

Aus der Sektion Geographie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Wissenschaftsbereich Physische Geographie

(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. B. Reuter)

und der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten

(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. R. Schubert)

Möglichkeiten und Grenzen des Nachweises thermischer Differenzierungen in Städten mit Hilfe von Zeigerpflanzen – Beispieltransekt Halle

Von Frank Schiller, Pia Heidel und Stefan Klotz

Mit 4 Abbildungen und 2 Tabellen

(Eingegangen am 6. Juni 1989)

1. Einleitung

Das Klima der Städte unterscheidet sich deutlich von dem des Umlandes. Entsprechende Untersuchungsergebnisse liegen seit längerer Zeit vor (Kratzer 1937, 1956; Oke 1978; Nübler 1979 u. a.). Insbesondere die Eigenschaft der Städte, unter bestimmten meteorologischen Bedingungen eine positive Temperaturdifferenz Stadt-Umland, die „städtische Wärmeinsel“ (bzw. „Wärmearchipel“) aufzubauen, ist eines der am besten untersuchten Phänomene des Stadtklimas. So weist Kratzer (1956) auf folgende Veränderungen biologisch wichtiger Parameter durch die städtische Überwärmung hin (Auswahl):

- die Dauer der frostfreien Zeit ist 16–61 Tage länger,
- die Zahl der Frosttage nimmt um 10–31 Tage ab,
- die Jahresmitteltemperatur liegt um 0,5–1,5 Grad höher.

Wie sich diese Veränderungen auf die Stadtfloren auswirken, war Gegenstand von Untersuchungen in einigen Städten der BRD (vgl. Wittig u. Durwen 1981) und DDR (Klotz 1984, 1987). In diesen Arbeiten wurden die Temperaturzeigerwerte (nach Ellenberg 1979) der Stadtfloren mit denen der Umlandfloren bzw. mit historischen Floren von Gebieten, die heute von einer Großstadt eingenommen werden (Flora der Stadtkreise Halle und Halle-Neustadt 1983 und dieses Gebietes von 1848) verglichen. Die Ergebnisse zeigten eindeutig, daß der Anteil wärmeliebender Arten (absolut und relativ) bei den Stadtfloren größer ist.

Gödde u. Wittig (1982/83) versuchten die Temperaturdifferenzierungen innerhalb einer Stadt (Münster) mit Hilfe der Zeigerwerte der Spontanflora zu erfassen. Phänologische Kartierungen hatten sich für die Lösung dieser Fragestellung schon bewährt (Zacharias 1972).

Das Vorkommen von 11 Arten mit dem Temperaturzeigerwert sechs und von sechs Arten mit dem Zeigerwert sieben (nach Ellenberg 1979) ist von Gödde und Wittig in Rastern von 250 x 250 m erfaßt worden. Parallel hierzu wurden die Durchschnittswerte der Temperaturzahlen aller in diesen Rastern vorkommenden Arten ermittelt. Die so erhaltenen Rasterkarten bringen Unterschiede innerhalb der Stadt gut zum Ausdruck. Die Autoren postulierten, daß dies die Widerspiegelung der thermischen Differenzierung sei.

Die Methodik dieser Untersuchung sollte in abgewandelter Form am Beispiel eines Transekts in Halle/Saale getestet und die Aussagefähigkeit der Resultate geprüft werden. Da die Pflanzen lediglich das „Klima“ ihres Standraumes indizieren können, d. h. das Mikro- bzw. Bestandsklima, erhebt sich die Frage, sind Temperaturgradienten als mesoklimatisches Phänomen in der Stadt mit nur einigen Zeigerarten nachweisbar oder kennzeichnen sie vielmehr ein Mosaik von Mikroklimaten, die stark von der anthropogenen Standortgestaltung abhängen.

2. Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Als Untersuchungsgebiet wurde ein 400 m breiter von NW nach SE durch das Stadtgebiet von Halle/Saale führender Transekt ausgewählt (vgl. Abb. 1). Er beginnt im NW im Bereich der Saaleaue, endet im SE in einem Industriegebiet am östlichen Stadtrand und umfaßt eine Fläche von insgesamt 1,83 km² (183 Rasterquadrate je 100 x 100 m).

Das Kartierungsgebiet beinhaltet ein breites Spektrum städtischer Flächennutzungsarten (extensiv und intensiv genutzte Auenbereiche, Innenstadtgebiete, z. B. Alter Markt, Rannischer Platz, Industrieflächen). Der Transekt folgt damit einem hypothetischen mesoklimatischen Gradienten der Wärmeinselintensität (von naturnahen Auenbereichen bis zur stark versiegelten Innenstadt).

Die makroklimatischen Verhältnisse von Halle werden durch die Lage der Stadt im Übergangsgebiet vom niederschlagsarmen Binnenlandklima im Mittelgebirgslee zum niederschlagsreicheren Binnenlandklima der Leipziger Tieflandsbucht bestimmt. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt 508 mm, die Jahresmitteltemperatur liegt bei 9,4 °C (50jähriges Mittel 1901–1950, Stadtstation Halle/S.), gegenüber 8,5 °C außerhalb des Stadtgebietes (vgl. Jänckel, Krause u. Walossek 1972).

