11. Stadtklimauntersuchungen in der Schweiz Beispiele aus Basel

Klimaanalyse der Region Basel

Im Januar 1995 startete an der Universität Basel das Forschungs- und Anwendungsprojekt „Klimaanalyse der Region Basel“ (KABA). Dieses Projekt wurde vom Institut für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung (MCR Lab) gemeinsam mit dem Lufthygieneamt beider Basel, dem Amt für Orts- und Regionalplanung des Kantons Basel-Landschaft und dem Hochbau- und Planungsamt des Kantons Basel-Stadt ins Leben gerufen und finanziert. Da KABA auch ein Teilprojekt des trinationalen Klimaforschungsprojekts REKLIP ist, war das an REKLIP beteiligte Basler Ingenieursunternehmen GETEC AG Suiselectra für die technisch-administrative Betreuung zuständig.

In einer ersten Projektphase, die Ende Juni 1996 abgeschlossen war, wurden zwei digitale Karten erarbeitet, die eine Übersicht über die regional- und stadtklimatischen Bedingungen der beiden Basler Kantone sowie der daran angrenzenden Gebiete Deutschlands, Frankreichs und der Schweiz bieten. In weiteren neun Monaten wurden diese beiden Übersichtskarten überarbeitet und um je vier Detailkarten ergänzt. Mit Hilfe der nun vorliegenden zehn Karten können Planungsmaßnahmen in der Region Basel erstmals auch unter Berücksichtigung der klimatischen und lufthygienischen Randbedingungen und Auswirkungen gestaltet werden.

In den Klimaanalysekarten werden die Wechselwirkungen zwischen den naturräumlichen Gegebenheiten, der Landnutzung und den klimatischen Bedingungen dargestellt. Mit Hilfe von 15 Arealtypen (10 davon farblich auf den Karten unterschieden) wird die Siedlungsstrukur sowie die land- und forstwirtschaftliche Nutzung wiedergegeben. Sieben Durchlüftungsklassen zeigen die komplexen Zusammenhänge zwischen Relief, Landnutzung und den Windverhältnissen, die maßgeblich die Luftqualität beeinflussen. Zusammen mit zahlreichen Windrosen und insgesamt 40 Diagrammen bieten diese Informationen ein umfassendes Bild der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen der Region Basel.

Die Planungshinweiskarten bilden die Schnittstelle zwischen Forschung und Anwendung. Sie resultieren aus einer Bewertung der Ergebnisse der Klimaanalyse auf der Basis eines gemeinsam erarbeiteten Katalogs von klimatischen und lufthygienischen Planungszielen sowie von grundsätzlich geeigneten Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele. Zwei Schwierigkeiten waren dabei zu überwinden:
Einerseits sind in vielen Fällen die planerischen Möglichkeiten, sinnvolle Maßnahmen zur Vermeidung, Behebung oder Verminderung klimatischer bzw. lufthygienischer Probleme zu ergreifen, aufgrund anderweitiger Randbedingungen (z.B. fehlende Gesetze und Verordnungen) eingeschränkt. Andererseits können Planungsmaßnahmen, die prinzipiell geeignet wären, ein bestimmtes Problem zu lösen, im konkreten Einzelfall ineffizient oder gar unwirksam sein bzw. in Konflikt mit anderen Planungszielen stehen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1. Regionalklimatische Zielsetzungen der Stadt- und Regionalplanung

Zielbereich	Zielsetzung
Durchlüftung	Luftleitbahn erhalten
	Luftleitbahn verbessern
	Anschluß an Luftleitbahn wiederherstellen, Risiko von Windschäden vermindern
Lufthygiene	Frischlufttransport sicherstellen
	Verminderung der Luftbelastung in sensiblen Gebieten
Thermische Situation	Wärmebelastung reduzieren
	Negative Auswirkungen von Frostgefährdung oder Kältestreß vermindern

Die Planungshinweiskarten unterstützen somit die Formulierung regional- und stadtplanerischer Handlungsstrategien zur Verbesserung der Lebensqualität der Menschen in dem natur- und kulturräumlich stark differenzierten Raum der Region Basel.

Ohne die am MCR Lab vorhandenen Forschungsergebnisse wäre das Projekt nicht zustande gekommen, dessen Ergebnisse auch wissenschaftlich von gro-

ßem Interesse sind. Insbesondere die Entwicklung von neuen, auf Satellitendaten und digitalen Höhenmodellen basierenden Methoden ist hervorzuheben. Im Gegensatz zu Klimastudien in anderen Stadtregionen Mitteleuropas wurden die Ergebnisse nicht durch eine subjektive Begutachtung der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen durch Fachexperten erzielt, sondern entstanden durch eine objektive, automatisierte Bearbeitung der umfangreich vorhandenen Daten. Diese Vorgehensweise bietet mehrere Vorteile:

1. Die Ergebnisse beruhen auf Methoden, die unabhängig vom jeweiligen wissenschaftlichen Bearbeiter sind. Dadurch werden schon im Vorfeld politisch motivierte Konflikte in der Stadt- und Regionalplanung entschärft, da die Aussagen der Klimaanalyse- und Planungshinweiskarten nicht auf einer subjektiv gefärbten Sicht der Probleme beruhen.

2. Die Aussagen beruhen auf quantitativen Daten, die mit etablierten Meßverfahren erhoben und umfangreich geprüft wurden.

3. Die Ergebnisse sind reproduzierbar, d.h. es ist jederzeit möglich, die Karten mit neueren Daten zu aktualisieren. Außerdem lassen sich die Verfahren auch auf andere Regionen übertragen.

