



UFZ-Bericht

UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Nr. 3/1997

Regionalökologie

Tagungsbericht und wissenschaftliche
Beiträge des Deutsch-Argentinischen
Workshops
Mendoza - Argentinien

Brigitte Großer (Hrsg.)

Nr. 3/1997

Regionalökologie

Tagungsbericht und wissenschaftliche
Beiträge des Deutsch-Argentinischen
Workshops
Mendoza - Argentinien

Brigitte Großer (Hrsg.)

Vorwort

Internationale Zusammenarbeit in Wissenschaft, Forschung und Technologie ist ein in vielen Regierungsprogrammen ausgedrücktes Anliegen. Dies gilt auch für Argentinien und Deutschland. Um die Zusammenarbeit zwischen Forschern beider Länder zu unterstützen, haben die Regierungen Argentiniens und Deutschlands ein Abkommen abgeschlossen, das die grundsätzlichen Regeln für die Kooperation festlegt. Seit der Unterzeichnung dieses Abkommens im Jahre 1969 sind zahlreiche gemeinsame Projekte in Bereichen wie Wind- und Nuklearenergie, Materialforschung, Biotechnologie, Meeres- und Antarktisforschung durchgeführt worden.

Zusammenarbeit im Umweltbereich wurde erst zu einem späteren Zeitpunkt in das Spektrum der gemeinsamen Interessen aufgenommen und hat eine recht positive Entwicklung durchlaufen. Dies mag jene erstaunen, die auf den ersten Blick nur die Tatsache sehen, daß Argentinien und Deutschland nicht nur auf verschiedenen Kontinenten, sondern auch in verschiedenen Hemisphären liegen. Bei etwas näherer Betrachtung wird jedoch deutlich, daß es zwar erhebliche Unterschiede, aber auch etliche Gemeinsamkeiten gibt, und gerade diese Unterschiede und Gemeinsamkeiten bieten ein wertvolles Potential für die Realisierung paralleler und komplementärer Interessen.

„Regionalökologie“ ist der Kurztitel eines Verbundprojektes mit zur Zeit acht Projekten, die von vier argentinischen und zwei deutschen Forschungsinstitutionen bearbeitet werden. Der Begriff „Verbund“ deutet an, daß es enge inhaltliche Verbindungen zwischen den einzelnen Projekten gibt: ein Projekt benötigt unabdingbar die Daten eines anderen und produziert seinerseits Daten und Ergebnisse, die in ein weiteres Projekt eingespeist werden. Diese Art des Zusammenwirkens garantiert ein hohes Maß der Integration aller Partner und bewirkt einen Synergismus der einzelnen Forschungsbeiträge zur Erreichung des übergeordneten Gesamtzieles. Der Zusammenschluß zu einem derartigen Projektverbund hat sich als geeigneter Weg für die Bearbeitung komplexer Situationen und Probleme erwiesen, die einen multidisziplinären Forschungsansatz erfordern.

Die gemeinsamen Forschungsarbeiten im Projektverbund „Regionalökologie“ zielen darauf ab, Korrelationen und Interdependenzen zwischen den Faktoren Wirtschaft, Ökologie und menschliche Gesundheit in urban geprägten Regionen zu erkennen und zu bewerten.

Nur auf der Basis derartig erarbeiteter Kenntnisse und Erkenntnisse können Konzepte für Regionen wie die Oase von Mendoza am Fuß der Anden im westlichen Argentinien oder Leipzig und Umgebung unter dem Tenor „Nachhaltigkeit“ entwickelt werden.

Die in diesem Band zusammengestellten Beiträge der ersten Seminarveranstaltung des Projektverbundes veranschaulichen eindrucksvoll, daß selbst nach kurzer Zeit der Zusammenarbeit schon relevante Ergebnisse erzielt werden konnten. Dennoch ist allen Beteiligten klar, daß es weiterer Forschung bedarf, bevor Planern, Politikern und Entscheidungsträgern praktikable „Management-Instrumente“ an die Hand gegeben werden können, die diese in die Lage versetzen, die erstrebte Nachhaltigkeit in ihren Verantwortungsbereichen umzusetzen.

Helmut K. Bianchi

INHALT

	Seite
Zukunftsaufgaben deutscher Bildungs- und Forschungspolitik.	5
<i>Min. Dirig V. Knoerich</i>	
MENDOCLIMA - Gesamtkonzept eines Stadtklimaprojektes in Groß-Mendoza.	13
<i>M. Alessandro / W. Endlicher / R. Mikkan / M. Polimeni / E. Schultz</i>	
Sommersmog	
1. Fallstudien zur Ozon-Belastung in Mendoza.	29
<i>U. Schlink / J. L. Puliafito / O. Herbarth / E. Puliafito / M. Richter / J. C. Behler / M. Rehwagen / P. E. Guerreiro / C. Puliafito / M. Schilde</i>	
2. Zur Frage des Einflusses verkehrstypischer Immissionen auf Atemwegserkrankungen und Allergien bei Kindern.	39
<i>O. Herbarth / J. C. Behler / G. J. Fritz / J. L. Puliafito / M. Richter / M. Rehwagen / C. Puliafito / U. Schlink / W. Wildführ</i>	
Kiefernadeln als Biomonitoringsystem für den regionalen und globalen Maßstab	
1. Immissionsmuster luftgetragener Schwermetalle und Bioelemente in den Regionen Mendoza und Leipzig-Halle.	49
<i>L. Weissflog / M. Gantuz / K.-D. Wenzel / A. Pfennigsdorf / G. Schüürmann</i>	
2. Immissionsmuster und Bioverfügbarkeit luftgetragener organischer Schadstoffe in den Regionen Mendoza und Leipzig-Halle.	57
<i>K.-D. Wenzel / L. Weissflog / E. Puliafito / G. Schüürmann</i>	
Fremdländische Pflanzenarten in Argentinien - ökologische Merkmale von europäischen Arten in Südamerika.	65
<i>S. Klotz / R. Ojeda / R. Brandl</i>	
Einsatz von Satellitenbildern zur Bestimmung der Änderung der agrарischen Landbedeckung in einem suburbanen Gebiet der Provinz Mendoza.	79
<i>C. Bühler-Natour</i>	
„Environmental Information System“ Projekt CIFOT: SIGMA „Geographisches Informationssystem für den Einsatz im Umweltmonitoring“.	89
<i>M. E. Gudiño de Muñoz / P. Thomas</i>	
Der Aufbau eines Umweltinformationssystems für die Städte Leipzig und Mendoza.	95
<i>A. Kindler</i>	

Funktionelle und strukturelle Faktoren für eine nachhaltige Stadtentwicklung am Beispiel von Leipzig und Mendoza.	105
<i>P. Böhm / J. Breuste / E. Montaña / C. de Rosa</i>	
Der Einfluß sozioökonomischer Faktoren auf die Stadtentwicklung im Vergleich zwischen Leipzig und Gran Mendoza.	115
<i>S. Kabisch / S. Chorén / S. Greco</i>	
Organisation einer gemeinsamen Datenbasis und des Datenaustauschs.	125
<i>C. Puliafito / E. Puliafito</i>	
Spanisch/ Espanol	ab 131
Anhang	269

Zukunftsaufgaben deutscher Bildungs- und Forschungspolitik

MinDirig V. KNOERICH

Ich spreche zu Ihnen als Vorsitzender der deutsch-argentinischen Kommission für die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit und danke sehr für die freundliche Einladung. Seit meinem letzten Besuch in Argentinien sind 1 1/2 Jahre vergangen. Ich freue mich, wieder einmal in Mendoza, dieser schönen Stadt zu sein. 1994 konnten wir das 25jährige Jubiläum der deutsch-argentinischen Zusammenarbeit in Forschung und Technologie feiern. Der deutsche Forschungsminister war nach Argentinien gekommen, um zusammen mit Ihrem Staatspräsidenten ein Seminar über Technologietransfer zu eröffnen.

Inzwischen hat es in Deutschland nach den Wahlen im Herbst 1994 in der Bildungs- und Forschungspolitik einige wichtige Änderungen gegeben. Die neue Legislaturperiode begann mit der Zusammenführung der Bereiche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie durch Fusion von zwei Ministerien zu einem, in der Abkürzung BMBF genannt. Die Presse nennt es „Zukunftsministerium“. Immerhin kennzeichnet dieser Ausdruck das wachsende Bewußtsein der deutschen Öffentlichkeit, daß die Bereiche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie für die Zukunft Deutschlands als Industriestandort als Einheit gesehen werden und für Wettbewerbsfähigkeit und Wohlstand im 21. Jahrhundert von herausragender Bedeutung sind.

Die Zusammenführung der beiden Ministerien ist inzwischen abgeschlossen. Das BMBF hat jetzt fast 1.200 Mitarbeiter, die um 200 reduziert werden müssen. Wir haben jetzt neben einer Verwaltungsabteilung, eine Strategieabteilung, die auch die internationale Zusammenarbeit umfaßt, und fünf Fachabteilungen, und zwar eine für die berufliche Bildung, eine für die Hochschulen und drei, die sich mit der Förderung von Hochtechnologien beschäftigen: Energie und Umwelt, Biowissenschaften und Informationstechnik, Luft- und Raumfahrt sowie Verkehr.

Der neue Minister heißt Dr. Jürgen Rüttgers, ist ein 44jähriger Jurist aus Köln und besitzt reiche Erfahrungen in der CDU-Bundestagsfraktion. Er ist dabei, nach der organisatorischen Umstrukturierung des Ministeriums neue inhaltliche Schwerpunkte zu setzen. Zur Zeit ist es vor allem der Bereich der Bildungspolitik, in dem einige vordringliche Aufgaben in Angriff genommen werden müssen. Vorbedingung für die Zukunft des Industriestandorts Deutschland ist ein komplexes Zusammenwirken. Es geht darum, neue Erkenntnisse der Grundlagenforschung rascher als bisher in Anwendungstechniken zu überführen und innovative Produkte zu entwickeln, die im schärfer werdenden weltweiten Wettbewerb Chancen haben. Dazu bedarf es einer breiten Palette von gut ausgebildeten und hochqualifizierten Fachleuten. Das bedeutet, man muß rechtzeitig die Grundlagen in Bildung und Weiterbildung legen. Noch mehr als in der Vergangenheit wird es auf Flexibilität und Anpassungsfähigkeit von

Menschen ankommen. Den Herausforderungen, in einer zusammenwachsenden Welt des 21. Jahrhunderts werden wir nicht mit den Rezepten des 19. Jahrhunderts begegnen können.

Das neue Ministerium fördert die allgemeine und berufliche Bildung. Es finanziert wissenschaftliche und technologische Projekte im Rahmen von mehrjährigen Forschungsprogrammen.

Daneben steht die institutionelle Förderung zahlreicher vom Bund und den Ländern gemeinsam finanzierter Forschungseinrichtungen. Sie geschieht im Konsenswege aufgrund von Bund-Länder-Vereinbarungen nach festgelegten Finanzierungsschlüsseln. Dazu gehören die Max-Planck-Gesellschaft, die Fraunhofer-Gesellschaft und die Deutsche Forschungsgemeinschaft aber auch die 16 Großforschungseinrichtungen und andere Bund-Länder-Forschungseinrichtungen von überregionaler Bedeutung.

Das BMBF verfügt 1995 insgesamt über einen Haushalt von 15,5 Mrd. DM. Dies ist der größte Teil der von der Bundesregierung für Bildung und Forschung erbrachten Aufwendungen. Die Aufwendungen der Länder erreichen zusammen nicht ganz das BMBF-Volumen. Insgesamt betragen die Ausgaben der öffentlichen Hand etwa 32 Mrd. DM. Sie bleiben jedoch deutlich hinter den eigenen Forschungsausgaben der Wirtschaft zurück, die fast 50 Mrd., das sind ca. 60 % der Gesamtaufwendungen, betragen.

Diese 82 Mrd. DM entsprechen einem Aufwand für Bildung und Forschung von 2,5 % des deutschen Bruttosozialproduktes. Dieser Betrag erreicht allerdings nicht - weder absolut noch prozentual - die Vergleichszahlen für Japan und die USA. Er ist in den letzten Jahren sogar gesunken.

Wir wissen, daß Rohstoffe, Energie und Arbeitskraft in vielen Staaten der Welt billiger und die Arbeitszeiten länger sind als in Deutschland. Wir wissen, daß Kapital wandert und mit ihm die Arbeitsplätze, daß moderne Produktionsstätten dort gebaut werden, wo sie am effektivsten arbeiten können. Da es kaum möglich sein wird, die Kosten in Deutschland zu senken, müssen wir Investoren Rahmenbedingungen bieten, die die hohen Kosten kompensieren. Zur Schaffung eines investitionsfreundlichen Klimas gehört der Abbau von Bürokratie, etwa bei Genehmigungsverfahren. Dazu gehört aber auch der soziale Konsens zwischen Gewerkschaften und Arbeitgebern. Wer in Deutschland die Zukunft gestalten will, muß Wege finden, den hohen Lebensstandard langfristig zu sichern. Um in dem schärfer werdenden weltweiten Wettbewerb zu bestehen, sind nicht nur in Europa, sondern auch in Lateinamerika Innovationen in vielen Bereichen erforderlich. Sie können in der Entwicklung neuer Produkte, in der Verbesserung von Arbeitsabläufen, in neuen Verfahren, weniger Bürokratie oder Modernisierung der Sozialsysteme bestehen. Innovationen erfordern oft nur einen relativ geringen Kapitaleinsatz, werden allerdings schnell imitiert und sichern deshalb nur für eine gewisse Zeit Wettbewerbsvorteile. Dagegen kann man sich mit rechtlichen Mitteln schützen, besser aber sind neue Innovationen, die die alten im Wert mindern.

Eine intensive Diskussion über neues Denken und Handeln ist in Deutschland in Gang gekommen: Wie kann die Leistungsfähigkeit in der Forschung verbessert werden, wie kann

die Umsetzung von erkenntnisorientierter Forschung in innovative Technologien beschleunigt werden, welche Forschungsbereiche erscheinen prioritär, und was ist im Bildungsbereich zu verändern?

Auch wenn es an sich Sache der Länder ist, insbesondere im Rahmen der Universitäten Grundlagenforschung zu fördern, tut dies auch der Bund. Von den Forschungsfördermitteln des BMBF entfallen darauf 40 %. Weil Grundlagenforschung wichtig ist und bleibt, soll deren Vielfalt und Qualität an unseren Hochschulen über die Deutsche Forschungsgemeinschaft und durch die Max-Planck-Gesellschaft weiter und stetig gefordert werden. Dabei gilt es, den häufig sehr theoretischen Gegensatz zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung zu überwinden. Die 16 Großforschungseinrichtungen sollten verstärkt anwendungsorientiert arbeiten. Ihre Zusammenarbeit mit der Wirtschaft soll weiterentwickelt und durch finanzielle Anreize gestärkt werden. Komplexe Sachverhalte etwa im Bereich der Biotechnologie, der Materialforschung und der Umweltforschung erfordern ein interdisziplinäres Zusammenwirken. Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsunternehmen müssen gemeinsam Perspektiven und Leitprojekte entwickeln. Nicht der Staat, sondern Wissenschaft und Wirtschaft sollen die Themen bestimmen.

Das BMBF versucht, zur Steigerung der Forschung in den Unternehmen beizutragen. Deren Forschungsaufwendungen waren 1995 ca. 1 Mrd. DM niedriger als 1993. Das Bemühen, Rahmenbedingungen so zu verbessern, daß sich Forschung und Entwicklung betriebswirtschaftlich mehr lohnen, kann nur in geduldiger Arbeit am Detail Erfolg haben. Wichtig ist vor allem die Stärkung der Innovationsfähigkeit von kleinen und mittleren Unternehmen. Schon mehr als ein Drittel der Fördermittel für die gewerbliche Wirtschaft gehen in Projekte kleiner und mittlerer Unternehmen. Gleichwohl müssen wir durch finanzielle Anreize die Technologietransfers aus Forschungseinrichtungen beschleunigen, die Auftragsforschung für Unternehmen ohne eigene Forschungskapazität stimulieren und den Forschungspersonalaustausch verstärken.

Ein besonderer Schwerpunkt für das BMBF bleibt weiterhin die Förderung von Forschung und Technologie in den neuen Ländern. 1995 und 1996 sind jeweils 3 Mrd. DM dafür vorgesehen. Vieles ist seit der Wiedervereinigung und seit der Auflösung der Akademie der Wissenschaften der ehemaligen DDR schon erreicht worden. Insbesondere ist die Schaffung westlicher Strukturen an den Hochschulen und in der außeruniversitären Forschung der neuen Länder vorangekommen. Mehr als 100 Forschungseinrichtungen sind mit Hilfe des BMBF in den neuen Ländern gegründet worden. Sie arbeiten mit wachsendem Erfolg und internationaler Anerkennung.

Sorge bereitet nach wie vor die Industrieforschung. Lange noch werden hierfür Unterstützungsleistungen nötig sein, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen. Die Folgen der kommunistischen Plan- und Staatswirtschaft sind in diesem Bereich besonders schwierig aufzuarbeiten. Das gilt oft auch für das Denken und Handeln der Menschen. Zu lange hat man in ganz verschiedenen Systemen gelebt. Der Prozeß des Zusammenwachsens wird län

ger dauern als viele es sich vorgestellt haben, aber er wird gelingen. Beispiele für das Entstehen hochmoderner Strukturen gibt es schon.

Besonders betonen möchte ich einige Schwerpunkte in der deutschen Forschungs- und Technologiepolitik, die für die kommenden Jahre bedeutsam sind:

- a) Obwohl wir in Deutschland einen hohen Standard beim Schutz der **Umwelt** erreicht haben, müssen die Technologien zur Vorsorge und zur Bekämpfung von Umweltschädigungen weiter gefördert werden. Dabei spielt die internationale Wettbewerbsfähigkeit eine wichtige Rolle. Die Bedeutung der Förderung des produktionsintegrierten Umweltschutzes wird noch immer unterschätzt.
- b) Die Weltklimakonferenz in Berlin hat uns erneut vor Augen geführt: Eine sichere Energieversorgung muß mit dem dauerhaften Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen im Einklang stehen. Das BMBF wird daher ein neues **Energieforschungsprogramm** mit Schwerpunkt bei der CO²-Reduktion, bei der Energieeinsparung und bei der Nutzung der Solarenergie vorlegen.
- c) Der Dienstleistungsbereich ist heute das Feld mit dem höchsten Zuwachs an Arbeitsplätzen. Wachstumsschancen liegen z.B. im **Multimedia-Bereich**. Aber es müssen Hürden abgebaut werden, damit es freie Fahrt für Kommunikationsautobahnen gibt.

In diesem Zusammenhang ist die Konstituierung eines von Bundeskanzler Kohl einberufenen Technologierates interessant. Es soll ein hochrangiger Dialog zwischen Vertretern aus Wissenschaft, Unternehmen, Gewerkschaften und Politik geführt werden, um Wege zu finden, den Industriestandort Deutschland für die Zukunft zu sichern. Der Rat hat vor allem die Aufgabe, sich ein umfassendes Bild über Problem- und Handlungsfelder in wichtigen Innovationsbereichen zu verschaffen und entsprechende Empfehlungen zu erarbeiten. Die Umsetzung der Empfehlungen liegt in der Eigenverantwortung der Partner. Als erstes hat der Rat das Thema „Informationsgesellschaft“ aufgegriffen. Als erste Umsetzung hat das BMBF den Aufbau eines Hochgeschwindigkeitsnetzes für Forschungsinstitute und Universitäten beschlossen.

d) Zunehmend an Bedeutung gewinnt die **Biotechnologie**, vor allem auch zur Bekämpfung von Krankheiten. Deutschland will zur Erschließung der Chancen der modernen Biologie beitragen und dabei Akzeptanzschwierigkeiten überwinden. Darum betreibt das BMBF eine Initiative zur „Human-Genomforschung“. Ziel ist es, humangenetische Forschungsergebnisse systematisch auf ihre Anwendungsmöglichkeiten hin zu überprüfen. Dazu gehört es, neue Methoden der Früherkennung von Veranlagungen für schwere Krankheiten zu entwickeln sowie Verfahren zur Prävention und Therapie zu erarbeiten.

Wenn breit angelegte Forschung und neue Technologien immer wichtiger für rasche Produktinnovationen werden, braucht der schwierige Prozeß entsprechende Qualifikationen der Menschen. Das deutsche duale System der beruflichen Bildung, also das Zusammenwirken

von Aus- und Weiterbildung am Arbeitsplatz und an berufsbildenden Schulen, wird von der Wirtschaft einerseits und dem Staat andererseits finanziert. Auch aus Gründen des Kampfes gegen die Arbeitslosigkeit, die in Deutschland immerhin über 9 % liegt, wird die Förderung der beruflichen Weiterqualifizierung immer wichtiger. Es sollen raschere Reaktionen auf Veränderungen in der Arbeitswelt ermöglicht werden. Dazu gehört es, Ausbildungsgänge neu zu ordnen oder zu schaffen, z.B. in den Informationstechnologien.

Es geht darum, Menschen entsprechend ihren Fähigkeiten Aufstiegsmöglichkeiten zu bieten, ihre Qualifikationen mit der Entwicklung neuer Technologien wachsen zu lassen. Es soll die Gleichwertigkeit der beruflichen Bildung mit der akademischen Bildung durch vergleichbare Aufstiegschancen erreicht werden. Dazu gehört es, Hochschulzugänge für Absolventen beruflicher Bildungsgänge zu schaffen. Das schließt eine bessere Ausbildungsförderung im Handwerk ein, das in Deutschland eine lange Tradition hat und bei der Sicherung der Qualität von Produkten eine große Rolle spielt.

Nach der deutschen Verfassung sind Kultur- und damit auch Bildungsangelegenheiten in der Verantwortung der Länder. Jedoch besitzt der Bund wichtige Mitwirkungsmöglichkeiten. Das gilt auch für die Hochschulen, die alle von den Ländern betrieben werden und neben Lehre auch Forschung als ihre Aufgabe ansehen. Die Situation in den Universitäten ist unbefriedigend. Auch aus finanziellen Gründen sind Reformmaßnahmen dringend erforderlich. Hörsäle, Labors und Bibliotheken sind überfüllt. Es gibt 1,9 Mio. Studenten, 30 % der Studenten brechen das Studium vorzeitig ab; viele studieren zu lange. Mit den Ländern zusammen muß der Bund für eine personell und sachlich bessere Ausstattung sorgen. Die Gewährung von Stipendien zur Sicherung des Lebensunterhalts von bedürftigen Studenten, ist neu zu regeln. Ein größerer Teil der Stipendien soll in Form von Darlehen vergeben werden.

Besonders dringend ist eine Verbesserung der internationalen Anerkennung von Studienabschlüssen und die Einführung international ausgerichteter Studiengänge, um die Attraktivität eines Studiums in Deutschland für Ausländer zu erhöhen. Eine Stärkung der Fachhochschulen, die kürzere, praxisorientiertere Ausbildungsgänge anbieten, ist in diesem Zusammenhang für Ausländer besonders bedeutsam.

Internationale Zusammenarbeit betreibt das BMBF zunächst einmal im europäischen Rahmen. Es ist Mitglied bedeutsamer europäischer Wissenschaftseinrichtungen wie ESA in Paris oder CERN in Genf. Daneben gibt es besondere bilaterale Aufgaben. Das BMBF unterstützt, soweit es kann, den Reformprozeß in Osteuropa und zwar durch Hilfe zur Selbsthilfe. Es versucht, diese Staaten auf dem Weg in die europäische Integration zu beraten.

Das Abkommen von Maastricht über die Europäische Union eröffnet neue Möglichkeiten für eine europäische Bildungs-, Forschungs- und Technologiegemeinschaft. Das 4. Rahmenprogramm der Kommission in Brüssel mit seinen 20 spezifischen Programmen und einem Finanzvolumen von etwa 25 Mrd. DM, verteilt auf 4 Jahre, konnte Ende 1994 unter

deutscher Präsidentschaft verabschiedet werden. Vor allem weil drei neue Staaten in die EU aufgenommen worden sind, ist es jetzt um 2 Mrd. DM aufgestockt worden. Im nächsten Jahr wird über ein weiteres Abkommen zur Stärkung der EU verhandelt.

Auch wenn die europäische Zusammenarbeit immer enger wird, gewinnt die weltweite Zusammenarbeit an Bedeutung. Eine internationale Zielsetzung ist die Sicherung des Ökosystems Erde.

Als Partner immer wichtiger wird **Lateinamerika**. Die Bundesregierung hat deshalb kürzlich ein Lateinamerika-Konzept verabschiedet. Weil die Militärdiktaturen aus Lateinamerika verschwunden sind und weil in traditionellen Inflationsländern wirtschaftlich weitgehende Stabilität eingezogen ist, ist Lateinamerika politisch und wirtschaftlich interessant geworden. Als Konsequenz will das BMBF im Rahmen des Konzepts der Bundesregierung die Zusammenarbeit mit Lateinamerika neu ausrichten und intensivieren. Ein Konzeptentwurf dafür wird in Kürze vorgelegt und öffentlich diskutiert werden.

Das BMBF arbeitet weltweit mit vielen Partnern in den verschiedensten Bereichen in sehr unterschiedlichen Formen zusammen. Es läßt sich bei seinen Aktivitäten, multilateralen oder bilateralen, von den Grundsätzen der Gegenseitigkeit und der Gleichberechtigung, der Aufgaben- und Arbeitsteilung und des Nutzens für alle Partner leiten. Dazu gehört es, Prioritäten zu setzen, Partner aus der Industrie einzubeziehen und Förderergebnisse zu bewerten. Der Staat sollte sich auf eine begleitende Rolle zurückziehen. Er soll sich begnügen zu stimulieren, ein Netzwerk der Forscher aufzubauen, Forschungseinrichtungen zusammenzubringen. Jeder Transfer wird letztlich durch die Köpfe der Wissenschaftler selbst bewirkt, durch ihr gegenseitiges Vertrauen.

Eine besondere Herausforderung ist die fortschreitende Globalisierung der Weltmärkte. In den letzten Jahrzehnten ist es einigen Staaten in Asien gelungen, wirtschaftlich an die Spitze vorzudringen. Wenn man die Strecke betrachtet, die sie zurückgelegt haben, verfällt man ins Staunen. Was in den westlichen Industrieländern 100 Jahre gedauert hatte, wurde dort in 20 Jahren nachvollzogen. Das ist für alte Industriestaaten beunruhigend, denn es zeigt, daß es im Markt keinen sicheren Abstand zur Konkurrenz gibt. Neue Konkurrenten müssen nicht die ganze Geschichte der Industriestaaten nachholen. Sie können mit der Technologie von heute in den Wettbewerb von morgen einsteigen. Einen Großteil der Strecke legen sie zurück, indem sie bewährte Strukturen, Verfahren und Technologien übernehmen. Erst auf der letzten Strecke müssen sie eigenständig innovativ sein.

Für Staaten wie Argentinien sind die Entwicklungen in Asien ermutigend. Ich wünsche mir, daß Argentinien die Rahmenbedingungen für einen weiteren Aufschwung schafft. Motivation und Leistungsfähigkeit der Wissenschaftler sind dabei ein wichtiger Faktor. Die Globalisierung der Weltmärkte, der weltweite Wettbewerb und die dadurch zunehmende Beschleunigung von Innovationszyklen erfordert auch in Argentinien ein enges Miteinander von Wissenschaft und Wirtschaft. Die deutsch-argentinische Kommission kann dabei eine gewisse Hilfestellung geben.

An einem Industriestandort können Unternehmen nur dann langfristig im In- und Ausland Erfolg haben, wenn sie wirtschaftlich wettbewerbsfähig sind. Dazu gehört ein internationaler Mix von Betriebsstandorten, aber auch, daß Unternehmen im Heimatland gesund bleiben und sichere Arbeitsplätze anbieten. Auch wenn es Mühe macht, gewachsene Strukturen umzubauen, muß ein Land attraktiv sein für in- und ausländische Investoren. Auch Deutschland hat insoweit ein Defizit: im vergangenen Jahr haben deutsche Unternehmen 24 Mrd. DM im Ausland investiert, viel weniger - nämlich nur 5 Mrd. DM - flossen an ausländischem Kapital nach Deutschland.

Wenn wir in Deutschland ebenso wie in Argentinien gezwungen werden, ganz neue Strukturen entstehen zu lassen, gewinnt internationale Zusammenarbeit noch an Bedeutung. Mit Argentinien können wir z. B. in Fragen der Umwelt und der Klimaveränderung noch mehr zusammenarbeiten. Es gibt in Lateinamerika Gegebenheiten, die wir in Deutschland nicht haben. Ich denke dabei an die Antarktis und den Tropenwald.

Wir haben in Forschung und Technologie gemeinsam bereits viel geleistet:

- Wir haben zusammen die erste von zwei Ländern betriebene Forschungseinrichtung in der Antarktis gebaut, das Dallmann-Labor auf der King-George-Insel.
- Wir fördern gemeinsam Vorhaben auf dem Gebiet der Photovoltaik und der Windenergie. Verbundprojekte in der Umweltforschung hier in Mendoza sind ausgesprochen erfolgreich.
- Unsere Einrichtungen für die Weltraumforschung arbeiten beispielhaft zusammen. Dabei wird die Weltraumtechnik immer mehr zum Mittel der Erderkundung. Beispiele sind landwirtschaftliche Informationen und die Untersuchung von Eingriffen in ökologische Systeme.

Jedoch soll nicht verschwiegen werden, daß die Zusammenarbeit im letzten Jahr nicht ganz den Erwartungen entsprochen hat. Wir haben in Deutschland Verständnis für finanzielle Schwierigkeiten und Respekt vor dem Mut zu Einsparungen. Die gewonnene Stabilität in Argentinien muß der Wirtschaft aber auch der Wissenschaft nützen. Auch in Deutschland sparen wir: Aber es gibt Formen der Zusammenarbeit, die wenig kosten. Ich denke z. B. an Wissenschaftler- und Expertenbesuche sowie an Seminarveranstaltungen. Ich denke aber auch an eine wirksame Koordination laufender und neuer Vorhaben durch Fachleute.

Künftig sollten wir verstärkt in Bereichen zusammenarbeiten, die unsere Industrien interessieren. Das kann nicht als einseitiger Technologietransfer geschehen. Eine Zusammenarbeit muß vielmehr im beiderseitigen Interesse liegen. Unsere Zusammenarbeit begann als Förderung der deutschen und argentinischen Atomwirtschaft und wurde, nachdem diese Aspekte in den Hintergrund getreten waren, zu einer breit gefächerten, für beide Seiten fruchtbaren Zusammenarbeit von Wissenschaftlern der verschiedensten Disziplinen. In Zukunft sollten wir mehr industrielle Unternehmen beteiligen, auf beiden Seiten Forschung und Industrie in einer 2-plus-2-Formel zusammenführen. Die deutsch-argentinische Kommission kann dabei eine stimulierende und flankierende Rolle übernehmen. Wir sollten uns auch überlegen, ob wir nicht eine Bildungszusammenarbeit aufbauen können. Bisher gibt es - wenn man von verschiedenen Wissenschaftler-Austauschprogrammen wie denen von AvH und DAAD absieht - praktisch

keine Bildungszusammenarbeit zwischen dem BMBF und der argentinischen Regierung. Es gibt Zusammenarbeit mit dem deutschen Entwicklungshilfeministerium, das seine Schwerpunkte aber anders setzt. Ich stelle mir z. B. vor, daß wir Veranstaltungen durchführen, die zwar Fortbildungscharakter haben, aber deutschen Unternehmen auch die Gelegenheit bieten, Hochtechnologien einem interessierten Publikum zu präsentieren. Ich stelle mir auch einen Ausbau von fachspezifischen Austauschprogrammen vor.

Wir stehen mit neuen Ideen noch am Anfang und müssen miteinander darüber sprechen, aber wenn wir die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit weiterentwickeln, wird sie vermehrt nutzbringend sein. Die nächste Sitzung der deutsch-argentinischen Kommission wird sich 1996 damit zu beschäftigen haben.

MinDirig Volker KNOERICH

Bundesministerium für Bildung,
Wissenschaft, Forschung und
Technologie/UA 13
Heinemannstraße 2
D-53175 Bonn, Germany

MENDOCLIMA

Gesamtkonzept eines Stadtklimaprojektes in Groß-Mendoza

ALESSANDRO, M., ENDLICHER, W., MIKKAN, R. POLIMENI, M., SCHULTZ, E.

1. Einführung

Das rasche Wachstum vieler Großstädte in Schwellenländern führt zu einer Steigerung von Problemen, die im Zusammenhang mit dem Lokalklima, der Luftverschmutzung und im allgemeinen mit der Stadtökologie stehen. Seit den 70er Jahren werden in Mitteleuropa Projekte zum Stadt- und Großstadtklima vieler Städte durchgeführt, die zu einem besseren Verständnis der lokalklimatischen Strukturen führten. In den Ländern Lateinamerikas fehlen aber immer noch Datenreihen und Informationen. Das Wachstum der Bevölkerung zwingt zu einer praktisch unkontrollierten horizontalen und vertikalen Ausdehnung der Stadtlandschaft. Die dadurch ausgelösten Belastungen der Einwohner, die dort leben und arbeiten, wurden bisher noch nicht vertieft untersucht. Finanzielle Zwänge haben häufig den Erwerb von modernen Meßinstrumenten nicht zugelassen. Trotzdem haben guter Wille, Einfallsreichtum und Engagement in Argentinien verschiedene Untersuchungen ermöglicht. Charakteristische Beispiele hierfür sind die Stadtklimaprojekte in Bahía Blanca in einer Zusammenarbeit zwischen GeographInnen und MeteorologInnen, das deutsch-argentinische Projekt PROCUT in Tucuman und das in einem sehr viel größeren Rahmen zur Zeit durchgeführte binationale Projekt zur „Regionalen Ökologie“ von Groß-Mendoza.

2. Forschungskonzeption

Die Agglomeration von Groß-Mendoza eignet sich besonders für Stadtklimamessungen. Die Stadt auf dem Glacis des Bergfußes der Pre-Kordillere in einer Höhe von etwa 750 m NN gelegen, bietet Wohnraum und Arbeitsplätze für etwa die Hälfte der 1,5 Mio. Provinzbewohner. In einer geographischen Breite von 33°S sind Hochdruckwetterlagen das vorherrschende synoptische Charakteristikum. Ihre Persistenz wird in dem Spezialfall von Mendoza noch durch die Lage der Stadt auf der Leeseite der Anden, d.h. im Schutz vor den winterlichen Tiefs des Pazifischen Ozeans, verstärkt. Aus diesem Grunde sind Inversionswetterlagen während des ganzen Jahres von großer Bedeutung für das Stadtklima. Ausgenommen davon sind allenfalls die wenigen Tage, in denen der Zonda-Föhnwind bis ins Bodenniveau durchgreift. Die geringe Zahl der Tage mit Niederschlag erlaubt nur selten eine Reinigung der Stadtatmosphäre. Aus diesem Grund dürfte der Gehalt an Staubpartikeln in diesem semi-ariden Klima besonders hoch sein. Die maximalen Temperaturen können Werte von über 40°C erreichen. Lokalwinde spielen sowohl tagsüber als auch in der Nacht eine wichtige stadtklimatologische und lufthygienische Rolle. Die Klimareihen der beiden Stationen im meteorologischen Observatorium des Parkes „General San Martín“ und auf dem Flughafen „El Plumerillo“ sind für das Stadtgebiet selbst nicht repräsentativ. Dieses besitzt ein eigenes Lokalklima, welches der Mensch durch die Kultivierung und

Bebauung der Bergfußboase gestaltet hat. Aber wie und auf welche Weise manifestieren sich die Vor- und Nachteile des Stadtklimas? „MENDOCLIMA“ sollte auf die Fragen und Befürchtungen der Einwohnerschaft eine Antwort finden. Neben diesen lokalen Aufgaben darf nicht vergessen werden, daß das Klima darüber hinaus regionale, hemisphärische und globale Aspekte besitzt. Die durch den Menschen ausgelöste Klimaveränderung manifestiert sich in allen diesen Dimensionen.

3. Internationale Zusammenarbeit

Forschungsprojekte müssen heutzutage in enger Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Personen, Institutionen und Ländern durchgeführt werden. „MENDOCLIMA“ steht z.B. mit folgenden Institutionen in Zusammenarbeit:

In Deutschland nehmen teil:

- der Fachbereich Geographie der Philipps-Universität Marburg (GEOGRUM),
- das Internationale Büro des Forschungszentrums Geesthacht (GKSS),
- die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG),
- die Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ),
- der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) und
- das Geschäftsfeld Medizin-Meteorologie des Deutschen Wetterdienstes (GFMM).

In Argentinien nehmen teil:

- Institut und Departement für Geographie der Philosophischen Fakultät der Nationaluniversität von Cuyo in Mendoza (UNC)
- der Nationale Argentinische Wetterdienst (SMN)
- der Nationalrat für Wissenschaftliche und Technologische Forschungen (CONICYT).

Darüber hinaus besteht eine enge Zusammenarbeit mit anderen nationalen und internationalen Institutionen, die auch zur für einen Erfolg notwendigen Synergie beitragen. Ein Austausch von Daten, Ideen und Personen existiert mit dem

- Institut für Umweltforschung der Universität von Mendoza (IEMA),
- dem Geographischen Institut der Nationaluniversität von Tucumán (UNT),
- dem Geographischen Institut der Nationaluniversität del Sur in Bahía Blanca (UNS),
- verschiedenen Instituten des Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle GmbH (UFZ) und
- der Kommission für Klimatologie der Internationalen Geographischen Union (IGU).

Die Aktivitäten der Arbeitsgruppe begannen mit der Organisation des Internationalen Kongresses zu Klima und Luftverschmutzung, der im August 1995 in der Nationaluniversität von Cuyo abgehalten wurde. Der Workshop dieses Kongresses war der Konzeption und Instrumentierung von „MENDOCLIMA“ gewidmet.

4. Die Teilbereiche des Projektes

4.1 *Der thermisch-humanbioklimatologische Komplex: die städtische Wärmeinsel*

Von herausragender Bedeutung ist das Wissen über die Temperaturverhältnisse in den Städten im Vergleich zu ihrem Umland. Darüber hinaus sind aber auch die intraurbanen Differenzierungen in Abhängigkeit von Baukörperstrukturen wichtig. Dies gilt insbesondere für meteorologische Situationen mit Extremtemperaturen. Hohe Temperaturen wirken belastend auf den menschlichen Körper, insbesondere dann, wenn hohe Sonnenstrahlung, reduzierte Windgeschwindigkeiten und hohe Luftfeuchtwerte dazukommen. Welches sind die maximalen Werte in den unterschiedlichen Straßen und Plätzen der Stadt? Welche Temperaturen werden in den Erdgeschossen und den Patiohäusern erreicht? Welche Wirkung üben die Straßenbäume von Mendoza aus? Welche Bedeutung haben die 512 ha des Parkes „General San Martín“? Formt sich eine Wärmeinsel oder ein Wärmearchipel in Umgebung der innerstädtischen Hochhausbebauung?

Um diese Fragen beantworten zu können, werden detaillierte Daten über die thermische Struktur innerhalb von Groß-Mendoza benötigt. Darüber hinaus müssen Daten über die Globalstrahlung, den Wind und die Luftfeuchte erhoben werden, da diese entscheidend für das Schwüleempfinden und die Hitzebelastung des Menschen sind. Aber nicht nur Kenntnisse über die maximalen Temperaturen am Tage sind notwendig; darüber hinaus sind Messungen der nächtlichen Tiefsttemperaturverteilung wichtig. Welche Teile von Groß-Mendoza sind die frischesten während der sommerlichen Hitzeperiode? Wo und in welchem Baumaterial wird die Wärme besonders gespeichert? Auch in diesem Kontext ist die Bedeutung des Glacis und des Parks „General San Martín“ als Frischluftquellen besonders wichtig. Dabei stellt sich vor allem die Frage nach dem nächtlichen Bergwindssystem.

Die zur Beantwortung dieser Fragen benötigte Datengrundlage erfordert mehrere Meßmethoden:

- Es müssen die Daten des bereits bestehenden Klimameßnetzes ausgewertet werden,
- es muß ein Sondermeßnetz zu deren Ergänzung installiert werden,
- es müssen ambulante Meßfahrten und -gänge während ausgewählter Witterungssituationen durchgeführt werden und schließlich,
- werden Daten über die vertikale Struktur der Stadtatmosphäre benötigt.

4.1.1 Auswertung bereits bestehender Daten

Die Abb. 1 zeigt Klimadiagramme der Station „Observatorio Meteorológico“ im Stadtpark „General San Martín“. Es fallen die Extremwerte der Temperatur, das Niederschlagsregime mit seinem Sommermaximum, die geringe Zahl der Tage mit Niederschlag sowie die niedrigen Windgeschwindigkeiten auf. Bei den Windrichtungen dominiert im Sommer die Ost- und Südostrichtung, im Winter eher die West-, Südwest- und Südrichtung. Allerdings sind diese Daten weder für das Stadtzentrum, noch für die Wohnvororte repräsentativ.

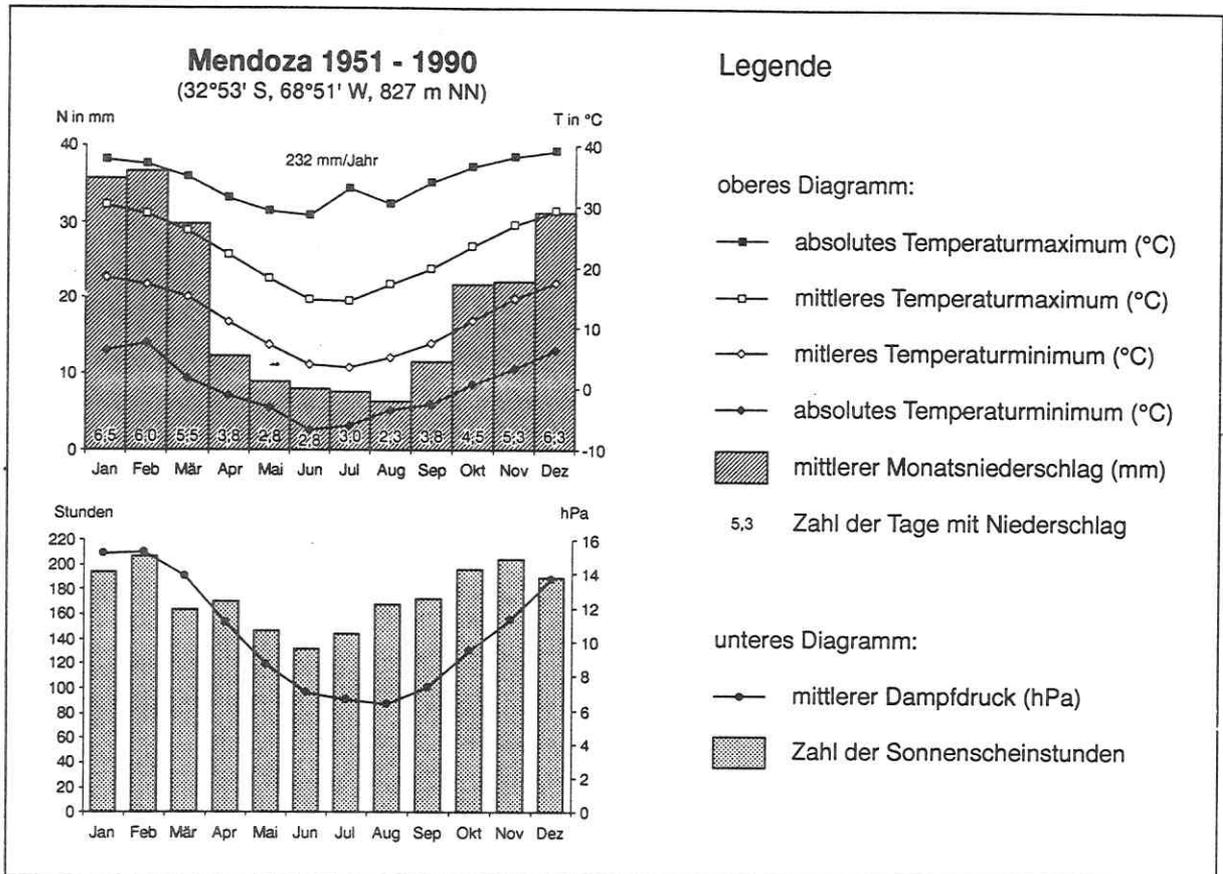
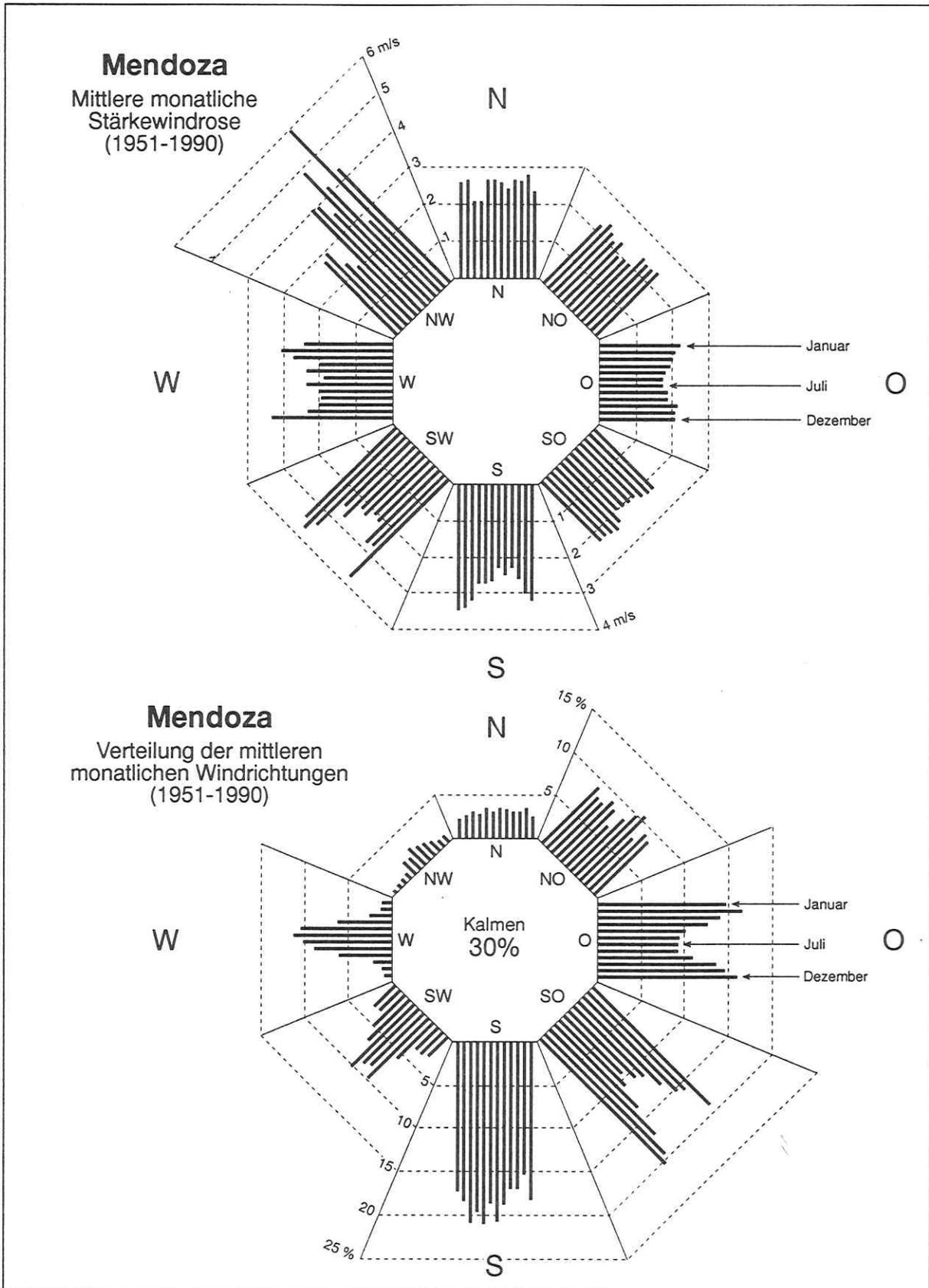


Abb. 1: Klimadiagramme der im Park „General San Martín“ westlich des Stadtzentrums gelegenen Station „Mendoza Observatorium“ (Daten nach Argentinischem Wetterdienst, 1951-1990)

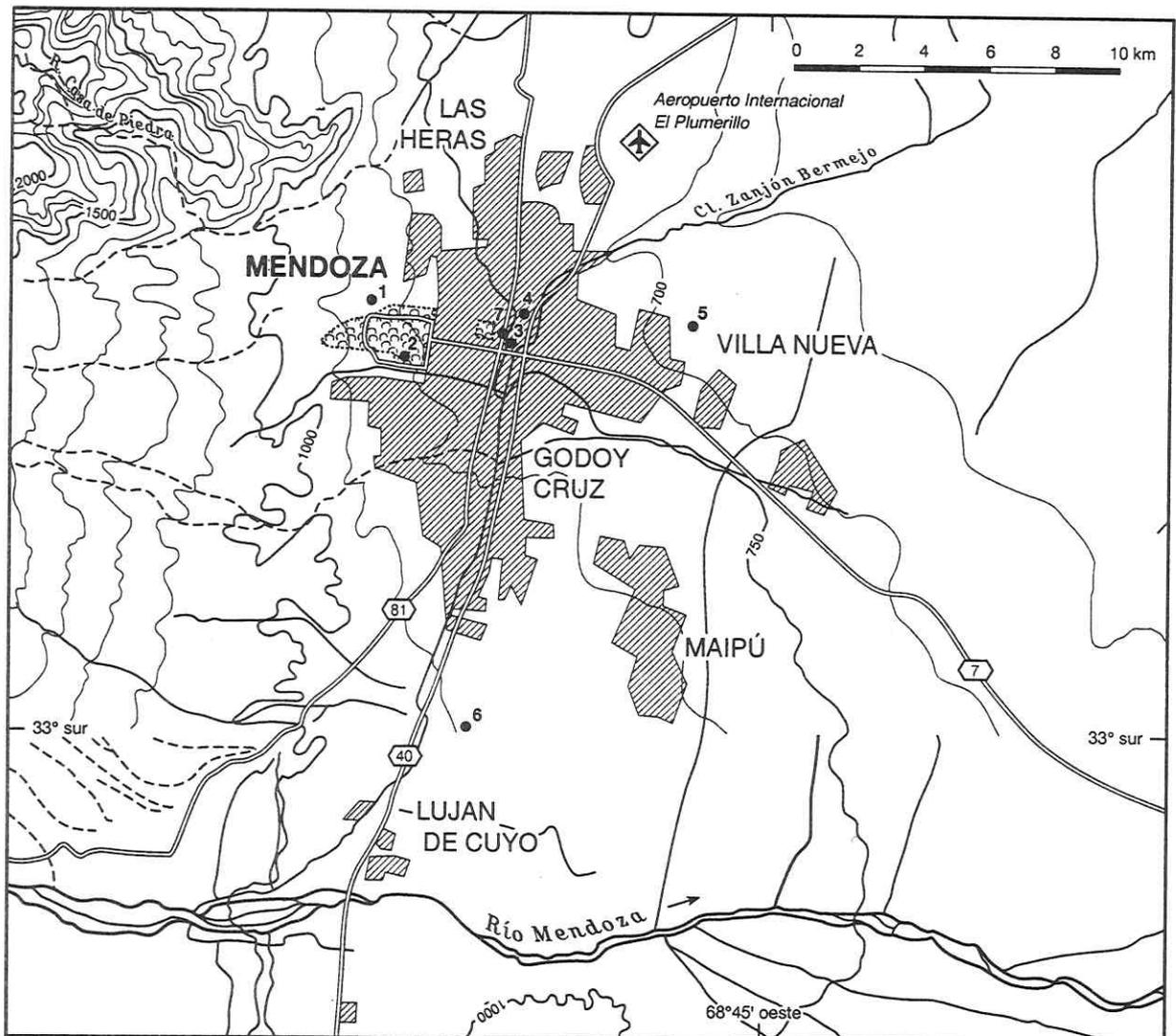
a) Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer und Dampfdruck



b) Windgeschwindigkeit und Windrichtung

4.1.2 Einrichtung eines temporären Sondermeßnetzes

Das aus den oben genannten zwei Stationen bestehende Dauermeßnetz des argentinischen Wetterdienstes wird mit Hilfe eines Sondermeßnetzes aus sieben Klimastationen verdichtet. Es wurden vier automatische Stationen mit Meßinstrumenten für Globalstrahlung, Temperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Windrichtung und Windgeschwindigkeit eingerichtet. Außerdem stehen noch drei weitere Klimastationen mit konventionellem Instrumentarium zur Verfügung. Das Sondermeßnetz wurde im November und Dezember 1995 aufgebaut und ist ab Januar 1996 für zwei Jahre in Funktion. Es werden die oben genannten Klimatelemente einzeln analysiert werden. Darüber hinaus wird aber eine Zusammenschau während ausgewählter Witterungssituationen in den unterschiedlichen Jahreszeiten erfolgen. Der Vergleich dieser Daten aus den verschiedenen Stadtvierteln wird u. a. einen ersten Eindruck über die städtische Wärmeinsel von Groß-Mendoza ergeben. Abb. 2 zeigt die Lage der Stationen.



- | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 Phil. Fakultät | 4 Ruinen der Kirche San Francisco | 6 Camping Chacras de Coria |
| 2 Park | 5 Weingut Santa Ana | 7 Zentrum, Kreuzung San Martín - Fußgängerzone |
| 3 Zentrum Casa del Maestro | | |

Abb. 2: Lage der Klimastationen und der Sigma II - Passivsammler ab 15. Januar 1996

4.1.3 Meßfahrten

Die Auswertung der Daten des Sondermeßnetzes erlaubt aber noch kein genügend genaues Bild der thermischen intraurbanen Differenzierung. Hierfür werden Meßfahrten während ausgewählter Witterungsabschnitte auf festgelegten Meßitineraren durch die Stadt durchgeführt. Für diese Meßfahrten werden zwei Fahrzeuge eingesetzt. Es werden Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit in 1,5 m über dem Boden gemessen. Diese Meßkampagnen werden unterschieden nach Morgenmessungen vor Sonnenaufgang, Messungen am Nachmittag zum Eintrittszeitpunkt des Temperaturmaximums und nächtlichen Messungen nach Sonnenuntergang.

Auch die atmosphärischen Stabilitätskriterien und Wetterlagen mit ihrem Einfluß auf Bewölkung, Luftmassen, Druckfeld und Niederschlag sind zu berücksichtigen. Die Meßkampagnen werden während allen Jahreszeiten durchgeführt. Als Itinerare wurden die beiden Profile West-Ost (A) und Nord-Süd (B) durch Groß-Mendoza ausgewählt (Abb. 3). Um einen Vergleich der während der Kampagnen gemessenen Daten zu ermöglichen, wird ein zeitlicher Korrekturfaktor eingebaut. In jedem Fall nimmt eine Messung entlang einem Itinerar nicht mehr als 1,5 bis 2 Stunden in Anspruch.

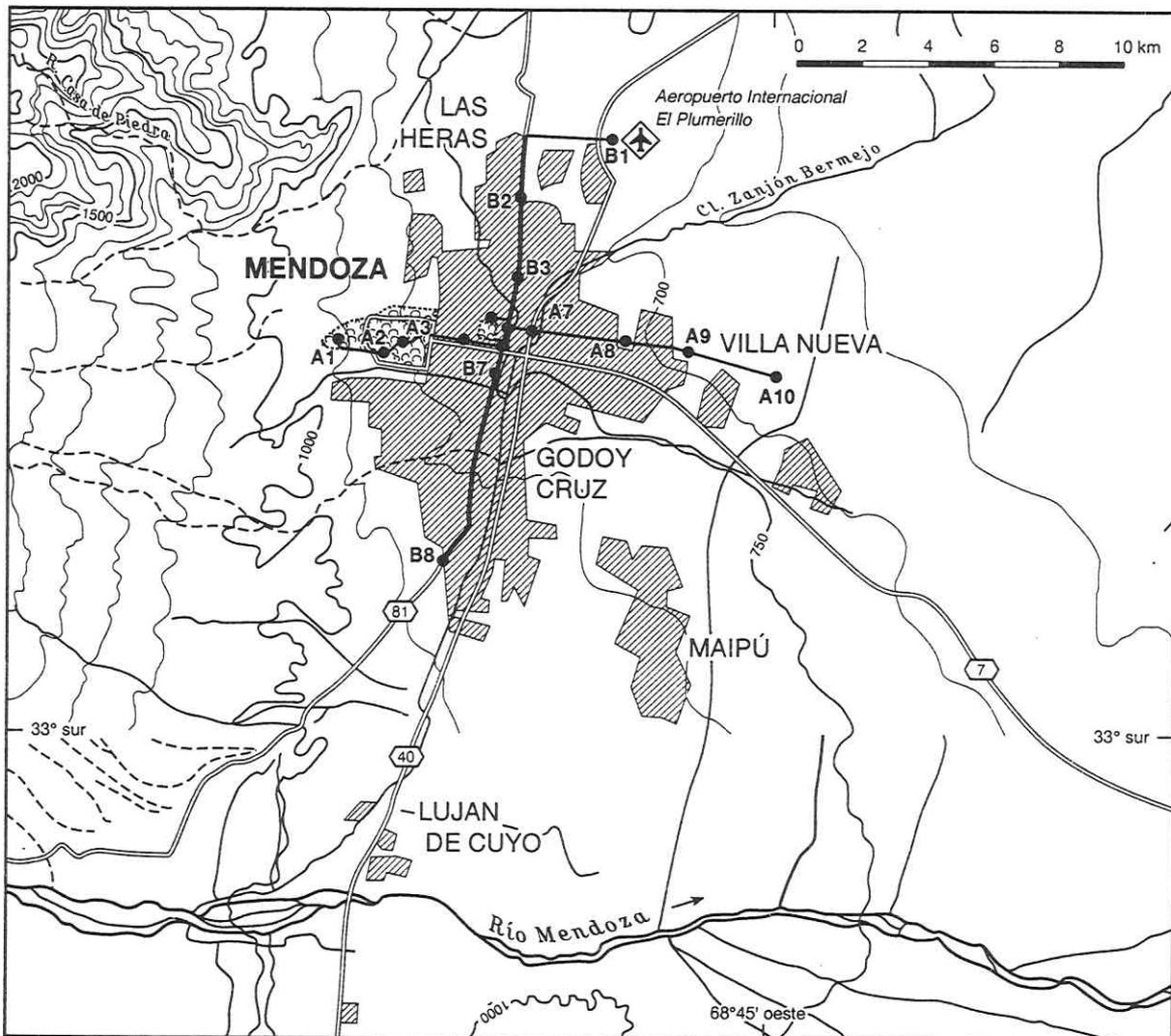


Abb. 3: Meßitinerare A (West-Ost) und B (Nord-Süd) durch Groß-Mendoza

4.1.4 Mikroklimatologische Messungen

Neben den Meßfahrten bilden Meßgänge durch ausgewählte Bereiche des Stadtzentrums und des Parks „General San Martín“ einen weiteren wichtigen Bestandteil von „MENDOCLIMA“. Es wird die Strahlungstemperatur wichtiger Gebäudeflächen und ihre Veränderung während eines Tages ausgemessen. Besonders wichtig sind Studien der Oberflächen- und der Lufttemperatur in der Fußgängerzone in Differenzierung nach Exposition, Sonnen- und Schattenseiten, Baumaterial, Grünflächen, Galerien und großen offenen Pflasterflächen. Als Instrument wird ein Infrarotstrahlungsthermometer eingesetzt.

Die genannten mikroklimatischen Studien müssen ebenfalls synchron zu den Meßfahrten durchgeführt werden. Schließlich werden die Daten des festen Meßnetzes, der Meßfahrten und -gänge mit den Witterungsbedingungen in Beziehung gesetzt.

4.2 Die Vertikalstruktur der Stadtatmosphäre: die Bedeutung der Temperaturinversionen

Die Atmosphäre über Städten kann häufig in unterschiedliche Schichten unterschieden werden, in die

- bodennahe Luftschicht zwischen den Gebäuden (0-50 m über Grund),
- in die untere Reibungsschicht, in der noch ein Einfluß der Stadt festzustellen ist,
- die obere Reibungsschicht mit geringem Einfluß der Oberfläche (ca. 250-500 / 2.000 m. ü. G.).

Diese Schichtungsdifferenzierung bildet sich in klaren Strahlungsnächten bei windschwachen Hochdruckwetterlagen aus. Die Schichtungskriterien der Atmosphäre sind von großer Bedeutung für die Lufthygiene. Trotzdem kann weder das Dauermeßnetz des meteorologischen Dienstes noch das installierte Sondermeßnetz von „MENDOCLIMA“ und auch nicht die Meßfahrten und Meßgänge etwas über die Ausbildung der Schichten über der Stadt aussagen. Auch die Routineradiosondierungen des Flughafens „El Plumerillo“ erlauben dies nicht, da die Sondierung für die Datengewinnung aus Atmosphärenschichten bis ca. 30 km ü.G. notwendig ist, aber nicht zur Kenntnis der wenigen 100 m mächtigen Stadtatmosphäre beiträgt.

Zum ersten Mal in Argentinien werden deswegen Messungen mit einem Fesselballon eine Verbesserung der Kenntnisse über Temperaturinversionen, Lokalwinde und Feuchtigkeitsgehalt der Stadtatmosphäre ergeben.

4.3 Stadtklima und Luftverschmutzung

Mendoza ist ein interessanter Industriestandort, an dem besonders die Zementfabrik im Norden und die Erdölraffinerie im Süden der Stadt Erwähnung verdienen. Als Haupttransportmittel des öffentlichen und privaten Personennahverkehrs dienen auch in Mendoza wie in allen Städten Lateinamerikas PKWs, von denen viele mit Dieselmotor ausgerüstet sind. Dadurch ist eine erhöhte Luftbelastung mit gas- und partikelförmigen Schadstoffen vorprogrammiert. Die Luft-

belastung ist ein zentraler Untersuchungspunkt des Gesamtprojektes „Regionale Ökologie von Groß-Mendoza“. Aus diesem Grund wurde auch in „MENDOCLIMA“ eine Untersuchungsmethode für atmosphärischen Staub einbezogen. Diese Methode wurde in Deutschland vom Zentrum für Medizin-Meteorologie des Deutschen Wetterdienstes entwickelt (SCHULTZ). Die Methode SIGMA II wurde erfolgreich in Tucumán getestet (ENDLICHER; WÜRSCHMIDT) und hat den Vorteil, wirksam und preiswert zugleich zu sein. Es können nicht nur die Größe der Partikel unterschieden werden, sondern auch ihre natürliche oder künstliche Quelle. Die Differenzierung der Partikel nach Mineralbruchstücken, industriellen Immissionen und solchen des Verkehrs, nach durchsichtigen biogenen Teilen wie Pollen, Sporen, Pflanzenstücken und Mikroorganismen sowie schließlich auch nach anthropogenen, nicht transparenten schwarzen Teilen wie Flugasche und Reifenabrieb, ist ein großer Vorteil dieser Methode.

Die Passivkollektoren wurden an sieben Stellen in Groß-Mendoza installiert. Nach einer Woche Exposition werden die Haftfolien der Instrumente an den Deutschen Wetterdienst geschickt, wo sie analysiert und die Resultate mit deutschen Werten verglichen werden. Da diese Methode bereits im Projekt PROCUT in Tucumán eingesetzt worden ist, können auch Vergleiche mit dieser nordwestargentinischen Stadt gezogen werden.

5. Erste Ergebnisse

Die ersten Meßfahrten wurden während des Kongreßworkshops am 19. und 20. August 1995 durchgeführt. Beide Tage waren weitgehend wolkenlos mit postfrontalem Wetter nach dem Durchzug einer starken Sudestada. Die Meßfahrten begannen auf den beiden Itinerarien A und B um 12.30, 19.00 und 7.00 Uhr und dauerten jeweils 1 1/2 Stunden.

Abb. 4 zeigt die thermischen und anemometrischen Strukturen auf beiden Itineraren vor Sonnenaufgang und am Abend. Beide Male ist eine innerstädtische Wärmeinsel von ca. 4 - 5°C deutlich ausgebildet. Die tiefsten Lufttemperaturen findet man am Flughafen und in den östlichen Weingärten vor Sonnenaufgang mit Werten nahe an der Frostgrenze. Am Morgen können folgende Teilbereiche ausgegliedert werden: Die Felder von Godoy Cruz und dem Park General San Martín zeigen sehr niedrige Temperaturen, die durch die Bildung einer nächtlichen Temperaturinversion hervorgerufen werden. Der Cerro de la Gloria hat die höchsten Temperaturen des Parks, weil er über dem Kaltluftfluß und -see des Parkes hinausragt. Das Stadtzentrum zeigt schließlich eine Wärmeinsel von ca. 4 K, was für die Jahreszeit ein hoher Wert ist. Ein Bergwind mit Geschwindigkeiten von 2-4 m/sec. aus Westen ist deutlich auszumachen. Diese Frischluftzufuhr dürfte von hervorragender Bedeutung für die Stadt Mendoza sein. Es ist nicht klar, wie weit dieser Bergwind in das Zentrum hineinreicht, wo während der Meßfahrt bereits Kalmen festgestellt worden sind. Zumindest ist der Bergwind nicht im Straßenniveau jenseits des Zentrums auszumachen gewesen. Aus diesem Grunde sind Vertikalmessungen im Zentrum oder im Osten der Stadt von großer Bedeutung.

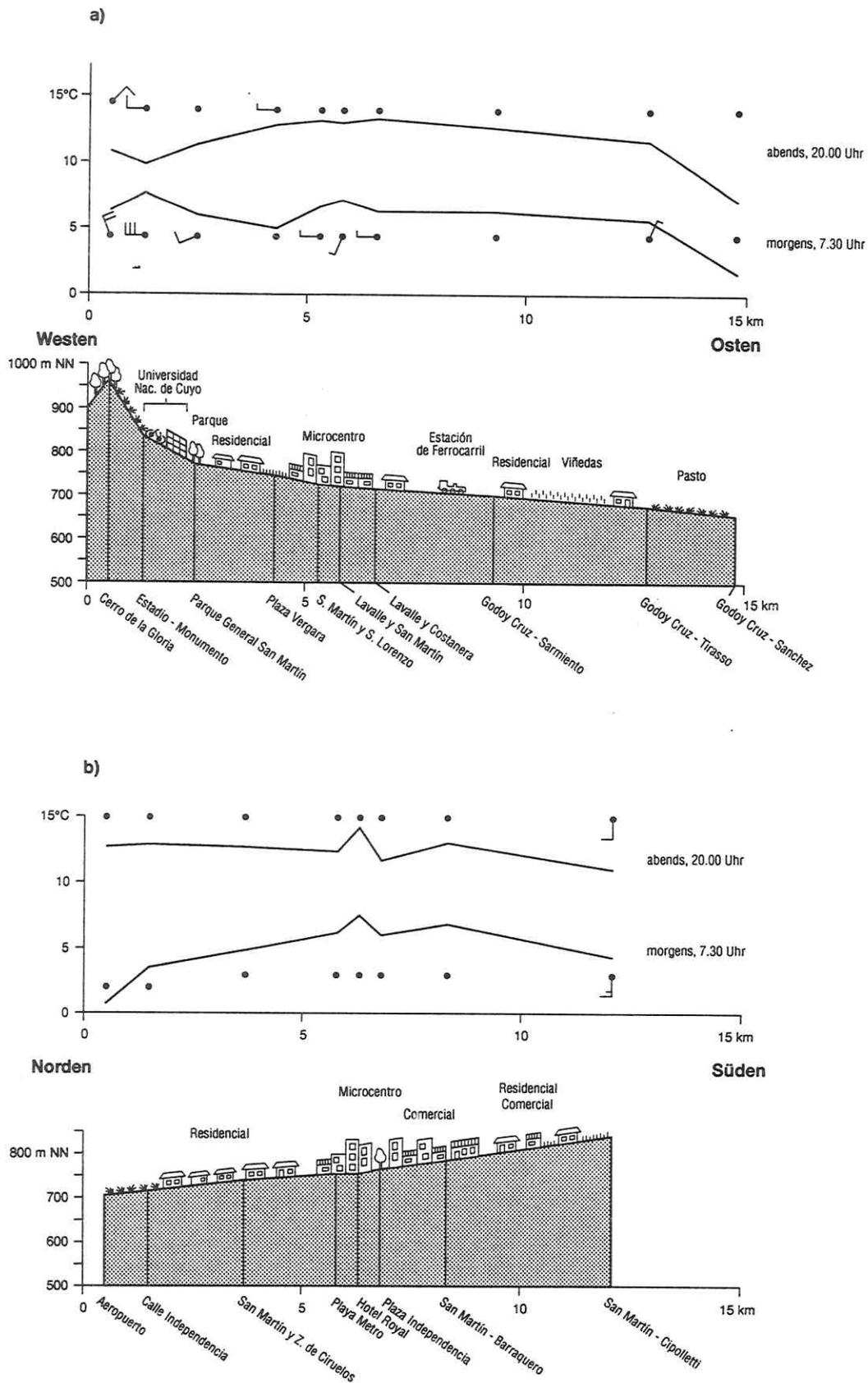


Abb. 4: Thermische und anemometrische Verhältnisse am 20. August 1995 vor Sonnenaufgang (7.30 Uhr Ortszeit) und am Abend (20 Uhr Ortszeit)
a) entlang Itinerar A
b) entlang Itinerar B

Radiosondierung in Mendoza

(Philosophische Fakultät, Nationaluniversität von Cuyo)
am 20. November 1995

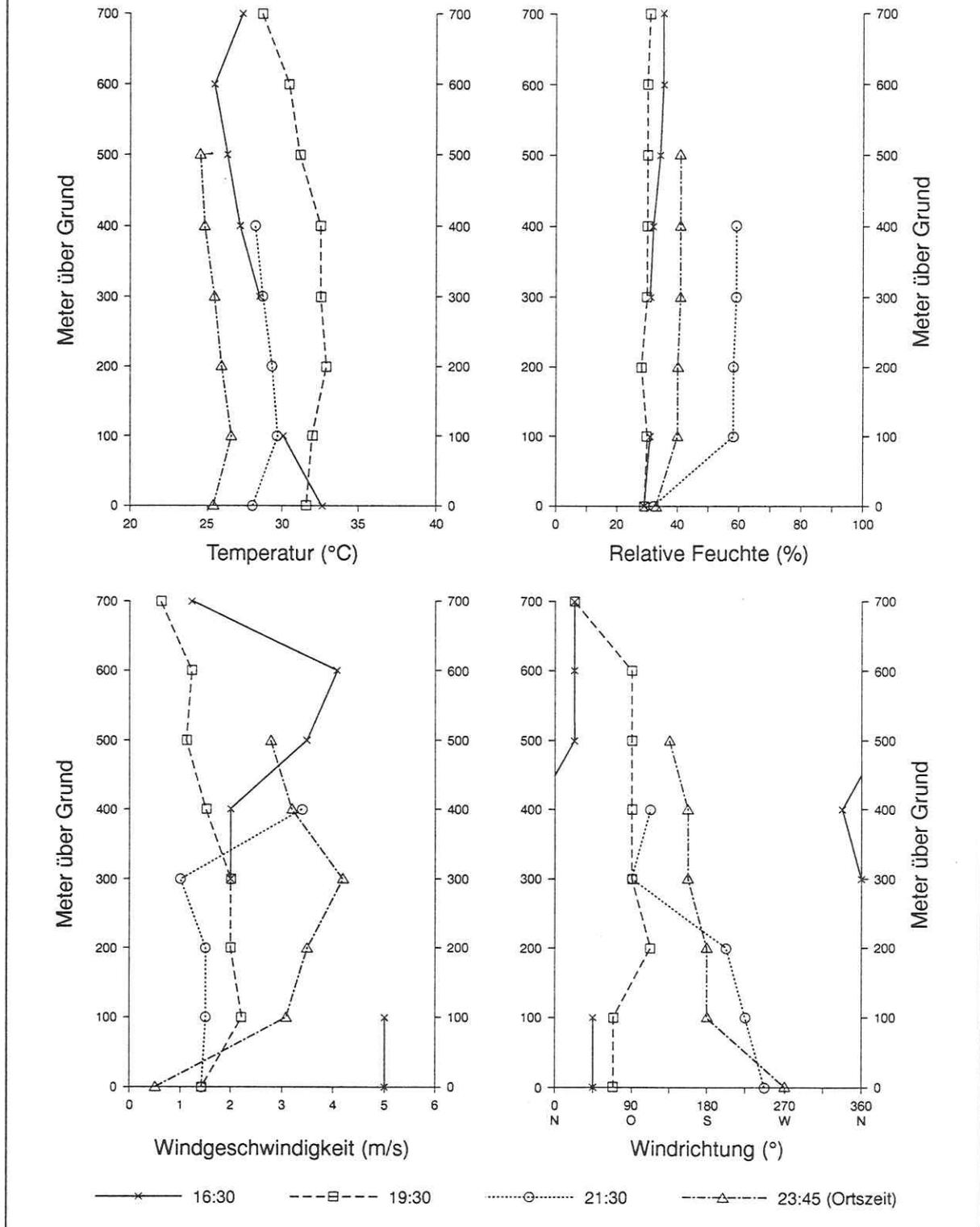


Abb. 5: Ergebnisse der vier Fesselballonsondierungen am 20. November 1995

Abb. 5 gibt die Ergebnisse der vier Sondierungen mit dem Fesselballon am 20.11.1995 wieder. Das erste Nachmittagsprofil zeigt die normale adiabatische Temperaturabnahme mit der Höhe mit Maximaltemperaturen am Boden von 33°C. Die drei Abendmessungen belegen die Ausbildung einer Bodeninversion bzw. Isothermie. Die Windmessung belegt ein Drehen des Windes aus nördlichen Richtungen am Nachmittag über östliche auf westliche bis südwestliche Richtungen in den untersten 100 m. Dieser Bergwind hat Geschwindigkeiten von 1,5 bis 3 m/sec. Radiosondierungen am 19. und 20. August 1995 ergaben ähnliche Befunde: Das Mittagsprofil zeigte die Erwärmung der Mischungsschicht, welche im Winter relativ langsam vor sich geht. Am Nachmittag war ein klares adiabatisches Profil zu erkennen, das bis 19.30 Uhr bestehen blieb. Allerdings begann zu diesem Zeitpunkt schon die Ausbildung der nächtlichen Temperaturversion über dem Glacis. Diese Inversion war auch morgens noch deutlich vorhanden und bis in eine Höhe von 550 m ü.G. nachzuweisen. Der Bergwind zeigte sich während der Spätnachmittag- und Morgenmessungen als gut entwickelte Strömung, die jedoch nur eine Mächtigkeit von 100 m erreichte.

Die Ergebnisse der Messungen mit den SIGMA II-Sammlern sind in Abb. 6 dargestellt. Die Kreuzung der Straßen San Juan/Alem im Zentrum fällt aufgrund ihrer hohen Konzentrationswerte bezüglich Staub und vor allen Dingen schwarzer Kohlenstoffteilchen auf. Diese Werte liegen deutlich über denen von stark befahrenen Kreuzungen in Deutschland. Darüber hinaus ist anzumerken, daß die Meßwoche aufgrund der Sudestada-Wetterlage mit Schneeregen noch verhältnismäßig saubere atmosphärische Bedingungen bot. Hier sind weitere Messungen zu einer klareren Strukturierung der Belastung während unterschiedlicher Jahreszeiten und Wetterlagen notwendig.

6. Perspektiven bis 1997

Das binationale Projekt „MENDOCLIMA“ möchte seinen Teil zur Untersuchung und Lösung der stadtklimatologischen und lufthygienischen Probleme von Groß-Mendoza beitragen. Die Mitarbeiter des Teilprojektes hoffen auf diese Weise das Umweltbewußtsein in Argentinien mit zu stärken. Der Vergleich mit den Daten anderer argentinischer und deutscher Städte wird dabei die Situation Mendozas besonders deutlich hervortreten lassen.

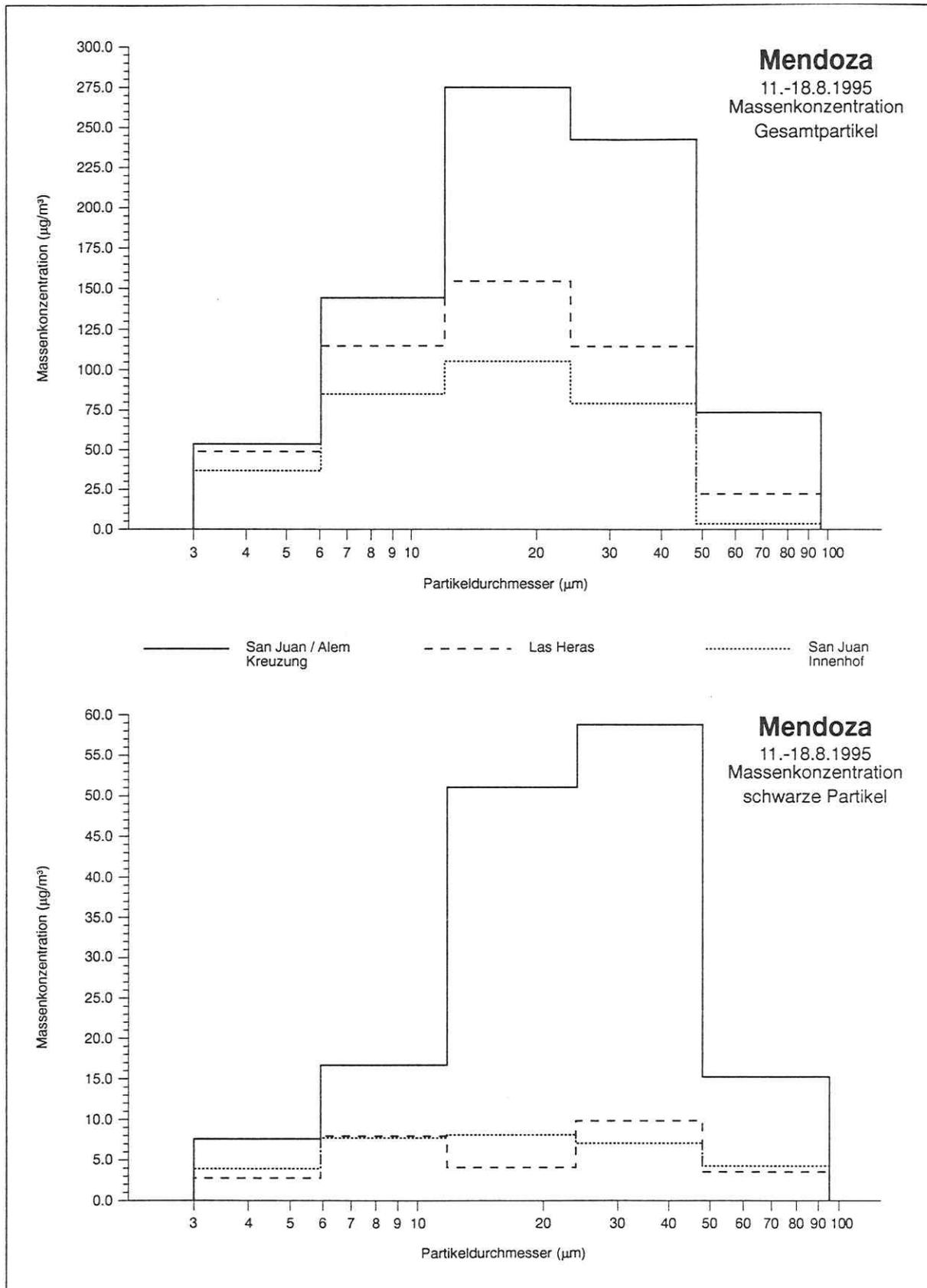


Abb. 6: Mittlere Partikelbelastung an vier Meßstellen vom 11. bis 18. August 1995; Gesamtpartikelkonzentration (oben) und schwarzer Partikelanteil (unten)

Autores

Moira ALESSANDRO
Raúl MIKKAN
Marcela POLIMENI

Inst. y Depto. de Geografía
Fac. Fil. y Letras
Univ. Nac. de Cuyo
C.C. 345
5500 Mendoza

Eckart SCHULTZ

Geschäftsfeld Medizin-Meteorologie
Deutscher Wetterdienst
Stefan-Meier-Str. 4
79104 Freiburg

Wilfried ENDLICHER

Fachbereich Geographie
Philipps-Universität Marburg
Deutschhausstr. 10
35032 Marburg

Literatur

BARLAG, A. B.; KUTTLER, W.: The Significance of Country Breezes for Urban Planning. Energy and Building 15/16, 1991, p. 291-297.

CAPELLI DE STEFFENS, A. et al.: El clima estival bahiense. Rev. Univ. de Geografía, Univ. Nac. del Sur, Depto. de Geografía, Vol. I, No. 1/1985, p. 27-48, Bahía Blanca.

CAPELLI DE STEFFENS, A. et al.: Influencia de los árboles en el clima de la ciudad. Rev. Univ. de Geografía, Univ. Nac. del Sur, Depto. de Geografía, Vol. II, No. 1 y 2/1986, p. 39-54, Bahía Blanca.

CAPITANELLI, R. G.: Climatología de Mendoza. Boletín de Estudios Geográficos, Univ. Nac. de Cuyo, Vol. XIV, No. 54-57/1967, 441 pp., Mendoza.

CUTROPIA, A. M.; FIGUEROA, H. O.; NONINO, J. C. (s/f): Clima y vivienda en la región mendocina. (Estudio bioclimático para el proyecto de viviendas en la región mendocina. Univ. de Mendoza, Fac. de Arq. y Urb.

DENIS, P. Y.: Constantes et contraintes climatiques dans les grandes oasis du Piedmont de Cuyo (Argentine). Cahiers de Géographie de Quebec 12 (25)/1968, p. 103-121.

ENDLICHER, W.; WÜRSCHMIDT, E.: Concepto integral de un proyecto de climatología urbana del Gran San Miguel de Tucumán. Breves Contribuciones del Inst. de Estudios Geográficos No. 8/1993, Univ. Nac. Tucumán, p. 5-33.

ENDLICHER, W.; WÜRSCHMIDT, E. (Eds.): Proyecto de Clima Urbano de San Miguel de Tucumán - PROCUT. Marburger Geographische Schriften, Heft 128, Marburg/Lahn 1995, 250 pp.

GIVONI, B.: Urban Design in Different Climates. WMO/TD-No. 349, WCAP-10, Geneva 1989.

GREVIN, K.; LÖBEL, J. (Eds.): Environmental Meteorology. Dordrecht 1988.

JAUREGUI, E.: Influence of a Large Urban Park on Temperature and Convective Precipitation in a Tropical City. Energy and Buildings 15, 16/1990/91 p. 457-463.

JAUREGUI, E.: The human climate of tropical cities: an overview. Inter. J. Biometeorology 35/1991, p. 151-160.

JENDRITZKY, G.: Selected questions of topical interest in human bioclimatology. Inter. J. Biometeorology 35/1991, p. 139-150.

JENDRITZKY, G.; Grätz, A.,; Schulth, E.,; Endlicher, W.: Urban Bioclimatology. In: World Meteorological Organisation. Report of the Technical Conference on Tropical Urban Climates, 28 March-2 April, 1993, Dhaka, Bangladesh. WMO/TD-No. 647, Geneva 1994, p. 245-264.

LANDSBERG, H. E.: The Urban Climate. New York 1981, 275 pp.

MAYER, H.,; HÖPPE, P.: Thermal Comfort of Man in Different Urban Environments. Theor. Appl. Climatol. 38/1987, p. 43-49.

OKE, T. R.: Boundary Layer Climates. London and New York 1978 (2 nd ed.), 435 pp.

OKE, T. R.: Bibliography of Urban Climate, 1977-1980. WMO, WCP-45, Geneva 1983.

OKE, T. R.: Methods in Urban Climatology. Zürcher Geogr. Schriften 14, p. 19-29. Zürich 1984.

OKE, T. R. (Ed.): Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas. WMO No. 652, Geneva 1986.

RANDLE, P. H.: La contaminación ambiental (Biofísica, psicossomática, psicossocial y espiritual). OIKOS, Buenos Aires 1979.

SCHULTZ, E.: A comparison of indoor and outdoor particle concentration based on size fractionating deposition measurement. J. Aerosol Sci. 21, Suppl. 1/1990, p. 625-628.

VIDE, L. M.: La percepción del clima en las ciudades. Rev. de Geografía, Depto. de Geografía de la Universidad de Barcelona. Vol. XXIV/1990, p. 27-33.

WANNER, H.: Effects of atmospheric pollution on human health. J. Aerosol. Sci., Vol. 21, Suppl. 1/1990, p. 389-396.

World Meteorological Organisation: Report of the Technical Conference on Tropical Urban Climates, 28 March-2 April, 1993, Dhaka, Bangladesh. WMO/TD-No. 647, Geneva 1994.

Abbildungen

- Abb. 1: Klimadiagramme der im Park „General San Martín“ westlich des Stadtzentrums gelegenen Station „Mendoza Observatorium“ (Daten nach Argentinischem Wetterdienst, 1951-1990)
- a) Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer und Dampfdruck
 - b) Windgeschwindigkeit und Windrichtung
- Abb. 2: Lage der Klimastationen und der Sigma II - Passivsammler ab 15. Januar 1996
- Abb. 3: Meßitinerare A (West-Ost) und B (Nord-Süd) durch Groß-Mendoza
- Abb. 4: Thermische und anemometrische Verhältnisse am 20. August 1995 vor Sonnenaufgang (7.30 Uhr Ortszeit) und am Abend (20 Uhr Ortszeit)
- a) entlang Itinerar A
 - b) entlang Itinerar B
- Abb. 5: Ergebnisse der vier Fesselballonsondierungen am 20. November 1995
- Abb. 6: Mittlere Partikelbelastung an vier Meßstellen vom 11. bis 18. August 1995; Gesamt-partikelkonzentration (oben) und schwarzer Partikelanteil (unten)

Sommersmog

Im Rahmen des Projektes ENV 14 Sommersmog wurden Fragen der Expositionsforschung zu Luftverunreinigungen durch Sommersmog, Fragen der Modellierung des zeitlichen Verhaltens dieser Luftbestandteile und Fragen von deren Wirkung auf den kindlichen Organismus behandelt. Das Projekt ist somit in die Unterprojekte

- Expositionsforschung zum Sommersmog und
- gesundheitliche Effekte dieser Komponenten

gegliedert.

Im folgenden werden in einem ersten Teil die Ergebnisse zur Expositionsforschung und Modellierung, wobei besondere Aufmerksamkeit auf die Komponenten Stickoxide und Ozon gelegt wurde, und in einen zweiten Teil die Ergebnisse umweltepidemiologischer/umweltmedizinischer Studien vorgestellt.

1. Fallstudien zur Ozon-Belastung in Mendoza

SCHLINK, U., PULIAFITO, J., HERBARTH, O., PULIAFITO, E., RICHTER, M.,
BEHLER, J. C., REHWAGEN, M., GUERREIRO, P. E., PULIAFITO, C., SCHILDE, M.

Einleitung

Messungen zeigen, daß in Leipzig zwischen 1992 und 1994 der EU Grenzwert für Ozon von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1-h-Mittelwert) 40 mal überschritten wurde. Generell wird auf der Nordhalbkugel in der Sommerperiode zunehmend die Ausbildung von Sommersmog registriert und intensiv untersucht (SEINFELD 1975, RAO et al., GRAEDEL; CRUTZEN). In Argentinien gibt es im Gegensatz dazu bisher nur relativ wenige Messungen zur Luftgüte (z.B. in Tucumán, ENDLICHER, SCHULTZ). Mit dem Ziel, die Luftverschmutzung in der Region von Mendoza, Westargentinien, abzuschätzen und mit europäischen Daten zu vergleichen, wurden Fallstudien durchgeführt. Vorerst stand besonders die Frage der Ozonbelastung im Vordergrund.

Die photochemische Bildung des Ozons aus Verkehrsabgasen unter Einfluß der UV-Strahlung der Sonne läßt in Mendoza ein deutlich höheres Niveau der Ozonkonzentration als in Leipzig erwarten.

Dazu wurden an den in Abb. 1 markierten Meßpunkten der Tagesverlauf der Ozonkonzentration in Form von 30-min-Mittelwerten kontinuierlich registriert und mit Messungen in Leipzig verglichen.

Die Meßergebnisse werden diskutiert und mit Hilfe eines einfachen Modellansatzes zu erklären versucht.

2. Methode

Als Meßeinrichtung wurde ein nach dem Prinzip der UV Absorption arbeitender O_3 -Monitor verwendet und an den bezeichneten Meßorten platziert. Um jedoch die räumliche Verteilung des Ozons und seine Entwicklung über einen längeren Zeitraum detaillierter zu analysieren, sind weitere Messungen erforderlich.

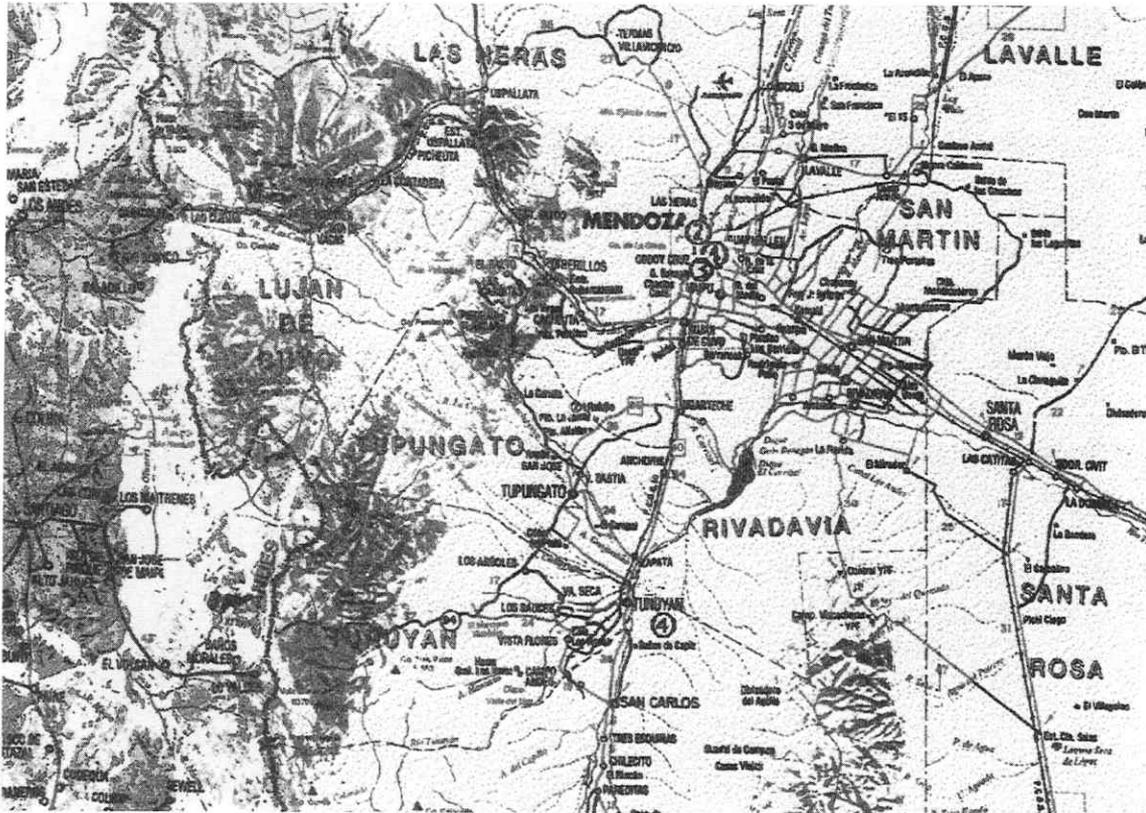


Abb. 1: Karte der Region Mendoza, die Meßorte sind mit Kreisen markiert (Meßorte: IEMA (1), Escuela Corazón de María (2), Escuela Reyes Cathólicos (3) und Escuela de Tunuyán (4))

Lage und Besonderheiten

Die Provinz Mendoza liegt im Westen Argentiniens am Rande der Anden. Ein großer Teil des Territoriums (ca. 250.000 km²) ist arid oder semiarid. Der jährliche Niederschlag liegt bei etwa 220 mm.

Fast alle Einwohner leben in künstlich angelegten Oasen (Nord-, Zentral- und Süd-Oase). Die insgesamt bewässerte Fläche liegt dabei bei 3 % des Provinzterritoriums. Nahezu 70 % der Bevölkerung leben in der Nord-Oase. Dort befindet sich auch die Mendoza Metropolitan Area mit 815.000 Einwohnern. Ihre geographische Lage beträgt 32° 50'' südliche Breite und 68° 50'' westliche Länge. Sie hat eine mittlere Höhe von 750 m über N.N.

