HANDBUCH DER PFLANZENERNÄHRUNG UND DÜNGUNG

BEGRÜNDET VON
KARL SCHARRER UND HANS LINSER

HERAUSGEGEBEN VON
DR. PHIL. HANS LINSER

O. UNIVERSITÄTSPROFESSOR FÜR PFLANZENERNÄHRUNG
DIREKTOR DES INSTITUTS FÜR PFLANZENERNÄHRUNG
DER JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT IN GIESSEN

IN DREI BÄNDEN

ZWEITER BAND
BODEN UND DÜNGEMITTEL
ERSTE HÄLFTE

1966
SPRINGER-VERLAG
WIEN · NEW YORK

BODEN UND DÜNGEMITTEL

BEARBEITET VON

E. ABRAHAMCZIK · J. M. ALBAREDA HERRERA · H.-J. ALTEMÜLLER
A. AMBERGER · N. ATANASIU · J. BAHEYENS · H. BANTHIEN · G. BARBIER
P. BOEKEL · H. BORTELS · G. BRAUNE · M. DE BOODT · L. DE LEENHEER
E. ERIKSSON · W. FLAIG · H. FRANZ · H. FRESE · A. FRUHSTORFER
S. GERICKE · G. GLATHE · H. GLATHE · W. HÖFNER · K. KAINDL
E. KNICKMANN · H. KOEPF · J. J. LEHR · H. LINSER · H. LÖCKER
E. MÜCKENHAUSEN · H. MÜLLER · D. J. D. NICHOLAS · T. NIEDERMAIER
P. K. PEERLKAMP · V. RANK · K. RAUHE · E. RAUTERBERG · G. RIEHLE
J. CHR. SALFELD · H. K. SCHÄFER · K. C. SCHEEL · U. SCHWERTMANN
H. SÖCHTIG · S. TROCMÉ · B. WOHLRAB · F.-H. ZIEMER

ERSTE HALFTE

MIT 188 ZUM TEIL FARBIGEN ABBILDUNGEN
IM TEXT UND AUF EINER AUSSCHLAGTAFEL

1966

SPRINGER-VERLAG

WIEN · NEW YORK

ISBN-13: 978-3-7091-8198-0
DOI: 10.1007/978-3-7091-8197-3

e-ISBN-13: 978-3-7091-8197-3

Alle Rechte,
insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Ohne schriftliche Genehmigung des Verlages
ist es auch nicht gestattet, dieses Buch oder Teile daraus
auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
oder sonstwie zu vervielfältigen

© 1966 by Springer-Verlag / Wien

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1966

Library of Congress Catalog Card Number 66-16426

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in
diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme,
daß solche Namen im Sinn der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei
zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften

Titel-Nr. 8323

Vorwort

Seit dem Erscheinen des zweibändigen Standardwerkes von F. HONCAMP, „Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre“, sind mehr als dreißig Jahre vergangen. Bei den stürmischen Fortschritten auf allen Gebieten der Naturwissenschaften, insbesondere der Chemie, Pflanzenphysiologie, Biochemie, Bodenkunde und Technologie, ist dieses zur Zeit seines Erscheinens so ausgezeichnete Handbuch natürlich längst veraltet.

Zweifellos besteht heute ein dringendes Bedürfnis nach einem ähnlichen Werk. Wenn wir von dem ursprünglichen Plan abgekommen sind, das HONCAMPsche Handbuch in neuer Auflage zu bearbeiten, so vor allem deswegen, weil die tiefgreifende Entwicklung auf diesem Gebiet eine völlig neue Gestaltung des Werkes geboten erscheinen ließ. Es gliedert sich nun in drei Bände.

Band I behandelt im wesentlichen die physiologischen Grundlagen der Pflanzenernährung. Er enthält eine ausführliche und systematische Darstellung der eigentlichen Ernährungsphysiologie. Auf eine Erörterung der allgemeinen pflanzenphysiologischen Grundlagen konnte dabei verzichtet werden, weil im RUHLANDschen „Handbuch der Pflanzenphysiologie“ ein umfassendes und modernes Nachschlagewerk zur Verfügung steht.

Band II beschäftigt sich mit dem Boden und den Düngemitteln. Unter Berücksichtigung der modernen Agrikulturchemie haben wir das heutige Wissen über den Boden als Standort und Nährstoffquelle der Pflanze unter den Verhältnissen der landwirtschaftlichen Praxis und des Gartenbaues bzw. des Forstwesens systematisch zusammengefaßt. Die folgenden Kapitel befassen sich mit der Beschreibung und Herstellung der verschiedenen Wirtschafts- und Handelsdüngemittel. Gerade auf diesem Gebiet bestehen in der wissenschaftlichen Literatur erhebliche Lücken, da keine größeren Lehr- oder Handbücher vorhanden sind, die sich eingehender mit der Technologie der Düngemittel und der Düngung beschäftigen.

Band III behandelt schließlich die Ausbringungsverfahren für Düngemittel sowie die Düngung aller wichtigen landwirtschaftlichen, gärtnerischen und forstlichen Kulturpflanzen einschließlich wichtiger tropischer Arten. Sondergebiete, wie die Düngung von Moor und Anmoor und die Düngung von Teichen, sind in eigenen Abschnitten behandelt. Besonderes Augenmerk ist in ausführlichen Kapiteln der Rentabilität und der wirtschaftlichen Bedeutung der Düngung wie auch ihren ernährungsphysiologischen Auswirkungen gewidmet. Ein Anhang gibt einen Überblick über die während der letzten Jahre in verschiedenen Ländern hauptsächlich verwendeten Nährstoffverhältnisse in Düngemitteln.

Das vorliegende Werk soll der agrikulturchemischen Forschung einen Überblick über den heutigen Entwicklungsstand auf dem Gebiet der Pflanzenernährung und Düngung vermitteln. Ist uns dies gelungen, so war die dabei aufgewandte Mühe nicht vergeblich. Die Erfordernisse der praktischen Landwirtschaft bringen es mit sich, daß einzelne Fragen recht unterschiedliches Gewicht haben. Die Gliederung des Stoffes konnte daher nicht nur nach logischen

und theoretisch-sachlichen Gesichtspunkten vorgenommen werden. Wir hielten es auch für richtig, einzelne Gegenstände unter verschiedenen Gesichtspunkten darzustellen, wie sie sich aus den unterschiedlichen Betrachtungsweisen verschiedener Forscher und Autoren ergeben. Wenn dadurch gewisse Überschneidungen verursacht wurden, so halten wir dies nicht für einen Nachteil.

Professor Dr. Dr. h. c. Dr. h. c. KARL SCHARRER, der langjährige Direktor des agrikulturchemischen Instituts der Justus-Liebig-Universität in Gießen, gab den Anstoß zum Entstehen dieses Werkes, mit dem er seinen grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiete der Agrikulturchemie und insbesondere auf dem des Düngungswesens einen zusammenfassenden Abschluß geben wollte. Seine letzten Bemühungen vom Krankenbett aus galten diesem Buch. Sein früher Tod ließ ihn das Entstehen des Gesamtwerkes nicht mehr erleben. Der Herausgeber hofft, es in seinem Sinne weitergeführt zu haben.

