

Den Klimawandel sichtbar machen

Stefan Meier | Abteilung Landschaft und Gewässer | 062 835 34 50
 Silvio Zanola | Abteilung Raumentwicklung | 062 835 32 90

Die Sommer werden heisser, die Starkniederschlagsereignisse nehmen zu, das Leben in den Siedlungsräumen wird uns städtebauliche und soziale Anpassungsstrategien abverlangen, wenn wir mit der zunehmenden Klimaveränderung weiterhin in unseren Städten und Gemeinden leben wollen. Die Klimakarten des Kantons Aargau liefern wertvolle Unterstützung für eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung.

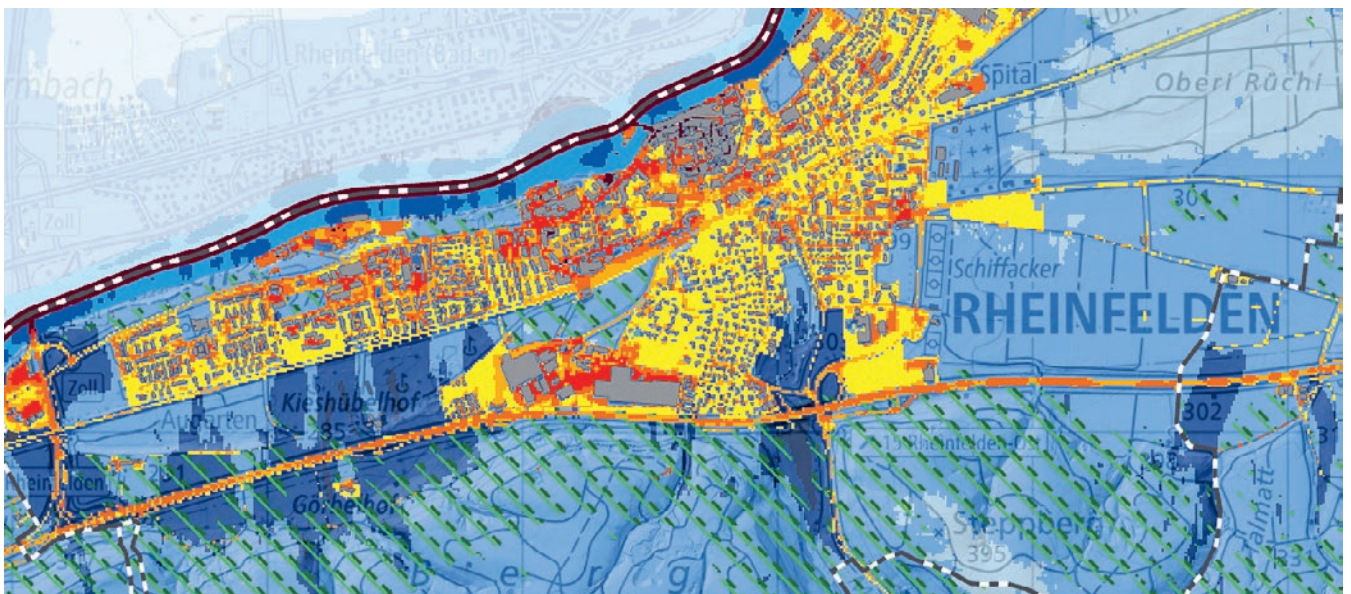
Temperatur die nächsten Jahrzehnte noch ansteigen, was neben dem Klimaschutz auch Anpassungsmassnahmen für die Folgen des Klimawandels notwendig macht.

