

1. Lesehilfe zu den Planungshinweiskarten

Im Rahmen des ZURES-Projektes wurde mit dem mesoskaligen Klimamodell FITNAH 3D eine Stadtklimaanalyse in einer Auflösung von 25 m für Ludwigsburg erstellt. Dieses Modell ermöglicht es, umweltmeteorologische Zusammenhänge und Fragestellungen für Städte zu simulieren. Neben der Geländehöhe und Landnutzung sind die Strukturhöhe (Gebäude) und der Versiegelungsgrad in die Modellierung eingeflossen (Stand Datengrundlage 2013-2017).

Die Klimaanalyse legt eine sommerliche Hochdruckwetterlage als meteorologische Rahmenbedingung für die Modellrechnung zugrunde. Diese ist durch wolkenlosen Himmel und einen nur sehr schwachen großräumig überlagernden Wind gekennzeichnet, sodass sich die lokalklimatischen Besonderheiten einer Stadt bzw. Region besonders gut ausprägen. Typischerweise führt ein solcher Sommertag aufgrund der hohen Einstrahlung und des geringen Luftaustauschs zu den höchsten thermischen Belastungen. Auch wenn es sich dabei um eine besondere Situation handelt, tritt solch eine Wetterlage regelmäßig und jeden Sommer mehrfach auf.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen für den Status quo finden sich in den Kartenwerken Klimaanalysekarte und Planungshinweiskarte jeweils für den Tag und die Nacht wieder. Die Klimaanalysekarten stellen dabei die Sachebene also die unmittelbaren Modellierungsergebnisse ohne Bewertung dar, die Planungshinweiskarten werden aufgrund eines Bewertungsschlüssels der Modellergebnisse für den Ausgleichs- und Wirkungsraum in die Wertebene überführt und anschließend mit Planungshinweisen versehen.

1.1 ALLGEMEINES VORGEHEN

Grundsätzlich ist bei allen städtebaulichen Fragestellungen sowohl die Planungshinweiskarte Nacht als auch die Planungshinweiskarte Tag zu berücksichtigen. Dabei sollte das Augenmerk nicht ausschließlich auf die betreffende Grün- oder Siedlungsfläche gerichtet sein, sondern vielmehr die umliegenden Strukturen und deren Bewertungen/Bedeutungen mit einbezogen werden.

NACHVERDICHTUNG IM WIRKUNGSRAUM

Bei einer Nachverdichtung oder Umstrukturierung einer Siedlungsfläche sollte zunächst die gegenwärtige Bewertung der Fläche (**Wirkungsraum**) geprüft werden.

Liegen **(sehr) günstige** Bedingungen vor, so ist durch einen baulichen Eingriff eher keine Verschlechterung zu erwarten, sofern sich die bauliche Struktur sowie der Vegetationsanteil nicht maßgeblich von den umliegenden Flächen unterscheiden.

Ist die Fläche **weniger günstig** oder **ungünstig** bewertet, sollten Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation, insbesondere bei zusätzlicher Nachverdichtung, umgesetzt werden.

Bei **sehr ungünstig** bewerteten Flächen sollte von einer Nachverdichtung abgesehen und stattdessen eine Verbesserung der Durchlüftung, eine Erhöhung des Vegetationsanteils und Entsiegelungs- bzw. Entdichtungsmaßnahmen oder eine ganzheitliche Umstrukturierung mit den zuvor genannten Maßnahmen angestrebt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn auch umliegende Siedlungsflächen ungünstig bewertet wurden. Speziell am Tage sorgt ein hoher Vegetationsanteil für eine verbesserte

Aufenthaltsqualität, wenn keine ausreichenden Ausgleichsräume in kurzer Zeit fußläufig erreichbar sind.

Bei Flächen in unmittelbarer Nähe von **linienhaften** oder **flächenhafter Kaltluftabflüsse**, sollte eine möglichst strömungsparallele Gebäudeausrichtung forciert werden um den Kaltlufttransport in die Siedlungsflächen zu begünstigen. Dies gilt ebenso für in Richtung des Wirkungsraums weisende Flurwinde. Durch gezielte Entdichtungen und Schaffung von Grün- und Freiflächen, ist es zudem möglich Kaltluft tiefer als bisher in die Siedlungsflächen einzuleiten.

