

Odette

Die Zusammensetzung der Ackererde,  
nach Anleitung der in den vorigen Abhandlungen  
mitgeteilten Analysen von gewöhnlichen und  
vulkanischen Thonböden.

Von

Prof. Dr. J. M. VAN BEMMELEN-Leiden.

Die in der vorigen Abhandlung mitgeteilten Analysen geben mir Anleitung zu einigen Betrachtungen allgemeiner Natur über die Zusammensetzung der Ackererde (auch in bezug zu ihrer Fruchtbarkeit), und zwar insbesondere über den colloidalen Komplex von Humat und Silikat, welcher durch Salzsäure und Schwefelsäure zersetzbar ist, sowohl was das Verhältnis zwischen Kieselsäure und Alaunerde, als auch den Gehalt an Eisenoxyd und an in diesem Komplex absorptiv gebundenen alkalischen Basen anbetrifft.

I. Humusgehalt.

	Meeresschlick unter Brakwasser			Kulturböden	Vulkanische Thonböden in Kultar			
	Schwerer Thon aus dem Y	Schwerer Thon aus dem Y-Hafen, aus dem Lauersee*) u. aus dem Hafen von Blankenberge**)	Leichter Thon Zuidersee		Schwerer Thon bei dem Kening. Rembang	Sumatra Deli		Java (Pasoeroean)
				I		II	Gondang Legie	Sirka Anjar
% Humus	6.90	± 6	3.25	2.65	5.1	3.25	3.8	3.4
% Stickstoff	0.81	0.3—0.4	0.15 <sup>b</sup>	0.17 <sup>7</sup>	0.29	0.22	0.18	0.18 <sup>b</sup>
% Stickstoff im Humus	4.5		4.8	6.7	5.7	6.7	4.7	5.5

\*) Zwischen den Provinzen Friesland und Groningen.

\*\*\*) In West-Flandern (Belgien),

In dem frischen unter Wasser abgesetzten Schlamm ist der Humusgehalt im Verhältnis zu dem Thongehalt am grössten. Thon- und Humusgehalt halten gewissermassen gleichen Schritt, wie sie denn auch einen colloidalen Komplex bilden. So fand ich in den beiden Proben Meeresschlack:

Schwerer Thon	$\left\{ \begin{array}{l} 30\% \text{ Si O}_2 \text{ und Al}_2\text{O}_3 \\ 17 \text{ " " " " } \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{im durch Salzs.} \\ \text{u. Schwefels. zer-} \\ \text{setzten Silikate} \end{array} \right\}$	6.9 % Humus
Leichter Thon			3.2 " "

und beobachtete bei einer grossen Menge Proben verschiedenen Thongehaltes (s. S. 254), dass der Glühverlust niedriger war, sobald der Thon ein leichter war. Der Stickstoffgehalt des Humus ist ziemlich derselbe, 4.5—7 %, wenn man inbetracht zieht, dass die Zahlen des Humusgehaltes nicht sehr genau sind, und dass eine kleine Differenz im Stickstoff-Befund schon einen bedeutenden Einfluss auf diese Prozentzahl hat. Der Wasserstoffgehalt des Humus ist höher im Meeresschlack, als im Kulturboden (s. S. 282).

Ein Gehalt von 3—5 % Humus entspricht einem fruchtbaren Böden. In dieser Hinsicht gehört also Deli I zu den besten. Der Thonboden aus Rembang steht den anderen Böden nach.

Die Humussubstanzen halten mineralische Bestandteile absorptiv gebunden, besonders die alkalischen Basen. Diese absorbierten Substanzen sind zweifellos von der höchsten Bedeutung für die Fruchtbarkeit des Bodens. Ihr Betrag ist aber nicht zu bestimmen, weil der coll. Humus und das coll. Silikat einen Komplex bilden, und sie auch in diesem letzten gebunden sind. Wird also die Erde mit Säuren ausgezogen, so treten aus beiden alkalische Basen in Lösung.

Für die Fruchtbarkeit der Erde ist es ausserdem von grosser Bedeutung, in welchem Stadium der Humifizierung die organischen Bestandteile sich befinden, wie viel braune oder schwarze — mehr oder weniger zersetzte oder oxydierte — stickstoffreiche oder arme — in Alkaliën mehr oder weniger lösliche — Humussubstanzen anwesend sind. Der Gang der Humifizierung kann bedeutend verschieden sein nach den Umständen von Feuchtigkeit und Luftzutritt oder Luftabschluss, An- oder Abwesenheit von kohlensaurem Kalk; wie der bekannte Unterschied zwischen dem unfruchtbaren sauren und dem fruchtbaren milden Humus beweist. Das Absorptionsvermögen für Basen muss bei den verschiedenen Modifikationen der Humus-

substanzen ein verschiedenes sein. Jedoch von allen diesen Modifikationen wissen wir nichts, und wir sind ganz ausser Stande, diese colloidalen Substanzen in bestimmte Körper zu trennen <sup>1)</sup>.

Die Bestimmung desjenigen Teiles des Humus in einer Ackererde, der durch verdünnte Alkalien gelöst wird (vor oder nach Behandlung der Erde mit einer verdünnten Säure), und der zu gleicher Zeit sich lösenden mineralischen Bestandteile kann uns wenig lehren. Solche einfachen Mittel sind vollständig ungenügend, um den Wert des Humus zu beurteilen und um zu entscheiden, wie viel alkalische Basen, Phosphorsäure pp. an die Humussubstanzen gebunden sind. Die Unrichtigkeit der Betrachtungen und Schlussfolgerungen GRANDEAU'S über seine sogenannte *Matière noire* ist durch die Versuche von O. PITTSCH <sup>2)</sup> zur Genüge nachgewiesen.

Wenn man die Eigenschaften der Humussubstanzen als Colloïde inbetracht zieht, dann lässt sich auch von dieser Seite beweisen, dass die Resultate von PITTSCH richtig sein müssen.

Der Kalk ist im Humus (und auch im colloidalen Silikat) am losesten gebunden, namentlich im Vergleich mit dem Kali. Er bietet also der lösenden Kraft der verdünnten Salzsäure den geringsten Widerstand. Daher wird dem Humus der grösste Teil seines Kalkes durch die verdünnte Salzsäure entzogen. Bestandteile, die nicht absorptif gebunden sind, weder im Humus, noch im Silikat, werden durch verdünnte Säure mit gelöst — falls sie löslich sind — so der phosphorsaure Kalk, der kohlen-saure Kalk pp. Im Thone der neuen Alluvien kommt noch phosphorsaurer Kalk frei vor; in alten, lange kultivierten Böden, die keinen kohlen-sauren Kalk mehr enthalten, ist die Phosphorsäure wohl an Eisenoxyd-Alaunerde gebunden im coll. Complex festgelegt, und daher für sehr verdünnte Säuren wenig zugänglich.