Das KABA-Projekt zeigt, daß es möglich ist, Forschungs- und Anwendungsinteressen sinnvoll miteinander zu verbinden. Der Nutzen der Universität für den Basler Raum besteht eben auch in der regionalen Anwendung von Forschungsergebnissen.

Autoren für diesen CD-ROM-Text sind:

Eberhard Parlow, Ute Fehrenbach und Dieter Scherer, MCR Lab Uni Basel

Beteiligte Institutionen

Institut für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung (MCR Lab), Departement Geographie,
Universität Basel
Getec AG Suiselectra, Basel
Lufthygieneamt beider Basel
Amt für Orts- und Regionalplanung, Basel
Hochbau- und Planungsamt Basel-Stadt

MCR Lab Projektteam

Projektkoordination: Prof. Dr. Eberhard Parlow
Wissenschaftliche Koordination: Dr. Dieter Scherer
Wissenschaftler: Dipl.-Biol. Ute Fehrenbach, Dipl.-Inform. Horst-Dieter Beha
Assistent: Dipl.-Geogr. Michael Föhner

Internet

MCR-HOME: http://www.gib.unibas.ch/MCR/mcr.htm
MCR-KABA: http://www.gib.unibas.ch/MCR/PROJECTS/KABA/kaba.htm

Digitale Ausweisung von Klimatopen im KABA-Projekt

Um die bestehenden Einschränkungen bei der Anwendung des Begriffs „Klimatop“ zu umgehen, wurde er neu definiert. Durch die Einführung sog. Arealtypen (Kombination unterschiedlicher Landnutzungsklassen), konnte Information zur Landnutzung erhalten werden, die für eine Neudefinition von Klimatopen wichtig ist. Eine zweite Komponente zur Ausweisung von Klimatopen berücksichtigt die Beschreibung der vorherrschenden Durchlüftungsbedingungen im Untersuchungsgebiet. Hierdurch werden die kombinierten Einflußfaktoren von Reliefeigenschaften und Landnutzung auf das Windfeld und die urbane Durchlüftung gemeinsam erfaßt.
Klimatope werden als Gebiete mit gleichem bzw. ähnlichem Mikroklima bezeichnet, aufgrund der für ein bestimmtes Klimatop typischen Ausprägung der Klimaelemente. Innerhalb eines Klimatops sollten Klimafaktoren wie klimawirksame Stadtstrukturen und das Relief annähernd gleich sein. Es wird davon ausgegangen, daß bestimmte Landnutzungen jeweils eine spezifische Beeinflussung der Ausprägung der Klimaelemente zur Folge haben, z.B. Cityklima, Park- und Villenklima. Neben topographischen Karten werden oft auch flugzeug- oder satellitengestützte Oberflächenthermalbilder als Hilfsmittel der Klimatopausscheidung herangezogen, da diese flächendeckend sind sowie rasch und kostengünstig beschafft werden können.

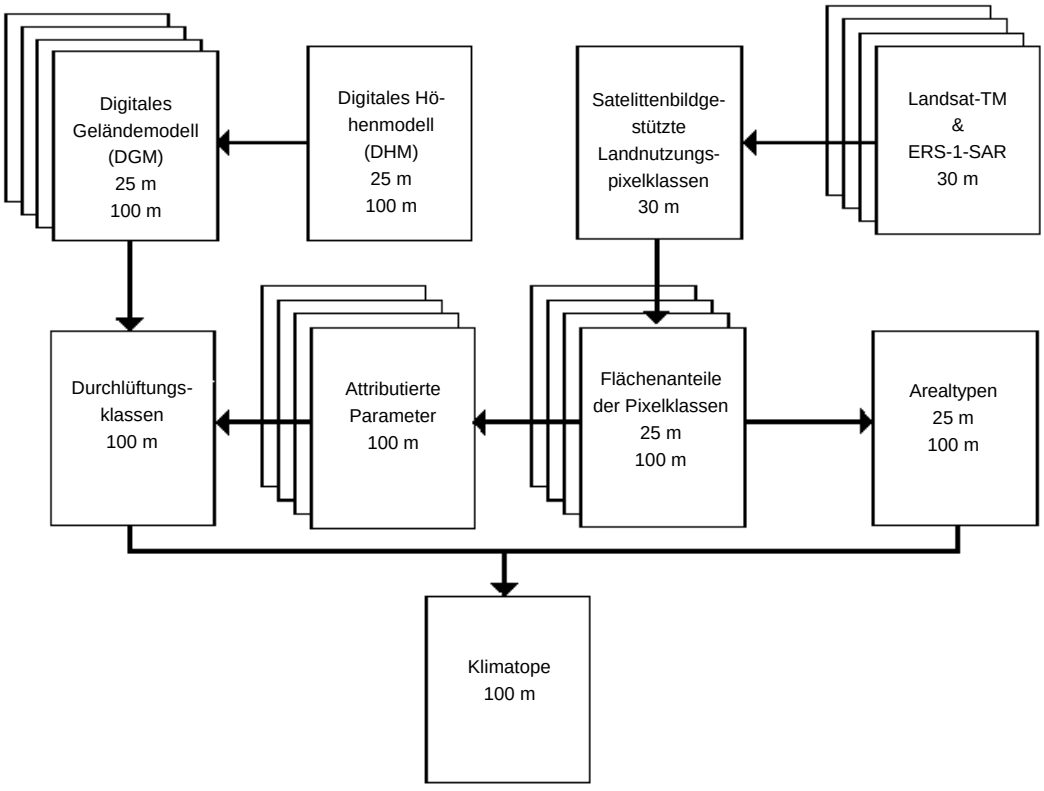
Bei einer topographisch stärker gegliederten Umgebung der Stadt kommt es zu einer starken Verzahnung geländeklimatisch bedingter mit rein stadtklimatisch bedingten Gegebenheiten. Faktoren wie Baukörperstrukturgrenzen und Geländelinien werden in zahlreichen vergleichbaren Studien zwar zur Abgrenzung der Klimatope benutzt, dies geschieht jedoch nicht mit Hilfe eines digitalen Verfahrens. Weiterhin beruht die Klimatopdifferenzierung im wesentlichen auf der Ausprägung der Klimaelemente innerhalb dieser Grenzen. Dieser Ansatz wird jedoch den planerischen Zwecken und Zielen insofern nicht gerecht, als die Planer nämlich nicht direkt auf die Klimaelemente einwirken, sondern die Klimafaktoren, d.h. die Landnutzung (und in seltenen Fällen das Relief) beeinflussen. Veränderungen des urbanen Klimas und damit der Klimaelemente wie z.B. Temperaturverteilung, Verdunstung, Windgeschwindigkeit und -richtung ergeben sich erst indirekt aus Veränderungen der Klimafaktoren.

