

LESEN

Leseanleitung Klimakarten

Rev. 2

Inhalt

1 Einleitung	2
2 Methode und Datengrundlagen	3
3 Klimaanalysekarte Tag	4
3.1 Was ist in der Karte dargestellt?	4
3.2 Wie kann ich die Karte in der Planung verwenden?	5
4 Klimaanalysekarte Nacht	5
4.1 Was ist in der Karte dargestellt?	5
4.2 Wie kann ich die Karte in der Planung verwenden?	8
5 Planungshinweiskarte Tag	9
5.1 Was ist in der Karte dargestellt?	9
5.2 Wie kann ich die Karte in der Planung verwenden?	10
6 Planungshinweiskarte Nacht	11
6.1 Was ist in der Karte dargestellt?	11
6.2 Wie kann die die Karte in der Planung verwenden?	12
7 Quellenhinweise	14

1 Einleitung

Mit voranschreitender Klimaveränderung werden heisse Tage und Nächte in Zukunft immer häufiger und extremer. Am grössten ist die Hitzebelastung in den bevölkerungsreichen Gebieten in tiefen Lagen. Denn in den Städten und Gemeinden werden die Temperaturen noch durch lokale Effekte erhöht: Eine infolge dichter Bebauung eingeschränkte Windzirkulation, die fehlende Beschattung und die fehlenden Grünflächen, die Absorption der einfallenden Sonnenstrahlung durch die vielen versiegelten Flächen sowie die Abwärme von Industrie, Gebäuden und Verkehr tragen zum Wärmeinsel-Effekt im Siedlungsraum bei. Tagsüber heizen sich Siedlungen stärker auf und nachts kühlen sie deutlich langsamer ab als das Umland.

Die Hitzebelastung im Siedlungsraum ist eine Herausforderung, welche in der Raumplanung miteinbezogen werden muss. Die Raumentwicklung erfordert jedoch genaue Kenntnisse über die lokalen Klimabedingungen. Vor diesem Hintergrund wurde die heutige klimatische Situation flächendeckend und hochaufgelöst (10 m x 10 m) für den Kanton Luzern modelliert. Die Modellergebnisse und die daraus resultierenden Klimakarten (Klimaanalyse- und Planungshinweiskarten) geben Aufschluss über die klimatische Situation im Kanton.

Die Klimakarten sind eine zentrale Planungsgrundlage für eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung. Aus ihnen lässt sich bei Planungen oder Projekten der konkrete Handlungsbedarf ableiten. Dabei gilt es, in hitzebelasteten Gebieten mittels Massnahmen zur Hitzeminderung (Begrünung, Entsiegelung, Beachtung der Gebäudestellung etc.) das Lokalklima zu verbessern und in weniger belasteten Gebieten ein funktionierendes klimatisches System zu erhalten.

Diese Lesehilfe bildet eine Ergänzung zu den Klimakarten auf dem kantonalen Geoportal. Zu jeder Onlinekarte gibt es jeweils eine Beschreibung der Karteninhalte und Hinweise für die Planung. Eine detaillierte Beschreibung des Projekts gibt der Abschlussbericht.

Es stehen folgende Webkarten auf dem [Geoportal](#) zur Verfügung:

- Klimaanalysekarte Nacht (Kapitel 3)**
- Klimaanalysekarte Tag (Kapitel 4)**
- Planungshinweiskarte Nacht (Kapitel 5)**
- Planungshinweiskarte Tag (Kapitel 6)**

2 Methode und Datengrundlagen

Die Klimakarten wurden auf Basis einer Modellrechnung erarbeitet. Für die Modellierung wurde das Klimamodell FITNAH-3D einer Rasterauflösung von 10 mal 10 Meter verwendet.

Als Eingangsdaten verwendet FITNAH-3D Informationen zur Landnutzung, der Geländehöhe, der Höhe von Gebäuden, Infrastrukturen und Bäumen und Gewässertemperaturen. Als meteorologische Bedingung wird ein Sommertag (Tageshöchsttemperatur über 25 °C) zugrunde gelegt, der sich durch eine sogenannte autochthone Hochdruckwetterlage mit wolkenlosem Himmel und einem sehr schwachen übergelagerten Wind auszeichnet. Diese Wetterlage geht typischerweise mit einer hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen einher und es prägen sich Kaltluftsysteme besonders gut aus. Im Kanton Luzern tritt sie im Sommer durchschnittlich etwa alle drei bis vier Tage auf.

