

## UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PB-BELASTUNG DER VEGETATION IN LAVREOTIKI (ATTIKA)

Aikaterini Chronopoulou-Sereli und Jannis Chronopoulos

### ABSTRACT

On the southeast coast of Attica near the town of Lavrion operates a lead factory since 1868. Vegetation, soil, and the inhabitants health have already been affected by the air pollution due to that factory.

In this work the concentration of Pb in the soil and in the plants at a distance of up to 3 km around the factory has been measured. Plant samples of *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, and *Olea oleaster*, which are typical of the region, have been included in the above measurements.

Increased levels of lead in the vegetation and in the soil of the searched region have been found. *Pinus halepensis* has shown higher lead concentration, and the non-washed plant samples have shown a higher concentration (up to 40 %). The higher degree of lead has been ascertained in the area southwest of the chimney and especially in the depressions of the ground, probably due to the soil relief and the dominant NE winds.

keywords: *Lavrion, lead, vegetation, wind direction*

### 1. EINLEITUNG

Die Industrialisierung und die damit verbundene erhöhte Nutzung der natürlichen Ressourcen führte zu großen Schäden der Landschaft. Durch die Belastung der Umwelt mit Blei werden direkt oder indirekt tierische wie pflanzliche Organismen und selbst die Menschen durch Staubinhalation und über Nahrungsmittel pflanzlichen oder tierischen Ursprungs gefährdet. Blei wird von Kraftfahrzeugen und Industrie emittiert (DÄSSLER 1981) und belastet in hohen Konzentrationen die Organismen in Ballungsgebieten und Landschaften (LAGEWERFF und SPECHT 1970, MARTEN und HAMMOND 1966).

Am Strand von Thorikos, in der Nähe der Stadt Lavrion (Attika), wird eine Bleihütte seit über 100 Jahren betrieben, die eine erhebliche Belastung der Umwelt hervorgerufen hat. Im Rahmen der Bemühungen für eine gewisse Wiederherstellung und Eingliederung in die Landschaft der Gegend, die durch Schmelzöfenrückstände stark belastet ist, wurden experimentelle Untersuchungen durchgeführt (CHRONOPOULOS und CHRONOPOULOU-SERELI 1986a). Angaben über eine Schwermetallbelastung von *Malcolmia maritima* geben ERNST (1974) und von *Pinus halepensis* NAKOS (1979) an. Durch die gasförmigen Schadstoffe des Werkes ist die Gesundheit nicht nur der Werksarbeiter, sondern auch die der Bevölkerung der Stadt und vor allem die der Kinder im Vorschulalter belastet (NAKOU 1989).

Mit der vorliegenden Arbeit wird versucht, den Einfluß der Entfernung von der Immissionsquelle (Kamin) und der Windrichtung auf den Bleigehalt des Bodens und der Vegetation darzustellen.

## 2. DAS UNTERSUCHUNGSGBIET

Die Halbinsel von Lavreotiki hat eine Fläche von 120 km<sup>2</sup> und liegt im südöstlichen Teil Attikas (Abb. 1). Das Untersuchungsgebiet ist hügelig und liegt in der Nähe der Stadt Lavrion, wo seit 1868 (MARINOS und PETRASCHECK 1956) ein Bleihüttenwerk betrieben wird. Der Kamin des Werkes ist auf einem Hügel (130 m ü.NN) gebaut. Klimatisch gesehen wird das Gebiet als stark thermo-mediterran bezeichnet (MAVROMMATIS 1980), die Regenhöhe ist gering, die Temperatur ist allgemein hoch (MARIOLOPOULOS 1982) und es werden häufig heftige Winde festgestellt, wobei die N- und NNO-Winde dominieren (Abb. 2).

