



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ÜBER DIE KOLLOIDALEN EIGENSCHAFTEN DER SAUREN BÖDEN IN JAPAN Mitteilung II
Author(s)	TADOKORO, Tetsutaro
Citation	The journal of the College of Agriculture, Tohoku Imperial University, Sapporo, Japan, 6(5), 117-129
Issue Date	1914-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12526
Type	departmental bulletin paper
File Information	6(5)_p117-129.pdf



ÜBER DIE KOLLOIDALEN EIGENSCHAFTEN DER SAUREN BÖDEN IN JAPAN

Mitteilung II

von

Tetsutaro Tadokoro, *Nōgakushi*

In meiner vorigen Arbeit¹⁾ habe ich über die kolloidalen Eigenschaften der mineralischen sauren Böden in Japan Bericht erstattet. Die nämlichen Versuche wurden an anderen sauren Bodenproben, die aus Taiwan (Formosa) stammen, ausgeführt. Zur Untersuchung gelangten gleicherweise auch 3 Proben neutralen oder schwach sauren Bodens.

Die Resultate, die sich bei der Untersuchung der 14 Proben saurer Böden ergaben, wurden mit denjenigen der 3 neutralen Böden verglichen.

Die vorliegende Arbeit soll über die Verschiedenheiten zwischen den kolloidalen Eigenschaften der sauren Böden einerseits und den neutralen Böden andererseits Auskunft geben. Über die kolloidalen Lösungen gedenke ich in nächster Zeit ausführlichen Bericht zu erstatten.

Wahl der Proben.

Bei der Auswahl des Untersuchungsmaterials wurden drei Proben von neutralen Böden, ausserdem zwei mineralische stark saure Böden aus Formosa ausgewählt. Die erste Probe bestand aus Sand-, die zweite aus Ton- und die dritte aus Humusboden. Jede frische Probe wurde an der Luft vorgetrocknet und durchgesiebt. (Dia. 0,5 mm.)

1) Jour. of the College of Agr. Tohoku Imp. Univ., Sapporo. Vol. VI, Pt. 2, June, 1914.

[Jour. of the College of Agr., Tohoku Imp. Univ., Sapporo, Vol. VI, Pt 5, December, 1914]

Proben	Wassergehalt %	Azidität n. d. Daikuhara-KCl- methode ccm	Sammelort	採 集 地
13 Sandboden	3,54	0,49	Hokkaido, Sapporo.	北海道札幌區東北帝國 大學農科大學第一農場
14. Tonboden	5,22	2,08	„ „	„
15. Humusboden	5,43	4,83	„ „	„
16. saurer Boden (Laterit)	3,69	104,92	Taiwan, Taihoku, Takarappo.	臺灣 臺北廳 大加納 堡 後山庄
17. saurer Boden (Laterit)	3,01	47,90	Taiwan, Toenchō, Chikuhoku- niho.	臺灣 桃園廳 竹北二 保 楊梅驛庄

Versuch 1. Quellung.

Zur Prüfung des Quellungsvermögens dieser Proben wurde, wie im vorigen Berichte erwähnt ist, ein Gemisch von 5 g des Bodens mit 15 ccm des Reagens 30 Minuten lang geschüttelt, worauf nach 24 Stunden das vergrößerte Volumen bestimmt wurde.

Tabelle 1.