Natürlich anstehende Böden im Stadtgebiet wurden, mit Ausnahme weniger Bereiche in der Saaleaue, durch Abtrag, Auftrag bzw. Vermischung weitgehend verändert, d. h. gestört, fossilisiert bzw. zerstört. Charakteristisch für die auf wenigen Restflächen in der Stadt erhalten gebliebenen Böden ist deren erhöhter Kalk- und verringertes Humusgehalt (vgl. Billwitz u. Breuste, 1980). Im Norden des Untersuchungsgebietes treten die für den Norden der Stadt Halle typischen Porphyre des Halleschen Vulkanitkomplexes oberflächlich in Erscheinung. Sie bilden hier am östlichen Rand der Saaleaue den Übergang zur Hochfläche in Form von steilen Felswänden (Reste eines ehemaligen Steinbruches).

3. Methodik

In 183 Rastern, die einen Transekt durch die Stadt Halle bilden (vgl. Abb. 1), wurden 24 ausgewählte Arten (vgl. Tab. 1) durch Begehung kartiert¹⁾. Basierend auf der Kenntnis der Flora von Halle und der Zeigerwerte (nach Ellenberg 1979) erfolgte die Artenauswahl²⁾. In diesem Zusammenhang machten sich Veränderungen und Ergänzungen der Temperaturzeigerwerte entsprechend den Bedingungen des Halleschen Raumes (*Amaranthus retroflexus* von neun auf acht, Festlegung der Temperaturzeigerwerte für *Ailanthus altissima* = acht und *Lycium barbarum* = sieben) notwendig. Bei der Auswahl der zu kartierenden Arten war neben deren Häufigkeit im Stadtgebiet weiterhin zu beachten, daß für diese der Temperaturfaktor der dominierende ökologische Standortfaktor sein sollte. Daraus ist auch der mit 62,5 % relativ hohe Anteil einjähriger und einjährig-überwinternder Arten in der Liste zu erklären. Diese Pflan-

¹⁾ Die Raster 1a–15d wurden von P. Heidel, die Raster 16a–46 d von F. Schiller kartiert.

²⁾ Artauswahl und Zeigerwertkorrektur von S. Klotz.