Gegen das klassische Klimatopkonzept spricht weiterhin, daß es fraglich erscheint, ob Klimaelemente an sich ein adäquates Kriterium zur Ausscheidung von Klimatopen sind. Vergleicht man zwei Parkflächen einer Stadt, so können diese völlig unterschiedliche urbane Strukturen in der Nachbarschaft besitzen

oder sich in ihrem Vegetationsbestand erheblich voneinander unterscheiden. Dies kann dazu führen, daß die Mikroklimate beider Parks stärker voneinander abweichen als von anderen urbanen Flächen der gleichen Stadt. Ein Park im mitteleuropäischen Basel wird zudem ein völlig anderes Makro- und Mikroklima aufweisen als ein Park in Oslo oder in Rom.

Infolgedessen basiert die neue Definition allein auf klimatisch relevanten Geofaktoren, wie Relief und Landnutzung, und nicht auf Klimaelementen, wie z.B. Lufttemperatur oder Windgeschwindigkeit. Die Validierung mit unterschiedlichen Methoden der Qualitätsbewertung bestätigt die Genauigkeit und Anwendbarkeit des Konzeptes insbesondere für die praktischen Anforderungen der Planer, die in dieses Projekt integriert sind. Jeder Arbeitsschritt wurde mittels computergestützter Techniken durchgeführt. Die dabei eingesetzten bearbeiterunabhängigen, objektiven Kriterien garantieren somit Transparenz und die Anwendbarkeit für ähnliche Studien. Abbildung 1 zeigt die im Projekt angewandte Methodik zur Ausgliederung von Klimatopen.

Abb.1. Methodik zur Ausgliederung von Klimatopen.



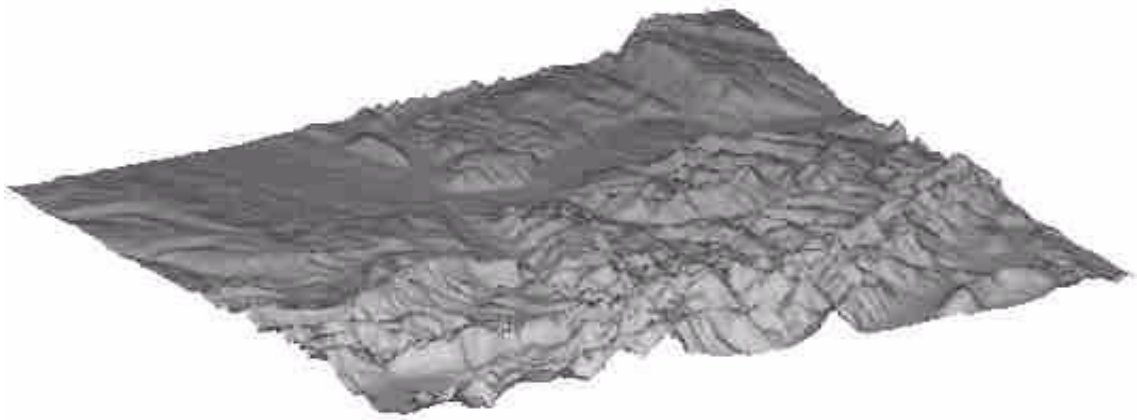
Das Digitale Geländemodell

Die Stadt Basel liegt im südlichen Oberrheingebiet. Sie ist umgeben vom Schwarzwald im Nordosten, den Vogesen im Nordwesten, der hügeligen Landschaft des Sundgaus im Westen und dem Schweizer Jura im Süden. Die Höhenunterschiede reichen von 250 m ü.N.N. in Basel bis zu ca. 1250 m ü.N.N. im Schweizer Jura. Die große Ausdehnung des Untersuchungsgebietes und die sehr komplexen topographischen Bedingungen erfordern für die weitere Bearbeitung die Verwendung eines hochaufgelösten (25 m) Digitalen Höhenmodells (DHM).

Da sich das Untersuchungsgebiet auch auf französisches und deutsches Gebiet erstreckt, mußten unterschiedliche Digitale Höhenmodelle mit unterschiedlichen Gitterweiten kombiniert und digital bearbeitet werden. Schließlich standen einheitliche Digitale Höhenmodelle mit 25-m-Gitterweite bzw. 100-m-Gitterweite für das gesamte Untersuchungsgebiet zur Verfügung (Abb.2).

