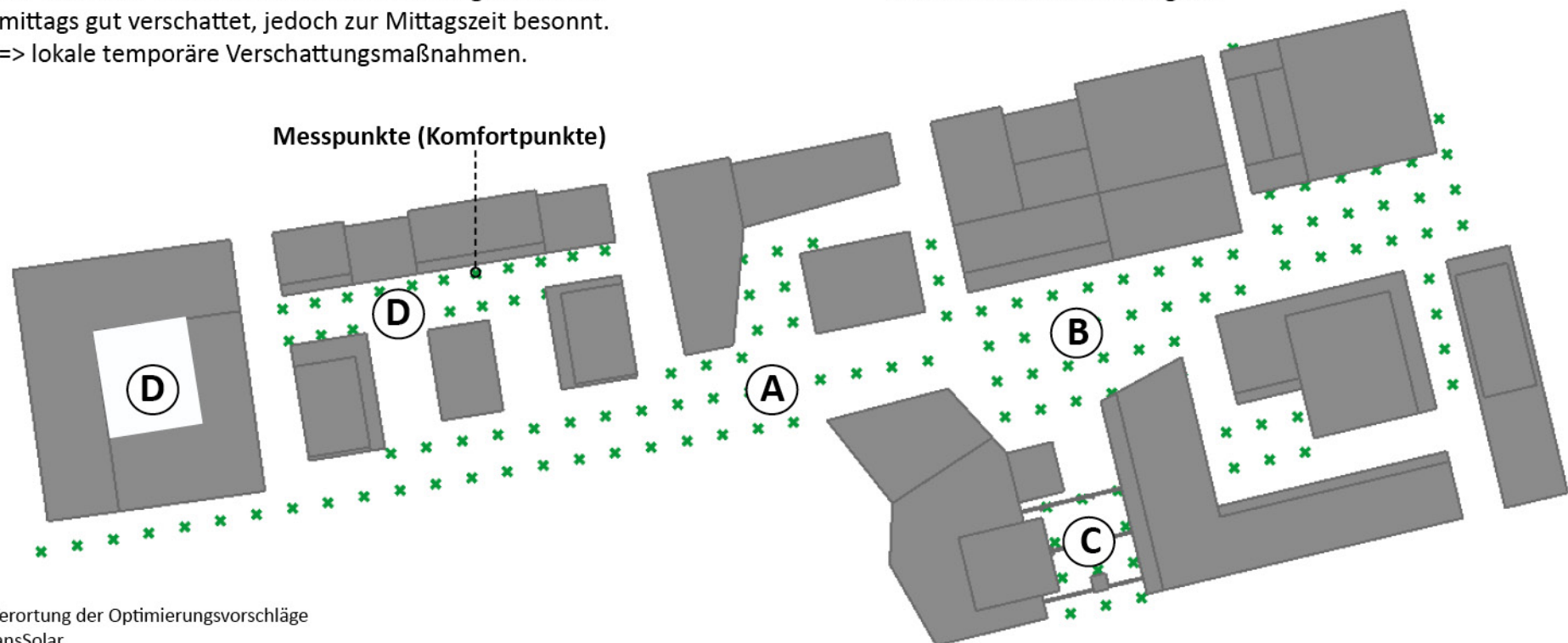


Abb. 29: Verortung der Optimierungsvorschläge
Quelle: TransSolar

Vergleich der Ergebnisse aus der UTCI-Bewertung mit dem aktuellen Stand der Masterplanung

Insbesondere im Gleisband werden aufgrund der guten Besonnungssituation im Sommer Bäume zur Begrünung und zur sommerlichen Verschattung geplant. Insbesondere am zentralen Platz soll mit Bäumen rings um den Platz ein Baumdach zur Verschattung geschaffen werden. Durch die Pflanzung von vorrangig sommergrünen Laubbäumen wird die Besonnung im Winter und in den Übergangszeiten ermöglicht, um eine ganzjährig hohe Aufenthaltsqualität zu erreichen.

Ein zentrales offenes Wasserelement auf dem Platz sorgt durch Verdunstungskühleffekte für die Verbesserung des Mikroklimas im Sommer und dient den Menschen zur Abkühlung. Dies kann in jedem Fall auch als positiver psychologischer Effekt gesehen werden.

