

## Klimatische und lufthygienische Aspekte der Stadt- und Landschaftsplanung\*

MANFRED HORBERT, Berlin

Unter den natürlichen Einflußgrößen, die die Entwicklung einer Landschaft bestimmen, kommt dem Klima eine besondere Bedeutung zu. Dies gilt besonders dann, wenn die klimatischen Bedingungen durch anthropogene Einflüsse ungünstig beeinflußt werden. Im folgenden werden vor allen Dingen städtebauliche Maßnahmen angesprochen, die durch eine Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit und durch die Zusammenballung von Baumassen derartige Klimaveränderungen herbeiführen. Auch soll in diesem Rahmen aufgezeigt werden, inwieweit durch geeignete Planungsmaßnahmen Verbesserungen herbeigeführt werden können.

Die wesentlichen Ursachen für die Ausbildung eines charakteristischen Klimas in Ballungsgebieten sind in den tiefgreifenden Veränderungen des örtlichen Wärmehaushaltes zu suchen. Die für den Energiehaushalt verantwortlichen Randbedingungen werden durch die Modifizierung der Bodenoberflächen bzw. des Bodensubstrats und nicht zuletzt durch die Anreicherung der Atmosphäre an Spurenstoffen grundlegend geändert. Dies gilt nicht nur für den Strahlungshaushalt, sondern auch für den Wärmetransport im Boden bzw. in der Atmosphäre und für die Verdunstung an der Erdoberfläche.

In Tab. 1 sind einige Klimaparameter zusammengestellt, die durch eine starke städtische Bebauung gegenüber dem Umland verändert werden können. An erster Stelle dieser Übersicht steht die Luftverunreinigung, die sich sowohl in der Zunahme der Kondensationskerne als auch in der Anreicherung an Spurengasen bemerkbar macht. Die damit verbundene Ausbildung einer Dunsthaube führt wieder zu sekundären Auswirkungen im Bereich des Stadtklimas.

Während die Abschwächung der diffusen Himmelsstrahlung durch die Dunstglocke relativ gering einzuschätzen ist, muß jedoch mit einer Reduzierung der direkten Sonneneinstrahlung von 20—25 % gerechnet werden. Der damit gleichzeitig verminderte ultraviolette Anteil liegt im Sommer bei etwa 5 % im Winter aber — bedingt durch den längeren Weg innerhalb der Atmosphäre — sogar bei etwa 30 %. Die durch die Absorption verminderte Erwärmung des Stadtgebietes wird jedoch durch die verminderte Ausstrahlung im langwelligen Bereich mehr als ausgeglichen.

---

\* Vorgetragen auf der 26. Westfälischen Tagung für Natur und Landschaft am 5. 11. 1977 in Münster.

Dieser sogenannte „Glashauseffekt“ bewirkt zusammen mit der erhöhten Wärmekapazität der Bauwerke und Böden eine Erhöhung der mittleren Lufttemperatur um durchschnittlich 0,5—1,5 ° C. Besonders charakteristisch hierbei ist die Erhöhung und Verschiebung des Temperaturmaximums in den Mittagsstunden und die erheblich verminderte Abkühlung in den Abend- bzw. Nachtstunden. Die nächtliche Temperaturdifferenz gegenüber dem Umland kann besonders an Strahlungstagen recht hohe Werte annehmen. Die Höhe dieser Werte hängt allerdings von der Größe der Grünflächen innerhalb der Stadt, aber auch in einem beträchtlichen Maße vom Luftaustausch zwischen Stadtkern und Umland ab.

Ein weiteres charakteristisches Merkmal des Stadtklimas besteht in der Verminderung der mittleren Windgeschwindigkeit, die je nach Baustruktur zwischen 10 und 20 % liegt. Dies äußert sich auch in einer entsprechenden Zunahme der Windstillen. Die Austauschverhältnisse müssen daher im Bereich der Stadt gerade bei stabilen Wetterlagen als problematisch angesehen werden. Ferner ist das Stadtgebiet entsprechend der erhöhten Temperatur im Mittel trockener als seine Umgebung. Die Differenz der relativen Feuchte beträgt im Winter zwar nur etwa 2 %, kann aber im Sommer, besonders an Strahlungstagen 8—10 % erreichen. Hierbei dürfte die fehlende Vegetation, aber auch der rasche Abfluß von Niederschlägen eine große Rolle spielen. Weiter geht aus Tab. 1 hervor, daß durch die stärkere Konvektion und die Stauwirkung der Stadt eine vermehrte Wolkenbildung und eine erhöhte Niederschlagsneigung zu erwarten ist. Auch muß durch die erhöhte Zahl der Kondensationskerne besonders im Winter mit einer erhöhten Nebelbildung im Stadtbereich gerechnet werden.

