

# INTERNATIONALE MITTEILUNGEN FÜR BODENKUNDE

REVUE INTERNATIONALE  
DE PEDOLOGIE

INTERNATIONAL REPORTS  
ON PEDOLOGY

Unter Leitung der Herren

Prof. **K. Glinka** (Woronesh), Prof. **G. Murgoci** (Bukarest),  
Prof. **E. Ramann** (München) und Dr. **F. Schucht** (Berlin)

sowie unter Mitarbeit von Prof. **R. Albert** (Eberswalde), Prof. **G. Andersson** (Stockholm), Prof. **R. d'Andriment** (Gembloux), Prof. **K. Aso** (Tokyo), Prof. **A. Atterberg** (Kalmar), Prof. **K. O. Björlykke** (Aas-Norwegen), Dr. **G. Borgehani** (Rom), Wirkl. Geh. Ob.-Reg.-Rat Prof. **M. Fleischer** (Berlin), Prof. **B. Frosterus** (Helsingfors), Prof. **R. Gans** (Berlin), Prof. **L. Gentil** (Paris), Dir. Dr. **A. Grégoire** (Gembloux), Prof. **C. E. Hibs** (Tetschen), Prof. **E. W. Hilgard** (Berkeley), Dir. **D. J. Hissink** (Wageningen), Dr. **A. Jarilow** (München), **B. von Jnkey** (Dömmötöri), Geh.-Reg.-Rat Prof. **J. König** (Münster), Prof. **J. Kopecký** (Prag), Prof. **P. Kossowitsch** (St. Petersburg), Geh. Reg. Rat Prof. **E. Krüger** (Berlin), Prof. **W. Graf zu Leiningen** (Wien), Prof. **O. Lemmermann** (Berlin), Prof. **E. A. Mitscherlich** (Königsberg), Prof. **J. Nabokich** (Odessa), Dr. **H. Niklas** (München), Prof. **S. G. de Angelis d'Ossat** (Perugia), Prof. **H. Puchner** (Weihenstephan), Prof. **P. Vinassa de Regny** (Parma), Prof. **A. Rindell** (Helsingfors), Dr. **E. J. Russell** (Rothamsted, Harpenden), Prof. **Fr. Sandor** (Agram), Prof. **A. v. Sigmund** (Budapest), Hofrat Prof. **J. Stoklasa** (Prag), Prof. **G. Tanfiliew** (Odessa), Prof. **P. Treitz** (Budapest), Priv.-Doz. Dr. **K. Vogel v. Falckenstein** (Gießen), Dir. **J. G. C. Vriens** (Deli, Sumatra), Prof. **M. Whitney** (Washington), Geh. Reg.-Rat **F. Wohltmann** (Halle a. S.) usw.

Redigiert von Dr. **F. Schucht**.

Herausgegeben vom Verlag für Fachliteratur, G. m. b. H., Berlin.

---

---

Band IV

1914

---

---



Verlag für Fachliteratur G. m. b. H.  
Berlin — Wien

Der Nachdruck des gesamten Inhaltes dieser Zeitschrift ist  
ohne Genehmigung von Redaktion und Verlag nicht gestattet.

---

Die Autoren sind für den Inhalt  
ihrer Aufsätze selbst verantwortlich.

## Inhaltsverzeichnis.

- Albert, R., und O. Bogs, Beitrag zur Methodik der Bodenuntersuchung 181./
- Berger, L. G. den, Phosphorsäurebestimmung in salzsauren Bodenextrakten (46.)
- Bogs, O., und R. Albert, Beitrag zur Methodik der Bodenuntersuchung 182./
- Johannsen, S., Die Konsistenzkurven der Mineralböden 418./
- Jongh, A. C. de, The Locking up of Phosphate Fertilizers in Java Soils (32.)
- Kopecky, J., Die physikalischen Eigenschaften des Bodens 138./  
— Ein Beitrag zur Frage der neuen Einteilung der Körnungsprodukte bei der mechanischen Analyse 199./
- Mäkinen, E., Die Bestimmung des Oxydationsgrades von Eisenverbindungen in humushaltigen Lösungen 388./
- Mitscherlich, E. A., Die chemische Bodenanalyse 327.
- Nabokich, A. I., Zusammensetzung und Ursprung der verschiedenen Horizonte einiger Böden im Süden Rußlands 203./
- Neuß, O., Die Entwicklung der Bodenkunde von ihren ersten Anfängen bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts 453./
- Rohland, P., Die Adsorptionsfähigkeit der Böden 393./
- Sapper, K., Erdfließen und Strukturböden in polaren und subpolaren Gebieten (52.)
- Sigmond, A. von, Ueber die Grundfragen in der Zubereitung der Bodenlösungen für die chemische Analyse 279.  
— Beiträge zur ausführlichen chemischen Analyse des Bodens 336./
- Smirnof, W. P., Ueber die in den Gebirgsgegenden Rußlands vorkommenden vertikalen Bodenzonen 405./
- Trnka, R., Eine Studie über einige physikalischen Eigenschaften des Bodens. (Landw.-chemische Versuchsstation der Landw. Akademie.) Tabor, Böhmen 363./
- Vogel von Falkenstein, K., Die Molkenböden des Bram- und Reinhardswaldes im Brunsandsteingebiet der Oberweser 105.
- Mitteilungen und wissenschaftliche Nachrichten 68, 222, 432, 496.
- Referate 73, 229, 434, 499.
- Bücher- und Zeitschriftenschau 80, 253, 450./

## Namenverzeichnis.

### A

Aarnio, B., 310, 311, 339, 342.  
Abersson, I. H., 253.  
Aboutkoff 80.  
Agulhon, H., 253.  
Albert 7, 80, 241, 247, 253.  
Alt, E., 253.  
Alway 306.  
Andersen, J. G., 52, 53, 54, 55, 56,  
58.  
Andre 80.  
Aristoteles 453, 456, 467.  
Arnd 229.  
Arthus 291.  
Aschmann, C., 275.  
Ashley, H., 397.  
Atterberg, A., 1, 2, 3, 7, 8, 15, 17,  
19, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 199,  
200, 201, 223, 274, 275, 295, 308,  
311, 312, 313, 318, 320, 323, 325,  
338, 340, 344, 348, 353, 418, 430, 432.  
Auerbach 80.  
Ayrton 80.

### B

Bachtadze 217.  
Bahr, F., 450.  
Ballenegger, R., 25, 295, 297.  
Balls, W. L., 444.  
Baren, J. van, 77.  
Bargagli 253.  
Barrand 465.  
Bartlett, H., 268.  
Bassalik 80.  
Bauer 80, 300.  
Baumann 229, 247.  
Beam, W., 7, 11, 25, 29, 31, 253.  
Beckenhaupt 81.

Bemmelen, van 26, 44, 297, 298, 299,  
300, 309, 310, 313, 316, 318, 320,  
323, 325, 338, 339, 342, 400, 492.  
Benard 62.  
Benecke 81, 227.  
Beningsen-Förder 475.  
Bennet, H. H., 253.  
Berendt 99, 203.  
Berg 468.  
Berger, L. G. den, 33, 38.  
Bergmann, T. O., 459.  
Beuné, de 460.  
Beyer 81.  
Beyschlag 2, 226.  
Bezsonoff, A. J. 253.  
Biedermann 480, 486.  
Bigelow 345.  
Bingham 81.  
Bischof 481, 482, 493, 501.  
Björlykke, K., 450.  
Blackwelder, E., 253.  
Blank, E., 27, 81, 88, 105, 107, 228,  
245, 247, 249, 254, 264, 438, 439,  
450, 451.  
Blümke, A., 491.  
Blumtritt, E., 486.  
Böhm, A., 435.  
Borghesani 69, 222, 225.  
Bornemann 81, 250, 252.  
Borsow, A. A., 432, 450.  
Böttomley, W., 238, 254.  
Boussingault 475.  
Bowmann 254.  
Bradley 254.  
Brailow, M., 209.  
Branca 99.  
Brandt, A., 217, 254.  
Braun 254.  
Breazeale, J., 26, 254.

Breitenlohner, W., 480.  
Brenchey, W. E., 446.  
Brendler 81.  
Brenner 254.  
Brockmann-Jerosch 254.  
Bronner 467, 472, 473, 477.  
Brounow 214.  
Brown, B., 89.  
Brown, P., 254, 353.  
Brüne 75.  
Brustlein, F., 479, 481.  
Brymildsen, A., 255.  
Bühler 495.  
Biitschli 495.  
Buhl 239.  
Bunsen, R., 305.  
Busch 251.  
Bylert, van 32, 41.

### C

Cameron, C., 26.  
Carli, N., 398.  
Carnier, K., 255.  
Caron, H., 81, 255.  
Cato, der Aeltere, 454.  
Cellsus 454.  
Chaptal, J. A. C., 463, 465, 471, 465, 471.  
Cholnoky 53, 56, 57, 62, 64.  
Chouchak 264.  
Christensen, H., 50, 51, 255.  
Church 81.  
Cislar 236.  
Clarke 255.  
Classen, J., 255.  
Clausen 81, 255.  
Clerc, J. Le, 254.  
Coffey, G. N., 6, 8.  
Columella, L. J. M., 454.  
Coninck 81.  
Conwentz 255.  
Coover, W. A., 268.  
Cox, A., 255.  
Credner 94.  
Crome 465.  
Culen 463.

### D

Dade, H., 255.  
Dafort 482.  
Dahl, F., 103, 255.  
Dale 255.  
Darwin, Ch. R., 490, 492.  
Davis, W., 256.  
Davy, H., 464, 466, 467, 469, 471, 488.  
Day 82.  
Decharme 476.  
Decherain, P. P., 476.  
Decond, H., 256.  
Deecke, W., 256.  
Degtiarew 216.  
Dennstedt 185.  
Densch 229, 258, 378.  
Dezani, S., 256.  
Dietrich, M., 256.  
Dikoa 435.  
Dimo, N. A., 432, 450.  
Dittrich 482.  
Döbrich, G., 482.  
Dölter, C., 256.  
Dokutschaef 203, 208, 225, 283, 320, 322, 324, 343, 405, 407, 408, 409, 416 17 494.  
Doyme, H. C., 444.  
Drew, G., 256.  
Drygalski, E. v., 52, 53, 55, 59.  
Duisburg, V., 435.  
Dumas, V. B., 489.  
Dumont 82, 256, 465.  
Dvorak, J., 256.  
Dyer 277, 291.

### E

Ebermayer 487.  
Ebert 109.  
Eckardt 82.  
Edelmann 482.  
Ehrenberg, P., 398, 400, 450.  
Eichhorn 480.  
Eichinger 82.  
Einecke 82.  
Einhof 467, 469.

Eisenbach 463.  
Eller 458.  
Elliot 82.  
Emeis 82, 491, 494.  
Emmerich 239.  
Emmerling 398.  
Empedocles 453, 456.  
Emszt, K., 295.  
Endell, K., 300.  
Engels 82.  
Erdmenger 197.  
Eser 491, 492.

### F

Faber, H., 275.  
Fach 82, 256.  
Falke, F., 76.  
Fallou 455, 472, 473, 482, 483, 484, 485.  
Faujus, M., 456.  
Feilitzen, H. v., 256.  
Felsing, L., 82, 256.  
Ferentzy, J., 295.  
Fermor, L., 256.  
Fesca, M., 256.  
Filatow, M., 450.  
Fischer, H., 257, 466.  
Five, J., 256.  
Fletcher, F., 257.  
Fliegel, G., 450.  
Floderer, A., 257, 296, 297.  
Florinus 457.  
Flüge 383.  
Flügel, M., 247.  
Flügge 239.  
Fluhr, R., 257.  
Forchhammer 28.  
Foucrov, A. F. de, 460.  
Fousek, A., 257.  
Fowler 82.  
Fraas 476.  
France, R., 257.  
Franke, H., 257.  
Frech, F., 450.  
Fred, E., 257.  
Freewald 458.  
Fresenius, L., 501.

Freundlich, H., 399.  
Friske, K., 249.  
Fritsch 493.  
Fröhlich 248.  
Frosterus 18, 82, 223.

### G

Gabba, L., 257.  
Gagel 77, 85.  
Gagelmann, F., 258.  
Gallenkamp 82.  
Gandchon 263.  
Gans, R., 24, 28, 29, 257, 309, 361, 362.  
Gasparin 476.  
Gayon 490.  
Gazzeri 467, 468, 472, 477.  
Gebbing 83.  
Gedroiz 82, 307, 346, 349, 450.  
Geer, Baron de, 54, 56, 102.  
Geinitz, E., 258.  
Gerlach, M., 251, 258.  
Gilbert, J. H., 488.  
Gimingham, C. T., 258.  
Girard 473, 485.  
Gleißner, M. J., 83, 246.  
Glinka 222, 226, 320, 322, 324, 343, 408, 409, 410, 411, 415, 432.  
Glöckner 83.  
Glötzer, J., 339.  
Gordon 83.  
Gorski 258, 397, 398.  
Gortner-Roß 258.  
Gothan, W., 450.  
Gottwald, W., 450.  
Gräbner 103.  
Graeger 476.  
Graham 241.  
Grandeau 275, 287, 305.  
Granö 416.  
Grave 83.  
Greaves, J., 267.  
Grebe, C., 258, 288, 477.  
Greibenberg 478.  
Gregoire, A., 7, 258.  
Gregory 83.  
Greig-Smith, R., 258.

Grupe 109, 111, 115.  
Gully 229, 230, 232, 233, 234, 235,  
236, 247.

## H

Haave, E., 450.  
Haberlandt 239, 480, 490, 494.  
Haberle 83.  
Haglund 83.  
Halbiaß 83.  
Hall, A. D., 446.  
Hanley, J. A., 442, 443.  
Hasenbäumer 83.  
Hassenfratz, J. H., 460.  
Hatvan 339.  
Hauchecorne 89.  
Haurthal 258.  
Haydin, St. v., 297, 340.  
Hazard 115.  
Heinitz, B., 27.  
Heinrich 364, 365, 366, 486, 491, 494.  
Helbig 83, 107, 498.  
Hellriegl 437.  
Henneberg 478, 480.  
Hennig 258.  
Hensen 490, 492.  
Hermann 489.  
Herbststädt 465.  
Hertwig 83.  
Hesselink v. Suchtelen 84  
Hettner, A., 259.  
Heublein 91.  
Heyden 479, 488.  
Heyer 479.  
Hilgard 6, 32, 33, 34, 39, 41, 225, 259,  
274, 282, 285, 286, 287, 288, 296,  
298, 301, 302, 307, 308, 310, 311,  
312, 313, 315, 316, 318, 320, 321,  
322, 323, 324, 325, 336, 337, 343,  
344, 345, 346, 347, 348, 350, 351,  
354, 357, 358, 361, 362, 491, 494.  
Hiltner 84.  
Hirsch 462.  
Hissink 7, 25, 26, 31, 84, 222, 223,  
225, 259, 296, 297, 308, 309, 310,  
311, 313, 316, 317, 318, 338.  
Hitier 259.

Hoberg, W. H. v., 456.  
Höck, F., 259.  
Höfer 84.  
Högböm, B., 52, 54, 56, 60, 61, 63,  
64.

Hoffmann 84, 239, 260.  
Home, F., 460, 461, 462, 467.  
Hoobs, W. H., 53.  
Hornberger 46, 107, 112.  
Houdaille 273.  
Houtmacher, P. W., 51.  
Hudig, J., 500.  
Hühn, Fr., 260.  
Hughes 84.  
Huizinger 84.  
Humboldt, A. v., 460, 466.  
Hundeshagen 472.  
Hutchinson 84.  
Huxtable 468, 472.

## I

Ihssen, G., 259.  
Ilinsky 259.  
Immendorff, H., 451.  
Ingenhouss 466, 469.  
Inkey, B. v., 223.  
Istscherekow 389.  
Iwanow 432, 451.

## J

Jacobi 259.  
Jaczewsk 84.  
Jaekel, B., 254.  
James, G., 259.  
Jannasch, R., 259.  
Jarilow, A., 84, 432.  
Jentsch 77.  
Jodici, S. L., 259.  
Jodlbauer 275.  
Johansson, S., 2, 418, 419, 430.  
Jongh, A. C. de, 50.

## K

Kähler, B., 451.  
Kahn, O., 259.  
Karpinsky 222.  
Kaul, H., 84, 259.

Kayser, E., 465.  
Kedzie 313, 338, 357.  
Keilhack 85, 226, 440.  
Keller 85.  
Kerner 493.  
Khitrowo 260.  
Kienast 85.  
King 277, 484.  
Kirwan 460, 463, 466.  
Kispatic 85.  
Kiehdahl 101, 275.  
Klauprecht 472.  
Kleberger, W., 78.  
Klebs, G., 260.  
Klein 227.  
Klenze 484, 486, 490, 492.  
Klimcksieck 35.  
Kling, M., 260.  
Knoblauch 493.  
Knop 182, 183, 184, 196, 467, 480, 481,  
484.  
Koch 85, 260, 490.  
Koehne 85.  
Koenen 109, 112, 113, 120.  
König, I., 260.  
König, P., 260.  
Königsberger 85, 87.  
Kolb 260.  
Kolkwitz, F., 255.  
Koninck 389.  
Kopecky, I., 20, 144, 162, 169, 295,  
365, 366, 370, 377, 378, 382, 383,  
451, 498.  
Koppe 469, 472.  
Kosmann 85.  
Kossmat, F., 72.  
Kossowitz 85, 260, 320, 322, 324, 343,  
345.  
Kostytchew 283.  
Kotrba, G., 306, 347.  
Kraepelin 260.  
Kramer 85.  
Krapiwim 85.  
Kravkoff 260.  
Krocker 481.  
Krümnitz, Dr., 458.  
Krusch 77.

Kryz 85.  
Kübler, W., 260.  
Kühn, J., 86, 484.  
Kühne, G., 451.  
Kirilow 86.  
Küster 105, 108.

## L

Lang 484, 487.  
Langenbeck, R., 261.  
Larsen, C., 255.  
Larue, P. M., 451.  
Lathrop, E., 86, 90, 452.  
Latterly, J., 292.  
Laufer 100, 101, 277.  
Lauterborn, K., 261.  
Lawes 489.  
Lazdrevic, M., 451.  
Leavitt 86.  
Leiningen, Graf zu, 27, 224.  
Lemmermann, O., 72, 86, 261, 439,  
440, 451, 500, 504.  
Lenz, K., 261.  
Leoncini, G., 451.  
Leopold, G. H., 298, 310, 311.  
Leppla, A., 261.  
Lewitzky, A. P., 432, 451.  
Liebel, F., 261.  
Lieben 398.  
Liebenberg 364, 480, 484, 487, 492.  
Liebig 468, 474, 475, 477, 481, 486.  
Liesegang 86, 451.  
Lieske 86.  
Linck, G., 86, 261.  
Lipmann 86, 261.  
Littrow 493.  
Livingstone 476.  
Löb, W., 261.  
Löhmis, J., 86, 227.  
Loewinsohn-Lessing 222.  
Loges 187.  
Lohaus, W., 76.  
Lorenz 87.  
Lorie 86.  
Lotz 87.  
Loudon 470.

Loughridge 284, 285, 307, 311, 312,  
313, 314, 336, 344, 347, 348, 359, 360.  
Lowe, E., 261.  
Lüdecke 87, 106, 107, 108.  
Lunge 308.

### M

Maas, O., 261.  
Macallum, A., 261.  
Mac Daugal 262.  
Madsen, V., 57.  
Mäkinnen, E., 388.  
Magnus 493.  
Malpeaux 87.  
Mann 197.  
Marc, R., 87, 262, 451.  
Marchlewsky 308.  
Mariotti 457.  
Maroni 451.  
Marquardsen 435.  
Marten, J., 492.  
Masoni, G., 262.  
Maßmann, R., 262.  
Masure 484, 490.  
Mausberg, A., 73.  
Mayer, A., 146, 480, 484, 486, 487,  
490, 491, 492.  
Maze R., 451.  
Meinardus, W., 53, 58, 59, 60, 61, 62,  
63, 64, 65, 66.  
Meinecke, F., 262.  
Meister 477, 490.  
Menzel 262.  
Mereier 87.  
Merzbacher 87.  
Meusel, E., 488.  
Meyer 87.  
Michaelis 113.  
Mieche, A., 262.  
Miete, A., 52, 61, 63.  
Migula 87.  
Millard, W., 262.  
Miller 458.  
Milloni 493.  
Mitscherlich 17, 132, 189, 192, 194,  
195, 248, 262, 277, 291, 292, 295,  
296, 297, 302, 305, 321, 325, 326,

327, 363, 364, 365, 366, 381, 383,  
387, 439.  
Möller, J., 487.  
Mohr, E. C. J., 36, 473.  
Molliard 262.  
Momaski, A. v., 250.  
Montemartini 262.  
Morisson, G. G. T., 443, 444.  
Moschatschek, F., 262.  
Moscow, W. of, 305.  
Müller 87, 203, 263.  
Müller, J., 482.  
Müller, P. E., 490, 494.  
Münchhausen 458, 459.  
Münichsdorfer 85.  
Münst, M., 263.  
Müntz 263, 489.  
Mulder 481, 482, 489.  
Munk, F., 263.  
Murawljansky, S. M., 78, 87.  
Murgoci 104, 225.  
Murichson 465.

### N

Naegler, W., 87.  
Neger, F., 263.  
Neostronieff, S., 88.  
Neßler 484.  
Neuß, O., 453.  
Neustrujew 410, 411.  
Ney, K. E., 451.  
Niklas 225, 226, 263.  
Niklewsky 237, 238.  
Nordenskjöld 52, 53, 62.  
Nottin 88.  
Nowacki 141.

### O

Oden, S., 233, 247.  
Odinzow, B., 263.  
Oemler, P., 487.  
Olbricht 77.  
Olivier, S., 456.  
Oppokoff, E., 88.  
Orth, A., 489.

Oryng, T., 396, 397, 398, 400.  
d'Ossat, A., 69, 80, 222.  
Ostriakow, A., 263.  
Oswald, B., 106.  
Ototzki, D. W., 432, 451.  
Owen 274, 285, 307, 308, 336.

### P

Pagel, A., 488.  
Pagnoul 277.  
Palladius, K. T. A., 454, 455.  
Palmer, Ch., 88.  
Pantanelli, E., 263.  
Parmentier 466.  
Paterson, J., 263.  
Patschosky, Z., 263.  
Pelz, E., 263.  
Penck, A., 53, 88.  
Peter, R., 307.  
Petermann 291.  
Petit, du, 490.  
Petits, A., 88.  
Pettenkofer 239.  
Pfaundler 484, 485, 487.  
Pfeiffer, Th., 8, 88, 247, 248, 249, 264,  
438, 439, 451, 501, 503.  
Philippi 53.  
Pick, H., 400.  
Pickering, S. U., 445.  
Plehn, G., 264.  
Plinius, C. S., 455.  
Plinius, C., 454.  
Posnansky, A., 264.  
Post, v., 318.  
Potonie, H., 103, 264.  
Pott, E., 490.  
Pouget, J., 264.  
Praeske 240.  
Pransnick, W., 239.  
Prazmowski, A., 264.  
Preuß, H., 264.  
Prianischnikow, D., 441, 451.  
Protopopescu-Packe 203.  
Puchner 88.  
Putsche 470.

### R

Ramann, 7, 77, 104, 223, 224, 225,  
288, 320, 321, 322, 324, 326, 343,  
364, 365, 366, 386, 491, 493, 494.  
Rammelsberg 482.  
Rautensberg 478, 480.  
Regny, V. de, 23, 69, 222.  
Reichard 462.  
Reichenbach, H. u. H., 264.  
Reid, F., 91.  
Reiser 88.  
Reitmair 473.  
Rempp 66.  
Renner, O., 264.  
Renny 75.  
Richter, G., 434.  
Richter, W., 264.  
Richthofen, F. v., 491, 492, 494.  
Rikli, M., 264.  
Ringelmann 88.  
Ritter, E., 86, 88, 264.  
Rördam 7.  
Rösing, G., 264.  
Röbler 398.  
Rohland 89, 264, 399, 402.  
Rohr, J. B. v., 457.  
Romberg, v., 132.  
Rosenbusch, H. F., 226.  
Rosenow, M., 264.  
Rost-Clayton, O., 258.  
Rother, G., 243, 264.  
Roziar 462, 466.  
Rübel, E., 254.  
Rückert 460, 463.  
Ruhland, W., 264.  
Rullmann, W., 264.  
Rundell, R., 247.  
Rupprecht 460.  
Russel, E. Z., 441, 445, 492, 494.  
Ruzkoff, A., 264.

### S

Sachs, J., 491.  
Sacket, W., 264.  
Salmoiraghi, Fr., 80.  
Saloman, W., 52, 55.

- Samojloff 89.  
 Saposchnikow 414, 416.  
 Sapper, K., 53.  
 Sarasin, P., 189.  
 Saussure, Th. de, 458, 460, 464, 465, 469.  
 Sazanow 219.  
  
 Schade, F., 89.  
 Schafarzik, F., 295.  
 Schardt, H., 89.  
 Schelthaase 89.  
 Schering, H. G., 89, 264.  
 Scherrer 419.  
 Schimper, K. F., 475.  
 Schipf 469.  
 Schlenker, G., 264.  
 Schlössing 101, 251, 277, 291, 297, 300, 489.  
 Schmauß, A., 89.  
 Schmeider, M., 266.  
 Schmeidewind, W., 266, 439.  
 Schmidt, E., 98, 203.  
 Schmit, J., 49, 50.  
 Schneiderhöhm, H., 452.  
 Schöne, v., 199, 201, 484.  
 Scholz, J., 89.  
 Schottler, W., 266.  
 Schreiner, O., 89, 90, 452.  
 Schroder, P., 90.  
 Schroeder, H., 255.  
 Schucht, F., 1, 2, 27, 69, 101, 104.  
 Schübler 141, 364, 369, 463, 469, 470, 471, 475, 477, 480, 481, 490, 492.  
 Schütze, W., 290.  
 Schuhmacher 364, 471, 480, 484, 485, 487.  
 Schuliga, J. A., 432, 452.  
 Schulow 266.  
 Schulze, G., 60, 489.  
 Schuschak 88.  
 Schuwalof, I., 266, 439.  
 Schwalbe, G. C., 139.  
 Schwappach 240.  
 Schwarz 239.  
 Schwarz, F., 267.  
 Schwarz, R., 267.  
  
 Seelhorst, v., 501.  
 Segdwick 465.  
 Seger 371.  
 Senit 473, 485.  
 Sennebier 469.  
 Severini, G., 263.  
 Seydel, S., 260.  
 Shorey, E., 90, 267.  
 Shrewsbury, H., 267.  
 Sibirtzev, N., 208, 320, 322, 324, 343, 494.  
 Sigmond, A. v., 24, 27, 90, 223, 224, 236, 271, 277, 279, 295, 300, 301, 308, 312, 336, 432.  
 Simon, M. E., 488.  
 Simpson, E., 90.  
 Sjöllema 398.  
 Skinner, J., 90.  
 Slavik 365, 371.  
 Smirnoff, W. P., 90, 405.  
 Soelch, J., 90.  
 Sokolow, A., 267.  
 Solger, F., 90.  
 Sonnenschein 47, 51.  
 Sornery, P., 90.  
 Sothers, D. B., 443.  
 Soyka 383, 385.  
 Spann, A., 90.  
 Sperlich 90.  
 Spethmann, H., 53, 60.  
 Spichal, J., 452.  
 Sprengel 469, 473, 474, 477.  
 Ssawarenski, T. P., 432, 452.  
 Stahl, A., 90.  
 Staikoff, St., 90.  
 Stentzel, A., 90.  
 Stevenson 268.  
 Stewart, R., 91, 267.  
 Stocklasa, J., 91, 452.  
 Stohmann 478, 480.  
 Stoller, J., 255.  
 Stoller, M. J., 436.  
 Streicher, O., 267.  
 Stremme, H., 91, 310, 311, 339, 342.  
 Striegau 402.  
 Strubl, W., 92.  
 Stuhr, Fr., 91.

Süchting, H., 91, 229, 230, 231, 232,  
235, 443.  
Suhr, J., 91.  
Sukow 482.  
Sullivan, M., 91.  
Suzuki, S., 267.  
Svenander 54.

### T

Tacke, B., 75, 91, 229, 230, 231, 232,  
235, 267, 278, 282, 294, 443, 503.  
Tanfiliew, G., 91.  
Tarnuzzer, Chr., 53.  
Teplow, M. M., 432.  
Tetzner, F., 267.  
Thaer 233, 468, 469.  
Thenard 476.  
Theophrastos 453, 455, 461.  
Thernyschew, T., 227.  
Thiel 277.  
Thiem, G., 91.  
Thompson, H. S., 477.  
Thoms 276, 290.  
Thoulet, J., 91.  
Tichonowitsch, N., 268.  
Till, A., 243.  
Tillmann, J., 91.  
Toerdon 458.  
Törnquist, A., 268.  
Torrell, O., 102.  
Trambics, J., 295.  
Treadwell 50, 51.  
Treiz, P., 25, 273.  
Tremellius 454.  
Trnka, R., 363, 496.  
Trommer 469, 473, 478, 490.  
True, R., 268.  
Tscherwjakow, N. J., 432, 452.  
Tucan, F. R., 92, 268.  
Tulaikow, N., 268.  
Tumin, G., 92.  
Tunmann, O., 268.  
Turner, J., 257.  
Tutkowski 212, 213.

### U

Ulbrich, E., 255.  
Ule, W., 53, 54, 268.

Ulrich 484.  
Underwood, L. M., 446.  
Unna, L. G., 399.

### V

Vageler, L., 8, 228, 268.  
Valette 35.  
Vandenhoeck 460.  
Varro 454.  
Vaux, A. A. de, 463.  
Vernadsky, W., 78, 79, 92.  
Vesterberg, A., 273, 274, 277, 308, 309,  
313, 317, 320, 323, 325, 338, 342, 345.  
Villard, R. E., 92.  
Virgil 454.  
Voelker 479.  
Vogel, J., 92, 490, 499.  
Vogel v. Falkenstein 111, 132, 238.  
Voller, A., 92.  
Vondl, A., 295, 341.  
Vorländer, D., 92.

### W

Wagner 439.  
Wahnschaffe, F., 2, 27, 31, 52, 97,  
98, 100, 101, 184, 226, 275, 277, 436,  
492.  
Wallenbock, L., 92.  
Wallenius, G., 457, 458, 459, 463, 466,  
467.  
Walther, J., 77.  
Wartenberg, H., 268.  
Wartha, V., 295.  
Warunis, J., 268.  
Way, Th., 35, 47, 49, 50, 51, 268, 274.  
Weber, G., 92.  
Weberhauer, A., 92.  
Ween, van der, 92.  
Wegener, Th., 268.  
Wehner, C., 268.  
Weibull 308.  
Weigand 53, 55.  
Weinhold 480.  
Weinzierl, Th. R. v., 76.  
Wells, A., 268.  
Werling, P., 92, 268.

- Werth, E., 92.  
 Westermann 7.  
 Whitney, 6.  
 Wiegener, G., 93, 452.  
 Wiler 236.  
 Wiley, H. W., 26, 313, 337, 338, 344,  
 345, 348.  
 Wilhelm 490.  
 Windisch, R., 295.  
 Wittney 484.  
 Wlodek 269.  
 Woehler 482.  
 Wohltmann 291.  
 Wolf, W., 145, 476, 480, 481.  
 Wolff, E., 364, 369, 481, 482.  
 Wollny 288, 364, 383, 386, 387, 489,  
 490, 492, 493.  
 Woodward, H. B., 93.  
 Wrochem, J. v., 196, 198.  
 Wülfing, E. A., 93, 269.  
 Wüst 77.  
 Wunstorf, W., 93.  
 Wyssotzky 410.

**Y**

Young 464, 465.

**Z**

Zambonini, F., 72.  
 Zdobnicky, V., 452.  
 Zehetmayer 503.  
 Zeiger 462.  
 Zellner, J., 269.  
 Zirkel 98.  
 Zirkel, Ferd., 226.  
 Zoehls, A., 296, 297.  
 Zöllner 48.

## Sachregister.

**A**

Ablaugen der Sulfitcellulosefabriken  
 395.  
 Ackerbewässerungsversuch 430.  
 Adsorptionsfähigkeit der Böden 393.  
 Adsorptionsvermögen der Ackererde  
 253.  
 Agriculturchemie 474.  
 Agrolog, russischer, 436.  
 Alaun als Mineralienbildung des  
 sächsischen Kreidegebietes 81.  
 Altaigebirge 412.  
 Aluminiumsesquioxide 215.  
 Ammoniakverdunstung im Boden 269.  
 Ammoniakverdunstung aus Böden 500.  
 Ammoniumphosphormolybdat 47.  
 Angit 350.  
 Apatit 350.  
 Atmosphärische Düngung 460.  
 Azidität der Zellmembranen 236.

**B**

Beurteilung der Bodenstruktur auf  
 experimenteller Grundlage 81.

Biologische Mitrochemie 261.  
 Biotit 350.  
 Bleichsand 82.  
 Boden, Bestimmung des Volum-  
 gewichts 372, 377.  
 Bodenabsorption 453, 459.  
 Bodenbakteriologie 92.  
 Bodenbakteriologische Beobachtungen  
 237.  
 Bodenbestandteile, Bestimmung der  
 bei der Pflanzenproduktion wich-  
 tigsten 275.  
 Bodendurchlässigkeit für Wasser 494.  
 Bodenfeuchtigkeit 251.  
 Bodenhygroskopizität 466.  
 Bodenkolloide 403, 501.  
 Bodenkrümelung 461.  
 Bodenkunde 451.  
 Bodenmischung 500.  
 Bodenmonoliten 450.  
 Bodensalze, Bestimmung der Gesamt-  
 menge der wasserlöslichen 273.  
 Bodentemperatur 493.

Bodenuntersuchungen, Lüneburger Heide 80.  
Bohnerztone 82.  
Bunter Mergel 269, 456.  
Buntsandsteinboden 114, 126.  
Buntsandsteinverwitterung 105.

### C

Calcit 350.  
Chemische Bodenanalyse 271, 327, 336.  
Chemische Zusammensetzung der Böden 78.  
Chlorit 350.

### D

Dammerde 459.  
Denitrifikation 466.  
Drainage 454.  
Dünger, Einfluß auf Bodenbeschaffenheit 73.  
Düngerlehre 78.  
Düngermittelanalyse 335.  
Düngungsbedürfnisse der Böden 439.  
Durchlässigkeit des Bodens 175, 178.

### E

Einteilung der Bodenkörner 3.  
Eisensäquioxyde 215.  
Eisenhydroxyd 398.  
Endmoränen des deutschen Flachlandes 103.  
Entwicklung der Bodenkunde 453.  
Erdalkalimetallkarbonate 273.  
Erdilliefern 52.

### F

Feinsandlehne 426.  
Feinsandtone 424.  
Firkiboden 435.  
Frostgrenzen und Frosthäufigkeit 253.  
Futterbau 76.

### G

In Gebirgsgegenden Rußlands vorkommende vertikale Bodenzonen 405.

Geochemie 451.  
Gesamt-Kieselsäuregehalt der Waldböden 208.  
Gips als Mineralienbildung des sächsischen Kreidegebietes 81.  
Glazialgeologie 102.  
Grundfragen in der Zubereitung der Bodenlösungen für die chemische Analyse 279.  
Gyttjaböden 319.

### H

Harze 288.  
Hochmoorerde 88.  
Hochplastische Tone 421.  
Humus 253, 459.  
Humusbestimmung 29, 182.  
Humussäuren 91, 229, 247, 450.  
Humussäuren, Bestimmung der freien und gebundenen 288.  
Humusstoffe 288.  
Hydroxylionen 397.  
Hygiene des Bodens 239.

### J

Javasand 13.