Siedlungen müssen «klimafit» werden

Die zunehmende Erwärmung lässt sich gerade im Siedlungsgebiet feststellen. Nicht zuletzt auch als Folge städtebaulicher Entwicklungen wird das Leben im Hochsommer für uns alle anstrengender. Dabei sind Kinder, ältere und kranke Menschen besonders stark von der zunehmenden Hitzebelastung

Auch im Kanton Aargau gehört der Klimawandel zu den grossen Herausforderungen mit direkten räumlichen und physiologischen Auswirkungen. Das zentrale Ziel, die Treibhausgase – vor allem den CO₂-Ausstoss – zu reduzieren und damit die globale Er-

wärmung auf 1,5 bis maximal 2 Grad zu begrenzen (Pariser Klimaschutzabkommen von 2015), erfordert unser aller Anstrengung auf lokaler, nationaler, aber auch globaler Ebene. Selbst bei einer umgehenden Abkehr von fossilen Energieträgern würde die



Wärmeinseleffekt in Siedlungsgebiet und Verkehrsflächen

Temperaturabweichung zu Freiflächen um 4.00 Uhr

- 0 bis 1 K
- 1 bis 2 K
- 2 bis 3 K
- 3 bis 4 K
- 4 bis 6,4 K (K: Kelvin)

Kraftvolumenstrom [m³/(s*m)]

- ≤5 (gering)
- 5 bis 30 (mässig)
- 30 bis 50 (hoch)
- 50 bis 223,3 (sehr hoch)
- Kaltluftentstehungsgebiete mit hoher/sehr hoher Kaltluftproduktionsrate

Klimaanalysekarte: Im hier gezeigten Ausschnitt der Stadt Rheinfelden ist deutlich der Wärmeinseleffekt im Siedlungsbereich zu erkennen, der sich aus der höheren Temperatur im Vergleich mit den benachbarten Freiflächen ergibt. Ebenso wird der Kaltluftvolumenstrom deutlich und man kann daraus ableiten, wo Bebauungen diesen bremsen oder negativ beeinflussen. Als Schraffursymbol erkennbar sind die Kaltluftentstehungsgebiete, die für den Kaltluftvolumenstrom und damit für Abkühlungseffekte von zentraler Bedeutung sind.

Quelle: AGIS

betroffen. Das Leben in unserem Wohn- und Arbeitsumfeld muss auch zukünftig trotz erhöhter Sommerhitze für uns alle möglich sein. Damit dies gelingt, braucht es eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung. Als unterstützende Grundlage hat der Kanton Aargau vor vier Jahren begonnen, die Klimaanalysekarten für die Gegenwart und die Zukunft zu rechnen. Seit 2021 sind diese Karten für alle Gemeinden verfügbar.

Mit den frei nutzbaren Darstellungen der klimatischen Situation im Siedlungsgebiet – heute und in Zukunft – soll bei Bevölkerung, Planenden und Verwaltungen das Verständnis für eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung und damit für Anpassungen, die unsere Siedlungen «klimafit» machen, steigen. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte der Kartenmodellierung kurz erläutert und anschliessend der Nutzen solcher Klimaanalysemodelle aufgezeigt.

Methodik

Die Klimaanalyse für den Kanton Aargau wurde mit dem physikalischen Klimamodell FITNAH-3D (Flow Over

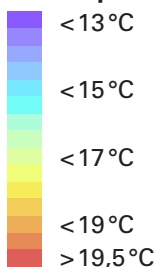
Irregular Terrain With Natural And Anthropogenic Heat Sources) durchgeführt. Als Eingangsdaten benötigt das FITNAH-3D-Modell Informationen zur Topografie, der Bodennutzung, der Höhe von Gebäuden und Bäumen sowie dem Versiegelungsgrad. Als meteorologische Rahmenbedingung dient ein strahlungsintensiver, austauscharmer Sommertag – man spricht von einer sogenannten autochthonen Hochdruckwetterlage. Diese widerspiegelt die Wärmebelastung der Bevölkerung im Sommer und stellt eine Wetterlage dar, bei der sich Kaltluftausgleichsströmungssysteme wie Flurwinde und reliefbedingte Kaltluftabflüsse besonders gut ausprägen. Die Auswertungen der Klimamodellierung beziehen sich auf das bodennahe Niveau (zwei Meter über Grund), was dem Aufenthaltsbereich des Menschen entspricht. Die Ergebnisse der Modellierung liegen in Form von Rasterdaten mit einer räumlichen Auflösung von 10 mal 10 Meter vor. Im Einzelnen sind dies: Windgeschwindigkeit, Kaltluftströmungsfeld, Lufttemperatur, Kaltluftproduktionsrate, Kaltluftvolumenstrom und die physiologisch äqui-

