

## Die Salzböden und die Alkaliböden in den Niederlanden.

Von Dir. Dr. D. J. Hissink.

Aus dem Bodenkundlichen Institut Groningen.

Der Präsident der Alkalisubkommission, Prof. Dr. A. A. J. von 'Sigmond, hat den Wunsch geäußert, in den Verhandlungen dieser Kommission auch eine Arbeit über die Salzböden und die Alkaliböden der niederländischen Küstengebiete zu veröffentlichen. Da nun gerade in den letzten Jahren einige Arbeiten über dieses Thema veröffentlicht wurden,<sup>1</sup> so kann ich mich hier, unter Hinweisung auf diese Arbeiten, kurz fassen.

An jenen Stellen der Küste, welche gegen starken Wellenschlag geschützt liegen, findet in salzigem Wasser Ablagerung von Schlick statt, welcher das Material für die so äusserst fruchtbaren niederländischen Polderböden bildet. In der Nähe der Küste wird der Boden durch neue Schlickablagerung fortwährend erhöht, so dass er schliesslich nicht mehr täglich von dem Meereswasser überschwemmt wird. In dem humiden Klima der Niederlande findet nun sofort eine teilweise Auswaschung der Salze des Seewassers statt, so dass eine üppige Vegetation von Gras (*Glyceria maritima* u. s. w.) möglich wird. Diese mit Gras bewachsenen Teile der Aussendeichböden tragen den Namen „Kwelder“ (Queller, Groden). Der „Kwelder“ bildet also gewissermassen die äusserste Zone der eigentlichen Landvegetation.

Der Salzgehalt des Kwelderbodens hängt vom Salzgehalt des Meereswassers und der Höhe des Kwelderbodens ab. In der Oberkrume (0—12,5 cm) des Dollart-Kwelderbodens wurden 4 g Kochsalz (NaCl) im Liter Bodenwasser gefunden, in der Unterkrume (12,5—25 cm) 11,2 g NaCl pro Liter Bodenwasser. Der Kochsalzgehalt des Wassers im Kweldergraben betrug ungefähr 7,5 bis 8,5 g im Liter.

Nach der Eindeichung geht die Entsalzung des jungen Polderbodens — bei guter Abwässerung — sehr rasch vonstatten, so dass der junge Polderboden sofort nach der Eindeichung eingesät werden kann und schon ein Jahr später reiche Ernte gibt. Am 20. April 1923, also drei Jahre nach der Eindeichung, wurden in den oberen Schichten (bis zu 100 cm Tiefe) des jüngsten Dollartpolders, des Carel Coenraadpolders, die folgenden C-Zahlen (g NaCl im Liter Bodenwasser) gefunden: 0—0,8—1,4—3,1.

Die rasche Auswaschung der Salze wird — bei einem guten System der Abwässerung — in hohem Masse durch die grosse Durchlässigkeit des jungen Polderbodens gefördert. Schon die Kwelderböden besitzen eine sehr poröse Struktur, welche daher rührt, dass die Tonsuspensionen durch die im Seewasser vorhandenen Salze ausgeflockt werden; auch der vorhandene Pflanzenbestand spielt hierbei eine Rolle. Lässt

man diese Böden eintrocknen, so entstehen breite und tiefe Risse, die die Böden wasserdurchlässig machen. Im Jahre 1930, also 6 Jahre nach der Eindeichung, war diese Rissebildung in dem Carel Coenraadpolder schon bis zu einer Tiefe von 80 cm fortgeschritten. Auch die Böden der älteren Dollartpolder besitzen in dieser Tiefe noch breite Risse, wodurch das Wasser schnell abfließen kann. Wie lange diese Polderböden ihre gute Struktur beibehalten können, beweist der im Jahre 1769 eingedeichte Oostwolderpolder; eine 40 m breite Parzelle, an deren Seiten Gräben entlang zogen, brauchte im Jahre 1932 noch keine weitere Drainage.

Die jungen Böden der neuen Zuiderzeepolder weichen insofern von den jungen Polderböden ab, als bei den Zuiderzeeböden nach dem Heraus-pumpen des Wassers ein nackter Boden, ohne Pflanzenbestand, vorliegt. In der ersten Zeit nach seiner Entstehung entbehrt dieser Boden also des guten Einflusses des Pflanzenbestandes auf seine weitere Strukturbildung. Die Entwässerung und Entsalzung dieser Böden wird daher etwas länger dauern, aber bei einem guten Entwässerungssystem (offene Gräben in Entfernungen von ungefähr 10 bis 12 m und 60 cm Tiefe) hat der Salzgehalt doch nach 2 bis höchstens 3 Jahren in der Oberkrume so weit abgenommen, dass das Einsäen stattfinden kann.