Die Nähe zu den Anden (mittlere Höhe 5000 m über N.N.) hat starken Einfluß auf die Luftströmungen. In den Wintermonaten entstehen häufig Subsidenzinversionen in Höhen zwischen 100 und 200 Metern. Die Sonnenstrahlung nimmt im Dezember Werte von 700 cal/m² und im Juni 250 cal/m² an. Nachts gibt es starke albedobedingte Abkühlungen.

Zwischen Mai und August sind windstille Situationen vorherrschend. Dann ist die tägliche Luftzirkulation zwischen den Bergen und der Ebene die einzige und schwache Ventilation für die Stadt.

Eine Ausnahme bilden (vorwiegend im August und September) die starken *Zonda*-Winde mit Windgeschwindigkeiten bis zu 60 km/h. Sie überqueren aus nordwestlicher Richtung die Anden, was mit einer Temperaturerhöhung und einer drastischen Verringerung der Feuchte verbunden ist.

Mendoza hat nahezu keine NO_3 produzierende Schwerindustrie innerhalb des Stadtgebietes. Lediglich im Süden existiert ein petrochemischer Industriekomplex. Als Quelle für Luftverschmutzungen dominiert daher der Straßenverkehr.

Die typischen Schadstoffe des europäischen Wintersmogs fehlen.

Einige weitere meteorologische und klimatologische Aspekte zu Argentinien werden z.B. von WÖLCKEN und ENDLICHER gegeben.

Räumliche Ozonverteilung

Abb. 2 zeigt die gemessenen Ozonwerte. Sie betreffen unterschiedliche Meßstellen, so daß die Kurve den Vergleich der Meßorte erlaubt.

Folgende Schlußfolgerungen können gezogen werden:

Morgens ist parallel zum Sonnenaufgang ein Anstieg der Ozonkonzentration zu verzeichnen. Dies steht in Übereinstimmung mit der photochemischen Ozonbildung und soll im nächsten Abschnitt modelliert werden.

Das Konzentrationsniveau des Ozon scheint auf ca. $0,10 \text{ mg/m}^3$ begrenzt zu sein, d.h. man kann innerhalb und außerhalb der Stadt eine nahezu homogene Ozonbelastung annehmen. Dieses

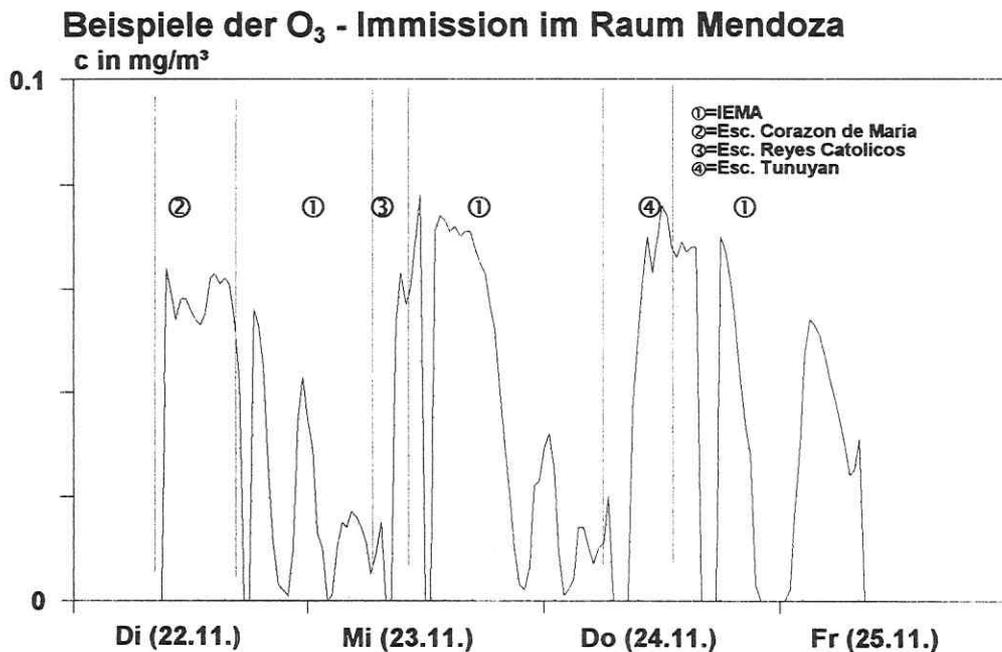


Abb. 2: Verlauf der Ozonkonzentration an verschiedenen Meßorten in der Region Mendoza während einer Meßkampagne

Ergebnis ist bemerkenswert. Es steht im Gegensatz zur eingangs diskutierten Erwartung und bedarf einer Erläuterung.

Nach Sonnenuntergang wird an manchen Tagen gegen Mitternacht ein erneuter Konzentrationspeak festgestellt.

Modellierung

Der photochemische Prozeß der Ozonbildung ist sehr komplex. Er wurde erstmals von CHAPMAN (1930 und 1934) intensiv studiert. Seitdem konnte in vielen Arbeiten die Bedeutung der Stickoxide, des Kohlenmonoxids und der Kohlenwasserstoffe gezeigt werden. Man fand (SONNEMANN), daß die Ozonbildung in einer charakteristischen Zeit von einigen Sekunden vor sich geht. Deshalb können bei der hier angestellten Betrachtung von 30-min-Mittelwerten der Konzentration $c(t)$ dynamische Effekte der photo-chemischen Bildungsreaktion vernachlässigt werden.

Damit bestimmt in dieser Zeitskala die Intensität der Sonnenstrahlung I die Ozonbildung. Es soll daher eine direkte Beziehung zwischen der Strahlung I und der Ozonkonzentration angenommen werden:

$$c(t) \propto I(t) \quad (1)$$

Dispersion und Absorption schwächen die Strahlung entsprechend dem Lambert'schen Extinktionsgesetz:

$$I = I_0 e^{-\alpha m} \quad (2)$$

I ist die Solarkonstante, α der Extinktionskoeffizient und m die optische Luftmasse. Der Sonnenstrahl fällt schräg durch die Atmosphäre der Dicke h . Somit hängt die optische Luftmasse m vom Zenitwinkel der Sonne und damit von der Zeit t des Helltages (T) ab:

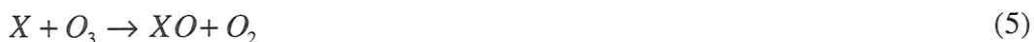
$$m = \frac{h}{\sin(t / T)} \quad (3)$$

Zur Zeit t ist die Ozonkonzentration

$$c^{[E]}(t) = c_0 e^{-\frac{a}{\sin(t/T)}} \quad (4)$$

zu erwarten, wobei c_0 und a unbekannte Parameter sind.

Die erwartete Ozonkonzentration $c^{[E]}(t)$ zeigt sich besonders in den An- und Abstiegsflanken des gemessenen täglichen Verlaufs. Nach Schätzung der Parameter läßt sich (4) als Kurve zeichnen. Subtrahiert man $c^{[E]}(t)$ vom mittleren täglichen Konzentrationsverlauf $c^{[M]}(t)$, so erhält man eine Differenz $\Delta c(t)$. Diese entsteht durch Reaktionen des Ozons mit z.B. CO oder Kohlenwasserstoffen (HC). Beide sind in Autoabgasen enthalten und werden in (5) mit X bezeichnet.



Daher gibt der Tagesverlauf von $\Delta c(t)$ den Gang der Verkehrsbelastung wieder.

6. Parameterbestimmung

Um die Parameter in (4) zu schätzen, wurde aus allen Tagesverläufen der Sommerperiode mit autochtoner Wetterlage (wolkenlos) ein mittlerer Tagesverlauf der Ozonkonzentration $c^{[M]}(t)$ gebildet. Abb. 3 zeigt diesen typischen mittleren Verlauf mit einem Vertrauensbereich von einer Standardabweichung. Zusätzlich ist die nach dem angepaßten Modell (4) zu erwartende Ozonkonzentration $c^{[E]}(t)$ eingezeichnet.

Zum Vergleich wurde für Leipzig analog verfahren (Abb. 4). In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Parameterschätzung angegeben. Der für Mendoza größere Parameter a steht im Einklang mit dem niedrigeren Ozonniveau in dieser Stadt.

Tab. 1: Parameter der angepaßten Modelle

Parameter	Mendoza	Leipzig
c_0	0,26 mg/m ³	0,24 mg/m ³
a	0,52	0,23

Verkehrsbedingte Emissionen

Um die Ursachen für die geringe Ozonbelastung in Mendoza gegenüber Leipzig zu finden, wurden die Abgase von Fahrzeugmotoren untersucht (10). In Leipzig kann die Verkehrsemission insgesamt als vorwiegend durch den Katalysator beeinflußt angesehen werden. In Mendoza ist dies dagegen nicht der Fall. Der Automobilpark (etwa 300.000 Fahrzeuge) hat ein mittleres Alter von 10 Jahren und ist kaum mit Katalysatoren ausgerüstet. Erst in jüngerer Zeit (seit Ende 1992) tritt eine merkliche Erneuerung der Fahrzeuge ein.

Tab. 2: Schadstoffkonzentrationen in mg/m³ bei Motoren mit und ohne Abgaskatalysator

Komponente	mit Katalysator	ohne Katalysator
Butanal	3,0	1,5
Benzol	1,8	1,9
Methylcyclohexan	0,5	0,2
Toluol	5,5	5,0
m+p-Xylol	1,7	1,3
o-Xylol	1,3	1,0
1,2,4-Trimethylbenzol	1,5	1,3

Das mittlere Verhältnis der in Tab. 2 angegebenen Abgase beträgt 1.45, d.h. Motoren ohne Katalysator emittieren 45% mehr Kohlenwasserstoffe als solche mit Abgasbehandlung. Diese Beobachtung scheint durch weitere Messungen der Schadstoffbelastung in beiden Städten gestützt zu werden. Abb. 5 vergleicht die Mittelwerte von flüchtigen organischen Kohlenwasserstoffen (VOC) an verkehrsbeeinflußten Orten.

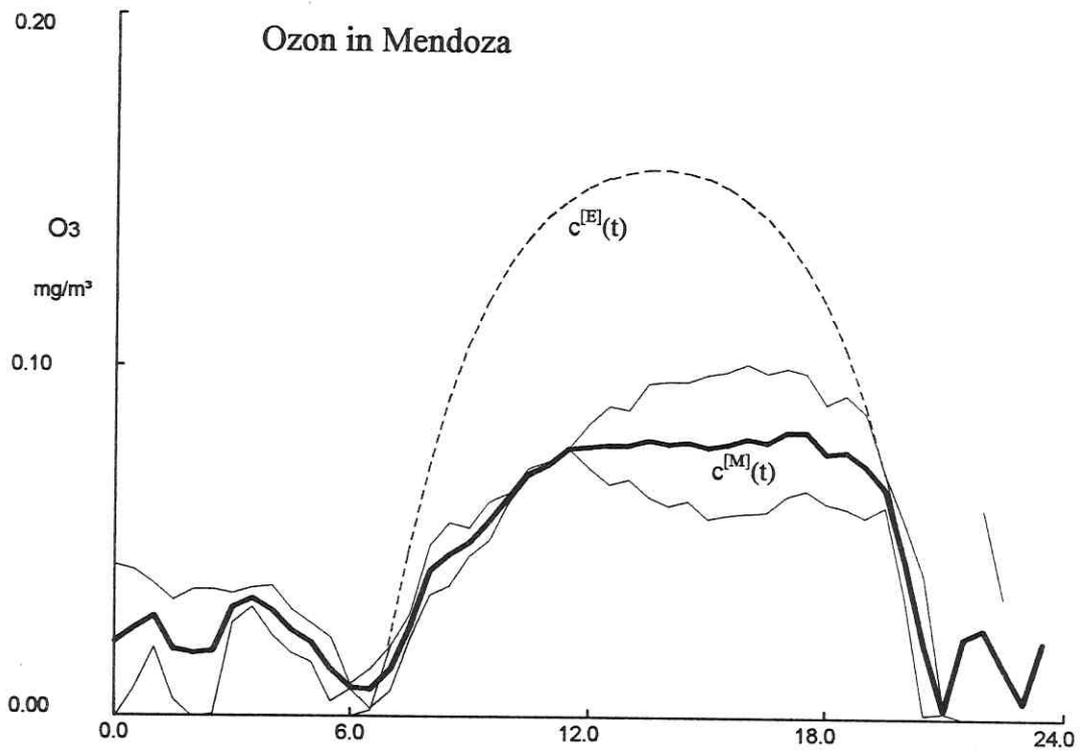


Abb. 3: Mittlerer Verlauf der Ozon- konzentration (dicke Linie) und Modellanpassung (Station IEMA - Mendoza)

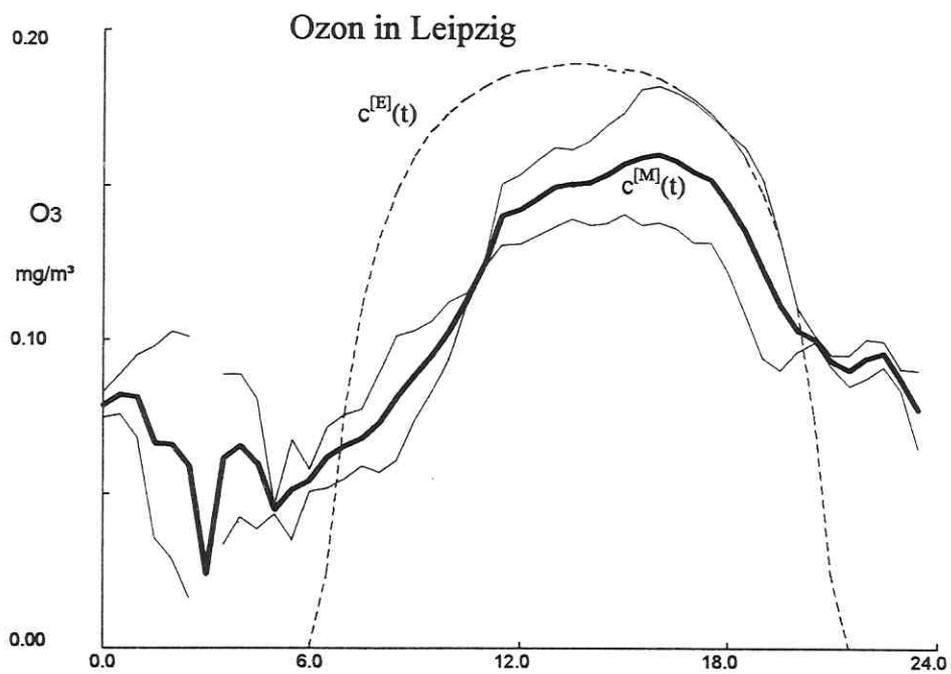


Abb. 4: Mittlerer Verlauf der Ozonkonzentration (dicke Linie) und Modellanpassung (Station UFZ - Leipzig)

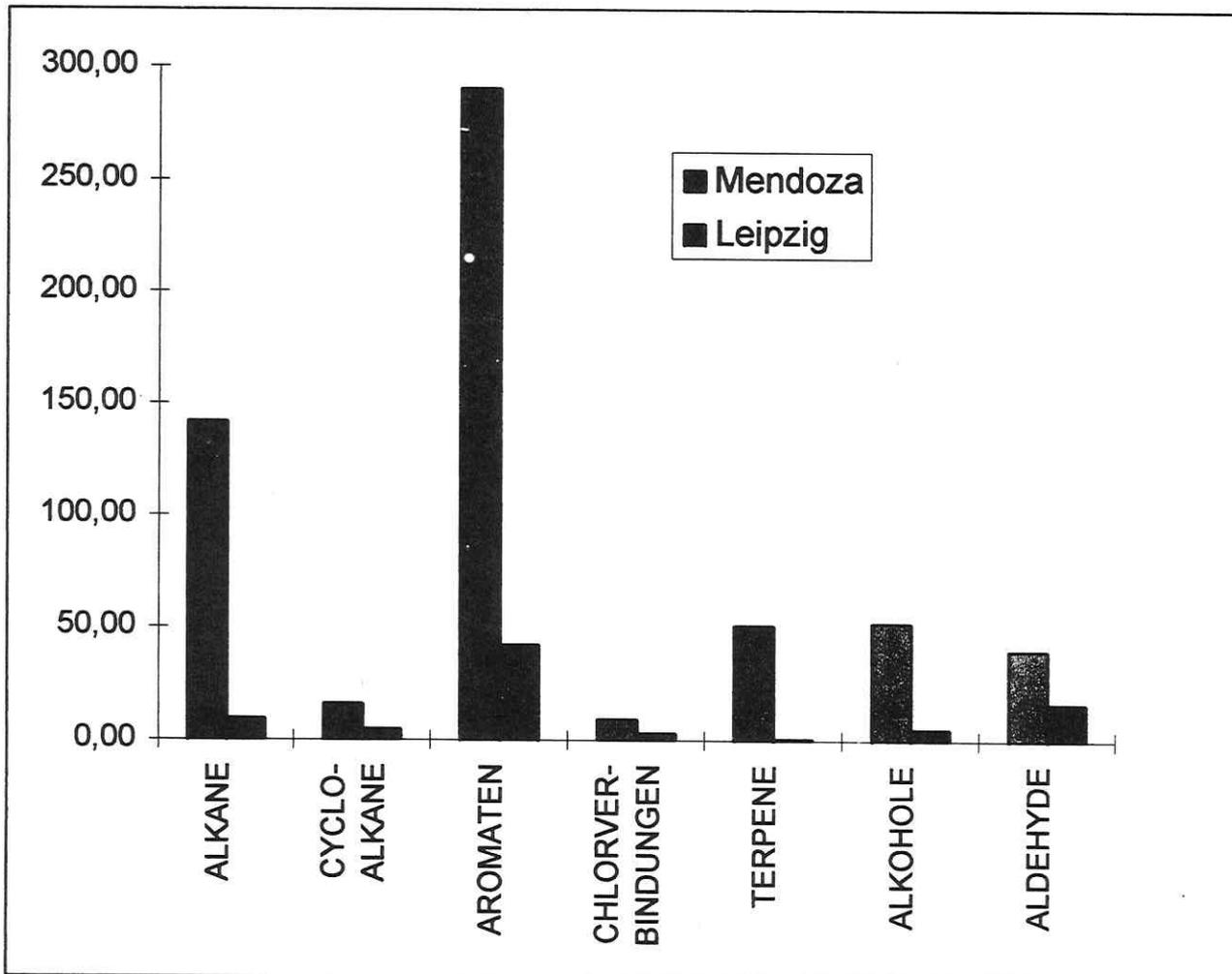


Abb. 5: Belastung durch VOC an verkehrsbeeinflussten Orten in Mendoza und Leipzig.

Diskussion

Untersuchungen ergaben, daß in Mendoza im Vergleich zu Leipzig verkehrsbedingte Kohlenwasserstoffe (HC) stärker emittiert werden. So wurden dort in hochbelasteten Stadtteilen $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ HC und in Leipzig $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ HC im Jahre 1994 im Mittel gemessen. Andererseits lag im gleichen Jahr der Mittelwert der NO_2 -Belastung bei $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Mendoza und $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Leipzig. Somit beträgt das HC/ NO_2 -Verhältnis in Mendoza 7,6 und ist höher als in Leipzig mit 2,2.

Die Gründe liegen im Fahrzeugpark, der älter und bisher kaum mit Katalysatoren ausgerüstet ist. Da bei älteren Motoren der Leistungsabfall durch Verstellung des Vergasers zu stärker angereicherten Benzin-Luft-Gemischen ausgeglichen wird, ist dies eine Ursache für das höhere HC/ NO_x -Verhältnis. Nach SEINFELD (1975) bewirkt dies auch eine erhöhte Emission von CO, parallel zum Ausstoß von Kohlenwasserstoffen.

Die Unterschiede in den Verkehrsabgasen liefern eine Erklärung für die in Mendoza gefundenen Ozonwerte, die viel niedriger sind, als es aufgrund der starken Sonnenstrahlung erwartet wurde. Der einfache Ansatz für eine quantitative Modellierung des Tagesganges der Ozonkonzentration verwendet die Sonnenstrahlung als Eingangsgröße.

Das Modell (Gleichung (4)) wurde an den morgendlichen Anstieg und den abendlichen Abfall des gemessenen Ozonwertes angepaßt. Daraus kann man den zu erwartenden Wert $c^{[E]}(t)$ ableiten. Die Annahme dabei ist, daß sich die photochemische Ozonbildung stets in einem Gleichgewichtszustand befindet, dessen Lage durch die Stärke der Bestrahlung festgelegt ist. Das Modell berücksichtigt nicht die Reaktionen des Ozons mit anderen Stoffen, die im photochemischen Gleichgewicht nicht enthalten sind.

Somit drückt die Differenz $\Delta c(t)$ zwischen dem zu erwartenden und dem mittleren gemessenen Ozonwert die Belastung der Luft mit oxidierbaren Substanzen aus. Speziell sind dabei die Verkehrsemissionen, wie NO_x , CO, HC zu nennen.

Andere oxidierbare Substanzen, die in unveränderlicher Konzentration in der Luft enthalten sind, zeigen sich in $\Delta c(t)$ nicht, da sie bereits im „Background“, d.h. in den Parametern des Modells (4) enthalten sind. Der zeitliche Verlauf von $\Delta c(t)$ ist in den Abbn. 6 und 7 dargestellt. Er spiegelt den typischen täglichen Verlauf der Verkehrsbelastung wider und damit das unterschiedliche Mobilitätsverhalten der Bewohner beider Städte

Ein weiteres Ergebnis der vorliegenden Fallstudien zeigt sich in der unterschiedlichen Varianz des mittleren Ozonverlaufs von Mendoza und Leipzig (Abbn. 3 und 4). Diese Variationsmuster der Luftverschmutzung sind stark von den Wetterbedingungen beeinflusst.

Die Hochdruckwetterlagen Europas haben mehr atmosphärische Störungen und Wolken als im Gebiet von Mendoza, was in der starken Variation der Ozonkurve für Leipzig zu erkennen ist. Gegen Mitternacht treten oft Ozonpeaks auf. Das könnte seine Ursache im Zuströmen ozonreicherer Luft von der äußeren Umgebung zur City haben. Dies zu klären wäre es wert, nach solchen ozonreicheren Gebieten zu suchen.

Das Ziel der Studie war die Bestimmung des photochemischen Smogs in Mendoza. Die starke Solarstrahlung ließ hohe Ozonwerte vermuten. Die gemessenen Konzentrationen waren dagegen niedriger als in Leipzig.

Mit Hilfe eines Modellansatzes und dem Vergleich der Emissionen von Kraftfahrzeugen in beiden Städten muß die Ursache in der verkehrsinduzierten Backgroundverschmutzung der Luft gesehen werden. Gemeint sind NO_x , CO, HC. Sie treten sowohl als Vernichter als auch als Katalysator bei der Ozonbildung auf.

In Abgrenzung zu dem für hohe Ozonwerte stehenden sekundären Smog spricht man bei hoher Konzentration solcher Substanzen oft von primärem photochemischen Smog. Es ist anzunehmen, daß gesundheitliche Effekte bei der Bevölkerung in städtischen Ballungsgebieten auch von diesem primären Smog ausgelöst werden.

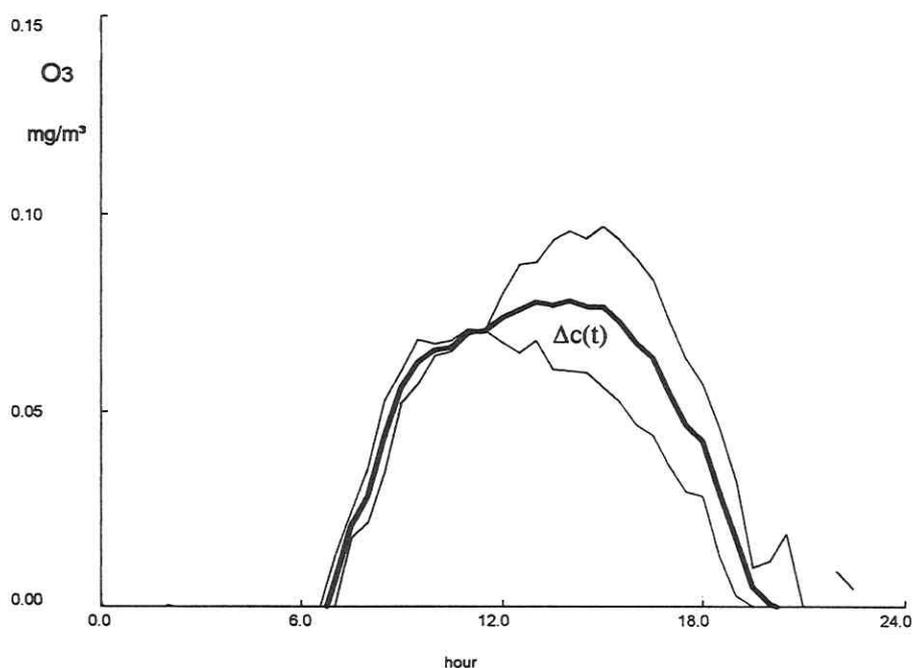


Abb. 6: Mittlerer Verlauf (dicke Linie) und Variation von $\Delta c(t)$ für Mendoza

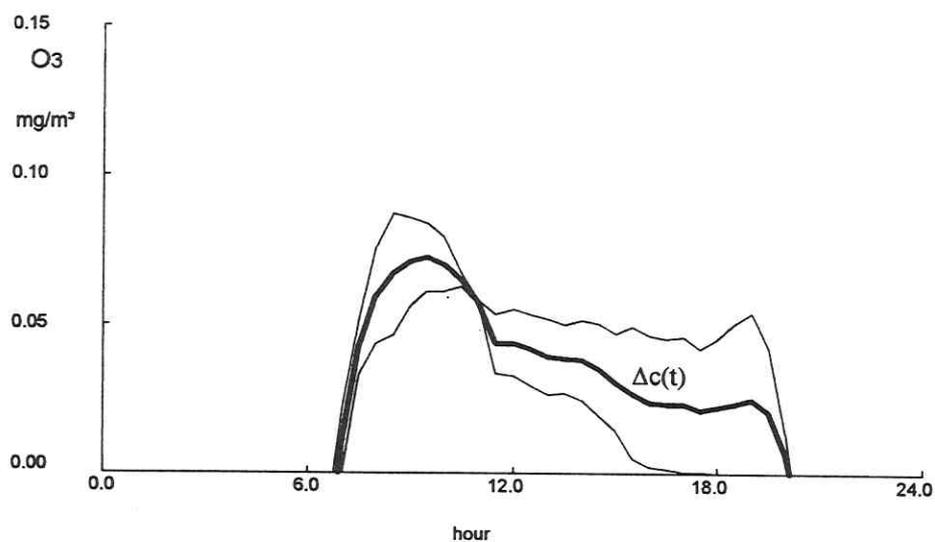


Abb. 7: Mittlerer Verlauf (dicke Linie) und Variation von $\Delta c(t)$ für Leipzig

Autoren

Uwe SCHLINK, Olf HERBARTH, Matthias RICHTER, Maik SCHILDE, Martina REHWAGEN

UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sekt. Expositionsforschung und Epidemiologie
PF 2, 04301 Leipzig, Germany

José Luis PULIAFITO, Enrique PULIAFITO, Pablo E. BEHLER, Juan Carlos GUERREIRO, Carlos PULIAFITO

Universidad de Mendoza
IEMA - Instituto para el Estudio del Medio Ambiente
Av. Boulonge Sur Mer 665
5500 Mendoza

2. Zur Frage des Einflusses verkehrstypischer Immissionen auf Atemwegserkrankungen und Allergien bei Kindern

HERBARTH, O., BEHLER, J. C., FRITZ, G. J., PULIAFITO, J. L., RICHTER, M., REHWAGEN, M., PULIAFITO E., PULIAFITO, C., SCHLINK, U., WILDFÜHR, W.

Einleitung

Umweltmedizinische Betrachtungen rücken bei der Beurteilung der an der Krankheitsgenese beteiligten Faktoren verstärkt in den Blickpunkt. In der Vergangenheit dominierten im Rahmen umweltepidemiologischer Untersuchungen interregionale bzw. interstädtische Vergleiche (DOCKERY et al., FRITZSCH et al., HÜLSSE; THIELEBEULE, KRAEMER et al., MUTIUS et al., NOWAK et al., STUDNICKA et al., THIELEBEULE; PELECH). Eine grundlegende Annahme war dabei, daß sich die untersuchten Populationen ausschließlich in dem betrachteten Umweltfaktor, und damit Einflußfaktor, unterscheiden. Bezüglich der Umweltfaktoren wurde von globalen Belastungsunterschieden ausgegangen. Die tatsächliche personenbezogene Belastung wird im Regelfall nicht ermittelt. Aufgrund der sowohl räumlichen als auch zeitlichen Integration hinsichtlich der vermuteten Ursache und auch der registrierten Effekte, ist es nicht mehr möglich, definitive Aussagen zu den tatsächlich an der Genese beteiligten Faktoren im einzelnen zu machen. Die vorliegende Arbeit versucht, durch mikroskalige Expositions- und Prävalenzanalysen mögliche Zusammenhänge aufzuklären. Risikogruppen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu (BALES, JAAKKOLA et al., THIELEBEULE; PELECH).

Folgende Fragen und Hypothesen stehen dabei im Mittelpunkt des Interesses:

- Führen lokal begrenzte innerstädtische Expositionsunterschiede zu unterschiedlichen Prävalenzraten bei wenig mobilen Bevölkerungsgruppen?
- Gibt es innerhalb dieser Gruppen besondere Risikountergruppen?

Insbesondere die erste Fragestellung baut auf makroskaligen (Intercity- bzw. Interregionalvergleich) Untersuchungen auf. Diese Untersuchungen legen nahe, daß großräumige Belastungsunterschiede sich in den Prävalenzraten unter anderem von Atemwegserkrankungen und Allergien niederschlagen.

Methode

Eine wenig mobile Subpopulation von Kindern, die Altersgruppe der 4- bis 8jährigen, wurde im Rahmen einer umweltepidemiologischen Studie bezüglich Atemwegserkrankungen und Allergien untersucht. Wenig mobil heißt, daß sich Kinder dieser Altersgruppe in vorwiegend drei Aufenthaltsräumen bewegen: Der elterlichen Wohnung, der Kindereinrichtung bzw. Schule und dem Weg zwischen beiden.

Tab. 1: Studienpopulation

	Leipzig	Mendoza
Zahl der Studienteilnehmer	519	58
Mädchen/Jungen	288/231	31/27
Zahl der Kindergärten/Schulen	25	3
mittleres Alter der Studienteilnehmer (Jahr)	5,8 ± 1,1	7,8 ± 1,1

Über eine ähnlich gelagerte Studie, durchgeführt in Leipzig mit Kindern im Alter zwischen 0,5 und 3 Jahren, wurde bereits bei BRENDEL et al. berichtet.

Die hier vorgestellten Ergebnisse basieren auf:

- einem umweltepidemiologischen / umwelt-medizinischen Fragebogen,
- personenbezogene Messungen der äußeren Exposition.

Im Mittelpunkt des Interesses hinsichtlich der äußeren Exposition stehen kraftfahrzeugtypische Immissionen. Diese sollten hinsichtlich ihrer Wirkung gegenüber hausbrandtypischen Immissionen abgegrenzt werden. Ausgehend von dieser Fragestellung wurden aufgrund von Messungen und Beschreibungen im Fragebogen beide Städte in Subgebiete eingeteilt, die typischerweise dominant durch einen der beiden Faktoren beeinflusst werden, wobei der Hausbrand eine vollkommen untergeordnete Rolle spielt. Die entsprechenden Prävalenzvergleiche erfolgten nur innerhalb der Städte Leipzig bzw. Mendoza in Abhängigkeit vom Grad der Verkehrsbeeinflussungen.

Damit stand eine Population in Leipzig zur Verfügung, die sowohl hausbrand- als auch verkehrsbelastet war und eine Population, die ausschließlich als verkehrsbelastet eingestuft werden konnte. Ein Vergleich zwischen den beiden Städten erfolgte nicht.

Die epidemiologischen Fragebögen sind strukturell identisch und nur in landestypischen Fragen speziell adaptiert. Basis für den Fragebogen sind die standardisierten Fragebögen der American Thoracic Society (1970 und 1987), des Epidemiology Standardization Project (vgl. FERRIS), des British Medical Research Council (1960), der International Union Agency of Lung Diseases (BURNEY et al.) und weiteren Angaben aus der Literatur (MURAKANI et al., Samel).

Hinsichtlich der äußeren Exposition erfolgen die Messungen im Indoor- und Outdoor-Bereich, im Umfeld der Wohnungen bzw. der Bildungseinrichtungen (Kindergarten, Schule) (10, 17).

(Anm.: In Mendoza wurden die Daten für NO_x, Staub und SO₂ vom Meßnetz des Umweltministeriums der Provinz Mendoza, die O₃-Daten vom Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA) geliefert. Die Auswertung der VOC-Messungen erfolgte in Leipzig.)

Zur Beurteilung der Stärke des Hausbrandeinflusses wurden SO₂, CO, NO_x, PM₁₀, für den Verkehr vorzugsweise NO_x, O₃, VOC herangezogen. Ferner gingen die von den Eltern im Fragebogen beschriebenen äußeren Bedingungen in die Auswertung ein. Dazu zählten u. a. die Beantwortung von Fragen zur Lage der Wohnung (des Kindergartens / der Schule) in bezug auf die Stadt und in bezug auf die Verkehrsbeeinflussung (Hauptverkehrsstraße, Nebenstraße, Park, Grünanlage) sowie die subjektiv empfundene Stärke der Verkehrsbelastung (regelmäßige Stau-bildung, starker fließender Verkehr, verkehrsberuhigte Zone). Diese Angaben wurden, sofern aktuell, mit dem Verkehrsbelegungsplan der Städte in Beziehung gesetzt.

Ergebnisse

Im folgenden werden die Ergebnisse einer ersten Komplexauswertung der Studie vorgestellt. Dabei wird nicht auf das Befindlichkeitstagebuch und die medizinischen Untersuchungen eingegangen, die an anderer Stelle diskutiert werden. Die folgende Abbildung 1 charakterisiert anhand der Indikatorkomponenten die Situation in beiden Städten.

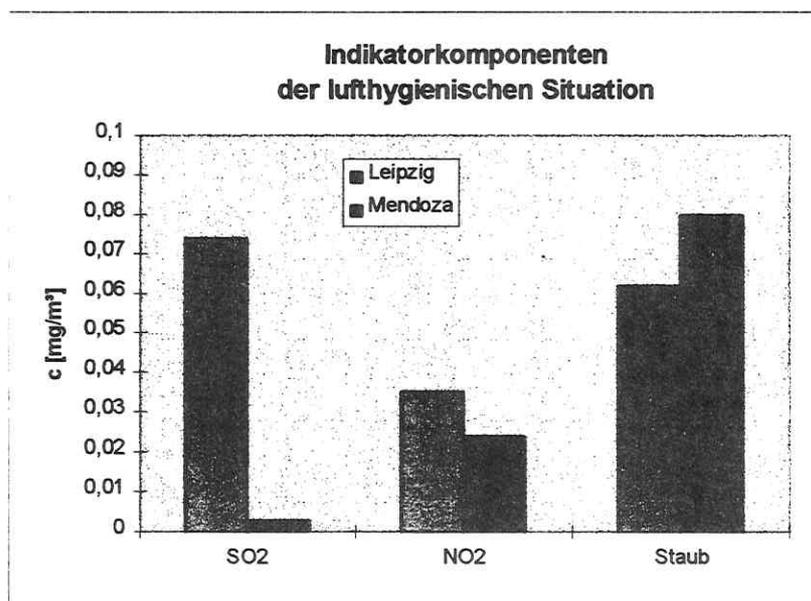


Abb. 1: Charakterisierung der lufthygienischen Situation nach Leitkomponenten (arithmetischer Mittelwert für den Zeitraum 1992 - 1994)

Vergleicht man die intra- und inter-städtischen Belastungsunterschiede, so ist folgendes deutlich sichtbar:

- Es lassen sich innerstädtisch Gebiete mit geringer, mittlerer oder starker Verkehrsbelastung meßtechnisch und aufgrund der Beschreibung abgrenzen. (Anm.: Die verkehrsbedingten Belastungsdifferenzen sind in Mendoza deutlicher ausgeprägt als in Leipzig.)
- Hausbrandtypische Emissionen treten in Leipzig signifikant hervor. Auch hier ist eine stadtstrukturabhängige Situation erkennbar.
- Verkehrs- und hausbrandtypische Emissionen sind in Leipzig partiell miteinander korreliert.

Hinsichtlich der Krankheitsbilder wurden folgende diagnostische Subtypen zusammengefaßt:
Zu Asthma wurde gezählt: Asthma bronchiale, spastisches Asthma und asthmatische Bronchitis,
zu Bronchitis: chronische Bronchitis, Bronchitis mit Fieber und Bronchitis,
zu Allergie: allergische Reaktionen und Allergie.
Die Angaben wurden dem Fragebogen entnommen

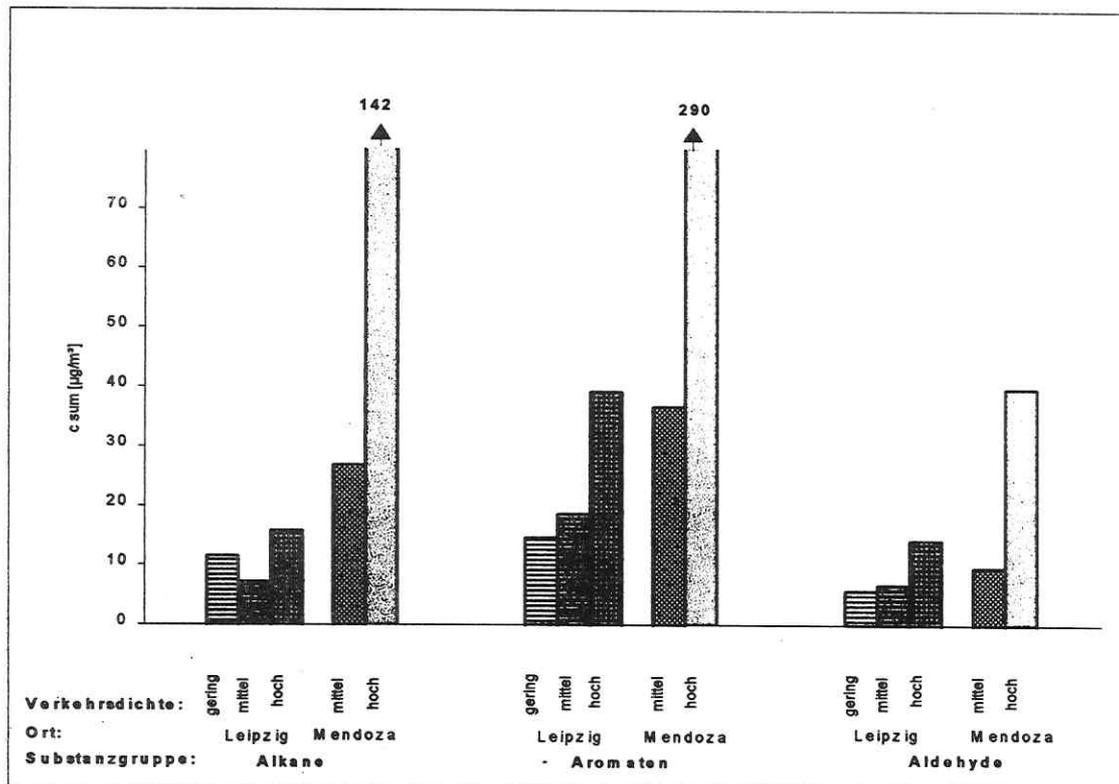


Abb. 2: Darstellung der Belastung durch VOC in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen

Folgende Lebenszeitprävalenzen (Tabelle 2) wurden ermittelt:

	Bronchitis	Asthma	Allergie
Leipzig	56	74	84
Mendoza	24	12	21

Tab. 2: Lebenszeitprävalenzen für Bronchitis, Asthma und Allergien

Man erkennt eine deutlich höhere Prävalenz in Leipzig bei den bronchitischen, in Mendoza bei den asthmatischen und allergischen Erkrankungen.

Eine Differenzierung in Asthma, Bronchitis und Allergie nach dem Grad der Beeinflussung durch Verkehr bzw. Hausbrand zeigt die folgende Tabelle 3.

Tab. 3: Odds Ratios in Abhängigkeit von der Expositionssituation

		Asthma	Bronchitis	Allergie
Gebiete mit vorwiegend Belastung durch Hausbrand	Leipzig	0,8 (0,5...1,5)	1,4 (1,0...1,8)	1,1 (0,7...2,0)
	Mendoza	1,3 (0,2...7,5)	0,4 (0,1...2,3)	1,8 (1,0...3,1)

($\alpha = 0.05$)

Inwieweit innerhalb der Gruppe der betrachteten Kinder Risikopopulationen bestehen, sollte die Untersuchung klären, ob familiär prädisponierte Kinder sich hinsichtlich des Risikos gegenüber familiär nicht prädisponierten Kindern unterscheiden.

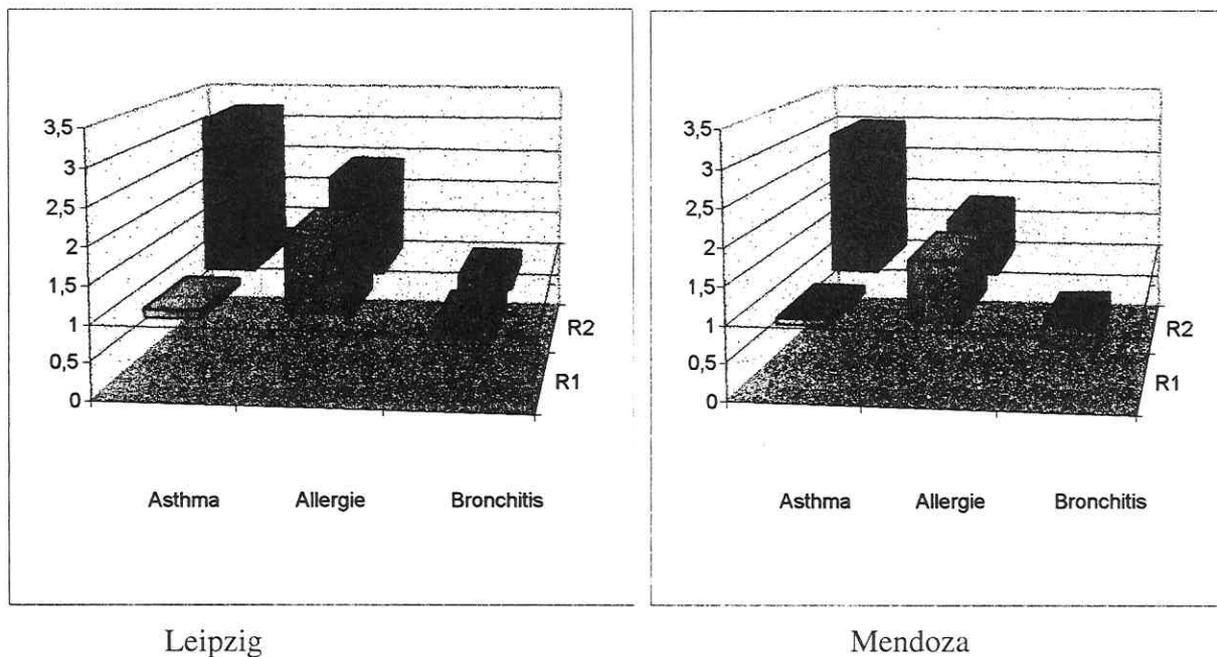


Abb. 3: Odds ratios für Atemwegserkrankungen und Allergien bei Expositionen gegenüber kraftfahrzeugtypischen Immissionen in Abhängigkeit von der familiären Prädisposition

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, daß es auf der Basis einer expositionsseitig lokal differenzierten Betrachtung innerhalb eines Stadtgebietes durchaus möglich zu sein scheint, wirkungsseitig mit der Exposition in Zusammenhang stehende Effekte nachzuweisen. Insbesondere scheinen die hausbrandtypischen Emissionen einen verstärkenden Einfluß auf bronchitische Erkrankungen, die verkehrstypischen Emissionen eher auf Asthma und Allergien zu haben.

Für NO₂ als ein Indikator für derartige Immissionen wurde ein Einfluß auf die Häufigkeit von Asthmaanfällen beschrieben (Dawson, Schenker, Magnussen). Ebenfalls wurden bei verkehrsnah wohnenden Kindern erhöhte Prävalenzraten in bezug auf Atemwegserkrankungen beobachtet (Murakani et al.).

In der hier vorgelegten Studie scheint sich diese Aussage anhand von vergleichenden Untersuchungen in einer nicht durch Hausbrand, aber durch Verkehr, und einer durch Hausbrand und Verkehr belasteten Stadt zu bestätigen

Man darf also davon ausgehen, daß kraftfahrzeugtypische Immissionen ihr eigenes Wirkungsspektrum haben und wahrscheinlich zu einer erhöhten Asthma- und Allergieprävalenz beitragen, ohne daß es eines disponierenden Effektes durch hausbrandtypische Immissionen wie SO₂ bedarf.

Ferner zeigen die Untersuchungen, daß es innerhalb der Gruppe der hier zur Diskussion stehenden Studienteilnehmer Risikogruppen gibt, die besonders empfindlich auf äußere Reize reagieren. Während bei Allergien familiär prädisponierte und familiär nicht prädisponierte Kinder offensichtlich gleichermaßen betroffen sind, scheinen bei Asthma ausschließlich die familiär prädisponierten Kinder zu reagieren, woraus folgt, daß expositionsprophylaktisches Verhalten zu einer Minimierung des Erkrankungsrisikos in diesen speziellen Fällen führen kann. Das kann bereits damit beginnen, daß Kinder nicht an verkehrsreichen Straßen zur Einrichtung oder von der Einrichtung zur Wohnung gebracht werden und daß der Aufenthalt in der Nähe verkehrsreicher Straßen möglichst kurz gestaltet wird.

Die vorliegende Studie zeigt, daß es mit Hilfe mikroskaliger Untersuchungen möglich zu sein scheint, offensichtlich expositionsbedingte Prävalenzunterschiede zu erkennen und die Expositionen im Detail zu identifizieren. Eine Reihe von Fragen bleibt jedoch unbeantwortet. Insbesondere steht die Frage nach dem Ausmaß und/oder Anteil des Einflusses der Innenraumbelastungen auf den kindlichen Organismus. Die künftigen Untersuchungen und Auswertungen der Studie werden zeigen, ob hier eine noch differenziertere Aussage zu den Ursachen möglich ist. Ferner werden aus den Untersuchungen zur Atemwegsfunktion und zur inneren Exposition Hinweise erwartet, inwieweit auch funktionelle Parameter bzw. Stoffwechselprozesse von den Einflüssen betroffen sind.

Danksagung

Besonderer Dank gilt Herrn Bianchi und Frau Bockelmann vom Internationalen Büro des BMBF im GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH für ihre umfassende Unterstützung der Studie in Argentinien (Forschungsprogramm ENV 14, „Sommersmog“).

Ferner danken wir den Herren J. Sernaglia (Hospital El Carmen, Godoy Cruz, Mendoza) und M. Schilde (Sektion Expositionsforschung u. Epidemiologie im UFZ Leipzig-Halle) für ihre aktive Mitarbeit im Rahmen des epidemiologischen und analytischen Teiles der Studie in Argentinien und Deutschland.

Autoren

Olf HERBART, Matthias RICHTER, Martina REHWAGEN, Uwe SCHLINK

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Juan Carlos BEHLER, José Luis PULIAFITO, Enrique PULIAFITO, Carlos PULIAFITO

Universidad de Mendoza
IEMA - Instituto para el Estudio del Medio Ambiente
Av. Boulonge Sur Mer 665
5500 Mendoza

Gisela Fritz, Wolfgang Wildführ

Universität Leipzig
Hygiene-Institut
Liebigstraße 24
04103 Leipzig

Literatur

American Thoracic Society. ATS Statement - Snowbird Workshop on Standardization of Spirometry. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1979;119:831-8.

American Thoracic Society. Standards for the Diagnosis and Care of Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and Asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1987;136:225-43.

BATES, D. V.: Health indices of the adverse effects of air pollution: the question of coherence. *Environ Res* 1992;59:336-49.

BREDEL, H., HERBARTH, O., WINTERSTEIN, P.: Epidemiologische Untersuchungen über den Einfluß der Luftverunreinigungen auf die Bronchitishäufigkeit an Kinderkollektiven der Altersgruppe 0,5 bis 3 Jahre. *Dt. Gesundh.-Wesen* 1980;35 (1):16-9.

British Medical Research Council. Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis. Standardized questionnaire on respiratory symptoms. *BMJ* 1960;2:1665.

BURNEY, P. G. J., LAITINEN, L. A., PERDRIZET, S., HUCKAUF, H., TATTERSFIELD, A. E., CHINN, S., POISSON, N., HEEREN, A., BRITTON, J. R., JONES, T.: Validity and repeatability of the IUATLD (1984) Bronchial Symptoms Questionnaire: an international comparison. *Eur. Respir. J.* 1989;2:940-5.

CHAPMAN, S.: *Mem. Roy. Meteorol. Sci.* 1930, **3**, 103

- CHAPMAN, S.: Rep. Progr. Phys. 1943, **9**, 92
- DAWSON, S. V., SCHENKER, M.B.: Health Effects of Inhalation of Ambient Concentrations of Nitrogen Dioxide. Am. Rev. Resp. Dis. 1979; 120:281-92.
- DOCKERY, D. W., SPEIZER, F. E., STRAM, D. O., WARE, J. H., SPENGLER, J. D., FERRIS jun., B. G.: Effects of Inhalable Particles on Respiratory Health of Children. Am. Rev. Respir. Dis. 1989;139:587-94.
- DOUGLAS, W. D.: Epidemiologic Study Design for Investigating Respiratory Health Effects of Complex Air Pollution Mixtures. Environmental Health Perspectives Suppl. 1993; 101 (Suppl 4): 187-91.
- ENDLICHER, W.: In Marburger Geographische Schriften Heft 128, „Zur Witterungsklimatologie von Nordwestargentinien“, Marburg/Lahn, 1995, p.17
- ENDLICHER, W., SCHULTZ, E.: In Marburger Geographische Schriften Heft 128, „Messung und Bewertung von Luftverunreinigungen in Tucumán und Umgebung“, Marburg/Lahn, 1995, p.184
- FRANCK, U., REHWAGEN, M., HERBARTH, O.: VOC-Indoorbelastung einer ostdeutschen Großstadt. Forum Städte-Hygiene 1994;45:3/4,6-8.
- FERRIS, B. G.: Epidemiological Standardization Project.II. Recommended respiratory disease questionnaires for the use with adults and children in epidemiologic research. Am. Rev. Resp. Dis. 1978;118(Suppl.):7-53.
- FOLINSBEE, L. J.: Human Health Effects of Air Pollution. Environmental Health Perspectives 1993; 100: 45-56.
- FORSTER, J., KOPP, M.: Ozonwirkung auf Kinder. Sonderdruck aus Sozialpädiatrie und Kinderärztliche Praxis. Verlag Kirchheim, Mainz. 1995;17 (4): 212-217.
- FRAIGNEAU, Y. C., GONZALEZ, M., COPPALLE, A.: „Dispersion and chemical reaction of a pollutant near a motorway“, The Science of the Total Environment 1995, **169**, 83
- FRITZSCH, C., v. MUTIUS, E., WEILAND, S. K., RÖLL, G., MAGNUSSEN, H.: Prävalenz asthmatischer und allergischer Erkrankungen bei Schulkindern - ein Vergleich zwischen Leipzig und München. Allergie J 1994;3:11-6.
- GRAEDEL, T. E., CRUTZEN, P. J.: Atmospheric Change: An Earth System Perspective., W. H. Freeman and Company: New York - Oxford, 1993
- HERBARTH, O., REHWAGEN, M., RICHTER, M.: Untersuchungen zur Raum-Zeit-Dynamik der äußeren Exposition gegenüber luftgetragenen chemischen Substanzen. Forum Städte-Hygiene 1995;46 (7/8): 231-9.

HERBARTH, O: Risk Assessment of Environmentally Influenced Airway Diseases Based on Time-Series Analysis. Environmental Health Perspectives 1995;Volume 103: Nr. 9.

HÜLSSE, C., THIELEBEULE, U.: Epidemiologische Studien über den Einfluß von Luftverunreinigungen auf den kindlichen Organismus. Gesundheit und Umwelt 1987; 3 (1): 2-28.

JAAKKOLA, J. J., PAUNIO, M., VIRTANEN, M., et al.: Low-level air pollution and upper respiratory infections in children. Am J Public Health 1991;81: 1060-3.

KRAEMER, U., ALTUS, C., BEHREND, H., DOLGNER, R., GOTHSMUTHS F. J., HILLE J., HINRICHS, J., MANGOLD, M., PAETZ, B., RANFT, U., ROEPKE, H., TEICHMANN, S., WILLER, H. J., SCHLIPKÖTER, H. W.: Epidemiologic survey on the effect of air pollution on the health of schoolchildren (in German). Forum Städte-Hygiene 1992;43:82-7.

MAGNUSSEN, H.: Chronische Atemwegserkrankungen - umwelt- oder berufsbedingt. Öff. Gesundh.-Wes. 1989;51:500-4.

MOLHAVE, L.: Volatile Organic Compounds, Indoor Air Quality and Health. Indoor Air. 1991;4:357-76.

MORTAGY, A. K., HOWELL, J. B. L., WATERS, W. E.: Respiratory symptoms and bronchial reactivity. BMJ 1986;293:525-9.

MURAKANI, M., ONO, M., TAMURA, K.: Health problems of residents along heavy traffic roads. J. of Human Ergology 1990, 19: 101-106.

MUTIUS, E., MARTINEZ, F. D., FRITZSCH, C., NICOLAI, T., ROELL, G., THIEMANN, H.-H.: Prevalence of asthma and atopy in two areas of west and east Germany. Am J Respir Crit Care Med 1994;149:358-64.

National Research Council. Epidemiology and air pollution. Washington, D. C. National Academy Press, 1985.

NOWAK, D., HEINRICH, J., BECK, E., WILLENBROCK, U., JOERRES, R., CLAUSSEN, M., BERGER, J., WICHMANN, H. E., MAGNUSSEN, H.: Differences in respiratory symptoms between two cities in western and eastern Germany: the first report in adults. Am. Rev. Respir. Dis. 1993;147(Suppl):A378.

RAO, S. T., SISTLA, G., HENRY, R. J.: Air Waste Manage. Assoc. 1992, **42**, 1204

SAMET, J. M.: A historical and epidemiologic perspective on respiratory symptoms questionnaires. Am J. Epidemiol. 1978;19(5): 188-9

SEINFELD, J. H.: Air Pollution: physical and chemical fundamentals., McGraw-Hill, 1975

SEINFELD, J. H.: Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution., John Wiley & Sons: New York, 1986

SONNENMANN, G: Ozon. Natürliche Schwankungen und anthropogene Einflüsse., Akademie Verlag, Berlin, 1992

STUDNICKA, M., FRISCHER, T., STUDNICKA-BENKE, A., NEUMANN, M.: Kindliche Lungenfunktion und Ozonbelastung: vorläufige Ergebnisse einer Sommerlagerstudie. Atemwegs-Lungenkrankheiten 1993;19(5): 188-9.

THIELEBEULE, U., PELECH, L.: Epidemiological Studies regarding the Effects of Air Pollution. Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology 1985;29 (4):353-62.

WJST, M., REITMEIR, P., DOLD, S., WULFF, A., NICOLAI, T., v. LOEFFELHOLZ-COLBERG, E., v. MUTIUS, E.: Road traffic and adverse effects on respiratory health in children. BMJ 1993; 307:596-600.

WÖLCKEN, K.: „Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina“, Meteoros, Buenos Aires, 1954, año IV, No. 4, p. 327

World Meteorologic Organisation Global Ozone Research and Monitoring Project, Scientific Assessment of Ozone Depletion, Report No. 25, 1991

Kiefernadeln als Biomonitoringsystem für den regionalen und globalen Maßstab

1. Immissionsmuster luftgetragener Schwermetalle und Bioelemente in den Regionen Mendoza und Leipzig-Halle

WEISSFLOG, L., GANTUZ, M., WENZEL, K.-D., PFENNIGSDORFF, A., SCHÜÜRMAN, G.

1. Einleitung

Bioindikatoren sind wichtige Hilfsmittel zur Qualitätsbewertung der verschiedenen Kompartimente der Biosphäre und erlauben die Beobachtung der Langzeitentwicklung in Ökosystemen sowie deren Abhängigkeit von anthropogenen Aktivitäten. So ermöglicht die Bestimmung der Schwermetalle, welche von unterschiedlichen Species der Flora und Fauna akkumuliert wurden, Aussagen über die Belastung des Bodens und die Immissionssituation im Untersuchungsgebiet.

Kiefern wachsen in vielen Teilen der Erde. Nadeln dieser Bäume sind ein geeignetes Biomonitoringsystem zur Bestimmung des Immissionsmusters und der jeweiligen Belastung der Umwelt durch Einzelsubstanzen. Die relativ inerte Wachsschicht der Kiefernadeln akkumuliert eine Vielzahl organischer Schadstoffe und Schwermetalle (WYTTENBACH et al., WEISSFLOG et al. 1994 a, 1994 b).

Falls die Aufnahme über die Wurzel sowie auch das Leaching durch sauren Regen vernachlässigbare Größen sind, entspricht der Gesamtgehalt eines Schadstoffes in der Kiefernadel der integrierenden Messung über eine festgesetzte Meßzeit. Durch vergleichende Untersuchungen an Nadeln unterschiedlichen Alters ist es möglich, standortspezifische Aufnahmeunterschiede zu erkennen und diese bei der Interpretation der Gesamtgehalte entsprechend zu berücksichtigen.

2. Methoden

2.1 Probennahme:

Die zwei Biomonitoringgebiete sind in Abb. 1 dargestellt. In Argentinien erfolgte die Beprobung ein- und zweijähriger Nadeln der drei Kiefernspecies *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* L. und *Pinus canariensis* L. an nicht belasteten Referenzstandorten in den Anden und in zwei unterschiedlich belasteten Bezirken der Stadt Mendoza im April/Mai 1994. Das Alter der Bäume lag zwischen fünf und 25 Jahren. In Deutschland wurden sechs Standorte in der Region Leipzig-Halle und zwei nicht belastete Referenzstandorte in Nordost- und Mitteldeutschland für vergleichende Untersuchungen ausgewählt. Die entsprechende Beprobung erfolgte dabei pro Standort an vier bis fünf Bäumen (*Pinus sylvestris* L.) im Alter von 7 bis 12 Jahren. Die Nadeln wurden in ca. 1 cm Entfernung vom Zweig mit einer Keramikscherre abgeschnitten.

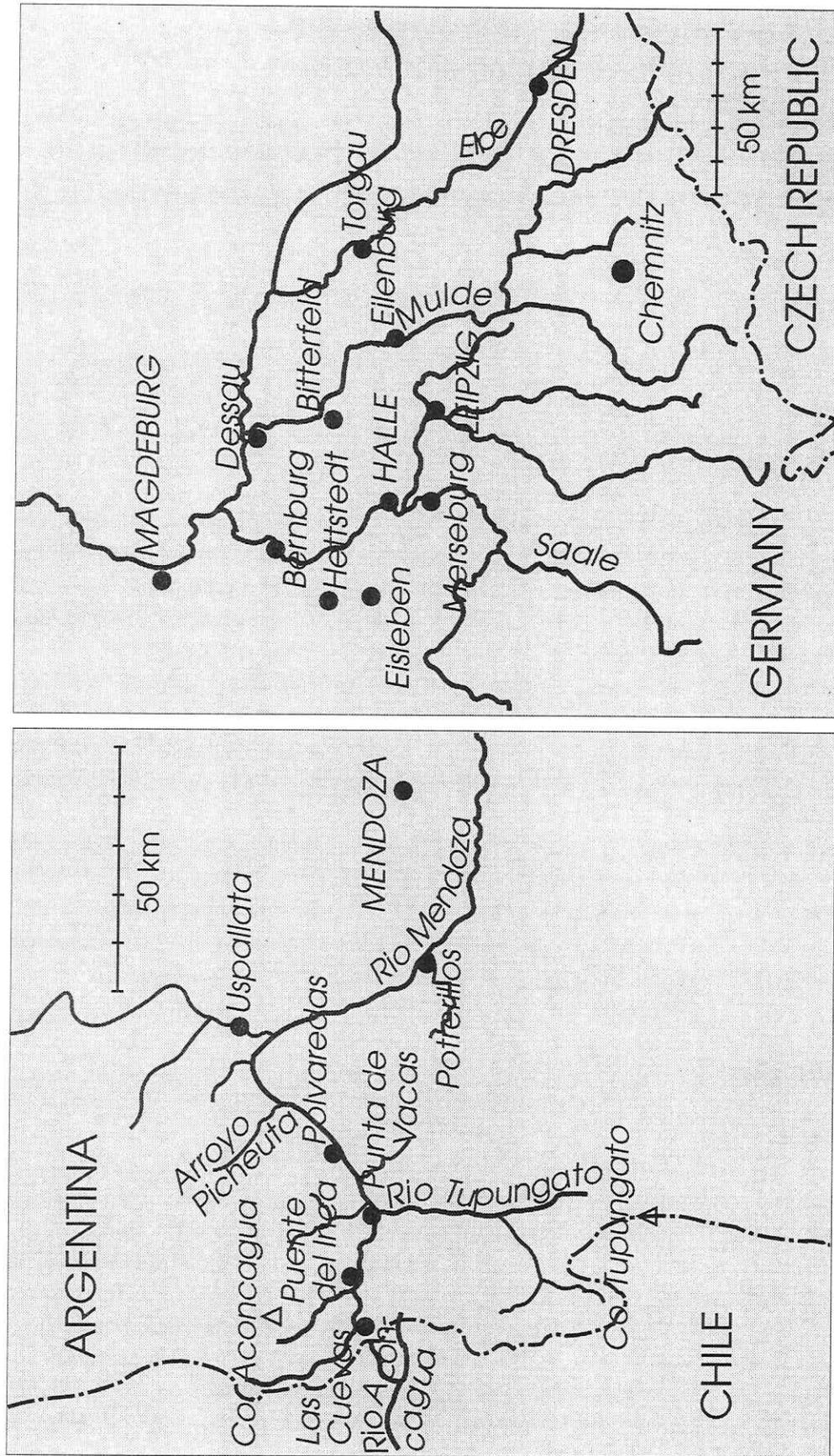


Abb. 1: Geographische Lage der Biomonitoring-Untersuchungsgebiete Groß-Mendoza, Argentinien (links) und Leipzig-Halle, Deutschland (rechts)

2.2 Probenaufarbeitung:

Nach dem Trocknen bei 85°C und Feinvermahlung in einer Achatmühle wurden die Nadelproben unter Verwendung von konz. HNO₃ in einem Mikrowellen-Gerät aufgeschlossen. Die einzelnen Elemente bestimmten wir mit einem ICP-AE Spektrometer und dem NBS-Standard 1575 als Referenzmaterial (PFENNIGSDORFF et al.).

3. Resultate und Diskussion

Die Konzentrationsbereiche von 13 Elementen, welche in Kiefernadeln argentinischer und deutscher Meßstandorte analysiert wurden, sind in Tab. 1 aufgeführt.

- Wesentliche Differenzen zwischen den deutschen und argentinischen Meßstandorten sind bei deren Gehalt an Ca, Fe, Mg, Mn und Pb festzustellen.
- Der Pb-Gehalt in Kiefernadeln liegt in der Region Groß-Mendoza im Vergleich mit der Region Leipzig-Halle um eine Größenordnung höher.
Dies wird auf die Verwendung von verbleitem Benzin in argentinischen Kraftfahrzeugen zurückgeführt. Die Resultate zeigen, wie drastisch der Einsatz bleifreien Benzins in der Region Leipzig-Halle die anthropogen bedingte Pb-Belastung der Vegetation vermindert.
- Der hohe Ca-Gehalt in den Kiefernadeln der Region Groß-Mendoza wird auf die erhöhte Ca-Aufnahme über den Boden-Wurzel-Pfad aus den Kalkböden dieser Region zurückgeführt.
- Die relativ niedrigen Mn-Gehalte und Mn-Bioverfügbarkeiten der Kalkböden in Deutschland und Argentinien korrelieren mit den niedrigen Mn-Kiefernadel-Gehalten an diesen Meßpunkten.

Die Hauptkomponentenanalyse der mittleren Elementgehalte an den einzelnen Meßpunkten hilft bei der Diskussion folgender Frage: Gibt es deutliche Übereinstimmungen oder Unterschiede in den Elementkonzentrationen an den verschiedenen Meßorten und wie können diese mit spezifischen Eigenschaften der Elemente und Emissionsquellen zusammenhängen?

Die Analyse der argentinischen und deutschen Datensätze ergibt die Plots in Abb. 2. Das argentinische Elementmuster setzt sich aus vier Gruppen zusammen:

- Ca und Mg werden hauptsächlich auf physiologischem Weg aus den Kalkböden der Region von Groß-Mendoza aufgenommen. Diese Böden vermindern aufgrund ihres pH-Wertes die Bioverfügbarkeit von Mangan.
- K wird im wesentlichen über die Wurzeln aufgenommen.
- Die Zinkgehalte sollten aus der normalen biologischen Aufnahme aus dem Boden und Aerosolen aus dem Straßenverkehr durch Reifenabrieb resultieren.
- Al, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb und V bilden eine Gruppe von Elementen, deren Konzentrationen in den Kiefernadeln hauptsächlich von luftgetragenen Immissionen geprägt sind. Hier spielen die anthropogenen Quellen Kraftverkehr und aufgewirbelter Straßenstaub eine herausragende Rolle.

Tab 1: Konzentrationsbereiche der einzelnen Elemente [$\mu\text{g/g}$ Trockengewicht (ppm)] in Kiefernnadeln¹

Element	Argentinien 1994		Deutschland 1992	
	Groß-Mendoza	Referenzorte	Leipzig-Halle	Referenzorte
Al				
- Kalkböden	390 - 1.070	103 - 289	-	70 - 123
- andere Böden	-	-	300 - 531	218 - 365
Ca	4695 - 12.700	4275 - 12.200	1.637 - 4.526	1.791 - 4.867
Cd	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Cr	0,3 - 2,6	0,3	n. n. - 1,1	n. n.
Cu	3,4 - 8,9	2,4 - 3,4	1,9 - 3,5	1,6 - 2,5
Fe	252 - 962	105 - 329	58 - 360	36 - 185
K	3.315 - 8.060	2.835 - 5.810	3.007 - 5.736	3.720 - 4.877
Mg	963 - 1.925	742 - 1.903	424 - 861	438 - 787
Mn				
-Kalkböden	19,2 - 40,8	11,8 - 55,5	15,6 - 26,1	-
-andere Böden -			378 - 1.156	387 - 1.241
Ni	0,5 - 1,2	0,3 - 0,7	0,6 - 1,5	0,5 - 0,7
Pb	3,5 - 37,1	0,3 - 2,8	0,3 - 3,4	0,7 - 1,1
V	0,8 - 2,5	0,3 - 0,8	0,4 - 3,2	0,6 - 1,0
Zn	16,6 - 41,5	11,2 - 19,0	29,9 - 51,7	17,4 - 40,2

¹Die Proben enthalten ein- und zweijährige Nadeln verschiedener Kiefernspecies (s. auch Material und Methoden). Die Nachweisgrenzen lagen bei 0,3 ppm. Konzentrationsbereiche darunter werden als nicht nachweisbar bezeichnet. Für Al und Mn werden differenzierte Angaben für Standorte mit Kalkböden und für solche mit anderen Böden gemacht. Diese Angaben werden im Text diskutiert.

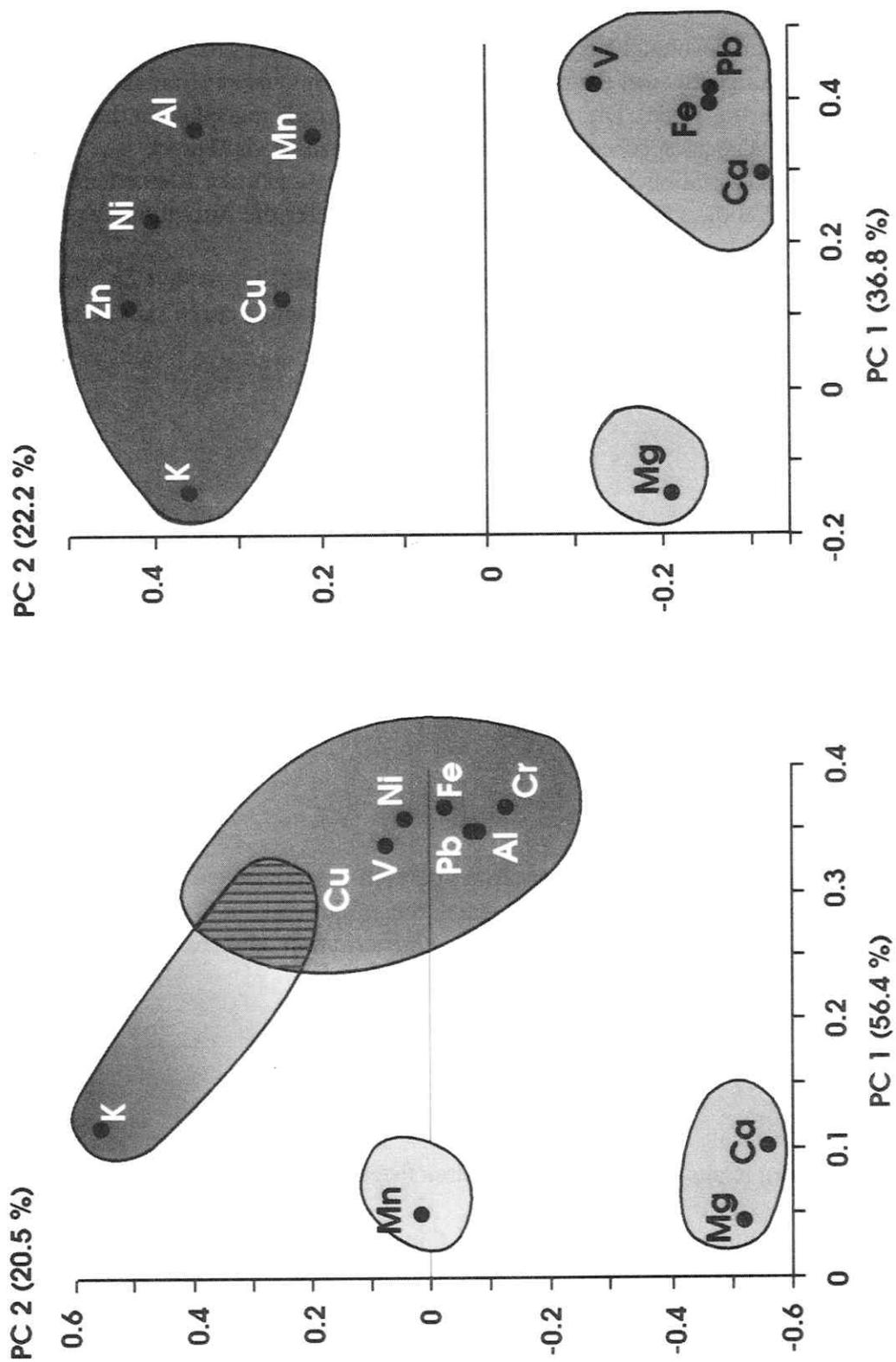


Abb. 2: Elementbeeinflussung durch die ersten zwei Hauptkomponenten der Kiefernadelkonzentrationen in Groß-Mendoza, Argentinien (links) und Leipzig-Halle, Deutschland (rechts). Cd wurde aufgrund der äußerst niedrigen Konzentrationen nicht bewertet. Cr wurde aus den gleichen Gründen bei der Hauptkomponentenanalyse der deutschen Ergebnisse nicht mitbetrachtet.

Das deutsche Elementmuster weist bei einem Vergleich mit dem der Region Groß-Mendoza eine Anzahl interessanter Unterschiede auf.

- Mg wird wiederum bevorzugt aus dem Boden aufgenommen. Ca gehört dagegen jetzt deutlich zur Gruppe der luftgetragenen Elemente aus anthropogenen Quellen (Braunkohlen-Flugaschen in der Region Leipzig-Halle). Dies verdeutlicht den zweiten Eintragspfad für das Element Ca in die terrestrische Vegetation neben dem der normalen Aufnahme via Wurzel.
- Die hohen Interkorrelationen der Kiefernadelkonzentrationen der Elemente Fe, Pb und V verdeutlichen, daß die gleichen anthropogenen Quellen für die Aufnahme dieser Elemente verantwortlich sind.
- Die dritte Gruppe setzt sich aus den Elementen Al, Cu, K, Mn, Ni und Zn zusammen. Sie stammen aus biogenen und anthropogenen Quellen und können durch sauren Regen aus der Kiefernadel ausgewaschen werden.

4. Schlußfolgerung

Die Bioindikation von Schwermetallimmissionsmustern durch Kiefernadeln ist eine Möglichkeit, zeitlich integrierend die mittlere Luftqualität im regionalen Maßstab zu erfassen.

Die Anwendung der Hauptkomponentenanalyse verdeutlicht das Charakteristische der Elementprofile in der Umgebungsluft und ermöglicht das Erkennen unbelasteter Gebiete, wichtiger Depositionstypen und anthropogener Quellen.

Danksagung

Ein Teil der Untersuchungen wurde innerhalb des deutsch-argentinischen Regierungsabkommens zur Kooperation in Forschung und Technologie durchgeführt und durch das Internationale Büro der GKSS und das Argentinische Wissenschaftsministerium in dankenswerter Weise gefördert (Projekt ENV 15).

Autoren

Ludwig WEISSFLOG, Klaus-Dieter WENZEL, Andrea PFENNIGSDORFF, Gerrit SCHÜÜRMAN

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Chemische Ökotoxikologie
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Miguel GANTUZ

Universidad de Mendoza
IEMA -Instituto para el Estudios del Medio Ambiente
Av. Bolougne Sur Mer 665
5500 Mendoza

Literatur

HERTZ, J.: Bioindicators for Monitoring Heavy Metals in the Environment. In: MERIAN E (ed): Metals and Their Compounds in the Environment. VCH Weinheim 1991, pp. 221-231.

PFENNIGSDORFF, A.; WIENHOLD, K.; WEISSFLOG, L.; SCHÜÜRMAN, G.: Multielementanalyse von Kiefernadeln als Bioindikationssystem. Ergebnisse für Vanadium und Eisen im Raum Leipzig-Halle. In: DITTRICH, K.; WELZ, B. (eds) CANAS '93, Colloquium Analytische Atom-spektroskopie. Universität Leipzig und UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Leipzig 1993, pp. 787-792.

WEISSFLOG, L.; WIENHOLD, K.; WENZEL, K.-D.; SCHÜÜRMAN, G.: Ökologische Situation der Region Leipzig-Halle. I. Immissionsmuster luftgetragener Schwermetalle und Bioelemente. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 6/1994, S. 75-80 (1994a).

WEISSFLOG, L., ROLLE, W., WENZEL, K.-D., KÜHNE, R., SCHÜÜRMAN, G.: Ökologische Situation der Region Leipzig-Halle. II. Modellierung der Partikelgröße der Flugstäube. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 6/1994, S. 135-138 (1994b).

WEISSFLOG, L.; PALADINI, E.; GANTUZ, M.; PULIAFITO, J. L.; PULIAFITO, S.; WENZEL, K.-D.; SCHÜÜRMAN, G.: Immission patterns of airborne pollutants in Argentina and Germany - I. First results of a heavy metal biomonitoring. Fresenius Environ. Bull. 3/1994, pp. 728-733.

WYTTENBACH, A.; BAJO, S.; TOBLER, L.; KELLER, Th.: Major and trace element concentrations in needles of *Picea abies*: levels, distribution functions, correlations and environmental influences. Plant and Soil 85/1985, pp. 313-325.

Abbildungen

Abb. 1 Geographische Lage der Biomonitoring-Untersuchungsgebiete Groß-Mendoza, Argentinien (links) und Leipzig-Halle, Deutschland (rechts).

Abb. 2 Elementbeeinflussung durch die ersten zwei Hauptkomponenten der Kiefernadelkonzentrationen in Groß-Mendoza, Argentinien (links) und Leipzig-Halle, Deutschland (rechts). Cd wurde aufgrund der äußerst niedrigen Konzentrationen nicht bewertet; Cr aus den gleichen Gründen bei der Hauptkomponentenanalyse der deutschen Ergebnisse nicht mitbetrachtet.

Kiefernadeln als Biomonitoringsystem für den regionalen und globalen Maßstab

2. Immissionsmuster und Bioverfügbarkeit luftgetragener organischer Schadstoffe in den Regionen Mendoza und Leipzig-Halle

WENZEL, K.-D., WEISSFLOG, L., PULIAFITO, E., SCHÜÜRMAN, G.

1. Einleitung

Die Verteilung luftgetragener Schadstoffe zwischen äußerer Nadel (Wachsschicht) und innerer Nadel ist ein wichtiger Schritt im Bioakkumulationsprozeß dieser Pflanzen. Laborexperimente an isolierten Kutikulas von Koniferennadeln haben gezeigt, daß für eine gegebene Pflanzenspezies die Bioakkumulation organischer Schadstoffe im inneren Pflanzenteil und das daraus resultierende phytotoxische Potential im wesentlichen durch das physikochemische Profil der Schadstoffe bestimmt wird (SCHREIBER, SCHÖNHERR). Die Analyse der durch die Vegetation aufgenommenen organischen Fremdstoffe führt zu Meßdaten, die eine Identifizierung und Charakterisierung der Immissionsmuster dieser Schadstoffe im regionalen und subkontinentalen Maßstab ermöglichen (CALAMARI et al.; SCHÜÜRMAN et al.; WENZEL et al. eingereicht 1996). Zur Einschätzung der Bioverfügbarkeit dieser Substanzen werden die organischen Schadstoffe in den beiden durch ein Extraktionsverfahren getrennten Nadelbestandteilen Wachsschicht und innere Nadel separat bestimmt. Die Meßwerte lassen eine Aussage über den bioverfügbaren Anteil der anthropogenen Schadstoffe zu und erlauben somit Rückschlüsse auf ihr phytotoxisches Potential (REISCHL et al.; WENZEL et al. 1994). Vergleiche von Untersuchungsergebnissen in klimatisch unterschiedlichen Gebieten wie den beiden Regionen Mendoza in Argentinien (semiarides Klima, durchschnittliche Luftfeuchtigkeit ca. 35 %) und Leipzig-Halle (gemäßigtes Klima, durchschnittliche Luftfeuchtigkeit ca. 70 %) führen zu der Möglichkeit, den Einfluß auch klimatischer Faktoren auf die Verteilung der organischen Schadstoffe zwischen innerer Nadel und Wachsschicht zu berücksichtigen.

2. Material & Methoden

2.1 Probennahme

Die geographische Lage der Standorte der beiden Biomonitoringgebiete in Argentinien und Deutschland ist aus Abb. 1 des Posters Weißflog et al. zu entnehmen. Dort ist auch die Probennahme ausführlich beschrieben. In Deutschland wurden 20 Meßstandorte in der Region Leipzig-Halle, die Teil eines 40 Standorte umfassenden Biomonitoringnetzes zum Studium der Immissionsmuster von Schwermetallen und organischen Schadstoffen (WENZEL et al. 1994; SCHÜÜRMAN et al.) sind, und ein Referenzstandort im Nordosten Deutschlands nahe Serrahn im

Zeitraum Januar/Februar 1993 beprobt. In Argentinien erfolgte die Probennahme in den Monaten April/Mai 1994. Für die Biomonitoringuntersuchungen wurden zweijährige Kiefernadeln verwendet. Die Bestimmung des Wassergehaltes der Nadeln erfolgte anhand der Trocknung von Vergleichsproben bei 85°C. Der Wassergehalt der Kiefernadeln aus der Region Leipzig-Halle lag zwischen 56 und 60 %, während die argentinischen Nadeln aus der Region Mendoza einen Wassergehalt von nur 38 bis 51 % besaßen. Nach der Probennahme wurden die Nadeln während des Transportes gekühlt und bei -20°C bis zur weiteren Aufarbeitung in Leipzig eingefroren.

2.2 Probenaufarbeitung

Für die getrennte Bestimmung der ausgewählten organischen Fremdstoffe in der Wachsschicht und in der inneren Nadel (siehe Tab. 1) wurden die Kiefernadeln nach folgendem Schema aufgearbeitet: 10 g Kiefernadeln wurden nach Zusatz eines internen Standards für 10 min. mit 100 ml Dichlormethan im Ultraschallbad extrahiert und anschließend filtriert. Im Filterrückstand verblieben die innere Nadel und die in der Wachsschicht der Nadel akkumulierten Flugstaubpartikel der durchschnittlichen Größe von 1-10 µm (WEISSFLOG et al.). Die Flugstaubmenge wurde gravimetrisch bestimmt. Die gefilterte Lösung enthielt die Wachsschichtkontaminanten. Das Clean-up der Wachsschicht wurde in WENZEL et al. 1993 beschrieben. Eine Aufarbeitung der inneren Nadel erfolgte nach einem neuen Verfahren in zwei aufeinanderfolgenden Extraktionsschritten (WENZEL et al. 1995), um die Wiederfindungsrate insbesondere an PAHs zu verbessern. Die Bestimmung der Schadstoffgehalte wurde gaschromatographisch (GC 5890 mit dem massenselektiven Detektor MSD 5970 der Fa. Hewlett Packard) durchgeführt. Die Wiederfindungsraten lagen zwischen 88 und 96 % für die chlorierten Substanzen sowie 60 und 80 % für die PAHs mit Nachweisgrenzen zwischen 70 pg/g Trockengewicht (TG) für p,p'-DDE und 400 pg/g TG für Benzo(a)pyren. Die relative Standardabweichung variierte für alle Proben zwischen 5 und 30 %.

3. Ergebnisse

Es wurden die Nadelkonzentrationen von 18 persistenten organischen Schadstoffen in Probenmaterial der Region Mendoza und der Region Leipzig-Halle analysiert (Tab. 1). Dabei konnten folgende Beobachtungen gemacht werden:

- Die sehr hohen Konzentrationen an p,p'-DDT, p,p'-DDE und HCH-Isomeren im Stadtzentrum von Mendoza, die um ein bis zwei Zehnerpotenzen höher lagen als an vergleichbaren Standorten in der Region Leipzig-Halle, geben eindeutige Hinweise auf existierende anthropogene Schadstoffquellen (z.B. Neueinträge durch Verwendung der Insektizide p,p'-DDT und g-HCH (Lindan) in innerstädtischen Parkanlagen). Außerdem wurden in der Stadt Mendoza PAH-Konzentrationen in den Kiefernadeln gemessen, die um etwa eine halbe Zehnerpotenz über den höchsten in der Region Leipzig-Halle gemessenen Werten lagen. Diese hohen PAH-Werte werden vor allem auf Autoabgase als Schadstoffquelle zurückzuführen sein, da sie mit den ebenfalls stark erhöhten Pb-Werten korrelieren (in Mendoza wird überwiegend mit verbleitem Benzin gefahren).
- Vergleiche zwischen beiden Regionen anhand von Hintergrundmessungen an unbelasteten Referenzstandorten machen deutlich, daß das Konzentrationsniveau für alle analysierten or

Tab 1. Konzentrationsbereiche organischer Schadstoffe [ng/g Trockengewicht] in Kiefernadeln (*Pinus sylvestris* L.)

Substanz	Argentinien 1994		Deutschland 1992	
	Groß-Mendoza	Referenzorte	Leipzig-Halle	Referenzorte
a-HCH	27 - 987	11 - 18	9,5 - 17	13
b-HCH	44 - 1041	17 - 21	3,3 - 7,2	3,0
g-HCH	19 - 482	6,0 - 28	6,0 - 12	8,4
p,p'-DDT	5,0 - 482	1,0 - 3,0	2,0 - 7,8	2,1
p,p'-DDE	2,0 - 26	3,0 - 19	2,9 - 6,8	2,4
p,p'-DDD	0,3 - 7,0	0,6 - 0,7	0,5 - 2,8	1,2
4-Chlorbenz. ^a	0,3 - 0,9	0,5 - 0,6	0,6 - 2,4	2,1
6-Chlorbenz. ^b	0,6 - 1,7	0,9 - 1,3	3,5 - 6,1	4,1
PCB 28 ^c	0,2 - 0,7	0,8 - 1,5	0,4 - 0,9	0,5
PCB 52	0,3 - 1,2	n. d. - 0,2	0,3 - 0,5	0,4
PCB 101	0,8 - 2,7	0,3 - 0,9	0,4 - 0,9	0,6
PCB 138	n. d. - 5,9	n. d. - 0,3	0,7 - 1,3	0,8
PCB 153	0,5 - 2,0	n. d. - 0,1	0,3 - 0,5	0,4
Phenathren	114 - 2593	81 - 86	117 - 570	181
Anthracen	2,5 - 158	4,5 - 8,2	3,7 - 34	5,7
Fluoranthen	25 - 654	18 - 35	44 - 390	31
Pyren	65 - 992	8,6 - 198	31 - 263	22
Benzo(a)pyren	0,6 - 2,1	0,7 - 5,5	0,5 - 4,9	5,0

^a Tetrachlorbenzen ^b Hexachlorbenzen ^c Nomenklatur der PCB's nach Ballschmiter; PCB 28 (2, 4, 4'), PCB 52 (2, 2', 5, 5'), PCB 101 (2, 2', 4, 5, 5'), PCB 138 (2, 2', 3, 4, 4', 5), PCB 153 (2, 2', 4, 4', 5, 5')

Tab. 2. Flugstaubmenge (mg/10 g Nadelmaterial) und Wassergehalt (%) von ein- und zweijährigen Kiefernnadeln

Parameter	Argentinien Region Mendoza		Deutschland Region Leipzig-Halle	
	Stadtpark	RF ¹	Stadttrand (Leipzig)	regional
		RF ¹		RF ¹
<i>Staubschichtmenge auf</i>				
einjährigen Nadeln	68 - 106	8 - 12	7 - 12	3 - 7
zweijährige Nadeln	215 - 244	28 - 30	19 - 28	5 - 12
<i>Wassergehalt in</i>				
einjährigen Nadeln	48 - 50	46 - 47	55 - 60	51
zweijährige Nadeln	39 - 41	38 - 41	52 - 58	48

¹ Referenzstandorte

Tab. 3. Physikochemische Eigenschaften der Testsubstanzen³

Substanz	MW [Dalton]	log K_{ow}	H [Pa m ³ /mol]	MV [Å ³]	D_{eff} [Å]	S_w [mol/m ³]
<i>p, p'</i> -DDT	354,0	6,00	6	219,4	9,0	$5,6 \cdot 10^{-6}$
<i>p, p'</i> -DDE	319,0	5,70	34	200,7	8,8	$2,5 \cdot 10^{-5}$
α -HCH	290,8	3,89	1,1	159,9	8,1	$5,2 \cdot 10^{-3}$
γ -HCH	290,8	3,85	0,1	160,0	7,8	$2,1 \cdot 10^{-2}$

^a Die Werte sind Wenzel et al. 1994 entnommen.

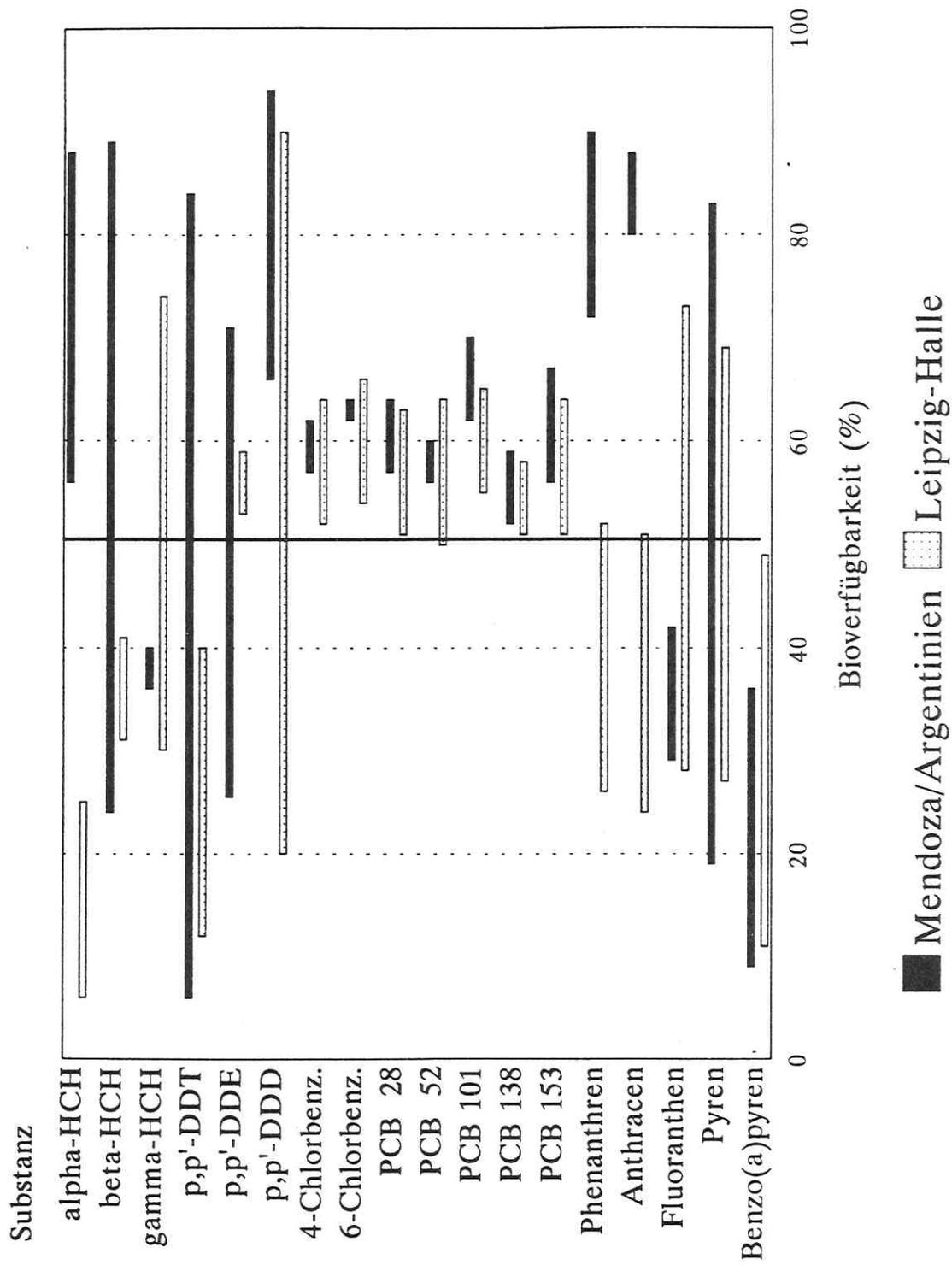


Fig.1: Bioverfügbarkeit organischer Schadstoffe in Kiefernadeln (*Pinus sylvestris* L.) in klimatisch unterschiedlichen Regionen

ganischen Substanzen innerhalb einer Größenordnung liegt. Dies bestätigt prinzipiell die globale Verbreitung dieser anthropogenen persistenten organischen Schadstoffe.

- In der Region Leipzig-Halle wurden gegenüber der Region Mendoza 3- bis 5fach höhere Werte für das ökotoxikologisch interessante Hexachlorbenzen gemessen. Diese höheren Werte sind typisch für Regionen mit einem hohen industriellen Entwicklungsstand.

Aus der Bestimmung der bioverfügbaren Anteile der organischen Schadstoffe in den Kiefernna-deln (Abb. 1) ließen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Die separate Analyse der Schadstoffkonzentrationen in den beiden Nadelfraktionen Wachsschicht und innere Nadel ergab zum Teil unterschiedliche Verteilungsmuster für Substanzen mit ähnlichen physikochemischen Eigenschaften (siehe Tab. 3).
- Die Verteilung von α - und γ -HCH zwischen den beiden Nadelfraktionen unterscheidet sich an deutschen und argentinischen Standorten grundlegend voneinander. Die bioverfügbaren Anteile an α -HCH liegen an den argentinischen Standorten im Bereich von 55-90 %, während hier γ -HCH (Lindan) bevorzugt in der Wachsschicht lokalisiert ist. In der Region Leipzig-Halle sind dagegen nur etwa 6-24 % des α -HCH in der inneren Nadel deponiert und somit bioverfügbar, während durchschnittlich mehr als 50 % des γ -HCH in der inneren Nadel vorliegen.
- Ähnliche Verhältnisse wie bei α - und γ -HCH treffen auch auf p,p'-DDT, p,p'-DDE und die PAHs Phenanthren, Anthracen und Fluoranthen zu (siehe Abb. 1). Als mögliche Ursache für die unterschiedliche Schadstoffverteilung der genannten Substanzen in den Kiefernna-deln beider Regionen könnten u. a. bestehende klimatische Unterschiede zwischen beiden Regionen mit z.B. daraus resultierendem unterschiedlichen Wassergehalt der Nadeln (Tab. 2) angesehen werden. Des weiteren sind die unterschiedliche Art der Deposition (extrem hohe Werte für Flugstaub in der argentinischen Region Mendoza, Tab. 2) und größere Differenzen im atmosphärischen Milieu (Ozongehalt, Strahlungsintensität) als mögliche Einflußfaktoren zu berücksichtigen.