Die Kalkverbindung der Humussubstanz ist in Wasser, und auch in Ammoniak sehr wenig löslich. Ist nun der Kalk dem Humus grösstenteils durch verdünnte Säure entzogen, dann kann ein Teil der Humussubstanz (früher Apokrensäure, Humussäure

<sup>1)</sup> Ausführlicher entwickelt in: Die Absorptionsverbindungen und das Absorptionsvermögen der Ackererde. Dieses Journal Band XXXV S. 108—116.

<sup>2)</sup> In diesem J. XXVI (1881) S. 1—49.

genannt) sich in Ammoniak lösen. Darum wirken auch kohlensaure (feste) Alkalien, selbst kohlensaures und phosphorsaures Ammoniak lösend auf die Humussubstanzen der Ackererde. Es findet Substitution statt, d. h. Auswechslung zwischen dem Kalk und den Alkalien nach den Gesetzen der Substitution in Absorptionsverbindungen<sup>1)</sup>, und dabei kommt bedeutend Humussubstanz in alkalische Lösung<sup>2)</sup>, wenn diese nicht sehr schwach ist. Denn im letzten Fall konnte das Alkali aus dem Alkalisalze fast ganz von der Humussubstanz absorbiert und unlöslich werden.

Kommt nun Humussubstanz in ammoniakalische oder kalische Lösung, so kommt eine zweite Eigenschaft der Humuscolloide zur Geltung. Kieselsäure, Eisenoxyd, Alaunerde, alkalische

<sup>1)</sup> Die Absorptionsverbindungen pp. S. 126. sqq.

<sup>2)</sup> So erhielt ich aus drei Böden die folgenden Mengen:

	nach Grandeau's Methode behandelt	Langfortgesetzte kalte Digestion mit halb verdünntem Ammoniak (nach Ausziehung mit sehr verdünnter Säure)
Alluv. Thon aus Rembang, der keinen guten Tabak mehr hervorbringt	{ 0,8 % Matière noire mit 31 % anorganischer Bestandteile.	± 6,0 wovon 50 % anorganisch.
Vulkanische Thon Gondang Legie, der sehr guten Tabak hervorbringt	{ 2,5 % Matière noire mit 36 % anorganischer Bestandteile.	
Idem Sirka Anjar	{ 2,7 % Matière noire mit 40 % anorganischer Bestandteile.	
Vulkanischer Thon, Deli		± 6,0 wovon 58 % anorganisch. Die gelöste Substanz enthielt nach dem Trocknen noch viel Ammoniak.

Nach dem Ammoniak brachte verdünntes Kali noch viel organische Substanz in Lösung (mit  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Ich kenne diesen Bestimmungen nur einen qualitativen Wert zu.

Erden <sup>1)</sup> lösen sich in einem gewissen Masse in dieser alkalischen Humuslösung, und können alle neben einander gelöst bleiben. Früher dachte man sich dieses verursacht durch die Bildung von löslichen Doppelsalzen. Es ist hier aber keine Rede von chemischen Verbindungen nach bestimmten Proportionen, nur von flüssigen colloidalen Molenkomplexen <sup>2)</sup>. Auf dieselbe Weise können lösliche Eiweisstoffe, Glycerin, Zucker, Basen und Salze in Lösung halten, die sonst in Wasser unlöslich sind. Viele der gewöhnlichen chemischen Reaktionen auf diese gelösten Mineralsubstanzen bleiben in dieser Lösung aus. Nicht allein obige Bestandteile, sondern auch Phosphorsäure kann dabei in Lösung bleiben. Und so lässt es sich dann erklären, dass in der obengenannten alkalischen Lösung der Ackererde auch viel Phosphorsäure vorkommt. Wird die Lösung eingedampft bis zur Trockne, dann bleibt in der Humussubstanz sehr viel Ammoniak absorptiv gebunden zurück, und dabei wird sehr viel Kieselsäure und eine bedeutende Menge Phosphorsäure, Eisenoxyd, Alaunerde und Alkalien, auch noch alkalische Erden gebunden.

Es fragt sich nun, woher diese Bestandteile stammen. Die verdünnte Salzsäure hat nur wenig Silicat zersetzt. Ammoniak muss also (nach der Salzsäure) vorzugsweise auf den Humus einwirken. Die ammoniakalische Humuslösung bringt aber auch viel Kieselsäure in Lösung. Ob Kieselsäure im Boden an Humussubstanz gebunden vorkommt, oder ob sie aus dem coll. Silikat durch die ammoniakalische Humuslösung losgemacht wird, mit etwas Alaunerde, ist noch unbekannt. Merkwürdig ist es, dass nach den Analysen von PITSCH in der nach GRANDEAU'S Methode von ihm erhaltenen *Matière noire* (aus einem Thon- und einem Sandboden), also in dem ersten Auszug mit Ammoniak, soviel Phosphorsäure vorkam, dass es in Äquivalenten mehr betrug, als die Alaunerde, Eisenoxyd und Manganoxydul zusammen. Ein fortgesetztes Ausziehen der Erde mit Ammoniak oder mit Kali bringt mehr Kieselsäure pp. und stets weniger Phosphate in Lösung. Die alkalischen Basen

<sup>1)</sup> Kalk natürlich in geringerem Masse, weil das Kalkhumat in Ammoniak wenig löslich ist.

<sup>2)</sup> Über das gelöst sein von Colloiden, und über die Peptisation der gallertartigen Colloide siehe: Sur la nature des Colloïdes etc. Recueil des travaux chim. des Pays-bas 1888. VII page 37—69.

werden wohl hauptsächlich aus der gelösten Humussubstanz abstammen, an welchen sie in der Erde gebunden waren. Ein kleinerer Teil kann durch Auswechslung mit Ammoniak aus dem coll. Silikat in Lösung gekommen sein.

Wird der ammoniakalische oder kalische Auszug des mit verdünnter Salzsäure ausgezogenen Bodens neutralisiert, dann scheidet sich das Humuscolloid als Gallerte aus, und absorbiert dabei neben viel Ammoniak die Phosphate und die übrigen unlöslichen Basen, sowie auch einen geringen Teil der Chlorure<sup>1)</sup>.

