

Ein Verfahren zur ökologischen Analyse und Bewertung städtischer Oberflächenstrukturen

Achim Schulz

starting from the necessity to force practical ecological inquiry with the determination to get a positive influence on injured ecological systems, a new method is introduced in order to analyse and evaluate towns and cities under climatic, ecological and hygienic aspects.

The fundamental idea is to get a proportion between the effective output of positive and negative townsurfaces. This proportion, which points out the environmental conditions of a distinct area, is called the KÖH-Wert, that means the climatic, ecological and hygienic value.

This KÖH-Wert should help planning authorities and politicians to find out, where to put special investments in order to improve the ecological conditions in townareas.

city green, infrared-remote-sensing, urban climatology, urban ecology.

1. Einführung

Die zunehmende Belastung der Ökosysteme unserer Erde im allgemeinen und der urbanen im ganz besonderen macht es immer zwingender notwendig, ökologische Forschungsergebnisse für die tägliche planerische Anwendung aufzubereiten.

Dies verlangt eine Reduzierung und Vereinfachung ökologischer Erkenntnisse, ohne daß die grundlegenden Abhängigkeiten und Zusammenhänge verloren gehen dürfen.

Solche vereinfachte Modelle ökologischer Wirkungsgefüge sind auf bestimmte, vorher determinierte ähnliche Räume übertragbar. Sie müssen dem Anwender durchschaubar und auch in gewissem Maße variierbar, d.h. den örtlichen Gegebenheiten und den an sie gestellten Anforderungen anpaßbar sein. Wichtig für die politische Durchsetzbarkeit ökologischer Planung ist die Erarbeitung einer relativen, objektiv erfassbaren Wertigkeit bestimmter Ökosystemtypen, die eine Abwägung einzelner Nutzungsinteressen gegeneinander ermöglicht. Einige Arbeiten in dieser Richtung sind in jüngster Zeit erschienen (z.B. BECHET 1976, WERNER 1980).

2. Grundgedanken zum Verfahren

Nachstehend sei ein Verfahren zur ökologischen Analyse und Wertung städtischer Oberflächenstrukturen in seiner Grundstruktur kurz vorgestellt (SCHULZ 1982). Grundsätzlich beruht es auf der Unterscheidung von unversiegelten, wasserdurchlässigen, offenen Flächen und von versiegelten wasserundurchlässigen Flächen. Diese beiden Flächengruppen werden in sich noch einmal unterteilt: Die offenen Flächen gliedern sich hierbei in offene Flächen ohne Vegetation, in Wasserflächen und in Grünflächen, die wiederum in Acker- und Feldflächen, Rasen, Wiesen bzw. Grünland und in Flächen mit Bäumen bzw. Sträuchern aufgeteilt sind. Die versiegelten Flächen werden als versiegelte (Frei-) Flächen, das sind z.B. asphaltierte und betonierte Straßen, Park- und Hofplätze, und als überbaute Flächen noch einmal unterteilt (Abb. 1). Die offenen Flächen gelten hierbei als im klimatisch-ökologisch-hygienischen Sinne günstig wirkend, die versiegelten Flächen als ungünstig wirkend.

Da diese Flächen unterschiedliche ökologische Funktionen erfüllen und so auch untereinander eine unterschiedliche relative Wertigkeit besitzen, galt es, hierfür einen geeigneten Gewichtungsschlüssel zu finden. Dazu bot sich die Auswertung der reichlich vorhandenen Literatur bezüglich der sog. Wohlfahrtswirkungen städtischer Gunstflächen an. Zusammengetragen z.B. bei FINKE et al. 1976 und AMMER et al. 1978. So wurden sieben Gunstflächengruppen auf die Erfüllung von neun verschiedenen Wohlfahrtswirkungen hin untersucht (Abb. 2). Hieraus ergab sich für die einzelnen Flächen ein relativer Bewertungsschlüssel zwischen 1 und 4. Um diese Werte noch einmal zu ergänzen bzw. rückzukoppeln, wurden auch die Forschungsergebnisse, die mit ganz konkret faßbaren Zahlen aus dem Bereich der Produktionsbiologie aufwarten konnten, ausgewertet und zusammengefaßt (Abb. 3). Hierbei ergab sich eine Übereinstimmung der relativen Wertigkeitsstufen.