4. Schlußfolgerungen

- Die im Zentrum der Stadt Mendoza gemessenen hohen Konzentrationen deuten für eine Anzahl organischer luftgetragener Schadstoffe auf bestehende anthropogene Einträge hin (Insektizide, Autoabgase).
- An Referenzstandorten ergab die Bestimmung der Gehalte an p,p'-DDT, p,p'-DDE, HCH-Isomeren, Hexachlorbenzen, PCBs und PAHs für beide Regionen Schadstoffwerte, die sich um weniger als Faktor 10 voneinander unterschieden. Dies spiegelt bei allen spezifischen Differenzen die globale Verteilung der analysierten anthropogenen Schadstoffe in der Vegetation wider.
- Die erzielten Ergebnisse weisen darauf hin, daß Aufnahme und Verteilung luftgetragener organischer Schadstoffe in der Vegetation zwar in höherem Maße von der Pflanzenspezies

und den physikochemischen Eigenschaften dieser Substanzen abhängen, aber auch von klimatischen Faktoren beeinflusst werden können.

Danksagung

Ein Großteil der Forschungsarbeit war Bestandteil einer argentinisch-deutschen Regierungsvereinbarung über Zusammenarbeit in Forschung und Technologie und wurde durch das internationale Büro der GKSS, die CONICET und die SECyT (Projekt ENV 15) gefördert.

Autoren

Gerrit SCHÜÜRMAN, Ludwig WEISSFLOG, Klaus-Dieter WENZEL

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Chemische Ökotoxikologie
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Enrique PULIAFITO

Universidad de Mendoza
Instituto para es Estudios del Medio Ambiente
Av. Boulonge Sur Mer 665
5500 Mendoza

Literatur

CALAMARI, D.; TREMOLADA, P. X.; Di GUARDO, A.; VIGHI, M.: Chlorinated hydrocarbons in pine needles in Europe: Fingerprint for the past and recent use. *Environ. Sci. Technol.* 28/1994, S. 429-434.

REISCHL, A.; REISSINGER, M.; HUTZINGER, O.: Occurrence and distribution of organic micropollutants in conifer needles. *Chemosphere* 16/1987, S. 2647-2652.

SCHREIBER, L.; SCHÖNHERR, J.: Uptake of organic chemicals in conifer needles: Surface adsorption and permeability of cuticles. *Environ. Sci. Technol.* 26/1992, S. 153-159.

SCHÜÜRMAN, G.; WENZEL, K.-D.; WEISSFLOG, L.: Exposition und Bioverfügbarkeit mittelflüchtiger Organika in der Umgebung von Leipzig. In: ALEF, K.; FIEDLER, H.; HUTZINGER, O. (Hrsg.): *Ecoinforma '94*, Bd. 5, Umweltbundesamt Wien 1994, pp. 183-200.

WEISSFLOG, L.; ROLLE, W.; WENZEL, K.-D.; KÜHNE, R.; SCHÜÜRMAN, G.: Ökologische Situation der Region Leipzig-Halle. II. Modellierung der Partikelgröße der Flugstäube. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 6/1994, S. 135-138.

WENZEL, K.-D.; MOTHES, B.; WEISSFLOG, L.; SCHÜÜRMAN, G.: Bioavailability of airborne organochloro xenobiotics to conifers. Fresenius Environ. Bull. 3/1994, S. 734-739.

WENZEL, K.-D.; KÜHNE, R.; WEISSFLOG, L.; SCHÜÜRMAN, G.: Uptake of Airborne Semivolatile Organochloro Compounds in Pine Needles. In: FLOUSEK, J.; ROBERTS, G. C. S. (Eds.): Proceedings International Conference „Mountain National Parks and Biosphere Reserves: Monitoring and Management“. Spindleruv Mlyn (Czech Republic) 20.-23.9.1993, Vrchlabi 1995.

WENZEL, K.-D.; PALADINI, E.; GANTUZ, M.; PULIAFITO, J. L.; GUERREIRO, P.; WEISSFLOG, L.; SCHÜÜRMAN, G.: Immission patterns of airborne pollutants in Argentina and Germany. II. Semivolatile organic compounds. Chemosphere, (submitted 1996).

Fremdländische Pflanzenarten in Argentinien - ökologische Merkmale von europäischen Arten in Südamerika

KLOTZ, S., OJEDA, R., BRANDL, R.

1. Einleitung

Durch menschliche Aktivitäten (Handel, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft) werden die biogeographischen Barrieren z.T. aufgehoben, so daß sich die biotischen Strukturen zu einem neuen Gleichgewicht entwickeln. Die Vegetation großer Gebiete wird durch Invasionen fremdländischer Arten beeinflusst und das Ende dieses Prozesses ist noch nicht abzusehen. Trotz des neuerlichen Interesses an fremdländischen Arten (PYSEK et al., RAMAKRISHNAN, DRAKE et al.) gibt es bisher wenige verlässliche Aussagen über die Eigenschaften potentieller Invasoren (MOONEY; DRAKE, DI CASTRI et al.).

Der Invasionsprozeß besteht aus einer Kette von Ereignissen: Dispersion, Etablierung einer Gründerpopulation, Ausbreitung und Naturalisation. Nicht alle Arten, die es schaffen, eine neue biogeographische Region zu erreichen, durchlaufen alle diese Stadien. Entweder erlauben es die ökologischen Eigenschaften dieser Arten nicht, unter den gegebenen neuen klimatischen Bedingungen zu überleben, oder, da Gründerpopulationen meist klein sind, sterben sie auf Grund von Zufallsereignissen wieder aus (z.B. STEPHAN & WISSEL, WISSEL et al.). Diese Zufallsprozesse machen es schwierig, aus Fallbeispielen generelle Ergebnisse abzuleiten. Wir wählen daher einen vergleichenden statistischen Ansatz, indem wir die ökologischen Eigenschaften der Anthropophyten (SCHROEDER), die sich etablieren konnten, dem europäischen Artenpool gegenüberstellen. Trotz aller Unsicherheiten sollten sich daraus Hinweise auf die allgemeinen biologischen Eigenschaften ergeben, die für den Invasionsprozeß wichtig sind. In Argentinien wählten wir zwei Gebiete (Provinz Buenos Aires und Groß Mendoza) von denen aus der Literatur bekannt ist, daß dort eine große Anzahl von Anthropophyten vorkommt (RAPOPORT).

BAKER definiert einen typischen Anthropophyten als eine plastische, perenne Art, die in einem weiten Bereich von Umweltbedingungen keimt und schnell heranwächst. Er erreicht schnell die generative Phase und produziert durch Selbstbefruchtung viele, zur Fernverbreitung fähige Samen. Zudem tritt häufig vegetative Vermehrung auf, so daß die Art konkurrenzstark ist. Bakers Aufzählung wurde aber kritisiert, da sie zwar sehr viele allgemeine Eigenschaften benennt, die aber im Einzelfall kaum für Vorhersagen geeignet sind (NEWSOME; NOBLE, NOBLE). Letzterer Autor betont, daß Untersuchungen zur Autökologie der Arten im Ursprungshabitat und im synanthropen Areal unerlässlich sind, um verlässliche Aussagen über den Invasionsprozeß zu erhalten. Derartige Arbeiten bedeuten aber intensive und zeitaufwendige Geländearbeit (z.B. AUGÉ; BRANDL). Daher können nur wenige Arten untersucht werden, so daß die Ableitung genereller Aussagen schwierig bleibt. Dies unterstreicht die Wichtigkeit des vergleichenden Ansatzes.

Die meisten bisherigen Arbeiten haben sich mit Arten befaßt, die sich bereits im Naturalisationsprozeß befinden. In der vorliegenden Arbeit werden auch Arten einbezogen, die noch in der Phase der Gründerpopulationen verharren. Wir betrachten also Anthropophyten im weiten Sinn.

Wir konzentrieren uns auf folgende Fragen:

1. Aus welchen Pflanzenfamilien kommt die Mehrzahl der Anthropophyten?
2. Welche autökologischen Eigenschaften haben die Anthropophyten?
3. Welche populationsökologischen und biogeographischen Merkmale kennzeichnen die Anthropophyten?

2. Material und Methode

Wir vergleichen die Eigenschaften von Anthropophyten europäischer Herkunft in Argentinien mit den allgemeinen Eigenschaften des europäischen Artenpools. Bisher gibt es keine Datenbank der europäischen Flora, auf die für einen derartigen Vergleich zurückgegriffen werden kann. Für einige europäische Teilgebiete liegen jedoch entsprechende Datenbanken vor (HODGSON et al., ELLENBERG et al.). Wir benutzten die Datenbank von FRANK; KLOTZ, da sie sowohl eine hohe Artenzahl als auch die größte Zahl biologisch-ökologischer Merkmale beinhaltet. Diese Datenbank umfaßt 2208 Arten aus Mittel- und Nordostdeutschland .

2.1 Europäische Anthropophyten in der Provinz Buenos Aires

Die Landschaften der Provinz Buenos Aires sind gekennzeichnet durch weite Ebenen und sind Teil der südlich temperaten Zone (Jahresmitteltemperatur zwischen 13,3°C und 15,9°C, Jahresmittel der Niederschläge 737 mm - 1102 mm). Die heimische Vegetation ist eine baumlose Savanne (Pampa), die durch Gräser dominiert wird (CABRERA 1963-1970, CABRERA 1976). SÖYRINKI hat eine Liste von 404 Anthropophyten publiziert, von denen 337 (83%) ihr Heimat-areal in Europa haben. Die meisten Nachweise stammen aus der Stadt Buenos Aires. 259 dieser Arten (64%) sind in der Datenbank von FRANK; KLOTZ aufgeführt.

2.2 Europäische Anthropophyten in Groß-Mendoza

Die Stadt Mendoza liegt am westlichen Abhang der Anden (Monte-Region, CABRERA 1976). Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 15,6 °C, der mittlere Jahresniederschlag beträgt 196 mm. Wasser aus der Andenregion wird jedoch genutzt, um städtische Anlagen intensiv zu bewässern. Daher muß man Mendoza als eine Oase in einem von niedrigwüchsigen Sträuchern charakterisierten ariden Gebiet („Jariellal“, CABRERA 1976) bezeichnen. Während dreier Aufenthalte (November 1993, April 1994, November 1995) haben wir insgesamt 116 europäische Arten nachweisen können, die auch in der Datenbank von FRANK; KLOTZ aufgeführt sind.

2.3 Statistische Analyse

Von den vielen Merkmalen, die in der Datenbank von FRANK; KLOTZ erfaßt sind, beschränken wir uns auf folgende: Zeigerwerte nach ELLENBERG et al., Strategietypen nach GRIME und die Anzahl floristischer Zonen, die das Gesamtareal der Art weltweit einnimmt. Die Zeigerwerte geben einen Hinweis auf die Standortansprüche bezüglich Licht, Temperatur, Kontinentalität,

Feuchte, Bodenreaktion sowie Stickstoff in Mitteleuropa. Zum Beispiel kennzeichnet die Lichtzahl 1 strenge Schattenpflanzen und die Lichtzahl 9 Vollichtpflanzen, die Ränge dazwischen kennzeichnen Abstufungen und Übergänge. Die Pflanzenstrategien nach Grime (C-Konkurrenzstrategen, S=Streßstrategen, R=Ruderalstrategen) gruppieren die Arten nach funktionellen Typen entlang der drei Achsen: Konkurrenz, Störung und Streß. Die dieser Einteilung zugrundeliegenden Eigenschaften sind die Lebensgeschichte, Wachstumsrate, Wuchshöhe, Reproduktionsbiologie und vegetative Ausbreitung. Die Strategietypen kennzeichnen daher neben autökologischen Eigenschaften auch die Populationsbiologie einer Art. Die Anzahl der floristischen Zonen, die vom Gesamtareal abgedeckt werden, wurde SCHUBERT et al. entnommen. Diese floristischen Zonen sind mehr oder weniger mit klimatischen Zonen gleichzusetzen. Eine Art, die in vielen Klimazonen vorkommt, ist als Generalist einzustufen. Daher gibt die Anzahl floristischer Zonen in denen eine Art vorkommt, einen Hinweis auf die ökologische Amplitude (Nischenbreite).

Für die statistische Analyse haben wir die Artenlisten von Buenos Aires und Mendoza zusammengefaßt und die Eigenschaften der Arten dieser Gesamtliste mit den Eigenschaften der Arten des europäischen Artenpools verglichen. Für alle Merkmale mit Rangskala kamen nichtparametrische Tests zu Anwendung (Mann-Whitney, U-Test, Chi²-Test). Der Chi²-Test betont vor allem Unterschiede in der Verteilung der Rangskalen, während der U-Test Unterschiede im Median herausarbeitet. Zur Vorhersage der Wahrscheinlichkeit, daß eine europäische Art in Argentinien einwandern kann, wurde eine schrittweise logistische Regression durchgeführt.

In neuester Zeit gibt es in der Literatur eine Kontroverse, ob bei vergleichenden Untersuchungen Arten als unabhängig betrachtet werden können (HARVEY; PAGEL), da aufgrund der phylogenetischen Beziehungen eng verwandte Arten auch ähnliche Eigenschaften haben können. Zur Berücksichtigung der phylogenetischen Einflüsse wurden eine Reihe von Korrekturmethode vorgeschlagen (z.B. FELSENSTEIN), jedoch wurde bisher wenig Einigung über die Interpretation derartiger Verfahren erzielt (WESTOBY et al., HARVEY et al.). Zudem zeigen bisher publizierte Auswertungen (BRANDL et al.), daß sich die grundsätzlichen Aussagen nach Durchführung phylogenetischer Korrekturen nicht ändern. Zur besseren Übersicht haben wir daher alle Tests unter der Annahme durchgeführt, daß Arten statistisch unabhängige Beobachtungseinheiten sind.

3. Ergebnisse

3.1 Familienspektrum der Anthropophyten

Grundsätzlich ist das Familienspektrum der Anthropophyten mit dem Familienspektrum des europäischen Artenpools gut korreliert (Abb. 1). Jedoch zeigt ein statistischer Vergleich der Familienspektren signifikante Unterschiede zwischen Europa und Argentinien (Deutschland - Provinz Buenos Aires Chi²=28,4; P>0,001; Deutschland - Mendoza Chi²=18,4; P>0,001). So sind Arten der Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae und Fabaceae häufiger Anthropophyten als man auf Grund ihres Anteils am europäischen Artenpool erwartet hätte. Vertreter der Cyperaceae, die in FRANK; KLOTZ enthalten sind, konnten in beiden argentinischen Gebieten bisher nicht nachgewiesen werden.

In Mittel- und Nordostdeutschland sind die Asteraceae die artenreichste Pflanzenfamilie (über 10% aller indigenen Arten). Der relative Anteil ist bei den in Europa registrierten Neophyten sogar noch größer (15%; Tab. 1; siehe auch JÄGER 1988). Bei den argentinischen Anthropophyten

europäischer Herkunft stellen jedoch die Poaceae einen gleich großen Anteil im Artenspektrum wie die Asteraceae (Tab. 1). Man beachte dagegen, daß in Deutschland nur 5% aller Neophyten Gräser sind.

Tab. 1: Anteile von Vertretern der Poaseae und Asteraceae an der Flora Mittel- und Nordostdeutschlands, der Anthropophytenflora der Provinz Buenos Aires und der Anthropophytenflora von Groß-Mendoza.

Familie	Deutschl. Indigene n	Deutschl. Indigene %	Deutschl. Neophyten n	Deutschl. Neophyten %	Buenos Aires n	Buenos Aires %	Mendoza n	Mendoza %
Poaceae	137	8.5	22	5.0	42	16.7	20	17.2
Asteraceae	163	10.1	68	15.4	39	15.5	20	17.2
Rest	1307	81.4	352	79.6	170	67.8	76	65.6

Tab. 2: Durchschnittliche Zeigerwerte der Flora Mittel- und Nordostdeutschlands und der Anthropophytenfloren europäischen Ursprungs der Provinz Buenos Aires und Groß-Mendoza. Man beachte, daß der Mittelwert für Deutschland für alle (einschließlich der in Argentinien eingewanderten Arten) umfaßt.

	Licht	Temperatur	Kontinentalität	Feuchte	Reaktion	Stickstoff
Deutschland	6.9 n=1641	5.8 n=1205	4.1 n=1349	5.6 n=1537	6.3 n=1113	4.7 n=1386
Buenos Aires	7.2 n=209	6.3 n=149	3.9 n=154	4.8 n=191	6.4 n=106	5.8 n=170
Mendoza	7.4 n=97	6.5 n=76	4.1 n=64	4.6 n=87	6.9 n=40	6.0 n=84

Tab. 3: Statistischer Vergleich für die autökologischen, populationsökologischen und biogeographischen Merkmale der Anthropophyten (kombinierte Liste der Nachweise aus der Provinz Buenos Aires und Groß-Mendoza) europäischen Ursprungs mit der Flora Mittel- und Nordostdeutschlands (ohne die Anthropophyten). Für den Chi²-Test wurden Zellen mit einer Erwartungshäufigkeit < 5 zusammengefaßt.

Merkmale	zusammengefaßte Zellen	Chi ²	P Chi ²	P U-Test
Lichtzahl	1 bis 4	22.9	0,003	0,0012
Temperaturzahl	1 bis 4, 8 bis 9	35.2	<0,00005	<0,00005
Kontinentalitätszahl	1 bis 2, 7 bis 8	61.3	<0,00005	0,2206
Feuchtezahl	1 bis 3, 8 bis 12	54.3	<0,00005	0,0001
Reaktionszahl	1 bis 2	4.7	>0,5	>0,5
Stickstoffzahl	-	57.2	<0,00005	<0,00005
Strategietypen	-	158,2	<0,00005	-
Florenzonen	8 bis 9	64,5	<0,00005	<0,00005

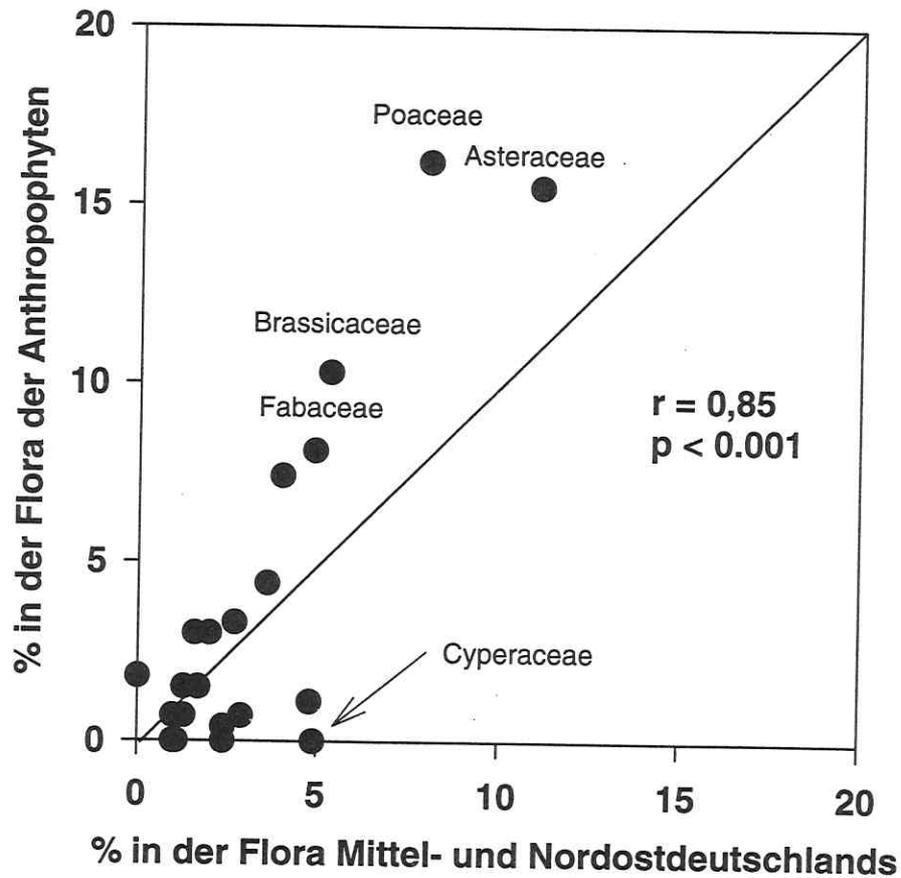


Abb. 1: Korrelation zwischen den Familienanteilen der Flora Mittel- und Nordostdeutschlands mit dem Anteil dieser Familien in der kombinierten Artenliste von Anthropophyten europäischer Herkunft in Buenos Aires und Groß-Mendoza. Die Linie kennzeichnet gleiche Anteile in beiden Gebieten. Es wurden nur Familien mit mindestens 20 Arten im europäischen Artenpool berücksichtigt (n=22).

3.2 Autökologische Merkmale

Die mittleren Zeigerwerte finden sich in Tabelle 2. U-Tests der Zeigerwerte der argentinischen Anthropophytenflora gegen den europäischen Artenpool ergeben bis auf die Kontinentalitätszahl und die Reaktionszahl hochsignifikante Unterschiede (Tab. 3). Die größten Unterschiede treten dabei bei der Stickstoffzahl, der Temperaturzahl und der Feuchtezahl auf: die argentinischen Anthropophyten europäischen Ursprungs sind nitrophile und thermophile Arten trockener Standorte (Tab. 2).

Die Spektren der Zeigerwerte geben ein detaillierteres Bild über die autökologischen Eigenschaften der Anthropophyten (Abb. 2; χ^2 -Test in Tab. 3). Die Abbildung zeigt deutlich, daß die Anthropophytenflora europäischen Ursprungs einen hohen Anteil von Arten mit Stickstoffzahlen von 7 und 8 bzw. einen geringen Anteil von Arten mit Stickstoffzahlen kleiner 4 aufweist. Die Verteilung der Stickstoffzahlen hat dadurch ihr Maximum bei hohen Werten, während es beim europäischen Artenpool bei niedrigen Werten liegt. Zudem verschiebt sich das Maximum der Temperaturzahlen, in Korrelation zu den jährlichen Durchschnittstemperaturen der untersuchten Gebiete, zu immer höheren Werten (europäischer Artenpool < Buenos Aires < Mendoza).

Die Spektren der anderen Indikatorwerte sind einander mehr oder minder ähnlich. Auffällig ist noch die Zweigipfeligkeit der Verteilung der Kontinentalitätszahlen bei den Anthropophyten, während die Verteilung im europäischen Artenpool eine ausgeglichene, eingipfelige Kurve ist. Diese Beobachtung ist auch der Grund dafür, daß der U-Test keine Unterschiede zwischen den Durchschnittswerten anzeigt, aber der χ^2 -Test deutliche Unterschiede herausarbeitet. Der biologische Hintergrund für diese Zweigipfeligkeit ist bisher unbekannt.

3.3 Strategietypen und biogeographische Amplitude

Arten mit R- und CR-Strategie sind bei den Anthropophyten viel weiter verbreitet als man aus der Verteilung im europäischen Artenpool erwartet hätte (Abb.3; χ^2 -Test in Tab.3). Daraus ergibt sich, daß viele Anthropophyten kurzlebige, kleinwüchsige Ruderalarten sind, die den Großteil ihrer Ressourcen in die Samenproduktion investieren.

Der Anteil von Anthropophyten europäischen Ursprungs in Argentinien, die mit ihrem Areal mehr als drei floristische Zonen einnehmen, ist größer, als man aus dem europäischen Artenpool erwarten würde (Abb. 3, U-Test und χ^2 -Test in Tab. 3): Generalisten haben daher eine höhere Chance, eine neue biogeographische Zone zu besiedeln.

3.4 Multivariate Analyse

Viele der ökologischen Merkmale sind interkorreliert, so daß die in Tabelle 3 angegebenen statistischen Tests nicht voneinander unabhängig sind. Wir haben deshalb eine schrittweise logistische Regression durchgeführt, um den Minimalansatz an unabhängigen Variablen herauszuarbeiten, mit denen die Anthropophytenflora charakterisiert werden kann. Dabei haben wir die Reaktionszahl und die Kontinentalitätszahl nicht weiter berücksichtigt, da bei ersterer sowohl mit U-Test als auch χ^2 -Test keine Unterschiede nachgewiesen werden konnten und bei der Kontinentalitätszahl die bereits angesprochenen Probleme bei der Interpretation auftreten. Zur Stabilisierung der statistischen Ergebnisse wurden Zellen mit geringen Erwartungs

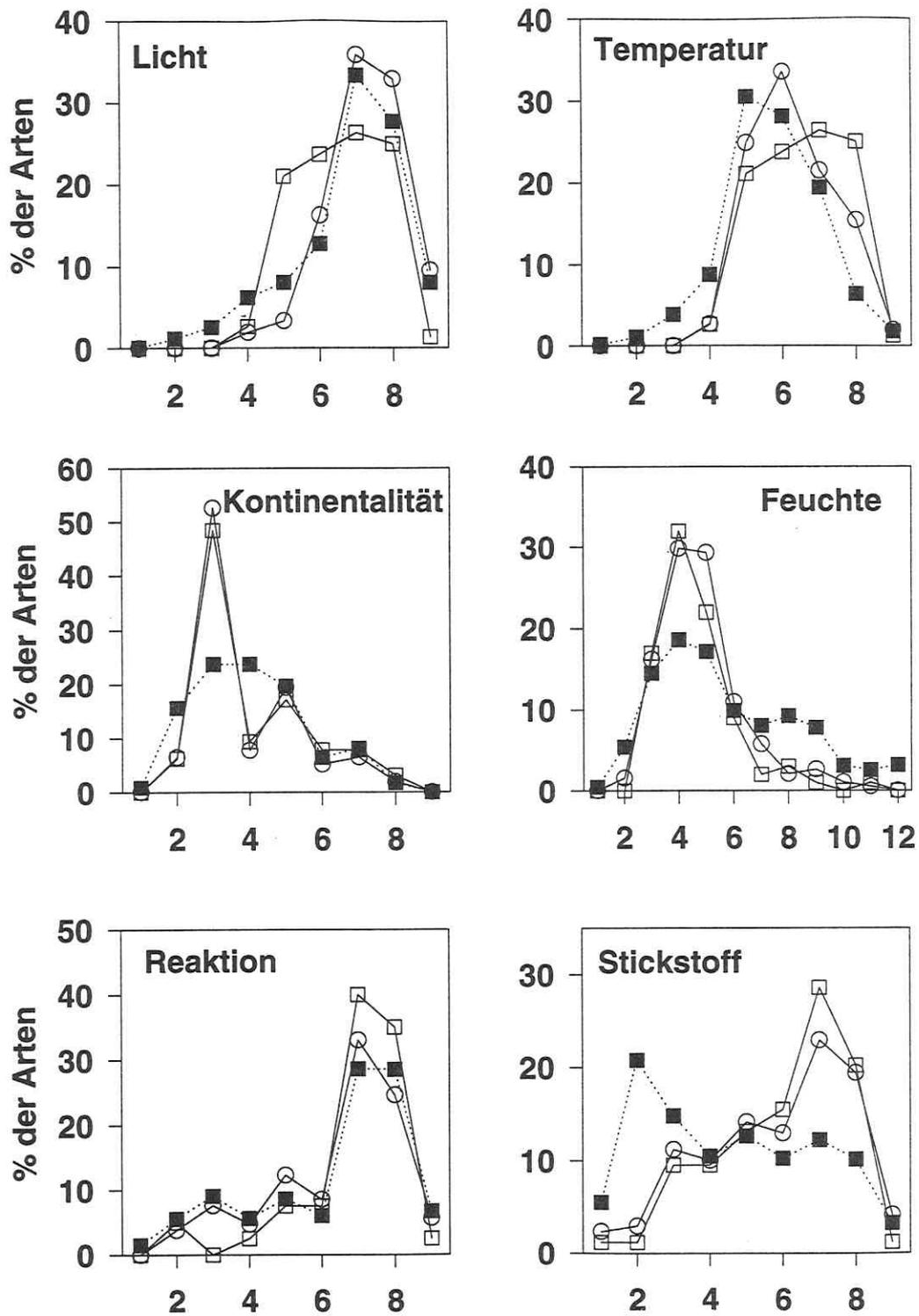


Abb. 2: Verteilung der Zeigerwerte der Flora Mittel- und Nordostdeutschlands (indigene Arten, Archaeophyten, Neophyten) im Vergleich zur Verteilung der Zeigerwerte bei den Anthropophytenfloren von Buenos Aires und Groß-Mendoza. Arten die in Argentinien als Anthropophyten vorkommen wurden aus der deutschen Liste gestrichen.

- Flora Mittel- und Nordostdeutschlands
- Flora in der Provinz Buenos Aires
- Flora in Groß-Mendoza

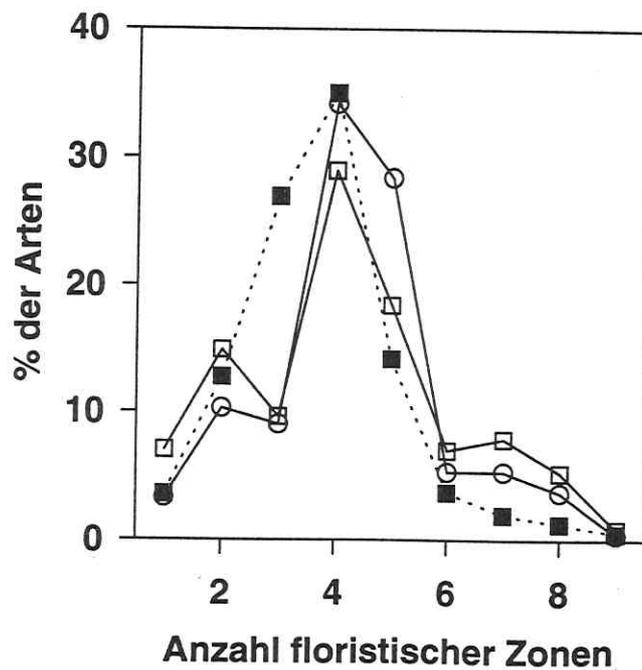
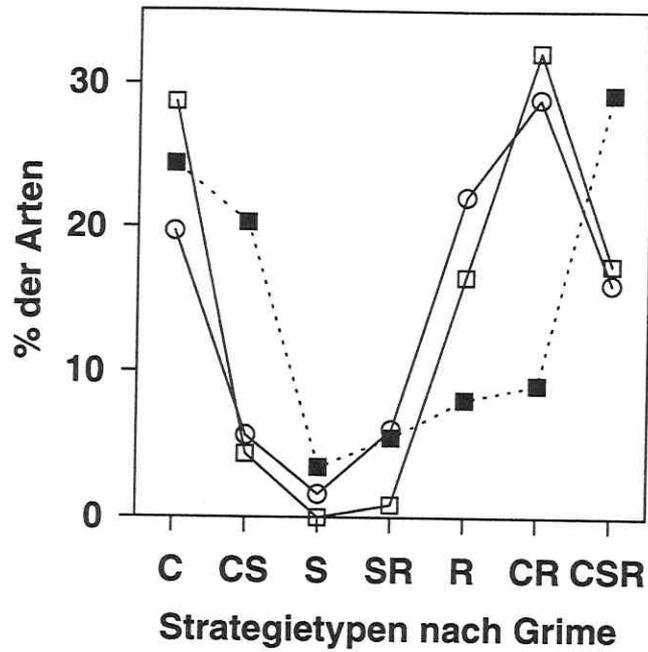


Abb. 3: Verteilung der Arten Mittel- und Nordostdeutschlands (indigene Arten, Archaeophyten, Neophyten) und der Anthropophyten europäischen Ursprungs von Buenos Aires und Groß-Mendoza bezügl. der ökologischen Strategietypen nach GRIME und der Zahl floristischer Zonen, die vom Areal der Arten eingenommen werden. Arten, die in Argentinien als Anthropophyten vorkommen, wurden aus der Deutschen Liste gestrichen.

- Flora Mittel- und Nordostdeutschlands
- Flora in der Provinz Buenos Aires
- Flora in Groß-Mendoza

häufigkeiten entsprechend den Angaben in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Beim schrittweisen Aufbau eines Vorhersagemodells werden die unabhängigen Variablen in folgender Reihenfolge aufgenommen: Strategietypen ($p < 0,00005$), Anzahl floristischer Zonen ($p = 0,0001$), als kontinuierliche Variable, Temperaturzahl ($p = 0,0001$) und Feuchtezahl ($p = 0,022$). Lichtzahl und Stickstoffzahl haben keinen zusätzlichen Erklärungswert. Geht man jedoch von einem Modell mit allen verfügbaren unabhängigen Variablen aus und entfernt schrittweise Variablen mit nicht signifikantem Einfluß, so lassen sich nur die Strategietypen aus dem Modell entfernen. Das bedeutet, daß die Strategietypen und die Kombination aus Stickstoff- und Lichtzahl ähnliche ökologische Eigenschaften charakterisieren.

4. Diskussion

Die Aufhebung von biogeographischen Barrieren durch Handel und Verkehr hat zu einem erheblichen Artenaustausch zwischen vorher isolierten biogeographischen Regionen geführt. Arten, die in Amerika eingewandert sind, haben ihren Ursprung hauptsächlich in der westpaläarktischen Region (HEYWOOD, SAILER). SIMBERLOFF weist darauf hin, daß dieser Ursprung die wichtigen Handelswege widerspiegelt. Dies erklärt aber nur zum Teil die von JÄGER (1977) beobachtete Asymmetrie im Artenaustausch. So werden etwa 300 europäische Vertreter der Asteraceae in Amerika als Anthropophyten registriert, während nur 150 amerikanische Arten dieser Familie nach Europa einwandern konnten. Für Argentinien ergibt sich aus unseren Daten eine weitere Asymmetrie bezüglich der Familie der Poaceae. Europäische Gräser sind viel häufiger im Artenspektrum argentinischer Anthropophyten als amerikanische Gräser im Spektrum europäischer Anthropophyten. Bereits MACK hat auf diese Asymmetrie hingewiesen und darauf aufmerksam gemacht, daß Selektionseinflüsse, die von Gräsern dominierten europäischen Vegetationstypen (Wiesen, Weiden) gegen Einwanderung resistent machten, die dort vorkommenden Arten zu potentiellen Invasoren transformierten. Durch Anpassung an stete anthropogene Störungen entstanden sehr plastische Taxa, die sehr flexibel auf Etablierungsmöglichkeiten reagieren können.

Artenreiche Familien sind überproportional im Spektrum der Anthropophyten vertreten. Zwar haben artenreiche Familien statistisch gesehen mehr Chancen, in den Anthropophytenfloren vertreten zu sein, dies erklärt aber noch nicht, daß artenreiche Familien überproportional auftreten. Daher muß der Erfolg einzelner Gruppen auch in ihrer Biologie begründet sein. So sind z.B. die Asteraceae in ihrer Mehrzahl schnellwüchsig, kurzlebig, zeigen eine hohe Samenproduktion, haben eine stabile Samenbank und ein hohes Ausbreitungspotential (Windverbreitung). Diese Charakterisierung entspricht z.T. der eingangs zitierten Liste von BAKER. Diese beschreibt Arten, die einen gewissen Grad an Störungen tolerieren können. Die allgemeine Übereinstimmung der autökologischen Ansprüche der Anthropophyten mit den klimatischen Gegebenheiten im Gebiet ist nicht überraschend, da klimatische Faktoren die allgemeinen Rahmenbedingungen für die Areale der Pflanzen setzen (JÄGER 1977, 1988). Interessanter ist dagegen, daß die aut- und populationsökologischen Charakteristika darauf hinweisen, daß die meisten Anthropophyten an Störungsregime angepaßt sind. Die meisten Arten sind R- oder CR-Strategen. R-Strategen sind kurzlebige, kleinwüchsige Arten mit hoher generativer Reproduktionskraft, während CR-Strategen größerwüchsige Annuelle mit hoher Konkurrenzkraft sind. Der hohe Prozentsatz von R- und CR-Strategen zeigt deutlich, daß die Anthropophytenflora vor allem an Störungsregime angepaßt ist und damit ephemere Standorte effektiv nutzen kann. Da diese Arten auch durch eine hohe Wuchskraft charakterisiert sind, benötigen sie viele Nährstoffe, vor allem Stick

stoff. Dies erklärt zum Teil, warum in unserer Analyse die Einteilung der Pflanzen nach Strategietypen und die Einteilung in Stickstoffzeigerwerte zu ähnlichen Aussagen führt.

REJMANEK zeigt, daß eine gute Korrelation zwischen der Ausdehnung des Areal im Ursprungsgebiet sowie im synanthropen Areal besteht. Nach FORCELLA; WOOD und FORCELLA et al. soll dies damit begründet sein, daß weit verbreitete Arten eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, Dispersionsbarrieren zu überwinden. ROY et al. dagegen führen diese Korrelation darauf zurück, daß die gleichen Faktoren, die die Ausbreitung im Ursprungsareal ermöglichen, auch die synanthrope Ausbreitung steuern (siehe auch JÄGER 1988). BROWN erklärt die Unterschiede in der Arealgröße durch den Gegensatz von Generalisten und Spezialisten. Generalisten haben eine größere Nischenbreite und können sich daher einem weiteren Bereich von abiotischen Gegebenheiten anpassen. Unser Befund, daß Arten mit einer weiten ökologischen Amplitude häufiger bei den Anthropophyten vertreten sind als erwartet, stützt BROWN's Hypothese. Der Invasionsprozeß ist ähnlich wie der Ausbreitungsprozeß eine Kette von Ereignissen, bei denen der Zufall eine große Rolle spielt (z.B. Transport, Populationsgründung, Überstehen der Anfangsphase mit geringen Individuenzahlen). Generalisten haben eine höhere Chance geeignete Bedingungen zu finden (siehe auch ARTHINGTON; MITCHEL), Populationen zu gründen und den verfügbaren Raum auszufüllen.

Zusammenfassend unterstützt unsere Analyse die Ergebnisse von BAKER. Die Tätigkeit des Menschen schafft durch ständige Störung der Standorte die notwendigen Voraussetzungen, daß generalistische Arten sich in neuen Gebieten etablieren können. Dabei kommt den europäischen Arten zugute, daß sie oft Ergebnis einer langen Koevolution mit menschlichen Störungen sind. Nur ein kleiner Teil dieser Anthropophyten konnte zwar bisher in natürliche Pflanzengemeinschaften eindringen, dennoch stellen alle fremdländischen Arten ein ständiges Gefährdungspotential dar, da sich einzelne Arten durch Umweltveränderungen zu aggressiven Invasoren entwickeln können.

Autoren

Stefan KLOTZ, Roland BRANDL,

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Biozönoseforschung
D-06246 Bad Lauchstädt

Ricardo OJEDA

CRICYT - Centro Regional de Investigaciones Cientificas
IADIZA - Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas
Parque Gral. San Martin
Casilla de Correo 131
5500 Mendoza

Literatur

- ARTINGTON, A. H.; MITCHELL, D. S.: Aquatic invading species. In: GROVES, R. H., BURDON, J. J. (Eds.): Ecology of biological invasions, Cambridge 1986, pp. 34-53.
- AUGE, H.; BRANDL, R.: Seedling recruitment in the invasive clonal shrub, *Mahonia aquifolium* Pursh (Nutt.). Oecologia: eingereicht 1996.
- BAKER, H. G.: Characteristics and modes of origin of weeds. - In: BAKER, H. G.; STEBBINS, G. L. (Eds.): The genetics of colonizing species, New York 1965, pp. 147-168.
- BRANDL, R.; KRISTIN, A.; LEISLER, B.: Dietary niche breadth in a local community of passerine birds: an analysis using phylogenetic contrasts. Oecologia 98/1994, pp. 109-116.
- BROWN, J. H.: On the relationship between abundance and distribution of species. Am. Nat., 124/1984, pp. 225-279.
- CABRERA, A. L.: Regiones Fitogeograficas Argentinas, Buenos Aires 1976.
- CABRERA, A. L.: Flora de la Provincia de Buenos Aires I-VI. Coleccion Cientifica del I.N.T.A., Buenos Aires 1963-1970.
- DI CASTRI, F.; HANSEN, A. J.; DEBUSSCHE, M. (Eds.): Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin, Dordrecht 1990.
- DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds.): Biological invasions: a global perspective; Chichester 1989.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULISSEN, D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobot. 18/1992, S. 1-248.
- FELSENSTEIN, J.: Phylogenies and the comparative method. Am. Nat. 125/1985, pp. 1-15.
- FORCELLA, F.; WOOD, J. T.: Colonization potentials of alien weeds are related to their 'native' distributions: implications for plant quarantine. J. Austral. Inst. Agricult. Sci. 50/1984 pp. 3540.
- FORCELLA, F.; WOOD, J. T.; DILLON, S. P.: Characteristics distinguishing invasive weeds within *EchEum* (Bugloss). Weed Res. 26/1986, pp. 351-364.
- FRANK, D.; KLOTZ, S.: Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. Wiss. Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 32/1990 (P41).
- GRIME, J. P.: Plant strategies and vegetation processes, Chichester 1979.
- HARVEY, P. H.; PAGEL, M. D.: The comparative method in evolutionary biology, Oxford 1991.
- HARVEY, P. H.; READ, A. F.; NEE, S.: Why ecologists need to be phylogenetically challenged, J. Ecol. 83/1995, pp. 535-536.

- HEYWOOD, V. H.: Patterns, extents and modes of invasions by terrestrial plants. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. G.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds.): Biological invasions: a global perspective, Chichester 1989, pp. 31-60.
- HODGSON, J. G.; GRIME, J. P.; HUNT, R.; THOMPSON, K.: The electronic comparative plant ecology, London 1995.
- JÄGER, E. J.: Veränderungen des Artenbestandes von Floren unter Einfluß des Menschen. Biol. Rundschau 15/1977, S. 287-300.
- JÄGER, E. J.: Möglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzenausbreitungen, Flora 180/1988, S. 101-131.
- MACK, R. N.: Temperate grasslands vulnerable to plant invasions: characteristics and consequences. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds.): Biological invasions: a global perspective, Chichester 1989, pp. 155-179.
- MOONEY, H. A., DRAKE, J. A. 1989: Biological Invasions: a SCOPE Program Overview. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds.): Biological invasions: a global perspective, Chichester 1989, pp. 491-506.
- NEWSOME, A. E.; NOBLE, I. R.: Ecological and physiological characters of invading species. In: GROVES, R. H.; BURDON, J. J. (Eds.): Ecology of biological invasions, Cambridge 1986, pp. 1-20.
- NOBLE, I. R.: Attributes of invaders and the invading process: Terrestrial and vascular plants. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds.): Biological invasions: a global perspective, Chichester 1989, pp. 301-328.
- PYSEK, P.; PRACH, K.; REJMANEK, M.; WADE, M. (Eds.): Plant invasions. General Aspects and special problems, Amsterdam 1995.
- RAMAKRISHNAN, P. S. (Ed.): Ecology of biological invasions in the tropics, New Delhi 1991.
- RAPOPORT, E. H.: Tropical versus temperate weeds: A glance into the present and future. In: RAMAKRISHNAN, P. S. (Ed.): Ecology of biological invasions in the tropics, New Delhi 1991, pp. 41-51.
- REJMANEK, M.: What makes a species invasive? In: PYSEK, P.; PRACH, K.; REJMANEK, M.; WADE, M. (Eds.): Plant invasions. General Aspects and special problems, Amsterdam 1995, pp. 3-13.
- ROY, J.; NAVAS, M. L.; SONIE, L.: Invasion by annual brome grasses: A case study challenging the homoclimate approach to invasions. In: GROVES, R. H.; DI CASTRI, F. (Eds.): Biogeography of mediterranean invasions, Cambridge 1991, pp. 207-224.
- SAILER, R. I.: History of insect interactions. In: WILSON, C. L.; GRAHAM, C. L. (Eds.): Exotic plant pests and North American agriculture, New York 1983, pp. 15-38.
- SCHROEDER, F. G.: Zur Klassifizierung der Anthropochoren, Vegetatio 16/1969, S. 225-238.
- SCHUBERT, R.; WERNER, K.; MEUSEL, H.: Exkursionsflora von Deutschland. Band 2, Stuttgart 1990.
- SIMBERLOFF, D.: Which insect introductions succeed and which fail? In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds.): Biological invasions: a global perspective, Chichester 1989, pp. 61-75.

SÖYRINKI, N.: On the alien flora of the province of Buenos Aires, Argentina., Ann. Bot. Fennici 28/1991, pp. 59-79.

STEPHAN, T.; WISSEL, C.: Stochastic extinction models discrete in time, Ecol.Model. 75,76/1994, pp. 161-170.

WESTOBY, M.; LEISHMAN, M. R.; LORD, J. M.: On misinterpreting the ‚phylogenetic correction‘, J. Ecol. 83/1995, pp. 531-534.

WISSEL, C.; STEPHAN, T.; ZASCHKE, S.-H.: Modelling extinction and survival of small populations. In: REMMERT, H. (Ed.): Minimum animal populations. Ecol. Studies 106, Berlin 1994, pp. 67-103.

Abbildungen

Abb. 1: Korrelation zwischen den Familienanteilen der Flora Mittel- und Nordostdeutschlands mit dem Anteil dieser Familien in der kombinierten Artenliste von Anthropophyten europäischer Herkunft in Buenos Aires und Groß-Mendoza. Die Linie kennzeichnet gleiche Anteile in beiden Gebieten. Es wurden nur Familien mit mindestens 20 Arten im europäischen Artenpool berücksichtigt (n=22).

Abb. 2: Verteilung der Zeigerwerte der Flora Mittel- und Nordostdeutschlands (indigene Arten, Archaeophyten, Neophyten) im Vergleich zur Verteilung der Zeigerwerte bei den Anthropophytenfloren von Buenos Aires und Groß-Mendoza. Arten die in Argentinien als Anthropophyten vorkommen wurden aus der deutschen Liste gestrichen.

- Flora Mittel- und Nordostdeutschlands
- Flora in der Provinz Buenos Aires
- Flora in Groß-Mendoza

Abb. 3: Verteilung der Arten Mittel- und Nordostdeutschlands (indigene Arten, Archaeophyten, Neophyten) und der Anthropophyten europäischen Ursprungs von Buenos Aires und Groß-Mendoza bezügl. der ökologischen Strategietypen nach GRIME und der Zahl floristischer Zonen, die vom Areal der Arten eingenommen werden. Arten, die in Argentinien als Anthropophyten vorkommen, wurden aus der Deutschen Liste gestrichen.

- Flora Mittel- und Nordostdeutschlands
- Flora in der Provinz Buenos Aires
- Flora in Groß-Mendoza

Einsatz von Satellitenbildern zur Bestimmung der Änderung der agrarischen Landbedeckung in einem suburbanen Gebiet der Provinz Mendoza

BÜHLER-NATOUR, C.

1. Einführung

1.1 Allgemein

Die Provinz Mendoza liegt im Westen Argentiniens, in der Nähe der Anden. Die Region besitzt das wichtigste und größte Bewässerungssystem Südamerikas (WILHELMY, ROHMEDER), da die jährliche Niederschlagsmenge nur ca. 200 mm beträgt (CIFOT). Außerhalb dieser Oase befindet sich Buschvegetation („Pampa seca“). Die Bodenarten variieren von Sand bis Lehm.

1.2 Landwirtschaft

Seit den 50er Jahren dieses Jahrhunderts, hat sich die Kulturlandschaft in diesem Gebiet fundamental geändert. Statt Futterpflanzen (z. B. Luzerne) und Getreide wurden wegen der harten Konkurrenz mit anderen Getreide und Futterpflanzen produzierenden Regionen dieses Landes, Reben, Früchte und Gemüse angebaut (VELASCO).

Heute ist die Kulturlandschaft durch Bewässerungsgräben und kleine Bewässerungskanäle und durch Pappelalleen charakterisiert, die als Windbrecher fungieren, um die Evaporation zu reduzieren (WILHELMY; ROHMEDER). Die Landwirtschaft (hauptsächlich Weinanbau) war eine mächtige Einkommensquelle während der letzten Jahrzehnte, steht aber heute vielen Problemen gegenüber, z. B. der Arbeitslosigkeit vieler Landwirte, die in der Nähe der Großstadt leben, und, nicht zu vergessen, dem Landnutzungskonflikt zwischen städtischen und ländlichen Belangen (GUDIÑO DE MUÑOZ; VILLEGAS DE LILLO). Deshalb ist es sehr interessant festzustellen, wie und wo sich die Kulturlandschaft während der letzten Jahre geändert hat. Nach Angaben der landwirtschaftlichen statistischen Erhebung (Censo National Agropecuario) von 1988, wurden in der Provinz Mendoza folgende Kulturen angebaut:

Tab. 1: Verteilung der agrarischen Landnutzung in der Provinz Mendoza (1988)

Kulturen	Hektar	% der kultivierten Fläche
1. Reben	157014 ha	73,5 %
2. Pfirsiche	15184 ha	7,1 %
3. Tomaten	10294 ha	4,8 %
4. Äpfel	9432 ha	4,4 %
5. Oliven	7628 ha	3,6 %
6. Kartoffeln	5452 ha	2,6 %
7. Knoblauch	5425 ha	2,5 %
8. Zwiebel	3247 ha	1,5 %

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt südlich der Stadt Mendoza im Departement Luján de Cuyo, nahe der Stadt Luján de Cuyo mit dem Fluß Mendoza als Zentrum. Dieser Fluß besitzt einen hohen landschaftlichen Wert und fungiert als „grüne Oase“, da der Rest des Gebietes durch einen hohen Suburbanisierungsprozeß beeinflusst ist (GARCIA DE MORAN). Deshalb liegt eines der Untersuchungsgebiete südlich des Flusses Mendoza (Pedriel) mit landwirtschaftlichem Charakter und das andere Gebiet im Nordwesten der Stadt Luján (Vistalba) mit starkem Suburbanisationseinfluß.

Wichtigstes Ziel ist deshalb, das landwirtschaftlich genutzte Land im Departement de Luján de Cuyo vor starker Bebauung zu schützen; zum einen wegen des Anbaus von hochwertigen Weinreben und zum anderen, weil diese Region viel zur Produktions- und Einkommenssituation der Provinz beiträgt (HIRAMATSU DE CARBALLO; ANTONIOLLI).



Abb 1.: Teil des Untersuchungsgebietes mit dem Fluß Mendoza in der Mitte (QUIROGA)



Abb. 2: Stadt Luján (QUIROGA)

3. Methodik

3.1 Arbeitsstruktur

Drei Satellitenbildquellen konnten zur Untersuchung genutzt werden: ein Satellitenbild von SPOT und zwei Bilder von Landsat TM.

Das SPOT-Bild (Orbit 144) ist vom 22. Mai 1995, die zwei Landsat TM-Bilder (Path 232-Row 83) sind vom 27. Januar 1994 (zur Verfügung gestellt vom Regionalzentrum für wissenschaftliche Untersuchungen und Technologie, CRICYT, Mendoza) und vom Sommer 1986.

Der Arbeitsplatz war an der Staatlichen Universität Cuyo im Zentrum für Forschung und Weiterbildung in der Regional- und Raumplanung, CIFOT. Die benutzte Software ist Erdas Imagine 8.2 für Windows NT.

3.2 Material

Satellitenbilder

- SPOT (panchromatisch)

Die Charakteristik von SPOT ist seine hohe räumliche Auflösung, die im panchromatischen Band 10 Meter x 10 Meter beträgt. Deshalb ist diese Aufnahme für die Observation von Stadtgebieten geeignet. Die Reflexionsamplitude liegt zwischen 0,51 und 0,73 m im sichtbaren Bereich des Spektrums.

- Landsat TM

Der Sensor „Thematic Mapper“ (TM) des Landsat-Programmes hat eine geringere Auflösung (in den Bändern 1 - 5 und 7 eine Auflösung von 30 Metern x 30 Metern, im Band 6 sind es 120 Meter x 120 Meter). Die Bänder liegen im sichtbaren Bereich des Lichtes und zusätzlich im Infrarotbereich, der für die Evaluierung verschiedener Vegetationsklassen bedeutend ist. Vom Satellitenbild aus dem Jahr 1994 standen nur 3 Bänder zur Verfügung: die Bänder 5 und 4 für die Infrarotaufnahme und das Band 3 für sichtbares Licht.

4. Kartographische Grundlage

Weil Karten mit großem Maßstab in dieser Region kaum vorhanden sind, konnten nur folgende Karten als Datenbasis benutzt werden:

Tab. 2.: Kartengrundlage

Maßstab	Nummer	Name	Jahr der Aktualisierung
1 : 500 000	3369	Mendoza	1969
1 : 250 000	3369-IV	San Martín	1953
1 : 100 000	3369-16	Mendoza	1946
1 : 100 000	3369-22	Luján	1946
1 : 50 000	3369-16-3	Mendoza	1945

Natürlich können Karten mit einem Maßstab von 1 : 100 000 oder 1 : 50 000 nicht zur Georeferenzierung herangezogen werden, besonders im Falle von SPOT-Bildern. Um korrekt zu georeferenzieren, konnten Daten, die durch ein GPS (Global Positioning System) ermittelt wurden, mit Unterstützung einer militärischen Einheit mit Standort Mendoza, benutzt werden.

5. Klassifizierungsmethode

Es wurde eine überwachte Klassifizierung des Bildes von 1994 (Landsat TM) und drei unüberwachte Klassifizierungen (SPOT 1995 und Landsat TM 1994 und 1986) durchgeführt; SPOT mit sechs Klassen, Landsat TM mit jeweils 10 Klassen. Bei einer unüberwachten Klassifizierung wird mit sogenannten Testgebieten (Referenzdaten) der Programmablauf „trainiert“. Im Gegensatz dazu bildet die Gruppierung spektraler Reflexionen die Grundlage für eine unüberwachte, automatische Klassifizierung.

6. Ergebnisse

Brauchbare Ergebnisse lieferten nur die beiden unüberwachten Klassifizierungen von Landsat TM, die im Folgenden dargestellt werden. (Abb. 3 und 4: Ergebnisse der unüberwachten Klassifizierungen)

Abb. 3. Ergebnis der unüberwachten Klassifizierung von 1986 (Farbdefinition in Tab. 3)
Maßstab: ~ 1 : 100 000

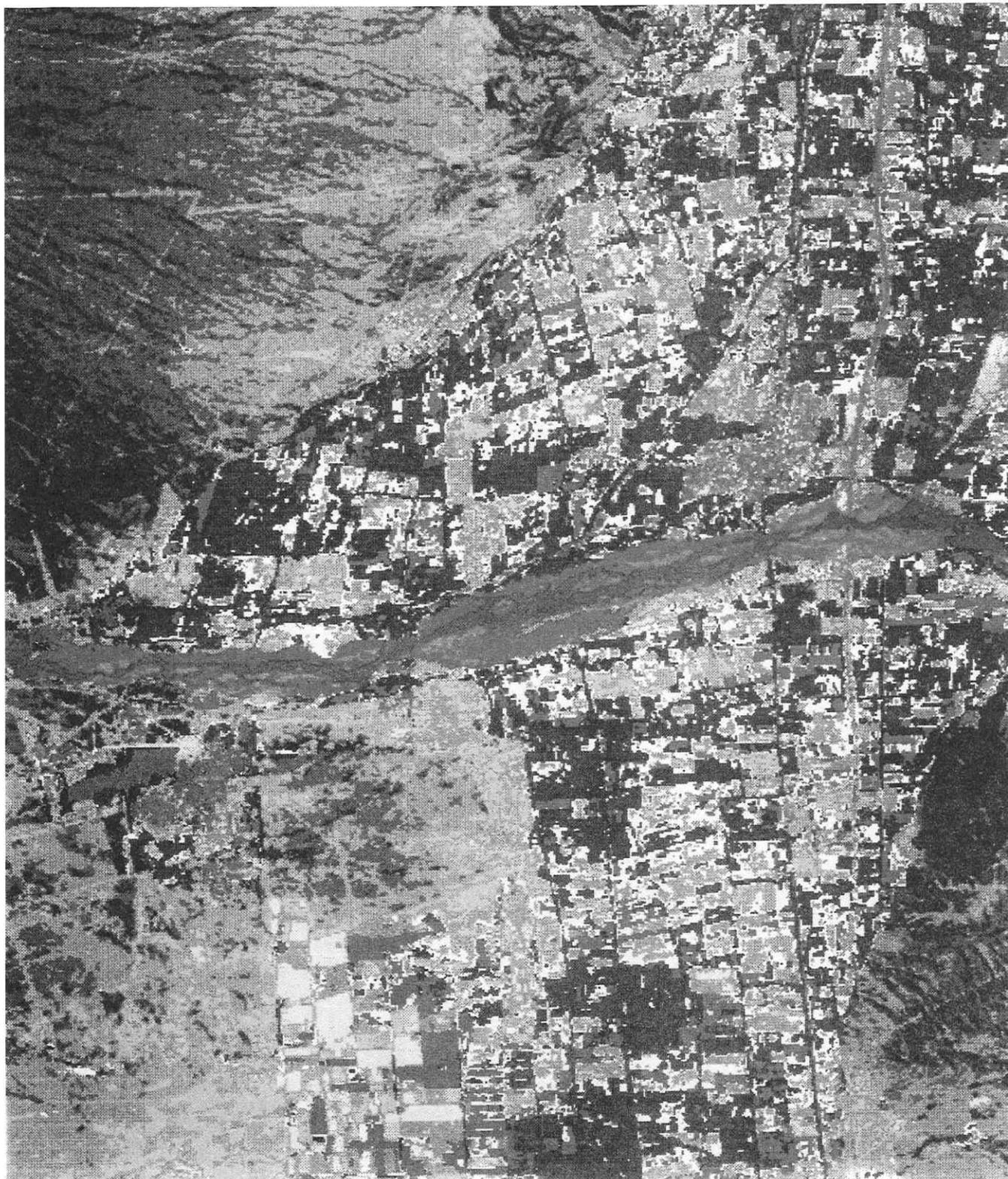
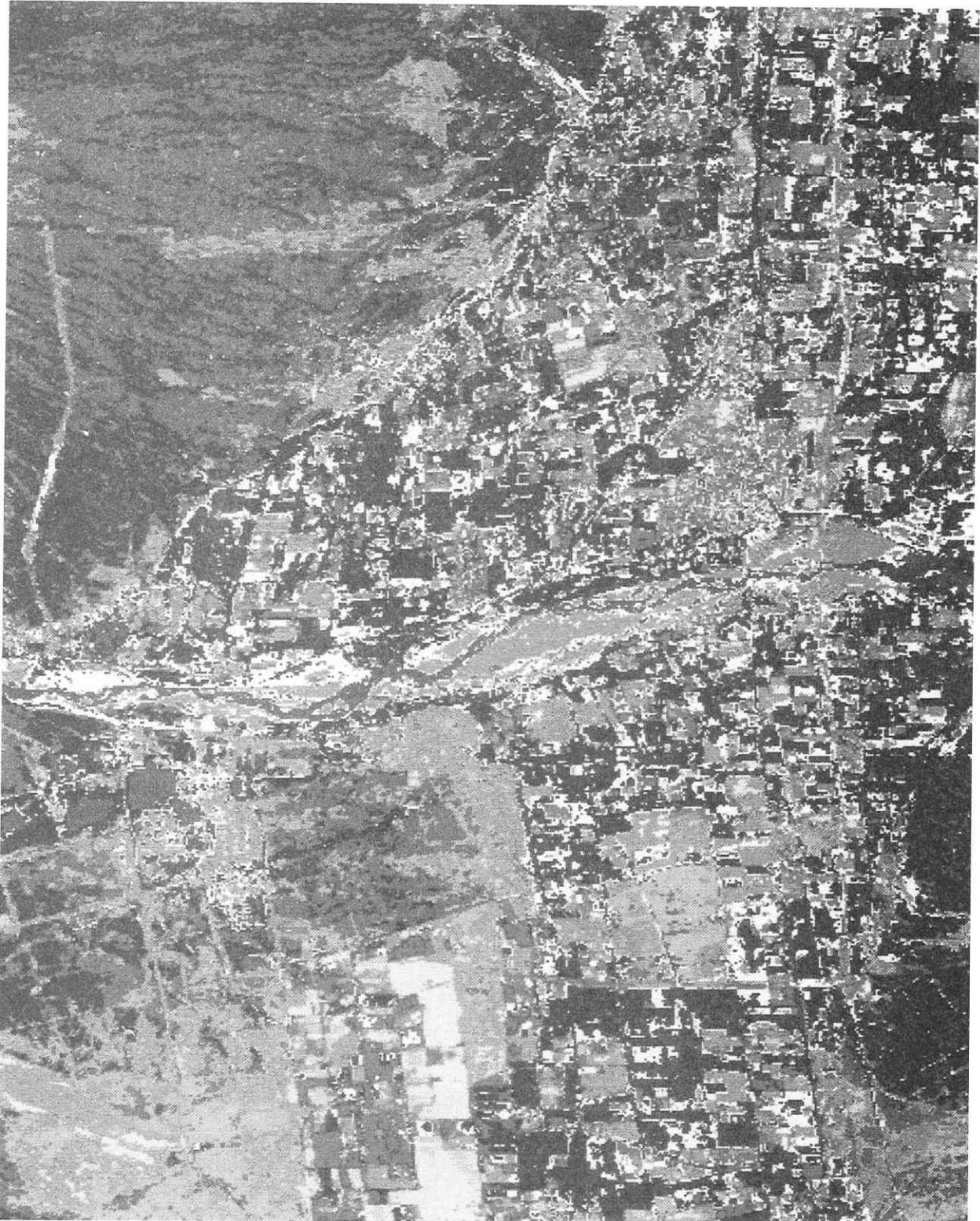


Abb. 4. Ergebnis der unüberwachten Klassifizierung von 1994 (Farbdefinition in Tab. 3)
Maßstab: ~ 1 : 100 000



Die Ergebnisse dieser Klassifizierungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tab. 3.: Vergleich der Landbedeckung zwischen 1986 und 1994 (nicht überwachte Klassifizierungen)

Klasse (Farbe)	Hektar	Hektar
	1986	1994
Dächer/Wasser/Schatten(Violett)	306	438
Reben (Parral)(dunkelbraun)	5875	4769
Schatten(Schwarz)	2289	3006
Trockene Vegetation(dunkelgrün)	10732	6044
Unbedeckter Boden(grau)	637	554
Dächer (und Sand)(rot)	(945)	1263
Boden/Vegetation(olivgrün)	1879	1689
Reben (Espaldera)(hellbraun)	3278	3182
Landwirtschaftliche Nutzung B(weiß)	2935	3171
Landwirtschaftliche Nutzung C(cyan)	1803	754

7. Diskussion und Schlußfolgerungen

Aufgrund technischer und organisatorischer Schwierigkeiten vor Ort standen letztendlich nur 4 Wochen für die eigentliche Bearbeitung und Auswertung des Themas zur Verfügung. Die restliche Zeit mußte für die Lösung technischer Probleme verwendet werden. Daher konnte das Thema nicht in der Ausführlichkeit verfolgt werden, die ursprünglich beabsichtigt war.

Für die überwachte Klassifizierung mit Landsat TM fehlten Informationen der Landbedeckung von 1994, einige Informationen konnten nur durch Befragungen einiger Landwirte ermittelt werden. Dies geschah aufgrund des Zeitmangels nur in sehr kleinräumigen Gebieten. Die Informationen sind als Testgebiete schlecht geeignet.

Die Klassifizierung mit SPOT ist für diese Aufgabenstellung nur dann von Interesse, wenn SPOT mit Landsat TM überlagert werden kann. Dies war nicht möglich, da Spot und Landsat aus verschiedenen Jahren stammen. Da anfänglich nur dieses SPOT-Bild zur Verfügung stand, wurde, um einen Überblick zu gewinnen, eine erste unüberwachte Klassifizierung mit sechs Klassen durchgeführt.

Die Klassifizierungen der Landsat-Bilder von 1986 und 1994 geben am ehesten die agrarische Landbedeckung und deren Änderung über mehrere Jahre wieder. Da die Felderhebungsdaten von 1986 vollständig fehlen und von 1994 nur lückenhaft vorhanden sind, wurde, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen, jeweils eine unüberwachte Klassifizierung gewählt. Die Vorgaben waren gleich, der Computer hatte 10 Klassen zu suchen. Diese Methode funktioniert natürlich nur unter der Voraussetzung, daß sich in den letzten Jahren in diesem Gebiet der Anbau bestimmter Kulturarten kaum geändert hat (z. B. der vorherrschende Weinbau).

Die Ergebnisse dieser Klassifizierungen spiegeln wider, was durch neuere Literatur belegt wird: der Zuwachs bebauter Fläche auf Kosten von landwirtschaftlicher Fläche. Der Rückgang der Weinanbaufläche ist besonders im Norden des Flusses zu bemerken, da dort eine erhöhte Bauaktivität (Wochenendhäuser) zu verzeichnen ist. Die Unterschiede im Anbau der verschiedenen Rebensorten (Parral und Espaldera) sind aufgrund der unterschiedlichen Anbauart

(flächendeckend und Reihenkultur) gut zu sehen. Es darf bei dieser Betrachtung allerdings nicht vergessen werden, daß in einigen Fällen der Anbau von Espaldera mit einer Graseinsaat versehen ist und die Reflexion dadurch wiederum die gleiche ist wie bei Parral. Allgemein lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

Grundsätzlich sind Klassifizierungen von digitalen Satellitenbildern, z. B. die Bestimmung der agrarischen Landbedeckung, eine hilfreiche Basis und dienen als „Eichung“ für zukünftige Arbeiten (z. B. Landnutzungsänderungen); die vorliegende Studie sollte hierzu einen Beitrag liefern.

Die persönlichen Erfahrungen eines solchen Aufenthaltes sind jedoch unschätzbar, selbst wenn es dabei nur darum ginge, die Arbeitsmethoden in anderen Forschungsanstalten kennenzulernen, andere Methoden auszuprobieren, wenn Daten fehlen, Improvisation zu perfektionieren und, vor allem, nicht zu kapitulieren.

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt den Mitarbeitern des CIFOT, speziell Frau Dr. María E. Gudiño de Muñoz, Herrn Dr. Peter Thomas und Herrn Miguel Fermenía, für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes und die großartige Unterstützung bei der Durchführung dieser Studie.

Herrn Ibañez und Herrn Leguizamon sei gedankt für die Bereitstellung des Landsat TM Szenenausschnittes von 1994, ohne den die Studie nicht hätte durchgeführt werden können.

Für die finanzielle Unterstützung, die diesen Aufenthalt erst ermöglichte, bedanke ich mich recht herzlich beim Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH und dem GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH.

Autor

Carola BÜHLER-NATOUR

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Angewandte Landschaftsökologie
Permoserstr. 15
04318 Leipzig

Literatur

Censo Nacional Agropecuario: Superficie ocupada por cultivos, 1988.

CIFOT, Geographisches Informationssystem.

GARCIA DE MORAN, M. T.: Municipalidad de Luján de Cuyo, in: Mendoza en el 2000, Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia, Centro Coordinador de Ediciones Académicas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza 1994, 285 S.

GUDIÑO DE MUÑOZ, M. E.; VILLEGAS DE LILLO, M. B.: VII. Coloquio de Geografía Rural, Revalorización de la Explotación Agrícola Familiar en el Area Periurbano del Gran Mendoza, Córdoba 1993.

HIRAMATSO DE CARBALLO, K.; ANTONIOLLI, E. R.: Zonas Agrícolas a Proteger, in: Mendoza en el 2000, Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia, Centro Coordinador de Ediciones Académicas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza 1994, 285 S.

QUIROGA, R.: Photographien von Mendoza, Departement Luján de Cuyo, 1994.

VELASCO, M. I.: La Horticultura en Mendoza, Boletín de Estudios Geográficos, Vol. X, No. 39, Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza 1963, S. 41 - 89.

WILHELMY, H.; ROHMEDER, W.: Die La Plata-Länder: Argentinien-Paraguay-Uruguay, Braunschweig 1963.

Abbildungen

Abb. 3. Ergebnis der unüberwachten Klassifizierung von 1986 (Farbdefinition in Tab. 3)
Maßstab: ~ 1 : 100 000

Abb. 4. Ergebnis der unüberwachten Klassifizierung von 1994 (Farbdefinition in Tab. 3)
Maßstab: ~ 1 : 100 000

„Environmental Information System“

Projekt CIFOT: SIGMA „Geographisches Informationssystem für den Einsatz im Umweltmonitoring“

GUDIÑO DE MUÑOZ, M. E., THOMAS, P.

1. Rahmenbedingungen und Problemstellung

Innerhalb des deutsch-argentinischen Rahmenabkommens über Zusammenarbeit in Forschung und Technologie entwickeln sich einige Projekte, die gemeinsam das Network „Regional Ecology“ formieren. Verbindendes Element dieser Zusammenarbeit ist die „Umwelt“. Im Network vereinen sich unterschiedliche wissenschaftliche Fachrichtungen, deren bedeutsame Beiträge darin bestehen, daß man an unterschiedlichen Orten mit unterschiedlichen Realitäten - sowohl geographischen als auch sozio-ökonomischen - in Leipzig und in Mendoza in paralleler Weise dieselben Untersuchungen verschiedener natur- und umweltwissenschaftlicher Forschungsrichtungen durchzuführen versucht. Es ist vielleicht das erste Mal in einer internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit, daß man mögliche Vergleiche zwischen natürlichen und anthropogenen Ökosystemen zieht. Sie sollen helfen, zukünftige Entwicklungen abzusehen und brauchbare Alternativen zu finden, um die aktuellen Bedingungen einzuschätzen, sie zu verbessern oder zu schützen; dies auf der Basis von wissenschaftlich nachprüfbaren Ergebnissen.

Jede einzelne der Untersuchungen strebt danach, einen integrierten Anteil im Verständnis zur Komplexität des Umweltmosaiks zu bilden, und ihre Ergebnisse sollen zum erfolgreichen Verlauf des Networks „Regional Ecology“ beitragen.

Die Umweltforschung, deren Ergebnisse erst seit kurzem (in Argentinien) als bedeutende Werkzeuge in der politischen Entscheidungsfindung Verständnis gefunden haben, verbindet eine Reihe von Aspekten unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen, von denen jede über eigene Analysemethoden verfügt.

„Wie kann man all dies miteinander verbinden?“ Die Antwort fällt schnell, beinhaltet allerdings eines der größten Probleme in den Wissenschaften: „Die Kunst der interdisziplinären Zusammenarbeit“.

Wir müssen uns bewußt sein, daß alle Natur- und Umweltwissenschaften einen gemeinsamen Raum umspannen. Es ist der „Lebensraum des Menschen“, Ort und Umfeld seiner Existenz, den er nach seinen Bedürfnissen modifiziert hat, ein Raum von Einheiten gegenseitiger Abhängigkeit, der in Wert gesetzt und oftmals geschädigt wurde, die Entwicklung der kommenden Generationen beeinträchtigend.

Vor diesem Hintergrund nimmt das Projekt SIGMA im Rahmen von ENV 17 am Network teil. Die Resultate der anderen interdisziplinären Teilprojekte sollen verbunden und unter Beachtung der jeweiligen regionalen Gegebenheiten umgesetzt werden. Ziel ist es, die Komplexität aller mitwirkenden Komponenten oder Faktoren, die auf das Network Einfluß haben und deren Resultate in Mendoza

und Leipzig eine eigene Form von Organisation und interdisziplinären Verhaltensweisen bedingen, zu interpretieren.

Zur Umsetzung dieses Vorhabens verfügt CIFOT über ein Werkzeug, das verschiedene angewandte Wissenschaften zu verbinden vermag: Es ist das Geographische Informationssystem (GIS), ein Verbund aus Programmen und EDV-Anwendungen, das das Management von organisierter Information in Datenbanken, speziell objektbezogener, ermöglicht und deren Visualisierung mittels digitaler Kartographie erreicht.

2. Zielsetzungen des Projektes

A) Parallele Entwicklung eines Umweltinformationssystems für die Städte Mendoza und Leipzig mit Umgebung, um während des fortwährenden Monitorings der Umweltbedingungen Ähnlichkeiten und Unterschiede bezüglich der anthropogenen Einflußnahmen auf den Raum einzuschätzen.

B) Integration der Daten, die als Ergebnisse von den anderen teilnehmenden Projekten übergeben wurden und deren Transfer nach den entsprechenden Anforderungen an das Projekt von IEMA - Dynamisches Mathematisches Modell (Universität von Mendoza).

C) Ausarbeitung und Interpretation einer thematischen Kartographie auf der Grundlage der von CIFOT und UFZ abgestimmten Forderung nach einfacher Übertragbarkeit auf den wissenschaftlichen, sozialen und öffentlichen Sektor.

D) Erfahrungsgewinn aus den parallelen Arbeiten beider wissenschaftlicher Zentren, die aus zwei verschiedenen Ländern, mit unterschiedlichen Formen des Denkens sowie unterschiedlichen natürlichen und sozialen Realitäten stammen. Durch den Austausch von Wissen-, Ideen und Wissenschaftlern sollen die engen Horizonte innerhalb des bekannten wissenschaftlichen Forschungskreises erweitert und die interkulturelle Annäherung initiiert werden, die unabdingbar ist für das Verständnis unserer Umwelt ohne Grenzen.

E) Die funktionierende Zusammenarbeit zwischen Mendoza und Leipzig soll helfen, die Wichtigkeit der Existenz eines SIGMA für die Entwicklung der Provinz Mendoza sowie seinen Wert als dauerhaftes und ständig aktualisiertes Werkzeug auf den politischen Entscheidungsebenen für die Regional- und Raumplanung unter Beweis zu stellen.

3. Schwerpunkte in der Entwicklung bis heute

A) Wissenschaftlertausch zwischen CIFOT und UFZ zur Diskussion über Erfahrungen bezüglich Design, Betriebsweise und Produkt, die von einem Umweltinformationssystem zu erwarten sind, aber auch über die Arbeitsweisen, um ein internationales, interdisziplinäres Projekt über ein Network zum Erfolg zu führen.

B) Diskussionen und Meinungs austausch zwischen CIFOT und Projektteilnehmern des Networks von Mendoza und Leipzig zur Definition der Daten, die in das System Eingang finden sollen.

C) Schaffung von Interfaces für die Eingabe, die Speicherung und die Verarbeitung der Daten aus den anderen Projekten, damit diese für das Projekt „Dynamisches Mathematisches Modell“ von IEMA (Universität von Mendoza) genutzt werden können.

D) Definition bestimmter grundlegender Parameter zur Festlegung der Kartographie.

E) Ausgabe von vergleichbaren thematischen Karten für Gran Mendoza und Leipzig mit Umgebung.

4. Ergebnisse mit SIGMA bis heute

A) Ausgabe der ersten thematischen Karte, die nach mit dem UFZ gemeinsam definierten Kriterien erarbeitet wurde. Das Produkt ist die Karte „Gran Mendoza: Einwohnerdichte 1991“ (Abb. 1/ siehe Anhang), die grundlegende, für eine Karte notwendige Qualitäten aufweist:

- **Präzision:** mit minimalem graphischen Fehler, unter Einbezug des Maßstabes und der für die Erhebung und Redaktion verwandten Instrumentarien (enthält geographisches Koordinatennetz und numerischen Maßstab)
- **Ausdruck:** die visuellen Variablen wurden sorgfältig und nach logischen Prinzipien ausgewählt. Auffallend ist eine Klassifikation auf der Basis der für die Karte bedeutenden Wechselbeziehungen (wie in diesem Fall der Oberflächenanteil zur absoluten Bevölkerungsdichte), die Definition eines Index (Ew/km^2) und eine Skalierung über eine ausgewählte Farbabstufung, die in der Legende erläutert sowie geordnet sind.
- **Lesbarkeit:** es ist eine Qualität, die es ermöglicht, die gesuchte Information unmittelbar und leicht zu durchdringen.
- **Effizienz:** bezieht sich auf die perfekte Adaptierung der Karte an das darzustellende Objekt oder den Sachverhalt innerhalb des Maßstabes und Projektionssystems.

B) Diese erste Arbeit erlaubt zusätzlich, mittels eines Vergleiches zur parallel erarbeiteten Karte Leipzigs, einige interessante Schlußfolgerungen zu ziehen, die auch für die anderen Projekte von Nutzen sein könnten:

- Die analysierten Raumeinheiten sind ungleich. Während die Wahl- und Zählkreise in Leipzig nach administrativen Einheiten definiert werden, geschieht dies in Mendoza nach Zählradien und -fraktionen, deren Größe sich an der bestehenden Einwohnerdichte orientiert, wobei wegen der Lesbarkeit der Kartographie versucht wurde, die Gliederung in Fraktionen als grenzgebend vorzuziehen.
- Die Stadtgrenze von Leipzig entspricht einer fest umgrenzten verwaltungstechnischen Einheit, ein Umstand, der so im Falle Mendozas nicht anzutreffen ist. Im Stadtgebiet existieren nebeneinander verschiedene administrative Einheiten, von denen jede einzelne ihre eigene Stadtgrenze definiert. Diese Situation machte aktuelle Zustandserhebungen aller Verwaltungseinheiten notwendig, da deren Ausdehnungen zeitlichen Veränderungen unterworfen sind. Die Analyse der Kriterien, die für jeden der Fälle anzuwenden waren, mußte in der Hinsicht adaptiert werden, daß jener Raum als Stadtgebiet angenommen wird, wie er von jeder einzelnen Kommune/Gemeinde definiert worden war. Wichtig ist zu betonen, daß bei diesen Kriterien und Klassifikationen Industriezonen in der Regel nicht innerhalb der Stadtgrenzen lie

gen. Diejenigen allerdings, die mit digitalisiert wurden, waren zur Bevölkerungserhebung innerhalb der Zählkreise.

- Die dargestellte Stadtgrenze umschließt eine Fläche von 160 km², also eine mit Leipzig (148 km²) absolut vergleichbare Größe. Nichtsdestotrotz erreicht die maximale Bevölkerungsdichte an einigen Orten Mendozas 10.171 Ew/km², während sie in Leipzig 19.094 Ew/km² beträgt.

C) Durchführung einiger Tests für den Aufbau einer Serie verschiedener thematischer Layers und als Ergebnis die Herausgabe einer Karte, die die oben angesprochene Qualität beinhaltet, aber auch in eindrucksvoller und klarer Weise einige komplexe Themen wiedergibt. Hierzu wurden verbunden:

- Einwohnerdichte 1991,
- Bevölkerungswachstum für die Zeitspanne 1980 - 1991,
- Festlegung von Stadtgebieten verschiedener sozio-ökonomischer Niveaus, die nach der „Encuesta Permanente de Hogares“ 1989 (fortwährende Haushaltserhebung) definiert wurden,
- Räumliche Verteilung städtischer Einrichtungen und Grünzonen,
- Räumliche Aufteilung der Flächennutzung; klassifiziert und räumlich zugeordnet auf der Basis der Gebietsabgrenzung der Gemeinden.

Die resultierende Karte trägt den Titel: „Sozio-ökonomische Niveaus und Lebensqualität“ und repräsentiert eine Synthese aus vor Ort anzutreffenden Sachverhalten und deren Korrelationen, ausgedrückt in qualitativ-quantitativen Symbolen und aufgebaut auf der Basis der gewünschten Grundkarte: die Stadtabgrenzung.

Wichtig ist herauszuheben, daß diese Kartographie sowohl mit Daten, die von CIFOT erhoben worden sind (es wurden auch weitere Informationen aus Gemeindeerhebungen hinzugezogen) und mit dem CIFOT-eigenen GIS erzeugt wurde.

Bis zur Datenübergabe durch die weiteren Projektpartner aus dem Network wird CIFOT die initiierte und oben beschriebene Arbeit fortsetzen und die angewandte Methodik den Anforderungen des GIS angleichen.

D) Ein weiterer Teil in der internationalen Zusammenarbeit war der Aufenthalt von Frau Dipl. Agr. Carola Bühler-Natour (UFZ) während der Monate Oktober und November 1995 im CIFOT. Er diente der Durchführung erster Untersuchungen über die Landnutzung in einem Gebiet südlich des Río Mendoza (Luján de Cuyo), unter Einsatz von Remote Sensing (Satellitenbilddauswertung) und einer begleitenden Geländekontrolle. Diese Technik ist ein ausgezeichnetes Werkzeug für die Untersuchung des Landnutzungssystems und wird dazu dienen, die Datenbanken des SIGMA zu bereichern.

5. Perspektiven für die zukünftige Entwicklung des Projektes

Vor dem Hintergrund der in diesem Jahr erzielten Ergebnisse, werden sich die zu entwickelnden Arbeiten für das kommende Jahr 1996 wie folgt gestalten:

- Fortsetzung des Wissenschaftleraustausches zwischen CIFOT und UFZ,

- Aufnahme von und Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern aus dem In- und Ausland, die die Absicht haben, in Mendoza Forschungen durchzuführen,
- Unterstützung der übrigen Projektpartner aus dem Network bezüglich des Datenmanagements, falls diese es wünschen,
- Fortsetzung und Vertiefung der Untersuchungen über nutzbringende Verfahren, die beim Transfer und der Handhabung von Daten aus den weiteren Projekten in das SIGMA von Vorteil sind,
- Fortsetzung der Erstellung und Interpretation von möglichen kartographischen Produkten, die sich aus der räumlichen Modellierung von Daten ergeben können, mit dem Ziel der Veröffentlichung eines „Atlas von Mendoza und Leipzig“,
- Einführung von Arbeitstechniken, um über die Satellitenbilddauswertung die Entwicklung der Landwirtschaft und der Stadtstrukturen von Gran Mendoza zu ermöglichen.

All diese Überlegungen sind jedoch relativ fruchtlos, solange nicht der Transfer von Informationen aus den anderen Projekten des Networks eingesetzt hat. Ein Unterfangen, das nicht einfach ist, da es einen Wandel in den Verhaltensweisen aller beteiligten Projektpartner voraussetzt.

Der internationale Workshop, der in Mendoza im November 1995 durchgeführt wurde, diente nicht nur dazu, die Fortschritte jedes einzelnen Projektes kennenzulernen, sondern er sollte auch Verständnis wecken für die schwierige Herausforderung, die der Aufbau einer neuen Organisationsform zwischen Wissenschaftlergruppen darstellt, die von unterschiedlichen Ausbildungsrichtungen kommen, jedoch ein gemeinsamen Ziel verfolgen: Eine Zusammenarbeit auf der Suche nach einer besseren Lebensqualität.

Diejenigen, die Erfahrungen beim Aufbau von Informationssystemen machten, wissen, daß diese Arbeit auf keinen Fall leicht fällt aber auch nicht unmöglich ist. Es bedarf einer unermüdlichen Lehrtätigkeit und Aufklärungsarbeit, damit die mit GIS in ihrer Arbeit verbundenen Menschen erkennen, was es heißt, mit dieser Technologie zu arbeiten, daß es nicht nur um die Erzeugung von Karten oder Graphiken geht, und nicht darum, Ergebnisse anderer Wissenschaftler zum eigenen Vorteil zu verwenden.

„...die Einführung eines GIS wird erfolgreich sein oder scheitern, jedoch nicht wegen technologischer, sondern wegen menschlicher Probleme“ (MOLDES, S. 127).

Beim Aufbau und der Inangsetzung des Umweltinformationssystems (UIS bzw. SIA - Sistema de Información Ambiental), das CIFOT für das Ministerium für Umwelt, Wohnungs- und Städtebau der Provinz Mendoza 1993 entwickelte, wurde eindeutig vor Augen geführt, daß „...es nicht ausreicht, eine klare und eindeutige Zielsetzung zu haben, zu wissen, wer die Nutzer des Systems sein werden und außerdem über all die notwendige Ausrüstung an Software und Hardware zu verfügen. Es ist zudem notwendig, qualifiziertes Personal zu vereinen, das sich dem System verschreibt, es am Laufen hält, es aktualisiert, es unterhält und erweitert, und das ohne Raffgier und Kampf um die Macht.“ (GUDIÑO DE MUÑOZ, S. 428)

Dies verlangt von interdisziplinär arbeitenden Gruppen mit einem anerkannt professionellen Profil nicht nur fachübergreifende Denkweisen oder technologische Kenntnisse, sondern auch eine offene Haltung zur Teilnahme bzw. zum Teamwork.

Eine neue Arbeitsweise ist eine Herausforderung, jedoch nicht unmöglich zu erzielen. Dies konnte mit dem Umweltinformationssystem von Mendoza gezeigt werden, in dem die Verbindung zwischen dem wissenschaftlich-technischen Sektor und der öffentlichen Verwaltung trotz aller Schwierigkeiten gelang, und an dem heute andere öffentliche Einrichtungen, wie Gemeinden der Provinz, teilhaben wollen.

Wenn dies in so unterschiedlichen Umfeldern möglich war, warum sollte es nicht auch innerhalb einer Gruppe internationaler Projekte realisierbar sein, wo alle teilnehmenden Partner aus dem wissenschaftlich-technologischen Sektor stammen?

Autoren

María Elina GUDIÑO DE MUÑOZ

Direktorin von CIFOT
Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Filosofía y Letras
5500 Mendoza

Peter THOMAS

Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Filosofía y Letras
5500 Mendoza

Literatur

GUDIÑO de MUÑOZ, M.E.: El difícil arte de conformar un equipo interdisciplinario. En: Boletín de Estudios Geográficos, Vol. XXV-89, Tomo I, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Geografía, Mendoza 1994.

MOLDES, F.J.: Tecnología de los sistemas de información geográfica. Editorial RA-MA, Madrid 1995.

Verantwortliche Institutionen:

- **CIFOT (Zentrum für Forschung und Ausbildung in der Regional- und Raumplanung), National-Universität Cuyo, Mendoza, Republica Argentina**
- **UFZ (Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle) Sektion Geoinformatik, Leipzig, Bundesrepublik Deutschland**

Der Aufbau eines Umweltinformationssystems für die Städte Leipzig und Mendoza

KINDLER, A.

1. Einführung

Im Rahmen der deutsch-argentinischen Wissenschaftskooperation im Umweltbereich wurde neben zahlreichen anderen Forschungsvorhaben zwischen dem UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH und verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen in Mendoza 1994 ein Projekt zur Entwicklung eines computergestützten Systems für Umweltmonitoring und Information (ARG ENV17; Kurztitel: Umweltinformationssystem) begonnen. Seitens des UFZ arbeiten drei Wissenschaftler der Sektion Angewandte Landschaftsökologie/Geoinformation und auf argentinischer Seite zwei Wissenschaftler des CIFOT (Centro de Investigacion y Formacion para el Ordenamiento Territorial, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza) in dem Projekt zusammen.

2. Wissenschaftliche Zielstellung des Projektes

Angesichts der gravierenden globalen, regionalen und lokalen Umweltprobleme müssen Wissenschaftler nicht nur interdisziplinär und international zusammenarbeiten, sondern sich auch modernster wissenschaftlicher Hilfsmittel und Methoden bedienen. Zu diesen insbesondere in der Umweltforschung längst unverzichtbaren Hilfsmitteln gehören zweifellos die Geographischen Informationssysteme (GIS). Um das ganze Ausmaß von Umweltproblemen, ihre Erscheinungsformen, ihre Ursachen und Auswirkungen auf die Natur, die Tier- und Pflanzenwelt sowie die Menschen, d.h. ihre Vielschichtigkeit und Komplexität möglichst raumbezogen erfassen; anschaulich darstellen, analysieren und bewerten zu können, bedarf es leistungsfähiger Umweltinformationssysteme als einer spezifischen Form von GIS. Gerade in der Umweltforschung kommt es darauf an, die für eine bestimmte Region gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse auch für andere Regionen mit vergleichbaren, aber auch völlig unterschiedlichen geographischen, klimatischen, ökonomischen, sozialen u.a. Verhältnissen übertragbar zu machen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede herauszuarbeiten, Handlungsempfehlungen abzuleiten. Mit dem Projekt ARG ENV17 sollen sowohl in Leipzig als auch in Mendoza wissenschaftliche Arbeiten hinsichtlich des Aufbaus und der Nutzung von Umweltinformationssystemen parallel durchgeführt, Ergebnisse aus den anderen Projekten der deutsch-argentinischen Zusammenarbeit integriert und damit ein Beitrag für eine vergleichende Betrachtung dieser Städte geleistet werden.

Die Abbildungen 1 und 2 geben einen Überblick über die Lage von Leipzig in der Bundesrepublik Deutschland bzw. von Mendoza in Argentinien.

**Abb. 1: Administrative Gliederung der Bundesrepublik Deutschland
in Bundesländer**

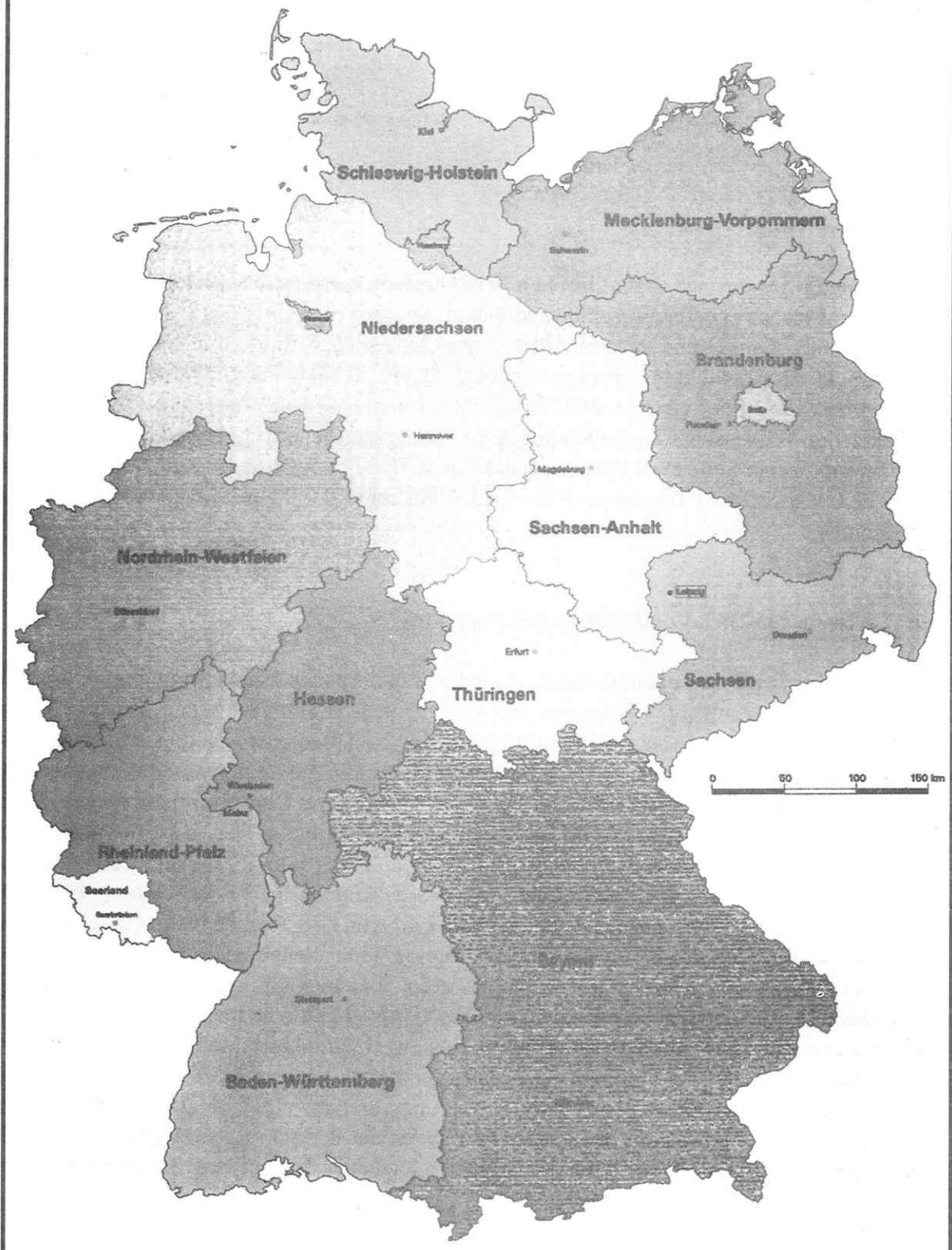
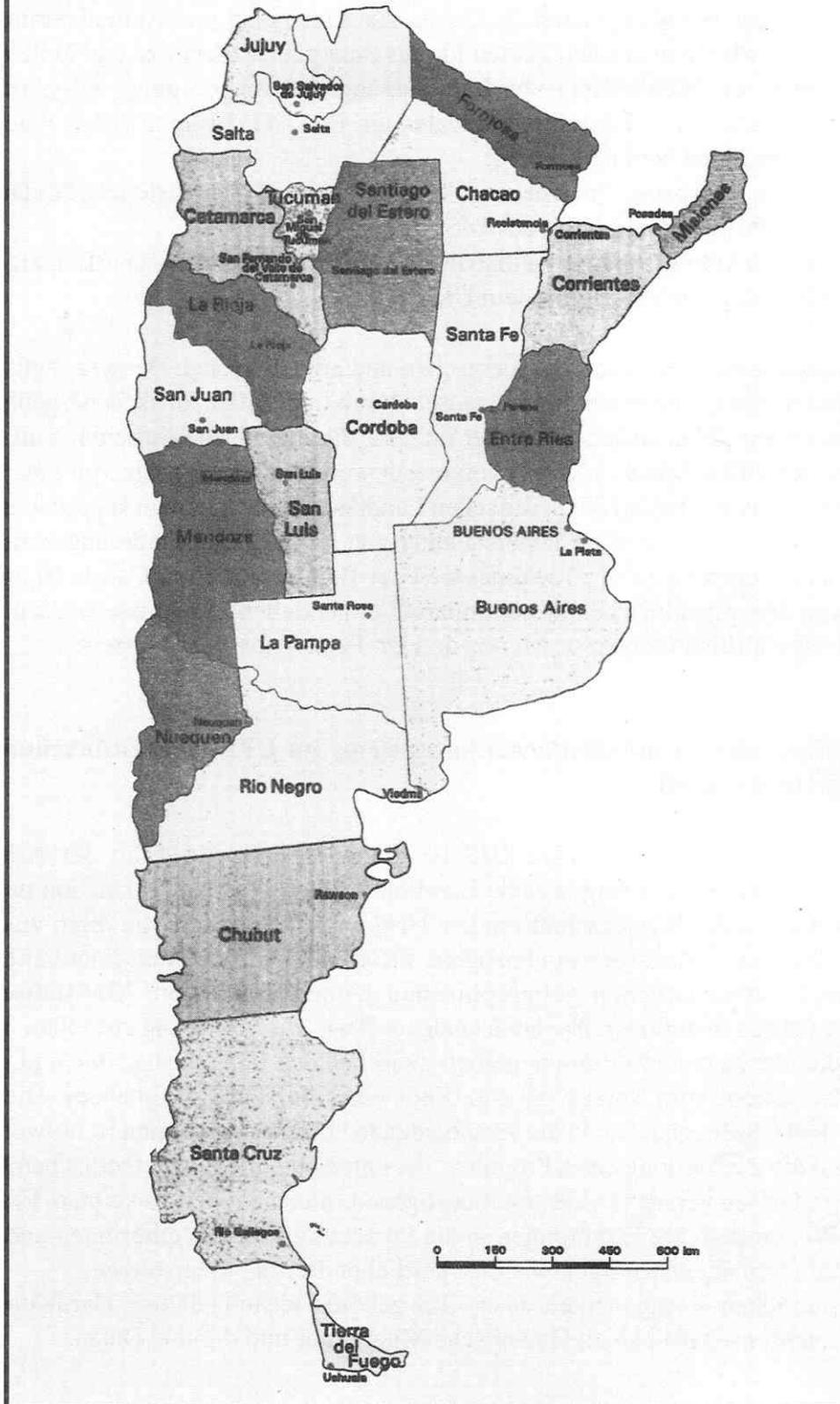


Abb. 2: Administrative Gliederung von Argentinien in Provinzen



Die wesentlichen Ziele des gemeinsamen Projektes vom UFZ und CIFOT sind:

1. Parallele Entwicklung eines Umweltinformationssystems (UIS) für Mendoza (Stadtgebiete und Teile der Provinz) sowie für Leipzig (Stadtgebiet und Umland),
2. Einsatz von Fernerkundungsdaten als Quelle zur Erzeugung und Aktualisierung von topographischen sowie thematischen Karten für das Stadtgebiet Mendoza und Teile der Provinz,
3. Unterstützung der Beobachtung von Landnutzungsänderungen durch Klassifizierung und visuelle Interpretation von Satellitenbilddaten am Beispiel der agrarischen Flächennutzung in Gebieten bei Mendoza und Leipzig,
4. Integration, d.h. Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Visualisierung der Daten aus den anderen ENV-Projekten mit Hilfe des UIS,
5. Herausgabe von vergleichbaren thematischen Karten für Mendoza und Leipzig als ein wesentliches Ergebnis der Arbeit mit dem UIS.