Wie vielfältig die Änderungen der genannten Klimaparameter im Bereich der Stadt ausfallen können, wird an Temperaturmessungen deutlich, die mit Hilfe mehrerer Klimastationen und eines Klimameßwagens im Rahmen einer landschaftsökologischen Untersuchung (PFLUG, BIRKIGT, BRAHE, HORBERT, VOSS, WEDECK, WÜST 1976) im Bereich der Stadt Aachen durchgeführt wurden. Aufgrund seiner ausgeprägten Muldenlage muß gerade dieses Stadtgebiet aus klimatischer und lufthygienischer Sicht als besonders problematisch angesehen werden. In Abb. 1 sind die über 4 Monate gemittelten Temperaturmessungen von 4 Feststationen in Abhängigkeit von der Windrichtung aufgezeichnet. Die Länge der Pfeile kennzeichnet die Höhe der Temperatur in der entsprechenden Windrichtung. Der Durchmesser der eingezeichneten Kreise entspricht der auf 3 ° C normierten Temperatur des Stadtkernes. Es ergibt sich, daß bei allen Windrichtungen die im Stadtzentrum installierte Station eine zum Teil wesentlich höhere Temperatur aufweist als die Außenstationen. Ferner ist zu sehen, daß die im Osten gelegene Station durch die dort noch vorhandene dichte

Tab. 1: Mittlere Veränderungen von Klimaparametern in Ballungsgebieten

Parameter	Charakteristische Größen	Vergleich mit dem Umland
Luftverschmutzung	Kondensationskerne gasförmige Verunreinigung	10 mal mehr 5—25 mal mehr
Strahlung	Globalstrahlung UV (Winter) UV (Sommer) Sonnenscheindauer	15—20 ‰ weniger 30 ‰ weniger 5 ‰ weniger 5—15 ‰ weniger
Temperatur	jährliches Mittel an Strahlungstagen	0,5—1,5 ° C höher 2—6 ° C höher
Windgeschwindigkeit	jährliches Mittel Windstille	10—20 ‰ weniger 5—20 ‰ mehr
Relative Feuchtigkeit	Winter Sommer	2 ‰ weniger 8—10 ‰ weniger
Wolken	Bedeckung Nebel (Winter) Nebel (Sommer)	5—10 ‰ mehr 100 ‰ mehr 30 ‰ mehr
Niederschlag	totale Regensumme Tage mit weniger als 5 mm Regen Schneefall	5—10 ‰ mehr 10 ‰ mehr 5 ‰ weniger

Bebauung den Temperaturverhältnissen des Stadttinneren sehr nahe kommt. Lediglich aus dem nordöstlich gelegenen Freiraum ist eine merkliche Temperaturerniedrigung feststellbar. Dies bedeutet, daß aus dieser Richtung besonders bei Ostwetterlagen, die sehr häufig mit stabilen, austauscharmen Situationen verbunden sind, zumindest für den Ostteil der Stadt eine nicht zu unterschätzende Belüftungsfunktion zu erwarten ist. Als klimatisch günstiger sind die Verhältnisse im Norden, besonders aber im Westen der Stadt anzusehen. Die mittleren Temperaturwerte liegen zum Teil beträchtlich niedriger als im Stadtkern. Auch hier wird die abkühlende Wirkung der Freiräume deutlich. Extrem niedrige Temperaturen wurden an der westlichen Station bei Nordwestwinden gemessen. Hierfür kann das in dieser Richtung liegende Tal mit seinem recht großen Kaltlufteinzugsgebiet verantwortlich gemacht werden.

Die Temperaturverteilung im Bereich eines Ballungsgebietes kann wesentlich deutlicher dargestellt werden, wenn an Stelle der stationären Klimastationen ein Meßwagen eingesetzt wird, der an einer ungleich höheren Anzahl von Standorten entsprechende Klimamessungen durchführen kann. In Abb. 2 wird nach diesem Verfahren die Temperaturverteilung bei einer ausgesprochen stabilen, austausch-

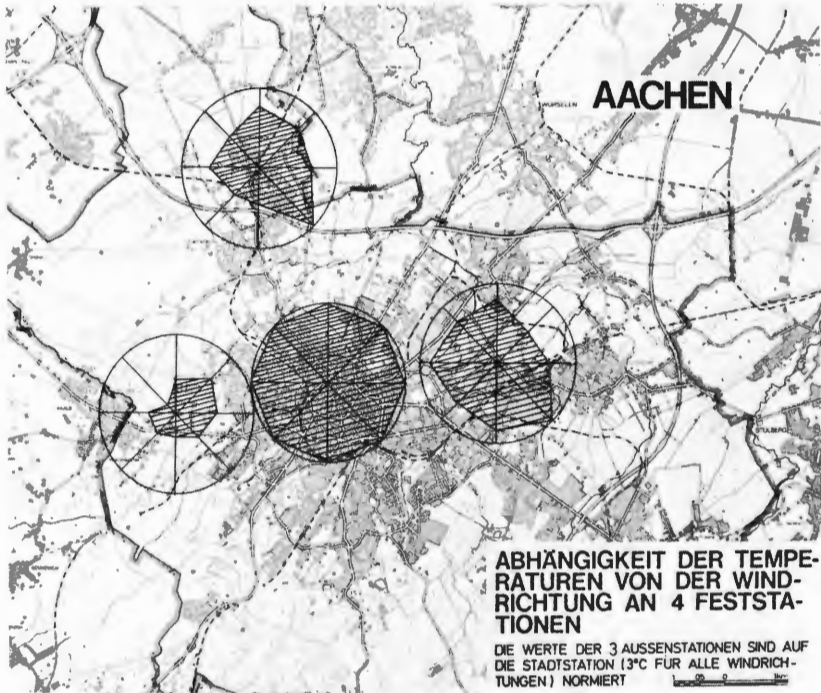


Abb. 1 Klimamessungen in Aachen.