### K

Kalisilikate 348.  
Kalk, Bestimmung des physiologisch wirkenden im Boden 273.  
Kalkbedürfnisse 255.  
Kalke als Düngemittel 451.  
Kaolinisierung 83.  
Kalziumsilikate 85.  
Klassifikation der Bodenarten 451.  
Klumpse 124.  
Körnungsprodukte 199.  
Kohlensäure der natürlichen Gewässer 80.  
Kolloidale Stoffe im Boden und ihre Bestimmung 338.  
Kolloidchemie 93, 225, 241, 262.  
Kolloidchemie in Fragen der Bodenkunde 450.  
Kolloiderscheinungen in Konkretionen 251.

Kolloidstoffe 265.  
Kolloidtone 394.  
Konsistenzkurven der Mineralböden 418.  
Korund 350.  
Künstliche Düngemittel 69.

### L

Luftkapazität des Bodens 164, 166.  
Lysimeterversuche 1913 430.

### M

Magnesit 350.  
Magnesiumpyrophosphat 47.  
Mangansesquioxyde 215.  
Mechanische Bodenanalyse 1, 463.  
Methodik der Bodenuntersuchung 181.  
Mikrobiologische Vorgänge im Humus 262.  
Mineralböden, Einteilung 4.  
Mineralsubstanzen 461.  
Molkenböden 105, 110, 119, 120, 125, 136, 137.  
Moorböden 20.

### N

Niederrheinisches Tiefland, Aufbau und geologische Geschichte 93.  
Nitrifikation 475, 499.  
Nitritbildungen bei Bakterien 263.  
Nitron-Methode 250.

### O

Orientationsbestimmung bei Sand 366.  
Orthoklas 351.  
Ortstein 82.  
Ortsteinbildung 253, 260.  
Ortsteinprofil 118.  
Oxydationsgrad von Eisenverbindungen in humushaltigen Lösungen 388.

### P

Pedolog, russischer 436.  
Pedologie 457.  
Petrochemie der Sedimente 261.  
Pflanzenernährung 245.  
Pflanzenernährungslehre 78.  
Pflanzennährstoffe im Ackerboden 437.

Phonoliths als Düngemittel 504.  
Phosphorsäurebestimmung in salzsauren Bodenextrakten 46.  
Plagioklas 351.  
Podsolböden 20.  
Porenvolumen 162.  
Porosität des Bodens 162.  
Porositätsbestimmung des Bodens 387.

### R

Radioaktivität, Einfluß auf die Entwicklung des Pflanzenorganismus 91.  
Rezente Bodenverklittungen 246.  
Rohphosphate als Düngemittel 503.  
Rohtone 352.  
Roterden 81, 82.

### S

Sallingmolkenboden 134.  
Salzsaure Bodenextrakte 46.  
Sandböden 195.  
Schlammanalyse 467, 471.  
Schlammapparate 29.  
Sammeln der feinsten Schlammprodukte 29.  
Schlufftone 120, 423.  
Schwarzerde 255.  
Schwefel auf die bakteriellen Leistungen des Bodens 499.  
Silikatminerale 87.  
Silikatzersetzung durch Bodenbakterien 80.  
Spezifische Gewichte von Bodenproben 196.  
Sphagnumtorf 247.  
Staßfurter Kalisalze 440.  
Steinfelder 61.  
Steinnetzwerk 61.  
Steinringe 61.  
Steinstreifen 61.  
Stickstoffbildung durch Azotobacter 260.  
Stickstoffernährung des Aspergillus 254.  
Suspensionskolloid 400.

**T**

Tonböden 319.  
Tone und ihre Kolloidnatur 265.  
Tone von Striegenau 402.  
Tonerdesilikate 452.  
Tonige Teile 199.  
Tonkolloide 319, 501.  
Ton-Ortstein 243.

**U**

Ultramikroskopie von Bodenausüügen  
78.

**V**

Verbreitung der Kieselsäure 204.  
Verbreitung der Kieselsäure im Löß  
der russischen Steppen 211.  
Verteilung der Erdalkal karbonate im  
Boden 281.  
Verteilung der Kieselsäure in Wald-  
gebieten 207.

Verwitterungstonerde 119.  
Volumenometer 371.  
Volumgewichtbestimmung 498.  
Volumgewicht der Böden und Ge-  
steine 363.

**W**

Wasserbestimmungen 189.  
Wasserkapazität des Bodens 145, 147.  
Weidenwirtschaft 76.  
Wirkung des Mangans bzw. Alumi-  
niums auf das Pflanzenwachstum  
438.  
Wirkung des Schwefels auf die Pflanz-  
produktion 451.

**Z**

Zeolithgehalt 481.  
Zusammensetzung und Ursprung eini-  
ger Böden Rußlands 205.

## Bericht

über die Sitzung der Internationalen  
Kommission für die mechanische und physikalische  
Bodenuntersuchung  
in Berlin am 31. Oktober 1913.

Berichterstatter: F. Schucht.

Am 31. Oktober d. Js., vormittags 10 Uhr, trat in der Aula der Kgl. Geologischen Landesanstalt in Berlin die „Kommission für die Klassifikation der Bodenkörner bei der mechanischen Bodenanalyse“ zusammen, die von der II. Internationalen Agrogeologenkonferenz in Stockholm im Jahre 1910 gewählt war, um der im Jahre 1914 (nunmehr 1916) in Petersburg tagenden III. Agrogeologenkonferenz Vorschläge zu internationalen Vereinbarungen vorlegen zu können. Die Kommission nahm jetzt den Namen: „die Kommission für die mechanische und physikalische Bodenuntersuchung“ an.

Direktor Dr. A. Atterberg in Kalmar (Schweden), Vorsitzender der Kommission, war s. Z. in Stockholm beauftragt worden, seine über die mechanische Bodenanalyse gemachten Vorschläge in einem Promemoria zusammenzufassen, die Vorschläge der übrigen Kommissionsmitglieder dann einzuholen und die noch weiter erforderlichen Untersuchungen anzustellen. Dr. Atterberg hat daher seit dem Jahre 1910 in fünf Mitteilungen die Mitglieder der Kommission über die Ergebnisse der bisherigen schriftlichen Verhandlungen und der einschlägigen Forschungen über die Methoden der Bodenanalyse informiert und hat eine Reihe Vorschläge zu internationalen Vereinbarungen aufgestellt, so daß der jetzt zusammentretenden Kommission eine Orientierung und Beschlußfassung durch diese Vorarbeiten Atterbergs sehr erleichtert war.

Von den von der Stockholmer Konferenz erwählten 17 Mitgliedern der Kommission waren zwei ausgeschieden, und zwei haben an den Verhandlungen keinen Anteil genommen. Es waren

daher von dem Vorsitzenden noch einige Gelehrte zu den Verhandlungen eingeladen worden. An der Sitzung der Kommission nahmen somit teil die Herren:

Prof. Dr. R. Albert, Eberswalde;  
Direktor Dr. Alb. Atterberg, Kalmar, Schweden;  
Privatdoz. Dr. E. Blanck, Breslau;  
Dr. Theod. de Almeida de Camargo, Brasilien,  
z. Z. München;  
Prof. Dr. R. Gans, Berlin;  
Direktor Dr. B. Heinitz, Pisek, Böhmen;  
Direktor Dr. D. J. Hissink, Wageningen, Holland;  
Dr. S. Johansson, Kalmar;  
Prof. Dr. T. Lyttleton Lyon, Ithaca, U. S. A.  
Dr. R. Muenk, Berlin;  
Prof. Dr. E. Ramann, München;  
Dr. F. Schucht, Berlin;  
Prof. Dr. de 'Sigmund, Budapest;  
Geh. Bergrat Prof. Dr. F. Wahnschaffe, Berlin.

Zum Vorsitzenden der Kommissionssitzung wurde Geheimrat Prof. Wahnschaffe, zum Schriftführer Dr. Schucht gewählt.

Der Vorsitzende, Geheimer Bergrat Prof. Dr. F. Wahnschaffe, eröffnete die Sitzung und begrüßte die erschienenen Kommissionsmitglieder im Namen des leider verhinderten Direktors der Königlichen Geologischen Landesanstalt, Geheimen Bergrats Professor Dr. Beyschlag, in den Räumen der Anstalt. Er wünschte im Namen desselben den Beratungen der Kommission den besten Erfolg.

Dr. Atterberg demonstrierte zunächst unter Assistenz von Dr. Johansson Schlammprodukte plastischer und nichtplastischer Mineralien, sowie seine beiden Schlammapparate (vgl. die diesbez. Arbeiten Atterbergs in dieser Zeitschrift Bd. II. S. 320; Bd. III. S. 291), ferner die Methoden der Plastizitäts- und Festigkeitsbestimmung, seinen neuen Festigkeitsbestimmungsapparat, sowie die von S. Johansson entworfenen Festigkeitskurven und ferner eine Reihe von analysierten und klassifizierten Bodenproben.

Es wurde sodann zur Beratung der gestellten Anträge übergegangen, die der Kommission durch Dr. Atterberg teils in

den bereits gedruckten Mitteilungen, teils in neuen brieflichen Mitteilungen und Programmen zur Behandlung vorgelegt wurden.

Wir wollen diese Anträge, die für weitere Kreise Interesse haben, hier ausführlich wiedergeben.

Dr. Atterbergs Vorschläge (in seiner 5. Mitteilung an die Kommissionsmitglieder) lauten:

### A. Über die Einteilung der Bodenkörner.

Die Mehrzahl der Kommissionsmitglieder hat sich jetzt meinem Vorschlage zur internationalen Einteilung der Bodenkörner angeschlossen. Mein Vorschlag ist auf folgende, in landwirtschaftlicher Hinsicht wichtigen Eigenschaften der Bodenkörnergruppen gegründet (Versuchsstationen 1903, S. 136—141) und hat folgende Form:

- Körner von:
- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 2,0—0,2 mm. —           | Kapillare zu grob, um das Wasser behalten zu können. Die Körnergruppe liefert daher trockne Böden, nur als Waldböden zu benutzen.   |
| 0,2—0,02 mm. —          | Kapillare gut wasserbehaltend. Die Gruppe daher „gute Sandböden“ liefernd. Kapillare Wasserbewegung schnell.  |
| 0,02—0,002 mm. —        | Kapillare bei kompakter Lagerung der Körner zu klein, um den Wurzelhaaren der Gräser Platz liefern zu können. Kapillare Wasserbewegung gut. Die Körnergruppe Hauptbestandteil zahlreicher Lehm- und Tonböden. |
| kleiner als 0,002 mm. — | Kapillare zu klein, um den Bakterien freie Bewegung zu gestatten. Kapillare Wasserbewegung sehr langsam. Die Körnergruppe oft Hauptbestandteil der schwereren Tonböden.                                       |

Die Vorteile dieser Einteilung vor anderen üblichen Einteilungen liegen teils in der Einfachheit derselben, teils darin, daß sie auf die physikalischen Eigenschaften der Körnergruppen gegründet sind.

Die vier Körnergruppen lassen sich nach Belieben weiter einteilen. Ich finde aber die weitere Einteilung manchmal überflüssig.

Die zur Trennung der vier Klassen der Bodenkörner bei der Anwendung von Sedimentierapparaten nötigen Absetzzeiten sind in meiner vierten Mitteilung, S. 6, angegeben. Die, welche Spülapparate oder Zentrifuge benutzen, mögen sie so einstellen, daß sie dieselben Zifferresultate wie die Sedimentierapparate liefern. Als einfache und bequeme Sedimentierapparate erlaube ich mir die in meiner vierten Mitteilung S. 7 beschriebenen zu empfehlen.

Den Forschern, welche nicht die von ihnen bisher benutzten Körnereinteilungen zu verlassen geneigt sind, erlaube ich mir vorzuschlagen, zu den von ihnen benutzten Grenzen der Körnergrößen ebenfalls die Grenzen 0,2 mm

und 0,02 mm aufzunehmen. Ihre Ziffern würden dadurch international verständlich werden.

Über die Grenze zwischen „Schluff“ und „Schlamm“ (Staub und Ton, Silt and Clay) habe ich mich in meiner zweiten Mitteilung geäußert. Meine fortgesetzten Untersuchungen haben dazu folgendes ergeben.

Wenn man fein gemahlene Feldspath und Quarz bei der vorgeschriebenen Absetzzeit von 8 Stunden und bei 10 cm Wasserhöhe systematisch schlämmt, so bekommt man als Grenze zwischen Schluff und Schlamm die Körnergröße von 0,002 mm. Wenn man aber fein gemahlene Kaolinit, Glimmer und Hämatit, deren kleinste Teilchen nicht die Form von Sandkörnern zeigen, sondern schuppenförmig sind, in derselben Weise schlämmt, so bekommt man nicht länger die Grenze von 0,002 mm, sondern die Grenze 0,005 mm, d. h. die von dem amerikanischen Bureau of Soils benutzte Grenze. Schlämmt man dagegen schwerere Mineralpulver, wie Magnetit, so bekommt man eine viel niedrigere Grenze als 0,002 mm. Eine bestimmte Körnergröße als Grenze zwischen Schluff und Schlamm ist daher nicht festzustellen, sondern man muß sich zum Trennen von Schluff und Schlamm auf ein bestimmtes Schlammverfahren einigen. Ich erlaube mir daher das von mir empfohlene Verfahren — 8 Stunden Absetzzeit bei 10 cm Wasserhöhe — zu internationalem Gebrauch bei derartigen Trennungen vorzuschlagen. Das Verfahren Schlösings hat über die Wasserhöhe keine Vorschrift.

Die so gezogene Grenze ist nicht nur die (annähernde) obere Grenze der Brown'schen Bewegung bei den meisten Mineralien. Sie ist nach meinen neueren Untersuchungen ebenfalls die obere Grenze der Plastizität bei den plastischen Mineralien.

## **B. Über die Einteilung der Mineralböden nach den Haupteigenschaften in der Landwirtschaft.**

Man hat allgemein geglaubt, aus den Ziffern der mechanischen Bodenanalyse Schlüsse über die Eigenschaften der Böden in der Landwirtschaft ziehen zu können. Zahlreiche Versuche sind in dieser Richtung gemacht; sie sind aber alle gescheitert (Whitney und Hilgard in meiner dritten Mitteilung). Da die mechanische Bodenanalyse somit die Eigenschaften der Böden nicht mit Gewißheit zu bestimmen vermag, kann sie daher für die agronomische Klassifikation der Böden nur einen untergeordneten Wert besitzen.

Der Landwirt klassifiziert die Böden nach den Konsistenzverhältnissen derselben und nach dem Gehalt an Kalk und Humus. Die Tone sind in nassem Zustande zäh, als trocken hart, darum schwierig zu bearbeiten. Die Lehme sind nicht zäh, sind in trockenem Zustande wenig hart, daher leichter zu lockern. Die Sandböden sind lose Böden. Hoher Kalkgehalt wie hoher Humusgehalt verändern sowohl die physikalischen wie die chemischen Eigenschaften. Die russischen und amerikanischen Agrogeologen haben noch dazu nachgewiesen, daß verschiedene Klimate und verschiedene geologische Faktoren sehr großen Einfluß auf die Eigenschaften der Böden zeigen. Bei der Klassifikation der Mineralböden müssen ebenfalls diese Faktoren in Betracht genommen werden.

Die klimatologischen und geologischen Einflüsse bedingen mehr „regionale“, d. h. geographische Klassifikationen. Die Konsistenzverhältnisse sowohl als die Humus- und Kalkgehalte sind die Faktoren welche die agronomische Klassifikation bedingen, d. h. die Einteilung in Tone, Lehme, Sand-, Mergel- und Humusböden.

In meiner Abhandlung über „die mechanische Bodenanalyse und die Klassifikation der Mineralböden Schwedens“ (Int. Mitteil. f. Bodenk. 1912, S. 312) habe ich den Versuch gemacht, die Mineralböden nach den Konsistenz-Verhältnissen in Verbindung mit den Ziffern der mechanischen Bodenanalyse zu klassifizieren. Ich habe aber bei diesem Versuche die Bedeutung der verschiedenen Festigkeitsziffern nicht hinreichend berücksichtigt, und will deshalb hier den folgenden, etwas veränderten Klassifikations-Vorschlag aufstellen.

#### A. Tone, d. h. plastische Böden.

I. Klebplastische<sup>1)</sup> Tone („hochplastische Tone“), Tone, die klebende Plastizität besitzen (Int. Mitteil. f. Bodenk. 1911, S. 3, 21, 26, 31). Hierher gehören die schwersten Tone. Festigkeitszahl meistens über 40. Enthalten gern kolloidale Teilchen als vorherrschende Bestandteile.

II. Nicht klebplastische Tone („Lehmige Tone“).

IIa. Mittelschwere Tone. Festigkeitszahl 40—31. Enthalten meistens Mo als vorherrschenden Bestandteil.

IIb. Ziemlich schwere Tone. Festigkeitszahl 30—16. Enthalten bald Mo, bald Schluff als vorherrschende Bestandteile.

B. Lehme. Nicht plastische, mehr oder weniger bindige Böden. Enthalten bald Mo, bald Schluff als vorherrschende Bestandteile.

I. Ziemlich schwere Lehme („Tonige Lehme“). Festigkeitszahl 30—16.

II. Leichte Lehme („Sandige Lehme“ und „Lößböden“). Festigkeitszahl 15—8.

#### C. Sand-, Mo- und Schluffböden. Lose Böden. Festigkeitszahl 7—0.

1. Kapillarität höher als 34 cm („Feinkörnige Sandböden“, „Staublöß“). Nach der mechanischen Analyse weiter einzuteilen.

II. Kapillarität niedriger als 34 cm. Grobe trockne Sandböden, nur für Waldkultur zu benutzen.

Als Unterabteilungen dieser Klassen kommen humose und kalkreiche Böden. Die Schwarzerden (Humusgehalt 6—15%) und die mineralreichen Humuserden (Humusgehalt 15—40%), wie die an Kies, Geröll oder Kieselgur reichen Böden müssen als selbständige Bodengruppen behandelt werden (Int. Mitt. f. Bodenk. 1912, S. 329—330).

Ich will nun die Kommissions-Mitglieder auffordern, den Wert dieses Einteilungs-Vorschlages näher zu untersuchen. Die Bestimmungen der Plasti-

<sup>1)</sup> Nach den neueren Ergebnissen meiner Untersuchungen muß ich drei Arten Plastizität aufstellen.

zität wie die der Klebplastizität sind sehr leicht auszuführen. Die Bestimmung der Festigkeitszahlen erfordert aber Apparate. Ich habe meinen in den Int. Mitt. f. Bodenk. 1912, S. 176, beschriebenen Apparat jetzt durch einen bequemeren, in meiner unter Druck befindlichen Abhandlung abgebildeten Apparat ersetzt (Int. Mitt. f. Bodenk. 1913). Dieser Apparat nebst zugehöriger Form für die Probekörper kann zu einem Preise von 130 schwed. Kronen vorläufig durch mich bezogen werden.

Mir scheint es ebenso notwendig, die Begriffe: — Tone, Lehme, Sandböden, sehr schwere, mittelschwere, ziemlich schwere, leichte und lose Böden — international festzustellen, als sich über die Anzahl und den Umfang der Körnergruppen in der mechanischen Bodenanalyse zu einigen. Daher erlaube ich mir die Kommissionsmitglieder zu ersuchen, meinen Vorschlag zu „agronomischer“ Klassifikation der Böden gütigst zur Behandlung aufnehmen zu wollen.

Prof. Hilgard, Berkeley, äußert sich in einem Schreiben vom 3. Juli 1911 dahin (dritte Mitteilung Atterbergs),

daß Atterbergs Körnergruppe Grobsand, 2,0—0,2 mm, zu umfassend sei. Nur Sand von 2,0—0,5 wäre als Grobsand zu benennen. Unter Feinsand versteht er Sand von 0,2—0,02 mm. Was feiner ist als 0,02 mm, ist als grober und feiner Silt (Schluff) zu benennen, Clay habe eigentlich „no diameter“. „But practically clay must include silts finer than 0,0016 mm diameter“.

George N. Coffey, Washington,

Chairman of the Committee on Soil Classification, American Society of Agronomy, erklärt, in einem Briefe vom 21. März 1912, folgende Einteilung der Bodenkörner empfehlen zu wollen:

|               |   |
|---------------|---|
| 2,0—0,7 mm    | = coarse sand,                          |
| 0,7—0,2 mm    | = medium sand,                          |
| 0,2—0,07 mm   | = fine sand,                            |
| 0,07—0,02 mm  | = coarse silt,                          |
| 0,02—0,002 mm | = medium and fine silt,                 |
| 0,002—0 mm    | = clay. (Dritte Mitteilung Atterbergs.) |

Prof. Whitney, Washington, schreibt am 10. Februar 1911 (nach der dritten Mitteilung Atterbergs):

„Mechanical analysis — according to whatever system — is of use only if we can establish some correlation or correlations between the mechanical composition of a soil and its significant properties, physical and biological. We know that such correlations exist, but their precise form has in all cases escaped our search. The soil properties depend on the mechanical composition in an exceedingly complex way.... Judged on this basis the system of groups which you suggest is neither better nor worse than any other, unless you can show a posteriori, and by actually using it, that it either leads to closer and more reliable correlations with physical properties or is more facile of manipulation in the laboratory. Such evidence, if in existence, is not presented in your paper.“

Whitney erklärt weiter, daß das vom Bureau of Soils benutzte System der Einteilung der Bodenkörner schon seit 15 Jahren in Amerika angewandt worden ist, und daß etwa 20 000 Analysen nach diesem System ausgeführt seien. Es wär darum bei diesem System mehr Erfahrungen gesammelt als bei allen anderen Systemen zusammen, und muß dieses in Betracht gezogen werden.

Prof. Albert, Beam, Grégoire, Ramann, Rördam und Westermann erklärten nach der dritten Mitteilung Atterbergs, Mai 1912, daß sie mit dem Vorschlage, die Bodenkörner für die Zwecke der mechanischen Bodenanalyse in die Gruppen Atterbergs einzuteilen, einverstanden seien.

Prof. Grégoire und Prof. Ramann wünschten dazu noch, daß die Tonbestimmungsmethode Schlösings von der Kommission aufgenommen werde.

Dir. Dr. Hissink hat jetzt seine Ansichten in folgender Mitteilung niedergelegt:

Schon in meinen „Bemerkungen zu Herrn Atterbergs erstem Promemoria“ vom 14. März 1911, habe ich betont, daß unsere Kommission nicht bloß die Einteilung der Bodenkörner festzustellen habe, wenn auch der Auftrag der Kommission in erster Linie dahin ziele, sondern sich auch bestreben müsse, die Methode der mechanischen Bodenanalyse und weiter auch die Methoden aller physischen Bodenanalysen festzulegen auf eine derartige Weise, daß jeder nach dieser Methode arbeitende Forscher bei ein und derselben Bodenprobe dieselben Resultate bekommen werde. Auch Atterberg ist in seiner zweiten Mitteilung der Meinung, daß die Arbeit unserer Kommission sich nicht auf die Frage nach der Einteilung der Bodenkörner zu beschränken habe und gibt daher auch in seinen drei letzten Mitteilungen die Beschreibung von der Methode der mechanischen Bodenanalyse, während er auch mit der Untersuchung verschiedener Methoden anderer physischen Bodenanalysen beschäftigt ist.

Es scheint mir nun wünschenswert, den Namen der Kommission mehr in Übereinstimmung mit unserem Programm zu bringen und ich schlage daher vor, dementsprechend den Namen abzuändern in „Kommission für die physischen Bodenanalysen“.

Man könnte sich weiter fragen, ob es nicht erwünscht wäre, daß unsere Kommission sich auch mit der Bodenklassifikation beschäftigte. Da aber mit dieser Frage eine andere Kommission (Kommission Frosterus) beauftragt worden ist und unsere Kommission die Hände voll zu tun hat mit der Festlegung der Untersuchungsmethoden, so bin ich der Meinung, daß wir vorläufig die Bodenklassifikation nicht in unser Programm aufnehmen.

In seiner dritten Mitteilung behauptet Atterberg, daß die mechanische Bodenanalyse zwar große genetisch-geologische Bedeutung habe, für die

Landwirtschaft aber geringen Wert besitze. Ich kann dieser Meinung nicht ganz beipflichten und meine dieses am besten deutlich machen zu können dadurch, daß ich folgende Zitate hier wiedergebe.

Pfeiffer schreibt (Landw. Jahrbücher, Bd. 41 (1911), Seite 17): Die Benennung des Bodens ist sehr individuell. Was einer für Sandboden ansieht, beurteilt der andere als Lehmboden. Sogar derselbe Analytiker kann dieselbe Probe verschieden benennen je nachdem er sie in nassem oder sehr trockenem Zustande dem Boden entnommen hat. Die Bodenbezeichnung kann nur dann nicht individuell sein, wenn sie auf Grund einer exakten Analyse nach konventioneller Übereinkunft erfolgt.

Und Coffey von dem Amerikanischen Bureau of Soils äußert sich (Proceedings of the American Society of Agronomy) folgendermaßen:

„The texture<sup>1)</sup> of the soil is its most important physical property. This is due to the predominating part which it plays in determining the underground or climatic environment upon plantgrowth, but agronomists are just beginning to realize that the soil environment is equally important with the climatic. Since texture has such a marked influence in determining the environment of the roots of the plants, and therefore the variety of crop which can be most profitably grown upon a given type of soil, it is very essential that the textural terms be defined and used with as much precision as possible. While many of these terms — such as sand, sandy loam, loam and clay — form a part of our soil vocabulary, they are used very loosely and often with little attempt at precision. For instance, if a sandy loam with a clay subsoil is situated in a region of light sandy soils, it will be known locally as a clay soil, but if the same type occurs in a section where the soils are predominantly heavy, it becomes at once a sandy soil.“

Schließlich sei hier erwähnt, daß auch Vageler (Fühlings Zeitung 1912, Heft 3, Seite 81) eine Lanze für die alte mechanische Bodenanalyse einlegt, denn seiner Meinung nach müssen mechanische Bodenanalyse und Hygroskopizität sich ergänzen.

### Die Klassifikation der Bodenkörner.

Den Vorschlägen Atterbergs, die Bodenkörner in fünf große Gruppen einzuteilen, stimme ich im allgemeinen bei. Bisweilen wird es sich empfehlen, die eine oder andere Gruppe in Unterabteilungen zu zerlegen; so z. B. untersuche ich jetzt einen Sand, dessen Bodenkonstituenten größtenteils zwischen 0,02 und 0,1 mm liegen.

Weiter schlage ich vor, nicht nur Ausdrücke wie Kies, Grand, Mo, Schluff und Schlamm zu gebrauchen, sondern in erster Linie von Fraktionen zu sprechen. Die Einteilung der Bodenkörner wird dann folgendermaßen:

<sup>1)</sup> Coffey schreibt weiter: „The term texture, as used by the Bureau of Soils, has reference to the size of the particles of which the soil is composed, while structure refers to the arrangement of these particles“.

| Fraktion      | Teilchengröße          |
|---------------|------------------------|
| I . . . . .   | unter 0,002 mm.        |
| II . . . . .  | von 0,002 bis 0,02 mm. |
| III . . . . . | „ 0,02 bis 0,2 mm.     |
| IV . . . . .  | „ 0,2 bis 2 mm.        |
| V . . . . .   | „ 2 bis 20 mm.         |

Weiter kann jede Fraktion in Unterabteilungen eingeteilt werden.

Sind schuppenförmige Mineralien anwesend, so müssen die Bemerkungen Atterbergs in dieser Hinsicht in Betracht gezogen werden.

### Die Methode der mechanischen Bodenanalyse.

Bei der mechanischen Bodenanalyse sind zwei Teile scharf zu unterscheiden und zwar:

1. das Voneinanderlösen der Teilchen, und

2. die Trennung der freien Teilchen in Fraktionen verschiedener Größe.

Der erste Teil der mechanischen Bodenanalyse, das Präparieren also der Bodenprobe, wird von den verschiedenen Untersuchern in so ganz verschiedener Weise ausgeführt, daß man sich fragt, ob wohl einige Aussicht auf eine internationale Vereinbarung dieses Teiles der Methode besteht. Es scheint mir, daß diese Fülle von Methoden eine Folge davon ist, daß die verschiedenen Forscher jeder für sich auf ein verschiedenes Ziel hinarbeiten und es wird daher unbedingt nötig sein, daß man sich vorher darüber verständigt, worin das Ziel der mechanischen Bodenanalyse eigentlich besteht. Meiner Meinung nach kann die mechanische Bodenanalyse nur beabsichtigen, die Größe der Bodenkörner festzustellen, also das zu ermitteln, was das amerikanische „Bureau of Soils“ die „texture“ des Bodens nennt und was wir mit dem Ausdruck „die mechanische Zusammensetzung des Bodens“ bezeichnen können. Dieser Begriff muß nicht verwechselt werden mit der Bodenstruktur (amer. structure), welche durch die gegenseitige Lage der Bodenteilchen bedingt wird. Während die Bodenstruktur fortwährend selbst im Laufe eines Tages — z. B. nach einem Gußregen — bisweilen sehr großen Änderungen unterliegt, ist die mechanische Zusammensetzung des Bodens, wenigstens in unserem gemäßigten Klima, eine ziemlich konstante Größe.

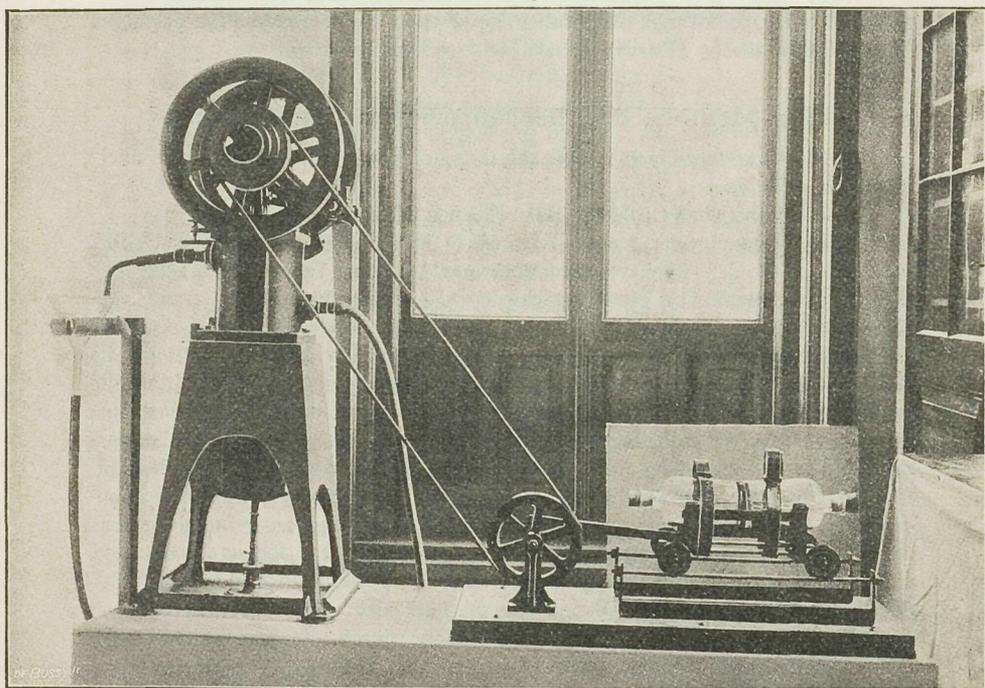
Die Vorbereitung der Bodenprobe muß also zum Zweck haben, das Löslösen der Bodenteilchen möglichst vollkommen zustande zu bringen, ohne jedoch die Teilchen selbst zu verkleinern.

Ich habe nun eine Probe von einem rotgefärbten Sande nach verschiedener Vorbehandlung auf Gehalt an abschlämmbaren Teilen untersucht. Der rote Sand von der Veluwe (Holland) besteht hauptsächlich aus Quarz (mit Feldspat vielleicht); die größeren mineralischen Bestandteile besitzen einen Überzug von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ — $\text{Al}_2\text{O}_3$ — $\text{SiO}_2$ —Gel. Der Sand enthält, löslich in HCl (und Lauge):

|  |               |
|--|---------------|
| $\text{SiO}_2$ . . . . .                                       | ungefähr 1%,  |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .                              | „ 0,7 à 0,8%, |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (+ ein wenig $\text{Mn}_3\text{O}_4$ ) | „ 2,2 à 2,4%. |

Dieser Sand (No. A. 1118) wurde nun in den folgenden Weisen behandelt:

1. 10 g wurden in einer 275 ccm fassenden Flasche mit 100 ccm destilliertem Wasser während sechs Stunden in einer Schüttelmaschine geschüttelt (Tourenzahl 240 in der Minute; abgelegte Strecke pro Tour  $2 \times$  ungefähr 4,5 bis 5 cm). Ich werde diese Methode in der Folge die Schüttelmethode nennen.



Schüttelmaschine, im Gebrauch bei der mechanischen Bodenanalyse.

2. Wie sub 1, aber unter Hinzufügung einiger Tropfen  $\text{NH}_3$ .

3. 10 g wurden in einem Erlenmeyer am Rückflußkühler während sechs Stunden mit ungefähr 200 ccm destilliertem Wasser gekocht.

4. Nach der Behandlung sub 3 wurde abgeschlämmt und nochmals sechs Stunden mit Wasser gekocht.

5. Nach der Behandlung sub 4 wurde abgeschlämmt und zum dritten Male sechs Stunden mit Wasser gekocht; der Sand ist also 18 Stunden mit kochendem Wasser in Berührung gewesen.

6. 10 g Sand wurden in einer Porzellanschale gekocht und während des Kochens mit einem Pistill aus Kautschuk angerührt. Nach einer halben Stunde wurde die ganze Masse in den Sedimentierapparat gebracht, abgeschlämmt, der Rückstand wieder in die Schale gespült und noch einmal in derselben Weise behandelt.

7. Die Behandlung sub 6 wurde so lange fortgesetzt, bis nur noch Spuren abschlämmbarer Teile anwesend waren, wozu fünfmal  $\frac{1}{2}$  Stunde Kochen erforderlichlich waren.

8. 10 g wurden ohne irgend eine Vorbehandlung sofort im Sedimentierapparat abgeschlämmt.

9. Nachdem schon in den Jahren 1910/1911 die obenerwähnten Methoden geprüft worden waren, wurde im Jahre 1913 die von Atterberg empfohlene Methode *Be a m* untersucht. Ich habe diese Methode jedoch in der Weise modifiziert, daß ich 10 g Sand in einem Porzellanmörser vorsichtig mit dem Daumen sanft anrieb, zunächst mit wenig kaltem destilliertem Wasser und allmählich ungefähr 130 ccm Wasser hinzusetzte. Die Flüssigkeit wurde nach drei Minuten, welche Zeit zur Ausführung einer zweiten Bestimmung benutzt werden kann, in den Sedimentierapparat dekantiert. Der Rückstand wurde noch ungefähr zehnmal in derselben Weise behandelt, dann selbst in den Sedimentierapparat gebracht und abgeschlämmt.<sup>1)</sup> Der Rückstand wurde darauf aus dem Sedimentierapparat wieder in den Mörser gespült, aufs neue mit Daumen und Wasser behandelt und zum zweiten Male im Sedimentierapparat abgeschlämmt. Diese Behandlung wurde fortgesetzt, bis nur Spuren abschlämmbarer Teile anwesend waren, was beim roten Sande nach drei Schlämmungen der Fall war. Ich werde diese Methode in der Folge die Reibmethode nennen. Da im Jahre 1913 die Probe A 1118 nicht mehr anwesend war, ist die Reibmethode an zwei anderen Proben (B 105 und 117) ausgeführt.