Das Digitale Geländemodell (DGM) unterscheidet sich vom Digitalen Höhenmodell (DHM) dadurch, daß neben der Höheninformation für jeden Gitterpunkt auch Informationen zur Neigung, Exposition und anderen Reliefdaten, wie z.B. der Tiefe von abflußlosen Mulden, der Höhe von Vollformen (relative Höhe von Hügeln etc.), generierte Tiefenlinien, Zugehörigkeit zu Einzugsgebieten etc. zur Verfügung stehen. Alle geomorphometrischen Größen wurden durch speziell für diese Aufgaben entwickelte und optimierte Software berechnet. Die im DGM enthaltenen Informationen wurden für alle Gitterpunkte des 25-m- und 100-m-DHM bestimmt.

Abb. 2. Das KABA-Untersuchungsgebiet: Blick von Südwesten auf das 100-m-DHM

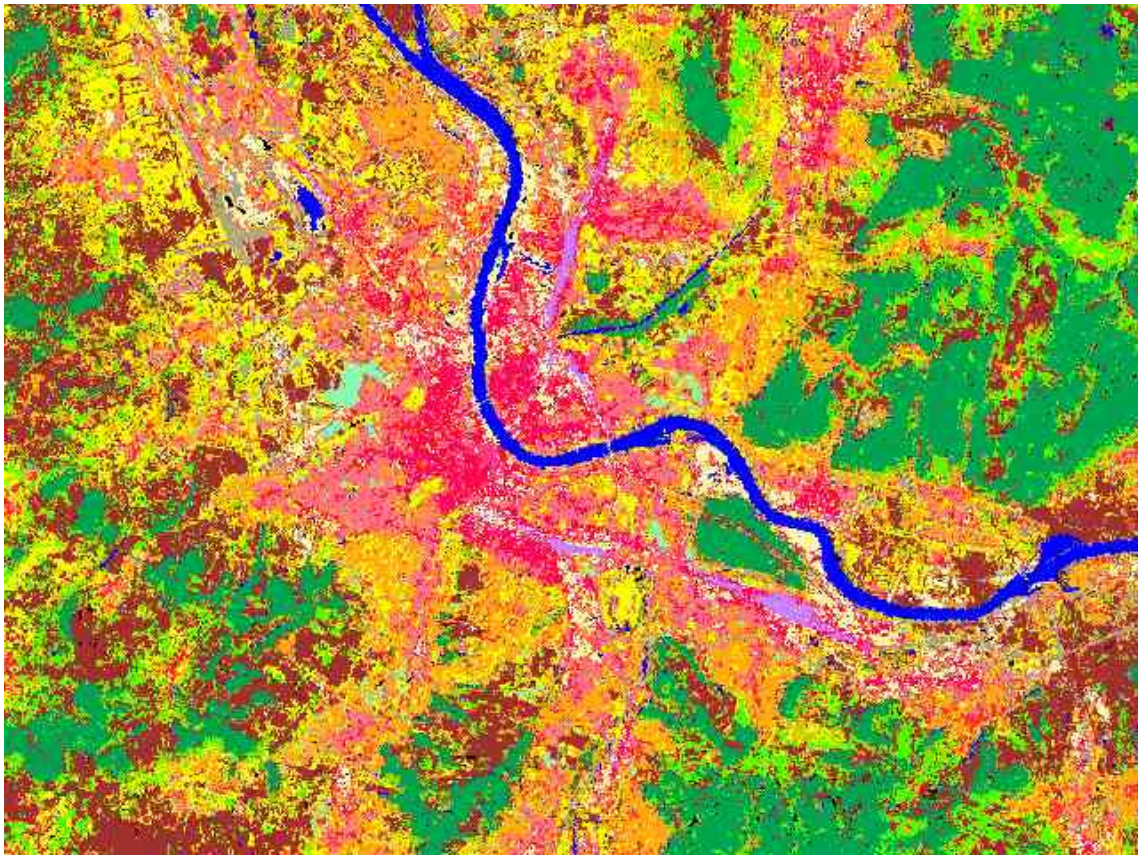


Satellitengestützte Landnutzungspixelklassen

Die im KABA-Projekt erstellte Landnutzungsklassifizierung basiert auf den Daten von zwei unterschiedlichen Satellitensensoren. Diese multisensorielle und multitemporale Landnutzungsklassifikation wurde mit einem multispektralen Landsat-TM-Bild und drei ERS-1-SAR-Szenen von 1991 und 1992 unter Anwendung einer Maximum-Likelihood-Klassifikation erstellt. Der amerikanische Landsat-Thematic Mapper (TM) bietet Informationen in sechs verschiedenen Wellenlängenbereichen der solaren und in einem Wellenlängenbereich der terrestrischen Strahlung. Der europäische ERS-1 ist ein wetterunabhängiges Radarsystem und liefert ein Bild im Mikrowellenbereich. In der Landnutzungsklassifikation wurden insgesamt 29 Pixelklassen ausgewiesen. Die Geokodierung der Klassifizierung erfolgte in das Schweizerische Nationale Koordinatensystem mit einer Gitterauflösung von 30 m.

Auf der so erstellten Landnutzungsklassifikation bauten die weiteren Arbeitsschritte auf (Abb. 3).

