

Lesehilfe Klimakarten Kanton Aargau Rev. 2

1. Einleitung

Der Klimawandel stellt eine neue Herausforderung für die Siedlungsentwicklung dar. Zwischen 2018 und 2022 wurde deshalb die heutige klimatische Situation sowie ein Zukunftsszenario flächendeckend für den Kanton Aargau modelliert. Die Modellergebnisse und die daraus resultierenden **Klimaanalyse-** und **Planhinweiskarten** geben Aufschluss über die klimatische Situation: Wo befinden sich die Hot-Spots im Siedlungsgebiet? Welche Grün- und Freiräume sind wichtig für die Kaltluftproduktion? Wo gilt es wichtige Kaltluftleitbahnen freizuhalten?

Die Klimakarten sind die zentralen **Planungsgrundlagen** für eine **hitzeangepasste Siedlungsentwicklung**. Aus ihnen lässt sich bei Planungen oder Projekten der konkrete Handlungsbedarf ableiten. Ergibt sich aus der Analyse der Klimakarten kein zwingender Handlungsbedarf, können Massnahmen dennoch sinnvoll sein. In solchen Fällen ist es wichtig, das funktionierende System nicht zu beeinträchtigen und weitere Entwicklungen vorausschauend anzugehen. Bei grösseren Planungen und Projekten kann eine detailliertere Klimaanalyse sinnvoll sein – insbesondere zur Beurteilung der Wirkung von Bebauungsvarianten auf das Lokalklima im Planungssperimeter und in den angrenzenden Siedlungsstrukturen.

Bei der Förderung des Siedlungsklimas gilt es, die **Synergien** mit anderen Planungsaufgaben wie z.B. der hochwertigen Siedlungsentwicklung nach innen, Ortsbildschutz, Freiraumqualität, Biodiversität, Erholung oder Anpassung an Starkniederschläge zu nutzen. Bei sich widersprechenden Interessen, ist eine **Interessenabwägung** vorzunehmen. Auch Freiflächen die aus

klimatischer Sicht eher unbedeutend sind, können aus anderen Gründen, wie beispielsweise Freiraumqualität oder Ortsbild von entscheidender Bedeutung und damit schützenswert sein. Der **Leitfaden hitzeangepasste Siedlungsentwicklung** ([→ www.ag.ch/klimawandel-siedlung](http://www.ag.ch/klimawandel-siedlung)) zeigt auf, wie eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung in der Planung und bei Projekten gelingt.

Es stehen folgende **Onlinekarten** unter www.ag.ch/klimakarten zur Verfügung:

- **Klimaanalysekarte (vgl. Kapitel 2):** Nächtliche Überwärmung im Siedlungsgebiet (Wärmeinseleffekt) und nächtliches Kaltluftprozessgeschehen, Sachebene (keine Bewertung). [→ Onlinekarte](#)
- **Planhinweiskarte Nacht (vgl. Kapitel 3):** Bewertung des nächtlichen Wärmeinseleffekts («Bioklima»), bioklimatische Bedeutung der Grün-/Freiflächen, Kaltluftleitbahnen und nächtliches Kaltluftprozessgeschehen. [→ Onlinekarte](#)
- **Planhinweiskarte Tag (vgl. Kapitel 4):** Bioklimatische Belastungssituation (Bewertung Physiologisch Äquivalente Temperatur) und «klimatische» Aufenthaltsqualität in Grün- und Freiflächen. [→ Onlinekarte](#)
- **FITNAH-3D Modellierung (vgl. Kapitel 5):** Einzelergebnisse der Klimamodellierung für die Tag- und Nachtsituation. [→ Onlinekarte](#)
- **Zukunftsszenario 2035 (vgl. Kapitel 7):** Lufttemperatur, Wärmeinseleffekt und Kaltluftvolumenstrom für das Jahr 2035. [→ Onlinekarte](#)

Zu jeder Onlinekarte gibt es jeweils eine Beschreibung der Karteninhalte und Hinweise für die Planung. Die angewandte **Klimamodellierung** wird in **Kapitel 7** beschrieben. Eine detaillierte Beschreibung der Methode und des Vorgehens bei der Klimaanalyse ist im Schlussbericht zu finden ([-> www.ag.ch/klimakarten](http://www.ag.ch/klimakarten)).

2. Klimaanalysekarte

Was ist in der Karte dargestellt?

Die Klimaanalysekarte bildet die **Funktionen und Prozesse des nächtlichen Kaltluftaustausches** ab (Kaltluftströmungsfelder, Kaltluftlieferung der Grün- und Freiflächen, Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftereinwirkungsbereiche innerhalb des Siedlungsgebiets). Für das Siedlungsgebiet stellt sie die nächtliche Überwärmung (**Wärmeineleffekt**) dar. Sie beschreibt die **Ist-Situation um 4 Uhr** in der Nacht. Zu diesem Zeitpunkt ist die langwellige Ausstrahlung maximal und das Kaltlufthaushaltssystem vollständig ausgebildet (aus diesem Grund wurde keine Klimaanalysekarte für die Tagsituation erstellt).

Wärmeineleffekt: Wärmeinseln im Siedlungsgebiet weisen eine im Vergleich zum Umland erhöhte Lufttemperatur aus. Auslöser ist der durch die Bebauung veränderte Wärme- und Wasserhaushalt im Siedlungsgebiet. Die Stärke des Wärmeineleffektes ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Es sind dies u.a. das Rückstrahlvermögen einer Oberfläche (Albedo), der Versiegelungs- bzw. Vegetationsgrad, die Gebäudehöhen bzw. inwiefern Kaltluftströmungen durch Barrieren beeinträchtigt werden, die Wärmespeicherfähigkeit (Wärmekapazität) der Bausubstanzen sowie Emissionen von Verkehr, Industrie und Privathaushalten. Der Wärmeineleffekt kommt hauptsächlich abends und in der Nacht zum Tragen, da durch die höhere Wärmekapazität von Asphalt und Beton die Wärme im Siedlungsgebiet länger gespeichert wird. Weil die Wärmestrahlung bis in den Morgen abgegeben wird, sinken die Temperaturen nur langsam.