Über hundert Wissenschaftler und Techniker aus aller Welt haben an dem Werk mitgearbeitet. Ihnen allen sei an dieser Stelle besonders gedankt. Zu danken ist aber auch jenen, die bei der umfangreichen redaktionellen Arbeit tatkräftig mitgewirkt haben, vor allem Frau Dr. ELFRIEDE PRESOLY (Linz), Herrn Dr. KARL-HERMANN NEUMANN (Gießen), der auch die Register angefertigt hat, sowie Frau EDITH HARNDT, Frau CHRISTEL FRIEDRICH und Frau ELLEN NEUMANN (Gießen) sowie den Herren Dr. JOACHIM BOHRING und Dipl.-Landw. JÜRGEN DRESSEL.

Dem Springer-Verlag in Wien, der sich dem Plan von Anfang an aufgeschlossen gezeigt hat, gebührt Dank für alle die Sorgfalt, die er dem Werk hat angedeihen lassen.

Gießen, im Frühjahr 1966

Hans Linser

Inhaltsverzeichnis der ersten Hälfte

	Seite
Introduction: The General Problem of Interaction Between Soils and Fertilizers in Their Action on Plant Yield. By Professor Dr. J. M. ALBAREDA HERRERA	1
Soil Science, Sedimentology and Geochemistry.....	3
Soil Minerals	5
Mineral Stability and Fertility	6
The Various Actions of Humus	7
The Assimilability of the Elements	9
Adsorption and Ionic Exchange	12
Nutrient Elements	13
Fertilizers	15
Growth Factors and Plant Yield	16
Literature	18
 I. Der Boden als Standort der Pflanze	 23
A. Bodentypen und Bodenarten	23
a) Verwitterung. Von Professor Dr. Dr. E. MÜCKENHAUSEN	23
1. Begriffsbestimmung	23
2. Die Gesteinszerstörung durch exogene geologische Kräfte	23
A. Die Erosion.....	23
B. Die Exaration	24
C. Die Korrasion.....	24
3. Die physikalische Verwitterung	25
A. Die Insolation	25
B. Die Frostsprengung	26
C. Die Salzsprengung	27
D. Die Kapillarwirkung des Wassers	27
E. Der Druck durch Pflanzenwurzeln	27
F. Die mechanische Gesteinszerkleinerung durch Tiere	28
4. Die chemische Verwitterung	28
A. Die Agenzien der chemischen Verwitterung	29
1. Das Wasser 29. — 2. Die Kohlensäure 29. — 3. Der Sauerstoff 30. — 4. Das Schwefeldioxyd 30. — 5. Die Salpetersäure 30. — 6. Das Ammoniak 30. — 7. Das Steinsalz 30. — 8. Säuren des Bodens 30.	
B. Die Lösungsverwitterung	31
C. Die Silikatverwitterung	32
1. Die Mineralauflockerung durch Hydratation 33. — 2. Die Oxydation 33. — 3. Die Hydrolyse 34. — 4. Herauslösung von Kieselsäure 34. — 5. Zerfall des Kristallgitters 34. — 6. Aufbau neuer Verbindungen 34. — 7. Silikatverwitterung durch Säuren 34.	
5. Die biologisch-chemische Verwitterung	35
A. Die biologisch-chemische Verwitterung durch niedere Pflanzen	35
B. Die biologisch-chemische Verwitterung durch höhere Pflanzen	36
C. Die biologisch-chemische Verwitterung durch abgestorbene Pflanzenmasse.....	37
6. Die Wabenverwitterung	38
7. Die submarine und sublakustrische Verwitterung	38

	Seite
8. Das Verhalten der bei der Verwitterung gelösten Stoffe	39
A. Das Verhalten der Alkalien und Erdalkalien	39
B. Das Verhalten der Kieselsäure	39
C. Das Verhalten des Aluminiums	39
D. Das Verhalten des Eisens	40
E. Bildung von Aluminiumsilikaten	40
9. Die Intensität und die Eigenart der Verwitterung in den wichtigsten Klimazonen	40
A. Der nivale Klimabereich	41
B. Der gemäßigt warme, humide Klimabereich	41
C. Der warme, humide Klimabereich	41
D. Der warme, aride Klimabereich	41
Literatur	42
b) Soil Texture. By Professor Dr. L. DE LEENHEER	43
1. Definition	43
2. Soil Separates	43
3. Mechanical Analysis	45
A. Pre-treatment of the Soil Sample	45
B. Separation of the Sand- from the Silt- and Clay Fraction ...	46
C. Separation of the Sand Separates	46
D. Separation of the Finer Separates	46
4. Representation of Results of Mechanical Analysis	52
A. Histograms	52
B. The Frequency Curves	53
C. Summation Curves and Deduced Characteristics	54
The Median 55. — The Quartile Deviation 55.	
D. Some Arithmetic and Statistical Values to Characterize the Grain Size Distribution	56
The Arithmetic Mean Diameter 56. — The Standard Deviation 56. — The Mean Weight Diameter 57. — The Mode 57. — The Geometric Mean Diameter and Deduced Characteristics 57.	
5. Physical Nature and Properties of Soil Separates	59
The Sand Fraction 59. — The Clay Separate 60. — The Silt Separate 61.	
6. Soil Classes	63
Literature	66
c) Bodentypen und Bodensystematik. Von Professor Dr. Dr. E. MÜCKENHAUSEN	67
1. Zweck und Umfang des Kapitels „Bodentypen“	67
2. Definitionen und Erläuterungen zum Kapitel „Bodentypen“	68
3. Die Wirkung der Bodenbildungsfaktoren	70
A. Das Klima	70
B. Die Vegetation	71
C. Die Wasseransammlung als Staunässe und Grundwasser	73
D. Das Relief	73
E. Die Tiere	74
F. Der Mensch	75
G. Das Ausgangsmaterial	76
H. Die Zeit	76
4. Die wichtigsten Vorgänge bei der Bodenbildung	77
A. Mechanische Zerkleinerung des Gesteins	77
B. Chemische Zerstörung der primären Minerale	78
C. Bildung der Tonsubstanz	78
D. Bildung von Eisenverbindungen	78
E. Stabilisierung der Tonsubstanz	79
F. Humusbildung	79
G. Entbasung	80
H. Tondurchschlammung	80

