

Probleme des Ökosystems einer Industriestadt,

dargestellt am Beispiel von Saarbrücken

Paul Müller

Die Belastbarkeit von Ökosystemen ist eng verknüpft mit dem Artenreichtum und funktionalen Zusammenwirken ihrer raumbundenen Biozöosen, der ökologischen Valenz und Stellenäquivalenz ihrer Mitglieder und der beeinflussenden Wirkung des Menschen. Primäre Ökosysteme (= Urlandschaften) bestanden, bevor der Mensch begann, wesentliche, d.h. die Regenerationsfähigkeit der Ökosysteme unterbindende, Eingriffe in den Ländern und Landschaften vorzunehmen. Primäre Ökosysteme sind in ihrer Verbreitung häufig koinzident mit den Physiotope einer Landschaft. Das weltweite Vorkommen von Kummulations-, Konzentrations- und Summationsgiften macht die traditionelle Trennung zwischen Kultur- und Naturlandschaften weitgehend überflüssig, und es ist fraglich, ob in der Biosphäre gegenwärtig noch primäre Ökosysteme existieren.

Die Frage nach der Stabilität eines sekundären Ökosystems läßt sich nur beantworten, wenn der Mensch in den Ökosystem-Begriff "Aufgenommen" wird. Ein Ökosystem "Haferfeld" (= Ökotope) ist nur solange funktionsfähig, wie der Einfluß des Menschen erhalten bleibt. Fällt dieser fort, so kommt es zu einer Sukzessionsfolge von Ökosystemen, bis ein Typ erreicht ist, der dem gegenwärtigen Wuchspotential des Standortes entspricht (= potentielle, natürliche Ökosysteme) und dessen Verbreitung im allgemeinen wieder korreliert zu einem Physiotope verläuft. Wuchspotential eines Standortes und anthropogene Belastung sind damit entscheidend für die

Vortrag, gehalten anlässlich der Tagung der "Gesellschaft für Ökologie", Giessen 1972
Tagungsbericht "Belastung und Belastbarkeit von Ökosystemen"
Anschrift des Verfassers: Prof.Dr.P.Müller, 66 Saarbrücken 11,
Abt. für Biogeographie der Universität.

Stabilität von Ökosystemen (DANSEREAU 1957, 1970, 1971, ROBINSON 1972, TIVY 1971). Ökosysteme sind damit aber nicht nur Forschungsgegenstände der Ökologie, sondern zugleich "Elementarlandschaften" (STUGREN 1972) der Geographie.

Die Bedeutung einzelner Arten für die Stabilität des artenreichen neotropischen Regenwaldes ist weitgehend unbekannt (MÜLLER 1972). Andere Ökosysteme verdanken ihre Existenz und Stabilität einzelnen "Schlüsselarten" (u.a. Ökosystem Bibersee, Nebka). Völlig analoge Verhältnisse finden sich bei städtischen Ökosystemen, deren Schlüsselart der Mensch ist. Mosaikartig auftretende Biozönosen erlauben nur in seltenen Fällen Aussagen über ihre historische Entwicklung (KÜHNELT 1970). Ihre Reaktionsnorm auf Umweltveränderungen kann hier nur als Indikator verstanden werden. Die Belastbarkeit von städtischen Ökosystemen richtet sich nach dem gruppen-spezifischen Verhalten ihrer Bewohner und dem Zusammenwirken aller Raumfaktoren. Die Belastbarkeitsgrenze einiger Industriestädte wurde bereits in der Praxis erreicht bzw. überschritten (u.a. D o n o r a - K a t a s t r o p h e 1948) oder näherungsweise berechnet (BACH 1972, CRALLEY 1972, HILL 1972, LAMB 1968, MCBOYLE 1972, PROBALD 1972, TURNER 1964 u.a.).

Die intraspezifische Reaktionsnorm des Menschen gegenüber Stress ist nicht nur sehr variabel, sondern kann durch Beeinflussung subjektiv verändert werden (HAGERSTRAND 1972). Befragungen, die KROEBER - RIEL (1972) zur subjektiven Wahrnehmung der Umweltverschmutzung durch die Saarländer durchführte, zeigen zwar, daß Umweltverschmutzung einer der Hauptabwanderungsgründe ist, doch verdeutlichen andere Untersuchungen zugleich, daß die Einschätzung von Umweltstörungen bei unterschiedlicher Qualität gleichzeitig gebotener "Anreize" zu völlig abweichenden Ergebnissen führen kann.