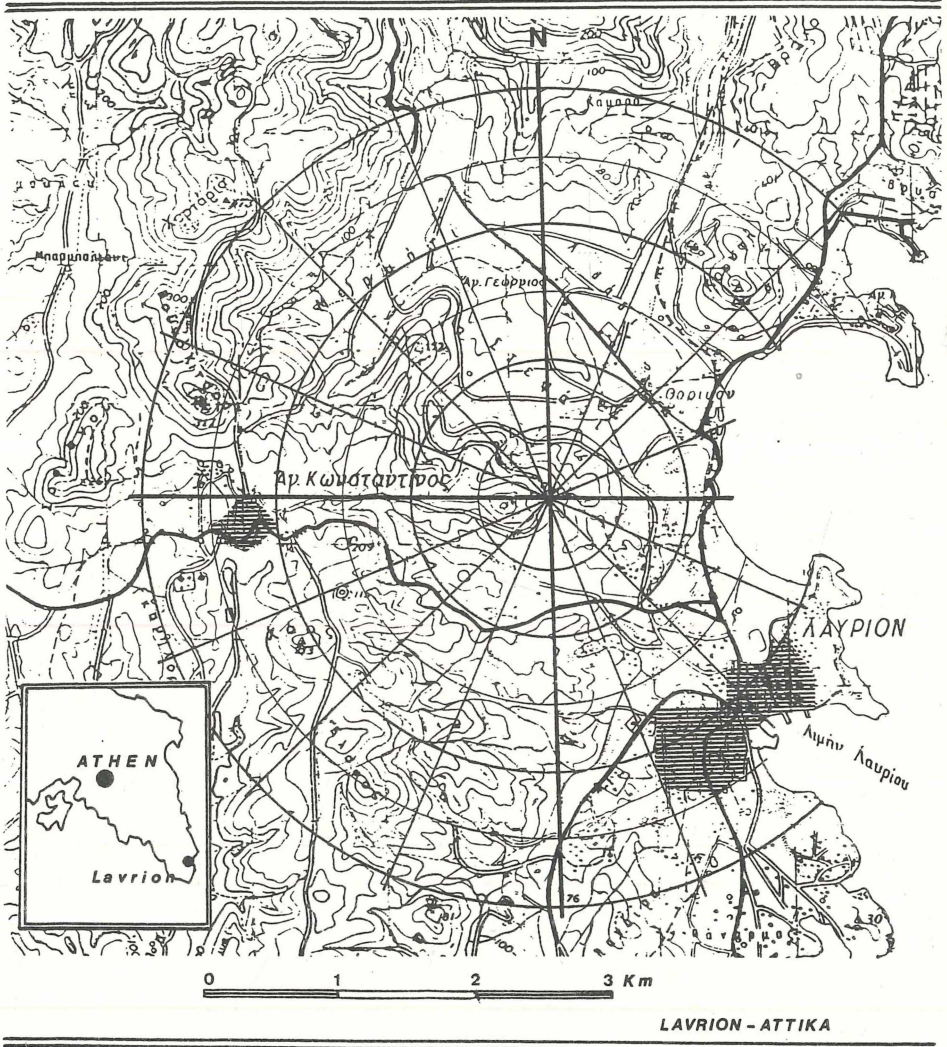


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet

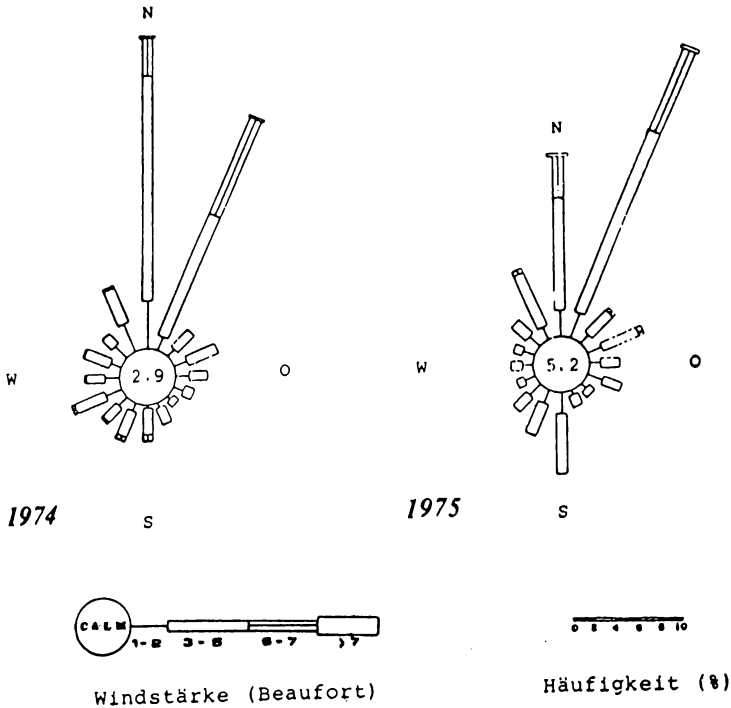


Abb. 2: Windverhältnisse in Lavrion.  
Quelle: Staatl. Elektrizitätswerke ( $\Delta$ EH)