Aus obenstehendem geht hervor, dass das Stadium der Salzböden in dem humiden, niederländischen Klima sich nur während der Kwelderperiode hält; bei dem Übergang des grünen, mit Gras bewachsenen Kwelderbodens, bzw. des nackten, schlickigen Zuiderzeebodens, in den Polderboden findet ein Auswaschen der Salze des Meereswassers sehr rasch durch das Regenwasser statt. Die Hauptsache bei der Melioration dieser jungen Böden ist die Beibehaltung, bzw. die Verbesserung der Bodenstruktur, wodurch die Böden für Wasser durchlässig werden. Die Hauptsache bei den niederländischen Solontschaks ist nicht der Salzgehalt, sondern der hohe Wassergehalt. Beim Eintrocknen entstehen in der tonigen Masse Risse, wodurch eine gute Durchlässigkeit für Wasser erzielt wird und eine Auswaschung der Salze rasch erfolgt.

Die niederländischen Kwelderböden sind ohne Ausnahme reich an Kalziumkarbonat, doch im Vergleich zu den nicht zu alten Polderböden arm an austauschfähigem Kalk in der Ton-Humussubstanz (Ton-Humuskalk). Demgegenüber steht ein höherer Gehalt an austauschfähigem MgO, K<sub>2</sub>O und Na<sub>2</sub>O. Während das relative Verhältnis der austauschfähigen Basen in den normalen Polderböden im Mittel zu ungefähr 79 (CaO) + 13 (MgO) + 2 (K<sub>2</sub>O) + 6 (Na<sub>2</sub>O) = 100 gefunden ist — der austauschfähige Kalk spielt also unter den austauschfähigen Basen bei weitem die Hauptrolle — war dieses Verhältnis in dem frischen Schlickboden des Versuchspolders „Andijk“ (junger Zuiderzeeboden; trocken gepumpt im Jahre 1927): 24 + 49 + 8 + 19 = 100. Die normalen Polderböden sind also als Kalktonböden, die frischen Schlickablagerungen als Magnesia-Natronböden zu betrachten.

Nach der Eindeichung ändert sich das relative Basenverhältnis und zwar dadurch, dass der Kalk des kohlensuren Kalkes die Basen MgO, K<sub>2</sub>O und Na<sub>2</sub>O in der Ton-Humussubstanz allmählich zurückdrängt. Dieser Austauschvorgang wird gefördert, wenn der kohlensaure Kalk in die im Wasser löslicheren Verbindungen Kalziumbikarbonat und Kalziumsulfat übergeht. Kalziumbikarbonat bildet sich unter Einfluss der Kohlensäure der Bodenluft. Gips

kann folgendermassen entstehen: die Schlickablagerungen sind reich an Schwefeleisen (FeS); beim Zutritt des Luftsauerstoffes findet eine Oxydation des Schwefeleisens statt, wobei sich Ferrosulfat bildet, welches sich wiederum mit dem reichlich vorhandenen kohlen-sauren Kalk zu Eisenoxyd und Gips umsetzt.

Den Verlauf des Austauschvorganges gibt die Tabelle an. Schon nach sechs Jahren ist das relative Basenverhältnis in dem Boden des Carel Coenraadpolders  $59 + 28 + 6 + 7 = 100$  geworden. Wir können auch eine Vermehrung des *S*-Wertes wahrnehmen; die Ton-Humussubstanz wird mehr mit Basen gesättigt.

So lange der Boden noch Kalziumkarbonat enthält, werden die Basen MgO, K<sub>2</sub>O und Na<sub>2</sub>O mehr und mehr durch CaO ersetzt, so dass das relative Verhältnis schliesslich Werte von  $86 + 9 + 3 + 2$  bekommt. Bei Anwesenheit von nur einigen Zehnteln Prozente CaCO<sub>3</sub> nimmt der Gehalt an Tonkalk ab, während der Gehalt an Tonmagnesia zunimmt. Es muss also ein Übergang von Magnesia aus den inneren Tonteilchen in die adsorptiv gebundene Form stattfinden.\* Die Summe an CaO + MgO in austauschfähiger Form nimmt vorläufig noch nicht ab. In dem Boden (Oberkrume) des Polders „Het Oud-Nieuwland“ (eingedeicht im Jahre 1665, Alter im Jahre 1932 also 267 Jahre), welcher kein Kalziumkarbonat mehr enthält, ist die Summe an austauschfähigem CaO + MgO sogar noch immer  $31.3 + 6.4 = 37.7$ . Die Ton-Humussubstanz dieses 267 Jahre alten Tonbodens ist also noch so gut mit Basen gesättigt, dass der Boden noch alkalisch reagiert (pH = 7.4); unter den Basen tritt jedoch Magnesia wiederum mehr in den Vordergrund.

In dem Boden des 382 Jahre alten Nieuw-Beerta-Polders ist der Gehalt an Ton-Humuskalk schon stark gesunken und da der Gehalt an MgO nicht weiter zugenommen hat, hat der *S*-Wert auch abgenommen. Die Ton-Humussubstanz dieses sehr alten Tonbodens ist weniger mit Basen gesättigt; der Boden reagiert sogar schon sauer (pH = 5.9). Das Basenverhältnis ist jetzt  $70 + 25 + 2 + 3 = 100$ , also ungefähr wie im Anfangszustand bei dem sechs Jahre alten Carel Coenraadpolder.