Die Resultate sind in untenstehender Tabelle untergebracht:

Tabelle I:<sup>2)</sup>

| Probe A 1118 (Wassergehalt bei 105° C: 1,32 %)   |                              |                              |                 |
|--|------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Methode  | Teilchengröße                |                              |                 |
|  | unter 0,002 mm<br>Fraktion I | unter 0,02 mm<br>Fraktion II | Summe<br>I + II |
| 1. Schüttelmethode . . . . .                     | 1,64                         | 3,86                         | 5,50            |
| 2. idem mit NH <sub>3</sub> . . . . .            | 4,40                         | 1,20                         | 5,60            |
| 3. Kochen ( 6 Stunden) . . . . .                 | 1,20                         | 2,70                         | 3,90            |
| 4. „ (12 „ . . . . .                             | 1,80                         | 3,10                         | 4,90            |
| 5. „ (18 „ . . . . .                             | 2,20                         | 3,50                         | 5,70            |
| 6. Anrühren (2 × $\frac{1}{2}$ Stunde) . . . . . | 0,40                         | 2,74                         | 3,14            |
| 7. „ (5 × $\frac{1}{2}$ Stunde) . . . . .        | 1,40                         | 4,05                         | 5,45            |
| 8. Keine Vorbehandlung . . . . .                 | 0,05                         | 1,08                         | 1,13            |

<sup>1)</sup> Natürlich wird das Schlämmen jedesmal so lange fortgesetzt, bis das obenstehende Wasser klar ist.

<sup>2)</sup> Die mitgeteilten Zahlen sind das Mittel aus einigen gut übereinstimmenden Analysen.

|   |  | Teilchengröße<br>unter 0,02 mm |  |
|---|--|--------------------------------|--|
| Probe B 105.  |  |                                |  |
| 1. Schüttelmethode . . . . .  |  | 4,55                           | } (im Mittel<br>von einigen<br>Bestimmungen) |
| 1a. nach Abschlämmen aufs neue sechs Stunden<br>geschüttelt . . . . . |  | 5,20                           |  |
| 9. Reibmethode . . . . .  |  | 5,55                           |  |
|   |  | 5,13 <sup>1)</sup>             | } im Mittel 5,34                             |
| Probe B 117.  |  |                                |  |
| 1. Schüttelmethode . . . . .  |  | 5,18                           | } (im Mittel<br>von einigen<br>Bestimmungen) |
| 1a. nach Abschlämmen aufs neue sechs Stunden<br>geschüttelt . . . . . |  | 6,24                           |  |
| 9. Reibmethode . . . . .  |  | 6,74                           |  |
|   |  | 6,34 <sup>1)</sup>             | } im Mittel 6,54.                            |

Aus diesen Resultaten geht in erster Linie hervor, daß weder 12-stündiges Kochen ohne weitere Behandlung (Methode 4), noch  $2 \times \frac{1}{2}$ -stündiges Kochen und Anrühren (Methode 6) imstande ist, das Loslösen der Teilchen vollständig zu bewirken. Erst 18-stündiges Kochen (Methode 5) und  $5 \times \frac{1}{2}$ -stündiges Kochen und Anrühren (Methode 7) gibt dieselbe Summe an abschlämmbaren Teilchen als Methode 1. Außerdem scheint das lange Kochen während 18 Stunden und auch schon während 12 Stunden die Teilchen zu verkleinern. Weiter sehen wir, daß Hinzufügung von  $\text{NH}_3$  zu diesem humusfreien eisenschüssigen Sande falsche Resultate gibt; ist doch der Gehalt an Fraktion I bei der Methode 2 viel größer als bei der Methode 1.

Schließlich sei erwähnt, daß auch die Reibmethode ein wenig höhere Resultate gibt als die Schüttelmethode; bei diesem eisenschüssigen Sande scheint es also nötig, nochmals während sechs Stunden zu schütteln.

Indessen sei hier hinzugefügt, daß die Reibmethode ziemlich viel Arbeit erfordert. Bei diesem roten Sande wird der Endpunkt, daß nur noch Spuren abschlämmbarer Teile vorhanden sind, sehr rasch und zwar schon nach dreimaligem Abschlämmen erreicht und doch erfordert die Reibmethode in diesem Falle noch ungefähr 90 Minuten mehr Arbeit pro Analyse als die Schüttelmethode.

Weiter wurden Schüttel- und Reibmethode miteinander verglichen bei einem schweren Tonboden (B 51); die Resultate sind in Tabelle II aufgenommen.

Tabelle II.

| Teilchengröße               | Schüttelmethode | Reibmethode |
|-----------------------------|-----------------|-------------|
| unter 0,002 mm . . . . .    | 23,0            | 12,3        |
| 0,002—0,02 mm . . . . .     | 31,0            | 36,8        |
| größer als 0,2 mm . . . . . | 40,4            | 47,5        |

<sup>1)</sup> Bei der ersten Schlämmlung wurde gefunden 3,61 %, bei der zweiten 1,27 %, bei der dritten 0,25 % (Probe B 105) und resp. 4,67 %, 1,36 %, 0,31 % (Probe B 117).

Es muß hinzugefügt werden, daß bei der Analyse von B 51 nach der Reibmethode die Behandlung im Mörser nur einmal wiederholt worden ist. Bei der ersten Schlämmung wurde gefunden 8,9% und 9,1%, im Mittel 9,0% Teilchen kleiner als 0,002 mm; bei der zweiten Schlämmung 3,3% und 3,3%, im Mittel 3,3%, zusammen 12,3% Teilchen kleiner als 0,002 mm. Man kann also behaupten, daß das Zerreiben mit Daumen und Wasser noch fortgesetzt hätte werden müssen, bis nur noch Spuren von Teilchen kleiner als 0,002 mm anwesend waren. Aber selbst wenn in diesem Falle ungefähr 23 % Teilchen kleiner als 0,002 mm gefunden worden wären, würde die Schüttelmethode der Kürze und der Einfachheit wegen noch den Vorzug vor der Reibmethode verdienen.

Schließlich bin ich der Frage näher getreten, ob einerseits sechsständiges Schütteln zur Loslösung der Teilchen genüge und ob andererseits das energische Schütteln während sechs Stunden vielleicht auch nicht nur die Bodenteilchen voneinander loslöse, sondern auch zum Teil verkleinere. Ich habe bis jetzt nur einige orientierende Versuche zur Lösung dieser Frage gemacht, in der Weise, daß ich den Rückstand aus dem Sedimentierapparat, nachdem also die Teilchen unter 0,002 und von 0,002—0,02 mm abgeschlämmt worden waren, nochmals während sechs Stunden schüttelte. Die bei den roten Sanden erhaltenen Resultate sind schon in Tabelle I mitgeteilt worden. Ein mittelschwerer Tonboden mit ungefähr 24% Teilchen kleiner als 0,02 mm ergab bei der zweiten Behandlung noch 0,95% Teilchen kleiner als 0,002 und 0,70% Teilchen von 0,002—0,02 mm. Auch bei einigen Sandböden wurden dergleichen Resultate erzielt.

Obleich der Beweis nicht streng ist und die Resultate als vorläufige anzusehen sind, bekommt man doch den Eindruck, daß sechsständiges Schütteln zur Loslösung der Bodenteilchen genügt und daß bei den typischen holländischen Sand-, Ton- und gemischten Böden die Teilchen beim Schütteln nicht verkleinert werden.

In ganz anderer Richtung gehen aber die Analyseresultate von zwei Proben Javasand (Java ist eine Insel der holländischen Kolonien), beziehungsweise:

1. Flußsand Pasoeroean (P), vulkanischer Sand vom Tenger-Gebirge;
2. Flußsand Wonosari (W), wahrscheinlich vom Vulkan Merapi.

Beide Sande bestehen aus Übergangsresten von Basalt und Andesit; P ist einer Stelle im Fluß entnommen, wo das Wasser langsam fließt, während W einer Stelle (eines anderen Flußes) mit kräftiger Strömung entstammt.

Die Ergebnisse der mechanischen Analyse nach der Schüttelmethode sind folgende: (siehe Tabelle Seite 14 oben!)

Zur weiteren Charakteristik der beiden Sande sei hier mitgeteilt, daß bei der Behandlung mit starker Salzsäure und Lauge (nach der Methode von van Bemmelen) unlöslich bleibt:

vom ganzen Muster: bei P 52,2%; bei W 68,4%;  
von der Gruppe: Teilchengröße 2—0,02 mm: „ P 48,4%; „ W 68,0%.

Der „Sand“ von P ist also ungefähr zur Hälfte löslich; der „Sand“ von W zu ungefähr einem Drittel. Die große Löslichkeit dieser „Sande“ rührt natürlich von der chemischen Zusammensetzung her (Basalt und Andesit).

| Teilchengröße                     | P.       | W.       |
|-----------------------------------|----------|----------|
| 2—0,3 mm . . . . .                | 55,2 0/0 | 70,2 0/0 |
| 0,3—0,1 „ . . . . .               | 20,8 0/0 | 20,5 0/0 |
| 0,1—0,02 „ . . . . .              | 10,6 0/0 | 8,4 0/0  |
| 0,02—0 „ . . . . .                | 10,2 0/0 | 0,7 0/0  |
| Feuchtigkeit bei 105° C . . . . . | 3,1 0/0  | 0,1 0/0  |
|                                   | 99,9 0/0 | 99,9 0/0 |

Ich bestimmte nun die mechanische Zusammensetzung dieser Sande nach folgenden Methoden:

1. Schütteln während sechs Stunden;
2. Schütteln während sechs Stunden, Abschlämmen der Teilchen größer als 0,02 mm; aufs neue Schütteln während sechs Stunden;
3. Wie sub 2; wiederum Abschlämmen und zum dritten Male Schütteln;
4. Reibmethode; es mußte bei P fünfmal geschlämmt<sup>1)</sup> werden (bei der ersten Schlämzung wurde fünfmal abgehebert, bei den folgenden vier nur zweimal) und zweimal bei W, bevor nur noch Spuren Teilchen kleiner als 0,002 mm anwesend waren.

Die Resultate sind in Tabelle III untergebracht.

Tabelle III.

| Teilchengröße           | Muster P. |      |      |      | Muster W. |      |      |      |
|-------------------------|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|
|                         | 1         | 2    | 3    | 4    | 1         | 2    | 3    | 4    |
| unter 0,02 mm . . . . . | 10,2      | 14,9 | 17,2 | 9,2  | 0,7       | 0,9  | 1,1  | 0,2  |
| 0,02—2 mm . . . . .     | 86,3      | 81,6 | 79,3 | 87,9 | 99,1      | 98,9 | 98,7 | 99,6 |

Wie man sieht, sind die untersuchten indischen Sande nicht so widerstandsfähig gegen das Schütteln wie die holländischen Böden, deren Mineralfragmente größtenteils aus Quarz und Feldspat bestehen. Weil die Resultate nach 1 und 4 jedoch ziemlich gut übereinstimmen, scheint es, als ob sechsständiges Schütteln noch nicht schade.

Bei der Untersuchung der Probe P nach der Reibmethode wurde jede Portion einzeln gesammelt und gewogen; es wurden vier Parallelbestimmungen gemacht und zwar zwei im Monate Mai und zwei im Monate Juni. Die Resultate sind in Tabelle IV mitgeteilt.

Die Bestimmungen a und b kommen gut überein, wenigstens was die Summe 10,93 und 10,09% (im Mittel 10,51) betrifft, ebenso c und d. Die Durchschnittswerte vom Mai (Summe 10,51%) und vom Juni (Summe 7,85%) zeigen aber nicht unbedeutliche Abweichungen. Die Resultate der Reib-

<sup>1)</sup> Wie schon gesagt, verstehe ich unter „einer Schlämzung“ die so lange fortgesetzte Behandlung mit Wasser, bis die obenstehende Flüssigkeit klar geworden ist.

Tabelle IV.

| Gehalt an Teilchen unter 0,02 mm (Sand P).    |                             |       |           |                              |      |           |
|---|-----------------------------|-------|-----------|------------------------------|------|-----------|
| Reibung                                       | Untersucht im Monate<br>Mai |       |           | Untersucht im Monate<br>Juni |      |           |
|   | a                           | b     | im Mittel | c                            | d    | im Mittel |
| 1 . . . . .                                   | 4,18                        | 6,68  | 5,43      | 3,94                         | 3,92 | 3,93      |
| 2 . . . . .                                   | 3,55                        | 1,27  | 2,41      | 1,37                         | 1,45 | 1,41      |
| 3 . . . . .                                   | 1,29                        | 0,84  | 1,07      | 0,99                         | 0,95 | 0,97      |
| 4 . . . . .                                   | 1,21                        | 0,74  | 0,98      | 0,89                         | 1,04 | 0,97      |
| 5 . . . . .                                   | 0,70                        | 0,56  | 0,63      | 0,58                         | 0,57 | 0,58      |
| Summe der Teilchen<br>unter 0,02 mm . . . . . | 10,93                       | 10,09 | 10,51     | 7,77                         | 7,93 | 7,85      |

methode werden also in ziemlichem Grade durch den Versuchsansteller, d. h. durch dessen Ausdauer beim Anreiben mit dem Daumen und das mehr oder weniger kräftige Anreiben beeinflusst; es haftet also ein ziemlich großer subjektiver Fehler an der Reibmethode.

Bis jetzt hatte ich noch nicht die Gelegenheit, stark humose Böden oder humusreiche Mineralböden zu untersuchen. Ich hoffe, noch vor der dritten bodenkundlichen Konferenz im Jahre 1914 einiges Material über diese Frage sammeln zu können und werde in erster Linie dabei untersuchen, in wiefern der Vorschlag Atterbergs, die Humusstoffe vor dem Abschlämmen mittels Behandlung der Bodenprobe mit Bromlauge zu zerstören, empfehlenswert ist.

Der zweite Teil der mechanischen Bodenanalyse, die Trennung also der nach dem Präparieren der Bodenprobe freien Teilchen, wird erreicht durch:

1. Zentrifugieren;
2. Absetzenlassen in Wasser während verschiedener Absetzzeiten;
3. Sieben.

Zentrifugierapparate habe ich niemals benutzt. Ich habe immer den Boden unmittelbar nach dem Schütteln durch den Satz Siebe gespült und die feinsten Teilchen in dem Sedimentierapparat aufgefangen. Nach dem Trocknen der einzelnen Siebe wurde gesiebt; die abschlämmbaren Teile werden abgeschlämmt resp. nach 8 Stunden und 7½ Minute, so wie das von Atterberg vorgeschrieben ist.

In seiner vierten Mitteilung vom Mai 1912 empfiehlt Atterberg, die Trennung im Sedimentierapparat auszudehnen bis zu Teilchen von 0,2 mm; nach seinen Untersuchungen ist bei 30 cm Wasserhöhe und einer Absetzzeit von 15 Sekunden der Durchmesser der abgeschlämmten Körner kleiner als 0,2 mm. Stimmt die Konferenz diesem Vorschlage bei, so kann der Gebrauch von Sieben sich auf das Sieb von 1 oder 2 mm Maschenweite beschränken und braucht unsere Kommission nur darüber abzustimmen, ob Rundlochsiebe oder Drahtsiebe zu benutzen sind.

Jedenfalls empfiehlt es sich, ein und dieselbe Firma mit der Herstellung dieser Siebe zu beauftragen.

Indessen sei es mir doch erlaubt, der Konferenz folgende Resultate meiner Untersuchungen in bezug auf die Siebmethode vorzulegen.

Beim Sieben einiger Sande erhielt ich ziemlich große Abweichungen bei den Parallelbestimmungen und war anfangs geneigt, diese Abweichungen Fehlern in der Methode selbst zuzuschreiben. Als ich jedoch nach dem Sieben die verschiedenen Fraktionen wieder zusammenfügte und aufs neue siebte (Analyse 1 und 2), bekam ich wiederum dieselben Resultate, wie aus Tabelle V und VI hervorgeht.

Tabelle V.  
Sand aus Wonosari (Java); Probe W.

| Teilchen-<br>größe in<br>mm | a    |      | b    |      | c    |      | im Mittel |      | 30 g<br>gesiebt |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|-----------------|
|                             | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1         | 2    |                 |
| 1—2                         | 5,8  | 5,4  | 4,4  | 4,0  | 6,2  | 6,4  | 5,5       | 5,3  | 4,6             |
| 0,5—1                       | 44,2 | 43,5 | 40,8 | 40,4 | 43,3 | 44,0 | 42,8      | 42,6 | 40,5            |
| 0,3—0,5                     | 20,7 | 21,4 | 21,9 | 22,2 | 23,1 | 22,8 | 21,9      | 22,1 | 21,9            |
| 0,1—0,3                     | 19,6 | 19,7 | 22,1 | 22,2 | 19,8 | 19,2 | 20,5      | 22,3 | 22,2            |
| 0,02—0,1                    | 8,9  | 9,0  | 9,9  | 10,2 | 6,7  | 6,7  | 8,5       | 8,6  | 9,5             |

Tabelle VI.  
Sand aus Pasoeroean (Java); Probe P.

| Teilchen-<br>größe in<br>mm | a    |      | b    |      | c    |      | im Mittel |      | 30 g<br>gesiebt |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|-----------------|
|                             | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1         | 2    |                 |
| 1—2                         | 4,6  | 4,4  | 6,9  | 7,3  | 4,3  | 4,6  | 5,3       | 5,4  | 5,0             |
| 0,5—1                       | 27,0 | 27,5 | 32,7 | 33,0 | 27,9 | 27,8 | 29,2      | 29,4 | 26,3            |
| 0,3—0,5                     | 21,8 | 21,5 | 19,1 | 19,2 | 21,4 | 21,2 | 20,7      | 20,6 | 20,3            |
| 0,1—0,3                     | 23,5 | 23,5 | 16,9 | 15,7 | 22,0 | 22,0 | 20,8      | 20,4 | 22,5            |
| 0,02—0,1                    | 9,7  | 9,7  | 11,0 | 11,1 | 11,0 | 10,9 | 10,6      | 10,6 | 11,7            |

Die Ursache der Ungleichheit der Resultate verschiedener Parallelbestimmungen muß also der geringen Homogenität der untersuchten Sande zugeschrieben werden. Ich habe weiter versucht, ob es vielleicht besser wäre, statt 10 g eine größere Menge Boden, z. B. 30 g, zu verwenden. Wie bekannt, findet dieses bei verschiedenen Methoden statt, damit die durch Ungleichmäßigkeit der Proben bedingten Fehler weniger zur Geltung gelangen. Die Durchschnittswerte sub 1 und 2 stimmen jedoch untereinander viel besser überein, als mit den Resultaten der letzten Reihe (30 g Substanz). Ich möchte also lieber vorschlagen, mehrere Parallelbestimmungen zu machen; besonders bei Sanden und sandigen Böden scheint mir dieses notwendig.

Ohne Zweifel hat Mitscherlich (Bodenkunde 1913, S. 48) Recht, wenn er schreibt, daß die Resultate der Siebmethode bis zu einem gewissen Grade durch den Versuchsansteller, d. h. durch dessen Ausdauer beim Absieben und durch die Art des Schüttelns beeinflußt werden. Diesen subjektiven Fehler kann man jedoch dadurch beseitigen, daß man mit einer Schüttelmaschine, jedesmal während derselben Zeit, schüttelt. Eine etwaige schlechte Übereinstimmung zwischen Parallelbestimmungen ist beim Innehalten der Methode-Vorschriften auf Ungleichmäßigkeit der Substanz zurückzuführen.

Schließlich sei hier noch eine kleine Bemerkung gemacht über „methodische Vorschriften“ (siehe Atterberg, vierte Mitteilung, Seite 8 u. 9).

Um das feinste Schlammprodukt zu wägen, koaguliert Atterberg das Schlammwasser durch Zusatz großer Mengen Chlornatrium-Lösung. Ich gehe folgendem Verfahren den Vorzug. Die Flüssigkeitsmengen, welche die Fraktion I (Teilchen unter 0,002 mm) enthalten, lasse ich ruhig mehrere Tage in 3 Liter fassenden Bechergläsern stehen, hebe dann mit einem Heber die noch nicht klare Flüssigkeit aus allen Bechergläsern in eine große, nach Bedarf 10 bis 20 Liter fassende Flasche ab, messe die Gesamtmenge Schlammwasser und bestimme den Trockenrückstand in 1 oder 2 Liter. Für die Trockenzeit des angewandten destillierten Wassers wird eine kleine Korrektur gemacht. Weiter werden die verschiedenen Sedimente aus den Bechergläsern in eine Nickel- oder Platinschale gespült, darin eingedampft, bei 105° C getrocknet und gewogen.

#### Schl u ß b e m e r k u n g e n.

Zur vollständigen Charakterisierung der Bodentypen reicht die Bestimmung der mechanischen Zusammensetzung nicht aus; ebensowenig wie die Bestimmung irgend einer anderen Bodeneigenschaft an und für sich, wie z. B. die Hygroskopizität. Selbst die Kombination dieser beiden Bodeneigenschaften genügt dazu nicht. Zur vollständigen Charakterisierung ist es notwendig, den Boden sowohl mechanisch, physisch, wie chemisch und mineralogisch, petrographisch und vielleicht auch bakteriologisch zu untersuchen. Erst dann wird Aussicht bestehen, die untersuchten Bodentypen so präzisieren zu können, daß dieselben jedem Bodenkundigen klar und deutlich vor Augen stehen.

Aber leider hat jeder Forscher auf diesem Gebiete seine eigenen Methoden und doch ist hier Uniformität eine unbedingte Notwendigkeit. Daher ist denn auch der Versuch Atterbergs, zu uniformen Methoden zur Bestimmung verschiedener physischer Bodeneigenschaften zu gelangen, sehr zu loben.

Schließlich sei es mir noch erlaubt, an einem Beispiel deutlich zu zeigen, daß mechanische Bodenanalyse und Hygroskopizität nicht zur Charakterisierung der Bodentypen ausreichen.

Der schon oben erwähnte Javasand P besitzt keine merkbare Hygroskopizität und besteht vor mehr als 90% aus Bodenkonstituenten 0,1 mm, besitzt also in dieser Hinsicht große Übereinstimmung mit verschiedenen Sandböden aus Europa und Surinam (Südamerika). Weder die bloße mechanische Analyse noch die Hygroskopizität, hat also einen Unterschied

zwischen diesen Bodentypen (Javasand P einerseits und bestimmte Sande aus Europa und Surinam andererseits) konstatieren können. Indessen ist es bekannt, daß die untersuchten Sandböden aus Europa und Surinam ihrer Unfruchtbarkeit wegen sehr berüchtigt sind, während dahingegen der erwähnte Sandboden Javas (P) zu den besten und fruchtbarsten Böden gerechnet wird. Erst eine weitere mineralogische und chemische Untersuchung war imstande, große Unterschiede zwischen den erwähnten Bodentypen zutage zu fördern. Die untersuchten Sande aus Europa und Surinam bestanden hauptsächlich aus Quarz, der Javasand aus Übergangsgesteinen von Basalt und Andesit; erstere sind fast unlöslich in Salzsäure, während letzterer zu ungefähr einem Drittel von Salzsäure zersetzt wird.

Dr. B. Frosterus, Helsingfors, schreibt:

Was die Frage betreffend Einteilung der Bodenkörner betrifft, schließe ich mich der Einteilung von Dr. Atterberg in der Hauptsache an, möchte aber auf Grund einiger Beobachtungen, die ich in einem Aufsatz in La Pédologie 1912 No. 4 näher dargelegt habe, einige Modifikationen der Aufstellung der Korngruppen vorschlagen. Dieser Auffassung nach wäre die zweckmäßigste Aufstellung folgende:

| Körner von: |    | Korngruppe                       |                          |
|-------------|----|----------------------------------|--------------------------|
| 20—2        | mm | Kieskörner                       | Kieskorngruppe           |
| 2—0,1       | „  | { 2—0,2 mm Grobsandkörner        | } Sand-<br>korngruppe    |
|             |    | { 0,2—0,1 „ Feinsandkörner       |                          |
| 0,1—0,002   | „  | { 0,1—0,02 „ Staubsandkörner     | } Schlamm-<br>korngruppe |
|             |    | { 0,02—0,002 „ Grobschlammkörner |                          |
| < 0,002     | „  | Tonkörner                        | Tonkorngruppe            |

Die Argumentation dieses Vorschlages ist in meinem oben zitierten Aufsatz gegeben. Ich sende hier einige Exemplare desselben zur Distribution an die Mitglieder der Konferenz.

Betreffs der Fragen 2—9 in Ihrem Antrag habe ich nichts hinzuzufügen, ehe diese Fragen eingehend referiert werden.

Über die Frage 10 wäre dagegen viel zu sagen. Weil aber meine Auffassung nach gerade wenigstens ein Teil dieser Fragen von der Kommission für die Nomenklatur der Bodentypen in Moränengebieten Nordwesteuropas (deren Vorsitzender ich bin), behandelt werden müssen, will ich hier nicht näher auf diese eingehen, sondern nur einige Gesichtspunkte hervorheben.

Wie ich in meinem Aufsatz über die Einteilung der Bodenablagerungen in Moränengebieten etc. (la Pédologie 1912 No. 4) hervorgehoben habe, müssen wir, wenn einmal Ordnung in der Nomenklatur eintreten soll, scharf zwischen Bodenablagerung und Boden unterscheiden.

Ein Boden ist durch Umbildung einer Bodenablagerung entstanden. Er kann deswegen nicht in dasselbe Einteilungsschema fallen wie diese letztere und ich habe deswegen in meinem oben zitierten Aufsatz vorgeschlagen, daß der bodenbildende Horizont mit einem besonderen Namen von der Bodenablagerung selbst unterschieden werden sollte. Vorschlagsweise habe ich den Namen *Solumhorizont* hierfür benutzt.

Die Einteilung des Solumhorizontes in Typen, d. h. in verschiedene Böden, soll meiner Auffassung nach auf genetischem Grund stehen. Die Einteilung der Bodenablagerungen (Bodenarten) ist aber keine genetische. Wenn wir von Ton, Lehm, Sand und Grus sprechen, bezeichnen diese Namen nur Ablagerungen (Bodenarten), die eine gewisse mineralogische und physikalische Zusammensetzung haben, und bei Zerteilung dieser Typen in verschiedene Abarten können deswegen nur mineralogische, physikalische und chemische Merkmale in Betracht gezogen werden.

Wenn wir konsequent sein wollen, können wir also nicht eine Aufstellung benutzen, die z. B. in Dr. Atterberg's Vorschlag zur Klassifikation der schwedischen Mineralböden (eigentlich Mineralbodenablagerungen) gemacht ist, denn in dieser sind Typen aufgenommen, die sowohl durch mineralogisch-physikalische Eigenschaften charakterisiert sind, wie auch von solchen, die durch die Bodenbildungsprozesse bedingt sind. So ist Kl. Ib „Humose schwere Tonböden“ keine Bodenablagerung in meinem Sinne, sondern ein Boden, der in einem Ton entstanden ist. Kl. III „Kiesige Moränenböden“ können in geologischem Sinne Moränen-Äs- oder Strandbildungen sein, aber als Böden in agrogeologischer Hinsicht können sie nicht bezeichnet werden; sie sind Grusarten, die ihrer Zusammensetzung nach in Tone, Lehme und Sandarten übergehen können.

Wollen wir den geologischen Charakter hier betonen, kann letzteren nur als eine erklärende Eigenschaft angewendet werden, aber die geologische Stellung kann hier nicht zu einer Haupteinteilungseigenschaft benutzt werden. Z. B. ein Block-Mo-Ton oder Grus-Mo-Ton kann ein Morärenton sein, ein Sand-Mo-Ton oder Mo-Ton kann ein Bänderton (Yoldia-Ton) sein usw.; aber wenn die Einteilung der Bodenablagerungen auf mineralogischen, physikalisch-chemischen Eigenschaften basiert ist, darf sie nicht als ein Moränen- oder Glazialton in ein Schema eingeführt werden.

Ebensowenig wie wir in dies Schema ein geologisches Einteilungsprinzip einführen möchten, wenn wir die Bodenablagerungen nach ihren mineralogisch-physikalischen Eigenschaften charakterisieren, ebensowenig möchten wir für dieselbe Einteilung den Humusgehalt benutzen.

Gerade der Humusgehalt ist nämlich eine der wichtigsten Eigenschaften bei Charakterisierung der verschiedenen Böden (oder der verschiedenen Typen des Solumhorizontes). Betrachten wir die Humusmenge im Zusammenhang mit dem chemischen Aufbau des Bodens, kommen wir nämlich zu verschiedenen Böden, die durch besondere Bodenbildungsprozesse entstanden sind. Z. B. eine Schwarzerde (Tschernosiom), eine Podsolerde sind Böden, die durch verschiedene Bildungsprozesse entstanden sind. Sie können beide in Sand, Lehm oder Tonbodenablagerungen liegen, sind aber doch ganz verschiedene Böden. Ein Podsolboden kann in gewissen Fällen einen ebenso hohen Humusgehalt haben, wie ein Tschernosiom, ist aber doch ein vollständig anderer Boden, dessen Charakter durch seinen totalen chemischen Aufbau bedingt ist.

Wenn wir die Böden klassifizieren wollen, muß also meiner Auffassung nach der klimatische Bodentypus erst angegeben werden. Diese Typen werden dann in Arten klassifiziert nach dem chemischen Charakter derselben und mit Angaben, zu welcher Bodenablagerung sie gehören.

Wenn die Frage z. B. die Podsolböden betrifft, teile ich die Böden der Sand-, Grus-, Lehm-, Tonablagerungen in:

#### A. Echte Podsolböden.

##### I. Eisenpodsole

(mit oder ohne Ortstein)

nach dem Grade der Podsolierung  $\alpha$ -,  $\beta$ - u.  $\gamma$ -  
Varietäten eingeteilt.

##### II. Humuspodsole

(mit oder ohne Ortstein)

nach dem Grade der Podsolierung in  $\alpha$ -,  $\beta$ - u.  $\gamma$ -  
Varietäten eingeteilt.

#### B. Grundwasserpodsolböden.

„Gley-podsole“

(mit oder ohne Ortstein)

nach dem Grade der Podsolierung in  $\alpha$ - u.  $\beta$ -  
Varietäten eingeteilt.

#### C. Echte Grundwasserböden.

(Böden der übermäßigen Anfeuchtung; graue Böden).

#### D. Moorböden.

Die nähere Definition und Beschreibung dieser Bodentypen werden von mir in der Kommission für Nomenklatur der Bodentypen in Moränengebieten Nordwesteuropas vorgelegt.

Prof. J. Kopecký, Prag, äußert sich:

Wenn wir die Frage der Körnungsprodukte der mechanischen Analyse in Erwägung ziehen sollen, so müssen wir uns erst klar sein, zu welchem Zwecke wir die Gewinnung der verschiedenen Kornsortimente aus dem Boden vornehmen und inwieweit die bestehenden Kornskalen dem betreffenden Zwecke nicht entsprechen.

Durch Trennung der Kornsortimente gewinnen wir ein Urteil über die mechanische Bauart einer Bodenart, was nicht nur vom pedologischen, sondern auch vom landwirtschaftlichen Standpunkte sehr wertvoll ist. Der Boden ist aus festen Teilchen von verschiedener Korngröße gebildet. Schon bei makroskopischer Untersuchung des Bodens durch Zerreiben einer Bodenprobe zwischen den Fingern erkennen wir, daß der Boden aus sehr feinen und auch gröberen Teilen zusammengesetzt ist. Die feinen Teilchen bestehen aus Ton und die gröberen aus Sand.

Es ist selbstverständlich, daß das Verhältnis des Tons zur Sandmenge im Boden sehr variabel sein kann, und dies umsomehr, als auch die Korngröße des Sandes sehr verschiedenartig gestaltet ist. Als Ton werden jene Teilchen

im Boden betrachtet, die eine Korngröße unter 0,002 mm im Durchmesser aufweisen.

Diese Korngröße kann man heute in der pedologischen Praxis als feststehend bezeichnen und infolgedessen können andere zu diesem Zwecke dienende Grenzwerte unberücksichtigt bleiben.

Von einigen Forschern werden alle Bestandteile des Bodens, die ein größeres Korn als Tonteile, (also über 0,002 mm im Durchmesser) aufweisen, der Sandmenge einverleibt. Dazu muß aber bemerkt werden, daß im allgemeinen unter „Sand“ jene Kornsortimente verstanden sind, die beim Besehen und Angreifen eine scharfkantige Struktur aufweisen. Es empfiehlt sich, diese allgemein gültige Begriffsbestimmung für diesen Bodenkonstituenten auch in der bodenkundlichen Praxis beizubehalten. Dieses für die Sandkörner charakteristische Merkmal läßt ein Korn über 0,05 mm im Durchmesser erkennen.

Daraus folgt, daß ein Übergangssortiment von dem sehr feinen Korne des Tons (unter 0,002 mm) zu dem scharfkantigen Korne des Sandes (über 0,05 mm) einzuführen ist. Dieses Körnungsprodukt in der Größe von 0,002—0,05 mm wird als Schluff oder Staub bezeichnet. Dieser Auffassung nach besteht der Boden aus drei Korngruppen, nämlich den Ton-, Schluff- und Sandteilen. Diese Korngruppierung entspricht auch der üblichen Einteilung der Bodenarten in Ton-, Lehm- und Sandböden.

In einem Tonboden treten die Tonteile, in einem Lehmboden die Staubteile und in einem Sandboden die Sandteile überwiegend hervor. Es ist darauf ausdrücklich aufmerksam zu machen, daß zum Zwecke der Bezeichnung oder der Klassifikation der Bodenarten die erwähnte Korngruppierung sehr maßgebend ist. Es können sich jedoch in dem Falle, als der Inhalt dieser Kornsortimente bei einer makroskopischen Untersuchung abgeschätzt wird, infolge subjektiver Anschauung bedeutende Abweichungen ergeben, was gewöhnlich der Fall ist.

Um diesem Übelstande vorzubeugen, erscheint es angezeigt, daß unser Urteil in bezug auf die Bauart des Bodens auf ziffernmäßige Angaben gegründet werde, aus welcher das prozentuelle Verhältnis der einzelnen Kornsortimente ersichtlich wäre. —

In dieser Richtung leistet uns die mechanische Analyse sehr gute Dienste und man kann behaupten, daß zum Zwecke der Einteilung und Bezeichnung der Bodenarten die Angaben der mechanischen Analyse ein sehr wichtiges, ja unentbehrliches Hilfsmittel bilden und daß sie durch keine andere Maßnahme ersetzt werden können. Dies gilt auch für die Zwecke der Beurteilung des Bodens in bezug auf die Bearbeitung und in bezug auf die Bezeichnung des physikalischen Zustandes des Bodens. Für alle diese Urteile ist die Kenntnis des Aufbaues des Bodens oder seiner mechanischen Zusammensetzung unentbehrlich.

Die Tonteile wirken in negativem, die Sandteile in positivem Sinne auf die Entwicklung der physikalischen Eigenschaften der Böden ein. Der Einfluß des „Staubes“ in dieser Richtung liegt in der Mitte zwischen beiden Extremen und folglich weisen die staubreichen Böden den günstigsten physikalischen Zustand auf.

Wie schon angeführt wurde, basieren alle diese Urteile auf der ziffermäßigen Bestimmung der angeführten Kornsortimente, nämlich der Ton-, Staub- und Sandteile, mit Hilfe der mechanischen Analyse.

Die Abtrennung der Tonteile erfordert eine längere Zeitdauer und deshalb wurden die Tonteile durch ein gröberes Kornsortiment in der Korngröße unter 0,01 mm (die feinsten abschlämmbaren Teile) ersetzt.

