

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Blei

Teil A 2c

VORKOMMEN

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Main Series, 8th Edition

Blei

Teil A 2c

Sedimentäre Abfolge. Metamorphe Abfolge. Hydrosphäre.

Atmosphäre

Mit 4 Figuren

HAUPTREDAKTEUR
(EDITOR IN CHIEF)

Isa Kubach

REDAKTEURE (EDITORS)

Isa Kubach, Wolfgang Töpper

WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER
(AUTHORS)

Elisabeth von Hermanni, Winfried Hoffmann,
Isa Kubach, Peter Schubert

System-Nummer 47



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1975

ENGLISCHE FASSUNG DER STICHWÖRTER NEBEN DEM TEXT
ENGLISH HEADINGS ON THE MARGINS OF THE TEXT
H. J. KANDINER, SUMMIT, N. J.

DIE LITERATUR IST BIS 1974 AUSGEWERTET,
IN EINZELFÄLLEN DARÜBER HINAUS

LITERATURE CLOSING DATE: 1974
IN INDIVIDUAL CASES MORE RECENT DATA HAVE BEEN CONSIDERED

Die vierte bis siebente Auflage dieses Werkes erschien im Verlag von
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg

Library of Congress Catalog Card Number: Agr 25-1383

ISBN 3-540-93298-4 Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg · New York
ISBN 0-387-93298-4 Springer-Verlag, New York · Heidelberg · Berlin

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. im Gmelin-Handbuch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als solche zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

Printed in Germany. — All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form — by photoprint, microfilm or any other means — without written permission from the publishers.

© by Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg 1975

Wiesbadener Graphische Betriebe GmbH, Wiesbaden

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Main Series, 8th Edition

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

BEGRÜNDET VON

Leopold Gmelin

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

ACHTE AUFLAGE

begonnen im Auftrage der Deutschen Chemischen Gesellschaft

von R. J. Meyer

E. H. E. Pietsch und A. Kotowski

fortgeführt von

Margot Becke-Goeßring

HERAUSGEGEBEN VOM

Gmelin-Institut für Anorganische Chemie

der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1975

Gmelin-Institut für Anorganische Chemie
der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften

KURATORIUM (ADVISORY BOARD)

Dr. J. Schaafhausen, Vorsitzender (Hoechst AG, Frankfurt/Main-Höchst), Dr. G. Breil (Ruhrchemie AG, Oberhausen-Holten), Prof. Dr. R. Brill (Lenggries), Prof. Dr. G. Fritz (Universität Karlsruhe, Karlsruhe), Prof. Dr. E. Gebhardt (Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart), Prof. Dr. W. Gentner (Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg), Prof. Dr. O. Glemser (Universität Göttingen, Göttingen), Prof. Dr. Dr. E. h. O. Haxel (Heidelberg), Prof. Dr. Dr. E. h. H. Hellmann (Chemische Werke Hüls AG, Marl), Prof. Dr. R. Hoppe (Universität Gießen, Gießen), Stadtkämmerer H. Lingnau (Frankfurt am Main), Prof. Dr. R. Lüst (Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München), Prof. Dr. H. Schäfer (Universität Münster, Münster)

DIREKTOR

Prof. Dr. Dr. E. h. Margot Becke

LEITENDE MITARBEITER (SENIOR MANAGEMENT)

Dr. W. Lippert, stellvertretender Direktor

Dr. K.-C. Buschbeck, ständiger Hauptredakteur

Verwaltungsleiter: W. Busch

HAUPTREDAKTEURE (EDITORS IN CHIEF)

Dr. K. v. Bacsko, Dr. H. Bergmann, Dr. H. Bitterer, Dr. R. Keim, Dipl.-Ing. G. Kirschstein, Dr. E. Koch, Dipl.-Phys. D. Koschel, Dr. I. Kubach, Dr. H.-K. Kugler, Dr. E. Schleitzer, Dr. A. Slawisch, Dr. K. Swars

MITARBEITER (STAFF)

Dipl.-Chem. V. Amerl, Z. Amerl, I. Banysch, D. Barthel, I. Baumhauer, R. Becker, Dr. K. Beeker, Dr. L. Berg, Dipl.-Chem. E. Best, Dipl.-Phys. E. Bienenmann, M. Brandes, N. Bremer, E. Brettschneider, E. Cloos, Dipl.-Phys. G. Czack, I. Deim, L. Demmel, Dipl.-Chem. H. Demmer, I. Dölz, R. Dombrowsky, Dipl.-Chem. A. Drechsler, Dipl.-Chem. M. Drößmar, M. Engels, V.-F. Fabrizek, I. Fischer, Dr. I. Flachs-bart, J. Füssel, Dipl.-Ing. N. Gagel, Dipl.-Chem. H. Gedschold, G. Grabowski, Dipl.-Phys. D. Gras, Dr. V. Haase, E. Hamm, H. Hartwig, B. Heibel, Dipl.-Min. H. Hein, G. Heinrich-Sterzel, H. W. Herold, U. Hettwer, Dr. I. Hinz, Dr. W. Hoffmann, Dipl.-Chem. K. Holzapfel, Dr. L. Iwan, Dipl.-Ing. A. Junker, Dr. W. Kästner, Dipl.-Chem. W. Karl, H.-G. Karrenberg, Dr. H. Katscher, Dipl.-Phys. H. Keller-Rudek, H. Klein, H. Koch, Dipl.-Chem. K. Koeber, H. Köppe, Dipl.-Chem. H. Köttelwesch, R. Kolb, E. Kranz, L. Krause, Dipl.-Chem. I. Kreuzbichler, Dr. U. Krüerke, Dr. P. Kuhn, Dr. I. Leitner, M.-L. Lenz, Dr. A. Leonard, Dipl.-Chem. H. List, E. Meinhard, Dr. P. Merlet, K. Meyer, M. Michel, Dr. A. Mirtsching, A. Moulik, M. Sc., K. Nöring, C. Pielenz, E. Preißer, I. Rangnow, Dipl.-Phys. H.-J. Richter-Ditten, Dipl.-Chem. H. Rieger, E. Rudolph, G. Rudolph, Dipl.-Chem. S. Ruprecht, Dipl.-Chem. D. Schneider, Dr. F. Schröder, Dipl.-Min. P. Schubert, Dipl.-Ing. H. Somer, E. Sommer, Dr. P. Stieß, Prof. Dr. W. Stumpf, M. Teichmann, Dr. W. Töpfer, Dr. B. v. Tschirschnitz-Geibler, Dipl.-Ing. H. Vanacek, Dipl.-Chem. P. Velic, Dipl.-Ing. U. Vetter, Dipl.-Phys. J. Wagner, Dr. R. Warncke, Dipl.-Chem. S. Waschk, Dr. G. Weinberger, Dr. H. Wendt, H. Wiegand, Dipl.-Ing. I. v. Wilucki, I. Winkler, K. Wolff, Dr. A. Zelle, U. Ziegler, G. Zosel