Zur Erreichung dieser Ziele stehen die deutschen und argentinischen Wissenschaftler in engem Kontakt, führen einen Wissenschaftleraustausch durch und stellen Zwischenergebnisse vor. Nachfolgend sollen insbesondere die bisher im UFZ durchgeführten Arbeiten zum Aufbau und zur Nutzung des UIS (Ziele 1, 4 und 5) vorgestellt werden. Dem Einsatz von Satellitenbildern zur Bestimmung der Änderung der agrarischen Landbedeckung in einem suburbanen Gebiet der Provinz Mendoza als Beispiel zur Untersuchung von Landnutzungsänderungen mit Hilfe von Fernerkundungsmethoden (Ziel 3) widmet sich der Beitrag von Frau Carola BÜHLER-NATOUR. Die bisher von den argentinischen Projektmitarbeitern erzielten Ergebnisse werden in dem Beitrag von Dr. María Elina GUDIÑO DE MUÑOZ und Dr. Peter THOMAS vorgestellt.

3. Der Aufbau eines Umweltinformationssystems im UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Der Aufbau eines leistungsfähigen UIS ist die wichtigste Aufgabe der Arbeitsgruppe Geoinformation der Sektion Angewandte Landschaftsökologie/Geoinformation des UFZ. Das Ziel besteht darin, allen Wissenschaftlern des UFZ, in Abhängigkeit von ihren wissenschaftlichen Zielstellungen, vielfältige raumbezogene Informationen für unterschiedliche geographische Räume in verschiedenen geographischen Dimensionsstufen, Maßstabsebenen und Verarbeitungsstufen in digitaler aber auch analoger Form zur Verfügung zu stellen. Dazu bedarf es der vorbehaltlosen engen Zusammenarbeit zwischen den GIS-Spezialisten und den anderen Fachwissenschaftlern vom Anfang bis zum Ende eines Forschungsvorhabens. Die frühzeitige Integration der GIS-Spezialisten in die verschiedenen Forschungsarbeiten ist notwendig, um die Problem- und die Zielstellung eines Projektes, die unterschiedlichen methodischen Ansätze und die Art der im UIS zu verarbeitenden raumbezogenen Informationen zu kennen. Erst dann können sie ihr Wissen und ihre Erfahrungen in die Forschungsarbeiten einbringen und diese maßgeblich durch ihren eigenständigen wissenschaftlichen Beitrag unterstützen.

Zu den wesentlichen Komponenten eines GIS gehören leistungsfähige Hard- und Software, qualifizierte wissenschaftliche und technische Mitarbeiter und digitale Daten.

3.1 Die personellen und technischen Voraussetzungen

In der Arbeitsgruppe Geoinformation des UFZ sind zur Zeit drei wissenschaftliche und vier technische Mitarbeiter tätig:

- ein Spezialist für Fernerkundung/GIS
- ein Spezialist für Kartographie/GIS und drei technische Mitarbeiter
- ein Spezialist für Datenbanken/GIS und ein technischer Mitarbeiter

Diesen Mitarbeitern steht folgende Hard- und Software zur Verfügung:

Hardware: 6 Sun-Workstations

- 1 OPTOSCAN-Scanner (Format A2)
- 2 CALCOMP-Digitizer (Format A0)
- 1 CALCOMP-Stiftplotter (Format A0)
- 1 CALCOMP-Elektrostatplotter (Format A0)
- 1 WDV800-Laserdrucker (Format A3)
- 1 MITSUBISHI-TEKTRONIX-Colorprinter (Fotoqualität, Format A3)
- 1 VISOPRET-Zoomstereoskop mit Digitalisiereinrichtung

Software: Arc/Info 7.0.3 (GIS/Kartographie)

Erdas-Imagine 8.2 (GIS/Fernerkundung)

Micro Station für das Visopret mit einer Arc/Info-Schnittstelle

IDRISI für Windows 1.0.1

ORACLE 7.1.4 (GIS-Datenbanksystem)

dbase, Excel, Access

Mit der zielgerichteten, systematischen Beschaffung der umfangreichen, leistungsfähigen Hard- und Software während der letzten vier Jahre wurden im UFZ sehr gute Voraussetzungen für den Aufbau des UIS geschaffen. Um die vielfältigen GIS-bezogenen Aufgaben lösen und die modular aufgebauten Software-Pakete möglichst umfassend anwenden zu können, ist es unbedingt erforderlich, alle Mitarbeiter der Abteilung Geoinformation entsprechend ihres Aufgabenbereiches kontinuierlich zu schulen.

3.2 Der gegenwärtige Stand beim Aufbau des Umweltinformationssystems

Mit Hilfe von UIS sollen verschiedenste umweltrelevante Informationen raumbezogen erfaßt, gespeichert, verarbeitet, analysiert, bewertet, aktualisiert und visualisiert werden. Dabei wird die Struktur des im Aufbau befindlichen UIS wesentlich von den wissenschaftlichen Aufgaben- und Zielstellungen des UFZ bestimmt. Im Vergleich zu anderen, z. B. kommunalen Informationssystemen, weist dieses Umweltinformationssystem eine besondere Spezifik auf: Die zu verarbeitenden Informationen beziehen sich nicht nur auf einen, sondern auf unterschiedliche geographische Räume. Diese reichen von einzelnen Testflächen (z. B. Ackerschlägen, Seen, Flüssen) über Agrarlandschaften, Teile von naturnahen Landschaften, Industrie- und Bergbaufolgelandschaften, ausgewählte Stadtviertel, ganze Städte und Stadtregionen bis hin zu Bundeslän

dern oder ganzen Staaten. So vielfältig wie die Untersuchungsräume sind auch die zu verarbeitenden Informationen. In Abhängigkeit von den jeweiligen Zielen und den verfügbaren Datenquellen handelt es sich einerseits um sehr detaillierte, andererseits nur um Überblicksinformationen. Die raumbezogenen Informationen lassen sich in zwei Kategorien unterteilen, in die topographischen und die thematischen Informationen. Mit Hilfe der topographischen Informationen wird die Lage und Größe von Objekten oder Erscheinungen im geographischen Raum bestimmt. Die thematischen Informationen umfassen alle fachspezifischen, themenbezogenen Informationen dieser Objekte oder Erscheinungen. Erst durch die Verbindung von thematischen mit topographischen Informationen durch ein geeignetes Bezugssystem kann der geographische Raumbezug von thematischen Informationen hergestellt werden und die Verarbeitung mit Hilfe des GIS erfolgen. Dazu gehört auch die Verknüpfung von unterschiedlichen Datenebenen mit dem Ziel, Bewertungen mit teilweise nicht parametrischen Größen durchzuführen.

Für das UIS wurden als grundlegendes Raumbezugssystem die Gauß-Krüger-Koordinaten mit dem Bezugsellipsoid von BESSEL ausgewählt. Dabei handelt es sich um ein ebenes rechtwinkliges Koordinatensystem mit einem 3°-Meridianstreifensystem. Auf diesem Koordinatensystem basieren beispielsweise alle topographischen Karten der BRD im Maßstabbereich von 1:5.000 bis 1:200.000 aber auch die topographischen Karten von Argentinien. Da neben den topographischen Karten im oben angegebenen Maßstabbereich auch die Mehrzahl der thematischen Karten auf dem Gauß-Krüger-Koordinatensystem (BESSEL) basiert, bietet es sich als grundlegendes Raumbezugssystem für das UIS an. Werden dennoch Informationen in einem anderen Raumbezugssystem geliefert, so ist es möglich, sie in das Gauß-Krüger-Koordinatensystem (BESSEL) mit Hilfe verschiedener Softwarepakete zu transformieren. Darüber hinaus können mit der verfügbaren GIS-Software generell Daten mit anderen räumlichen Bezugssystemen, z. B. den geographischen Koordinaten, verarbeitet werden. Ein einheitliches Raumbezugssystem erleichtert jedoch wesentlich die Arbeit mit dem UIS.

Das Kernstück eines jeden GIS ist die digitale Datenbank. Sie enthält alle Geometrie-, Sach- und beschreibenden Daten, soll anwenderfreundlich aufgebaut sowie für alle interessierten Nutzer zunächst innerhalb und zukünftig auch außerhalb des UFZ verfügbar sein. Für den Aufbau der Datenbank wurde das Datenbanksystem ORACLE ausgewählt.

Ferner besteht eine wichtige Aufgabe in der Entwicklung und Anwendung neuer Verfahren der Datenverarbeitung, insbesondere im Bereich der Fernerkundung, in dem neue Sensoren getestet und die von ihnen gelieferten aktuellen digitalen Fernerkundungsdaten verarbeitet, klassifiziert und ausgewertet sowie mögliche Anwendungsbereiche aber auch ihre Grenzen definiert werden. Darüber hinaus ist es unbedingt erforderlich, neue Methoden der Visualisierung von Daten insbesondere im Bereich der digitalen Kartographie zu entwickeln sowie Multimedia-Verfahren in das Umweltinformationssystem zu integrieren. Das bedeutet, daß in der Arbeitsgruppe Geoinformation sowohl Grundlagen- als auch Angewandte Forschungen durchgeführt werden müssen.

3.3. Bisher erzielte Ergebnisse

Einer der wichtigsten Untersuchungsräume des UFZ ist die Stadt Leipzig und ihr Umland. Die Stadt Leipzig liegt im Nordwesten des Bundeslandes Sachsen, an den Flüssen Pleiße und Weiße Elster und ist nach der Landeshauptstadt Dresden flächenmäßig die zweitgrößte Stadt Sachsens. Ihre geographische Lage entspricht 51°20' nördlicher Breite und 12°23' östlicher Länge. Die Stadt verfügt über eine Fläche von 153,2 km² und hat 475.000 Einwohner (Stand: 30.9.1995).

Die größte Nord-Süd- und West-Ost-Ausdehnung beträgt jeweils 13,2 km, die durchschnittliche Höhenlage 118 m über NN. Die Stadt Leipzig ist administrativ in 10 Stadtbezirke und 49 Ortsteile gegliedert. Diese administrativen Einheiten bilden die Grundlage für vielfältige statistische Erhebungen seitens des Amtes für Statistik und Wahlen der Stadt Leipzig. Im Unterschied dazu verfügt Gran Mendoza weder über eine genau festgelegte Stadtgrenze noch über eine verbindliche administrative Gliederung, was eine vergleichende Betrachtung beider Städte erschwert. Eine mögliche räumliche Bezugsgrundlage sind die 51 Zählkreise (Fracciones Censal). Gran Mendoza hat mit ca. 161 km² etwa die gleiche Größe wie Leipzig. In der Stadt leben aber mit ca. 900.000 Einwohnern fast doppelt soviel Menschen wie in Leipzig.

In Bezug auf den parallelen Aufbau eines UIS für die Städte Leipzig und Mendoza finden die deutschen und argentinischen Projektpartner in ihren Ländern unterschiedliche Voraussetzungen vor. Das bezieht sich nicht nur auf die oben genannten Unterschiede hinsichtlich amtlich festgelegter räumlicher Bezugseinheiten zur Erfassung verschiedenster Merkmale, sondern auch auf die verfügbaren topographischen und thematischen Informationen.

In der Bundesrepublik Deutschland bieten die Landesvermessungsämter der Bundesländer flächendeckend topographische Karten in den Maßstäben 1:5.000 (nur alte Bundesländer), 1:10.000 (nur neue Bundesländer), 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 und 1:200.000 an. Die topographischen Karten können sowohl in analoger als auch in digitaler Form käuflich erworben werden. Die Landesvermessungsämter haben die topographischen Karten mit unterschiedlichen Auflösungen gescannt und geben Rasterdaten in den Maßstäben 1:25.000 und kleiner, getrennt in die 5 Datenebenen Gitternetz, Grundriß, Gewässernetz, Relief und Wald an Interessenten gegen Bezahlung eines Entgeltes ab. Außerdem bauen alle 16 Bundesländer seit einigen Jahren ein Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS) auf. Das Ziel von ATKIS besteht darin, möglichst bis Ende 1996 flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland ein digitales Landschaftsmodell im Maßstab 1:25.000 in Form von Vektordaten zur Verfügung zu stellen und es in bestimmten Zeiträumen zu aktualisieren. Mit dem Vorhandensein der digitalen topographischen Vektordaten im Maßstab 1:25.000 kann auf das bisher sehr zeitaufwendige Digitalisieren von Einzelelementen aus topographischen Karten dieses Maßstabs verzichtet werden.

In Argentinien werden zur Zeit keine aktuellen topographischen Karten, weder in analoger noch in digitaler Form, angeboten. Die zur Verfügung stehenden topographischen Karten stammen nach Auskunft der argentinischen Projektpartner aus den 40er Jahren. Deshalb kommt der Nutzung von Fernerkundungsdaten zur Gewinnung aktueller topographischer und thematischer Informationen eine ganz entscheidende Bedeutung zu.

Seit 1989 macht Leipzig neben vielen anderen Städten Ostdeutschlands, bedingt durch den grundlegenden gesellschaftlichen und ökonomischen Umbruch, einen beispiellosen Strukturwandel durch, der zu tiefgreifenden Veränderungen der gesamten Stadtstruktur führt. Während der letzten drei Jahre haben sich verschiedene Sektionen und Projektbereiche des UFZ mit dem Zustand und der Veränderung der ökologischen, ökonomischen, strukturellen und sozialen Situation in Leipzig seit 1989 beschäftigt. Das Ziel der stadtökologischen Untersuchungen besteht darin, durch interdisziplinäres Zusammenwirken von Natur-, Geo- und Sozialwissenschaftlern diesen Strukturwandel möglichst raumbezogen zu erfassen, zu analysieren, zu bewerten und in Karten anschaulich darzustellen. Deshalb wurde parallel zu den Einzeluntersuchungen gemeinsam Fachwissenschaftlern mit dem Aufbau eines UIS für die Stadt Leipzig begonnen.

Für die Stadt Leipzig und das angrenzende Umland, d.h. für eine Fläche von ca. 320 km², liegen Karten für das gesamte Verkehrs- und Gewässernetz im Maßstab 1:25.000 digital im Vektor

format vor. Die Grundlage für die sehr zeitaufwendige Digitalisierung bildeten die topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 (AV, Stand Mitte der 80er Jahre). Seit kurzem stehen die oben genannten Rasterdaten mit allen fünf Datenebenen im Maßstab 1:25.000 (Stand 1990-1992) für den gesamten Regierungsbezirk Leipzig zur Verfügung. Diese Rasterdaten können sowohl einfarbig als auch mehrfarbig, mit allen oder nur mit ausgewählten Datenebenen als topographische Grundlageninformationen für verschiedenste thematische Karten dienen. Ihr Nachteil gegenüber den Vektordaten besteht darin, daß die Datenebenen nur komplett dargestellt und keine Einzelelemente, z. B. nur die Bundesstraßen, ausgewählt werden können. Gerade bei thematischen Karten genügen in vielen Fällen wenige, sorgfältig ausgewählte topographische Elemente für die Orientierung in der Karte. Der Aufwand für die Bereitstellung und die Aktualisierung von topographischen Elementen in vektorieller Form in den verschiedenen Maßstabsebenen ist jedoch unvermeidbar hoch, so daß die Verwendung der Rasterdaten eine Kompromißlösung darstellt. Sobald für die Stadt Leipzig die digitalen Vektordaten des ATKIS seitens des Landesvermessungsamtes Sachsen angeboten werden, sollen sie für die GIS-Arbeiten im UFZ angeschafft werden. Um die ATKIS-Daten überhaupt nutzen zu können, bedarf es der Einheitlichen Datenbankschnittstelle (EDBS), deren Kauf für nächstes Jahr geplant ist.

Für die Stadt Leipzig wurde mit Hilfe von Arc/Info eine Umweltkartenserie erarbeitet, die insgesamt 35 thematische Karten in den Maßstäben 1:25.000, 1:50.000 und 1:100.000 umfaßt. Die 30 Zustandskarten, vier medialen Konfliktkarten und eine intermediale Konfliktkarte sind das Ergebnis der interdisziplinären Zusammenarbeit zahlreicher Fachwissenschaftler und der GIS-Spezialisten.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildete die Erfassung und Bewertung des Zustandes der Umweltsituation für die Bereiche Boden/Grundwasser, Klima/Immissionen, Arten- und Biotopschutz sowie Sozioökonomie. Das Ziel bestand darin, den sich gegenwärtig rasch vollziehenden stadtökologischen Strukturwandel in seinen natur- und sozialwissenschaftlichen Komponenten zu erfassen, Beeinträchtigungen der Umwelt sowie das sich daraus ergebende mögliche Konfliktpotential abzuleiten, um zukünftig eine nachhaltige, die Umwelt erhaltende, schützende und regenerierende Entwicklung zu ermöglichen. Stellvertretend für alle Karten sollen hier nur einige wenige genannt sein.

Stadtökologischer Strukturwandel wird in erster Linie durch Veränderungen der Flächennutzung sichtbar. Für die Stadt Leipzig und angrenzende Gemeinden liegt eine sehr detaillierte Flächennutzungskarte im Maßstab 1:25.000 für 1992 vor. Auf der Grundlage von topographischen Karten, aktuellen Luftbildern und ergänzenden Geländebegehungen werden insgesamt 49 Flächennutzungsarten ausgewiesen.

Die Karte „Bevölkerungsdichte 1991“ liegt sowohl für Leipzig im Maßstab 1:85.000 (siehe Abb. 2/ Anhang) als auch für Mendoza im Maßstab 1:125.000 (siehe Abb. zum Beitrag von MUÑOZ und THOMAS/Anhang) vor. Die argentinischen Projektpartner haben trotz der fehlenden Stadtgrenze und der fehlenden administrativen Gliederung der Stadt versucht, auf der räumlichen Bezugsgrundlage der 51 Zählbezirke eine Bevölkerungsdichtekarte zu erarbeiten. Die Karte wurde in gleicher Weise wie die Leipziger Karte gestaltet. Damit liegen erstmals für Leipzig und Mendoza vergleichbare thematische Karten als Ergebnis der Arbeiten im Projekt ARG-ENV 17 vor.

Neben zahlreichen anderen Zustandskarten (Bodentypen, Reliefformen, Grundwasser- und Luftbelastung, Überwärmung, Emissionen, Immissionen, Versiegelung, Arten- und Biotopschutz, Strukturtypen u.a.) bestand ein weiteres Ziel darin, aus diesen Zustandskarten auf einzelne Umweltmedien bezogen mögliche räumliche Konfliktkonzentrationen zu ermitteln und in so-

nannten medialen Konfliktkarten darzustellen. Als Ergebnis liegen vier mediale Konfliktkarten für die Bereiche Boden-Grundwasser, Klima-Immissionen, Arten- und Biotopschutz sowie Sozioökonomie vor. Mit Hilfe dieser Karten wurde versucht, Stadtbereiche mit besonders hohen Belastungen und einem hohen Konfliktpotential auszuweisen. Darüber hinaus wurde eine intermediale Konfliktkarte mit dem Ziel erarbeitet, das räumliche Konfliktpotential der Stadt Leipzig in einer Karte zu veranschaulichen.

Außerdem wurde in den letzten 18 Monaten gemeinsam mit den Mitarbeitern des Projektes ARG-ENV 13 die erste Version des „Sozialatlas der Stadt Leipzig“ erarbeitet. Das Ziel des Sozialatlas besteht darin, die sozialen Folgen des abrupten Übergangs von der Planwirtschaft zur Marktwirtschaft raumbezogen zu erfassen, kartographisch darzustellen, zu analysieren und zu bewerten. Einen Schwerpunkt der Untersuchungen bildete die sozialräumliche Differenzierung der Bevölkerung, wobei neben ausgewählten sozialen, politischen und wirtschaftlichen Faktoren auch die Flächennutzungsstruktur, bauliche, umweltrelevante sowie infrastrukturelle Merkmale einbezogen wurden. Der Atlas soll nicht nur ein Instrument sozialwissenschaftlicher Analyse und Bewertung ausgewählter stadtstruktureller, sozialräumlicher und stadtökologischer Differenzierungen sein, sondern eine kombinierte Untersuchung von Stadtentwicklungsprozessen ermöglichen. Ferner bestand ein Ziel darin, auf der Grundlage der Karten und Daten eine sozialräumliche Typisierung durchzuführen.

Der Atlas besteht aus einem Text-, einem Karten- sowie einem Folienteil. Der Kartenteil umfaßt 60 thematische Karten zu folgenden Themenkomplexen:

1. Sozio-demographische Struktur
2. Wohnungsstruktur
3. Soziale Infrastruktur
4. Wahlergebnisse
5. Flächennutzung
6. Typen sozialer Räume

Darüber hinaus liegen 16 Folien zu folgenden Themen vor:

1. Administrative Gliederung der Stadt Leipzig nach Ortsteilen
2. Strukturtypen der Stadt Leipzig
3. Räumliche Verteilung jeweils eines selektierten Stadtstrukturtyps
4. Sanierungsgebiete in der Stadt Leipzig

Die räumliche Bezugsgrundlage für die Erarbeitung der Karten bildet die administrative Gliederung der Stadt Leipzig in 49 Ortsteile. Aus rein pragmatischen Gründen wurde als Darstellungsmaßstab der Maßstab 1:85.000 festgelegt.

Die Arbeiten an dem Atlas sollen kontinuierlich fortgesetzt werden. Die erste Fassung des Sozialatlas widerspiegelt den gegenwärtigen Stand der Arbeiten und verdeutlicht Lücken in der Datenbasis. Bestimmte Themenkomplexe bedürfen einer inhaltlichen Vervollständigung und in sinnvollen Zeiträumen einer Aktualisierung. Für ausgewählte Ortsteile ist eine kleinteiligere Analyse vorgesehen. Es sollen soziologische Erhebungen durchgeführt werden, um detaillierte Kenntnisse über die soziale Bewohnerstruktur und kleinräumige Entwicklungstendenzen, z. B. sozialräumliche Entmischungsprozesse, zu erhalten. Zukünftig wird das Stadtumland in die

Untersuchungen einbezogen, um Suburbanisierungstendenzen und ihre Auswirkungen auf die Stadt angemessen berücksichtigen zu können.

Die Arbeiten am weiteren Aufbau des UIS für die Stadt Leipzig werden in Abhängigkeit von den im UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH zu lösenden Aufgaben, den verfügbaren personellen Kapazitäten und Daten kontinuierlich fortgesetzt. Die argentinischen und deutschen Projektpartner werden sich auch in Zukunft darum bemühen, sowohl für Mendoza als auch für Leipzig - soweit das möglich und sinnvoll ist - parallele GIS-Arbeiten durchzuführen, neue Möglichkeiten einer weitergehenden Nutzung von Fernerkundungsdaten zu erschließen, Erfahrungen auszutauschen und ausgewählte Themen für eine vergleichende Betrachtung der beiden Städte in Form von thematischen Karten umzusetzen.

Autor

Annegret KINDLER
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Angewandte Landschaftsökologie/Geoinformation
Arbeitsgruppe Geoinformation
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Projekt ARG ENV17: Umweltinformationssystem
Projektlaufzeit: 10/1994 bis 09/1997

Literatur

KABISCH, S.; KINDLER, A.; RINK D.: Sozialatlas der Stadt Leipzig, UFZ- Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Leipzig 1996.

Ortsteilkatalog der Stadt Leipzig 1993. Herausgegeben vom Amt für Statistik und Wahlen der Stadt Leipzig.

KINDLER, A.: Erarbeitung einer Umweltkartenserie für das Stadtgebiet Leipzig zur Darstellung stadtökologischer Untersuchungsergebnisse. In: BREUSTE, J. (Hrsg.): Stadtökologie und Stadtentwicklung: Das Beispiel Leipzig, Berlin 1996, S. 73 - 86.

Funktionelle und strukturelle Faktoren für eine nachhaltige Stadtentwicklung am Beispiel von Leipzig und Mendoza

BÖHM, P., BREUSTE, J., MONTAÑA, E., DE ROSA, C.

1. Zielsetzung und Vorgehensweise

Gegenstand des gemeinsamen Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer Methodik zur vergleichenden stadtoökologischen Untersuchung am Beispiel von Leipzig und Mendoza. Die ökologische Raumgliederung auf der Basis von Strukturräumen bildet die Grundlage zur Kennzeichnung und Bewertung der ökologisch differenzierten räumlichen Situation einer Stadt. Dazu werden sowohl in Leipzig als auch in Mendoza auf die jeweiligen spezifischen Bedingungen abgestimmte Kartierungslegenden für ökologische Stadtstrukturräume entwickelt. Es erfolgt eine Kartierung dieser Stadtstrukturräume und eine Beschreibung der einzelnen Raumtypen. Die Raumbeschreibung und -bewertung basiert auf einem System ausgewählter umweltrelevanter Indikatoren. In einem anschließenden Arbeitsschritt sollen Konzeptionen zur stadträumlich differenzierten, ökologisch orientierten nachhaltigen Stadtentwicklung (Handlungskonzepte und Maßnahmenkatalog) erarbeitet werden.

2. Erarbeitung der Strukturtypen

Der erste Arbeitsschritt umfaßte die Ausgliederung typischer, ökologisch relevanter Struktureinheiten für beide Städte. Strukturtypen mit einheitlich ausgeprägten Eigenschaften bieten im Vergleich zu administrativen Einheiten den Vorteil der räumlichen Übertragbarkeit und stellen damit einen geeigneteren methodischen Arbeitsansatz zur Beschreibung und Bewertung von städtischen Teilräumen dar. Die Ausgliederung der Strukturtypen erfolgte auf der Grundlage umweltrelevanter Indikatoren (Tabelle 1). Der ökologische Zustand der städtischen Umwelt kann dadurch als Funktion der Stadtstruktur charakterisiert und regionalisiert werden.

Tabelle 1: Indikatoren zur Ausgliederung von Strukturtypen

Leipzig	Mendoza
1. Nutzung	1. Nutzung
2. Gebäudetyp und -alter	2. Gebäudedichte
3. Baustruktur und -dichte	3. Gebäudetyp
4. Grünflächenanteil und Art der Begrünung	4. City layout
5. Versiegelungsgrad	5. Parzellierung
	6. Landbedeckung
	7. Bodenbedeckung
	8. Baumanteil

Mit diesem methodischen Ansatz wurden für beide Städte individuelle Kartierschlüssel für Stadtstrukturtypen entworfen, die sich aufgrund der klimatischen, orographischen und kulturhistorischen Unterschiede der Städte in Teilbereichen voneinander unterscheiden. Für Mendoza wurden aufgrund des ariden Klimas und der Oasensituation Faktoren wie die gepflanzte Straßbaumvegetation oder die Art und Intensität der Bodenbedeckung als maßgeblich betrachtet. Diesen Faktoren kommt für landschaftsökologische Prozesse (Bodenerosion) oder bioklimatologische Fragen (Beschattung, Wohlbefinden) eine besondere Bedeutung zu (vgl. Tabelle 1). Die 8 Indikatoren für Mendoza wurden weiterhin nach Klassen oder Subtypen differenziert, die hier jedoch nicht dargestellt sind.

Der Erstellung des Kartierschlüssels folgte die Kartierung der Stadtregionen mittels Fernerkundung. Grundlage der Arbeiten in Leipzig war die detaillierte Erfassung der Stadtstrukturräume anhand topographischer Karten, Luftbilder und Ortsbegehungen. Die räumlichen Informationen wurden mit einem geographischen Informationssystem (Arc-Info) verarbeitet und in Kartenform dargestellt. Der Maßstab der erstellten Karte „Strukturtypen der Stadt Leipzig“ (vgl. Abb.3 /Anhang) beträgt 1: 50.000. Von argentinischer Seite wurde die Stadtstrukturanalyse aufgrund der eingeschränkten personellen und finanziellen Ausstattung als „top to bottom-Analyse“ anhand von Satellitenbildern durchgeführt. Die kleinmaßstäbliche Karte (1:400.000) der „Struktureinheiten Mendozas“ (Abb.4 /Anhang) wurde anschließend durch eine inhaltliche Detailanalyse (Groundcheck) ausgewählter städtischer Bereiche ergänzt. Insgesamt wurden für Mendoza 16, für Leipzig hingegen 23 Struktureinheiten ausgegliedert (vgl. Tabellen 2 und 3).

3. Erarbeitung von Indikatoren zur Beschreibung der Struktureinheiten

Im nächsten Schritt wurden Indikatoren zur Beschreibung der ökologischen Qualität ausgewählt und die Stadtstrukturtypen mit Daten zu diesen Indikatoren inhaltlich unterlegt. Anhand dieser Indikatoren ist einerseits ein Vergleich gleichartiger Räume innerhalb einer Stadt möglich, andererseits lassen sich dadurch Städte untereinander vergleichen.

Die Indikatoren zur Untersetzung der Strukturtypen für Leipzig sind:

- Gebäudedichte
- Gebäudealter
- Freiflächenstruktur
- Versiegelungsgrad und
- Grünflächenstruktur

Anhand dieser groben Indikatoren lassen sich näherungsweise Aussagen z.B. über stadtklimatische Fragen, Freiflächenpotentiale, bioökologische Potentiale oder das Ausmaß der verändernden Eingriffe in den Naturhaushalt treffen. Für detailliertere Aussagen muß auf Informationen aus stadtklimatischen, lufthygienischen und Vegetationsuntersuchungen oder Gesundheitsstatistiken zurückgegriffen werden, d.h. die Auswahl zusätzlicher Indikatoren ist notwendig.

Tabelle 2: Strukturtypen Mendoza - Beschreibung

1	Kerngebiet	Kerngebiet mit gemischter Nutzung (Handel, Institutionen) und mehrstöckigen Wohnhäusern. Hohe bis mittlere Gebäudedichte unterschiedlicher Typologie, regelmäßige rechteckige Blockstruktur. Vollversiegelte Straßen mit Straßenbäumen entlang jeder Straßenseite, Folienvordächer.
2	Siedlungsstrukturen mit zusammenhängender Straßenbaumvegetation	Gebiete im nahen Stadtkernumfeld, vorwiegend Wohnnutzung, Einzel- und Mehrfamilienhäuser, private oder renovierte Sozialgebäude, geschlossene städtische Baumvegetation.
3	Siedlungsstrukturen mit unregelmäßiger Straßenbaumvegetation	Gebiete im nahen Stadtkernumfeld, vorwiegend Wohnnutzung, Einzel- und Mehrfamilienhäuser, private oder renovierte Sozialgebäude, Straßenbaumvegetation in Entwicklung begriffen, unregelmäßig oder selten.
4	Sozialwohnungen	Relativ neue Sozialwohnungen staatlicher Organisationen (IPV, BHN) oder von Kooperativen, für mittlere und einkommensschwache Gruppen.
5	Squattersiedlungen	Squattersiedlungen (ungeplant), Verdichtung ungeplanter, kleiner selbsterrichteter einfacher Häuser oder Hütten aus traditionellen- oder Altmaterialien, unversiegelte Flächen, fehlende Bewässerungsgräben, unvollständige oder fehlende Infrastruktur.
6	Grüne Vorstadtsiedlungen	Große Einfamilienhäuser für mittlere und hohe Einkommenschichten. Mittelgroße bis große Parzellen, geringe Gebäudedichte. Große Gärten mit Bäumen und Sträuchern. Straßenbegrünung voll entwickelt oder in Entwicklung begriffen.
7	Grünflächen mit oder ohne Gebäuden	Große private oder öffentl. Grünflächen in der Stadt. Parks, Sportanlagen, Friedhöfe, Plätze und Grünflächen entlang der Hauptstraßen.
8	Industrieflächen	Industrieparks, große Geschäftsgebäude (Läden, Lagerhäuser, offene Flächen, Parkplätze etc.).
9	Große Öffentliche Einrichtungen	Flughäfen, Wasseranlagen, Müllplätze, Bildungs- und Gesundheitseinrichtungen, Bus- und Bahnstationen, militärische Anlagen, Lagerhäuser.
10	Städtische Freiflächen	Städtische Freiflächen und Umwidmungsflächen: Parzelliertes, ungenutztes oder dünn besiedeltes Gelände. Geringer Baumbestand.
11	Landwirtschaftlich genutzte Flächen	Kleine bis mittelgroße Flächen in Intensivkultur (Wein, Obst, Gemüse).
12	Wasserflächen	Bett des Mendoza-Flusses, große Sedimentationsflächen, Bewässerungskanäle, Drainagegräben.
13	Waldflächen	Hangfußbereiche mit großer Neigung, kleine Berge. xerophytische Vegetation, geringe oder fehlende Besiedlung.
14	Degradierete Unterhangbereiche	Hangfußbereiche, degradiert durch Sedimentabbau (Sand, Kies), oder verschmutzt durch Müllablagerung. Vereinzelt Squatterhäuser aus Altmaterial.
15	Alluvialbereiche	Durch Überschwemmungen (Trockenzeit) und Anschnitt erodierte Hangfußbereiche in der Nähe von Flussläufen.
16	Offener Boden	Offene Oberflächen der Ebene mit geringer oder fehlende Vegetationsbedeckung, landwirtschaftl. Flächen geringer Produktivität, Salzböden.

Tabelle 3: Strukturtypen Leipzig - Beschreibung

1	Kerngebiet	Zentraler Bereich gemischter Nutzung (Verwaltung, Dienstleistung, Gewerbe). Mehrstöckige Wohngebäude hoher Gebäudedichte, unregelmäßiger Grundriß. Sehr hoher VG, geringer GFA, sehr geringer Baumanteil, extrem geringer BTW.
2	Blockbebauung (offen/geschlossen)	Bereiche hoher Gebäudedichte mit gemischter Nutzung (Wohnen, Industrie, Handwerk) in den Blockinnenbereichen. Sehr hoher VG (70-90%), geringer bis extrem geringer BTW. Probleme: Luftverschmutzung, Altlasten und Lärm (Industrie, Handel). Defizite bei Grün- bzw. Erholungsflächen.
3	Blockrandbebauung (offen/geschlossen)	Bereich überwiegend dem Wohnen dienender mehrstöckiger, regelmäßig (Blockrand) angeordneter Gebäude. VG (40-60%), in den Innenhöfen Gehölzvegetation oder Scherrasen, geringer BTW. Probleme durch Luftverschmutzung.
4	Zeilenbebauung	3- bis 4-geschossige, zeilenförmig angeordnete, meist öffentliche Wohngebäude, VG (40-70%), Abstandsgrün, monotone Scherrasen, z.T. Trittbiopte und Ruderalfluren, von mäßig bis geringer BTW.
5	Großwohnsiedlungen	Mehrstöckige große Wohngebäudekomplexe regelmäßiger Anordnung (Plattenbau, 4-12 Stockwerke), in Stadtrandlage. VG (25-80%). Meist Scherrasen, sehr geringer BTW.
6	Ein- und Zweifamilienhausbebauung	Ein- und Zweifamilienhäuser (geringe bis mittlere Einkommensklassen) mit umfangreichem Gartengrün. Kleine bis mittlere Parzellengrößen, geringer Baudichte. GFA von 40-70%, Scherrasen und Beete, hohe Gehölzvielfalt. Sehr geringer BTW.
7	Villen	Ein- und Zweifamilienhausbebauung, große Parzellen, gehobene Einkommensklassen, hoher GFA (60%) von parkähnlicher Gestalt, naturnahe, extensiv gepflegte Bestände mit hohem Gehölzanteil. Mittlerer BTW.
8	Alte Dorfkern	Eingemeindete Dörfer mit dörflichen Reststrukturen (Bauernhöfe, Stallungen u.a.). Verwilderte Rasen, Brachen Gehölze oder Obstbaumbestand. geringer BTW.
9	Altindustrieflächen	Mehrstöckige große Produktions- und Lagerhallen, Gebäude u.a. von dichter Anordnung. Hoher VG, kleinflächig Ruderalgesellschaften. Geringer BTW, Altlasten, Verlärmung.
10	Neuere Industrie- und Gewerbeflächen	Industrieflächen mit hohem Grün- und Freiflächenanteil und geringem VG. Mäßiger BTW.
11	Große öffentliche Einrichtungen	Museen, Bildungseinrichtungen, Verwaltung Kirchen etc., stark variierendem Freiflächenanteil. VG 40-80%, geringer bis extrem geringer BTW.
12	Technische Ver- und Entsorgungsanlagen	Kläranlagen, Wasserwerke, Energieanlagen u.a., meist in Flußnähe. Bebauung beschränkt sich auf Betriebsgebäude. Geringer VG, Ruderalfluren von mittlerem BTW.
13	Einkaufszentren	Große Gebäudekomplexe mit hohem Parkplatzanteil und hohem Verkehrsaufkommen. Sehr hoher VG, ohne BTW.
14	Verkehrsflächen	Bahnanlagen, Depots, Großparkplätze. Sehr hoher VG. Trockenheitsliebende Pflanzen, Trittgemeinschaften von mäßig bis geringem BTW.
15	Sport-, Spiel und Freizeitanlagen	Sportplätze, Stadien, Reit- und Tennisplätze, Freibäder. Kleine und große Komplexe mit Gebäuden und Freiflächen, geringer VG, BTW hoch bis gering.
16	Parks und Grünflächen	Grün- und Parkanlagen, Sehr geringer VG, mäßig bis hoher BTW. Multifunktionale Bedeutung (Erholung, Frischluftversorgung, Rückzugsgebiete).
17	Kleingartenanlagen	Kleingärten mit Nutz- oder Zierfunktion, geringe Bebauung. geringer bis sehr geringer VG, mäßig bis sehr geringer BTW.
18	Friedhöfe	Flächen mit parkartigem Charakter und geringer Bebauung. VG sehr gering. Stark differenzierter Baumbestand. BTW mittel.
19	Landwirtschaftlich genutzte Flächen	Wiesen, Weiden, Gärtnereien Ackerland mit monotonem Erscheinungsbild, geringe landschaftliche Gliederung. VG sehr gering. BTW hoch bis sehr gering.

20	Wasserflächen	Stehende und fließende Gewässer: Große Flächen hydromorpher Böden. Mittlerer bis hoher BTW, bedeutende landschaftsökologische Haus-haltsfunktionen.
21	Waldflächen	Auwälder und Forste. VG sehr gering, BTW sehr hoch bis mittel. Wertvolle Ökosysteme mit bedeutenden landschaftsökologischen Funktionen (Flora und Fauna, Rückzugsgebiete, Erholung, Klima, Lufthygiene).
22	Aufschüttungs-, Abgra-bungs- und Entsorgungs-flächen	Extrem veränderte Standorte (Bergbaufolgelandschaften oder Müllkippen), VG sehr gering, BTW nicht vorhanden. Ökologische Problemgebiete mit zukünftig hohem ökologischen- und Erholungspotential (z.B. Tagebau).
23	Brach- und Umwid-mungsflächen	In Umnutzung befindliche (Frei-)Flächen. Verfallene Gebäude, Ruderalfluren, Spontangehölzvegetation. VG gering, BTW gering bis sehr hoch.

VG = Versiegelungsgrad, BTW = Biotopenwert, GFA = Grünflächenanteil

4. Konzepte zur nachhaltigen Umweltentwicklung in Städten

Die Entwicklung von Konzepten zur nachhaltigen Umweltentwicklung sind ein mittelfristiges Ziel der vergleichenden Untersuchungen. Auf der Basis der oben beschriebenen Stadtstrukturtypen und Indikatoren lassen sich allgemeine Aussagen über Entwicklungspotentiale, ökologische Konflikte oder schutzwürdige Gebiete treffen zur

- Erhaltung gegenwärtig als ökologisch positiv einzuschätzender Zustände
- Wiederherstellung ehemals positiver ökologischer Räume und Zustände
- Entwicklung oder Verbesserung ökologisch negativer Verhältnisse.

Konzeptionelle Aussagen zur Verbesserung der Umweltsituation in den Städten sollten in einem Ziel- und Maßnahmenkatalog dargestellt werden.

Die gesamte Stadtregion Leipzig wurde unter verschiedenen Gesichtspunkten bewertet, z.B.

- Räume ökologischer Konflikte
- Ausmaß ökologischer Schäden
- Ungesunde Lebensbedingungen.

Die ökologischen Konfliktpotentiale wurden in einer Kartenserie dargestellt. Für ausgewählte Beispielräume wurden Vorschläge zur Verbesserung der Umwelt- und Lebensqualität erarbeitet.

5. Analyse der Strukturtypen

Für die Strukturtypeneinheiten wurde eine Beschreibung angefertigt, die hier nur in Kurzform dargestellt werden kann (vgl. Tabellen 2 und 3). Die Beschreibung enthält ebenfalls Vorschläge für Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen und der Wohnumfeldsituation.

5.1 Beispiel Leipzig: Strukturtyp 2: Blockbebauung (offen/geschlossen)

Die Blockbebauung umfaßt vorwiegend an das Stadtzentrum angrenzende Bereiche mit hoher Gebäudedichte und gemischter Nutzungsstruktur (Wohnen, Kleinindustrie, Handwerk in den Blockinnenbereichen). Sie ist gekennzeichnet durch einen sehr hohen Versiegelungsgrad (geschlossene Bebauung 70-90%, offene Bebauung 40-60%) und einem geringen bis extrem geringen Biotoptypenwert. Die Qualität der Bausubstanz (unrenoviert) ist meist schlecht, die sanitären Verhältnisse unzureichend. Probleme durch Luftverschmutzung (SO₂) entstehen durch Einzelofenheizung auf Braunkohlebasis oder bei hoher Verkehrsdichte in engen Straßenschluchten (Benzol, Ozon). Die Umweltqualität wird örtlich durch Boden- und Grundwasserkontamination (Altlasten) oder durch Lärm (Industrie, Handel, Durchgangsverkehr in engen Straßenschluchten) beeinträchtigt. Qualitative und quantitative Defizite bestehen im Grün- und Freiflächenanteil (Erholungspotential). Eine Überalterung der Bevölkerung und ein hoher Gebäudeleerstand sind Indikatoren für soziale Segregationstendenzen.

Beispiele für Maßnahmen zur Verbesserung der Situation in der Blockbebauung:

- Installation von Zentralheizungen auf Gasbasis oder Fernwärme zur Verringerung der eigenverursachten Luftverschmutzung
- Verkehrsberuhigung/-verringering in engen Straßen
- Verbesserung der sanitären Verhältnisse und der Bausubstanz
- Teilentkernung der Innenhöfe und Einrichtung von Mietergärten oder frei zugänglichen Grünflächen
- Schaffung zusätzlicher Freiflächen (Industriebrachen, Baulücken).

5.2 Beispiel Mendoza: Strukturtyp 6: Grüne Vorstadtsiedlungen

Der Prozeß der Suburbanisierung schreitet in Mendoza stark voran und erfaßt bereits die Agrarflächen in Stadtrandlage, deren Wert durch die ökonomische Krise der Weinindustrie im Sinken begriffen ist. Bermejo im Nordosten und hauptsächlich La Puntilla, Chacras de Coria und Vistalba im Süden der Stadtregion besitzen einen hohen Bodenpreis aufgrund einer hohen Bodenqualität und eines sehr günstigen Mikroklimas. Dadurch konnte sich hier sozialer Mietwohnungsbau nicht durchsetzen. Diese Bereiche wurden das Expansionsgebiet für mittlere und hohe Einkommensgruppen. Die neu zugezogenen Einwohner bringen städtische Lebensstile in eine agrarisch geprägte Umgebung.

Die Siedlungsphysiognomie reflektiert diese Situation: Die Vorstadtsiedlungen entstehen durch Teilung/Parzellierung der früheren Agrarflächen und Modifikation der ursprünglich ländlichen Umwelt. Typisch sind große Parzellen mit großen, einzeln stehenden Gebäuden und großen Gärten/Grünflächen. Mit Ausnahme der Hauptverkehrsstraßen dominieren ungepflasterte Erdstraßen. Bewässerungskanäle sind als Erdrienen angelegt. Alte Straßen besitzen eine voll entwickelte Baumbegleitvegetation.

6. Ausblick

Die stadtökologischen Untersuchungen in Leipzig und Mendoza auf Basis des Strukturtypen-Indikatoren-Konzeptes erwiesen sich als ein geeignetes Instrument der Analyse der sozialen und ökologischen Umwelt in Stadtregionen. Die Methode eignet sich zur Übertragung von Untersuchungsergebnissen auf gleichartige Strukturen sowohl innerhalb einer Stadt als auch zwischen Städten. Die im Verlaufe des Projektes gewonnenen Daten und Informationen zur Stadtstruktur bilden eine fundierte Grundlage, auf der zukünftige stadträumliche Untersuchungen aufgebaut werden können. Die Arbeiten zur Kennzeichnung der Konfliktbereiche, der Analyse der Lebensverhältnisse und des Ausmaßes ökologischer Eingriffe und Schäden werden fortgesetzt und zur inhaltlichen Untersetzung und Erarbeitung von Konzepten zur nachhaltig ökologischen Raumgestaltung in Städten verwendet.

Autoren

Jürgen BREUSTE, Peter BÖHM

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Projektbereich Urbane Landschaften
Permoserstr. 15
04318 Leipzig

Carlos DE ROSA, Elma MONTAÑA

CRICYT - Centro Regional de Investigaciones Cientificas
INCIHUSA - Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales
Parque Gral. San Martin
Casilla de Correo 131
5500 Mendoza

Der Einfluß sozioökonomischer Faktoren auf die Stadtentwicklung im Vergleich zwischen Leipzig und Gran-Mendoza

KABISCH, S., CHORÉN, S., GRECO, S.

1. Einführung

Im Rahmen der deutsch-argentinischen Kooperation im Umweltbereich wurde ein Forschungsverbund konzipiert, der sich mit ökologisch relevanten Fragestellungen hinsichtlich der Stadtentwicklung beschäftigt. Ein Teilvorhaben befaßte sich im Zeitraum von 1993 bis 1995 mit sozioökonomischen Faktoren, die maßgeblichen Einfluß auf die Attraktivität städtischer Räume haben.

Am Fallbeispiel der beiden Städte Leipzig und Gran Mendoza, die zugleich Standorte der kooperierenden wissenschaftlichen Institutionen sind, wurden soziale Prozesse vergleichend analysiert und bewertet. Auf der Basis der Untersuchung der spezifischen Merkmalsausprägung der beiden Städte bezüglich ihrer historischen, sozialstrukturellen und ökonomischen Entwicklung sowie ihrer natürlichen Ausstattung wurden die Entwicklungspotentiale herausgefiltert.

In Gran Mendoza leben ca. 900.000 Menschen. In der Stadt Leipzig wurden 1994 etwa 480.000 Menschen registriert.

Während Gran Mendoza quasi als Oase in einem semi-ariden Gebiet ohne größere, benachbarte Siedlungsstrukturen liegt, ist Leipzig in eine Region mit hoher Siedlungsdichte eingebettet und von einem Kranz aus Klein- und Mittelstädten und Dörfern umgeben. Zwischen ihnen und der Großstadt bestehen vielfältige Verflechtungsbeziehungen. In der Region Leipzig leben ca. 1,5 Millionen Menschen.

Das Projekt ist als eine vergleichende Studie angelegt. Durch die Projektpartner wurde ein abgestimmtes Konzept einschließlich gleicher Methodik erarbeitet. Die empirischen Feldforschungen vor Ort und die Auswertung der Ergebnisse erfolgten unter der Verantwortung des jeweiligen Projektleiters.

2. Wissenschaftliche Zielstellung

In Anlehnung an das Leitbild einer nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung wurden die Ursachen für die differenzierte Attraktivität städtischer Räume untersucht. Dazu war ein adäquates Indikatorenset auszuwählen. Mit dessen Hilfe konnte die aktuelle Situation analysiert werden. Darauf aufbauend wurden Prognosen zur künftigen Entwicklung der einzelnen Stadtteile abgeleitet. Als forschungsleitende Hypothese wurde formuliert, daß sowohl das bauliche als auch das soziale und das natürliche Ausstattungspotential die Attraktivität städtischer Räume bestimmen. Entsprechend der Qualität der Potentiale in den Teilräumen wurde eine wachsende

Segregation der Wohngebiete erwartet. Trotz sehr unterschiedlicher Ausgangssituation galt diese Hypothese für beide Untersuchungsfelder.

3. Methodische Umsetzung

Die Forschungsarbeit unterteilte sich in eine theoretische und eine empirische Phase. Zunächst mußte auf der Theorieebene bestimmt werden, wie das Leitbild einer nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung für das Projekt operationalisiert, d.h. welche konkreten Bereiche untersucht werden sollten. Und es war notwendig, auf die generellen Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsfeldern hinzuweisen.

Übereinstimmend wurde in Anlehnung an den Brundlandt-Report resümiert, daß die Entwicklung hin zu mehr Nachhaltigkeit ein Langzeitprozeß ist, der Veränderungen im täglichen Leben, in den Wirtschaftsstrukturen und in der Inanspruchnahme der natürlichen Ressourcen erfordert. Die konkrete Umsetzung des Modells kann aber nur unter Beachtung der spezifischen Ausgangsbedingungen erfolgen. Um diese zu bestimmen, wurde auf der empirischen Ebene ein Indikatorenset erarbeitet, das sowohl vergleichbare Indikatoren enthält, als auch Indikatoren, die der jeweiligen Stadtspezifik entsprechen.

Für Leipzig konkretisieren sich die Anforderungen u.a. in der erfolgreichen Bewältigung des wirtschaftlichen Strukturwandels, in der Verbesserung der Lebensqualität und in der Sanierung und Revitalisierung zerstörter Landschaften und Stadtflächen. Allerdings ist die gegenwärtige Situation von gegenläufigen Tendenzen geprägt. Der wirtschaftliche Strukturbruch, insbesondere der Niedergang des verarbeitenden Gewerbes, hat zu wachsender Arbeitslosigkeit und damit Verunsicherung geführt, die die wesentliche Ursache für die Beeinträchtigung der Lebensqualität ist. Obwohl das tagebauerstörte südliche und nördliche Umland der Stadt allmählich saniert und revitalisiert wird, erreicht mit der großräumigen Ausweisung von Gewerbe- und Wohngebieten in den Nachbarkommunen der Landschaftsverbrauch neue Größenordnungen. Innerstädtische Brachflächen bleiben ungenutzt und alte Bausubstanz verfällt weiter, was den urbanen Charakter und das Bild der Stadt beeinträchtigt

Für Gran Mendoza ist - ähnlich wie für Leipzig - die wirtschaftliche Entwicklung die Voraussetzung für die Bewältigung der sozialen Probleme, wobei die notwendige enge Verbindung zwischen der Wirtschaftspolitik und der Sozialpolitik zu betonen ist.

Die Entwicklung hin zu einer offenen und liberalisierten Wirtschaft und zu einer Modifizierung der Rolle des Staates führten auch zu Arbeitsplatzabbau im industriellen und im öffentlichen Sektor und damit verbundener Arbeitslosigkeit. Hinzu kamen wachsende Armut, zunehmende soziale Segregation und Sicherheitsmängel. Diese Situation wurde noch weiter verschlimmert durch die starke Reduzierung öffentlicher Ausgaben, die für die Erhaltung und Ausbau des städtischen Wohnungsbestand und die Infrastruktur bestimmt waren. Damit wurden die Möglichkeiten einer Verbesserung der Trinkwasserversorgung, welche ein wesentliches Kriterium für Lebensqualität ist, eingeschränkt. Darüber hinaus wuchsen die Überbevölkerung bestimmter Stadtgebiete, die Anzahl der Menschen ohne medizinische Versorgung, die Rate der Kindersterblichkeit und der krankheitsbedingten Sterblichkeit. Andererseits ist aufgrund des semiariden Klimas die landwirtschaftlich nutzbare Fläche rar. Die voranschreitende Suburbanisierung, welche durch sozial starke Gruppen getragen wird und sich in den landwirtschaftlichen Sektor südlich der City erstreckt, bewirkt eine zunehmende Zerstörung der begrenzten landwirtschaftlich ertragreichen Gebiete.

Für die genauere Beschreibung der Sozialstruktur und der Wohnbedingungen dienten folgende vergleichbare Indikatoren, die für beide Städte vorlagen, Stand 1991:

Tabelle 1: Vergleichbare Indikatoren zur Beschreibung der Sozialstruktur

Indikatoren	Leipzig	Gran Mendoza
Einwohnerzahl	503.191	802.438
Einw.-entwicklung 1980-91	- 11%	+ 23%
Einwohnerdichte	3.435 EW/km ²	3.182 EW/km ²
Altersstruktur		
-bis 18 Jahre	19%	47% (bis 21 Jahre)
-18-60 Jahre	60%	44% (21-60 Jahre)
-älter als 60 Jahre	21%	9%
Anteil Einpersonenhaushalte	36%	10%

Zur Charakteristik der spezifischen Merkmale der Wohnbedingungen der beiden Städte konnten folgende Indikatoren genutzt werden, Stand 1991:

Tabelle 2.1: Spezifische Indikatoren zur Beschreibung der Wohnbedingungen Leipzigs

Indikatoren	Leipzig
Eigentumsform der Wohnung	
-städtisch	47%
-genossenschaftlich	24%
-privat	29%
Wohnungsausstattung	
-Bad	78%
-moderne Heizung	34%

Tabelle 2.2: Spezifische Indikatoren zur Beschreibung der Wohnbedingungen in Gran Mendoza

Indikatoren	Gran Mendoza
Häuser ohne Wasseranschluß	15%
Häuser ohne Abwasseranschl.	48%
Haushalte, die ihre Grundbedürfnisse nicht befriedigen	17%

Die vorliegenden Indikatoren wurden auf kleinräumiger Basis ausgewertet und kartographisch umgesetzt. Für Leipzig erfolgte die Analyse auf der Basis der 49 Ortsteile. Für Gran Mendoza bildeten 64 Teilräume (fracciones) die Grundlage. Für beide Städte liegen Karten vor, die die Ausstattungspotentiale der betrachteten Teilräume zeigen. Mit Hilfe der Overlay-Technik erfolgte die Kombination verschiedener Karteninhalte. Damit konnten unterschiedliche Gunsträume sowie benachteiligte Räume ausgewiesen werden. So existiert ein wertvolles Instrument zur Veranschaulichung der sozialräumlichen Differenzierung.

Zugleich wurde mit diesem Vorgehen ein Beitrag zur Erstellung eines Umweltinformationssystems, an welchem aktuell in Leipzig und in Gran Mendoza gearbeitet wird, geleistet.

4. Untersuchungsergebnisse

Aus den vorliegenden Analyseergebnissen der jeweiligen Untersuchungsfelder werden einige sozialstrukturell wichtige und forschungsrelevante Unterschiede deutlich (Vgl. Tab. 1). Die Einwohnerzahl in Gran Mendoza wächst ständig (Vgl. Graph 1). Die Ursachen dafür sind 1. die hohe Geburtenrate (22,11 pro 1000 Einwohner 1989 und 21,47 pro 1000 Einwohner 1994) und 2. die Wanderungsgewinne durch Zuwanderung vom Land und aus kleinen Städten. Für Leipzig ist eine gegenläufige Entwicklung festzustellen: Aufgrund der dramatisch gesunkenen Geburtenzahl (von 12,3 pro 1000 Einwohner 1985 auf 5,2 pro 1000 Einwohner 1994) und der fortgesetzten Abwanderung aus der Kernstadt sinkt die Bevölkerungszahl (Vgl. Graph 2).

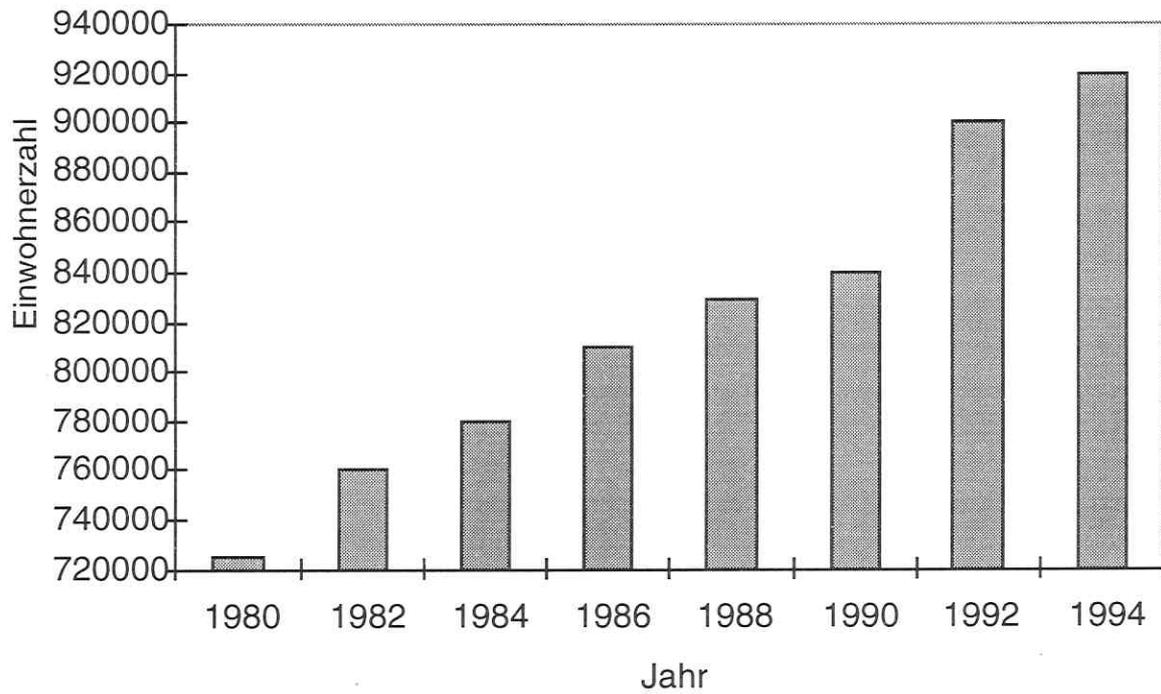
Mit diesen demographischen Entwicklungen steht die Altersstruktur der Bevölkerung in unmittelbarem Zusammenhang. Die Bevölkerung in Gran Mendoza ist wesentlich jünger als die Bevölkerung in Leipzig. Während in Leipzig nur jeder 5. Einwohner (19% der Gesamteinwohnerzahl) jünger als 18 Jahre ist, beträgt in Gran Mendoza der Anteil der jungen Einwohnergruppe fast die Hälfte der Gesamtzahl (47%, bis 21 Jahre). Damit sind Fragestellungen hinsichtlich der künftigen Lebensplanung der jungen Generation, insbesondere ihrer Chancen auf dem Arbeitsmarkt verbunden. Zugleich läßt sich ableiten, daß die Bevölkerungszahl weiter anwachsen wird und damit auch zusätzliche Wohngebiete geschaffen werden müssen.

Auch in Leipzig sind die Zukunftschancen der jungen Generation ein gegenwärtig äußerst kritisches Thema. Dennoch besteht keine unmittelbare Kopplung an die Problematik der Wohnbedingungen. Deren Differenziertheit und die darin eingeschlossenen Fragestellungen betreffen alle Altersgruppen. Während die Ausstattung der Wohnungen mit Bad oder Dusche (78%) relativ hoch ist, beträgt der Ausstattungsgrad mit moderner Heizung nur 34%. Mit Hilfe der kartographischen Darstellung kann gezeigt werden, daß die innenstadtnahen gründerzeitlichen Wohngebiete, insbesondere die alten Arbeiterquartiere in besonders geringem Maße über diesen Komfort verfügen. Hier deuten sich bereits gewisse Restriktionen bezüglich der Wohnattraktivität der Viertel an.

Die Sozialstrukturdaten verweisen auf einen starken Unterschied hinsichtlich des Anteils von Einpersonenhaushalten zwischen Gran Mendoza und Leipzig. In Leipzig ist dieser Anteil mit 36% hoch, er weist eine steigende Tendenz auf und entspricht damit Entwicklungen in westeuropäischen Großstädten. Damit sind wachsende Anforderungen an den Platzbedarf verbunden. Dagegen beträgt der Anteil der Einpersonenhaushalte in Gran Mendoza nur 10%. Hier sind demnach die Individualisierungserscheinungen (noch) nicht in westeuropäischen Maßstäben ausgeprägt. Traditionell engere Familiennetzwerke funktionieren und Wertorientierungen sind stärker auf die Familie ausgerichtet, was sich auch an der höheren Kinderanzahl pro Familie zeigt.

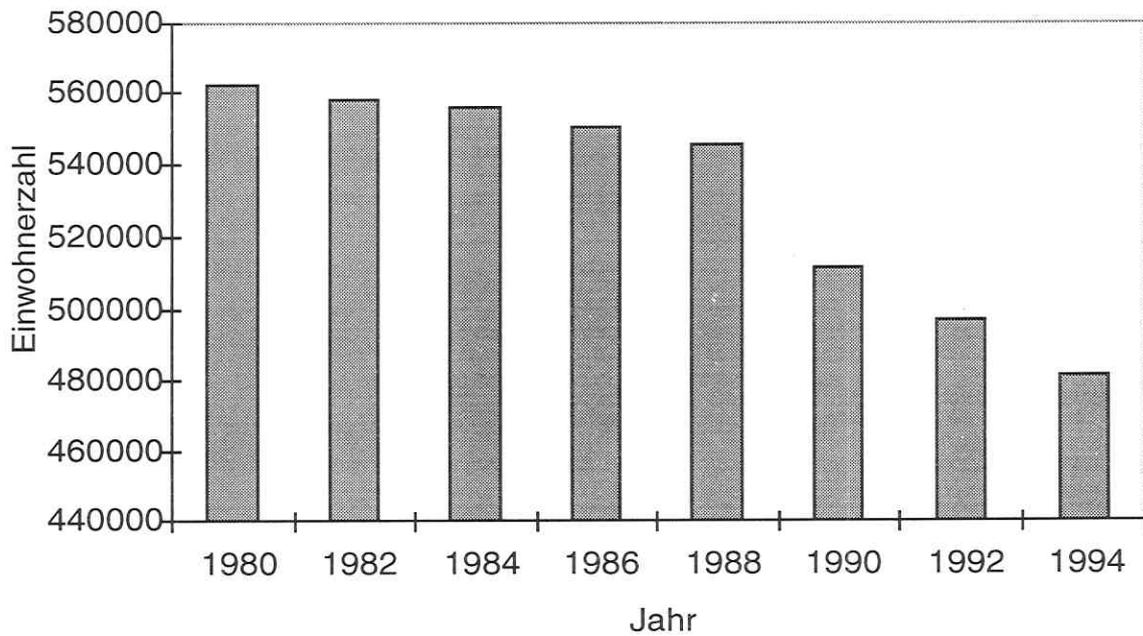
Alle 49 Ortsteile Leipzigs sind anhand der vorliegenden Indikatoren beschrieben und hinsichtlich ihrer prognostischen Entwicklung bewertet worden (Vgl. Kabisch, S. et. al.). Aus der Synthese sozialstruktureller Merkmale, baulicher und natürlicher Ausstattungskomponenten sowie der sozialen Infrastruktur und ausgewählter Wahldaten ist eine Charakteristik sozialer Räume vorgenommen worden, wobei die administrative Grenzziehung nur noch marginal Berücksichtigung fand. Insgesamt konnten elf Typen sozialer Räume identifiziert werden. Auf dieser Basis wurden Schlußfolgerungen hinsichtlich sozialräumlicher Differenzierung in Leipzig abgeleitet, um dadurch auf soziale

Graph 1: Einwohnerentwicklung in Gran Mendoza, 1980-1994



Quelle: Dirección de Estadísticas e Investigaciones económicas

Graph 2: Einwohnerentwicklung Leipzigs, 1980-1994



Quelle: Statistisches Jahrbuch Stadt Leipzig, Seite 23

Segregationstendenzen aufmerksam machen zu können. Künftigen Wohngebieten für höhere Einkommensgruppen (Gebiete im Typ „Gründerzeitliche Bürgerviertel mit repräsentativer Wohnbebauung“) werden Viertel gegenübergestellt, die Anzeichen sozialer Brennpunkte (sehr hoher Anteil von Arbeitslosen und Sozialhilfeempfängern, Kriminalität) aufweisen. Die sich herausbildende Konzentration sozial schwächerer Gruppen erscheint gegenwärtig in Gebieten, deren Wohnattraktivität sehr gering ist (einerseits alte Gebiete mit verfallener Bausubstanz und geringer Komfortausstattung, andererseits Neubaugebiete mit sehr hoher baulicher Verdichtung, geringer infrastruktureller Ausstattung, peripherer Lage). Hier liegen die Mietpreise auf einem niedrigen Niveau, so daß einkommensarme Bevölkerungsgruppen die Wohnkosten tragen können.

Ein weiteres Merkmal, insbesondere innerstädtischer Altbauquartiere, ist deren geringe ökologische Qualität. Geringe Grünausstattung und hohe Luftschadstoffbelastung durch Kohleheizung, hohes Verkehrsaufkommen und Gewerbe beeinträchtigen die Wohn- und Lebensqualität. Damit finden Untersuchungsergebnisse, die belegen, daß Scheidelinien der sozialen Segregation entlang den Grenzen der ökologischen Belastungsgebiete verlaufen, möglicherweise auch in Leipzig ihre Bestätigung. Bei ausbleibenden Gegensteuerungsmaßnahmen werden soziale Brennpunkte in Vierteln der Typen „Gründerzeitliches Arbeiterviertel mit verdichteter einfacher Wohnbebauung“ und „Hochverdichtetes Großneubaugebiet mit gemischter Bewohnerstruktur“ erwartet. Dieses Ergebnis ist auch unter dem Aspekt zu beachten, daß gerade die Viertel des letzteren Typs über eine sehr hohe Einwohnerdichte verfügen und demnach ein quantitativ beachtlicher Einwohneranteil von diesen Entwicklungstendenzen betroffen wäre (Vgl. Karte 1: Einwohnerdichte 1991 nach Ortsteilen, Leipzig). Möglichkeiten für eine Gegensteuerung sind mit dem hohen Anteil von Wohnungen in kommunalem Eigentum gegeben (Vgl. Tab. 2.1). Entsprechende Entscheidungen sind bereits durch die Ausweisung von Sanierungsgebieten in den „Gründerzeitlichen Arbeitervierteln“ getroffen worden. Ob die damit verbundenen Auswirkungen weitreichend genug sind, um die Entstehung sozialer Brennpunkte zu vermeiden, ist gegenwärtig nicht abzuschätzen.

Für Gran Mendoza konnten mit der gleichen Methodik bisher fünf vorläufige und grobe Typen von sozialen Räumen unter besonderer Beachtung der Baustrukturen identifiziert werden:

1. Wohngebiete in Zentrumsnähe für Bewohner mit mittlerem und höherem Einkommen,
2. Wohngebiete, Geschäfts- und Dienstleistungsviertel in Zentrumsnähe mit Bewohnern unterschiedlicher Einkommensgruppen,
3. zentrumsferne Wohngebiete, die mit staatlicher Förderung gebaut wurden, für einkommensarme Einwohner,
4. Hüttendörfer an der Peripherie für Arme,
5. zentrumsferne Wohngebiete für Bewohner mit hohem Einkommen.

Die Typisierung erfolgte auf der Basis der 64 fracciones, wobei allerdings darauf hinzuweisen ist, daß einige fracciones mehrere Typen enthalten.

Es ist zu betonen, daß trotz Zunahme des Geschäfts- und Dienstleistungssektors, von öffentlichen Einrichtungen und sozialen Organisationen in der Innenstadt die Wohnfunktion in den zentralen Stadtgebieten weiterhin dominiert. Dieser Sachverhalt kann durch die hohe Einwohnerdichte in den innerstädtischen Gebieten belegt werden (Vgl. Karte 2: Einwohnerdichte 1991, Gran Mendoza).

In den dicht bebauten und verfallenen alten Wohngebieten sind ergänzende Versorgungs- und Handels-

einrichtungen eingeordnet worden. Diese Entwicklung wurde nach dem Erdbeben von 1985 forciert, da aufgrund des erforderlichen Abrisses eines großen Teils der beschädigten Wohnhäuser nun auch Fläche zur Verfügung stand. Etwa 12.000 Familien hatten ihre Häuser verloren. Sie erhielten staatliche Unterstützung für den Wiederaufbau.

Unter Beachtung der Einkommensgruppen und deren räumlicher Konzentration ist festzustellen, daß sich die Sektoren mit den höheren und mittleren Einkommensgruppen in den zentrumsnahen Gebieten und an der südlichen und südöstlichen Peripherie befinden.

Die Bewohnergruppen mit niedrigem Einkommen in den anderen zentrumsfernen Gebieten sehen sich einem Wohnungsmangel gegenüber. Zu geringer Wohnungsneubau für sie ist eine Ursache. Zusätzlich ist dieser Wohnungsbestand durch schlechten baulichen Zustand, Überfüllung und geringe Ausstattungsqualität (Wasser- und Abwasseranschluß, vgl. Tab. 2.2) gekennzeichnet.

Zwischen 1980 und 1994, insbesondere in der Hochzeit der Sozialpolitik in den 80er Jahren, wurden staatliche Wohnungsbauprogramme umgesetzt, um die Wohnbedingungen der Einwohnergruppen mit niedrigem Einkommen zu verbessern. Dennoch wurden damit nur punktuelle Verbesserungen erreicht.

Zu den besonderen Problemgruppen gehören jene, die ohne Landbesitz Flächen (ungesetzlich) okkupieren. Aus einfachen Materialien werden Unterkünfte gebaut, die ohne Sanitäreinrichtungen und ohne jeden Schutz gegenüber widrigen klimatischen Einflüssen (Hitze, Überflutung) sind. Sie werden „Shantytowns“ genannt. Es wurden 77 „Shantytowns“ mit ca. 33.000 Einwohnern in Grand Mendoza registriert.

In Grand Mendoza treffen genauso wie in Leipzig unterschiedliche soziale Merkmale mit unterschiedlichen Umweltmerkmalen zusammen. Migrationsprozesse der Angehörigen von hohen Einkommensgruppen vollziehen sich gegenwärtig vom Stadtzentrum in Richtung südliche und südöstliche Peripherie. Die Luft- und Lärmbelastung sowie die steigenden Temperaturen im Stadtzentrum sind wesentliche Ursachen für diesen Trend.

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen können soziale und Umweltprobleme in naher Zukunft abgeleitet werden. Diese resultieren einerseits aus der wachsenden Bevölkerungszahl, der Armut, den überbevölkerten „Shantytowns“ und dem unbefriedigten Wasserbedarf. Andererseits entstehen sie aufgrund der zunehmenden Luftverschmutzung und Lärmbelastung, die das Stadtzentrum beeinträchtigen.

Die Regierung unterstützt Wohnungsbaugenossenschaften und plant Veränderungen in der Verkehrsführung in den zentralen Stadtgebieten. Zusätzlich müssen Strategien zur Ermutigung von Selbsthilfe und der Verbesserung der Umweltbedingungen entwickelt und angewendet werden, um die Geschwindigkeit der voranschreitenden Prozesse zumindest einzudämmen.

5. Schlußfolgerungen

Aus den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen kann abgeleitet werden, daß im Gegensatz zu Leipzig in Gran Mendoza eindeutig segregierte Wohngebiete auszuweisen sind. Differenzierende Indikatoren, die hier zur Anwendung gelangen müssen, sind neben den klassischen Merkmalen „Einkommensstruktur“ und „Grundbesitz“ die konkreten Wohnbedingungen, insbesondere der Zustand und die Ausstattung der Wohnungen. Dazu kommt die hervorzuhebende Bedeutung der Umweltfaktoren. Der Schutz gegen die intensive Sonneneinstrahlung, u.a. durch Großgrün, welches wiederum für seine Existenz ausreichend mit Wasser versorgt werden muß, ist ein Qualitätsfaktor, der die Wohnbedingungen bestimmt. Überhaupt ist die Verfügbarkeit von Wasser in gutem Zustand ein wichtiges Merkmal der Wohn- und Lebensbedingungen. Die künf

tige Entwicklung Gran Mendozas mit seiner wachsenden Einwohnerzahl wird in besonderem Maße davon bestimmt sein, wie Quantität und Qualität des Wasserangebotes dem steigenden Bedarf gerecht werden können. Hinzu kommen Veränderungen der Eigentumsverhältnisse der Wasserwerke. Mit der geplanten Privatisierung ist mit dem Ansteigen des Wasserpreises zu rechnen.

In Leipzig sind gegenwärtig sozialräumliche Differenzierungsprozesse mit Ansätzen einer sozialen Segregation festzustellen. Zu den wesentlichen Indikatoren gehören neben den bereits genannten klassischen die unterschiedlichen Baustrukturen, die Ausstattungsqualität der Wohnungen und der Wohngebiete sowie die Umweltbedingungen (Luftverschmutzung, Grün-ausstattung). Für künftige Entwicklungsprozesse wird prognostiziert, daß sich innerhalb der Stadt in stärkerem Maße qualitativ unterschiedliche Teilräume herausbilden werden, was von sozialstrukturellen Entmischungsprozessen begleitet sein wird.

Die verschiedenen Ausgangsbedingungen im Vergleich zwischen Gran Mendoza und Leipzig, die anhand der Indikatoren verdeutlicht wurden, verlangen jeweils eigene Strategien und Maßnahmen, um die Attraktivität städtischer Teilräume in ihrer jeweiligen Typik zu erhöhen.

Trotz der Eigenarten der Untersuchungsfelder hat sich die Erarbeitung eines abgestimmten Untersuchungskonzeptes einschließlich einer vergleichbaren Methodik bewährt.

Die Untersuchungsergebnisse belegen übereinstimmend die Notwendigkeit soziologischer Forschung im Rahmen stadtökologischer Projekte und ihrer Ausrichtung auf den unmittelbaren Praxisbezug nachhaltiger Stadtentwicklung.

Autoren

Sigrun KABISCH

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Ökologische Umweltsoziologie
Permoserstr. 15
04318 Leipzig

Susana CHORÉN, Silvia GRECO

CRICYT - Centro Regional de Investigaciones Cientificas
IADIZA-Instituto Argentino de Investigacion de las Zonas Aridas
Parque Gral. San Martin
Casilla de Correo 131
5500 Mendoza

Literatur

Statistisches Jahrbuch 1995, Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen, Leipzig 1995.

KABISCH, S.; KINDLER, A.; RINK D.: Sozialatlas der Stadt Leipzig, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Leipzig 1996.

Censo Nacional de Población y Vivienda Mendoza. Serie. Nº 13 INDEC. 1991.

Tablas Básicas de Estadísticas Vitales INDEC Mendoza 1991/92/93.

Atlas Estadístico de la Población de Mendoza. Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas, Mendoza 1996.

Organisation einer gemeinsamen Datenbasis und des Datenaustausches

PULIAFITO, C., PULIAFITO, E.

1. Einführung

Das Studium von komplexen Umweltproblemen erfordert eine interdisziplinäre Forschung. Mit der Bildung des Projektverbundes Regionalökologie versucht man, Natur- und Gesellschaftswissenschaftler unterschiedlicher Einrichtungen und verschiedener Länder - in diesem Fall Mendoza (Argentinien) und Leipzig (Deutschland) - zusammenzuführen. Auf einem internationalen Workshop in Mendoza konnten die verschiedenen Standpunkte in bezug auf eine gleiche Realität der Umweltbedingungen dargelegt werden.

Interdisziplinarität erfordert den Austausch von Informationen und Daten und die Bildung einer gemeinsamen Datenbasis, die nicht nur für die Mitglieder des Projektverbundes, sondern auch für andere gesellschaftliche Bereiche von Nutzen ist. Da jedoch die Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen kommen, wird, bezogen auf so wichtige Themen wie Urheberrecht, Datenniveaus, Datenansprüche, Datenbasiszugang, usw., eine gemeinsame Sprache benötigt. Im folgenden wird versucht, Ideen für eine gemeinsame und für alle Beteiligten vorteilhafte Vorgehensweise zu finden.

2. Datenniveaus

Im Verlaufe der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftlern treten unterschiedliche Datenniveaus auf, die durch die Art der Beschaffung der Daten, ihre Vielgestaltigkeit, ihren Umfang, die erforderliche Verarbeitung usw. bestimmt sind (siehe Abb. 1). Dabei ist zu beachten, daß nicht alle gewonnenen Daten unbedingt jedes der folgenden Niveaus durchlaufen müssen. Dies hängt ab vom Informationsgehalt und der Methodik jedes einzelnen Wissenschaftszweiges. Jeder Forscher des Projektverbundes sollte die verschiedenen Niveaus in seinem Projekt unterscheiden. Auf diese Weise kann ein gemeinsamer Nenner für die Definition der Datenbasis des Projektverbundes gefunden werden. Folgende Niveaus werden unterschieden:

2.1 *Datenniveau 0: Rohdaten*

Zu diesem Niveau gehören die ersten Daten, die gesammelt wurden, z. B. mit Hilfe von Geräten. Das werden im allgemeinen Zahlen, Volts, Bits, Umfragezahlen, u.s.w. sein. Normalerweise sind diese Daten umfangreich und erfordern eine Kalibrierung. Die Daten sind auf diesem Niveau nur für die Projektexterten verständlich und enthalten keine brauchbaren Informationen für andere Wissenschaftler. Aufgrund der großen Menge von Daten, die zudem nicht in norma

len physikalischen Größen dargestellt sind, besteht kein Interesse, diese Daten auszutauschen. Ein Beispiel dafür ist der MAS-ATLAS-1 Mission-Versuch zur Fernerkundung der Erdatmosphäre an Bord des NASA Space-Shuttle. Während einer achttägigen Mission wurden 25 x 10⁹ Bytes gesammelt.

2.2 Datenniveau 1: Dateneichung

Viele Experimente erfordern eine Kalibrierung der Daten, vor allem aufgrund der Relativität der Meßergebnisse, d. h., sie müssen auf Standards oder Referenzwerte bezogen werden. Da in diesen Eichungsprozeß viele instrumentale Faktoren eingreifen, kann diese Aufgabe nur durch den Versuchsexperten durchgeführt werden. Erst nach der Kalibrierung der Daten erhält man eine physikalisch verständliche Information, die jedoch noch nicht ihr Endformat besitzt. In einem Fernerkundungsversuch, zum Beispiel, ist diese erste Information nur indirekt und muß noch weitere Verarbeitungsprozesse durchlaufen, um die gewünschten Werte aufzuweisen. Die beim MAS-Versuch gewonnenen 10.000.000 Spektrallinien oder 12 x 10⁹ Bytes sind also lediglich für den Versuchsexperten verwendbar.

2.3 Datenniveau 2: Geophysikalische Parameter

Nach der Kalibrierung werden die Daten reduziert und in geophysikalische Parameter umgewandelt. Dies ist das erste verständliche Informationsniveau für jene Wissenschaftler, die nicht unmittelbar am Projekt beteiligt sind. Vielfach sind die Daten jedoch noch zu umfangreich, um zum allgemeinen Verständnis der Prozesse beizutragen. Das MAS-Projekt, um auf dieses Beispiel zurückzukommen, hat 250 000 Höhenprofile von Ozon, Wasserdampf, Sauerstoff, Chlormonoxid, Temperatur und Druck verarbeitet. Die Präsentation dieser Daten in zusammengefaßter Form erfordert weitere Verarbeitungsprozesse. Diese Aufgabe wird normalerweise von den am Projekt beteiligten Wissenschaftlern durchgeführt.

2.4 Datenniveau 3: Integration

Die geophysikalischen Parameter, die in der letzte Stufe gewonnen wurden, werden entsprechend bestimmter allgemeiner Kriterien komprimiert und ausgewählt, z. B. tägliche, jahreszeitliche, jährliche Mittelwerte, usw. Damit ist es möglich, erste Informationen in einem Format zu bekommen, das von den Wissenschaftlern anderer Projekte für Vergleiche, Korrelationen oder als Basis für ihre eigenen Kalkulationen verwendet werden kann. Das MAS-Projekt hat auf diesem Niveau 100 Megabyte Daten und ist somit geeignet für den Datenaustausch zwischen den Mitgliedern des Projektverbundes Regionalökologie. Dennoch sind diese Daten möglicherweise noch nicht für eine Weitergabe an eine internationale Datenbank geeignet, da noch eine Bewertung der Meßfehler erforderlich ist. Ein Teil dieser Fehleranalyse kann im Rahmen des Projektes selbst durchgeführt werden, der Rest muß durch Vergleiche mit anderen, externen Messungen erfolgen.

2.5 Datenniveau 4: Bewertung

Die gewonnenen Daten müssen verglichen werden, z.B. mit denen, die von anderen Instrumenten erzeugt wurden, die nach dem gleichen physikalischen Prinzip arbeiten (Korrelation), und anderen Informationsquellen (Gültigkeit oder Validation), z. B. meteorologischen Daten oder Daten von Satelliten. Ist die Gültigkeit der Daten nachgewiesen, kann der Genauigkeits- und Richtigkeitsbereich bestimmt werden. Die Informationen sollten in internationalen Datenzentren für andere Wissenschaftler abrufbar sein. Auf diesem Niveau sind die Daten für Wissenschaftler aller Fachbereiche verständlich.

2.6 Datenniveau 5: Interpretation

Nach der Bewertung der Daten, bleibt noch ein letztes Informationsniveau. Es handelt sich um jene Daten, die für physikalisch-mathematische Modelle benutzt werden. Sie ermöglichen, unabhängig von physikalischen Einheiten oder Größen, ein besseres Verständnis der Naturprozesse. Auf diesem Niveau sollten die Informationen an die Öffentlichkeit gebracht werden und ein wichtiges Werkzeug insbesondere für politische Entscheidungsträger sein. Der Zugang zu diesen Informationen muß frei sein, er wird vor allem über nicht fachgebundene Zeitungen und Zeitschriften ermöglicht. Entscheidendes Anliegen ist es, die Fragen der Öffentlichkeit zu beantworten.

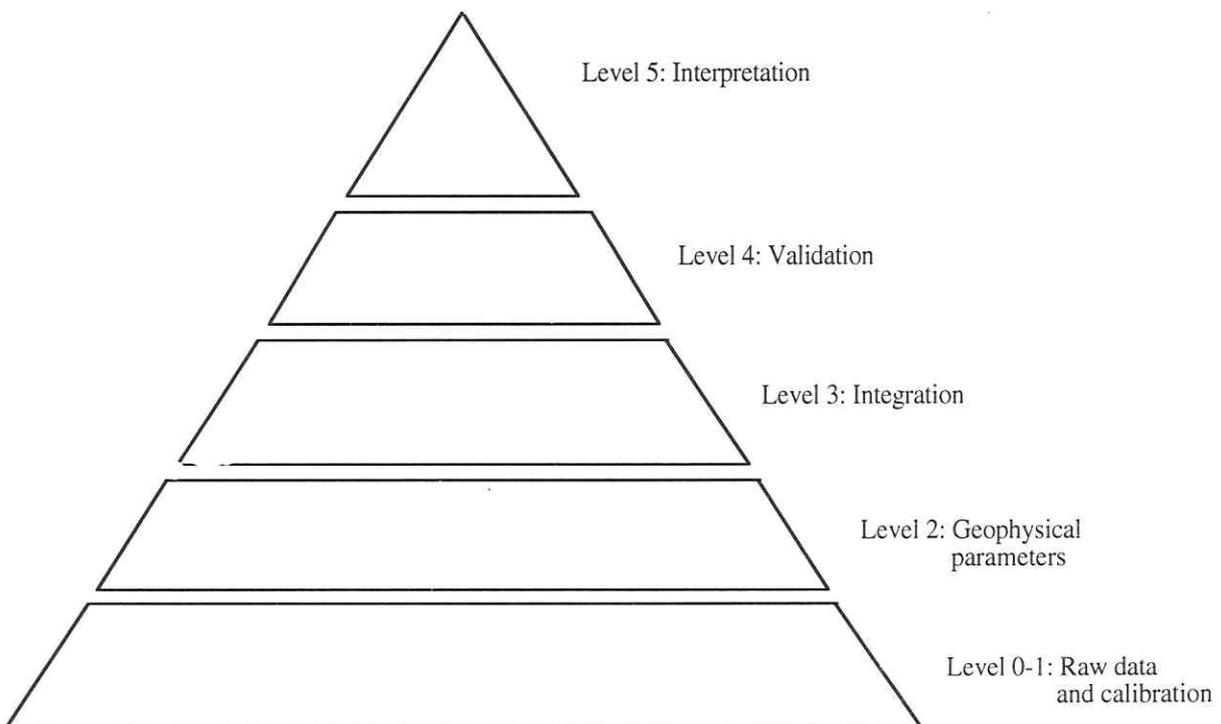


Abb. 1. Datenniveau

3. Datenaustausch

Es ist eines der wichtigsten Ziele des Projektverbundes Regionalökologie, die Entwicklung der Nordoase von Mendoza zu verstehen und ein Werkzeug für die weitere Planung zu entwickeln. Ein zweites Ziel ist der Ergebnisvergleich mit der Region Leipzig. Mit Hilfe von Vergleichsstudien können gemeinsame und abweichende Faktoren bestimmt werden, was ein besseres Verständnis der Entwicklung ermöglicht als das separate Studium einer einzelnen Region. Mit Hilfe eines mathematischen Modells wird ein Werkzeug entwickelt, das auf der Grundlage eines Geographischen Informationssystems (GIS) die Simulation komplexer Wechselbeziehungen in den Regionen ermöglicht. Um die Regionen zu modellieren, werden jedoch die verschiedensten Informationen aus allen Projektbereichen des Projektverbundes benötigt. Die genannten Ziele erfordern a) die Bearbeitung einer allgemeinen Datenbasis des Projektverbundes und b) einen Informationsaustausch, um das mathematische Modell anzupassen. Beide Aufgaben sind wichtig, denn auch wenn das Modell sich nicht weiterentwickelt, stellt es als Ergebnis langjähriger Arbeit für die Gesellschaft sehr nützliche Informationen zur Verfügung. Abbildung 2 versucht, den spezifischen Informationsfluß innerhalb des Projektverbundes Regionalökologie darzustellen.

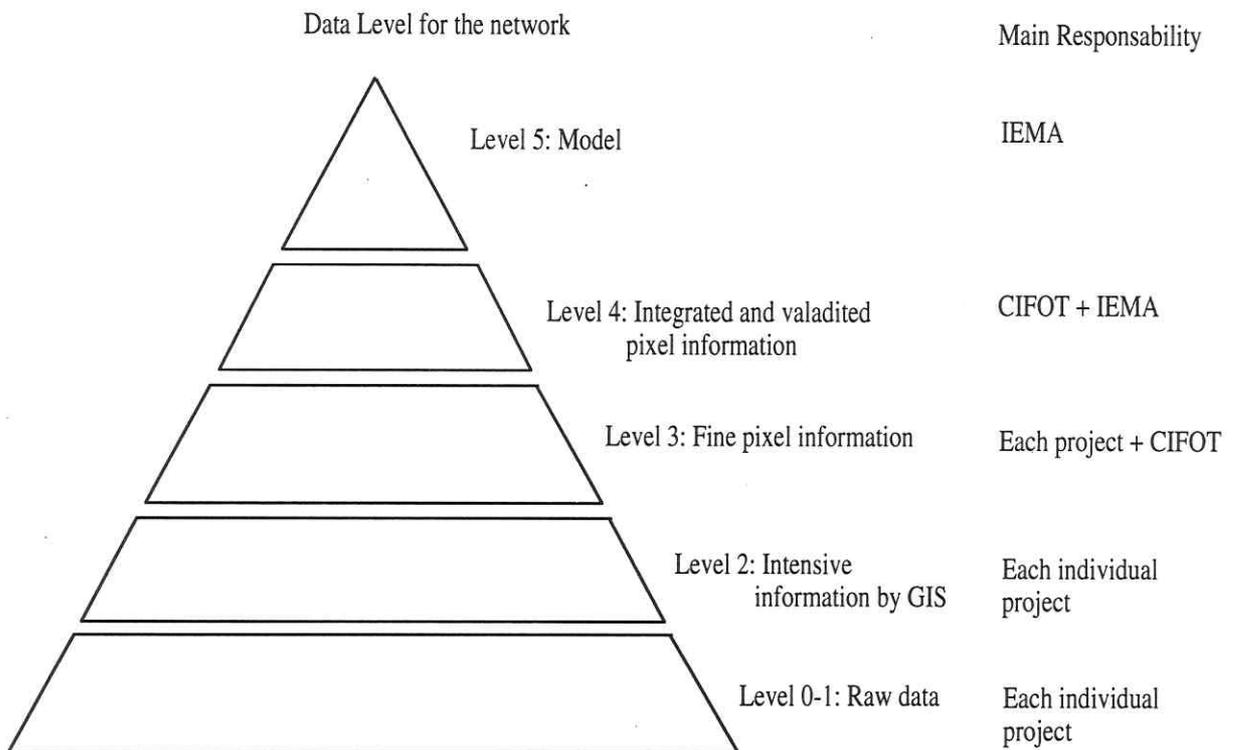


Abb. 2. Datenniveau für den Projektverbund Regionalökologie

3.1 Datenniveaus 0, 1 und 2.

Die Beschaffung und Bearbeitung von Daten auf diesem Niveau ist Aufgabe jedes einzelnen Projektes. Urheberrechte, Datenverarbeitung und eventuelle Veröffentlichungen liegen in der Verantwortung der Wissenschaftler jedes Arbeitsteams. Vom Standpunkt des Projektverbundes aus gesehen, ist ein Datenaustausch auf diesem Niveau weder empfehlenswert noch gewünscht. Es wird auf diesem Niveau keine gemeinsame Datenbasis hergestellt.