Es ist hervorzuheben, daß diese Körnergruppe zwei Sortimente enthält, nämlich:

1. Die Tonteile unter 0,002 mm im Durchmesser,
2. den feinen Staub von 0,002—0,01 mm im Durchmesser.

Um den Tongehalt im Boden durch die Bestimmung der feinsten abschlämmbaren Teile ersetzen zu können, ist es nötig, die Korngröße dieser Teile womöglich nicht sehr abweichend von der Korngröße der Tonteile zu wählen. Mit Rücksicht auf die praktische Ausführung der mechanischen Analyse wurde die Grenze von 0,01 mm eingeführt. Dieses Maß hat eine fast allgemeine Verbreitung in der pedologischen Praxis gefunden, wie z. B. in Österreich-Ungarn, Deutschland, Frankreich, Amerika (Bureau of Soils) und auch in anderen Staaten. Auch in der kulturtechnischen Praxis auf dem ganzen Kontinent basiert die Bestimmung der Drainerntfernungen auf der Bestimmung der Teile unter 0,01 mm im Durchmesser. Daraus folgt, daß man dieses Kornsortiment als ein absolut eingebürgertes betrachten muß und daß es eine kolossale Verwirrung zur Folge hätte, wenn man eine andere Trennung einführen wollte.

Was die Trennung des Sandes betrifft, so läßt sich auch nicht viel neues schaffen, denn die übliche Teilung:

|                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Staubsand . . . . .         | Korngröße 0,05—0,1 mm |
| Sehr feiner Sand . . . . .  | „ 0,1—0,25 mm         |
| Feiner Sand . . . . .       | „ 0,25—0,5 mm         |
| Mittelgrober Sand . . . . . | „ 0,5—1,0 mm          |
| Grober Sand . . . . .       | „ 1,0—2,0 mm          |

entspricht der pedologischen Praxis am besten.

Auf diese Weise kommen wir zur Begründung der Kornsortimente, die eigentlich schon im Jahre 1867 von Schöne eingeführt wurden und folglich fast durch ein halbes Jahrhundert in den meisten pedologischen Stationen in Österreich, Deutschland, Frankreich und auch in Amerika angewendet wurden. Wie in Deutschland, so basieren auch bei uns in Böhmen die pedologischen Kartierungsarbeiten ebenfalls auf dieser Grundlage und man kann sagen, daß während der letzten 50 Jahre ein reiches Vergleichsmaterial gesammelt wurde und meiner Meinung nach müßten sehr wichtige Momente gegen diese Einteilung vorgebracht werden, um die Einführung einer neuen plausibel zu machen. Ich verfüge über 15 000 Analysen-Resultate in Böhmen auf dieser Grundlage, in Amerika (Bureau of Soils) haben 20 000 Analysen stattgefunden und auch Deutschland kann eine erhebliche Summe von Analysen auf gleicher Basis vorführen. Trotzdem ich die Arbeiten des Dr. Atterberg in Kalmar, die auf die Einführung einer neuen Einteilung der Korn-

sortimente hinzielen, hoch schätze, kann ich für diese vorgeschlagene neue Einteilung nicht stimmen, sondern sehe mich auf Grund der obigen Erörterung bemüßigt, meine Stimme für die Beibehaltung nachfolgender in Deutschland, Böhmen, Amerika üblichen Skala abzugeben.

|                             |               |                                 |
|-----------------------------|---------------|---------------------------------|
| Ton unter . . . . .         | 0,002 mm      | } feine<br>abschlämbaren Teile. |
| Feiner Staub . . . . .      | 0,002—0,01 mm |                                 |
| Staub . . . . .             | 0,01—0,05 mm  |                                 |
| Staubsand . . . . .         | 0,05—0,1 mm   |                                 |
| Sehr feiner Sand . . . . .  | 0,01—0,25 mm  |                                 |
| Feiner Sand . . . . .       | 0,25—0,5 mm   |                                 |
| Mittelgrober Sand . . . . . | 0,5—1,0 mm    |                                 |
| Grober Sand . . . . .       | 1,0—2,0 mm    |                                 |

Dabei wird vorausgesetzt, daß die Bodenprobe durch ein Sieb von 2 mm Maschenweite durchgetrieben wurde. Ich muß aber bemerken, daß ich damit einverstanden wäre, wenn Siebe von einer größeren Maschenweite und zwar von 3 mm international angewendet würden, denn bei Benützung dieser Siebe zur Vorbereitung der Bodenprobe für die mechanische Analyse erhält man eine bessere Einsicht in die Bauart des Bodens und wenn das Körnungsprodukt über 3 mm als „Grand“ bezeichnet wird. Die Bestimmung des Tongehaltes (Korngröße unter 0,002 mm) empfiehlt sich separat von der mechanischen Trennung durchzuführen und zwar nach der Methode von Grandeau-Schlössing unter Anwendung der in Böhmen eingeführten Modifikation, daß zur Fällung der Tonteile kohlen-saures Ammonium benützt und der Niederschlag auf dem Wasserbade abgedampft wird.

Das Körnungsprodukt „der feine Staub“ (0,002—0,01 mm) wird dann aus der Differenz zwischen den feinsten abschlämbaren Teilen (Korngröße unter 0,01 mm) und dem Tongehalte berechnet. Die Präparierung der Bodenproben für die Zwecke der mechanischen Analyse kann nicht empfohlen werden, sondern die Abtrennung der feinen von den gröbereren Teilchen soll durch zweistündiges Kochen erleichtert werden.

Prof. Vinassa de Regny, Parma, berichtet:

Préparation de l'échantillon.

Je suis contraire à l'emploi de solutions acides. Je trouve, pour le moment, le procédé de Beam préférable aux autres.

Séparation des grains.

Je trouve la méthode américaine trop sommaire, relativement à la portion fine. La séparation proposée par Mr. Atterberg peut être acceptée dans ses lignes principales. Elle est déjà adoptée, à peu près, en Italie (voir mon traité: *Nozioni di geologia agraria* — Pisa 1905). Je crois que les subdivisions (0,2—0,06 etc.) sont, pour le moment superflues. Il faut établir les grandes lignes de la classification que l'on pourra faire accepter autant plus facilement qu'elles seront grandes; et laisser en cor pleine liberté pour les subdivisions ultérieures.

Je propose donc la classification suivante, à laquelle je joins la nomenclature italienne:

Blocchi, ciottoli, ghiaie — jusqu'à 20 mm.

Ghiaino (Kies) — 20—2 mm.

Sabbia grossa (Sand) — 2—0.2 mm.

Sabbia fina (Mo) — 0.2—0.02 mm.

Polvere (Schluff) — 0.02—0.002 mm.

Parte argilloide (Schlamm) — < 0.002 mm.

#### Appareils.

J'approuve le système Appiani, que j'ai toujours adopté en le modifiant un peu. Je trouve que la modification de Mr. Atterberg rend l'appareil plus commode à manier, mais ne corrige pas les défauts de l'appareil original Appiani: notamment l'hauteur invariable de la colonne d'eau, la position fixe du siphon près du fond. L'eau, qui sort par le siphon, produit toujours un remous dans les particules déjà déposées et qui sont ainsi entraînées. Mon levigateur, dont j'ai fait la description à Stockholm et dont je fais hommage à la Commission, élimine ces deux graves inconvénients.<sup>1)</sup>

#### Prof. v. 'S i g m o n d schreibt folgendes:

Bevor ich meiner Auffassung bezüglich der hier zur Beratung stehenden Vorschläge nähertrete, möchte ich mitteilen, daß wir in Ungarn schon im Jahre 1910 eine Spezialkommission für das Studium der mechanischen und physikalischen Bodenuntersuchungsmethoden geschaffen haben. An dieser Spezialkommission beteiligten sich die Herren R. Ballenegger, Dr. J. Ferentzy, H. Horusitzky, Dr. G. v. László, Dr. A. v. 'S i g m o n d (Vorsitzender), Dr. J. Timkó, J. Trambics (Schriftführer), P. Treitz, Dr. A. Vendl. Dr. Ferentzy hat wegen anderweitiger Beschäftigung inzwischen seine Teilnahme zurückgezogen.

Die Organisierung dieser Kommission schien mir nützlich und notwendig, denn die Mitglieder dieser Kommission sind größtenteils diejenigen Fachmänner, welche bei uns in Ungarn sich mit den betreffenden Untersuchungen beschäftigen, und meine Auffassung war, daß unsere Beschlüsse in der Internationalen Kommission nur dann praktische Annahme finden würden, wenn unsere Stellungnahme und Beschlüsse mit denen der maßgebenden Fachmänner in Einklang steht und auch von Ihnen angenommen wird.

In der letzten Beratung unserer Ungarischen Kommission vom 14. Oktober l. Js. haben wir alle Punkte der Vorschläge näher besprochen und sind nach erschöpfender Diskussion zu folgenden Schlüssen gekommen:

1. Die von Herrn Vorsitzenden Dr. Albert Atterberg vorgeschlagenen Grundzahlen bezüglich der Bodenkörnergruppen namentlich: 2.0—0.2, 0.2—0.02, 0.02—0.002 mm, und kleiner als 0.002 mm resp. kolloidalen Ton, entsprechend einer Absetzzeit von acht Stunden bei 10 cm Wasserhöhe, wurden einstimmig angenommen.

<sup>1)</sup> Der von Prof. Vinassa de Regny eingesandte Apparat wird von Herrn Prof. Gans zu vergleichenden Untersuchungen benutzt.

2. Direktor Hissink hat in seinem Briefe vom 14. März 1911 vorgeschlagen, daß die Kommission ebenfalls festlege, wie bei der mechanischen Bodenanalyse das Loslösen der Teilchen voneinander, so daß sie nicht mehr zusammenkleben, erfolgen müsse. Die Frage hat in unserer Ungarischen Kommission eingehende Diskussion veranlaßt, deren Endergebnis in folgende Punkte zusammengefaßt werden kann:

a) Einstimmig wird gegen die Anwendung von Säuren oder anderer stärker wirkender Lösungsmittel als vorbereitende Mittel gewarnt. Besonders irreführend können die Analysenresultate ausfallen, wenn wir Säure für solche Böden anwenden, in welchen die feinen Bodenpartikeln vorherrschen, denn dieselben sind schon verhältnismäßig in verdünnten Säuren ziemlich löslich. Ballenegger hat gefunden, daß selbst verdünnte Oxalsäure 9—10, sogar 30% der feingemahlten Mineralien lösen kann. Wenn wir also die Bodenpartikeln mit Säuren behandeln, geht ein erheblicher Teil der feinsten Bodenpartikeln in Lösung.

b) Ballenegger und Treitz haben gefunden, daß es gar nicht nötig ist, zu stärkeren Eingriffen, als Beam's Verfahren angibt, zu greifen, wenn man den Boden in frischem Zustande, also nicht vorher getrocknet, zur Analyse heranzieht. Höchstens kann in einzelnen Fällen die Zugabe von etwas Ammoniak nützlich wirken, indem es die kalklösende Wirkung der im destillierten Wasser absorbierten Kohlensäure aufhebt und die Koagulierung des Tones verhindert. Auch meine Erfahrungen stimmen mit den angegebenen, wie auch mit Beam's Erfahrungen für Alkaliböden gut überein. Dementsprechend möchte ich der Internationalen Kommission diesbezüglich vorschlagen, daß als allgemein anempfohlene Vorbereitungs-methode die von Beam vorgeschlagene Methode in der Ausführung Atterberg's international angenommen werde, mit der Ergänzung, daß man möglichst die Bodenprobe nicht austrocknen läßt, sondern in gut geschlossenen Behältern aufbewahrt, oder in frischem Zustande zur Analyse heranzieht. Es scheint nämlich, daß die irreversiblen Bodenkolloide bei der Austrocknung derartig sich verändern, daß nach dem Trocknen das Loslösen der Bodenpartikeln mittels einfacher mechanischer Hilfsmittel schon nicht immer gelingen kann. Da es jedoch vorkommen kann, daß selbst mit diesen Vorsichtsmaßregeln das Loslösen nicht gelingt, oder ähnliche Umstände vorkommen können, für welche Atterberg seine Salzsäureauflösungsmethode für gut gefunden hat, so dürfte durch fernere Versuche festgestellt werden, wie weit diese Verallgemeinerung gültig sein kann, und in welchen Fällen andere Methoden herangezogen werden müssen. Vor stark wirkenden Lösungsmitteln sollte aber stets gewarnt werden.

3. Direktor Hissink hat ferner vorgeschlagen, daß die anzuwendenden Instrumente auch vorgeschrieben werden. Diesbezüglich kann ich im Einklang mit unserer Ungarischen Kommission die Meinung vertreten, daß es genügt, wenn die Internationale Kommission als normale die von Atterberg angegebene Schlämmanalyse vorschlägt und im übrigen angibt, daß bei Verwendung von Spülapparaten oder Zentrifugen die Apparate so eingestellt werden, daß die Korngrößegrenzen stets mi-

kroskopisch kontrolliert werden. In einem Punkte können wir aber Atterberg's Vorschriften nicht beistimmen. Atterberg sagt in seiner vierten Mitteilung S. 9 unter den ferneren methodischen Vorschriften folgendes: „Das feinste Schlammprodukt wird im allgemeinen nicht gesammelt und gewogen, sondern die Menge desselben wird als Rest in der Analyse bestimmt.“ Unsere Erfahrungen haben gezeigt, daß dadurch sehr starke Differenzen der kolloidalen Tonbestimmung auftreten, nicht selten 5%, und können wir deshalb diese wohl bequeme aber ungenaue Methode nicht annehmen.

4. Die Frage über die Bestimmung des Humusgehaltes der Mineralböden wurde sehr ausführlich besprochen. Ich fand es nicht richtig, daß wir hier international einen Faktor annehmen, über dessen Richtigkeit heute noch viel diskutiert werden kann. Der Faktor 0.47, welchen Atterberg vorschlägt, stammt, wie bekannt, von van Bemmelen und geht von der Annahme aus, daß die organische Substanz der Böden im Durchschnitt 58% C. enthält. Wiley fand die Grenzwerte 42—72% C., Cameron und Breazeale geben als Grenzwerte 33.3—50% C., im Mittel 42% C. anstatt 58%. Auch haben letztere gefunden, daß der der Oxydation hartnäckig widerstehende Teil, welcher wahrscheinlich nicht der wirksame Humus sein dürfte, in den verschiedenen Böden sehr verschieden ist, und 8—40% der gesamten organischen Substanzen ausmacht. (U. S. Dep. of Agriculture, Bur. of Soils. — Bull. No. 90 S. 20—21.) Im allgemeinen ist es wohl bekannt, daß die Auffassung der Fachgenossen über die Humussubstanzen heute sehr unsicher, unvollkommen und widersprechend ist. Da ist es auch nicht rationell, heute über eine Bestimmungsmethode des Humus internationale Entschlüsse zu fassen.

Da aber für die physikalische Beurteilung der Böden ein Maß der organischen Substanz nützlich sein kann, schlage ich vor, im Einklang mit unserer Ungarischen Kommission, daß die Menge der organischen Substanz vorläufig durch die Bestimmung des Gesamtkohlenstoffes angegeben sei, welches nach den Methoden der Elementaranalyse festgestellt werden. Damit haben wir stets ein absolutes Maß für die Menge der organischen Substanz zum vorläufigen Gebrauch festgestellt, und auch die Umrechnung der bisherigen Grenzwerte für Humusgehalt kann unschwer geschehen.

5. Der Vorschlag Dir. Hissink's, daß an Bodenproben, die allen Mitgliedern der Kommission zugesandt werden, die vorgeschlagenen Methoden nachgeprüft werden, und somit untersucht wird, ob die Methoden übereinstimmende Resultate ergeben, wurde mit Beifall von unserer Kommission angenommen, mit der Betonung, daß die zur Prüfung ausgewählten Bodenproben möglichst die Hauptbodentypen der verschiedenen klimatischen Bodenzonen umfassen. Das würde zugleich ein gutes Material für die noch zu studierenden Teile der Methoden darbieten.

6. Bezüglich des letzten Punktes, des Vorschlags von Dir. Hissink, kann ich nur bemerken, daß die mineralogisch-chemische Untersuchung der

bei der mechanischen Analyse gewonnenen Fraktionen ferneren Studien vorbehalten sein dürfte, aber näheres können wir heute noch kaum feststellen. Diese Frage selbst muß vorerst studiert werden und erst später können wir über die Methoden sprechen.

7. Bezüglich der Vorschläge Atterberg's: Über die Einteilung der Mineralböden nach den Haupteigenschaften in der Landwirtschaft, sind wir mit den Grundprinzipien Atterberg's einverstanden. Die ausführlichen und grundlegenden Mitteilungen Atterberg's über seine agronomische Klassifikation haben allem Anschein nach große praktische Bedeutung. Allein wir hatten noch keine Gelegenheit und Zeit, seine physikalischen Methoden auszuprobieren und können auch deshalb kein Urteil hier abgeben. Wir möchten nur betonen, daß die klimatologischen und geologischen Einflüsse bei der Bodenklassifikation nicht außer acht gelassen werden können. Es ist unbestreitbar, daß z. B. ein Tonboden im feuchten Klima anders beurteilt werden dürfte als in trockener Gegend usw. Die agronomische Klassifikation der Böden soll nun alle Faktoren umfassen, welche auf die Eigenschaften der Böden einen bleibenden Einfluß ausüben. Deshalb kann auch eine rein physikalische Bodenklassifikation nicht allen praktischen Forderungen entsprechen. Im Rahmen dieser Kommission sollen wir uns damit begnügen, wenn wir eine der Praxis entsprechende physikalische Bodenklassifizierung festzustellen vermögen. In diesem Sinne bin ich mit dem Vorschlage Atterberg's einverstanden und nehme seine Vorschläge zur weiteren Prüfung gerne an.

Als ich mit meinem vorliegenden Bericht fertig war, erhielt ich den Vorschlag der Tagesordnung unserer Berliner Beratung vom 31. d. M. Ich möchte hier nur bemerken, daß die meisten Punkte der Tagesordnung in meinem Berichte schon ausgeführt sind. Die noch fehlenden Anmerkungen werde ich bei den einzelnen Punkten der Tagesordnung mündlich darlegen.

Prof. Graf Leiningen, Wien, schließt sich in seinem Anschreiben den Vorschlägen Atterbergs voll und ganz an.

Geheimer Bergrat Prof. Dr. Wahnschaffe befürwortet die Anträge, in den Kommissionsberatungen die Einteilung der Bodenarten nicht zu behandeln, sondern sich allein auf die mechanische Bodenanalyse zu beschränken, und schließt sich ferner dem Antrage Prof. v. Sigmunds an, die Humusbestimmung in Zukunft durch Verbrennung im Sauerstoffstrom auszuführen, aber in der Angabe neben dem Kohlenstoffgehalt zugleich eine Berechnung auf Humus zu geben.

Dr. E. Blanck, Dr. B. Heinitz und Dr. F. Schucht schließen sich hinsichtlich der mechanischen Bodenanalyse den Vorschlägen Atterbergs an.

Prof. Gans hält die Vorbereitung der Böden zur mechanischen Analyse nach Atterberg für eine schwierige, noch näher zu studierende Operation.

Eine Vorbehandlung mit Säuren und Laugen oder mit Bromlauge, die Atterberg bis vor kurzem besonders bei humosen und tonigen Böden für erforderlich hielt, kompliziert die Analyse, und es ist die Behandlung, falls sie sich, wenn auch nur bei humosen tonigen Böden als unbedingt notwendig erweisen sollte, dann auf alle anderen Bodenarten auszudehnen, um gleichmäßige und vergleichbare Resultate zu erhalten. — Gans prüfte 6 humusfreie resp. humusarme deutsche Böden nach der Atterberg'schen Methode auf ihren Gehalt an Kolloiden (0—0,002 mm Korngröße), indem er die Böden durch Kochen und darauf durch vorsichtige, aber anhaltende Behandlung bei Gegenwart von wenig Wasser vermittelst eines Gummipistills vorbereitete. Diese 6 Böden enthielten verschiedene Mengen an kolloidalen Teilchen (von 9 — ca. 45%). In gleicher Weise behandelte er dann 6 humushaltige Böden (3—8% Humus enthaltend), deren Gehalt an kolloidalen Teilchen ebenfalls sehr verschieden war. — Alle 12 Böden wurden sodann durch Einwirkung von verdünnter (1 : 5) Schwefelsäure (6 Stunden lang, bei 220° C. im Schießofen) aufgeschlossen. Hierbei kommen das Verwitterungssilikat (A), welches die durch Salzsäure zersetzlichen Silikate, und das Verwitterungssilikat (B, nach van Bemmelen), welches die kaolinischen enthält, zur Zersetzung. Nach der im Laboratorium für Bodenkunde an der Kgl. Geolog. Landesanstalt in Berlin gebräuchlichen Methode wurde nun der sog. „Ton“-Gehalt aus dem hierbei ermittelten  $Al_2O_3$ -Gehalt berechnet und zwar nach der Forchhammer'schen Formel für Kaolin =  $2 SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2 H_2O$ . Zu diesem Gehalt an „Ton“ wurde sodann noch der Eisenoxyd Gehalt und bei den humosen Böden auch der Humusgehalt hinzugerechnet. Die so errechneten Zahlen stellen somit den auf chemischem Wege ermittelten Gehalt an Kolloiden am Boden dar. Es wird zwar bei dieser Art der Berechnung ein Fehler gemacht, weil die zur Zersetzung kommenden Silikate nicht nach der Formel  $2 SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2 H_2O$  zusammengesetzt sind, sondern meist einen höheren  $SiO_2$ - und Wassergehalt besitzen; außerdem wird auf den Gehalt der Silikate an Basen (CaO, MgO,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ) keine Rücksicht genommen. Der Fehler ist jedoch deswegen von geringerer Bedeutung, weil er bei allen Proben gemacht wird und somit die Vergleichbarkeit der Resultate weniger darunter leidet. — Daß bei dieser Aufschließung alle kolloidalen Silikate zur Zersetzung gelangen, dürfte nicht bestritten werden; der Anteil der nicht kolloidalen Silikate kann auf Grund der Resultate nur ein geringer sein.

Bei dem Vergleich dieser, auf chemischem Wege erhaltenen, mit denen nach Atterbergs Methode gewonnenen Resultaten zeigte es sich nun, daß bei den humusfreien Böden die Resultate (trotz der Schwankungen im Kolloidgehalt von 9—45%) gut übereinstimmten; dagegen fand sich diese Übereinstimmung nicht immer bei den humusreichen Böden; besonders bei einem Humusgehalt von 8% zeigten sich Differenzen bis ca. 20% im Kolloidgehalt.

Auf Grund dieser Versuche kann man annehmen, daß die mechanische Vorbereitung (auch die B e a m 'sche Methode) wohl bei humusarmen Böden genügen wird, aber nicht bei humusreichen. Müssen wir aber bei humusreichen Böden Promlaugen usw. zur Zerstörung der Humussubstanz anwenden, so bleibt uns, der Vergleichbarkeit der Resultate wegen, diese Behandlung auch bei den humusfreien nicht erspart.

Bezüglich der Bestimmung des Humusbodens steht G a n s auf dem Standpunkt, daß die Bichromatmethode vollauf genügt. Er hat bei Kontrollanalysen immer sehr gut übereinstimmende Resultate erhalten, wenn die Bodenproben genügend fein gepulvert waren. Bei einem reinen Sandboden z. B., der 15 % Humus sowohl nach dem Glühverlustgehalt als auch nach der Bichromatmethode enthielt, zeigte es sich, daß bei letzterer Methode auch die noch nicht humifizierten Pflanzenrückstände mit zur Bestimmung gelangten. Ob auch andere organischen Bestandteile, bei denen z. B. infolge hohen Grundwasserstandes und ungenügender Zufuhr von Luftsauerstoff eine Anreicherung von Kohlenstoff stattfindet, durch Bichromat zur Oxydation gelangen, soll demnächst geprüft werden. Sollte das nicht der Fall sein, so würde es nicht einen Nachteil, sondern einen Vorteil der Bichromatmethode darstellen, daß sie Substanzen aus der Bestimmung ausscheidet, die vermutlich nie der Humifizierung unterliegen.

Die Diskussion über die vorliegenden Anträge führte zunächst zu dem Beschluß, daß die Kommission sich als solche für mechanische und physikalische Bodenuntersuchung konstituiert, nicht nur für Körnung und Nomenklatur.

Auf die Tagesordnung werden sodann folgende sieben Punkte gesetzt:

1. Gruppeneinteilung der Bodenkörner und Nomenklatur.
2. Unterabteilungen der verschiedenen Gruppen.
3. Vorbereitung des Bodens für die mechanische Analyse.
4. Schlämmapparate.
5. Sammeln der feinsten Schlämmpunkte.
6. Humusbestimmung.
7. Vorschläge von Dir. Hissink.

Nach ausführlicher Diskussion über die gestellten Anträge wurden schließlich die folgenden

## Beschlüsse

gefaßt.

### Ad 1.

Es wurde beschlossen, die von Dr. Atterberg vorgeschlagene Gruppeneinteilung der Bodenkörner anzunehmen. Für die Gruppen ist in der deutschen Sprache vorläufig die folgende Nomenklatur anzuwenden:

|                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| Körner größer als 20 mm | . Stein und Geröll                 |
| „ von 20—2 mm           | . . . Kies                         |
| „ von 2—0,2 mm          | . . (Grobsand)                     |
| „ von 0,2—0,02 mm       | . (Feinsand)                       |
| „ von 0,02—0,002 mm     | . Schluff                          |
| „ feiner als 0,002 mm   | . Kolloidale Teilchen oder Rohton. |

### Ad 2.

Die Schaffung von Unterabteilungen der Körnerhauptgruppen soll jedem überlassen bleiben.

### Ad 3.

Über die beste Methode der Vorbereitung der Böden für die mechanische Analyse sind weitere Untersuchungen anzustellen. Die Bodenproben sollen ein Sieb von 2 mm passiert haben. Es wären die Ergebnisse der Schüttel- und der Reibmethoden zu vergleichen. Die Vorbereitung durch Säuren und Laugen soll möglichst vermieden werden. Es wird empfohlen, die Böden zum Vergleich auch in feuchtem Zustande zu untersuchen. Für humose Böden sind besondere Vorschriften auszuarbeiten.

### Ad 4.

Die Schlämmapparate Atterbergs sollen als Normalapparate angewandt werden.<sup>1)</sup> Die anderen Apparate sind so einzustellen, daß sie dieselben Ziffernresultate wie die Apparate Atterbergs liefern. Rundlochsiebe sollen Drahtsieber vorgezogen werden; das Siebverfahren wird nur bis 0,5 mm Korngröße empfohlen.

<sup>1)</sup> Die für die Benutzung der Apparate geltenden Vorschriften sind in der vierten Mitteilung Atterbergs und in der Abhandlung über die mechanische Bodenanalyse in dieser Zeitschrift 1912, S. 319, näher beschrieben.

**Ad 5.**

Es muß näher untersucht werden, wie die feinsten Schlämmprodukte — der Rohton — am besten gesammelt und gewogen werden. Bei tonreicheren Böden ist für die Bestimmung des Rohtons die Differenzmethode (Sammeln und Wägen des Rückstandes nach dem Abschlämmen des Rohtons) zulässig. Bei tonärmeren Böden muß der Tongehalt direkt bestimmt werden.

**Ad 6.**

Der Humusgehalt soll durch eine Kohlenstoffbestimmung nach den Methoden der organischen Elementaranalyse festgestellt werden. Die Analyse soll sowohl den gefundenen Kohlenstoffgehalt als den berechneten Humusgehalt angeben, am bequemsten in folgender Form: Humusgehalt (= Gef.  $\text{CO}_2 \times 0,5$ ).

**Ad 7.**

Gleichmäßige Bodenproben sollen den Kommissionsmitgliedern zu vergleichenden Untersuchungen nach den Methoden *Beam-Atterbergs* (Reibmethode) und *Hissinks* (Schüttel methode) übersandt werden. Dr. *Atterberg* erklärte sich bereit, die Versendung der Proben zu übernehmen.

Es wurde weiter beschlossen, die Vorschläge Dr. *Atterbergs* über die Bodenklassifikation nicht hier zur Behandlung aufzunehmen, da diese nicht zu dem Arbeitsgebiete der Kommission gehörten. Dagegen sind die physikalischen Untersuchungsmethoden *Atterbergs*, die Plastizitäts- und die Festigkeitsbestimmungsmethoden, von den Kommissionsmitgliedern eingehend zu studieren.

Nachdem der Vorsitzende Herr Direktor Dr. *Atterberg* für seine verdienstvollen Forschungen auf dem Gebiete mechanischer Bodenuntersuchung die ungeteilte Anerkennung der Kommission ausgesprochen und ihm für seine Demonstrationen gedankt hatte, Herr Dr. *Atterberg* sodann Herrn Geh. Rat *Wahnschaffe* für die Leitung der Sitzung und Zurverfügungstellung der Aula seinen Dank ausgesprochen hatte, wurde die Sitzung um 3 $\frac{1}{2}$  Uhr geschlossen.

## The Locking up of Phosphate Fertilizers in Java Soils

by A. C. de Jongh.

Hilgard states in his admirable book on soils page 357, when mentioning the red ferruginous soils of Hawaii, that if such soils are fertilized with water-soluble phosphates, the phosphoric acid is likely to be quickly withdrawn from useful action, so that any excess not promptly taken up by the crop is likely to become inert and useless. He asserts, that the phosphoric acid tends to combine with the oxides and hydroxides of the trivalent metals, especially with those of iron, the equivalent aluminic compounds showing the same tendency but to a smaller degree, and that this ferric phosphate is for all practical purposes insoluble and inaccessible to the crop.

I have tried to find out, whether our Java soils exhibit the same phenomena, to what extent they do so, and whether for this country there might be some merit in Hilgard's advice to the effect that on ferruginous soils rather difficultly soluble phosphates should be used, such as bone meal and Thomas slag, which are said to be more slowly if at all acted upon by ferric and aluminic hydrates.

A similar subject was dealt with some years ago by Van Bylert,<sup>1)</sup> at that time of the Deli Experiment Station, who treated samples of different types of Deli tobacco-soil with dilute phosphate solutions. After the contact had lasted some days in one case, a few weeks in the case of another, less permeable type of soil, the supernatant solution was allowed to percolate and analyzed. It turned out to have lost nearly all its phosphoric acid, whatever type of soil was selected for examination. One of

<sup>1)</sup> Dr. A. van Bylert, „Over Deli-grond en Deli-tabak“, in: Mededeelingen van 's Lands Plantentuin, no. XLIII. Batavia, 1900.

the samples that had been thus treated — a typical red laterite soil, from the Deli Toewa Estate — was then extracted by the Dyer method and was found to contain nearly all its phosphoric acid in a state of chemical combination. So firm were the newly formed compounds, that only 6% of the amount of phosphoric acid, that had been absorbed from the solution, could be extracted by citric acid. So it was shown that at least this one kind of soil readily converts soluble phosphates into insoluble compounds, but whether other types of tropical soils would behave in the same way remained to be seen, and seemed rather improbable a priori; moreover, as Van Bylert himself remarks, the experiments had not been conducted under natural conditions. So I took up the investigation where it had been left, extending it also over the behaviour of insoluble phosphate fertilizers in the soil.

As a measure for the availability of the phosphate in the soil the Dyer method was chosen. Tho it may be readily conceded, that no citric acid solution, nor any other liquid whatever exactly imitates the root action of the living plant, and that moreover an ideal method of soil-extraction should not only take into account the properties of the different soil types, but the peculiar character of each crop to be grown as well, still we have better retain the citric acid method that has given the best results thus far. At all events we may take it for granted, that as far as our experiments go the Dyer figures are mutually comparable and certainly not too low. This may be inferred from Hilgard's remark as to the benefit produced by phosphate fertilization in Hawaii, in spite of the exceptionally high results of the citric acid extraction test on Hawaiian soils, five samples having shown percentages of „available“  $P_2O_5$  ranging from a minimum of 0,004% up to 0,037%, with an average of 0,024%, whereas the limit, below which phosphate fertilization begins to pay in Java has been established by Marr to be about 0,005%, cane-sugar being the crop concerned here. Another case in point was communicated to me by Mr. L. G. den Berger, of the Buitenzorg Rice Experiment Station, who in the course of some still unpublished researches has found certain parts of the Demak plain in Central Java to be in need of phosphate fertilization, notwithstanding the citric acid test had yielded figures high above

the assigned limit. In this case it is very unlikely that ferric iron compounds should be to blame, as the plain of Demak, a famous rice growing district, is a well irrigated lowland country, its soil being a gray alluvial clay of a uniformly very heavy texture and highly calcareous, up to 20% of  $\text{CaCO}_3$ .

If then it can be shown in the experiments to be described, in the following pages that phosphates added to a soil will be absorbed and combined within a reasonably short period so as to be no longer extractable by citric acid, then we are justified in making the assumption that most crops will not be able to do better and that the fertilization really has not answered its purpose, resulting, as Hilgard puts it, in a withdrawal of the phosphate from useful action, at least for the present.

The experiments were conducted in this way, that from each sample a quantity of 500 Grams of air-dried soil was mixed in a glass dish with a measured quantity of phosphate, then wetted with rainwater and for some days exposed to the alternating influence of sun and wind, thus closely imitating the natural condition of the soil in the field. After getting dry, the soil in the dishes was mixed up and wetted again with rain water. With each sample two tests were set up, the first one receiving the phosphate in a soluble form, viz. as a sodium phosphate solution of known strength, the other test getting an approximately equivalent quantity of more difficultly soluble phosphoric acid in the form of tribasic calcium phosphate. It might appear a better scheme to use common commercial fertilizers as superphosphate or bone meal for the purpose, but considering the smallness of the quantities involved I wanted to be sure of their composition and thought it advisable to use a tribasic calcium phosphate („purissimum“) from one of the big German manufacturers. This preparation proved to be fairly homogeneous, tho containing only 88% of its theoretical contents of phosphoric acid. It had to be considered as fully assimilable, as a 2% citric acid solution readily dissolved the salt within a few hours. In order to insure a thoro mixing of the ingredients the phosphate after weighing was ground together with a few grams of the soil and this powder mixed with the main quantity. Later on the duplicate phosphor determinations were for all certainty made in two separate extracts, whereas from those tests, that had received

sodium phosphate in solution and where consequently there could be no fear of imperfect mixing, only one sample was taken and the duplicate analyses made in a single extract. The extraction was conducted in the usual way, a few drops of formaldehyd protecting the liquid from fungus growth to which citric acid solutions are very susceptible in this country. The quantity of the antisepticum was too small to possibly affect the results of the extraction. The phosphoric acid was determined after Woy's method, that proved fully reliable when executed with due care.

The soil samples were selected to a number of six:

n. 1001 is a soil from the Experiments Gardens in Buitenzorg, a typical lateritic soil of andesitic origin, color brown (C. C. 128 when dry, C. C. 109 when wetted.<sup>2)</sup>)

no. 641 is a subsoil from the Tjiampea Freehold Estate, Buitenzorg section of the residency of Batavia, a typical red lateritic soil, its color in dry state approximating C. C. 78, in wet condition C. C. 83.

no. 945 is also a red lateritic soil, from the desa (village) of Topar, Toeban section of the Rembang residency. In general appearance and mechanical composition it is very similar to the preceding sample, tho that was derived from weathered volcanic (andesitic) ashes, whereas the Rembang sample represents the sedentary soil from tertiary limestone hills.

no. 809 is a heavy alluvial clay soil of compound origin, from the desa of Tambak, near the station of Wates, Koelon Progo section of the residency of Djokdjakarta; color C. C. 139 and 135;

no 1332 is an alluvial soil from the desa of Kemloko, district Manggar, Demak section of the residency of Semarang; it contains 6,36% of  $\text{CaCO}_3$ ; color gray (when dry C. C. 139, when wet C. C. 135);

no. 1333 is from the desa of Melati Darat in the same district; this sample however is exceptionally poor in lime, containing only 0,43% of  $\text{CaCO}_3$ ; color dark gray, C. C. nos. 149 and 140 respectively; both this soil and the preceding one consist mainly of fine alluvial clay, the whole plain of Demak being built

<sup>2)</sup> Klincksieck et Valette, Code des Couleurs, Paris 1908.

up of the wash of soft tertiary marl and clay strata, carried down by the Serang and Toentang rivers and tributaries.