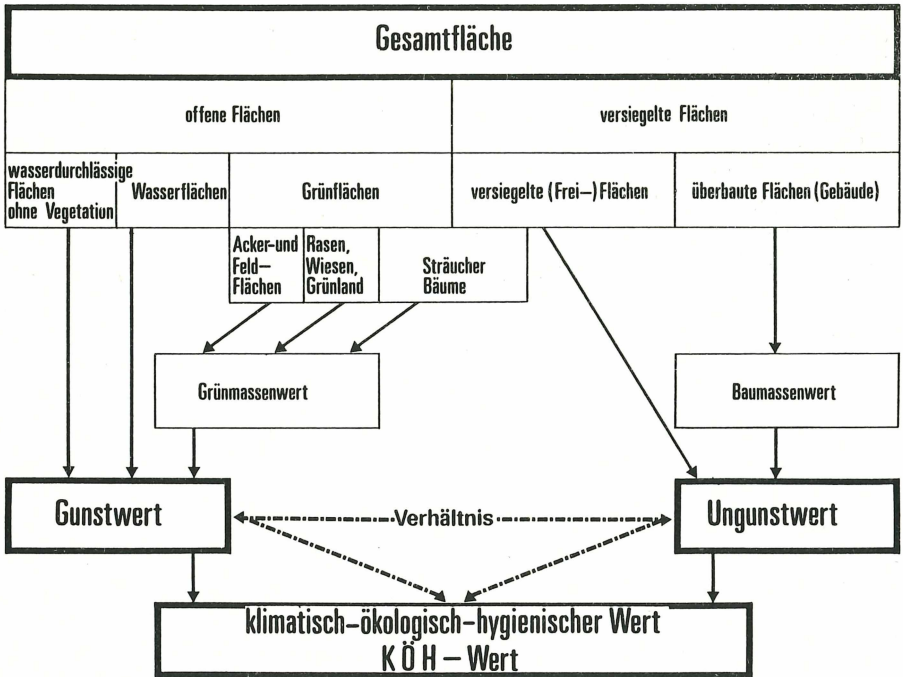


Abb. 1: Gedankliches Grundscheema zum Verfahren.

Wertungsschlüssel:

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|------|--|------------------|--|--------|--|-------|--|---------|--|
| Erfüllungsgrad | | null | | gering- mäßig | | mittel | | stark | | optimal | |
| Bewertungsziffer | | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |

| Gewichtung | 2x | 2x | 2x | 1x | 1x | 1x | 1x | 1x | 1x | | | |
|---|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|----|------|--|
| Wohlfahrts- funktionen | Temperatur- minderung | Kaltluft- produktion | Erhöhung der relativen Luftfeuchte | Einstrahlungs- minderung | Frischluft- zufuhr | Wind- beruhigung | Luftzirkulations- bildung | Gas- und Staub- filtration | Lärm- minderung | M | :g | relative Bewertungsziffer (gerundet) |
| Gunstflächen | | | | | | | | | | | | |
| offene, wasserdurchlässige Flächen ohne Vegetation | 1/2 | 2/4 | 1/2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 1,22 | 1 |
| Wasserflächen | 4/8 | 3/6 | 4/8 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1 | 29 | 3,22 | 3 |
| Acker- und Feldflächen, Grabeland | 1/2 | 4/8 | 2/4 | 0 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 21 | 2,33 | 2 |
| Rasen, Wiesen, Grünland | 1/2 | 4/8 | 2/4 | 0 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 21 | 2,33 | 2 |
| Kletterpflanzen (an Fassaden oder Mauern) | 2/4 | 1/2 | 2/4 | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 19 | 2,11 | 2 |
| Büsche, Hecken, kleinere Bäume | 3/6 | 1/2 | 3/6 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 29 | 3,22 | 3 |
| größere Bäume, Baumreihen und -gruppen | 4/8 | 1/2 | 4/8 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 40 | 4,44 | 4 |

Modifikationen des Bewertungsschlüssels:

- Ein Zusatzpunkt bei:
1. Flächenhaft auftretender ökologischer Vielfalt
 2. Flächen von besonderer klimatischer Bedeutung (Ventilationsbahnen)

- Punkteabzug bei:
- Beeinträchtigung des Gesundheits- und Vitalitätszustandes der Vegetationsformationen entsprechend dem Schädigungsgrad

Abb. 2: Bewertungsmatrix I.
Wohlfahrtswirkungen städtischer Gunstflächen.