FREIE MITARBEITER (CORRESPONDENT MEMBERS OF THE SCIENTIFIC STAFF)

Dr. A. Bohne, Dr. G. Hantke, Dr. H. Lehl, Dr.-Ing. M. Lehl, Dipl.-Berging. W. Müller, Dipl.-Ing. K. Riesche, Dr. L. Roth, Dr. K. Rumpf, Dr. U. Trobisch

AUSWÄRTIGE WISSENSCHAFTLICHE MITGLIEDER
(CORRESPONDENT MEMBERS OF THE INSTITUTE)

Prof. Dr. Dr. A. Haas, Sc. D. (Cantab.)

Prof. Dr. Dr. h. c. E. Pietsch

Vorwort

Der vorliegende Band Blei A 2 c ist nach den Lieferungen Blei A 1, Geschichte, sowie Blei A 3 und A 4, Mineralien und Lagerstätten, die bereits erschienen sind, der erste Teilband der Lieferung A 2, die insgesamt die Kosmochemie und Geochemie von Blei behandeln wird. Die Fülle der bis 1974 und in Einzelfällen auch darüber hinaus erfaßten Literatur, die für Blei wichtige Sachverhalte aus diesen beiden Gebieten enthält, hat es nötig gemacht, eine Untergliederung dieser Lieferung in drei Bände vorzunehmen.

Der Teilband Blei A 2 c umfaßt die Sedimentäre und Metamorphe Abfolge sowie die Hydrosphäre und die Atmosphäre. Für alle genannten Gebiete werden die Herkunft von Blei, sein Auftreten und sein durch chemische und geologische Faktoren bedingtes Verhalten aufgezeigt. In der Sedimentären Abfolge werden die den Kreislauf des Bleis einleitenden Vorgänge der Verwitterung ausführlich beschrieben und dabei besonders die Zersetzung von Pb-Erzmineralien und die Neubildung zahlreicher Pb-Mineralien in den Oxidationszonen von Lagerstätten aufgezeigt. In der Metamorphen Abfolge wird besonderer Wert gelegt auf die Verteilung und Migration von Blei bei den verschiedenen Arten der Metamorphose. In der Hydrosphäre spielt die Abhängigkeit der Höhe der Pb-Gehalte vom Chemismus der Wässer sowie der Transport von Pb durch sie eine wesentliche Rolle. Für die Atmosphäre schließlich sind vor allem die radioaktiven Pb-Isotope von Bedeutung.

Darüber hinaus finden sich umfangreiche Zusammenstellungen analytisch bestimmter Pb-Gehalte in den einzelnen Gesteinsarten, in den verschiedenen Wässern sowie in der Luft und in Niederschlägen. Dabei wird nicht nur das Gesamtblei erfaßt, sondern auch die Isotopen des Bleis, deren Verhältnisse zueinander in noch ständig zunehmendem Maße für die Lösung genetischer Fragen im Bereich der Lithosphäre und für die Berechnung der Verweilzeit von Blei vor allem im Meerwasser und in den einzelnen Luftschichten herangezogen werden.

Kurz wird auf den umweltschädigenden Einfluß des Menschen eingegangen, der in den erhöhten Pb-Gehalten in Sedimenten, in Wässern und in der Luft deutlich wird.

Frankfurt am Main, Oktober 1975

Isa Kribbach

Preface

The following volumes dealing with lead have been published: Section A1 (History), Section A3 and A4 (Minerals and Deposits). The present volume, Lead A2c, is a portion of Section A2, which will have covered the cosmochemistry and geochemistry of lead when completed. The vast number of literature citations in both of these subject areas through 1974 (and even more recently in some cases) which contain pertinent textual material dealing with lead, has made it necessary to subdivide this section into three separately bound volumes.

Sectional Volume Lead A2c covers sedimentary and metamorphic cycles, as well as the hydrosphere and the atmosphere. The origin, occurrence, and behavior of lead—as defined by chemical and geological factors—are discussed for each of these subjects. The processes of weathering, which provide inputs into the lead cycle, are described in detail in the sedimentary cycle chapter, including the decomposition of lead minerals in the oxidation zones of lead deposits to form many other minerals. Particular attention is directed in the metamorphic cycle chapter to the distribution and migration of lead associated with various kinds of metamorphism. The hydrosphere chapter covers the relationship between the lead content and the chemism of the waters involved, as well as transport of lead by water. Radioactive leads isotopes are of particular importance in the atmosphere.

There are also comprehensive tabular listings of analytically determined lead content in various kinds of rock, in different waters, as well as in the air and in precipitations. Not only is total lead reported in these listings but also the isotopes of lead, whose relationship to one another is vitally important for solving genetic problems in the lithosphere and for calculating the retention time of lead in sea water, as well as in individual air strata.

The disruptive effect of human beings on the environment is covered concisely; this is made particularly clear by the continually increasing lead content of sediments, waters, and the air.

Frankfurt am. Main, October 1975

Isa Kubach

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page III)