armen Wetterlage und bei der in dieser Situation häufigsten Windrichtung (SO) dargestellt. Die ermittelten Temperaturen wurden in 5 Stufen eingeteilt und durch verschiedene Markierungen gekennzeichnet. Die Ausbildung einer Wärmeinsel im Stadtkern wird auch in diesem Beispiel sehr deutlich. Die maximale Temperaturdifferenz zwischen den kühlest Standorten im Süden und dem wärmsten Meßpunkt in der Stadtmitte fiel mit ca. 8 ° C außerordentlich hoch aus. Der gesamte Südostbereich Aachens ist wesentlich kühler als der Stadtkern, während das Gebiet im Nordosten der Stadt trotz der dort auf den freien Flächen entstehenden Kaltluft relativ warm erscheint. Dies bedeutet, daß sich die Warmluftmassen der Stadt durch den leichten Südostwind ähnlich den dort erzeugten Immissionen nach Nordwesten ausbreiten. Sehr stark tritt auch die Funktion der Täler und Rinnen als Kaltluftsammlgebiete in Erscheinung. Besonders einige der im Südwesten gelegenen Talbereiche könnten kühlere, immissionsfreie Luft bis in die Nähe des eigentlichen Stadtkernes befördern. Allerdings ist dieser Stadtkern durch eine sehr dichte Bebauung und die ringförmig auf einem Damm verlaufende Eisenbahnlinie abgeriegelt.

Die Ausbildung der innerstädtischen Wärmeinsel kann auch der Abb. 3 entnommen werden. Hier ist in starker Überhöhung das Höhenprofil des Aachener Kessels in Südost- bzw. Nordwestrichtung dargestellt. Die südlichen Hangbereiche des Kessels sind zum Teil bewaldet, werden aber auch in großen Bereichen als Grünland genutzt.

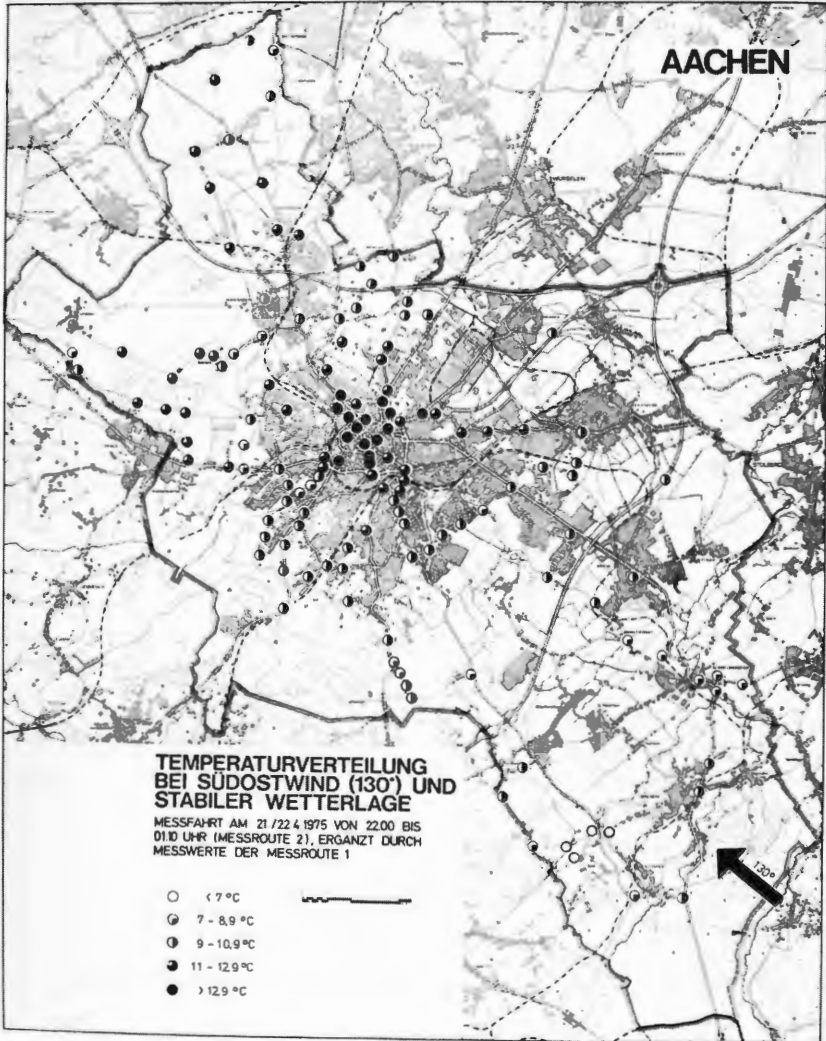


Abb. 2 Klimamessungen in Aachen.