In order to confer some idea as to the grain size of the soils under discussion, the results of physical analyses by the method of E. C. J. Mohr are given below:

Table 1.

| Grain size | 1001   | 641   | 945   | 809                           | 1332  | 1333  |       |
|------------|--|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| sand {     | 2—1 mm.  | 0.09  | 0.00  | 0.02                          | 0.00  | 0.06  | 0.25  |
|            | 1— $\frac{1}{2}$ "   | 0.53  | 0.01  | 0.48                          | 0.10  | 0.18  | 0.29  |
|            | $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{5}$ "                              | 2.24  | 0.50  | 4.64                          | 0.87  | 1.12  | 0.66  |
|            | $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{10}$ "                             | 2.51  | 0.71  | 2.27                          | 1.97  | 2.20  | 3.85  |
| silt {     | $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ "                            | 4.65  | 1.77  | 6.22                          | 4.59  | 2.71  | 6.29  |
|            | 50—20 $\mu$  | 10.16 | 6.86  | 8.33                          | 14.41 | 9.07  | 10.77 |
| clay {     | 20—5 "   | 18.80 | 5.85  | 10.63                         | 20.60 | 23.34 | 16.04 |
|            | 5—2 "  | 16.85 | 11.41 | 11.60                         | 19.30 | 26.88 | 23.00 |
|            | 2— $\frac{1}{2}$ "   | 13.26 | 19.15 | 16.27                         | 20.47 | 24.18 | 25.96 |
|            | $\frac{1}{2}$ —0 "   | 30.69 | 53.50 | 39.33                         | 17.68 | 10.25 | 11.61 |
| Totals     | 99.78  | 99.76 | 99.79 | 99.99                         | 99.99 | 99.72 |       |
|            | lateritic soils, more or less permeable, color brown or red. |       |       | dense clay soils, color gray. |       |       |       |

In order to obtain figures that would lie outside the unavoidable errors of analysis and would consequently allow sure deductions, I was compelled to use quantities of phosphate as would be utterly out of consideration for any practical purpose.<sup>3)</sup> For the first series of tests about 0,02% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> were mixed in, equivalent to a gift of some 20 picols of double super phosphate per bahoe, if the depth of the soil layer affected be reckoned one foot. After mixing the samples were drenched with rain water and exposed to the combined action of air and sunshine. A second lot of water was given when the soil get thoroly dry, after which the exposure was continued once more until the

<sup>3)</sup> Phosphate fertilizing, until a few years ago considered not urgent for Java soils, is now slowly gaining favor in this country, especially with cane sugar growers. The quantity used for the raising of one crop varies between 1 and 4 picols of double super phosphate per behoe, one picol being equal to 62.5 KG. and one behoe to 0.7 HA. or to  $1\frac{3}{4}$  acre.

samples were air-dry again. This occurred on the seventeenth day. The soils were now crumbled and mixed, then sampled and analyzed. The results of this series of extractions are given in

**Table 2** (p. 38)

together with those of a subsequent series. We learn from it, that all soil types, without a single exception appear to have locked up a good deal of the phosphoric acid which had been added in an available form; the relative amounts however that were thus made unavailable show striking differences for the different soils, as is evident from table 3. This shows the amounts of phosphoric acid extracted after the treatment by a 2% citric acid solution, diminished by the quantity of assimilable  $P_2O_5$  in the original soil sample. The differences obtained in this way been figured in percents of the quantity of  $P_2O_5$  added to the soil.

**Table 3.**

| Number of sample | Efficiency of the first dose of phosphoric acid, administered to the soil on May 2nd. |              |         |
|------------------|---|--------------|---------|
|                  | Na-phosphate  | Ca-phosphate | average |
| 1001             | 15%   | 12%          | 13.5%   |
| 641              | 0 "   | 0 "          | 0 "     |
| 945              | 45 "  | 48 "         | 46.5 "  |
| 809              | 58 "  | 64 "         | 61 "    |
| 1332             | 74 "  | 71 "         | 72.5 "  |
| 1333             | 65 "  | 68 "         | 66.5 "  |

Whilst the red laterite soil of Tjiampea has tied up all of the fertilizer administered to it, and the Buitenzorg soil, which is of the same volcanic origin, tho probably not so old as the Tjiampea soil, nearly all of it, it is apparent that the red soil from Rembang has preserved in an available form nearly half the quantity of phosphoric acid entrusted to it. Sample no. 1333 from Demak, exceptionally poor in lime but only moderately ferruginous, kept two thirds of the charge at disposal for plant growth, and the highly calcareous sample no. 1332, the one that represents a fairer average type of Demak clay, shows the most

Table 2.

| Number of sample. | Total $P_2O_5$ in the original soil, as extracted with hot HCl.* | "Available" $P_2O_5$ in the original soil, as extracted with 20% citric acid. | Quantity of $P_2O_5$ added on May 2nd |         | "Available" $P_2O_5$ as found on May 19th, after the treatment. |                |         | Quantity of $P_2O_5$ added on June 6th |         | "Available" $P_2O_5$ as found on June 26th, after second treatm. |               |         |
|-------------------|--|---|---------------------------------------|---------|---|----------------|---------|--|---------|--|---------------|---------|
|                   |  |   | Na-salt                               | Ca-salt | as calcu- lated on May 2nd                                      | dupl. analyses | average | Na-salt                                | Ca-salt | as calc. on June 6th.  | dupl. determ. | average |
| 1001              | 0.137  | trace   | 0.0201                                | 0.0217  | 0.0035  | 0.0056         | 0.0045  | 0.0855                                 | 0.0900  | 0.0160   | 0.0174        | 0.0167  |
| 1001              |  | 0.0032  | 0.0193                                | 0.0209  | 0.0027  | 0.0052         | 0.0040  | 0.0911                                 | 0.0951  | 0.0202   | 0.0236        | 0.0219  |
| 641               | 0.072  | nihil   | 0.0201                                | 0.0201  | nih.  | nih.           | nih.    | 0.0855                                 | 0.0855  | trace  | 0.0067        | 0.0033  |
| 641               |  | "   | 0.0210                                | 0.0210  | nih.  | nih.           | nih.    | 0.0900                                 | 0.0900  | 0.0098   | —             | 0.0098  |
| 945               | 0.198  | 0.0089  | 0.0201                                | 0.0306  | 0.0199  | 0.0189         | 0.0194  | 0.0855                                 | 0.1049  | 0.0594   | 0.0590        | 0.0592  |
| 945               |  | 0.0120  | 0.0209                                | 0.0314  | 0.0211  | 0.0198         | 0.0204  | 0.0915                                 | 0.1119  | 0.0610   | 0.0646        | 0.0628  |
| 809               | 0.062  | 0.0223  | 0.0201                                | 0.0419  | 0.0323  | 0.0345         | 0.0334  | 0.0855                                 | 0.1189  | 0.0916   | 0.0920        | 0.0918  |
| 809               |  | 0.0212  | 0.0204                                | 0.0422  | 0.0351  | 0.0345         | 0.0348  | 0.0917                                 | 0.1265  | 0.1024   | 0.0990        | 0.1007  |
| 1332              | 0.103  | 0.0277  | 0.0201                                | 0.0478  | 0.0429  | 0.0422         | 0.0425  | 0.0855                                 | 0.1280  | 0.1123   | 0.1126        | 0.1124  |
| 1332              |  | 0.0277  | 0.0197                                | 0.0474  | 0.0436  | 0.0398         | 0.0417  | 0.0912                                 | 0.1329  | 0.1160   | 0.1161        | 0.1160  |
| 1333              | 0.091  | 0.0181  | 0.0201                                | 0.0379  | 0.0312  | 0.0305         | 0.0308  | 0.0855                                 | 0.1163  | 0.0901   | 0.0943        | 0.0922  |
| 1333              |  | 0.0178  | 0.0204                                | 0.0382  | 0.0316  | —              | 0.0316  | 0.0916                                 | 0.1232  | 0.0966   | 0.0912        | 0.0939  |

\*) These figures will probably be low, because all of the samples are titaniferous, the titanium causing much trouble in some of the hydrochloric acid extracts, especially in those of the first three soils mentioned; see the article on this subject contri- buted by Mr. L. G. den Berger, on page 46 of this issue.

favorable proportional figure. This sequence is about what might have been expected, but it remains a curious fact that even in the most favorable case and in so short a time no less than 27% of the added quantity of the fertilizer have been converted into what we suppose to be an unavailable condition. The most startling feature however of this series of figures I consider to be the insignificant difference between the results obtained with soluble and those with insoluble phosphate. In some cases the insoluble phosphate of lime seems to have the odds, conformably to Hilgard's opinion, other cases are more favorable for the sodium phosphate, but anyhow the differences are immaterial. Perhaps it will be useful to repeat the experiment some day with still less soluble phosphates, tho in that case it will be necessary rather to consider the physical condition of the fertilizer, first of all the size of its grains, than the chemical combination into which it entered, it being hardly probable that a chemical compound, more difficultly soluble than is the tribasic phosphate of lime, will ever deserve serious attention as a fertilizer. But even now I think some justifiable doubt is thrown on the general validity of Hilgard's statement. The differences in the behaviour of soluble and insoluble phosphate fertilizers in the soil, received as a general rule in this country too and ascribed solely to their chemical properties, are either exaggerated or they must have other causes than purely chemical ones.

After the first ample dose of phosphate one might expect the soil samples to show signes of satiety. Excepting the unusually hungry lateritic soils, it seemed probable that such soil samples as had sealed up only a moderate portion of the first dose of phosphate, might leave any new addition of fertilizer intact or nearly so. To decide upon this point, the samples that had served before were used for a second series of tests, each receiving about 4 to 5 times the amount of fertilizer that had been added the first time (see table 2). The treatment was then repeated for twenty days, the samples being thoroly wetted three times successively. After getting dry for the thurd time new extracts were made and analyzed. Satiety was found to be altogether out of question; the tying up of the phosphate had nearly kept pace with the increasing of the amount mixed in, as is shown in table 4:

Table 4.

| Number | Efficiency of the second dose (und of the total quantity) of phosphate, added to the soil. |                        |                        |
|--------|--|------------------------|------------------------|
|        | Na-phosphate   | Ca-phosphate           | average                |
| 1001   | 14 (14) <sup>0/0</sup>   | 20 (18) <sup>0/0</sup> | 17 (16) <sup>0/0</sup> |
| 641    | 4 ( 3) „   | 11 ( 9) „              | 7.5 ( 6) „             |
| 945    | 47 (46) „  | 46 (47) „              | 46.5 (46.5) „          |
| 809    | 68 (66) „  | 72 (70) „              | 70 (68) „              |
| 1332   | 82 (80) „  | 81 (80) „              | 81.5 (80) „            |
| 1333   | 72 (70) „  | 68 (68) „              | 70 (69) „              |

These figures have been extracted from the general table of results (table 2), as were those of table 3; they have been calculated in the same way, the figures for „available“ phosphoric acid found after the first experiment being deducted from the quantities found in the latter extracts. The figures in brackets combine the two separate experiments into one, showing the total gain of assimilable phosphoric acid in terms of the total amount added. We see that in comparison with the results of the first experiment the combining power of the samples has decreased somewhat, but the difference is insignificant in view of the enormous quantity of fertilizer added, and I think it may be laid down that within the much narrower limits assigned by economical practice the factor indicating the effect of the fertilization will be a constant one for each separate type of soil. To put the matter concisely: whether the manuring be a heavy or a light one — all other circumstances remaining equal — the quantity available for the crop will be a constant and definite fraction of the dose; and sometimes this fraction is very small indeed. Therefore it will be useful always to bear in mind the possibility of a strong combining power of the soil for phosphoric acid; if the soil be of the same type as some of those under consideration this tendency to combine and tie up part of the phosphate may seriously affect the results of the test and the benefit of fertilizing in general on that particular soil. With lateritic soils such as are prevalent in the western half of Java, it might occur that negative results of a phosphate fertilizer test would eventually induce new tests with other, potassium or nitrogen fertilizers,

the first test having led to the conclusion that there could be no lack of phosphoric acid in the soil. Such a conclusion will obviously be open to suspicion in cases where the soil shows a nearly unsatiated phosphate hunger; either may the phosphate have been administered too early — it is evident from our tests how fast the reactions take place — or the fraction left for the plants may have been so small that the real fertilization as insufficient to show marked results.

From the foregoing remarks one may not infer, not even for extreme cases as that of the red soil of Tjiampea, that a sober administering of soluble phosphate cannot produce a beneficial effect on the crop and good economical results. Such results certainly will be obtained under suitable conditions; the Hawaiian example cited by Hilgard bears this out, and Van Bylert, in his treatise referred to above, also points out that fully satisfactory results have been obtained in Deli on a red lateritic soil that shows great power of combination. But though that author does not explicitly state it, I think his remarks are to the effect that these good results are not possible when the phosphate is given before planting, but that they can only be obtained if the fertilizer be administered to the growing crop, each plant receiving its dose separately. Only in that case the plant — especially so quick growing a crop as tobacco is — has a fair chance to get hold of the phosphate before the soil constituents take it away and lock it up. For the rest the evidence from our experiments tends to discredit Van Bylert's opinion, however generally accepted it may be, that the degree of usefulness of the fertilizer and the relative amount tied up in the soil is materially affected by the phosphate being either in a soluble or in an insoluble state. That factor is subsidiary to other criteria, I believe.

As a matter of fact in quite a number of cases one may safely predict from the external appearance of a soil, how it will behave towards phosphoric acid. As a rule brown and red, ferruginous soils will show the highest combinative factor. But the Rembang soil is a conspicuous case in point, where a red soil of nearly the same general appearance and of similar mechanical composition as the heavily absorbing Tjiampea soil behaves quite differently towards phosphate fertilizers.

Tho not indispensable to complete the foregoing remarks, still I will raise one question more and try to propose an explanation of this difference. In this country the red and brown lateritic soils proper have been formed by weathering of volcanic ashes. In the course of this process the main components, viz. silica, aluminic and iron oxide, remained behind, and as there can normally be no supply of phosphoric acid from without, the percentage of this constituent in the soil can never show any increase worth mentioning, when compared with that in the underlying rock. Phosphoric acid being moreover subject to a slow washing-out process, the soil as a rule will retain even considerably less of it than had been present in the original rock. The Rembang soil on the other hand, and many similar soils of the Goenoeng Kidoel (South coast range) of Java, have been formed by the decomposition of limestones. Now information regarding the chemical composition of Java limestones has been exceedingly scanty, and data concerning the amount of phosphorus they carry are wanting altogether. So I selected a number of representative limestone specimen from our collections and analysed them for phosphoric acid, the results being tabulated below (Table 5, p. 43).

The rock samples marked by an asterisk are almost exclusively built up of fossils. Leaving out of account the sample no. 7, which is an exceptional case and for which there is no explanation at present, the phosphoric acid contents varies between 0,02 and 0,2%, with an average of 0,07. The relation between the phosphorus figure and the relative abundance of fossil remains is apparent, the highly fossiliferous limestones being always high in phosphorus. I think it may be held that this phosphoric acid has mainly been derived from the bodies of animals whose shells are now crowding the rock. Now if these limestones decompose, the main quantity of the rock mass, viz. the carbonates of lime and magnesia, being carried away in solution, the residual soil cannot but originate from the insoluble minor constituents, mixed with small quantities of volcanic ashes incidentally strewn over the country by the rather distant volcanoes. It will be obvious, that under these circumstances a rather shallow soil layer will be formed, that must be richer in phosphoric acid than the other types of red soil, unless the phosphate should be

Table 5.

| no. | Rock name                  | Locality    | Province     | Fossil contents       | % P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|-----|----------------------------|-------------|--------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1   | Upper-miocene limestone    | Gg. Kidoel  | Djokdjakarta | foraminifera, plenty  | 0.070                           |
| 2   | " "                        | " "         | " "          | " "                   | 0.053                           |
| 3   | " "                        | Klaten      | Soerakarta   | corals, mollusca      | 0.038                           |
| 4   | " "                        | Rongkob     | Djokdjakarta | few or none           | 0.047                           |
| 5   | " "                        | " "         | " "          | " " "                 | 0.052                           |
| 6   | " "                        | Glapan      | Semarang     | foramin., plenty      | 0.070                           |
| 7   | Compact limestone, age?    | Bangil      | Pasoeroean   | apparently none       | 0.538                           |
| 8   | Miocene (?) limestone      | Tjiampea    | Batavia      | sundry                | 0.033                           |
| 9   | Lower-miocene limestone    | Grobogan    | Semarang     | foramin., plenty      | 0.052                           |
| 10  | Miocene (?) limestone      | Tjibadak    | Preanger     | sundry                | 0.021                           |
| 11  | Limestone-conglomerate     | Mindoeradja | Pekalongan   | Orbitoides, plenty    |                                 |
| 12* | Assilina-rock, eocene      | Djiwo       | Soerakarta   | Assilina              | 0.128                           |
| 13* | Nummulites-rock eocene     | Kaligoewo   | Kedoe        | Nummulites, Alveolina | 0.068                           |
| 14* | Alveolina-rock, eocene (?) | ?           | Banjoemas    | Alveolina, Nummulites | 0.183                           |
|     |                            |             |              |                       | 0.074                           |

dissolved and carried away in train with the carbonates. But this I consider a remote possibility, because the solubility of calcium phosphate in water is enormously reduced by the presence of important quantities of carbonates, as has been confirmed by special experiments carried out in this laboratory. Moreover, if the carbonate and the phosphate of lime should go into solution together under the influence of carbonic acid or other agents, then it seems more than probable that under conditions that cause a redepositing of the carbonate the phosphate also will be precipitated again, so that we might expect secondary carbonates carrying phosphorus to the same extent as did the original limestones. Now such is manifestly rather the exception than the rule, for quite a number of secondary CaCO<sub>3</sub>-deposits — including calcareous spar, stalactites, travertine, etc., all from East Indian localities — samples of whom I analyzed for the purpose,

averaged only 0,005% of  $P_2O_5$ , figures as high as 0,02% being quite exceptional. In harmony with this reasoning the total contents of  $P_2O_5$  — as extracted by hot HCl — is only 0,07% in the lateritic soil from Tjiampea, and reaches 0,2% in the soil from Rembang. This higher figure may have caused a somewhat higher degree of satiety for phosphoric acid in the second soil sample; still, tho the difference may have some bearing on the behaviour of the soil towards phosphate fertilizers, it can never fully account for the somewhat startling facts mentioned before. These needs must have another more pregnant cause, and this I believe must be looked for in the chemical, or rather in the mineralogical composition of the soils. That composition can be revealed by an extraction of the soil samples with hydrochloric acid and a subsequent leaching of the residue with sodium hydroxide, according to Van Bemmelen's method. By treating in this way the true lateritic soil from Tjiampea, it is brought into solution for about 90%, the dissolved part being chiefly composed of silica, aluminic and ferric oxide and combined water. In the Rembang soil, on the other hand, there are about 45% of gray, clayey matter, not acted upon by hydrochloric acid; the greater part of this residue, some 90% of it, is kaolin or a related substance, which formed part of the original rock, having been prevalent among its minor constituents, and which passed unchanged into the resulting soil cap. This kaolin component causes the soil texture to be notably different from that of the Tjiampea soil, the sedentary limestone soil being usually more sticky and more plastic than the loosely adhering and permeable soils of volcanic origin; and as this clay component is a definite mineralogical and a still more definite chemical compound, it is obvious that phosphoric acid and other foreign substances can only loosely attach to it. Not being taken up in chemical combination, they are easily redissolved by citric acid and remain „available“. The lateritic decomposition of volcanic ashes, which is the only process involved in the forming of the Tjiampea soil, in this country and in moderate altitudes does not lead to kaolinic end products, certainly not under the rule of the wet climate that prevails in West-Java. Whether it will finally tend to produce true laterites, composed mainly of hydrates of sesqui-oxides, such as have been described from other tropical

countries, remains to be seen; the present state even of the oldest surfaces to be found in Java is an intermediate one anyhow, and the existing soils are chiefly composed of colloidal hydrous silicates of aluminum and iron, forming chemical compounds of little constancy, that readily absorb whatever foreign substance they are brought in contact with and easily enter into chemical combination with such substances as phosphoric acid, that show great affinity for one of their components. So it may be laid down that the faculty of locking up phosphate fertilizers chiefly attaches to colloidal soil components of a certain type, and that their relative abundancy indicates how the soil may be expected to behave in this respect. The exact chemical delineation of these colloidal soil components will be a hard task to complete; some work in this line is being done now in this laboratory, the preliminary results of which may be expected to be published in the near future.

Buitenzorg (Java), Agro-geological Labor.  
November 1913.

## Phosphorsäurebestimmung in salzsauren Bodenextrakten.

Von Herrn L. G. den Berger.

Vor kurzem hat Prof. Hornberger den störenden Einfluß des Titans bei der Phosphorsäurebestimmung in den salzsauren Extrakten einer Reihe von Waldböden nachgewiesen.<sup>1)</sup> Bei Anwesenheit dieses Stoffes ist der gebildete Ammoniumphosphormolybdatniederschlag nicht völlig ammoniaklöslich. Der Rückstand besteht hauptsächlich aus Titansäure, enthält aber Phosphorsäure. Um den dadurch verursachten Fehler zu berücksichtigen, schmilzt Hornberger den unlöslichen Rückstand mit Soda, laugt die Schmelze aus mit Wasser und bestimmt in dieser Flüssigkeit den kleinen Rest Phosphorsäure.

Dies ist die einzige, mir aus Europa bekannte Mitteilung über einen störenden Einfluß des Titans. Es scheint also, daß dieses Element sich dort nur sehr selten unliebsam geltend gemacht hat. Bei unseren Javaböden ist das jedoch desto mehr der Fall; alle Fachgenossen, die sich hier mit Bodenanalysen beschäftigen haben, sind oft auf Schwierigkeiten, durch Titan verursacht, gestoßen. Weil diese Schwierigkeiten derart sind, daß die von Hornberger angegebene Methode sich nicht auf unsere Böden anwenden läßt, möge hier die von mir schon vor dem Erscheinen der Hornberger'schen Arbeit ausgearbeitete Methode publiziert werden.

Beim Eindampfen der salzsauren Bodenextrakte mit Salpetersäure zwecks Verjagung der Salzsäure und Abscheidung der Kieselsäure scheidet sich oft das Titan aus, schon lange bevor die Flüssigkeit zur Trockne verdampft ist. Durch Salzsäure, Salpetersäure oder Königswasser läßt sich der gebildete Niederschlag nicht mehr in Lösung bringen. Wie ich an drei Bodenproben

<sup>1)</sup> Landw. Versuchsst. 1913, S. 299 u. f.

nachweisen konnte, enthält die ausgeschiedene Titansäure aber Phosphorsäure.

Ein Teil der salzsauren Extrakte dieser Böden, 10 g entsprechend, wurde mit Salpetersäure wiederholt eingedampft, abfiltriert, der Rückstand mit heißer, verdünnter Salpetersäure sorgfältig ausgewaschen und, ohne auf das durchgelaufene Titan im Filtrat Rücksicht zu nehmen, nach Veraschung des Filters mit Soda geschmolzen. Die Schmelze wurde mit kaltem Wasser ausgelaugt und in der erhaltenen Flüssigkeit die Phosphorsäure bestimmt. Gefunden wurde im Rückstand von

| Boden | mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|-------|----------------------------------|
| A.    | 1,1                              |
| B.    | 1,5                              |
| C.    | 0,8                              |

also resp. 0,011, 0,015 und 0,008% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entsprechend.

Hieraus ergibt sich, daß die von Hornberger angegebene Methode für diese Böden zu niedrige Resultate liefern würde. Er gibt nämlich wohl an, daß die beim Verdampfen der salzsauren Extrakte abgeschiedene Kieselsäure titansäurehaltig ist, nicht aber, daß dieser Rückstand auch Phosphorsäure enthalten könne.

Bis vor kurzem wurden hier zwei nicht publizierte Wege eingeschlagen, um den störenden Einfluß des Titans zu vermeiden. Beim ersten wurden die salzsauren Extrakte bei der Vorbehandlung mit Salpetersäure jedesmal nicht soweit eingedampft, daß die Titansäure anfang, sich abzuscheiden. Alles Titan und alle Phosphorsäure blieb also in Lösung, ebenso die Kieselsäure. In der schließlich erhaltenen, salzsäurefreien, salpetersauren Flüssigkeit wurde die Phosphorsäure nach der Methode von Sonnenschein als Ammoniumphosphormolybdat abgeschieden und in der üblichen Weise als Magnesiumpyrophosphat bestimmt.<sup>2)</sup> In Übereinstimmung mit Hornberger fand ich, daß der Molybdatniederschlag sich nicht völlig in Ammoniak löste. Der Rückstand enthält Kieselsäure in geringen Mengen und weiter Titan und Phosphorsäure.

<sup>2)</sup> In einer stark titanhaltigen Flüssigkeit läßt sich der Molybdänniederschlag nach der Methode Woy nur in gelatinöser Form erzeugen.

Bei der Nachprüfung dieser Methode fand ich

| Boden | In der Ammoniaklösung | Im Rückstand    | Total            |
|-------|-----------------------|-----------------|------------------|
| A.    | 13,1 mg $P_2O_5$      | 0,7 mg $P_2O_5$ | 13,8 mg $P_2O_5$ |
| B.    | 6,3 „ „               | 0,9 „ „         | 7,2 „ „          |
| C.    | 19,3 „ „              | 0,4 „ „         | 19,7 „ „         |

Auch diese Arbeitsweise liefert also zu niedrige Resultate. Die andere Methode war folgende: Nach Oxydation der organischen Stoffe und eventuell vorhandenen Ferroverbindungen mit Salpetersäure wird ein aliquoter Teil der salzsauren Extrakte mit heißem Wasser auf ein geeignetes Volum verdünnt und in der Siedehitze mit einem geringen Überschuß an Ammoniak gefällt. Der Niederschlag wird mit heißem Wasser ausgewaschen und in Salpetersäure gelöst. In der salpetersauren Lösung wird dann die Phosphorsäurebestimmung nach einer der anerkannten Methoden ausgeführt.

Bei der Nachprüfung dieser Methode ergab sich, daß der von Ammoniak im salzsauren Extrakt erzeugte Niederschlag nicht vollständig in Salpetersäure löslich war; der Rückstand enthielt wieder Titan und Phosphorsäure. Ich fand nach dieser Methode arbeitend:

| Boden | In der salpetersauren Lösung | Im Rückstand    | Total            |
|-------|------------------------------|-----------------|------------------|
| A.    | 13,1 mg $P_2O_5$             | 0,8 mg $P_2O_5$ | 13,9 mg $P_2O_5$ |
| B.    | 6,1 „ „                      | 1,1 „ „         | 7,2 „ „          |
| C.    | 19,2 „ „                     | 0,6 „ „         | 19,8 „ „         |

Auch hier also zu niedrige Resultate.

Beide Methoden liefern aber durchaus gute Resultate, wenn man in dem unlöslichen Rückstande die Phosphorsäure gesondert bestimmt und mit in Betracht zieht. Man muß dann aber dabei immer zwei Bestimmungen ausführen. Ich arbeitete deshalb folgendes Verfahren aus, welches die Phosphorsäure bei Anwesenheit störender Mengen Titan sofort durch eine Bestimmung festzustellen gestattet.

Ein aliquoter Teil des salzsauren Bodenextraktes wird auf ein geeignetes Volumen verdünnt, zum Kochen erhitzt und mit einem geringen Überschuß Ammoniak versetzt. Der Niederschlag wird abfiltriert, zweimal mit heißem Wasser ausgewaschen und samt dem Filter getrocknet. Nach dem Trocknen werden Filter samt Inhalt in einem geräumigen Platintiegel oder Schale ver-

ascht und gegläht und dann mit der zwei- bis vierfachen Menge wasserfreier Soda 20 Minuten geschmolzen. Die Schmelze wird mit kaltem destilliertem Wasser ausgelaugt, abfiltriert und mit kaltem Wasser ausgewaschen, bis 20 Tropfen des Filtrates, auf Platinblech verdampft, keinen Rückstand mehr hinterlassen. Es empfiehlt sich, ein Saugfilter anzuwenden. Auf dem Filter bleiben Eisenoxyd und alles Titan in der Form von saurem Natriumtitanat zurück und zwar phosphorsäurefrei. Das Filtrat ist oft von durchgelaufenem Eisenoxyd getrübt; ohne darauf Rücksicht zu nehmen, wird es mit Salpetersäure angesäuert, bis der zuerst entstandene Niederschlag von Aluminiumhydroxyd sich gerade wieder gelöst hat. Nach dem Eindampfen auf ein geeignetes Volum wird dann die Phosphorsäure nach einer der anerkannten Methoden bestimmt. Ich arbeitete nach dem um ein Geringes abgeänderten Verfahren von W o y , worüber sofort näheres.

Diese Methode wurde auf die drei obengenannten Böden angewandt. Zur Kontrolle wurden an ebenso großen Mengen der salzsauren Extrakte (10 g Boden entsprechend) 11,1 mg Phosphorsäure in Form einer Natriumphosphatlösung hinzugegeben und in derselben Weise die Phosphorsäure bestimmt. Ich erhielt folgende Ergebnisse:

| Boden | Mit 11,1 mg $P_2O_5$ | Berechnet auf<br>urspr. Extrakt | Direkt bestimmt  |
|-------|----------------------|---------------------------------|------------------|
| A.    | 25,0 mg $P_2O_5$     | 13,9 mg $P_2O_5$                | 13,7 mg $P_2O_5$ |
| B.    | 18,2 „ „             | 7,1 „ „                         | 7,2 „ „          |
| C.    | 30,7 „ „             | 19,6 „ „                        | 19,8 „ „         |

Wie ersichtlich, stimmen die direkt bestimmten und die berechneten Phosphorsäuremengen sehr gut; die zugegebene Phosphorsäure wurde also glatt wieder zurückgewonnen.

Wie ich oben nachgewiesen habe, scheidet sich das Titan aus stark sauren Flüssigkeiten zum Teil phosphorsäurehaltig aus. Ich verfüge über einige Zahlen des Herrn J. S c h u i t , Vorstand der Versuchsstation für Zuckerrohrkultur in Djokjakarta, die in dieser Hinsicht von Interesse sind.

Er fand folgende Mengen Phosphorsäure in den salzsauren Extrakten eines Bodens, welche bereitet waren durch Extraktion während verschieden langer Zeit:

|           |             |                 |
|-----------|-------------|-----------------|
| 2 Stunden | geschüttelt | 0,141% $P_2O_5$ |
| 6         | „           | 0,138% „        |
| 12        | „           | 0,130% „        |
| 14        | „           | 0,115% „        |

Wie ersichtlich, verringert sich der Phosphorsäuregehalt durch längeres Schütteln um ein Bedeutendes. Weil meine Methode noch nicht bekannt war, die andern bisher angewandten Phosphorsäurebestimmungsmethoden alle zu niedrige Resultate gaben und Herr S c h u i t feststellen konnte, daß der nach 24 stündigem Schütteln erhaltene Extrakt stark titanhaltig war, glaubte ich diese Abnahme der fehlerhaften Analysenmethode zuschreiben zu müssen. Dies wird auch wohl teilweise der Fall gewesen sein. Herr A. C. de J o n g h vom hiesigen agro-geologischen Laboratorium vertrat die Ansicht, daß die Verminderung des Phosphorsäuregehalts vielleicht einer nachträglichen Bindung an Titan zuzuschreiben wäre. Diese Ansicht wurde kräftig gestützt durch folgenden Versuch, der von ihm unternommen wurde und den er mir gütigst zur Publikation überließ.

100 ccm 38% HCl wurden vermischt mit 100 ccm einer 1% igen Natriumphosphatlösung und 2 g amorphem Titansäureanhydrid, (M e r c k). Nach fünftägigem Stehen bei Zimmertemperatur wurde abfiltriert, der Rückstand sorgfältig mit verdünnter Salpetersäure ausgewaschen und nach dem Schmelzen mit Soda auf Phosphorsäure geprüft. Gefunden wurden 72 mg Phosphorsäure! Die Titansäure hat also wirklich der stark sauren Flüssigkeit eine erhebliche Menge Phosphorsäure (36%) entzogen.

Es ist also sehr wahrscheinlich, daß bei Anwesenheit größerer Mengen Titan im Boden, ein Teil der zuerst von Salzsäure gelösten Phosphorsäure, wieder durch das Titan in unlöslicher Form ausgeschieden wird. Dies stellt aber den Wert der Salzsäureextraktion, die uns hier bei der Bodenanalyse gute Dienste geleistet hat, in solchen Fällen ernstlich in Frage. Seiner Zeit hoffe ich auf diese Angelegenheit näher eingehen zu können.

Zum Schluß möchte ich noch auf einen Übelstand der Methoden von W o y<sup>3)</sup> und von C h r i s t e n s e n<sup>4)</sup> bei der Phos-

<sup>3)</sup> Chem. Zeitung 21. S. 442. T r e a d w e i l l, Lehrb. d. anal. Chem. 3. Aufl. Bd. II. S. 316 ff.

<sup>4)</sup> Zeitschr. f. anal. Chem. 47. 1908. S. 527 ff.

phorsäurebestimmung in salzsauren Bodenextrakten aufmerksam machen.

Treadwell gibt in seinem bekannten Lehrbuche der analytischen Chemie an, daß die Methode Woy auch bei Gegenwart größerer Eisenmengen vorzügliche Resultate liefert.<sup>5)</sup> Dies trifft jedoch bei Anwendung auf die Phosphorsäurebestimmung im salzsauren Bodenextrakte nicht immer zu; meistens werden nach der Methode Woy in Vergleich zu der altbewährten Methode von Sonnenschein zu niedrige Resultate erhalten. Ich fand nämlich, daß der erste nach den Vorschriften Woy's erhaltene Ammoniumphosphormolybdätniederschlag nicht vollständig in Ammoniak löslich war. Der auf dem Filter zurückbleibende Rückstand besteht aber aus Eisen- und Aluminiumphosphat, dessen Phosphorsäure sich der zweiten Präzipitation entzieht. Deswegen bekommt man dann zu niedrige Ergebnisse.

Dieselben Resultate erhielt P. W. Houtman nach der Methode Christensen.<sup>6)</sup> Bei einmaliger Präzipitation erhielt er meistens zu hohe Ergebnisse. Abänderung des Verfahrens im Sinne Woy's, also zweimalige Präzipitation des Ammoniumphosphormolybdates lieferte dagegen zu niedrige Zahlen. Nach vorgehender Erläuterung braucht dies keine nähere Erklärung. Folgendes Verfahren, das ich einschlug, machte beide Methoden ausgezeichnet brauchbar.

Der zuerst erzeugte Molybdänniederschlag wird abfiltriert und nach dem Auswaschen gelöst in 10 ccm 8% Ammoniak. Man läßt 24 Stunden stehen, filtriert die Flüssigkeit durch dasselbe Filter, das zur Filtration des Molybdänniederschlages gedient hat, wäscht aus mit 20 ccm Ammoniumnitratlösung und 30 ccm Wasser und gibt 1 ccm Ammoniummolybdatlösung zum Filtrat hinzu. Man nimmt die Flüssigkeit fort und löst den Rückstand des Filters mit der zur zweiten Präzipitation erforderlichen Menge Salpetersäure und erzeugt dann den Ammoniumphosphormolybdätniederschlag zum zweiten Male nach den Vorschriften Woy's. Nach mündlicher Mitteilung des Herrn Houtman erhielt auch er durch diese Abänderung mit der Methode Christensen vorzügliche Resultate.

Buitenzorg, Java. — November 1913. —

<sup>5)</sup> L. c.

<sup>6)</sup> Arch. v. d. Java-Suikerindustrie. 21. 1913. S. 99 u. f.

## Erdfließen und Strukturboden in polaren und subpolaren Gebieten.\*)

Von Herrn K. Sapper in Straßburg i. Els.