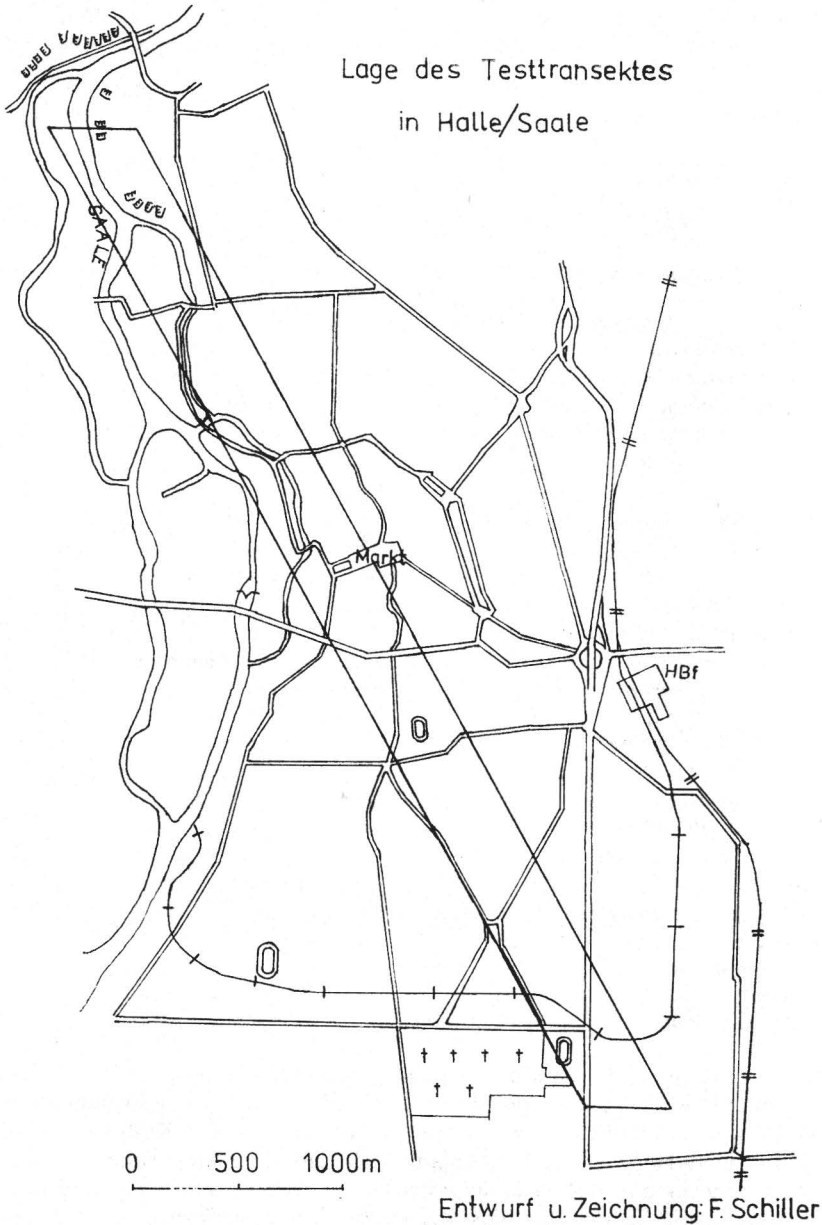


Abb. 1. Skizze der Transektlage in Halle/Saale

zen sind gegenüber den mehrjährigen Arten bzw. Holzgewächsen jedes Jahr auf ihnen zusagende Temperaturen angewiesen, um ihren ontogenetischen Zyklus (Keimung, Wachstum, Blühphase, Samenreife) durchlaufen zu können. Sie haben lediglich die Möglichkeit als Samen ungünstige Witterungsperioden zu überdauern. Der Anteil der Neophyten (58,4 %) ist sehr hoch, bei diesen handelt es sich meistens um Arten wärmerer Ursprungsgebiete. Neben fünf einheimischen Pflanzenarten befinden sich auch fünf Archaeophyten in dieser Liste, so daß 79,2 % der ausgewählten Pflanzen vor

allem durch die wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen (Ackerbau, Handel, Industrie) in unser Gebiet gelangen konnten. Die Arten besiedeln vorzugsweise vom Menschen geschaffene Standorte.

Tabelle 1. Kartierte Pflanzenarten

| Ifd. Nr. | Wissenschaftlicher Pflanzenname | Deutscher Pflanzename | Temperaturzahl nach Ellenberg (1979) |
|----------|---|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. | <i>Ailanthus altissima</i> (MILL.) Swingle | Götterbaum | 8 |
| 2. | <i>Alliaria petiolata</i> (M. BIEB.) Cavara et Grande | Lauchhederich | 6 |
| 3. | <i>Amaranthus retroflexus</i> L. | Zurückgebogener Amarant | 8 |
| 4. | <i>Ballota nigra</i> L. | Schwarznessel | 6 |
| 5. | <i>Bromus hordeaceus</i> L. | Weiche Trespel | 6 |
| 6. | <i>Bromus sterilis</i> L. | Taubel Trespel | 7 |
| 7. | <i>Cardaria draba</i> (L.) Desv. | Pfeilkresse | 7 |
| 8. | <i>Chaerophyllum temulum</i> L. | Tauml-Kälberkropf | 6 |
| 9. | <i>Chelidonium majus</i> L. | Schöllkraut | 6 |
| 10. | <i>Clematis vitalba</i> L. | Gemeine Waldrebe | 7 |
| 11. | <i>Diploxaxis tenuifolia</i> (L.) DC | Schmalblättriger Doppelsame | 7 |
| 12. | <i>Euphorbia peplus</i> L. | Gartenwolfsmilch | 6 |
| 13. | <i>Galinsoga ciliata</i> (RAF.) Blake | Zottiges Franzosenkraut | 7 |
| 14. | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav. | Kleinblütiges Franzosenkraut | 6 |
| 15. | <i>Hordeum murinum</i> L. | Mäuse-Gerste | 7 |
| 16. | <i>Lactuca serriola</i> L. | Kompaß-Lattich | 7 |
| 17. | <i>Lycium barbarum</i> L. | Gemeiner Bocksdorn | 7 |
| 18. | <i>Mercurialis annua</i> L. | Einjähriges Bingelkraut | 7 |
| 19. | <i>Robinia pseudoacacia</i> L. | Robinie | 7 |
| 20. | <i>Salsola kali</i> L. | Kalisalzkraut | 7 |
| 21. | <i>Sisymbrium altissimum</i> L. | Hohe Rauke | 6 |
| 22. | <i>Sisymbrium loeselii</i> L. | Lösels Rauke | 7 |
| 23. | <i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop. | Wege-Rauke | 6 |
| 24. | <i>Solidago canadensis</i> L. | Kanadische Goldrute | 7 |

Die Rastermethode wurde als Kartierungsmethode ausgewählt, um durch die feststehende Flächengröße (1 ha) eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse und deren mathematische Verarbeitung zu gewährleisten. Nachteile der Rastermethode, die sich aus der großen Heterogenität der Stadt, d. h. aus dem kleinräumigen Wechsel der Oberflächenmerkmale, der Bebauungsstruktur, der Flächennutzung und deren Intensität ergeben, sind bei der Ergebnisinterpretation besonders zu beachten.

Bei der Auswertung erhielt der Zeigerwert sechs einen Punkt, sieben zwei und acht drei Punkte für die Bewertung. Die Summen der Punkte pro Raster sind die Florengrade. Der Vegetationsgrad ist der Durchschnitt der Zeigerwerte aller erfaßten Arten pro Raster. Er kann theoretisch nur zwischen 6,0 und 8,0 liegen. Aus der Addition der Klassen der Floren- und Vegetationsgrade und anschließender Division durch zwei ergibt sich der Synthesewert.