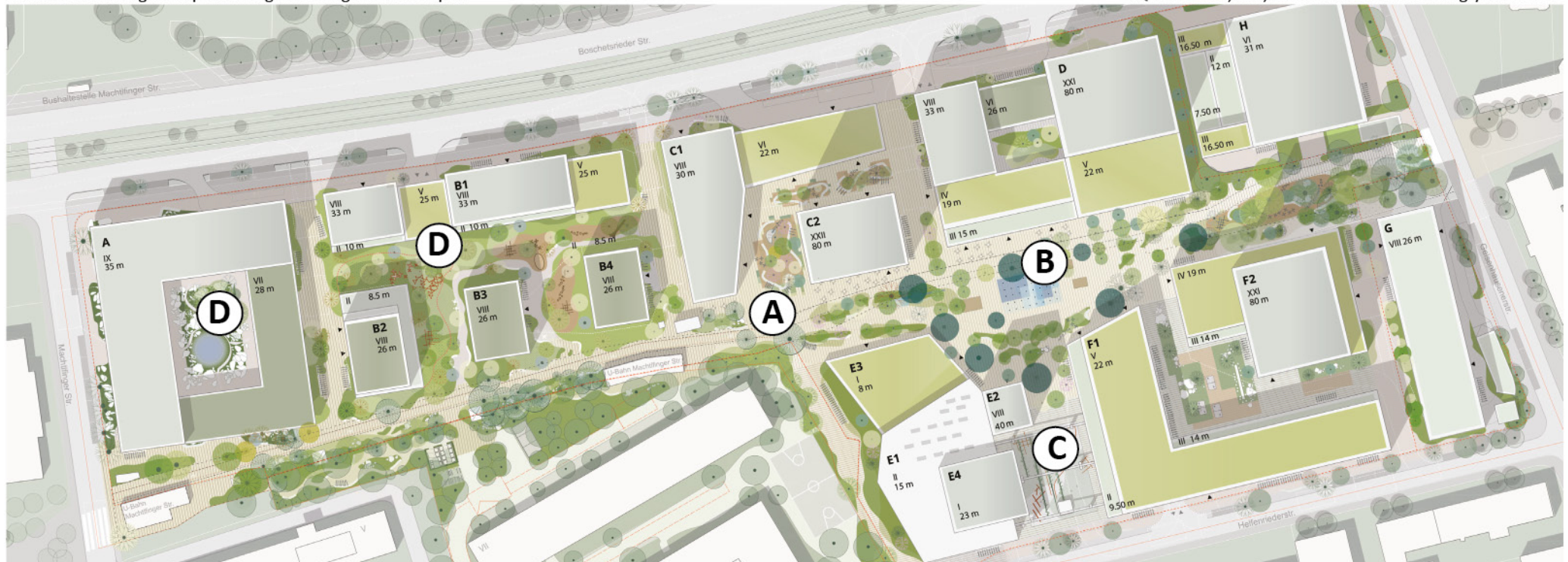
Abb. 30: Verortung der Optimierungsvorschläge im Masterplan

Die Dachflächen werden zu mindestens 60 Prozent begrünt. Ein Teil der Dachflächen soll auch in einer Kombination von Gründach und Photovoltaik gestaltet werden, um zum einem positiv zum Stadtklima beizutragen (Klimaanpassung) und zum anderen regenerativen Strom zu erzeugen (Klimaschutz).

Fassadenbegrünungen sollen entlang des Gleisbandes und der Nord-Süd-Verbindung über den Quartiersplatz angeordnet werden, um in den am Boden durch die intensivere Nutzung stärker versiegelten Bereichen den grünen Ausgleich zu schaffen.

Sonstige Wege, sowie Dach- und Fassadenflächen werden, soweit es möglich ist, in hellen Farben ausgeführt um eine Aufwärmung der Flächen so gering wie möglich zu halten.

Quelle: KCAP, SLA, COBE bearbeitet durch mgk/TransSolar



3. UMSETZUNG KLIMAÖKOLOGISCHER MASSNAHMEN IN DER PLANUNG

3.1. Stadtklimaindex - Definition und Methodik

Die Oberflächenstrukturen eines Quartiers definieren dessen thermische Qualität. Diese wird anhand eines Stadtklimaindizes ermittelt. Dazu werden alle Flächen des Quartiers über spezifische Faktoren, die das Temperaturabsenkungsvermögen der Fläche im Vergleich zu einer Asphaltfläche beschreiben, zueinander in Beziehung gesetzt. Die Faktoren *F* reichen von 5 (z.B. Verkehrsfläche) bis -5 (z.B. Baumbestand).

Tabelle 01:

	FLÄCHENCHARAKTER ODER LANDNUTZUNG	FAKTOR F
Basisflächen BF	1 Harte Oberflächen mit dunklen Asphalt- oder Steinbelägen	5
	2 Harte Oberflächen mit hellen Asphalt- oder Steinbelägen	4
	3 Wassergebundene Decken und Rasenpflaster	2
	4 Rasenflächen (z. B. Sportplätze)	0
	5 Natürliche Grasflächen	-3
	6a Baumbestandene Flächen (auf Versiegelung)	-2
	6b Baumbestandene Flächen (auf Wiese)	-5
	7 Wasserflächen temporär (z. B. Regenwasserrückhaltung Grauwasserreinigung)	0
	8 See- und Teichflächen, permanent	0
9 Überbauter Bereich	2	
Fassadenflächen FF	12 Fassadenbegrünung	-2
	13 Helle Fassadenoberflächen; Reflektion > 50 %	-1
	14 Dunkle Fassadenoberflächen; Reflektion < 30 %	1
Dachflächen DF	15 Dachflächen mit extensiver Dachbegrünung (auch mit PV)	-2
	16 Dachflächen mit intensiver Dachbegrünung	-3