	Seite
J. Podsolierung	81
K. Naßbleichung	82
L. Vergleyung	82
M. Pseudovergleyung	82
N. Versalzung	83
O. Krustenbildung	83
P. Lateritisierung	84
5. Beschreibung der Bodentypen	84
A. Die Bodentypen des gemäßigt warmen, humiden Klimas, besonders Mitteleuropas	87
Syrosem oder Gesteinsrohboden 87. — Ranker 87. — Rendzina 88. — Pararendzina 90. — Tschernosem (Schwarzerde) 91. — Braunerde 93. — Parabraunerde 95. — Podsol 97. — Pseudogley 112. — Stagnogley 114. — Pelosol 115. — Plaggenges 117. — Anthropogene Böden (außer Plaggenges) 118.	
Auenböden	119
Auenrohboden 120. — Junger Auenboden 120. — Rendzina-artiger Auenboden 120. — Tschernosemartiger Auenboden 120. — Brauner Auenboden 120.	
Gleye	121
Gley 123. — Naßgley 123. — Anmoorgley 123. — Moorgley 123.	
Marschen	124
Seemarsch 125. — Brackmarsch 125. — Flußmarsch 126. — Moormarsch 126.	
Moore	127
Niedermoor 127. — Übergangsmoor 128. — Hochmoor 128.	
Subhydrische Böden	129
Protopedon 129. — Gytja 129. — Sapropel 130. — Dy 130.	
Fossile Böden (Paläoböden)	130
B. Die Bodentypen der übrigen Klimaräume der Erde	132
Die Bodentypen des kalten, feuchten (arktischen) Klimas (arktische Böden)	132
Arktischer Rohboden 133. — Arktischer Steinpflaster-Rohboden 133. — Arktischer Strukturboden 133. — Tundranker 135. — Nordischer Zwergpodsol 135. — Tundragley 136. — Tundraanmoor 136. — Tundramoor 136.	
Die Bodentypen des kühlen bis gemäßigt warmen, feuchten Klimas (Podsolregion)	136
Typischer Podsol 137. — Podsolierte Böden (podzolic soils) 137. — Nordischer Zwergpodsol 137. — Podsol mit Eisenbändchen 138. — Staunasse Podsole 138.	
Die Bodentypen des mediterranen Klimas und ähnlicher Klimate	138
Ranker 139. — Rendzina 139. — Roter und brauner Mediterranboden aus Carbonatgesteinen 140. — Roter und brauner Mediterranboden aus kalkfreien Gesteinen (Silikat- und Kieselgesteinen) 141. — Weitere Böden des mediterranen Raumes 141.	
Die Bodentypen der semihumiden und semiariden Steppe	142
Brunizem oder Prärieboden 142. — Tschernosem (Schwarzerde) 143. — Kastanosem (Kastanienfarbiger Boden) 144.	
Die Bodentypen der Halbwüste und der Wüste	145
Burosem 145. — Sierosem 146. — Rötlichbrauner Halbwüstenboden 146. — Lockere Rohböden der Wüste 146. — Steinpflaster-Wüstenboden 146. — Sandwüstenboden 147. — Salzstaubboden 147. — Wüstenkrusten 147. — Gipskrustenboden 147. — Kalkkrustenboden 147.	
Die Salzböden	148
Solontschak 148. — Solonetz 149. — Solod 149.	
Die Bodentypen der feuchten Subtropen und der Tropen	150
Rotlehm aus Silikatgesteinen 150. — Braunlehm aus Silikatgesteinen 151. — Rotlehm und Braunlehm aus Carbonatgesteinen 152. — Graulehm 152. — Roterde (Roter Latosol) 152. — Gelberde (Gelber Latosol) 153. — Laterit 153. — Schwarze Böden der Subtropen und Tropen 154. — Braune	

	Seite
Böden der Subtropen und Tropen 154. — Böden der Täler in den Subtropen und Tropen 154.	
Die Bodentypen des Hochgebirges	154
Alpine Frostböden 155. — Alpine Gesteinsrohböden 156. — Alpine Ranker 156. — Alpine Rendzinen 156. — Alpine Terrae calcis 157. — Alpine Braunerde 157. — Alpine Podsole 157. — Weitere alpine Böden 157.	
6. Bodensystematik	158
A. Wesen und Zweck der Bodensystematik	158
B. Bodensystematische Kategorisierung	159
C. Grundsätze für eine Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland	160
Allgemeine Voraussetzungen	160
Bildung und Kennzeichnung der Kategorien	160
D. Systematische Kategorien „Abteilung bis Subtyp“ der Böden der Bundesrepublik Deutschland	163
E. Andere Vorschläge für eine Bodensystematik	167
Literatur	168
B. Soil Structure	180
a) Factors and Forces in Soil Structure. By Professor Dr. L. DE LEENHEER and Professor Dr.-Ing. M. DE BOODT, M. S.	180
1. Definition of Soil Structure	180
2. Arrangement of Elementary Soil Particles into Aggregates	180
A. The Flocculation of Soil Particles	181
Size and Structure of Elementary Particles as Factor of Flocculation 181. — The Physico-chemical Properties of the Electric Double Layer 182. — The Electrokinetic Potential or Zeta Potential 185. — The Chemical Stabilization of the Aggregation 190.	
B. Formation of Soil Crumbs by Dessication	190
C. Formation of Macro-aggregates	191
D. Binding Forces of Organic and Mineral Particles	193
Literature	195
b) Methods for Soil Structure Determination. By Professor Dr. L. DE LEENHEER and Professor Dr.-Ing. M. DE BOODT, M. S.	197
1. Introduction	197
2. Indispensable Preliminary Procedure in Soil Structure Research... ..	198
A. Taking Undisturbed Soil Samples	199
B. Measurement of Moisture Content	203
In the Laboratory 203. — Field Methods 204.	
3. The Direct Measurements of Soil Structure	206
A. The Apparent or Bulk Density (B.D.)	206
B. The Total Pore Space or Total Porosity	207
C. The Specification of Soil Porosity. The Pore Size Distribution at a Given Moment	208
Present Method to Determine the Different Pore Size Groups 211. — Calculation of the Volume of the Different Pore Groups 214.	
D. Visual Method to Evaluate Total Porosity	215
E. Determination of Aggregate Distribution and Aggregate Stability The Aggregate Distribution 216. — The Aggregate Stability Measurements 216. — Quick Methods to Determine Aggregate Stability 219. — The Soil Structural Index 219.	216
4. The Indirect Measurements of Soil Structure	220
A. The Measurement of Permeability in Saturated and Unsaturated Soil	220
B. The Measurement of Air Permeability and Diffusion	223
C. The Potential Measurements	223
D. Sound Absorption Measurement	223