Die Nichtbeachtung der Eigenschaften der Colloide hat neuerdings EGGERTZ<sup>2)</sup> zu der Annahme geführt, dass in den Humussubstanzen der Ackererde Schwefel, Phosphor, Eisen, (möglicherweise auch Kieselsäure) nicht als Oxyde anwesend seien, sondern als intime Bestandteile des organischen Atomenkomplexes, die durch die gewöhnlichen Reagentien nicht nachgewiesen werden können. Er nennt die Humussubstanzen der Ackererde Mullkörper, und bereitet sie daraus durch Behandlung der Erde mit verdünnter Salzsäure, Ausziehen mit Ammoniak oder Kali, und Fällen mit einer Säure. Da nun diese Mullstoffe keine Phosphorsäure binden, und doch Phosphor enthalten, kann diese nach ihm nicht als Phosphorsäure anwesend sein.

Man muss jedoch bedenken, dass diese Mullkörper Eisen und Alaunerde-Phosphat enthalten, welche aus der Erde durch die alkalische Humuslösung in Lösung gebracht sind und bei Neutralisierung dieser Lösung mit der Gallerte gefällt werden.

Weil es für den Schwefel bewiesen ist, dass ein Teil daran in der organischen Substanz der Moore<sup>3)</sup> und auch der gewöhnlichen Ackererde nicht als  $SO_3$ , sondern als Schwefel im organischen Komplex gebunden vorkommt (höchst wahrscheinlich als eine schwefelhaltige organische Substanz), so ist es allerdings möglich, dass auch ein geringer Teil des Phosphors nicht als Phosphorsäure vorkommt; jedoch ist es nicht bewiesen.

Die Eisenoxyd- und Alaunerde-Colloide werden durch Humusgallerte stark absorbiert, und diese Absorptionsverbindung bietet den verdünnten Säuren bedeutenden Widerstand. Das

<sup>1)</sup> Siehe: Die Absorptionsverbindungen pp. S. 75.

<sup>2)</sup> EGGERTZ' Centralblatt f. Agr. Ch. 1889. S. 75.

<sup>3)</sup> So fand sich in saurem Darg (Thon mit Moor gemischt) neben Pyrit noch 0.5—1.6% Schwefel (Bijdragen tot de kennis pp. Seite 65).

gilt auch für alkalische Erden und Alkalien, die dagegen von EGGERTZ als Verunreinigungen der Humussubstanzen betrachtet werden.

Die Stärke der Bindung von alkal. Erden, Alkalien, durch Humussubstanz gegenüber zersetzenden Agentien ist abhängig von dem eigenthümlichen Zustand der Humussubstanz, von diesen Basen selbst, von der Temperatur, von der Konzentration des Agens, und von der gebundenen Menge. Wird das Colloid durch Eintrocknen, durch Wärme pp. molekular geändert, dann ändert sich auch wieder die Stärke der Bindung. Die zersetzende Wirkung der Wärme auf die Absorptionsverbindung einer Humussubstanz mit Ammoniak ist noch dadurch kompliziert, dass ein Teil des Ammoniaks sich inniger mit der Humussubstanz verbindet bei Erhitzung (z. B. auf 100°). Ein Gleiches wird bei den colloidalen Hydraten (Absorptionsverbindungen mit Wasser) für das Wasser, oder für die Absorptionsverbindungen mit einer Säure für diese Säure beobachtet (siehe *Recueil des Trav. Chim. des Pays-bas* T. VII *Les colloïdes de l'oxyde aluminique et de l'acide stannique*: page 75—77 et 96).

Die Kohle, so wie andere sogen. poröse Körper, zeigen analoge Erscheinungen. Schon vor vielen Jahren ist H. ROSE dadurch irrthümlich veranlasst worden, die Hypothese aufzustellen, dass die mineralischen Bestandteile — die die verkohlten Pflanzensubstanzen noch zurückhalten, wenn sie mit Wasser und Säuren ausgezogen sind — ursprünglich einen integrierenden Bestandteil der organischen Substanz ausgemacht haben.

## 2. Die löslichen Salze (Chlorure, Sulfate, Karbonate).

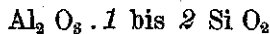
Chlorure und Sulfate sind nur in geringer Menge in den vulkanischen und den alluvialen Böden anwesend, wie das gewöhnlich der Fall ist, wenn der Boden nicht aus dem Meere, aus Seen, oder aus tieferen Schichten diese Salze zugeführt bekommt. Wie oben schon gesagt, in guten Kulturböden sind die alkal. Basen zu einem beträchtlichen Teile im colloidalen Humat-Silikat-Komplex absorptiv gebunden. Das Karbonat von Kalk (Magnesia), das in dem Schlamm der Flüsse (Niederlande) und des Meeres nie fehlt, ist auch in grosser Menge in dem alluvialen Rembangthon (im Gebiete des Flusses der Kening)

anwesend, fehlt aber in den vulkanischen Erden. Ist es ein fruchtbares Bestandteil in frischen Kulturböden, so darf es in humusreicher Erde fehlen.

### 3. Colloïdales Silikat. — a) Kieselsäure und Alaunerde.

Dieses, namentlich das durch Salzsäure zersetzbare, ist wichtig für die Fruchtbarkeit, sowohl nach seiner Menge als nach seiner Zusammensetzung. Insofern sich diese Zusammensetzung aus der Analyse nach der von mir befolgten Methode<sup>1)</sup> ableiten lässt, sind die erhaltenen Resultate in der folgenden Tabelle (s. S. 355) übersichtlich zusammengestellt:

Der vulkanische Thon unterscheidet sich von dem gewöhnlichen durch den grösseren Gehalt von coll. Silikat und durch dessen Zusammensetzung. Er ist viel basischer (reicher an  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , auch an  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) und durch Salzsäure sowohl, als durch verdünnte Kalilösung viel leichter zersetzbar; nach der Behandlung mit diesen Agentien bringt Schwefelsäure meist nur wenig mehr in Lösung, ausgenommen bei der Erde Deli II, die denn auch plastischer ist als Deli I. In dem durch Salzsäure zersetzbaren Silikat zwischen Alaunerde und Kieselsäure ist das Verhältnis bei den vulkanischen Thönen:



Dagegen wurde bei dem schweren Meeres-  
thon und dem Flussthon, die ungefähr  
dieselbe Menge davon enthalten (18 und  
19 %) gefunden: }  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \pm 3 \text{ Si O}_2$

und beim leichten Meeresthon . . . . .  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \pm 5 \text{ Si O}_2$

Dieses Verhältnis von 3 und 5 Mol.  $\text{Si O}_2$  auf 1 Mol.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  wurde sowohl in dem durch verdünnte, als durch konzentrierte Salzsäure zersetzten Teil gefunden.