Abb. 3. Landnutzungsklassifikation des KABA-Untersuchungsgebietes



Arealtypen

Um die Limitierung bisheriger Landnutzungsklassifizierungen, wie z.B. der Maximum-Likelihood-Methode zu umgehen, wurde als neues Konzept zur Bestimmung von sog. Arealtypen entwickelt. Betrachtet man die urbanen Strukturen, mit denen der Planer umzugehen hat, erkennt man teilweise nur sehr eingeschränkt Zusammenhänge zwischen direkt abgeleiteten Pixelklassen einer Landnutzungsklassifizierung und städtischen Planungseinheiten. Im Gegensatz zu den Pixelklassen der Landnutzungsklassifikation, die jedem Gitterpunkt eine Landnutzung zuweisen, geben die Arealtypen eine Information zur Landnutzung unter Berücksichtigung der Umgebung eines Gitterpunktes. Um dies zu verdeutlichen: der Arealtyp *Kombiniertes Wohn- und Gewerbegebiet* ist nicht direkt aus den Satellitendaten klassifizierbar. Er setzt sich zusammen aus einem bestimmten prozentualen Anteil unterschiedlicher Landnutzungsklassen (Industrie, Grünflächen, Verkehrsflächen etc.). Über einen regelbasierten Algorithmus sind diese Arealtypen aus den Pixelklassen für die Gitterweiten 25 und 100 m berechnet worden.

Die Klassifizierungsprobleme bei gemischter Landnutzung innerhalb eines Pixels, bei Bildverzerrungen sowie bei Oberflächenstrukturen, die ähnliche elektromagnetische Reflexionseigenschaften bei unterschiedlicher Landnutzung aufweisen, können durch diesen neuen Ansatz gelöst oder zumindest reduziert werden. Dies ist vor allem in sehr stark differenzierten und stark verdichteten Gebieten von besonderer Bedeutung.

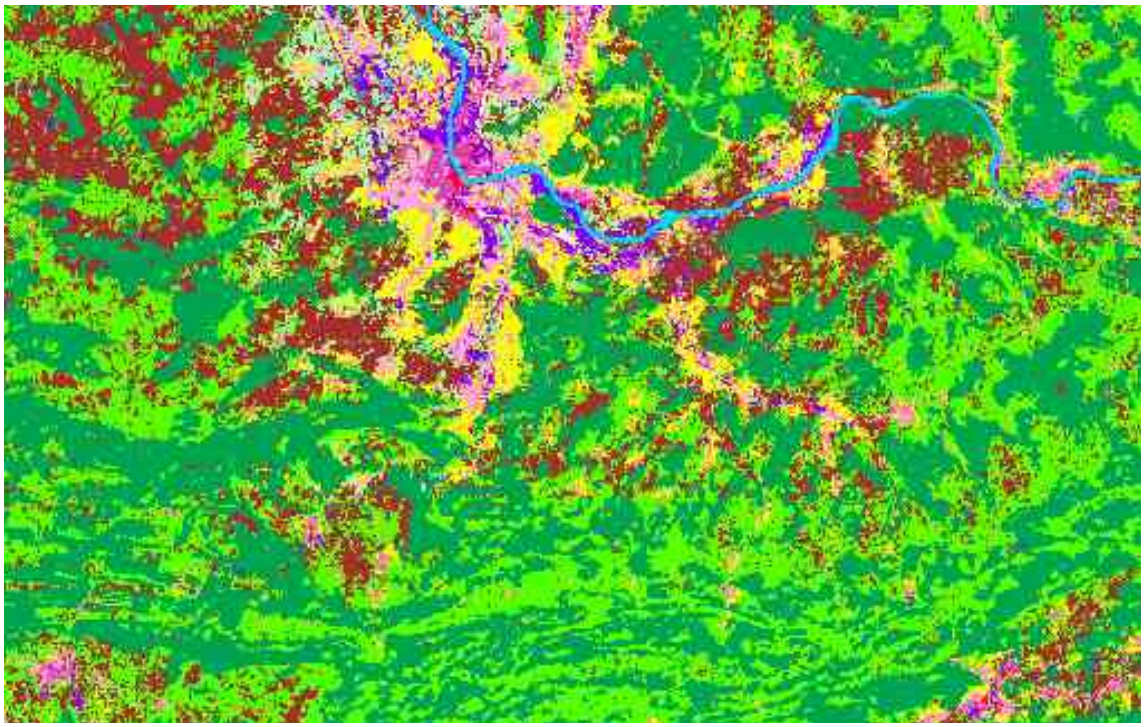
Arealtypen sind also komplexe räumliche Aggregate, die normalerweise aus mehreren unterschiedlichen Pixelklassen zusammengesetzt sind. In Abhängigkeit vom Arealtyp bestehen diese aus einer charakteristischen Verteilung von Pixelklassen. Arealtypen repräsentieren in diesem Sinne sowohl physiognomische als auch funktionale räumliche Einheiten.

Um unserem Ziel eines hohen Grades an Automatisierung, Objektivität und Transparenz zu folgen, wurde ein regelbasiertes Klassifikationsschema entwikkelt, das die Flächenanteile der Pixelklassen berücksichtigt. Die automatisierte Klassifizierung führte zu 15 unterschiedlichen Arealtypen (Tab. 2 und Abb. 4). Die meisten der ländlichen Arealtypen, wie z.B. Wasserflächen oder Wald, konnten mittels einfacher Häufigkeitsregeln abgeleitet werden. Andere Arealtypen, insbesondere diejenigen, die urbane heterogene Siedlungsstrukturen beschreiben, benötigen zu ihrer Bestimmung komplexere Regeln.