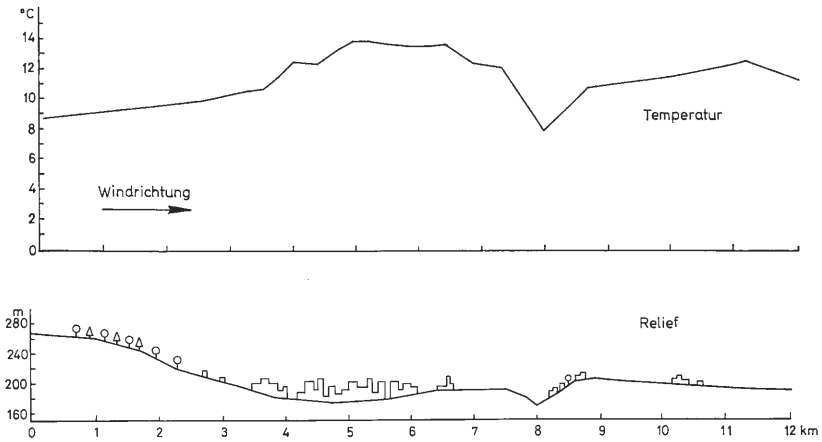


Abb. 3 Reliefschnitt des Aachener Stadtgebietes (SO—NW) und Verteilung der Temperatur in 2 m Höhe bei einer stabilen Wetterlage.

Die anfänglich sehr lockere Bebauung geht in den tieferen Bereichen des Kessels in eine sehr dichte Bebauung über. Die nördlich gelegenen Freiflächen werden durch einen tieferen Talbereich, der am Nordhang bebaut ist, unterbrochen. Die über diesem Relief eingezeichnete Temperaturverteilung wurde aus der in Abb. 2 dargestellten Meßfahrt abgeleitet. Man sieht sehr deutlich, daß die in Luv der Stadt gemessene Temperatur bereits im Bereich der Stadtrandbebauung sehr stark ansteigt und im nördlichen Teil des Kessels ihr Maximum erreicht. Abgesehen von der niedrigen Temperatur im nördlichen Taleinschnitt wird bei dieser Windrichtung der gesamte im Nordwesten gelegene Freiraum durch die Abluft der Stadt thermisch belastet. Hier ist ein ähnliches Verhalten wie bei der Ausbreitung von Schadstoffen festzustellen. Somit kann in der Regel aus der thermischen Belastung der Ballungsgebiete auch auf die dort herrschende Immissionsbelastung geschlossen werden. Die sehr tiefe Temperatur in dem genannten Talabschnitt wird durch die von den Hängen herabfließende Kaltluft gebildet. Dadurch wird in solchen Rinnen eine zusätzliche Stabilisierung der Luftschichtung erreicht. Die aus höheren Luftschichten stammenden Immissionen können somit nicht in diesen Talbereich eindringen. Allerdings können aber auch die auf der Talsohle (z. B. Verkehrswege) erzeugten Luftverunreinigungen nicht in höhere Luftschichten abgeführt werden. Somit müssen enge Täler und Rinnen besonders bei stabilen Wetterlagen grundsätzlich als äußerst immissionsgefährdet gelten.

Inwieweit die in Richtung des Stadtkernes verlaufenden Täler eine Belüftungsfunktion erfüllen können, wird in Abb. 4 dargestellt. Auch hier ist die Talsohle in ihrem Höhenprofil unter Angabe der jeweiligen Nutzung eingezeichnet. Der im Südwesten gelegene höhere Talbereich ist bewaldet und geht allmählich in eine Freifläche mit einer sehr lockeren Vegetationsstruktur über. Die oberen Seitenhänge des Tales sind in diesem Bereich bereits mehr oder weniger dicht bebaut. In der Nähe des Stadtkernes beginnt erst die Bebauung der Talsohle. Hinter den ersten Häusern wird der gesamte Talbereich durch einen hohen Bahndamm (siehe Abb. 2) abgeschlossen. Die über dem Relief eingezeichnete Windgeschwindigkeit verhält sich entsprechend dieser Bebauung. Während die offene Rinne eine sehr gute Belüftungsfunktion erfüllt, können spätestens im Bereich des Bahndammes die örtlichen Austauschverhältnisse als sehr gering bezeichnet werden. Eine wirksame Be- oder Entlüftung des Stadtkernes wird somit nicht erreicht. Die gleichzeitig gemessenen Temperaturen bestätigen dieses Ergebnis. Die im Stadtkern erzeugte Überwärmung kann durch die Abriegelung des Tales nicht abgebaut werden. Aus diesem Grunde sollten die in ein Ballungsgebiet führenden Talbereiche, die ohnehin sehr immissionsgefährdet sind, von jeder Bebauung freigehalten werden. Auch in einem ebenen Gelände können ähnliche Ventilationsbahnen in Richtung der Stadtkerne eine klimatische und lufthygienische Entlastung