	Seite
E. Modulus of Rupture Determination	223
F. The Plasticity Limits Determination	223
Literature	226
c) Die morphologische Untersuchung des Bodengefüges.	
Von Dr. H.-J. ALTEMÜLLER	230
1. Einleitung	230
2. Allgemeine Grundbegriffe	231
A. Gefüge und Struktur	231
B. Gefügeelement	232
C. Gestalt (Form)	232
D. Größe und Größenordnungen	233
Absolute Größe 233. — Relative Größe 233. — Größenordnungen 233.	
E. Rangordnungen	233
F. Verteilungs- und Richtungsgefüge	234
3. Merkmale und Kennzeichnung des Bodengefüges bei Untersuchungen im Feld	234
A. Allgemeines	234
B. Ackerbauliche und bodenkundliche Arbeitsrichtung	234
C. Systematische Gliederung	236
D. Anleitung zur Gefügebeschreibung im Felde	237
Kohärenzfreie, nicht aggregierte Gefüge 237. — Kohärente Gefüge 237. — Aggregierte Gefüge 237.	
E. Direkte mikroskopische Untersuchung	240
4. Merkmale und Kennzeichnung des Bodengefüges bei Untersuchungen an Dünnschliffen	240
A. Allgemeines	240
B. Gefügeelemente	240
Gefügekorn 240. — Aggregate 240. — Andere zusammengesetzte Elemente 241. — Hohlräume 241. — Skelett 241. — Plasma 241.	
C. Teilgefüge	241
D. Beispiele für Gefüge in grobkörnigen Substraten	242
E. Beispiele für Gefüge in feinkörnigen Substraten	245
F. Beispiele für Gefüge in tonreichen Substraten	248
G. Eisenausscheidungen und andere Neubildungen im Bodengefüge	249
H. Organische Stoffe und Humusformen	253
5. Verfahren zur Herstellung von Bodendünnschliffen	256
Literatur	258
d) Die Beeinflussung des Bodengefüges durch Bodenbearbeitung. Von Professor Dr. H. FRESE	264
1. Einleitung	264
2. Funktion und Bedeutung des Bodengefüges	265
3. Die Beeinflussung des Bodengefüges durch Bodenbearbeitung	266
A. Beabsichtigte Wirkungen	266
Direktwirkungen einzelner Maßnahmen und Geräte 266. — Stufenweises Erreichen des angestrebten Endzustandes 269.	
B. Unbeabsichtigte Nebenwirkungen	272
Gefügestörungen durch die Bearbeitungsgeräte 272. — Einwirkung durch die Zugmittel 273.	
Literatur	275
e) The Influence of Climate and Weather upon Soil Structure. By Dr. P. K. PEERLKAMP	277
1. Introduction	277
2. Long-term Effects of Climate	277
3. Surface Clogging and Crusting	278
4. Water Erosion	281

	Seite
5. Alternate Wetting and Drying	282
6. Alternate Freezing and Thawing	283
7. Wind Erosion	284
8. Indirect Influences of Weather upon Soil Structure	286
9. Seasonal Variability of Soil Structure	286
Literature	286
f) Effects of Crop and Rotation on Soil Structure. By Ir. P. BOEKEL and Dr. P. K. PEERLKAMP	289
1. Introduction	289
2. Protection against Raindrop Splash and Wind Erosion	289
3. Mechanical Effects of Plant Roots	290
4. Influence of Soil Moisture and Temperature as Affected by Crop Growth	291
5. Effects of Organic Matter Originating from Vegetation	292
6. Effects of Tillage Operations as Related to Crop and Rotation	293
7. The Total Effects of Different Crops upon Soil Structure	294
8. Crop Rotation and Soil Structure	296
Literature	297
g) Soil Structure and Soil Fertility. By Professor Dr. L. DE LEENHEER	298
1. Introduction	298
2. Mechanical Soil Properties and Crop Production	299
3. Thermal Properties of Soil	305
4. Soil Aeration and Plant Growth	306
5. The Aggregate Stability and Soil Fertility	308
6. Soil Structure Indices	310
A. A Laboratory Soil Structure Index	310
B. Field Indices of Soil Structure and Soil Management	311
1. Influence of the Soil Association (Sublandscape) within the Loam Region 312. — 2. Influence of Soil Type and Slope 313. — 3. Influence of Traction 313. — 4. Influence of the Weight of the Tractor 314. — 5. Influence of Soil Organic Matter 315. — 6. Influence of a Visible Reserve of Carbonate 315.	
Literature	316
C. Der chemische Aufbau des Bodens	318
a) Die festen anorganischen Bestandteile des Bodens. Von Professor Dr. U. SCHWERTMANN	318
1. Primäre Minerale	319
2. Tonminerale	321
A. Definition und Einteilung der Tonminerale	321
B. Allgemeines über die Struktur der Tonminerale	321
C. Oberfläche der Tonminerale	327
D. Beschreibung, Vorkommen, chemische Zusammensetzung und Struktur der Tonminerale	328
Kaolinit-Minerale 328. — Montmorillonit-Minerale 331. — Illit- Minerale 333. — Vermikulit-Minerale 334. — Chlorit-Minerale 335. — Wechsellagerungsminerale 335. — Allophan-Minerale 336.	
E. Entstehung der Tonminerale	336
3. Oxide und Hydroxide des Si, Al, Fe und Mn (freie Oxide)	340
A. Silicium	341
B. Aluminium	343
C. Eisen	344
D. Mangan	347
4. Weitere anorganische Bestandteile	347
5. Bestimmung der Minerale der Tonfraktion	348
Literatur	349

	Seite
b) Die anorganischen Bestandteile der Bodenlösung. Von Professor Dr. H. LINSER	354
1. Das Wasser	354
2. Gelöste Stoffe	357
A. Gase in der Bodenlösung	357
B. In der Bodenlösung gelöste feste Stoffe	358
3. Die Löslichkeitseigenschaften der Nährstoffe und der wichtigeren akzessorischen Elemente	368
A. Ammoniumsalze	368
B. Eisensalze	369
C. Magnesiumsalze	370
D. Calciumsalze	370
E. Kaliumsalze	371
F. Kupfersalze	372
G. Mangansalze	372
H. Zinksalze	373
J. Kobaltsalze	373
K. Natriumsalze	373
L. Aluminiumsalze	374
M. Anionen	375
Kohlensäure 375. — Phosphorsäure 375. — Borate 376. — Molybdate 376. — Fluoride 376.	
N. Natürliche Mineralien	376
4. Nährstoffzufuhr von Quellen außerhalb des Systems Boden-Pflanze	376
A. Zufuhr durch atmosphärische Niederschläge	377
B. Zufuhr durch Düngemittel	377
C. Zufuhr durch Laub- und Nadelstreu	378
5. Der osmotische Druck der Bodenlösung	378
Literatur	380
c) Humusstoffe. Von Professor Dr. W. FLAIG	382
1. Entwicklung der Humusforschung	382
2. Einführung und Begriffe	383
A. Faktoren der Humusbildung	383
B. Einteilung der Humusstoffe	385
C. Abgrenzung des Begriffs „Huminsäuren“	386
3. Verrottung organischer Substanz	389
A. Ausgangsmaterial	389
B. Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz	389
Abbau der Kohlenhydrate 391. — Abbau der Eiweißstoffe 391. — Abbau des Lignins 392. — Der Abbau anderer pflanzlicher Inhaltsstoffe 396.	
C. Regelmäßigkeiten bei der Veränderung der Pflanzeninhaltsstoffe im Verlauf der Rotte	396
D. Beteiligung der Mikroorganismen bei der Bildung von Huminsäuren	398
4. Extraktion und Fraktionierung von Humusstoffen	399
5. Untersuchungen an natürlichen Huminsäuren	401
A. Chemische Untersuchungen	401
Elementarzusammensetzung 401. — Funktionelle Gruppen 401. — Oxydation und Hydrierung 402. — Hydrolyse 403.	
B. Physikalische Eigenschaften	404
Elektronenspektren von Huminsäuren 404. — Infrarotspektren von Huminsäuren 405. — Elektronenmikroskopie 407. — Viskosimetrie 408. — Diffusion und Dialyse 409. — Ultrazentrifuge 409. — Weitere Eigenschaften 411.	
6. Modelluntersuchungen zur Bildung von Stoffen aus dem Humus	411
A. Ligninabbauprodukte	412
Entmethylierung 412. — Oxydation 413.	