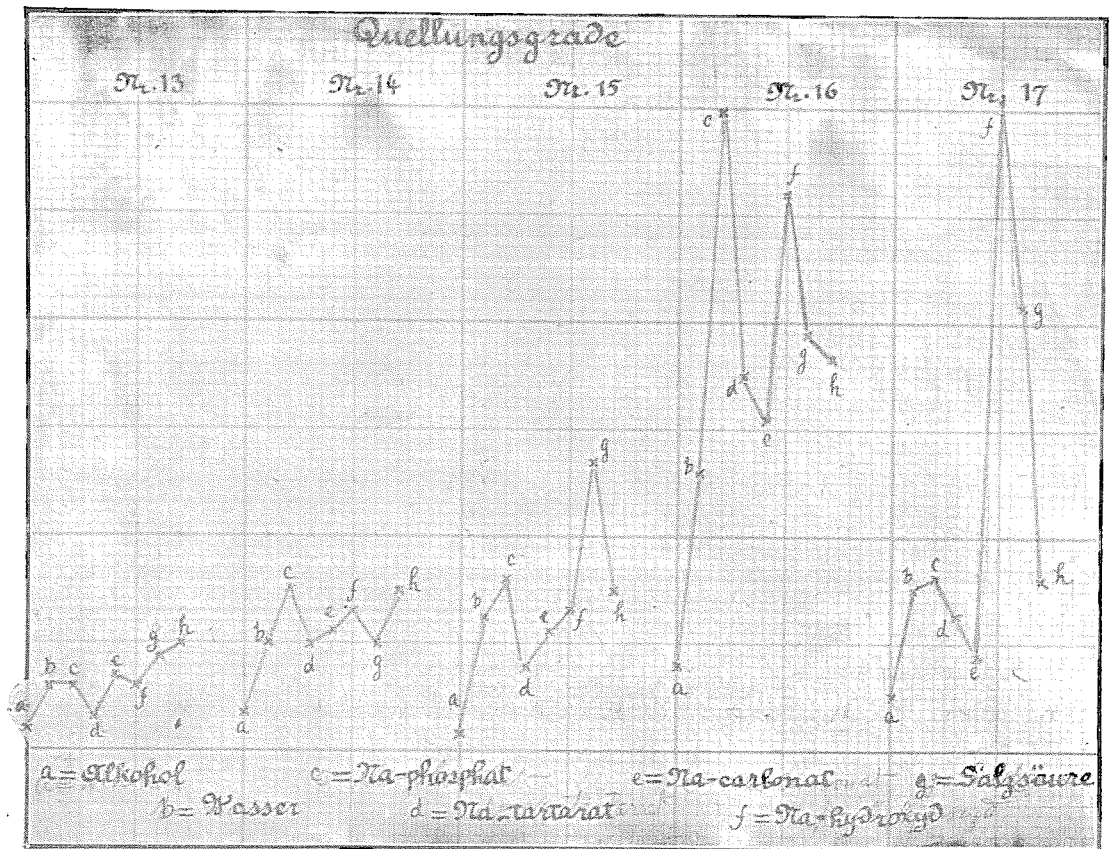
Nummern der Proben	Quellung mit Alkohol	Quellung mit Wasser	mit 5 % Na Phos- phat-Ig.	mit 5 % Na-Ace- tat-Ig.	mit 5 % Na-Tarta- rat-Ig.	mit 5 % Na-Car- bonat-Ig.	mit 5 % NaOH	mit 5 % HCl
13.	5,1	5,5	5,5	5,2	5,6	5,5	5,8	5,9
14.	5,8	6,5	7,0	6,5	6,6	6,8	6,5	7,1
15.	6,1	7,4	7,8	6,8	7,2	7,5	9,0	7,7
16.	5,6	7,3	10,6	8,2	7,8	9,8	8,6	8,4
17.	5,2	6,1	6,2	5,9	5,5	10,0	8,6	6,2
Prozentzahlen der vergrößerten Volumen der gequollenen Proben :								
13.	4,0	12,2	12,2	6,1	14,0	12,2	18,3	20,4
14.	7,4	20,3	29,6	20,3	22,2	25,9	20,3	31,1
15.	3,4	25,4	32,2	15,9	22,0	27,1	54,2	30,5
16.	16,6	52,0	120,8	70,8	62,5	104,1	78,3	74,1
17.	10,8	10,8	31,9	25,5	17,0	122,7	82,9	31,8

Die obigen Werte, sowie die vergrößerten Volumen, wurden in den

Vergleichungen aus folgenden geglühten Proben berechnet.