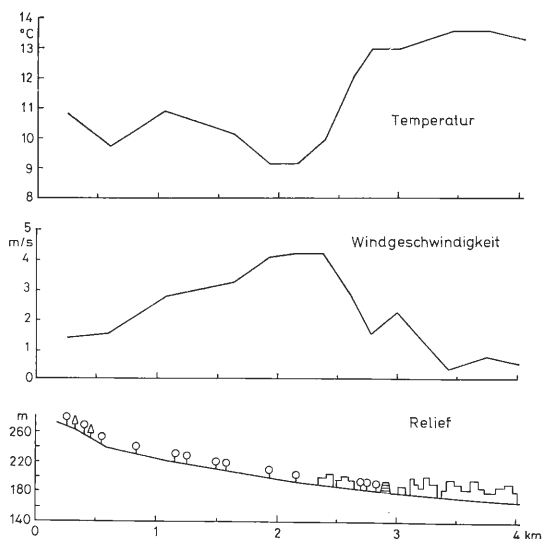


Abb. 4 Längsschnitt eines Seitentales südwestlich des Aachener Stadtkernes und Verteilung der Windgeschwindigkeit bzw. der Temperatur in 2 m Höhe.



Abb. 5 Klimastationen und Sektoreneinteilung im Bereich des Hexbachtals (Ruhrgebiet).



bewirken. Begünstigt wird diese Funktion im allgemeinen dadurch, daß die durch die Überhitzung der Stadt konvektiv aufsteigenden Luftmassen durch kühlere und immissionsfreie Luft ersetzt werden können.

Aus den Untersuchungen in Aachen geht bereits hervor, daß durch geeignete Planungsmaßnahmen die klimatischen und damit auch die lufthygienischen Probleme in Ballungsgebieten zwar nicht beseitigt, aber doch in mancher Hinsicht eine Verbesserung erreicht werden kann. Daher ist es nicht nur erforderlich, bestehende Grünflächen zu erhalten und nach Möglichkeit zu erweitern, sondern auch die hierbei unbedingt notwendigen Austauschvoraussetzungen zwischen Freiräumen und bebauten Gebieten zu verbessern.

In welchem Maße derartige Freiräume zur Verbesserung des Stadtklimas beitragen können, wurde im Rahmen einer landschaftsökologischen Modelluntersuchung (BRAHE, EMONDS, HORBERT, PFLUG, WEDECK 1974) im Auftrage des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk näher untersucht. Es handelt sich hierbei um einen Freiraum im Grenzbereich der Städte Oberhausen, Essen und Mülheim. Ein Kartenausschnitt des insgesamt 12 km<sup>2</sup> großen Untersuchungsgebietes ist in Abb. 5 dargestellt. Die Oberflächengestalt wird durch die relativ ebene Emschertalung im Norden bzw. Nordwesten und durch stärkere Reliefunterschiede in den übrigen Teilen, die sich teils durch erhebliche Hangneigungen, teils durch mehr oder weniger ausgedehnte Hochflächen auszeichnen, bestimmt. Gegliedert wird das Gebiet durch die von Süden nach Norden verlaufenden Täler des Hexbaches und des Bachembaches. Der maximale Höhenunterschied des Geländes beträgt 60 m. Der große Freiraum im Bereich des Hexbaches wird im Nordosten und im Südwesten durch relativ locker bebaute Stadtbereiche (Frintrop, Dümpten) begrenzt. Der im Nordwesten angrenzende Teil ist ebenfalls relativ locker bebaut, geht aber sehr schnell in den dicht bebauten bzw. industriell genutzten Bereich von Oberhausen über. Abgesehen vom Engtalbereich des Hexbaches (waldartige Baumbestände) wird der Freiraum vorwiegend landwirtschaftlich (Acker, Grünland) genutzt. Mit Hilfe von drei Klimastationen (siehe Abb. 5) und einem Meßwagen wurden die klimatischen Bedingungen des Untersuchungsgebietes über einen Zeitraum von einem Jahr bestimmt. Während die Klimaparameter des Freiraumes durch die Stationen I und II erfaßt wurden, konnten an der Station III mehr die stadtklimatischen Besonderheiten des Ballungsgebietes von Oberhausen beobachtet werden. Für diese Station sind ferner die nach ihrer Bebauungsdichte abgegrenzten Einzugsbereiche (siehe auch Abb. 8) eingezeichnet.

Einige Ergebnisse der 1973 durchgeführten Klimauntersuchungen sollen durch die folgenden Abbildungen beschrieben werden. An einem



Abb. 6 Abweichung der Temperaturverteilung vom Mittelwert ( $28,8^{\circ}\text{C}$ ) an einem Strahlungstag (12.20 Uhr).



Abb. 7 Abweichung der Temperaturverteilung vom Mittelwert ( $26,9^{\circ}\text{C}$ ) an einem Strahlungstag (19.30 Uhr).