| | Nettoprimär- produktion | ca Verhältnis | Transpiration | ca Verhältnis | Energiebindung | ca Verhältnis | O ₂ -Produktion | ca Verhältnis | N der Verhältnis- zahlen | relative Bewertungsziffer (gerundet) |
|-----------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|--------------------------------|--|
| Kulturland | 450 g/m ² /a | 1 | 400 mm/a | 1 | 2700 kcal/m ² /a | 1 1/2 | 500- 2000 g/m ² /a | 1 | 4 1/2 | 2 |
| Grasland | 500 g/m ² /a | 1 | 400 mm/a | 1 | 2000 kcal/m ² /a | 1 | 500- 600 g/m ² /a | 1 | 4 | 2 |
| Kletterpflanzen | | (1) | | (1) | | (1) | 500 g/m ² /a | 1 | 4 | 2 |
| Wälder | 1100 g/m ² /a | 2 | 600 mm/a | 1 | 4600 kcal/m ² /a | 2 1/2 | 1000 g/m ² /a | 2 | 7 1/2 | 4 |

Abb. 3: Bewertungsmatrix II.

Zusammengefaßte und gemittelte Ergebnisse aus der Produktionsbiologie und der Ökologie.

Um zusätzliche Faktoren und damit eine weitere Differenzierung in die Bewertung mit einfließen zu lassen, wurden in der praktischen Anwendung, bei der ein etwa 3 km² großes Teilgebiet der Wiesbadener Innenstadt untersucht wurde, noch Modifikationen bzw. Ergänzungen des Bewertungsschlüssels in die Auswertung mit aufgenommen. Positiv mit einem Punktzuschlag berücksichtigt wurden hierbei Flächen ökologischer Vielfalt, wie sie bei bestimmten Grünstrukturen auch innerhalb eines Stadtgebietes auftreten können - das aufgelaßene Gleisdreieck zwischen Potsdamer Straße und dem Anhalter Bahnhof in Berlin (West) wäre hierfür ein Paradebeispiel - und Flächen von einer für das Stadtklima herausragenden klimatischen Bedeutung. Dies ist der Fall z.B. bei Ventilationsbahnen, die sich, sollten noch keine flächendeckenden Messungen für das zu untersuchende Stadtgebiet erfolgt sein, auch recht einfach und sicher nach der von WERNER 1980 entwickelten und beschriebenen Methode ermitteln lassen.

Geschädigte Vegetationsformen erhalten einen Punkteabzug entsprechend ihrem Schädigungsgrad. (Einen Punkt bei 1/3 Schädigung, 2 Punkte bei 2/3 Schädigung (vgl. Abb. 2). Weitere zusätzliche Faktoren können und sollen gegebenenfalls mit in das Bewertungssystem einbezogen werden. Für die Ermittlung der negativen Wertigkeit der versiegelten Flächen diene als einfaches objektives Maß die Ermittlung der Baummassen, da man davon ausgehen kann, daß mit steigender Über- und Bebauung von vormalig unversiegelter und noch relativ natürlicher Landschaft die Beeinträchtigungen und Schädigungen dieser Landschaft und ihrer naturnahen Ökosysteme zunehmen.

Dennoch können und sollen auch hier noch zukünftig zusätzliche Modifikationen in die Bewertung mit einfließen. So spielt z.B. bei Straßenflächen die Verkehrsbelastung eine wichtige Rolle, die entsprechend der Fahrzeugfrequenz, dem Verkehrsfluß und der Lärmbelastung berücksichtigt werden kann. Bei den Gebäuden selbst wirken sich z.B. Wärmedämmungs- und Energiesparmaßnahmen positiv aus und vermindern die Immissionsbelastung und den sich weitgehend negativ auswirkenden Stadtklimaefekt. Das gleiche gilt natürlich auch für die unterschiedliche Ausweisung und Gewichtung von Industriegebieten entsprechend ihren umweltrelevanten Auswirkungen.

3. Praktische Anwendung des Verfahrens

Das praktische Vorgehen bei der Wiesbadener Untersuchung bestand zunächst in der Auswertung von Infrarotluftbildern. Auf diesen Bildern grenzen sich die Gunstflächen, repräsentiert vor allem durch das in den Falschfarbenbildern deutlich in Rottönen erscheinende Grün, sehr gut gegen die in verschiedenen Blautönen erscheinenden versiegelten Ungunstflächen ab. Die dreidimensionale Betrachtung ermöglichte die Ermittlung der Baumgrößen und der Gebäudehöhen, so daß eine sehr differenzierte und genaue Kartierung entsprechend dem Kennzeichnungs- und Bewertungsschlüssel (Tab. 1) vorgenommen werden konnte.