	Seite		Seite
2.4.2 Sedimentäre Abfolge	1	Verhalten von Pb bei der Diagenese	70
Verwitterung	1	Mobilisation von Pb und Bildung von	
Stabilität und Löslichkeit von Pb-		Galenit aus Pb in syngenetischer	
Mineralien	1	Fixierung	70
Verhalten von Pb bei der Verwitterung		Verhalten von Pb bei der Bildung von	
Pb-haltiger Mineralien	3	Konkretionen	72
Verhalten von Pb bei der Gesteinsver-		2.4.3 Metamorphe Abfolge	75
witterung	4	Kontaktmetamorphose – Thermo-	
Migration und Ausfällung von Pb in		metamorphose	75
Oxidations- und Verwitterungszonen	9	Art des Auftretens von Pb	75
Migration von Pb	9	Nichtsulfidische Mineralien mit Blei als	
Ausfällung von Pb	10	Haupt- oder Nebenkomponte	75
Neubildung von Pb-Mineralien in den		Galenit als Kontakt- oder Hoch-	
Oxidationszonen von Lagerstätten	12	temperatur-Mineral	78
Allgemeines	12	Galenit als späte, niedriger temperierte	
Sulfate	13	Bildung	79
Carbonate	15	Pb-Sulfosalze (Spießglanze) in	
Arsenate und Phosphate	17	Skarnen	80
Molybdate, Wolframate, Chromate,		Pb in Telluriden und als Neben-	
Vanadate	18	komponente in anderen Sulfiden	
Oxide, Hydroxide und Bindheimit	20	aus Skarnen	81
Halogenide und Phosgenit	21	Räumliche Verteilung von Pb-Minera-	
Silikate	22	lien in Skarnen	81
Galenit und Gediegen Blei	22	Pb-Zn-Lagerstätten und poly-	
Abfolge der sekundären Pb-Mineralien in		metallische Vererzungen in	
den Oxidationszonen von Lagerstätten	24	Skarnen	82
Pb-haltige Mineralien in Oxidations- und		Hohe der Pb-Gehalte	83
Verwitterungszonen	26	Pb-Gehalte in Kontaktgesteinen und	
Bildung von Pb-Mineralien durch Ein-		Skarnen	83
wirkung von Meerwasser	27	Pb-Gehalte und Pb-Verteilung in	
Verteilung von Pb in Oxidationszonen	27	Kontaktzonen	85
Herkunft und Verhalten von Pb bei der		Herkunft und Verhalten von Pb bei der	
Sedimentation	29	Kontaktmetamorphose	86
Herkunft von Pb	29	Herkunft von Pb	86
Verhalten von Pb bei der Sedimentation	35	Verteilung und Migration von Pb	
Art des Auftretens von Pb in Sediment-		zwischen verschiedenen petrologi-	
gesteinen	38	schen Einheiten bei der Kontakt-	
Klastische Sedimente	38	metamorphose	88
Chemische und biogene Sedimente	40	Verteilung und Migration von Pb	
Mangankongkretionen und Bauxite	41	zwischen seinen Wirtsmineralien	90
Kohlen und Erdöl	41	Regionalmetamorphose	92
Höhe der Pb-Gehalte in Sedimenten	43	Art des Auftretens von Blei	92
Pb-Gehalte in Gesamtsedimenten	43	Pb in gesteinsbildenden Mineralien	92
Verteilung von Pb in Sedimenten	44	Pb in Akzessorien und radiogenes	
Tabellarische Zusammenstellung	49	Blei	94
Pb-Isotopenverhältnisse in Sedimenten		Blei-Gehalte und Blei-Isotopenverhält-	
und ihre Bedeutung für genetische		nisse in regionalmetamorphen	
Fragen	66	Gesteinen	97

	Se		Seite
Tabellarische Zusammenstellung der Blei-Gehalte	97	Grundwasser und Quellen	156
Zusammenstellung von Literatur mit Angaben über Pb-Isotopen-verhältnisse	109	Grundwässer	157
Verteilung von Pb in regionalmetamorph umgewandelten Gesteinen	112	Grubenwässer	159
Herkunft und Verhalten von Pb	119	Wässer aus Quellen und Brunnen	160
Herkunft	119	Oberflächenwässer	161
Verhalten von Pb in und zwischen Mineralphasen	120	Oberflächen- und Grundwässer großer Gebiete	161
Verhalten von Pb in Gesteinen ohne Berücksichtigung der Mineralfaziesbereiche	123	Flüsse	161
Verhalten von Pb in Mineralien und Gesteinen in verschiedenen Mineralfaziesbereichen	126	Binnenseen und Stauseen	164
Verhalten von Pb bei der Ultramorphose	129	Firnschnee und Gletschereis	164
Metablastese-Metatexis-Palingenese	129	Trinkwasser	165
Metasomatosen und Granitisation	133	Mineralwässer	166
Mobilisierung von Pb in Pb-haltigen Lagerstätten	137	Gesamt-Blei in Mineralwässern	166
Verhalten von Galenit und einiger Sulfosalze. Allgemeiner Überblick	137	Blei-Isotope in Mineralwässern	169
Beispiele metamorph überprägter Lagerstätten und das Verhalten Pb-haltiger Erzminerale in ihnen	139	2.6 Blei in der Atmosphäre	171
Bedeutung von Pb-Isotopen für die Klärung der Genese metamorpher, sulfidischer Lagerstätten	141	Herkunft	171
Mobilisation von Blei während metamorpher Vorgänge in Uran-Lagerstätten	142	Art des Auftretens und Entfernung aus der Atmosphäre	172
2.5 Blei in der Hydrosphäre	143	Transport und regionale Unterschiede	173
Herkunft	143	Beziehungen des ^{210}Pb-Gehalts zur Höhe in der Atmosphäre	174
Meerwasser	143	Verhalten von Pb und der radioaktiven Pb-Isotope im Jahres- und Tagesablauf	175
Grund- und Oberflächenwässer	143	Luft	175
Firnschnee und Gletscher	145	Niederschläge	176
Art des Auftretens	146	Gleichgewichtsverhältnisse zwischen ^{222}Rn und seinen Tochterprodukten	177
Beziehungen zwischen Pb-Gehalt und Chemismus der Wässer	148	Verweilzeit von ^{210}Pb und Pb in der Atmosphäre	178
Wanderung und Ausfällung	150	Pb-Gehalte in der Luft und in Niederschlägen	179
Quantitative Angaben	152	^{210}Pb -Gehalte in der Troposphäre	180
Meerwasser	152	Luft	180
Gesamtwerte und Verbleibzeit	152	Niederschläge	181
Einzelwerte	153	^{214}Pb - und ^{212}Pb -Gehalte in Luft	184
Tiefenprofile und horizontale Verteilung	155	Gesamtberechnungen für Pb und ^{210}Pb	184