Die Modellierung liefert quantitative Ergebnisse (verschiedene meteorologische Parameter wie Temperatur, Windgeschwindigkeit etc.) in Form von Rasterdaten. Diese werden in den Klimaanalysekarten Tag und Nacht dargestellt. Die Auswertungen beziehen sich dabei grösstenteils auf das bodennahe Niveau (zwei Meter über Grund), was dem Aufenthaltsbereich der Menschen entspricht. Für die Planungshinweiskarten werden die Ergebnisse als bewertete Information für Referenzflächen ausgewiesen. Bewertung in den Planungshinweiskarten fusst auf relativen Unterschieden der meteorologischen Parameter zwischen den Flächen, um losgelöst von einer bestimmten Wetterlage die Belastungen beschreiben und Planungshinweise ableiten zu können (siehe auch Abschlussbericht, Kapitel 5).

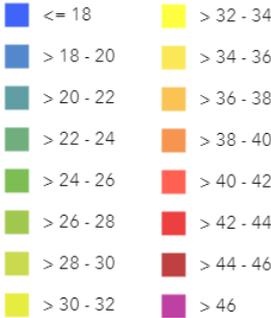
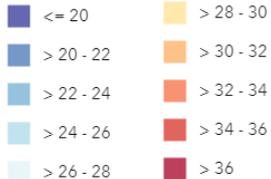
Die eingegangenen Daten zur Landnutzung können ebenfalls in der Klimaanalysekarte Tag und in der Klimaanalysekarte Nacht als Rasterdaten eingesehen werden.

Legende	Layer	Beschreibung
	Landnutzungsklassen	11 Landnutzungsklassen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften. Für jede 10x10 Meter Rasterzelle wurde aus den Luftbildern 2020 und der Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung (Stand 2021) die Hauptnutzungs-klasse bestimmt.

3 Klimaanalysekarte Tag

3.1 Was ist in der Karte dargestellt?

Die Klimaanalysekarte Tag bildet die modellierte Wärmebelastung im Freiraum um 14 Uhr ab. Die Karte stellt entweder die Lufttemperatur oder die Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) dar.

Legende	Layer	Beschreibung
	Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) [°C]	Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) um 14 Uhr 1,1 Meter über Grund in Grad Celsius [°C]. Basierend auf der Lufttemperatur, Luftfeuchte, Strahlung und Windgeschwindigkeit beschreibt die PET die Wärmebelastung für die Menschen.
	Lufttemperatur Tag [°C]	Lufttemperatur um 14 Uhr 2 Meter über Grund in Grad Celsius [°C].

Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET): Die PET ist ein Index für die Wärmebelastung im Freien und gibt Rückschlüsse auf das thermische Empfinden des Menschen. Der Index beruht auf der Energiebilanz des menschlichen Körpers und wird aus den Umgebungsbedingungen Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Strahlungsflüsse berechnet. Die PET wird tagsüber vor allem durch die Beschattung beeinflusst. Da die PET die Wärmebelastung für den Menschen verbildlicht, dient sie zur Bestimmung der Aufenthaltsqualität während des Tages. Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologischen Belastungsstufen quantifiziert (Tabelle unten). Ab einem Wert von über 35 °C PET tritt für den Menschen eine starke Wärmebelastung auf, über 41 °C eine extreme Wärmebelastung.

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4 °C	sehr kalt	extreme Kältebelastung
8 °C	kalt	starke Kältebelastung
13 °C	kühl	mässige Kältebelastung
18 °C	leicht kühl	schwache Kältebelastung
20 °C	behaglich	keine Wärmebelastung
23 °C	leicht warm	schwache Wärmebelastung
29 °C	warm	mässige Wärmebelastung
35 °C	heiss	starke Wärmebelastung
41 °C	hehr heiss	extreme Wärmebelastung

3.2 Wie kann ich die Karte in der Planung verwenden?

Die Karte gibt eine quantitative Abschätzung der Wärmebelastung am Tag: Wie hoch ist die lokale Temperatur? Wie hoch ist die Wärmebelastung für den Menschen bei einem Aufenthalt im Freien? In der rasterbasierten Karte treten kleinräumige Unterschiede deutlich hervor und Einzelgebäude und Baumgruppen sind gut erkennbar, weshalb sie sich für die Detailplanung eignet. Unter anderem kann identifiziert werden, wo es mehr Beschattung und Begrünung auf einem Areal braucht. Eine Bewertung der klimatischen Situation mit entsprechenden Planungshinweisen gibt die Planungshinweiskarte Tag. Zur Beurteilung des Wärmeinseleffekts muss zusätzlich die Klimaanalysekarte Nacht hinzugezogen werden, da der Wärmeinseleffekt vor allem in der Nacht zum Tragen kommt. Auch zur Beurteilung der Windsituation braucht es eine Betrachtung der Nachtsituation, da sich Kaltluftströme in der Nacht ausbilden. Die komplementäre Betrachtung der Tag- und Nachtsituation ist für die Planung essentiell.