Die nachfolgende Digitalisierung der so entstandenen Karte und die EDV-Verarbeitung führte zu einem auf die einzelnen Baublöcke bezogenen Ergebnisausdruck (Tab. 2). Diese Ergebnisse werden weit aufgefächert dargestellt und erlauben eine Charakterisierung der untersuchten Flächeneinheiten, so daß bestimmten Bebauungsstrukturen bestimmte Ergebniswerte zugeordnet werden können (SCHULZ 1982). Die Ergebnisse werden in dem KÖH-Wert zusammengefaßt, der den klimatisch-ökologisch-hygienischen Zustand der untersuchten Flächeneinheit widerspiegelt.

Tab. 1: Kennzeichnungs- und Bewertungsschlüssel

| 1. <u>Versiegelte Flächen</u> | Kennziffer | Multiplikator |
|---|------------|---------------|
| Versiegelte (Frei-)Flächen | 00 | 2.5 |
| Überbaute Flächen (Gebäude) bis 5 m Höhe | 10 | 2.5 |
| über 5 - 10 m Höhe | 11 | 7.5 |
| über 10 - 15 m | 12 | 12.5 |
| über 15 - 20 m | 13 | 17.5 |
| über 20 - 25 m | 14 | 22.5 |
| über 25 - 30 m | 15 | 27.5 |
| über 30 - 35 m | 16 | 32.5 |
| über 35 - 40 m | 17 | 37.5 |
| über 40 - 50 m | 18 | 45 |
| über 50 - 70 m | 19 | 60 |
| | | Bewertung |
| Wasserdurchlässige Flächen ohne Vegetation | 20 | 1 |
| von besonderer klimatischer Gunst | 21 | 2 |
| | | |
| 2. <u>Offene Flächen</u> | | |
| Wasserflächen | 30 | 3 |
| Acker- und Feldflächen | 40 | 2 |
| bei starker Beeinträchtigung (Schädigung) | 41 | 1 |
| von besonderer ökologischer Vielfalt | 42 | 3 |
| von besonderer klimatischer Gunst | 43 | 3 |
| Rasen, Wiesen, Grünland, Stauden | 50 | 2 |
| bei starker Beeinträchtigung (Schädigung) | 51 | 1 |
| von besonderer ökologischer Vielfalt | 52 | 3 |
| von besonderer klimatischer Gunst | 53 | 3 |
| Kletterpflanzen | 60 | 2 |
| bei vertikaler Ausdehnung und ca. 3 m Höhe (Darstellung als Strich gem. d. Breite) | 61 | 6 |
| 6 m | 62 | 12 |
| 9 m | 63 | 18 |
| 12 m | 64 | 24 |
| 15 m | 65 | 30 |
| 18 m | 66 | 36 |
| Büsche, Hecken, Sträucher, kleine niedrige Baumgruppen | 70 | 3 |
| über 20, 30, 40, 50 | 71 | 2 |
| bei ca. 1/3 Schädigung | 72 | 2 |
| über 20, 30, 40, 50 | 73 | 1 |
| bei ca. 2/3 Schädigung | 74 | 1 |
| über 20, 30, 40, 50 | 75 | 0 |
| Solitärbäume Ø ca. 1.5 m | 76 | 3 |
| über 20, 30, 40, 50 | 77 | 2 |
| bei ca. 1/3 Schädigung | 78 | 2 |
| über 20, 30, 40, 50 | 79 | 1 |
| bei ca. 2/3 Schädigung | 80 | 1 |
| über 20, 30, 40, 50 | 81 | 0 |
| Solitärbäume Ø ca. 3 m | 82 | 3 |
| über 20, 30, 40, 50 | 83 | 2 |
| bei ca. 1/3 Schädigung | 84 | 2 |
| über 20, 30, 40, 50 | 85 | 1 |
| bei ca. 2/3 Schädigung | 86 | 1 |
| über 20, 30, 40, 50 | 87 | 0 |
| Solitärbäume Ø ca. 4.5 m | 88 | 3 |
| über 20, 30, 40, 50 | 89 | 2 |
| bei ca. 1/3 Schädigung | 90 | 2 |
| über 20, 30, 40, 50 | 91 | 1 |
| bei ca. 2/3 Schädigung | 92 | 1 |
| über 20, 30, 40, 50 | 93 | 0 |
| Solitärbäume Ø ca. 6 m | 94 | 3 |
| über 20, 30, 40, 50 | 95 | 2 |
| bei ca. 1/3 Schädigung | 96 | 2 |
| über 20, 30, 40, 50 | 97 | 1 |
| bei ca. 2/3 Schädigung | 98 | 1 |
| über 20, 30, 40, 50 | 99 | 0 |
| große Solitärbäume, Baumgruppen | 100 | 4 |
| über 20, 30, 40, 50 | 101 | 3 |
| bei ca. 1/3 Schädigung | 102 | 3 |
| über 20, 30, 40, 50 | 103 | 2 |
| bei ca. 2/3 Schädigung | 104 | 2 |
| über 20, 30, 40, 50 | 105 | 1 |