Der **nächtliche Kaltluftaustausch** ist einerseits durch lokale thermische Windsysteme und andererseits durch orographisch bedingte Kaltluftströmungen geprägt (vgl. Schlussbericht S. 26–29). Die nächtlichen bodennahen Temperaturunterschiede, die sich zwischen Siedlungsräumen und vegetationsgeprägten Freiflächen einstellen, sind Auslöser für horizontale Luftdruckunterschiede und damit für **lokale thermische Windsysteme** (sogenannte **Flur- und Strukturwinde**).


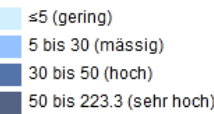
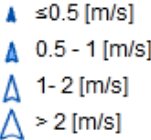



Diese nächtlichen Temperaturunterschiede führen zu einer direkten Ausgleichsströmung vom hohen Luftdruck über dem kühlen Umland zum tiefen Luftdruck über dem wärmeren Siedlungsgebiet. Die so aus dem Umland einströmenden kühleren Luftmassen führen zum Temperaturengleich im Siedlungsgebiet. Für die Ausprägung der Flur-/Strukturwinde ist es wichtig, dass die Luft über eine gewisse Strecke beschleunigt werden kann und nicht durch Hindernisse wie Bebauungen abgebremst wird. Flur-/Strukturwinde sind räumlich eng begrenzt und meist nur schwach ausgeprägt. Ihre Strömungsgeschwindigkeit liegt meist unterhalb von 2 Meter pro Sekunde.

Neben den bodennahen Temperaturunterschieden kann auch das Geländere Relief Kaltluftströmungen auslösen. Man spricht dann von **orographisch bedingten Strömungen**. Sie entstehen u.a. an unbebauten Hangbereichen, wenn die abgekühlte und damit schwerere Luft zur tiefsten Geländestelle fliesst und es dadurch zu flächenhaften Kaltluftabflüssen kommt. Sie weisen Strömungsgeschwindigkeiten von mehr als 3 Meter pro Sekunde auf.

In der Karte werden die Flur-/Strukturwinde und orographisch bedingten Strömungen durch das Kaltluftströmungsfeld dargestellt.

Kaltluftlieferung von Grün-/Freiflächen: Möchte man beurteilen wie viel Kaltluft Grün- und Freiflächen liefern können, ist neben der Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft auch die Mächtigkeit (d.h. die Höhe) der Kaltluftschicht massgebend. Als Mass für den Zustrom von Kaltluft wird deshalb der **Kaltluftvolumenstrom** verwendet. Er ist das Produkt aus der Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite). Er beschreibt somit wie viel Kubikmeter Kaltluft pro Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Kaltluftleitbahn fliesst. Anders als das Kaltluftströmungsfeld berücksichtigt der Kaltluftvolumenstrom somit auch Fliessbewegungen oberhalb der bodennahen Schicht (vgl. Schlussbericht S. 30-34).

Übersicht Layer Klimaanalysekarte

Legende	Layer	Beschreibung
 <p>0 bis 1 [K] 1 bis 2 [K] 2 bis 3 [K] 3 bis 4 [K] 4 bis 6.4 [K]</p>	Wärmeineleffekt in Siedlungsgebiet und Verkehrsflächen	<p>Temperaturabweichung gegenüber den (weitgehend) unbauten Grün- und Freiflächen um 4 Uhr in Kelvin [K]. Basiert auf der modellierten bodennahen Lufttemperatur.</p> <p>Kelvin wird zur Angabe von Temperaturdifferenzen verwendet. Die Werte können in der Praxis als Abweichung in Grad Celsius [°C] interpretiert werden.</p>
 <p>≤5 (gering) 5 bis 30 (mässig) 30 bis 50 (hoch) 50 bis 223.3 (sehr hoch)</p>	Kaltluftvolumenstrom	<p>Mass für den Zustrom von Kaltluft: Kubikmeter Kaltluft pro Meter in der Sekunde [$\text{m}^3/\text{m}^*\text{s}$] um 4 Uhr. Der Kaltluftvolumenstrom gibt an wie viel Kaltluft Grün-/Freiflächen liefern.</p>
 <p>≤0.5 [m/s] 0.5 - 1 [m/s] 1- 2 [m/s] > 2 [m/s]</p>	Kaltluftströmungsfeld (2 m ü. Grund)	<p>Das modellierte Kaltluftströmungsfeld beschreibt das lokale thermische Windsystem (sogenannte Flur-/Strukturwinde) und orographisch bedingte Kaltluftströmungen.</p> <p>Es zeigt die Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft um 4 Uhr und 2 Meter über Grund. Die Strömungsgeschwindigkeit wird in Meter pro Sekunde [m/s] angegeben. Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit werden über die Pfeilrichtung und Pfeilgrösse abgebildet, wobei die Pfeile je nach Zoomstufe auf 50m, 100m und 200m Auflösung aggregiert sind.</p>
	Kaltluftentstehungsgebiete mit hoher/sehr hoher Kaltluftproduktionsrate	<p>Grün- und Freiflächen mit einer stündlichen Kaltluftproduktion von über 10 Kubikmeter Kaltluft pro Quadratmeter [$\text{m}^3/\text{m}^2*\text{h}$].</p> <p>Insbesondere Waldflächen mit stärkeren Hangneigungen produzieren viel Kaltluft, weil die im Kronendach gebildete Kaltluft hangabwärts strömen kann und nicht im Baumbestand «einsinkt» (vgl. Schlussbericht S. 35).</p>
	Kaltlufteinwirkungsbereich im Siedlungsgebiet	<p>Siedlungsflächen, welche sich im Einwirkungsbereich eines klimatisch wirksamen Kaltluftstroms befinden.</p> <p>Zur Abgrenzung wird eine bodennahe Windgeschwindigkeit von mindestens 0.2 m/s und ein klimatisch wirksamer Kaltluftvolumenstrom von über 5 $\text{m}^3/\text{m}^*\text{s}$ pro Rasterzelle angenommen (vgl. Schlussbericht S. 35).</p>
	Kaltlufteinzugsgebiet	<p>Die Kaltlufteinzugsgebiete (oder «Prozessräume») kennzeichnen die Bereiche mit einheitlichem Kaltluftabflussgeschehen nach dem Wasserscheidenprinzip. Sie sind das Ergebnis einer GIS-basierten Reliefanalyse (vgl. Schlussbericht, S. 35).</p>