4 Klimaanalysekarte Nacht

4.1 Was ist in der Karte dargestellt?

Die Klimaanalysekarte Nacht zeigt die klimatische Situation in einer autochthonen Sommernacht (keine Bewölkung und sehr schwacher überlagerter Wind) um 4 Uhr morgens. Zu diesem Zeitpunkt ist die langwellige Ausstrahlung maximal und das Kaltluftaushaltssystem vollständig ausgebildet. Sie bildet die Funktionen und Prozesse des nächtlichen Luftaustausches im gesamten Kanton ab (Windfeld, Kaltluftvolumenstrom, Kaltluftleitbahnen, Kaltluftabfluss, Parkwinde, Kaltluftentstehungsgebiete, Kaltlufteinwirkungsbereich). Für das Siedlungsgebiet stellt die Klimaanalysekarte Nacht den Wärmeinseleffekt (höhenstufenabhängige Überwärmung des Siedlungsraums gegenüber dem Umland) dar. Alternativ kann auch die Lufttemperatur im Siedlungsraum um 4 Uhr dargestellt werden. Diese zeigt die absoluten Temperaturwerte und erlaubt den Vergleich verschiedener Gemeinden und Städten untereinander.

Legende	Layer	Beschreibung
<p> <= 1 > 1 - 2 > 2 - 3 > 3 - 4 > 4 - 6,5 </p>	Wärmeinseleffekt Nacht [°C]	<p>Temperaturabweichung im Siedlungsraum gegenüber den (weitgehend) unbebauten Grün- und Freiflächen um 4 Uhr auf 2 Meter über Grund in Grad Celsius [°C].</p> <p>Die Abweichung wird basierend auf der modellierten bodennahen Lufttemperatur auf der entsprechenden Höhenstufe berechnet.</p>
<p> <= 10 > 16 - 17 > 10 - 11 > 17 - 18 > 11 - 12 > 18 - 19 > 12 - 13 > 19 - 20 > 13 - 14 > 20 - 21 > 14 - 15 > 21 - 22 > 15 - 16 > 22 </p>	Lufttemperatur Nacht [°C]	<p>Lufttemperatur um 4 Uhr 2 Meter über Grund in Grad Celsius [°C].</p> <p>Die Temperatur wird hier im Gegensatz zum Wärmeinseleffekt auch für die Grün-, Frei- und Gewässerflächen abgebildet.</p>
<p> <= 10 > 10 - 15 > 15 - 25 > 25 - 35 > 35 - 50 > 50 - 70 > 70 </p>	Kaltluftvolumenstrom Nacht [m³/m*s]	<p>Produkt der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts um 4 Uhr. Der Kaltluftvolumenstrom beschreibt diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit Kubikmeter, die in jeder Sekunde durch den Querschnitt bspw. eines Hanges oder einer Leitbahn fließt.</p>
<p> <= 0,1 > 0,1 - 0,2 > 0,2 - 0,3 > 0,3 - 0,5 > 0,5 - 1,0 > 1,0 </p>	Windgeschwindigkeit Nacht [m/s]	<p>Windgeschwindigkeit um 4 Uhr 2 Meter über Grund in Meter pro Sekunde [m/s].</p>
<p>Windgeschwindigkeit [m/s]</p> <p>< 0.1</p> <p>▲ 0.1 – 0.2</p> <p>▲ 0.2 – 0.3</p> <p>▲ 0.3 – 0.5</p> <p>▲ 0.5 – 1.0</p> <p>▲ 1.0 – 5.0</p>	Windfeld Nacht (ab 1:5'000)	<p>Das Windfeld zeigt das lokale thermische und orographische Windsystem (Flurwinde, Berg- und Talwinde) in 10m Auflösung</p> <p>Es zeigt die Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit [m/s] der Kaltluft um 4 Uhr und 2 Meter über Grund. Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit werden über die Pfeilrichtung und Pfeilgröße abgebildet.</p>

	Kaltluftprozesse Nacht	
	Kaltluftleitbahn	Die Kaltluftleitbahnen verbinden die Kaltluftentstehungsgebiete mit den wärmebelasteten Bereichen im Siedlungsgebiet und erleichtern das Eindringen der Kaltluft in die Bebauung (Kühlung). Kaltluftleitbahnen weisen eine linienhafte Struktur auf, da sie in ihrer Breite durch Strukturen wie Bebauung oder durch die Orographie begrenzt sind.
	Flächenhafter Kaltluftabfluss	Anders als die Kaltluftleitbahnen sind flächenhafte Kaltluftzuflüsse in ihrer Breite nicht durch zusammenhängende Strukturen wie Siedlungen begrenzt. Der flächenhafte Kaltluftabfluss bezeichnet Gebiete mit hohem Kaltluftvolumenstrom hin zum Siedlungsgebiet.
	Parkwind	Parkwinde bezeichnen Grün-/Freiflächen im Siedlungsgebiet, welche größtenteils radial in alle Himmelsrichtungen zeigende Strömungen aufweisen. Parkwinde sind thermisch hervorgerufene (kühle) Ausgleichsströmungen aus einer umbauten Grünfläche in die deutlich wärmere Umgebung.
	Kaltluftentstehungsgebiet Nacht	Grün- und Freiflächen mit einer überdurchschnittlichen Kaltluftproduktionsrate, d.h. einer stündlichen Kaltluftproduktion von über 41,2 Kubikmeter Kaltluft pro Quadratmeter und Stunde [$\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$].
	Kaltlufteinwirkungsbereich Nacht	Siedlungsflächen, welche sich im Einwirkungsbereich eines klimatisch wirksamen Kaltluftstroms (Kaltluftleitbahn, flächenhafter Kaltluftabfluss) befinden. Sie werden mit einer bodennahe Windgeschwindigkeit von mindestens 0,3 m/s durchflossen.