valente Temperatur. Dies ist die von einem Menschen wahrgenommene Temperatur und ist ein Bewertungskriterium für den Aufenthaltskomfort einer Person. Die Nachtsituation (4 Uhr) wird über die Lufttemperatur, die Kaltlufthaushaltsgrössen (Windgeschwindigkeit, Kaltluftströmungsfeld usw.) und den Wärmeinseleffekt beschrieben. Die Tagsituation (14 Uhr) beruht auf der Aufenthaltsqualität der Menschen im Freien und greift daher auf die physiologisch äquivalente Temperatur zurück. Für die Planhinweiskarten werden die Ergebnisse als bewertete und gewichtete Information für vorher ausgeschiedene Referenzflächen ausgewiesen. In der Klimaanalysekarte sind die Informationen als Rasterergebnisse dargestellt.

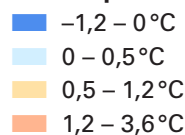
Die Modellergebnisse und die daraus resultierenden Klimaanalyse- und Planhinweiskarten geben Aufschluss über die klimatische Situation: Wo befinden sich Gebiete mit besonders ausgeprägter Hitzebelastung? Welche Grün- und Freiräume sind wichtig für die Kaltluftproduktion? Wo gilt es wichtige Kaltluftleitbahnen freizuhalten? Die Klimakarten sind eine zentrale Planungs-



Lufttemperatur «Zukunftsszenario»



Lufttemperatur «Differenz Zukunftsszenario zu heute»



Die beiden Karten zeigen einen Ausschnitt aus den Städten Baden und Wettingen. Links dargestellt ist die modellierte Lufttemperatur für das angenommene Zukunftsszenario «begrenzter Klimaschutz» im Jahr 2035.

Die Abbildung rechts zeigt die Differenz von Ist-Zustand und Zukunftsszenario mit der deutlichen Lufttemperaturzunahme bis 2035 von bis zu maximal 3,6 Grad, was zu einer erheblichen Lebensbeeinträchtigung in den dargestellten Ballungsräumen führt und auf einen dringenden Handlungsbedarf für eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung hinweist.

Quelle: AGIS



Fassadenbegrünung, offene Wasserflächen mit viel Grünraum und Bäume sorgen hier am Erusbach in Villmergen für ein hohes Kühlpotenzial im Siedlungsraum.

grundlage für eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung. Aus ihnen lässt sich bei Planungen oder Projekten der konkrete Handlungsbedarf für eine hitzeangepasste Entwicklung 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.

Zukunftsszenario

Für die Berechnung des Zukunftsszenarios wurde ein mögliches mittleres Entwicklungsszenario, das internationale Emissionsszenario RCP4.5 «begrenzter Klimaschutz» verwendet (im Vergleich zu «kein Klimaschutz» und «konsequenter Klimaschutz»). In diesem Szenario wird der Ausstoss von Treibhausgasemissionen zwar eingedämmt, aber der Gehalt in der Atmosphäre steigt noch weitere 50 Jahre an. Beim RCP4.5 wird ein Temperaturanstieg von 2,6 Grad bis 2100 im

Vergleich zum vorindustriellen Niveau erwartet. Das Zwei-Grad-Ziel des Pariser Klimaabkommens wird somit verfehlt.

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

Massnahmen für eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung

Eine hitzeangepasste Siedlungsentwicklung mit einem ausgewogenen Verhältnis zwischen bebauten und unbebauten Flächen mindert den Wärmeinseleffekt und schafft gleichzeitig attraktive Begegnungs- und Erholungsräume.