	Seite
B. Synthesehuminsäuren aus Polyphenolen	415
1,4-Diphenole 416. — 1,2-Diphenole 424. — Triphenole 429. —	
Oxydative Kupplung von Polyphenolen 433. — Verknüpfung	
von Phenolen bzw. Chinonen durch aliphatische Brücken 433. —	
Polyphenole bzw. Chinone als Elektronenaustauscher 434. —	
Oxydative Ringspaltung von Polyphenolen bzw. Benzo-	
chinonen 435.	
C. Mögliche Reaktionen zur Bildung von Humusstoffen am Beispiel	
von Vanillin	440
D. Umsetzungen von Stickstoffverbindungen mit Polyphenolen	
bei gleichzeitiger Einwirkung von Sauerstoff	442
Niedermolekulare Verbindungen 443. — Höhermolekulare Ver-	
bindungen 444.	
E. Vergleich der Eigenschaften von stickstofffreien und stickstoff-	
haltigen Synthesehuminsäuren	446
Literatur	448
d) Sonstige organische Bodenbestandteile. Von Professor Dr. W. FLAIG,	
Dipl.-Chem. Dr. J. CHR. SÄLFELD und Dipl.-Landw. Dr. H. SÖCHTIG ..	458
1. Kohlenhydrate	462
A. Monosaccharide	462
B. Polysaccharide	462
Polysaccharidfraktion 463. — Uronsäuren und Pektine 464. —	
Aminozucker 464.	
2. Proteine und Aminosäuren	465
3. Nukleinsäuren, Purine, Pyrimidine, Inositolphosphate	467
4. Polyphenole	468
5. Sonstige Verbindungen	468
Literatur	469
D. Le sol, réservoir de principes nutritifs pour la plante. Par	
Professeur Dr. J. BAËYENS	474
a) Introduction	474
b) Les différents états sous lesquels se trouvent les principes nutritifs	
dans le sol	474
1. Les ions non-échangeables	474
A. Les constituants minéraux des sols	474
La teneur 474. — Diamètre de la particule 475. — Le pH du	
milieu 475. — La composition chimique et la structure cristalline	
de la particule 475. — L'intensité de l'altération climatique 475.	
B. Les ions non-échangeables de la matière organique du sol....	476
C. Le problème de l'assimilabilité et de la valeur nutritive des	
ions non-échangeables	476
2. Les ions échangeables	477
A. La nature de la particule adsorbante	478
B. La nature de l'ion adsorbé; sa valence, son rayon, son degré	
d'hydratation et son coefficient d'activité.....	479
C. La concentration et l'activité des ions dans le liquide du sol...	480
L'effet de dilution 480.	
D. La composition minéralogique de la particule adsorbante	480
Teneur des sols en ions échangeables 480.	
E. Le climat comme facteur de la composition de la garniture	
ionique de la particule du sol	481
La répartition des ions échangeables à travers le profil 482. —	
L'interréaction entre les ions échangeables du sol 484. — Les	
lois de l'échange des ions dans le sol. Le mécanisme 485. —	
Ions échangeables et ions assimilables 486. — L'échange des	
anions dans le sol 488.	
3. Les ions solubles dans le sol	489
La réaction 490. — La saison 490. — Variations de la pluviosité	
490. — Influence mutuelle des ions en solution 490. — Conclusion 490.	

	Seite
c) Les ions nutritifs étudiés séparément	491
1. Les cations	491
A. L'hydrogène dans le sol — son acidité	491
B. Le calcium	492
C. Le magnésium	494
D. Le potassium	494
E. L'ammonium	496
F. Le sodium	497
2. Les anions	498
A. L'azote dans le sol	498
Origines et formes chimiques de l'N du sol 498. — Facteurs de la variabilité de la teneur en N des sols 499. — La stabilité relative de l'N dans le sol — rapport C/N 499. — Le bilan azoté du sol 500.	
B. Le phosphore	501
C. Le soufre	505
D. Le carbone	509
3. Les éléments mineurs, éléments-trace, micro-éléments	509
A. Le fer	512
B. Le manganèse	513
C. Le cuivre	515
D. Le zinc	516
E. Le cobalt	516
F. Le molybdène	517
G. Le silicium	518
H. Le chlore	519
I. Le fluor	519
J. L'iode	520
K. Le bore	520
L. Le sélénium	521
M. L'aluminium	521
N. Le strontium et césium	522
Bibliographie	522
d) Méthodes de détermination des principes nutritifs dans le sol	530
1. La détermination des ions non-échangeables	530
A. Détermination quantitative globale des ions non-échangeables: analyse chimique élémentaire	530
B. La détermination de la position de l'ion dans le réseau cristallin	531
2. La détermination des ions échangeables	531
A. La capacité d'échange ou de sorption d'un sol	532
Méthodes chimiques 532. — Méthode au spectromètre à flamme 533. — Méthode isotopique 533. — Méthode colorimétrique 533.	
B. La détermination des cations métalliques (valeur S de Hissink)	534
C. Détermination de l'H échangeable ($H = T - S$ d'après Hissink)	534
D. Détermination de chaque cation séparément	534
Les cations majeurs échangeables 535. — Les anions majeurs assimilables 536. — Les éléments mineurs échangeables et assimilables 541.	
3. La détermination des ions solubles dans le sol	546
Bibliographie	547
E. Die Mikroorganismen des Bodens und ihre Bedeutung. Von Professor Dr. H. GLATHE und Dr. GERTRAUDE GLATHE	551
a) Quantitative und qualitative Analyse der Mikroflora	551
1. Zahl und Verteilung der im Boden vorkommenden Mikroorganismen	551
2. Keimarten und ihre Beeinflussung durch Klima und Düngung	557
A. Einfluß des Klimas	562
B. Einfluß der Düngung	566