Die gewöhnlichen Thöne besitzen einen grösseren Gehalt an durch Schwefelsäure zersetzbarem Silikat von der Zusammensetzung: . . . . .  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ bis } 2,5 \text{ Si O}_2$  als der vulkanische Thon. In den ersteren nähert sich dieses Verhältnis dem des Kaolins:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ Si O}_2$ . In den vulkanischen ist es im Gegenteil Kieselsäurereicher. Man muss dabei be-

<sup>1)</sup> Seite 283.



**Vulkanischer Thon.**

	Durch Salzsäure zersetzt:			Durch Schwefelsäure zersetzt:			Stark gebundenes Wasser:		Coll. Silikat im Ganzen.		
	Ungefährtes Verhältnis von $Al_2O_3$ : $SiO_2$ (in Molec.) im leichter lösl. Theile		Menge $Fe_2O_3$	Ungefährtes Verhältnis $Al_2O_3$ und $SiO_2$ (in Molec.)		Alkalische Basen	Ungefährtes Verhältnis $Al_2O_3$ : $H_2O$ (in Molec.)	Menge $H_2O$			
	$SiO_2$ und $Al_2O_3$	alkal. <sup>1)</sup> Basen		$Al_2O_3$ : $SiO_2$	$Al_2O_3$ : $SiO_2$						
Deli I.	$Al_2O_3$ : $1 SiO_2$	$Al_2O_3$ : $1^8 SiO_2$	49%	2.0%	7.0%	$Al_2O_3$ : $3^3 SiO_2$	3.7%	—	$Al_2O_3$ : $2^7 H_2O$	12.5%	74%
	zusammen $Al_2O_3$ : $2 SiO_2$							—	$Al_2O_3$ : $2^7 H_2O$	6.3	47
Deli II.	$Al_2O_3$ : $2 SiO_2$	$Al_2O_3$ : $2^7 SiO_2$	27	2.0	4.8	$Al_2O_3$ : $4 SiO_2$	7.0	—	$Al_2O_3$ : $2^7 H_2O$	6.3	59
	zusammen $Al_2O_3$ : $2^6 SiO_2$							0.2%	$Al_2O_3$ : $2 H_2O$	6.3	
Gondang Legie	$Al_2O_3$ : $2^2 SiO_2$		40	3.9	7.9	$Al_2O_3$ : $4 SiO_2$	0.8				

**Alluvialer Meeres- und Flussthon.**

Y-Schllick (schwerer Thon)	$Al_2O_3$ : $3^1 SiO_2$	$Al_2O_3$ : $3^1 SiO_2$	18.0%	3.9%	<sup>2)</sup> 5.6%	$Al_2O_3$ : $2^3 SiO_2$	12.0%	0.9%	$Al_2O_3$ : $2^1 H_2O$	4.9%	45%
Kening-Thon (schwer)	$Al_2O_3$ : $3 SiO_2$		19.4	2.8	4.8	$Al_2O_3$ : $2 SiO_2$	9.5	0.5	$Al_2O_3$ : $2^4 H_2O$	4.8	42
Zunderzee-Schllick (leichter Thon)	$Al_2O_3$ : $4^6 SiO_2$	$Al_2O_3$ : $4^6 SiO_2$	9.8	3.0	<sup>2)</sup> 3.0	$Al_2O_3$ : $2^4 SiO_2$	7.2	0.5	$Al_2O_3$ : $2^0 H_2O$	+2.0	25

<sup>1)</sup> Im Silikat und im Humat gebunden.

<sup>2)</sup> Das Eisen aus dem Pyrit ist als  $Fe_2O_3$  mitgerechnet.

achten, dass die Schwefelsäure schon eine kleine Menge der unverwitterten, kristallinischen Silikate, die Kieselsäurereicher sind, zersetzen kann.

Je schwerer (fetter) der Thon ist, desto mehr colloïdales Silikat, sowohl durch Salzsäure als durch Schwefelsäure zersetzbares, entfällt er. Es ist merkwürdig, dass das durch Salzsäure zersetzbare Silikat mehr Kieselsäure enthält, je nachdem der Thon ein leichter ist, wenigstens in den untersuchten Proben.

Das „stark gebundene Wasser“ gehört den beiden Theilen des Silikats an,<sup>1)</sup> und für einen kleinen Teil dem Humat. Es kommt mir merkwürdig vor, dass das Silikat des vulkanischen Thons von Deli mehr Wasser gebunden hält, als das des gewöhnlichen Thons. Die Zahlen der fünf Erden bewegen sich um das Verhältnis: 1 Mol.  $Al_2 O_3$  auf 2 bis 2,7 Mol.  $H_2 O$ .

Man bedenke dabei, dass es sich hier um das Wasser handelt, welches bei 15° über Schwefelsäure festgehalten wird. (S. 277.)

Das Eisenoxyd ist zum Theil nicht als freies Eisenoxyd anwesend, sondern macht einen Theil des in Salzsäure zersetzbaren coll. Silikats aus. Verdünnte Salzsäure löst dann auch nur ein Teil des Eisenoxyds, eine stärkere Säure das übrige (bis auf einen kleinen Teil):

Eisenoxyd gelöst durch	Schwerer Thon (Y)	Leichter Thon (Zuidersee)	Deli I Vulk. Thon.	Deli II Vulk. Thon.
Salzsäure sehr verdünnt, kalt	2.12 pCt.	0.87 pCt.	1.0 pCt.	2.12 pCt.
sehr verdünnt, heiss stärkere Salzsäure	} 2.9 "	} 1.0 "	3.48 " 2.42 "	} 2.47 "
Schwefelsäure	0.23 "	0.19 "	0.13 "	0.2 "
Zusammen	5.2 pCt.	2.1 pCt.	7.0 pCt.	4.8 pCt.

In dem durch Schwefelsäure zersetzbaren Silikat und im unverwitterten Teil der gewöhnlichen Thone kommt nur sehr wenig Eisenoxyd (oxydul) vor. Wie viel im erstgenannten

<sup>1)</sup> Freilich kann ein sehr kleiner Teil davon auch den unverwitterten Silikaten (in Salzsäure und in Schwefelsäure unlöslich) zugehören.

Silikat gebunden ist, lässt sich nicht bestimmen; doch darf man wohl annehmen, dass das Eisenoxyd das Silikat basischer macht, als es ohnedies der Fall wäre. Im allgemeinen beobachtet man, dass die Menge Eisenoxyd mit der Menge Alaunerde (im am leichtesten zersetzbaaren Silikat) gleichen Schritt hält:

z. B.: Schwere Thon im Y, Zuidersee, } Dollard, Rhein u. s. w.	} $\pm 5\%$ $\text{Al}_2\text{O}_3$
Leichtere Thöne . . . . .	