Nummern der Proben	13.	14.	15.	16.	17.
Quellungsvolumen der geglühten Proben	4,9	5,4	5,9	4,8	4,7

Wenn in der untenstehenden Figur die vergrößerten Volumen auf der Y Achse und die verschiedenen Reagentien auf der X Achse aufgetragen werden, so kann man aus jeder Kurve aus ihrer Entfernung von der X Achse die Werte leicht ersehen.



Zum Nachweis wollen wir die freien Humussäuremengen angeben; die folgenden Werte sind die Prozentzahlen der trocknen Substanzen.

Nummern der Proben	13.	14.	15.	16.	17.
% der freien Humussäuremengen	0,57	2,37	5,52	2,12	2,32

Versuch 2. Hygroskopizität.

Um die Beziehungen der Hygroskopizität zum Kolloidgehalt zu erkennen, unternahmen wir folgenden Versuch, wobei die Bestimmung der Hygroskopizität nach dem Verfahren von H. Rodewald und A. Mitscherlich erfolgte.

Das Verfahren besteht in folgenden Grundzügen: Es wird zunächst der lufttrockne Boden in einem mit Phosphatpentoxyd versehenen Exsikator behandelt und dann in den 10 % ige Schwefelsäure enthaltenden Apparat gestellt und die aufgenommene Wassermenge bestimmt.

(Vergl. J. König: Unters. landw. gwerb. Stoffe. Vierte Aufl. S. 76)

Nummern der Proben	13.	14.	15.	16.	17.
Gehalt in Prozenten	4,99	7,84	6,77	6,33	4,48

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass die Hygroskopizität in der Probe 2 am höchsten und in der Probe 5 am geringsten ist. Die Durchschnittszahl beträgt 6,08 %.

Tabelle 2.

Vergleichung der Quellungsgrade mit der Hygroskopizität.

Nummern der Proben	Hygroskopizität = HY	Quellungsvolumen = QV	Verhältnisse = $\frac{QV}{HY}$
13.	4,99	5,5	1,11
14.	7,84	6,5	0,83
15.	6,77	7,4	1,09
16.	6,33	7,3	1,15
17.	4,48	6,1	1,14

Diese Vergleichen zeigen, dass die Verhältnisse einander sehr nahe kommen. Sie lassen ferner erkennen, dass die Hygroskopizität gewöhnlich in nahen Beziehungen zum Quellungsgrade steht.

Versuch 3. Adsorption.

Zur Bestimmung der Adsorptionsfähigkeit des Kolloides für Farbstoffe hat der Verfasser Eosin als Färbemittel ausgewählt. Die Bestimmung der Farbstoffkonzentration kann zweckmässig auf kolorimetrischem Wege durch Vergleich mit den Kontrollösungen ausgeführt werden. Für die Farbstofflösungen werden zwei Konzentrationen, nämlich zu 1,0 und 2,0 g im Liter, verwendet. Wenn auch die Temperatur und die Berührungszeit bei der Adsorption keine so grosse Rolle spielen wie bei anderen physikalischen und chemischen Vorgängen, so werden wir doch bei konstanter Temperatur arbeiten und die Farbstoffe stets zu gleicher Zeit einwirken lassen. Das Gemisch von 5 g Boden und 20 ccm Farbstofflösung wird jedesmal ca eine halbe Stunde geschüttelt, 6 Stunden stehen gelassen und bei Zimmertemperatur (15–17°C) geprüft.

Tabelle 3.