Unsere Untersuchungen in Saarbrücken wurden deshalb von Anfang an so angelegt, daß einerseits das Ökosystem

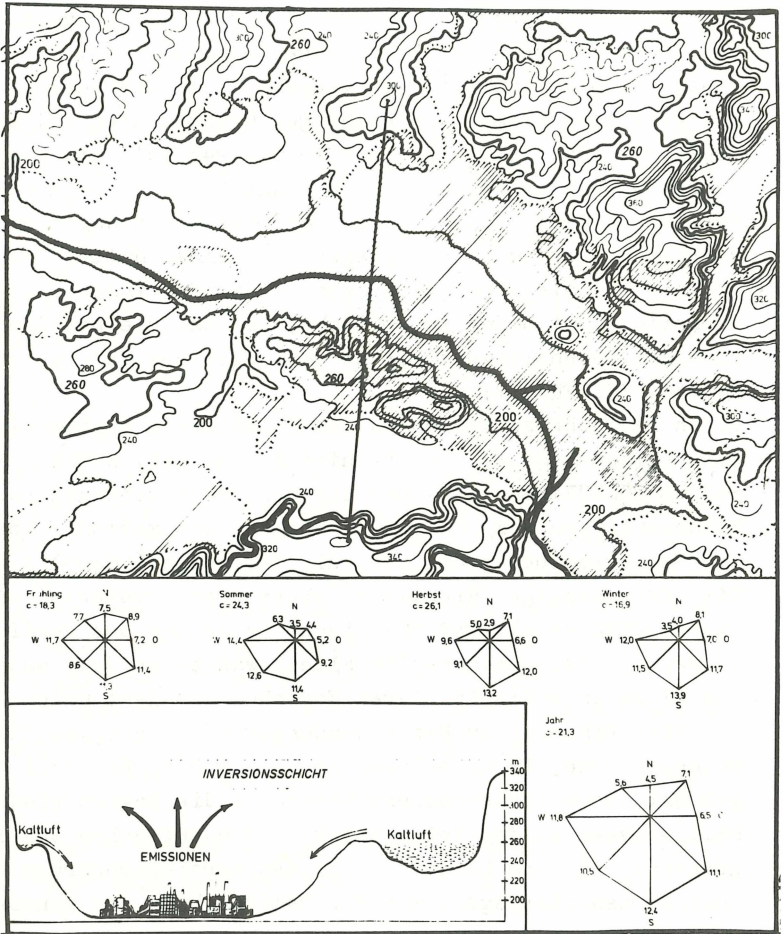
"Industriestadt" vom Menschen aus analysiert wurde, andererseits kleinere, in oder am Rande der Stadt lebende und entsprechend unterschiedlich belastete, mosaikartig verbreitete Biozönoson auf ihre Indikatorqualität für Belastung und Belastbarkeit des Ökosystems "Industriestadt" getestet wurden. Voraussetzung für brauchbare Bioindikatoren ist die Kenntnis ihrer ökologischen Valenz, eine geringe intrapopuläre Variabilität und Reaktionsnorm auf Komplexwirkungen sowie ihre Korrelierbarkeit zum Menschen.

Das Ökosystem "Industriestadt" Saarbrücken liegt zwischen der 260 m Isohypse auf 190 m Höhe (Saartal; Abb. 1) und besitzt ein atlantisch (überwiegend West- und Südwestwinde) geprägtes Klima (langjähriger Niederschlag 781 mm; 1968 = 911 mm; 1969 = 721 mm; 1970 = 946 mm). Die mittlere Jahrestemperatur (1950-1970) beträgt (Station = Saarbrücken-Schleuse, 189 m) $9,8^{\circ}\text{C}$. In den Hauptwindrichtungen versperren Schwerindustrie-Anlagen (Burbacher-Hütte; Brebacher-Hütte u.a.) die Ein- und Ausgänge des Stadtinnern, und Emissionen mit hohem spezifischem Gewicht bleiben deshalb zu einem wesentlichen Teil im Ökosystem des Verdichtungsraumes (MÜLLER 1972 b).

Durch langjährige Messungen des Staatlichen Hygiene-Instituts (Staub-, SO_2 -, CO -Konzentrationen; vgl. RUMLER, NEIS und HERBOLSHEIMER 1972) und eigenen Untersuchungen (u.a. Schneeanalysen vom 16.1.1971) liegen Informationen über die Immissionsbelastung vor, die teilweise (Staub) die nach TA-Luft zulässigen Richtwerte übersteigen. Untersuchungen über Wärmehaushalt und thermische Belastung des Verdichtungsraumes und der zugehörigen Fließgewässer werden, ausgehend von einem interdisziplinären Forschungsprojekt unter besonderem Einsatz von Fernerkundungsverfahren (u.a. Infrarotdetektoren, IR Line-Scanner; vgl. SCHNEIDER 1972) durchgeführt. Dabei interessiert besonders die Tagesperiodik der Kaltluftseen in den Seitentälern und Hochflächen des Stadtgebietes und ihre Bedeutung für den Verdichtungsraum bei Inversionswetterlagen. Mit der Untersuchung des Mikroklimas

Abb.1: Lage des Ökosystems "Saarbrücken".