	Seite
3. Mikroorganismen der Rhizosphäre	571
4. Stickstoffbindende Mikroorganismen	580
A. Frei lebende stickstoffbindende Mikroorganismen	580
B. Rhizobien	588
C. Knöllchentragende Nichtleguminosen	596
Literatur	596
b) Bedeutung der Mikroorganismen für die Bodenstruktur	617
Literatur	623
c) Bedeutung der Mikroorganismen für die Nährstoffumsetzungen im Boden	626
Literatur	642
F. Der Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens	650
a) Die Bindung von Wasser im Boden. Von Professor Dr. H. LINSER	650
1. Die Bindung von Wasser durch zwischenmolekulare Wechselwirkungen	650
2. Die Sorption dampfförmigen Wassers durch den Boden (Hygroskopizität)	654
3. Löslichkeit, Solvatation, osmotischer Druck	657
4. Bindung von Wasser durch kapillare Erscheinungen	658
5. Klassifikation des Wassers im Boden nach Bindungsfestigkeiten	663
6. Die Saugkraft des Bodens	665
7. Klassifikation des Wassers im Boden im Hinblick auf seine Menge und Verteilung	667
8. Klassifikation des Wassers im Boden im Hinblick auf seine Verfügbarkeit für die Pflanze	668
9. Klassifikation des Wassers im Hinblick auf seine Beweglichkeit	669
Literatur	671
b) Die Bewegungen von Wasser im Boden. Von Professor Dr. H. LINSER	672
1. Allgemeines	672
2. Die Bewegung von Wasser in flüssiger Form	675
3. Wasserbewegung in Kapillargradienten	682
4. Die Mechanik der Wasserbewegung in Dampfform	685
5. Wasserbewegung entlang Temperaturgradienten	687
6. Grundwasser und Bewegungen des Grundwasserspiegels	688
Literatur	690
c) Grundwasser und Pflanzenenertrag. Von Priv.-Doz. Dr. B. WOHLRAB	691
1. Über den Grundwassereinfluß auf die Vegetation	692
A. Voraussetzungen des Grundwassereinflusses	692
Unmittelbare Verbindung Saugraum-Wurzelraum 692. — Dampfförmiger Wasseraufstieg 693.	
B. Grenzen des unmittelbaren Grundwassereinflusses	693
Kapillare Steighöhe 693. — Steiggeschwindigkeit 694. — Durchwurzelungstiefe 695. — Grenzflurabstand 695.	
C. Grundwasserspiegelschwankung	696
D. Einflüsse der chemischen Grundwassereigenschaften	698
2. Das Grundwasser in seiner Wirkung auf den Pflanzenenertrag	699
A. Versuchseinrichtungen	699
Stationäre Anlagen 699. — Vergleichende Ertragsfeststellungen 702.	
B. Ursachen, Zusammenhänge und Ausmaß der Ertragsbeeinflussung durch das Grundwasser	702
Grundwasserwirkung bei verschiedenem Boden und Witterungsverlauf 702. — Grundwasserwirkung bei verschiedenen Kulturarten und Feldfrüchten 705. — Grundwasserwirkung auf Trockensubstanz- und Rohproteingehalt, Stickstoffeffekt 705. — Grundwasserschwankung und Ertrag 707.	

	Seite
C. Funktionskurven Grundwasser—Pflanzenenertrag	709
Grundwasserstand—Pflanzenenertrag 709. — Grundwasserschwan-	
kung—Pflanzenenertrag 712.	
Literatur	713
d) Die Bodenluft. Von Professor Dr. H. KOEPF	717
1. Einleitung	717
2. Der Gehalt des Bodens an Luft	717
3. Die Sorption von Luft und Luftbestandteilen durch die feste Boden-	
substanz	723
4. Die Zusammensetzung der Bodenluft	725
5. Der Gasaustausch zwischen dem Boden und der Atmosphäre	734
Literatur	741
e) Die Bodentemperatur. Von Professor Dr. H. KOEPF	745
1. Einleitung	745
2. Der Wärmeumsatz an der Bodenoberfläche	745
A. Die Wärmezufuhr zur Bodenoberfläche	745
B. Die Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe durch die Boden-	
oberfläche	750
3. Die Wärmekapazität des Bodens	753
4. Die Wärme- und Temperaturleitfähigkeit des Bodens und sein	
Wärmegehalt	756
5. Temperaturen und Temperaturänderungen bei verschiedenen Böden	765
Literatur	772
G. Air and Precipitation as Sources of Nutrients. By Professor	
Dr. E. ERIKSSON	774
1. Introduction	774
2. Dry Deposition	776
3. Yearly Deposition of the Sea Salt Components, Cl, Na, K, Ca, and Mg	780
4. Yearly Deposition of Nitrogen Compounds	786
5. Yearly Deposition of Sulphur	789
6. Boron and Iodine	791
Literature	792
H. Die Auswaschung von Nährstoffen durch Niederschläge. Von	
Professor Dr. H. LINSER	793
Stickstoff	794
Phosphorsäure	795
Kalium	796
Natrium	797
Calcium	797
Magnesium	797
Mangan	797
Zink	798
Kupfer	798
Sulfat	798
Chlorid	798
Borat	798
Literatur	798
J. Methoden zur Bestimmung des Düngebedürfnisses der Böden	800
a) Chemische und physikalisch-chemische Verfahren. Von Professor	
Dr. E. RAUTERBERG	800
1. Entnahme von Bodenproben	800
Mineralböden 800. — Moorböden 800.	
2. Bestimmung der Stickstoff-Bedürftigkeit	801
3. Bestimmung der Phosphorsäure-Bedürftigkeit	801

	Seite
A. Chemische Methoden.....	801
Bestimmung der Gesamtphosphorsäure und der in Mineral- säuren löslichen Phosphorsäure 801. — Lösungen organischer Säuren und ihrer Salze 803. — Untersuchung der Bodenlösung 807. — Kohlensäurefreies Wasser als Lösungsmittel 808. — Kohlensäurehaltiges Wasser und Lösungen von Karbonaten und von Bikarbonaten (zum Teil mit einem Überschuß an Kohlensäure) 809. — Alkalische Lösungsmittel 811. — Bestim- mung der austauschbaren Phosphorsäure unter Verwendung von P^{32} 811.	
B. Physikalisch-chemische Methoden	812
Untersuchung des Adsorptionsvermögens der Böden für Phosphorsäure 812. — Elektrolyse des Bodens 813. — Bestim- mung der Erwärmung des Bodens im Thermostaten bei Zugabe von Zucker und Pflanzennährstoffen 813. — Bindung der Nährstoffionen durch Ionenaustauscher 814.	
4. Bestimmung der Kalium-Bedürftigkeit	814
A. Chemische Methoden.....	814
Starke Salzsäure als Lösungsmittel 814. — Verdünnte Mineral- säuren 815. — Organische Säuren 815. — Kohlensäurefreies Wasser 816. — Kohlensäurehaltiges Wasser 816. — Bodenpreß- saft und Bodenlösung 816. — Salzlösungen 817. — Alkalische Lösungsmittel 820.	
B. Physikalisch-chemische Methoden	820
5. Bestimmung der Kalk-Bedürftigkeit	821
A. Elektrometrische Neutralisation und Titration	822
B. Kalkbedürftigkeit und pH-Wert von Bodensuspensionen	822
C. Ermittlung der Kalkbedürftigkeit aus dem T- und S-Wert des Bodens	823
D. Methoden für Moorböden	825
6. Bestimmung der Magnesium-Bedürftigkeit.....	825
A. Chemische Methoden.....	825
B. Physikalisch-chemische Methoden	827
7. Bestimmung der Düngerbedürftigkeit für Spurennährstoffe	828
A. Eisen	828
B. Kupfer	828
C. Mangan	830
D. Zink	832
E. Molybdän.....	832
F. Bor	833
G. Kobalt	834
8. Auswertung der Untersuchungsergebnisse, die bei Bestimmung der Nährstoffbedürftigkeit der Böden erhalten werden	835
Literatur	835
b) Pflanzenphysiologische Verfahren. Von Professor Dr. N. ATANASIU	844
1. Einleitung	844
2. Der Felddüngungsversuch	846
A. Fragestellung und Anlage	847
B. Die Parzellengröße	849
C. Die Düngung	849
D. Technische Durchführung des Versuches	849
E. Auswertung des Feldversuches	850
F. Vor- und Nachteile des Feldversuches	851
G. Betrachtungen über die Berechnung des „b“-Wertes	852
Betrachtungen zum Felddüngungsversuch und zu seiner Weiter- entwicklung 853.	
3. Der Gefäßdüngungsversuch	854
A. Versuchsdurchführung	855
B. Versuchsauswertung	856
C. Vor- und Nachteile des Gefäßversuches	860