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

	Page		Page
2.4.2 Sedimentary Cycle	1	Behavior of Pb in Diagenesis	70
Weathering	1	Mobilization of Pb and Formation of	
Stability and Solubility of Pb Minerals ..	1	Galena from Pb in Syngenetic	
Behavior of Pb during Weathering of		Fixation	70
Minerals Containing Pb	3	Behavior of Pb in Formation of	
Behavior of Pb during Weathering of		Concretions	72
Rocks	4	2.4.3 Metamorphic Cycle	75
Migration and Precipitation of Pb in		Contact Metamorphism—Thermal	
Oxidation and Weathering Zones ...	9	Metamorphism	75
Migration of Pb	9	Type of Occurrence of Pb	75
Precipitation of Pb	10	Nonsulfidic Minerals with Lead as	
Formation of Secondary Pb Minerals in		Main or Accessory Component ...	75
the Oxidation Zones of Deposits	12	Galena as a Contact or High-temper-	
General	12	ature Mineral	78
Sulfates	13	Galena as a Late, Low-temperature	
Carbonates	15	Formation	79
Arsenates and Phosphates	17	Pb Sulfosalts („Spießglanze“) in	
Molybdates, Tungstates, Chromates.		Skarns	80
Vanadates	18	Pb in Tellurides and as Accessory	
Oxides, Hydroxides and Bismutemite ..	20	Component in Other Sulfides	
Halides and Phosgenite	21	from Skarns	81
Silicates	22	Spatial Distribution of Pb Minerals in	
Galena and Native Lead	22	Skarns	81
Formation Sequence of Secondary Pb		Pb-Zn Deposits and Polymetallic	
Minerals in the Oxidation Zone of		Mineralizations in Skarns	82
Deposits	24	Pb Content	83
Minerals Containing Pb in Oxidation and		Pb Content of Contact Rocks and	
Weathering Zones	26	Skarns	83
Formation of Pb Minerals by Action of		Pb Content and Pb Distribution in	
Seawater	27	Contact Aureoles	85
Distribution of Pb in Oxidation Zones ...	27	Origin and Behavior of Pb in Contact	
Origin and Behavior of Pb in Sedimen-		Metamorphism	86
tation	29	Origin of Pb	86
Origin of Pb	29	Distribution and Migration of Pb	
Behavior of Pb in Sedimentation	35	among Various Petrologic Units	
Type of Occurrence of Pb in Sedimen-		in Contact Metamorphism	88
tary Rocks	38	Distribution and Migration of Pb	
Clastic Sediments	38	among Its Host Minerals	90
Chemical and Biogenic Sediments	40	Regional Metamorphism	92
Manganese Concretions and Bauxites ..	41	Type of Occurrence	92
Coals and Petroleum	41	Pb in Rock-forming Minerals	92
Pb Content of Sediments	43	Pb in Accessories and Radiogenic	
Average Pb Content of Total Sediments ..	43	Lead	94
Distribution of Pb in Sediments	44	Pb Content and Pb Isotopic Ratios in	
Tabular Compilation	49	Regional Metamorphic Rocks	97
Pb Isotopic Ratios in Sediments and		Tabular Compilation of Pb Contents ...	97
Their Importance in Genetic		Compilation of Literature with Data on	
Problems	66	Pb Isotopic Ratios	109

	Page		Page
Distribution of Pb in Regionally Metamorphically Transformed Rocks	112	Mine Waters	159
Origin and Behavior of Pb	119	Waters from Springs and Wells	160
Origin	119	Surface Waters	161
Behavior of Pb within and among Mineral Phases	120	Surface and Ground Waters of Large Regions	161
Behavior of Pb in Rocks without Considering Mineral Facies	123	Rivers	161
Behavior of Pb in Minerals and Rocks in Various Mineral Facies	126	Inland Lakes and Reservoirs	164
Behavior of Pb in Ultrametamorphism	129	Firn Snow and Glacier Ice	164
Metablastesis-Metatexis-Palingenesis	129	Drinking Water	165
Metasomatism and Granitization	133	Mineral Waters	166
Mobilization of Pb in Deposits		Pb Content of Mineral Waters	166
Containing Pb	137	Lead Isotopes in Mineral Waters	169
Behavior of Galena and Some Sulfosalts			
General Review	137	2.6 Lead in the Atmosphere	171
Examples of Metamorphically Modified Deposits and Behavior of Their Ore Minerals Containing Pb	139	Origin	171
Importance of Pb Isotopes for Clearing of Genesis of Metamorphic, Sulfide Deposits	141	Type of Occurrence and Removal from the Atmosphere	172
Mobilization of Lead during Metamorphic Processes in Uranium Deposits	142	Transport and Regional Differences	173
2.5 Lead in the Hydrosphere	143	Relationship between ^{210}Pb Content and Height in the Atmosphere	174
Origin	143	Annual and Daily Variation in Concentration of Pb and Its Radioactive Isotopes	175
Seawater	143	Air	175
Ground and Surface Waters	143	Atmospheric Precipitations	176
Firn Snow and Glaciers	145	Equilibria between ^{222}Rn and Its Daughters	177
Type of Occurrence	146	Residence Time of ^{210}Pb and Pb in the Atmosphere	178
Relationships between Pb Content and Chemism of Waters	148	Pb Content of the Air and of Atmospheric Precipitations	179
Migration and Precipitation	150	^{210}Pb Content of the Troposphere	180
Quantitative Data	152	Air	180
Seawater	152	Atmospheric Precipitations	181
Total Amount and Residence Time	152	^{214}Pb and ^{212}Pb Content of the Air	184
Specific Values	153	Overall Estimates for Pb and ^{210}Pb	184
Depth Profiles and Horizontal Distribution	155		
Ground Water and Springs	156		
Ground Waters	157		

Gliederung der Lieferung Blei A 2

A 2a 1	Kosmochemie	A 2b 2.4	Lithosphäre
2	Geochemie	2.4.1	Magmatische Abfolge
2.1	Kreislauf	A 2c 2.4.2	Sedimentäre Abfolge
2.2	Kristallchemische Grundlagen	2.4.3	Metamorphe Abfolge
2.3	Häufigkeit und Isotope	2.5	Hydrosphäre
		2.6	Atmosphäre

2.4.2 Sedimentäre Abfolge

Sedimentary
Cycle
Weathering

2.4.2.1 Verwitterung

Ausgangsmaterial für die Verwitterung in Erzlagerstätten ist das in sulfidischer Form, vorwiegend als Galenit, gebundene Pb, in nicht vererzten Gesteinen das in verschiedenen Mineralien als Spurenelement auftretende Pb, s. hierzu „Blei“ A 2a „Kristallchemische Grundlagen“. Neben den Unterschieden im primären Auftreten des Pb spielen die Arten der auslaugenden Lösungen, vor allem ihr pH-Wert, die Dauer der Einwirkung der Verwitterungsprozesse und andere Faktoren eine wesentliche Rolle für das Verhalten von Pb bei der Verwitterung.