3.2 Datenniveau 3

Da eines der Ziele des Projektverbundes das Sammeln von relevanten Daten und die Bearbeitung von kartographischen Material in einem geographischen Informationssystem (GIS) ist, wird es nötig sein, daß die Projekte mit Daten auf Niveau 3 zur Erstellung einer gemeinsamen Datenbasis genutzt werden. Es versteht sich, daß die Datenbasis aus integrierten und ausgewählten Daten aufgebaut wird. Diese Daten werden auf GIS-Format umgestellt. Um die GIS-Landkarten zu bearbeiten, müssen Format und das Träger der gelieferten Daten mit CIFOT (UNC) vereinbart werden. Es sollte hinzugefügt werden, daß auf diesem Niveau Basisinformationen, d. h. Mittelwerte, jährliche Änderungen u.s.w. angefordert werden. CIFOT wird die Urheberrechte gewährleisten; die Nutzung oder Veröffentlichung dieser Daten erfolgt nur als Co-Autor und mit Genehmigung der Autoren. Jedes kartographische Produkt muß eindeutig auf Datenquellen, Autoren und Institute verweisen. Unabhängig von der Datenbasis kann jedes Projekt diese Daten veröffentlichen oder an andere Datenbasen liefern.

3.3 Datenniveau 4

Jedes Projekt sollte eine Sammlung der integrierten, korrelierten und gültigen Daten vorbereiten. Die Daten sind in dieser Form geeignet zur Veröffentlichung in internationalen Zeitschriften oder können an internationale Datenbasen geliefert werden. Es ist zu beachten, daß veröffentlichte oder an eine internationale Datenbasis gelieferte Daten zur allgemeinen Nutzung bereitstehen und daß bei einer Verwendung dieser Daten Quelle und Autor korrekt angegeben werden sollten. Die Daten auf diesem Niveau bilden die Grundlage für die Datenbasis des Projektverbundes Regionalökologie. Sie stellen auch den ersten Schritt für das mathematischen Modell dar, das am IEMA (UM) vorbereitet wird. Da diese Informationen sowohl für die Anfertigung von kartographischem Material (CIFOT) als auch für den Eingang in das mathematischen Modell (IEMA) nötig sind, empfiehlt sich die Zusammenarbeit von IEMA und CIFOT bei der Erstellung einer regionalen Datenbasis (in einem für GIS geeigneten Format).

3.4 Datenniveau 5

Mit den verfügbaren Daten der regionalen Datenbasis bereitet IEMA ein Vorhersagemodell vor, das auf einem GIS-System basiert. IEMA garantiert dabei die korrekte Angabe von Quellen, Autoren und Institutionen. Einmal veröffentlichte Daten sind dann allgemein zugänglich.

4. Schlußbemerkungen

Ziel jedes Projektes sollte die Veröffentlichung ihrer Daten und Schlußfolgerungen auf Niveau 4 oder höher sein, die klare, anwendungsbereite Informationen für Wissenschaftler der verschiedensten Fachbereiche bieten. In einigen Fällen sind auch bestimmte Daten von Niveau 3 zur Veröffentlichung geeignet, doch das bleibt zumindest in internationalen Zeitschriften die Ausnahme.

Der Projektverbund Regionalökologie muß versuchen, mit Hilfe der vorzustellenden Modelle der Gesellschaft Interpretationen anzubieten, die zu einem besseren Verständnis unserer Umwelt beitragen. Dies könnte auch für Politiker und Parlamentarier ein wichtiges Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung darstellen.

Autoren

Enrique PULIAFITO, Carlos PULIAFITO

Universidad de Mendoza
IEMA - Insituto para el Estudios del Medio Ambiente
Av. Boulonge Sur Mer 665
5500 Mendoza

Ecología regional

Informe del congreso y artículos científicos del seminario germano-argentino.

Mendoza, Argentina

Prefacio

La cooperación internacional en la ciencia, la investigación y la tecnología es un objetivo expresado en muchos programas gubernamentales. Esto vale también para Argentina y Alemania. Para favorecer la cooperación entre investigadores de ambos países, los gobiernos de Argentina y de Alemania concluyeron un acuerdo que establece las reglas fundamentales para la cooperación. Desde que se firmó este acuerdo en el año 1969, se llevaron a cabo numerosos proyectos conjuntos en campos como la energía eólica y nuclear, investigación de los materiales, biotecnología, investigación de los mares y de la Antártida.

Sólo en un tiempo más tarde, se incorporó la cooperación en el campo del medio ambiente en el espectro de los intereses comunes, y se puede decir que esta cooperación se ha desarrollado bastante bien hasta el momento. Posiblemente, esto sorprenderá a aquellos que a primera vista sólo ven el hecho de que Argentina y Alemania se encuentran no sólo en continentes diferentes sino también en hemisferios diferentes. Sin embargo, visto de cerca es evidente que sí que hay diferencias considerables pero también numerosas coincidencias, y precisamente estas diferencias y coincidencias ofrecen un potencial valioso para realizar intereses paralelos y complementares.

„La ecología regional“ es el título breve de una red de proyectos con ocho proyectos que son realizados en el momento por cuatro instituciones de investigación argentinas y dos alemanas. La noción de la „red“ señala que existen relaciones estrechas en cuanto al contenido entre los diferentes proyectos: Un proyecto requiere imprescindiblemente los datos de un otro y por su parte produce datos y resultados que son necesarios para otro proyecto más. Esta manera de cooperación garantiza un alto grado de la integración de todos los colaboradores y consigue una coordinación de las contribuciones de investigación para alcanzar el objetivo común superior. Esta red de proyectos se mostró como una posibilidad apropiada para la elaboración de situaciones y problemas complejos que requieren métodos de investigación multidisciplinarios.

Los trabajos de investigación conjuntos en el marco de la red de proyectos „ecología regional“ aspiran a percibir y valorar correlaciones y interdependencias entre los factores de la economía, la ecología y la sanidad humana en regiones con características urbanas.

Sólo a la base de tales conocimientos es posible desarrollar conceptos eficaces para regiones como el oasis de Mendoza en el pedemonte de Los Andes en la Argentina occidental o Leipzig y sus alrededores.

Las contribuciones del primer seminario de este proyecto que están reunidas en este tomo evidencian de manera impresionante que es posible obtener resultados relevantes incluso después de un tiempo breve de cooperación. Sin embargo, todos los participantes están de acuerdo en que investigaciones ulteriores son necesarios antes de que sea posible entregar herramientas practicables a los planificadores, políticos y responsables para que éstos sean capaces de transformar los objetivos perseguidos en sus esferas de responsabilidad.

Helmut K. Bianchi

CONTENIDO

	pagina
Tareas de futuro para la política educativa y de investigación alemana.	137
<i>Min. Dirig V. Knörich</i>	
MENDOCLIMA - Concepto integral de un proyecto de climatología urbana del Gran Mendoza.	145
<i>M. Alessandro / W. Endlicher / R. Mikkan / M. Polimeni / E. Schultz</i>	
Smog Estival	
1. Estudio de la contaminación de ozono en Mendoza.	161
<i>U. Schlink / J. L. Puliafito / O. Herbarth / E. Puliafito / M. Richter / J. C. Behler / M. Rehwagen / P. E. Guerreiro / C. Puliafito / M. Schilde</i>	
2. Sobre la influencia de inmisiones típicas del tránsito sobre las enfermedades de las vías respiratorias y alergias en niños.	171
<i>O. Herbarth / J. C. Behler / G. J. Fritz / J. L. Puliafito / M. Richter / M. Rehwagen / C. Puliafito / U. Schlink / W. Wildführ</i>	
Las hojas de pino como sistema de biomonitorio para escalas regionales y globales	
1. Patrones de inmisión de metales pesados aéreos y bioelementos en las regiones de Mendoza y Leipzig-Halle.	181
<i>L. Weissflog / M. Gantuz / K.-D. Wenzel / A. Pfennigsdorf / G. Schüürmann</i>	
2. Diagramas de inmisión y biodisponibilidad de contaminantes orgánicos aéreos en las regiones de Mendoza y Leipzig-Halle.	189
<i>K.-D. Wenzel / L. Weissflog / E. Puliafito / G. Schüürmann</i>	
Especies de plantas exóticas en Argentina - Características ecológicas de especies europeas en América del Sur.	197
<i>S. Klotz / R. Ojeda / R. Brandl</i>	
Uso de imágenes satelitales para estimar los cambios en las tierras agrícolas en un área suburbanizada de Mendoza.	213
<i>C. Bühler-Natour</i>	
ARG ENV 17 „Environmental Information System“ proyecto CIFOT: SIGMA „Sistema de Información Geográfica para el monitoreo ambiental.“.	223
<i>M. E. Gudiño de Muñoz / P. Thomas</i>	
Creación de un sistema de información ambiental para las ciudades de Leipzig y Mendoza.	229
<i>A. Kindler</i>	

Factores funcionales y morfológicos relevantes al desarrollo sustentable de las ciudades de Leipzig y Mendoza.	241
<i>P. Böhm / J. Breuste / E. Montana / C. de Rosa</i>	
La influencia de los factores socioeconómicos en el desarrollo urbano. Estudio comparativo de las ciudades de Leipzig y Gran Mendoza.	253
<i>S. Kabisch / S. Chorén / S. Greco</i>	
Cooperación científica tecnológica germano-argentina Red de proyectos de ecología regional Organización de una base de datos común e intercambio de datos.	263
<i>C. Puliafito / E. Puliafito</i>	
Suplemento	269

Tareas de futuro para la política educativa y de investigación alemana

MinDirig V. KNOERICH

Me dirijo a Vds. como Presidente de la Comisión germano-argentina para la cooperación científico-técnica y les agradezco su amistosa invitación. Desde mi última visita a Argentina han transcurrido 11/2 años. Me alegro de volver a estar en Mendoza, esta linda ciudad. En 1994 celebramos el 25° aniversario de la cooperación germano-argentina en materia de investigación y tecnología. El Ministro alemán de investigación vino a Argentina para inaugurar, junto con su Presidente, un seminario sobre transferencia de tecnología.

Desde entonces se han producido en Alemania, después de las elecciones de otoño de 1994, algunos cambios importantes en materia de política educativa y de investigación. El nuevo período legislativo se inició con la reunión de los sectores de educación, ciencia, investigación y tecnología, al fusionar los dos antiguos ministerios en uno, que se denomina abreviadamente BMBF. La prensa lo denomina „Ministerio del futuro“, lo cual es buena muestra de la creciente conciencia en la opinión pública alemana de que los sectores de educación, ciencia, investigación y tecnología forman una unidad, y de que gozan de una extraordinaria importancia para el futuro de Alemania como emplazamiento industrial y, por tanto, como base para la competitividad y el bienestar en el siglo XXI.

La fusión de ambos ministerios se ha concluido ya. El BMBF cuenta ahora con casi 1.200 plazas, que habrán de reducirse en 200. Además del departamento de administración, contamos con un departamento de estrategia, que también se ocupa de la cooperación internacional, y cinco departamentos especializados, uno de formación profesional, uno de universidades y tres que se dedican a la promoción de alta tecnología: energía y medio ambiente, biociencias e informática, navegación aeroespacial y tráfico.

El nuevo ministro, el Dr. Jürgen Rüttgers, es un jurista de 44 años de edad, procedente de Colonia, que cuenta con una larga experiencia en el grupo parlamentario del CDU. Después de la reestructuración organizativa del ministerio se está ocupando de sentar nuevas prioridades. Actualmente se han de acometer algunas tareas urgentes, sobre todo en el sector de la política educativa. Una condición previa para el futuro de Alemania como lugar de establecimiento industrial es una compleja interacción. Se trata de transformar en aplicaciones prácticas, más rápidamente que hasta ahora, los nuevos conocimientos obtenidos en la investigación básica, desarrollando productos innovadores con oportunidades en una competencia cada vez más dura. Para ello se precisa una amplia gama de especialistas bien formados y altamente calificados. Esto significa que hay que sentar a tiempo las bases para la formación profesional y la formación permanente. Todo dependerá, más aún que en el pasado, de la flexibilidad y capacidad de adaptación de las personas. Con las recetas del siglo XIX no estaremos en condiciones de afrontar los retos en el mundo cada vez más pequeño del siglo XXI.

El nuevo Ministerio promueve la educación general y la formación profesional. Financia proyectos científicos y tecnológicos en el marco de programas de investigación de varios años.

Paralelamente existe la subvención institucional de numerosos centros de investigación, financiados conjuntamente por la Federación y los Estados Federados. Se realiza por vía de consenso sobre la base de acuerdos Federación-Estados Federados, con arreglo a claves prefijadas de distribución. Aquí se encuentran la Sociedad Max Planck (MPG), la Sociedad Fraunhofer (FhG) y la Asociación Alemana de Investigaciones Científicas (DFG), pero también los 16 grandes centros de investigación y otros centros conjuntos de la Federación y de los Estados Federados de importancia suprarregional.

El BMBF tiene en 1995 un presupuesto de 15.500 millones DM, la mayor parte de los fondos puestos a disposición por el Gobierno Federal para educación e investigación. Los fondos de los Estados Federados, juntos, no llegan del todo al mismo volumen del BMBF. Todos los gastos de la administración pública ascienden a unos 32.000 millones DM, si bien son claramente inferiores a los gastos en materia de investigación de la economía privada, que casi ascienden a los 50.000 millones DM, es decir el 60 % de los gastos totales.

Esos 82.000 millones DM significan que el 2,5 % del producto social bruto alemán se destina a la educación y la investigación. Sin embargo, este importe no alcanza el nivel - ni en cifras absolutas ni relativas de Japón y Estados Unidos. Y en los últimos años incluso ha descendido.

Sabemos que las materias primas, la energía y la mano de obra son, en muchos países del mundo, más baratas que en Alemania, y que la jornada laboral es más larga. Sabemos que el capital, y con él los puestos de trabajo, emigran y que las modernas plantas de producción se construyen allí donde pueden funcionar del modo más rentable. Como prácticamente no será posible reducir los costos en Alemania, hemos de ofrecer a los inversores condiciones que compensen los elevados gastos. Para crear un clima favorable a la inversión, habrá que reducir la burocracia, por ejemplo en los procedimientos de autorización. Pero para ello se precisa igualmente el consenso entre sindicatos y patronales. Quien, en Alemania, desee configurar el futuro, habrá de encontrar el modo de asegurar a largo plazo el alto nivel de vida.

Para imponerse en una competencia mundial cada vez más dura, serán necesarias innovaciones en muchos sectores, y no sólo en Europa, sino también en Latinoamérica. Pueden radicar en el desarrollo de nuevos productos, en la mejora de los procesos de trabajo, en nuevos procedimientos, menos burocracia o en la modernización de los sistemas sociales. Frecuentemente, las innovaciones exigen una inversión de capital relativamente reducida; pero, sin embargo, las imitan muy rápidamente, por lo que la ventaja en la competencia que proporcionan apenas dura. Contra ello se puede asegurar uno con medios jurídicos, pero mejor es desarrollar innovaciones, que aminoran el valor de las antiguas.

En Alemania se ha iniciado un intenso debate sobre el nuevo modo de pensar y de actuar: ¿Cómo mejorar la capacidad de la investigación, cómo acelerar la transformación de la investigación teórica en tecnologías innovadoras, que sectores de la investigación deben ser prioritarios y que modificaciones hay que introducir en el sistema educativo?

Aunque el fomento de la investigación básica es competencia de los Estados Federados, sobre todo en las Universidades, también lo hace la Federación. De los fondos del BMBF dedicados a la investigación, el 40 % se destina a ella. Como la investigación básica es y seguirá siendo un aspecto importante, se reforzará la variedad y la calidad de la investigación en nuestras universidades, a través de la Asociación Alemana de Investigaciones Científicas y de la Sociedad Max Planck. También es importante superar la contraposición, frecuentemente muy teórica, entre investigación básica e investigación aplicada. Por ello, los 16 grandes centros de investigación trabajarán con una mayor orientación a las aplicaciones. Para ello se desarrollará la cooperación con la economía privada, mediante estímulos económicos. Situaciones complejas, por ejemplo en el sector de la biotecnología, de la investigación de materiales y de la investigación ambiental exigen una cooperación interdisciplinaria. Los centros de investigación y las empresas privadas tendrán que desarrollar conjuntamente perspectivas y proyectos directrices. No es el Estado el que debe determinar los temas, sino la ciencia y la economía.

El BMBF intenta contribuir a aumentar la investigación en las empresas. Sus gastos para investigación eran en 1995 aproximadamente 1.000 millones DM inferiores a 1993. El esfuerzo para mejorar las condiciones generales, de modo que la investigación y el desarrollo sean más rentables desde el punto de vista empresarial, sólo puede tener éxito con una paciente labor de detalle. En este contexto es importante reforzar la capacidad de innovación de la pequeña y mediana empresa. Más de un tercio de los fondos destinados a la investigación en la economía privada fluyeron a proyectos de pequeñas y medianas empresas. Con todo, debemos acelerar las transferencias de tecnología de los centros de investigación a las empresas mediante estímulos económicos, estimular la investigación por encargo para empresas que no disponen de departamentos propios de investigación y reforzar el intercambio de personal de investigación.

Un aspecto de especial importancia para el BMBF seguirá siendo el fomento de la investigación y la tecnología en los nuevos Estados Federados. Para 1995 y 1996 se han previsto 3.000 millones DM, respectivamente. Desde la reunificación y la disolución de la Academia de las Ciencias de la antigua RDA ya se ha conseguido mucho, sobre todo por lo que respecta a la creación de estructuras occidentales en las universidades y en la investigación extrauniversitaria en los nuevos Estados Federados. Con la ayuda financiera del BMBF se han creado más de 100 centros de investigación en los Estados Federados orientales, que trabajan con creciente éxito y reconocimiento internacional.

Lo que sigue preocupando es la investigación industrial. Durante mucho tiempo aún se precisarán ayudas, en particular para la pequeña y mediana empresa. En este sector es particularmente difícil subsanar las consecuencias de la economía planificada y estatal comunista. Y esto puede decirse también del modo de pensar y de actuar de las personas: durante demasiado tiempo han vivido en dos sistemas completamente distintos. El proceso de cohesión interna durará más de lo que muchos habían previsto inicialmente, pero llegará a buen término. Ya existen ejemplos de aparición de las más modernas estructuras.

Me gustaría hacer énfasis en algunos temas prioritarios en la política alemana de investigación y tecnología, de suma importancia para los próximos años:

- a) A pesar de que en Alemania tenemos un alto estándar en la protección del **medio ambiente**, se ha de seguir promocionando las tecnologías destinadas a la prevención y a combatir daños

ecológicos. En este contexto goza de especial importancia la competitividad internacional. Todavía se subestima la importancia de la protección del medio ambiente integrada en el proceso de producción.

- b) La Conferencia Mundial del Clima, celebrada en Berlín, ha vuelto a poner en evidencia que un abastecimiento seguro de energía ha de estar en armonía con la protección duradera de nuestras bases naturales de vida. Por ello, el BMBF presentará un nuevo **programa de investigación de energías**, centrado en la reducción del CO₂, el ahorro de energía y el aprovechamiento de la energía solar.
- c) El sector de servicios es actualmente el campo con la mayor tasa de crecimiento de puestos de trabajo. Posibilidades de crecimiento ofrece sobre todo el desarrollo de **multimedia**. Pero aún se han de eliminar los obstáculos administrativos, para que en Europa haya vía libre para las autopistas de la información y la comunicación.

En este contexto es especialmente importante la constitución de un Consejo de tecnología, nombrado por el Canciller Federal Kohl. En este contexto se conseguirá un diálogo de alto nivel entre representantes de la ciencia, de las empresas, de los sindicatos y de la política, para encontrar conjuntamente soluciones que aseguren el futuro de Alemania como emplazamiento industrial. Este Consejo tiene como objetivo principal el obtener una amplia visión de conjunto sobre los problemas y los campos de actuación en importantes sectores innovadores y elaborar las correspondientes recomendaciones. Los diferentes interesados pondrán en práctica por propia responsabilidad esas recomendaciones. El primer tema que el Consejo ha hecho suyo ha sido la „sociedad de la información“. Como primera puesta en práctica, el BMBF ha decidido la creación de una red de alta velocidad para los centros de investigación y las universidades.

- d) La **biotecnología** cobra una importancia creciente, sobre todo para la lucha contra las enfermedades. Alemania desea contribuir a aprovechar las oportunidades que ofrece la biología moderna y a superar las dificultades que encuentra su aceptación. Por ello, el BMBF está fomentando una iniciativa sobre la „investigación del genoma humano“. Su objetivo es ayudar a comparar sistemáticamente las posibilidades de aplicación de los resultados de las investigaciones. Aquí caben citar nuevos métodos de reconocimiento precoz de la herencia que faciliten la aparición de enfermedades graves y la elaboración de métodos de prevención y tratamiento.

Si una investigación amplia y las nuevas tecnologías tienen una importancia cada vez más decisiva para las innovaciones de los productos, el difícil proceso exige la correspondiente calificación de las personas. El sistema dual alemán de la formación profesional, es decir la interacción entre la formación profesional y permanente en el puesto de trabajo y en las escuelas de formación profesional, está financiado, por un lado, por la economía y, por otro, por el Estado. También por razones de lucha contra el desempleo, que en Alemania ya supera el 9 %, es cada vez más importante el fomento de una cualificación profesional permanente. Se debe conseguir que el sistema de formación inicial y continua reaccione más rápidamente a las transformaciones que experimenta el mundo laboral. Para ello se habrán de reordenar las especialidades, o crear otras nuevas, p.ej. en las tecnologías de la información.

Se trata de ofrecer a las personas posibilidades de ascenso según sus capacidades, para que sus calificaciones crezcan con el desarrollo de nuevas tecnologías. Hay que conseguir el equiparamiento de la formación profesional con la educación universitaria, mediante posibilidades similares de ascenso. Para ello se crearán posibilidades de acceso a la universidad para quienes han concluido una formación profesional. Y esto incluye un mejor fomento de la formación en los oficios manuales, que en Alemania tienen una larga tradición y que desempeñan un importante papel en el aseguramiento de la calidad de los productos.

Según la Constitución alemana, las cuestiones culturales, y por ello también las educativas, caen bajo la responsabilidad de los Estados Federados. Sin embargo, la Federación posee importantes posibilidades de cooperación. Y esto puede decirse también de las universidades, dirigidas por los Estados Federados; entre sus tareas se encuentra, además de la docencia, también la investigación. La situación en las universidades es insatisfactoria. También desde el punto de vista económico se hacen urgentes las reformas. Las aulas, los laboratorios y las bibliotecas están sobresaturados. Hay 1,9 millones de estudiantes universitarios; el 30 % de ellos abandona la universidad antes de finalizar los estudios; muchos tardan demasiado en finalizarlos. Junto con los Estados Federados, la Federación deberá ocuparse de conseguir un mejor equipamiento de personal y medios. Se deberá regular de nuevo la concesión de becas para asegurar la subsistencia de estudiantes necesitados. Gran parte de las becas se concederá en régimen de préstamos.

Especialmente urgente es la mejora del reconocimiento internacional de títulos universitarios y la introducción de carreras de orientación internacional, para aumentar el atractivo de los estudios en Alemania para extranjeros. Especialmente importante para los estudiantes extranjeros es reforzar la posición de las Escuelas Universitarias, que ofrecen carreras más cortas y de carácter más práctico.

El BMBF impulsa una cooperación internacional, primeramente en Europa. Es miembro de importantes entidades científicas europeas como ESA en París o CERN en Ginebra. Junto a ello existen especiales tareas bilaterales. El BMBF apoya, en la medida de sus posibilidades, el proceso de reforma en el Este de Europa, mediante una ayuda para la autoayuda. Intenta asesorar a esos países en su camino hacia la integración europea.

El Tratado de Maastricht sobre la Unión Europea abre nuevas posibilidades para la comunidad educativa, investigadora y tecnológica europea. El 4º programa marco de la Comisión de Bruselas, con sus 20 programas específicos y un volumen financiero de unos 25.000 millones DM, distribuido en 4 años, fue aprobado a finales de 1994, bajo la Presidencia alemana. Después de haberse adherido a la UE tres nuevos estados miembros, se ha ampliado en otros 2.000 millones DM. El próximo año se negociará un nuevo Tratado para reforzar la UE.

Aun cuando la cooperación europea sea cada vez más estrecha, también la cooperación mundial cobra mayor importancia. Un objetivo internacional es el aseguramiento de la Tierra como ecosistema. Y **Latinoamérica** tiene cada vez más importancia como socio; por ello, el Gobierno Federal ha aprobado recientemente un concepto para Latinoamérica. Al haber desaparecido de Latinoamérica las dictaduras militares y al haberse conseguido una estabilidad económica en los tradicionales países inflacionarios, Latinoamérica se ha vuelto política y económicamente interesante. Como consecuencia de ello, y en el marco del concepto del Gobierno alemán, el

BMBF reorientará e intensificará la cooperación con Latinoamérica. Este proyecto se presentará pronto, y se debatirá públicamente.

El BMBF coopera en todo el mundo con muchos interlocutores en los diferentes sectores y de muy diferentes formas. En sus actividades, multilaterales o bilaterales, se rige por los principios de la reciprocidad e igualdad de condiciones, de la división de tareas y del trabajo y de los beneficios que la cooperación aporta a todos los socios. Para ello se trata de imponer prioridades, de integrar a socios de la industria y de evaluar los resultados. El Estado debería limitarse a desempeñar un papel acompañante. Debe éste estimular, crear una red de investigadores y poner en contacto los centros de investigación, pues toda transferencia se consigue, en último término, sólo a través de las cabezas de los científicos, mediante su confianza mutua.

Uno de los principales desafíos para la cooperación internacional es la progresiva globalización de los mercados mundiales. En los últimos decenios, en algunos de los países asiáticos se ha conseguido avanzar hasta el grupo de cabeza de la economía. El camino que han recorrido resulta verdaderamente sorprendente. Lo que tardó 100 años en los países industrializados occidentales se ha conseguido en esos países en 20 años. Este hecho es intranquilizador para los viejos países industrializados, pues evidencia que en el mercado no hay una distancia segura frente a los competidores. Los nuevos competidores no tienen que imitar toda la historia de los países industrializados. Con la tecnología de hoy pueden introducirse en la competencia del mañana. Gran parte de ese camino la recorren asumiendo estructuras, métodos y tecnologías ya probados. Sólo en el último trecho han de ser innovadores.

Para países como Argentina, lo que está sucediendo en Asia es un estímulo. Deseo que Argentina cree las condiciones necesarias para un nuevo auge. Y la motivación y capacidad de los científicos son un factor importante en este contexto. La globalización de los mercados, la competencia mundial y la aceleración creciente de los ciclos de innovación exigen, también en Argentina, una estrecha convivencia entre la ciencia y la economía. La Comisión germano-argentina puede proporcionar una cierta ayuda para ello.

A largo plazo, las empresas sólo pueden tener éxito, en el interior y en el extranjero, si son económicamente competitivas. Se trata de optimizar un mix internacional de plantas de producción, pero también de que las empresas se conserven sanas en su país de origen, ofreciendo puestos de trabajo seguros. Aunque resulta dificultoso transformar estructuras antiguas, un país ha de ser atractivo para inversores nacionales y extranjeros. También Alemania tiene un déficit en este sentido: en los años pasados, las empresas alemanas han invertido en el extranjero 24.000 millones DM, mientras que el capital extranjero que ha fluido a Alemania es mucho menor: sólo 5.000 millones DM.

Es decir, cuando, en Alemania como en Argentina, nos vemos obligados a crear estructuras completamente nuevas, la cooperación internacional cobra aún más importancia. Con Argentina podemos colaborar aún más, p.ej., en cuestiones medioambientales y relacionadas con los cambios del clima. En Latinoamérica hay circunstancias que no tenemos en Alemania; pienso en este contexto en la Antártida y en las selvas tropicales.

En investigación y tecnología ya hemos hecho mucho conjuntamente. Juntos hemos construido y puesto en marcha el primer centro de investigación dirigido por dos países en la Antártida: el laboratorio Dallmann en la isla del Rey Jorge.

- Juntos promocionamos proyectos en el campo de la energía fotovoltaica y eólica. Los proyectos conjuntos de investigación ambiental aquí en Mendoza son especialmente exitosos.
- Nuestros centros de investigación espacial colaboran ejemplarmente. Y la tecnología espacial se convierte cada vez más en un medio de investigación de la tierra, por ejemplo: sistemas de información agrícola, análisis de las ingerencias en sistemas ecológicos.

Sin embargo no queremos silenciar que, en el último año, la cooperación no ha cumplido todo lo esperado. En Alemania comprendemos las dificultades económicas y respetamos la valentía en el ahorro. La estabilidad que se ha conseguido en Argentina debe beneficiar a la economía, pero también a la ciencia. También en Alemania estamos ahorrando; pero existen formas de la cooperación que cuestan poco. Pienso p.ej. en las visitas de científicos y expertos, así como en seminarios. Pero también pienso en una coordinación efectiva de los proyectos ya existentes, y de otros nuevos, mediante especialistas.

En el futuro deberíamos cooperar aún más en los terrenos que interesan a nuestras industrias. Y esto no puede suceder mediante una transferencia unilateral de tecnología. Esta colaboración debe realizarse en interés mutuo. Nuestra cooperación comenzó como fomento de la cooperación de la economía atómica alemana y argentina y, después de que estos aspectos pasaran a un segundo plano, se convirtió en una cooperación de científicos de las más diferentes disciplinas, muy amplia y fructífera para ambas partes. En el futuro debemos hacer participar a más empresas industriales, reuniendo por ambas partes a la investigación y a la industria en una fórmula de 2 más 2. La Comisión germano-argentina puede asumir un papel estimulante y acompañante.

También tendríamos que reflexionar sobre la creación de una cooperación educativa. Hasta ahora, si se exceptúan diversos programas de intercambio de científicos, como los de la AvH y el DAAD, prácticamente no existe ninguna cooperación educativa entre el BMBF y el Gobierno argentino. Existe una cooperación educativa con el Ministerio alemán de ayuda al desarrollo, pero éste tiene otras prioridades. Pienso p.ej. en la organización conjunta de seminarios con carácter de formación permanente, que también ofrezcan a las empresas alemanas la posibilidad de presentar su tecnología a un público interesado. Y también podría imaginar la ampliación de programas específicos de intercambio.

Estamos aún al comienzo de nuevas ideas, y tenemos que hablar sobre ellas, pero si seguimos desarrollando nuestra cooperación científico-técnica, producirá más beneficios. La próxima reunión de la Comisión germano-argentina, en 1996, tratará de ello.

MinDirig Volker KNOERICH

Bundesministerium für Bildung,
Wissenschaft, Forschung und
Technologie/UA 13
Heinemannstraße 2
D-53175 Bonn, Germany

MENDOCLIMA - Concepto integral de un proyecto de climatología urbana del Gran Mendoza

ALESSANDRO, M., ENDLICHER, W., MIKKAN, R. POLIMENI, M., SCHULTZ, E.

1. Introducción

El rápido crecimiento de muchas metrópolis de países umbrales conduce a una acelerada acumulación de problemas, que están vinculados con cuestiones del clima local, la pureza del aire y en general con la ecología urbana. Desde los años '70 se realizan en Europa Central proyectos sobre el clima urbano y metropolitano de muchas ciudades y aglomeraciones que condujeron a nuevos puntos de vista en la ecología urbana. En los países de América Latina, sin embargo, se carece todavía de series de datos y de informaciones. El incremento de la población obliga a una expansión prácticamente incontrolada tanto horizontal como vertical del paisaje urbano. La „cargazón“ que eso produce a los habitantes que viven allí bajo condiciones climáticas regionales específicas ha quedado sin ser investigada mayormente. Las estrecheces financieras impiden muchas veces la adquisición de instrumentos modernos de medición. Sin embargo, la buena voluntad, la confianza mutua y el entusiasmo de los científicos interesados han permitido en varios países, incluido en la Argentina, encontrar primeras soluciones a problemas instrumentales y de know how. Ejemplos característicos son los proyectos de clima urbano desarrollados en Bahía Blanca en una cooperación de geógrafos y meteorólogos, el proyecto argentino-alemán PROCUT de Tucumán y de un nivel mucho más amplio, el proyecto binacional de „Ecología Regional“ que se desarrolla en estos meses en el Gran Mendoza.

2. Concepto de la investigación

La aglomeración del Gran Mendoza se adecúa muy especialmente para campañas de mediciones del clima urbano. Ubicado al glacis de pedemonte a una altura de 750 m s.n.m, la mitad de las 1 500 000 habitantes de la provincia vive y trabaja en el Gran Mendoza. En la latitud de 33° S la predominancia de situaciones anticiclónicas está una característica climática, reforzado en el caso de Mendoza por la situación de abrigo contra las depresiones invernales llegada del Océano Pacífico. Por lo tanto en el nivel de superficie inversiones térmicas vendrían a jugar un papel importante en el clima urbano durante todo el año, salvo en los pocos días con viento „Zonda“. El número muy bajo de días con lluvias no permite limpiar la atmósfera urbana, especialmente en las capas bajas de la atmósfera urbana. Por lo tanto el contenido de partículas tendría que ser especialmente alto. Las temperaturas maximales pueden alcanzar valores de 40°C. Por lo tanto las brisas locales, nocturnas y diurnas juegan un papel muy importante en los aspectos ecológicos, el clima urbano y la contaminación atmosférica. Sin embargo, la mayoría de datos climatológicos disponibles se refiere a la estación climatológica del aeropuerto „El Plumerillo“ que se encuentra bastante lejos del centro de la ciudad que cuenta además de un clima local especial debido a la

acción del hombre que ha creado un „oasis“ artificial según la Municipalidad de Mendoza. Pero cómo y dónde se manifiestan las ventajas y desventajas del clima urbano? MENDOCLIMA tendría que dar una respuesta clara a las preguntas y inquietudes de la ciudadonía. Eso es la tarea principal sin olvidar, que el clima tiene aspectos locales, pero también regionales, hemisféricos y globales. El cambio climático se manifiesta en todas estas escalas.

3. La cooperación internacional

Proyectos de investigación deben ser hoy día vinculados estrechamente entre diversas, instituciones, personas y países. MENDOCLIMA, p.ej., está relacionado con las siguientes instituciones:

En Alemania participan

- la Facultad de Geografía de la Universidad de Marburg (GEOGRUM)
- la Oficina Internacional del Centro de Investigación Científica, Forschungszentrum Geesthacht (GKSS)
- la Comunidad Científica de Alemania, Bonn (DFG)
- la Sociedad de Cooperación Técnica, Eschborn (GTZ)
- el Servicio de Intercambio Académico, Bonn (DAAD)
- el Centro de Investigación en Meteorología Medicinal del Servicio Meteorológico Alemán (GFMM)

En Argentina participan

- Instituto y Departamento de Geografía, Fac. de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza (UNC)
- el Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
- el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICyT).

Pero además existe una vinculación estrecha con otras instituciones nacionales e internacionales para permitir la sinergia necesaria de un éxito completo. El intercambio de datos, ideas y personas existe con el

- Instituto de Estudios del Medio Ambiente, Universidad de Mendoza (IEMA)
- Instituto de Geografía, Universidad Nacional de Tucumán (UNT)
- Instituto de Geografía, Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca (UNS)
- Institut für Experimentelle Expositionsforschung, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ)
- Commission on Climatology, International Geographical Union (IGU)

Las actividades del grupo de trabajo empezaron con la organización del Congreso Internacional sobre „Clima y Contaminación Atmosférica“ que se desarrolló en el mes de agosto de 1995 en la Universidad de Cuyo. El workshop de este congreso fue dedicado al ensayo de concepto e instrumental de MENDOCLIMA.

4. Compartimentos del proyecto

4.1 Complejo termo-bioclimático: la isla de calor urbano

Son de significación fundamental los conocimientos sobre las condiciones de temperatura de las ciudades en comparación con su „Umland“, pero lo son también las diferenciaciones intraurbanas en dependencia con los cuerpos de la estructura edilicia. Esto vale principalmente para condiciones meteorológicas con temperaturas extremas. Las altas temperaturas producen una sensación de carga en el cuerpo humano cuando van unidas una alta radiación solar, una reducida velocidad del viento y una alta humedad del aire. Cuáles valores máximos se alcanzaron en las diferentes calles y plazas? Qué temperatura hay en las casas de planta baja con patio interno? Cómo está el efecto del arbolado en las calles de Mendoza? Qué papel juegan los 512 hectáreas del Parque General San Martín? Se forma una isla o un archipiélago de calor urbano en el área de los edificios en altura del centro?

Para responder a estas preguntas se requieren datos detallados de la estructura térmica dentro del Gran Mendoza. Además, se deben tomar datos sobre las condiciones de radiación, de viento y de humedad, ya que éstos son de decisiva significación para el cálculo del „bochorno“. Pero no solamente es necesario el conocimiento de las temperaturas máximas diarias sino también deben realizarse mediciones de las distribuciones de las temperaturas mínimas nocturnas. Cuales partes del Gran Mendoza son las más frescas durante el período de calor estival? Dónde y mediante qué material de construcción se almacena mejor el calor? En este contexto es particularmente interesante el papel que juegan el glacis y el Parque General San Martín como generadores de aire fresco. En conexión con esto surge la pregunta respecto de sistemas de brisa nocturna de montaña.

La base de datos que se necesita para responder a estas preguntas debe construirse sobre tres caminos:

- deben evaluarse los datos de las estaciones ya existentes de la red de mediciones regulares,
- debe instalarse una red estacionaria temporal y finalmente,
- se deben realizar mediciones móviles durante temperies seleccionadas.
- se necesitan datos sobre la estructura vertical de la atmósfera urbana.

4.1.1 Evaluación de datos existentes

La fig. 1 muestra diagramas con datos climáticos de la estación „Observatorio Meteorológico“ ubicada en el parque „General San Martín“. Se destacan los valores extremos de temperatura, el régimen de pluviosidad con un máximum estival, el poco N^o de días con lluvia y la baja velocidad del viento. En el verano predominan las direcciones del viento este y sureste, en el invierno las direcciones oeste, suroeste y sur. Sin embargo estos datos no son representativos del centro de la ciudad y tampoco de los suburbios residenciales. Por lo tanto se necesitan otros datos de comparación con esta estación de la red permanente del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

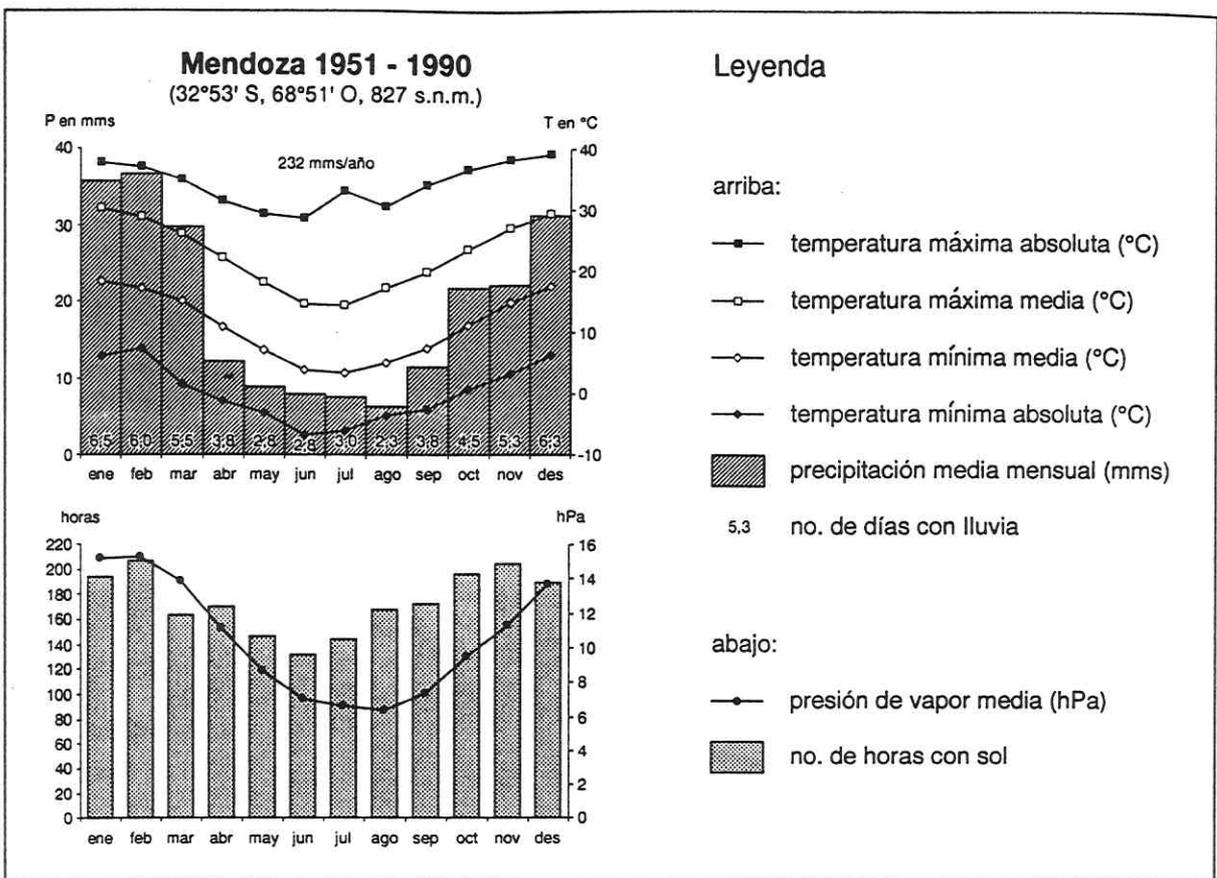
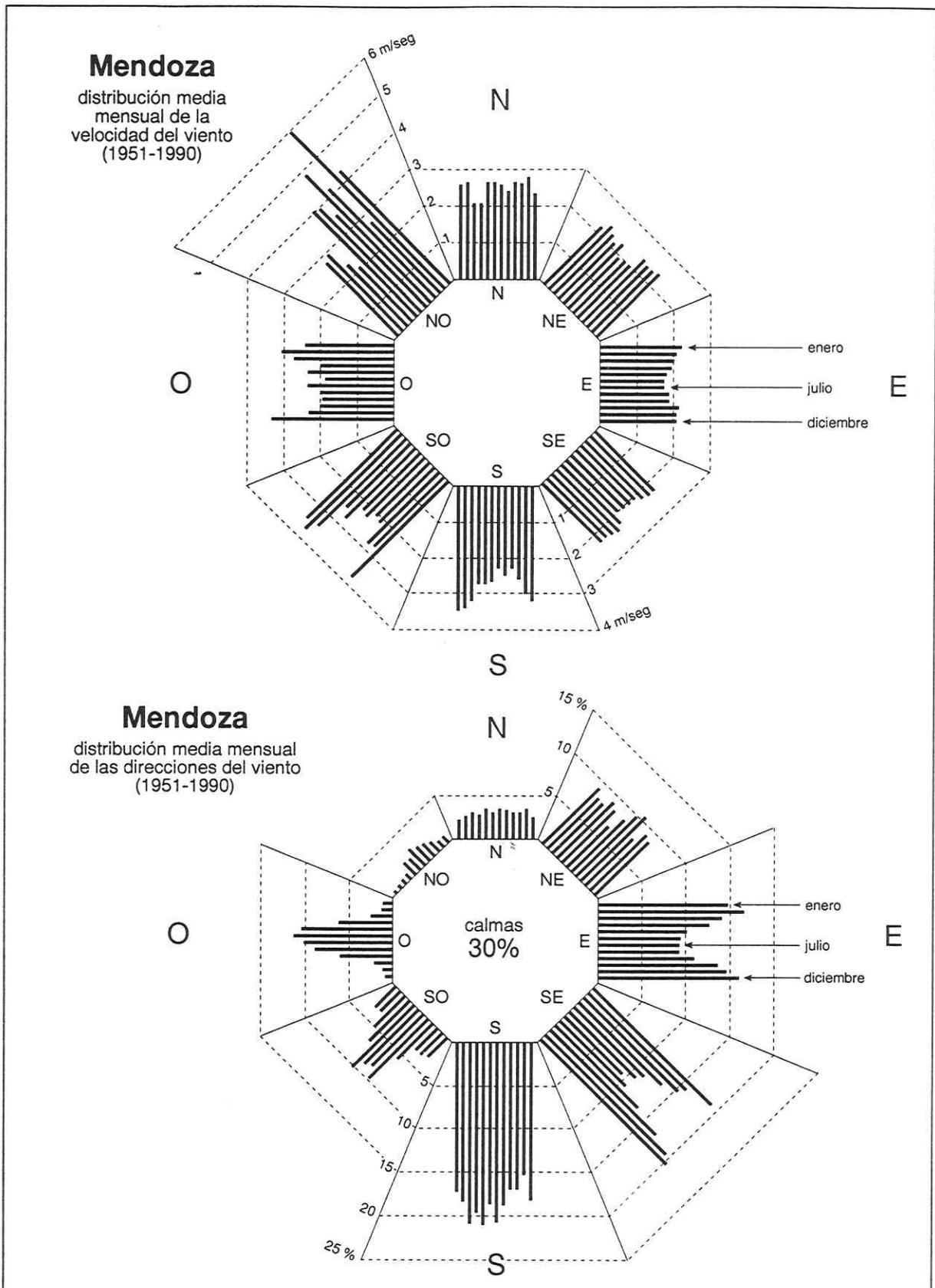


Fig. 1: Diagramas climáticas de la estación „Parque General San Martín“ al oeste del centro de la ciudad (datos del Servicio Meteorológico Nacional, 1951-1990)
a) temperatura, precipitación, heliofanía y presión de vapor
b) velocidad y dirección del viento



b) velocidad y dirección del viento

4.1.2 Instalación de una red estacionaria temporal

La red de mediciones permanentes va a ser densificada mediante una red especial de mediciones con estaciones climáticas fijas. Se instalaron 4 estaciones automáticas con instrumentos para la medición de radiación global, temperatura, humedad del aire, precipitación y dirección y velocidad del viento. Además se juntarán otras 3 estaciones climáticas, pero con menos instrumentos.

La red de medición fija será instalada en noviembre de 1995 y funcionará durante 2 años. Se analizarán los elementos climáticos mencionados por separado, pero también en forma integral durante temperies seleccionadas y características del clima mendocino en las diferentes estaciones del año. La comparación de los datos de los diferentes barrios va a dar una primera vista gruesa de la isla de calor urbano del Gran Mendoza. Fig. 2 muestra la ubicación de las estaciones fijas.

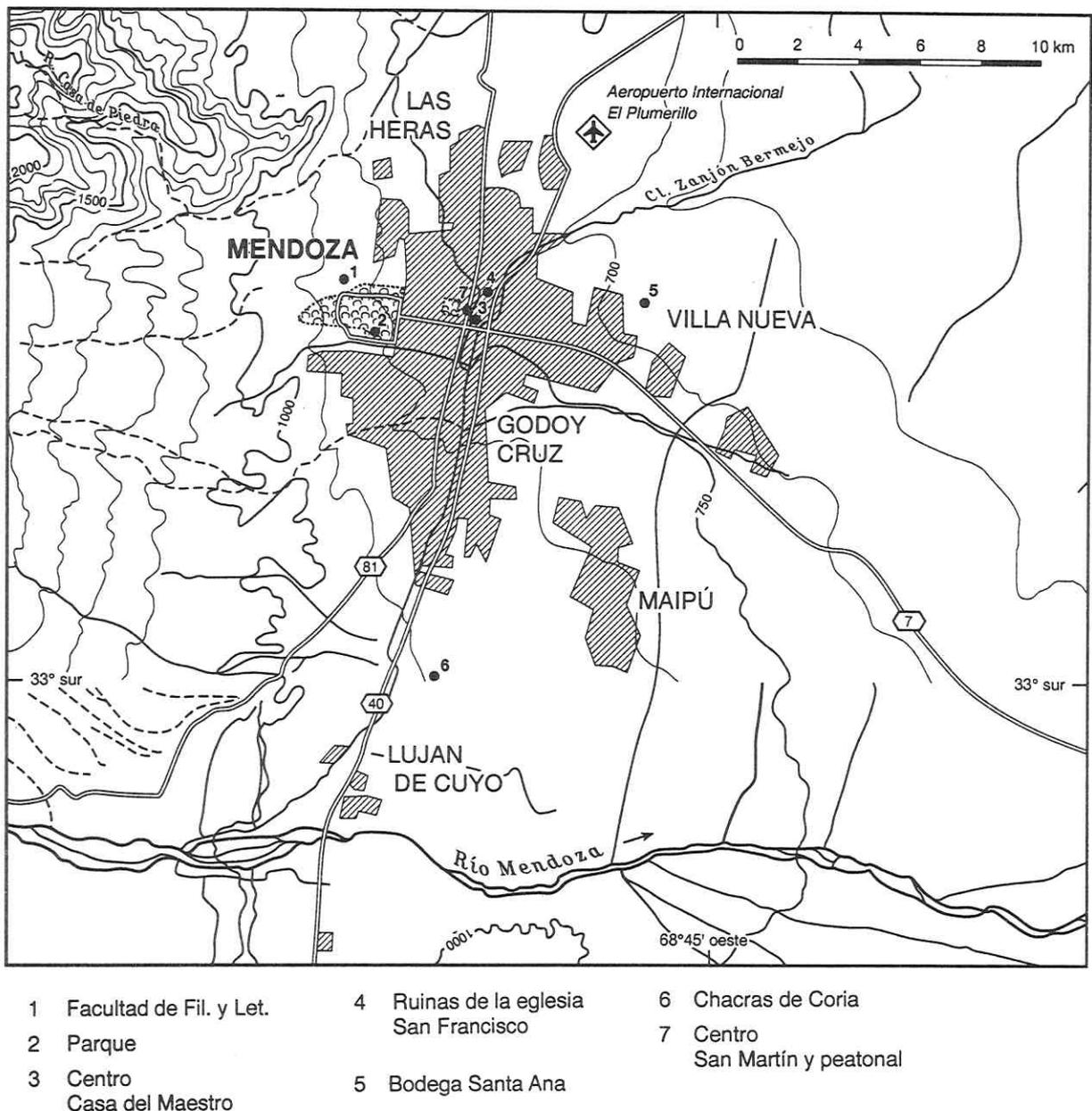


Fig. 2: Posición de las estaciones climáticas y de los colectores pasivos Sigma II

4.1.3 Mediciones ambulantes

La evaluación de los datos de la red de medición fija no ofrece todavía una imagen suficientemente exacta de la diferenciación térmica intraurbana. Para ella se realizarán campañas de mediciones bajo temperies seleccionadas a lo largo de itinerarios prefijados a través de la ciudad. Para estas mediciones ambulantes se utilizarán dos vehículos y se medirán temperatura, humedad del aire, dirección y velocidad del viento.

Las campañas se diferencian en

- mediciones matutinas antes de la salida del sol,
- mediciones de siesta en las primeras horas de la tarde y
- mediciones nocturnas después de la puesta del sol.

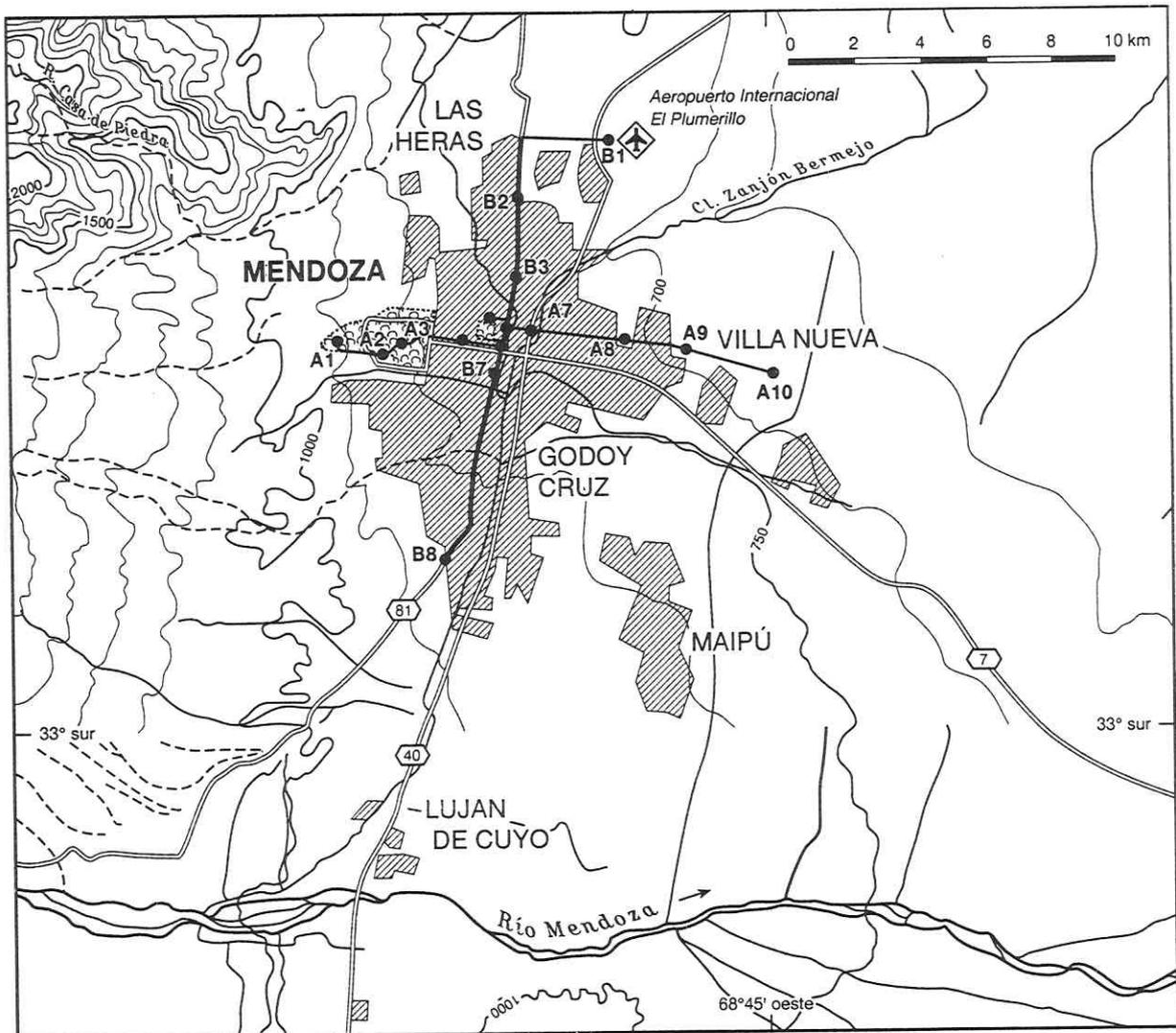


Fig. 3: Itinerarios A (Oeste - Este) y B (Norte - Sur) a través del Gran Mendoza

Se tomarán también en cuenta criterios de estabilidad atmosférica y situaciones térmicas (nubosidad, masas de aire, campo de la presión, precipitación). Las campañas se harán en todas las estaciones del año. Como itinerarios se han seleccionado dos perfiles Oeste - Este (A) y Norte - Sur (B) a través del Gran Mendoza (Fig. 3). Para permitir la comparación de las mediciones un factor de corrección según el tiempo necesario para la realización de las mediciones será utilizado. En todo caso, la medición de un perfil necesitará no más que 1,5 - 2 horas.

4.1.4 Mediciones microclimáticas

Aparte de las mediciones ambulantes en automotores se realizarán mediciones ambulantes a pie por determinadas zonas del centro y del Parque San Martín que formarán también parte de MENDOCLIMA. Se medirá la temperatura de la radiación de ciertas superficies durante un día. Con especial significación resultará el siguiente estudio: Análisis de la estructura microclimática, especialmente de la temperatura de superficie y del aire en las calles peatonales según su exposición, lados sombreados y soleados, material de construcción y espacios verdes, además en parques, galerías y grandes espacios abiertos. El instrumento utilizado será un termómetro infrarojo.

Los recién nombrados microelementos de la ciudad deben ser analizados al mismo tiempo que las mediciones ambulantes. Al final los datos de la red fija y de las mediciones ambulantes con automotores y a pie se relacionarán con las situaciones atmosféricas.

4.2 *La estructura vertical de la atmósfera urbana: la importancia de las inversiones térmicas*

La atmósfera sobre las ciudades está diferenciada muchas veces en diferentes capas

- la capa de mezcla entre los edificios (0-50 m s.n.s.),
- la capa de influencia de la ciudad (ca. 50-250 m s.n.s.),
- la capa límite con poca influencia de la superficie terrestre (ca. 250-500/2.000 m s.n.s.).

Estas diferenciaciones se forman especialmente durante noches despejadas con condiciones anticiclónicas y poco viento. La stratificación de la atmósfera tiene una alta importancia para la distribución de la contaminación. Sin embargo, ni en la red permanente del SMN, ni en la red especial de MENDOCLIMA y tampoco con las mediciones ambulantes se pueden medir la altura sobre el nivel del suelo de estas capas. Tampoco el radiosondaje del aeropuerto „El Plumerillo“ permite hacerlo, porque el sondeo está destinado a las mediciones de las altas capas de la atmósfera hasta 30 km y no a la atmósfera urbana.

Por primera vez en la Argentina se desarrollarán entonces mediciones con un globo cautivo para mejorar los conocimientos sobre las inversiones térmicas, las brisas locales y el contenido de humedad en los primeros 1000 metros de la atmósfera mendocina.

4.3 *Clima urbano y contaminación atmosférica*

Mendoza es un significativo emplazamiento industrial donde se deben mencionar en particular una fábrica de cemento y la destilería de petróleo. El medio de transporte público y privado, habitual en casi todas partes de Latinoamérica, es el auto, muchas veces con motor diesel, con

una elevada contaminación de gases y partículas. La contaminación atmosférica es un punto central del proyecto „Ecología regional“. Por esta razón se eligió dentro MENDOCLIMA un método de investigación de la contaminación atmosférica con polvos. Este método fue desarrollado en Alemania por parte del Centro de Investigación Médico-Meteorológico del Servicio Meteorológico Alemán (SCHULTZ 1990). Este método SIGMA II fue testado con éxito en Tucumán (ENDLICHER, WÜRSCHMIDT, 1995) y tiene la ventaja de ser eficaz y barato. Se puede no solamente distinguir el tamaño de las partículas, sino también un origen natural o artificial. La posibilidad de diferenciar con SIGMA II partículas inorgánicas transparentes, como minerales, emisiones industriales y del tráfico, de partículas biogénicas transparentes como polen, esporas, residuos de plantas y microorganismos, como finalmente seleccionar partículas antropogénicas no transparentes como hollín, ceniza volátil y desprendimientos de la goma de cubiertas es una gran ventaja de este método.

Los colectores pasivos se han instalado en 7 puntos del Gran Mendoza. Después de una semana de exposición los folios pegantes de los instrumentos se enviarán al Servicio Meteorológico Alemán donde se analizarán y se compararán los resultados con las situaciones atmosféricas locales y también con el tránsito y otras fuentes de emisión. La utilización de este mismo instrumento en el PROCUT tucumano y también en Alemania permitirá comparaciones de datos muy útiles.

5. Resultados preliminares

Las primeras mediciones ambulantes del proyecto se realizaron durante el workshop „Climate and Air Pollution“ los días 19 y 20 de agosto de 1995. Fueron dos días despejados con condiciones sinópticas postfrontal, después una fuerte sudestada con masas de aire subantárticas. Las mediciones empezaron sobre los itinerarios A y B a las 12.30, 19.00 y 7.00 h y duraban una hora y media. Los resultados están graficados en la fig. 3.

Fig. 4 muestra las estructuras térmicas y anemométricas sobre los 2 itinerarios a la madrugada y a la noche. Las dos veces una isla de calor urbana con 4 a 5 °C se presenta bien definida. Las temperaturas más bajas cerca de 0 °C se ubican en la mañana al aeropuerto y en los viñedos al este. Se separan las siguientes zonas: Los campos de Godoy Cruz y el Parque San Martín se distinguen por sus temperaturas bajas debidas a la formación de inversiones térmicas nocturnas. El Cerro de la Gloria sobrepasa las temperaturas del Parque porque ya se encuentra sobre el lago y flujo del aire frío del Parque. El centro, finalmente, muestra una isla de calor de ca. 4 K que es mucho por la estación del año. Una brisa de montaña con velocidades de 2-4 m/sec desde el oeste fue muy marcada. Este aporte del aire limpio parece ser de primera importancia por Mendoza Capital. Sin embargo, ya en el centro y todavía más al este se notaban calmas, es decir, la brisa de montaña no entró en el corazón de la aglomeración, por lo menos no al nivel de las calles. Por lo tanto las mediciones de la estructura vertical de la atmósfera urbana están de primera importancia para determinar mejor esta situación.

La fig. 5 presenta los resultados de los cuatro sondeos con globo cautivo el día 20 de noviembre de 1995. El primer perfil de la tarde muestra la disminución adiabática de la temperatura con temperaturas máximas de 33°C al nivel del suelo. Las tres mediciones de la noche prueban la formación de una inversión térmica respectiva una stratificación isoterma. La medición del viento

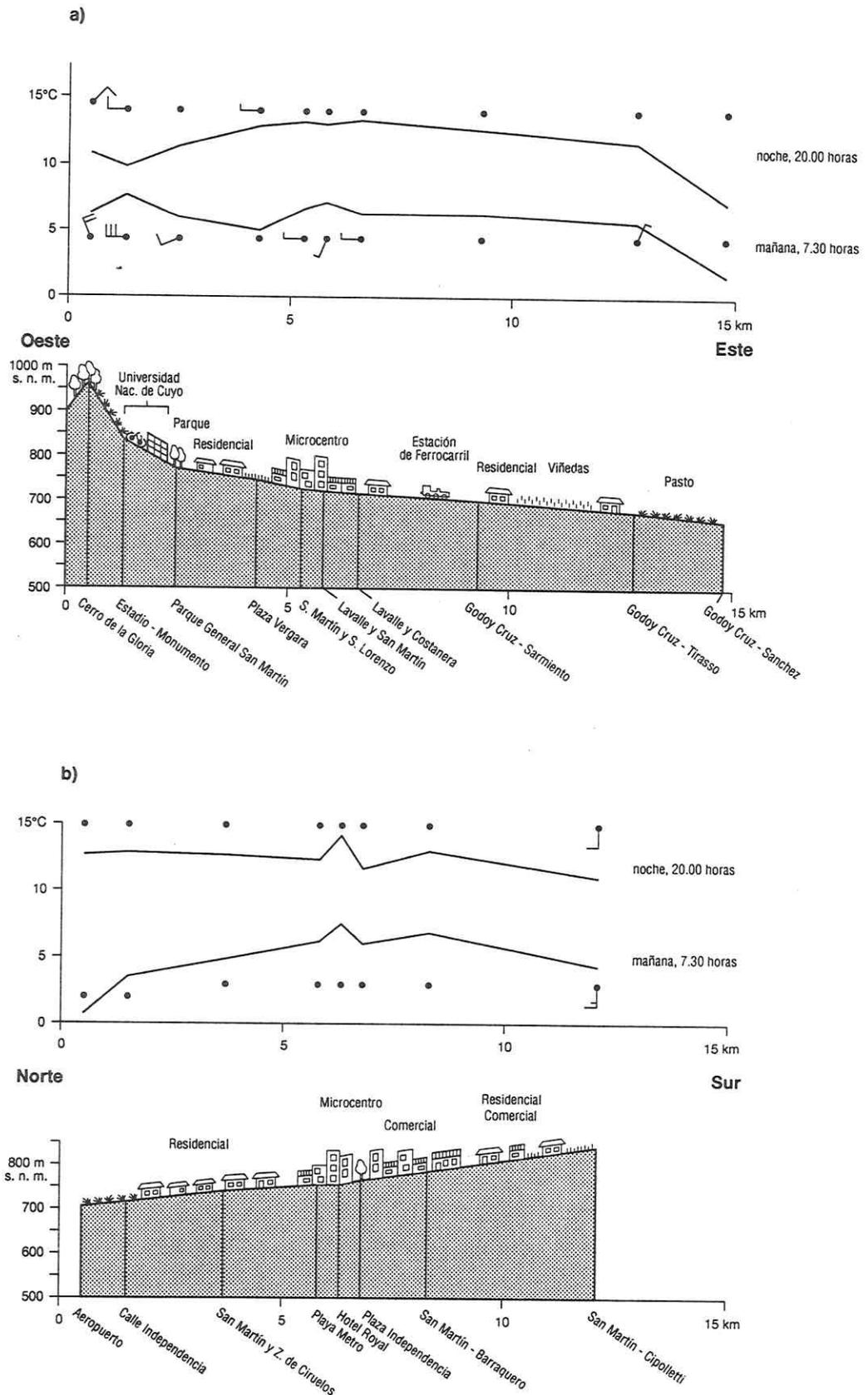


Fig. 4: Condiciones térmicas y anemométricas el 20 de agosto de 1995 a la madrugada (7.30 hora local) y a la noche (20 hora local)
 a) a lo largo del itinerario A
 b) a lo largo del itinerario B

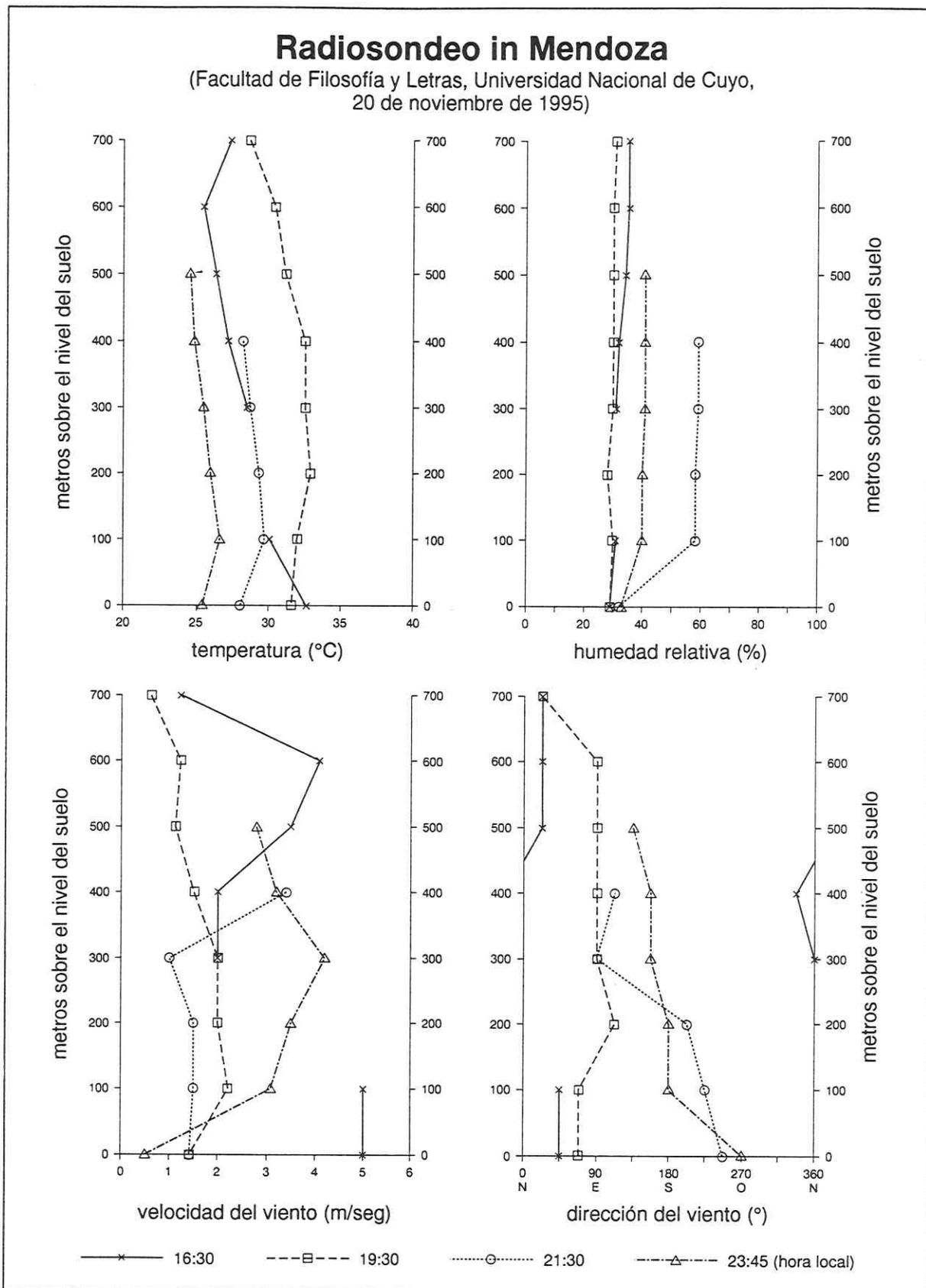


Fig. 5: Resultados del radiosondeo con el globo cautivo el 20 de noviembre de 1995

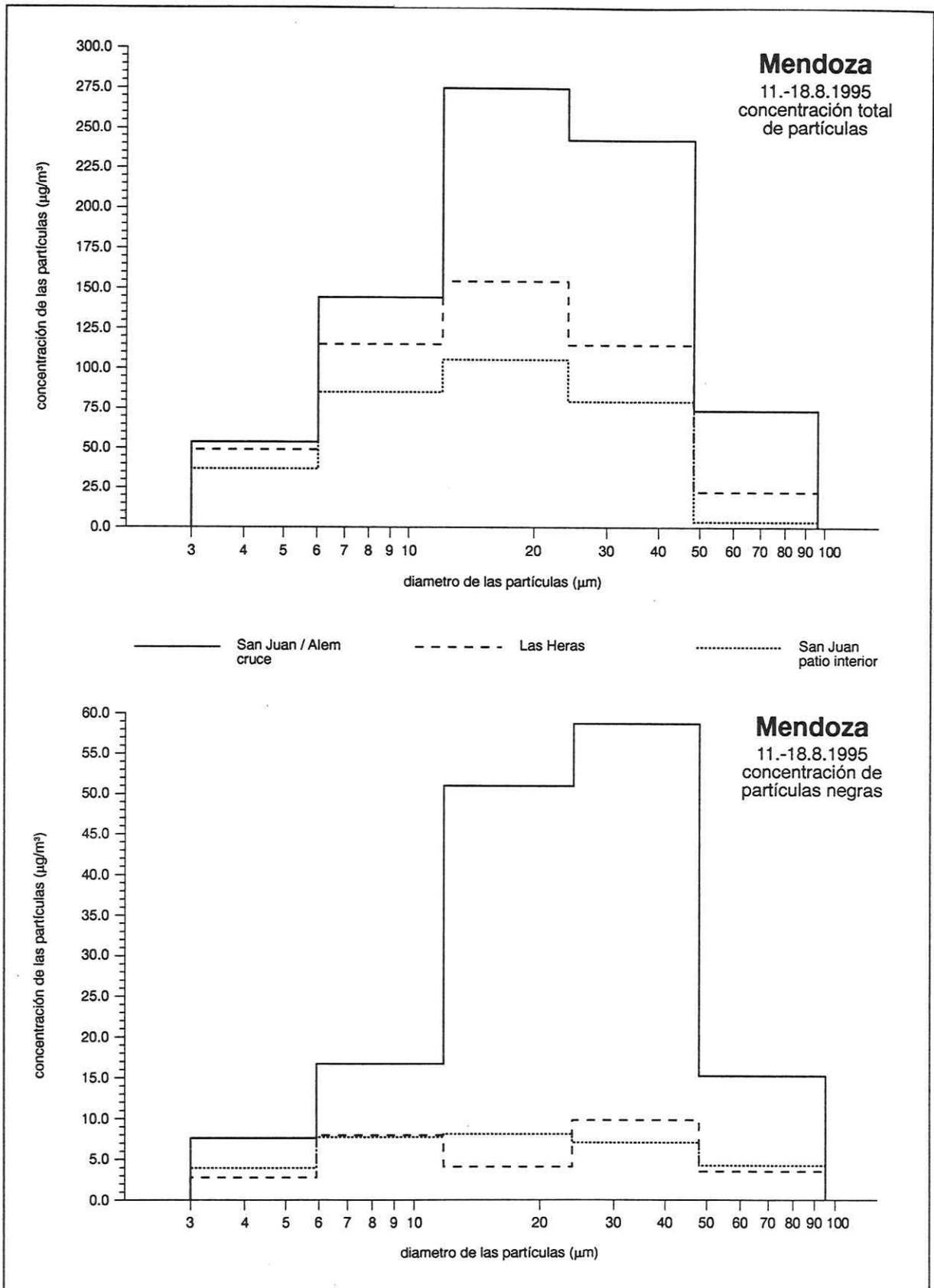


Fig. 6: Carga media de partículas en tres puntos de la ciudad entre los días 11 y 18 de agosto de 1995; carga completa (arriba) y carga con partículas negras (abajo)

da como resultado el cambio de la dirección desde el norte a la tarde hasta el oeste y suroeste en los primeras 100 m. Esta brisa de montaña tiene velocidades entre 1,5 y 3 m/sec. El sondeo del 19 y 20 de agosto da resultados similares: El perfil de mediodía muestra que el calentamiento de la capa de mezcla pasa todavía muy lentamente en el invierno. En la tarde ya se nota más claramente un perfil adiabático que todavía está presente a las 19.30 h. Sin embargo, ya se forma la inversión nocturna cerca del suelo. La inversión está todavía bien presente en la madrugada y ahora hasta una altura de 550 m s.n.s. La brisa de montaña se presenta en las mediciones de la tarde y de la madrugada como flujo bien desarrollado, pero con una altura de solamente 100 m poco profundo.

Los resultados de las mediciones de polvo se graficaron en la fig. 6. La cruce de las calles San Juan/Alem en el centro se distingue con sus valores muy elevados de concentración de polvos en general y de carbón en especial.

6. Perspectivas hasta 1997

El proyecto binacional MENDOCLIMA tiene como objetivo mostrar los problemas y planteamientos de clima urbano y de limpieza del aire en el Gran Mendoza. De esta manera los colaboradores del MENDOCLIMA confían contribuir al crecimiento de la conciencia ambientalista en la Argentina. Las comparaciones con otras ciudades argentinas y alemanas pondrán de relieve la posición de Mendoza. Se espera que los resultados servirán en la planificación urbana y mejorarán la calidad de vida en esta ciudad.

Autores

Moira ALESSANDRO
Raúl MIKKANIMENI
Macella POLIMENI

Inst. y Depto. de Geografía
Fac. Fil. y Letras
Univ. Nac. de Cuyo
C.C. 345
5500 Mendoza

Eckart SCHULTZ

Geschäftsfeld Medizin-Meteorologie
Deutscher Wetterdienst
Stefan-Meier-Straße
79104 Freiburg

Wilfried ENDLICHER

Fachbereich Geographie
Philipps-Universität Marburg
Deutschhausstr. 10
35032 Marburg

Literatura

- BARLAG A. B., KUTTLER, W. (1991): The Significance of Country Breezes for Urban Planning. *Energy and Building* 15/16, p. 291-297.
- CAPELLI DE STEFFENS, A. et al. (1985): El clima estival bahiense. *Rev. Univ. de Geografía, Univ. Nac. del Sur, Depto. de Geografía, Vol. I, No. 1*, p. 27-48, Bahía Blanca.
- CAPELLI DE STEFFENS, A. et al. (1986): Influencia de los árboles en el clima de la ciudad. *Rev. Univ. de Geografía, Univ. Nac. del Sur, Depto. de Geografía, Vol. II, No. 1 y 2*, p. 39-54, Bahía Blanca.
- CAPITANELLI, R. G. (1967): Climatología de Mendoza. *Boletín de Estudios Geográficos, Univ. Nac. de Cuyo, Vol. XIV, No. 54-57*, 441 pp., Mendoza.
- CUTROPIA, A. M., FIGUEROA, H. O., NONINO, J. C. (s/f): Clima y vivienda en la región mendocina. (Estudio bioclimático para el proyecto de viviendas en la región mendocina) *Univ. de Mendoza, Fac. de Arq. y Urb.*
- DENIS, P. Y. (1968): Constantes et contraintes climatiques dans les grandes oasis du Piedmont de Cuyo (Argentine). *Cahiers de Géographie de Quebec* 12 (25), p. 103-121.
- ENDLICHER, W., WÜRSCHMIDT, E. (1993): Concepto integral de un proyecto de climatología urbana del Gran San Miguel de Tucumán. *Breves Contribuciones del Inst. de Estudios Geográficos No. 8, Univ. Nac. Tucumán*, p. 5-33.
- ENDLICHER, W., WÜRSCHMIDT, E. (Eds., 1995): Proyecto de Clima Urbano de San Miguel de Tucumán - PROCUT. *Marburger Geographische Schriften, Heft 128, Marburg/Lahn*, 250 pp.
- GIVONI, B. (1989): *Urban Design in Different Climates. WMO/TD-No. 349, WCAP-10, Geneva.*
- GREVIN, K., LÖBEL, J. (1988, Eds.): *Environmental Meteorology. Dordrecht.*
- JAUREGUI, E. (1990/91): Influence of a Large Urban Park on Temperature and Convective Precipitation in a Tropical City. *Energy and Buildings* 15/16, p. 457-463.
- JAUREGUI, E. (1991): The human climate of tropical cities: an overview. *Inter. J. Biometeorology* 35, p. 151-160.
- JENDRITZKY, G. (1991): Selected questions of topical interest in human bioclimatology. *Inter. J. Biometeorology* 35, p. 139-150.
- JENDRITZKY, G., Grätz, A., Schulth, E., Endlicher, W. (1994): *Urban Bioclimatology. In: World Meteorological Organisation. Report of the Technical Conference on Tropical Urban Climates; 28 March-2 April, 1993, Dhaka, Bangladesh. WMO/TD-No. 647, Geneva*, p. 245-264.

- LANDSBERG, H. E. (1981): *The Urban Climate*. New York, 275 pp.
- MAYER, H., HÖPPE, P. (1987): Thermal Comfort of Man in Different Urban Environments. *Theor. Appl. Climatol.* 38, p. 43-49.
- OKE T. R. (1978, 2nd ed.): *Boundary Layer Climates*. London and New York, 435 pp.
- OKE, T. R. (1983): *Bibliography of Urban Climate, 1977-1980*. WMO, WCP-45, Geneva.
- OKE, T. R. (1984): *Methods in Urban Climatology*. *Zürcher Geogr. Schriften* 14, p. 19-29. Zürich.
- OKE, T. R. (1986, Ed.): *Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas*. WMO No. 652, Geneva.
- RANDLE, P. H. (1979): *La contaminación ambiental (Biofísica, psicossomática, psicossocial y espiritual)*. OIKOS, Buenos Aires.
- SCHULTZ, E. (1990): A comparison of indoor and outdoor particle concentration based on size fractionating deposition measurement. *J. Aerosol Sci.* 21, Suppl. 1, p. 625-628.
- VIDE, L. M. (1990): *La percepción del clima en las ciudades*. *Rev. de Geografía*, Depto. de Geografía de la Universidad de Barcelona. Vol. XXIV, p. 27-33.
- WANNER, H. (1990): Effects of atmospheric pollution on human health. *J. Aerosol. Sci.*, Vol. 21, Suppl. 1, p. 389-396.
- World Meteorological Organisation (Ed., 1994): *Report of the Technical Conference on Tropical Urban Climates, 28 March-2 April, 1993, Dhaka, Bangladesh*. WMO/TD-No. 647, Geneva.

Figuras:

- Fig. 1: Diagramas climáticas de la estación „Parque General San Martín“ al oeste del centro de la ciudad (datos del Servicio Meteorológico Nacional, 1951-1990)
 a) temperatura, precipitación, heliofanía y presión de vapor
 b) velocidad y dirección del viento
- Fig. 2: Posición de las estaciones climáticas y de los colectores pasivos Sigma II
- Fig. 3: Itinerarios A (Oeste - Este) y B (Norte - Sur) a través del Gran Mendoza
- Fig. 4: Condiciones térmicas y anemométricas el 20 de agosto de 1995 a la madrugada (7.30 hora local) y a la noche (20 hora local)
 a) a lo largo del itinerario A
 b) a lo largo del itinerario B

Fig. 5: Resultados del radiosondeo con el globo cautivo el 20 de noviembre de 1995

Fig. 6: Carga media de partículas en tres puntos de la ciudad entre los días 11 y 18 de agosto de 1995; carga completa (arriba) y carga con partículas negras (abajo)

Smog Estival

En el marco del proyecto ENV 14 Smog Estival se plantearon los problemas sobre la exposición a las contaminaciones del aire relevantes al smog estival, sobre la modelación de la variación temporal de estos componentes aéreos y sobre los efectos que estos contaminantes tienen en los organismos de los niños. Es así que este Proyecto se divide en dos subproyectos

- Investigación de la exposición durante el Smog Estival
- Efectos sobre la salud causados por estos componentes.

A continuación se describirá, en una primera parte, los resultados obtenidos en las investigaciones de exposición y modelación, con especial atención a dos componentes, el ozono y el óxido de nitrógeno. En una segunda parte aspectos relacionados al estudio epidemiológico ambiental y médico ambiental.

1. Estudio de la contaminación de ozono en Mendoza

SCHLINK, U., PULIAFITO, J. L., HERBARTH, O., PULIAFITO, E., RICHTER, M.,
BEHLER, J. C., REHWAGEN, M., GUERREIRO, P. E., PULIAFITO, C., SCHILDE, M.

1. Introducción

Las mediciones realizadas en Leipzig muestran que entre 1992 y 1994 se registraron 40 episodios de concentración de ozono superiores a los fijados como valor límite por la Comunidad Europea (CU) de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En general, durante los meses de verano en el hemisferio norte se registra un aumento en los episodios de smog de verano y que ha sido estudiado minuciosamente (SEINFELD 1975, RAO et al., GRAEDEL; CRUTZEN). En Argentina, en contrapartida, existe hasta la fecha relativamente pocas mediciones de calidad de aire (por ejemplo, en Tucumán, ENDLICHER; SCHULZ). Con el objetivo de estudiar la contaminación del aire en la región de Mendoza, al oeste de Argentina, y de compararla con datos europeos, se han inspeccionado algunos casos de interés. Para comenzar con este estudio, se plantea en primer plano el problema de la contaminación de ozono.

Es de esperar que la producción fotoquímica de ozono en Mendoza, como consecuencia de las emanaciones de gases del parque automotor bajo la influencia de radiación ultravioleta (UV) del sol, sea visiblemente mayor que en Leipzig.

Por tal motivo se han marcado en la figura 1 puntos de medición de la variación diaria de la concentración de ozono en forma de valores medios, cada 30 minutos, registrados continuamente y comparados con los de Leipzig.

Se discutirán los resultados de las mediciones, y intentará dar una explicación con ayuda de un modelo sencillo.

2. Metodología

Como método de medición se utilizó un instrumento monitor de ozono que trabaja bajo el principio de absorción ultravioleta. Este instrumento fue ubicado en diversos puntos de medición que se pueden observar en la figura 1. Sin embargo, para la obtención de la distribución espacial de ozono y el análisis de su evolución en un período mayor de tiempo, son necesarios mediciones adicionales.

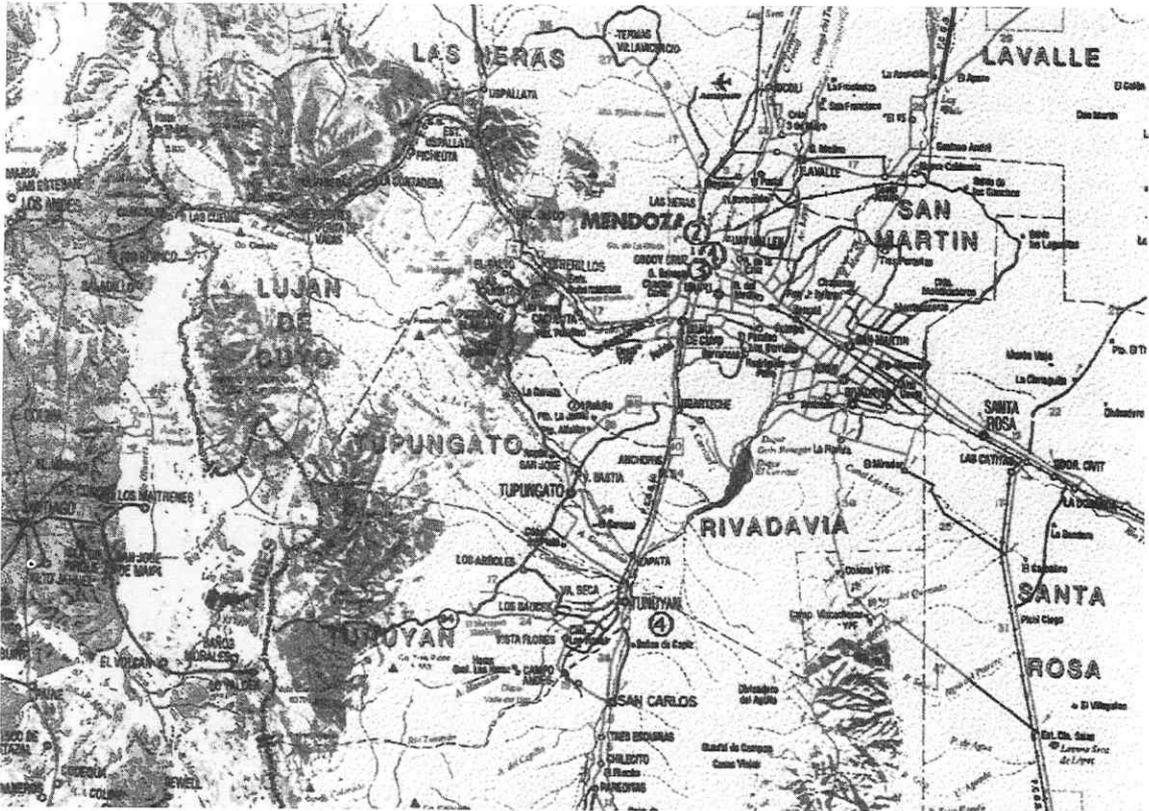


Fig. 1: Mapa de la región de Mendoza. Los puntos de medición se han marcado con círculos. (Ubicación: IEMA (1), Escuela Corazón de María (2), Escuela Reyes Católicos (3) y Escuela de Tunuyán (4)).

3. Situación y particularidades

La Provincia de Mendoza se sitúa al oeste de la República Argentina. Gran parte de su territorio (alrededor de 250.000 km²) es árido o semiárido. Las precipitaciones anuales rondan los 220 mm.

Casi todos sus habitantes viven en oasis artificiales ubicados en el norte, centro y sur de la Provincia. La cantidad total de superficie bajo riego es de alrededor del 3 % del territorio. Alrededor del 70 % de la población vive en el oasis norte. En este oasis se encuentra la Ciudad de Mendoza y Gran Mendoza con un total de 815.000 habitantes. Su ubicación geográfica corresponde a 32° 50' Latitud Sur y 68° 50' Longitud Oeste. Está localizada a una altura de 750 m sobre el nivel del mar.

La proximidad con Los Andes (altura promedio de 5000 m sobre el nivel del mar) resulta en una fuerte influencia en las corrientes de aire. En los meses de invierno aparecen con frecuencia

episodios de inversiones térmicas en una altura de 100 a 200 metros. La radiación solar en verano alcanza valores de 700 cal/m^2 y en junio alrededor de 250 cal/m^2 . Durante las noches se registran enfriamientos muy marcados condicionados por el albedo.

Entre mayo y agosto se registran predominantemente situaciones de calma, por ende, la única circulación de aire, que ventila débilmente a la ciudad, se produce entre las montañas y la superficie.

Una excepción a esta situación, (entre los meses de agosto y setiembre) es el fuerte viento Zonda con velocidades hasta de 60 km/h . Este viento, que proviene del noroeste, provoca una drástica disminución de la humedad y un aumento en la temperatura ambiente.

Mendoza casi no posee industria pesada productora de NO_x en el interior de la región metropolitana. En el sur de la ciudad capital se encuentra un complejo industrial petroquímico. Por lo tanto, el parque automotor actúa como fuente dominante de la contaminación del aire. No se registran, como en Europa, sustancias contaminantes invernales, causantes del smog de invierno. Algunas características adicionales de interés sobre meteorología y climatología de Argentina pueden obtenerse de von WÖLCKEN y ENDLICHER.

4. Distribución espacial del ozono

La figura 2 muestra los valores medidos de ozono con fines comparativos, correspondientes a las distintas estaciones de Mendoza.

De estas curvas se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Durante las mañanas, paralelamente con la salida del sol, se produce un crecimiento en la concentración de ozono. Este fenómeno coincide con la producción de ozono por efecto

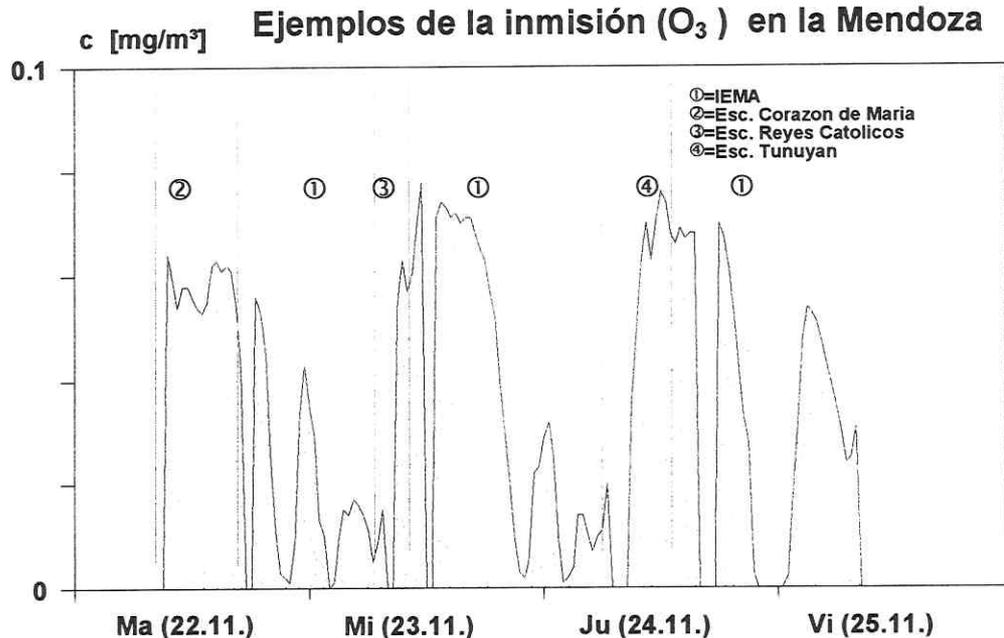


Fig. 2: Ejemplos de inmisiones de ozono en la región de Mendoza

Variación de la concentración de ozono en diversos lugares de medición en la región de Mendoza durante una campaña de medición. Di (Martes 22/11) Mi (Miércoles 23/11) Do (Jueves 24/11) Fr (Viernes 25/11)

fotoquímico que será modelado en el próximo capítulo. Los niveles de concentración de ozono aparecen limitados en alrededor de $0,10 \text{ mg/m}^3$, es decir, se puede admitir que la contaminación de ozono es homogénea en el interior de la ciudad y fuera de ella. Este resultado es muy relevante, dado que se contrapone con lo esperado, como fue expresado anteriormente, y merece, por ello, una explicación.

Luego de la puesta del sol suelen aparecer en algunas noches, próximo a la medianoche, un nuevo pico en la concentración de ozono.

5. Modelación

El proceso fotoquímico de la producción de ozono es muy complejo. Fue estudiado intensivamente por primera vez por CHAPMANN (1930 und 1943). Desde entonces, han aparecido muchos trabajos explicando la importancia del óxido de azufre, monóxido de carbono y los hidrocarburos. Se puede consultar en (SONNEMANN) que la formación de ozono ocurre en un tiempo característico de algunos segundos. Por ello, tomando valores promedios de 30 minutos de la concentración $c(t)$ observada, es posible despreciar los efectos dinámicos de la reacción fotoquímica de formación de ozono. De manera tal, que es factible determinar, en esta escala de tiempo, la intensidad de la radiación solar I que provoca la formación de ozono. Se puede suponer, entonces, que existe una relación directa entre la radiación I y la concentración de ozono:

$$c(t) \propto I(t) \quad (1)$$

Los procesos de dispersión y absorción atenúan la radiación de acuerdo con la Ley de extinción de Lambert:

$$I = I_0 e^{-\alpha m} \quad (2)$$

donde I_0 es la constante solar, α es el coeficiente de extinción y m la masa de aire óptica. La radiación solar incide oblicuamente en la atmósfera de espesor h . Con ello, la masa de aire óptica m depende del ángulo del zenit del sol, y por ende, del tiempo de duración de la claridad del día T :

$$m = \frac{h}{\sin(t/T)} \quad (3)$$

Para un tiempo t , la concentración esperada de ozono es:

$$c^{[E]}(t) = c_0 e^{-\frac{a}{\sin(t/T)}} \quad (4)$$

donde c_0 y a son parámetros desconocidos.