Nummern der Proben	Der unadsorbiert gebliebenen Farbstoffmenge entsprechend, 1/2 % und 1 % Farbstofflösung in 5 ccm Wasser zurücktitriert. Die Werte bezeichnen die Mengen der Farbstofflösungen.	
	1/2 % ige Farbstofflösung	1 % ige Farbstofflösung
13.	2,8	5,0
14.	2,2	7,0
15.	1,8	6,0
16.	1,3	3,2
17.	1,6	4,5

Für die Herstellung des Adsorptionsgleichgewichtes kommen wir dann empirisch zu der Gleichung :

$$X/M = K \cdot C^{1/n} \quad ; \quad K = \frac{X/M \text{ (adsorbiert)}}{C^{1/n} \text{ (frei)}}$$

In welcher Gleichung X die Farbstoffmenge, die von 1 mg Boden aus einer Lösung adsorbiert wird und C die Konzentration (mg in 1 ccm) des

Farbstoffes im Wasser nach der Adsorption und $1/n$ der Exponent (Vergl. Versuch 4) ist. Für die rechnerische Darstellung der Adsorptionsvorgänge wird obige Gleichung logarithmiert. So erhalten wir

$$\log K = \log X/M - 1/n \log C$$

Tabelle 4.

Die folgenden Werte wurden gefunden :

Nummern der Proben	1/2 % ige Farbstofflösung		1 % ige Farbstofflösung.	
	X/M	C	X/M	C
13.	2,11/5000	5,38	3,75/5000	7,50
14.	2,93/5000	3,05	6,25/5000	5,84
15.	3,54/5000	2,64	6,83/5000	5,45
16.	4,41/5000	2,06	8,15/5000	3,90
17.	3,87/5000	2,42	7,05/5000	4,73

Tabelle 5.

Vergleichung von Quellungsvolumen und Hygroskopizität mit der Adsorption von Farbstoff.

Nummern der Proben	X/M · 1000	Quellungs- volumen	Hygroskopizi- tät	Verhältnisse	
				(X/M · 1000) : (QV)	(X/M · 1000) : (HY)
13.	0,75	5,5	4,99	0,136	0,150
14.	1,05	6,5	7,84	0,161	0,135
15.	1,36	7,4	6,77	0,183	0,200
16.	1,63	7,3	6,33	0,223	0,257
17.	1,41	6,1	4,48	0,231	0,314

Die Verhältnisse zwischen Adsorption und Quellungsvolumen kommen einander in allen Proben sehr nahe ; ebenso die zwischen Adsorption und Hygroskopizität.

Versuch 4. Ammoniakabsorption.

Zur Bestimmung der Ammoniakabsorptionskraft von diesen 5 Proben führten wir den nämlichen Versuch durch, wie er schon im vorigen Bericht beschrieben worden ist.

100 g Erde wurden mit 250 ccm normaler Ammonchloridlösung gemischt, geschüttelt und fünf Tage lang stehen gelassen. Dann wurden 25 ccm verdünnten Extrakts in einen 250 ccm haltigen Messkolben gefüllt. Das Ammoniak wurde bestimmt durch Destillation mit 50 ccm Wasser und frisch gebrannter Magnesia. Das Ammoniak wurde mit 1/10 Normalschwefelsäure aufgefangen und mit 1/10 Normalnatronlauge zurücktitriert.

Tabelle 6.