Tab. 2: Stadt Wiesbaden: Klimatisch-ökologisch-hygienischer Wert
 Teilentwicklungsraum 33, Baublock 130

| | Quadratmeter bewertet | |
|---|-----------------------|--------|
| Gesamtfläche | 26140 | |
| Gunstwert | | 17143 |
| Offene Flächen | 6646 | 6872 |
| Offene Flächen ohne Vegetation | 3754 | 3754 |
| Wasserflächen | 0 | 0 |
| Ackerflächen | 1602 | 1602 |
| Grünland | 758 | 1516 |
| Bäume, Sträucher | 2811 | 10271 |
| Grünmassenwert | | 13389 |
| Versiegelte Flächen - Ungunstwert | 19494 | 183205 |
| Versiegelte Freiflächen | 9188 | 22970 |
| Gebäudeflächen - Baumassenwert | 10306 | 160235 |
| Versiegelte Flächen / Gesamtfläche | | 0.75 |
| Versiegelte Freiflächen / Gesamtfläche | | 0.35 |
| Gebäudeflächen / Gesamtfläche | | 0.39 |
| Baumassenwert / Gebäudefläche | | 15.55 |
| Ackerflächen u. Grünland / Gesamtfläche | | 0.09 |
| Bäume und Sträucher / Gesamtfläche | | 0.11 |
| Gunstwert / Gesamtfläche | | 0.66 |
| Ungunstwert / Gesamtfläche | | 7.01 |
| Gunstwert / Ungunstwert | | 0.09 |

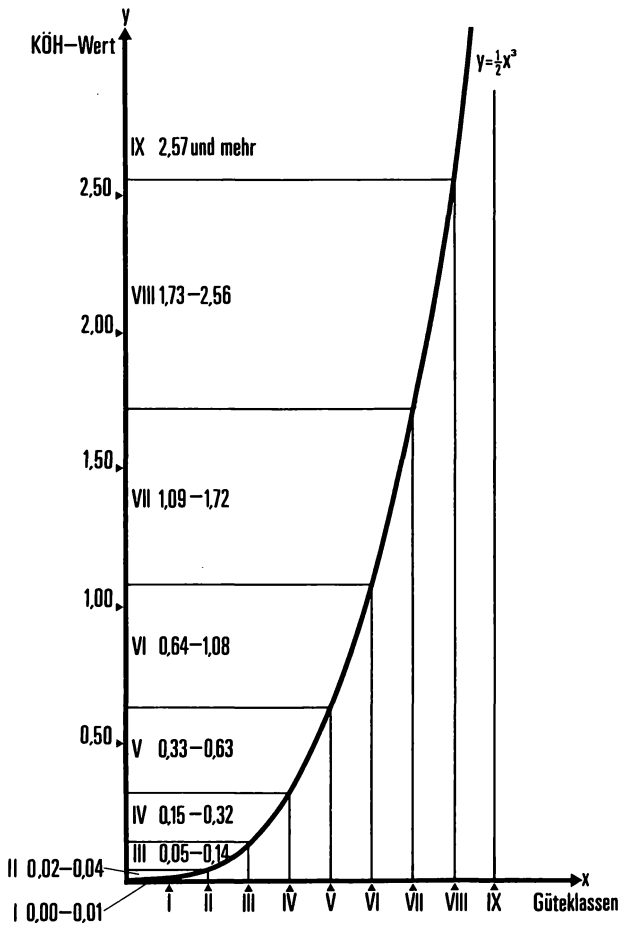


Abb. 4: Berechnung und Einteilung der Güteklassenbereiche.