La concentración de ozono esperada $c^E(t)$ se puede observar en los flancos de subida y bajada de la variación diaria medida. Estimándose los parámetros la ecuación (4), podrá, entonces, representarse mediante una curva. Si se substrahe $c^E(t)$ de la variación diaria promedio de la

concentración $c^M(t)$, entonces se obtiene una diferencia $\Delta c(t)$. Esta aparece como consecuencia de las reacciones del ozono con CO o con hidrocarburos (HC). Ambos compuestos se encuentran en los gases de combustión y se designan con la letra X en la ecuación (5).



Por ende, de la variación diaria de $\Delta c(t)$ se puede reproducir el andar de la contaminación vehicular.

6. Determinación de los parámetros

Para evaluar los parámetros en (4), se calculó el valor medio de la concentración de ozono $C^{[M]}(t)$ de todos los días de verano con condiciones meteorológicas iguales (sin nubes). La figura 3 muestra esta variación media típica con su variación correspondiente a una desviación estándar. También se muestran los valores esperados de la concentración de ozono $C^{[E]}(t)$, a partir del modelo calculado en (4). Como comparación se usó el mismo procedimiento para Leipzig (ver figura 4). La Tabla 1 muestra los parámetros estimados. El valor superior del parámetro para Mendoza se corresponde con los niveles inferiores de esta ciudad.

Tab. 1: Parámetros para el modelo utilizado

Parámetros	Mendoza	Leipzig
c_o	0,26 mg/m ³	0,24 mg/m ³
a	0,52	0,23

Emisiones dependientes del tránsito

Para investigar las causas de los bajos niveles de ozono en Mendoza, respecto de Leipzig, se estudió los escapes de los automotores. Puede considerarse para Leipzig que las emisiones de los automóviles está caracterizadas por el catalizador, mientras que para Mendoza ese no es el caso. El parque automotor (alrededor de 300.000 vehículos) tiene una edad promedio de 10 años y no está provista con catalizadores. Soló en los últimos tiempos, a partir de 1992, algunos vehículos están provistos del catalizador.

Tab. 2: Concentración de gases emitidos por motores en mg/m³ con y sin catalizador.

Componente	con catalizador	sin catalizador
Butanal	3,0	1,5
Benzol	1,8	1,9
Methylcyclohexan	0,5	0,2
Toluol	5,5	5,0
m+p-Xylol	1,7	1,3
0-Xylol	1,3	1,0
124Trimethylbenzol	1,5	1,3

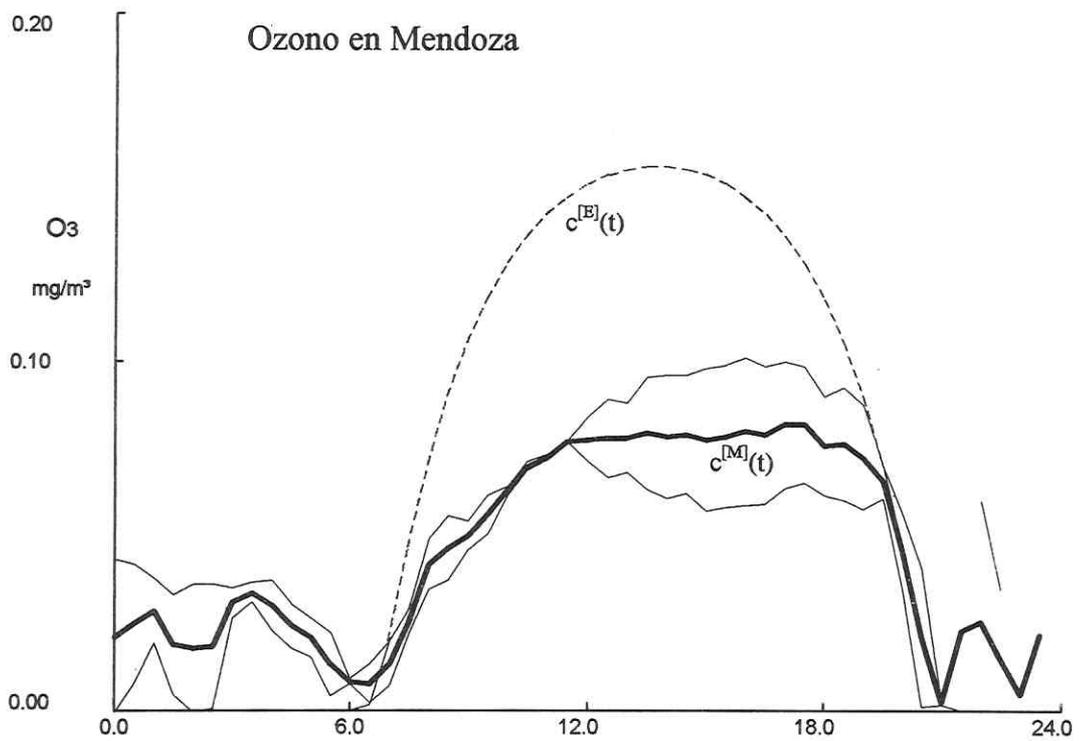


Fig. 3: Variación media de la concentración de ozono (línea gruesa) y modelo calculado (línea punteada), para la estación IEMA-Mendoza.

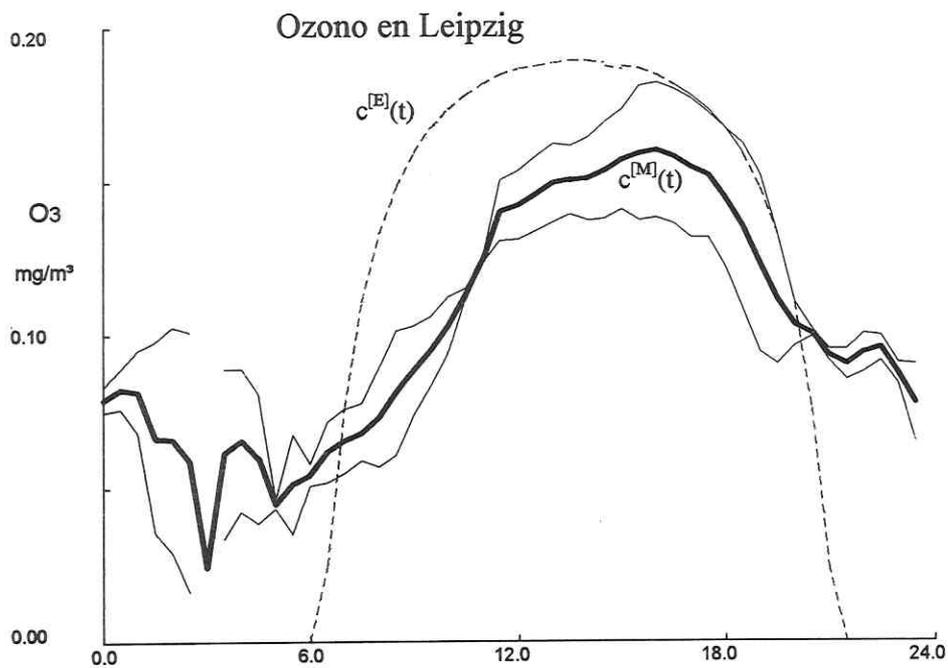


Fig. 4: Variación media de la concentración de ozono (línea gruesa) y modelo calculado (línea punteada), para la estación UFZ-Leipzig.

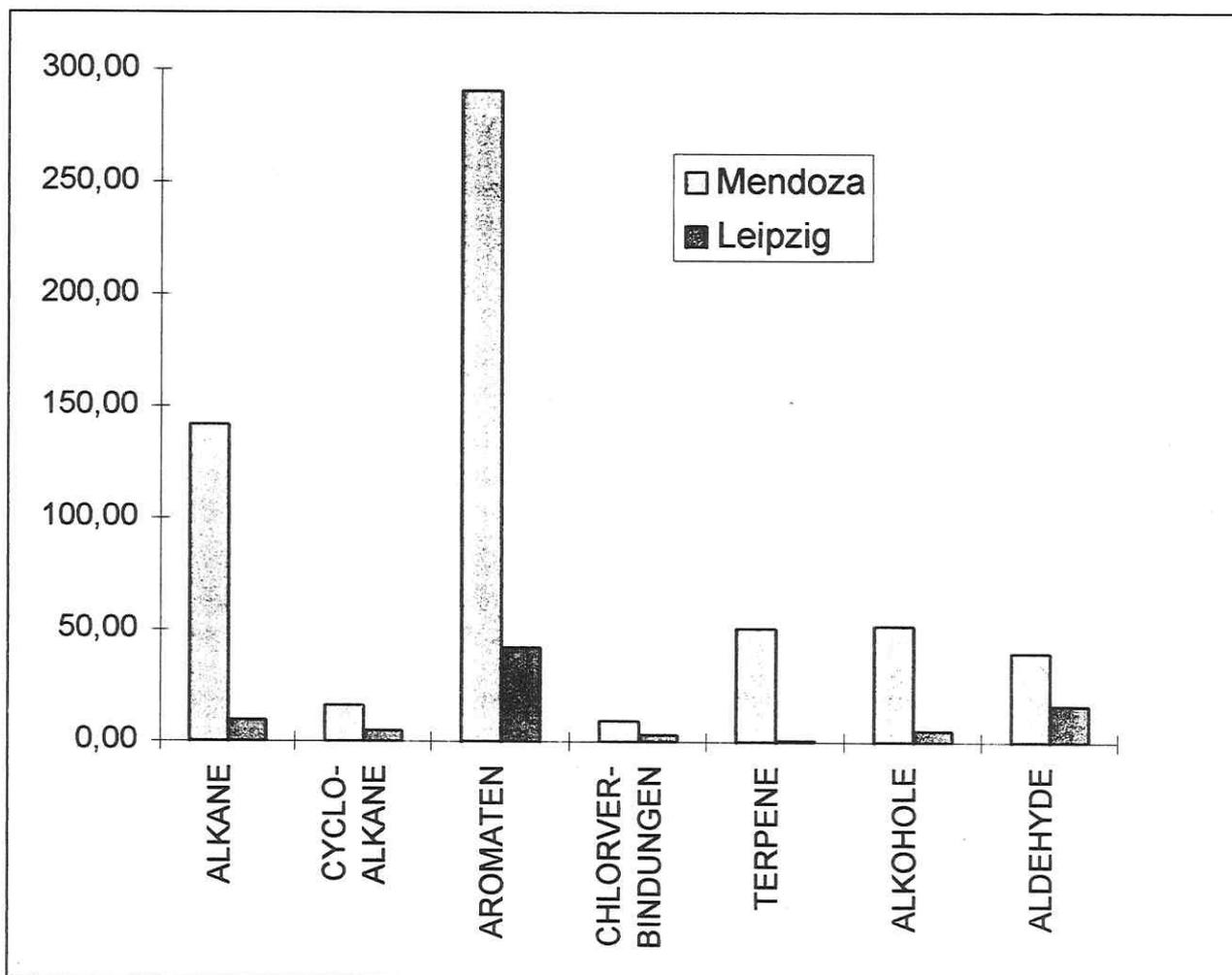


Fig. 5: Concentración de VOC dependiente del tráfico en Mendoza y Leipzig.

Las relaciones medias de los escapes de la Tabla 2 dan un valor de 1,45 , esto es, los motores sin catalizador emiten el 45 % más de hidrocarburos como tales que los que tienen un procesamiento. Esta observación parece confirmarse con mediciones de contaminantes en ambas ciudades. La figura 5 compara los valores medios de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) en lugares influenciados por el tráfico.

7. Discusión

Las investigaciones demuestran que para la ciudad de Mendoza se emiten mayor cantidad de hidrocarburos (HC) como consecuencia del tránsito, que en la ciudad de Leipzig. Así en los lugares más afectados de la ciudad se midió $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de HC y en Leipzig se registró $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de HC como media del año 1994. Por otra parte para el mismo año los valores medios de dióxido de nitrógeno NO_2 resultaron ser de $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para Mendoza y $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para Leipzig. Por lo tanto la relación HC/NO_2 para Mendoza es 7,6 y es superior a la ciudad de Leipzig con 2,2. La razón está en el parque automotor, que es antiguo y no está equipado con catalizador. Debido a que en los vehículos más antiguos es necesario compensar la pérdida de potencia a través de

una mezcla más rica de nafta-aire. Esta es una de las razones para de una mayor relación HC/NO_x. Según SEINFELD (1975), esta relación produce un aumento en las emisiones de CO y paralelamente una emisión de hidrocarburos.

La diferencia en las emisiones de los escapes explican los niveles de ozono medidos en Mendoza, mucho menores de los que debería haber por su fuerte radiación solar.

La radiación solar es el parámetro de entrada para la modelación cuantitativa de la variación diurna de la concentración de ozono.

En el modelo usado en (4), se adaptó al flanco de subida de la mañana y la flanco de bajada de la tarde a la concentración de ozono. De allí se puede calcular el valor de $C^{[E]}(t)$. Se supone para ello que la formación fotoquímica del ozono se mantiene en equilibrio, cuyo valor queda definido por la intensidad de la radiación. El modelo no contempla reacciones del ozono con otras sustancias que no se encuentran en equilibrio fotoquímico. Por lo tanto la diferencia $\Delta c(t)$ entre el ozono medido y el ozono calculado representa la carga en el aire de sustancias oxidantes, en especial las emisiones del tránsito como NO_x, CO, HC entre otras.

Otras sustancias oxidantes, que se mantienen constantes en el aire, no aparecen en $\Delta c(t)$, ya que aparecen como sustancias de fondo „background“ y quedan incluidas en los parámetros del modelo (4). La variación temporal de $\Delta c(t)$ se muestra en las figuras 6 y 7. Esta representa la variación diaria típica de los contaminantes provenientes del tráfico, y con ello la diferente movilidad de los habitantes de cada ciudad.

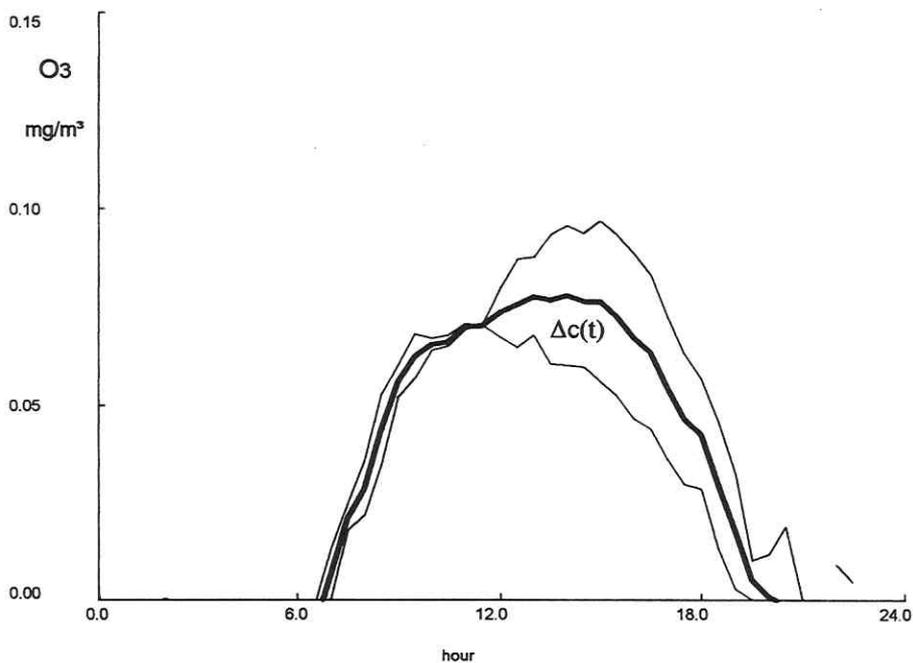


Fig. 6: Variación media (línea gruesa) y $\Delta c(t)$ para Mendoza

Otro resultado del presente estudio de caso muestra las distintas varianzas del ozono medio para Mendoza y Leipzig. Este patrón de variación de la contaminación está fuertemente influenciado por las condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas de alta presión en Europa provocan mayores perturbaciones y nubes que en la zona de Mendoza. Esto se muestra a través de la fuerte variación de las curvas de ozono de Leipzig.

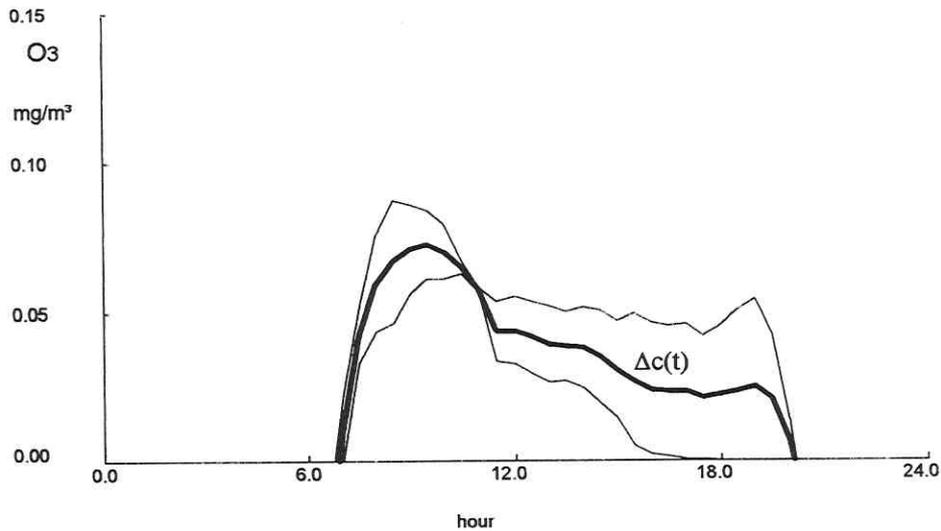


Fig. 7: Variación media (línea gruesa) y $\Delta c(t)$ para Leipzig.

Finalmente cabe decir algo respecto de la aparición de un pico de ozono cerca de medianoche. Esto puede explicarse por la entrada de aire rico en ozono a la ciudad proveniente de las afueras. Sería muy interesante, sin embargo, poder encontrar estos lugares ricos en ozono.

En conclusión, se pretende con este estudio determinar el smog fotoquímico de Mendoza. La fuerte radiación solar hacían suponer valores altos de concentración de ozono, sin embargo las mediciones indicaron valores menores que Leipzig.

Con la ayuda de modelos y comparando las emisiones de los vehículos en ambas ciudades, se puede ver que la causa de la contaminación de fondo del aire es la provocada por el tránsito. Es decir, la causa está en NO_x , CO y HC. Estos son, por una parte, destructores y, por otra parte, catalizadores respecto de la formación de ozono.

Los delimitantes de los valores altos de ozono aparecen también como smog secundario, pero a menudo, para concentraciones altas de tales sustancias, es común referirlas como smog fotoquímico primario. Debe suponerse que este smog primario también produce efectos sobre la salud en los habitantes de los conglomerados urbanos.

Autores

Uwe SCHLINK, Olf HERBARTH, Matthias RICHTER, Maik SCHILDE, Martina REHWAGEN

UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sekt. Expositionsforschung und Epidemiologie
PF 2, 04301 Leipzig, Germany

José Luis PULIAFITO, Enrique PULIAFITO, Pablo E. BEHLER, Juan Carlos GUERREIRO, Carlos PULIAFITO

Universidad de Mendoza
IEMA - Instituto para el Estudio del Medio Ambiente
Av. Boulonge Sur Mer 665
5500 Mendoza

2. Sobre la influencia de inmisiones típicas del tránsito sobre las enfermedades de las vías respiratorias y alergias en niños

HERBARTH, O., BEHLER, J. C., FRITZ, G. J., PULIAFITO, J. L., RICHTER, M., REHWAGEN, M., PULIAFITO, E., PULIAFITO, C., SCHLINK, U., WILDFÜHR, W.

1. Introducción

Las observaciones de la medicina ambiental giran en torno a como el juicio, sobre los factores intervinientes en las génesis de las enfermedades, afecta la visión general del problema. En el pasado, en el marco de estudios epidemiológicos ambientales, prevalecían las comparaciones entre regiones, o bien entre ciudades (Dockery et al., Fritzsche et al., Hülsse; Thielebeule, Kraemer et al., Mutius et al., Nowak et al., Studnicka et al., Thielebeule; Pelech). Una suposición básica era que las poblaciones bajo estudio se diferenciaban exclusivamente en el factor ambiental observado, y con ello el factor de influencia. Con referencia a los factores ambientales, se parte de las diferencias de contaminaciones globales. Por lo general, no se indaga la contaminación efectiva respecto de las personas. A causa de la integración tanto espacial como temporal y, como así también, tanto respecto de las causas supuestas como de los efectos registrados, ya no es posible establecer una afirmación definitiva aislada sobre los factores intervinientes en la génesis. El trabajo que aquí se presenta, intenta esclarecer a través de las exposiciones y prevalencias de microescala, las posibles relaciones de los análisis de incidencias. Los grupos de riesgo resultan aquí de particular importancia (Bales, Jaakkola et al., Thielebeule; Pelech).

Son de interés central en este estudio, los siguientes interrogantes e hipótesis:

- Conducen las diferencias de exposiciones locales y limitadas al interior de la ciudad a una diferencia de prevalencia en grupos de población menos móviles?
- Existen dentro de estos grupos, subgrupos especiales de riesgo?

El primer interrogante, en particular, se fundamenta en los supuestos estudios de macro escala comparativos (entre regiones, o bien entre ciudades) que se han llevado a cabo. Estos estudios sugieren que las diferencias de contaminación a gran escala se traducen en las tasas de prevalencias, por ejemplo, de las enfermedades de las vías respiratorias y alergias.

2. Metodología

Se ha investigado, en el marco de un estudio epidemiológico, una subpoblación de niños menos móviles, de edad entre 4 y 8 años, referente a las enfermedades de las vías respiratorias y alergias. Menos móvil significa que los niños de estas edades se desplazan fundamentalmente en tres ambientes: La vivienda paterna, la escuela o jardín de infantes, y el camino entre ambos.

Tab. 1: Población bajo estudio

	Leipzig	Mendoza
Cantidad bajo estudio	519	58
Niñas/niños	288/231	31/27
Cantidad de Jardines de infantes /Escuelas	25	3
Edad media de la población (años)	5,8±1,1	7,8±1,1

Un proyecto similar al presente que se llevó a cabo en Leipzig con niños de 0,5 a 3 años de edad ya se publicó en BREDEL et al. Una parte fundamental del estudio que aquí se presenta es:

- La respuesta de un cuestionario de epidemiología y medicina ambiental.
- La confección de una planilla diaria de estado de salud.
- Nota: El método de análisis de las series temporales (16) y los resultados de su desarrollo posterior serán publicados en otro lugar.
- Investigaciones de la exposición interna con métodos de análisis no invasivos.
- mediciones personales de la exposición externa.
- Revisaciones médicas

Como punto importante, en relación a la exposición externa, se destacan las inmisiones típicas de los vehículos. Estas deben delimitarse con respecto a las inmisiones provenientes de los combustibles de uso doméstico. A partir de este problema, y de acuerdo a las mediciones y descripciones, se subdividió la ciudad en subregiones, según cuál de los dos dominan los factores de influencia. Para delimitar los factores de la combustión hogareña frente a los del tránsito, se llevaron a cabo investigaciones en Mendoza, en la que los combustibles de uso hogareño juegan un papel secundario. La comparación de las respectivas prevalencias se realizó dentro de las ciudades de Mendoza y Leipzig en función del grado de dependencia con el tránsito. Estas ciudades, por tratarse de poblaciones homogéneas en cuanto a los factores de influencia, sólo se diferencian por los factores de influencias.

Los cuestionarios epidemiológicos fueron estructuralmente idénticos, y sólo se adaptó a preguntas típicas de cada país. La base de este cuestionario fue el cuestionario estándar de la American Thoracic Society (1979 y 1987), el proyecto de estandarización epidemiológica (ver FERRIS) de la British Medical Research Council (1960), la International Union Agency of Lung Diseases (BURNEY et al.) y otros extractos de la literatura (MURAKANI et al., SAMET).

Con respecto a las exposiciones externas, corresponden mediciones en el exterior y en el interior de las viviendas y establecimientos escolares (escuelas, jardines de infantes, ect.) (FRANCK et al., HÜLSSE; THIELEBEULE).

Nota: En Mendoza se usaron los datos de NO_x, partículas y SO₂ a partir de la Red de Mediciones del Ministerio de Medio Ambiente de la Provincia de Mendoza y los datos de ozono del Instituto para el Estudio del Medio Ambiente (IEMA). El procesamiento de las mediciones de VOC se realizó en Leipzig.

Para evaluar la intesidad de los combustibles de uso doméstico se analizó SO₂, CO, NO_x, PM₁₀; y para analizar los del tránsito se usaron NO_x, O₃, VOC. Además se incorporó las condiciones externas descriptas por los padres. Para ello se tomó en cuenta las preguntas del cuestionario

epidemiológico con respecto a la situación de la vivienda (del jardín de infantes y escuela), a la ciudad y a los referidos a la influencia del tránsito (tránsito de calle principal, calles secundarias, parques, espacios verdes), como así también la intensidad subjetiva de la carga del tránsito (frecuencia de formación de polvo, densidad del tránsito, zonas de tránsito tranquilo). Estos datos se referenciaron a los mapas de tránsito de la ciudad. Más aún se preguntó cómo eran transportados los niños a la escuela y de vuelta a sus casas, es decir a pie, en bicicleta, en auto, en transporte público, por calles muy transitadas, etc.

3. Resultados

En adelante se presentará el primer análisis complejo de los estudios. Para ello no se abordará lo situado en las planillas diarias de estado de salud ni en las revisiones médicas, que será discutido en otra parte. La figura 1 siguiente caracteriza los componentes indicadores de la situación en ambas ciudades.

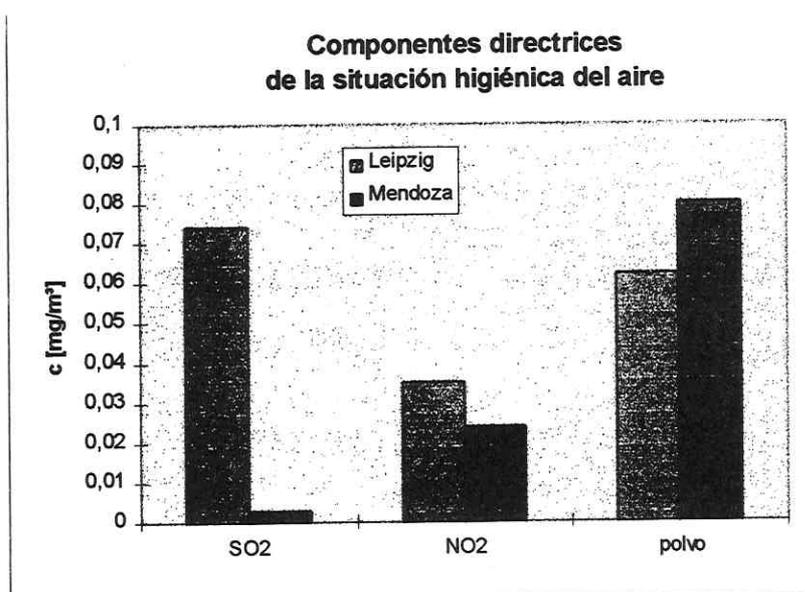


Fig. 1: Caracterización de la situación higiénica del aire según sus componentes directrices (Valores medios aritméticos para el período 1992-1994).

Si se compara la diferencia de contaminación entre ambas ciudades, se pueden extraer claramente lo siguiente:

- Se pueden delimitar diferentes subregiones dentro de la ciudad a partir de valores menores, medios o mayores de densidad de tránsito y de la descripción de los mismos. Nota: Las diferentes zonas dependientes de la densidad de tránsito están más marcadas para Mendoza.
- Las emisiones de los combustibles de uso doméstico son más importantes para Leipzig. Aquí también se reconoce una estructura dependiente de la ciudad.
- Las emisiones provenientes del tráfico y de los combustibles de uso doméstico están parcialmente correlacionados para Leipzig.

La figura 2 que sigue, muestra la carga de VOC dependiente del tránsito. En vista del cuadro de enfermedades, se resumieron los siguientes subtipos diagnósticos para conseguir una abundante muestra que considerara los problemas de la edad en la caracterización del diagnóstico. En el grupo asma se consideraron el asma bronquial, asma espasmódica y el asma bronquial. En el grupo bronquial se tomaron en cuenta la bronquitis crónica, bronquitis con fiebre y bronquitis. En el grupo alergia se suman las reacciones alérgicas y la alergia. Los datos se los tomaron del cuestionario.

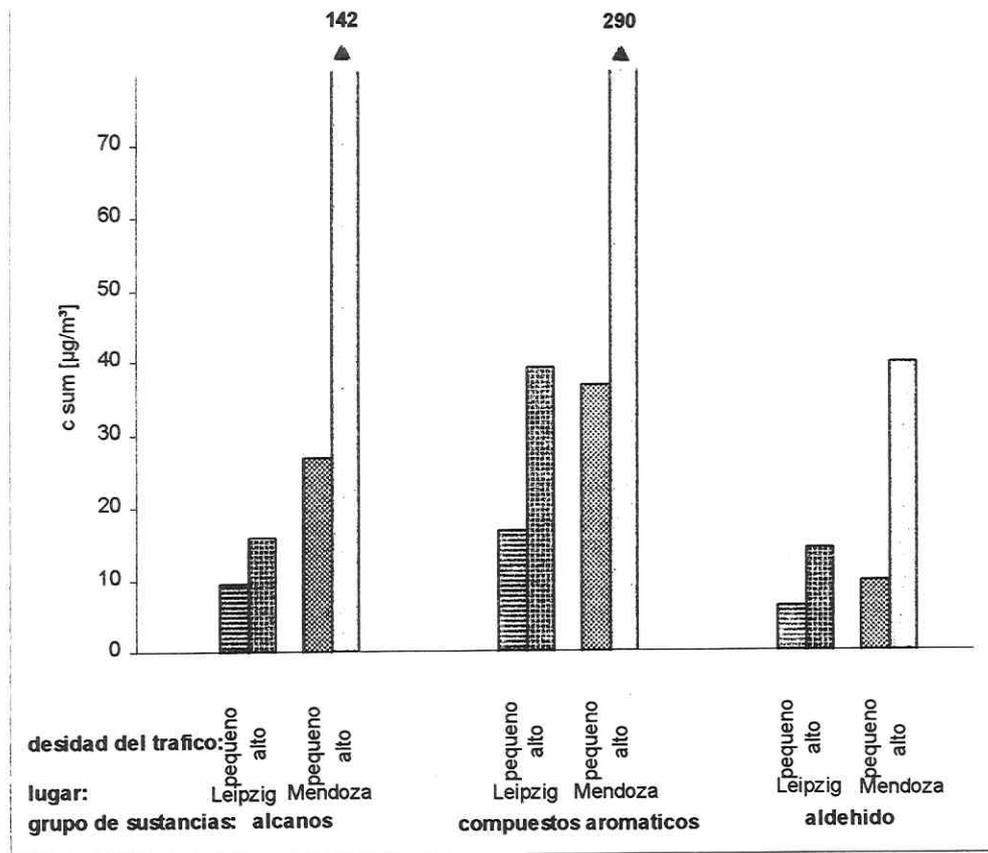


Fig. 2: Representación de la carga de VOC provenientes del tránsito.

Se calcularon los siguientes tiempos de prevalencia media (Tabla 2):

Tab. 2: Tiempo de prevalencia para la bronquitis, asma y alergias

	Bronquitis	Asma	Alergias
Leipzig	56	7	8
Mendoza	24	12	21

Se reconoce claramente una prevalencia mayor de las enfermedades bronquiales en Leipzig, y de las enfermedades alérgicas y asmáticas para Mendoza.

La Tabla 3 muestra las diferencias entre asma, bronquitis y alergias según el esquema arriba mencionado, entre fuentes de emisiones primarias y secundarias, así la relación de exposición para sectores de la ciudad

Tab. 3: Relación de exposición (Odds ratio) en función de la situación de exposición.

		Asma	Bronquitis	Alergias
Ambitos con carga predominante de combustibles de uso domésticos	Leipzig	0,8 (0,5...1,5)	1,4 (1,0...1,8)	1,1 (0,7...2,0)
Ambitos con carga predominante del tránsito	Leipzig	1,7(0,9...3.0)	0,7 (0,5...1)	1,8 (1,0...3,1)
	Mendoza	1,3 (0,2...7,5)	0,4 (0,1...2,3)	

($\alpha = 0,05$)

La investigación pretende aclarar hasta que punto se diferencian, en la población de riesgo de los niños observados, niños con predisposición familiar frente a niños sin predisposición familiar.

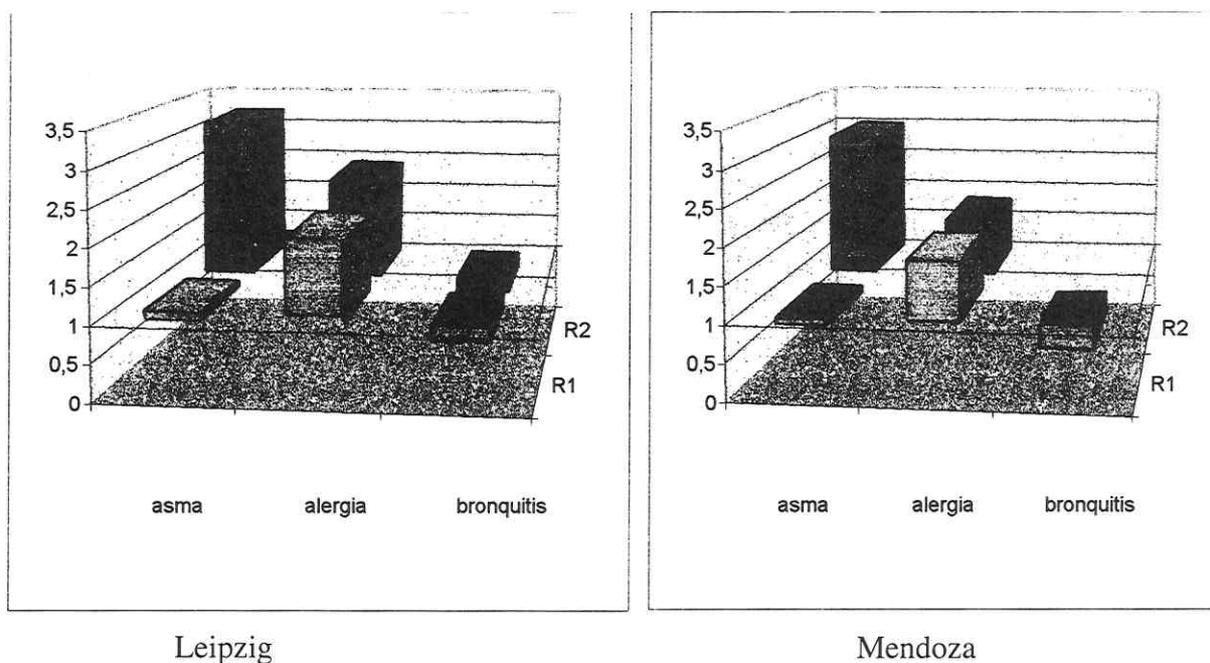


Fig. 3: Relación de exposición para enfermedades de las vías respiratorias y alergias por exposición frente a inmisiones típicas de los vehículos en función de la predisposición familiar

4. Discusión

Los resultados muestran que pareciera muy probable demostrar, dentro de una misma ciudad, sobre la base de una observación de la exposición localmente diferenciada, la existencia de efectos relacionados con la exposición. En especial, las emisiones de combustibles domésticos, parecieran tener mayor influencia sobre las enfermedades bronquiales, mientras que las emisiones dependientes del tránsito sobre las asmas y las alergias.

El uso del NO_2 como indicador de este tipo de emisiones ha sido descrito en (DAWSON; SCHENKER,

MAGNUSSEN), referidas a la influencia de la ocurrencia de casos de asma. Del mismo modo, se observó para los niños que viven cerca de zonas de tránsito denso, una mayor prevalencia de enfermedades respiratorias (Murakani et al.).

En el estudio que aquí se detalla, pareciera que se puede confirmar tal afirmación de acuerdo con investigaciones comparativas en ciudades que no presentan contaminación por combustibles de uso doméstico pero sí por tránsito, y aquellas que poseen ambos tipos de contaminación. Se supone que las inmisiones típicas dependientes del tránsito tienen su propio espectro de efectos y probablemente contribuyen a un aumento de la prevalencia de asma y alergias, sin que se necesite un efecto condicionante a través de las inmisiones de combustibles de uso doméstico como lo es el dióxido de azufre SO_2 .

Las investigaciones muestran además, que dentro de los grupos participantes de este estudio y que aquí se presentan para su discusión, existen grupos de riesgo que especialmente reaccionan sensiblemente a los estímulos externos. Mientras que en las alergias evidentemente se encuentran igualmente afectados niños con predisposición familiar y aquellos sin predisposición, en las asma reaccionan niños exclusivamente con predisposición familiar, surge entonces, que la conducta profiláctica conduce a una minimización, en estos casos especiales, de riesgos de enfermedades. Se puede pues afirmar, que dichos niños no deberían ser llevados a la escuela por calles de tráfico denso y que, en lo posible, las paradas en las proximidades de calles de tráfico denso sean lo más corta posibles.

El trabajo que aquí se presenta muestra que con ayuda de estudios a nivel de microescala se pueden claramente reconocer diferencias en las prevalencias condicionadas por exposición y además identificar las exposiciones en detalle. Sin embargo, permanecen sin respuesta una serie de interrogantes. Especialmente, aparece el problema de la medida y/o parte de la influencia de la contaminación o carga de los ambientes cerrados en los organismos infantiles. Las investigaciones futuras y el procesamiento de los estudios mostrarán si es aquí posible alguna otra afirmación distinta de estas causas. Se espera además, obtener algunos indicios a partir de los estudios de las vías respiratorias sobre la exposición interna, y en qué medida se ven afectados también los parámetros funcionales, como por ejemplo, el metabolismo.

Agradecimiento

Agradecemos muy especialmente al Sr. Bianchi y a la Sra. Bockelmann de la Oficina Internacional del BMBF del Centro de Investigaciones del GKSS Geesthacht GmbH por su amplio apoyo de los estudios en Argentina (Proyecto ENV 14 Smog Estival).

Agradecemos además a los señores Julio Sernaglia (Hospital El Carmen, Godoy Cruz, Mendoza) y a M. Schilde (Sección de Investigación Epidemiológica y de Exposición del UFZ Leipzig-Halle), por su activa cooperación en el marco de los estudios epidemiológicos y analíticos en Argentina y Alemania.

Autores

Olf HERBART, Matthias RICHTER, Martina REHWAGEN, Uwe SCHLINK

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Expositions- und Epidemiologie
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Juan Carlos BEHLER, José Luis PULIAFITO, Enrique PULIAFITO, Carlos PULIAFITO

Universidad de Mendoza
IEMA - Instituto para el Estudio del Medio Ambiente
Av. Boulonge Sur Mer 665
5500 Mendoza

Gisela Fritz, Wolfgang Wildführ

Universität Leipzig
Hygiene-Institut
Liebigstraße 24
04103 Leipzig

Bibliografía

American Thoracic Society. ATS Statement - Snowbird Workshop on Standardization of Spirometry. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1979;119:831-8.

American Thoracic Society. Standards for the Diagnosis and Care of Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) and Asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1987;136:225-43.

BATES, D. V.: Health indices of the adverse effects of air pollution: the question of coherence. *Environ Res* 1992;59:336-49.

BREDEL, H., HERBARTH, O., WINTERSTEIN, P.: Epidemiologische Untersuchungen über den Einfluß der Luftverunreinigungen auf die Bronchitishäufigkeit an Kinderkollektiven der Altersgruppe 0,5 bis 3 Jahre. *Dt. Gesundh.-Wesen* 1980;35 (1):16-9.

British Medical Research Council. Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis. Standardized questionnaire on respiratory symptoms. *BMJ* 1960;2:1665.

- BURNEY, P. G. J., LAITINEN, L. A., PERDRIZET, S., HUCKAUF, H., TATTERSFIELD, A. E., CHINN, S., POISSON, N., HEEREN, A., BRITTON, J. R., JONES, T.: Validity and repeatability of the IUATLD (1984) Bronchial Symptoms Questionnaire: an international comparison. *Eur. Respir. J.* 1989;2:940-5.
- CHAPMAN, S.: *Mem. Roy. Meteorol. Sci.* 1930, **3**, 103
- CHAPMAN, S.: *Rep. Progr. Phys.* 1943, **9**, 92
- DAWSON, S. V., SCHENKER, M.B.: Health Effects of Inhalation of Ambient Concentrations of Nitrogen Dioxide. *Am. Rev. Resp. Dis.* 1979; 120:281-92.
- DOCKERY, D. W., SPEIZER, F. E., STRAM, D. O., WARE, J. H., SPENGLER, J. D., FERRIS jun., B. G.: Effects of Inhalable Particles on Respiratory Health of Children. *Am. Rev. Resp. Dis.* 1989;139:587-94.
- DOUGLAS, W. D.: Epidemiologic Study Design for Investigating Respiratory Health Effects of Complex Air Pollution Mixtures. *Environmental Health Perspectives Suppl.* 1993; 101 (Suppl 4): 187-91.
- ENDLICHER, W.: In *Marburger Geographische Schriften Heft 128*, „Zur Witterungsklimatologie von Nordwestargentinien“, Marburg/Lahn, 1995, p.17
- ENDLICHER, W., SCHULTZ, E.: In *Marburger Geographische Schriften Heft 128*, „Messung und Bewertung von Luftverunreinigungen in Tucumán und Umgebung“, Marburg/Lahn, 1995, p.184
- FRANCK, U., REHWAGEN, M., HERBARTH, O.: VOC-Indoorbelastung einer ostdeutschen Großstadt. *Forum Städte-Hygiene* 1994;45:3/4,6-8.
- FERRIS, B. G.: Epidemiological Standardization Project.II. Recommended respiratory disease questionnaires for the use with adults and children in epidemiologic research. *Am. Rev. Resp. Dis.* 1978;118(Suppl.):7-53.
- FOLINSBEE, L. J.: Human Health Effects of Air Pollution. *Environmental Health Perspectives* 1993; 100: 45-56.
- FORSTER, J., KOPP, M.: *Ozonwirkung auf Kinder. Sonderdruck aus Sozialpädiatrie und Kinderärztliche Praxis.* Verlag Kirchheim, Mainz. 1995;17 (4): 212-217.
- FRAIGNEAU, Y. C., GONZALEZ, M., COPPALLE, A.: „Dispersion and chemical reaction of a pollutant near a motorway“, *The Science of the Total Environment* 1995, **169**, 83
- FRITZSCH, C., v. MUTIUS, E., WEILAND, S. K., RÖLL, G., MAGNUSSEN, H.: Prävalenz asthmatischer und allergischer Erkrankungen bei Schulkindern - ein Vergleich zwischen Leipzig und München. *Allergie J* 1994;3:11-6.

GRAEDEL, T. E., CRUTZEN, P. J.: Atmospheric Change: An Earth System Perspective., W. H. Freeman and Company: New York - Oxford, 1993

HERBARTH, O., REHWAGEN, M., RICHTER, M.: Untersuchungen zur Raum-Zeit-Dynamik der äußeren Exposition gegenüber luftgetragen chemischen Substanzen. Forum Städte-Hygiene 1995;46 (7/8): 231-9.

HERBARTH, O: Risk Assessment of Environmentally Influenced Airway Diseases Based on Time-Series Analysis. Environmental Health Perspectives 1995;Volume 103: Nr. 9.

HÜLSSE, C., THIELEBEULE, U.: Epidemiologische Studien über den Einfluß von Luftverunreinigungen auf den kindlichen Organismus. Gesundheit und Umwelt 1987; 3 (1): 2-28.

JAAKKOLA, J. J., PAUNIO, M., VIRTANEN, M., et al.: Low-level air pollution and upper respiratory infections in children. Am J Public Health 1991;81: 1060-3.

KRAEMER, U., ALTUS, C., BEHREND, H., DOLGNER, R., GOTHSMUTHS F. J, HILLE J., HINRICHS, J., MANGOLD, M., PAETZ, B., RANFT, U., ROEPKE, H., TEICHMANN, S., WILLER, H. J., SCHLIPKÖTER, H. W.: Epidemiologic survey on the effect of air pollution on the health of schoolchildren (in German). Forum Städte-Hygiene 1992;43:82-7.

MAGNUSSEN, H.: Chronische Atemwegserkrankungen - umwelt- oder berufsbedingt. Öff. Gesundh.-Wes. 1989;51:500-4.

MOLHAVE, L.: Volatile Organic Compounds, Indoor Air Quality and Health. Indoor Air. 1991;4:357-76.

MORTAGY, A. K., HOWELL, J. B. L., WATERS, W. E.: Respiratory symptoms and bronchial reactivity. BMJ 1986;293:525-9.

MURAKANI, M., ONO, M., TAMURA, K.: Health problems of residents along heavy traffic roads. J. of Human Ergology 1990, 19: 101-106.

MUTIUS, E., MARTINEZ, F. D., FRITZSCH, C., NICOLAI, T., ROELL, G., THIEMANN, H.-H.: Prevalence of asthma and atopy in two areas of west and east Germany. Am J Respir Crit Care Med 1994;149:358-64.

National Research Council. Epidemiology and air pollution. Washington, D. C. National Academy Press, 1985.

NOWAK, D., HEINRICH, J., BECK, E., WILLENBROCK, U., JOERRES, R., CLAUSSEN, M., BERGER, J., WICHMANN, H. E., MAGNUSSEN, H.: Differences in respiratory symptoms between two cities in western and eastern Germany: the first report in adults. Am. Rev. Respir. Dis. 1993;147(Suppl):A378.

RAO, S. T., SISTLA, G., HENRY, R. J.: Air Waste Manage. Assoc. 1992, 42, 1204

- SAMET, J. M.: A historical and epidemiologic perspective on respiratory symptoms questionnaires. *Am J. Epidemiol.* 1978;19(5): 188-9
- SEINFELD, J. H.: *Air Pollution: physical and chemical fundamentals.*, McGraw-Hill, 1975
- SEINFELD, J. H.: *Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution.*, John Wiley & Sons: New York, 1986
- SONNENMANN, G: *Ozon. Natürliche Schwankungen und anthropogene Einflüsse.*, Akademie Verlag, Berlin, 1992
- STUDNICKA, M., FRISCHER, T., STUDNICKA-BENKE, A., NEUMANN, M.: Kindliche Lungenfunktion und Ozonbelastung: vorläufige Ergebnisse einer Sommerlagerstudie. *Atemwegs-Lungenkrankheiten* 1993;19(5): 188-9.
- THIELEBEULE, U., PELECH, L.: Epidemiological Studies regarding the Effects of Air Pollution. *Journal of Hygiene, Epidemiology, Microbiology and Immunology* 1985;29 (4):353-62.
- WJST, M., REITMEIR, P., DOLD, S., WULFF, A., NICOLAI, T., v. LOEFFELHOLZ-COLBERG, E., v. MUTIUS, E.: Road traffic and adverse effects on respiratory health in children. *BMJ* 1993; 307:596-600.
- WÖLCKEN, K.: „Algunos aspectos sinópticos de la lluvia en la Argentina“, *Meteoros*, Buenos Aires, 1954, año IV, No. 4, p. 327
- World Meteorologic Organisation Global Ozone Research and Monitoring Project, Scientific Assessment of Ozone Depletion, Report No. 25, 1991

LAS HOJAS DE PINO COMO SISTEMA DE BIOMONITOREO PARA ESCALAS REGIONALES Y GLOBALES

1. Patrones de inmisión de metales pesados aéreos y bioelementos en las regiones de Mendoza y Leipzig-Halle

WEISSFLOG, L., GANTUZ, M., WENZEL, K.-D., PFENNIGSDORFF, A., SCHÜÜRMAN, G.

1. Introducción

Los bioindicadores conforman una herramienta importante para la evaluación de la calidad de los compartimentos de la biósfera y permiten la observación de desarrollos a largo plazo en ecosistemas, como una consecuencia de las actividades antrópicas. Para una vigilancia ecológica de distintos sistemas en nuestro planeta, se han utilizado análisis de metales pesados acumulados en varias especies de la fauna y flora para evaluar el grado de contaminación del suelo y del aire (HERTZ 1991).

Las especies coníferas están diseminadas en muchas partes de nuestro planeta, las hojas aciculares de estos árboles conforman una alternativa interesante para el análisis de patrones de inmisión en nuestro medio ambiente. La capa de crecimiento (wax layer), relativamente inerte, puede acumular una variedad de contaminantes orgánicos y metales pesados (WYTENBACH et al. 1985, WEISSFLOG et al. 1994 a, 1994 b).

En el caso que las tomas biogénicas desde el suelo como así también las lixiviaciones producidas por la lluvia ácida son despreciables, el contenido total de xenobióticos y elementos representan una medida integrada de la concentración promedio en el aire ambiente para el período de tiempo de interés. Aquí, el análisis comparativo de las hojas de pino de diferentes edades ofrece un medio simple para diferenciar entre las tomas provenientes del suelo a través de las raíces y la bioacumulación proveniente del aire.

2. Métodos

2.1 Muestreo

Las dos áreas de biomonitoring se muestran en la figura 1. En Argentina se recogieron muestras de hojas de pino de uno y dos años de edad de las especies siguientes: *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* L., *Pinus Canadensis* L., en los meses de abril-mayo de 1994.

Estas muestras en Argentina, se tomaron de los siguientes lugares: como sitio de referencia, en Los Andes Argentinos, y en otros dos puntos ubicados en áreas urbanas muy contaminadas de Mendoza, a partir de uno o dos árboles individuales de una edad que va desde los cinco a los veinticinco años. En Alemania las muestras se tomaron de seis puntos en la región de Leipzig-Halle, mientras que se eligieron dos sitios de referencia ubicados en el noreste de Alemania y en

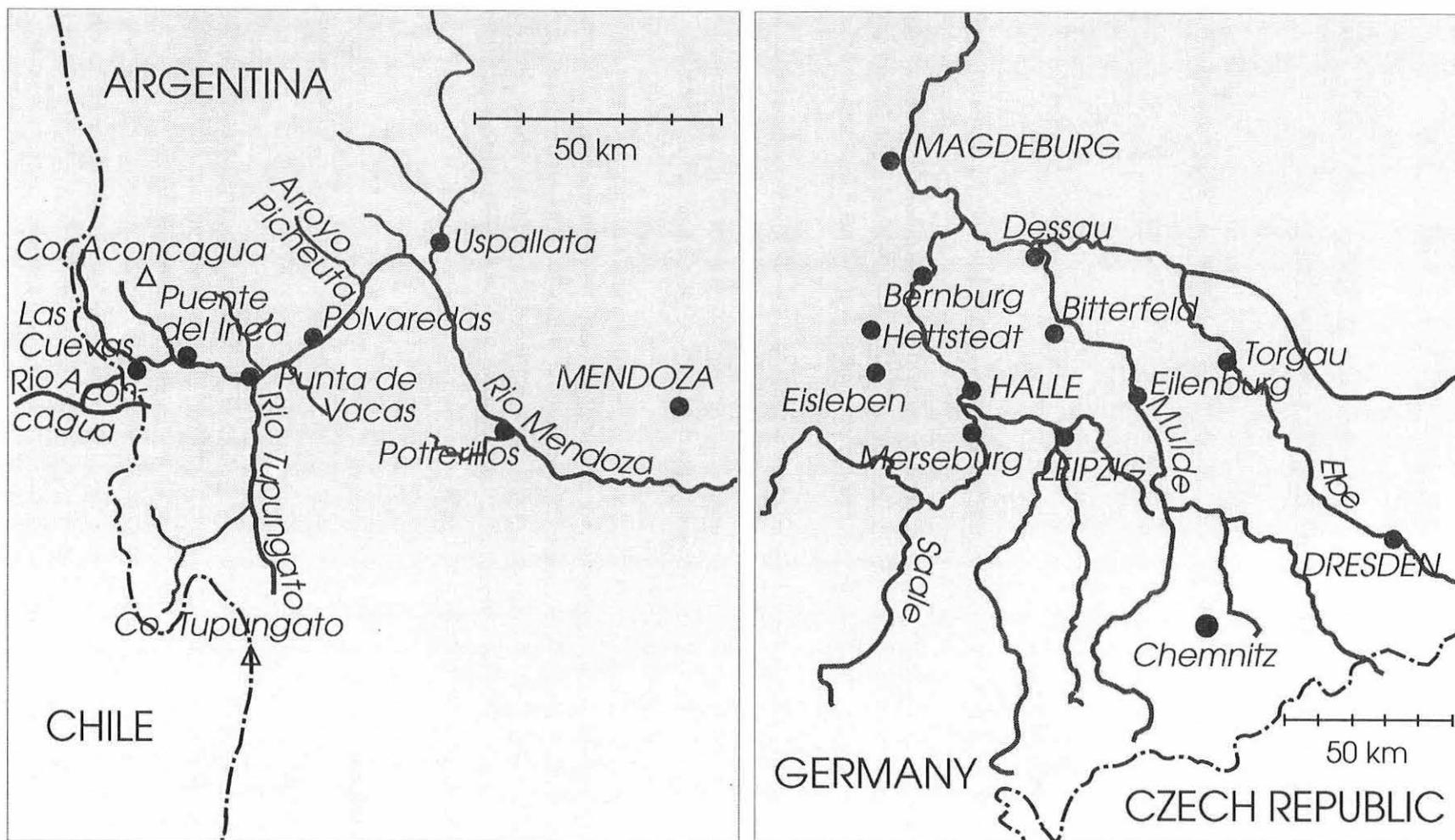


Fig. 1: Situación geográfica de las áreas de biomonitoreo del Gran Mendoza, Argentina (a la izquierda) y Leipzig-Halle, Alemania (a la derecha)

el centro de Alemania, para comparar con las inmisiones de metal pesado en el área de Mendoza. En Alemania las muestras se recogieron de hojas de pino de uno y dos años de edad durante marzo de 1993, provenientes de cuatro a cinco árboles por sitio, siendo la edad de éstos entre siete y doce años. Las hojas de pino se tomaron a una distancia de aproximadamente un centímetro de la ramificación. Para evitar la contaminación de metal en las pruebas, se utilizaron tijeras de cerámica.

2.2 *Procesamiento de las muestras*

Luego del secado de las muestras a 85° C y pulverizado en un molino de ágata, las muestras de pino fueron digeridas con un concentrado de ácido nítrico en un aparato de microonda. El análisis de los elementos fue realizado mediante un espectrómetro ICP-AE, utilizando como material de referencia el NBS estándar 1575 (PFENNIGSDORFF et al.).

3. **Resultados y discusión**

Los rangos de concentración de los trece elementos en las hojas de pinos de Argentina y Alemania, se muestran en la tabla 1.

- Se puede observar que existen grandes diferencias entre las dos áreas para las concentraciones de Pb, Mn, Ca, Fe, Mg.
- Los valores de plomo en el Gran Mendoza exceden a aquellos de la región de Leipzig-Halle en más de un orden de magnitud.
- Esto puede atribuirse al uso de combustible con contenido de plomo en los vehículos a combustión que se utilizan en Argentina. La diferencia entre los niveles de plomo de Argentina y Alemania medidos en las hojas de pino ilustran qué efectivo es el uso del combustible libre de plomo, para la reducción de la contaminación por plomo antrópico en la vegetación terrestre.
- El alto contenido de Ca en las hojas de pino del Gran Mendoza, puede explicarse por la absorción del mismo a través de las raíces, dado el tipo de suelo calcáreo de esta área. Los suelos calcáreos de Alemania y Argentina referidos a los puntos de medición, conducen a un bajo contenido de Mn y baja biodisponibilidad de Mn que se corresponden con el escaso nivel de concentración de Mn en las hojas de pino.
El análisis del componente principal de los valores de concentración promedios del elemento para un sitio individual, puede ser utilizado para discutir el siguiente interrogante: ¿Existen similitudes o disimilitudes de los elementos, y cómo puede ésto estar relacionado a las propiedades específicas de los elementos y de las fuentes de emisión?

El análisis del conjunto de datos de Alemania y Argentina nos conduce a la figura 2.

Tabla 1: Valores de concentración de los elementos [$\mu\text{g}/\text{peso seco (ppm)}$] en las hojas de pino¹

Elemento	Argentina 1994		Alemania 1992	
	Gran Mendoza	Sitios de referencia	Leipzig-Halle	Sitios de referencia
Al				
- suelos calcáreos	390 - 1.070	103 - 289	-	70 - 123
- otros suelos	-	-	300 - 531	218 - 365
Ca	4695 - 12.700	4275 - 12.200	1.637 - 4.526	1.791 - 4.867
Cd	n. n.	n. n.	n. n.	n. n.
Cr	0,3 - 2,6	0,3	n. n. - 1,1	n. n.
Cu	3,4 - 8,9	2,4 - 3,4	1,9 - 3,5	1,6 - 2,5
Fe	252 - 962	105 - 329	58 - 360	36 - 185
K	3.315 - 8.060	2.835 - 5.810	3.007 - 5.736	3.720 - 4.877
Mg	963 - 1.925	742 - 1.903	424 - 861	438 - 787
Mn				
- suelos calcáreos	19,2 - 40,8	11,8 - 55,5	15,6 - 26,1	-
- otros suelos	-	-	378 - 1.156	387 - 1.241
Ni	0,5 - 1,2	0,3 - 0,7	0,6 - 1,5	0,5 - 0,7
Pb	3,5 - 37,1	0,3 - 2,8	0,3 - 3,4	0,7 - 1,1
V	0,8 - 2,5	0,3 - 0,8	0,4 - 3,2	0,6 - 1,0
Zn	16,6 - 41,5	11,2 - 19,0	29,9 - 51,7	17,4 - 40,2

¹Las pruebas contienen hojas de pino de uno y dos años de edad de diferentes especies de coníferas (véase también material y métodos). Los límites de comprobación eran de 0,3 ppm. Valores de concentración inferiores se caracterizan como no comprobables (n. c.). Para Al y Mn se dan diferentes datos para ubicaciones con suelos calcáreos y para tales con otros suelos. Estos datos se discuten en el texto.

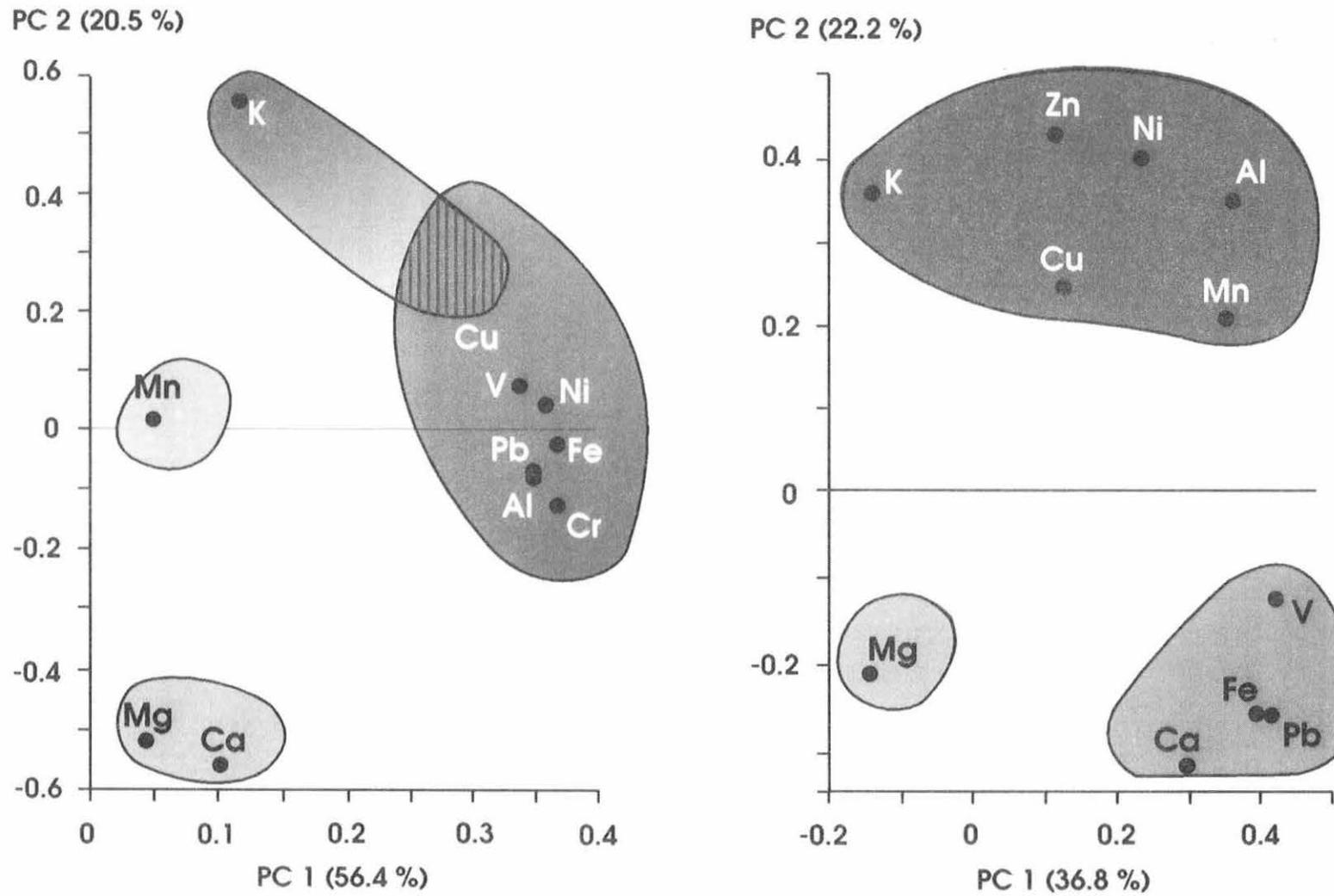


Fig. 2. Influencia de los elementos por los dos primeros componentes principales de las concentraciones de hojas de pino en el Gran Mendoza, Argentina (a la izquierda) y Leipzig-Halle, Alemania (a la derecha). No se valoró Cd a causa de las concentraciones extremadamente bajas. Por las mismas razones, no se consideró Cr en el análisis de los componentes principales de los resultados alemanes.

El patrón de los elementos argentinos consiste de cuatro grupos:

- El Ca y Mg se absorben biogénicamente de los suelos calcáreos en el Gran Mendoza. Este suelo reduce la biodisponibilidad del Mn.
 - El Potasio se absorbe principalmente por las raíces.
 - Los niveles de Zn aparentemente son producto de toma biogénica y de la inmisión de aerosoles debido al escape y fricción vehicular.
- Al, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb y V conforman un grupo de elementos cuyos valores de concentración en las hojas de pino se deben principalmente a la inmisión aérea provenientes de fuentes antrópicas (principalmente por el tráfico y fricción vehicular).

El patrón de los elementos alemanes muestra una cantidad de diferencias interesantes respecto del grupo de elementos argentinos:

- El magnesio, que se absorbe principalmente del suelo, se separa del Ca, el cual ahora pertenece a un grupo de elementos aéreos que provienen de diferentes fuentes antrópicas (cenizas provenientes del carbón marrón vuelan en la región de Leipzig-Halle). De esto, resulta la segunda ruta más importante de entrada de Ca en la vegetación terrestre además de la absorción biogénica.
- Las altas intercorrelaciones de los valores de concentración de Fe, Pb y V indican que fuentes similares antrópicas son las responsables de la toma o absorción de estos elementos.
- El tercer grupo consiste de elementos tales como Al, Cu, K, Mn, Ni y Zn, los cuales se originan tanto por fuentes biogénicas como antrópicas. Con todos estos elementos, la lixiviación debida a la lluvia ácida podría ser un camino importante de eliminación.

4. Conclusiones

- La bioindicación de patrones de inmisión de metales pesados por medio de hojas de pino, resulta ser una herramienta adecuada para estimar la calidad de aire promediada e integrada en el tiempo en una escala regional.
- La aplicación del análisis del componente principal, releva distintas características de los perfiles de los elementos presentes en el aire ambiente, tanto en las coincidencias como en las marcadas diferencias entre las muestras de inmisión, las que pueden referirse a las fuentes antrópicas como así también a las condiciones naturales de las regiones y a los tipos de deposiciones principales.

Agradecimiento

Una parte de estas investigaciones fue realizada en el marco de la cooperación bilateral científico-tecnológica germano-argentina y financiada a través de la Oficina Internacional GKSS y de la SECyT-CONICET (Proyecto ENV.15).

Autores

Ludwig WEISSFLOG, Klaus-Dieter WENZEL, Andrea PFENNIGSDORF, Gerrit SCHÜÜRMAN

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Chemische Ökotoxikologie
04301 Leipzig
Germany

Miguel GANTUZ

Universidad de Mendoza
Instituto para el Estudio del Medio Ambiente
Av. Boulogne
Sur Mer 665
5500 Mendoza
Argentinien

Referencias

HERTZ, J.: (1991). Bioindicators for Monitoring Heavy Metals in the Environment. In: Merian E. (ed) Metal and Their Compounds in the Environment. VCH Weinheim (FRG), pp. 221-231.

PFENNIGSDORFF, A., WIENHOLD, K., WEISSFLOG, L., SCHÜÜRMAN, G.: (1993). Multielementanalyse von Kiefernadeln als Bioindikationssystem - Ergebnisse für Vanadium und Eisen im Raum Leipzig-Halle. In: Dittrich, K., Welz, B. (eds) CANAS '93, Colloquium Analytische Atom-spektroskopie. Universität Leipzig und UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Leipzig (FRG), pp. 787-792.

WEISSFLOG, L., WIENHOLD, K., WENZEL, K.-D., SCHÜÜRMAN, G.: (1994a). Ökologische Situation der Region Leipzig-Halle. I: Inmissionsmuster luftgetragener Schwermetalle und Bioelemente. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 6:75-80.

WEISSFLOG, L., ROLLE, W., WENZEL, K.-D., KÜHNE, R., SCHÜÜRMAN, G.: (1994b). Ökologische Situation der Region Leipzig-Halle. II. Modellierung der Partikelgröße der Flugstäube. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 6:135-138.

WEISSFLOG, L., PALADINI, E., GANTUZ, M., PULIAFITO J. L., PULIAFITO, S., WENZEL, K.-D., SCHÜÜRMAN, G.: (1994). Inmission patterns of airborne pollutants in Argentina and Germany - I. First results of a heavy metal biomonitoring. Fresenius Environ. Bull. 3:728-733.

WYTTENBACH, A., BAJO, S. TOBLER, L., KELLER, TH.: (1985). Major and trace element concentrations in needles of *Picea abies*: levels, distribution functions, correlations and environmental influences. *Plant and Soil* 85:313-325.

Figuras

Figura 1: Situación geográfica de las áreas de biomonitorio del Gran Mendoza, Argentina (a la izquierda) y Leipzig-Halle, Alemania (a la derecha).

Figura 2: Influencia de los elementos por los dos primeros componentes principales de las concentraciones de hojas de pino en el Gran Mendoza, Argentina (a la izquierda) y Leipzig-Halle, Alemania (a la derecha). No se valoró Cd a causa de las concentraciones extremadamente bajas. Por las mismas razones, no se consideró Cr en el análisis de los componentes principales de los resultados alemanes.

LAS HOJAS DE PINO COMO SISTEMA DE BIOMONITOREO PARA ESCALAS REGIONALES Y GLOBALES

2. Diagramas de inmisión y biodisponibilidad de contaminantes orgánicos aéreos en las regiones de Mendoza y Leipzig-Halle

WENZEL, K.-D., WEISSFLOG, L., PULIAFITO, E., SCHÜÜRMAN, G.

1. Introducción

La distribución de los contaminantes aéreos entre las capas internas y externas de las hojas de coníferas, es una importante característica de los procesos totales de bioacumulación. Algunos científicos han demostrado en experimento de laboratorio con cutículas que, para ciertas especies de plantas, la bioacumulación de contaminantes aéreos en las capas internas de la planta con el consiguiente potencial fitotóxico

resultante estaría determinada principalmente mediante el perfil físico-químico de los contaminantes (SCHREIBER, SCHÖNHERR). Los análisis de contaminantes orgánicos en plantas, permite la identificación y caracterización de los patrones de inmisión de tales sustancias tanto a escalas regionales como subcontinentales (CALAMARI et al., SCHÜÜRMAN, WENZEL et al. enviado en 1996). Por otro lado, resulta ser un problema el poder determinar exactamente el potencial fitotóxico de estos compuestos. Para la estimación de la biodisponibilidad de estas sustancias, se separan las sustancias contaminantes mediante un procedimiento químico de extracción, aquellas que corresponden a la capa externa o de crecimiento de la hoja y las que corresponden a la capa interna de la misma. Los valores medidos nos permiten obtener información de la componente de biodisponibilidad de las sustancias contaminantes antrópicas y permiten por ende determinar el potencial fitotóxico de los contaminantes (REISCHL et al., WENZEL et al. 1994). Las investigaciones y comparaciones entre áreas de diferentes climas como lo son, las regiones de Mendoza, Argentina (clima semiárido con humedad ambiente promedia de alrededor del 35%) y Leipzig-Halle, Alemania (clima templado con una humedad ambiente promedia de alrededor del 70%), nos permiten la posibilidad de poder estimar la influencia de factores climáticos en la distribución de las sustancias contaminantes orgánicas entre las capas internas y externas o de crecimiento de las hojas de pino.

2. Materiales y métodos

2.1 Muestreo

La situación geográfica de las áreas de biomonitorio tanto en Argentina como en Alemania, se muestra en la figura 1 de la parte primera de Weißflog et al. En esta primera parte se describe en forma detallada el procedimiento de toma de muestra. En Alemania, se muestrearon veinte

localidades en la región de Leipzig-Halle y una localidad como sitio de referencia en la zona cercana a Serrahn (Mecklenburg-Vorpommern, en la región noreste de Alemania), durante enero y febrero de 1993. Estas localidades son parte de una red de biomonitorio mayor para el estudio de patrones de inmisión tanto para metales como contaminantes orgánicos (WENZEL et al., 1993 aceptado, y 1994; SCHÜRMANN et al.). Las muestras de Argentina se tomaron durante abril-mayo de 1994. El contenido de agua de las muestras se determinó mediante el secado en forma separada de las submuestras a 85° C, hasta obtener un peso final constante entre 56 a 60% para la región de Leipzig-Halle y 38 a 51% para la región de Mendoza. Luego de realizado el muestreo, las hojas de pino se mantuvieron enfriadas durante el transporte y luego congeladas a menos 20° C hasta sus posterior limpieza en Leipzig.

2.2 *Análisis de las muestras*

Los xenobióticos orgánicos, dados en la tabla 1 se determinaron tanto en la capa de crecimiento como en la capa interna de la hoja de pino. Por lo tanto, estas dos fracciones deben separarse previamente en la siguiente forma: 10 gramos de hoja de pino sanas se extrajeron durante 10 minutos con 100 ml de diclorometano CH_2Cl_2 en un baño ultrasónico después del agregado de una solución estándar interna y posteriormente filtrada. El residuo del filtrado contiene la fracción interna de la hoja de pino mientras que las partículas de polvo aéreo se acumulan en la capa de crecimiento de la hoja, con un tamaño de alrededor de 1-10 μm ; La toma de muestra de las partículas de polvo aéreo de las hojas de pino de las localidades de medición, se calculó mediante determinación gravimétrica. La solución filtrada contiene los contaminantes correspondientes a la capa de crecimiento. La limpieza de la fracción de crecimiento fue descrita en WENZEL et al., aceptada en 1993. Las hojas de pino remanentes del residuo del filtrado, que se separó de la capa de crecimiento, se prepararon después de un nuevo procedimiento en distintas etapas de extracción (WENZEL et al. remitido en 1995). Los análisis de GC/MS se hicieron utilizando un equipamiento de HP GC 5890/MSD 5970. Para todas las localidades de medición la desviación media relativa varió solamente entre un 5 y un 30%.

3. **Resultados y discusión**

Los rangos de concentración, considerando solamente los valores de hojas de pino, de 18 contaminantes orgánicos persistentes en las hojas de pino tanto en la región de Mendoza como en la región de Leipzig-Halle, se dan en la tabla 1 conocimientos y resultados:

- Las muy altas concentraciones observadas en p,p'-DDT, p,p'-DDE y los isómeros HCH en el centro de la ciudad de Mendoza (de uno a dos órdenes de magnitud más altos que en la región de Leipzig-Halle) nos indican claramente la existencia de fuentes contaminantes antrópicas (estos contaminantes se deben especialmente a la utilización de los insecticidas p,p'-DDT y γ -HCH) utilizados en los parques y/o plazas ubicados en la ciudad de Mendoza. Los valores de PAH en el Gran Mendoza exceden aquellos de la región alemana en una proporción aproximadamente de medio orden de magnitud (debido principalmente a gases provenientes del escape vehicular, correlacionados con los altos valores de Pb en los mismos lugares). La comparación de mediciones de fondo en los sitios de referencia para ambas regiones, muestra para todos los componentes analizados niveles de concentraciones similares dentro del mismo orden de magnitud. Esto refleja la distribución global de tales contaminantes.

Tabla 1: Niveles de concentración de contaminantes orgánicos (ng/g peso seco) en hojas de pino (*Pinus sylvestris L.*)

Substancia	Argentina 1994		Alemania 1992	
	Gran Mendoza	Sitios de referencia	Leipzig-Halle	Sitios de referencia
a-HCH	27 - 987	11 - 18	9,5 - 17	13
b-HCH	44 - 1041	17 - 21	3,3 - 7,2	3,0
g-HCH	19 - 482	6,0 - 28	6,0 - 12	8,4
p,p'-DDT	5,0 - 482	1,0 - 3,0	2,0 - 7,8	2,1
p,p'-DDE	2,0 - 26	3,0 - 19	2,9 - 6,8	2,4
p,p'-DDD	0,3 - 7,0	0,6 - 0,7	0,5 - 2,8	1,2
4-chlorobenz. ^a	0,3 - 0,9	0,5 - 0,6	0,6 - 2,4	2,1
6-chlorobenz. ^b	0,6 - 1,7	0,9 - 1,3	3,5 - 6,1	4,1
PCB 28 ^c	0,2 - 0,7	0,8 - 1,5	0,4 - 0,9	0,5
PCB 52	0,3 - 1,2	n. d. - 0,2	0,3 - 0,5	0,4
PCB 101	0,8 - 2,7	0,3 - 0,9	0,4 - 0,9	0,6
PCB 138	n. d. - 5,9	n. d. - 0,3	0,7 - 1,3	0,8
PCB 153	0,5 - 2,0	n. d. - 0,1	0,3 - 0,5	0,4
fenatreno	114 - 2593	81 - 86	117 - 570	181
antraceno	2,5 - 158	4,5 - 8,2	3,7 - 34	5,7
fluoranteno	25 - 654	18 - 35	44 - 390	31
pireno	65 - 992	8,6 - 198	31 - 263	22
benzopireno	0,6 - 2,1	0,7 - 5,5	0,5 - 4,9	5,0

^a Tetrachlorobenzeno ^b Hexachlorobenzeno ^c Nomenclatura de los PCB según Ballschmiter; PCB 28 (2, 4, 4'), PCB 52 (2, 2', 5, 5'), PCB 101 (2, 2', 4, 5, 5'), PCB 138 (2, 2', 3, 4, 4', 5), PCB 153 (2, 2', 4, 4', 5, 5')

Tabla 2: Cantidad del polvo aéreo (mg/10 g material de hojas de pino) y contenido de agua (%) en hojas de pino de uno y dos años de edad

Parámetros	Argentina Región Mendoza		Alemania Región Leipzig-Halle		
	Parque de la ciudad	Sitio de referencia	Periferia de la ciudad (Leipzig)	regional	Sitio de referencia
<i>Capa de polvo de</i>					
hojas de pino de un año de edad	68 - 106	8 - 12	7 - 12	3 - 7	3
hojas de pino de dos años de edad	215 - 244	28 - 30	19 - 28	5 - 12	5
<i>Contenido de agua de</i>					
hojas de pino de un año de edad	48 - 50	46 - 47	55 - 60	55 - 60	51
hojas de pino de dos años de edad	39 - 41	38 - 41	52 - 58	52 - 58	48

Tabla 3: Características físico-químicas de las sustancias de testeo^a

Sustancia	MW [Dalton]	$\log K_{ow}$	H [Pa m ³ /mol]	MV [Å ³]	D_{eff} [Å]	S_w [mol/m ³]
<i>p, p'</i> -DDT	354,0	6,00	6	219,4	9,0	$5,6 \cdot 10^{-6}$
<i>p, p'</i> -DDE	319,0	5,70	34	200,7	8,8	$2,5 \cdot 10^{-5}$
α -HCH	290,8	3,89	1,1	159,9	8,1	$5,2 \cdot 10^{-3}$
γ -HCH	290,8	3,85	0,1	160,0	7,8	$2,1 \cdot 10^{-2}$

^aLos valores se los tomaron de Wenzel et al. 1994

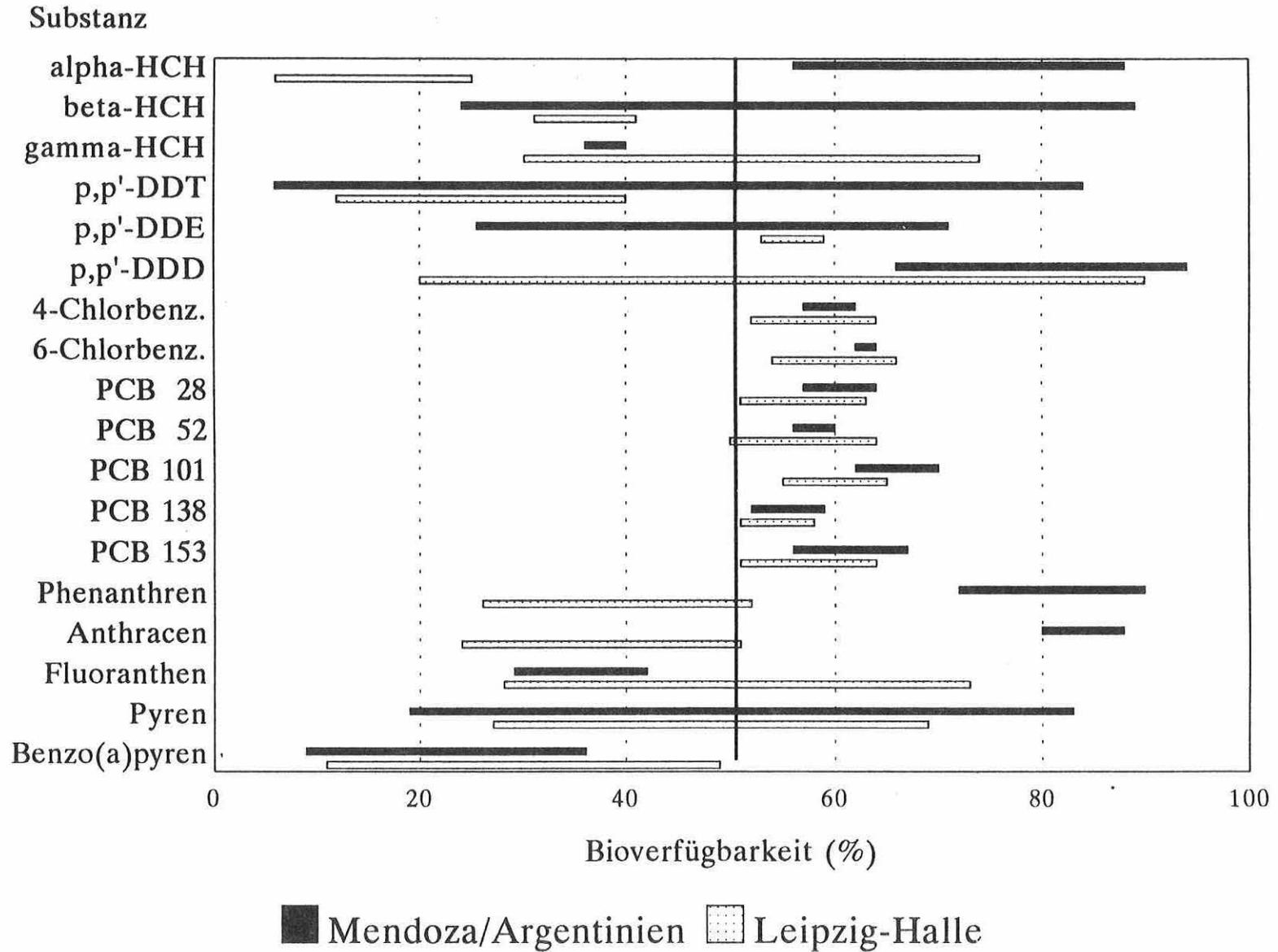


Fig.1: Bioverfügbarkeit organischer Schadstoffe in Kiefernadeln (*Pinus sylvestris* L.) in klimatisch unterschiedlichen Regionen

- En la región alemana de Leipzig-Halle, pueden observarse altas concentraciones de hexaclorobenceno de interés para estudios de tipo ecotoxicológico (estos valores son de tres a cinco veces superiores a los de Mendoza) que aparecen especialmente en regiones con un alto grado de desarrollo industrial.

La determinación de las porciones de contaminantes orgánicos en las hojas de pino, nos lleva a los siguientes resultados (ver figura 1):

- Una determinación separada de los niveles de las hojas de pino divididas en dos fracciones, nos conduce a patrones de distribución disímiles para aquellos compuestos con propiedades físico-químicas relacionadas estrechamente (ver tabla 3).
- Los niveles de las porciones biodisponibles de α -HCH en el interior de las hojas de pino se ubican entre el 55 y 90% en los sitios de medición de Argentina, mientras que el γ -HCH (Lindano) preferiblemente se ubica en las capas de crecimiento. La distribución de los isómeros HCH en las fracciones de hojas de pino en los sitios de medición de Alemania están en contraposición con los de Argentina - solamente del 6 al 24% de α -HCH están acumulados en la porción interior de la hoja y por lo tanto con ello, biodisponible, mientras que se encuentran presente más del 50% promedio de γ -HCH en el interior de las hojas. Diferencias análogas se han observado entre ambas regiones para los compuestos p,p'-DDT y p,p'-DDE y los compuestos PAH tales como: fenantreno, antraseno y fluoranteno. Como posibles razones de estos resultados, se podría enumerar las siguientes: *diferencias en el clima*, que conllevan a diferencias importantes en el contenido de agua de las hojas de pino (ver tabla 2); *diferentes tipos de deposición* (compárese también los altos valores de polvo aéreo en el Gran Mendoza (ver tabla 2) y *diferencias en la composición atmosférica específica de cada región* (ozono, radiación global, etc.).

4. Conclusiones

- Los valores máximos analizados para los xenobióticos orgánicos en el centro de Mendoza, nos dan una fuerte evidencia de la existencia de fuentes de contaminantes antrópicos (contribuciones de insecticidas, escape vehicular).
- Las mediciones de fondo o de referencia en las agujas de pino nos dan niveles de concentración similares para ambas regiones, en lo que respecta a los isómeros HCH, p,p'-DDT, p,p'-DDE y PAH dentro de un orden de magnitud. Esto refleja, para todas las diferencias específicas, la distribución global de los contaminantes analizados para condiciones de producción comparables o bien para patrones de aplicación respectivamente.
- Los resultados obtenidos muestran, en general, que la eficiencia de la recepción, penetración y distribución de contaminantes orgánicos aéreos, parecen no sólo depender del perfil físico-químico del compuesto y de la especie de planta sino también, en gran medida, de los diferentes factores climáticos. Las grandes diferencias en la humedad del aire, influenciando el contenido de agua de las plantas, el tipo de deposición y la radiación global, podrían ser factores muy importantes.

Agradecimiento

Una parte de estas investigaciones fue realizado en el marco de la cooperación bilateral científico-tecnológico germano-argentina y financiada a través de la Oficina Internacional GKSS y de la SECyT-CONICET (Proyecto ENV.15).

Autores

Gerrit SCHÜÜRMAN, Ludwig WEISSFLOG, Klaus-Dieter WENZEL

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Chemische Ökotoxikologie
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Enrique PULIAFITO

Universidad de Mendoza
Instituto para Estudios del Medio Ambiente
Av. Boulange Sur Mer 665
5500 Mendoza

Referencias

- CALAMARI, D., TREMOLADA, P. X., DI GUARDO, A., VIGHI, M.: (1994). Chlorinated hydrocarbons in pine needles in Europe: Fingerprint for the past and recent use. *Environ. Sci. Technol.* 28:429-434.
- REISCHL, A., REISSINGER, M., HUTZINGER, O.: (1987). Occurrence and distribution of organic micropollutants in conifer needles. *Chemosphere* 16:2647-2652.
- SCHREIBER, L., SCHÖNHERR, J.: (1992). Uptake of organic chemicals in conifer needles: Surface adsorption and permeability of cuticles. *Environ. Sci. Technol.* 26:153-159.
- SCHÜÜRMAN, G. K., WENZEL, K.-D., K., WEISSFLOG, L.: (1994). Exposition und Bioverfügbarkeit mittelflüchtiger Organika in der Umgebung von Leipzig. In: Alef K., Fiedler, H., Hutzinger, O. (Hrsg.). *Ecoinforma '94*, Bd. 5. Umweltbundesamt Wien (Österreich), pp. 183-200.
- WEISSFLOG, L., ROLLE, W., WENZEL, K.-D., KÜHNE, R., SCHÜÜRMAN, G.: (1994b). Ökologische Situation der Region Leipzig-Halle. II. Modellierung der Partikelgröße der Flugstäube. *UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox.* 6:135-138.

WENZEL, K.-D., MOTHES, B., WEISSFLOG, L., SCHÜÜRMAN, G.: (1994). Bioavailability of airborne organochloro xenobiotics to conifers. *Fresenius Environ. Bull.* 3:734-739.

WENZEL, K.-D., KÜHNE, R., WEISSFLOG, L., SCHÜÜRMAN, G.: (1995). Uptake of Airborne Semivolatile Organochloro Compounds in Pine Needles. In: *Proceedings International Conference „Mountain National Parks and Biosphere Reserves: Monitoring and Management“*. Spindleruv Mlyn, Czech Republic, 20.-23.9.1993.

WENZEL, K.-D., PALADINI, E., GANTUZ, M., PULIAFITO J. L., GUERREIRO, P., WEISSFLOG, L., SCHÜÜRMAN, G.: (submitted 1996). Inmission patterns of airborne pollutants in Argentina and Germany. II. Semivolatile organic compounds. *Chemosphere*.

Especies de plantas exóticas en Argentina - Características ecológicas de especies europeas en América del Sud

KLOTZ, S., OJEDA, R., BRANDL, R.

1. Introducción

Las barreras biogeográficas se levantan en parte a causa de actividades humanas (comercio, tráfico, industria, agricultura) así que las estructuras bióticas obtienen un nuevo equilibrio. La vegetación de grandes regiones está influida por invasiones de especies exóticas y todavía no se puede prever el fin de este proceso. A pesar del recién interés por especies exóticas (PYSEK et al., RAMAKRISHNAN, DRAKE et al.), hasta el momento sólo hay pocas afirmaciones seguras sobre las características de invasores potenciales (MOONEY, DRAKE, DI CASTRI et al.).

El proceso de invasión consiste en una cadena de acontecimientos: dispersión, establecimiento de una población fundadora, extensión y naturalización. No todas las especies que llevan a alcanzar una nueva región biogeográfica recorren todas estas fases. O bien las características ecológicas de estas especies no las permiten supervivir en las nuevas condiciones climáticas dadas, o bien vuelven a desaparecer a causa de acontecimientos casuales ya que poblaciones fundadoras suelen ser muy pequeñas en la mayoría de los casos (p.e. STEPHAN & WISSEL, WISSEL et al.). Los procesos casuales lo hacen difícil deducir resultados generales de los ejemplos. Por eso, elegimos un método estadístico comparativo y comparamos las características ecológicas de los antropofitos (SCHROEDER), que podían establecerse, con las especies europeas. A pesar de todas las inseguridades debería ser posible obtener datos sobre las características biológicas generales que son importantes respecto del proceso de invasión. En Argentina, elegimos dos regiones (provincia de Buenos Aires y del Gran Mendoza) porque se sabe de la literatura que hay una gran cantidad de antropofitos en estas regiones (RAPOPORT).

BAKER define antropofitos típicos como especies perennes plásticas que germinan en un gran ámbito de condiciones ambientales y que crecen rápidamente. Alcanzan rápidamente la fase generativa y producen muchas semillas por autofecundación. Estas semillas son capaces de la extensión a distancia. Además hay muy a menudo una propagación vegetativa así que la especie es muy fuerte en la competición. Pero la enumeración de Baker fue criticada porque menciona muchas características generales que en el caso concreto apenas son apropiadas para predicciones (NEWSOME, NOBLE, NOBLE). El autor últimamente citado subraya que es imprescindible hacer investigaciones acerca de la autecología de las especies en su región de origen así como en el área sinantropa para obtener afirmaciones seguras sobre el proceso de invasión. Mas, tales trabajos requieren una faena intensiva (p.e. AUGE, BRANDL). Por esta razón sólo pocas especies pueden examinarse así que la deducción de afirmaciones generales resulta ser difícil. Todo lo dicho subraya la importancia del método comparativo.

La mayoría de los trabajos hasta ahora realizados se ocupa de especies que ya están en el proceso de naturalización. En nuestro trabajo se incluyen también especies que todavía perseveran en la fase de poblaciones fundadoras así que consideramos antropofitos en un sentido más amplio. Nos concentramos en las cuestiones siguientes:

1. ¿De qué familia de plantas viene la mayoría de los antropofitos?
2. ¿Cuáles características autecológicas tienen los antropofitos?
3. ¿Cuáles propiedades biogeográficas y ecológicas de población son características para los antropofitos?

2. Materiales y Métodos

Comparamos las características de antropofitos de origen europeo en Argentina con las propiedades generales de las especies de plantas europeas. Hasta el momento no hay una base de datos de la flora europea a la que se puede recurrir en una comparación como la nuestra. No obstante, para algunas regiones europeas existen bases de datos correspondientes (HODGSON et al., ELLENBERG et al.). Utilizamos la base de datos de FRANK; KLOTZ porque contiene no sólo una gran cantidad de especies sino también el máximo número de características biológico-ecológicas. Esta base de datos comprende 2208 especies de Alemania Central y del Nordeste.

2.1. Antropofitos europeos en la provincia de Buenos Aires

Los paisajes de la provincia de Buenos Aires están caracterizados por llanuras extensas. Son parte de la zona temperada meridional (temperatura mediana anual entre 13,3°C y 15,9°C, precipitaciones medianas anuales entre 737 mm y 1102 mm). La vegetación indígena es una sabana sin árboles (pampa) dominada por gramíneas (CABRERA 1963-1970, CABRERA 1976). SÖYRINKI publicó una especificación de 404 antropofitos de los cuales 337 (83%) tienen su área de origen en Europa. La mayoría de los comprobantes es de la ciudad de Buenos Aires. 259 (64%) de estas especies se enumeran en la base de datos de FRANK; KLOTZ.

2.2 Antropofitos europeos en el Gran Mendoza

La ciudad de Mendoza está situada en la vertiente occidental de Los Andes (Región de Monte, CABRERA 1976). La temperatura mediana anual es de 15,6°C, las precipitaciones medianas anuales alcanzan 196 mm. Mas se usa agua de la región de Los Andes para regar intensivamente los jardines y parques públicos. Por eso, Mendoza debe caracterizarse como un oasis en una región árida dominada por arbustos bajos („Jariellal“, CABRERA 1976). Durante tres estancias (en noviembre de 1993, en abril de 1994, en noviembre de 1995) podíamos documentar en total 116 especies europeas que también se enumeran en la base de datos de FRANK; KLOTZ.