Obgleich Erdfließen und manche damit in gewisser Verbindung stehende Phänomene schon längere Zeit in polaren und subpolaren Gebieten beider Erdhälften bekannt gewesen waren, so hat doch erst 1906 J. Gunnar Andersson<sup>1)</sup> erfolgreich auf die hohe Bedeutung und weite Verbreitung der „Solifluction“ hingewiesen und damit weitere Kreise von Geologen und Geographen dafür interessiert. Dieses Interesse wurde noch erhöht, als auch O. Nordenskjöld<sup>2)</sup> und Bertill Högbom<sup>3)</sup> diese Erscheinungen besprachen, die bald darauf durch die Zeppelinexpedition 1910 (a), den Spitzbergenausflug des internationalen Geologenkongresses zu Stockholm 1910 (b) und durch private Reisen 1911 (c) zahlreichen Interessenten in der Natur bekannt wurden und nicht wenige derselben zu Publikationen<sup>4)</sup>

\*) Dieser Aufsatz ist aus den „Berichten ü. d. Fortschritte d. Geologie“, 4. Bd. 1913, 2; 3. S. 37, mit Genehmigung abgedruckt worden.

<sup>1)</sup> Solifluction, a component of subaerial denudation (Journ. of Geol. XIV, p. 93—112). Vgl. auch seine Contributions to the Geology of the Falkland Islands (Wissenschaftl. Ergebnisse der schwedischen Südpolarexpedition 1901—1903, III, 2. Stockholm 1907, S. 16—29).

<sup>2)</sup> Geograph, Ztschr. 1907, S. 565 und in seinem Buch: Die Polarwelt, Lpz. 1909. p. 60 ff.

<sup>3)</sup> Einige Illustrationen zu den geologischen Wirkungen des Frostes auf Spitzbergen. (Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. IX. p. 41—59 und Bidrag till Isfjordsområdets Kvartärgeologi. Geol. Fören. i Stockholm Förh. Jan. 1911.)

<sup>4)</sup> a) A. Miethe, Über Karreeboden auf Spitzbergen. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1912. p. 241—244. E. v. Drygalski, Spitzbergens Landformen und ihre Vereisung. Abh. K. Bayer. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Kl. Bd. XXV. 7. Abh., p. 56—61. b) W. Salomon, Die Spitzbergenfahrt des Internat. Geologischen Kongresses Geol. Rundschau. Bd. I, p. 307 f. F. Wahnschaffe, Die Exkursion des XI. internat. Geologenkongresses

anregten. (Auch in außerpolaren Gegenden wurden ähnliche Erscheinungen beobachtet, beschrieben und diskutiert<sup>5)</sup>; doch soll auf diese Publikationen hier nicht eingegangen werden, da dort doch etwas andere Verhältnisse vorliegen als in den polaren Regionen mit ihrem in geringer Tiefe gefrorenen Boden und ihrem langen Sommertag.)

Wenn schon die überwiegende Mehrzahl der Beobachtungen aus den europäischen Polargebieten stammen, so liegen doch durch E. v. Drygalski, Philippi, Nordenskjöld und J. G. Andersson auch Beobachtungen aus dem antarktischen Gebiet, durch Nordenskjöld aus Grönland und H. Spethmann<sup>6)</sup> aus Island vor.

### 1. Das Erdfließen.

Daß toniger oder lehmiger Boden durch starke Wasseraufnahme plastisch wird und auf geneigter Fläche in langsames Fließen geraten muß, ja bei sehr großem Wassergehalt breiartig und leichtflüssig werden kann, ist bekannt. So versteht es sich denn auch, daß bei genügender Wasserdurchtränkung in allen Zonen fließende Erde entstehen kann und tatsächlich entsteht; wenn trotzdem Fließerde in den gemäßigten und tropischen Ge-

nach Spitzbergen. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1910. p. 651—655. B. Weigand, Geologischer Ausflug nach Spitzbergen. Mitt. Ges. f. Erdk. u. Kolonialwesen. Heft 1. Straßburg 1911. p. 16 f. A. Penck, Über Polygonboden in Spitzbergen. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1912. p. 244—246. K. Sapper, Über Fließerde u. Strukturboden auf Spitzbergen. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1912. p. 259—270. E. v. Chohnoky, Spitzbergen. Budapest 1912. p. 34—42. c) W. Meinardus, Beobachtungen über Detritusortierung und Strukturboden auf Spitzbergen. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1912. p. 250—259 und: Über einige charakteristische Bodenformen auf Spitzbergen. Sitzber. Mediz.-naturw. Ges. zu Münster i. W. Bonn 1912. p. 41, wo auch die ältere Literatur aufgeführt ist.

<sup>5)</sup> Chr. Tarnuzzer, Beiträge zur Geologie des Unterengadin. Geol. Karte der Schweiz. 23. Lief. Bonn 1909 und: Die Schuttfacetten der Alpen und des hohen Nordens. Petermanns Mitt. 1911. II. p. 262 ff., ferner W. H. Hobbs, Soil strips in cold humid regions. XII. Rep. Michigan Acad. of Science 1910. p. 51 f. und W. Ule, Glazialer Karree- oder Polygonboden. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1911. p. 253—262. Weitere Beispiele von Erdfluß in der gemäßigten Zone erwähnt J. G. Andersson (Solifluction, p. 104 ff. und Falkland Islands, p. 22).

<sup>6)</sup> Über Bodenbewegungen auf Island. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1912. p. 246—248.

genden seltener auftritt, als in polaren Gebieten, so ist daran in erster Linie deren dürtige oder selbst fehlende Pflanzendecke schuld; denn eine mehr oder minder dichte Vegetationsdecke vermag bis zu einem weitgehenden Maß ihre Unterlage zu beschützen, und oft kommt es in solchen Fällen nur bei besonders starker Durchtränkung oder bei besonderen Anlässen, wie Erdbeben, Windstoß usw. zu mehr oder weniger katastrophalen Ausbrüchen des Erdfließens. In den polaren Gegenden aber ist wie in den Hochgebirgsregionen der wärmeren Zonen die Vegetation vielfach nicht imstande, das langsame Abwärtsfließen des Bodens zu verhindern, sondern ist unter Umständen im Gegenteil genötigt, sich dieser Bodenbewegung durch besondere Wurzelentwicklung anzupassen, wie Dr. Swenander, Anderssons Gefährte auf der Bäreninselexpedition, feststellen konnte<sup>7)</sup>. Da aber nur wenige Pflanzen dieser Anpassung fähig sind, so sind auf der Bäreninsel die Fließerdeflächen sehr pflanzenarm, während festsitzende Felsen trotz ihrer Armut an Nährstoffen als pflanzenreichere und darum grüne Flecken aus der kahleren Umgebung hervorragen. Ein zweiter Grund für die vergleichsweise große Ausdehnung und Bedeutung des Erdfließens in den polaren Gebieten dürfte in dem Vorhandensein ständig gefrorenen Bodens in geringer Tiefe zu suchen sein, aber m. E. weniger deshalb, weil dieser als Gleitplan dient, wie De Geer und Ule annehmen möchten, sondern mehr deshalb, weil er ein tieferes Eindringen des Sickerwassers verhindert. Letzteres scheint mir besonders wichtig für Spitzbergen zu sein, wo an sich die Niederschläge sehr geringfügig sind, ja geradezu wüstenhafte Maße aufweisen (Kap Thorsden 1882/83 189 mm, Treuenbuch 1899/1900 177 mm). Bei so geringem Niederschlag, der zudem über alle Monate des Jahres sich verteilt, wäre überhaupt Erdfließen unmöglich, wenn nicht dank der hohen Breite ein großer Teil des

<sup>7)</sup> Andersson, Solifluction p. 97: „These roots were stretched out in the direction of the movement of the soil, and in some cases where the slope was very steep it was noticed that the proximal part of the root system, carried by the more rapid flowing of the superficial layer of the mudstream, had reached a lower level than the distal branches, which, joining the slower movement of deeper parts of the stream, were left behind in the displacement downhill.“ Eine andere Anpassung (ungewöhnlich verlängerte senkrechte Hauptwurzel) erwähnt B. Högbom für *Braya purpurascens* (Bull. Geol. Inst. f. Upsala. IX. p. 50).

Niederschlags in Form von Schnee fiel und sich anhäufte, bis im Frühjahr verhältnismäßig rasch die Hauptmasse dieses aufgespeicherten festen Niederschlags schmilzt und so in der Lage ist, die allmählich tiefer und tiefer auftauenden oberflächlichen Erdlagen völlig zu durchtränken und damit fließfähig zu machen. Freilich werden die zuerst geschmolzenen Schneemassen wohl größtenteils wirkungslos abfließen, weil anfänglich noch keine aufgetauten Erdflächen vorhanden sind; aber mit dem Entstehen dieser beginnt auch die Durchtränkung, und an hoch hinaufreichenden Berghängen kommt noch bis in den Juli und August hinein von abschmelzenden Schneeflecken Schmelzwasser herab, das die Beweglichkeit des Bodens noch längere Zeit aufrecht erhalten kann. (Am Fuß abschmelzender Schneemassen und Firnflecke war, wie ich mit Salomon und Weigang bei einem Ausflug ins Hochland südlich der Adventbay noch im August (1910) feststellen konnte, der Boden tief hinein vollständig aufgeweicht und von Schmelzwasserrinnen durchzogen, wäre also bei größerer Geländeneigung zweifellos fließfähig gewesen.) Die Dauer der Fließfähigkeit durchtränkter Bodenmassen wird auch dadurch begünstigt, daß bei den im allgemeinen in den hohen Breiten herrschenden niedrigen Temperaturen die Verdunstung -- namentlich im Fall geringerer Windbewegung -- nicht bedeutend ist.

Oft findet man in vegetationsreicherem Gebiet kleine Schlammströme von wenigen Metern Länge und nicht viel mehr als  $\frac{1}{2}$  m Breite, mit deutlicher Fluidalstruktur und zungenförmigem Ende, aber schmaler Abrißstelle, so z. B. am Smalandridge westlich von Greenharbour. Ganz ähnlich müssen die von E. v. Drygalski vom Signehafen beschriebenen Gebilde sein. Größere Dimensionen besitzen dagegen schon die von Andersson mit Miniaturgletschern verglichenen Schlammströme der Bäreninsel<sup>8)</sup>; auf Spitz-

<sup>8)</sup> Solifluction p. 96: „The flowing detritus does not generally move as a „sheetflood“ with a broad front, but more often in some slight depression of the slope, taking the form of a narrow tongue, offering a most striking parallel to a glacier. The névé region is represented by the area of water-saturated detritus at the lower edge of the melting snowdrift, and the flowing tongue of mud is the glacier proper that moves down the valley. The terminal moraine even is often to be seen in the shape of slabs and pieces of rock that the mudstream has pushed together in front of its lower end.

bergen aber sind nicht selten ganze Hänge zeitweise in langsam fließender Bewegung und lassen dies zuweilen schon aus der Entfernung an einer gewissen Fluidalstruktur erkennen. Über das Maß der Bewegung und die Mächtigkeit der Fließschicht bestehen noch keine Untersuchungen, doch scheint es, als ob die Geschwindigkeit nicht ganz unbeträchtlich wäre; das zeigen, wie B. Högbom hervorgehoben hat, nicht nur die Anpassungen der Pflanzen, sondern auch die Tatsache, daß Baronde Geer auf Spitzbergen eine 1872 errichtete Spurlinie trotz flacher Böschung des vegetationsbestandenen Geländes 1896 ganz zerbrochen und verschoben fand.<sup>9)</sup> Für eine nicht allzu langsame Bewegung der Fließerde scheint mir auch die Tatsache zu sprechen, daß an vegetationsarmen Fließhängen die von oberflächlichen Rissen umschriebenen polygonalen, oft auch nahezu rechteckigen Figuren verschiedenster Größe zuallermeist in der Richtung des Gefälles langgezogen sind; manchmal übertrifft ihre Länge in extremen Fällen sogar sechsmal die Breite. Diese Risse, die ich am Kap Wijk (Eisfjord, Spitzbergen) beobachtet habe, waren nur schmal, woraus ich auf eine geringe Mächtigkeit der Fließschicht schließen möchte.

These mudstreams do not consist of finer particles only but also of coarse material, gravel and blocks, frequently intermixed with, and also carried on the top of the muddy substance.“ Als Maß eines großen mudglaciers der Bäreninsel gibt Andersson an, daß die Breite der Zunge 35 m, die Mächtigkeit mindestens 2,1 m betrug.

<sup>9)</sup> Die Bewegung ist also offenbar schneller, als sie v. Cholnoky in seiner ideenreichen Schrift über Spitzbergen anzunehmen scheint. Er schreibt nämlich (S. 35): „Die oberste, im Frühjahr schmelzende, lehmige, schlammige Schuttschicht bewegt sich auf dem unter ihr liegenden ständig gefrorenen Boden. Diese Bewegung ist aber sehr langsam. Die obere Schicht gefriert jeden Herbst. Sie breitet sich dann natürlich aus, und jede Spalte in ihr schließt sich. Im Frühjahr taut sie wieder auf. Dann zieht sie sich zusammen, und es entstehen Spalten in ihr; sie zerspringt, wie der trocknende Lehm. Wenn nun diese gefrierende und wieder auftauende Schicht auf einem Abhang liegt, so erfolgt die Bewegung ihrer Teilchen beim Ausbreiten und Zusammenziehen in immer größerem Maße abwärts als aufwärts. Ich könnte sagen, daß sie eine gewisse Wurmbewegung verübt, die im Jahr einige Zehntelmillimeter ausmacht, in einigen hundert Jahren aber schon Meter ausmachen kann. Die auftauende obere Schuttdecke bewegt sich langsam den Abhang hinunter, drängt sich zu regelmäßigen Wellen zusammen, einige polygonale Schichten legen sich schön um, denn das tauende Wasser unterstützt die Gleitung in den unteren Teilen.“

Wo die Vegetation etwas reichlicher wird, bemerkt man bei mäßig steilen Böschungen (ca.  $10^0$ ) sehr häufig, daß sie den Tonfluß staut, wobei die Vegetationsflächen selbst in ziemlich steil geneigte Stellung geraten und so dem Ganzen einen ungefähr stufenförmigen Abfall (mit etwa 20—30 cm Stufenhöhe bei etwa 70 cm Länge) verleihen. Wo ein feststehender Fels oder ein in der Tiefe angefrorener Findling sich im Wege des Fließhangs befindet, da staut sich die vegetationsbedeckte Fließerde an ihm und schiebt sich in langsamer Bewegung auf ihn hinauf, ihn unter Umständen halb bedeckend, wie V. Madsen und E. v. Cholnoky beobachtet und photographiert haben.

Wo die Böschung gering ( $8-4^0$ ), die Vegetation reichlicher wird, da verwischen sich die Charaktereigentümlichkeiten der Fließerde (Polygonerde) etwas; neben längsgestreckten Polygonen kommen zuweilen quergestreckte vor, oder die Gebilde werden rundlich; in den durch die Spalten angedeuteten kleinen Geländevertiefungen wird die Tundra relativ üppig und verdeckt zum Teil ansehnliche Strecken der Gesamtflächen.

Wie die Fließhänge vielfach die Vegetation aufstauen, so bemerkt man auch bei den kleinen individualisierten Schlammströmchen der von dichter, stellenweise fast geschlossener Vegetation bestehenden Berghänge (z. B. am Småland Ridge), daß sie vor sich her in zungenförmig konvexem Bogen einen Rasenstreifen oder einen kleinen Schuttwall schieben. Nicht selten beobachtete ich auch mehrere solcher Erdflußstücke unmittelbar hintereinander, aber stufenförmig gegeneinander abgesetzt, so daß ich den Eindruck erhielt, als ob in solchen Fällen die Bewegung ruckweise erfolgte, nämlich jedesmal dann, wenn durch neue Wasserzufuhr das Gewicht der Schlammmasse hinreichend erhöht wurde, um den Reibungswiderstand des hemmenden Walls zu überwinden. V. Madsen beobachtete sogar, daß einzelne Rasenstreifen in die Erde hineingerollt und von der vorwärts schreitenden Erde begraben wurden.

Zur Erklärung der bisher beschriebenen Erscheinungen genügt die Annahme einer gründlichen Wasserdurchtränkung des tonigen oder lehmigen Bodens durchaus.

Daß durch diese Fließerde die Denudation vieler polarer Gebiete in hohem Maße binnen relativ kurzer Zeiträume gefördert wird, ist zweifellos. Doch fehlt es vorläufig noch durchaus an

Angaben, die ein Maß der Bedeutung dieses Abtragungsgagens abgeben könnten; es bedarf daher nach dieser Richtung noch dringend weiterer Studien, wie auch über die Erscheinungen selbst und ihren Mechanismus. Sie wären gewiß an Ort und Stelle in der Zeit der Hauptschneesmelze am besten anzustellen.

## 2. Formen der Fließerde.

Es möge zunächst vorausgeschickt werden, daß hier unter Fließerde ein Boden verstanden werden soll, der zeitweise fließfähig ist, gleichviel ob er nun tatsächlich vermöge der Neigungsverhältnisse abwärts fließt oder aber wegen mangelnder Neigung oder sonstiger Hindernisse nicht dazu gelangt, also nur latente Fließfähigkeit besitzt. Die Fließfähigkeit ist durch Wasserdurchtränkung bedingt, die in verschiedenem Maße erfolgt sein kann und demnach auch verschiedene Flüssigkeitsgrade erzeugen kann. Von dünnflüssigen, breiartigen Fließerden, wie ich sie in den Tropen beobachtet habe, habe ich in polaren und subpolaren Gebieten nichts gesehen noch gehört. Vielmehr tritt hier, soweit mir bekannt, Durchtränkung nur bis zur Dickflüssigkeit des Bodens ein, so daß dessen Bewegungen offenbar ziemlich langsam erfolgen, und ein Niedersinken und eine Seigerung der etwa im Boden enthaltenen groben Materialien nicht erfolgt, sondern, wie *Andersson* (s. oben) auf der Bäreninsel direkt beobachtet hat, grobes Material und selbst Blöcke auf dem Rücken getragen werden können. Die Fließerde kalter Gebiete an sich bringt also keine Sortierung etwa darin enthaltener unhomogener Elemente zustande. Und doch beobachtet man in inhomogenen Böden kalter Regionen der polaren und außereuropäischen Gebiete nicht selten eine Sonderung der erdigen und der steinigen Bestandteile in einer Weise, daß dieselben bis in eine ansehnliche Tiefe hinab höchst eigenartige, gesetzmäßige Anordnung, eine gewisse *Struktur*, erkennen lassen, die naturgemäß den homogenen Fließerden fehlt. Da diese Struktur inhomogener Fließerden nur in den kälteren Erdgebieten zu beobachten ist, so liegt nahe anzunehmen, daß die Kälte, bzw. die Regelation, bei ihrer Erzeugung wirksam sein müßte; um aber keinerlei hypothetische Momente in die Nomenklatur hineinzubringen, hat *Meinardus* vorgeschlagen, diese Böden kurzweg *Strukturböden* zu nennen

— ein Name, der in der Tat wegen seiner Objektivität den Vorzug vor anderen, wie Regelationsfließerde, verdient.

Die bis in eine gewisse (in ihrem Betrag freilich in den meisten Fällen noch nicht bekannte) Tiefe hinabreichende Aussonderung der steinigen Bodenbestandteile von den erdigen macht sich auch an der Erdoberfläche höchst auffällig geltend und zeigt somit auf den ersten Anblick schon einen tiefgreifenden Unterschied gegenüber dem homogenen Boden, obgleich bei beiden nicht selten gleicherweise eine fast bienenwabenartige Zusammendrängung deutlich abgegrenzter Erdfelder zu beobachten ist und deshalb für beide schon oft der Name Polygonboden gebraucht worden ist. Der Unterschied der Oberflächenformen homogenen und inhomogenen Fließbodens ist aber doch so bedeutend, daß hier beide getrennt besprochen werden müssen.

#### a) Die Oberfläche homogener Fließerde.

Die Oberfläche kleiner schmaler Schlammströme ist oft durch konvex nach abwärts gerichtete Runzeln und Wülste, bei nicht ganz homogener Beschaffenheit des Materials auch wohl durch konvexe Streifen senkrecht gestellter Schieferstückchen usw. ausgezeichnet. (Ähnlich ist die Form der bereits aus recht inhomogenem Material bestehenden, von E. v. Drygalski am Signehafen zwischen Wasserrissen beobachteten Schlammströmchen mit konvexen, nach abwärts gekrümmten Steinwällen oder der von Meinardus auf Prinz Olaf Vorland studierten Erdflüsse mit Steingirlanden, die bereits einen Übergang zu den Strukturböden darstellen.)

Die Oberfläche breiter Fließerdhänge dagegen zeigt, soweit ich sie aus eigener Anschauung und aus der Literatur kenne, keinerlei derartige Wulstungen (es sei denn, wo Vegetation oder andere Hemmnisse lokal aufstauend wirken), sondern erhält ein gewisses Fluidalaussehen nur durch die Anordnung der Vegetation und namentlich der an der sonst glatten Oberfläche befindlichen Risse. Diese Risse sind offenbar Kontraktionsrisse; doch ist an sich nicht ohne weiteres klar, ob sie durch Kontraktion infolge Austrocknens oder infolge Auftauens entstehen. Ersteres scheint mir in den meisten Fällen das Wahrscheinlichere, schon wegen ihrer Schmalheit (die mir freilich, wie schon erwähnt, auch als Anzeichen geringer Mächtig-

keit der Fließschicht erscheint). Diese Oberflächenrisse begrenzen auf Fließerdehängen langgestreckte Erdfelder (wie auf Högboms prächtigem Bild im Bull. Geol. Inst. Upsala, IX, S. 54 oder Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1912, Abb. 12 sehr deutlich erkennbar). Die Erdfelder selbst zeigen an ihrer Oberfläche sehr häufig noch feinere, aber ganz regellos angeordnete, offenbar erst nach dem Stillstand der Hauptbewegung entstandene Trockenrisse.

Diese in Felder geteilten homogenen Fließböden nennt Högbom Polygonböden des II. von ihm unterschiedenen Typus, während Meinardus, meines Erachtens mit Recht, für sie den Namen Polygonböden allein reserviert wissen will.

Nicht selten beobachtet man an Berghängen oder auf horizontaler Fläche eine Einteilung homogener, flußfähiger Böden in mehr oder minder regelmäßige Felder, die eine gewisse Auftreibung, eine Erhöhung gegen die Mitte hin erkennen lassen und zuweilen<sup>10)</sup> durch auffallend breite Risse voneinander getrennt sind. In diesen Fällen dürften die Risse nicht bloß durch Austrocknung, sondern auch durch Kontraktion des Feldes infolge Auftauens, die Auftreibung aber als Rest der Ausdehnung infolge Gefrierens aufzufassen sein, und ich halte dies für um so wahrscheinlicher, als in nächster Nähe gewölbter Polygonfelder am Kap Wijk, die von Vegetation ganz bedeckten Frosthügelchen vorkommen, wie sie auf Island so häufig auftreten und dort als „Thufa“ bekannt sind. Diese nach meinen Beobachtungen auf Island und Spitzbergen meist regellos, nach Spethmanns Beobachtungen auf Island oft auch reihenartig angeordneten Gebilde dürften dadurch entstehen, daß einzelne Partien des Bodens mehr Wasser aufnehmen als andere und beim Gefrieren desselben ungleichmäßig hoch den darüberliegenden Rasen auftreiben, der auch nach dem Auftauen seine Form beibehält; wenn sie vom isländischen Bauern in seinen Dungwiesen (tun) eingeegnet werden, so bilden sie sich nach einigen Jahren wieder aufs neue.

b) **Strukturböden** (Formen des inhomogenen fließfähigen Bodens).

Mit Ausnahme der schon oben erwähnten Steingirlanden unterscheidet Meinhardus folgende Strukturbodenformen:

<sup>10)</sup> Vgl. das ausgezeichnete Bild von Dr. G. Schulze von der Billenbai in Ztschr. Ges. f. Erdk. 1912. Abb. 11.

1. **Steinstreifen** oder **Steinbänder**, d. h. eine Sonderung von erdigen und steinigen Bestandteilen an Berghängen in der Weise, daß sich in der Richtung des größten Gefälles Streifen von Erde und von meist senkrecht gestellten Steinen zeigen.

2. **Steinnetze** oder **Steinnetzwerk**, sowie

3. **Steinringe** oder **Steinkränze**, d. h. eine Sortierung des unhomogenen Bodens in der Weise, daß die Erde in polygonale oder runde Felder, umgeben von Streifen meist senkrecht gestellter Steine, gesondert erscheint.

4. **Steinfelder** oder **Blockmeere** mit **Erd- oder Schuttinseln**, d. h. Ausscheidung kleiner Schlamm-, Erd- oder Schuttansammlungen inmitten von Blockmeeren, zuweilen reihenförmig übereinander, so daß sie in solchen Fällen wie ein durch Gesteinsstückstreifen in verschiedene Stufen und Abteilungen zerlegter kleiner Schlammstrom erscheinen können.

Zuweilen, so am Smaland Ridge, kommt es übrigens auch vor, daß an isolierten Steinkränzen, sowie an reihenförmig angeordneten „Erdinseln“ die Erdschicht als solche nicht zutage tritt, sondern von kleinkalibrigen Gesteinsstücken überdeckt bleibt (wie ich durch Aufschürfen mit Hammer und Bergstock festgestellt habe).

Steinnetze und Steinringe sind offenbar nur Modifikationen einer und derselben Strukturform: Wenn Steinringe so nahe beieinander entstehen, daß sie sich in der Entwicklung hemmen, so entstehen bei einseitiger Berührung einseitig deformierte Steinkränze<sup>11)</sup>, bei allseitiger Berührung aber allseitig deformierte, meist annähernd sechsseitige Steinkränze, d. h. ein Steinnetzwerk (falscher Polygonboden oder Polygonboden Typus I im Sinne Högboms). Auf geneigtem Gelände sind die Steinkränze oder Netzfelder mehr oder weniger stark in der Richtung des Gefälles in die Länge gezogen.

Die Untersuchung der Strukturböden ist noch sehr im Rückstande, denn in den meisten Fällen ist nur die oberflächliche Erscheinung festgestellt oder eben noch in ganz geringe Tiefe hinab geschürft worden. Nur für eine Strukturform, die Steinkränze, die auch sonst am genauesten studiert sind, ist von Mieth und Meinardus (am Zeppelinhafen) durch Quer-

<sup>11)</sup> Es kommen aber auch miteinander verwachsene Zwillingsteinkränze ohne trennende Steinsetzung vor.

ziehung eines Grabens festgestellt worden, daß die Sortierung des Bodens nur bis in eine Tiefe von 50 oder 60 cm hinabreicht, während tiefer unten das Material planlos gemischt war, obgleich er — zur Zeit der Untersuchung — nicht gefroren war. Man darf daraus schließen, daß der Prozeß der Sortierung entweder in einer Jahreszeit vor sich geht, in der der Boden noch nicht tiefer als 50—60 cm aufgetaut ist, oder daß er sich überhaupt nur in ziemlich oberflächlichen Bodenschichten abspielt. Aufgrabungen in verschiedenen Höhenlagen und verschiedenen Polargebieten würden wohl diese Frage klären helfen.

Bei den Steinstreifen und den Erdinseln fehlen Tiefenschürfungen noch vollständig, so daß damit die Möglichkeit ihrer Erklärung auch auf sehr schwache Füße gestellt ist. Es soll daher im folgenden derselben nicht näher gedacht werden; nur kurz sei erwähnt, daß *Meinardus*, der zuletzt in dieser Angelegenheit sich geäußert hat, bei ersteren an zerrissene Steingirlanden (*Nordenskjöld* an umgewandelten Karreeboden) denkt, bei letzteren an Verwitterungsreste leichtverwitterbarer Blöcke innerhalb einer Halde von vorzugsweise schwerverwitterbaren Blöcken oder auch an letzte Überreste ehemaliger Steinnetzwerke.

Etwas eingehender soll aber der neueren Versuche gedacht werden, die Steinkränze und -netzwerke zu erklären. *O. Nordenskjöld* erinnert an ein Experiment *Bénards*, demgemäß in einer zähflüssigen, einem erhitzten Metallboden aufliegenden Masse ein sechsseitiges Zellsystem von Konvektionsströmungen des Wassers die feinen Erdteilchen nach dem Innern prismatischer Zellenräume geführt wurden, während die reingespülten Gesteinsstücke zurückbleiben.

Ganz anders denkt sich die Sache *E. v. Cholnoky*, der zugleich etliche neuartige Beobachtungen mitteilt. Nach seiner Ansicht nimmt das abfließende Wasser der Tundra zwischen Steinen seinen Weg und nimmt hier die tonigen Schutteile mit; dadurch versinken in diesen Wasserrinnen die Steine; die Tundra sucht beim Gefrieren mit starkem Seitendruck die Rinne wieder zu schließen und drückt die senkrecht gestellten Steine fest, welche die Wasserader markieren. Diese verschwindet an manchen Stellen plötzlich unter eigenartigen „Schuttbuckeln“ — eine Beobachtung, die bisher nur von *v. Cholnoky* berichtet ist —; „diese Buckel sind im Durchmesser einige Meter breite, runde, lehmige Flecken,

deren eine dem Gefäll entsprechende untere Seite steil stufenartig und dort voll von Moos und großen Steinen ist, während in der Mitte des Buckels keine Steine sind, sondern nur lehmiger Schlamm, den der Moospolster nicht bedeckt. Diese manchmal in mehreren Stufen sich übereinander erhebenden Buckel finden sich an solchen Stellen, wo im Gefälle der Wasserader eine plötzliche Verringerung stattfindet. Durch kantenständige Steine schön markiert, fließt die Wasserader unter den Buckeln weiter. Diese Buckel sind nichts anderes als „Sandbänke“ der unter den Steinen dahin sickernden Ader.“

Anschließend an die Beobachtung, daß bei strengem Frost in gepflasterten Straßen der sandige Lehm infolge des Gefrierens sich über die Pflastersteine erhebe und sie nach jedesmaligem Tauen mehr als zuvor bedecke, kommt er zu dem Schluß, daß Schotter in die bald tauende, bald gefrierende Bodenart stufenweise einsinken müsse.

Die Schuttschicht über dem ständig gefrorenen Erdboden preßt sich beim Gefrieren zusammen und springt durch die mit dem Tauen erfolgende Kontraktion in Prismen, bei denen ein konstantes Verhältnis zwischen der Höhe und dem größten horizontalen Durchmesser bestehen würde. In die dabei entstehenden Risse fallen Steine hinein, und wenn das Schuttprisma sich beim Gefrieren ausdehnt, drückt es diese Steine fest und wölbt die Oberfläche des Prismas zugleich empor. „Die Teilchen des Schutts sind in einer beständigen Zirkulation. Am oberen Teil des polygonalen Stückes bewegen sich die Steine nach auswärts, den Spalten zu, unten, in der unteren Schicht des Schuttes bewegen sie sich einwärts, gegen die Mitte des Prismas, können sich vom Grund aber nicht erheben. Infolge der Zirkulation kommen alle großen Steine in die Spalte, und der Lehm drängt sich in der Mitte des Prismas zusammen.“

Es fällt mir schwer, diesem originellen Gedankengang zu folgen, insbesondere einzusehen, in wiefern die erwähnte Zirkulation zustande kommen könnte, und ich bin von ihr um so weniger überzeugt, als sich dann ja am Grunde der „Prismen“ die Steine angesammelt haben müßten, was nach Miethes und Meinardus' Aufgrabung am Zeppelinhafen nicht der Fall ist.

Besser scheint mir Bertill Högboms Erklärungsver such den Tatsachen gerecht zu werden. Er schreibt (Bull. Geol.

Instit. Upsala, IX, S. 53): „Wenn der Erdboden ursprünglich aus einer Mischung von feineren und gröberen Bestandteilen besteht, so dürfte diese immer ein wenig ungleichmäßig sein, so daß es gewisse Flecke gibt, wo das feinere Material reichlicher ist. Dank der Kapillarität nehmen dann diese Stellen mehr Wasser auf als ihre Umgebung. Bei der Eisbildung wird dann das Material von hier aus zentrifugal verschoben. Wenn nachher Schmelzung und damit folgende Volumverminderung eintritt, wird das feinere Material von der Adhäsion mitgezogen, während die Steine peripherisch zurückbleiben. Wenn hinreichend oft wiederholt, muß eine merkbare Sortierung resultieren. Hierdurch werden auch die Bedingungen für die Arbeitsintensität immer zunehmen, indem der Ausgangspunkt für die Volumveränderungen mehr fixiert und dabei auch die Wasserkapazität der zentralen Partien vermehrt wird.“

Wenngleich vieles für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht, insbesondere die Senkrechtstellung der rundlichen Steinplatten und die Aufwölbung des zentralen Tonzylinders oder -prismas, so bleiben doch in dem Erklärungsversuch noch zahlreiche Lücken, die auszufüllen zurzeit noch schwer fallen möchte. H ö g b o m selbst weist z. B. darauf hin, daß die gleichmäßige Größe der Felder ziemlich schwer erklärbar sein dürfte. Er selbst macht keinen Versuch einer Erklärung, sondern begnügt sich mit dem Hinweis, daß diese Gleichförmigkeit durch eine Schematisierung der Eindrücke übertrieben worden sei, was zweifellos richtig ist. Eben dieser Umstand erweckt daher auch gewisse Bedenken gegen die von E. v. C h o l n o k y angedeutete Erklärung, und wenn M e i n a r d u s (a. a. O. S. 25) an Beziehungen zwischen der Größe der Strukturformen und der Größe der zusammengesetzten Steine denkt, so kann er leider noch nicht über ein hinreichend großes Beobachtungsmaterial verfügen, um seiner Idee das nötige Gewicht zu geben.

H ö g b o m weist übrigens auf die Tatsache hin, daß größere Gegenstände, wie Steine oder Knochen, durch „Auffrieren“ aus den tiefergelegenen Erd- und Tonmassen an die Oberfläche heraufkommen können; den Mechanismus dieser Erscheinung zu erklären, sind wir zurzeit nicht in der Lage und werden vielleicht erst durch Experimente dazu in Stand gesetzt werden können. Jedenfalls ist aber durch diese Tatsache ein Weg angedeutet, der

zur Sortierung ungleichartiger Bodenelemente beitragen muß. Auf einen anderen, der freilich nur für oberflächlich vorhandene Erdmaterialien in Betracht kommt, macht Me i n a r d u s aufmerksam (Sitzber. Mediz. naturw. Ges. Münster i/W. 1912, S. 2ff.). Er zeigt, daß im Frühjahr während der Schneeschmelze die obenerlagernden größeren Steine als Wärmefänger wirken, und damit in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft zuerst eine Auftauung des Bodens bewirken müssen; wenn nun die „Taubezirke“ zweier benachbarter Steine sich berühren, so wird durch die Expansion, die beim nächtlichen Gefrieren eintritt, die Tendenz erzeugt, die Steine einander zu nähern, weil die Expansion, die in der Richtung der Verbindungslinien zwischen den Steinen eintritt, kleiner ist als die Summe der Expansionen, die auf den beiden einander abgekehrten Seiten der Steine wirksam werden. Der Expansionsdruck kann beim Gefrieren plötzlich auftreten, wenn im feuchten aufgetauten Boden eine Unterkühlung eingetreten war, und muß dann um so wirksamer sein.

Wenn durch Zusammenwirkung der beiden Vorgänge, der oberflächlichen Zusammenschiebung der steinigen Bodenelemente und namentlich der peripherischen Anordnung der Steine in der Erde durch die zentrifugale Wirkung der Expansion die Sortierung des erdigen und des steinigen Materials und damit die Entstehung von Steinringen vollendet ist, so erschöpft sich die Expansion, wie Me i n a r d u s hervorhebt, in der Erhaltung der geschaffenen Form, und die entstandenen Gebilde können auf ebenen oder sehr wenig geneigten Flächen ein sehr hohes Alter erreichen, ohne ihre Form zu ändern, während sie meines Erachtens freilich auf stärker geneigtem Boden einer Deformierung durch Streckung in der Gefällsrichtung unterliegen müssen.