2.4.2.1.1 Stabilität und Löslichkeit von Pb-Mineralien

Stability and
Solubility of
Pb Minerals

Galenit. Das Verhalten des Galenits unter hypergenen Bedingungen wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst, die sich zum Teil gegenläufig auswirken können, und ist dementsprechend unterschiedlich. Eine Rolle spielen nicht nur die Eigenschaften des Galenits selbst, sondern auch die Gegenwart oder Abwesenheit anderer Mineralien, die bei ihrer Verwitterung als Lieferanten von Zersetzungsagenden in Frage kommen und/oder als mögliche Partner für eine elektrochemische Lösung zu berücksichtigen sind. — Wechselnder Gehalt an submikroskopischen Poren, vgl. „Blei“ A 3, S. 21/2, ist wahrscheinlich bereits eine Ursache für die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit von Galeniten gegen ihre Oxidation [1]. Abweichungen im Chemismus können das Elektropotential beeinflussen, s. hierzu [2]; Ersatz von S durch Se in Galeniten erleichtert offenbar ihre Verwitterung, s. „Blei“ A 3, S. 27.

Von großer Bedeutung für Galenit ist seine Tendenz, unter dem Einfluß von Atmosphärien in Anglesit und Cerussit überzugehen, die ihrerseits unter günstigen Bedingungen sehr beständig sind, vgl. S. 2. Dieser Vorgang verläuft zunächst ganz bereitwillig, nach oberflächlicher Umhüllung der Kristalle aber immer langsamer, da die genannten Neubildungen den weiteren Zutritt von Verwitterungsagenden in den noch intakten Galenitkern erschweren, s. hierzu beispielsweise [3], [4, S. 158/9], [5, S. 378/9], [6, S. 14], [7]. Auf diese Weise geschützt, kann der an sich relativ unbeständige Galenit widerstandsfähiger werden als andere erzbildende Sulfide [8], s. auch [9], und bleibt häufig in Oxidationszonen erhalten [10, S. 149], gelegentlich auch in Sedimenten nahe von Lagerstätten und sogar in manchen Seifen [11], [12], [5, S. 178], [13, S. 163], vgl. [14, S. 103]. Im sauren Medium nimmt die Löslichkeit des aus Anglesit in Gegenwart von Kohlensäure entstandenen Cerussits mit Erniedrigung des pH-Wertes zu und damit auch die Oxidierbarkeit des Galenits [6, S. 14]. Die Umwandlung von Galenit in Anglesit wird beschleunigt durch $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -Lösungen (chemische Formeln sowie Schema der Umwandlungen s. [10, S. 150/1] und S. 13) und damit durch die Gegenwart von Pyrit [15] — besonders wenn dieser in großen Mengen vorhanden ist [6, S. 24] — und/oder von Chalkopyrit in den Primärerzen [16, S. 530]. Zersetzung durch CuSO_4 -Lösungen, wohl gemäß $\text{PbS} + \text{CuSO}_4 = \text{PbSO}_4 + \text{CuS}$ [10, S. 151], vgl. auch [16, S. 529, 537/41], wird von Nacu u. a. [17] an synthetischem PbS und natürlichen Galeniten untersucht. Über das Verhalten von Galenit in Schwefelsäure unter verschiedenen Bedingungen s. „Blei“ C, S. 518/9. In der Oxidationszone scheint die Substitution von Galenit durch Anglesit unter Einwirkung von Schwefelsäure von geringer Bedeutung zu sein [10, S. 151], die experimentell beobachtete Entstehung von H_2S wird möglicherweise durch Alabandineinschlüsse in Galenit bedingt [18].

Die Instabilität des Galenits in Anwesenheit von Cl^- -Ionen bewirkt eine beträchtliche Erhöhung seiner Zersetzbarkeit, s. „Blei“ C, S. 519, vgl. S. 9. Nach experimentellen Untersuchungen von Tseft u. a. [19] wird die stark auflösende Wirkung von FeCl_3 -Lösungen durch zusätzliches NaCl

noch erheblich vergrößert, da dieses die den Galenit vor weiterer Oxidation schützenden Neubildungen angreift.

Galvanische Lösung von Galenit durch Lokalelementbildung mit Sulfiden anderen Elektro-potentials wirkt sich gegenüber den sonstigen chemischen Oxidationsprozessen besonders in tiefegelegenen polymetallischen Lagerstätten mit guter Wasserzirkulation aus und kann zur Bildung charakteristischer Dispersionshöfe führen [20 bis 22], vgl. S. 10. Pyrit und Chalkopyrit beschleunigen infolge ihres höheren Potentials die Auflösung des Galenits, während ihre eigene Oxidation verzögert wird. Dies erfolgt so lange, bis der Galenit durch eine hinreichend dichte Anglesithülle isoliert ist [16, S. 536]. Bildung von Lokalelementen mit Markasit steigert nach experimentellen Untersuchungen die Galenitlöslichkeit um das 8- bis 14fache [6, S. 22]. Wo sowohl Galenit als auch Sphalerit in feuchtem Kontakt mit Pyrit oder Markasit stehen, lösen sich die Erstgenannten beide auf, während die Eisensulfide erhalten bleiben [23], [6, S. 21], [24]. Aufgrund seines niedrigeren Elektro-potentials wird Sphalerit in Kontakt mit Galenit vor diesem aufgelöst [6, S. 21]. Das demgegenüber in Lagerstätten — oder Partien von ihnen — mit wenig Pyrit beobachtete umgekehrte Stabilitäts-verhältnis wird mit dem unterschiedlichen Verhalten von Galenit und Sphalerit gegenüber schwefel-sauren Lösungen erklärt, s. hierzu [25 bis 27].

Komplexe Pb-Sulfide. Pb-Sulfantimonide sind gewöhnlich außerordentlich leicht oxidier-bar, z. B. in untersuchten Vorkommen aus Transbaikalien und Nevada [10, S. 152], sie können aber unter günstigen Umständen analog Galenit durch eine Umhüllung mit Anglesit und Cerussit zunächst vor der Verwitterung geschützt werden, wie beispielsweise in Lagerstätten des Keno Hill- Galena Hill-Gebiets, Yukon, Kanada [13, S. 199/200]. Aufgrund von Untersuchungen an Jamesonit-haltigen Erzen aus Idaho wird die folgende Reihe abnehmender Oxidationsgeschwindigkeit auf-gestellt: Jamesonit — Sphalerit — Tetraedrit — Galenit — Covellin — Chalkopyrit — Pyrit [28]. Bei Ver-witterung von Pb-Sulfantimoniden wie Jamesonit, Bournonit und Boulangerit wird meistens Bind-heimit als Zwischenprodukt gebildet, s. S. 20. Die Boulangerit-Oxidation endet gewöhnlich in einem Gemisch von schwer beweglichen Sb-Oxiden und Cerussit, s. hierzu [10, S. 152], vgl. „Blei“ A 3, S. 43. Cerussit entsteht auch bei Verwitterung von Geokronit, s. „Blei“ A 3, S. 37, und neben Cassiterit und Markasit bei der Verwitterung von Kylindrit, s. „Blei“ A 3, S. 70. Cassiterit wird außer-dem als Zersetzungsprodukt von Franckit genannt, s. „Zinn“ A, S. 280. Als Verwitterungsprodukte von primären komplexen Pb-Bi-Sulfiden werden gewöhnlich Bi-Mineralien beobachtet: Wismutocker aus Nuffieldit, s. „Blei“ A 3, S. 50, Bismut und Bismutit aus Galenobismutit, s. „Blei“ A 3, S. 67, zusammen mit Bismoclit aus Cosalit, s. „Blei“ A 3, S. 48. Bei Verwitterung von Aikinit (Patronit) kommen in der Oxidationszone zu Bismutit noch Malachit und Azurit, s. „Blei“ A 3, S. 32. Produkte der supergenen Zersetzung von Kobellit sind Bi-Sb-Oxide, s. „Blei“ A 3, S. 64.