Die Zahl der Thonböden, in welchen ich die Zusammensetzung des colloidalen Silikats zu bestimmen versucht habe, ist noch zu gering, als dass ich es für geraten halten könnte, weitergehende Schlüsse daraus zu ziehen. Bis jetzt sind dergleichen Bestimmungen nicht oder wenigstens sparsam vorhanden, und allerdings nicht nach einer Methode gemacht, die mit der meinigen vergleichbare Zahlen ergeben kann.

#### b) Alkalische Basen im coll. Silikat und Humat.

Es kommt nun darauf an, wie stark das leichter lösliche coll. Silikat und das Humat mit alkalischen Basen gesättigt sind.

Man kann annehmen, dass die aus Brak- oder Meerwasser abgesetzte Erde, verglichen mit einer Erde derselben Zusammensetzung, die mit süßem Wasser getränkt ist, ein gewisses Maximum von alkalischen Basen in ihrem Humat und coll. Silikat absorbiert hält.<sup>1)</sup> Darum können die Zahlen für den Kalk-, Magnesia-, Kali-, Natrongehalt in den verschiedenen Böden am besten mit einem Boden, wie der Y-Schlick, verglichen werden — natürlich nach Abzug der Chlorure, Sulfate, Karbonate, und indem man die absolute Menge des coll. Silikats + Humats in jeder Erde in Rechnung bringt.

Diese alkalischen Basen sind es ja, die durch die Colloide aufgenommen und gebunden werden, und dieses nicht nach einfachen Molekulverhältnissen, sondern nach Art der Absorptionsverbindungen. Die so gebundenen alkalischen Basen können zu einem gewissen Betrage auswechseln gegen Basen in Salzlösungen

<sup>1)</sup> Kein absolutes Maximum. Denn die Erde kann aus einer Salzlösung, die konzentrierter ist, als Brak- oder Meerwasser, mehr Basen aufnehmen. Die Erde ist erst gesättigt für jede Base ( $\text{Ca}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ), wenn sie sich bei einer bestimmten Temperatur mit einer gesättigten Salzlösung dieser Base in Gleichgewicht gestellt hat.

(wenn die Erden mit Salzlösungen geschüttelt werden); dieselben werden in abnehmender Menge durch erneuerte Mengen Wassers oder selbst von sehr verdünnter Säure dem Colloid entzogen.<sup>1)</sup>

Im Folgenden werden die vier alkalischen Basen jede für sich betrachtet. Die Prozentzahlen sind auf die ganze Erde (schwefelsäuretrocken) berechnet.

Kalk. — Wenn die Erde Karbonate (und Sulfate) enthält, ist die Berechnung der im Humat und coll. Silikat anwesenden Kalkmenge bis zu einem gewissen Masse unsicher. Denn die Kohlensäure muss für einen kleinen Teil an Magnesia gebunden sein, und dementsprechend fällt die genannte Menge Kalk zu niedrig aus. Auch die Schwefelsäure kann teilweise an andere Basen, als an Kalk, gebunden sein. Diese Unsicherheit hängt nämlich den Zahlen für den frischen Seeschlick (0.27 und 0.36 %) in der folgenden Übersicht an. (S. Tab. S. 359.)

Im Allgemeinen ist das colloïdale Humus-Silikat-Komplex ziemlich in gleichem Masse mit Kalk gesättigt.<sup>2)</sup> Nur die vulkanischen Böden aus Pasoeroean enthalten davon ausserordentlich viel, was auf eine Verwitterung des Hornblendematerials hinweist. Die Deli-Böden enthalten eine normale Menge, obgleich nicht gross inbetracht der sehr grossen Menge Colloïdsilikats.

Zieht man das Freimachen des Kalkes aus dem colloïdalen Humus-Silikat-Komplex durch Säuren verschiedener Stärke inbetracht, dann bestätigt sich, was ich schon früher beobachtet habe, dass nämlich der Kalk von verdünnter, kalter Säure (wie Essigsäure oder sehr verdünnter Salzsäure) schon zum grössten Teil oder wenigstens zur Hälfte ausgezogen wird. Das kommt am deutlichsten zum Vorschein, wenn kein Karbonat da ist. Verdünnte Salzsäure löst das Übrige fast ganz. Der Kalk ist in dem Colloïdsilikat und dem Humat am losesten gebunden, wie sich aus meinen früheren Untersuchungen<sup>3)</sup> und auch aus

<sup>1)</sup> Über die Natur der Absorptionsverbindungen und die Gesetze ihrer Bildung, Umsetzung und Zersetzung s. ausführlich meine Abhandlung: Das Absorptionsvermögen der Ackererde und die Absorptionsverbindungen in diesem Journal 1888, S. 69—136.

<sup>2)</sup> Dass der Kalk im Boden nicht allein als  $\text{CaCO}_3$  anwesend ist, scheint noch nicht allgemein bekannt, denn PAUL DE MONDÉSIE hält es noch für notwendig anzuzeigen, dass der in einem Boden gefundene Kalk nicht als  $\text{CaCO}_3$  berechnet werden darf, sondern dass auch eine besondere Kohlen-säure-Bestimmung dabei notwendig ist. (C. R. 1889. Vol. 108 pag. 24.)

<sup>3)</sup> Landw.-Vers.-Stat. 1866 Seite 281.



den Absorptionsversuchen genügend ergeben hat. Darum löst verdünnte Salpetersäure ungefähr ebensoviel Kalk als kochende Salzsäure.<sup>1)</sup>

So erhielt ich bei Behandlung von Erde mit sehr verdünnter Salpetersäure (a) ungefähr die gleiche Mengen Kalk, wie durch Ausziehen mit stärkerer Salzsäure (b):

	Schwerer Thon Dollard Queller	Schwerer Thon Finsterwolder Dollard Polder	Alter Thon (Prov. Gron) in wenig fruchtbarem Zustande		Fruchtbare Wälder auf 1 m Tiefe (Groningen)
			Sogenaanter Kooedoorn	Sogenaanter Kalk-Thon	
a	6.5	5.5—5.6	0.18	0.28	7.2 <sup>2)</sup> —7.4
b	6.5	5.6 <sup>2)</sup>	0.24	0.30	noch 0.12 <sup>2)</sup>

Dasselbe ergab sich beim Deliboden. Mit der gelösten Menge Kalk lässt sich hier die Menge des zersetzten Silikats vergleichen.