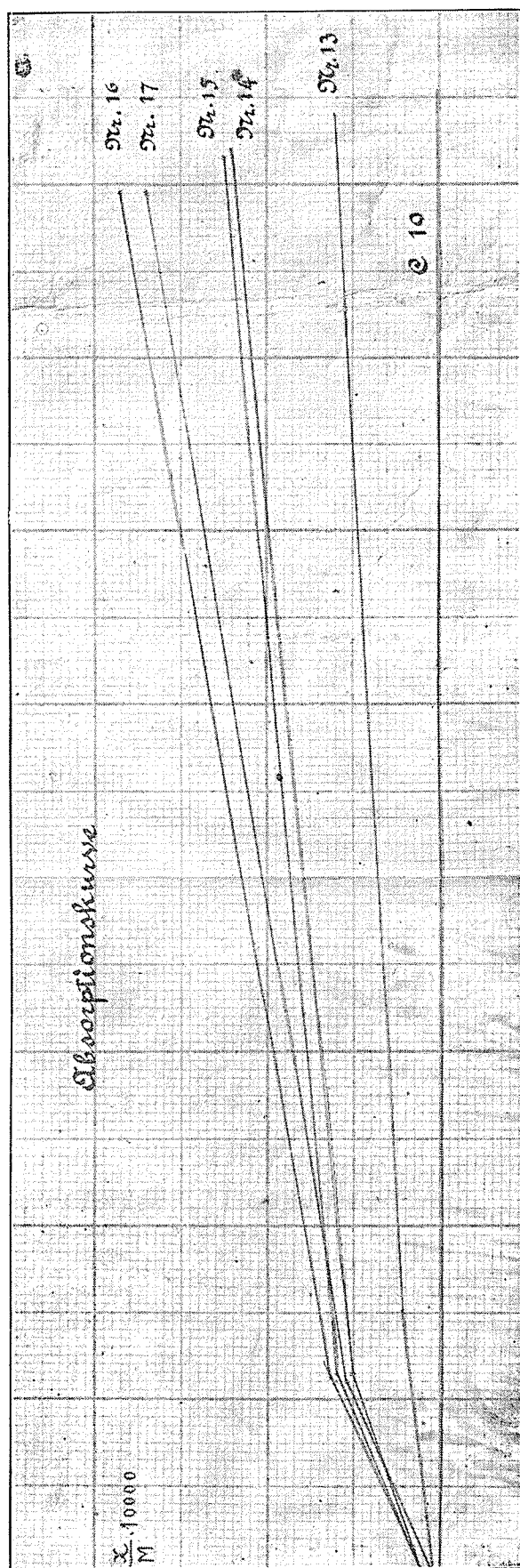
Nummern der Proben	Absorptionskoeffizient		
	in N/100 NH ₄ Cl Lösung	in N/10 NH ₄ Cl Lösung	in Normal NH ₄ Cl Lösung.
13.	6,72	43,97	127,69
14.	19,82	104,13	241,06
15.	20,15	117,56	252,06
16.	20,48	124,27	271,21
17.	19,58	111,84	247,82

Nach Herstellung des Absorptionsgleichgewichts erhalten wir folgende Zahlen : (Vergl. Versuch 3)

Tabelle 7.

Nummern der Proben	(I) N/100 NH ₄ Cl Lösung		(II) N/10 NH ₄ Cl Lösung		(III) Normal NH ₄ Cl Lg.	
	X/M	C	X/M	C	X/M	C
13.	0,000067	0,0735	0,000439	1,5624	0,00127	16,87
14.	0,000198	0,0473	0,001041	1,3180	0,00241	16,42
15.	0,000202	0,0465	0,001176	1,322	0,00252	16,37
16.	0,000205	0,0459	0,001243	1,211	0,00371	15,90
17.	0,000196	0,0473	0,001118	1,291	0,00347	15,95

Wir wollen die graphische Darstellung für diese Vorgänge wählen, dabei ergeben sich die folgenden Daten :



Wie die obige Figur zeigt, nimmt die Nährstoffabsorptionskraft wie die Farbstoffabsorptionskraft mit der Verdünnung der Konzentration ab, der Beziehungswert ist daher in jeder Probe gleich. Aus obigen Angaben wird der Wert von $1/n$ und K nach folgenden Gleichungen berechnet. Die schon erwähnte Gleichung ist:

$$K = \frac{X/M}{C^{1/n}} \quad ; \quad X/M = K \cdot C^{1/n}$$

Zuerst wird der Wert von $1/n$ nach folgender Gleichung berechnet :

$$\frac{X_1}{M} = K \cdot C_1^{1/n} \quad ; \quad \frac{X_2}{M} = K \cdot C_2^{1/n}$$

$$\frac{X_1}{X_2} = \frac{C_1^{1/n}}{C_2^{1/n}} \quad ; \quad \log X_1 - \log X_2 = 1/n (\log C_1 - \log C_2)$$

$$1/n = \frac{\log X_1 - \log X_2}{\log C_1 - \log C_2}$$

Tabelle 8.