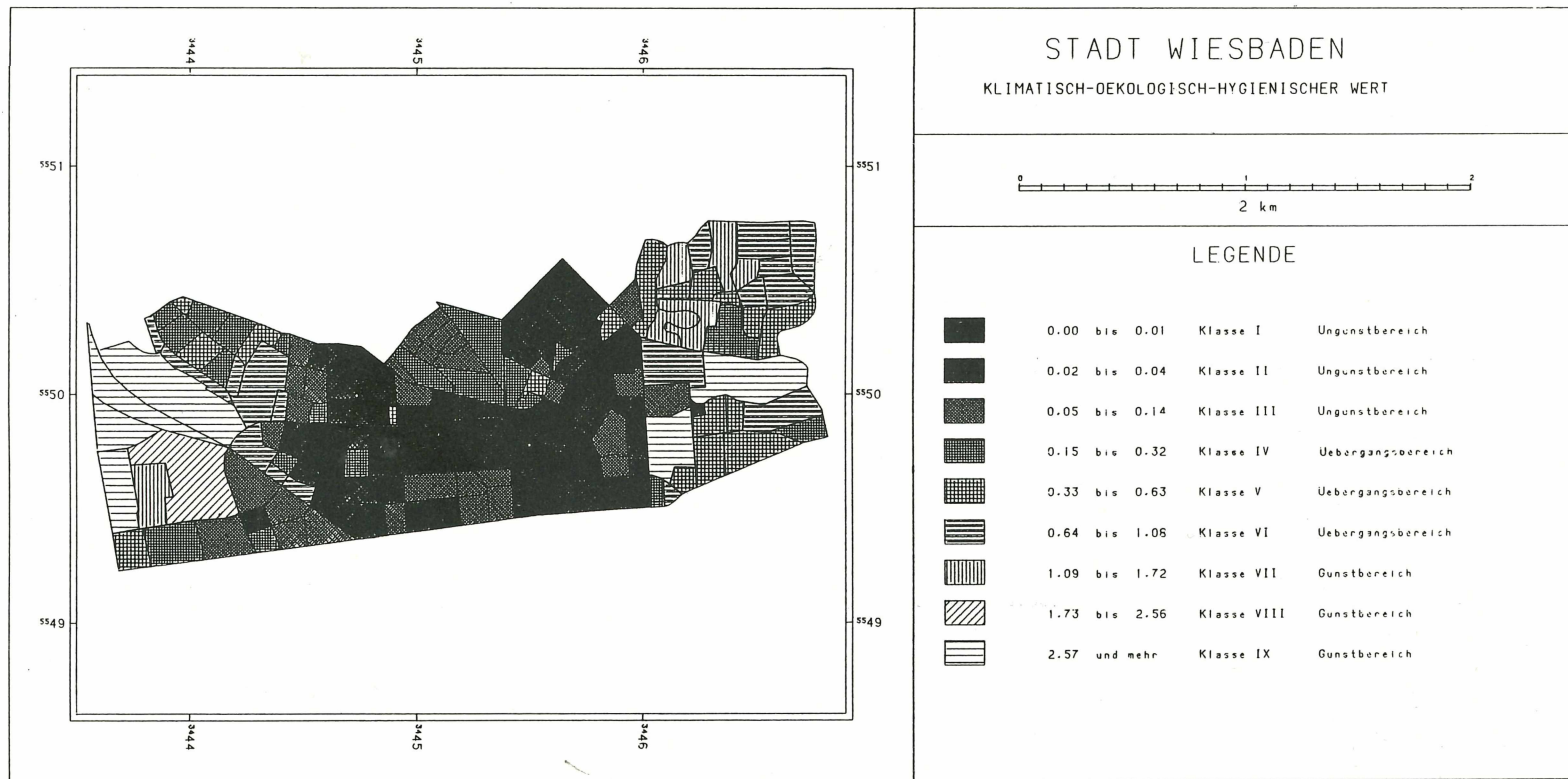


Abb. 5: Computerplott zur Verteilung der Güteklassen im Wiesbadener Untersuchungsgebiet.