Der Bebauungsraum (eng schraffiert = Industriegeb.) zwischen der 260 m Isohypse wurde schraffiert. Die Hauptwindrichtungen und ein schematisches Querschnittsprofil (unten) verdeutlichen die Wechselbeziehungen zwischen Emissionen und Kaltluftseen bei Inversionswetterlagen.



und seiner Beeinflussung durch Grünflächen (vgl. BERNATZKY 1972) wurde erst begonnen.

Einjährige, mit Strahlungsthermometern und Mikroklimastationen durchgeführte Meßreihen zeigen, daß die zwischen der 260 m Isohypse im Saartal gelegene Stadt Innentemperaturen besitzt, die im Durchschnitt bis zu 1,7 Grad die Umgebungstemperatur übersteigen.

Die für die vertikale Belüftung des Stadtökosystems vor allem bei Inversionswetterlagen entscheidenden Kaltluftseen sind teilweise durch Bebauung "erloschen" (MÜLLER 1972 c) bzw. ihr Zufluß durch Siedlungen zumindest erschwert (MÜLLER 1972 b). Phänologische Untersuchungen (Aufblühetermine von *Aesculus hippocastanus* u.a.) und das Studium der jahresperiodischen Veränderung von Reproduktionsraten limnischer Organismen im Bereich von thermalen Einleitern ergänzen die Messungen.

Besonderes Schwergewicht liegt bei unseren Untersuchungen auf der Indikatorbedeutung von Organismen und Biozönosen für Raumqualitäten (MÜLLER 1972 c, d). In Vorbereitung befindliche geomedizinische Karten (Allergien, Lungenkrankheiten) sollen Aufschluß über eine mögliche Koinzidenz von immissionsbelasteten Gebieten und Krankheitsverbreitung geben. In Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Finanzen und Forsten laufen zugleich Untersuchungen über Ertragsleistung und Immissionsbelastung saarländischer Wälder (Standortkartierung bereits abgeschlossen). Kartierungen von Brachflächen und Grenzertragsböden werden ergänzend durchgeführt. Auf unterschiedlich belasteten Standorten wurden (im Untersuchungsgebiet) Langzeituntersuchungsflächen ausgeschieden, auf denen Altersaufbau und Fertilität von Kleinsäuger-, Zusammensetzung und Abundanz von Carabiden- und Gastropoden-Populationen untersucht werden. Die bisherigen Befunde reichen nicht aus, um endogene Populationsdynamik und exogenen Populationsstress zu trennen. Eine von meinem Mitarbeiter THOMÉ durchgeführte emittentenbezogene Kartierung epixyler Flechten (979 untersuchte Bäume) liegt bereits vor (Abb. 2).

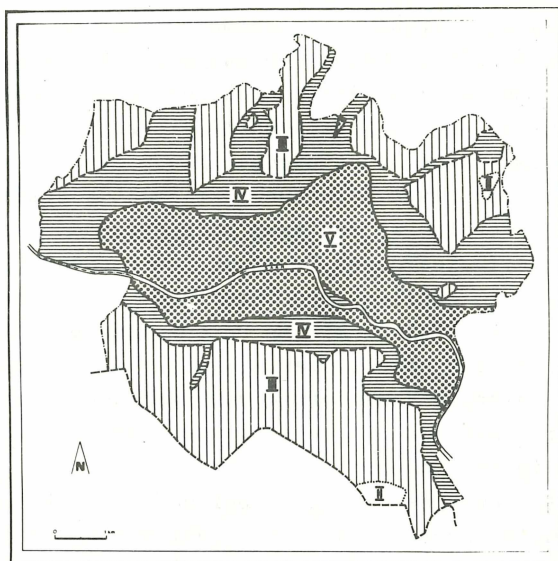


Abb. 2: Flechtenzonierung in Saarbrücken (nach THOMÉ).