Wärmeinseleffekt: Im dichten Siedlungsgebiet sind die Temperaturen aufgrund des hohen Versiegelungsgrads, des geringen Anteils an Vegetation, der schlechten Durchlüftung sowie Emissionen durch Verkehr, Industrie und Haushalte im Vergleich zum weitgehend natürlichen, unbebauten Umland erhöht. Das Phänomen der Überwärmung kommt vor allem nachts zum Tragen und wird als Wärmeinseleffekt bezeichnet. Der Wärmeinseleffekt stellt die nächtliche Überwärmung der Siedlungs- und Verkehrsflächen gegenüber den Grün- und Freiflächen dar. Vorteil des Wärmeinseleffekts ist die Lossagung von absoluten Temperaturen, welche nur für die betrachtete Wetterlage repräsentativ sind. Treten heissere Tage auf, gelten nach wie vor die relativen Unterschiede im Temperaturgefüge, sodass sich auch für diese Situation aus dem Wärmeinseleffekt sogenannte Hotspots der Wärme erkennen lassen. Zur Berücksichtigung der individuellen Höhenlage der Grün- und Freiflächen und der mit der Höhe abnehmenden Lufttemperatur wurde für den Kanton Luzern nicht die mittlere Grünflächentemperatur des gesamten Kantons als Bezug genommen, sondern je nach Höhenniveau ein Mittel gebildet und dieses dann als Referenz für Siedlungsflächen in entsprechender Höhenlage verwendet. Beim Wärmeinseleffekt gilt einschränkend, dass er für alle Rasterzellen berechnet wurde, welche sich innerhalb einer Siedlungsfläche befinden (exklusive Gebäudeflächen). Die Siedlungsflächen wurden aus den Daten der amtlichen Vermessung (GIS-basiert; Stand Sommer 2021) abgeleitet. Dies kann unter Umständen zu Abweichungen

gegenüber der realen Situation führen. Es ist deshalb wichtig, dass immer auch die lokale Situation betrachtet wird.

Windfeld/Kaltluftprozesse: Während Hitzeperioden kann nachts kühlere Umgebungsluft aus siedlungsnahen (und ggf. innerstädtischen) Grünflächen in das wärmere Siedlungsgebiet strömen und für Entlastung sorgen. Diese «Kaltluftströmungen» weisen niedrige Strömungsgeschwindigkeiten auf und reagieren sensibel auf Strömungshindernisse, sodass sie nur entlang von Flächen ohne blockierende Bebauung bzw. sonstige Hindernisse auftreten können. Das Windfeld setzt sich dabei aus Flurwinden und orographisch bedingten Berg- und Talwinden zusammen. Die Flurwinde entstehen insbesondere nachts infolge des Wärmeinseleffektes. Bei grossen Höhenunterschieden treten zusätzlich Berg- und Talwinde auf. Während in der Nacht die Luft hang- bzw. bergabwärts strömt, sind die Luftmassen tagsüber hang- bzw. bergaufwärts gerichtet. Unter austauscharmen Bedingungen treten demnach sowohl thermische als auch reliefbedingte Strömungen gleichzeitig auf. In Siedlungen in Tal-lage werden die Flurwinde in der Nacht von gleichzeitig auftretenden Hangabwinden verstärkt. In der Karte werden die Flurwinde und orographisch bedingten Strömungen durch das Windfeld dargestellt. Wichtige Winde für die Kühlung im Siedlungsraum werden explizit im Layer Kaltluftprozesse hervorgehoben. Dies sind Kaltluftleitbahnen, flächenhafte Kaltluftabflüsse sowie Parkwinde.

Kaltluftvolumenstrom: Möchte man beurteilen, wie viel Kaltluft Grün- und Freiflächen liefern können, ist neben der Windgeschwindigkeit der Kaltluft auch die Mächtigkeit (d.h. die Höhe) der Kaltluftschicht massgebend. Der Kaltluftstrom ist deshalb das Produkt aus der Windgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts. Anders als das Windfeld berücksichtigt der Kaltluftvolumenstrom somit auch Fliessbewegungen oberhalb der bodennahen Schicht.