D. Betrachtungen zum Gefäßdüngungsversuch und zu seiner Weiterentwicklung	862
4. Die Bestimmung des Nährstoffgehaltes des Bodens mittels der Keimpflanzenmethode nach Neubauer-Schneider	863
A. Arbeitsverfahren nach Neubauer-Schneider	864
Besondere Maßnahmen bei dem Ansetzen und bei der Durchführung der Keimpflanzenmethode 864.	
B. Arbeitsverfahren nach P. Lederle	865
C. Auswertung der Ergebnisse	865
D. Kritische Betrachtungen	867
E. Zur Weiterentwicklung der Neubauer-Schneider-Methode	868
5. Die Anwelkmethode nach Arland	869
Versuchsdurchführung 869.	
6. Pflanzenphysiologische Methoden zur Bestimmung von Mikronährstoffen.....	870
Der physiologische Test auf Bor 870.	
Literatur	871
c) Mikrobiologische Verfahren. Von Professor Dr. H. BORTELS	874
1. Einleitung	874
2. Methodik	876
Literatur	889
d) Leaf Analysis. By Professor Dr. D. J. D. NICHOLAS	893
1. Introduction	893
2. Mineral Nutrients.....	894
3. Appraisal of Methods of Analysis	895
A. Field Sampling Methods	895
B. Preparation of Test Samples for Analysis	896
Fresh Plant Tissues 896. — Dried Plant Materials 897.	
C. Methods for Determining Mineral Nutrients	898
4. Expression and Interpretation of Results	899
A. Mineral Content in Relation to Visual Symptoms	899
B. Mineral Status in Relation to Yields	901
C. Methods for Relating Leaf Analysis to Yields.....	902
D. Interaction of Mineral Nutrients	903
5. Conclusions	903
Literature	904

Inhaltsübersicht der zweiten Hälfte

II. Düngemittel

A. Wirtschaftseigene Düngemittel

- a) Stallmist. Von Professor Dr. K. RAUHE
- b) Jauche und Gülle. Von Professor Dr. K. RAUHE
- c) Stroh. Von Professor Dr. K. RAUHE
- d) Kompost. Von Professor Dr. K. RAUHE
- e) Fäkalien. Von Professor Dr. K. RAUHE
- f) Gründüngung. Von Professor Dr. K. RAUHE
- g) Die Verwendung von Handelsdüngemitteln zur Verbesserung wirtschaftseigener Düngemittel
 - 1. Superphosphat als Stalleinstreu. Von Professor Dr. A. FRUHSTORFER
 - 2. Sonstige Düngemittel. Von Dr. G. RIEHLE

B. Handelsdüngemittel

- a) Chilesalpeter. Von Direktor Dr. J. J. LEHR
- b) Synthetische Stickstoffdüngemittel. Von Dr. H. BANTHIEN
- c) Phosphordüngemittel
 - 1. Rohphosphat und Düngemittel auf Rohphosphatbasis. Von Dr. K. C. SCHEEL
 - 2. Feinvermahlendes Rohphosphat. Von Dr. H. MÜLLER
 - 3. Superphosphate. Von Dr. K. C. SCHEEL
 - 4. Thomasphosphat. Von Dr. S. GERICKE
 - 5. Glühphosphate. Von Dr. K. C. SCHEEL
- d) Kalidüngemittel. Von Dr. G. BRAUNE
- e) Kalkdüngemittel. Von Dipl.-Landw. Dr. F.-H. ZIEMER
- f) Schwefelhaltige Düngemittel. Von Dr. W. HÖFNER
- g) Mikronährstoffdüngemittel. Von Dr. H. K. SCHÄFER
- h) Mehrnährstoff-Düngemittel und Mischung von Düngemitteln. Von Dr.-Ing. H. LÖCKER und Dr. V. RANK
- C. Handelshumusdüngemittel. Von Professor Dr. E. KNICKMANN
- D. Organische Abfälle als Düngemittel. Von Professor Dr. E. KNICKMANN
- E. Anorganische Abfälle als Düngemittel. Von Professor Dr. E. KNICKMANN
- F. Radioaktive Düngemittel. Von Univ.-Doz. Dr. K. KAINDL
- G. Impfstoffe für Böden und Komposte. Von Professor Dr. H. GLATHE und Dr. GERTRAUDE GLATHE
- H. Das Granulieren von Düngemitteln. Von Dr. V. RANK
- J. Die Puderung und Konditionierung von Düngemitteln. Von Dr. V. RANK
- K. Transport, Verpackung und Lagerung von Düngemitteln. Von Dr. V. RANK
- L. Prüfung von Düngemitteln
 - a) Chemische Prüfverfahren. Von Dr. E. ABRAHAMCZIK und Dr. T. NIEDERMAIER
 - b) Physiologische Prüfverfahren. Von Professor Dr. A. AMBERGER
 - c) Prüfung der Eigenschaften der Düngemittel für Silierung, Versand, Lager. Von Dr. V. RANK

III. Interactions des engrais et de sols. Par Professeur Dr.-Ing. G. BARBIER et
S. TROCMÉ

IV. Die Wirkung von Düngemitteln auf Bodenstruktur und Bodenlebewelt

- A. The Effects of Organic and Inorganic Dressings upon Soil Structure. By Ir. P. BOEKEL and Dr. P. K. PEERLKAMP
- B. Der Einfluß von Düngemitteln auf die Bodenlebewelt. Von Professor Dr.-Ing. H. FRANZ

Anhang: Vergleichende Abbildungen einzelner Handelsformen verschiedener Düngemittel

Namenverzeichnis — Author Index

Sachverzeichnis (Deutsch-Englisch)

Subject Index (English-German)