ausgeprägten Strahlungstag im August (Südostlage) wurden zwei Meßfahrten durchgeführt, deren Temperaturverteilungen in den Abb. 6 und 7 eingezeichnet sind. In dieser Darstellung sind die Abweichungen der Temperaturen vom jeweiligen Mittelwert angegeben. Die 1. Meßfahrt wurde in den Mittagsstunden bei sehr labiler und die 2. Meßfahrt in den Abendstunden bei zunehmend stabiler, austauscharmer Luftschichtung durchgeführt. Abb. 6 zeigt, daß bei labiler Schichtung die Temperaturunterschiede der bebauten und unbebauten Teile des Untersuchungsgebietes durch den horizontalen Luftaustausch zwar verhältnismäßig gering ausfallen, sich aber doch recht deutlich abheben. Als relativ kühl erweisen sich das obere bzw. mittlere Hexbachtal und der Bereich des Bachembachtales, als relativ warm dagegen der angrenzende Bereich von Oberhausen. In Abb. 7 wird — besonders bei stark stabilen Wetterlagen — die Funktion des Hexbachtals als Kaltluft-sammelgebiet deutlich. Durch die in den Engtalbereich hineinfließende Kaltluft treten im Untersuchungsgebiet Temperaturunterschiede von mehr als  $6^{\circ}\text{C}$  auf. Die relativ dicht bebauten Bereiche von Oberhausen werden nach dieser Darstellung durch die im Hexbachtal erzeugte Kaltluft wesentlich stärker abgekühlt als zum Beispiel die locker bebauten Gebiete des höher gelegenen Ortsteiles Frintrop.

Auch aus den Meßergebnissen der Klimastationen geht eindeutig hervor, daß der Freiraum im Bereich des oberen Hexbachtals für die

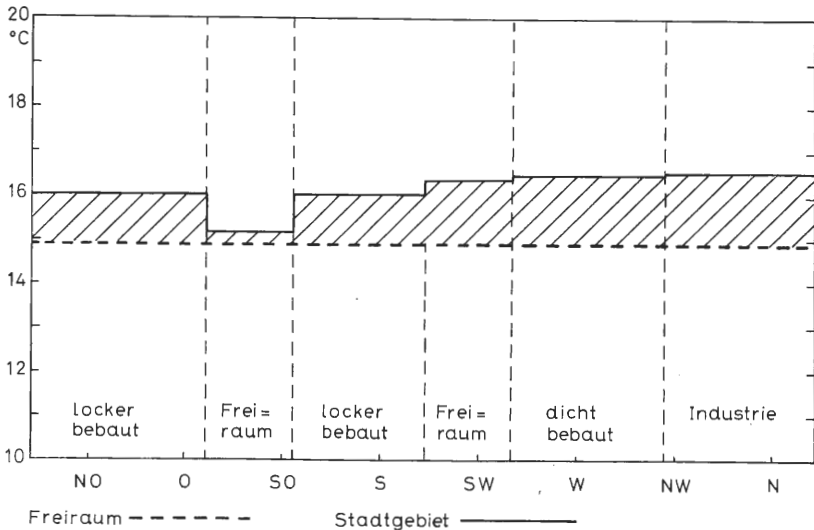


Abb. 8 Temperaturdifferenz zwischen dem Freiraum des Hexbachtals und dem Randgebiet von Oberhausen in Abhängigkeit von der Windrichtung bei stabilen, austauscharmen Wetterlagen.

klimatische Entlastung des östlichen Randbereiches von Oberhausen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. In Abb. 8 sind die bei stabilen und austauscharmen Wetterlagen besonders deutlich hervortretenden Temperaturunterschiede in Abhängigkeit von der Windrichtung aufgetragen. Zur Ergänzung wurden ferner die für das betreffende Stadtgebiet (Station III) relevanten Einzugsbereiche (siehe Abb. 5) vermerkt. Die gestrichelte Linie bezieht sich auf die mittlere Bezugstemperatur des Freiraumes (Station I) und die durchgezogene Linie auf die entsprechende Temperaturerhöhung der Stadtstation. Man sieht deutlich, daß bei einer stabilen Luftschichtung in den Abend- und Nachtstunden die Temperaturen im Stadtbereich grundsätzlich höher liegen, aber sehr stark von der Windrichtung abhängen. Erwartungsgemäß treten bei Winden, die aus dem bebauten Sektor stammen, relativ hohe Temperaturdifferenzen auf. Jedoch ist eine noch stärkere Überhöhung aus dem dicht bebauten oder industriell genutzten Sektor von Oberhausen feststellbar. Lediglich bei Winden aus dem südöstlich gelegenen Freiraum kommt es zu einer ausreichenden Abkühlung des betroffenen Stadtgebietes. Der kleinere, südwestlich gelegene Freiraum tritt wegen seiner geringen Ausdehnung und der dort auftretenden Stagnation der Kaltluft nicht so sehr in Erscheinung. Ferner wurde bei diesen Untersuchungen festgestellt, daß der Sektor des größeren Freiraumes im Südosten zwar sehr schmal ist, aber in diesem Bereich die Windrichtungshäufigkeit bei austauscharmen Wetterlagen bei etwa 70 % liegt. Die Ursache ist darauf zurückzuführen, daß die stabilen Wetterlagen am häufigsten bei Ost-, Südost- und Südwinden auftreten, und durch die Tallage des betreffenden Freiraumes eine Kanalisierung der bodennahen Winde stattfinden kann. Die Untersuchungen haben insgesamt ergeben, daß nicht nur aus klimatischen sondern auch aus ökologischen Gründen der Freiraum im Bereich des Hexbachtals von jeder Bebauung (Wohnbebauung, Industrieansiedlung, Straßenbau) freigehalten und die derzeitige Nutzung nach Möglichkeit beibehalten werden sollte.