Tabelle 2. Arealtypendefinition und -vorkommen im KABA-Untersuchungsgebiet

Nr.	Arealtyp	Vorkommen
1	Waldflächen	Ländlich, teilweise urban
2	Grünland und Obstanbaugebiete	Ländlich
3	Gewässer	Urban und ländlich
4	Ackerbaulich genutzte Flächen	Ländlich, teilweise in urbanen Randzonen
5	Sportflächen, Parks und Grünanlagen	Urban und ländlich
6	Gartenbaulich genutzte Flächen	Urbane Randzonen
7	Ausgedehnte Gleisareale	Urban
8	Aufgelockerte Wohnbebauung	Ländlich und in urbanen Randzonen
9	Siedlungsgebiete mit Mischbebauung	Urban und in ländlichen Siedlungszentren
10	Urbane Wohnbebauung	Urban
11	Verdichtete, städtische Wohnbebauung	Urban, zumeist nahe des Stadtzentrums
12	Kombinierte Wohn- und Gewerbegebiete	Urban, teilweise in bestimmten ländlichen Zonen
13	Gewerbe- und Industrieansiedlungen	Urban, teilweise in bestimmten ländlichen Zonen
14	Hochverdichtete Stadtgebiete	Urban, zumeist im Stadtzentrum
15	Ausgedehnte Verkehrsflächen	Urban und ländlich

Abb. 4. Im Untersuchungsgebiet verwendete Arealtypen



- Waldflächen
- Grünland und Obstanbaugebiete
- Wasserflächen
- Ackerflächen
- Sportflächen
- Gartenflächen
- Ausgedehnte Eisenbahnflächen
- Aufgelockerte Wohnbebauung
- Gemischte Siedlungsstrukturen
- Urbane Wohnbebauung
- Dichte, urbane Wohnbebauung
- Gemischte Wohn- und Industriegebiete
- Wirtschafts- und Industriegebiete
- Hochverdichtete urbane Bebauung
- Ausgedehnte Verkehrsflächen

Durchlüftungsklassen

In vielen Klimaanalysen werden auf Messungen basierende statistische Analysen oder numerische Modelle verwendet. Erstere repräsentieren meist die mittlere Windrichtung und -geschwindigkeit. Mit den Modellen wird die räumliche Differenzierung der Windgeschwindigkeit und -richtung für eine bestimmte Anströmrichtung berechnet. Mit diesen quantitativen Aussagen kann der Planer in der Regel nichts anfangen, denn was sagt ihm die Information, daß an einer bestimmten Stelle der Wind im Mittel aus Südwest mit einer mittleren Geschwindigkeit von 2,5 m/s weht, oder wie das Windfeld bei einer Anströmung aus Westen durch das Relief modifiziert wird. Die Modellrechnungen müßten für alle Windrichtungen und alle Windgeschwindigkeiten vorliegen, was einen ganzen Atlas füllen würde. Der Anwender braucht hingegen eine qualitative Information in komprimierter Form, die für ihn verständlich ist, ihm ausreichende Hinweise gibt und auf die speziellen Bedürfnisse der Planung eingeht. Die Geschwindigkeit der Luftbewegung ist weniger wichtig als der Hinweis, daß an einer Stelle ein nächtliches Bergwindsystem existiert, dessen Erhaltung aus bioklimatologischer Sicht von großer Bedeutung ist.

Im Rahmen des Projektes wurden daher sieben unterschiedliche Durchlüftungsklassen eingeführt, die dominante Durchlüftungsbedingungen im Untersuchungsgebiet repräsentieren (Tabelle 3 und Abb. 5). Die Durchlüftungsklassen beschreiben charakteristische Kombinationen von Klimafaktoren, die lokale und regionale Windfelder und die Prozesse des vertikalen Luftaustausches kontrollieren und zu typischen, eindeutigen Durchlüftungsbedingungen führen. Sie fassen deshalb Durchlüftungsbedingungen zusammen, die ihrerseits charakteristische Verteilungen der atmosphärischen Zustandsvariablen in der unteren Grenzschicht der Atmosphäre beschreiben.