Was kann ich aus der Karte für die Planung ableiten?

Die **Klimaanalysekarte** hilft bei der Identifizierung von Gebieten, in denen der Wärmeineffekt stark ausgeprägt ist, oder beim Erkennen von Grün- und Freiflächen, die besonders viel zur Kaltluftlieferung beitragen. Weiter hilft sie beim Verständnis des nächtlichen Kaltluftaustausches.

Die Klimaanalysekarte ermöglicht eine **quantitative Abschätzung**. Sie enthält noch keine Bewertung der Situation oder direkte Hinweise für die Planung. Dies leisten die Planhinweiskarten (vgl. Kapitel 3 und 4).

Die Klimaanalysekarte ermöglicht quantitative Aussagen: Wie gross ist der Kaltluftvolumenstrom? Wie hoch ist der Wärmeineffekt? Welche Strömungsgeschwindigkeit haben die Flur- und Strukturwinde? Die Klimaanalysekarte hilft nicht immer offensichtliche Wirkungszusammenhänge sichtbar zu machen: Eine Wiesenfläche ohne Bäume mag tagsüber mangels Schatten nur bedingt nutzbar sein.

3. Planhinweiskarte Nacht

Was ist in der Karte dargestellt?

Die Planhinweiskarte Nacht stellt eine **Bewertung der Nachtsituation (4 Uhr)** im Siedlungsgebiet aus Sicht der Einwohnenden dar. Sie ermöglicht eine Einschätzung, wo die bioklimatische Situation aufgrund der nächtlichen Überwärmung (Wärmeineffekt) für die Einwohnenden besonders ungünstig ist und welche bioklimatische Bedeutung die Grün- und Freiflächen haben. Zusätzlich zu dem in der Klimaanalysekarte dargestellten Kaltluftprozessgeschehen zeigt die Planhinweiskarte wo wichtige Kaltluftleitbahnen und Leitbahnkorridore liegen.

Bioklima (Bewertung Wärmeineffekt): Die Beurteilung der bioklimatischen Situation (kurz Bioklima) basiert auf einer Bewertung des Wärmeineffekts. In der Nacht ist weniger der Aufenthalt im Freien Bewertungsgegenstand, sondern vielmehr die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes in den Innenräumen. Damit wird die nächtliche Überwärmung (Wärmeineffekt) zum massgebenden Faktor für die Beurteilung der Nachtsituation, denn die Temperatur der Aussenluft bestimmt mehr oder weniger direkt die Temperatur in den Innenräumen.

In der Nacht jedoch ist diese Fläche möglicherweise ein wichtiges Kaltluftentstehungsgebiet oder trägt wesentlich zur Durchlüftung des Siedlungsgebietes bei.

Im Gegensatz zur Planhinweiskarte werden die Ergebnisse in der Klimaanalysekarte auf Rasterbasis dargestellt. Die Rasterergebnisse liegen in einer räumlichen Auflösung von 10x10 m vor. Damit treten auch kleinräumige Unterschiede deutlich hervor und Einzelgebäude und Baumgruppen sind gut erkennbar. Beim Wärmeineffekt gilt einschränkend, dass er für alle Rasterzellen berechnet wurde, welche sich innerhalb einer Siedlungsfläche befindet (exklusive Gebäudeflächen).

Die Siedlungsflächen wurden GIS-basiert aus den Daten der amtlichen Vermessung abgeleitet. Dies kann unter Umständen zu Abweichungen gegenüber der realen Situation führen. Es ist deshalb wichtig, dass immer auch die lokale Situation betrachtet wird.

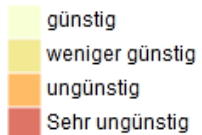



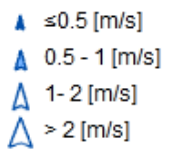


Optimale Schlaftemperaturen liegen zwischen 16 bis 18°C. Besonders belastend sind sogenannte Tropennächte in denen die Temperatur nicht unter 20°C sinkt (vgl. Schlussbericht S. 38–41). Die Übersichtstabelle zum Bioklima auf Seite 6 enthält eine detaillierte Beschreibung und generelle Planungshinweise pro Bewertungskategorie.

Bioklimatische Bedeutung der Grün-/Freiflächen: Die Beurteilung der Grün- und Freiflächen richtet sich nach deren Bedeutung für das Klima in den gegenwärtigen Siedlungsstrukturen. Die bioklimatische Bedeutung einer Grün-/Freifläche ist einerseits abhängig von der Lage der jeweiligen Fläche in Bezug zu den wärmebelasteten Siedlungsstrukturen und andererseits davon wieviel Kaltluft die Fläche liefern kann. Dies wiederum wird bestimmt durch die Klimaparameter Kaltluftvolumenstrom, Kaltluftproduktionsrate und Windgeschwindigkeit. Die Übersichtstabelle zur bioklimatischen Bedeutung auf Seite 7 enthält eine detaillierte Beschreibung und generelle Planungshinweise pro Bewertungskategorie. Die Unterscheidung nach der Lage der Flächen ist notwendig, weil diese «flächeninternen» Klimaparameter nicht in allen Bereichen gleichermassen aussagekräftig sind.