Für die Hitzeminderung im Siedlungsgebiet gilt es, die Tages- und die Nachtsituation differenziert zu betrachten. Eine Überhitzung ist am Tag insbesondere in stark frequentierten Gebieten wie Ortszentren, öffentlichen Räumen, Freizeitanlagen und Arbeitsplatzgebieten mit hoher Arbeitsplatzdichte sowie in Gebieten mit hitzeempfindlichen Einrichtungen wie Spitälern, Altersheimen und Kindergärten zu vermeiden. In der Nacht ist vor allem in Wohnquartieren und in Gebieten mit sensiblen Einrichtungen ein an-

genehmes Klima wichtig. Effektive Massnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung im Siedlungsgebiet sind:

■ Durchlüftung des Siedlungsgebiets

sichern: Intakte, funktionierende klimatische Systeme tragen zur Kühlung bei und helfen die Wärmebelastung im Siedlungsgebiet zu senken. Die massgeblichen Elemente des klimatischen Systems sind einerseits Kaltluftentstehungsgebiete, die meist ausserhalb der Siedlungen liegen, zum anderen Frischluftkorridore und Kaltluftleitbahnen, durch die frische, kühle Luft in das Siedlungsgebiet gelangt. Im Rahmen der Siedlungsentwicklung ist darauf zu achten, dass die Luftaustauschsysteme erhalten und funktionsfähig bleiben.

■ Klimaoptimierte Bebauung:

Bauwerke bestimmen die Wind- und Strömungsverhältnisse massgeblich mit. Damit beeinflussen sie auch den Kaltluftfluss und die Durchlüftung der Siedlung. Relevant sind nicht nur die Gliederung des Siedlungskörpers und die Bebauungsstruktur, sondern auch Ausrichtung und Volumen von Bauwerken. Die Überhitzung des Siedlungsraums kann zudem deutlich verringert werden, wenn für Boden- und Fassadenflächen Materialien verwendet werden, die wenig Wärme speichern.

Weitere Informationen

- **Klimakarten:** Der Kanton Aargau stellt unter www.ag.ch/klimakarten fünf Klimakarten bereit.
- **Klimawandel:** Um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen, hat der Kanton Aargau einen Entwicklungsschwerpunkt ins Leben gerufen und eine kantonale Klimastrategie erarbeitet, www.ag.ch/klimawandel.
- **Hitzeangepasste Siedlungsentwicklung:** Mit dem digitalen Leitfaden steht den Gemeinden und Planenden eine modular aufgebaute Arbeitshilfe mit konkreten Beispielen und vielen Praxistipps zur Verfügung, www.ag.ch/klimawandel-siedlung.
- **Bäche im Siedlungsgebiet:** Die Arbeitshilfe «Bäche im Siedlungsgebiet – gestaltet und naturnah» zeigt qualitativ hochwertige Gestaltungslösungen auf, www.ag.ch/baeche-im-siedlungsgebiet.
- **Ausgezeichnete Klima-Geschichte:** Der Journalist Mark Walther (Aargauer Zeitung) gewinnt den Medienpreis Aargau/Solothurn mit seiner Klima-Geschichte. Er erarbeitete anhand der Aargauer Klimakarten Zukunftsszenarien, in denen ersichtlich ist, welche Gemeinden sich in Zukunft zu den heissesten Orten entwickeln werden, www.aargauerzeitung.ch > Suche Medienpreis Aargau/Solothurn.