		Kalte Essigsäure verdünnt	Verdünnte Salzsäure 1/2 Stunde bei 50°	Verdünnte Salzsäure eine Stunde bei 100°	N a c h e i n a n d e r		
					halbver- dünnte Salzsäure heiss	Schwefel- säure kalt	Schwefel- säure heiss
Deliboden	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	Geringe Menge	1.5	5.1	12.4	13.0	1.3
Erde I	CaO	0.33	0.6	0.6 <sup>2)</sup>	0.6 <sup>2)</sup>		0.1

Wenn also nur ein kleiner Teil ( $\frac{1}{8}$ ) des Silikats zersetzt ist, ist schon fast die ganze Menge Kalk aus dem Humat und Silikat gelöst. Aus diesem bei alluvialen Thonen und auch im Deliboden beobachteten Verhalten, muss man schliessen:

<sup>1)</sup> Auch BRETHELOT teilte neulich mit (Ann. de Ch. et de Phys. Sept. 1888 p. 115), dass er in seinen Versuchsboden den Kalk schon ganz löslich fand in kalter, auf  $\frac{1}{10}$  verdünnter Salzsäure (200 g. Erde mit 40 g HCl. auf 400 ccm Wasser) nach 24 Stunden; kochende, starke Salpetersäure (b) löste nicht mehr. Gefunden:

a) 3.272 % CaO

b) 3.213 „ „

Differenz 0.060 %

<sup>2)</sup> Erst wurde mit verdünnter Salpetersäure, dann mit starker Salzsäure ausgezogen.

entweder: dass der Kalk — insoweit er nicht im Humat gebunden ist — im Silikat nur im leichtest löslichen Teil (s. oben) gebunden ist,

oder: dass schon verdünnte Salzsäure dem colloidalen Silikat den Kalk zu entziehen vermag, ohne dieses selbst aufzuschliessen.

Ich meine, dass es augenblicklich nicht möglich ist, zwischen diesen beiden Anschauungen zu wählen, und verweise ich auf meine Betrachtungen über die unbestimmten Verbindungen von colloidalen Substanzen mit Basen etc.<sup>1)</sup>

Das durch Schwefelsäure zersetzbare Silikat enthält in den gewöhnlichen alluvialen Meeres- oder Flussthonen sehr wenig Kalk, wie ich das oft gefunden habe. So jetzt auch im Rembang-Thon. In diesen allen nur  $\pm 0.05$  CaO.

**Kali.** Die folgende Tabelle giebt eine Übersicht des Kaligehalts in verschiedenen Böden. (s. S. 362 u. 363.)

Es ergibt sich aus dieser Tabelle, dass die Meeres- und Flussthone reicher an Kali sind im coll. Silikat, als die vulkanischen.

In den ersten hält der Kalireichtum mit dem Gehalt von durch Salzsäure und durch Schwefelsäure zersetzbarem colloidalem Silikat gleichen Schritt.

In Wasser und in sehr verdünnten Säuren lösen sich nur Spuren,<sup>2)</sup> wenn der Boden mit Meer- oder Brakwasser getränkt ist. Schwächer gebunden im colloidalen Komplex von Humat und Silikat ist eine Menge von  $\pm 0.2\%$  K<sub>2</sub>O.

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, löst kalte verdünnte Essigsäure aus allen untersuchten Erden . . .  $\pm 0.1\%$  K<sub>2</sub>O  
 Sehr verdünnte Salzsäure löst dann noch . . .  $\pm 0.1$  „ „  
 Diese Menge wird im Allgemeinen aus guten Kulturböden (schwererem oder leichterem Thon, selbst gedüngtem Sandboden) durch sehr verdünnte kalte Säuren losgemacht. Je nachdem das Humat und coll. Silicat durch eine stärkere Säure

<sup>1)</sup> Über die Natur der Absorptionsverb. u. s. w. S. 118.

<sup>2)</sup> Siehe auch BERTHELOT: Ann. Ch. et Phys. 1888 pag. 92—106. Er erhielt aus seiner an Kali ziemlich armen Versuchserde mit kaltem Wasser nach fortgesetztem Auswaschen als Grenzwert 0.02 pCt., mit verdünnten Säuren 0.02 bis 0.04.

Gelöst durch	Thon mit Meeressalzen getränkt.				Thon- Schwerer.		
	Schwer- ster Thon beim Guadal- quivir (Span.)	Schwe- rer Thon im Y.	Sehr schwerer Thon am Ufer des Y.	Leichter Thon im Zulder- zee	1) Dollard- polder	Per- poncher- polder (Zee- land)	
Wasser . . . . .	} 0.15 <sup>b</sup>	0.11	0.08	0.06	} 0.2	geringe Menge 0.11	
verdünnte Essigsäure kalt		0.1	0.1	0.14 <sup>b</sup>			
sehr verdünnte Salzsäure .		} 0.3	0.4	0.6			} 0.2
verdünnte Salzsäure . . . .							
stärkere Salzsäure . . . . .		1.2	0.1 <sup>b</sup>	0.16			0.39 <sup>b</sup>
starke Salzsäure . . . . .	Summe	1.3 <sup>b</sup>	1.2	1.3	0.6	1.0	1.0
Schwefelsäure . . . . .	—	0.66	0.48	0.28	—	—	
Fluorwasserst. S. . . . .	—	0.74	0.8	0.88	—	—	
Summe	—	2.6	2.6	1.76	—	—	
Kali im Ganzen auf ein- mal bestimmt . . . . .		2.57		1.80			

1) Diese Zahlen sind Mittelzahlen aus Analysen von Proben aus fünf (Salzsäure oder Salpetersäure) und durch Erhitzen zersetzt wird, kommt mehr Kali in Lösung, und zwar in abnehmendem Verhältnis, je nachdem weitere Silicat-Mengen zersetzt werden, z. B.:

	Sehr schwache Salz- säure. 1)	Salzs. (1 op 1)	Stärkere Salzs.	Summe. 1)
In einem schweren Y-Thon Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O 0.5 od. 0.3 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1.5 100: 33 oder: 20	0.5 <sup>b</sup> 4.0 100: 14	0.1 <sup>b</sup> 1.5 100: 10	1.2% od. 1.0% K <sub>2</sub> O 7.0% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

1) 0.5 oder 0.3% (und in der Summe 1.0 oder 1.2%), je nachdem die durch verdünnte kalte Säure gelöste Menge Kali dazu gerechnet wird oder nicht.