Die Klassen der Floren- und Vegetationsgrade (für die kartographische Darstellung) haben nicht den gleichen Umfang, die Klassengrenzen wurden nach Auswertung der Häufigkeitsverteilung der realen Werte festgelegt.

4. Die Kartierungsergebnisse

Für jedes Raster wurden Artenlisten erstellt und daraus entsprechend der Methodik Florengrade, Vegetationsgrade und Synthesewerte berechnet. Die kartographische Darstellung der Ergebnisse erfolgte erst nach der Klassifizierung (vgl. Abb. 2, 3, 4).

4.1. Florengrade

Beim Vergleich der Minimal- und Maximalwerte des Florengrades mit den räumlichen Bedingungen in den jeweiligen Rasterquadraten wurde folgendes deutlich:

- Minimalwerte werden vorrangig in monoton strukturierten und intensiv genutzten Räumen erreicht (z. B. Sportplätze, stark versiegelte Bereiche in der Innenstadt mit geringem Brachflächenanteil)
- Maximalwerte werden vor allem in Räumen mit hoher Strukturdiversität und extensiver Nutzung erreicht (Industriegelände, Brach- und Ödflächen).

Die relativ niedrigen Werte in der Saaleaue könnten zwar auf eine verringerte Anzahl mikroklimatisch begünstigter (d. h. wärmerer) Standorte gegenüber dem stark bebauten Stadtgebiet hinweisen, eine Beschränkung der Interpretation dieser Tatsache auf klimatische Phänomene ist aber auch hier durch die Überlagerung vieler Bereiche der Saaleaue mit intensiver Nutzung (Naheholung, Sportplätze) nicht möglich.

Schon der einfache kartographische Vergleich läßt also erkennen, daß das Vorkommen und die Verteilung thermophiler Zeigerpflanzen in der Stadt kaum von der Lage des jeweiligen Standortes im Wärmefeld der Stadt, sondern vielmehr von der Flächennutzung und deren Intensität am konkreten Standort abhängt. Mit Hilfe des Florengrades können also keine Differenzierungen des mesoklimatischen Phänomens der „städtischen Wärmeinsel“ vorgenommen werden.

4.2. Vegetationsgrad

Auch die Verteilung der für jedes Rasterquadrat berechneten mittleren Temperaturzahl weist, wiederum schon durch einfachen kartographischen Vergleich erkennbar, kaum Zusammenhänge dieses Wertes mit der Lage des jeweiligen Rasters im hypothetischen mesoklimatischen Wärmefeld der Stadt auf. Als Beispiel dafür mag der Vergleich zwischen Rastern in einem dicht bebauten und stark versiegelten Gründerzeitwohngebiet (31a–32d), also einem Gebiet mit potentiell hoher Wärmeinselausprägung, und Rastern mit hohem Kleingarten- und Wohngrünanteil (34b–d) dienen. Während in den erstgenannten Flächen niedrige bis mittlere Vegetationsgrade erreicht werden, übersteigen die Werte der Raster mit hohem Vegetationsflächenanteil, die potentiell positivere bioklimatische Eigenschaften besitzen, in allen Fällen die der stark versiegelten Flächen um mindestens eine Klasse.

Die teilweise hohen Vegetationsgrade in der Saaleaue (Raster 5a, c, d, 6b, 8a, b) bei gleichzeitig minimalen Florengraden (entspricht damit geringer Artenzahl thermophiler Zeigerpflanzen) deuten hier eher auf die Auswirkungen einer homogeneren Vegetationsstruktur hin (eingeschränktes Artenpotential). Es kann also auch mit dem Vegetationsgrad eine mesoklimatische Differenzierung des städtischen Wärmefeldes nicht erfolgen.

4.3. Synthesewert

Da in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt wurde, daß sowohl die Floren- als auch die Vegetationsgrade nur bedingt für die Indikation mesoklimatischer Differenzierung in der Stadt geeignet sind, sie vielmehr Flächennutzungsmosaik und unterschiedliche Flächennutzungsintensitäten widerspiegeln, ist eine solche Aussage auch von der rechnerischen Verknüpfung dieser Werte – dem Synthesewert – nicht zu