Es bedeuten:

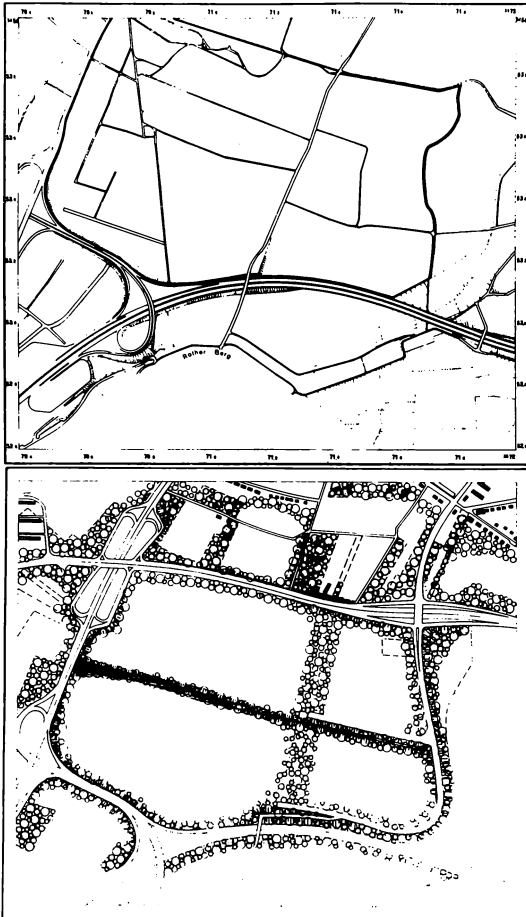
V = Flechtenwüste; IV = innere Kampfzone;

III = mittlere Kampfzone; II = äußere Kampfzone.

Die Flechtenwüste ist koinzident mit einer Zone von über $0,13 \text{ mg/SO}_2/\text{m}^3$ Luft.

Das Ökosystem der Saar, das täglich über 500 Tonnen Chloride und über 200 Tonnen Sulfate der Mosel zuführt und durch Thermaleinleiter (Kraftwerke) im Oktober stellenweise auf fast 30° erwärmt wird (SCHNEIDER 1972), wird seit einem Jahr von der Quelle bis zur Mündung unter besonderer Berücksichtigung der Gastropoden- und Crustaceenfauna untersucht, wobei besonders die Erfassung ganzer Biozönosen und die Besiedlungsgeschwindigkeit einzelner Arten (ausgelegte "Besiedlungskästen") im Vordergrund stehen. Zahlreiche im Oberlauf der Saar häufigere Arten fehlen zwischen Saarbrücken und Völklingen, wo sie teilweise 1912 noch

Abb.3: Rahmenpflanzung (ØLSCHOWY 1970) aus immissionsresistenten Arten, die dem Wuchspotential der sandig-schluffigen Böden entsprechen und hohe Schall-Dämmwerte besitzen (vgl. BECK 1972; MÜLLER 1972 f), als Umweltschutzwald für ein Gewerbegebiet im Süden von Saarbrücken (Pflanzenarten: *Fagus silvatica*, *Ilex aquifolium*, *Carpinus betulus*). Die dunklen Flächen sind städtisches Eigentum (oben = Ausgangssituation; unten = Rahmenpflanzung).



auftraten (BÖTTGER 1912; u.a. *Echinogammarus berilloni*, *Atyaephyra desmaresti*, *Planorbarius corneus*, *Theodoxus fluviatilis*, *Dreissena polymorpha*).

Die bisher gewonnenen Ergebnisse werden bereits bei Planungsvorhaben verwendet (Abb. 3). Die Kenntnis der Dynamik unserer Ökosysteme ist notwendige Voraussetzung für jede Planung (MÜLLER 1972 e, f). Landes- und Regionalplanung besitzen die Aufgabe, in funktional zusammenhängenden Gebieten eine bestmögliche räumliche Ordnung für Arbeit, Wohnen, Bildung, Erholung, Versorgung und Verkehr anzustreben. Diesen Aufgaben, die letztlich auf eine Optimierung des Lebensstandards zielen, ist die Regionalplanung nach den Ausführungen der Bundesregierung (vgl. Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung 1971; Umweltplanung; Dtsch. Bundestag; zu Drucksache VI/2710) nur gerecht geworden, wenn ihre Planungen die vorhandenen Naturpotentiale gebührend berücksichtigen, was jedoch häufig an fehlenden ökologischen Grundlagen und damit falschen Vorstellungen über den "betroffenen" Raum scheiterte (MÜLLER 1972 e).

Gerade am Beispiel des Ökosystems einer Industriestadt läßt sich jedoch zeigen, daß Ökonomie und Ökologie zusammenhängende Faktoren sind.