4.2 Wie kann ich die Karte in der Planung verwenden?

Die Klimaanalysekarte Nacht hilft beim Verständnis des nächtlichen Kaltluftaustausches. Beispielsweise lassen sich mit der Klimaanalysekarte wichtige Kaltluftleitbahnen identifizieren, die es zu sichern gilt. Die Klimaanalysekarte gibt zudem eine quantitative Abschätzung: Wie hoch ist der Wärmeinseleffekt? Wie gross ist der Kaltluftvolumenstrom? Welche Strömungsgeschwindigkeit haben die Winde? In der rasterbasierten Karte treten kleinräumige Unterschiede deutlich hervor und Einzelgebäude und Baumgruppen sind gut erkennbar, weshalb sie sich für die Detailplanung eignet. Mithilfe der hochaufgelösten Windpfeile kann eingeschätzt werden, welche Gebäudestellung geeignet ist, damit die Winde nicht blockiert werden. Eine Bewertung der klimatischen Situation mit entsprechenden Planungshinweisen gibt die Planungshinweiskarte Nacht. Zur Beurteilung der Wärmebelastung für den Menschen im Freien am Tag muss zusätzlich die Klimaanalysekarte Tag hinzugezogen werden. Eine komplementäre Betrachtung der Tag- und Nachtsituation ist für die Planung essentiell.

5 Planungshinweiskarte Tag

5.1 Was ist in der Karte dargestellt?

Die Planungshinweiskarte Tag zeigt eine Bewertung der Tagessituation (14 Uhr) aus Sicht der Einwohnenden. Dargestellt werden die Wärmebelastung im Siedlungsgebiet und die Aufenthaltsqualität und Erreichbarkeit der Grün- und Freiflächen. Die Karte bewertet die Aufenthaltsqualität ausserhalb von Gebäuden. Die klimatische Situation im Aussenraum beeinflusst auch die Situation innerhalb der Gebäude, doch hängt das Innenraumklima von vielen weiteren, z.B. gebäudebezogenen, Faktoren ab. In der Planungshinweiskarte Tag steht somit der Aufenthalt im Freien im Fokus. Planungshinweiskarten analysieren die jetzige Situation und ermöglichen durch gezielte Schutz- und Entwicklungsmassnahmen den Erhalt und die Verbesserung des Klimas im Siedlungsgebiet.

Wärmebelastung: Die Bewertung der Wärmebelastung wird basierend auf der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET) um 14 Uhr vorgenommen. Die PET ermöglicht durch die Kombination von Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit sowie kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen eine Einschätzung der Wärmebelastung bzw. der Aufenthaltsqualität für die Menschen im Freien.

Aufenthaltsqualität und Erreichbarkeit von Grün- und Freiflächen: Die Beurteilung der Aufenthaltsqualität und Erreichbarkeit von Grün- und Freiflächen wird basierend auf zwei Bewertungskriterien vorgenommen: Der PET und der Entfernung zu belasteten Siedlungsflächen. Bei einer schwachen Wärmebelastung (niedrige PET) liegt eine hohe Aufenthaltsqualität vor, bei starker Wärmebelastung (hohe PET) eine geringe Aufenthaltsqualität. Insbesondere Bäume können durch ihren Schattenwurf für ein angenehmeres Aufenthaltsklima sorgen. Die Distanz der Grünflächen zu wärmebelasteten Siedlungsflächen fliesst ebenfalls in die Bewertung ein. Dabei wird jedoch nicht zwischen öffentlichen und privaten Grünflächen unterschieden und es wird die Luftdistanz (ohne Berücksichtigung von Strassen und Wegen) für die Beurteilung verwendet.

Legende	Layer	Beschreibung
 keine  schwach  mässig  hoch  sehr hoch	Wärmebelastung auf Siedlungs- und Verkehrsflächen am Tag	Bewertung der Wärmebelastung basierend auf der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (PET).
 sehr gut  gut  mässig  ausbaufähig  begrenzt	Aufenthaltsqualität und Erreichbarkeit der Grün- und Freiflächen am Tag	Die Bewertung der Aufenthaltsqualität und Erreichbarkeit der Grün- und Freiflächen wird anhand der PET und Entfernung zu belasteten Siedlungsflächen vorgenommen. Eine hohe Aufenthaltsqualität liegt bei einer geringen Wärmebelastung vor, eine gute Erreichbarkeit bei einer kleinen Distanz zu wärmebelasteten Siedlungsflächen.