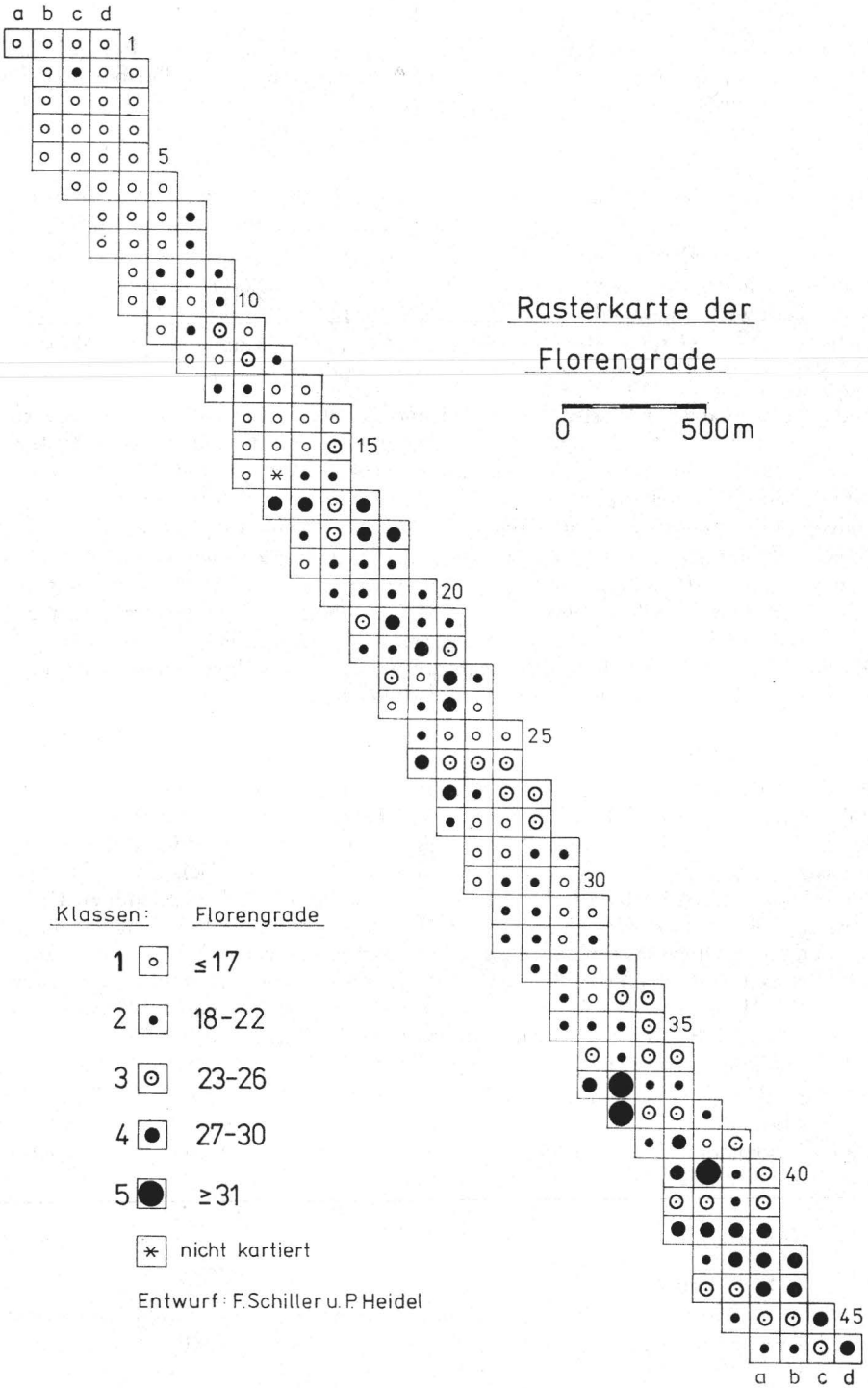
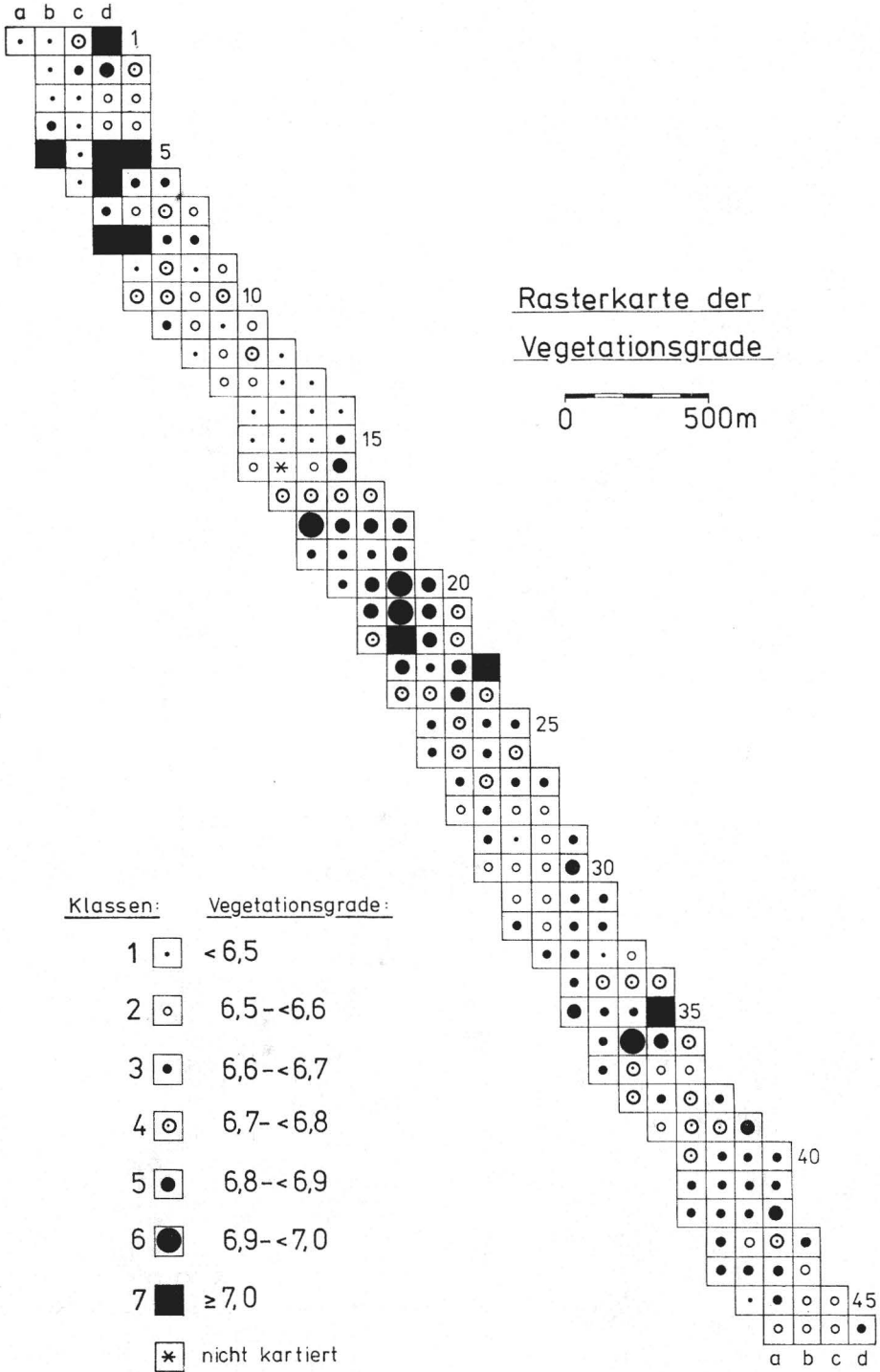