BEBAUUNG DES AUSGLEICHSRAUMS

Bei baulichen Eingriffen innerhalb des **Ausgleichsraums** ist neben der Bewertung der umliegenden Siedlungsflächen die Bedeutung der betreffenden Grünfläche selbst zu analysieren.

Grünflächen mit **keiner** oder nur **geringer** Bedeutung erfüllen weder relevante Klimafunktionen noch eignen sie sich (gegenwärtig¹) als Erholungsfläche. Eine Bebauung ist in diesem Fall meist unkritisch.

Besitzt die zu bebauende Grünfläche eine **mittlere** oder **hohe** Bedeutung, so sollte eine Abwägung unter Berücksichtigung der umliegenden Flächen stattfinden. Siedlungsferne Grünflächen dieser Kategorie sind zumeist einer geringeren Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung ausgesetzt als siedlungsnahe, insbesondere thermisch belastete Wirkungsräume.

Bei Grünflächen mit **sehr hoher** Bedeutung handelt es sich um Flächen, welche besonders wichtige klimaökologische Ausgleichsfunktionen erfüllen. Bauliche Eingriffe sollten auf diesen Flächen gänzlich vermieden werden oder nur sehr kleinräumig erfolgen. Dies trifft ebenfalls auf Flächen innerhalb von und angrenzend an **Kaltluftleitbahnen** zu.

Selten entspricht die Bewertung/Bedeutung einer Fläche der Nacht derselben wie am Tage. Speziell in Bezug auf die Umsetzung von Maßnahmen sollte die Tag- und Nachtsituation getrennt betrachtet werden.

Wirkungsvolle Maßnahmen zur Verbesserung der Tagsituation sind Verschattungselemente, bewegte Wasserflächen sowie Begrünungen in Form von Dach- oder Fassadenbegrünung.

In der Nacht fallen vor allem große Freiflächen als Kaltluftlieferanten ins Gewicht sowie die optimale Grünversorgung und Baukörperstellung, welche eine gute Durchlüftung der Siedlungsflächen gewährleisten soll. Entsiegelungs- und Entdichtungsmaßnahmen hingegen besitzen sowohl am Tage als auch in der Nacht eine temperaturdämpfende Wirkung.

In die Beurteilung von potentiellen Bauflächen sollte neben der zu erwartenden Größe der Bebauung in Bezug auf die Grün- oder enthaltende Freifläche auch die geplante Nutzungsstruktur berücksichtigt werden. So hat eine Einzel- oder Reihenhausbauung mit hohem Vegetationsanteil sicherlich geringere Auswirkungen auf die thermische Belastung der Fläche selbst und der angrenzenden Bebauung als es eine Gewerbe- oder Industriefläche mit erhöhtem Bauvolumen und starker Versiegelung.

1.2 PLANUNGSHINWEISKARTE NACHT

In der Planungshinweiskarte Nacht werden die Siedlungsflächen (**Wirkungsräume**) anhand der nächtlichen Lufttemperatur um 4 Uhr bewertet und in fünf Kategorien von *sehr günstig* bis *sehr*

¹ Zumindest für die Tagsituation lassen sich Potentialräume durchaus in ergänzende oder (Haupt-) Ausgleichsräume umgestalten wodurch sie deutlich an Bedeutung gewinnen könnten.

ungünstig eingeordnet. Die verschiedenen Kategorien spiegeln die bioklimatische Situation (nächtliche Überwärmung) in den Siedlungsflächen und ihre Empfindlichkeit gegenüber von Nutzungsintensivierung wider.



So besitzen die beiden untersten Kategorien (**sehr günstig** und **günstig**) eine nur mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen. Diese Flächen bedürfen gegenwärtig keiner Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation. Bei baulichen Eingriffen ist darauf zu achten, dass sich die bioklimatische Situation der Fläche selbst und der angrenzenden Flächen nicht maßgeblich verschlechtert. Beispielsweise die Berücksichtigung von Baukörperstellung und ein angemessener Vegetationsanteil kann hierfür Sorge tragen.



Flächen, welche als **weniger günstig** bewertet wurden befinden sich im Übergangsbereich von nicht wärmebelastet zu wärmebelastet und können folglich mittels entsprechender Maßnahmen bzw. Berücksichtigung von ausreichend Vegetationsanteilen bzw. Baukörperstellung bei Nachverdichtungen eine günstigere Belastungsstufe erreichen.