So kann eine Grünfläche trotz relativ geringem Kaltluftliefervermögen in einem ansonsten stark überbauten Umfeld signifikant zur Verminderung der dort auftretenden hohen Wärmebelastungen beitragen. Sie wird dementsprechend in ihrer bioklimatischen Bedeutung höher

bewertet als beispielsweise eine Waldfläche, die nicht an belastete Siedlungsstrukturen grenzt (vgl. Schlussbericht S. 39–41 für eine Beschreibung der Bewertungsmethodik).

Übersicht Layer Planhinweiskarte Nacht

Legende	Layer	Beschreibung
 <p>günstig weniger günstig ungünstig Sehr ungünstig</p>	Bioklima (Bewertung Wärmeinseleffekt)	<p>Qualitative Beschreibung der nächtlichen Überwärmung mittels einer Bewertung des nächtlichen Wärmeinseleffekts.</p> <p>Die Bewertung reicht von günstigem (keine nächtliche Überwärmung) bis zu sehr ungünstigem Bioklima (sehr hohe nächtliche Überwärmung). Diese Einstufung lässt sich wie folgt in Grad Celsius ausdrücken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Günstig: $\leq 1^\circ\text{C}$ Abweichung der Temperatur gegenüber den Grün und Freiflächen • Weniger günstig: $> 1^\circ\text{C}$ bis 2°C Abweichung • Ungünstig: $> 2^\circ\text{C}$ bis 3°C Abweichung • Sehr ungünstig: $> 3^\circ\text{C}$ Abweichung
 <p>gering mittel hoch sehr hoch</p>	Bioklimatische Bedeutung der Grün- und Freiflächen	Bewertung der bioklimatischen Bedeutung basierend auf der Lage der jeweiligen Grün- oder Freifläche in Bezug zu bioklimatisch belasteten Siedlungsstrukturen und dem Kaltluftliefervermögen der jeweiligen Fläche.
	Kaltluftleitbahn	<p>Kaltluftleitbahnen sind Oberflächenstrukturen mit geringer Rauigkeit, die Kaltluftentstehungsgebiete (Ausgleichsräume) mit wärmebelasteten Bereichen im Siedlungsgebiet (Wirkungsräume) verbinden und erleichtern damit das Eindringen der Kaltluft in die Bebauung. Aufgrund ihrer Klimafunktion sind sie elementarer Bestandteil des Luftaustausches.</p> <p>Beispiele für Kaltluftleitbahnen sind vegetationsgeprägte Freiräume, Gleisareale und breite Strassenräume, die sich in den Siedlungsraum erstrecken.</p>
	Leitbahnkorridor	Grünflächen innerhalb einer Kaltluftleitbahn
 <p>≤ 0.5 [m/s] $0.5 - 1$ [m/s] $1 - 2$ [m/s] > 2 [m/s]</p>	Kaltluftströmungsfeld	vgl. Beschreibung Klimaanalysekarte
	Kaltlufteinwirkungsbereich im Siedlungsgebiet	vgl. Beschreibung Klimaanalysekarte
	Kaltlufteinzugsgebiet	vgl. Beschreibung Klimaanalysekarte

Was kann ich aus der Karte für die Planung ableiten?

Aus den Planhinweiskarten lassen sich konkrete Bedürfnisse und entsprechende planerische Massnahmen zur Entwicklung, Wiederherstellung oder Sicherung der klimaökologischen Funktion eines Gebiets ableiten.

Hinweise für die Planung, die sich aus der **Planhinweiskarte Nacht** ableiten lassen, sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

Generell sollte die Abkühlung von überwärmten Siedlungsstrukturen gefördert werden. Oberste Priorität zur Anpassung an die Hitze haben Wohnquartiere mit hoher Bevölkerungsdichte und sensiblen Nutzungen wie Schulen, Kindergärten, Kitas, Spitäler und Altersheime. Geeignete Massnahmen sind: Verbesserung der Kaltluftzirkulation, Erhöhung des Grünanteils und der Beschattung durch Baumpflanzung, Förderung Wasserelemente und sickerfähige Böden sowie das Verwenden

von klimagerechten Baumaterialien. Die beste Wirkung wird erzielt, wenn verschiedene Massnahmen kombiniert umgesetzt werden.

Für beide Planhinweiskarten werden die Ergebnisse als bewertete Information für Referenzflächen ausgewiesen. Die Werte werden jeweils für jede Referenzfläche zu einem Flächenmittelwert umgerechnet, damit die Kartenaussage planerisch generalisiert werden kann. Die Referenzflächen wurden, abhängig von der Landnutzungskategorie und einem Schwellenwert für den Grad der Überbauung, GIS-basiert aus den Daten der amtlichen Vermessung und den Nutzungsplänen abgeleitet. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass kleinere Freiflächen in der Karte nicht als solche ausgewiesen sind. Den Gewässerflächen und vegetationslosen Flächen ausserhalb des Siedlungsgebiets (z.B. Materialabbaugebiete) wird kein Wert (z.B. für bioklimatische Bedeutung von Grün-/Freiflächen) zugewiesen.