Abb. 2. Rasterkarte der Florengrade im Untersuchungsgebiet



Entwurf: F. Schiller u. P. Heidel

Abb. 3. Rasterkarte der Vegetationsgrade im Untersuchungsgebiet

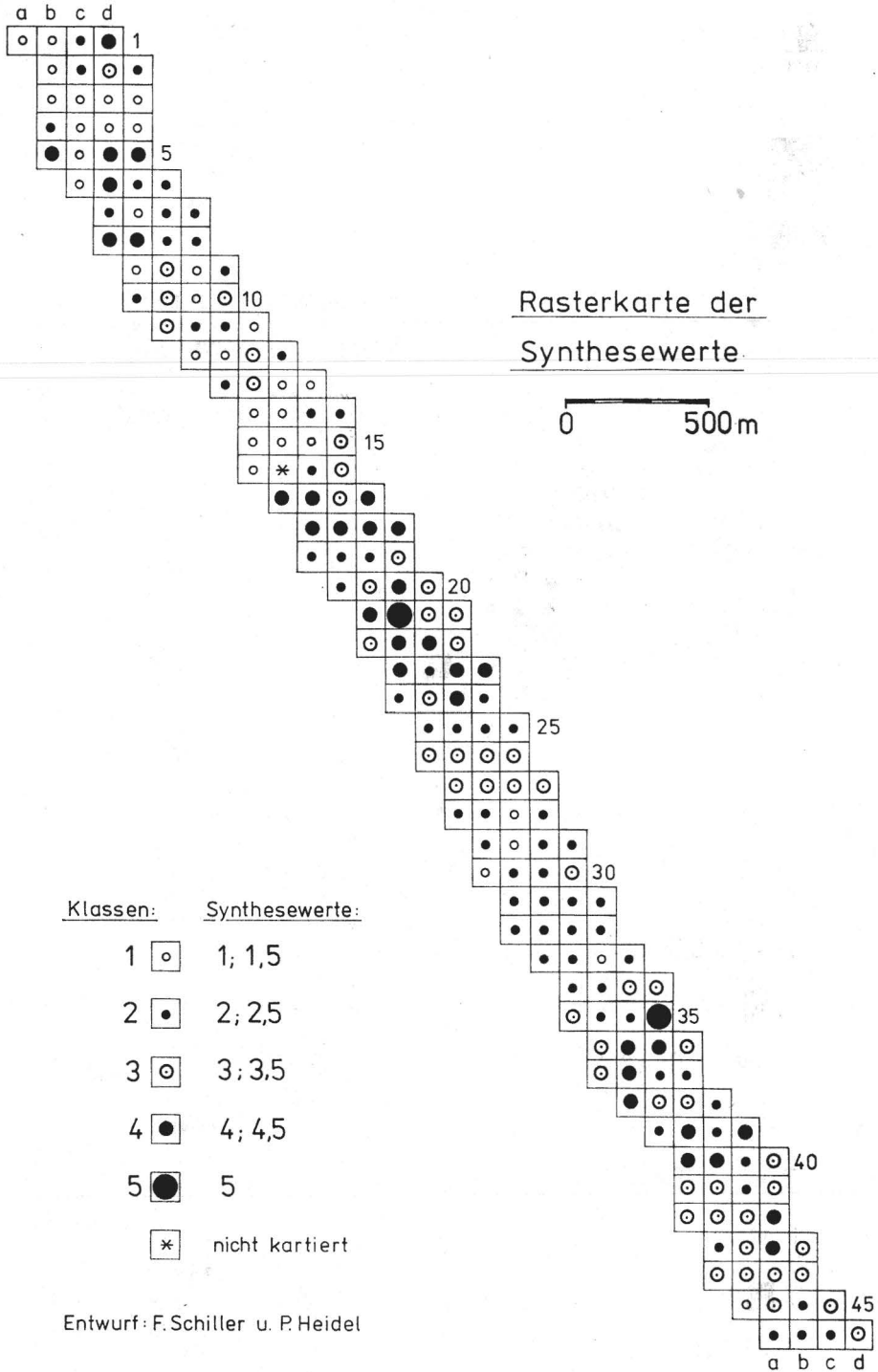


Abb. 4. Rasterkarte der Synthesewerte im Untersuchungsgebiet

erwarten. So sind beispielsweise in Gebieten mit gleichartiger Flächennutzungsstruktur und ähnlicher Oberflächenbeschaffenheit, Synthesewertunterschiede bis zu drei Klassen bei nebeneinanderliegenden Rastern anzutreffen. Dieser starke Kontrast dürfte kaum in einem kausalen Zusammenhang zur lokalklimatischen Situation in diesen Gebieten stehen.

Weiterhin soll angemerkt werden, daß durch eine Häufung von Rechneroperationen, wie sie bei diesem Wert notwendig ist, die Ausgangsdaten oftmals nicht mehr in den Ergebnissen erkennbar oder daraus ableitbar sind. Dadurch wird eine Interpretation solcher Werte erschwert, so daß diese kaum zu neuen Erkenntnissen beitragen können.

4.4. Mathematisch-statistische Auswertung der Kartierungsergebnisse

In diesem Abschnitt soll versucht werden, mit Hilfe der mathematisch-statistischen Methode der linearen Korrelationsanalyse, die eben gemachten Aussagen zu überprüfen. Das heißt, es ist zu prüfen, ob mögliche kausale Zusammenhänge zwischen den Kartierungsergebnissen und Größen zur Beschreibung der städtischen Wärmeinsel, nachzuweisen sind.

Auf Grund fehlender Meßwerte über Luft- bzw. Oberflächentemperaturverteilungen im Stadtgebiet, die die Lage und Intensität der städtischen Wärmeinsel annähernd beschreiben könnten, wird im Folgenden versucht, dies über Analogieschlüsse mit Merkmalen der Oberflächen- und Bebauungsstruktur der Stadt zu erreichen. Die Grundlage dafür soll eine quantitative Abstufung der innerstädtischen Wärmequellen nach ihrer Intensität sein, „die sich am Grad der Oberflächenversiegelung und Bebauungsdichte orientiert“, da die „künstlich versiegelten Oberflächen, . . .