2.3 Análisis estadístico

Respecto de la gran cantidad de características mencionadas en la base de datos de FRANK; KLOTZ nos limitamos a las siguientes: valores de indicación según ELLENBERG et al., tipos de estrategia según GRIME y la cantidad de zonas de la flora que ocupa el área total de la especie. Los valores de indicación muestran las reclamaciones a la ubicación respecto de la luz, de la temperatura, de la continentalidad, de la humedad, de la reacción del suelo así como del nitrógeno en Europa Central. Por ejemplo, la cifra de luz 1 caracteriza plantas de sombra rigurosas y la cifra de luz 9 plantas de luz rigurosas. Las posiciones entre ambas cifras caracterizan escalonamientos y transiciones. Las estrategias de las plantas según GRIME (C = estrategias de

competición, S = estrategias de estrés, R = estrategias ruderales) agrupan las especies según tipos funcionales a lo largo de tres ejes: competición, perturbación y estrés. Las características que sirven de base para esta clasificación son la historia de la vida, la tasa de crecimiento, la altura de crecimiento, la biología de reproducción y la extensión vegetativa. Por eso, los tipos de estrategia caracterizan además de las propiedades autecológicas también la biología de población de una especie. La cantidad de zonas de la flora que son cubiertas por el área total se tomó de SCHUBERT et al. Estas zonas de la flora pueden equipararse más o menos con las zonas climáticas. Una especie que aparece en muchas zonas climáticas se califica de generalista. Por esta razón, la cantidad de las zonas de la flora, en las cuales aparece una especie, señala la amplitud ecológica. Para el análisis estadístico unimos las listas de especies de Buenos Aires y de Mendoza y comparamos las propiedades de las especies de esta lista entera con las propiedades de las especies europeas. Para todas las características con escala de graduación aplicamos tests no paramétricos (Mann-Whitney, U-test, Chi²-test). El Chi²-test subraya sobre todo las diferencias en la distribución de las escalas de graduación mientras que el U-test destaca diferencias en el median. Para poder predecir la probabilidad de que una especie europea pueda inmigrar a Argentina se llevó a cabo una regresión logística progresiva.

Recientemente hay una controversia en la literatura si especies pueden considerarse como independientes en estudios comparativos (HARVEY, PAGEL) ya que especies estrechamente parientes pueden tener características similares a causa de la relación filogenética. Para poder tener en cuenta las influencias filogenéticas se propuso una serie de métodos de corrección (p.e. FELSENSTEIN), pero hasta el momento no se llegó a un acuerdo sobre la interpretación de tales procedimientos (WESTOBY et al., HARVEY et al.). Además, análisis hasta ahora publicados (BRANDL et al.) muestran que las afirmaciones fundamentales no cambian después de la realización de correcciones filogenéticas. Para una mejor impresión general realizamos todos los tests bajo la presunción de que especies sean unidades de observación estadísticamente independientes.

3. Resultados

3.1 Espectro familiar de los antropofitos

En principio, el espectro familiar de los antropofitos está bien correlacionado con el espectro familiar de las especies europeas (véase figura 1). Sin embargo, una comparación estadística de los espectros familiares muestra diferencias significativas entre Europa y Argentina (Alemania - Provincia de Buenos Aires Chi²=28,4; P>0,001; Alemania - Mendoza Chi²=18,4; P>0,001). Así, especies de las poaceae, asteraceae, brassicaceae y fabaceae son más frecuentemente antropofitos de lo que se habría esperado a causa de su parte en las especies europeas. Representantes de las cyperaceae, contenidas en FRANK; KLOTZ, hasta el momento no han podido ser comprobados en una de las dos regiones argentinas.

En Alemania Central y del Nordeste, las asteraceae son la familia de plantas con la mayoría de especies (más del 10% de todas las especies indígenas). La parte relativa llega a ser aún mayor en cuanto a los neofitos registrados en Europa (15%; véase tabla 1; véase también JÄGER 1988). En cuanto a los antropofitos argentinos de origen europeo, las poaceae tienen tantas especies como las asteraceae (véase tabla 1). No obstante, hay que tener en cuenta de que en Alemania sólo el 5% de todos los neofitos son gramíneas.

Tabla 1: Partes en representantes de las poaceae and asteraceae en la flora de Alemania Central y del Nordeste, en la flora de antropofitos de la provincia de Buenos Aires y en la flora de antropofitos del Gran Mendoza.

Familia	Alem. Indíg. n	Alem. Indíg. %	Alem. Neofitos n	Alem. Neofitos %	Buenos Aires n	Buenos Aires %	Mendo za n	Mendo za %
Poacea	137	8.5	22	5.0	42	16.7	20	17.2
Astera - ceae	163	10.1	68	15.4	39	15.5	20	17.2
Resto	1307	81.4	352	79.6	170	67.8	76	65.6

3.2 Características autecológicas

Los valores medianos de indicación se encuentran en la tabla 2. U-tests de los valores de indicación de la flora argentina de antropofitos en comparación con las especies europeas muestran diferencias significativas a excepción del número de continentalidad y el número de reacción (véase tabla 3). Las diferencias más grandes se presentan en el número de nitrógeno, el número de temperatura y el número de humedad: los antropofitos argentinos de origen europeo son especies nitrófilas y termófilas de ubicaciones secas (véase tabla 2).

Los espectros de los valores de indicación dan un panorama más detallado de las características autecológicas de los antropofitos (véase figura 2; Chi²-test en tabla 3). La figura evidencia que la flora de antropofitos de origen europeo presenta una gran parte de especies con números de nitrógeno de 7 a 8 respectivamente una pequeña parte de especies con números de nitrógeno inferiores a 4. Así, la distribución de los números de nitrógeno tiene su máximo en valores altos mientras que el máximo de las especies europeas es en valores bajos. Además, el máximo de los números de temperatura se desplaza en dirección a valores cada vez más altos, en correlación con las temperaturas medianas anuales de las regiones estudiadas (especies europeas < Buenos Aires < Mendoza).

Los espectros de los otros valores de indicación son más o menos similares. Lo que además salta a la vista, es la distribución de los números de continentalidad de los antropofitos que tiene dos cumbres mientras que la distribución de las especies europeas muestra una curva equilibrada con una cumbre. Esta observación es la razón por la cual el U-test no indica diferencias entre los valores medianos mientras que el Chi²-test muestra diferencias marcadas. Las causas biológicas de esta distribución de dos cumbres aún no se conocen.

3.3 Tipos de estrategia y amplitud biogeográfica

Hay más especies con R- y CR-estrategias entre los antropofitos de lo que se habría esperado teniendo en cuenta la distribución de las especies europeas (véase figura 3; Chi²-test en tabla 3). De esto resulta que muchos antropofitos son especies ruderales bajos de corta vida que invierten la mayoría de sus recursos en la producción de semillas.

La parte de antropofitos de origen europeo en Argentina que ocupa con su área más de tres zonas

de la flora es mayor de lo que se habría esperado teniendo en cuenta las especies europeas (véase figura 3, U-test y Chi²-test en tabla 3): Por esta razón, generalistas tienen más posibilidades de poblar una nueva zona biogeográfica.

Tabla 2: Valores de indicación promedios de la flora de Alemania Central y del Nordeste y de las floras de antropofitos de origen europeo de la provincia de Buenos Aires y del Gran Mendoza. Hay que tener en cuenta de que el valor mediano para Alemania comprende todas las especies (incluso las especies inmigradas a Argentina).

	Luz	Temperatura	Continentalidad	Humedad	Reacción	Nitrógeno
Alemania	6.9 n=1641	5.8 n=1205	4.1 n=1349	5.6 n=1537	6.3 n=1113	4.7 n=1386
Buenos Aires	7.2 n=209	6.3 n=149	3.9 n=154	4.8 n=191	6.4 n=106	5.8 n=170
Mendoza	7.4 n=97	6.5 n=76	4.1 n=64	4.6 n=87	6.9 n=40	6.0 n=84

Tabla 3: Comparación estadística de las características autecológicas, ecológicas de población y biogeográficas de los antropofitos (lista combinada de las comprobaciones de la provincia de Buenos Aires y del Gran Mendoza) de origen europeo con la flora de Alemania Central y del Nordeste (sin los antropofitos). Para el Chi²-test se unieron células con una frecuencia expectativa <5.

Características	Células unidas	Chi ²	P Chi ²	P U-test
Número de luz	1 - 4	22.9	0,003	0,0012
Número de temperatura	1 - 4, 8 - 9	35.2	<0,00005	<0,00005
Número de continentalidad	1 - 2, 7 - 8	61.3	<0,00005	0,2206
Número de humedad	1 - 3, 8 - 12	54.3	<0,00005	0,0001
Número de reacción	1 - 2	4.7	>0,5	>0,5
Número de nitrógeno	-	57.2	<0,00005	<0,00005
Tipos de estrategia	-	158,2	<0,00005	-
Zonas de la flora	8 - 9	64,5	<0,00005	<0,00005

3.4 Análisis

Muchas de las características ecológicas están intercorrelacionadas así que los tests estadísticos indicados en la tabla 3 no son independientes unos de otros. Por eso, llevamos a cabo una regresión logística progresiva para poner en relieve la cantidad mínima de variables independientes con las cuales puede caracterizarse la flora de los antropofitos. No consideramos el número de reacción así como el número de continentalidad: En cuanto al número de reacción, no se podían constatar diferencias ni con el U-Test ni con el Chi²-test, y en cuanto al número de continentalidad, había los problemas ya discutidos en la interpretación.

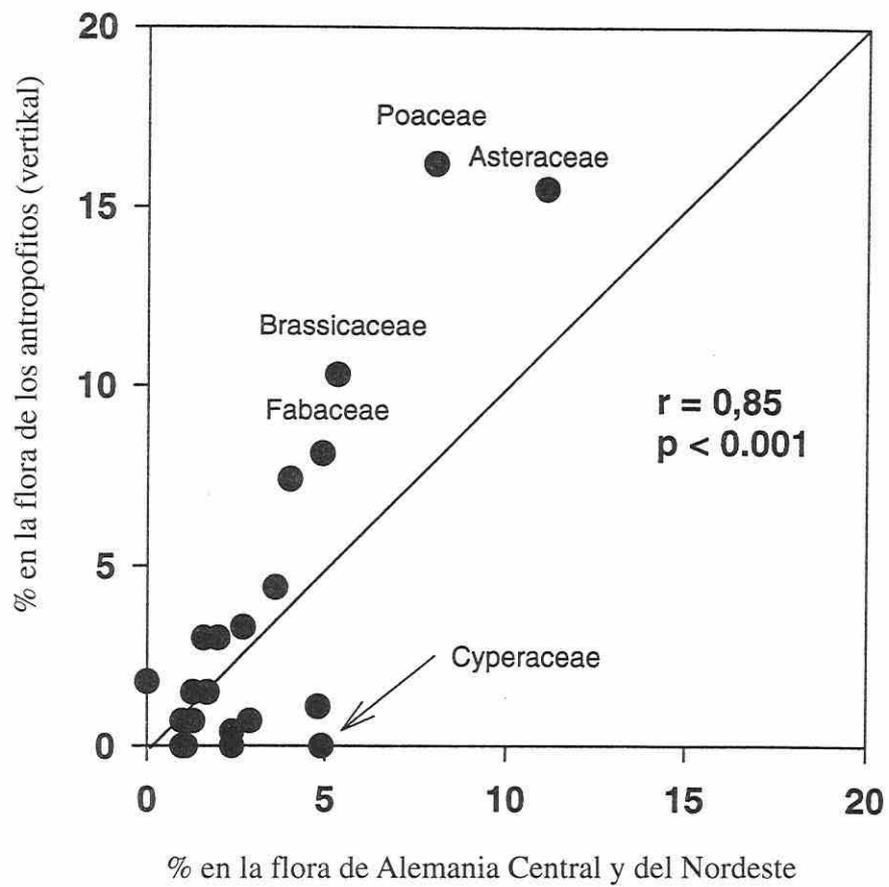


Figura 1: Correlación entre las partes de la familia en la flora de Alemania Central y del Nordeste con la parte de estas familias en la lista combinada de antropofitos de origen europeo en Buenos Aires y el Gran Mendoza.

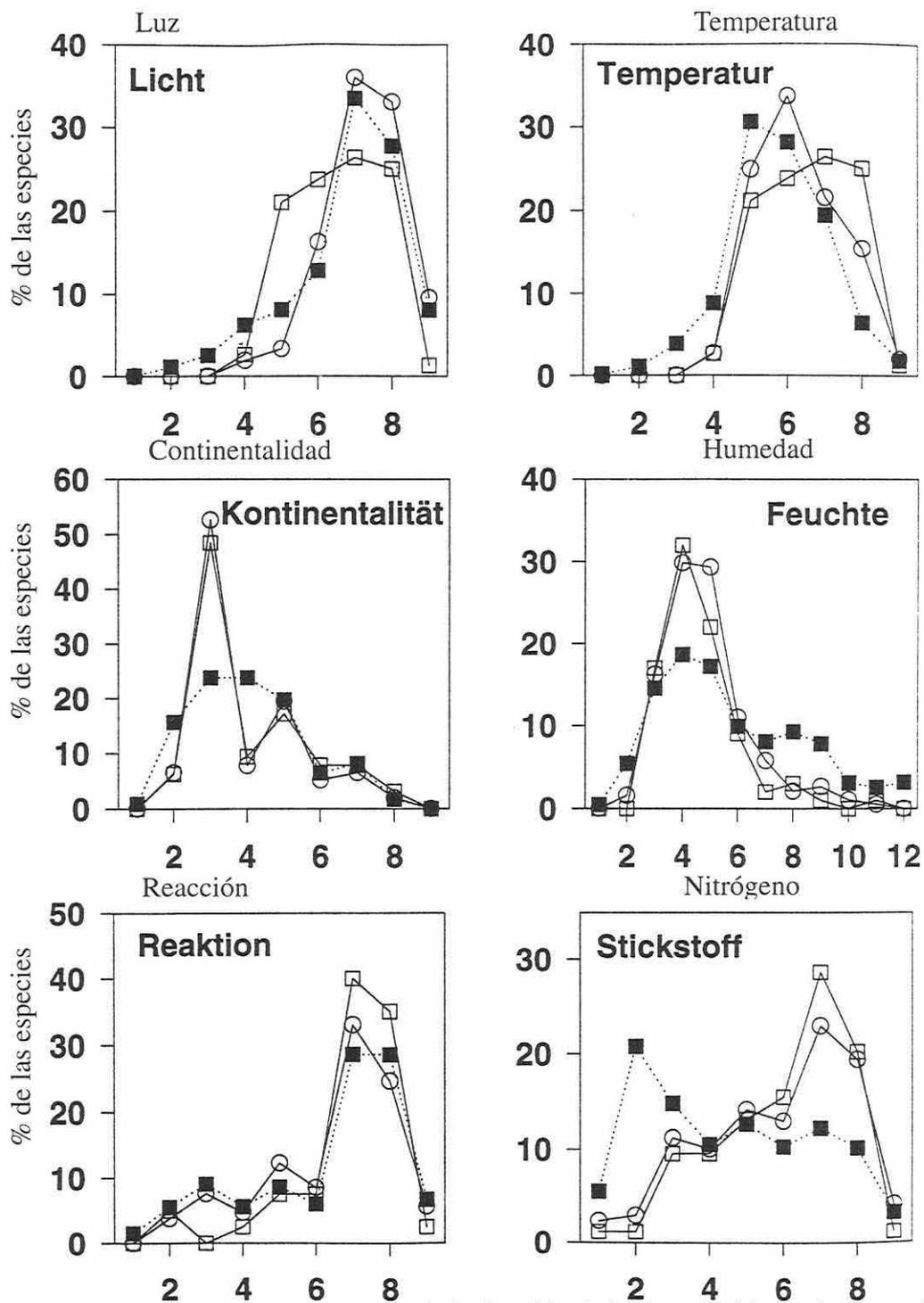


Figura 2: Distribución de los valores de indicación de la flora de Alemania Central y del Nordeste (especies indígenas, archeofitos, neofitos) en comparación con la distribución de los valores de indicación de las floras de antropofitos de Buenos Aires y el Gran Mendoza. Especies que aparecen como antropofitos en Argentina se eliminaron de la lista alemana.

- Flora de Alemania Central y del Nordeste
- Flora de la provincia de Buenos Aires
- Flora del Gran Mendoza

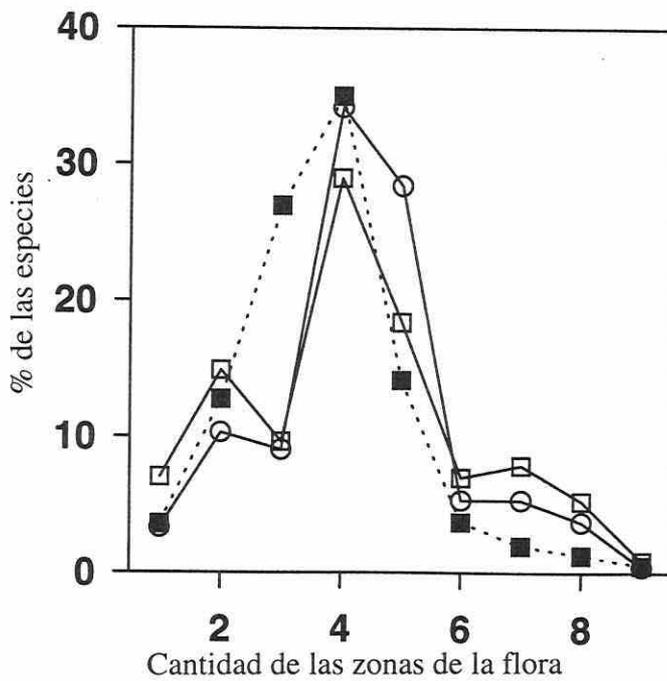
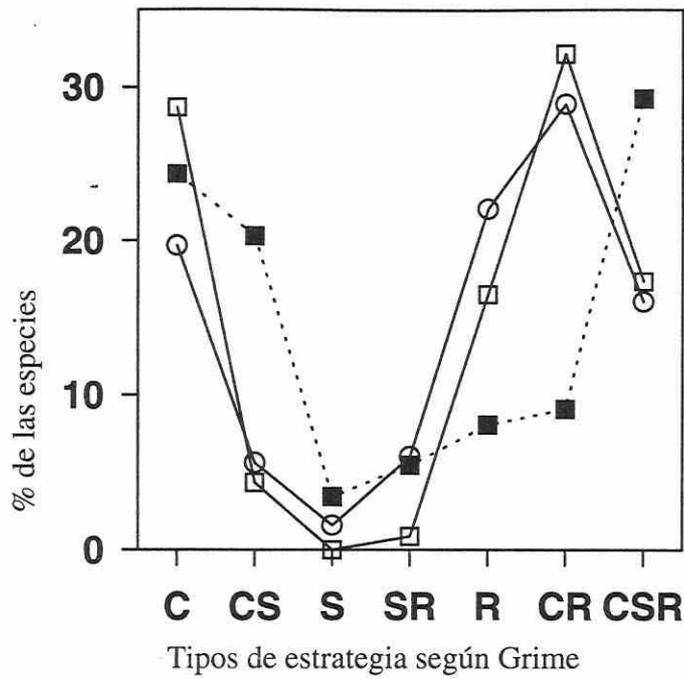


Figura 3: Distribución de las especies de Alemania Central y del Nordeste (especies indígenas, archeofitos, neofitos) y de los antropofitos de origen europeo de Buenos Aires y del Gran Mendoza respecto de los tipos de estrategia ecológicos según Grime y del número de las zonas de la flora que están ocupadas por el área de las especies. Especies que aparecen como antropofitos en Argentina se eliminaron de la lista alemana.

- Flora de Alemania Central y del Nordeste
- Flora de la provincia de Buenos Aires
- Flora del Gran Mendoza

Para estabilizar los resultados estadísticos, unimos células con pequeñas frecuencias expectativas según las especificaciones en la tabla 3.

Al organizar progresivamente un modelo de predicción, se enumeran las variables independientes por el orden siguiente: tipos de estrategia ($p < 0,00005$), cantidad de las zonas de la flora ($p = 0,0001$), como variable continua, número de temperatura ($p = 0,0001$) y número de humedad ($p = 0,022$). El número de luz y el número de nitrógeno no tienen valor definido adicional. Pero, si se parte de un modelo con todas las variables independientes disponibles y si se eliminan progresivamente variables con una influencia no significativa, sólo dejan eliminarse los tipos de estrategia del modelo. Esto significa que los tipos de estrategia y la combinación de los números de luz y de nitrógeno caracterizan propiedades ecológicas similares.

4. Discusión

La supresión de barreras biogeográficas a causa del comercio y del tráfico ocasionó un intercambio considerable de especies entre regiones biogeográficas anteriormente aisladas. Especies que inmigraron a América tienen su origen principalmente en la región paleártica occidental (HEYWOOD, SAILER). SIMBERLOFF señala que este origen refleja las vías comerciales importantes. Sin embargo, esto explica sólo parcialmente la asimetría en el intercambio de especies observada por JÄGER (1977). Así, aproximadamente 300 representantes de las asteraceae son registrados como antropofitos en América mientras que sólo 150 especies americanas de esta familia podían inmigrar a Europa. Para Argentina, de estos datos resulta otra asimetría respecto de la familia de las poaceae. Gramíneas europeas son mucho más frecuentes en el espectro de especies de antropofitos argentinos que gramíneas americanas en el espectro de los antropofitos europeos. Ya MACK señaló esta asimetría y indicó que influencias de selección, que hacen los tipos de vegetación europeos dominados por gramíneas (praderas, pastos) resistentes a la inmigración, transforman las especies allí existentes en invasores potenciales. Mediante la adaptación a perturbaciones antropógenas permanentes se desarrollaron taxa plástica que pueden responder de una manera muy flexible a posibilidades de establecimiento.

Familias con numerosas especies son demasiado proporcionales en el espectro de los antropofitos. Del punto de vista estadístico, familias con numerosas especies tienen más posibilidades de estar representadas en la flora de antropofitos, pero esto todavía no es suficiente para explicar por qué familias con numerosas especies aparecen demasiado proporcionales. Por eso, la razón del éxito de diferentes grupos debe estar basada también en su biología. Por ejemplo, la mayoría de las asteraceae es de crecimiento rápido, de corta vida, muestra una gran producción de semillas, tiene un banco de semillas estable y un alto potencial de distribución (propagación por el viento). Esta caracterización corresponde parcialmente a la lista de BAKER arriba mencionada. Esta lista describe especies que son capaces de tolerar perturbaciones hasta cierto punto. La coincidencia general de las reclamaciones autecológicas de los antropofitos con las condiciones climáticas en la región no sorprende ya que factores climáticos determinan las condiciones generales para las áreas de las plantas (JÄGER 1977, 1988). Por el contrario, más interesante es que las características autecológicas y ecológicas de población indican que la mayoría de los antropofitos está adaptada a regímenes de perturbación. La mayoría de las especies pertenece al grupo de los R- o CR-estrategas. R-estrategas son especies bajas de corta vida con una gran fuerza de reproducción generativa, mientras que CR-estrategas son especies más altas con una gran fuerza de competición. El alto porcentaje de los R- y CR-estrategas evidencia que la flora de los antropofitos está adaptada sobre todo a regímenes de perturbación lo que significa que esta flora puede utilizar eficazmente

ubicaciones efímeros. Estas especies necesitan muchas sustancias alimenticias, sobre todo nitrógeno, porque se caracterizan también por una gran fuerza de crecimiento. Esto explica parcialmente la razón por la cual la distribución de las plantas según tipos de estrategia y la distribución según valores de nitrógeno conduce a resultados similares en nuestro análisis.

REJMANEK muestra que existe una buena correlación entre la extensión del área en la región de origen así como en el área sinantropa. Según FORCELLA; WOOD y FORCELLA et al., esto se debe al hecho de que especies altamente extendidas tienen una mayor probabilidad de superar barreras de dispersión. ROY et al., por su parte, atribuyen esta correlación al hecho de que los mismos factores, que hacen posible la extensión en el área de origen, dirigen también la extensión sinantropa (véase también JÄGER 1988). BROWN explica las diferencias en la extensión del área mediante la oposición de generalistas y especialistas. Los generalistas tienen una amplitud de nicho más grande y por eso pueden adaptarse a un ámbito más grande de circunstancias abióticas. Nuestra comprobación de que especies con una gran amplitud ecológica son más frecuentes entre los antropofitos de lo que se esperaba fomenta el hipótesis de BROWN. El proceso de invasión consiste, como el proceso de extensión, en una cadena de acontecimientos donde la casualidad desempeña un gran papel (p.e., el transporte, la fundación de poblaciones, la superación de la primera fase con una pequeña cantidad de individuos). Los generalistas tienen más posibilidades de encontrar condiciones apropiadas para fundar poblaciones y ocupar el espacio disponible (véase también ARTHINGTON; MITCHELL).

En resumen, nuestro análisis fomenta los resultados de BAKER. Al perturbar permanentemente las ubicaciones, la actividad humana crea las condiciones necesarias para que los generalistas se puedan establecer en nuevas regiones. Redunda en provecho de las especies europeas de que son frecuentemente resultado de una coevolución desde hace mucho tiempo con perturbaciones humanas. Aunque hasta el momento sólo una pequeña parte de estos antropofitos ha podido penetrar en las comunidades naturales de plantas, todas las especies exóticas representan un potencial peligroso permanente ya que algunas especies pueden convertirse en invasores agresivos a causa de cambios en el medio ambiente.

Autores

Ricardo OJEDA

CRICYT - Centro Regional de Investigaciones Científicas
IADIZA - Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas
Parque Gral. San Martín
Casilla de Correo 131
5500 Mendoza

Stefan KLOTZ, Roland BRANDL

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle-GmbH
Sektion Biozönoseforschung
D-06246 Bad Lauchstädt

Referencias

- ARTHINGTON, A. H.; MITCHELL, D. S.: Aquatic invading species. In: GROVES, R. H.; BURDON, J. J. (Eds.): Ecology of biological invasions, Cambridge 1986, pp. 34-53.
- AUGE, H.; BRANDL, R.: Seedling recruitment in the invasive clonal shrub, *Mahonia aquifolium* Pursh (Nutt.). Oecologia: eingereicht 1996.
- BAKER, H. G.: Characteristics and modes of origin of weeds. - In: BAKER, H. G.; STEBBINS, G. L. (Eds): The genetics of colonizing species. New York 1965, pp. 147-168.
- BRANDL, R.; KRISTIN, A.; LEISLER, B.: Dietary niche breadth in a local community of passerine birds: an analyse using phylogenetics contrasts. Oecologia 98/1994, pp. 109-116.
- BROWN, J. H.: On the relationship between abundance and distribution of species. Am. Nat., 124/1984, pp. 225-279.
- CABRERA, A. L.: Regiones Fitogeográficas Argentinas, Buenos Aires 1976.
- CABRERA, A. L.: Flora de la Provincia de Buenos Aires I-VI. Colección Científica del I.N.T.A., Buenos Aires 19663-1970.
- DI CASTRI, F.; HANSEN, A. J.; DEBUSSCHE, M. (Eds.): Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin, Dordrecht 1990.
- DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M; WILLIAMSON, M. (Eds): Biological invasions: a global perspective; Chichester 1989.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULISSEN, D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobot. 18/1992, S. 1-248.
- FELSENSTEIN, J.: Phylogenies and the comparative method. Am. Nat. 125/1985, pp. 1-15.
- FORCELLA, F.; WOOD, J. T.: Colonization potentials of alien weeds are related to their 'native' distributions: implications for plant quarantine. J. Austral. Inst. Agricult. Sci. 50/1984 pp. 35-40.
- FORCELLA, F.; WOOD, J. T.; DILLON, S. P.: Characteristics distinguishing invasive weeds within *EchEum* (Bugloss). Weed Res. 26/1986, pp. 351-364.
- FRANK, D; KLOTZ, S.: Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. Wiss. Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 32/1986, pp. 351-364.
- GRIME, J. P.: Plant strategies and vegetation processes, Chichester 1979.
- HARVEY, P. H.; PAGEL, M. D.: The comparative method in evolutionary biologie. Oxford 1991.

HARVEY, P. H.; READ, A. F.; NEE, S.: Why ecologists need to be phylogenetically challenged, *J. Ecol.* 83/1995, pp. 535-536.

HEYWOOD, V. H.: Patterns, extents and modes of invasions by terrestrial plants. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds): *Biological invasions: a global perspective*; Chichester 1989, pp. 31-60.

HODGSON, J. G.; GRIME, J. P.; HUNT, R.; THOMPSON, K.: *The electronic comparative plant ecology*, London 1995.

JÄGER, E. J.: Veränderungen des Artenbestandes von Floren unter Einfluß des Menschen. *Biol. Rundschau* 15/1977, S. 287-300.

JÄGER, E. J.: Möglichkeiten der Prognose synanthroper Pflanzenausbreitungen, *Flora* 180/1988, S. 101-131.

MACK, R. N.: Temperate grasslands vulnerable to plant invasions: characteristics and consequences. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds): *Biological invasions: a global perspective*; Chichester 1989, pp. 155-179.

MOONEY, H. A.; DRAKE, J. A.: 1989: Biological Invasions: a SCOPE Program Overview. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds): *Biological invasions: a global perspective*; Chichester 1989, pp. 451-506.

NEWSOME, A. E.; NOBLE, I. R.: Ecological and physiological characters of invading species. In: GROVES, R. H.; BURDON, J. J. (Eds.): *Ecology of biological invasions*, Cambridge 1986, pp. 1-20.

NOBLE, I. R.: Attributes of invaders and the invading process: Terrestrial and vascular plants. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds): *Biological invasions: a global perspective*; Chichester 1989, pp. 301-328.

PYSEK, P.; PRACH, K.; REJMANEK, M.; WADE, M. (Eds.): *Plant invasions. General Aspects and special problems*, Amsterdam 1995.

RAMAKRISHNAN, P. S. (Ed.): *Ecology of biological invasions in the tropics*, New Delhi 1991.

RAPOPORT, R. H.: Tropical versus temperate weeds: A glance into the present and the future. In: RAMAKRISHNAN, P. S. (Ed.): *Ecology of biological invasions in the tropics*, New Delhi 1991, pp. 41-51.

REJMANEK, M.: What makes a species invasive? In: PYSEK, P.; PRACH, K., REJMANEK, M.; WADE, M. (Eds.): *Plant invasions. General Aspects and special problems*, Amsterdam 1995, pp. 3-13.

ROY, J.; NAVAS, M. L.; SONIE, L.: Invasion by annual brome grasses: A case study challenging the homoclime approach to invasions. In: GROVES, R. H.; DI CASTRI, F. (Eds.): Biogeography of mediterranean invasions, Cambridge 1991, pp. 207-224.

SAILER, R. I.: History of insect interactions. In: Wilson, C. L.; Graham, C. L. (Eds.): Exotic plant pests and North American agriculture, New York 1983, pp. 15-38.

SCHROEDER, F. G.: Zur Klassifizierung der Anthropochoren, Vegetatio 16/1969, S. 225-238.

SCHUBERT, R.; WERNER, K.; MEUSEL, H.: Exkursionsflora von Deutschland. Band 2, Stuttgart 1990.

SIMBERLOFF, D.: Which insect introductions succeed and which fail? In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES, R. H.; KRUGER, F. J.; REJMANEK, M.; WILLIAMSON, M. (Eds): Biological invasions: a global perspective; Chichester 1989, pp. 61-75.

SÖYRINKI, N.: On the alien flora of the province of Buenos Aires, Argentina, Ann. Bot. Fennici 28/1991, pp. 59-79.

STEPHAN, T.; WISSEL, C.: Stochastic extinction models discrete in time, Ecol. Model. 75,76/1994, pp. 161-170.

WESTOBY, M.; LEISHMAN, M. R.; LORD, J. M.: On misinterpreting the 'phylogenetic correction', J. Ecol. 83/1995, pp. 531-534.

WISSEL, C.; STEPHAN, T.; ZASCHKE, S.-H.: Modelling extinction and survival of small populations. In: REMMERT, H. (Ed.): Minimum animal populations. Ecol. Studies 106, Berlin 1994, pp. 67-103.

Tablas

Tabla 1: Partes en representantes de las poaceae and asteraceae en la flora de Alemania Central y del Nordeste, en la flora de antropofitos de la provincia de Buenos Aires y en la flora de antropofitos del Gran Mendoza.

Familia	Alem. Indíg. n	Alem. Indíg. %	Alem. Neofitos n	Alem. Neofitos %	Buenos Aires n	Buenos Aires %	Mendo za n	Mendo za %
Poacea	137	8.5	22	5.0	42	16.7	20	17.2
Astera - ceae	163	10.1	68	15.4	39	15.5	20	17.2
Resto	1307	81.4	352	79.6	170	67.8	76	65.6

Tabla 2: Valores de indicación promedios de la flora de Alemania Central y del Nordeste y de las floras de antropofitos de origen europeo de la provincia de Buenos Aires y del Gran Mendoza. Hay que tener en cuenta de que el valor mediano para Alemania comprende todas las especies (incluso las especies inmigradas a Argentina).

	Luz	Temperatura	Continentalidad	Humedad	Reacción	Nitrogéno
Alemania	6.9 n=1641	5.8 n=1205	4.1 n=1349	5.6 n=1537	6.3 n=1113	4.7 n=1386
Buenos Aires	7.2 n=209	6.3 n=149	3.9 n=154	4.8 n=191	6.4 n=106	5.8 n=170
Mendoza	7.4 n=97	6.5 n=76	4.1 n=64	4.6 n=87	6.9 n=40	6.0 n=84

Tabla 3: Comparación estadística de las características autecológicas, ecológicas de población y biogeográficas de los antropofitos (lista combinada de las comprobaciones de la provincia de Buenos Aires y del Gran Mendoza) de origen europeo con la flora de Alemania Central y del Nordeste (sin los antropofitos). Para el Chi²-test se unieron células con una frecuencia expectativa <5.

Características	Células unidas	Chi ²	P Chi ²	P U-test
Número de luz	1 - 4	22.9	0,003	0,0012
Número de temperatura	1 - 4, 8 - 9	35.2	<0,00005	<0,00005
Número de continentalidad	1 - 2, 7 - 8	61.3	<0,00005	0,2206
Número de humedad	1 - 3, 8 - 12	54.3	<0,00005	0,0001
Número de reacción	1 - 2	4.7	>0,5	>0,5
Número de nitrógeno	-	57.2	<0,00005	<0,00005
Tipos de estrategia	-	158,2	<0,00005	-
Zonas de la flora	8 - 9	64,5	<0,00005	<0,00005

Figuras

Figura 1: Correlación entre las partes de la familia en la flora de Alemania Central y del Nordeste con la parte de estas familias en la lista combinada de antropofitos de origen europeo en Buenos Aires y el Gran Mendoza.

Figura 2: Distribución de los valores de indicación de la flora de Alemania Central y del Nordeste (especies indígenas, archeofitos, neofitos) en comparación con la distribución de los valores de indicación de las floras de antropofitos de Buenos Aires y el Gran Mendoza. Especies que aparecen como antropofitos en Argentina se eliminaron de la lista alemana.

- Flora de Alemania Central y del Nordeste
- Flora de la provincia de Buenos Aires
- Flora del Gran Mendoza

Figura 3: Distribución de las especies de Alemania Central y del Nordeste (especies indígenas, archeofitos, neofitos) y de los antropofitos de origen europeo de Buenos Aires y del Gran Mendoza respecto de los tipos de estrategia ecológicos según Grime y del número de las zonas de la flora que están ocupadas por el área de las especies. Especies que aparecen como antropofitos en Argentina se eliminaron de la lista alemana.

- Flora de Alemania Central y del Nordeste
- Flora de la provincia de Buenos Aires
- Flora del Gran Mendoza

Uso de imágenes satelitales para estimar los cambios en las tierras agrícolas en un área suburbanizada de Mendoza

BÜHLER-NATOUR, C.

1. Introducción

1.1 General

La Provincia de Mendoza está en el Oeste de Argentina, cerca de la Cordillera de Los Andes. La región posee el más importante y grande sistema de irrigación en América del Sur (WILHELMY, ROHMEDE) porque la precipitación anual es alrededor de 200 mm (CIFOT). Fuera de los oasis, la vegetación característica es el matorral („Pampa Seca“). Los suelos varían de arenas a gravas.

1.2 Agricultura

Desde la década de los '50 de este siglo, el paisaje agrícola ha cambiado fundamentalmente. En principio hubo plantas forrajeras (p. e. alfalfa) y cereales. Luego cultivaron vid, frutas y verduras, porque existía una competencia dura entre otras regiones del país, que también producían forraje y cereales (VELASCO).

Hoy las tierras utilizadas para la agricultura se caracterizan por un riego con acequias y canales pequeños para irrigación. Las callejuelas de álamos sirven como protección contra el viento para reducir la evaporación (WILHELMY, ROHMEDE). La agricultura (en su mayoría de vid) era una fuente de rédito poderoso durante las últimas décadas, pero hoy hay muchos problemas, como la desocupación de los campesinos que migran cerca de ciudades grandes, y el conflicto de utilización de la tierra por usos urbanos y rurales (GUDIÑO DE MUÑOZ, VILLEGAS DE LILLO). Por ello es muy interesante analizar cómo y dónde el paisaje agrícola ha cambiado durante los últimos años. Según el Censo Nacional Agropecuario (1988) en la Provincia de Mendoza existían los siguientes cultivos:

Tab. 1: Distribución de la utilización de tierras agrícolas en la Provincia de Mendoza (1988)

Cultivos	Cantidad de Ha	% de superficie cultivada
1. Vid	157014 ha	73,5 %
2. Duraznos	15184 ha	7,1 %
3. Tomates	10294 ha	4,8 %
4. Manzanas	9432 ha	4,4 %
5. Aceitunas	7628 ha	3,6 %
6. Papas	5452 ha	2,6 %
7. Ajos	5425 ha	2,5 %
8. Cebollas	3247 ha	1,5 %

2. Área de Investigación

El área de investigación está al Sur de la ciudad de Mendoza, en el departamento de Luján de Cuyo, cerca de la ciudad de Luján de Cuyo, con el Río Mendoza en el centro. Este río tiene un alto valor en el paisaje y sirve como base del „oasis verde“, porque el resto del área se ve modificado por un incremento tremendo de áreas edificadas (GARCIA DE MORAN). Por eso una de las dos áreas de investigación está al Sur del Río Mendoza (Pedriel) con características agrícolas y la otra en el Noroeste de la ciudad de Luján (Vistalba) con un proceso de suburbanización fuerte.

El objetivo más importante es proteger la tierra utilizada en agricultura en el departamento de Luján de Cuyo para el cultivo de vid para vinos finos. La región por su producción genera gran rédito económico a la provincia (HIRAMATSU DE CARBALLO, ANTONIOLLI).



Ilus. 1.: Vista de una parte del área de investigación con el Río Mendoza en el centro (QUIROGA, 1994)

3. Método

3.1 Estructura del trabajo

Tres fuentes de datos de los sensores remotos han sido usados para la investigación: una imagen de SPOT y dos imágenes de Landsat TM.

La imagen SPOT (órbita 144) es de fecha 22 de Mayo de 1995, las dos imágenes de Landsat TM (Path 232 - Row 83) son de fecha 27 de Enero de 1994 (con la ayuda del Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CRICYT, Mendoza) y verano de 1986.

El lugar de trabajo era la Universidad Nacional de Cuyo en el Centro de Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial (CIFOT). El software usado es Erdas Imagine 8.2 para Windows NT.



Ilus. 2.: Vista de la ciudad de Luján (QUIROGA, 1994)

3.2 Material

Imágenes satelitales

- SPOT (pancromático)

La característica de SPOT es su alta resolución espacial, que es de 10 metros x 10 metros en la banda pancromática. Por eso este es utilizado para la observación de áreas urbanas. La amplitud de reflexión es entre 0,51 y 0,73 m de la banda visible del espectro.

- Landsat TM

El sensor „Thematic Mapper“ (TM) del programa Landsat tiene una resolución menor (en las bandas de 1-5 y 7 la resolución es de 30 metros x 30 metros, en la banda 6 es de 120 metros x 120 metros). Las bandas están en la luz visible para el hombre y tienen adicional el nivel infrarrojo que es importante para la evaluación de clases diferentes de vegetación. La imagen de 1994 tiene solamente 3 bandas: bandas 5 y 4 por reflexión infrarroja y banda 3 por rojo visible.

4. Base cartográfica

Teniendo en cuenta que los mapas en escala grande son raros en este área, los siguientes mapas fueron usados como base para los datos:

Tab. 2.: Mapas utilizados como base para los datos

Escala	Numero	Nombre	Año de la Actualización
1: 500000	3369	Mendoza	1969
1: 250000	3369-IV	San Martín	1953
1: 100000	3369-16	Mendoza	1946
1: 100000	3369-22	Luján	1946
1: 50000	3369-16-3	Mendoza	1945

Por supuesto, los mapas de una escala de 1: 100000 ó 1: 50000 no son los más adecuados para georeferenciar, especialmente en el caso de imágenes de SPOT. Para georeferenciar correctamente se usaron datos medidos de GPS (Geoposicionador Satelital) con el apoyo de una unidad militar con sede en Mendoza.

5. Método de clasificación

Se ha hecho una clasificación supervisada de la imagen de 1994 (Landsat TM) y tres clasificaciones no supervisadas (SPOT 1995 y Landsat TM 1994 y 1986); SPOT con seis clases, Landsat TM con 10 clases cada una. En el caso de una clasificación no supervisada se está „entrenando“ el procedimiento en el programa con dichas áreas de muestreo (datos de referencia). Contrariamente a esto, la agrupación de reflexiones espectrales constituye la base para una clasificación automática no supervisada.

6. Resultados

Sin embargo, los resultados utilizables derivan solamente de las clasificaciones no supervisadas de Landsat TM. Los resultados primeros de estas clasificaciones se presentan en las imágenes 3 y 4.

Ver imágenes 3 y 4: Resultados de las clasificaciones no supervisadas

Imagen 3: Resultado de la clasificación no supervisada 1986, (Explicación de los colores ver tabla 3), Escala ~ 1:100.000

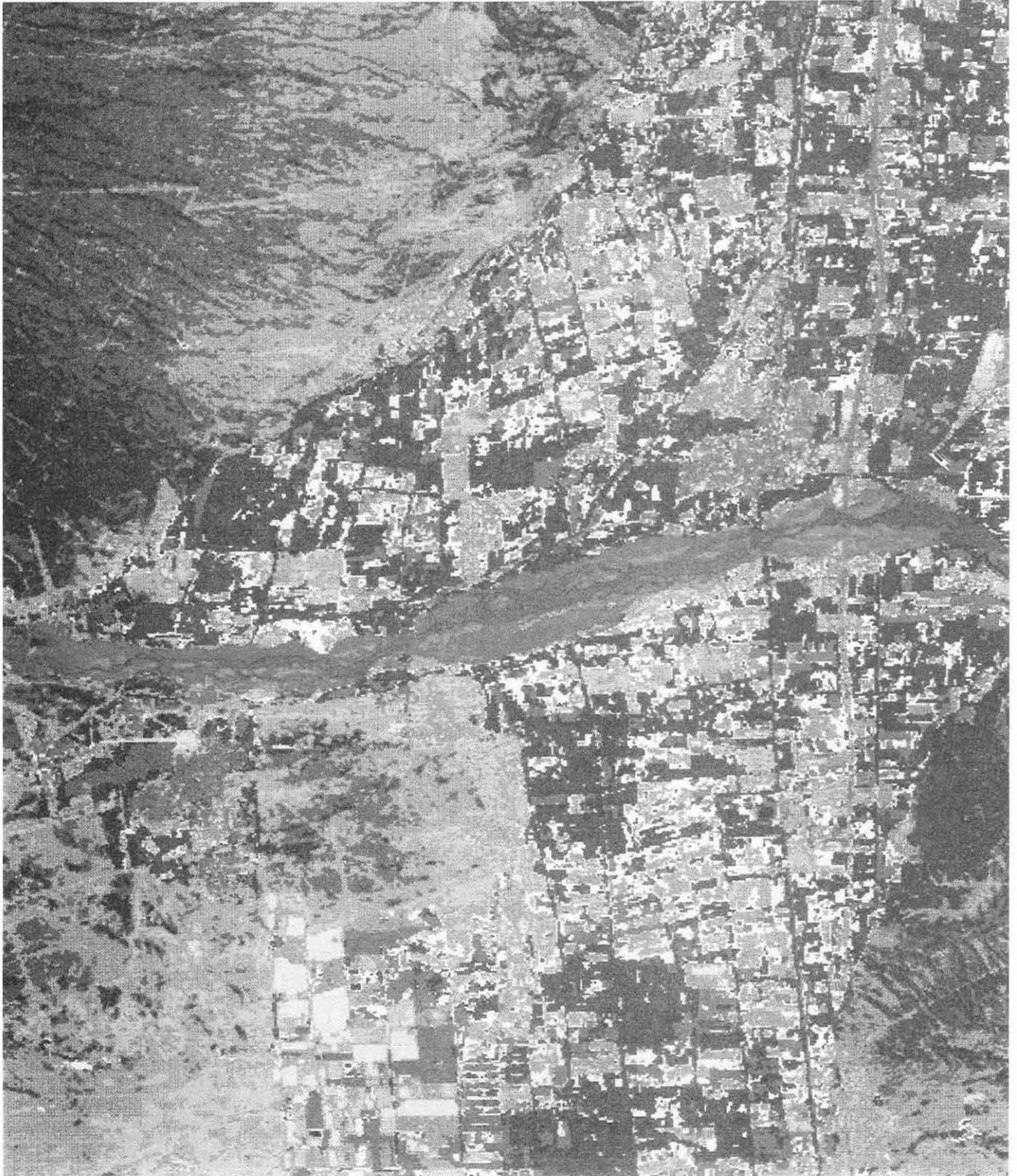
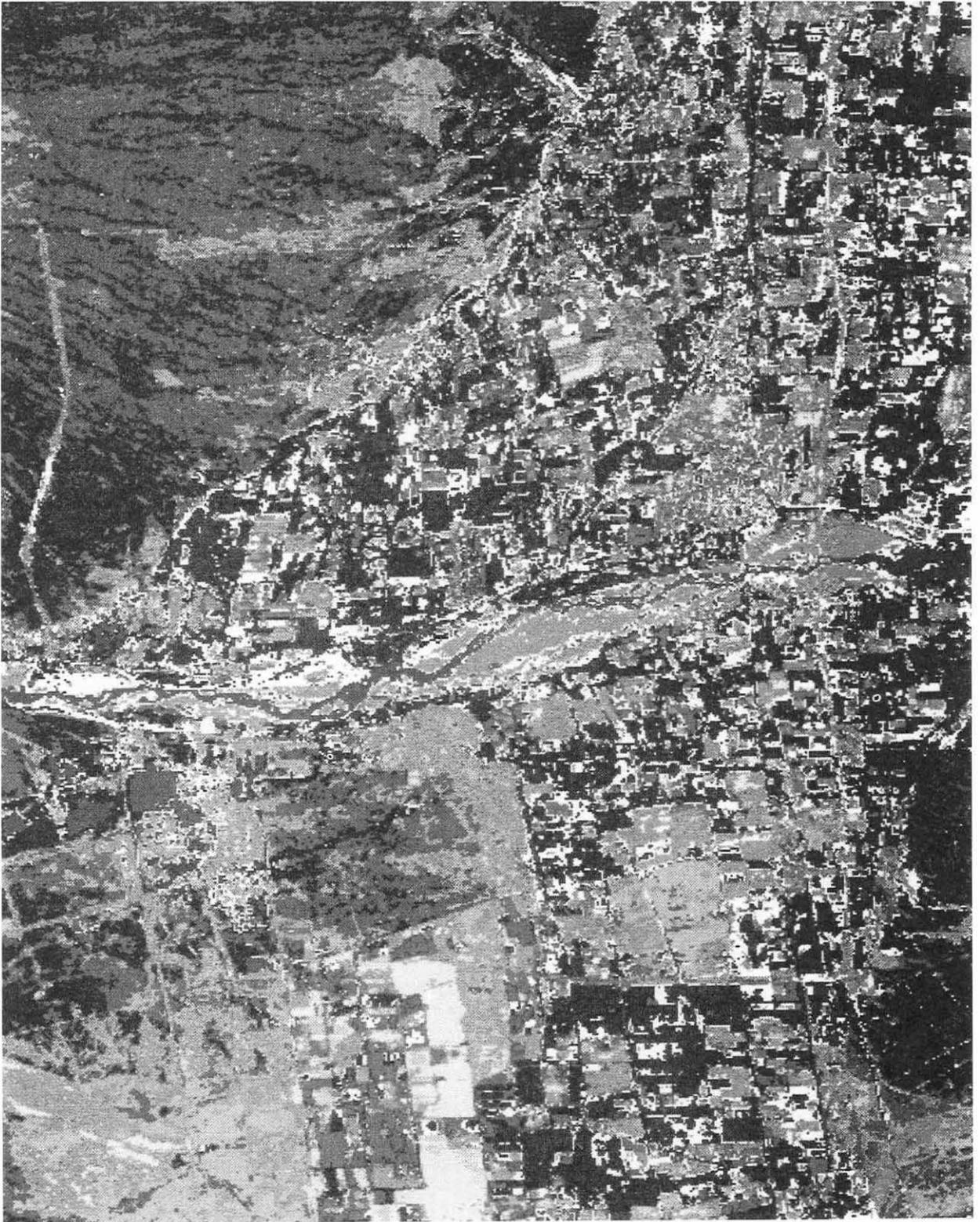


Imagen 4: Resultado de la clasificación no supervisada 1994 (Explicación de los colores ver tabla 3), Escala ~ 1:100.000



Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tab. 4.: Comparación de tierra cubierta 1986 y 1994 (a partir de clasificaciones no supervisadas)

Clase (Color)	Hectáreas en 1986	Hectáreas en 1994
Techos/Agua/Sombra(violeta)	306	438
Vid (Parral)(marrón oscuro)	5875	4769
Sombra(negro)	2289	3006
Vegetación Seca(verdes oscuros)	10732	6044
Suelo Desnudo(gris)	637	554
Techos (y Arena)(rojo)	(945)	1263
Suelo/Vegetación(verde aceituna)	1879	1689
Vid (Espaldera)(marrón claro)	3278	3182
Agricultura B (blanco)	2935	3171
Agricultura C (cyan)	1803	754

7. Discusión y conclusiones

En primer lugar deseo recalcar que el tiempo para realizar este trabajo fue demasiado breve. Así que no se pudo dedicar al tema el tiempo necesario. Para proveer resultados efectivos el tiempo para hacer las clasificaciones fue de un mes. El tiempo restante se perdió en problemas tecnológicos.

Para esta clasificación supervisada con Landsat TM faltó información de la tierra cubierta en 1994, algunas informaciones pudieron ser conseguidas solamente con preguntas a algunos campesinos. Eso pasó por falta de tiempo, por supuesto en áreas pequeñas, de modo que esta información no fue suficiente debido a que se necesitarían más áreas de prueba para mejorar la clasificación.

La clasificación con SPOT para este objetivo sólo es válida si se superponen las imágenes de SPOT y Landsat TM. Pero esto fue imposible porque Spot y Landsat son imágenes de diferentes años. Al principio del trabajo solo disponía de la imagen de SPOT, la primera clasificación no supervisada con seis clases únicamente sirvió para una vista general.

Las clasificaciones de las imágenes Landsat TM de 1986 y 1994 demuestran más claramente la superficie de tierra cultivada y su cambio durante varios años. Porque faltaron los datos de campo de 1986 y los del año 1994 fueron defectuosos. Para hacer los resultados comparables, se ha hecho una clasificación no supervisada por cada imagen. Las ventajas fueron iguales, la computadora ha tenido que buscar 10 clases.

Es claro que este método funciona solamente sobre la suposición, que los cultivos no han cambiado durante los últimos años (p. e. el cultivo predominante es la vid).

Los resultados de estas clasificaciones reflejan, lo que está documentado en bibliografía nueva: los cambios de la tierra agrícola son visibles significativamente en la pérdida de tierra utilizada en agricultura (en la mayoría vid) para construir casas, áreas industriales, y falta de irrigación porque los derechos de propiedad no son conocidos. El descenso del área cultivada con vid es en

particular perceptible en el Norte del Río Mendoza, porque allí es notable el aumento de construcciones (casas de fines de semana). Las diferencias en el cultivo de los diferentes tipos de vid (parral y espaldera) son bien visibles, porque sus sistemas de cultivo son diferentes. El parral se visualiza como una superficie cubierta de hojas, en cambio la espaldera se visualiza como un cultivo en hilera. Algunos cultivos de espalderas tienen una plantación de pasto a su alrededor que puede llegar a confundirse con el parral.

En general se pueden derivar las siguientes conclusiones:

En principio la clasificación de imágenes satelitales, por ejemplo la estimación del suelo agrario cubierto es una base útil y sirve para „verificación“ de estudios futuros, por ejemplo el cambio del uso del suelo. El estudio presente fue realizado con esa idea.

Pero las experiencias personales de tal estadía son muy valiosas, para conocer las condiciones del trabajo en otras instituciones de investigación, para probar otros métodos si faltan datos, perfeccionar la improvisación, y lo más importante no capitular.

Agradecimiento

Agradezco muy especialmente a los colaboradores des CIFOT, en particular a la doctora Mará E. Gudiño de Muñoz, al doctor Peter Thomas y al Sr. Miguel Fermenía por su amplio apoyo en la realización de este estudio y por haber puesto a nuestra disposición su lugar de trabajo.

Agradezco además al Sr. Ibañez y al Sr. Leguizamon por la facilitación de la secuencia de Landsat TM de 1994, sin la cual este estudio no hubiera sido posible.

Un agradecimiento especial vaya al UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH y a la Oficina International des Centro de Investigación, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH que posibilitaron mi estancia en Argentina con su apoyo financiero.

Autor

Carola BUEHLER-NATOUR

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Angewandte Landschaftsökologie
Permoserstr. 15
04318 Leipzig

Referencia

Censo Nacional Agropecuario:, Superficie ocupada por cultivos, 1988

CIFOT, Sistema de Información Geográfica

GARCIA DE MORAN , M. T.: Municipalidad de Luján de Cuyo, en: Mendoza en el 2000, Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia, Centro Coordinador de Ediciones Académicas, Facultad de Ciencias Agrárias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, 1994, 285 pp.

GUDIÑO DE MUÑOZ, M. E., VILLEGAS DE LILLO, M. B.: VII. Coloquio de Geografía Rural, Revalorización de la Explotación Agrícola Familiar en el Area Periurbana del Gran Mendoza, Córdoba, España, 1993.

HIRAMATSU DE CARBALLO, K., ANTONIOLLI, E. R.: Zonas Agrícolas a Proteger, en: Mendoza en el 2000, Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia, Centro Coordinador de Ediciones Académicas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, 1994, 285 pp

QUIROGA, R.: Fotografías de Mendoza, Departamento Luján de Cuyo, 1994

VELASCO, M. I.: La Horticultura en Mendoza, Boletín de Estudios Geográficos, Vol. X, No. 39, Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, 1963, 41-89

WILHELMY, H. H., ROHMEDE, W.: Die La Plata-Länder: Argentinien-Paraguay-Uruguay, Braunschweig, Alemania, 1963

Imagen 3: Resultado de la clasificación no supervisada 1986, (Explicación de los colores ver tabla 3), Escala ~ 1:100.000

Imagen 4: Resultado de la clasificación no supervisada 1994 (Explicación de los colores ver tabla 3), Escala ~ 1:100.000

Abstract

This study is part of the project „Environmental Information System“ a cooperation project between the Environmental Research Center in Leipzig, Germany, IEMA (Instituto de Estudios sobre el Medio Ambiente de la Universidad de Mendoza) and the National University of Cuyo in Mendoza, Argentine. This study was made during a three month's stay in Mendoza.

Remote sensing data is an important media in monitoring and estimating the environment. Agriculturally used land close to big settlements, like Mendoza with about half a million of inhabitants, is endangered by suburbanization. For measuring the changes of landuse in this sensitive area, data of satellites, like Landsat TM and Spot, are taken into account for digital supervised classification and visual interpretation.

ARG ENV 17 „Environmental Information System“

Proyecto CIFOT: SIGMA „Sistema de Información Geográfica para el Monitoreo Ambiental“

GUDIÑO DE MUÑOZ, M. E., THOMAS, P.

1. Condiciones marco y planteo

A través del Convenio-Marco Argentino-Alemán sobre la Cooperación en Investigación y Tecnología, surgen una serie de proyectos que conforman la Red de „Ecología Regional“, cuyo factor común es el medio ambiente. Diferentes especialidades confluyen en ella, pero su aporte significativo se encuentra en que en distintos lugares, con diferentes realidades - tanto geográficas como socio-económicas-, Leipzig en Alemania y Mendoza, en Argentina, se intentan hacer las mismas investigaciones abarcando varias ciencias naturales y ambientales.

Quizas por primera vez en una cooperación científica internacional se pretende establecer posibles comparaciones entre ecosistemas naturales y antropogénicos que permitan prever desarrollos y encontrar alternativas válidas para evaluar las condiciones actuales, mejorarlas o protegerlas, a partir de conclusiones científicamente comprobadas.

Cada una de las investigaciones pretende ser una parte integrante para comprender la complejidad del mosaico del medio ambiente, y sus resultados deben contribuir al funcionamiento de la Red „Ecología Regional“.

La investigación del medio ambiente, cuyos resultados recientemente (en Argentina) lograron ser comprendidos como herramientas importantes en decisiones políticas, involucran una serie de aspectos que son objeto de diferentes disciplinas científicas, cada una de ellas con metodologías de análisis propias.

Pero ¿cómo vincular a todos ellos? La respuesta es inmediata, sin embargo muestra una de las dificultades más grandes en las ciencias: „el arte de trabajar interdisciplinariamente“.

Nos ayuda que todas estas ciencias naturales o medio-ambientales se refieren a un espacio común. Es el „espacio de vida del hombre“, lugar o entorno en el que existe, y al que ha modificado de acuerdo con sus intereses. Es un espacio integral e interdependiente que ha sido aprovechado y muchas veces dañado, comprometiendo el desarrollo de las generaciones futuras.

Es por eso que participa el Proyecto SIGMA del ENV 17 en la red, cuyo propósito es integrar los resultados de los otros proyectos interdisciplinarios proyectándolos a nivel espacial, para interpretar la complejidad que encierra cada uno de los componentes o factores intervinientes en el proceso y que han dado como resultado una forma de organización y/o comportamiento interdisciplinario determinado en Mendoza y Leipzig.

Para poder concretarlo, se cuenta con una herramienta que posibilita unir las diferentes ciencias aplicadas; los SIG, o GIS (Geographic Information System), un conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permiten la gestión de la información organizada en base de datos, referenciada espacialmente y que puede ser visualizada mediante cartografía digital.

2. Objetivos del proyecto

A) Desarrollar paralelamente un Sistema de Información Ambiental para Mendoza y para la ciudad de Leipzig con sus alrededores, para evaluar similitudes y diferencias en el accionar del hombre sobre su espacio, monitoreando continuamente las condiciones medio ambientales.

B) Integrar en el sistema los datos validados por los otros proyectos participantes, en función de los resultados obtenidos en ellos, y transferencia de datos según los requerimientos del proyecto de IEMA (Universidad de Mendoza) „Modelo Matemático Dinámico“.

C) Elaborar e interpretar la cartografía temática sobre la base de parámetros establecidos por CIFOT y UFZ, de fácil transferencia al sector científico, social y público.

D) Obtener la experiencia de trabajo paralelo entre ambos centros científicos de los dos países con diferentes formas de pensar y diferentes realidades naturales y sociales. A través del intercambio de conocimientos, de ideas y de científicos, abrir los angostos horizontes de la investigación dentro del círculo científico conocido y establecer el acercamiento intercultural que es imprescindible para el entendimiento de nuestro medio-ambiente sin fronteras.

E) Mostrar a través del funcionamiento de la cooperación entre Mendoza y Leipzig la importancia de la existencia de un SIGMA para el desarrollo provincial y su valor como herramienta de uso permanente, debido a su constante actualización, en los niveles de decisión de la política del ordenamiento espacial.

3. Evolución del proyecto

A) Intercambio de científicos entre el CIFOT y el UFZ para la discusión de experiencias sobre diseño, modo de operación y productos que se esperan de un Sistema de Información Ambiental, como también sobre el modo de operación para llevar a cabo un proyecto interdisciplinario internacional, a partir de un trabajo en Red.

B) Discusiones entre el CIFOT y las contrapartes de la Red mendocina y con la Red de Leipzig sobre la definición de los tipos de datos a ingresar al Sistema.

C) Generación de interfaces para ingresar, almacenar y manipular los datos resultantes de los otros proyectos, como así también para que las bases de datos puedan ser utilizadas por el proyecto „Modelo Matemático Dinámico“ de IEMA (Universidad de Mendoza).

D) Definición de ciertos parámetros básicos en la determinación de la cartografía.

E) Edición de mapas temáticos comparables para Gran Mendoza y Leipzig con alrededores.

4. Resultados con el SIGMA hasta hoy

A) Elaboración de la primera carta temática a partir de los criterios definidos conjuntamente con el UFZ. El producto obtenido es la carta „Gran Mendoza: Densidad de Población 1991“, en donde están presentes las cualidades básicas que tiene que brindar un mapa (Fig. 1/Suplemento):

- **Precisión:** es decir, con un error gráfico mínimo, teniendo en cuenta su escala y los instrumentos utilizados en su relevamiento y su redacción (contiene red de coordenadas y escala numérica).
- **Expresión:** las variables visuales han sido cuidadosa y lógicamente elegidas. En ella es evidente una clasificación a partir de relaciones significativas, en este caso, la superficie de la cantidad absoluta de la población, la obtención de un índice (hab/km²) y una jerarquización a través de una trama de colores elegida, la que es explicada y ordenada en una leyenda completa.
- **Legibilidad:** es la cualidad por la que la información que se busca puede ser inmediata y fácilmente percibida.
- **Eficacia o Rendimiento:** porque está perfectamente adaptada a su objetivo, dentro de los límites de su escala y de su sistema de proyección.

B) Pero además este primer trabajo permite extraer algunas conclusiones interesantes, mediante la comparación de la misma carta elaborada en Leipzig, que podrán ser útiles al resto de los proyectos:

- Las unidades de análisis no son las mismas. Mientras que en Leipzig, el relevamiento censal es realizado por distrito administrativo, en el caso de Mendoza es por radio y fracción censal, tratando en lo posible de privilegiar la fracción, para lograr una cartografía más legible.
- En el caso de Leipzig, el límite urbano de la ciudad corresponde al determinado dentro de una única jurisdicción, situación que no es igual para el Gran Mendoza, en el que coexisten distintas divisiones administrativas, cada una de las cuales define su propio límite urbano. Esta realidad llevó a hacer un relevamiento de las zonificaciones vigentes en cada jurisdicción, ya que las mismas son temporalmente variables. El análisis de los criterios tenidos en cuenta en cada caso, lleva a tomar la decisión de respetar, en lo posible, lo que cada comuna considera como urbano, predominando en esta clasificación el criterio de no considerar las zonas industriales dentro de este límite, las que fueron digitalizadas, obteniéndose una carta que permite comparar la densidad de población para ambas ciudades.
- Este límite abarca una superficie de 160 km², superficie perfectamente comparable en su tamaño con Leipzig, ya que ella es de 148 km². Sin embargo, la densidad de población máxima en algunos lugares de Mendoza llega a 10.171 hab/km², mientras que en Leipzig alcanza 19.094.

C) Realización de pruebas para el tratamiento de una serie de diferentes coberturas temáticas y obtención de una cartografía que reúna las cualidades enunciadas, pero que además exprese de manera clara fenómenos complejos. Para ello se ha trabajado con:

- Densidad de población en el año 1991,
- Crecimiento de la población en el período 1980 - 1991,
- Delimitación de zonas según niveles socio-económicos definidos por la Encuesta Permanente de Hogares en el año 1989,

- Distribución de equipamientos urbanos y espacios verdes, y
- Distribución de los usos de suelo, los que son clasificados y delimitados a través de la zonificación municipal.

El resultado obtenido es la carta titulada „Niveles Socio-Económicos y Calidad de Vida“, que expresa la síntesis de un fenómeno localizable y sus correlaciones a través de símbolos cuali-cuantitativos sobre el fondo de referencia definido en la primera carta: límite urbano. El paso siguiente será transferir esta información a fracciones censales, y hacer los ajustes correspondientes en función del tipo de información posible de adicionar.

Es importante mencionar que esto se ha hecho con datos existentes en el Sistema de Información que posee el CIFOT proveniente de las investigaciones que se llevan a cabo en él, y otros datos que fueron obtenidos a través de relevamientos municipales realizados para este trabajo.

Hasta tanto sean entregados los datos provenientes del resto de los proyectos pertenecientes a la Red, estimamos que esta tarea que se ha iniciado permite ir ajustando la metodología de trabajo del Sistema.

D) Otra de las actividades desarrolladas ha sido cooperar con la Lic. Carola Bühler-Natour (UFZ) en la realización de las primeras investigaciones sobre el uso del suelo de una región determinada al sur del Río Mendoza (Luján de Cuyo) con la ayuda de sensores remotos y su respectivo control de campo. Esta constituye una herramienta de gran utilidad para el análisis del uso del suelo, que permitirá engrosar las bases de datos del SIGMA.

5. Perspectivas para la evolución futura del proyecto

Sobre la base de los resultados obtenidos este año, las tareas a desarrollar para el próximo año consistirán en:

- continuar con el intercambio de científicos entre el CIFOT y el UFZ,
- recibir y colaborar con investigadores nacionales e internacionales interesados en realizar estudios en Mendoza,
- apoyar al resto de los proyectos de la Red, cuando lo soliciten,
- profundizar la investigación sobre procedimientos adecuados para transferir y manejar los datos de los otros proyectos al SIGMA,
- continuar elaborando e interpretando los posibles productos cartográficos a obtener a través de la modelación de datos espaciales, para la concreción de un „Atlas de Mendoza y Leipzig“,
- implementar las posibilidades a través del uso de imágenes satelitales para analizar el desarrollo agropecuario y urbano del Gran Mendoza.

Pero esto de nada serviría hasta tanto no se inicie la transferencia de información del resto de los proyectos. Tarea nada sencilla, porque implica un cambio de actitud de todos los que participamos en la Red.

El workshop internacional realizado en Mendoza en el mes de noviembre de 1995, sirvió, no solo para conocer los avances realizados en cada proyecto, sino para comprender lo difícil que resultará este desafío que implica la conformación de una nueva forma organizativa entre grupos de científicos con diferentes formaciones pero todos con un objetivo común: colaborar en la búsqueda de una mejor calidad de vida.

Quienes hemos tenido experiencia en el diseño de este tipo de sistemas, sabemos que la tarea no es sencilla, pero tampoco imposible. Requiere una gran tarea de docencia, para que los involucrados conozcan qué significa trabajar con esta tecnología, hacerles saber que no se trata simplemente de elaborar mapas o dibujos, que no se pretende aprovechar el producto de las investigaciones en beneficio propio.

„...la implementación de un SIG será exitosa o fracasará no por problemas tecnológicos sino por problemas de personas „ (Moldes, F. J. 1995, 127).

En el diseño y puesta en marcha del Sistema de Información Ambiental (SIA) que el CIFOT diseñó para el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Urbanismo de la Provincia de Mendoza en el año 1993, se puso de manifiesto que „...no alcanza con tener objetivos claros y precisos, conocer quienes van a ser los usuarios del sistema e incluso contar con todo el equipamiento en software y hardware, es necesario reunir recursos humanos que quieran comprometerse con el Sistema para hacerlo funcionar, actualizarlo, mantenerlo y ampliarlo, sin mezquindades o luchas de poder.“ (Gudiño de Muñoz, 428)

Ello exige de equipos interdisciplinarios con un perfil profesional dotado no sólo de pensamiento científico-crítico o conocimientos tecnológicos, sino de una actitud abierta de participación.

Esta nueva forma de trabajo es un desafío, pero no imposible de lograr, así ha quedado demostrado con el SIA en Mendoza, donde la vinculación entre el sector científico-tecnológico y la administración pública, a pesar de las dificultades por las que atravesó fueron superadas y hoy otras instituciones públicas como los municipios de la provincia, quieren participar en él.

Si esto ha sido posible entre ámbitos tan distintos, ¿por qué no podrá concretarse dentro de un grupo internacional de proyectos en donde todos sus integrantes forman parte del sector científico-tecnológico?

Autores

María Elina GUDIÑO DE MUÑOZ

Directora del CIFOT
Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Filosofía y Letras
5500 Mendoza

Peter THOMAS

Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Filosofía y Letras
5500 Mendoza

Bibliografía

GUDIÑO de MUÑOZ, M.E., 1994: El difícil arte de conformar un equipo interdisciplinario. En: Boletín de Estudios Geográficos, Vol. XXV-89, Tomo I, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Geografía, Mendoza.

MOLDES, F.J., 1995: Tecnología de los sistemas de información geográfica. Editorial RA-MA, Madrid.

Instituciones responsables:

- **CIFOT (Centro de Investigación y Formación para el Ordenamiento Territorial), Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, República Argentina**
- **UFZ (Centro de Investigación Ambiental Leipzig-Halle) Sección Geoinformática, Leipzig, República Federal de Alemania**

Creación de un Sistema de Información Ambiental para las ciudades de Leipzig y Mendoza

KINDLER, A.

1. Introducción

En el marco de los acuerdos en Investigación y Tecnología entre Alemania y Argentina, además de numerosos otros proyectos de investigación, se implementó en 1994 entre el Centro de Investigación Ambiental de Leipzig-Halle (UFZ) y diferentes instituciones de investigación en Mendoza un proyecto para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica para el Monitoreo Ambiental -SIGMA- (ARG ENV 17 "Environmental Information System). Colaboran en el proyecto tres investigadores del UFZ, Sección Ecología Agraria Aplicada/Geoinformación y dos científicos del CIFOT (Centro de Investigación y formación para el Ordenamiento Territorial, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza).

2. Objetivos científicos del proyecto

En vista de los graves problemas ambientales globales, regionales y locales no sólo resulta aconsejable una cooperación científica interdisciplinaria e internacional, es conveniente además que los investigadores cuenten con los medios auxiliares y métodos científicos más avanzados. Forman parte de estos medios, -irrenunciables desde hace mucho tiempo en la investigación ambiental- los SIG (Sistemas de Información Geográfica) o GIS (Geographic Information System). En efecto, a fin de poder describir, analizar y visualizar adecuadamente la acabada dimensión de los problemas ambientales, sus manifestaciones, causas y efectos sobre la naturaleza, el mundo animal y vegetal así como la humanidad, es decir poder abarcar su multiplicidad y complejidad referenciada espacialmente, se requiere de un eficiente Sistema de Información Ambiental (SIA) como forma específica del GIS. Un aspecto importante en la investigación ambiental es hacer trasladable los conocimientos científicos obtenidos para cierta región a otras con una realidad asimilable, pero también a otra totalmente diferente en cuanto a condiciones geográficas, climáticas, económicas, sociales, etc.; destacar los puntos en común y las diferencias, así como deducir recomendaciones en cuanto a las medidas a adoptar. El objeto del proyecto ARG ENV 17 es desarrollar en Leipzig y Mendoza trabajos científicos paralelos sobre la estructura y el uso de Sistemas de Información Ambiental, integrar resultados de otros proyectos de la cooperación bilateral germano-argentino, contribuyendo de este modo a la posibilidad de hacer un análisis comparativo de ambas ciudades.

Las Figuras 1 y 2 ofrecen un panorama de la situación en Leipzig, Alemania y Mendoza, República Argentina.

**Abb. 1: Administrative Gliederung der Bundesrepublik Deutschland
in Bundesländer**

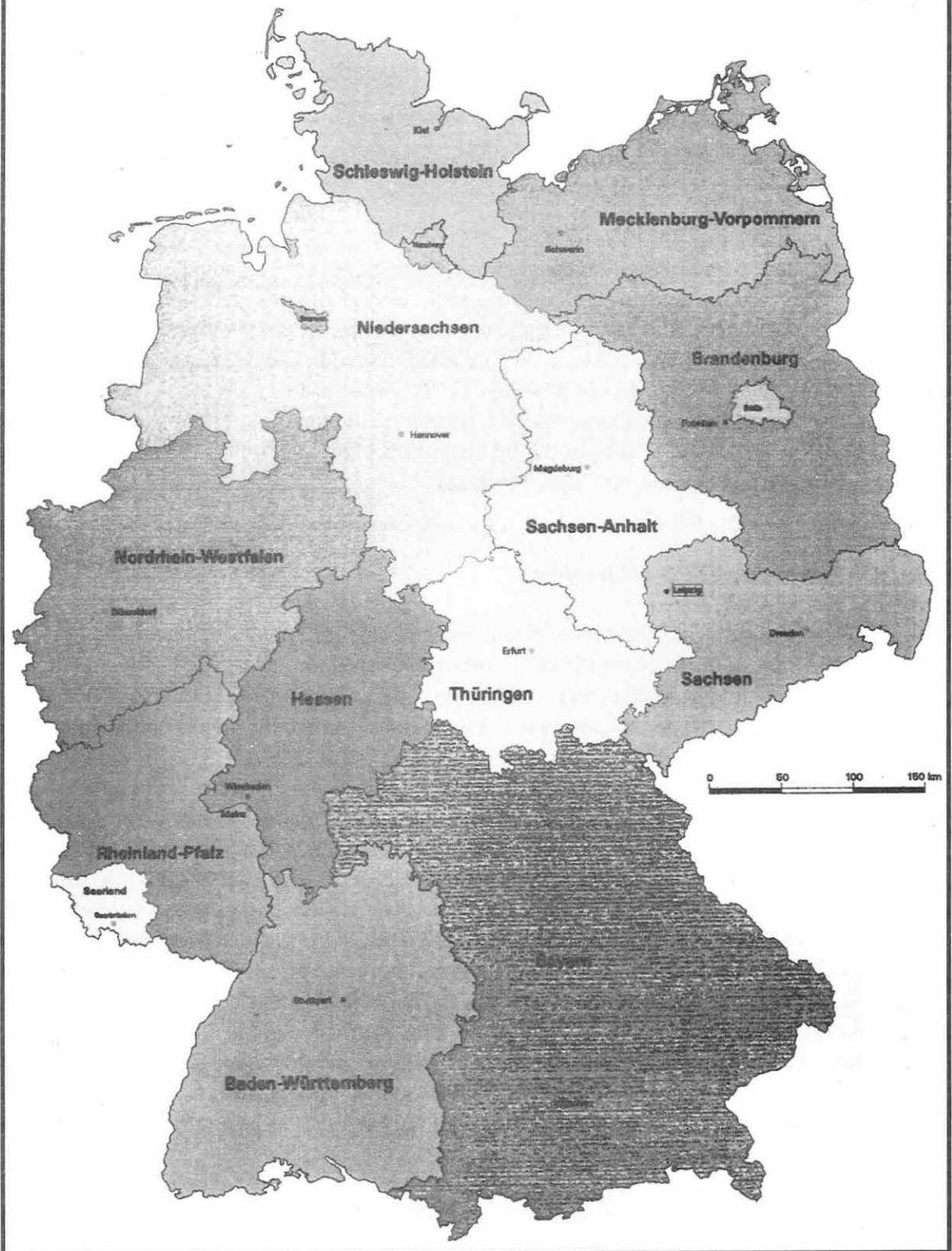
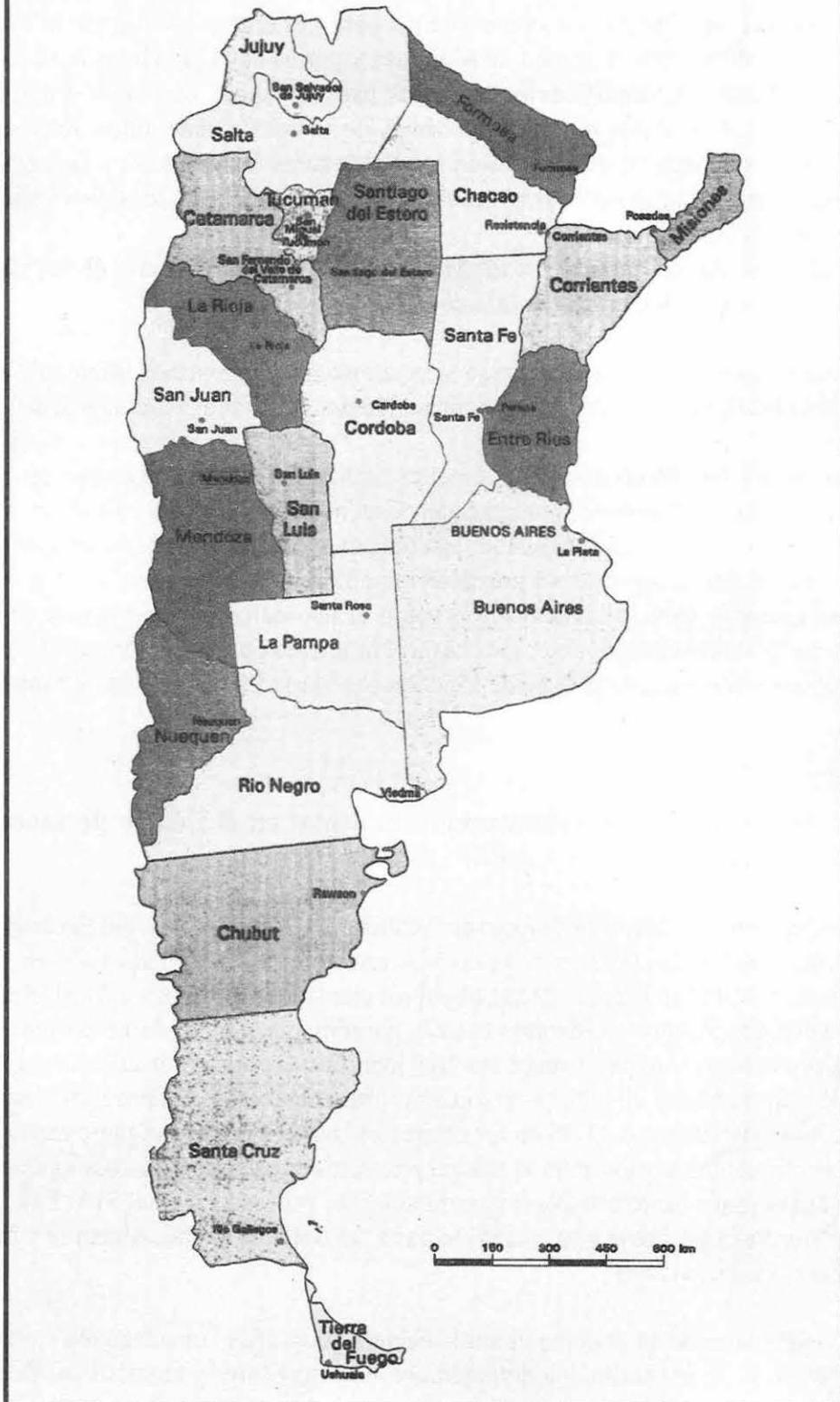


Abb. 2: Administrative Gliederung von Argentinien in Provinzen



Los principales objetivos del proyecto conjunto entre el UFZ y el CIFOT son:

1. Desarrollar paralelamente un Sistema de Información Ambiental (SIA) para Mendoza (zonas urbanas y ciertas partes de la provincia) y para Leipzig (ciudad de Leipzig con sus alrededores).
2. Utilizar informaciones satelitales como fuente para generar y actualizar la cartografía topográfica y temática sobre la ciudad de Mendoza y partes de la provincia homónima.
3. Apoyar el monitoreo de modificaciones en los usos de suelo mediante clasificación e interpretación visual de datos obtenidos a través de imágenes satelitales, tomando como ejemplo el uso de las superficies agrarias en los alrededores de Mendoza y Leipzig.
4. Integrar, es decir registrar, almacenar, procesar y visualizar en el SIA los datos validados por los otros proyectos ENV.
5. Editar mapas temáticos comparables para Mendoza y Leipzig como uno de los principales resultados del trabajo realizado con ayuda del SIA.

A fin de alcanzar estos objetivos, los investigadores alemanes y argentinos trabajan en estrecho contacto, realizan intercambio de científicos y presentan los resultados parciales de sus trabajos.

A continuación se describirán en particular aquellos realizados hasta el momento en el UFZ en relación con la creación y el aprovechamiento del SIA (objetivos 1, 4 y 5). El aporte de la Sra. Carola Bühler-Natour tiene por objeto evaluar las imágenes satelitales para establecer el cambio operado en el uso de tierras agrarias en una determinada región suburbana de la provincia de Mendoza como ejemplo para la investigación sobre el uso del suelo con ayuda de sensores remotos (objetivo 3). Los resultados obtenidos hasta el momento por los colaboradores argentinos del proyecto son presentados en el trabajo de los doctores María Elena Gudiño de Muñoz y Peter Thomas.

3. Creación de un Sistema de Información Ambiental en el Centro de Investigación Ambiental Leipzig-Halle GmbH (UFZ)

La tarea más importante del Grupo de Trabajo de Geoinformación de la Sección Ecología Agraria Aplicada/Geoinformación del UFZ es crear un SIA eficiente. Su finalidad reside en facilitar a los investigadores del UFZ en función de sus objetivos científicos múltiples informaciones sobre diferentes espacios geográficos en diversas escalas numéricas y niveles de procesamiento digital o analógico. A tal efecto se requiere una estrecha y manifiesta cooperación entre los especialistas del Sistema GIS y los restantes científicos en todas las diferentes etapas del proyecto. La temprana integración de los especialistas del GIS en los diferentes trabajos de investigación es necesaria a fin de conocer la problemática y los objetivos de un proyecto, las diferentes metodologías aplicadas y el tipo de informaciones sobre el espacio que deberán ser procesados en el SIA. Sólo entonces podrán aportar sus conocimientos y sus experiencias a los trabajos de investigación y brindar un apoyo fundamental a los mismos.

Son elementos esenciales de un Sistema de Información Geográfico, un adecuado equipamiento con hardware y software, así como una dotación con investigadores y técnicos calificados, y la disponibilidad de datos digitales.

3.1 Condiciones técnicas y de personal

En el Grupo de Trabajo de Geoinformación del UFZ se desempeñan en estos momentos tres investigadores y cuatro técnicos:

- un especialista en sensores remotos /GIS
- un especialista en cartografía/GIS y tres técnicos
- un especialista en bancos de datos/GIS y un técnico

Este plantel cuenta con el siguiente hard y software

Hardware: 6 Sun-Workstations
1 scanner OPTOSCA (formato A2)
2 digitalizadores CALCOMP (formato A0)
1 plotter estilográfico CALCOMP (formato A0)
1 plotter electroestático CALCOMP (formato A0)
1 impresora color MITSUBISHI-TEKTRONIX (calidad fotográfica, formato A3)
1 esteroscopio con zoom VISOPRET con equipo digitalizador

Software: Arc/Info 7.0.3 (GIS/cartografía)
Erdas-Imagine 8.2 (GIS/teledetección)
Micro Station para el Visopret con una interfase Arc/Info
IDRISI para Windows 1.0.1
ORACLE 7.1.4 (sistema de banco de datos GIS)
dbase, Excel, Access

La adquisición sistemática a lo largo de los últimos cuatro años de estos elementos de hard y software destinados al mejor logro de los objetivos fijados, ha permitido generar en el UFZ muy buenas condiciones para la creación de un SIA. A fin de poder abarcar las múltiples tareas referidas al GIS y dar el mayor uso posible al software disponible, estructurado modularmente, se hace imprescindible una permanente capacitación de todos los colaboradores del Grupo de Trabajo de Geoinformación en función de sus respectivas especialidades.

3.2. Sistema de Información Ambiental (SIA): estado actual de su desarrollo

Con ayuda de los SIA se busca registrar, almacenar, procesar, analizar, evaluar, actualizar y visualizar las más diversas informaciones sobre el medio ambiente, referenciadas espacialmente. En tal sentido la estructura del sistema en curso de ser creado se ve fundamentalmente definida por las tareas y los objetivos científicos que persigue el UFZ. En comparación con otros sistemas, como los sistemas de información municipal, por ejemplo, este sistema ambiental presenta ciertos aspectos específicos. En efecto, las informaciones a ser procesadas no están referidas a un solo espacio sino a diferentes espacios geográficos. Esto cubre aspectos tales como superficies de testeo, por ejemplo unidades típicas de la región de terreno agrario, lagos, ríos, así como zonas dedicadas al agro, zonas con paisajes casi naturales, zonas industriales o paisajes producto de las actividades mineras, barrios escogidos de la ciudad, ciudades enteras y regiones urbanas, o incluso provincias o estados enteros. Las informaciones a ser procesadas son tan diversas como los

espacios a ser estudiados. En función de los respectivos objetivos y de las fuentes de datos disponibles, engloba informaciones muy detalladas, por un lado, pero también informaciones muy someras, por el otro. Las informaciones sobre los diferentes espacios se pueden subdividir en dos categorías: informaciones topográficas e informaciones temáticas. Con ayuda de las informaciones topográficas se determina la ubicación y el tamaño de los objetos o manifestaciones en el aspecto geográfico. Las informaciones temáticas comprenden todas las informaciones específicas de dichos objetos o manifestaciones. La conjunción entre informaciones temáticas e informaciones topográficas a través de un adecuado sistema de referencia es la que permite establecer la referencia espacial geográfica de las informaciones temáticas y proceder a su procesamiento con ayuda del GIS. Forma parte la integración de diferentes niveles de datos con el objeto de realizar evaluaciones con magnitudes en parte no paramétricas. Para el SIA se eligió como referencia fundamental el sistema de coordenadas espaciales de Gauß-Krüger con el elipsoide referencial de BESSEL. Se trata de una combinación entre un sistema de coordenadas rectangulares planas y un sistema de franjas meridionales de 3° cada una. En este sistema de coordenadas se basan por ejemplo todos las cartas topográficas de Alemania en un rango de escala entre 1:5.000 y 1:200.000, pero también los mapas topográficos de Argentina. Dado que además de los mapas topográficos en el rango de escalas arriba citado, la mayoría de las cartas temáticas se basan en el sistema de coordenadas de Gauß-Krüger (BESSEL), éste se ofrece como un sistema referenciado espacialmente básico para el SIA. Sin embargo, en la medida en que se suministran informaciones en otro sistema referencial, existe la posibilidad de transformarlas al sistema de coordenadas de Gauß-Krüger (BESSEL) con ayuda del software disponible. El software permite además procesar en general datos con otros sistemas referenciados espacialmente, por ejemplo coordenadas geográficas. Sin embargo, un sistema uniforme facilitaría sustancialmente el trabajo con el SIA.

El eje de cualquier GIS es el banco de datos digitales. Contiene todos los datos geométricos, técnicos y descriptivos, debe presentar una estructura accesible para el usuario, así como en una primera etapa estar disponible para todos los usuarios del UFZ y en una segunda etapa también para usuarios externos. Para la estructura del banco de datos se eligió el sistema ORACLE.

Otra tarea importante es el desarrollo y la aplicación de nuevos métodos de procesamiento de datos, en particular con ayuda de métodos de teledetección, que permiten testear nuevos sensores, además de procesar, clasificar y evaluar los datos digitales actuales suministrados por sensores remotos y definir posibles campos de aplicación y sus límites. Por otra parte, es absolutamente indispensable desarrollar nuevos métodos de visualización de datos en particular en el ámbito de la cartografía digital, así como integrar métodos multimediales en el SIA. Esto significa que el Grupo de Trabajo de Geoinformación debe realizar tanto investigación básica como aplicada.

3.3. Resultados obtenidos hasta el momento

Uno de los principales objetos de estudio del centro UFZ es la ciudad de Leipzig y sus alrededores. Leipzig está situada en la región noroeste del Estado alemán de Sajonia junto a los ríos Pleiße y Weiße Elster y es, después de la capital de Sajonia, la segunda ciudad más importante de ese estado alemán. Su ubicación geográfica se corresponde con 51°20' latitud norte y 12°23' longitud este.

Leipzig tiene una superficie de 153,2 km² y cuenta con 475.000 habitantes (actualizado al 30.9.1995). La mayor longitud norte-sur y este-oeste es de 13,2 km, respectivamente y la altura promedio es de 118 m sobre el nivel del mar. Desde un punto de vista administrativo la ciudad está dividida en 10 distritos y en 49 barrios. Estas unidades administrativas constituyen la base para múltiples relevamientos estadísticos por parte de la Oficina de Estadísticas y Elecciones de la ciudad de Leipzig. A diferencia de ello el Gran Mendoza no dispone de un límite exactamente definido ni de una división administrativa oficial, lo que dificulta el análisis comparado de ambas ciudades. Una posible base de referencia espacial son las 51 fracciones censales. Con 161 km² el Gran Mendoza abarca una superficie similar a la de Leipzig. No obstante, en la ciudad viven 900.000 habitantes, lo que es casi el doble de habitantes de Leipzig.

En relación con la creación paralela de un SIA para las ciudades de Leipzig y Mendoza, los investigadores alemanes y argentinos que participan en el proyecto encuentran en sus países diferentes condiciones. Esto no sólo se refiere a las diferencias arriba mencionadas en cuanto a la existencia de divisiones administrativas oficiales para registrar los datos más diversos, sino también en lo que se refiere a las informaciones topográficas y temáticas disponibles.

En la República Federal de Alemania, las oficinas de relevamiento topográfico cuentan con mapas topográficos en las escalas 1:5.000 (sólo estados federados occidentales), 1:10.000 (sólo estados federados orientales); 1:2.500, 1:50.000, 1:100.000 y 1:200.000. Los mapas topográficos pueden comprarse en versión analógica y digital. Las oficinas de relevamiento topográfico han escaneado los mapas topográficos con diferentes resoluciones y ofrecen a los interesados contra el pago de una pequeña contribución cartas en las escalas 1:25.000 y menor, divididas en 5 niveles de datos: red de coordenadas, plano general, cursos de agua, relieve y bosque. Además, los 16 estados alemanes desde hace algunos años están armando un Sistema de Información Topográfico y Cartográfico Oficial (ATKIS). El objetivo del sistema ATKIS consiste en facilitar, de ser posible hasta fines de 1996, un modelo paisajístico de Alemania que cubra a todo el país en una escala de 1:25.000 en forma de datos vectoriales, y actualizarlos a intervalos regulares. Con la existencia de datos vectoriales topográficos digitales en la escala 1:25.000 dejará de ser necesario digitalizar diferentes elementos de mapas topográficos de esta escala, un trabajo que exige un importante esfuerzo en materia de tiempo.

Según informaciones suministradas por la parte argentina del proyecto, en estos momentos Argentina no cuenta con mapas topográficos actualizados analógicos o digitales y los mapas topográficos disponibles datan de la década del cuarenta. Por eso cobra gran importancia el uso de datos de teledetección para obtener informaciones topográficas y temáticas actualizados.

Desde 1989, Leipzig y muchas otras ciudades de Alemania del este están viviendo un cambio estructural sin parangón, producto de la profunda transformación social y económica que está teniendo lugar y que genera cambios fundamentales en toda la estructura urbana. Durante los últimos tres años, diferentes secciones y proyectos del UFZ han estado dedicados a investigar el estado y las modificaciones generadas en la situación ecológica, económica, estructural y social en Leipzig desde 1989. El objetivo de los estudios ecológicos urbanos consiste en registrar a través de una cooperación interdisciplinaria de investigadores de las ciencias naturales, geográficas y sociales este cambio estructural en su relación con la estructura del espacio, así como proceder a su análisis, evaluación y edición en mapas correspondientes. Por tal razón y en forma paralela

a los diferentes estudios, se iniciaron las tareas de investigación específicas de cada área tendientes a crear un SIA para la ciudad de Leipzig.

Para la ciudad de Leipzig y los entornos y alrededores, es decir para una superficie de unos 320 km², existen cartas que editan la red de transporte y aguas en una escala de 1:25.000 digital en formato vectorial. La base para esta digitalización que ha demandado mucho tiempo fueron los mapas topográficos elaborados en una escala 1:125.000 (AV, actualizado a mediados de la década del ochenta). Desde hace algún tiempo los cinco niveles de datos antes mencionados están disponibles en la escala 1:25.000 (actualizado 1990-1992) para todo el distrito gubernamental de Leipzig. Los datos se pueden obtener en blanco y negro o en color y con todos o solo algunos niveles de datos escogidos para servir de información básica topográfica para los más diversos mapas temáticos. Su desventaja respecto de los datos vectoriales reside en que los niveles de datos sólo pueden ser descritos en forma completa y que no existen elementos aislados, por ejemplo solo para carreteras nacionales. Precisamente en el caso de los mapas temáticos muchas veces bastan unos pocos elementos topográficos, cuidadosamente elegidos para una orientación en el mapa. Sin embargo, el trabajo que demanda la facilitación y actualización de elementos topográficos en forma vectorial en los diferentes niveles de escala, es demasiado grande, de modo que se ha recurrido a los datos de grilla como una solución de compromiso. En cuanto la Oficina de Relevamiento Topográfico de Sajonia de la ciudad de Leipzig disponga de los datos digitales vectoriales correspondientes al sistema ATKIS para la ciudad de Leipzig, serán adquiridos para los trabajos que se realizan en el UFZ con relación al GIS. Un uso apropiado de los datos ATKIS, exige una interfase única del banco de datos (EDBS) cuya adquisición está prevista para el próximo año.

Para la ciudad de Leipzig y con ayuda del sistema Arc/Info fue elaborado un conjunto de mapas ambientales compuesto de un total de 35 mapas temáticos en las escalas 1:25.000, 1:50.000 y 1:100.000. Existen 30 mapas que reflejan la situación actual, cuatro mapas mediales que ilustran posibles escenarios de conflicto ambiental y un mapa intermedial de estas escenas como resultado de un trabajo interdisciplinario del que participaron numerosos investigadores y especialistas del GIS.