Bioklima (Bewertung Wärmeinseleffekt) und daraus abgeleitete Planungshinweise

Wärmeinseleffekt	Bioklima	Hinweise für die Planung
≤ 1°C Temperaturabweichung gegenüber Grün- und Freiflächen	günstig	Keine bzw. geringe nächtliche Überwärmung. Vorwiegend offene Siedlungsstruktur mit guter Durchlüftung und klimagerecht gestalteten Freiräumen. Das günstige Bioklima ist zu sichern. Der Vegetationsanteil sollte möglichst erhalten bleiben. Bei einer Nutzungsintensivierungen sind klimaökologische Aspekte zu beachten.
1 bis 2°C	weniger günstig	Mässige nächtliche Überwärmung aufgrund einer reduzierten Durchlüftung und / oder einer starken Überhitzung am Tag. Freiflächen und Vegetationsanteil sind möglichst zu erhalten. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht prioritär, wird eine Nutzungsintensivierungen geplant, sind klimaökologische Aspekte zu beachten.
> 2 bis 3°C	ungünstig	Hohe nächtliche Überwärmung. Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen. Im Zusammenhang mit einer Nutzungsintensivierung ist das Bioklima aufzuwerten, dabei ist die Baukörperstellung zu beachten, Freiflächen sind zu erhalten und eine Erhöhung des Vegetationsanteils ist anzustreben.
> 3°C	sehr ungünstig	Sehr hohe nächtliche Überwärmung. Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Es sollte keine höhere bauliche Dichte zu Lasten von Grün-/Freiflächen umgesetzt und eine Verbesserung der Durchlüftung angestrebt werden. Freiflächen sind zu erhalten, der Vegetationsanteil sollte erhöht werden und wo möglich sollten Hartbeläge entsiegelt werden (z.B. Pocket-Parks, Begrünung von Innenhöfen).

Bioklimatische Bedeutung der Grün-/Freiflächen und daraus abgeleitete Planungshinweise

Bioklimatische Bedeutung	Hinweise für die Planung
gering	Die Flächen stellen für die gegenwärtige Siedlungsstruktur keine relevanten Klimafunktionen bereit. Bauliche Eingriffe innerhalb der Fläche oder in der angrenzenden Siedlungsstruktur sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen (z.B. Baukörperstellung).
mittel	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur ergänzende klimaökologische Ausgleichsräume mit einer mittleren Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Die angrenzende Bebauung profitiert von den bereit gestellten Klimafunktionen, ist in aller Regel aber nicht auf sie angewiesen. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen.
hoch	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen und es sollte eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung angestrebt werden.
sehr hoch	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur besonders wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer sehr hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten gänzlich vermieden bzw. sofern bereits planungsrechtlich zulässig unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Zumindest ist bei baulichen Eingriffen eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung anzustreben. Zur Optimierung der klimatischen Ausgleichsleistung sollte eine Vernetzung mit benachbarten Grün-/ Freiflächen erreicht werden (Grünverbindungen).

4. Planhinweiskarte Tag

Was ist in der Karte dargestellt?

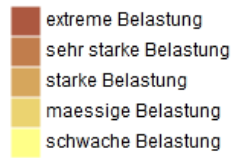

Die Planhinweiskarte Tag stellt eine **Bewertung der Tagessituation (14 Uhr)** im Siedlungsgebiet aus Sicht der Einwohnenden. Dargestellt werden die bioklimatische Belastungssituation und die Aufenthaltsqualität in Grün- und Freiflächen bezüglich der Wärmebelastung.

Bioklimatische Belastungssituation (Bewertung PET): Die Bewertung der bioklimatischen Belastungssituation basiert auf der Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) um 14 Uhr. Das Wärmeempfinden des Menschen ist nicht nur von der Lufttemperatur abhängig. Die PET ermöglicht durch die Kombination von Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen eine Einschätzung der Wärmebelastung für die Menschen (Schlussbericht S. 23-25 und S. 41–42). Die Übersichtstabelle auf

Seite 10 enthält eine detaillierte Beschreibung und generelle Planungshinweise pro Bewertungskategorie.

Aufenthaltsqualität Grün- und Freiflächen bezüglich Wärmebelastung: Die Zuweisung der Aufenthaltsqualität von Grün- und Freiflächen beruht ebenfalls auf der PET. So liegt eine hohe Aufenthaltsqualität bei einer schwachen oder nicht vorhandenen Wärmebelastung vor, während eine starke Wärmebelastung zu einer geringen Aufenthaltsqualität führt. Die bioklimatische Bewertung am Tage ist ein Mass für die Aufenthaltsqualität in den Siedlungsflächen ausserhalb von Gebäuden sowie in Grün- und Freiflächen. Sie beeinflusst auch die Situation innerhalb der Gebäude, doch hängt das Innenraumklima von vielen weiteren, z.B. gebäudebezogenen, Faktoren ab (vgl. Schlussbericht S. 41–42). Die Übersichtstabelle auf Seite 8 enthält eine detaillierte Beschreibung und generelle Planungshinweise pro Aufenthaltsqualitätskategorie.

Übersicht Layer Planhinweiskarte Tag

Legende	Layer	Beschreibung
 <ul style="list-style-type: none"> extreme Belastung sehr starke Belastung starke Belastung mässige Belastung schwache Belastung 	Bioklimatische Belastungssituation (Bewertung PET)	<p>Bioklimatische Belastungssituation basiert auf der Bewertung der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET).</p> <p>Sie ermöglicht eine Einschätzung der Wärmebelastung am Tag für die Bevölkerung.</p> <p>Die Belastungswerten entsprechen den folgenden physiologisch äquivalenten Temperaturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schwache Belastung: 23°C • Mässige Belastung: 29°C • Starke Belastung: 35°C • Sehr starke Belastung: 38°C • Extreme Belastung: 41°C
 <ul style="list-style-type: none"> hoch mässig gering sehr gering 	Aufenthaltsqualität Grün-/Freiflächen bezüglich Wärmebelastung	Die Aufenthaltsqualität der Grün- und Freiflächen bezüglich der Wärmebelastung. Sie wird ebenfalls anhand PET bewertet. Eine schwache Wärmebelastung bedeutet eine hohe Aufenthaltsqualität.

Was kann ich aus der Karte für die Planung ableiten?