Nummern der Proben	$1/n$ =eliminiert aus (I) & (II)	$1/n$ =eliminiert aus (II) & (III)	$1/n$ =Durchschnittszahl
13.	0,2890	0,2786	0,2838
14.	0,3148	0,2171	0,2695
15.	0,3304	0,1480	0,2392
16.	0,3468	0,2607	0,3035
17.	0,3340	0,2819	0,3095

Dann folgt die Berechnung des Wertes von K mit obiger Durchschnittszahl nach folgenden Gleichungen :

$$K = \frac{X/M}{C^{1/n}} \quad ; \quad \log K = \log X/M - 1/n \log C$$

Tabelle 9.

Nummern der Proben	K = eliminiert aus (I)	K = eliminiert aus (II)	K = eliminiert aus (III)
13.	0,000140	0,000097	0,000561
14.	0,000448	0,0009661	0,001133
15.	0,0004201	0,002595	0,001291
Durchschnitts- zahl d. obigen drei Proben	0,0003506	0,001510	0,00099
16.	0,0002611	0,001164	0,001606
17.	0,000388	0,001033	0,001465
Durchschnitts- zahl d. obigen zwei Proben	0,0003245	0,001098	0,001535

Zusammenfassung.

Zur Erkennung der speziellen kolloidalen Eigenschaften der mineralischen sauren Böden müssen wir sie mit verschiedenen neutralen Böden vergleichen.

Wenn man die Resultate des vorigen Berichtes mit denen des vorliegenden vergleicht, so ergibt sich folgende Gesamtübersicht. An erster Stelle wollen wir über die allgemeinen kolloidalen Eigenschaften der japanischen sauren Böden sprechen und sodann die Unterschiede zwischen den kolloidalen Eigenschaften der mineralischen sauren Böden und den verschiedenen neutralen Böden diskutieren.

I DIE ALLGEMEINEN KOLLOIDALEN EIGENSCHAFTEN.

1) Beim Quellungsversuch benützten wir die folgenden 9 Reagentien : Alkohol, Wasser, Na-Phosphat, Na-Tartarat, Na-Carbonat, Natronlauge, Salzsäure und Essigsäure und beobachteten, dass die Quellungsgrade der verschiedenen Böden am grössten sind in Alkalien wie in Natronlauge und in Na-Carbonatlösung, dann absteigend in Säuren, Salzlösungen, Wasser und am kleinsten in Alkohol.

2) Die Resultate der Quellungsversuche zeigen uns, dass die gebildeten Gelformen je nach der Art des Reagens verschieden sind und die Gelbildungsmaterialien des Bodens nicht einheitliche Substanzen darstellen.

3) Die Unterschiede der vergrösserten Volumen zwischen den originalen Proben und den mit Wasser extrahierten Resten sind sehr klein. Daher haben die kolloiden Substanzen, die aus dem Boden mit reinem Wasser extrahiert werden, keine wichtige Wirkung auf die Quellung des Bodens.

4) Die Quellungswärme, die wir von der Benetzungswärme unterscheiden müssen, ist wahrscheinlich proportional dem Quellungsgrade für die verschiedenen Böden.

5) Im Einklang mit J. M. van Bemmels Angabe nimmt die Adsorptionskraft des Bodens für Farbstoffe wie auch für Nährlösungen mit der Verdünnung ihrer Konzentration ab. Die Verhältnisse zwischen Farbstoffadsorption und Quellungsvolumen kommen sich sehr nahe, wie auch die zwischen Farbstoffadsorption und Hygroskopizität. Diese Erscheinungen zeigen uns, dass die Grösse der Quellungsgrade, die Hygroskopizität und die Farbstoffadsorption in inniger Beziehung zur Menge der festen kolloidalen Substanzen des Bodens stehen.

6) a) Die Ammoniakabsorptionskraft des Bodens hat keine regelmässige Beziehung zu den Farbstoffadsorptionen.

b) Die Ammoniakabsorptionskraft des Bodens hat keine regelmässige Beziehung zum Quellungsvolumen und zu der Hygroskopizität.

c) Aus dieser Tatsache erkennen wir, dass die Ammoniakabsorptionserscheinungen kompliziertere Beziehungen zeigen als die Farbstoffadsorption, die nur mit der Oberfläche der Teile im kolloiden Zustande zusammenhängt.