Die beiden höchsten Kategorien (**ungünstige** und **sehr ungünstige bioklimatische Situation**) weisen eine hohe bzw. sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber weiterer Nutzungsintensivierung auf. Sie sind gegenwärtig bereits (stark) wärmebelastet, sodass eine weitere Nachverdichtung auf Lasten von Grünflächen weitgehend vermieden und Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation ergriffen werden sollten. Vielseitige Maßnahmen wie Erhalt/Schaffung von Grünflächen, Erhöhung des Vegetationsanteils, Entsiegelung oder Verbesserung der Durchlüftung sollten angestrebt werden.



Der **Kaltlufteinwirkungsbereich** innerhalb der Bebauung kennzeichnet die bodennahe Strömung der Kaltluft aus den Grünflächen in die angrenzende Bebauung und ist ein Anhaltspunkt für die Durchlüftungssituation dieser Bereiche. Vor allem eine lokale Verringerung des Grünflächenanteils hat eine Reduzierung dieser, der nächtlichen Überwärmung entgegen wirkenden, Kaltlufteinwirkungsbereichen zur Folge.



Linienhafte Kaltluftabflüsse (auch Kaltluftleitbahnen) verbinden Kaltluftentstehungsgebiete (vorrangig Kaltluft produzierende Grünflächen) und Wirkungsräume miteinander und sind elementarer Bestandteil des nächtlichen Luftaustausches. Sie sind gekennzeichnet durch besonders hohe Kaltluftvolumenströme und können Kaltluft weit in Siedlungsbereiche transportieren - sofern keine größeren Hindernisse (bspw. Gebäude, Wälder) überwunden werden müssen - und dort die thermische Belastung senken. Oberflächenstrukturen wie gering bebaute, vegetationsgeprägte Freiflächen, Kleingärten, Sportplätze, Friedhöfe aber auch Gleisareale, breite Straßenräume und Wasserflächen erleichtern das Eindringen von Kaltluft in die Bebauung.

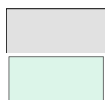


Flächenhafte Kaltluftabflüsse treten hingegen hauptsächlich über unbebauten Hangbereichen auf, sind in ihrer räumlichen Ausdehnung weniger stark begrenzt und tragen ebenso wie Kaltluftleitbahnen zur Senkung der thermischen Belastung in den Siedlungsräumen bei.

Eine Bebauung solcher, für den städtischen Luftaustausch essentieller Flächen, sollte weitestgehend vermieden oder stark beschränkt werden. Bei einer Überplanung sind Gebäudekörperstellung, Abstandsflächen und der grundsätzlich Erhalt der Durchlüftung angrenzender Bebauung zu berücksichtigen. Grundsätzlich sollte bei einer geplanten Bebauung einer solchen Fläche (oder deren unmittelbaren Umgebung) ein Fachgutachten zur klimaökologischen Analyse eingeholt werden.

Neben den Kaltluftabflüssen ist in der Karte das Strömungsfeld (**Flurwinde**) in Pfeilsignatur dargestellt, um das Strömungssystem außerhalb der Siedlungsräume abzubilden und damit mögliche klimaökologische Konflikte bei etwaigen größeren Vorhaben erkennen zu können.

Die Grün- und Freiflächen (**Ausgleichsräume**) werden anhand ihrer bioklimatischen Bedeutung für die gegenwärtige Siedlungsstruktur beurteilt. Als Kriterien für die Bewertung wurden vorwiegend die klimaökologische Funktion (Kaltlufthaushalt) sowie der Siedlungsbezug berücksichtigt. Die Bewertungsklassen reichen von *keiner* bis *sehr hohe bioklimatische Bedeutung* und geben Auskunft zur Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung.



Keine bzw. **geringe bioklimatische Bedeutung** besitzen Grünflächen, die entweder relativ klein sind (< 1ha), nur ein geringes Kaltluftliefervermögen aufweisen oder sich in größerer Entfernung zu belasteten Wirkungsräumen befinden. Sie weisen eine nur geringe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung auf. Bei baulichen Eingriffen ist kein Verlust wichtiger klimaökologischer Funktionen zu erwarten.



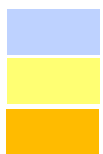
Grünflächen der **mittleren** Kategorie begünstigen die bioklimatische Situation in der angrenzenden Bebauung aufgrund ihrer klimaökologischen Ausgleichsfunktion und zeigen eine mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen.