Um eine Aussage über die relative Lage der untersuchten Räume zu erhalten, wurde eine Typisierung und Einordnung dieser Werte in neun Klassen vorgenommen. Die Einteilung der Klassen erfolgte auf Grund der mathematischen Struktur der Verhältniszahlen nach der Gleichung $y = 1/2 x^3$ (Abb. 4) und wurde nochmals in 3 Ungunstbereiche, 3 Übergangsbereiche und 3 Gunstbereiche unterteilt. In einem Computerplott konnten die einzelnen Baublöcke des Untersuchungsgebietes so eingeordnet dargestellt werden (Abb. 5).

4. Bedeutung für die Planungspraxis

Für die Planungspraxis ergibt sich so eine nuancierte Darstellung der Defizitbereiche, wie sie vor allem im Kernbereich der Innenstadt auftreten, und in die nun gezielt Gelder - soweit z.Z. überhaupt vorhanden - zur Umstrukturierung bzw. Verbesserung der ökologischen Struktur fließen können (Beispiel Hinterhofsanierung). Auf Grund der vorgesehenen oder der bereits ausgeführten Planungen läßt sich die Verbesserung numerisch hochrechnen, so daß zusätzliche ökologische Zielfindungskriterien die Planungsentscheidungen erleichtern, bzw. daß ökologische Planungskriterien überhaupt erst einmal in der Planung mit Berücksichtigung finden.

Das beschriebene Verfahren bleibt jedoch in seiner zusammenfassenden, übergeordneten ökologischen Aussage beschränkt; es gibt im wesentlichen die mikroklimatische Situation eines kleinräumigen Gebietes wieder. In der Wiesbadener Untersuchung stellten die einzelnen Baublöcke die Grundeinheiten zur Bewertung dar. Zu einer umweltökologischen Gesamtbeurteilung bedarf es naturgemäß der Überlagerung von weitaus mehr Datenketten sowie ihrer Integration in ein die Gesamtbeziehungen bestmöglich widerspiegelndes Funktionsmodell.

Entscheidend ist es in unserer von ökonomischen Nutzenberechnungen bestimmten Zeit, kategorisierbare Umweltdaten zu liefern, vor allem als Argumentationshilfe zunächst für Ökologen und Grünplaner und dann auch, sofern sie sich mit den Vorgaben identifizieren, für die Politiker, die ja als Vertreter des Volkes letztlich darüber entscheiden, ob unsere Umwelt lebenswerter und damit auch überlebensfähiger werden soll und darf.

Eine Sensibilisierung des öffentlichen Bewußtseins für ökologische Fragen ist z.Z. gegeben. An den Wissenschaftlern und Planern liegt es, die ökologischen Belange, trotz öffentlicher Finanznot, verständlich in die Öffentlichkeit zu tragen, damit sie dort zu unser aller Wohl auch praktische Verwirklichung finden können.

Literatur

- AMMER U., BECHET G., MATTHES U., MÖSSNER E., PALBUCHTA U., 1978: Entscheidungshilfen für die Freiraumplanung - Naturwissenschaftlicher Teil -, Materialien zur Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen 4.007. Düsseldorf (Inst. f. Landes- u. Stadtentwicklungsförderung des Landes NRW).
- BECHET G., 1976: Der Biotopwert. Ein Beitrag zur Quantifizierung der ökologischen Vielfalt im Rahmen der Landschafts- und Flächennutzungsplanung. Diss. München.
- FINKE L., HEIDTMANN E., MESNO R., REUSS J. von, SCZENSNY E.U., WERNER G., 1976: Zuordnung und Mischung von bebauten und begrüneten Flächen. Schriftenr. "Städtebauliche Forschung" BM Raumordnung, Bauwesen u. Städtebau O3.044.
- SCHULZ A., 1982: Stadtökologische Wirkungsgefüge und ihre Bilanzierung in einem praxisbezogenen Bewertungsmodell. Diss. (FB Geowissenschaften) Univ. Mainz.
- WERNER G., 1980: Ein Modellansatz zur Bewertung der klimaökologischen Nutzungsverträglichkeit. Diss. Univ. Dortmund.

Adresse

Achim Schulz
Bergstr. 13

D-6200 Wiesbaden-Sonnenberg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: [10_1983](#)

Autor(en)/Author(s): Schulz Achim

Artikel/Article: [Ein Verfahren zur ökologischen Analyse und Bewertung städtischer Oberflächenstrukturen 175-181](#)