5.2 Wie kann ich die Karte in der Planung verwenden?

Die Planungshinweiskarten geben eine Einschätzung der klimatischen IST-Situation auf einer bestimmten Fläche. Aus den Planungshinweiskarten lassen sich planerische Massnahmen zur Verbesserung oder Sicherung der klimatischen Situation eines Gebiets ableiten. Die Karte ermöglicht eine Einschätzung, wo die Wärmebelastung für die wohnenden und arbeitenden Menschen am Tag besonders hoch ist und deshalb Hitzeanpassungsmassnahmen (z.B. Beschattung durch Bäume) notwendig sind. Insbesondere für sensible Einrichtungen wie etwa Altersheime, Kindergärten etc. wäre ein solcher Standort ohne Massnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung weniger geeignet. Die Karte kann auch helfen Grün- und Freiflächen zu identifizieren, die aufgrund ihres angenehmen Klimas eine hohe Aufenthaltsqualität aufweisen. Diese können als Erholungsräume dienen und sollten daher planerisch gesichert werden. Entsprechende Planungshinweise sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

Die Bewertungen beruhen auf den klimaökologischen Funktionen, ohne die Belange weiterer Fachplanungen zu berücksichtigen. Das heisst, die Planungshinweiskarten stellen aus klimafachlicher Sicht gewonnenes Abwägungsmaterial dar. Bezüglich Einschränkungen bei der Anwendung gelten dieselben Hinweise wie bei der Planungshinweiskarte Nacht.

Wärmebelastung auf Siedlungs- und Verkehrsflächen am Tag	Hinweise für die Planung
keine	Es liegen bioklimatisch günstige Bedingungen sowie ein hoher 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.
schwach	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.
mässig	Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen, z.B. in Form von Verschattungselementen bzw. zusätzlicher Begrünung. Dies gilt auch für Flächen des fliessenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuss- und Radwege sowie Plätze). Ausgleichsräume sollten fussläufig erreichbar und zugänglich sein.
hoch	Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Hoher Bedarf an Anpassungsmassnahmen wie zusätzlicher Begrünung und Verschattung sowie ggf. Entsiegelung. Dies gilt auch für Flächen des fliessenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuss- und Radwege sowie Plätze). Ausreichend Ausgleichsräumen sollten fussläufig gut erreichbar und zugänglich sein.
sehr hoch	Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und haben Priorität. Sehr hoher Bedarf an Anpassungsmassnahmen wie zusätzlicher Begrünung (z.B. Pocket Parks), Verschattung und Entsiegelung. Dies gilt auch für Flächen des fliessenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuss- und Radwege sowie Plätze). Ausreichend Ausgleichsräume sollten fussläufig gut erreichbar und zugänglich sein.

Aufenthaltsqualität und Erreichbarkeit der Grün- und Freiflächen am Tag	Hinweise für die Planung
sehr gut	Bestmögliche verschattete Grünflächen, die fussläufig aus den belasteten Siedlungsgebieten erreicht werden können und tagsüber die höchste Aufenthaltsqualität bieten. Bäume sind zu erhalten und zu schützen, die sehr gute Erreichbarkeit ist weiterhin zu gewährleisten.
gut	Ausgleichsräume, welche eine hohe Aufenthaltsqualität am Tag aufweisen und als Rückzugsorte dienen. Hierzu zählen siedlungsnahe Wälder sowie gut verschattete Grünflächen, die fussläufig aus den belasteten Siedlungsgebieten erreicht werden können. Bäume sind zu erhalten und zu schützen, die gute Erreichbarkeit ist weiterhin zu gewährleisten.
mässig	Siedlungsnahe Grünflächen mit einer mittleren bis hohen Aufenthaltsqualität, bei denen der bioklimatisch positive Einfluss durch Vegetationselemente überwiegt. Verschattende Vegetationselemente sind zu erhalten und schützen bzw. auszubauen. Entlegene Grünflächen mit einer sehr hohen Aufenthaltsqualität (insbesondere siedlungsferne Wälder), für die eine gute Grünvernetzung zu gewährleisten ist.
ausbaufähig	Grün- und Freiflächen mit einem Defizit an Verschattung (geringe Ausgleichsfunktion) bzw. unzureichender Erreichbarkeit aus belasteten Siedlungsräumen (nicht als Rückzugsort geeignet). Für siedlungsnahe Grünflächen ist der Baumanteil und die Mikroklimavielfalt zu erhöhen. Bei einer schlechten Erreichbarkeit ist eine gute Grünvernetzung zu gewährleisten.
begrenzt	Freiflächen bzw. siedlungsferne Grünflächen mit wenig Schatten und intensiver solarer Einstrahlung (vorwiegend Rasen- bzw. landwirtschaftliche Nutzflächen). Im siedlungsnahen Raum sind – insbesondere auf den öffentlichen Grünflächen – verschattende Vegetationselemente zu entwickeln bzw. auszubauen (Erhöhung der Mikroklimavielfalt).