El punto de partida de los estudios fue el registro y la evaluación de la situación ambiental para los ámbitos suelo/aguas subterráneas, clima/inmisiones, protección de las especies y biotopos, así como socio-economía. El objetivo residía en registrar el rápido cambio estructural que en estos momentos se está produciendo en la ecología urbana en cuanto a componentes naturales y sociales, deducir en qué medida se ve afectado el medio ambiente así como el potencial de conflicto que puede derivar de esta situación, a fin de posibilitar un desarrollo sustentable que preserve, proteja y regenere al medio ambiente.

Se nombrarán a continuación algunos pocos mapas en representación de todo el conjunto.

El cambio estructural ecológico urbano se manifiesta en primera instancia a través de una modificación en los usos del suelo. Para la ciudad de Leipzig y su comunas aledañas se cuenta con un mapa muy detallado de los mismos en una escala de 1:25.000 que refleja la situación vigente en 1992. Sobre la base de mapas topográficos, imágenes aéreas actuales y visitas a los lugares mismos, se han registrado un total de 49 tipos diferentes de aprovechamiento de suelo.

En el caso de Leipzig se cuenta con un mapa “densidad demográfica 1991” editado en una escala 1: 85.000 (Fig.2/Suplemento) y en el caso de Mendoza en una escala 1: 125.000 (véase Fig.1 al trabajo de MUÑOZ y THOMAS/Suplemento). Pese a que Mendoza no cuenta con límites definidos y que la ciudad tampoco posee una división administrativa vinculante, las partes argentinas del proyecto han intentado elaborar un mapa de densidad demográfica tomando como base de referencia espacial sus 51 fracciones censales. El atlas sigue la misma estructura que el de Leipzig. Esto ha permitido que como resultado de los trabajos encuadrados dentro del proyecto ARG-ENV 17 se contará por primera vez con mapas temáticos comparables para Leipzig y Mendoza.

Además de elaborar numerosas otras cartas (tipos de suelo, formas de relieve, contaminación de las aguas subterráneas y del aire, sobrecalentamiento, emisiones, inmisiones, sellado, protección de las especies y de los biotopos, tipos estructurales, etc.), un objetivo era deducir de las mismas posibles concentraciones conflictivas espaciales referidas a ciertos medios ambientales, y representarlos en las llamadas cartas mediales conflictivas. Como resultado de estos trabajos se cuenta actualmente con cuatro cartas mediales sobre posibles grados de contaminación conflictiva para los ámbitos suelo-aguas subterráneas, clima-inmisiones, protección de especies y biotopos, así como socio-economía. Con ayuda de estos mapas se intentó determinar ámbitos urbanos en los que existen una particular contaminación ambiental y un elevado potencial de conflicto. Por otra parte se elaboró un mapa intermedial de posibles conflictos con el objetivo de ilustrar con material cartográfico la conflictividad potencial existente en la ciudad de Leipzig.

En los últimos 18 meses se elaboró además y conjuntamente con los investigadores del proyecto ARG-ENV 13 la primera versión del “Atlas social de la ciudad de Leipzig”. El objetivo de este “mapa social” reside en registrar las consecuencias sociales de una transición abrupta de la economía planificada a la economía de mercado sobre la estructura espacial, describir el material cartográficamente, analizarlo y evaluarlo. Un tema importante de los estudios fue la diferenciación socioespacial de la población, en donde además de factores sociales, políticos y económicos escogidos también se incluyó la estructura de uso de los suelos, características edilicias, ambientales relevantes y de infraestructura. El objetivo es contar no sólo con un instrumento de análisis social y científico, así como de evaluación de diferenciaciones estructurales espaciales y ecológicas escogidas en el medio urbano y social, sino posibilitar además un estudio combinado de los procesos de desarrollo urbano. Otro objetivo era realizar una tipificación socioespacial sobre la base de los mapas y datos elaborados.

El mapa comprende una parte de texto, otra de material cartográfico y una de filminas. La parte de los mapas comprende 60 cartas temáticas referidas a los siguientes complejos temáticos:

1. estructura social y demográfica
2. estructuras de viviendas
3. infraestructura social
4. resultados electorales
5. usos del suelo
6. tipo de espacios sociales

Además existen 16 filminas sobre los siguientes temas:

División administrativa de la ciudad de Leipzig por secciones urbanas

Tipos estructurales de la ciudad de Leipzig

Distribución espacial de un determinado tipo de estructura urbana

Zonas de saneamiento urbano en la ciudad de Leipzig

El material cartográfico toma como referencia, la división administrativa de la ciudad de Leipzig en 49 barrios. Por razones meramente pragmáticas se adoptó la escala 1:85.000.

Está previsto ir perfeccionando el mapa en forma permanente. La primera versión refleja el estado actual de los trabajos y pone de manifiesto deficiencias en la base de datos. Es preciso completar ciertos complejos temáticos en relación a sus contenidos, además de proceder a su actualización a intervalos razonables. Para ciertas circunscripciones escogidas está previsto hacer un análisis más pormenorizado. El objetivo es realizar relevamientos sociales a fin de obtener conocimientos detallados sobre la estructura social de los habitantes y tendencias de desarrollo en espacios pequeños, por ejemplo procesos de separación social. En un futuro se incluirán en los estudios las zonas suburbanas a fin de poder considerar adecuadamente tendencias de suburbanización y sus efectos sobre la ciudad.

Se dará continuidad a los trabajos tendientes a perfeccionar el SIA para la ciudad de Leipzig en función de los problemas a resolver y de la disponibilidad de personal y datos técnicos en el UFZ. Las partes argentina y alemana del proyecto seguirán empeñadas en efectuar trabajos paralelos relacionados con el GIS para Mendoza y Leipzig, siempre que ello resulte posible y razonable, analizar nuevas posibilidades de uso de los datos de teledetección, intercambiar experiencias y poner en práctica temas escogidos para un análisis comparado en ambas ciudades en forma de cartas temáticas.

Autor

Annegret KINDLER

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Angewandte Landschaftsökologie/Geoinformation
Arbeitsgruppe Geoinformation
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Projekt ARG ENV17: Umweltinformationssystem
Projektlaufzeit: 10/1994 bis 09/1997

Bibliografía:

Ortsteilkatalog der Stadt Leipzig 1993. Editado por la Oficina de Estadísticas y Elecciones de la ciudad de Leipzig

KINDLER, A.: Erarbeitung einer Umweltkartenserie für das Stadtgebiet Leipzig zur Darstellung stadtökologischer Untersuchungsergebnisse. En: BREUSTE, J. (comp.): Stadtökologie und Stadtentwicklung: Das Beispiel Leipzig. Berlin 1996, pág. 73-86.

KABISCH, S., KINDLER, A., RINK, D.: Der Sozialatlas der Stadt Leipzig. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Leipzig 1996.

Factores funcionales y morfológicos relevantes al desarrollo sustentable de las ciudades de Leipzig y Mendoza

BÖHM, P., BREUSTE, J., MONTAÑA, E., DE ROSA, C.

1. Objetivos y métodos

El proyecto aborda la compleja problemática de la calidad ambiental del medio urbano en las ciudades de Leipzig y Mendoza a partir del análisis de indicadores relevantes referidos a aspectos funcionales y morfológicos en el marco de metodologías similares. Esta metodología considera las especificidades de cada caso, tanto las vinculadas a la situación ambiental de ambas ciudades como aquellas referidas a las condiciones de trabajo de las contrapartes del equipo. La determinación y evaluación de diversas unidades estructurales es el modo de caracterizar diferentes áreas de la ciudad en función de las diversas situaciones ambientales.

Los objetivos temáticos son definir y evaluar una serie de indicadores relativos a la calidad ambiental de ambos sistemas urbanos. Desde el punto de vista metodológico, el objetivo es desarrollar un proceso para el análisis de factores ambientales para los casos de Leipzig y Mendoza. El desarrollo de conceptos que contribuyan al mejoramiento del planeamiento urbano es un objetivo central de este proyecto.

2. Determinación de las unidades estructurales urbanas

La primera etapa se refiere a la determinación de las unidades estructurales típicas en ambas ciudades. Estas unidades estructurales constituyen recortes espaciales más adecuados para describir y evaluar las diferentes situaciones sociales y ambientales en la ciudad que las unidades administrativas. Estas unidades estructurales permiten la comparación entre distintas áreas dentro de una ciudad y, al mismo tiempo, hacen posible la comparación entre ciudades. Cada una de ellas representa una determinada combinación de distintos indicadores (Tabla 1). Los indicadores que caracterizan estas unidades estructurales son los siguientes:

Tabla 1: Indicadores para la elaboración de las unidades estructurales

Leipzig	Mendoza
1. Uso del suelo	1. Uso del suelo
2. Edad y tipo de edificación	2. Densidad edificada
3. Morfología y densidad edificada	3. Tipología edificada Cobertura del suelo
4. Tipo y porcentaje de espacios verdes	4. Trazado urbano
5. Porcentaje de superficies cubiertas/pavimentadas	5. Parcelamiento
	6. Ocupación del suelo
	7. Cobertura del suelo
	8. Forestación urbana

El estudio de Leipzig se basa en un relevamiento exhaustivo del uso del suelo a partir de la interpretación de un mosaico aerofotogramétrico completo. Los indicadores utilizados para determinar las unidades estructurales para Leipzig se encuentran detallados en la tabla 1. Las situaciones ambientales son caracterizadas a partir de aspectos funcionales y morfológicos que, en la ciudad de Leipzig, están correlacionados con la edad de la edificación. De este modo, varias de las unidades estructurales que se definen como períodos temporales están señalando, en realidad, patrones tipológicos. El segundo paso consistió en el mapeo de la ciudad en función de estas unidades. Este fue realizado utilizando mapas topográficos, fotografías aéreas, imágenes satelitales y trabajo de campo. La escala del mapa „Unidades estructurales para Leipzig“ es 1:50 000. (Fig.3/Suplemento)

Las diferentes condiciones de trabajo de la contraparte argentina condicionaron el proceso metodológico para el caso de Mendoza que fue „de arriba hacia abajo“: se partió de la información global provista por imágenes satelitales y, posteriormente, se afinó el análisis sobre áreas seleccionadas. La especificidad del caso de Mendoza, una ciudad emplazada en un basis de riego artificial en un clima semidesértico, requirió la consideración de otros factores tales como la forestación urbana. Así, 8 indicadores fueron considerados críticos para la determinación de las unidades estructurales (ver tabla 1).

La consideración de aspectos funcionales y de estos indicadores permitieron determinar 16 tipos de unidades estructurales para la ciudad de Mendoza y 23 para Leipzig (ver tablas 2 y 3). Con la información resultante se delimitaron espacialmente las unidades estructurales en ambas ciudades y se realizó la cartografía correspondiente.(Fig.4/Suplemento)

3. Determinación y clasificación de los indicadores para cada unidad estructural

La segunda etapa consistió en elaborar y asignar los indicadores seleccionados a las unidades estructurales, caracterizando la situación ambiental. Estos indicadores describen y caracterizan la situación ambiental de las unidades estructurales y en las ciudades, permitiendo análisis intraurbanos así como comparación entre ciudades.

Los indicadores para Leipzig son:

Σ Densidad edificada, Edad de la edificación, Estructura de los espacios abiertos, Grado de sellamiento del suelo y Estructura de los espacios verdes.

La utilización de estos indicadores permite obtener un diagnóstico aproximado en relación al clima urbano, al espacio libre disponible, al potencial bioecológico y al grado de antropización, entre otros. Una profundización de estos aspectos requeriría considerar otros indicadores.

4. Conceptos de ecología para el planeamiento urbano

La conceptualización sobre ecología aplicada al planeamiento urbano es uno de los principales intereses del estudio comparativo. Se pueden efectuar conceptualizaciones generales sobre la potencialidad del desarrollo, áreas de conflicto ecológico y áreas ecológicamente valiosas a ser preservadas sobre la base de las unidades estructurales y de los indicadores detallados más arriba. Estas pueden estar centradas en ciertos aspectos de la situación ecológica (por ejemplo, clima urbano) o contener enfoques más complejos. Se pueden efectuar recomendaciones de medidas a corto, mediano y largo plazo dependiendo de las unidades estructurales consideradas. Aspectos que deberían ser abordados en estas consideraciones son:

- Protección de situaciones actuales positivas desde el punto de vista ecológico
- Restauración de situaciones ecológicas anteriormente positivas, hoy degradadas
- Desarrollo y mejoramiento de situaciones negativas desde el punto de vista ecológico.

La ciudad de Leipzig fue evaluada en su totalidad bajo ciertos aspectos definidos tales como:

- Identificación de áreas de conflicto
- Extensión de daños ecológicos
- Condiciones de vida insalubres.

Las áreas con conflictos ecológicos fueron mapeadas. Se efectuaron propuestas y recomendaciones para el mejoramiento de la calidad ambiental y de la calidad de vida para áreas seleccionadas.

5. Análisis de las unidades estructurales

Se realizó la descripción de cada unidad estructural (tablas 2 y 3), analizando la interrelación entre los principales indicadores en cada unidad estructural y tomando en cuenta la evolución de los procesos en el tiempo así como explicaciones que exceden el ámbito de lo funcional o morfológico.

Tabla 2: Unidades estructurales para Mendoza (Descripción)

1	Areal central	Zona central de la mayor heterogeneidad de usos con preeminencia de servicios (especialmente comerciales e institucionales) y usos habitacionales en altura. Densidad de edificación alta o media alta con tipología edificada de varios niveles sobre la línea municipal en un damero ortogonal de manzanas cuadradas. Calles de gran tránsito pavimentadas y con profusa vegetación de especies exóticas formando túneles, corazones de manzana construidos.
2	Tejido urbano consolidado, densidad media y baja, forestación urbana continuo	Áreas pericentrales de uso predominante residencial, viviendas individuales o colectivas de baja altura, construcción por iniciativas privadas o viejos barrios de interés social consolidados. Arbolado urbano consolidado.
3	Tejido urbano consolidado, densidad media y baja, forestación urbana escasa	Áreas pericentrales de uso predominante residencial, viviendas individuales o colectivas de baja altura, construcción por iniciativas privadas o viejos barrios de interés social consolidados. Arbolado urbano poco consolidado o muy escaso.
4	Conjuntos de vivienda social	Barrios de construcción relativamente reciente por iniciativa estatal (IPV, BHN) o gestión cooperativa para sectores medios y bajos. Forestación urbana escasa o incipiente.
5	Asentamientos no planificados	Asentamientos espontáneos de pequeñas viviendas autoconstruidas con materiales tradicionales y/o de desecho, calles de tierra sin acequias, servicios deficientes, forestación urbana irregular.
6	Suburbios verdes	Áreas suburbanas de viviendas unifamiliares para sectores socioeconómicos medios y altos con amplios jardines en parcelas medianas o grandes, conformando áreas residenciales de baja densidad y calles de tierra arboladas que avanzan sobre la estructura agrícola preexistente.
7	Grandes espacios verdes urbanos, con o sin equipamientos	Grandes espacios verdes urbanos, públicos o privados: parques, establecimientos deportivos y recreativos con preeminencia de espacios verdes (clubes, canchas de golf), cementerios, parques.
8	Áreas industriales	Zona de industrias, depósitos, talleres, playas y servicios al transporte.
9	Grandes equipamientos urbanos	Aeropuerto, planta de tratamiento de aguas y de residuos, cementerios tradicionales, terrenos afectados a usos ferroviarios, playas de maniobras, talleres, depósitos, estaciones.
10	Vacios urbanos	Tierra nivelada y preparada para lotear, loteos inocuados o con escasa ocupación, grandes huecos urbanos
11	Áreas agrícolas	Pequeñas y medianas propiedades en producción intensiva (vitícola, olivícola, frutícola y hortícola)
12	Ríos y cursos de agua	Lecho natural del Río Mendoza: gran superficie de material de arrastre pétreo (gravas, ripio y piedra) y pequeño caudal hídrico; canales de irrigación y drenaje del oasis agrícola.
13	Pedemonte no urbanizado	Zona pedemontana con pendiente y cerrilladas, vegetación xerófila natural, ocupación humana muy baja o inexistente.
14	Pedemonte degradado	Áreas pedemontanas impactadas por la extracción de aridos, la acumulación de basura. Asentamientos aislados no planificados de pequeñas viviendas autoconstruidas con materiales tradicionales y/o de desecho.
15	Cuencas aluvionales pedemontanas	Cuencas aluvionales pedemontanas, suelos erosionados y vegetación degradada principalmente por la acción de los escurrimientos provocados por las tormentas estivales.
16	Suelo desnudo	Suelos desnudos con vegetación escasa o nula, áreas agrícolas fuera de producción o en transición entre cultivos, suelos salinizados.

Tabla 3: Unidades estructurales para Leipzig: Descripción

1	Area central	Area central con la mayor heterogeneidad de usos (principalmente comercial e institucional) y edificios de viviendas de desarrollo en altura. Alta densidad de edificación que no sigue un esquema regular. Calles totalmente pavimentadas, espacios verdes casi inexistentes, forestación urbana escasa.
2	Edificios de departamentos de alta densidad (1870-II Guerra Mundial) (compactos/exentos)	Areas circundantes al centro de la ciudad con usos mixtos (residencial, industrial, comercial en el interior de las manzanas). Suelos extremadamente sellados (70-90%). Contaminación del aire (calefacción por carbón), del suelo y del agua, ruidos molestos (industria, comercio), falta de espacios verdes (recreativos), publicos y privados.
3	Edificios de departamentos (1900-II Guerra Mundial) (compactos/exentos)	Edificios de viviendas dispuestos en un esquema regular rodeando el centro de la ciudad. De suelo alto (60%), arbustos y forestación urbana de baja calidad como biotopo. Problemas de contaminación del aire (calefacción por carbón).
4	Monoblocks de departamentos alineados en conjuntos habitacionales	Edificios de viviendas de interés social principalmente situados en las periferias. Sellamiento de suelo medio (40-70%), espacios verdes monótonos (pasto, arbustos, escasos arboles).
5	Grandes propiedades residenciales	Areas residenciales (edificios residenciales de vivienda social de 4-12 niveles) situados en las periferias siguiendo un esquema rectangular. Generalmente, sellamiento de suelo medio (25-80%). Prados monótonos (pasto, arbustos y escasos arboles).
6	Casas separadas	Residencias uni o bifamiliares, principalmente para grupos sociales de ingresos bajos y medios. Parcelas pequeñas y medianas, densidad edificada media. Jardines con arboles y arbustos. Calles arboladas. Baja calidad como biotopo.
7	Casas separadas (viejas mansiones revalorizadas)	Grandes residencias unifamiliares, con baja densidad edificada para grupos sociales de ingresos elevados. Parcelas medianas y grandes. Grandes jardines con arboles y arbustos. Calles arboladas Mediana calidad como biotopo.
8	Viejo pueblos	Residencias uni o bifamiliares, pasto, arbustos, escasos arboles.
9	Antigua area industrial (suelos seliados)	Parques industriales mayormente situados dentro de la ciudad Alto sellamiento del suelo. Problemas de contaminación del aire y del agua.
10	Nueva área industrial y comercial	Nuevos parques industriales situados en la periferia, suelos medianamente sellados, espacios verdes con prados.
11	Grandes equipamientos urbanos	Grandes complejos edificados con o sin grandes áreas de espacios verdes (prados, arbustos y arboles). Porcentaje de sellamiento del suelo de 40-80%.
12	Instalaciones técnicas	Estaciones depuradoras, servicios de abastecimiento de aguas, servicio de abastecimiento energético. A menudo cerca de ríos. Escasa edificación. Sellamiento bajo. Mediana calidad como biotopo.
13	Centros comerciales (shopping centers)	Grandes complejos edificados situados en la periferia, superficies completamente cubiertas, tránsito intenso.
14	Infraestructuras	Areas de FFCC, areas de estacionamiento, rutas.
15	Campos de deportes	Importantes áreas urbanas de recreación publicas o semi-privadas con o sin infraestructuras y (más o menos) importantes funciones ecológicas.
16	Parques y espacios verdes	
17	Huertas y jardines familiares	
18	Cementerios	
19	Areas agricolas	Grandes y medianas propiedades en producción intensiva (principalmente cereales).
20	Rios y cursos de agua	Cuencas del Elster, Pleiße y otros: áreas con suelos hidromórficos y prados o bosques, calidad como biotopo alta, funciones ecológicas y ambientales muy importantes.
21	Bosqueos	Cuenca de rios aluviales y otras areas: calidad florística y faunística como biotopo media, funciones recreativas, ecológicas y ambientales muy importantes
22	Canteras, minas, fosos	Areas con una situación ambiental extremadamente alterada. Problemas ecológicos actuales, gran importancia recreacional y ecológica en el futuro (minas).
23	Areas de reserva y en transición	Vacios urbanos y tierras en proceso de urbanización, tierra subdividida aun no ocupada u muy escasamente ocupada en la periferia.

5.1 Ejemplo de Leipzig: Unidad estructural 2: Edificios de departamentos de alta densidad (a manzanas parcialmente cerradas/completamente cerradas)

Los edificios de departamentos de alta densidad se encuentran adyacente al centro de la ciudad y muestran una alta densidad edificada y una combinación de edificios residenciales con pequeñas fábricas en los patios interiores. Además esta unidad estructural está caracterizada por un alto porcentaje de superficies cubiertas/pavimentadas (manzanas completamente cerradas: 70 - 90 %, manzanas parcialmente cerradas: 40 - 60 %) y la falta de espacios verdes. Otras características son servicios sanitarios deficientes, la combustión doméstica y la contaminación del aire causada por el tránsito vehicular en las calles angostas. La calidad del medio ambiente está estorbada por la contaminación de suelos y del agua subterránea causada por la actividad industrial. El envejecimiento de la población y un alto porcentaje de edificios desocupados son indicadores para una tendencia de segregación social.

Ejemplos para el mejoramiento de los edificios de departamentos de alta densidad:

- Instalación de sistemas de calefacción central para reducir la contaminación del aire
- Introducción de „zonas de velocidad baja“ en calles angostas
- Renovación del equipamiento sanitario
- Mejoramiento de los espacios abiertos por medio de la eliminación de los edificios situados en los corazones de manzanas, cambio de uso a jardines o huertas familiares o espacios verdes en general.
- creación de espacios abiertos adicionales

5.2 Ejemplo de Mendoza: Unidad estructural 6: Suburbios verdes

El proceso de suburbanización avanza, en general, sobre las áreas agrícolas periurbanas, especialmente aquellas más despreciadas por la crisis de la vitivinicultura, fundamentalmente en los períodos en los que la construcción ha sido favorecida por las condiciones políticas y económicas. En el caso de Bermejo, en el noreste del Área Metropolitana, pero principalmente en La Puntilla, Chacras de Coria y Vistalba, al sur de la ciudad, estas tierras mantuvieron relativamente su precio de mercado debido a sus excelentes condiciones ecológicas y su productividad como así también por la existencia de un microclima en el que las cualidades del oasis se ven expresadas en su mejor forma. Esta situación impidió la localización de grandes conjuntos de vivienda de interés social (que requerían tierras más baratas) y favoreció, por el contrario, la expansión urbana de los sectores de recursos medios y altos que encaran la construcción de su vivienda de manera individual. Los nuevos residentes, con orígenes y estilos de vida totalmente urbanos, comparten su hábitat con los pobladores preexistentes dedicados a tareas agrícolas o a pequeñas actividades de servicios.

El hábitat físico refleja esta situación. Estos suburbios residenciales se desarrollan alrededor de pequeños centros de servicios preexistentes a partir de la subdivisión de antiguas propiedades agrícolas y la configuración rural va mutando hacia un paisaje urbano residencial: predominan las parcelas grandes con viviendas individuales amplias rodeadas de jardines cuidados. A excepción de las principales rutas de acceso, que son además las más densamente arboladas, las calles son de tierra y las acequias excavadas en el suelo desnudo.

6. Perspectivas

El estudio ecológico urbano de Leipzig y Mendoza a partir de una metodología basada en el concepto de unidades estructurales/indicadores es una interesante herramienta para el análisis de la situación ambiental y social de las ciudades. La metodología se adecua no sólo al análisis intraurbano sino que provee elementos comparables para el análisis comparativo entre ciudades. A partir de la identificación de áreas conflictivas, el análisis de las condiciones de vida y de la calidad ambiental pueden ser profundizadas para la obtención de información mas detallada que permita el desarrollo de conceptos ecológico-ambientales que enriquezcan el planeamiento urbano.

Autores

Jürgen BREUSTE, Peter BÖHM

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Projektbereich Urbane Landschaften
Permoserstr. 15
04318 Leipzig

Carlos DE ROSA, Elma MONTAÑA

CRICYT - Centro Regional de Investigaciones Cientificas
INCIHUSA - Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales

La influencia de los factores socioeconómicos en el desarrollo urbano. Estudio comparativo de las ciudades de Leipzig y Gran Mendoza

KABISCH, S., CHORÉN, S., GRECO, S.

1. Introducción

Esta investigación forma parte de un proyecto sobre los temas ambientales relevantes relacionados con el desarrollo urbano. El presente proyecto se ocupó en el período de 1993 a 1995 de la influencia de los factores socioeconómicos en la atraktividad de los ambientes urbanos. El proyecto se basa en un estudio comparativo de las ciudades de Leipzig y Gran Mendoza, que al mismo tiempo son sede de las instituciones que cooperan entre sí. Con el objeto de compararlas se analizaron características específicas de ambas ciudades relacionadas con su historia, estructura social y desarrollo económico, como así también las características ambientales. A partir de estos datos se analizaron los potenciales del desarrollo urbano.

Leipzig y Gran Mendoza pertenecen al grupo de ciudades grandes que tienen entre 500.000 y 1.000.000 de habitantes. En el Gran Mendoza viven actualmente aproximadamente 900.000 habitantes y la población de Leipzig en 1994 fue de 480.000 habitantes. Gran Mendoza como oasis está situada en una región semiárida sin mayores estructuras urbanas vecinas. Contrariamente a esto, Leipzig es una región caracterizada por una gran densidad urbana. Está rodeada por ciudades pequeñas y medianas y pueblos que tienen muchas relaciones con la gran ciudad. La región de Leipzig cuenta con unas 1.5 millones de habitantes.

La metodología aplicada fue acordada entre los responsables del proyecto en ambos países. Las investigaciones de campo y el análisis de los datos estuvieron bajo la responsabilidad de cada uno de los responsables del proyecto.

2. Objetivo científico

De acuerdo con el modelo teórico de desarrollo regional y urbano sustentable el objetivo principal del proyecto fue investigar las causas de las diferentes atraktividades de los espacios urbanos. Se seleccionó un conjunto de indicadores para describir la situación urbana actual. A partir de su estudio se hizo un análisis prospectivo del desarrollo futuro de las diferentes partes de la ciudad. Se formuló la hipótesis de que la atraktividad de los espacios urbanos depende del potencial social, edificado y ambiental. De acuerdo a estos potenciales se espera una segregación creciente en las áreas residenciales. Esta hipótesis fue válida para ambas ciudades a pesar de que presentan características diferentes.

3. Método científico

El trabajo de investigación se dividió en una parte teórica y otra empírica. Primeramente se elaboró un modelo teórico de desarrollo urbano sustentable que sirviera como guía para operacionalizar el proyecto. Esto significa definir los indicadores que describieran las diferencias generales existentes entre las dos ciudades en estudio. Se concluyó adhiriendo al Informe Brundlandt que el desarrollo hacia una mayor sustentabilidad es un proceso a largo plazo que requiere cambios en la vida diaria, en las estructuras económicas y en el uso de los recursos naturales. La aplicación del modelo es posible llevarla a cabo solamente tomando en cuenta puntos de partida específicos. Para determinarlos se trabajó a un nivel empírico con un conjunto de indicadores de los cuales algunos son comunes y otros son exclusivos de cada una de las ciudades.

Para Leipzig, el desarrollo sustentable fue definido de manera tal que los cambios económicos estructurales no afectaran la calidad de vida, revitalizaran el paisaje y recuperaran las partes destruidas de la ciudad. Pero la situación actual muestra otra imagen. El quiebre estructural de la economía, sobre todo por la reducción de la actividad industrial ha conducido a una desocupación creciente y junto con eso a un estado de inseguridad laboral, determinando una disminución de la calidad de vida. Los suelos de la zona Sur y Norte de Leipzig que estaban destruidos por la explotación de minas a cielo abierto están poco a poco siendo recuperados y saneados. A pesar de ello los suelos de los alrededores de la ciudad se están destinando a otros usos que producen destrucción del paisaje tales como radicación de industrias y construcción de áreas residenciales y comerciales. Por otro lado, la imagen del centro de la ciudad es muy mala debido a la presencia de viejas áreas residenciales y comerciales deterioradas.

En Mendoza como en Leipzig, el desarrollo económico es la base para poder resolver los problemas sociales, pero se requiere una gran interrelación entre la política económica y la política social para satisfacer las necesidades humanas básicas de la población. Sin embargo, los procesos de apertura y liberalización económica así como la modificación del papel del Estado conllevaron a una pérdida de empleos en la industria y el sector público aumentando el desempleo, la pobreza, la segregación y la inseguridad urbana. Esta situación se ve agravada por una fuerte reducción del gasto público destinado a mantenimiento e inversión en vivienda e infraestructura urbanas afectando por ejemplo la posibilidad de contar con agua en cantidad y calidad suficiente. Además aumentó el hacinamiento, la población sin cobertura en salud, la mortalidad infantil y la morbomortalidad. Por otra parte, siendo escasos los suelos arables debido al clima semiárido, la constante suburbanización de sectores medios y altos al sur de la ciudad va destruyendo el suelo rural del oasis.

Los siguientes indicadores comparativos son útiles para una descripción más precisa de la estructura social y la calidad de vida de ambas ciudades en el año 1991.

Tabla 1: Indicadores comparables para describir la estructura social

Indicadores	Leipzig	Gran Mendoza
Cantidad de habitantes	503.191	802.438
Evolución de la población 1980-91	-11%	+23%
Densidad poblacional	3.435 Hab/Km ²	3.182 Hab/km ²
Estructura de edades		
-menor de 18 años	19%	47%(mende 21)
-entre 18 y 60 años	60%	44%(entre 21 y 60)
-más de 60 años	21%	9%
Hogares con una sólo persona	36%	10%

Con respecto a las características específicas de la calidad de vida de ambas ciudades se usaron los siguientes indicadores, de 1991.

Tabla 2.1: Indicadores específicos para la descripción de la calidad de vida en Leipzig.

Indicadores	Leipzig
Propiedad de los departamentos	
-estatal	47%
-comunal	24%
-privada	29%
Equipados con baño	78%
Equipados con calefacción moderna	34%

Tabla 2.2: Indicadores específicos para la descripción de la calidad de vida en Gran Mendoza

Indicadores	Gran Mendoza
Casas sin conexión de agua	15%
Casas sin conexión de cloacas	48%
Hogares que no satisfacen sus necesidades básicas	17%

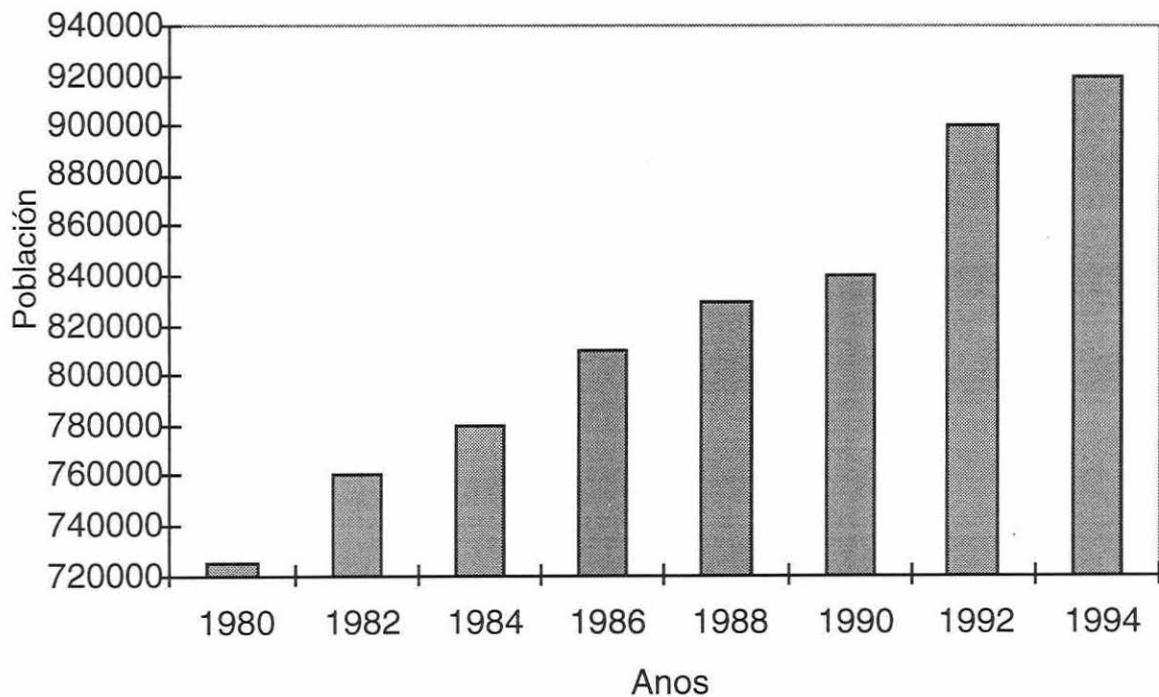
Estos indicadores fueron analizados en pequeños espacios urbanos y se dibujaron en forma cartográfica. La ciudad de Leipzig fue dividida en 49 sectores y la ciudad del Gran Mendoza en 64 sectores (fracciones censales).

Para ambas ciudades se elaboraron mapas temáticos que describen los potenciales sociales y de infraestructura para cada sector. Por medio de la técnica de superposición se combinaron los contenidos de los diferentes mapas. De esta forma se pudieron detectar sectores privilegiados y zonas en malas condiciones. Este es un instrumento muy valioso para visualizar la diferenciación por sectores a nivel social. Al mismo tiempo y con este propósito se realizó un aporte al Sistema de Información Ambiental que se está desarrollando en Gran Mendoza y Leipzig.

4. Resultados de la investigación

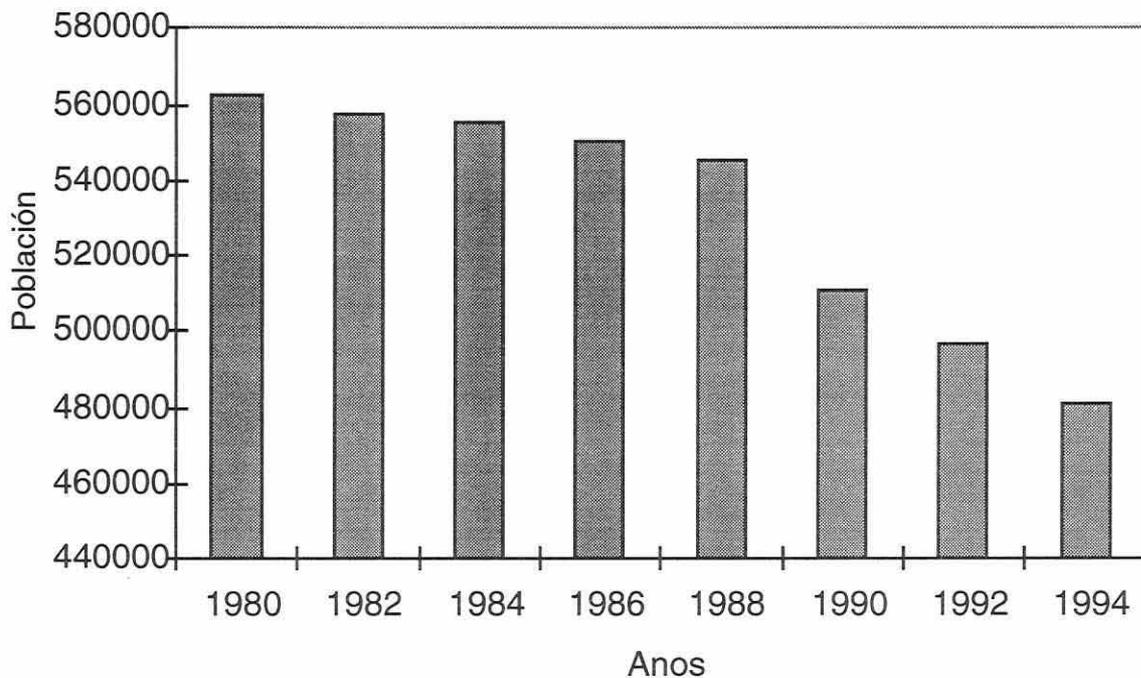
Del análisis de los resultados de ambos casos de estudio se deducen diferencias importantes en las estructuras sociales (Ver Tabla 1). En el caso del Gran Mendoza existe un crecimiento demográfico constante (ver Gráfico 1), debido a una alta tasa de nacimientos (22,11 por 1.000 habitantes en 1989 y 21,47 por 1.000 habitantes en 1994), con un promedio de 3 hijos por familia y por la migración rural y desde ciudades más pequeñas. En el caso de Leipzig, la situación es inversa ya que se observa una evolución decreciente de la población, debido al dramático descenso de la tasa de natalidad (12,3 por 1.000 habitantes en 1985, a 5,2 por 1.000 habitantes en 1994). Además se observa una migración desde el centro de la ciudad hacia otras ciudades (Ver Gráfico 2).

Gráfico 1: Evolución de la Poblacion en Gran Mendoza, 1980-1994



Fuente: Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas

Gráfico 2: Evolución de la Población en Leipzig, 1980-1994



Fuente: Statistisches Jahrbuch Stadt Leipzig 1995, p.23

El desarrollo demográfico en ambas ciudades está relacionado con la estructura de edad de sus habitantes. La población en el Gran Mendoza es bastante más joven que la población en Leipzig. Mientras que en Leipzig sólo 1 de cada 5 habitantes (19%) es menor de 18 años, en el Gran Mendoza la cantidad de gente joven es casi la mitad de la población (47% menor de 21 años). Esto se relaciona con las expectativas respecto al futuro de la generación joven sobre todo desde el punto de vista del mercado laboral. De ello se deduce que la evolución de la población será creciente y por lo tanto el requerimiento habitacional se verá incrementado. Esta situación demandará una ampliación de las áreas residenciales.

También para Leipzig el tema de las oportunidades futuras de la generación joven es bastante crítico actualmente. Aparte de esto las diferentes condiciones habitacionales afectan a los grupos de todas las edades. Mientras que el porcentaje de las viviendas dotadas con baño o ducha (78%) es relativamente alto, sólo el 34% están dotadas con calefacción moderna. A través de la cartografía se demuestra que en el área de la ciudad construida entre 1870 - 1914 (revolución industrial alemana), sobre todo en los viejos barrios de trabajadores existen muy pocos edificios con ese confort. Esto determina la escasa atractividad de estos barrios.

Los datos de la estructura social muestran una gran diferencia con respecto a la cantidad de viviendas habitadas por una persona sólo en Gran Mendoza y en Leipzig. En Leipzig esta cifra es del 36%. Este es un porcentaje alto que demuestra una tendencia ascendente y coincide con los valores de las grandes ciudades de Europa occidental. Con esto está relacionada la necesidad creciente de espacio. Por el contrario, la cantidad de hogares habitados por una sólo persona en Gran Mendoza es de sólo el 10%. Todavía no son notorias las necesidades de individualizarse

en la misma medida en que lo hacen los europeos del oeste. Aún funcionan redes familiares tradicionales y orientaciones hacia los valores vinculados a la familia. Esto también se muestra a través de la cantidad elevada de hijos por familia.

Las 49 zonas de Leipzig son descritas con los indicadores mencionados y han sido clasificadas por su desarrollo prospectivo. (KABISCH S. et al). A partir de la síntesis de los indicadores típicos de estructura social, edificación, elementos del paisaje natural, infraestructura y datos de elecciones políticas, se han definido características de sectores sociales donde la traza de los límites administrativos no se ha tenido en cuenta en todos los casos. En total se identificaron 11 tipos de zonas sociales diferentes. Con el objeto de identificar tendencias sociales segregacionales en Leipzig se tomaron como base estos resultados referentes a sectores sociales diferenciados.

Se identificaron sectores residenciales que en el futuro podrían ser ocupados por grupos con mayor poder adquisitivo. Se observaron zonas de barrios burgueses de la época de la revolución industrial alemana con características arquitectónicas representativas que contrastan con barrios o zonas con conflictos sociales (gran cantidad de desocupados, personas que reciben seguro social y criminalidad). Pareciera que los grupos sociales más débiles se concentran en zonas cuya atractividad es muy baja, zonas viejas con edificación deteriorada y con escasa infraestructura de confort, y zonas más nuevas, con una alta concentración habitacional, de construcción moderna, pero con escasa infraestructura y en la periferia de la ciudad. En estos lugares los precios de alquileres son bajos, y por lo tanto pueden ser costeados por los grupos de bajos ingresos.

Otro aspecto que debe destacarse es la baja calidad ambiental de las zonas de la ciudad donde se encuentran los viejos edificios. Allí impactan sobre la calidad de vida habitacional la escasez de árboles y espacios verdes, la gran contaminación del aire debido a calefacción con carbón mineral, tránsito vehicular y fábricas. En consecuencia, los resultados de la investigación confirman que las líneas divisorias de la segregación social coinciden con los límites de los lugares ecológicamente más deteriorados. Se podría afirmar que existe una relación entre disparidades sociales y ambientales.

Si no se aplican medidas para frenar este tipo de desarrollo urbano se producirán conflictos sociales, por un lado en barrios de la época de la revolución industrial alemana habitados por trabajadores, de características muy homogéneas, con edificación muy sencilla y por otro en las zonas de construcción nueva, muy densamente poblados y con estructura habitacional muy heterogénea. Debe tenerse en cuenta que es elevada la cantidad de habitantes afectada por esta tendencia de desarrollo, ya que corresponde a los lugares más densamente poblados. (Ver mapa 1. Densidad Poblacional de Leipzig.) Un punto de partida para modificar esta tendencia, es la gran cantidad de construcciones de propiedad de cooperativas (Ver tabla 2.1), además ya hay decisiones políticas acerca de sectores que deben ser saneados o que tienen que ser derrumbados en barrios de trabajadores de la época fundacional. Sin embargo, todavía no se puede evaluar si los efectos de dichas acciones serán suficientes para evitar conflictos sociales.

Para Mendoza se identificaron con la misma metodología, 5 tipos de zonas sociales diferentes determinadas a partir de las características de la edificación: - Zonas residenciales en el centro de la ciudad habitadas por grupos de ingresos medios y altos, - Zonas mixtas, de viviendas, negocios y servicios habitadas por grupos de diferentes ingresos, - Zonas residenciales lejanas al centro que fueron construidas con subsidios del Estado, habitadas por población de escasos ingresos, - Villas miseria en la periferia, para sectores muy pobres, y - Zonas residenciales en la periferia urbana habitadas por sectores de altos ingresos. La tipificación se hizo sobre la base de 64 fracciones. Es de notar que algunas fracciones contienen varios tipos de zonas sociales diferentes.

Teniendo en cuenta los grupos de ingresos y su concentración por sectores, se puede determinar que los sectores urbanos habitados por grupos de ingresos altos y medianos están en lugares cercanos al centro y en la periferia sur y sureste.

A pesar del aumento en el centro de la ciudad de sectores de administración, de negocios y de servicios predomina la función habitacional. Esto se ve corroborado por la alta densidad de población en el área central de la ciudad (Ver mapa 2). Densidad Poblacional del Gran Mendoza) En los sectores donde las edificaciones más antiguas han sido reemplazadas, tiene preeminencia la función comercial. Este desarrollo se produjo después del terremoto del año 1985 y en el que unas 12.000 familias perdieron sus casas con esto se logró un mejoramiento de la edificación de dichas zonas.

Los grupos habitacionales con ingresos bajos en zonas alejadas del centro se encuentran frente a un déficit habitacional. Este déficit se debe a la escasez de viviendas nuevas. Además, hay una gran cantidad de viviendas en muy mal estado a nivel constructivo, muy densamente habitadas y con una baja dotación de servicios básicos (agua y cloaca - por ejemplo, ver la tabla 2.2).

Entre 1980 y 1994 se desarrollaron programas de viviendas estatales para mejorar la situación habitacional de sectores de escasos recursos. Pero solamente se alcanzaron mejoras muy puntuales. Los grupos habitacionales más problemáticos son aquellos que ocupan terrenos en calidad de intrusos, construyen habitaciones con materiales de baja calidad, sin instalaciones sanitarias y vulnerables a situaciones climáticas adversas, tales como el calor, y las inundaciones y se las llama villas miseria.

En el Gran Mendoza al igual que en Leipzig existe una coincidencia entre las líneas divisorias de la segregación social y las características ambientales. Prueba de ello es el actual proceso de migración desde el centro hacia la periferia sur y sureste de sectores sociales de ingresos altos, debido a la contaminación del aire y el ruido y a las altas temperaturas en el centro de la ciudad. Es posible que en el futuro se aumenten los conflictos sociales y ambientales como consecuencia por un lado, del incremento de la población, la pobreza, el hacinamiento en las villas miseria y la necesidad de agua, y por otro, del incremento del ruido y la contaminación del aire en la zona central con la consecuente suburbanización y disminución de los suelos suburbanos productivos. Para modificar estas tendencias se están fomentando las cooperativas de vivienda por ayuda mutua y se están planificando modificaciones en el sistema vial de la zona más congestionada por el tránsito automotor. Para detener la gran velocidad de estos procesos es necesario implementar rápidamente estrategias destinadas a estimular la autodeterminación social y al saneamiento ambiental.

5. Conclusiones

Como resultado de estas investigaciones se podría argumentar que en Mendoza hay más situaciones segregadas que en Leipzig. Los indicadores de diferenciación que se han empleado para llegar a esta conclusión son el estado y la infraestructura de las viviendas además de los que comúnmente se usan, tales como la estructura de ingresos, la propiedad de los terrenos, y la estructura económica de cada familia. A esto se agrega la importancia cada vez mayor de indicadores vinculados al medio ambiente. La calidad habitacional está determinada por factores tales como la protección contra el sol intenso - propio de un clima semidesértico - a través de grandes árboles que deben ser regados con abundante agua. El desarrollo futuro de Mendoza con una cantidad de habitantes creciente está determinado por qué cantidad y qué calidad de la

oferta de agua podrá suministrarse para satisfacer la necesidad de agua en aumento.

En Leipzig se pueden observar actualmente procesos de diferenciación social con una segregación social incipiente. Además de los indicadores clásicos ya mencionados, se han utilizado indicadores tales como las diferentes estructuras constructivas, la calidad y la existencia de infraestructura, la polución del aire y la cantidad de espacios verdes. En relación a futuros desarrollos se puede preveer que dentro de la ciudad se producirán diferencias cualitativas en los diferentes sectores en forma cada vez más marcadas, que van a ser acompañadas por procesos de segregación social.

Las diferentes situaciones de partida que son notorias en la comparación entre los indicadores de Mendoza y Leipzig exigen estrategias diferentes para elevar la atraktividad de los distintos sectores de las ciudades. A pesar de las características especiales de cada una de las ciudades analizadas, se ha comprobado que es válido desarrollar un tema de investigación con metodologías comparables.

Los resultados de las investigaciones en ambos casos ponen de manifiesto la necesidad de investigaciones sociológicas en el marco de proyectos de ecología urbana y de su aporte para la aplicación del concepto de sustentabilidad al desarrollo urbano.

Autores

Sigrun Kabisch

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Abteilung Ökologische Ökonomie/Umweltsoziologie an der
Sektion Ökosystemanalyse
Permoserstraße 18
04318 Leipzig

Susana CHORÉN, Silvia GRECO

CRICYT - Centro Regional de Investigaciones Científicas
IADIZA- Instituto Argentino de Investigación en Zonas Áridas
Parque Gral. San Martín
Casilla de Correo 131
5500 Mendoza

Bibliografía

Statistisches Jahrbuch 1995, Stadt Leipzig, Amt für Statistik und Wahlen, Leipzig, 1995

KABISCH, S., KINDLER, A., RINK, D.: Sozialatlas Leipzig, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Leipzig, 1996

Censo Nacional de Población y Vivienda Mendoza., Serie. N° 13 INDEC. 1991

Tablas Básicas de Estadísticas Vitales, INDEC, Mendoza, 1991/92/93

Atlas Estadístico de la Población de Mendoza., Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas. Mendoza. 1996

Cooperación científica tecnológica germano argentina

Red de proyectos de ecología regional

Organización de una base de datos comun e intercambio de datos

PULIAFITO, C., PULIAFITO, E.

1. Introducción

El estudio de los complejos problemas ambientales requiere de una investigación multidisciplinaria. A través de la formación de una Red de Proyectos de Ecología Regional se ha pretendido integrar a investigadores de distintas ramas de la ciencias exactas y sociales, de distintos institutos y de distintos países en este caso de Mendoza (Argentina) y de Leipzig (Alemania). En este Taller Internacional, reunido en Mendoza, se ha podido apreciar diversos puntos de vistas de una misma realidad ambiental que nos rodea. La exigida multidisciplinarietàad, requiere del intercambio de información, intercambio de datos, y la conformación de una base de datos común, que sea de utilidad, no sólo a los miembros de esta Red, sino, posteriormente, a toda la comunidad interesada. Sin embargo, debido a que los investigadores provienen de diversas ramas de las ciencias, se hace necesario definir un lenguaje común respecto a puntos importantes como derechos de autor, niveles de datos, requerimientos de datos, acceso a la base de datos, etc. A continuación se pretende desarrollar estas ideas, con el objeto de encontrar una metodología consensuada y del interés de todos los participantes.

2. Niveles de datos

De acuerdo al uso común extendido entre científicos de diversas disciplinas, es posible identificar distintos niveles de datos, de acuerdo a su forma de adquisición, su complejidad, volumen, procesamiento involucrado, etc. (Véase figura 1). Debe aclararse que no todos los datos adquiridos pasan necesariamente por cada uno de estos niveles, esto dependerá de la cantidad de información contenida en el mismo, y la metodología de cada ciencia. Cada investigador de la Red debería intentar reconocer en su proyecto los distintos niveles. Esto ayudará a encontrar un común denominador para definir la Base de Datos de esta Red. Definamos estos niveles:

2.1 Nivel de datos 0: datos crudos

A este nivel corresponden los primeros datos colectados, por ejemplo por un instrumento. En general serán cuentas, voltios, bitios, cifras de una encuesta etc. Generalmente estos datos son muy voluminosos y requieren de una calibración previa. Este nivel sólo es entendible por el experto del instrumento y no contiene información entendible por otros investigadores. Debido a su gran volumen y que no están expresados en magnitudes físicas comunes, no existe interés en intercambiar estos datos. Como ejemplo citaré el experimento MAS de la Misión ATLAS-1

(un instrumento de sensado remoto de la atmósfera a bordo del Transbordador espacial), en una misión de 8 días, el MAS almacenó 12 x 10⁹ Bytes.

2.2 Nivel de datos 1: calibración de datos

Muchos experimentos requieren de una calibración de sus datos, especialmente porque sus medidas son relativas y necesitan referir sus valores a una referencia o estándar. En este proceso de calibración intervienen muchos factores instrumentales por lo que esto sólo puede realizarse por los expertos del instrumento. Una vez calibrados se obtiene la primera información física entendible, pero aún no en su formato final. En un experimento de sensado remoto, por ejemplo, esta primera información es sólo indirecta, y debe procesarse aún más para obtener el valor deseado. Por ejemplo, el proyecto MAS obtuvo 10 000 000 líneas espectrales o 12 x 10⁹ Bytes. Este volumen sigue siendo demasiado alto para su intercambio. Estos datos están disponibles sólo para los especialistas del proyecto.

2.3 Nivel de datos 2: parámetros geofísicos

Una vez calibrados, los datos se reducen y convierten a parámetros geofísicos. Este es el primer nivel de información entendible por la comunidad científica, no experta en el proyecto particular, sin embargo, en muchos casos sigue siendo de mucho volumen como para entender los procesos generales. Por ejemplo el proyecto MAS elaboró 250 000 perfiles en altura de ozono, vapor de agua, oxígeno, monóxido de cloro, temperatura y presión. Estos datos están disponibles sólo para los miembros del proyecto MAS. La presentación de estos datos en forma más resumida requiere aún de muchas horas de procesamiento, tarea que normalmente se espera del mismo grupo de investigadores de ese proyecto.

2.4 Nivel de datos 3: integración

Los parámetros geofísicos obtenidos en el paso anterior se comprimen y seleccionan de acuerdo a ciertos criterios generales, por ejemplo, valores medios anuales, diarios, estacionales, valores medios meridionales, etc. Aquí es posible obtener la primera información con un formato tal que es de suma utilidad a los miembros de otros proyectos, para su comparación, correlación o como entrada para sus cálculos. Por ejemplo el proyecto MAS contiene 100 Megabyte de datos de este nivel). Este nivel es el apropiado para intercambiar entre los miembros de la Red de Proyectos de Ecología Regional. Probablemente todavía no es útil para enviar a Bases de Datos Internacionales, ya que éstos requieren de una evaluación de los errores propios de las mediciones. Una parte de este análisis de error puede realizarse en el marco del mismo proyecto, pero otra debe realizarse a través de comparaciones con otras mediciones externas al proyecto.

2.5 Nivel de datos 4: validación

Los datos obtenidos deben compararse, por ejemplo, con otros instrumentos que usan el mismo principio físico (correlación), y deben compararse con otras fuentes de información (validación), por ejemplo, datos meteorológicos, datos de satélites. Luego que estos datos están validados, puede establecerse los rangos de precisión y exactitud de esta información. Esta información debería enviarse a los Centros Internacionales de Datos para su consulta masiva por otros investigadores. En este nivel la información es entendible para toda la comunidad científica.

2.6 Nivel de datos 5: interpretación

Una vez validados, aún queda un último nivel de información. Estos datos son los que se usan en los modelos físicos matemáticos, que permiten entender mejor los procesos de la naturaleza, independientemente de las unidades o magnitudes físicas. En este nivel la información debe llegar al público en general, en especial debe ser una herramienta para los legisladores. El acceso a esta información debe ser libre y se difunde, sobre todo, a través de los diarios y revistas no especializadas en el tema. En definitiva se intenta dar una respuesta a la sociedad.

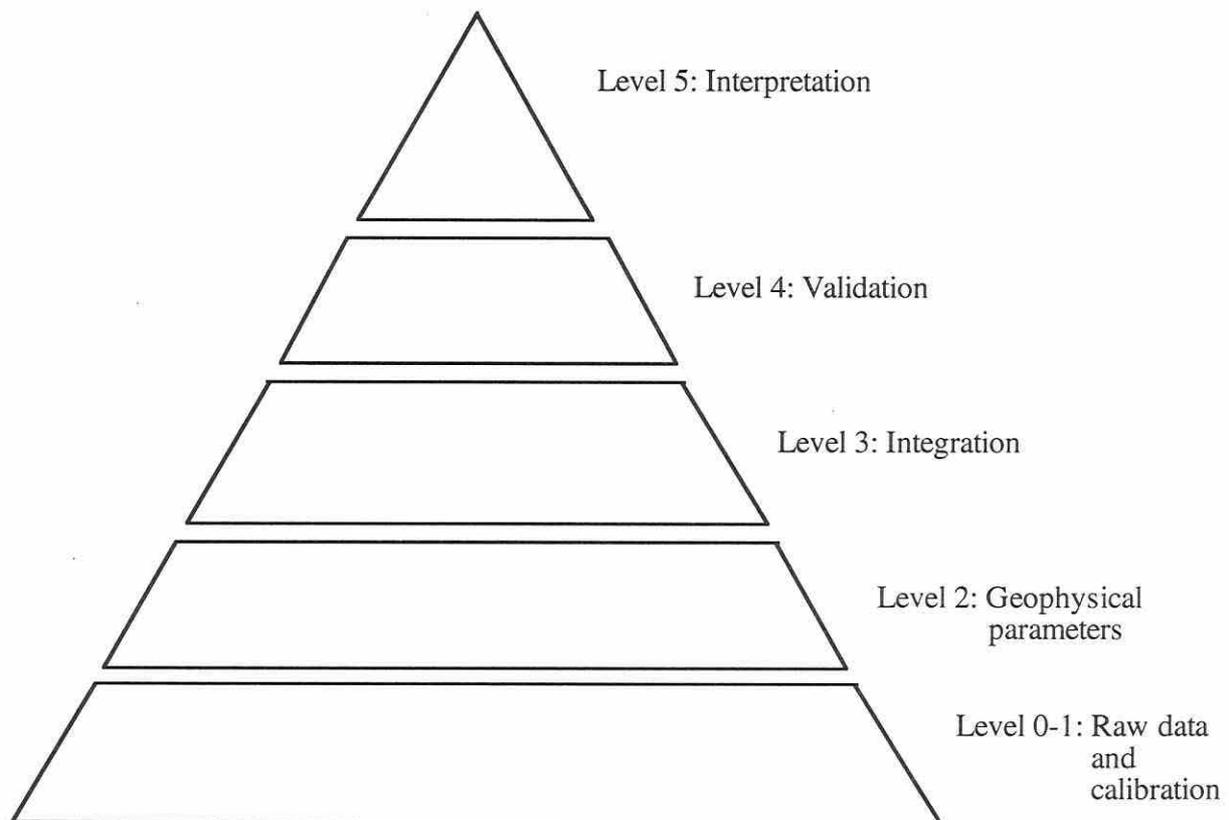


Figura 1. Niveles de datos

3. Intercambio de datos

Uno de los objetivos más importantes de la Red de Ecología Regional, es el de entender el desarrollo del Oasis Norte de Mendoza y el de proveer de una herramienta de planificación. Un segundo objetivo es comparar sus resultados con la región de Leipzig. Del estudio comparativo se pueden determinar los factores comunes y diversos, y de ellos se gana un entendimiento mayor, que a partir del estudio individual de una única zona. Esta herramienta se realizará a través de un modelo matemático que permita simular las complejas interrelaciones de las regiones, y para ello se usará un Sistema de Información Geográfica (SIG). Sin embargo, para modelar estas regiones se requiere de la información diversa proveniente de todos los proyectos que

conforman la Red. Estos objetivos imponen dos tareas importantes, a) La elaboración de una Base de Datos común de la Red, y b) Un Intercambio de Información para ajustar el modelo matemático. Ambas tareas son importantes, pues aún cuando el modelo no se desarrolle, queda a disposición de la sociedad de una información útil fruto de varios años de trabajo. Usando la figura 2, intentemos delinear los flujos de intercambios aplicados específicamente a la Red de Ecología Regional.

3.1 Niveles de datos 0, 1 y 2

Cada proyecto en particular es responsable de la obtención y elaboración de los datos en estos niveles. Los derechos de autor, procesamiento, publicación si fuera posible, es responsabilidad de los investigadores de cada grupo. Desde el punto de vista de la Red, no es deseable ni recomendable el intercambio de datos en este nivel. No se preparará una base de datos común en este nivel.

3.2 Nivel de datos 3

Ya que uno de los objetivos de esta Red es la de proveer de datos relevantes y de elaborar mapas en un sistema de información de los mapas SIG, los proyectos deberán acordar con el CIFOT el formato y el medio en que los datos serán provistos. Debe recordarse que en este nivel, no se requiere información intensiva, sino sólo valores medios, variaciones anuales, etc. CIFOT garantizará los derechos de autor; el uso o publicación de estos datos se hará sólo como co-autor y bajo permiso de los autores. En cada mapa se dejará claramente expresado las fuentes de los datos y sus autores e instituciones. Independientemente de esta base de datos, cada proyecto puede publicar estos datos o enviarlos a otras bases de datos.

3.3 Nivel de datos 4

Cada Proyecto debería preparar un conjunto de datos integrados, correlacionados y validados. Los datos así presentados están en condiciones de presentarse para su publicación en Revistas Internacionales o para adjuntarse a Bases de Datos Internacionales. Nótese que los datos publicados o en Bases de Datos Internacionales son de dominio público, sin embargo, de usar estos datos, se sugiere citar correctamente su fuente y autoría. Los datos de este nivel conformarán la base de datos de la Red Regional de Ecología Regional. Estos datos son la entrada para el modelo matemático que se prepara en el IEMA. Ya que esta información es necesaria tanto para la elaboración de mapas temáticos (a cargo del CIFOT) y como entrada para el Modelo IEMA, se sugiere la preparación de la Base de Datos Regionales en el IEMA y el CIFOT (este en formato adecuado para el Sistema de Información Geográfica). El IEMA y el CIFOT actuarán en forma colaborativa para la elaboración de la base de datos.

3.4 Nivel de datos 5

IEMA preparará un modelo de predicción basado en un sistema SIG con los datos disponibles de la base de dato regional. El Instituto IEMA garantizará la cita adecuada de la fuente de información y sus autores e instituciones. Nótese finalmente, que una vez publicados, estos datos son de dominio público.

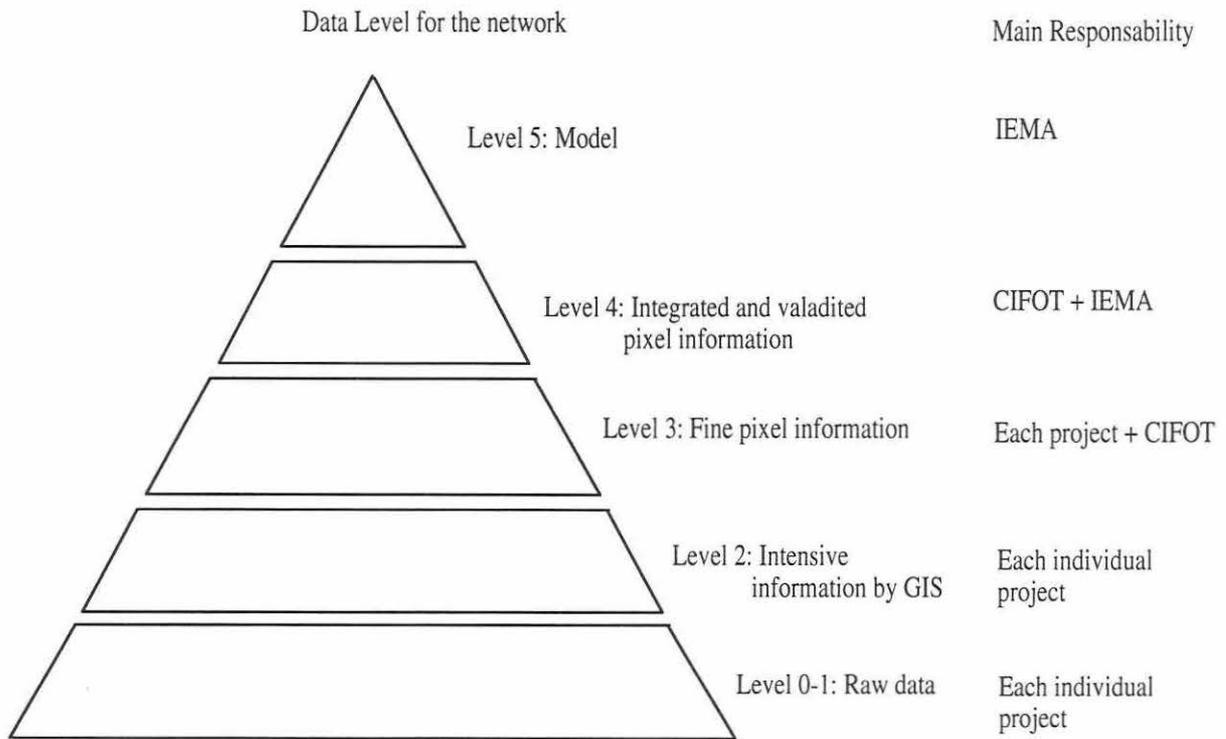


Figura 2. Niveles de datos para la Red de Ecología Regional

4. Palabras finales

Cada Proyecto debe plantearse como objetivo publicar sus datos y conclusiones, por lo menos en el nivel 4 de datos. Esta información debe ser clara y accesible para toda la comunidad científica. En algunas oportunidades ciertos datos del nivel 3 son aceptables para su publicación, pero normalmente no es el caso, al menos en Revistas Internacionales.

La Red de proyectos de Ecología Regional debe intentar, a través de los modelos propuestos dar una interpretación a la sociedad, esto es, nuestra mejor comprensión del medio ambiente que nos rodea. Debería ser además una herramienta de consulta para la toma de decisiones políticas por parte de gobernantes y legisladores.

Autores

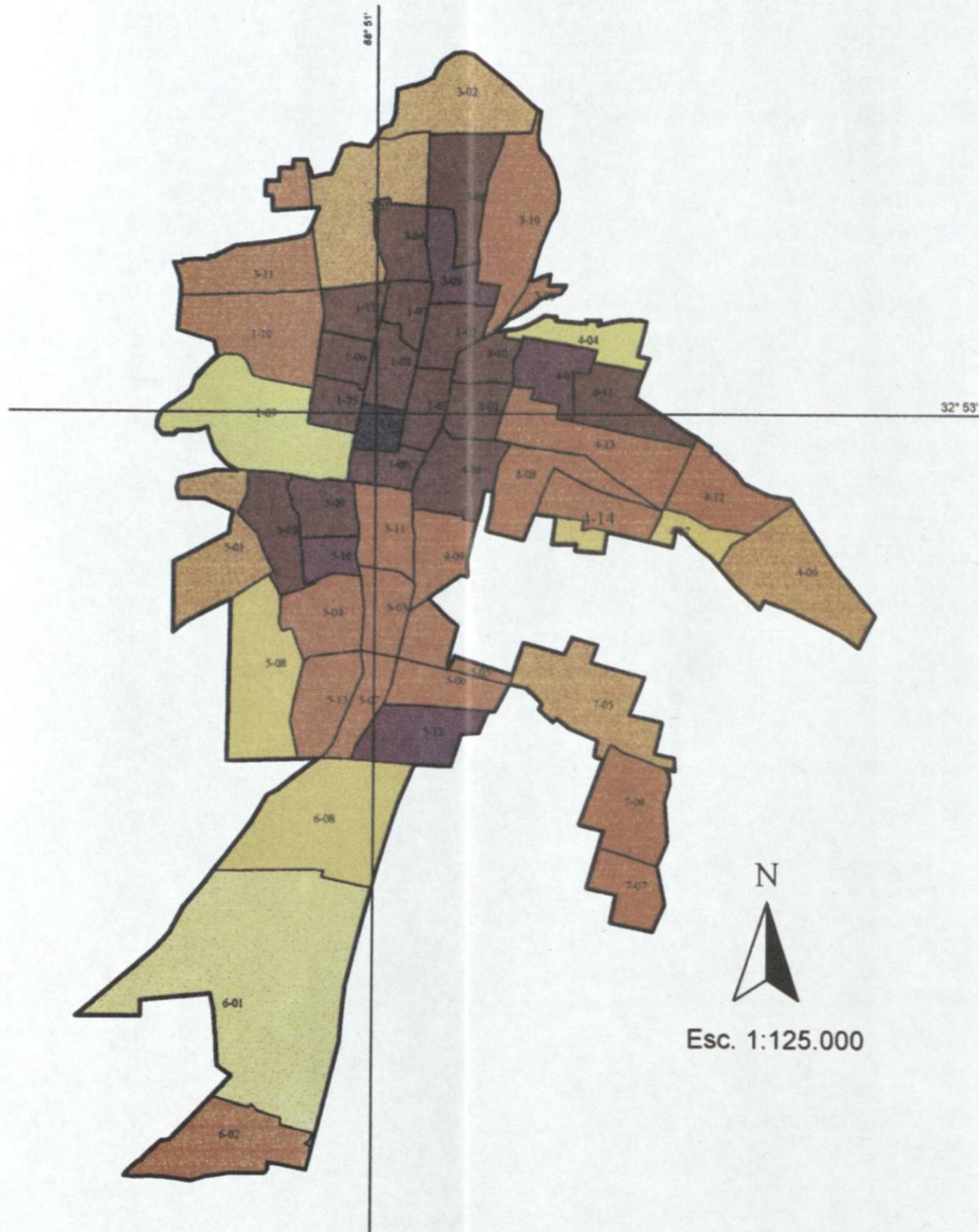
Enrique PULIAFITO, Carlos PULIAFITO

Universidad de Mendoza
IEMA - Instituto para el Estudios del Medio Ambiente
Av. Boulonge Sur Mer 665
5500 Mendoza

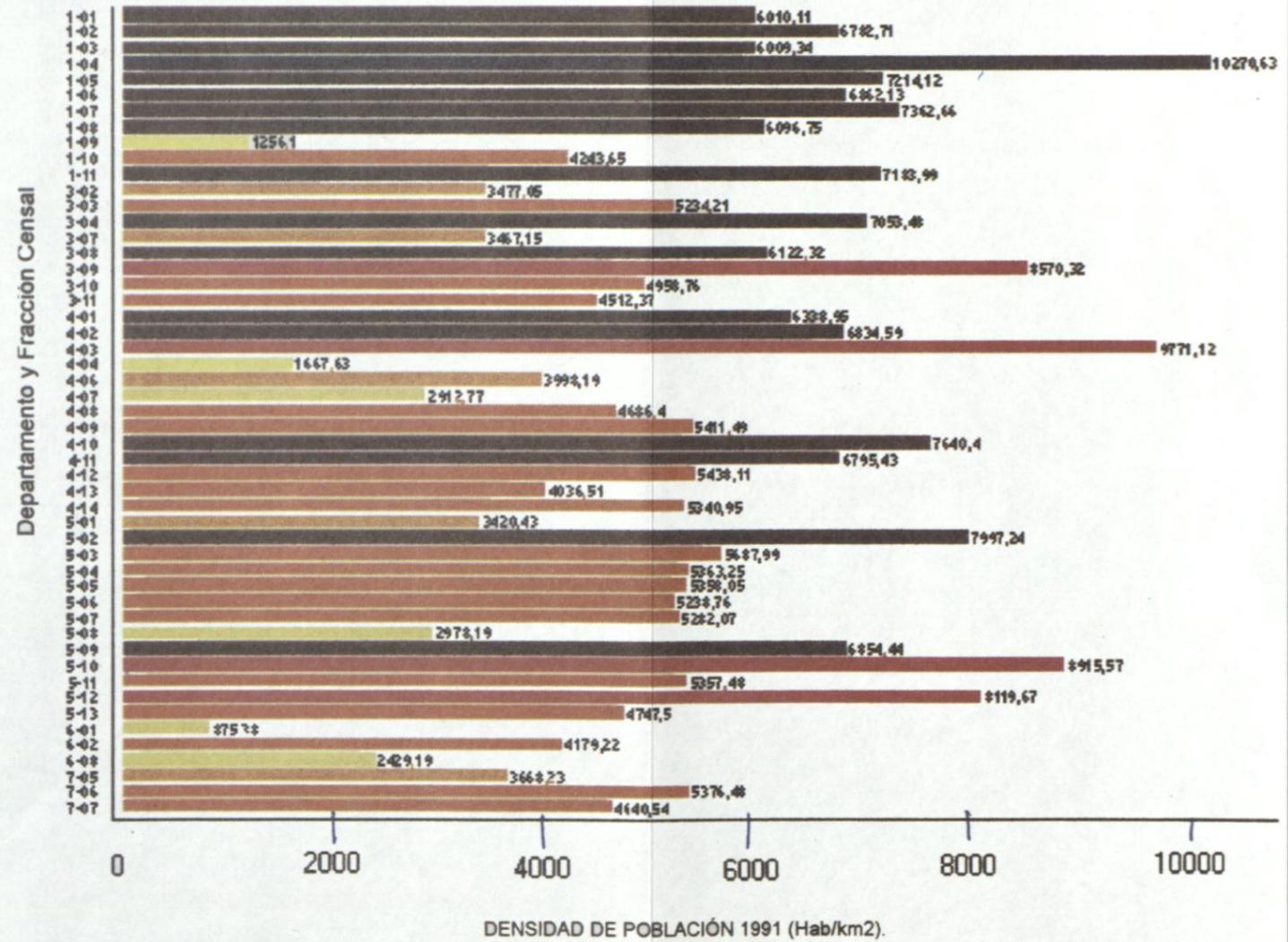
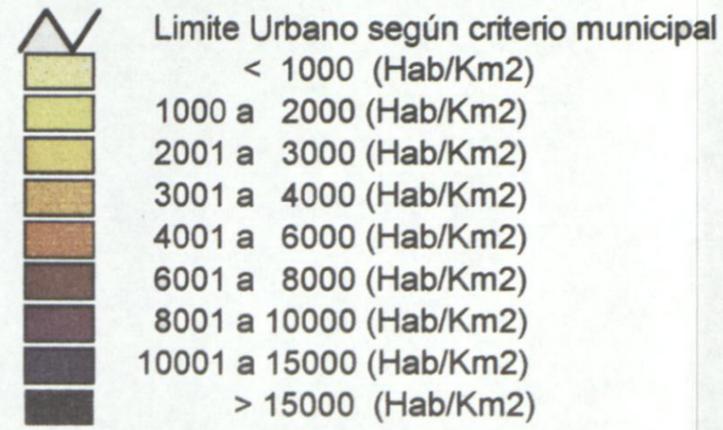
Anhang/Suplemento

GRAN MENDOZA: DENSIDAD DE POBLACIÓN 1991.

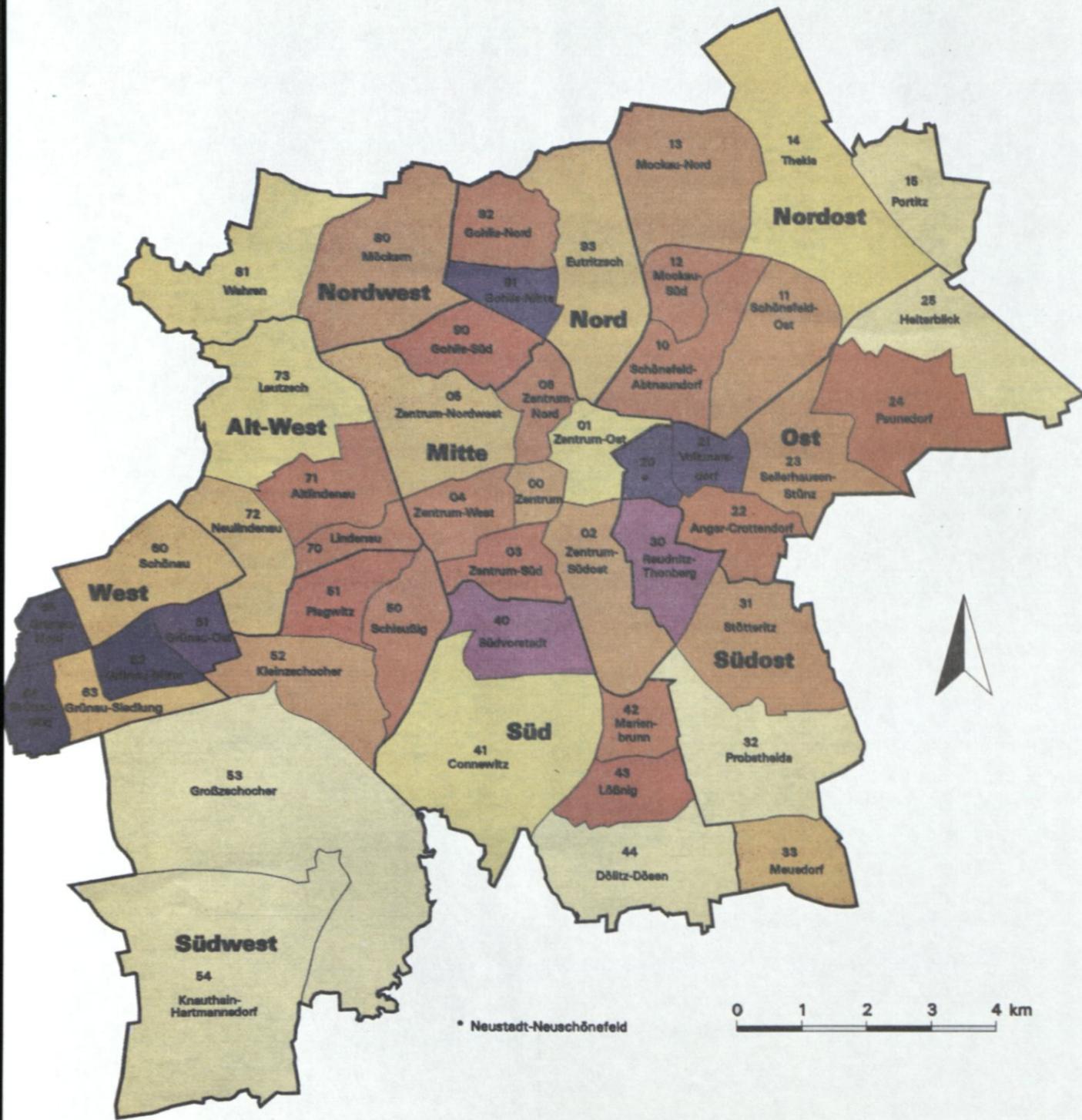
GRAN MENDOZA: Einwohnerdichte nach Zählkreisen 1991.



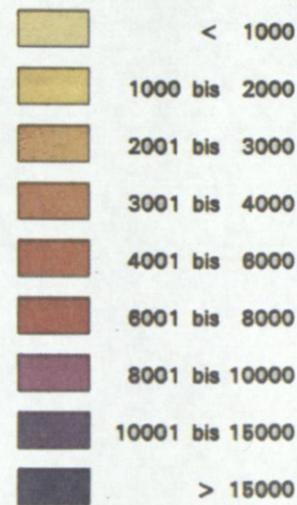
Elaboración temática, cartografía y SIG: C.I.F.O.T. Fuente: Mendoza, Censo Nacional de Población y Vivienda 1991, Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas Gobierno de Mendoza



Einwohnerdichte 1991 nach Ortsteilen



Anzahl der Einwohner pro km² 1991

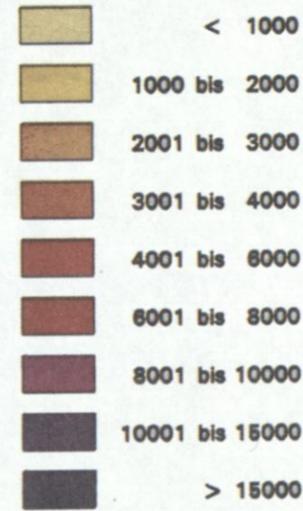


Nr. Ortsteil	Wert
00 Zentrum	3181
01 Zentrum-Ost	1902
02 Zentrum-Südost	3463
03 Zentrum-Süd	6456
04 Zentrum-West	5795
05 Zentrum-Nordwest	2328
06 Zentrum-Nord	5021
10 Schönefeld-Abtnaundorf	4318
11 Schönefeld-Ost	3748
12 Mockau-Süd	4195
13 Mockau-Nord	3755
14 Thekla	1142
15 Portitz	598
20 Neustadt-Neuschönefeld	11462
21 Volkmarndorf	10384
22 Anger-Crottendorf	5922
23 Sellahausen-Stünz	3490
24 Paunsdorf	5081
25 Helterblick	71
30 Reudnitz-Thonberg	8805
31 Stötteritz	3841
32 Probethelde	771
33 Meusdorf	2049
40 Südvorstadt	8888
41 Connewitz	1833
42 Marienbrunn	5840
43 Lößnig	7612
44 Dölitz-Döben	991
50 Schleußig	4617
51 Plagwitz	6072
52 Kleinzschocher	3283
53 Großzschocher	642
54 Knauthain-Hartmannsdorf	457
60 Schönaue	2129
61 Grünaue-Ost	11519
62 Grünaue-Mitte	16767
63 Grünaue-Siedlung	2193
64 Grünaue-Süd	19094
65 Grünaue-Nord	18193
70 Lindenu	5674
71 Altindenu	5917
72 Neulindenu	2754
73 Leutzsch	1936
80 Möckern	3328
81 Wahran	1109
90 Gohlis-Süd	6974
91 Gohlis-Mitte	12413
92 Gohlis-Nord	5034
93 Eutritzsch	2749

Durchschnitt: 3400

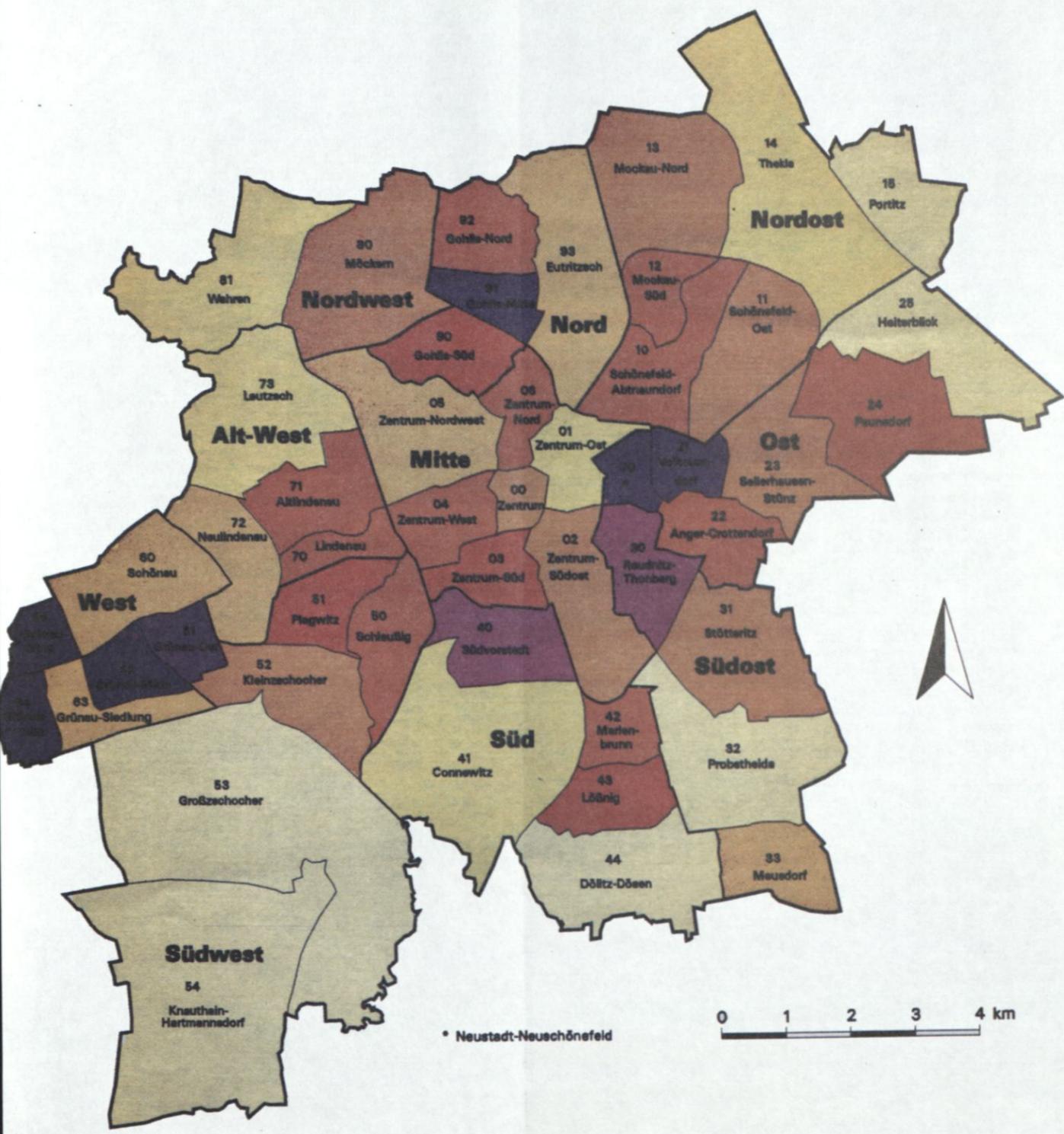
Densidad de habitantes de los barrios 1991

Nombre de habitantes per km² 1991



Nr. Ortsteil	Wert
00 Zentrum	3181
01 Zentrum-Ost	1902
02 Zentrum-Südost	3463
03 Zentrum-Süd	6456
04 Zentrum-West	5795
05 Zentrum-Nordwest	2328
06 Zentrum-Nord	5021
10 Schönefeld-Abtraundorf	4318
11 Schönefeld-Ost	3748
12 Mockau-Süd	4195
13 Mockau-Nord	3755
14 Thekla	1142
15 Portitz	598
20 Neustadt-Neuschönefeld	11462
21 Volkmaradorf	10384
22 Anger-Crottendorf	5922
23 Sellenhausen-Stünz	3490
24 Paunedorf	5061
25 Helterblick	71
30 Reudnitz-Thonberg	8806
31 Stötteritz	3841
32 Probstheida	771
33 Meusdorf	2049
40 Südvorstadt	8868
41 Connewitz	1833
42 Marienbrunn	5840
43 Lößnig	7612
44 Dölitz-Döesen	991
50 Schleußig	4617
51 Plagwitz	6072
52 Kleinzschocher	3283
53 Großzschocher	642
54 Knauthain-Hartmannsdorf	457
60 Schöнау	2129
61 Grüнау-Ost	11519
62 Grüнау-Mitte	16767
63 Grüнау-Siedlung	2193
64 Grüнау-Süd	19094
65 Grüнау-Nord	18193
70 Lindenu	5674
71 Altlindenu	5917
72 Neulindenu	2754
73 Lautsch	1936
80 Möckern	3326
81 Wehren	1109
90 Gohle-Süd	6974
91 Gohle-Mitte	12413
92 Gohle-Nord	5034
93 Eutritzsch	2749

Durchschnitt: 3460



* Neustadt-Neuschönefeld

UFZ
Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH

Inhaltliche Bearbeitung: Dr. A. Kindler, R. Grah
Kartographie und GIS: Dr. A. Kindler

Datenquelle: Kommunale Gebietsgliederung der Stadt Leipzig 1992
Herausgegeben vom Amt für Statistik und Wahlen der Stadt Leipzig



2000 0 2000 4000 6000 8000 Meters

ESTACIONES FFCC

FFCC

RED VIAL

Structural Units

City center

Consolidated urban tissue, with consolidated urban forestry

Consolidated urban tissue, with irregular urban forestry

Green suburbs

Social housing ensembles

Foothill squatter settlements

Urban green areas with or without built facilities

Industrial areas

Large urban facilities

Productive agricultural areas

Bare soil

Non-urbanized foothill areas

River and water courses

Degraded foothill areas

River and water courses

Urban voids

MENDOZA: STRUCTURAL UNITS

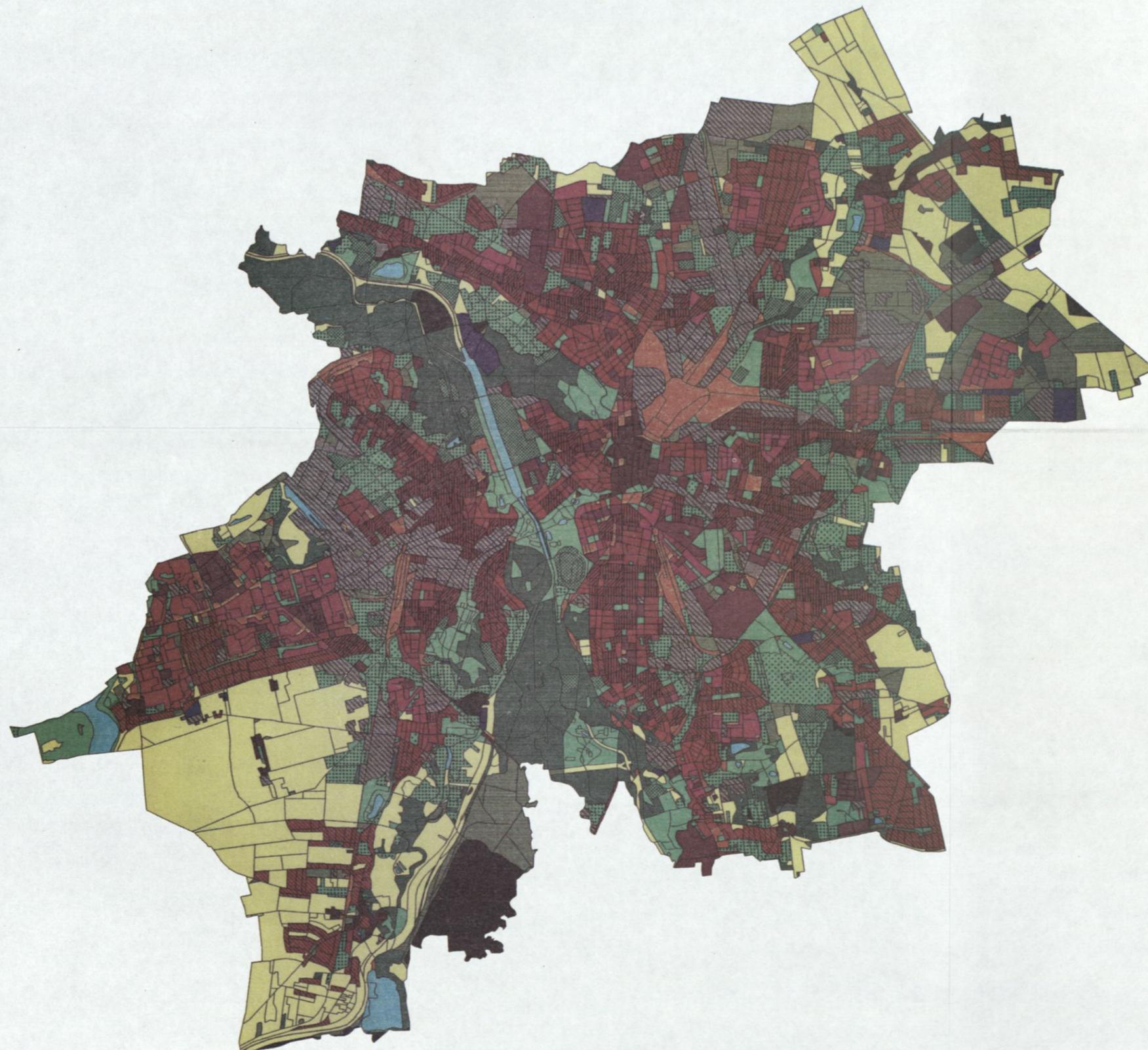
Prepared by C. de Rosa and E. Montaña

Assistant: R. Villegas

Prepared by visual interpretation of remote sensing data (1990) and field work. November 1995

Strukturtypen der Stadt Leipzig

1 : 50000



Wohnflächen und Flächen mit gemischter Nutzung

- Kerngebiete
- Offene Blockbebauung
- Geschlossene Blockbebauung
- Offene Blockrandbebauung
- Geschlossene Blockrandbebauung
- Zellenbebauung
- Großwohnsiedlungen und mehrgeschossiger Wohnungsbau ab 1960
- Ein- und Zweifamilienhausbebauung
- Villen
- Ehemalige Dorfkerne

Industrie- und Gewerbeflächen

- Gering versiegelte Industrie- und Gewerbeflächen
- Stark versiegelte Industrie- und Gewerbeflächen

Sonderflächen

- Öffentliche Einrichtungen
- Einkaufszentren
- Technische Ver- und Entsorgungsanlagen

Verkehrsflächen (Eisenbahnanlagen, Verkehrsdepots)

- Verkehrsflächen

Freizeit- und Erholungsflächen

- Park- und Grünanlagen
- Kleingartananlagen
- Friedhöfe
- Sport-, Spiel- und Freizeitanlagen

Landwirtschaftlich genutzte Flächen

- Landwirtschaftlich genutzte Flächen

Waldflächen

- Waldflächen

Wasserflächen

- Wasserflächen
- Fließgewässer

Brach- und Umwidmungsflächen

- Brach- und Umwidmungsflächen

Aufschüttungs-, Abgrabungs- und Entsorgungsflächen

- Aufschüttungs-, Abgrabungs- und Entsorgungsflächen

Datengrundlagen:

Karte "Flächennutzung 1992 in der Stadt Leipzig", 1:25000, B. Usbeck/UFZ
Stadtbiotopkartierung Leipzig, 1:25000
CIR-Luftbilder 1994, 1:10000

Inhaltliche Bearbeitung: P. Böhm, J. Breuste, C. Heyn, E. Wickop

Kartographie und Geographisches Informationssystem (GIS):
Abteilung Geoinformation
Dr. A. Kindler, S. Lehmann

Regionalökologie

Tagungsbericht und wissenschaftliche Beiträge des Deutsch-Argentinischen
Workshops
Mendoza, Argentinien

Brigitte Großer (Hrsg.)

Herausgeber:
Brigitte Großer
UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Permoserstraße 15 • D-04318 Leipzig
Telefon 0341/235-2380

Redaktion:
Rita Gelke
Gisela Fleischer

Übersetzungen:
Dr. Corinna Seiferth

Satz und Layout:
Wolfram Fleischer

Herausgeber:
Brigitte Großer
UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Permoserstraße 15
D-04318 Leipzig
Telefon • 0341/235-2380
Telefax • 0341/235-2791
e-mail • grosser@gf.ufz.de