- **Öffentliche Freiräume und Begrünung fördern:** Vegetation verhindert, dass sich Oberflächen übermässig aufheizen, sie schafft Schatten und kühlt durch Verdunstung. Die Begrünung – insbesondere mit Bäumen – ist deshalb ein zentraler Bestandteil der hitzeangepassten Siedlungsentwicklung. Grosse öffentliche Räume, hauptsächlich Grünräume wie Parks, Friedhöfe oder Wälder, sind wichtig für den Temperatenausgleich im Siedlungsgebiet. In Hitzeperioden stehen diese kühleren Orte der Bevölkerung dank ihrer Aufenthaltsqualität als Erholungsraum zur Verfügung. Nachts tragen sie als siedlungsinterne Kaltluftentstehungsgebiete zur Abkühlung bei.
- **Sickerfähige Oberflächen schaffen und innovatives Regenwassermanagement fördern:** Der hohe Anteil an versiegelten Flächen ist eine der Hauptursachen für die Hitzebelastung in Siedlungsgebieten. Entsiegelung, Begrünung und ein gutes Regenwassermanagement sind wirkungsvolle Massnahmen gegen die Hitze. Regenwasser kann zurückgehalten und auf Dächern, in künstlichen Gewässern oder in Tanks gespeichert werden (Schwammstadt-Prinzip). In Hitzeperioden kann es zur Bewässerung oder Kühlung verwendet werden.
- **Offene Wasserflächen erhalten, fördern und erlebbar machen:** Offene, bewegte Wasserflächen und natürliche Gewässer kühlen durch die Verdunstung auch ihre Umgebung und sind daher wichtig für den Tempe-

raturausgleich. Renaturierte Bäche im Siedlungsgebiet können hierbei eine wichtige Rolle übernehmen. An geeigneten Orten können zudem künstliche Wasserelemente zur Kühlung eingesetzt werden.

Neben reinen Anpassungsmassnahmen kann eine durchdachte, klimagerechte Siedlungsentwicklung auch zum Klimaschutz beitragen. Im Vordergrund steht dabei das Fördern von ressourcenschonenden, energieeffizienten und CO₂-armen Bauten und Anlagen, der Ausbau von lokal oder regional erzeugter Energie aus erneuerbaren Quellen, das Ermöglichen einer emissionsarmen Mobilität sowie die Abstimmung von Siedlung und Verkehr wobei die kurzen Wege im Vordergrund stehen. Ergänzend zu einer energieeffizienten Bauweise kann mit einer klimabewussten Freiraumgestaltung ein positiver Effekt auf das Innenraumklima erzielt und damit der Energiebedarf für Heizen und Kühlen vermindert werden. Mit der Beschattung von Gebäuden durch Bäume, Fassadenbegrünung oder technische Massnahmen kann die sommerliche Sonneneinstrahlung reduziert werden. Begrünte Dächer mit einer geeigneten Substrathöhe tragen zur Wärmedämmung bei. Die Substrathöhe wirkt sich zudem positiv auf den Wasserrückhalt aus und ermöglicht eine artenreiche und ökologisch wertvolle Dachbegrünung. Auch eine Kombination mit Solaranlagen ist möglich und kann je nach Gegebenheiten vor Ort sinnvoll sein.

Fazit

Klimaanpassungen im Siedlungsgebiet sind in den nächsten Jahren unabdingbar, wenn wir uns allen weiterhin ein gutes Leben in den zu erwartenden Hitzesommern ermöglichen wollen.

Bei Arealentwicklungen und neuen Überbauungen – aber auch bei der Massnahmenplanung zur Hitzeminderung bei bestehenden Siedlungsstrukturen – sind die Klimaanalysekarten und die daraus abgeleiteten Planungshinweiskarten eine wertvolle Grundlage für Planerinnen und Entscheidungsträger.

Freihalten von potenziellen Kaltluftbahnen, Grünplanung an Orten mit hohem Wärmeineffekt (zur Beschattung und Kühlung durch Verdunstung), Ausrichtung von Gebäuden hinsichtlich Exposition – all das sind Massnahmen, die auf Grundlage einer umfangreichen Klimaanalyse geplant und umgesetzt werden können. In diesem Sinn können Klimaanalysen und vor allem auch Szenarienmodellierungen künftiger Klimaveränderungen einen wertvollen Beitrag für eine hitzeangepasste Entwicklung unseres Wohn- und Arbeitsumfelds leisten.

Dieser Artikel entstand in Zusammenarbeit mit Reinhold Briegel, Abteilung Landschaft und Gewässer.