7) Der Ammoniakabsorptionskoeffizient der Böden für Normalammonphosphatlösungen ist grösser als der für Normalammonchloridlösungen. Und es ist wohl anzunehmen, dass bei Ammonphosphatbehandlung die freige-wordene Phosphorsäure sich mit dem Aluminium verbindet und diese unlösliche Verbindung die Ammoniakabsorptionskraft des Bodens vergrössert.

8) Bei neutralen Böden können wir je nach der Bodenart die folgenden Unterschiede in den kolloidalen Eigenschaften erkennen :

a) Die Zunahme des Quellungsvolumens ist am grössten im Humusboden, geringer im Tonboden und am kleinsten im Sandboden.

b) Die Hygroskopizität ist am grössten im Tonboden, dann im Humusboden und am kleinsten im Sandboden.

c) Die Farbstoffadsorptionskraft ist am stärksten im Humusboden, etwas geringer im Tonboden und am schwächsten im Sandboden. (Die Unterschiede zwischen Sandboden und Tonboden sind sehr gross.) Die Zunahme der Farbstoffadsorption nach den Konzentrationsänderungen ist beim Sandboden am kleinsten.

d) Der Ammoniakabsorptionskoeffizient ist beim Humusboden am grössten und im Sandboden am kleinsten.

II SPEZIELLE KOLLOIDALE EIGENSCHAFTEN DER MINERALISCHEN SAUREN BÖDEN.

1) Die Quellungsgrade des mineralischen sauren Bodens sind gewöhnlich grösser als beim humusreichen neutralen Boden, dessen vergrössertes Volumen am höchsten unter allen verschiedenen neutralen Böden ist ; dieser Unterschied ist am grössten in der Behandlung mit Na-Carbonatlösung und mit Natronlauge. Aber andererseits ist das Quellungsvolumen einiger sauren Bodenarten kleiner als das der humusarmen neutralen Böden.

2) Bei mineralischen sauren Böden sind die Unterschiede der Quellungsvolumen je nach den Reagentien viel grösser als bei neutralen Böden. Diese Erscheinungen zeigen uns, dass die mineralischen sauren Böden reichliche Mengen von veränderlichen kolloidalen Substanzen haben d. h. die kolloidalen Substanzen der mineralischen sauren Böden haben bewegliche, unbeständige Formen.

3) Die Hygroskopizität der verschiedenen mineralischen sauren Böden

zeigt keine beträchtlichen Unterschiede verglichen mit den neutralen Böden. Aber die Verhältnisse der Quellungsvolumen zur Hygroskopizität sind bei mineralischen sauren Böden gewöhnlich grösser als bei neutralen Böden, ausser beim humusreichen sauren Boden.

4) Die Adsorptionskraft des mineralischen sauren Bodens für Farbstoffe ist gewöhnlich grösser als beim neutralen Boden, die Adsorptionskraft des humusreichen neutralen Bodens ist der kleinsten Kraft der mineralischen sauren Böden entsprechend.

5) Die Verhältnisse der Adsorptionskraft zur Hygroskopizität berechnet für die mineralischen sauren Böden sind gewöhnlich grösser als beim neutralen Boden, ausser beim humusreichen sauren Boden.

6) Die Ammoniakabsorptionskraft zeigt gewöhnlich grössere Werte beim mineralischen sauren Boden als beim neutralen Boden. Aber zwischen dem kleinsten Werte des erstern und dem grössten Werte des letztern bestehen keine beträchtlichen Unterschiede.

7) Beim humusreichen sauren Boden und beim neutralen Boden ist die Zunahme des Ammoniakabsorptionskoeffizienten nach der Konzentration nicht grösser als beim mineralischen sauren Boden.