Kulturböden.				Sand- boden.	Vulkanische Böden in Kultur.			
Thon		Weniger schwer bei Brou- wers- haven (Zee- land) humus- reich	Leichter Thon (zwei Proben) S'Gra- ven- polder u. Bomme- nede- polder (Zee- land)		Meeres- sand stark gedüngt. Wilhel- mina- polder (Zee- land)	Deli I.	Deli II.	Gon- dang Legie
Unterg. auf 1 m im Al- luvium Prov. Groning. (bei Ap- pinge- dam)	bei der Kening (Rem- bang) Java							
0.22	geringe Menge 0.1	geringe Menge 0.10 <sup>7</sup>  0.4	0.08	0.08	0.06 <sup>5</sup> 0.09 <sup>6</sup> 0.10 <sup>6</sup>	0.06	0.09	0.09
	1.0							
1.2	0.6	± 0.6	—	0.6	0.4	0.23	0.23	0.21
—	0.2	—	—	—	< 0.1	—	0.08	—
—	0.4 <sup>4</sup>	—	—	—	0.23	—	0.57	—
—	1.2	—	—	—	0.67	—	0.88	—

nachfolgenden Dollard-poldern, die 40--300 Jahre alt und nie gedüngt sind.

Die ganze Menge Kali beträgt im schweren Meeresthon ungefähr 1%, welche bei leichteren Thonen bis zu 0.4% herabsinkt. Die Menge Kali ist bei Thonböden verschiedener Schwere, aber gleichen Ursprunges, der Menge durch Salzsäure zersetzbaren coll. Silikats in einem gewissen Verhältnis proportional, wie schon aus der Tabelle ersichtlich ist.

In den schweren Meeresthonen der Niederlande beträgt die Menge des durch Salzsäure gelösten Kali's durchschnittlich 1%, und der Alaunerde 6—7%. In den leichteren Thonen sinken diese Mengen herab bis auf 0.4 Kali und 2% Alaunerde.

So fand ich noch:	% $Al_2O_3$	% $K_2O$
Schwerer Thon (Zuiderzee)	7.0	1.2
Wählerde in der Provinz Groningen auf 1 m Tiefe (sogenannter blauer Thon mit viel kohlen-saurem Kalk)	4.8	0.6
Nicht schwerer Thon (Zuiderzee)	4.3	0.6
Drei leichtere Thone (Zuiderzee)	2.7—2.0	0.5—0.4

Berechnen wir das Kali auf die Menge  $SiO_2$  und  $Al_2O_3$ , welche aus dem durch Salzsäure zersetzten colloidalen Teil der Erde abstammen (a), oder auf die ganze Menge durch Salzsäure zersetzte colloidale Substanz (b), also  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , alkalische Basen und der Humus, dann erhalten wir für die drei vollständig analysierten Erden aus den Niederlanden:

	% Kali	% von a	% von b	Kali auf 100 Teile a	Kali auf 100 Teile b
Schwerer Thon (X-Schlick)	1.1 <sup>2)</sup>	18	34	6.1	3.2
Schwerer Thon aus den Dollard-Poldern, <sup>1)</sup> kultiviert	± 1.0	± 16	± 30	± 6.0	± 3.3
Leichter Thon aus der Zuiderzee	0.54 <sup>2)</sup>	7	18	7.0	3.8

und für die Erde aus Java (Rembang):

Schwerer Thon . . .	0.6	19	30	3.1	2.1
---------------------	-----	----	----	-----	-----

Wie man aus den zwei letzten Spalten sieht, ist die Menge Kali dieselbe in derselben Menge colloidalen Bodenteile bei schweren wie bei leichten Böden, die denselben Ursprung haben. Dagegen ist der alluviale Java-Thon von Rembang, durch den Keningfluss gebildet, schwächer mit Kali gesättigt.

Der mit Meer-Salzen getränkte Thon enthält nur etwas Kali mehr, als derselbe nach einer langjährigen Kultur ohne Düngung (wenn also die Meersalze aus der oberen Schicht verschwunden sind). Der Sättigungszustand des Colloids für Kali ist also ungefähr derselbe und weist dieses auf die Wiederersetzung desselben aus natürlichen Quellen (atmosphärischer Staub, Untergrundwasser) hin.

<sup>1)</sup> Mittel aus den übereinstimmenden Bestimmungen in Proben aus den verschiedenen Dollard-Poldern.

<sup>2)</sup> Nach Abzug des von Wasser gelösten Kali's, weil diese Böden mit Brakwasser getränkt sind.

Alle diese Verhältnisse sind vollständig im Einklang mit den Resultaten der Absorptionsversuche.

Das colloidale Silikat-Humat hält das Kali am stärksten gebunden, und kann das Kali aus Salzlösungen im verhältnismässig grössten Masse gegen seinen eignen Gehalt an Kalk und Natron (auch Magnesia) austauschen und binden.

Das (nach Behandlung mit Salzsäure) durch Schwefelsäure zersetzbare Silikat in gewöhnlichen Thonen, das annähernd der Zusammensetzung  $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$  entspricht, enthält auch Kali, woraus folgt, dass dieser Kaligehalt der Erde desto grösser ist, je mehr von diesem Thone in der Erde vorhanden ist. So ist z. B. im Meeresthon die Menge Kali der Menge Silikat proportional:

Thon	% Silikat durch Schwefelsäure zersetzt	% Kali durch Schwefelsäure gelöst	Kali auf 100 Teile dieses Silikats
Schwerer (Y)	12.9	0.66	5.1
Leichter (Zuidersee)	6.1	0.28	4.6

Im Kening - Thon (Rembang) ist der Kaligehalt geringer; denn ich fand in diesem:

	10		0.2		2.1
--	----	--	-----	--	-----

Im unlöslichen Teile (Quarz + Mineralien-Fragmente) enthalten die Mineralien-Fragmente noch viel Kali — wie aus der Tabelle ersichtlich — insoweit sie in den Meeres- und Flussthonen feldspatartiger Natur sind. (S. Seiten 246, 252, 274.)

Die vier vulkanischen Böden (die alle ausgezeichneten Tabak hervorbringen) enthalten im Ganzen viel weniger Kali, wiewohl sie reicher sind an durch Salzsäure zersetzbarem Silikat. Jedoch enthält Deli I fast dieselbe Menge in verdünnter Säuren löslichen Kalis, als die guten Kulturböden im Allgemeinen: .