Gediegen Blei. Aus offensichtlich hydrothermalen Lösungen auf der Halbinsel Cheleken im Kaspischen Meer als schwammiges Aggregat gefälltes Gediegen Blei oxidiert an der Luft nahezu vollständig in 3 bis 4 Tagen [29]. Seine Erhaltung in alluvialen Ablagerungen bzw. Seifen der Krim wird durch einen Schutzfilm aus Anglesit und Cerussit ermöglicht [30]. Als Zersetzungsprodukte von Gediegen Blei werden auch Mennige und Massicotit beobachtet, s. „Blei“ A 3, S. 1.

Die Löslichkeit von Anglesit in Wasser ist sehr gering [31], vgl. „Blei“ C 2, S. 569/70, noch weniger löslich ist Cerussit [32], s. „Blei“ C 2, S. 708. Beudantit ist wegen seiner Unlöslichkeit in Säuren recht stabil [33]. Eh-pH-Diagramme für Galenit, Anglesit, Cerussit s. [4, S. 158/9, 165/6], für Pb-Oxide [34], [35], [36] und für die Pb-Oxide im Pb-Mo-System [35].

Literatur zu 2.4.2.1.1:

- [1] P. Ramdohr (Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, 3. Aufl., Berlin 1960, S. 598). —
- [2] H. Rechenberg (Neues Jahrb. Mineral. Monatsh. 1951 88/91). — [3] T. S. Lovering (U. S. Geol. Surv. Profess. Papers Nr. 176 [1934] 1/64, 31). — [4] R. M. Garrels (Geochim. Cosmochim. Acta 5 [1954] 153/68). — [5] A. G. Betshtin [Betekhtin] (Lehrbuch der Mineralogie, Berlin 1953).
- [6] M. M. Konstantinov (Proiskhozhdenie Stratifikirovannykh Mestorozhdenii Svintsy i Tsinka, Moskva 1963). — [7] H. Krause (Z. Erzbergbau Metallhüttenw. 13 [1960] 387/92, 390/1). —
- [8] H. E. Hawkes (U. S. Geol. Surv. Bull. Nr. 1000-B [1954] 51/101, 76). — [9] H. E. Hawkes (U. S. Geol. Surv. Bull. Nr. 1000-F [1957] 225/355, 265). — [10] S. S. Smirnow (Die Oxydations-zone sulfidischer Lagerstätten, Berlin 1954).

[11] W. Lindgren (Mineral Deposits, 4. Aufl., New York - London 1933, S. 249/50). — [12] E. C. Willey (Econ. Geol. **65** [1970] 40/6, 44). — [13] R. W. Boyle (Can. Dept. Mines Tech. Surv. Geol. Surv. Can. Geol. Surv. Bull. Nr. 111 [1965] 1/302). — [14] F. I. Vol'fson, E. M. Nekrasov (in: *Metally v Osadochnykh Tolshchakh*, Moskva 1965, S. 69/142). — [15] K. Rankama, T. G. Sahama (Geochemistry, Chicago 1950, S. 735).

[16] A. L. Anderson (Econ. Geol. **25** [1930] 528/42). — [17] A. Nacu, C. Botez, D. Nacu (Anale Stiint. Univ. Al. I. Cuza Iasi [2] Ic **12** Nr. 1 [1966] 33/42). — [18] G. S. Nishihara (Econ. Geol. **9** [1914] 743/57, 746/7). — [19] A. L. Tseft, D. Ya. Livinskii, R. M. Vygoda (Vestn. Akad. Nauk Kaz. SSR **15** Nr. 2 [1959] 38/49, 46/7). — [20] G. B. Sveshnikov, S. L. Dobychin (Geokhimiya **1956** Nr. 4, S. 70/5).

[21] G. B. Sveshnikov (Uch. Zap. Leningr. Gos. Univ. Ser. Fiz. Geol. Nauk Nr. 12 [1960] 130/41, 140). — [22] G. B. Sveshnikov (Mezhdunar. Geol. Kongr. 21-ya Sessiya Dokl. Sov. Geol., Kopenhagen 1960, Bd. 2, S. 71/7 [englisch S. 76]). — [23] V. H. Gottschalk, H. A. Buehler (Econ. Geol. **7** [1912] 15/34, 32). — [24] W. Žabiński (Prace Geol. Nr. 1 [1960] 1/99, 97 [englisch S. 87/99]). — [25] J. H. Taylor (Mineral. Mag. **31** [1956/58] 908/13).

[26] H. F. Grondijs, C. Schouten (Econ. Geol. **32** [1937] 407/50, 435). — [27] M. D. Garretty, R. Blanchard (Econ. Geol. **37** [1942] 365/407, 393/401). — [28] A. L. Anderson (Econ. Geol. **27** [1932] 687/703, 689/92, 702). — [29] L. M. Lebedev (Dokl. Akad. Nauk SSSR **174** [1967] 197/200; Dokl. Earth Sci. Sect. **174** [1967] 173/6). — [30] G. A. Bulkin (Dopovidi Akad. Nauk Ukr. RSR **1959** 662/5).

[31] H. Krause (Neues Jahrb. Mineral. Abhandl. **100** [1963] 185/202, 192). — [32] B. S. Khristoforov (Zap. Vses. Mineralog. Obshchestva **86** [1957] 508/10, 509). — [33] V. N. Dubinina (in: V. I. Vol'fson, I. V. Belov, M. M. Odintsov, N. V. Pavlov, G. A. Sokolov, P. M. Khrenov, L. I. Shabynin, Voprosy Genezisa i Zakonomernosti Razmeshcheniya Endogennykh Mestorozhdenii, Moskva 1966, S. 191/213, 205). — [34] T. Takahashi (Econ. Geol. **55** [1960] 1083/1115, 1101/4). — [35] S. A. Williams (Econ. Geol. **58** [1963] 1119/25, 1120/4).