Die Schmelzwasser spülen die Steinsetzungen rein, die ihnen zugleich als die gegebenen Zirkulationswege dienen; in ihnen allein entwickeln die Wassergerinne auch eine größere Geschwindigkeit und damit eine nennenswerte Spülwirkung, während die Erdprismen auch bei völliger Durchtränkung keinen großen Verlust durch Abspülung erfahren dürften, weil sie gewissermaßen tote Strecken für die Wasserbewegung darstellen. Unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. bei ebenen Flächen oder völliger Abwesenheit von Schmelzwässern höher gelegener Schneeflecken oder Firnkappen usw.) mag auch der von Me i n a r d u s an-

genommene Fall eintreten, daß die Schmelzwasser sich schon verlaufen haben, wenn die länger gefroren gebliebenen erdigen Massen auftauen.

Im Sommer dürfte, wie Meinardus mit Recht hervorhebt, in den meisten tiefer gelegenen polaren Gegenden in den oberen Bodenschichten der Wechsel zwischen Frieren und Tauen aufhören und demnach keine weitere Materialsortierung stattfinden — soweit dies nicht durch Spülvorgänge bewirkt wird. Im Herbst wird dagegen die durch Regelation bewirkte Detritussortierung wieder beginnen. Meinardus glaubt nun, daß in den erst später im Herbst gefrierenden unteren Erdschichten „vielleicht eine nach oben gerichtete Komponente der Expansion wirksam wird und Gesteinssplitter und Steine nach oben drückt, weil diese nach oben am wenigsten Widerstand finden.“ Leider ist mir aber der Mechanismus der hier angenommenen Vorgänge, die auch das oben erwähnte „Aufrieren“ erklären würden, nicht klar.

Es bleibt überhaupt in der ganzen Serie von Erscheinungen, welche unter „Erdfluß“ und „Strukturboden“ einzurechnen wären, eine Menge zurzeit noch ungelöster Rätsel,<sup>12)</sup> die zur weiteren

<sup>12)</sup> Die Erscheinungen selbst sind ebenfalls noch ganz ungenügend bekannt, und fast jeder Beobachter kann zurzeit noch über bisher nicht beschriebene Gebilde berichten. So macht mich z. B. Herr Dr. G. Rempp, der 1911/12 in der Adventbay meteorologische Beobachtungen gemacht hat, darauf aufmerksam, daß eine schon 1911 vorhandene Erdspalte bei Adventpoint sich 1912 wesentlich vergrößert hatte, indem hereinfließendes Schmelzwasser „sie vielleicht vertieft, jedenfalls aber außerordentlich verbreitert hat, indem es am Grunde der Spalte die gefrorene Erde seitlich auftaute und wegspülte, bis schließlich die unterhöhlten oberen Erdmassen herunterbrachen“. In größerer Zahl ließen sich derartige Spalten nach Dr. Rempps Mitteilung auf der anderen Seite der Adventbay beobachten, wo man auch sehr schön die Fließerde herausquellen sah. Stellenweise bemerkte Dr. Rempp in Geländevertiefungen auch ansehnliche Tümpel, die offenbar durch das Zutagetreten des Grundwasserstroms gebildet waren. Man darf wohl daraus schließen, daß auch unter der durch Austrocknen erhärteten Oberflächenlage der Erdfluß seine Bewegung fortsetzen kann und der Umstand, daß Dr. Rempp bei Adventpoint auf typischem, oberflächlich gefrorenem Polygonboden in die Tiefe einbrach, zeigte, daß nach kürzerer Dauer von Frostwetter und dadurch bewirktem Gefrieren der oberflächlichen Erdlagen durch Fortfließen des darunter vorhandenen Grundwassers oder Fließbodens in gewisser Tiefe geradezu Hohlräume entstehen können. Dr. Rempp berichtet mir ferner: „Erdarbeiten bei Vertiefung eines Einschnittes der

Forschung drängen, und die Ausblicke, die das weitere Studium der Vorgänge für Erklärung geomorphologischer Verhältnisse in polaren und subpolaren Gebieten (ja — bei der in der Eiszeit zweifellos weiter äquatorwärts vorgedrungenen Verbreitung dieser Phänomene — selbst in manchen Gebieten der gemäßigten Zone) verheißen, sind so verlockend, daß eine eifrige Inangriffnahme der Probleme in nächster Zeit zu erhoffen steht.

Pferdebahn zeigten mir nicht nur den großen Eisgehalt der betreffenden Schichten, sondern ließen auch abwechselnde Lagen — meiner Erinnerung nach von 5—10 cm Mächtigkeit — von fast reinem Eis erkennen“. Diese Beobachtung läßt meines Erachtens darauf schließen, daß durch Absonderungsvorgänge innerhalb der Fließerde die Phänomene des Erdflusses noch mehr kompliziert werden können.

## Mitteilungen und wissenschaftliche Nachrichten.

### Die III. Internationale Agrogeologen-Konferenz.

An die Teilnehmer der II. Agrogeologenkonferenz in Stockholm (1910) ist vom Organisationskomitee für die III. Konferenz in St. Petersburg folgende Mitteilung gesandt worden:

III-e Conférence  
Internationale  
Agrogéologique

Comité d'organisation  
Saint-Petersbourg  
V.O., 12-e Ligne, 33.

Le 31. Décembre 1913.

„Vu un grand nombre de circonstances défavorables, impossibles à prévoir auparavant, l'organisation à St. Pétersbourg en 1914 d'une Conférence Internationale Agrogéologique accompagnée de grandes excursions à travers les zones pédologiques de la Russie trouve des difficultés insurmontables. Le Comité d'Organisation aurait pu employer tous ses efforts pour effectuer la Conférence en 1915, mais durant cette année seront convoqués à St. Pétersbourg deux grands congrès, respectivement ceux de chimie appliquée et de la Société Internationale pour l'essai des matériaux, organisés tous les deux d'après de très vastes programmes.

A part ces circonstances le Comité d'Organisation prévoit que quelques uns de ses membres les plus actifs seront fortement occupés par l'organisation à St. Pétersbourg d'une grande institution pédologique projetée par le gouvernement.

Par conséquent, le Comité d'Organisation prétend qu'une époque plus favorable pour organiser en Russie une Conférence dont il aurait pu garantir un digne succès ne sera initiée qu'avec l'année 1916. Si un intervalle aussi long après la Conférence de Stockholm est jugé inopportun par les institutions pédologique de divers pays, le Comité d'Organisation de la Conférence projetée en 1914 leur sera vivement reconnaissant de la convocation d'une session intermédiaire de la dite conférence dans un pays où l'organisation des excursions présente moins de difficultés qu'en Russie vu l'immense étendue de cette dernière.“

Le Président A. Karpinski.

Le Président du Comité Pédologique Dokoutchaev  
Membre du Comité d'Organisation Prof. C. Glinka.

Die Leitung dieser Zeitschrift glaubt im Sinne des Organisationskomitees zu handeln, wenn sie hiermit an alle, die es angeht, die Bitte richtet, zur Frage der nächsten Internationalen Agrogeologenkonferenz Stellung zu nehmen und diesbez. Vorschläge in dieser Zeitschrift bekannt zu geben. Wir bitten um gefl. Zusendung solcher Vorschläge spätestens bis zum 18. Februar d. J. an Dr. Schucht (Berlin-Wilmersdorf, Güntzelstraße 59), welcher auch veranlassen wird, daß die Vorschläge dem Organisationskomitee in St. Petersburg unterbreitet werden.

Wir sind mit dem russischen Organisationskomitee der Ansicht, daß die nächste Konferenz bis zum Jahre 1916 nicht gut hinausgeschoben werden kann, da für sehr viele Fragen internationaler Vereinbarungen auf dem Gebiete der Bodenkunde eine baldige Diskussion und Beschlußfassung dringend erwünscht ist. Wir schlagen daher vor, die III. Konferenz bereits im Jahre 1915 an einem noch zu bestimmenden Sitze abzuhalten, und das Organisationskomitee in St. Petersburg zu bitten, die IV. Internationale Konferenz für das Jahr 1917 ansetzen zu wollen.

Es sei bemerkt, daß bereits vor zwei Jahren Herr Dr. Borghesani vom Institut International d'Agriculture in Rom den Antrag gestellt hat, Rom als den Sitz der nächsten Konferenz zu wählen.

Wir haben uns an Herrn Dr. Borghesani mit der Anfrage gewandt, ob der Vorschlag von ihm noch aufrecht erhalten werden kann und ob die Bildung eines italienischen Organisationskomitees für 1915 noch möglich ist. Die gleiche Anfrage haben wir natürlich auch den Herren Prof. Vinassa de Regny und Prof. de Angelis d'Ossat unterbreitet.

Daß die nächste Konferenz noch im Jahre 1914 stattfindet, halten wir kaum für möglich, da die Zeit für die Vorbereitungen zu kurz bemessen sein dürfte.

I. A.:

F. Schucht.

**Welterzeugung und Weltverbrauch künstlicher Düngemittel.** Production et consommation des engrais chimiques dans le monde.) Veröffentlicht vom Institut International d'Agriculture in Rom.

Erzeugung, Handel und Verbrauch der künstlichen Düngemittel haben einen ausgesprochen internationalen Charakter. In der Tat ist keines der Länder, die künstliche Düngemittel verwenden müssen, imstande, seinen eigenen Bedarf an den drei Gruppen der phosphorsäure-, kali- und stickstoffhaltigen Düngemittel vollkommen zu decken. Der internationale Charakter des Düngemittelhandels tritt zunehmend schärfer hervor, da der Verbrauch sich immer mehr über die landwirtschaftlich benutzten Teile der Erde ausdehnt, während die Erzeugung auf wenige Punkte beschränkt bleibt.

Diese Verhältnisse machen es schwierig, den Welthandel mit Düngemitteln mit genügender Sicherheit in allen Details zu erfassen.

Einen neuen Versuch zur Klärung der bedeutsamen Frage unternimmt die landwirtschaftlich technische Abteilung des internationalen Landwirtschafts-Instituts mit einer soeben in französischer Sprache erschienenen Monographie über Welterzeugung und Weltverbrauch künstlicher Düngemittel (Production et consommation des engrais chimiques dans le monde). Dank seiner weitreichenden Hilfsmittel und seiner Verbindungen konnte das Institut die genauesten und vollständigsten einschlägigen Daten in der genannten Arbeit zusammenstellen, die sich so bis heute als der umfassendste und zuverlässigste Beitrag zur Kenntnis des volkswirtschaftlich ungemein wichtigen Gebietes darstellt.

Wir lassen hier einige zusammenfassende Angaben über die Welterzeugung künstlicher Düngemittel folgen.

|   | Produktion in Tonnen |           |             |
|---|----------------------|-----------|-------------|
|   | 1909                 | 1010      | 1911        |
| <b>Phosphatdünger:</b>                                  |                      |           |             |
| Mineralphosphate . . . . .                              | 2 433 779            | 5 344 981 | 6 055 073   |
| Thomasmehl . . . . .                                    | 2 243 500            | 3 275 854 | (3 485 500) |
| Superphosphat . . . . .                                 | 5 130 900            | 9 604 260 | —           |
| Guano . . . . .   | (58 000)             | (66 044)  | —           |
| <b>Kalisalze (für die Landwirtschaft):</b>              |                      |           |             |
| Kalisalze (auf reines Kali berechnet) . . . . .         | 301 414              | 766,583   | 848 400     |
| Bengalsalpeter . . . . .                                | 20 570               | 15 581    | 15 273      |
| Andere Kalidünger (auf reines Kali berechnet) . . . . . | —                    | —         | 40 000      |
| <b>Stickstoffdünger:</b>                                |                      |           |             |
| Chilesalpeter . . . . .                                 | 1 466 993            | 2 432 949 | 2 487 000   |
| Schwefelsaures Ammoniak . . . . .                       | 537 420              | 1 045 905 | 1 187 425   |
| Kalkstickstoff . . . . .                                | —                    | 30 000    | 52 000      |
| Norgesalpeter . . . . .                                 | 25                   | 25 000    | 50 000      |
| Zusammen Stickstoffdünger . . . . .                     | 2 004 538            | 3 533,844 | 3 786 425   |

In dem erläuternden Text zu dem Tabellenwerk werden einige aktuelle Fragen angedeutet, so die lebhaften Versuche der Vereinigten Staaten zur Gewinnung von Kali aus Algen. Man rechnet darauf, mit diesem Verfahren einen jährlichen Ertrag von 1 000 000 Tonnen Chlorkalium, welche 630 000 Tonnen reinem Kali entsprechen, erzielen zu können. Ferner sucht man in den Vereinigten Staaten die Feldspate zur Gewinnung von Kali in löslicher Form zu benutzen; man glaubt auf diese Weise eine Produktion von 400 000 Tonnen reinem Kali jährlich zu erzielen.

Bei den Stickstoffdüngern hat sich die Produktion des schwefelsauren Ammoniak innerhalb zwanzig Jahren um das fünffache vermehrt.

Vor kurzem ist das Verfahren von Mond-Frank-Caro zur Verwertung des im Torf enthaltenen Stickstoffs eingeführt worden. Dasselbe gestattet, aus einer Tonne Torf 40 bis 80 kg schwefelsaures Ammoniak zu gewinnen.

Für die neueren Stickstoffdünger teilt die Monographie folgende Produktionsziffern mit:

so  
we  
  
bra  
ein  
hier  
die  
in  
bra  
spie  
wie  
fika  
nutz  
Lux  
Deu  
mar  
Aus  
0,5  
oste  
gen

|            | Kalkstickstoff.<br>Tonnen. | Kalksalpeter.<br>Tonnen. |
|------------|----------------------------|--------------------------|
| 1903 . . . | —                          | 25                       |
| 1904 . . . | —                          | 550                      |
| 1905 . . . | —                          | 1 600                    |
| 1906 . . . | 500                        | 1 600                    |
| 1907 . . . | 2 200                      | 15 000                   |
| 1908 . . . | 8 300                      | 15 000                   |
| 1909 . . . | 16 000                     | 25 000                   |
| 1910 . . . | 30 000                     | 25 000                   |
| 1911 . . . | 52 000                     | (50 000)                 |
| 1912 . . . | 95 000                     | (75 000)                 |
|            | 204 000                    | —                        |
| 1913 . . . | (97 000)                   | (140 000)                |
| 1914 . . . | (208 000)                  | —                        |

Was den gesamten Weltverbrauch an künstlichen Düngemitteln anbetrifft, so ergeben sich für das Jahr 1911 folgende Mengen, welche einen Gesamtwert von 2 Milliarden Francs darstellen.

Weltverbrauch künstlicher Düngemittel im Jahre 1911.

|   | Tonnen    |
|---|-----------|
| Rohphosphate . . . . .                  | 5 669 000 |
| Superphosphate . . . . .                | 8 604 000 |
| Thomasmehl . . . . .                    | 3 300 000 |
| Guano . . . . .                         | 70 000    |
| Kalisalze . . . . .                     | 4 100 000 |
| (Reines Kali) . . . . .                 | (848 400) |
| Chilesalpeter . . . . .                 | 2 313 450 |
| Schwefelsaures Ammoniak . . . . .       | 1 100 000 |
| Synthetische Stickstoffdünger . . . . . | 100 000   |

Lehrreich ist der in der Monographie unternommene Versuch, den Verbrauch der einzelnen Länder an künstlichen Düngemitteln auf die Flächeneinheit landwirtschaftlich benutzten Landes zu berechnen. Es handelt sich hier naturgemäß nur um eine erste Gewinnung von Annäherungswerten, die auf jeden Fall kein erschöpfendes Bild von der Intensität der Düngung in den einzelnen Ländern geben wollen, da wichtige Faktoren, wie Verbrauch von Stalldünger u. dgl. unberücksichtigt geblieben sind. Immerhin spiegeln die berechneten Einheitsziffern doch gewisse bedeutsame Tendenzen wieder. Die Länder, die nach der in der Monographie getroffenen Klassifikation mehr als 2 dz künstliche Düngemittel per ha landwirtschaftlich benutzter Fläche verbrauchen, sind die folgenden: Belgien, die Insel Mauritius, Luxemburg. Die zweite Kategorie (1 bis 2 dz Verbrauch pro ha) umfaßt Deutschland und die Niederlande; die dritte (0,5 bis 1 dz pro ha): Dänemark, die Vereinigten Staaten (der südliche Teil), Frankreich, England, Australien, Italien und die Schweiz. In der 4. Kategorie folgen (0,1 bis 0,5 dz pro ha): Oesterreich-Ungarn, Spanien, die Vereinigten Staaten (Nordosten), Norwegen, Niederländisch-Indien, Portugal, Schweden. In allen übrigen Ländern bleibt der Kunstdüngerverbrauch pro ha landwirtschaftlich be-

nutzter Fläche unter 0,1 dz pro ha und ist zum Teil ganz verschwindend.

Die neue Veröffentlichung der landwirtschaftlich-technischen Abteilung des Internationalen Landwirtschafts-Instituts, deren Text und Tabellen durch graphische und kartographische Darstellungen illustriert sind, soll durch halbjährlich im Frühjahr und im Herbst in der Internationalen Agrartechnischen Rundschau erscheinende zusammenfassende Übersichten über Weltzeugung und Weltverbrauch von künstlichen Düngemitteln stets auf dem Laufenden gehalten werden.

Da die erste Ausgabe bereits vergriffen ist, wird demnächst die in Vorbereitung befindliche zweite Ausgabe erscheinen.

---

Infolge der großen Entwicklung der dem Prof. O. Lemmermann (Berlin) unterstellten Institute (Inst. f. Versuchswesen u. Bakteriologie d. Kgl. Landw. Hochschule, Agrikulturchemische Versuchs- u. Kontrollstation der Landw.-Kammer), soll durch ein Übereinkommen des Kgl. Preuß. Ministeriums mit der Landw.-Kammer f. d. Provinz Brandenburg zum 1. April 1914 eine Neuorganisation dieser Anstalten eintreten, um den Leiter zu entlasten und ihm zu ermöglichen, seine Kraft in erster Linie der *Forschung und dem Unterricht zu widmen*. Zu diesem Zwecke wird die Kontrollstation vollständig selbständig gemacht und einem besonderen Direktor unterstellt werden. Prof. Dr. Lemmermann scheidet aus der Landw.-Kammer aus; er übernimmt die Direktion des Instituts f. Agrikulturchemie und Agrikulturbakteriologie der Kgl. Landw. Hochschule und behält außerdem die Oberleitung der Landw. Versuchsstation, deren laufende Geschäfte durch einen besonderen Abteilungsvorsteher erledigt werden.

\*

Prof. Dr. Franz Kossmat in Graz ist als Nachfolger von Prof. Stille nach Leipzig berufen worden.

\*

Prof. Dr. Ferruccio Zambonini v. d. Kgl. Universität Palermo ist zum ord. Professor der Mineralogie und Direktor des Mineralogischen Museums an der K. Universität Turin berufen worden.

## Referate.

Wie beeinflusst die Düngung die Beschaffenheit des Bodens und seine Eignung für bestimmte Kulturgewächse. Von Dr. A. Mausberg. Landw. Jahrb 1913 Heft 1.

Alle Düngernebenwirkungen bedingen Veränderungen der physikalisch-mechanischen, sowie der biologischen Eigenschaften des Bodens und damit seiner Struktur. Zur Feststellung von Gesamtdüngerwirkungen eignen sich am besten zweckmäßig eingerichtete Dauerdüngungsversuche. Auf Grund seiner Beobachtungen kann der Verf. solche Nebenwirkungen der Dünger nachweisen auf

### I Die physikalischen Bodeneigenschaften.

Bezüglich der Hygroskopizität und Verhalten des Bodens gegen Wasser kann eine Düngerwirkung nicht konstatiert werden. Eine Veränderung der Wasserkapazität ist nur da festzustellen, wo der natürlich gewachsene Boden untersucht wurde. Hier erweisen sich die mit Kalk und Magnesia gedüngten Böden als sehr lockere Beete mit 17,12 (bez. 17,91) g Wasser auf 100 g Trockenboden, die ungedüngten, mit Ammonsulfat und Phosphat gedüngten Böden als minder lockere mit 18,27 (bezw. 18,48 u. 18,72) g Wasser auf 100 g Boden und die mit Salpeter und Kali gedüngten Böden als äußerst dichte Beete mit 19,58 (bez. 19,26) g Wasser auf 100 g Boden.

### II. Die mechanischen Bodeneigenschaften und die Struktur.

a) Trennungswiderstand des Bodens. Jahrelang fortgesetzte Salpeterdüngung verkrustete den Boden ungemein stark, während Kalk ihn auflockerte. Die Bodensäulen der Salpeterbeete brachen aber bereits bei 5401 g Belastung, die der Kalkbeete erst bei 7145 g Belastung.

b) Daß die Zugkraftmessungen ein besseres Bild für die Bearbeitbarkeit eines Bodens geben, zeigen die Versuche, welche als die mechanisch ungünstigste Bodenklasse die Salpeter-, Ammonsulfat- und Kali-beete erkennen lassen.

c) Der Krümelungsgrad des Bodens vermittelt durch die Schollenanalyse. Kalk förderte die Krümelung am nachhaltigsten, ebenso auch Magnesia. Geringeren Krümelanteil weisen die Phosphat- und Ammonsulfatparzellen auf; ebenso die Kaliparzellen. Geringste Krümelung zeigt die Salpeterparzelle.

d) Die Absatzgeschwindigkeit des Bodens ist abhängig von dem Einfluß der Bodenkolloide auf die Düngersalze. Zwischen der Schollenanalyse und den Absatzgeschwindigkeiten besteht ein unverkennbarer Parallelismus, und zwar zeigen die verkrusteten Böden geringste Absatzgeschwindigkeit, was auf den Solzustand der Kolloide hindeutet. In den gut gekrümelten Kalk- und Magnesiabeeten befinden sich die Kolloide im Gelzustand und bedingen eine schnelle Absatzfähigkeit.

e) Augenscheinliche Beobachtungen im Felde. Die verschiedene Färbung der Beete, die sich darin äußert, daß die Kalk- und Magnesiabeete, sowie gemischte Düngungen (mit Stallmist!) am dunkelsten, die mit Kali, Salpeter und Ammonsulfat gedüngten Beete am hellsten sind, mag darauf zurückzuführen sein, daß Kalk einen dunkleren Humus bildet oder die Gare besser befördert. Auch an Färbungen, hervorgerufen durch verschieden starke Lichtreflexion auf glatter oder lockerer Bodenoberfläche, muß gedacht werden. Das Verhalten des Bodens bei einsetzendem Tauwetter ist folgendes:

|                     |             |             |                  |           |
|---------------------|-------------|-------------|------------------|-----------|
| Sehr stark gefroren | Stark gefr. | Mäßig gefr. | Spuren von Frost | frostfrei |
| Salpeter            | Ungedüngt   | Kali        | Magnesia         | Volldüng. |
|                     | Phosphat    | Ammonsulfat | gemischte        | mit Kalk  |
|                     |             | Volldüngung | Düngung          |           |
|                     |             | ohne Kalk   |                  |           |

Hier gehen Porosität und Gasaustausch der Böden mit ihrer Struktur zusammen.

### III. Die chemischen Bodeneigenschaften.

a) Alkalität. Chilisalpeter erhöhte die alkalische Reaktion unbedeutend, schwefelsaures Ammoniak drückte die Basizität herab. Durch Ätzkalk wurde die Alkalität ungemein gesteigert, ebenso auch durch die Magnesia. Bei gemischt gedüngten Böden (Kali, Superphosphat, Stallmist) wurde nicht einmal die Reaktion der ungedüngten Beete erreicht, weil zwar Superphosphat die Alkalität fördert, Staßfurter Salze sie aber vermindern.

b) Die Absorption für Ammoniak, Kali und Phosphorsäure läßt kaum irgendwelche Einflüsse der Bodendüngung erkennen. Kali wird jedoch am stärksten gebunden in den an Kali durch die Ernten erschöpften Feldern. Ferner zeigt sich der absorptionsfördernde Einfluß des Kalkes. Die Phosphorsäureabsorption war von der verfügbaren Kalkmenge abhängig.

c) Die relative Löslichkeit der Mineralbestandteile. Durch Kalk wird die Beweglichkeit der Phosphorsäure am intensivsten erhalten. Wie Kalk wirkt auch Magnesia auf die Salpeterlöslichkeit der Nährstoffe und Magnesia ganz besonders auf die Kohlensäurelöslichkeit des Kalis.

IV. Die biologischen Eigenschaften.

Organischer Stickstoff wird am schnellsten durch Kalk und Magnesia in Ammoniak verwandelt. Chilisalpeter, Kalisalze und Superphosphat bleiben der Fäulniskraft gegenüber völlig wirkungslos. Auch die Nitrifikation wurde durch Kalk und Magnesia am meisten gefördert. Die Entwicklung von Azotobakter chroococcum wird durch Kalk- und Magnesiadüngung entschieden gefördert, wie bereits Remy (Zentralblatt f. Bakteriologie II. Abt. 22 1909 S. 561) zeigte.

Herm. Fischer.

\*

Vergleichende Düngungsversuche mit Kalkstickstoff, Stickstoffkalk, Chilisalpeter und schwefelsaurem Ammoniak auf Sand- und Hochmoorböden. Von Br. Tacke u. Fr. Brüne. Die Landw. Versuchszt. 1913. Heft I u. II.

Die umfassenden Untersuchungen älterer Autoren zeigen, daß Kalkstickstoff auf sauren Böden keine Wirkung hat, wohl aber auf lehmigen und tonigen Böden. Er erreicht hier 80 % der Wirkung des Chilisalpeters und 92 % der Wirkung des Ammoniaksalzes. Die Ausnützung des Stickstoffs beträgt

|            | Chilisalpeter | Ammonsulfat | Kalkstickstoff | Stickstoffkalk |
|------------|---------------|-------------|----------------|----------------|
| bei Roggen | 51 % N        | 29 %        | 30 %           | 30 %           |
| „ Hafer    | 56 %          | 54 %        | 30 %           | 26 %           |

Kalkstickstoff und Stickstoffkalk sind also für die hier angeführten Sandversuche der Verf. ziemlich gleichwertige Stickstoffdüngemittel. Im Gesamtdurchschnitt verhält sich

|                   |   |             |   |                |   |                |
|-------------------|---|-------------|---|----------------|---|----------------|
| Salpeter          | : | Ammonsulfat | : | Kalkstickstoff | : | Stickstoffkalk |
| 100               | : | 78          | : | 56             | : | 52             |
| nach Schneidewind | : | 79          | : | 51             | : |                |

Versuche auf verschiedenen Hochmoorböden.

Die Bodenbeschaffenheit war bei den verschiedenen Flächen ziemlich gleichartig, was auch die chemischen Analysen bestätigten. Ein gelegentlich auftretender hoher Stickstoffgehalt des Obergrundes ist bedeutungslos, weil der Stickstoff in schwerlöslicher Form vorhanden ist. Als Kalkung, die hier unbedingt nötig ist, darf 2000 kg CaO pro Hektar als normal bezeichnet werden. Der in Westeregeln hergestellte Stickstoffkalk eignet sich auf Moorböden durch seinen Chlorcalciumgehalt weniger als der Kalkstickstoff. Während sich bei Sandversuchen die relativen Wirkungswerte der einzelnen Stickstoffdüngemittel wie

|  |               |   |             |   |                |   |                |
|--|---------------|---|-------------|---|----------------|---|----------------|
|  | Chilisalpeter | : | Ammonsulfat | : | Kalkstickstoff | : | Stickstoffkalk |
|  | 100           | : | 82          | : | 66             | : |                |
| verhielten, fand sich bei den Hochmoorversuchen ein Wirkungsverhältnis |               |   |             |   |                |   |                |
| Körnerknollen:   | 100           | : | 89          | : | 67             | : | 54             |
| Stroh  | 100           | : | 96          | : | 62             | : | 54             |

Hier ist auch die Stickstoffausnutzung etwas anders wie auf Sand. Von 100 Teilen N wurden in der Ernte wiedergefunden

|            | Chilisalpeter | Ammonsulfat | Kalkstickstoff | Stickstoffkalk |
|------------|---------------|-------------|----------------|----------------|
| bei Roggen | 42 %          | 42 %        | 23 %           | 37 %           |
| Hafer      | 55 %          | 55 %        | 32 %           | 37 %           |

Es verhält sich also Salpeter : Ammonsulfat : Kalkstickstoff : Stickstoffkalk  
wie A 100 : 100 : 57 : 76

Herm. Fischer.

\*

**Jahrbuch über neuere Erfahrungen auf dem Gebiete der Weidewirtschaft und des Futterbaues.** Herausgegeben von Dr. Friedrich Falke und Dr. Th. Ritter von Weinzierl. 1. Jahrgang. Hannover 1913.

Das neu erschienene Jahrbuch enthält in seinen fachwissenschaftlichen Aufsätzen manchen interessanten und wertvollen Hinweis auf Beziehungen der Weidewirtschaft und des Futterbaues zur Bodenkunde. Erwähnung verdient hier vor allem eine Arbeit von W. Lohaus: Erfahrungen mit der Anlage von Dauerweiden auf Heide- und Moorböden im oldenburgischen Münsterlande.

Weideanlagen wurden als Neukulturen auf schwerem Boden sowohl wie auf leichtem Boden auf dem besten „Doppheideboden“ angelegt. „Das Auftreten der ‚Doppheide‘ (Glockenheide, Sumpfheide, Erica Tetralix) auf dem unkultivierten Boden in üppigster Entwicklung ist nun aber ein untrügliches Zeichen für das Vorhandensein der allerwesentlichsten unter den Bedingungen, welche für die Beurteilung der Kulturfähigkeit und Kulturwürdigkeit eines Heidebodens maßgebend sind.“ Die Doppheide zeigt an, daß der Boden die Feuchtigkeit gut hält, durchlässig ist und sich gut entwässern läßt. Von besonderer Wichtigkeit für solche Weidewirtschaften ist das Umbrechen und kürzere oder längere Beackern des Bodens, bevor man ihn dauernd zur Weide niederlegt, wodurch der Boden die dringend nötige Durchlüftung erfährt. In den Fällen jedoch, wo eine leichte Austrocknung der Böden zu befürchten ist, ist eine Bearbeitung und damit verbundene Änderung der Bodenstruktur mit Vorsicht durchzuführen. Weiter wird hingewiesen auf die Notwendigkeit der Kalkung, um den Boden säurefrei zu halten. Auch Düngung mit Thomasphosphatmehl erweist sich als sehr notwendig, selbst wenn der Boden bereits die (fast unlöslichen!) Eisenphosphorsäureverbindungen enthält. Als Stickstoffdüngung empfiehlt sich Stallmist, der im Gegensatz zu Mineraldünger die Erhaltung einer dicht geschlossenen Grasnarbe befördert. Mit dem Ersatz kalkhaltiger Mineraldünger muß vorsichtig verfahren werden, damit nicht der dem Gras gegenüber weniger wertvolle Klee in seinem Wachstum zu sehr gefördert wird.

Herm. Fischer.

\*

Beiträge zur regionalen Verwitterung in der Vorzeit. Von E. Blanck.  
Mitteil. d. Landwirtsch. Institute der K. Universität Breslau. 6. B. 5. Heft.  
Berlin 1913.

Der Verfasser gründet seine interessante und umfangreiche Kompilation auf die für die regionale Abgrenzung von Bodenzonen maßgebende Tatsache, daß die Bodenbildung eine Funktion des Klimas ist. Dieser Satz muß notwendigerweise auch für die Bodenbildung in geologischer Vorzeit gelten. Weiterhin liegt auf der Hand, daß die Feststellung „fossiler Böden“ auch wichtige Schlüsse auf das Klima ihrer Bildungsperiode zuläßt. So kommt der Verf. zu der wohlberechtigten Schlußfolgerung, daß rot gefärbte Böden dem humiden Gebiete zuzuweisen sind, soweit sie nicht durch Abkunft von eisenreichen Gesteinen ihre Färbung erhalten haben, bezw. daß zur Zeit ihrer Bildung ein humides Klima geherrscht haben muß. Von gleichen Gesichtspunkten geleitet hat Ramann in der neuesten Auflage seiner Bodenkunde die Roterden dem humiden Gebiete zugezählt.

Sedimente, die zunächst als Böden sich unter hoher Wärme und Feuchtigkeit gebildet und deshalb als Verwitterungsprodukte eisenhaltiger Gesteine rote Farbe angenommen haben, finden wir nach J. Walther bereits im Praealgonkium. Besonders typisch erscheinen sie im devonischen Old Red Sandstone, im obersten produktiven Karbon nach Krusch, im Rotliegenden und Buntsandstein. Weiter wären aus der Tertiärzeit die rotgefärbten Bohnerzbildungen in Spalten des weißen Juras der schwäbischen Alp, die rotgefärbten Tone im Posener Septarienton nach Jentsch und die rotgefärbten Verwitterungsprodukte tertiärer Basalte (der Ref.!) zu nennen.

Auch an Grauerden erinnernde Verwitterungsprodukte der Tertiärzeit werden von Wüst beschrieben.

Den Schwerpunkt seiner Untersuchungen, die hier auch mit neuem Analysenmaterial belegt sind, scheint der Verf. in dem Problem niederzulegen, ob rotgefärbte Sedimente in interglazialen Ablagerungen auf ein gegenüber dem heutigen Klima in gleichen Breiten wärmeres Klima der Interglazialzeit hindeuten. Viele der von Jentsch, J. van Baren, Oibrich und Gagel angeführten roten Geschiebelehme und sonstigen Verwitterungsprodukte eines angeblich feuchtwarmen Interglazials dürften sich wohl noch als Verwitterungsreste primär rotgefärbter Gesteine auf sekundärer Lagerstätte herausstellen. Günstiger für die Entscheidung des Problems scheinen lebhaft rotbraun gefärbte Lehme zu sein, die gleich den Roterden entstanden aus eisenhaltigen Kalken, und die sich zwischen den Schottern des alpinen Vergletscherungsgebietes finden und nach Blanck sowohl dem Rib-Würm-Interglazial als auch den beiden älteren Interglazialzeiten der Mindel- und Günzeiszeit zuzurechnen sind. Die vom Verf. untersuchten Proben entstammen dem Aufnahmegebiet von Blatt Gauting und Baierbrunn der geologischen Spezialkarte von Bayern, welche Blätter dem K. Geologen Dr. W. Koehne-München ihre Bearbeitung verdanken.

Herm. Fischer.

**Ultramikroskopie von Bodenauszügen.** Von S. M. Murawljansky (Warschau). *Pédologie* 1913. 2./3. S. 23—29.

Der Zweck der Arbeit ist, erstens durch ultramikroskopische Untersuchungen zu zeigen, daß unsere Bodenauszüge Pseudolösungen sind, die durch Zerstörung von Additionsprodukten entstehen, zweitens aber, mittels Vergleichung von Bauschanalysen und Analysen der Bodenauszüge mit den Resultaten der ultramikroskopischen Untersuchung klarzulegen, welche Bedeutung der organische und der anorganische Teil des Bodens für die Bildung kolloider Substanzen hat. Zur Untersuchung gelangten Tschernosemböden mit wechselndem Humusgehalt.

Die Untersuchungen ergaben, 1. daß die Bodenauszüge Pseudolösungen sind, 2. daß alkalische Auszüge einen deutlicheren Kegel und eine größere Anzahl von Submikronen liefern als die entsprechenden wässerigen Auszüge, während salzsaure Auszüge keinen Kegel geben, 3. daß die Gegenüberstellung der an wässerigen und ammoniakalischen Lösungen gewonnenen analytischen Daten die Möglichkeit gibt anzunehmen, daß die Bodensalze auf Kosten der Zerstäubung von Additionsprodukten gebildet werden; das harmoniert mit den Versuchen von Gedroiz, welche ergaben, daß die Bodenkolloide hauptsächlich zu den organischen Stoffen gehören.