Der Süden des Landes und darunter auch Attika gehört zur Vegetationszone der *Oleo-Ceratonion*, die in viele kleine Räume zersplittert ist und sich durch floristische Selbständigkeit und Eigenart auszeichnet (HORVAT et al. 1974). Das Untersuchungsgebiet ist teilweise mit *Pinus halepensis* aufgeforstet, hauptsächlich kommen dort *Pistacia lentiscus*, *Olea oleaster*, *Quercus coccifera*, *Euphorbia dendroides*, *Calycotome villosa*, *Ceratonia siliqua* und andere Hartlaubarten vor. In einem Teil dieses Gebietes wird Landwirtschaft betrieben.

### 3. MATERIAL UND METHODEN

Die Boden- und Pflanzenproben wurden im späten Sommer des Jahres 1986 aus der Umgebung des Bleihüttenwerkes entnommen. Das Untersuchungsgebiet wurde in 16 Radien (Abb. 1) nach den haupt- und zweitrangigen Windrichtungen geteilt. Die Probenentnahmestellen wurden in einem Radius von 3000 m und in Abständen von 500 m vom Kamin aus festgelegt. Aus den 78 Probenentnahmestellen wurden zahlungleiche Bodenproben (Säule: 0-10 cm) und 243 Pflanzenproben von *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus* und *Olea oleaster* entnommen, welche der örtlichen potentiellen Vegetation (xerophytischer Art) entsprechen.

Die Pflanzenproben wurden von gutausgebildeten Blättern der Jahresvegetation entnommen. An jeder Stelle wurden die Blätter von drei Pflanzen gleicher Art und aus drei verschiedenen Höhen der Krone gesammelt und daraus wurde eine Probe gebildet.

Bei der Verarbeitung der Blätter wurde die Hälfte jeder Probe mit verdünntem Waschmittel gewaschen und mit reichlich destilliertem Wasser gespült, während der Rest ungewaschen blieb. Alle Proben wurden in einem Trockenschrank bei 70-80 °C getrocknet. Zur Analyse wurden sie zermahlen und je drei Parallelen ausgeführt. 1 g Trockensubstanz wurde mit 10 ml

eines Gemisches aus Perchlorsäure und Salpetersäure (HClO<sub>4</sub> : HNO<sub>3</sub> 2:1) unter Hitze behandelt.

Der pH-Wert des Bodens wurde im Verhältnis 1:1 (Boden : Wasser) bestimmt. Die Bodenproben wurden mit 1 N Ammoniumacetat extrahiert. Der Bleigehalt der Pflanzen und des Bodens wurde mit dem Atomabsorptionsspektrometer bestimmt.

#### 4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Ergebnisse der Analysen zeigen, daß der pH-Wert des Bodens zwischen 6,6 und 7,4 schwankt und die Pb-Konzentrationen zwischen 58 und 1038 ppm liegen. Bezüglich der Bleigehalte in den Pflanzenproben (Tab. 1) liegen die Werte bei *Pinus halepensis* zwischen 65 und 335 ppm Pb, bei *Quercus coccifera* zwischen 38 und 165 ppm Pb, bei *Pistacia lentiscus* zwischen 43 und 180 ppm Pb und bei *Olea oleaster* zwischen 39 und 170 ppm Pb. Aus diesen Werten geht hervor, daß der Boden und die Vegetation als Pb-kontaminiert angesehen werden können (vgl. KLOKE 1974, UMWELTBUNDESAMT 1976, KABATTA-PENDIAS 1984). Aus der Tab. 1 ist noch zu ersehen, daß *Pinus halepensis* den höchsten Pb-Gehalt zeigt (vgl. NAKOS 1979), während die Bleiwerte der restlichen Pflanzenarten niedriger liegen und untereinander keine großen Differenzen aufweisen. Der Vergleich der ungewaschenen und gewaschenen Pflanzenproben zeigt, daß die erstgenannten eine 10-40 %ige höhere Belastung aufweisen. Der Grund dafür ist darin zu sehen, daß bei der Kontamination aus der Luft das Blei auf der Pflanzenoberfläche verbleibt. Wegen des hügeligen Reliefs des Untersuchungsgebietes sind die Verbreitungsverhältnisse der Immission stark differenziert. Die beobachtete Verminderung des Bleigehaltes weist mit zunehmender Entfernung vom Kamin keine Regelmäßigkeit auf. Die höheren Konzentrationen wurden hauptsächlich in Mulden festgestellt, wo die Möglichkeit der Absetzung der Schadstoffe größer ist.