[36] R. M. Garrels, C. L. Christ (Solutions, Minerals, and Equilibria, New York-Evanston-London-Tokyo 1965, S. 233/8).

2.4.2.1.2 Verhalten von Pb bei der Verwitterung Pb-haltiger Mineralien

Behavior of
Pb during
Weathering
of Minerals
Containing
Pb

Pb, das in granitischen Gesteinen zum größten Teil an die Feldspäte gebunden ist, s. „Blei“ A2b „Magmatische Abfolge“, geht bei der Aluminosilikatverwitterung in Lösung [1]. Bei Verwitterung der Gesteine vom Westteil des Ukrainischen Schildes, vorwiegend Granitoiden, wird Pb zunächst aus den Pyroxenen, danach erst aus den Feldspäten freigesetzt [2]. Aus Graniten und Metamorphiten im Französischen Zentralmassiv wird bei Verwitterung in zwei Etappen das in den Kalifeldspäten enthaltene Pb erst nach Verwitterung der Plagioklase mobilisiert [3]. Stark verwitterte Biotite des Lauterer Granits aus dem westlichen Erzgebirge sind erheblich Pb-ärmer als die frischen Mineralien [4]. Pb-Verlust auch bei Verwitterung von Zirkonen, z. B. aus Paragneisen und granitisierten Sedimenten der Strona-Ceneri-Zone, Südliche Alpen [5], besonders groß in solchen aus Rückstandstonen des Morton-Gneises, südwestliches Minnesota, dessen Verwitterung bereits in der Kreidezeit eingesetzt hat [6]. Untersuchungen der Isotopenverhältnisse in Zirkonen zeigen Unterschiede im Verhalten von gewöhnlichem und radiogenem Pb in verschiedenen Stadien der Granitverwitterung [7]. Das in der Verwitterungskruste um Monazitkristalle angereicherte Isotop ^{204}Pb stammt wahrscheinlich aus den Feldspäten, die beide Mineralien enthaltenden Gesteine, s. [8].

Oxidation von Uraninit ist offensichtlich mit Pb-Zunahme verbunden [9]. Bei Auslaugung von Pechblenden aus Katanga mit H_2SO_4 -Lösungen erfolgt die Konzentration des Pb relativ zu U aufgrund der besseren Löslichkeit des letzten [10]. Bei Oxidation U-haltiger Glaukonite zu Goethit bleibt der Pb-Gehalt in der gleichen Größenordnung [11]. Praktisch unveränderte Pb-Gehalte auch bei Leukoxenisierung von Ilmeniten aus Sedimenten der Kin-Yalin-Senke im nördlichen Asow-Gebiet [12].

Literatur zu 2.4.2.1.2:

[1] V. T. Pogrebnoi, A. D. Dodatko, D. P. Khorosheva, M. D. El'yanov (in: *Kory Vyvetrivaniya na Territorii SSSR*, Bd. 2, Kiev 1971, S. 44/59, 55). — [2] S. V. Nechaev, L. S. Sonkin (Geol. Zh. **32** Nr. 3 [1972] 60/72, 71). — [3] J. C. Samama (in: G. C. Amstutz, A. J. Bernard, Ores in Sediments, Berlin-Heidelberg-New York 1973, S. 247/65, 249). — [4] H. Bräuer (Geologie [Berlin] **7** [1958]

1080). — [5] V. Koppel, M. Grünenfelder (Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 51 [19/1] 385/409 404).

[6] T. W. Stern, S. S. Goldich, M. F. Newell (Earth Planet. Sci. Letters 1 [1966] 369/71). —

[7] M. Grünenfelder, L. Silver. 1957 laut F. G. Houtermans (Geol. Rundschau 49 [1960] 168/96,

176). — [8] E. S. Burkser, G. D. Eliseeva, V. R. Lechehleb, N. P. Shcherbak (Byul. Komis. po Opređ. Absolyutn. Vozrasta Geol. Formatsii Akad. Nauk SSSR Otd. Geol. Geogr. Nauk Nn 5 [1962] 48/

52). — [9] H. V. Ellsworth (Am. Mineralogist 15 [1930] 455/60, 458). — [10] G. Phair, H. Levine (Econ. Geol. 48 [1953] 358/69, 363).

[11] M. F. Kashirtseva, A. N. Shebnin, L. V. Voronkevich (Sov. Geol. 4 Nr. 11 [1961] 131/7, 132). — [12] V. Kh. Gevork'yan (Dopovidi Akad. Nauk Ukr. RSR 1964 1200/5; Geochem. Intern. 1964 1190/5).

Behavior of
Pb during
Weathering
of Rocks

2.4.2.1.3 Verhalten von Pb bei der Gesteinsverwitterung

Für das Verhalten von Pb bei der Verwitterung von Gesteinen ist zunächst die Art seines Auftretens in ihnen, von Bedeutung, d. h. die Beständigkeit der Pb-führenden Silikate und/oder des Galenits in Relation zu den übrigen Komponenten. Die Stabilität dieser Mineralien hängt ab von den klimatischen Bedingungen bzw. dem jeweiligen Grad, bis zu dem der Verwitterungsprozeß im speziellen Fall fortgeschritten ist. Einmal in Lösung gegangenes Pb kann ausgelaugt, beim Vorhandensein sorptionsfähiger Verwitterungsprodukte aber auch erneut fixiert werden. Dies führt häufig schon zu einer Differenzierung des Verhaltens in den Horizonten ein und desselben Verwitterungsprofils. — In Böden können Pb-Verschiebungen durch die verwitterungsbedingten Prozesse durch solche des biochemischen Zyklus überlagert werden [1, S. 120/1].