Schuch t.

\*

**Grundzüge der Pflanzenernährungslehre und Düngerlehre.** I. Teil.

**Grundzüge der Bodenlehre.** Von Dr. Wilh. Kleberger, Privatdozent a. d. Univ. Gießen. Hannover 1914, Verlag M. & H. Schaper. 354 S.

Die Grundzüge der Bodenlehre sind in diesem Buche in leichtverständlicher, dabei streng wissenschaftlicher Weise behandelt. Der Verfasser hat aus der großen Zahl der vorliegenden Forschungen dasjenige auszuwählen vermocht, was der eigentlichen Wissenschaft dient und in der geeignetsten Weise belehrend wirkt. Die beiden Hauptteile des Buches behandeln den Boden als Standort der Pflanzen und als Faktor der Pflanzenernährung. Im ersten Teile werden der natürliche Zerfall und die Zersetzung der Gesteine, Verwitterung und Entstehung des Bodens, der Bau des Bodenkörpers und seine physikalischen Eigenschaften, im zweiten Teile der Gehalt des Bodens an Pflanzennährstoffen, seine chemische Zusammensetzung, die Einwirkung der Pflanzen auf den Boden und endlich die Bodenklassifikation und Bewertung des Bodens besprochen. Die knappe Form, die übersichtliche Anordnung und ein Zusammenfassen alles dessen, was dem heutigen Stande der Wissenschaft auf dem Gebiete der Bodenlehre entspricht, rechtfertigen es, wenn das Buch Studierenden und Praktikern der Land- und Forstwirtschaft, Kulturtechnik etc. aufs beste empfohlen werden kann.

Schuch t.

\*

**Zur Frage über die chemische Zusammensetzung der Böden.** Von W. Vernadsky. *La Pédologie*. 1913. Heft 2/3. S. 1—23.

Verfasser weist im ersten Abschnitt auf die Notwendigkeit der Analyse der Bodengase hin. „Ein seiner Gase entkleideter Boden ist kein Boden“,

denn bei allen Vorgängen der Oxydation, Reduktion, Hydratbildung etc. sind Gase oder ihre Lösungen beteiligt. Außer von den meteorologischen Faktoren sind die Bodengase in ihrer chemischen Aktivität abhängig von biochemischen Faktoren; diese üben einen Einfluß fast auf alle chemischen Reaktionen im Boden aus. Für die chemischen Umsetzungen, die sich in den Organismen abspielen, sind die Gase ganz besonders bezeichnend, sodaß wir statt der biochemischen Prozesse ebensogut die Gase nennen können, welche den Boden durchdringen, in ihm entstehen und von ihm festgehalten werden.

Verfasser legt dar, daß die Böden „das Gebiet der Gasemanation der Erdrinde“ sind, das Medium, in dem sich der Kreislauf des Stickstoffs abspielt, in dem ferner Sauerstoff, Kohlensäure, wohl auch Wasserstoff und Methan fortwährend bei biochemischen Prozessen ausgeschieden bzw. aufgenommen werden, und daß wir den Verlauf all der biochemischen Vorgänge heute durchaus noch nicht klar übersehen. So erscheint denn eine analytische Bearbeitung der Bodengase zeitgemäß und wartet der Inangriffnahme.

Im 2. Abschnitt seiner Arbeit berichtet Vernadsky über die Begleiter des Kaliums im Boden, Rubidium, Caesium, Thallium. Von diesen ist das Rubidium durchaus nicht immer in so geringen Mengen vorhanden, daß es bei der Bestimmung des Kalis vernachlässigt werden dürfte. Rubidium ist in der Natur sehr verbreitet; im Meerwasser finden sich 0,001 %, in verschiedenen Seewässern bis 0,3 %  $RbCl$ , in Alumosilikaten (Glimmern und Feldspaten) oft bis 2—3 %  $Rb_2O$ . In manchen Feldspaten bestehen über 23 % des für  $K_2O$  gehaltenen Stoffes aus  $Rb_2O$ . Rubidium findet sich auch in der Pflanzenasche, in besonders großer Menge bei der Zuckerrübe; es ist also bei den im Boden verlaufenden Reaktionen durchaus nicht unbeteiligt. Es wird Aufgabe weiterer Untersuchungen sein müssen, festzustellen, in welcher Weise Rubidium an den Vorgängen der Verwitterung teilnimmt und ob es bei der Pflanzenernährung irgend eine Rolle spielt. Der Bodenkundler soll daher sein Augenmerk auf das abgetrennte Kalium richten und eine Probe auf Rubidium vornehmen. Schuch t.

## Bücher- und Zeitschriftenschau.

ABOUTKOFF, L., Rapport prélim. sur les recherches pédologiques dans les distr. de Smolensk et Krassny. Vgl. Pédologie, 1913. H. 1. S. 87.

\*

ALBERT, R., Bodenuntersuchungen im Gebiete der Lüneburger Heide. IV. Ztschr. Forstw. 44. 1912. S. 11—72.

\*

ANDRÉ, G., Chimie agricole: Chimie du Sol. Paris 1913. 556 S.

\*

ANGELIS D'OSSAT, G. de, Applicazioni della geologia. X. Sull' emendamento di un terreno agrario presso Roma. Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, Classe di scienze fisiche etc. XXII. 1913 S. 246—252.

\*

—, Applicazioni della geologia, XI. Vegetazione e terreno agrario. Ibidem XXII. 1913. S. 876—878.

\*

—, Applicazioni della geologia. XII. Pioggia fuorie e sotto la foresta. Estratto dal Bolletino della Società degli Agricoltori Italiani. XVIII. 1913. Rom. S. 1—3.

\*

AUERBACH, F., Über die kohlen-sauren Kalk angreifende Kohlensäure der natürlichen Wässer. „Gesundheits-Ing.“ München, 35. 1912. S. 869 bis 871.

\*

AYRTON, H., Rippen in Sand und Schnee. Proceed. of the Royal Soc. 84. 1912. Referat im Jahrb. d. Naturw. 27. 1911/12.

\*

BASSALIK, K., Über Silikatzer-setzung durch Bodenbakterien. 1. Mitt. Ztschr. f. Gährungsphys. 2. 1912. S. 1—32.

\*

BAUER, J., Über das atmosphärische Ozon. Met. Zs. Braunschweig. 29. 1912. S. 372—378.

\*

Beckenhaupt, C., Witterung, Erdoberfläche und Leben, ihr Ineinander-  
greifen und ihre astronomischen Ursprünge und Regulatoren. — Hum-  
boldt-Akademie, H. 7. 1912. 104 S.

\*

Benecke, W., Bau und Leben der Bakterien. Leipzig. 1912.

\*

Beyer, O., Alaun und Gips als Mineralienbildungen und als Ursachen  
der chemischen Verwitterung in den Quadersandsteinen des sächsischen  
Kreidegebietes. Zsch. D. G. G. 63. 1912. S. 429 f.

\*

—, Alaun und Gips in den Quadersandsteinen Sachsens und ihre Bedeu-  
tung für die Verwitterung. — „Über Berg und Tal.“ Dresden 35. 1912.  
S. 133—138, 143—148.

\*

Bingham, H., The National Geographic Magazine. April 1913. In the  
wonderland of Peru. The work accomplished by the Peruvian Expe-  
dition of 1912. Under the auspices of Yale University and the National  
Geographic Society. With 244 Illustrations. Published by the National  
Geograph. Society, Hubbard Memorial Hall. Washington, D. C. Volume  
XXIV.

\*

Blanck, E., Beiträge zur Kenntnis der chemischen und physikalischen  
Beschaffenheit der Roterden. Journ. f. Landw. 60. 1912. S. 59.

\*

Bornemann, F., Die Beurteilung der Bodenstruktur auf experimenteller  
Grundlage. Mitt. d. D. L. G. 1912. S. 677—678.

\*

Brendler, W., Mineraliensammlungen. Ein Hilfsbuch f. Anlage etc. e.  
Mineral.-Samml. Tl. 2. Leipzig 1912. 700 S.

\*

Carron, E., Bestimmung des Kalkes in Gegenwart von Magnesia. Ann.  
chim. anal. appl. 17. 1912. S. 127—129. Ref. Düsterbehn. Chem. C.-Bl.  
83. 1912. S. 1927.

\*

Church, J., Das Verhältnis des Waldes und des Gebirges zur Erhaltung  
des Schnees. Meteorol. Ztschr. 30. 1913. S. 1—10. 9 Fig. 2 Taf.

\*

Clausen, Zur Frage der sogen. Reizstoffe im Boden. Deutsch. Landw.  
Presse 40. 1913. S. 205.

\*

Coninck, O. de, Action physique de quelques agents neutres sur les  
phosphates alcalino-terrieux tribasiques. Contribution à l'étude de l'état  
colloidal. Rev. génér. de chim. pure et appl. Paris 1912. 15.

\*

- Day, P., The winds of the United States and their economic uses. Weather Bur. U. S. Dep. of Agric. Washington 1912.  
\*
- Dittrich, M., Über Bestimmung kleiner Mengen von Mangan und Chrom in Mineralien und Gesteinen. Zs. anorg. Chem. 80. 1313. S. 171—173.  
\*
- Dumont, R., Les sols humides. Paris 1912.  
\*
- Eckardt, W., Klima und Leben. (Bioklimatologie.) Berlin u. Leipzig. 1912. 84 S.  
\*
- Eichinger, A., Salzbusch. — Der Pflanzler, 7. 1911. S. 387—397.  
\*
- Einecke, A., Nordamerikanische Marschstudien über See- und Flußmarschen. Mitt. d. D. L. G. 1912. Nr. 39. S. 550—552.  
\*
- Elliott, L., Chemical Constituents of „Moorlog“. The Naturalist. London 1912. Nr. 668.  
\*
- Emeis, W., Bleichsand und Ortstein. Vereinsl. d. Heidekultur-Ver. 1912. S. 79—87.  
\*
- Engels, O., Die Wirkung einiger Lösungsmittel auf die im Boden enthaltenen Pflanzennährstoffe: Phosphorsäure, Kali und Kalk im ursprünglichen und absorptiv gebundenen Zustände. Ein Beitrag zur Methode der chemischen Bodenuntersuchung. Landwirtsch. Versuchsstat. 77. 1912. S. 269.  
\*
- Fach, Br., Chemische Untersuchungen über Roterden und Bohnerztonen. Diss. Freiburg i. Br. 1908.  
\*
- Felsingner, L., Neue Forschungen über den Stickstoff-Haushalt des Ackerbodens. Wien. Landw. Ztg. 62. 1912.  
\*
- Fowler, J. and Marriott, W., Our weather. London. 1911. 132 S. Sketch-maps, Illustr., Diagr.  
\*
- Frosterus, B., Jordmanernas uppkomst och egenskaper. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja. Helsingfors 1912. No. 4.  
\*
- Gallenkamp, W., Verdunstungsmessungen in München. Sommer 1912. München 1912. Beob. d. Meteor. Stat. Kgr. Bayern. 34. 1912.  
\*
- Gedroiz, K., Die Kolloidchemie in Fragen der Bodenkunde. Vgl. Pédologie. 1913. 2/3. S. 99.  
\*

Gebbing, J., Chemische Untersuchungen von Meeresboden, Meerwasser und Luftproben der Deutschen Südpol-Expedition 1901—1903, gesammelt v. H. Gazert u. E. Philippi. — D. Südp.-Exp. VII. 2. S. 75—234. Berlin 1909. Ref. in N. Jahrb. f. Min. 1912. I. S. 58.

\*

Gregory, J., The terms „denudation“, „erosion“, „corrosion“ and „corrasion“. — The Geogr. J. 37. S. 189—195.

\*

Gleissner, M. J., Über rezente Bodenver kittungen durch Mangan bezw. Kalk. Dissertation d. Gr. Techn. Hschule. Karlsruhe 1913. (Bodenk. Labor. d. Forstl. Abteilung.)

\*

Glöckner, F., Inkohlung und Kaolinisierung. „Braunkohle“. 11. 1912. S. 225—226.

\*

Gordon, C., Geology and underground Waters of northeastern Texas. U. S. Geol. Surv. Ref. J. Nickles, Geol. C.-Bl. 17. 1912. S. 222.

\*

Grave, V., Einführung in die Biochemie. Leipzig 1913.

\*

Häberle, Über die netz- und gitterartige Verwitterung des pfälzischen Hauptbuntsandsteins. Pfälz. Heimatkunde, Kaiserslautern. 1912. S. 118 bis 121.

\*

Haglund, E., Die Brandtheorie. Mitt. d. Balt. Moorvers. 2. 1912. S. 64.

\*

Halbfass, W., Neuere Versuche, die Verdunstung von Wasserflächen zu messen, insbesondere von Seen. Beitr. Geophys. 12. 1913. Kl. Mitt. S. 122—134.

\*

Hasenbäumer, J., Die Heiden im Gebiete des Goorbaches. (Die Heideböden Westfalens, Nr. 7). Protok. d. Centr.-Moor-Komm. 69. 1912. S. 37—74.

\*

—, Die Heiden im Gebiete der Dreyerwälder. Ibbenbürener u. Hopstener Aa. Ebenda. S. 55—75.

\*

Helbig, M., Über Ortstein im Gebiete des Granites. Naturw. Ztschr. f. F. u. L. 7. 1909. S. 1—8.

\*

—, Zur Entstehung des Ortsteins. Ebenda, S. 81—86.

\*

Hertwig, O., Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Jena 1911. 787 S.

\*

- Hesselink von Suchtelen, F., Methode zur Gewinnung der natürl. Bodenlösung. Vorl. Mitt. J. f. Landw. 60. 1912. S. 369—370.  
\*
- Hiltner, L., Über die Einführung eines phönologischen Beobachtungsdienstes in Bayern. Prakt. Bl. Pflanzenbau, 10. 1912. S. 20—23.  
\*
- Hissink, D., Einige Bemerkungen zu E. Blancks Arbeit: Beiträge zur Kenntnis der chem. u. phys. Beschaffenheit der Roterden. Journ. f. Landw. 1912. S. 237—241.  
\*
- Höfer, H., Grundwasser u. Quellen; eine Hydrogeologie des Untergrundes. Braunsch. 1912. 135 S. 51 Abb.  
\*
- Hoffmann, H., Von phänologischen Aufzeichnungsmethoden. Mitt. Bot. Ges. 3. München. S. 6—8.  
\*
- Hughes, F. and Aladgem, R., The Concentration of Phosphoric Acid in the Soil in the Neighbourhood of old Centres of Population. The Agric. Journ. of Egypt. Cairo 1912. Nr. 1.  
\*
- Huizinga, A., Die Bestimmung von Nitrat- und Nitritstickstoff in Drainage- und Regenwasser nach der Methode von Schlösing. Chem. Weekblad 8. 1911. S. 882—835. Zeitschr. f. Analyt. Chem. 51. S. 273—291.  
\*
- Hutchinson, H. and Miller, N., The direct assimilation of inorganic and organic forms of Nitrogen by higher plants. C.-Bl. Bakt. II. 30. 1911. S. 513—547. 12 Taf.  
\*
- Jaczewski, L., Kritische Übersicht der Materialien zur Erforschung der physisch-chemischen Natur der Wasserquellen. Mitt. a. d. Jahrb. d. Kgl. Ung. Reichsanstalt. 19. 1911. 1. 54 S. 8 Fig.  
\*
- Jarilow, A., Der erste deutsche Agronom über den Boden. Pédologie, 1913. H. 1 S. 27—34.  
\*
- , Der Tschernosjom Lomonossow's. Vgl. Referat, Pédologie. 1913. H. 1, S. 78.  
\*
- , Berendt oder Dokutschaew? Vgl. Pédologie 1913. 2/3. S. 71.  
\*
- Kaul, H., Geologisch-chemische Studien über die Ton- und Lehmvorkommen um Nürnberg. Diss. Erlangen 1900.  
\*

ürl.  
Keilhack, K., Grundwasserstudien, V. Der Einfluß des trockenen Sommers 1911 auf die Grundwasserbewegung in den Jahren 1911 und 1912. Zeitschr. f. prakt. Geol. 21. 1913. S. 29—41.

\*

igs-  
Keller, B., Die Natur Patagoniens und Feuerlands, mit bes. Berücks. der Andinen-Seite. Diss. Bonn. 1911. 99 S.

\*

zur  
f.  
Kienast, Klima, Wetter, Wetterbeobachtung, Wetterdienst und Wetterkarte. Königsberg i. Pr. 1912. 28 S.

\*

des.  
Kispatić, M., Bauxite des kroatischen Karstes und ihre Entstehung. N. Jahrb. f. Mineral. Beilage. 34. 1912. S. 513.

\*

Bot.  
Koch, A., Die Pflanzennährstoffe des Bodens unter dem Einfluß der Bakterien. Vortrag. Zeitschrift Kali. 1912.

\*

oric  
ion.  
—, Die Trockenheit des vorigen Jahres und der Nährstoffgehalt der Ackerkrume. Hann. Land- u. Forstw. Ztg. 1912.

\*

in  
em.  
291.  
Koehne, W., Münichsdorfer, F. und Gagel, K., Das Staatsgut der Kgl. Bayr. Akademie Weihenstephan bei Freising. Geognost. Jahrb. 25. 1912. 109 S. Mit 2 geolog.-bodenk. Karten 1 : 5000 u. 1 : 1000, Bohrkarte 1 : 5000 u. 1 Profilkarte.

\*

unic  
30.  
Königsberger, J., Paragenesis der natürlichen Kohlensäuremineralien. Handb. d. Mineralien. Bd. 2, 1. Dresden 1912. S. 25—61.

\*

ung  
rb.  
Kosmann, Die Kalziumsilikate der Kalksandsteine. Ber. Ver. Kalksandsteinfabr. 12. Bln. 1912. S. 37—53.

\*

gie,  
Kossowicz, A., Agrikulturmykologie. I. Bodenbakteriologie, Berlin 1912.

\*

l. 1.  
Kramer, H., Die Bakteriologie in ihrer Anwendung auf die Landwirtschaft. Leipzig.

\*

Krapiwin, S., Ein einfaches Verfahren zur Ammoniakbestimmung in Abwasser und Drainagewasser. Zeitschr. f. anal. Chem. 52. 1913. S. 198 bis 199.

\*

vor-  
Kryz, F., Über die Wirkung eines graphithaltigen Bodens auf darin keimende und wachsende Pflanzen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 23. 1913. S. 92.

\*

Kühn, J. u. Golf, R., Neunjährige Untersuchungen über den Einfluß hohen Grundwasserstandes auf die Kulturpflanzen. Ber. a. d. physiol. Labor. u. d. Versuchsst. d. Landw. Inst. Halle. 4. 1912. S. 113.

\*

Kurilow, W., Über die Natur der Pseudolösungen. Zeitschr. f. anorgan. Chem. 79. 1912. S. 88—96.

\*

Lathrop, E., Guanine from a heated Soil. The Journ. of the Am. Chem. Soc. Easton Pa, 1912. No. 12.

\*

Leavitt, Sh., Studien über Humus. Journ. of Ind. and Eng. Chem. 4. 1912. S. 601.

\*

Lenz, R., Chemische Untersuchungen über Laterit. Diss. Freiburg i. B. 1908.

\*

Lemmermann, O., Zur Frage der Ermittlung des Düngungsbedürfnisses der Böden mit Hilfe der chemischen Bodenanalyse. Mitt. d. Agrikult.-chem. Versuchsst., Berlin. Institut f. Versuchswesen u. Bakteriologie d. Kgl. Landw. Hochsch. — Landw. Versuchsst. 1913. S. 345—358.

\*

Liechthli, P. u. Ritter, E., Zur Frage der Ammoniakverdunstung aus dem Erdboden. Fühl. landw. Ztg. 61. 1912. S. 83—109.

\*

Lieske, R., Untersuchungen über die Physiologie denitrifizierender Schwefelbakterien. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. math.-nat. Kl. Heidelberg. Abh. 6, 1912. S. 1—28.

\*

Liesegang, R., Wachsende Kieselsäuregele. Ztschr. Koll. Dresden 10. 1912. S. 273—275.

\*

Linck, G., Kreislaufvorgänge in der Erdgeschichte. Jena 1912

\*

Lipman, Ch. and Scharp, L., Toxic Effects of „Alkali Salts“ in Soil on Soil Bakteria. III. Nitrogen Fixation. C.-Bl. Bakt. II. 35, 1912. S. 647—655.

\*

Löhnis, F., Ziele und Wege der bakteriologischen Bodenforschung. Landw. Jahrb. 42. 1912. S. 751—765.

\*

Lorié, J., Eene belangrijke dissertatie over de Samenstelling van duin water. Tyds. Kon. Ned. Aadr. Genoots. 1913. S. 1—7.

\*

Lorenz, R., Über den osmotischen Druck unter Berücksichtigung der biologischen Erscheinungen. Jahresber. Physik. Ver. Frankfurt a. M. 1910—1911. (1912.) S. 61—63.

\*

Lotz, H., Die Verwitterung einiger gesteinsbildender Mineralien unter dem Einfluß von schwefliger Säure. — Ber. d. Oberh. Ges. f. Nat. u. Heilk. zu Gießen. N. F. Nat. Abt. 1910—11. S. 70—108. 1 Taf.

\*

Luedecke, Das Verhältnis zwischen der Menge des Niederschlages und des Sickerwassers nach englischen Versuchen. „Kulturtechniker“. 1912. Nr. 2.

Malpeaux, L. u. Lefort, G., La circulation des nitrates des le sol. Ann. de la Sc. agronom. 29. 1912. S. 241—258.

\*

Marc, R., Über die Bedeutung der Kolloidchemie f. d. Mineralogie. Fortschr. d. Mineral. etc. III. 1912. 11.

\*

Mercier, W., An effective Method preventing the Erosion of Hill Lands.

\*

Merzbacher, G., Die Frage der Entstehung des Lösses. Peterm. Mitt. 59. 1913. S. 16—18.

\*

Meyer, R., Über den Einfluß des Waldes auf das Klima. Korr.-Bl. Nat. Ver. Riga. 55. 19. Sitz.-Ber. 1912.

\*

—, Die klimatische Bedeutung unserer Wälder. — Balt. Woch. 1912. Nr. 7.

\*

Migula, W., Biochemie der Pflanzen. Jena 1912.

\*

—, Über die Tätigkeit der Bakterien im Waldboden. Forstw. Centralbl. 35. 1913. S. 161—169.

\*

Müller, W. und Koenigsberger, T., Über die Bildung von Silikatmineralien aus wässriger Lösung bei höherer Temperatur. Zs. ang. Chem. 25. 1912. S. 1273—1277.

\*

Murawljansky, S., Ultramikroskopie von Bodenausziügen. Pédologie, 1913. Nr. 23. S. 23—29.

\*

Naegler, W., Temperaturbeobachtungen der Bodenoberfläche auf Brache, Grasland und unter Feldfrüchten. — Sächs. Landw. Zs. 60. 1912. S. 658—659.

\*

- Néoustrouïeff, S., Sur les sols des déserts pierreux du Turkestan. *Pédologie*, 1913. 1. S. 1—24.  
\*
- Nottin, P., Etude agrolique du manganèse. C. R. Ac. Sc. 155. Paris 1912. S. 1167.  
\*
- Oppokoff, E., Régime des eaux souterraines dans le rayon de Polessié. *Av. diagr. Pédologie*, 1913. Nr. 23. S. 29—59.  
\*
- Palmer, Ch., The geochemical interpretation of water analyses. U. S. Geol. Surv. Bull. 479. Wash. 1911. (Ref. H. Stabler in *Geolog. Cbl.* 17. 1912. S. 304.  
\*
- Penck, A., Die Formen der Landoberfläche und Verschiebungen der Klimagürtel. *Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Bln.* 1913. S. 77—97.  
\*
- Petits, A., Les propriétés physiques du sol. Paris 1912.  
\*
- Pfeiffer, Th. u. Blanck, E., Die Bedeutung des Analysenfehlers bei der Entscheidung von Fragen über den Stickstoffhaushalt des Ackerbodens. *Landw. Vers.-Stat.* 78. 1912. S. 367—374.  
\*
- Pfeiffer, Th. u. Blanck, E., Beitrag zur Frage über die Wirkung des Mangans auf den Pflanzenwuchs. *Landw. Vers.-Stat.* 77. 1912. S. 33.  
\*
- Pouget u. Schuschak, Der Einfluß der Konzentration der Nährlösungen auf ihre Absorption durch die Pflanze. Vgl. *Pédologie*, 1913. 2/3. S. 97.  
\*
- Puchner, H., Die Beurteilung der Bodenstruktur auf experimenteller Grundlage. Eine Entgegnung. *Mitt. d. D. L. G.* 1912. S. 665—668.  
\*
- Reiser, Die Bedeutung des Klimas in Beziehung auf die Landwirtschaft. *Hannov. landw. Ztg.* 65. 1912. S. 923—926.  
\*
- Ringelmann, M., Des alluvions. — *Journ. d'Agric. prat.* 35. aor. 1912. Nr. 17.  
\*
- Ritter, Die gegenseitige Vermischung von Hochmoorerde und mineralischem Boden und ihre eventuelle praktische Bedeutung, insbesondere f. d. Kultivierung von Hochmoorflächen. *Mitt. d. D. L. G.* 29. 1912. S. 422.  
\*

- urkestan. Rohland, P., Über den Tongeruch. II. Mitt. Zeitschr. f. phys. Chemie. 81. 1912. S. 200—201. \*
5. Paris Sarasin, P., Über Weltnaturschutz. Verh. Intern. Zool. Kongr. Jena. 8. 1912. S. 240—256. \*
- Polessié. Samojloff, Über die mineralogische Bedeutung der Vegetationsversuche. Zentrbl. Mineral. 1910. S. 257. \*
- s. U. S. Salmojrighi, Fr., Di alcuni saggi di fondo dei nostri mari. — Rend. Cbl. 17. R. Ist. Scm. di Sc. e Lett. 42. 1909. Refer. in N. Jahrb. f. Min. 1912. I. S. 58. \*
- gen der Schade, F., Pflanzenökologische Studien an den Felswänden der Sächsischen Schweiz. Bot. Jahrb. 48. 1912. S. 119—210. Illustr. 1 Taf. \*
- Schar dt, H., Sur des cristallisations de calcite dans les eaux souterraines. Bull. Soc. neuch. des Sc. nat. 37. 1910. S. 158—170. Ref. Ch. Sarasin, Geolog. Zentralbl. 17. 1912. S. 164. \*
- hlers bei Scheilhaase, Erzeugung künstlichen Grundwassers aus Mainwasser. s. Acker- Geol. Rdsch. 3. 1912. S. 131—137. \*
- Wirkung Schering, H. G., Chemische Untersuchungen über Löß und Lehm. Diss. 12. S. 33. Freiburg i. B. 1909. \*
- er Nähr- Schmauss, A., Unsere Alpen und ihr Einfluß auf das Wetter und die gie, 1913. Wetterprognose. Bayer. Ind. Bl. 1912. S. 151—154. \*
- , Klimatologische und phänologische Karten. „Wetter“. 29. 1912. S. 88. \*
- imenteller Schneider, A., Der Einfluß der klimatischen Lage auf den Landwirtschaftsbetrieb in Deutschland. Landw. Hefte v. H. Kiessling. H. 1. -668. Berlin 1912. 28 S. \*
- irtschaft. Scholz, J., Zur Steppenfrage im nordöstlichen Deutschland. Bot. Jahrb. 46. 1912. S. 598—611. \*
- tor. 1912. Schreiner, O., Organische Bodenbestandteile und ihre Beziehungen zur Bodenfruchtbarkeit. Vortrag a. d. VIII. Intern. Kongr. f. angew. Chem. Chem. Ztg. 36. 1912. S. 1079. \*
- minerali- Schreiner, O. und Brown, B., Occurence and nature of carbonized sondere f. material in soils. U. S. Dep. of Agric. Bur. of Soils. Bul. 90. 2. S. 422. \*

Schreiner, O. und Lathrop, E., The chemictry of Steamheated Soils. U.S. Dep. of Agr. Bur. of Soils. Bul. 89.

\*

Schreiner, O. u. Skinner, J. J., Nitrogenous soil constituents and their bearing on soil fertility. U.S. Dep. of Agric. Bur. of Soils Bul. 87.

\*

Schröder, P., Karte der Häufigkeit der Schwankungen um den Frostpunkt. Peterm. Mitt. 58. 1912. S. 266—269. 1 K.

\*

Shorey, E., Some organic soils constituents. U.S. Dep. of Agric. Bur. of soils. Bul. 88.

\*

Sigmond, J., Einige Beziehungen zwischen Wald und Wasser. Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen. Wien. 1912. Nr. 2.

Simpson, E., Notes on Laterite in Western Australia. Geol. Magaz. 9. 1912. Nr. 579. S. 399—406.

\*

Smirnof, W., Über einige Experimentalerfahrungen auf dem Gebiete der Podsolbildung. Vgl. Pédologie. 1813. 2/3. S. 114.

\*

Sölch, J., Die Bezeichnung der exogenen Kräfte. Geogr. Anz. 13. 1912. S. 100 f.

\*

Solger, F., Die schützende Rolle des Meer- und Flußwassers bei der Abtragung. Geogr. Anzeiger. Gotha 13. 1912. S. 225—226. 1 Taf.

Sornay, P., Die Löslichkeit des in Böden enthaltenen Mangans. Zs. d. Ver. D. Zuck.-Ind. 63. 1913. Techn. Tl. S. 49—53.

\*

Spann, A., Leitfaden der Agrikulturchemie. Hannover 1912.

\*

Sperlich, A., Über Salztoleranz bzw. Halophilie von Bakterien der Luft, der Erde und des Wassers. C.-Bl. Bakt. II. 34. 1912. S. 406. Ref. G. Bredemann, Bot. C.-Bl. 120. 1912. S. 501—502.

\*

Stahl, A., Deutschlands Kaolinlagerstätten und ihre Entstehung. Sprechsaal. 46. 1913. S. 95—97.

\*

Staikoff, St., Geographische Breite gleicher Temperatur einer Wasser- und Landhemisphäre. Met. Zs. 29. 1912. S. 353—355.

Stentzel, A., Die Austrocknung der Kontinente. Astr. Korr. 7. 1913. S. 31—34.

\*

- Soils. Stewart, R., The intensity of nitrification in arid soils. Zentralbl. f. Bakt. II. 36. 1913. S. 477—490. \*
- and Bul. Stoklasa, J., Der Einfluß der Radioaktivität auf die Entwicklung des Pflanzenorganismus. Umschau, 16. 1912. S. 1091—93. \*
- rost- Stremme, H., Über Landklima- und Seeklimahochmoore. Pédologie. 1913. 2/3. S. 59—69. \*
- Bur. —, Die Chemie des Kaolins. Sammelbericht. Fortschr. Min. Jena. 2. 1912. S. 87—128. \*
- tral- Stuhr, Fr., Die geschichtliche und landeskundliche Literatur Mecklenburgs. 1909—1912. Schwerin, Jahresber. Ver. Meckl. Gesch. 77. 1912. S. 30—78. \*
- z. 9. Süchting, H., Kritische Betrachtungen über Humussäuren, Humus und Humusböden. Fühl. landw. Ztg. 1912. S. 465—487. \*
- der Suhr, J., Die norddeutsche Heide, ihre Entstehung und Veränderung. Verh. Nat. Ver. Hambg. 18. 1910 S. LXXXIII. \*
912. Sullivan, M. and Reid, F., Studies in soil catalysis. U. S. Dep. of Agric. Bur. of Soils. Bul. Nr. 86. \*
- der Tacke, Br., Bemerkungen zu der Abhandlung „Krit. Betrachtungen über Humussäuren etc. v. H. Süchting“. Fühl. landw. Ztg. 1912. 1. Sept. \*
- . d. —, Die Entnahme von Moorproben. Mitt. Ver. Moork. 29. 1911. S. 475—491. \*
- der Tanfiliew, G., Ein neuer Torfbohrer. Mit Abb. Pédologie- 1913. H. 1. S. 21—27. \*
406. Thiem, G., Einfluß des Gefälles, der Korngröße und der Lagerung auf die Wasserdurchlässigkeit der Geschiebe. „Wasser“. 9. 1913. S. 137—139. \*
- ech- Thoulet, J., Analyse d'une poussière éolienne de Monaco et considérations générales relatives à l'influence de la déflation sur la constitution lithologique du sol océanique. — Ann. de l'Inst. Océanogr. de Monaco. 3, 2. p. 1—8. \*
- ser- Tillmanns, J. u. Heublein, O., Über die kohlen saure Kalk angreifende Kohlensäure der natürlichen Wässer. „Gesundheits-Ing.“ München, 35. 1912. S. 669—677. \*

Tučan, F., Zur Bauxitfrage. C.-Bl. f. Mineral. 1913. S. 65.

\*

Tumin, G., Übersicht des allgemeinen Charakters der Morphologie der Böden nach Zonen und ihre Veränderungen. Vgl. Pédologie. 1913. 2/3. S. 88 f.

\*

Vernadsky, W., Zur Frage über die chemische Zusammensetzung der Böden. Pédologie 1913. 2/3. S. 1—23.

\*

Villard, R. E., Soil Textures and Dry-Farming Problems. „Dry-Farming“ Alberta, Canada. 1912. Nr. 1.

\*

Vogel, J., Neuere Ergebnisse der Bodenbakteriologie. Jahresber. d. Ver. f. angew. Botan. 9. 1913.

\*

Voller, A., Das Grundwasser in Hamburg. Mit Berücksichtigung der Luftfeuchtigkeit, der Lufttemperatur, der Niederschlagsmengen und der Flußwasserstände. Hbg. 1912.

\*

Vorländer, D. u. Strube, W., Die Einwirkung von Kohlensäure auf Alkalien und alkalische Erden, eine Zeitreaktion. Ber. d. Chem. Ges. 46. Bln. 1913. S. 172—181.

\*

Wallenbock, R., Die klimatischen Unterschiede auf Nord- und Südlehnen in ihrer Beziehung zum Wassergehalte des mit Altholz bestandenen oder abgestockten Waldbodens. — Mei. Zsch. 29. 1912. S. 164. bis 166.

\*

Weber, G., Die Einwirkung der Kälte auf die Mikroorganismen und ihre Tätigkeit im Boden. Dissertation. Bonn. (Halle). 1912. 89 S.

\*

Weberhauer, A., Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden. — Die Veget. d. Erde. XII. Leipz. 1911. 355 S. 70 Abb. 65 Textf.

\*

Ween, van der, Bijdrage tot de Kennis der chemische samenstelling van duin water in verband met de geomineralogische gesteldheid van den Bodem. 1912. 157 S. 26 Phot.

\*

Werth, E., Die äußersten Jugendmoränen in Norddeutschland und ihre Beziehungen zur Nordgrenze und zum Alter des Löß. Zs. Gletscherk. 6. 1912. S. 250—277.

\*

Werling, P., Chemische Untersuchungen über den Löß der Pampasformation Argentinien. Diss. Freiburg i. Br. 1911.

\*

Wiegener, G., Kolloidchemie u. Agrikulturchemie. Fühl. Landw. Ztg.  
62. 1913. S. 1—22.

\*

—, Die Festlegung des Stickstoffs durch sog. Zeolithe. Journ. f. Landw. 61.  
1913. S. 11—56. 2 Taf.

\*

Woodward, H. B., The geology of soils and substrata, with special  
reference to agriculture, estates and sanitation. London. 1912. 366 S.

\*

Wülfing, E. A., Untersuchung des bunten Mergels der Keuperformation etc.  
Jahresber. d. Ver. Vaterl. Naturk. in Württemberg. 56. 1900. 1.

\*

Wunstorf, W., Der Aufbau und die geologische Geschichte des Nieder-  
rheinischen Tieflandes. Krefeld, Jahresber. Nat. Ver. 1911/12. 1912.  
S. 50—55.