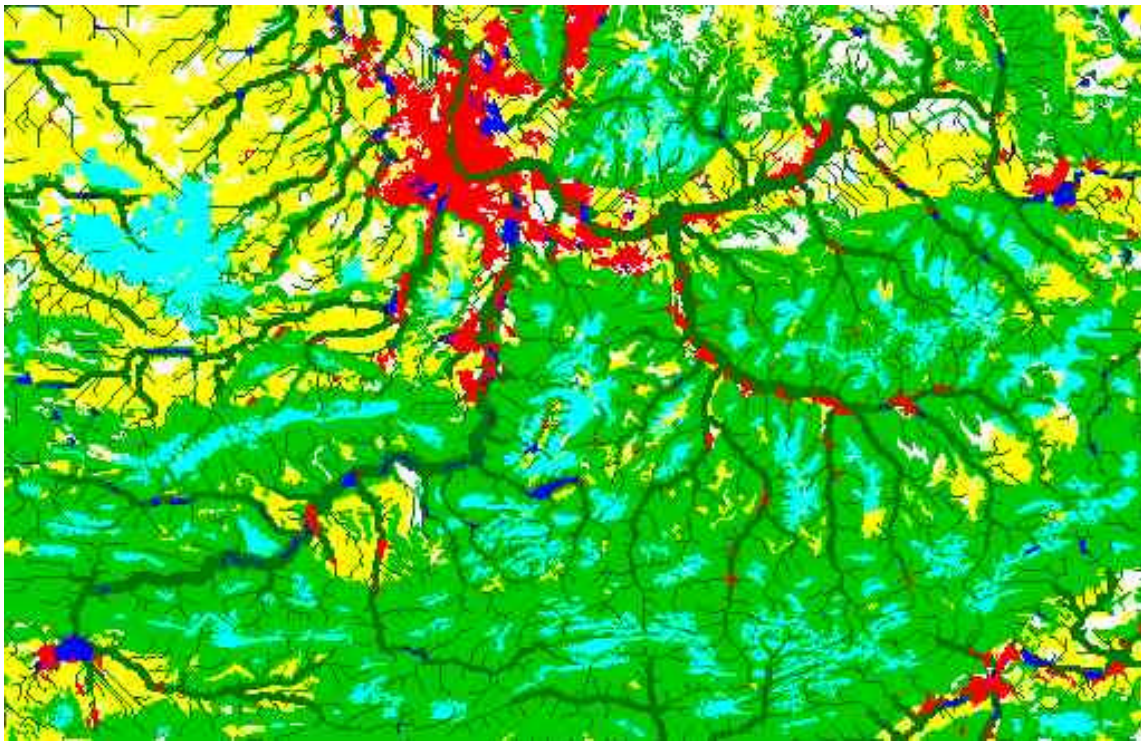
Die Bestimmung dieser Klassen wurde ebenfalls unter Entwicklung und Anwendung eines Regelwerkes vorgenommen. Die benötigten Basisinformationen wurden aus Informationen des Digitalen Geländemodells und aus den Arealtypen attributierten Gebäudehöhen und aerodynamischen Rauhigkeitslängen entnommen. Mit Hilfe dieser Vorgehensweise wurden sowohl die geomorphometrischen Bedingungen als auch die Landnutzung bei der Ausweisung von Durchlüftungsklassen berücksichtigt. Flächen, die durch die Anwendung der Kriterien dieser Klassifikation nicht erfaßt wurden, sind als indifferente Flächen gekennzeichnet. Windexponierte Flächen wurden ausschließlich unter Verwendung geomorphometrischer Parameter ausgewiesen. Im Gegensatz dazu wurden Gebiete mit Kaltluftseebildung unter Einbeziehung der Topographie

und der Landnutzung modelliert, da sowohl bestimmte Reliefeigenschaften als auch Staueffekte von Gebäudestrukturen zur lokalen Ansammlung kalter Luftmassen führen können. Um die Klassen der reliefbedingten Durchlüftung zu bestimmen, wurden komplexe DGM-Parameter verwendet. Gebiete der ungestörten oder reduzierten Durchlüftung werden durch den dominierenden Einfluß von Landnutzungsstrukturen auf die Durchlüftungsbedingungen charakterisiert.

Tabelle 3. Definition und Eigenschaften der verwendeten Durchlüftungsklassen im KABA-Projekt

Code	Durchlüftungsklasse	Charakteristiken
0	Indifferente Flächen	Innerhalb der Regeln des Klassifikationsschemas nicht definiert
1	Windexponierte Flächen	Höher gelegenene Kuppenlagen mit z.T. stark erhöhten Windgeschwindigkeiten
2a	Reliefbedingte Durchlüftungsbahnen	Kanalisierte Ableitung von Kaltluft aus größeren Kaltlufteinzugsgebieten Reliefbedingte Windfeldmodifikationen bei synoptischen Wetterlagen
2b	Reliefbedingte Durchlüftung an Hängen	Ausbildung von lokalen Hangwinden, die insbesondere hangabwärtsgerichtete Kaltlufttransporte ermöglichen Reliefbedingte Windfeldmodifikation bei synoptischen Wetterlagen
3	Gebiete ungestörter Durchlüftung	Keine wesentliche Windfeldmodifikation durch Rauhigkeitselemente oder durch anthropogene Wärmeproduktion
4	Gebiete reduzierter Durchlüftung	Verminderte Windgeschwindigkeiten und reduzierter Luftmassenaustausch in Gebieten mit dichter Bebauung aufgrund von Hindernissen und anthropogenen Wärmequellen
5	Kaltluftakkumulationsgebiete	Verminderte Windgeschwindigkeiten aufgrund der Ansammlung von Kaltluft in größeren Hohlformen oder aufgrund von Staueffekten an Talverengungen und Gebäudestrukturen