Ich habe diesen Vorgang hierdurch kurz und vorläufig nur für die Oberkrume beschrieben, hoffe aber bald ausführlicher hierüber berichten zu können.

Die Melioration der niederländischen Salzböden bietet also nach der Eindeichung, bzw. nach dem Trockenpumpen keine grosse Schwierigkeiten. Die Hauptsache ist, Massnahmen zu treffen, welche die Durchlässigkeit des Bodens für Wasser fördern und solche, welche dieselbe schädigen, zu unterlassen. Schnelle Abfuhr des Regenwassers, so dass nirgends Wasser auf dem Boden stehen bleibt und die schon etwas eingetrockneten Tonkrümel wiederum peptisiert; Vermeidung von unsachgemäsem Pflügen (flach und trocken Pflügen), sind wohl die Hauptmassnahmen. Nur einige Stellen des jungen Polderbodens, z. B. da, wo der ursprüngliche Kwelderboden von den Schafen festgetreten ist, können noch ziemlich lange schwer durchlässig für Wasser bleiben. Am weitesten kommt man hier mit der Anlage von zahlreichen offenen

\* Schon in einer früheren Mitteilung habe ich die Frage behandelt, ob eine Wechselwirkung zwischen adsorptiv gebundenen Basen und den säurelöslichen Basen, vorhanden im Innern der Bodenteilchen, besteht.<sup>2</sup>

Polderböden (Meerston; Tongehalt von 53,9—76,8%; Humusgehalt von 3,5—5,7%)	CaCO <sub>3</sub> % auf Trockensubstanz	Austauschfähige Basen in Milligrammaequivalenten auf 100 g Ton + Humus (auf Ton ungerichtet)				Summe auf 100 g Ton + Humus	pH	Verhältnis der austauschfähigen Basen (Summe = 100)
		Ca O	Mg O	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O			
Schlickboden aus dem Versuchs-polder Andyk (junger Zuiderzeeboden; trocken gepumpt im Jahre 1927)								
Schwarzer Schlick im ursprünglichen Zustand (B 288) .....	11,6	7,3	14,9	2,6	6,0	30,8	7,6	24 + 48 + 9 + 19
das erste Stadium (B 2879) .....	12,3	14,7	10,8	1,5	5,0	32,0	7,7	46 + 34 + 5 + 15
graue Schlickboden 1928 (0—10 cm) An 649/665 .....	11,1	21,5	7,8	1,0	3,7	34,0	7,5	63 + 23 + 3 + 11
1929 (0—10 cm) An 3001/3017 .....	11,3	22,2	8,0	1,0	3,5	34,7	7,4	64 + 23 + 3 + 10
1930 (0—10 cm) An 4447/4455 .....	11,3	25,2	7,1	1,0	2,1	35,4	7,6	71 + 20 + 3 + 6
Dollartpolder (Oberkrume)								
B 3648 Carel Coenraad-polder (6 Jahre alt) .....	9,4	22,5	10,5	2,2	2,7	37,9	8,0	59 + 28 + 6 + 7
B 5546 Reiderpolder (70 Jahre alt) .....	8,1	31,5	3,3	1,2	0,9	36,9	7,7	86 + 9 + 3 + 2
B 5574/5575 Polder „Het Nieuwland“ (231 Jahre alt) .....	3,0	34,1	2,9				7,7	
B 3469 Nieuw Beerta (266 Jahre alt) .....	0,3	30,2	6,4				7,7	
B 5588/5589 Polder „Het Oud-Nieuwland“ (267 Jahre alt) .....	0	31,3	6,4				7,4	
B 3423 Nieuw Beerta (380 Jahre alt) .....	0	21,3	7,6	0,6	0,9	30,4	5,9	70 + 25 + 2 + 3

Gräben, welche nicht tief zu sein brauchen und senkrecht auf die Hauptgräben laufen. Weiter gibt schon Düngung mit Kreideschlamm der Zuckerfabriken und mit Kalksalpeter gute Resultate. Düngung mit Gips und anderen Präparaten ist zu teuer.

#### Literatur.

<sup>1</sup> *Hissink, D. J.*: Biedermann's Zentrbl. 53. 306. 1924. — Verhandl. II. Komm. Int. Bodk. Ges. Groningen, T. B., 160., 163. und 166. 1927. — *Hissink, D. J.*: Mededeeling No. I. van de Commissie van Advies voor den Proefpolder nabij Andijk, 's-Gravenhage. 1929. 81. und 173. — Mededeeling No. II. van de Commissie van Advies voor den Proefpolder nabij Andijk, 's-Gravenhage. 1932. 183. — *D. s.*: Verh. VI. Komm. Int. Bodk. Ges. Groningen. T. A., 177. 1932. — *Zuur, A.*, Verh. VI. Komm. Int. Bodk. Ges. Groningen. T. A., 188. 1932. — <sup>2</sup> *Hissink, D. J.*: Int. Mitt. Bodk. 12. 140. 1922.