Tab. 1: Grenzwerte der Bleibelastung (ppm) von *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus* und *Olea oleaster* im Zusammenhang mit den Windrichtungen in Lavrion.

Pflanzenart	Windrichtung			
	NO	SO	SW	NW
<i>Pinus halepensis</i>	72 - 238	86 - 200	90 - 335	65 - 270
<i>Quercus coccifera</i>	40 - 102	38 - 75	56 - 165	48 - 135
<i>Pistacia lentiscus</i>	43 - 90	46 - 79	53 - 180	45 - 106
<i>Olea oleaster</i>	39 - 96	43 - 103	60 - 170	40 - 92

Aufgrund der horizontalen Verteilung der Konzentrationen wurde festgestellt (Abb. 3), daß der Pb-Gehalt südwestlich des Kamins ungefähr doppelt so hoch war wie derjenige in anderen Richtungen. Die bedeutende Belastung des Bodens und der Pflanzenproben in dieser Gegend ist anscheinend darauf zurückzuführen, daß diese während des ganzen Jahres bzw. über einen langen Zeitraum im Jahr den nordöstlichen Winden ausgesetzt ist (s. Abb. 2). Über den großen Einfluß der Windrichtung berichten auch SUCHODOLLER (1967), PAGE et al. (1971) und LERCHE und BRECKLE (1974).

Die Untersuchungen zeigen, daß mit einer hohen Grundbelastung des Untersuchungsgebietes, vor allem des südwestlichen Teiles, zu rechnen ist, welches für die Bewohner Athens ein wichtiges Naherholungsgebiet darstellt.

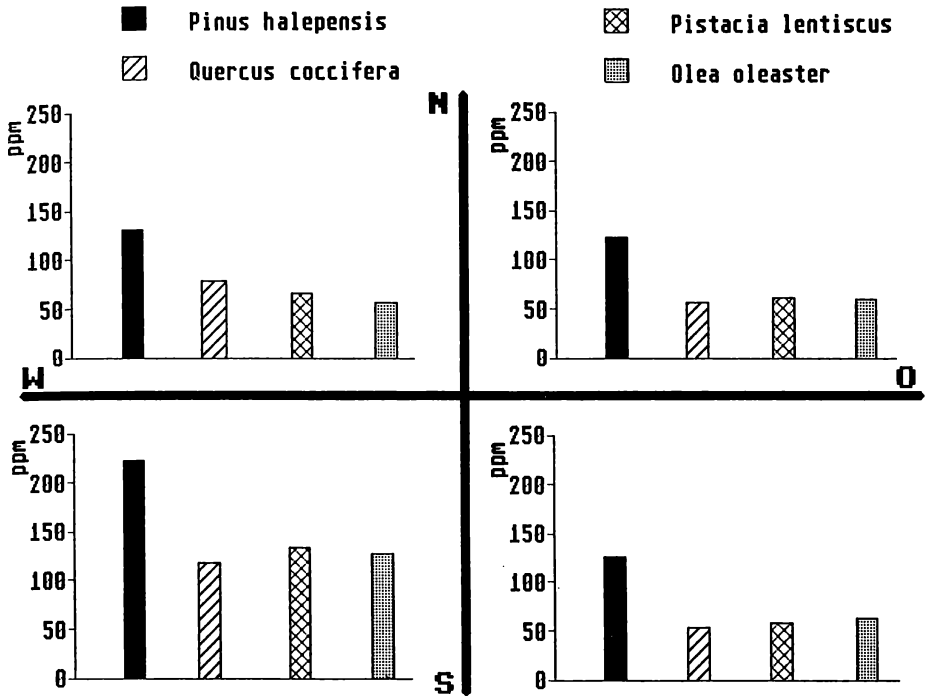


Abb. 3: Mittelwerte der Bleibelastung von *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus* und *Olea oleaster* im Zusammenhang mit den Windrichtungen in Lavrion.