Quelle: DGNB Kriterienkatalog Quartiere, Version 2020, ENV1.5. Stadtklima

Die Tabelle zeigt die Stadtklimaindexfaktoren für unterschiedliche Oberflächenqualitäten. Je niedriger der Faktor desto besser die Wirkung der Oberfläche auf das Stadtklima. Begrünte Flächen oder Wasserflächen haben einen sehr hohen Faktor und somit einen positiven Einfluss auf das Stadtklima. Auch helle Oberflächen von Fassaden, Dächer, und Böden wirken sich positiv auf das Stadtklima aus.

Zur Bestimmung des Stadtklimaindex werden alle Flächen mit ihren jeweiligen Faktoren multipliziert und ins Verhältnis zur Gesamtfläche des Quartiers (Bruttobauland) gesetzt.

Berechnungsformel:

$$F_{GES} = \frac{(((BF_1 \times F_1) + (BF_n \times F_n)) + ((FF_1 \times F_1) + (FF_n \times F_n)))}{BBL}$$

mit

- F Faktor Quartiersoberflächen
- BF Basisfläche
- FF Fassadenfläche
- BBL Bruttobauland

Quelle: DGNB Kriterienkatalog Quartiere, Version 2020, ENV1.5. Stadtklima

Die Bewertung erfolgt dann wie unten dargestellt, wobei maximal 40 Punkte möglich sind.

Tabelle 03:

2.1 Stadtklimafaktor Quartiere

Stadt	Business	Gewerbe	
	■ ≤ 0		0 - 40
			40
	■ ≥ 4,0		0

Quelle: DGNB Kriterienkatalog Quartiere, Version 2020, ENV1.5. Stadtklima

Auf den Folgenden Seiten werden die Einzelmaßnahmen erläutert und am Ende des Kapitels der Stadtklimaindex für den neuen Masterplan berechnet.

3.2. Bodenbeläge

Versickerungsgrad

Die Bodenbeläge innerhalb des Quartiers Obersending sollen grundsätzlich wo möglich und wo es die Nutzungsintensität zulässt, versickerungsoffen hergestellt werden.

Im Bereich des Gleisbandes sollen weite Bereiche begrünt werden, ein stärker befestigter Weg führt durch das Quartier und vermittelt über weiche Übergänge zum Grün.

Im Bereich des zentralen Platzes sind versiegelte Zonen vorgesehen, um verschiedene Nutzungen, wie einen Markt und Veranstaltungen zu ermöglichen, so ist die Gestaltung auch nachhaltig und funktional. An den Platzrändern, dort wo auch die Bäume stehen, wird sich der Belag wieder mehr auflösen, sodass entsiegelte Bereiche entstehen. Dies ist in der weiteren Planung noch mit den Freischankflächen abzustimmen sowie dem gestalterischen Gesamtkonzept der Freiraumplanung.

Im östlichen Bereich des Gleisbandes, dort wo sich auch die öffentliche Spielfläche befindet, wird der Boden auch versickerungsoffen gestaltet werden.

Farbe

Um einer Aufheizung der Oberflächen entgegen zu wirken, sollen alle Beläge im Quartier auch in hellen Farben hergestellt werden.

Tabelle 04:

	FLÄCHENCHARAKTER ODER LANDNUTZUNG	FAKTOR F
Basisflächen BF	1 Harte Oberflächen mit dunklen Asphalt- oder Steinbelägen	5
	2 Harte Oberflächen mit hellen Asphalt- oder Steinbelägen	4
	3 Wassergebundene Decken und Rasenpflaster	2
	4 Rasenflächen (z. B. Sportplätze)	0
	5 Natürliche Grasflächen	-3
	6a Baumbestandene Flächen (auf Versiegelung)	-2
	6b Baumbestandene Flächen (auf Wiese)	-5
	7 Wasserflächen temporär (z. B. Regenwasserrückhaltung Grauwasserreinigung)	0
	8 See- und Teichflächen, permanent	0
9 Überbauter Bereich	2	
Fassadenflächen FF	12 Fassadenbegrünung	-2
	13 Helle Fassadenoberflächen; Reflektion > 50 %	-1
	14 Dunkle Fassadenoberflächen; Reflektion < 30 %	1
Dachflächen DF	15 Dachflächen mit extensiver Dachbegrünung (auch mit PV)	-2
	16 Dachflächen mit intensiver Dachbegrünung	-3

Quelle: DGNB Kriterienkatalog Quartiere, Version 2020, ENV1.5. Stadtklima

Quelle: SLA



Abb. 31: Beispiel für hellen Bodenbelag mit unterschiedlichen Versickerungsgraden

Abb. 32: Beispielbilder und Verortung in Masterplanung

Quelle Bilder: SLA
Quelle Plan: KCAP, SLA, COBE