Abb. 5. Durchlüftungsklassen des Untersuchungsgebietes



Indifferente Flächen

Windexponierte Flächen

Reliefbedingte Durchlüftungsbahnen

Reliefbedingte Durchlüftung an Hängen

Gebiete ungestörter Durchlüftung

Gebiete reduzierter Durchlüftung

Kaltluftakkumulationsgebiete

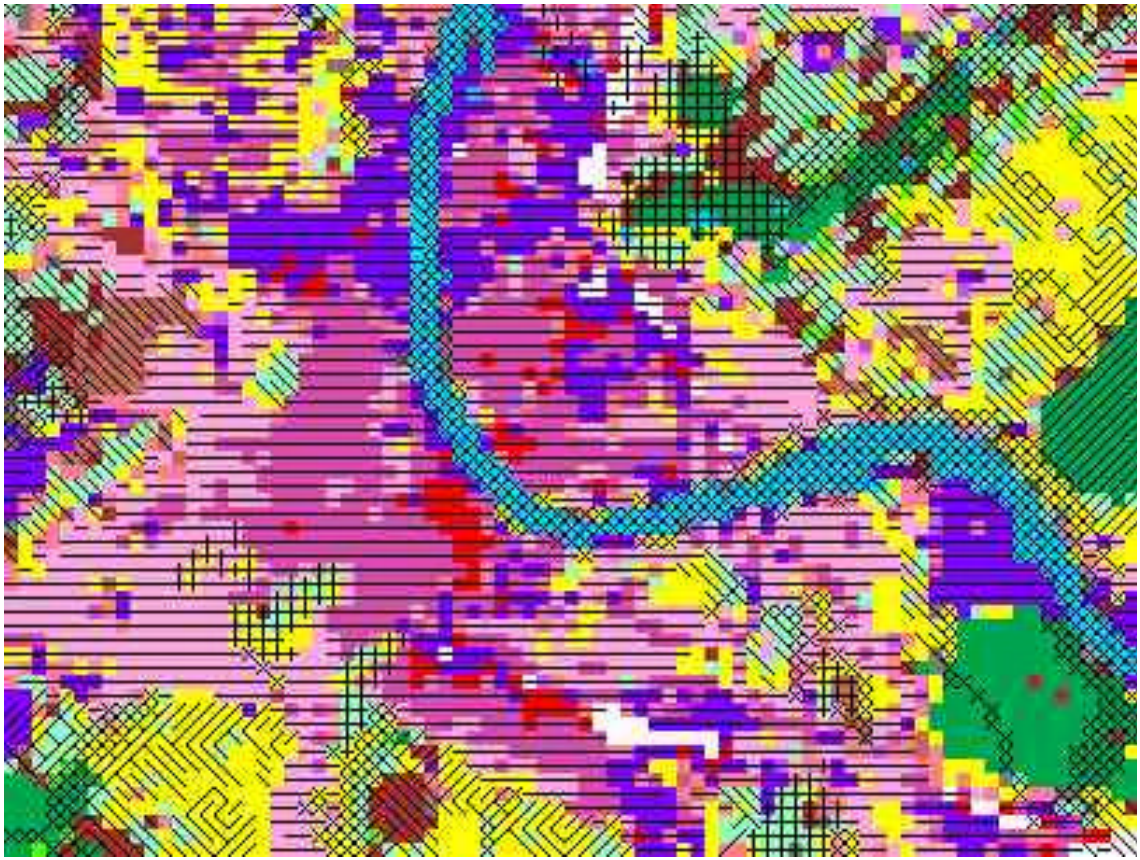
Klimatope

Das wesentliche Ziel dieses Projektes lag in der Erstellung von Karten, die es dem Planer erlauben, klimatische Aspekte in den Planungsprozeß zu integrieren. Vergleichbare Studien, v.a. in deutschsprachigen Ländern, benutzen sog. „Synthetische Klimafunktionskarten“. Synonym dazu wird der Begriff „Klimatopkarten“ benutzt. Klassische Konzepte der Ausweisung von Klimatopen enthalten einige Probleme und Einschränkungen, die wir durch die Entwicklung eines verbesserten Verfahrens der digitalen Ausweisung von Klimatopen umgehen wollten.

Die Grundlage der Ausweisung von Klimatopen bildet die Verschneidung der klassifizierten Arealtypen und Durchlüftungsklassen. Insofern sind die Klimatope das Ergebnis der Kombination von Arealtypen und Durchlüftungsklassen. Mit Hilfe dieser Methode konnte ein bis dahin nicht erreichter Grad an Differenzierung der Klimatope vorgenommen werden.

Die Siedlungsflächen findet man vorwiegend in den Talböden der größeren Täler. Hier dominieren folglich urbane Klimatope (siehe Abb.6). Das Untersuchungsgebiet besitzt aber auch eine große Anzahl von ländlichen Klimatopen, da große Teile des Kantons Basel-Landschaft im Schweizer Jura gelegen sind (siehe Abb. 7). Es ist naheliegend, dieses neue Konzept auf andere Gebiete zu übertragen, da die Ausweisung von Klimatopen auf der Analyse klimatischer Faktoren beruht. Eine Abhängigkeit von der Verteilung und Variabilität lokaler klimatischer Elemente besteht nicht. Jeder einzelne Arbeitsschritt innerhalb des gesamten Konzeptes basiert auf objektiven und transparenten Klassifizierungsregeln. Ein hoher Grad an Automation konnte erreicht werden. Die Durchlüftungsklassen und Arealtypen können sich zwar in Abhängigkeit vom Untersuchungsraum teilweise ändern, die generelle Gültigkeit des zugrundeliegenden Konzeptes ist jedoch gewährleistet.

Abb. 6. Klimatope des Untersuchungsgebietes. Ausschnitt mit überwiegend urbanen Arealtypen



Legende zu Abb. 6. und 7.



Waldflächen

Grünland und Obstanbaugebiete

Wasserflächen

Ackerflächen

Sportflächen

Gartenflächen

Ausgedehnte Eisenbahnflächen

Aufgelockerte Wohnbebauung

Gemischte Siedlungsstrukturen

Urbane Wohnbebauung

Dichte, urbane Wohnbebauung

Gemischte Wohn- und Industriegebiete

Wirtschafts- und Industriegebiete

Hochverdichtete urbane Bebauung

Ausgedehnte Verkehrsflächen

Windexponierte Flächen

Durchlüftung entlang den Tiefenlinien

Durchlüftung an Hängen

Gebiete ungestörter Durchlüftung

Gebiete reduzierter Durchlüftung

Gebiete der Ansammlung von Kaltluftseen

Indifferente Flächen

Abb. 7. Klimatope des Untersuchungsgebietes. Ausschnitt mit überwiegend ländlich geprägten Arealtypen