#### LITERATUR

- CHRONOPOULOS J., 1980: Ökologische Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung auf den Rückständen von Schmelzöfenrückständen in Attika. - Dissertation TU Berlin.
- CHRONOPOULOS J., CHRONOPOULOU-SERELI A., 1986: Schwermetalltoleranz von *Crocus sieberi*, *Arisarum vulgare* und *Cyclamen graecum* in Lavrion (Attika). - Verhdlg. Ges. f. Ökologie XIV: 357-360.
- CHRONOPOULOS J., CHRONOPOULOU-SERELI A., 1986a: Vegetationsentwicklung schwermetalltoleranter Halophyten im Industriegebiet von Lavrion (Attika). - Landschaft u. Stadt 18 (1): 43-45.
- DÄSSLER H.G., 1981: Einfluß von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. - Fischer Verlag, Jena, 2. Auflage.
- ERNST W., 1974: Schwermetallvegetation der Erde. - Fischer Verlag, Stuttgart.
- HORVAT I., GLAVAC V., ELLENBERG H., 1974: Vegetation Südosteuropas. - Fischer Verlag, Stuttgart.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H.K., 1984: Trace elements in soil and plants: 233-238.
- KLOKE A., 1974: Blei-, Zink-, Cadmiumanreicherung in Boden und Pflanzen. - Staub-Reinhalung d. Luft 34, 18.
- LAGERWERFF J.V., SPECHT A.W., 1970: Contamination of roadside soil and vegetation with cadmium, nickel, lead and zinc. - Environ. Sci. and Technol. 4: 583-586.
- LERCHE H., BRECKLE S.W., 1974: Untersuchungen zum Bleigehalt von Baumblättern im Bonner Raum. - Angew. Botanik 48: 309-330.

- MARINOS G., PETRASCHECK W., 1956: Lauriom. - Geol. and Geoph. Research Vol. IV, Nr. 1, Inst. for Geology and Subsurface Research, Athens.
- MARIOLOPOULOS E.G., 1982: Das Klima Griechenlands (gekürzt). - Akademie Athens, Forschungszentrum für Physik der Atmosphäre und Klimatologie, No. 7, Athen.
- MARTEN G., HAMMOND P., 1966: Lead uptake by bromegrass from contaminated soils. - Agron. J. 58: 553-554.
- MAVROMMATIS G., 1980: Le bioklimat de la Grece. Relations entre le climat et la vegetation naturelle. - Cartes Bioklimatique, Inst. de Recherches Forestieres d`Athens.
- NAKOS G., 1979: Lead pollution: The fate of lead in the soil and its effects on *Pinus halepensis*. - Ministry of Agriculture, Forest Research Institute No. 195, Athen.
- NAKOU S., 1989: Einflüsse des Pb auf die Gesundheit. Untersuchungen des Instituts für die Gesundheit des Kindes. - Vortrag auf dem Kongreß "Gesundheit, Umwelt und Blei", Lavrion-Attika.
- PAGE A., CANJE T., JOSHI M., 1971: Lead quantities in plants, soil and air near some major highways in Southern California. - Hildardia 41: 1-31.
- STAATLICHE ELEKTRIZITÄTSWERKE GRIECHENLANDS, 1984: Messungen für die Verwertung des Sonnen- und Windpotentials Griechenland. - Vol. II, Athen.
- SUCHODOLLER A., 1967: Investigations into the lead content of plants close to roadways and into the uptake and translokation of lead by plants. - Ber. Schweiz. Bot. Ges. 77.
- UMWELTBUNDESAMT 1976: Luftqualitätskriterien für Blei. - Berichte 3/76.

#### ADRESSE

Dr. A. Chronopoulou-Sereli  
 Inst. f. Physik u. Agrarmeteorologie  
 Landw. Universität Athen  
 Iera odos 75  
 GR-11855 Athen  
 GRIECHENLAND

Dr. J. Chronopoulos  
 Inst. f. Zierpflanzenbau  
 und Gartengestaltung  
 Landw. Universität Athen  
 Iera odos 75  
 GR-11855 Athen  
 GRIECHENLAND

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [19 3 1991](#)

Autor(en)/Author(s): Chronopoulos Jannis, Chronopoulou-Sereli Aikaterini

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Pb-Belastung der Vegetation in Lavreotiki \(Attika\) 223-228](#)