“, die eigentlichen warmluftproduzierenden Flächen bzw. warmluftproduzierende Räume“ darstellen (Kuttler u. Schreiber 1984). Für das Kartierungsgebiet lagen für etwa die Hälfte der erfaßten Flächen Daten über die prozentualen Anteile an bebauter Fläche, versiegelter Freifläche und unversiegelter Freifläche je Rasterquadrat vor. Da diese Angaben vor allem für den südlichen Teil des Untersuchungsgebietes (Innenstadt, Gründerzeitwohngebiete, Industrieflächen, durchgrünte Wohngebiete) vorlagen, kann von einem für Städte repräsentativen Ausschnitt gesprochen werden. Als Größen für die Beschreibung der Ausprägung unterschiedlicher Wärmeinselintensitäten wurden der Anteil versiegelter Flächen (versiegelte Freifläche + bebauter Fläche) und der Anteil bebauter Fläche je Rasterquadrat ausgewählt. Die lineare Korrelation dieser Flächenanteile mit den Kartierungsergebnissen ergab folgende Stichprobenkorrelationskoeffizienten:

Tabelle 2. Stichprobenkorrelationskoeffizienten

| Kartierungsergebnisse (klassifiziert) | Größen zur Beschreibung der städtischen Wärmeinsel (klassifiziert) | |
|--|---|----------------------------|
| | Anteil versiegelter Flächen | Anteil bebauter Flächen |
| Florenggrad | — 0,339 | — 0,26 |
| Vegetationsgrad | 0,178 | 0,129 |
| Synthesewert | — 0,101 | — 0,1 |

Die Signifikanzprüfung der Stichprobenkorrelationskoeffizienten (kritische Werte bei Weber 1978) ergab, daß nur die Verteilung der Florenggrade einen schwachen statistischen Zusammenhang mit dem jeweiligen Anteil versiegelter Flächen aufweist. Mit diesem negativen Korrelationskoeffizienten wird aber nur der Artenrückgang durch zunehmende Versiegelung dokumentiert, d. h. je größer der Anteil versiegelter

Fläche je Raster desto kleiner ist der Florenggrad. Daher ist hieraus kein kausaler Zusammenhang des Florenggrades mit den städtischen Wärmedifferenzierungen abzuleiten.