Die beiden höchsten Bedeutungsstufen (**hohe** bzw. **sehr hohe bioklimatische Bedeutung**) beinhalten Grünflächen, welche Teil von Kaltluftleitbahnen sind, an solche direkt angrenzen und/oder sich in unmittelbarer Nähe zu belasteten Wirkungsräumen befinden und somit (besonders) wichtige Klimafunktionen erfüllen. Sie besitzen eine (sehr) hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung weshalb bauliche Eingriffe möglichst vermieden, eingeschränkt oder in Einzelfällen mit stark optimierenden Maßnahmen bewerkstelligt werden sollten.


1.3 PLANUNGSHINWEISKARTE TAG


In der Planungshinweiskarte Tag werden die Siedlungsflächen, Verkehrswege und Plätze (**Wirkungsräume**) anhand der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) um 14 Uhr bewertet. Die PET vermittelt die Hitzebelastung des Menschen am Tage und wurde ebenfalls in fünf Kategorien von *sehr günstig* bis *sehr ungünstig* eingeordnet. Verschattung und Verdunstung haben einen maßgeblichen Einfluss auf das Hitzeempfinden des Menschen, weshalb Siedlungs- und Straßenräume mit einem hohen Grünanteil grundsätzlich eine günstigere humanbioklimatische Situation aufweisen als stark versiegelte und von direkter Strahlung betroffene Flächen.

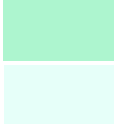
 Während Wirkungsräume mit *sehr günstiger* bzw. *günstiger humanbioklimatischer Situation* keiner zusätzlichen Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation bedürfen, können solche Maßnahmen für *weniger günstig* eingestufte Flächen bereits sinnvoll sein. Hierbei kommen vorwiegend Begrünungsmaßnahmen sowie Verschattungselemente in Frage.

 Innerhalb der Wirkungsräume mit *ungünstiger* bzw. *sehr ungünstiger humanbioklimatischer Situation* liegt eine hohe Hitzebelastung vor, welche einer Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen bedarf. Neben einer Erhöhung des Vegetationsanteils und zusätzlicher Verschattung sollten auch Entsiegelungsmaßnahmen in Erwägung gezogen werden. Es ist für ausreichend Ausgleichsräume zu sorgen, welche von diesen Flächen fußläufig gut erreichbar und leicht zugänglich sind.

Die Grün- und Freiflächen (**Ausgleichsräume**) wurden zunächst anhand ihrer Funktion und Zugänglichkeit zunächst in drei Gruppen mit unterschiedlichem Bedeutungsgrad (*gering* bis *sehr hohe Bedeutung*) eingeteilt und dort wiederum mittels ihrer fußläufigen Erreichbarkeit klassifiziert. Je höher der Vegetationsanteil einer Grünfläche ist, desto angenehmer ist die Aufenthaltsqualität des Menschen am Tage und entsprechend ihre jeweilige klimaökologische Bedeutung.

 Der **Hauptausgleichsraum** besitzt die **höchste Bedeutung** und umfasst vorwiegend frei zugängliche Grünflächen wie Wälder und öffentliche Parkanlagen. Großzügige Baumbestände sorgen für ausreichend Verschattung und fördern ein entsprechend angenehmes Aufenthaltsklima.

 Dem **ergänzenden Ausgleichsraum** kommt eine **hohe Bedeutung** zu. Hierunter fallen Grünflächen, die aufgrund ihrer beschränkten Zugänglichkeit zumindest für einen Teil der Stadtbevölkerung als Ausgleichsraum dienen oder eine geringere Mikroklimavielfalt aufweisen als Hauptausgleichsräume. Hierzu zählen insbesondere Schrebergärten, Friedhöfe, Schwimmbäder oder Sportplätze sowie der Schlossgarten.



Die **geringste Bedeutung** in der Planungshinweiskarte Tag besitzt der **Potentialraum**. Hierunter fallen der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzte Flächen wie landwirtschaftliche Nutzflächen oder Brachflächen sowie für die Stadtbevölkerung nicht nutzbare Flächen wie Abstands- oder Straßenbegleitgrün.

Grundsätzlich verringert sich die Bedeutsamkeit der einzelnen Grünflächen mit zunehmender Entfernung zu thermisch belasteten Siedlungsflächen, da sie für die betroffene Stadtbevölkerung nur schlecht oder mit hohem Aufwand erreicht werden kann.