Die relative Beweglichkeit von Pb in Bezug zu anderen Elementen wird in verschiedenen Migrationsreihen dargestellt: s. für die Verhältnisse bei der Verwitterung von Migmatiten und Graniten des Französischen Zentralmassivs [2], von hauptsächlich Migmatiten in einigen kristallinen Massiven Europas und Afrikas [3] und für das Verhalten von Pb in verschiedenen Gesteinen im Gebiet zwischen den Flüssen Tom' und Yaya in der westsibirischen Taigazone [4]. Bei lateritischer Verwitterung basischer Gesteine ist Pb wie auch Ni, Zn und Cu beweglicher als beispielsweise Cr und V, weniger beweglich als Mn und Co [5]. Auch die Isotopen von Pb können sich bei der Gesteinsverwitterung unterschiedlich verhalten: Versuche zur Auslaugung von Pb in Graniten zeigen, daß sich ^{206}Pb bereits mit sehr verdünnten Salzsäurelösungen extrahieren läßt, ^{208}Pb erst mit konzentrierten Säuren, während das gewöhnliche Pb (60% des Gesamt-Pb) im silikatischen Rückstand verbleibt. Bei Extraktion von Pb aus sauren Vulkaniten, Argilliten und Sandsteinen ändert sich die Isotopenzusammensetzung nicht. Das in der tonigen Verwitterungsrinde saurer Vulkanite befindliche Pb ist zum größten Teil migrationsfähig; eine Trennung der Pb-Isotope findet bei der Extraktion mit verdünnten anorganischen Säuren nicht statt. Wahrscheinlich führt die Verwitterung in einem ariden Klima zur Zerstörung der Silikatgitter und zur Homogenisierung der Auftretensformen des Pb [6].

Der Einfluß der jeweils vorherrschenden, über Mobilität oder Immobilität von Pb entscheidenden Verwitterungsbedingungen, an Hand zahlreicher terrestrischer Lagerstätten in Sandsteinen untersucht, führt zu folgenden Schlußfolgerungen: In demselben Untergrund, herzynischen Graniten und Metamorphiten des Französischen Zentralmassivs, treten einmal bei monosiallitischer Verwitterung (Kaolinisierung) i. v. vorpermischer Zeit Bedingungen ein, die zur Auslaugung und Migration von Pb führen, während ein mehr zur Biallitisierung, d. h. ein vorwiegend zu Illit- und Montmorillonitbildung tendierender Prozeß in vortriassischer Zeit die Voraussetzungen zur Konzentration von Pb im Rückstand bewirkt [7]. Pb-Konzentration auch bei Verwitterung von Granodiorit, Basalt, Granit und metamorphisiertem Andesit aus den USA mit bevorzugter Bindung an einige Tonminerale der Rückstandsböden, und zwar stärker in 2 Böden aus dem humideren Osten als in den beiden anderen Böden aus den semiariden Weststaaten [8].

Lateritische Verwitterung bedeutet für Schiefer-ton und andere Gesteine aus dem Nyeba-Distrikt, Nigeria, mit einer Ausnahme, s. S. 7, eine erhebliche Pb-Zunahme, Gehalte in ppm Pb, s. die folgende Tabelle nach [10]:

Herkunft	Gestein	frisch	angewittert	Lateritischer Boden	Laterit
Nyeba-Distrikt					
verschiedene Lokaltäten	Schieferton	—	67	75	114
Abakaliki	Diorit	—	35	210	280
nördlich Obudu	Biotitgneis	19	—	—	64

In Lateritprofilen über Serpentinitten von Greenvale und Rockhampton, Australien, die frisch 6 bzw. 9 ppm enthalten, ist Pb nach Zeissink [11] wie folgt verteilt:

Verwitterungs-zonen	Fe ₂ O ₃ in %	Profil Greenvale ppm Pb		Anzahl Proben	Profil Rockhampton ppm Pb		Anzahl Proben
		Bereich	Mittel		Bereich	Mittel	
Fe-reiche Zone	> 30	16 bis 18	17	6	8 bis 18	13	8
Montmorillonit-Zone	30 bis 15	18 bis 25	20	3	5 bis 10	8	5
Zersetzter Serpentinitt	< 15	je 14	14	3	5 bis 10	8	5

In einem über Granit entstandenen Lateritprofil in Kot, Provinz Gujarat, Nordwest-Indien, ist die Pb-Anreicherung gegenüber dem unverwitterten Gestein auf nur eine von 4 Stufen, einen hellen Horizont mit rotbraunen Fe-führenden Konkretionen, beschränkt [1, S. 115].

Bei Verwitterung zu Bauxit ist nach Wedepohl [1, S. 118] Konzentration von Pb gegenüber den Primärgesteinen zu erwarten; demgegenüber interpretieren Gordon, Murata [12] die von ihnen festgestellte ungefähre Gleichheit der Gehalte in Nephelinsyeniten und in aus diesen entstandenen Bauxiten in Arkansas mit einer aufgrund des Ionenpotentials von Pb angenommenen Verarmung an diesem Element, die durch eine nach der Bauxitisierung erfolgte Pb-Anreicherung kompensiert wird.

Auch bei nicht lateritischer Verwitterung Zunahme von Pb: Ein 20 Meilen östlich von Obudu vorkommender Glimmerschiefer mit ursprünglich 23 ppm Pb enthält angewittert 56 ppm Pb und aus ihm entstandener Boden 64 ppm Pb; in Boden aus Kieselschiefer derselben Herkunft 50 ppm Pb gegenüber 65 ppm Pb im angewitterten Gestein. Bei Verwitterung von Schieferton östlich Nyeba, die unter relativ trockenen Bedingungen zu Tonen führt, ist Pb zumindest im organischen Oberflächenhorizont angereichert: Gefleckter Ton aus etwa 3 m und Grauer Ton aus 60 cm Tiefe enthalten 20 bzw. 23 ppm, Organischer Ton in 8 cm Tiefe dagegen 55 ppm Pb [10].

Verwitterung unter ariden Verhältnissen mit Bildung von Wüstenlack ist in allen bisher untersuchten Proben mit Pb-Zunahme verbunden: Von je 6 Geröllen aus dem Death Valley, California, und aus Nordost-Nevada mit insgesamt < 10 bis 70 ppm Pb enthalten die sie überziehenden Lacke 20 bis 1000 ppm Pb [13].

Sande und Tone als Verwitterungsprodukte von Gesteinen aus 3 verschiedenen Klimagebieten mit zunehmender Intensität der chemischen Verwitterung zeigen für Pb eine Tendenz zur Bevorzugung der kleinen Kornklassen, die am deutlichsten unter den extremen Bedingungen Neuseelands zum Ausdruck kommt (Gehalte in ppm), vgl. hierzu auch [1, S. 119/20]:

Herkunft	Gestein	frisch	Silt	Ton	Literatur
Oslogebiet					
Katnosa-See,	Alkalisyenit Muskovit- schiefer	< 15	< 15	20	[14, S. 270]
Nordmarka					
Bleikan,					
Hadeland		< 15	15	< 15	[14, S. 276]