Eine weitere, wichtige Funktion erfüllen die Freiräume hinsichtlich ihrer Fähigkeit, Luftverunreinigungen zu binden und damit zu einer Verbesserung der Luftqualität beizutragen. Allerdings bereitet auch hier eine quantitative Beurteilung ihrer Wirksamkeit erhebliche Schwierigkeiten. Die Wechselwirkung zwischen atmosphärischen Schadstoffen und den verschiedensten Boden- bzw. Vegetationsoberflächen ist sehr vielschichtig und Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten. Im wesentlichen hängt die Ablagerung dieser Stoffe von klimatologischen Faktoren (Feuchte, Wind- und Austauschverhältnisse), den Eigenschaften der Schadstoffe (chemische Zusammensetzung, Korngröße) und biologischen Faktoren (Art der Vegetation, Wachstumsphase u. a.) ab. Im allgemeinen wird die Ablagerung von

atmosphärischen Gasen und Teilchen aus dem Verhältnis der abgelagerten Schadstoffmenge auf dem Boden oder der Vegetation und der Konzentration des betreffenden Stoffes in der bodennahen Luftschicht bestimmt. Bedingt durch die Dimension dieser Größe (cm/s) wird auch der Begriff der Ablagerungsgeschwindigkeit in der Literatur verwendet.

Hinsichtlich der Ablagerung von Teilchen (Aerosole) an verschiedenen Vegetationsflächen wurden in der Kernforschungsanlage Jülich (HORBERT, VOGT, ANGELETTI 1976) eine Reihe von Experimenten durchgeführt. In Abb. 9 sind die in diesen Versuchen ermittelten Ablagerungswerte für Gras über der sogenannten Schubspannungsgeschwindigkeit aufgetragen, die im wesentlichen vom vertikalen Windprofil abhängt, aber der horizontalen Windgeschwindigkeit proportional ist. Neben den aus mehreren Grasproben ermittelten Meßpunkten ist der jeweilige, bei diesen Versuchen benutzte Aerosoldurchmesser angegeben. Die eingezeichnete Gerade bildet die Regression dieser Werte, die mit  $r = 0,82$  eine recht gute Korrelation aufweist. Bemerkenswert ist ferner, daß die größeren Aerosoldurchmesser über dieser Geraden liegen. Diese Tatsache läßt vermuten, daß die Ablagerung nicht nur von der Windgeschwindigkeit, sondern auch in sehr starkem Maße vom Aerosoldurchmesser abhängt. Als vorläufiges Ergebnis dieser Versuchsreihe kann festgestellt werden, daß bei einem mittleren Aerosoldurchmesser von  $4\mu$  und bei einer mittleren Schubspannungsgeschwindigkeit von  $10\text{ cm/s}$  die Ablagerungsgeschwindigkeit etwa  $0,05\text{ cm/s}$  beträgt.

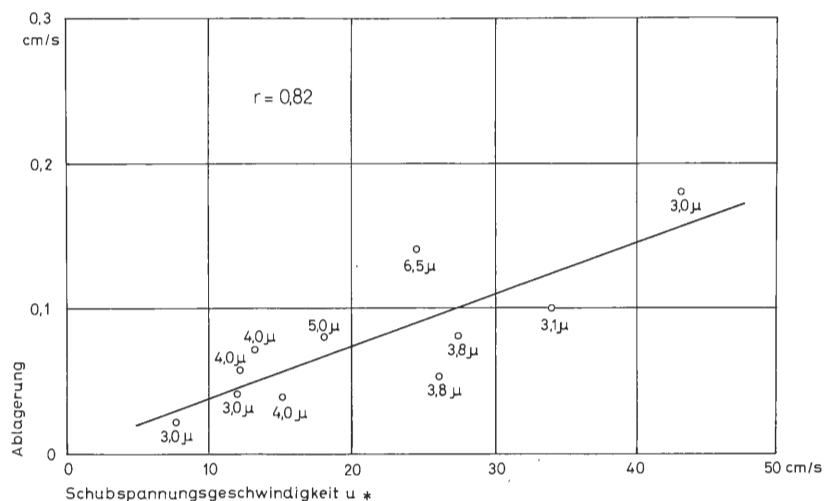


Abb. 9 Abhängigkeit der Ablagerungsgeschwindigkeit von der Schubspannungsgeschwindigkeit für verschiedene Aerosoldurchmesser und für Gras als Grenzfläche.

geschwindigkeit von 27 cm/s, die annähernd dem zu erwartenden Jahresmittel entspricht, für Gras eine Ablagerungsgeschwindigkeit von 0,1 cm/s als repräsentativ angesehen werden kann. Unter gleichen Versuchsbedingungen konnten an Klee 0,24 cm/s, an vegetationsfreiem Erdboden 0,04 cm/s und an glatten, künstlichen Oberflächen ein Wert von nur 0,03 cm/s gemessen werden.