Die **Planhinweiskarte Tag** ermöglicht eine Einschätzung, wo die bioklimatische Belastung für die Einwohnenden am Tag besonders hoch ist. Mit der Karte lassen sich auch Grün- und Freiflächen mit einem angenehmen Klima identifizieren. Diese können als Erholungs- und Entlastungsräume an heissen Sommertagen dienen und sollten daher planerisch gesichert werden.

Die Hinweise für die Planung sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst. Bezüglich Einschränkungen bei der Anwendung gelten dieselben Hinweise, wie bei der Planhinweiskarte Nacht.

Eine starke Überwärmung von Orten in denen das öffentliche Leben stattfindet ist zu vermeiden. Dazu gehören unter anderem das Dorfzentrum, öffentliche Räume wie Plätze, Parks, Strassenräume, Fuss- und Velowege, sowie Gebiete mit Freizeinnutzungen und Gebiete mit sensiblen Nutzungen wie Schulen, Kindergärten, Kitas, Spitälern und Altersheimen. Geeignete Massnahmen zur Hitzeminderung sind: Erhöhung des Grünanteils und der Beschattung durch Baumpflanzungen, Förderung von Wasserelementen und sickerfähigen Böden sowie das Verwenden von klimagerechten Baumaterialien. Die beste Wirkung wird erzielt, wenn verschiedene Massnahmen kombiniert umgesetzt werden.

Aufenthaltsqualität Grün-/Freiflächen bezüglich Wärmebelastung und daraus abgeleitete Planungshinweise

Aufenthaltsqualität Grün-/Freiflächen	Hinweise für die Planung
hoch	Grünflächen mit einem hohen Mass an Verschattung und damit einhergehend hoher Aufenthaltsqualität, die zu Fuss aus den belasteten Siedlungsgebieten erreicht werden können. Verschattende Vegetationselemente sind zu erhalten und zu schützen (evtl. Bewässerung), eine gute Erreichbarkeit sollte gewährleistet sein.
mässig	Grünflächen mit einem durchschnittlichen Mass an Verschattung, bei denen der bioklimatisch positive Einfluss durch Vegetationselemente überwiegt. Verschattende Vegetationselemente sind zu erhalten und zu pflegen (bspw. Bewässerung) sowie gegebenenfalls auszubauen. Es kann sich auch um siedlungsferne Grünflächen mit hoher Verschattung handeln, die zwar nicht in Fussdistanz zur Siedlung liegen, aber als Aufenthaltsbereiche am Tage dienen können.
gering	Frei- und Grünflächen mit einem Mangel an Schatten und damit einhergehend geringer Ausgleichsfunktion. Eher schlechte Eignung als Aufenthaltsbereich. Innerhalb des Siedlungsgebiets sind verschattende Vegetationselemente zu entwickeln bzw. auszubauen (Erhöhung der Mikroklimavielfalt).
sehr gering	Freiflächen bzw. siedlungsferne Grünflächen mit wenig Schatten und intensiver Besonnung (v.a. Rasen- und landwirtschaftliche Nutzflächen). Innerhalb des Siedlungsgebiets sind verschattende Vegetationselemente zu entwickeln bzw. auszubauen, um ein vielfältiges Mikroklima zu fördern.

Bioklimatische Belastungssituation (Bewertung PET) und daraus abgeleitete Planungshinweise

PET	Bewertung PET	Hinweise für die Planung
23°C	<i>schwache</i> bioklimatische Belastungssituation	Schwache Wärmebelastung. Es liegen überwiegend bioklimatisch günstige Bedingungen sowie ein ausreichender Grünanteil vor, die es jeweils zu erhalten gilt. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich, sollten bei wichtigen Fuss- bzw. Radwegen und Plätzen jedoch geprüft werden. Die vorhandenen Freiraumqualitäten gilt es zu erhalten und eine Beeinträchtigung ist zu vermeiden.
29°C	<i>mässige</i> bioklimatische Belastungssituation	Mässige Wärmebelastung. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen, z.B. in Form von Verschattungselementen bzw. zusätzlicher Begrünung. Dies gilt auch für Verkehrsflächen (insbesondere Fuss-/Velowege sowie Plätze). Ausgleichsräume sollten zu Fuss erreichbar und zugänglich sein.
35 bzw. 38°C	<i>starke bzw. sehr starke</i> bioklimatische Belastungssituation	Starke bzw. sehr starke Wärmebelastung. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Hoher Bedarf an Anpassungsmassnahmen wie zusätzlicher Begrünung (z.B. Pocket-Parks), Verschattung und gegebenenfalls Entsiegelung. Dies gilt auch für Verkehrsflächen (insbesondere Fuss-/Velowege und Plätze). Ausreichend Ausgleichsräume sollten zu Fuss gut erreichbar und zugänglich sein.
41°C	<i>extreme</i> bioklimatische Belastungssituation	Extreme Wärmebelastung. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und prioritär. Sehr hoher Bedarf an Verschattung und anderen Anpassungsmassnahmen wie bei starker bzw. sehr starker Belastung (siehe oben).

5. Ergebnisse FITNAH-3D Modellierung

Was ist in der Karte dargestellt?

In dieser Onlinekarte sind sämtliche **Einzelresultate der Klimamodellierung** (vgl. Kapitel 7) als separate Kartenlayer aufgeführt. Sie können in der Legende unter dem Tab «Sichtbarkeit» ein- oder ausgeblendet werden.

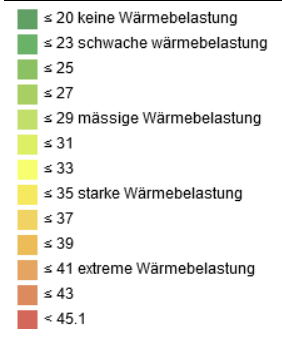
Es handelt sich wie bei der Klimaanalysekarte um Rasterergebnisse mit einer Auflösung von 10 x 10 Meter.

Was kann ich aus der Karte für die Planung ableiten?