Alle übrigen Stichprobenkorrelationskoeffizienten sind betragsmäßig so klein, daß in keinem Fall ein statistisch nachweisbarer Zusammenhang zwischen den städtischen Oberflächenmerkmalen und den Kartierungsergebnissen besteht.

Es konnte also auch mit einer mathematisch-statistischen Untersuchungsmethode kein Anhaltspunkt für einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen und der Häufigkeit thermophiler Pflanzenarten und der hypothetischen Wärmeinselintensität gefunden werden.

Zusammenfassung

In einem Transekt durch das Stadtgebiet von Halle/Saale aus 183 Rastern (je 100 mal 100 m) wurden 24 ausgewählte Wärmezeiger kartiert. Die gewichtete Anzahl der Arten pro Raster ist als Florenggrad, der durchschnittliche Temperaturzeigerwert als Vegetationsgrad definiert worden. Die Verknüpfung beider Größen ergibt den Synthesewert. Mit dieser Methode sollte geprüft werden, ob die Verbreitung ausgewählter thermophiler Arten einem Wärmegradienten folgt, der auf der Basis wechselnder Oberflächenmerkmale (Versiegelung, Bebauung) postuliert wurde. Die Untersuchungen ergaben keinen gesicherten Zusammenhang zwischen den Größen zur Beschreibung der städtischen Wärmeinsel (Versiegelung, Bebauung) und dem Vorkommen thermophiler Arten.

Unterschiede in der Flächennutzung und Flächennutzungsintensität und damit die Existenz kleinräumiger Standortdifferenzierungen, bestimmen viel stärker das Vorkommen bestimmter Arten als eine mesoklimatische Wärmedifferenzierung.

Summary

In a grid-transect (183 grid objects, 100 x 100 m) in Halle 24 selected thermophilic vascular plant species were mapped. The number of species found in a grid object were defined as flora grade, the averages of temperature indicator values as vegetation grades. The combination of both was named synthesis grade. Results are showing differences in land use and small scale habitat differentiations more than thermal divisions in the town.

Schrifttum

- Billwitz, K., und J. Breuste: Anthropogene Bodenveränderungen im Stadtgebiet von Halle/Saale. *Wiss. Z. Univ. Halle. Math.-Naturwiss. R. XXIX* (1980) 25-43.
- Ellenberg, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 9. 2. erw. Aufl. 1979.
- Garcke, A.: Flora von Halle. Verlag Eduard Anton, Halle 1848.
- Gödde, M., and R. Wittig: A preliminary attempt at a thermal Division of the town of Münster (North-Rhine-Westphalia, West Germany) on a floral and vegetational basis. *Urban Ecology* 7 (1982/1983) 255-262.
- Jänckel, R., K.-H. Krause und W. Walossek: Stadtgeographie von Halle. In: Mohs, G., E. Oelke und E. Rosenkranz (Hrsg.): Halle und Umgebung, Geographische Exkursionen. H. Haack Gotha/Leipzig 1972, 16-38.
- Klotz, S.: Phytoökologische Beiträge zur Charakterisierung und Gliederung urbaner Ökosysteme, dargestellt am Beispiel der Städte Halle und Halle-Neustadt. Diss. Halle 1984.
- Klotz, S.: Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen in Städten der DDR. *Düsseldorfer Geobot. Kolloq.* 4 (1987) 61-69.
- Kratzer, A.: Das Stadtklima. Braunschweig: Vieweg 1937. 1. Aufl., 2. erw. Aufl. 1956.
- Kuttler, W., und D. Schreiber (Hrsg.): Stadt- und geländeklimatische Untersuchungen im südlichen Münsterland. *Materialien zur Raumordnung XXV* (1984).
- Nübler, W.: Konfiguration und Genese der Wärmeinsel der Stadt Freiburg. *Freiburger Geographische Hefte* 16 (1979).

Oke, T. R.: *Boundary Layer Climates*. London 1978.

Schiller, F.: Zur Anwendung ökologischer Zeigerwerte für stadtoökologische Fragestellungen, dargestellt am Beispiel der Kartierung thermophiler Arten im Stadtgebiet von Halle (Saale). Mskr. Dipl.-Arb. Halle 1988.

Wittig, R., und K.-J. Durwen: Das ökologische Zeigerwertspektrum der spontanen Flora von Großstädten im Vergleich zum Spektrum ihres Umlandes. *Natur u. Landsch.* **56** (1981) 12–16.

Zacharias, F.: Blühphaseneintritt an Straßenbäumen (insbesondere *Tilia x euchlora* Koch) und Temperaturverteilung in West-Berlin. Diss. Berlin (West) 1972.

Dipl.-Geogr. Frank Schiller

Sektion Geographie

Wissenschaftsbereich Physische Geographie

Domstraße 5

Halle/Saale

O-4020

Dipl.-Biol. Pia Heidel und Dr. Stefan Klotz

Sektion Biowissenschaften

Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten

Neuwerk 21

Halle/Saale

O-4020