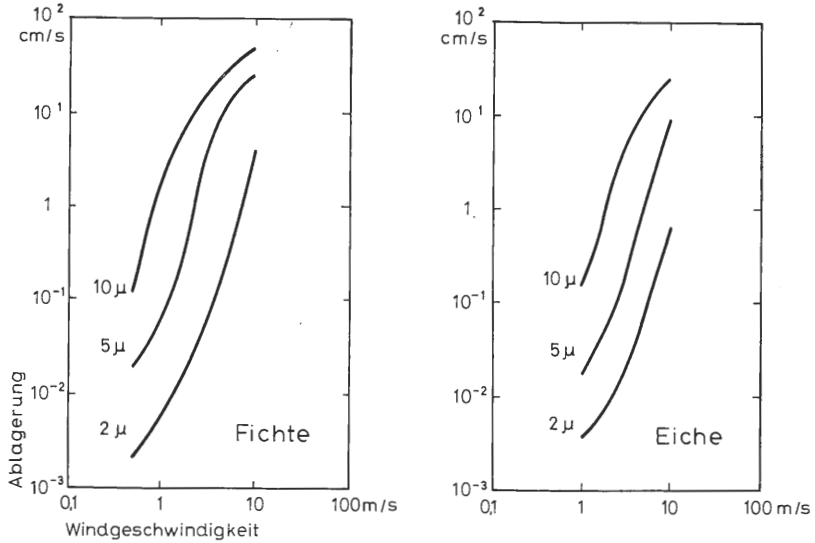


Abb. 10 Ablagerung von Aerosolen verschiedener Größe an Bäumen.

Noch ausgeprägter erscheinen die beschriebenen Effekte, wenn man zusätzlich auch die Ablagerung an Bäumen oder Sträuchern betrachtet. Hinsichtlich dieser Frage sind interessante Windkanalversuche in Frankreich (BELOT, GAUTHIER 1974) unternommen worden. In Abb. 10 ist die Ablagerung an Bäumen in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der Korngröße verschiedener Aerosole aufgezeichnet. Man sieht deutlich, daß sowohl bei Fichten als auch bei Eichen die Ablagerung sehr stark mit der Windgeschwindigkeit anwächst. Auch hier ist der Wirkungsgrad bei größeren Teilchen erheblich stärker einzustufen. Bemerkenswert ist ferner, daß die Ablagerung an Nadelbäumen um einen Faktor 1,5 bis 10 höher liegt als bei Eichen oder anderen Laubbäumen. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß gut durchlüftete Einzelbäume, Baumgruppen oder Baumreihen einen recht hohen Wirkungsgrad besitzen und auch aus diesem Gesichtspunkt in der städtischen oder stadtnahen Grünplanung berücksichtigt werden sollten.

Aus diesen Überlegungen kann allgemein abgeleitet werden, daß die Freiräume und die darin enthaltene Vegetation in der Stadtlandschaft wichtige klimatische und lufthygienische Funktionen erfüllen. Allerdings könnte die Wirksamkeit dieser Faktoren durch geeignete Planungsmaßnahmen noch wesentlich gesteigert werden.

#### Literatur

BELOT, Y. & D. GAUTHIER (1974): Transport of Micronic Particles from Atmosphere to Foliar Surfaces. Département de Protection, Commissariat à l'Énergie Atomique, Fontenay aux Roses. Manuskript. — BRAHE, P., H. EMONDS, M. HORBERT, W. PFLUG & H. WEDECK (1974): Landschaftsökologische Modelluntersuchung Hexbachtal. Aachen. — HORBERT, M., K. J. VOGT & L. ANGELETTI (1976): Untersuchungen zur Ablagerung von Aerosolen auf Vegetation und andere Grenzflächen. KFA Jülich, Jül-1288. — PFLUG, W., H. BIRKIGT, P. BRAHE, M. HORBERT, J. VOSS, H. WEDECK & ST. WÜST (1976): Landschaftsplanerisches Gutachten Aachen. Aachen.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. M. Horbert, Institut für Ökologie (TUB), Fachgebiet Bioklimatologie, Rothenburgstraße 12, 1000 Berlin 41.

## **Aufruf zur Mitarbeit am Verbreitungsatlas der Amphibien und Reptilien Westfalens**

REINER FELDMANN, Menden

Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft f. Biolog.-Ökol. Landesforschung (11)

In den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts setzt die jüngste, gegenwärtig noch immer anhaltende Phase der biologischen Landesforschung Westfalens ein (ANT 1977). Sie hat zu einer bemerkenswerten Aktivierung der ökologisch und biogeographisch ausgerichteten faunistischen Inventarisierung vieler Tiergruppen geführt, insbesondere der Vögel, Säugetiere, Käfer, Schmetterlinge und Mollusken.

Auch die Lurche und Kriechtiere fanden nach einer Pause von 70 Jahren wieder steigendes Interesse. Seit Beginn der sechziger Jahre sind etwa 75 herpetologische Arbeiten über den westfälischen Raum erschienen. Der Arbeitskreis Amphibien und Reptilien in Westfalen, inzwischen als ABÖL-Projektgruppe geführt, hat mit neuartigen Methoden insbesondere quantitative Bestandsaufnahmen an nahezu tausend westfälischen Laichplätzen der vier Arten der Molch-Gattung *Triturus* vorgenommen (vgl. FELDMANN 1975); auch andere Arten der beiden Wirbeltierklassen haben vorläufige monographische Bearbeitungen erfahren. Regionalfaunen mit Punkt-