Für die Planung wurden die Klimaanalysekarte bzw. die beiden Planhinweiskarten entwickelt. Sie stellen eine Synthese und Bewertung der Einzelergebnisse der Klimamodellierung dar. Aus ihnen lassen sich direkt Aussagen und Hinweise für die Planung ableiten. Die Einzelergebnisse der Klimamodellierung sind hingegen nicht direkt anwendbar für die Planung. Sie können aber im Sinne von Hintergrundinformation zur Ergänzung bzw. Vertiefung, der aus der Klimaanalysekarte bzw. den Planhinweiskarten gewonnen Erkenntnisse dienen.

Übersicht Layer Karte FITNAH-3D Modellierung

Legende	Layer	Beschreibung
<ul style="list-style-type: none"> ≤ 0.5 [m/s] 0.5 - 1 [m/s] 1 - 2 [m/s] > 2 [m/s] 	Kaltluftströmungsfeld (4 Uhr, 2m ü. Grund, agg. 50/100/200m)	Windrichtung- und Windgeschwindigkeit um 4 Uhr zwei Meter über Grund, aggregiert auf eine Auflösung von 50 m, 100 m und 200m. Windgeschwindigkeit in Meter pro Sekunde [m/s].
<ul style="list-style-type: none"> ≤ 0.1 [m/s] 0.5-1 [m/s] 1-2 [m/s] > 2 [m/s] 	Windgeschwindigkeit (4 Uhr, 2m ü. Grund)	Windgeschwindigkeit um 4 Uhr zwei Meter über Grund in Meter pro Sekunde [m/s].
<ul style="list-style-type: none"> ≤ 5 (gering) 5 bis 30 (mässig) 30 bis 50 (hoch) 50 bis 223.3 (sehr hoch) 	Kaltluftvolumenstrom (4 Uhr)	Kaltluftvolumenstrom pro Rasterzelle um 4 Uhr in Kubikmeter Kaltluft pro Meter in der Sekunde [m ³ /s*m]. Die Ausprägung des Kaltluftvolumenstrom lässt sich wie folgt einstufen: gering (< 5 m ³ /s*m), mässig (5 bis 30 m ³ /s*m), hoch (>30 bis 50 m ³ /s*m) und sehr hoch (>50 m ³ /s*m).
<ul style="list-style-type: none"> ≤ 5 (gering) 5 bis 10 (mässig) 10 bis 15 (hoch) 15 bis 49.7 (sehr hoch) 	Kaltluftproduktionsrate (4 Uhr)	Kaltluftproduktionsrate um 4 Uhr in Kubikmeter Kaltluft pro Stunde und Quadratmeter [m ³ /h/m ²]. Die Kaltluftproduktionsrate lässt sich folgendermassen einstufen: gering (< 5 m ³ /h/m ²), mässig (5 bis 10 m ³ /h/m ²), hoch (>10 bis 15 m ³ /h/m ²) und sehr hoch (> 15 m ³ /h/m ²).
<ul style="list-style-type: none"> ≤ 13 ≤ 13.5 ≤ 14 ≤ 14.5 ≤ 15 ≤ 15.5 ≤ 16 ≤ 16.5 ≤ 17 ≤ 17.5 ≤ 18 ≤ 18.5 ≤ 19 ≤ 19.5 > 20 	Lufttemperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund)	Nächtliche Lufttemperatur um 4 Uhr zwei Meter über Grund in Grad Celsius [°C].

 <ul style="list-style-type: none"> ≤ 20 keine Wärmebelastung ≤ 23 schwache Wärmebelastung ≤ 25 ≤ 27 ≤ 29 mässige Wärmebelastung ≤ 31 ≤ 33 ≤ 35 starke Wärmebelastung ≤ 37 ≤ 39 ≤ 41 extreme Wärmebelastung ≤ 43 < 45.1 	Physiologisch Äquivalente Temperatur (14 Uhr, 2m ü. Grund)	Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) um 14 Uhr zwei Meter über Grund in Grad Celsius [°C]. Basierend auf der Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit beschreibt die PET die Wärmebelastung für die Menschen (vgl. Kapitel 4, Planhinweiskarte Tag).
--	--	---

6. Hintergrundinformation zum Klimamodell FITNAH-3D

Die Klimaanalyse für den Kanton Aargau wurde mit dem physikalischen Klimamodell FITNAH-3D (Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat Sources) in der horizontalen Rasterauflösung von 10 x 10 m durchgeführt.

Als Eingangsdaten benötigt FITNAH-3D Informationen zum Gelände, der Nutzung, der Höhe von Gebäuden und Bäumen und dem Versiegelungsgrad. Als meteorologische Bedingung wird ein strahlungsintensiver austauscharmer Sommertag zugrunde gelegt, eine sogenannte autochthone Hochdruckwetterlage. Sie widerspiegelt die Wärmebelastung der Bevölkerung im Sommer und eine Wetterlage bei der sich Kaltluftausgleichströmungssysteme wie Flurwinde und reliefbedingte Kaltluftabflüsse besonders gut ausprägen.

Die Auswertungen der FITNAH-3D Modellierung beziehen sich auf das bodennahe Niveau (zwei Meter über Grund), was dem Aufenthaltsbereich der Menschen entspricht (vgl. Schlussbericht S. 7ff).

Die Ergebnisse der Modellierung liegen in Form von Rasterergebnissen vor. Es sind dies: Windgeschwindigkeit, Kaltluftströmungsfeld, Lufttemperatur, Kaltluftproduktionsrate, Kaltluftvolumenstrom und die Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET). Die Nachtsituation (4 Uhr) wird über die Lufttemperatur, die Kaltlufthaushaltsgrössen (Windgeschwindigkeit, Kaltluftströmungsfeld, etc.) und den Wärmeinseleffekt beschrieben. Die Tagsituation (14 Uhr) beruht auf der Aufenthaltsqualität der Menschen im Freien und greift daher auf die PET zurück.