Mitarbeiter von Band II

- ABRAHAMCZIK, Dr. E., Badische Anilin- & Soda-Fabrik A. G., Analytisches Laboratorium, *Ludwigshafen/Rhein*, Bundesrepublik Deutschland.
- ALBAREDA HERRERA, Professor Dr. J. M., Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal, Serrano 113, *Madrid*, España.
- ALTEMÜLLER, Dr. H.-J., Institut für Bodenbearbeitung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, *Braunschweig-Völkenrode*, Bundesrepublik Deutschland.
- AMBERGER, Professor Dr. A., Leiter der Abteilung Agrikulturchemie und Versuchswesen an der Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Menzingerstraße 54, *München*, Bundesrepublik Deutschland.
- ATANASIU, Professor Dr. N., Leiter der Abteilung Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Sektion Pflanzliche Produktion des Tropen-Instituts der Justus-Liebig-Universität, Schottstraße 2—4, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- BAEYENS, Professeur Dr. J., Directeur de l'Institut Pédologique, Université de Louvain, Av. Card. Mercier 92, *Heverlee*, Belgique.
- BANTHIEN, Dr. H., Hoechst-Uhde International G. m. b. H., Brüningstraße 45, *Frankfurt/Main-Höchst*, Bundesrepublik Deutschland.
- BARBIER, Professeur Dr.-Ing. G., Directeur de Recherches à l'Institut National de la Recherche Agronomique, 18, rue de l'Orangerie, *Versailles* (Yvelines), France.
- BOEKEL, Ir. P., Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, van Hallstraat 3, *Groningen*, Niederlande.
- BORTELS, Professor Dr. H., Institut für Bakteriologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Messeweg 11—12, *Braunschweig-Gliesmarode*, Bundesrepublik Deutschland.
- BRAUNE, Dr. G., Kaliforschungsinstitut e. V., Georgstraße 29, *Hannover*, Bundesrepublik Deutschland.
- DE BOODT, Professor Dr.-Ing. M. F., M. S., Fakultät für Landwirtschaftswissenschaften, Coupure Links 235, *Gent*, Belgien.
- DE LEENHEER, Professor Dr. L., Leerstoel voor Bodemkunde en Geologie, Rijkslandbouwhogeschool, Coupure Links 235, *Gent*, Belgien.
- ERIKSSON, Professor Dr. E., International Meteorological Institute, Tulegatan 41, *Stockholm*, VA, Sweden.
- FLAIG, Professor Dr. W., Direktor des Instituts für Biochemie des Bodens der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, *Braunschweig-Völkenrode*, Bundesrepublik Deutschland.
- FRANZ, Professor Dr.-Ing. H., Vorstand des Instituts für Bodenforschung der Hochschule für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, *Wien XVIII*, Österreich.
- FRESE, Professor Dr. H., Direktor des Instituts für Bodenbearbeitung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, *Braunschweig-Völkenrode*, Bundesrepublik Deutschland.
- FRUHSTORFER, Professor Dr. A., *Weißensee-Oberried* über Füssen/Allgäu, Bundesrepublik Deutschland.
- GERICKE, Dr. S., Landwirtschaftliche Versuchsanstalt der Thomasphosphatfabriken GmbH., Prinz-Adolf-Straße 2, *Essen-Bredeney*, Bundesrepublik Deutschland.
- GLATHE, Dr. GERTRAUDE, Goethestraße 30, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- GLATHE, Professor Dr. H., Direktor des Instituts für landwirtschaftliche Mikrobiologie der Justus-Liebig-Universität, Landgraf-Philipp-Platz 4, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- HÖFNER, Dr. W., Wissenschaftlicher Rat am Institut für Pflanzenernährung der Justus-Liebig-Universität, Braugasse 7, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.

- KAINDL, Univ.-Doz. Dr. K., Leiter des Instituts für Biologie und Landwirtschaft des Reaktorzentrums Seibersdorf der Österreichischen Studiengesellschaft für Atomenergie, Lenaugasse 10, *Wien VIII*, Österreich.
- KNICKMANN, Professor Dr. E., Hessische Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau, *Geisenheim/Rheingau*, Bundesrepublik Deutschland.
- KOEPF, Professor Dr. H., Institut für Bodenkunde der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim, *Stuttgart-Hohenheim*, Bundesrepublik Deutschland, z. Zt. Threefold Farm, *Spring Valley*, N. Y., USA.
- LEHR, Direktor Dr. J. J., Laboratorium voor Bemestingsonderzoek, Landbouwkundige Dienst voor Chilisalpeter, Diedenweg 20, *Wageningen*, Niederlande.
- LINSER, Professor Dr. H., Direktor des Instituts für Pflanzenernährung der Justus-Liebig-Universität, Braugasse 7, *Gießen*, Bundesrepublik Deutschland.
- LÖCKER, Dr.-Ing. H., Carl-Bosch-Weg 3, *Linz*, Österreich.
- MÜCKENHAUSEN, Professor Dr. Dr. E., Direktor des Instituts für Bodenkunde der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Nußallee 13, *Bonn*, Bundesrepublik Deutschland.
- MÜLLER, Dr. H., Deutsche Hyperphosphat Gesellschaft m. b. H., Hofgut Oppelshausen, *Altenstadt/Hessen*, Bundesrepublik Deutschland.
- NICHOLAS, Professor Dr. D. J. D., Head, Department of Agricultural Biochemistry and Soil Science, Waite Agricultural Research Institute, The University of Adelaide, *Glen Osmond*, South Australia.
- NIEDERMAIER, Dr. T., Badische Anilin- & Soda-Fabrik A. G., Analytisches Laboratorium, *Ludwigshafen/Rhein*, Bundesrepublik Deutschland.
- PEERLKAMP, Dr. P. K., Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, van Hallstraat 3, *Groningen*, Niederlande.
- RANK, Dr. V., Carl-Bosch-Weg 2 b, *Linz*, Österreich.
- RAUHE, Professor Dr. K., Institut für Acker- und Pflanzenbau der Karl-Marx-Universität, Johannisallee 19, *Leipzig*, DDR.
- RAUTERBERG, Professor Dr. E., Direktor des Instituts für Pflanzenernährung, Bodenchemie und Bodenbiologie der Technischen Universität Berlin, Lentze-Allee 55—57, *Berlin-Dahlem*, Deutschland.
- RIEHLE, Dr. G., Badische Anilin- & Soda-Fabrik A. G., Landwirtschaftliche Versuchstation, Postfach 220, *Limburgerhof/Pfalz*, Bundesrepublik Deutschland.
- SALFELD, Dipl.-Chem. Dr. J. CHR., Institut für Biochemie des Bodens der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, *Braunschweig-Völkenrode*, Bundesrepublik Deutschland.
- SCHÄFER, Dr. H. K., Farbwerke Hoechst A. G., *Frankfurt/Main-Höchst*, Bundesrepublik Deutschland.
- SHEEL, Dr. K. C., Guano-Werke A. G., Spitalerstraße 10, *Hamburg*, Bundesrepublik Deutschland.
- SCHWERTMANN, Professor Dr. U., Direktor des Instituts für Bodenkunde der Technischen Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 22, *Berlin-Dahlem*, Deutschland.
- SÖCHTIG, Dipl.-Landw. Dr. H., Institut für Biochemie des Bodens der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, *Braunschweig-Völkenrode*, Bundesrepublik Deutschland.
- TROCMÉ, S., Maître de Recherches à l'Institut National de la Recherche Agronomique, Route de Saint-Cyr, *Versailles* (Yvelines), France.
- WOHLRAB, Priv.-Doz. Dr. B., Regierungsdirektor an der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Am Hohwege 5, *Bochum-Linden*, Bundesrepublik Deutschland.
- ZIEMER, Dipl.-Landw. Dr. F.-H., Düngekalk-Hauptgemeinschaft, „Kalkdienst“, Land- und forstwirtschaftliche Abteilung, Kaiser-Wilhelm-Ring 26, *Köln*, Bundesrepublik Deutschland.