6 Planungshinweiskarte Nacht

6.1 Was ist in der Karte dargestellt?

Die Planungshinweiskarte Nacht zeigt eine Bewertung der klimatischen Nachtsituation (4 Uhr) aus Sicht der Einwohnenden. Im Gegensatz zur Klimaanalysekarte, in welcher absolute Werte abgebildet werden, wird die Bewertung in den Planungshinweiskarten basierend auf relativen Unterschieden der meteorologischen Parameter zwischen den Flächen vorgenommen. Die Karte ermöglicht eine Einschätzung, auf welchen Siedlungs- und Verkehrsflächen die nächtliche Überwärmung (Wärmeinseleffekt) besonders hoch ist und welche Bedeutung Grün- und Freiflächen für die nächtliche Hitzeminderung haben. Planungshinweiskarten analysieren die jetzige Situation und ermöglichen durch gezielte Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen den Erhalt und die Verbesserung des Klimas im Siedlungsgebiet.

Nächtliche Überwärmung auf Siedlungs- und Verkehrsflächen: Die Beurteilung der nächtlichen Überwärmung wurde basierend auf der Lufttemperatur um 4 Uhr vorgenommen. Dabei wurde die Lufttemperatur der Siedlungs- und Verkehrsflächen zur besseren Differenzierung in fünf Klassen von «keine» bis «sehr hoch» eingeteilt. Die Lufttemperatur ist der massgebende Faktor für die Beurteilung der Nachtsituation, da in der Nacht die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes in den Innenräumen im Vordergrund steht und die Temperatur

der Aussenluft mehr oder weniger direkt die Temperatur in den Innenräumen beeinflusst. Optimale Schlaftemperaturen liegen zwischen 16 °C bis 18 °C (keine bis schwache nächtliche Überwärmung). Besonders belastend sind sogenannte Tropennächte in denen die Temperatur nicht unter 20 °C sinkt (sehr hohe nächtliche Überwärmung).

Bedeutung der Grün- und Freiflächen für die nächtliche Hitzeminderung: Für die Bewertung der Grün- und Freiflächen für die nächtliche Hitzeminderung steht deren Rolle für den Kaltluftthaushalt und somit deren Ausgleichswirkung für den Siedlungsraum im Fokus. Die bioklimatische Bedeutung einer Grün- oder Freifläche ist abhängig von deren Rolle im Kaltluftthaushalt (Teil einer Kaltluftleitbahn, eines Kaltluftabflusses, eines Parkwindsystems, Kaltluftentstehungsgebiet), der Lage der jeweiligen Fläche in Bezug auf das Siedlungsgebiet (angrenzend an thermisch belasteten Wohnraum und an kaltluftthaushalt-relevante Flächen) und die Menge an Kaltluft, die die Fläche liefert (bestimmt durch die Kaltluftvolumenstromdichte und Windgeschwindigkeit). Die Bewertung erfolgt mit einem teilautomatisierten Verfahren (Abschlussbericht, Abbildung 22). Die Unterscheidung nach der Lage der Flächen ist notwendig, weil 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 Bedeutung für die Hitzeminderung höher bewertet als beispielsweise eine Waldfläche, die nicht an belastete Siedlungsstrukturen grenzt.

Legende	Layer	Beschreibung
 keine  schwach  mässig  hoch  sehr hoch	Nächtliche Überwärmung auf Siedlungs- und Verkehrsflächen	Bewertung der nächtlichen Überwärmung mittels der nächtlichen Lufttemperatur.
 sehr hoch  hoch  mässig  gering  sehr gering	Bedeutung der Grün- und Freiflächen für die nächtliche Hitzeminderung	Bewertung der Bedeutung für die Hitzeminderung basierend auf der Lage der jeweiligen Grün- oder Freifläche in Bezug auf die Bedeutung im Kaltluftthaushalt und der Lage zu klimatisch belasteten Siedlungsstrukturen.

6.2 Wie kann die die Karte in der Planung verwenden?

Die Planungshinweiskarten geben eine Einschätzung der klimatischen IST-Situation auf einer bestimmten Fläche. Aus den Planungshinweiskarten lassen sich planerische Massnahmen zur Verbesserung oder Sicherung der klimatischen Situation eines Gebiets ableiten. Die Karten ermöglichen eine Einschätzung, wo die nächtliche Überwärmung besonders hoch ist und dementsprechend Massnahmen zur Hitzereduktion notwendig sind (Begrünung, Entsiegelung, Beachtung der Baukörperstellung etc.). Die Karten helfen zudem dabei, Grün- und Freiflächen zu identifizieren, die aufgrund ihrer Funktion für das nächtliche Kaltluftgeschehen (z.B. Teil einer Kaltluftleitbahn) und der Hitzeminderung planerisch gesichert werden sollten. Entsprechende Planungshinweise sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

Die Bewertungen beruhen auf den klimaökologischen Funktionen, ohne die Belange weiterer Fachplanungen zu berücksichtigen. Das heisst, die Planungshinweiskarten stellen aus klimafachlicher Sicht gewonnenes Abwägungsmaterial dar.