Für die Planhinweiskarten werden die Ergebnisse als bewertete Information für Referenzflächen ausgewiesen. In der Klimaanalysekarte sind die Informationen als Rasterergebnisse dargestellt.

7. Zukunftsszenario 2035

Was ist in der Karte dargestellt?

Dieser Karte liegt das [internationale Emissionsszenario RCP4.5](#) 'Begrenzter Klimaschutz' (im Vergleich zu 'Kein Klimaschutz' und 'Konsequenter Klimaschutz') zu Grunde. In diesem Szenario wird der Ausstoss von Treibhausgasemissionen zwar eingedämmt, aber der Gehalt in der Atmosphäre steigt noch weitere 50 Jahre an. Das Zwei-Grad-Ziel des Pariser Klimaabkommens wird verfehlt. Der Strahlungsantrieb im Jahr 2100 beträgt 4,5 Watt pro Quadratmeter (W/m²) im Vergleich zu 1850. Die Karte zeigt den Stand für das Jahr 2035.

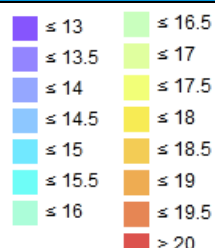
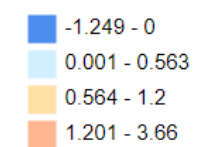
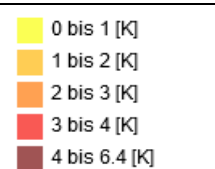
Das Zukunftsszenario bildet die nächtliche Überwärmung um 4 Uhr morgens während einer Hitzeperiode im Jahr 2035 ab. Es wurden die drei Parameter Lufttemperatur (2m über Grund), Kaltluftvolumenstrom und Wärmeinseleffekt berechnet.

Diese Kartenlayer können in der Legende unter Sichtbarkeit ein- und ausgeblendet werden. Für die Parameter Lufttemperatur und Wärmeinseleffekt wurden zusätzlich noch die Differenzen zur heutigen Situation ausgerechnet. Sie zeigen, auf welchen Flächen die Temperaturen wie auch der Wärmeinseleffekt zunimmt und sind ebenfalls als Kartenlayer einblendbar. Beim Wärmeinseleffekt handelt es sich wie bei der Klimaanalysekarte um Rasterergebnisse mit einer Auflösung von 10 x 10 Meter.

Was kann ich aus der Karte für die Planung ableiten?

Das Zukunftsszenario ist ein weiteres Hilfsmittel, um zu zeigen, wo Hitzeanpassungsmassnahmen prioritär umgesetzt werden sollen. Flächen mit einem hohen zukünftigen Wärmeinseleffekt sollten bei raumplanerischen Massnahmen besonders beachtet werden.

Übersicht Layer Karte Zukunftsszenario 2035

Legende	Layer	Beschreibung
	Lufttemperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund) und Lufttemperatur Zukunfts- szenario 2035 (4 Uhr, 2m ü. Grund)	Nächtliche Lufttemperatur um 4 Uhr, zwei Meter über Grund in Grad Celsius [°C] (im Jahr 2035).
	'Differenz Zukunftsszenario zu heute' der Lufttemperatur (4 Uhr, 2m ü. Grund)	Differenz in der nächtlichen Lufttemperatur um 4 Uhr, zwei Meter über Grund in Grad Celsius [°C] zwischen dem Jahr 2035 und heute. Da das Szenario RCP4.5 von einer Erwärmung von durchschnittlich 1.3 Grad im Jahr 2035 ausgeht, liegen die meisten Flächen in diesem orange eingefärbten Bereich.
	Wärmeinseleffekt in Siedlungsgebiet und Verkehrsflächen und Wärmeinseleffekt in Siedlungsgebiet und Verkehrsflächen im Zu- kunftsszenario 2035	Temperaturabweichung gegenüber den (weitgehend) un bebauten Grün- und Freiflächen um 4 Uhr in Kelvin [K] (im Jahr 2035). Basiert auf der modellierten bodennahen Lufttemperatur. Kelvin wird zur Angabe von Temperaturdifferenzen verwendet. Die Werte können in der Praxis als Abweichung in Grad Celsius [°C] interpretiert werden.

<ul style="list-style-type: none"> ■ -1.16 bis -0.5 ■ -0.5 bis 0 ■ 0 bis 0.5 ■ 0.5 bis 1.2 ■ 1.2 bis 1.4 ■ 1.4 bis 3.4 	<p>'Differenz Zukunftsszenario zu heute' des Wärmeinseleffekts</p>	<p>Differenz des Wärmeinseleffekts zwischen der Modellierung für heute und der Modellierung für das Jahr 2035 in Kelvin. Die Werte können in der Praxis auch in Grad Celsius [°C] interpretiert werden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ ≤5 (gering) ■ 5 bis 30 (mässig) ■ 30 bis 50 (hoch) ■ 50 bis 223.3 (sehr hoch) 	<p>Kaltluftvolumenstrom im Zukunftsszenario 2035 (4 Uhr)</p>	<p>Kaltluftvolumenstrom pro Rasterzelle um 4 Uhr in Kubikmeter Kaltluft pro Meter in der Sekunde [m³/s*m] für das Jahr 2035.</p>

Datenbezug: Sämtliche den Karten zugrundeliegenden Daten können gratis im Geodatenshop bezogen werden: www.ag.ch/geoportal.

Kontaktpersonen fachlich: Nana von Felten, nana.vonfelten@ag.ch, 062 835 34 19 (Klima); Daniela Bächli, daniela.baechli@ag.ch, 062 835 32 70 (Siedlungsentwicklung und Freiraum).

Kontaktperson GIS: Stefan Meier, stefan.meier@ag.ch, 062 835 34 65.