Literaturverzeichnis: BACH, W.: Urban air pollution climatological modelling. *International Geography* 1972; 22. Int. Geogr. Congr. 1, 129-131 (1972). BECK, G.: Pflanzen als Mittel zur Lärmbekämpfung. Patzer-Verl. Hannover, Berlin, Gerstadt (1972). BERNATZKY, A.: Großstadtklima und Schutzpflanzungen. *Nat. u. Mus.* 102 (11), 425-431 (1972). BOETTGER, C.R.: Die Molluskenfauna der preußischen Rheinprovinz. *Arch.f.Nat.Gesch.* 78, (8) (1912). CRALLEY, L.V.: *Industrial Environmental Health*. Acad. Press. New York und London (1972). DANSEREAU, P.: *Biogeography*. Ronald Press Company, New York (1957). DANSEREAU, P.: *Megalopolis: resources and prospect. Challenge for Survival* 1-33; Columbia Univ. Press, New York und London (1970).

DANSEREAU, P.: Dimensions of environmental quality. Sarracenia 14, 1-109. Montréal (1971). HAGERSTRAND, T.: Research for the urban future: Plan Europe 2000. 22. Int.Geogr.Congr. Montréal (1972). HILL, A.R.: Ecosystem stability and man: a research focus in biogeography. Internat. Geography 1972; 22. Int.Geogr.Congr. 1, 255-257 (1972). KROEBER-RIEL, W.: Die subjektive Wahrnehmung der Umweltverschmutzung durch die Saarländer und ihre politische Bedeutung. Umwelt-Saar 1972, 140-143 (1972). KÜHNELT, W.: Grundriß der Ökologie. Verl. G. Fischer, Stuttgart 1970. LAMB, R.: An air pollution model of Los Angeles. MA thesis, UCLA. (1968). MCBOYLE, G.R.: Perception of urban climate. Internat.Geography 1972; 22.Int.Geogr.Congr. 1, 162-164 (1972). MÜLLER, P.: Der neotropische Artenreichtum als biogeographisches Problem. Zool. Meded.Feestbundel L.D. Brongersma 47, 88-110 (1972 a). MÜLLER, P.: Probleme des Umweltschutzes in der Großstadt Saarbrücken. Saarheimat 6-7, 124-126 (1972 b). MÜLLER, P.: Die Bedeutung biogeographischer Methoden für die Bearbeitung saarländischer Umweltprobleme. Umwelt-Saar 1972, 28-40 (1972 c). MÜLLER, P.: Die Bedeutung der Biogeographie für die ökologische Landschaftsforschung. Biogeographica 1, 25-53 (1972 d). MÜLLER, P.: Die Notwendigkeit des Einsatzes neuerer biogeographischer Erkenntnisse in der Regionalplanung. Vortrag gehalten auf der Wissenschaftl. Arbeitst. über Fach- und Rechtsfragen des Bauens u. Planens. Kaiserslautern (im Druck) (1972 e). MÜLLER, P.: Lärmbelastung im Industriegebiet Süd (Saarbrücken) und ihre Verringerung durch Schutzpflanzungen. Biobegr. Gutachten (unveröffentl.), Saarbrücken 1972 f. OLSCHOWY, G.: Landschaft und Technik, Hannover, Berlin, Saarstedt 1970. PROBALD, F.: Deviations in the heat balance: the basis of Budapest's urban climate. International Geography 1972; 22.Int.Geogr.Congr.1, 184-186 (1972). ROBINSON, H.: Biogeography. Macdonald u. Evans LTD. London (1972). RUMLER, F., H.NEIS und R.HERBOLSHEIMER:

Ergebnisse der Schwefeldioxidpegelmessungen für die Zeit vom 4.5.1970 bis 30.4.1971 (4.Meßjahr) im Raum Saarbrücken-Völklingen. Staatl.Inst. Hygiene und Infektionskrankheiten 5, 5-8 (1972). RUMLER,F., H.NEIS und R.HERBOLSHEIMER: Staubniederschlagsmessungen im Raum Saarbrücken-Völklingen-Saarlouis-Dillingen und Neunkirchen für die Zeit vom 1.5.1970 bis 30.4.1971 (4.Meßjahr). Staatl.Inst.Hygiene und Infektionskrankheiten 5, 9-20 (1972). SCHNEIDER,S.: Fernerkundungsverfahren im Dienste der Umweltforschung. Beispiele von der mittleren Saar. Umwelt-Saar 1972, 19-27 (1972). STUGREN,B.: Grundlagen der allgemeinen Ökologie. Verl. G.Fischer, Jena 1972. TIVY,J.: Biogeography. Oliver & Boyd, Edinburgh, 1971. TURNER,D.B.: A diffusion model for an urban area. J. Appl. Met. 3 (1964).