Einschränkungen in der Anwendung: Für beide Planungshinweiskarten werden die Ergebnisse als bewertete Information für Referenzflächen ausgewiesen. Die Referenzflächen wurden, abhängig von der Landnutzungskategorie und einem Schwellenwert für den Grad der Überbauung, aus den Daten der amtlichen Vermessung (GIS-basiert) und den Nutzungsplänen abgeleitet. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass kleinere Freiflächen in der Karte nicht als solche ausgewiesen sind, oder Überbauungen mit einem hohen Grünanteil (über 80 Prozent) nicht als Siedlungsflächen ausgewiesen sind. Im Falle zusätzlicher Bebauung auf Grün- und Freiflächen kann sich deren Funktion ändern und muss gegebenenfalls neu bewertet werden.

Nächtliche Überwärmung auf Siedlungs- und Verkehrsflächen	Hinweise für die Planung
keine	Vorwiegend offene Siedlungsstruktur mit guter Durchlüftung und einer geringen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Das sehr günstige Bioklima ist zu sichern. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich. Der Vegetationsanteil sollte möglichst erhalten bleiben.
schwach	Geringe bis mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Das günstige Bioklima ist zu sichern. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht notwendig. Freiflächen und der Vegetationsanteil sollten möglichst erhalten bleiben.
mässig	Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Das günstige Bioklima ist zu sichern. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht notwendig. Freiflächen und der Vegetationsanteil sollten möglichst erhalten bleiben.
hoch	Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen. Die Baukörperstellung sollte beachtet, Freiflächen erhalten und möglichst eine Erhöhung des Vegetationsanteils angestrebt werden.
sehr hoch	Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Massnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und prioritär. Es sollte keine weitere Verdichtung (insb. zu Lasten von Grün-/Freiflächen) erfolgen und eine Verbesserung der Durchlüftung angestrebt werden. Freiflächen sind zu erhalten und der Vegetationsanteil sollte erhöht sowie möglichst Entsiegelungsmassnahmen durchgeführt werden.

Bedeutung der Grün- und Freiflächen für die nächtliche Hitzeminderung	Hinweise für die Planung
sehr hoch	Grün- und Freiflächen, die eine zentrale Rolle im nächtlichen Kaltlufthaushalt spielen und die wichtigsten klimaökologischen Ausgleichsräume darstellen. Bauliche Eingriffe sind gänzlich zu vermeiden bzw. sollten, sofern bereits planungsrechtlich zulässig, unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktion erfolgen. Die gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung ist zu erhalten und ggf. mit Hilfe von Grünverbindungen auszubauen.
hoch	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur besonders wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer sehr hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten gänzlich vermieden werden bzw., sofern bereits planungsrechtlich zulässig, unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung ist anzustreben und zur Optimierung der Ökosystemdienstleistung sollte eine Vernetzung mit benachbarten Grün-/Freiflächen erreicht werden.
mässig	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen und eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung angestrebt werden.
gering	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur ergänzende klimaökologische Ausgleichsräume mit einer mittleren Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Die angrenzende Bebauung profitiert von den bereitgestellten Klimafunktionen, ist in aller Regel aber nicht auf sie angewiesen. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen.
sehr gering	Flächen stellen für die gegenwärtige Siedlungsstruktur keine relevanten Klimafunktionen bereit und weisen eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung auf. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktion erfolgen.

7 Quellenhinweise

Quellen

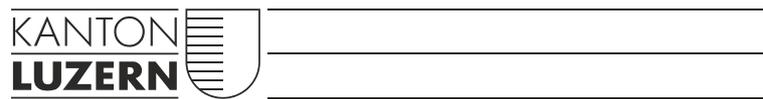
GEO-NET im Auftrag des Kantons Luzern (2022). *Erstellung einer Klimaanalyse- und Planungshinweiskarte Klima für den Kanton Luzern*. [Klimakarten – Kanton Luzern](#)
 Kanton Aargau (2022). *Lesehilfe Klimakarten Kanton Aargau*. [Klimakarten - Kanton Aargau \(ag.ch\)](#).

Kontaktangaben

Ansprechpartnerin fachlich: Ronja Bohnenblust (BUWD-DS Klima), ronja.bohnenblust@lu.ch
 Ansprechpartnerin GIS: Evi Rothenbühler (Rawi Geoinformation), evi.rothenbuehler@lu.ch

Datenbezug

Sämtliche den Karten zugrundeliegenden Daten können im Geodatenshop bezogen werden: [Geodatenshop - Geoportal Kanton Luzern](#).



Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement
Bahnhofstrasse 15
6002 Luzern

Telefon 041 228 51 55
buwd@lu.ch