Gelöst	%	Summe
durch verdünnte Essigsäure (kalt)	0.06	0.15 <sup>6</sup> %
„ sehr verdünnte Salzsäure (kalt)	0.09 <sup>6</sup>	
„ verdünnte Salzsäure (heiss)	0.10 <sup>6</sup>	0.25 <sup>6</sup> %
„ stärkere Salzsäure (heiss)	± 0.15	
Zusammen		0.41 %

Diese Menge von 0.15<sup>6</sup>‰ kann man wohl grösstenteils als im Humat gebunden annehmen. Auch die drei anderen vulkanischen Erden besitzen 0.05—0.1 ‰ in verdünnter Essigsäure löslichen Kalis, also eine normale Menge. Dagegen ist das coll. Silicat in den vulkanischen Erden nur schwach mit Kali gesättigt — die Erden enthalten nur einen Bruchteil der Menge, welche in den schweren Meeresthonen in den Niederlanden enthalten ist — wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich, wo *a* und *b* dieselbe Bedeutung wie oben (S. 364) haben:

	‰ K <sub>2</sub> O durch Salzsäure gelöst	‰ a	‰ b	Auf 100 Teile a	Auf 100 Teile b
Deli I.	0.4	49	67	0.8	0.6
Deli II	0.23	26 <sup>6</sup>	37 <sup>3</sup>	0.8 <sup>6</sup>	0.6
Gondang Legie	0.23	40	55 <sup>7</sup>	0.5 <sup>8</sup>	0.4
Sirka Anjar	0.21 <sup>5</sup>	26 <sup>1)</sup>	40	0.8	0.5

Deli I ist die humusreichste, und enthält dementsprechend mehr Kali, als die übrigen.

Die Zahlen in den beiden letzten Spalten sind sehr wenig von einander verschieden.

Da nun diese vier vulkanischen Erden alle einen fruchtbaren Boden für Tabak bilden, so darf man die erhaltenen Resultate und Berechnungen wohl als wichtige Beweise betrachten, dass es für die augenblickliche Fruchtbarkeit des Bodens darauf ankommt, dass im Humat, oder im coll. Humat-Silikat-Komplex, eine Menge von 0.1 bis 0.2 schwach gebundenes Kali anwesend ist, welche also schon durch verdünnte kalte Säuren gelöst wird.

Auf dieses merkwürdige Verhalten inbezug auf die Tabakkultur komme ich später zurück.

**Magnesia.** — Die folgende Tafel giebt eine Übersicht über den Gehalt an:

<sup>1)</sup> Diese Zahl ist geschätzt nach dem Gehalt an Alaunerde.

M a g n e s i a.

	Thonböden mit Meeres-Salzen getränkt.				Thonböden in Kultur.				Vulkanische Thonböden (Sumatra und Java).				
	Sehr schwerer Thon an der Mündung des Guialquvir	Schwerer Thon im Y	Schwerer Thon am Ufer des Y	Leichter Thon im Zuiderzee	Schwerer Thon Dollardpolder	Nicht schwerer Thon bei Bronwershaven Prov. Zeeland	Schwerer Thon Poncherpolder Prov. Zeeland	Schwerer Thon Java Rembang	Deli I.	Deli II.	Java Malang Gondang	Java Malang Sirka	Java Anjar
Als Sulfat und Chlorur	0.06	0.2	0.16	0.16	Wenig	Wenig	Wenig	Wenig	0.06	0.07	0.08	0.06	
Gelöst durch verd. Essigs.	0.6	0.68	0.25	0.25	0.43 <sup>4</sup>	0.34	0.14	0.19	0.07	0.22	0.14	0.20	0.9
" " sehr verd. Salzs.		0.4			0.8	0.91	0.53	0.7	0.5	0.4	1.0	0.4	1.0
" " verd. Salzsäure	2.0	0.7 <sup>3</sup>	0.85	0.85	0.5 <sup>5</sup>			0.07	Spur	—	0.02	—	—
" " starke Salzs.		0.12						0.07	0.55	—	0.7	—	—
Summe <sup>1)</sup>	± 2.4	1.9	1.4	1.1	1.3	1.3	1.0	0.8	1.0 <sup>6</sup>	—	1.7	—	—
Gelöst durch Schwefelsäure	—	0.08 <sup>5</sup>	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
" " Fluorwass.	—	0.09 <sup>5</sup>	0.06	0.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe im Ganzen	—	2.39	—	1.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Auf einmal bestimmt in der ganzen Erde	—	2.32	—	1.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—

<sup>1)</sup> Die durch Wasser gelöste MgO ist bei diesen Summen nicht mitgezählt.

Den Zahlen der Magnesia in karbonathaltigen Erden, soweit dies die in sehr verdünnten Säuren löslichen Mengen angeht, haftet die Unsicherheit an, wie viel Magnesia als Karbonat und wie viel im Humat-Silikat anwesend ist. Da ich die Kohlensäure in den Berechnungen an Kalk gebunden habe, so sind die angegebenen Summen zu hoch bei denjenigen Erden, die viel kohlensauren Kalk enthalten. Man darf annehmen, dass der schwere Meeresthon enthält . . . .  $\pm 1\%$  MgO  
 Und wenn er mit Meersalzen getränkt ist . . . .  $\pm 1.3\%$  „  
 Sehr schwerer Thon, wie der von der Mündung des Guidalquivirs, enthält noch mehr, dagegen der Rembangthon weniger  $0.7\%$ . Ebenso ergibt sich, dass einem geringeren Gehalt an coll. Silikat im Meeresthon auch ein geringerer Gehalt an Magnesia entspricht.

Ausserdem ergibt sich, dass durch verdünnte Säure schon ein beträchtlicher Teil der Magnesia gelöst wird. Das übrige löst sich, wie das Kali, wohl um so mehr, je mehr durch eine stärkere und heissere Salzsäure coll. Silikat zersetzt wird; doch löst sich schon das meiste durch halb verdünnte Salzsäure. Die Menge Magnesia variiert mehr, als die des Kalis. Das coll. Silikat (Humat) ist also mehr oder weniger mit Magnesia gesättigt, je nachdem freie Magnesiasalze anwesend sind.

Diese Ergebnisse stimmen wieder mit den Absorptions-Erscheinungen. Die Magnesia ist schwächer, als das Kali, in dem Humat-Silikat-Colloid gebunden, aber stärker, als Kalk und Natron.

In dem durch Schwefelsäure zersetzbaren Silikat und in den Mineralienfragmenten tritt der Magnesiagehalt bei den Meeres- und Flussthonon sehr zurück.

Von den vulkanischen Böden haben Deli I. und II wenig Magnesia; die aus Malang dagegen haben einen hohen Magnesiagehalt, übereinstimmend mit dem Kalkgehalte (s. oben), und weist dieses wieder auf die Verwitterung von Hornblende-Silikaten hin.

**Natron.**

	Thonböden mit Meeres-salzen getränkt.				Thonböden in Kultur.				Vulkanische Thöne, Kulturböden.			
	Sehr schwerer Thon (Guadaluquivir)	Schwerer Thon im Y.	Schwerer Thon am Ufer des Y.	Leichter Thon im Zindersee	Schwerer Thon Dollarpolder	Nicht schwerer Thon bei Bronwershaven	Schwächer Thon Ferponcherpolder	Schwächer Thon Rembang	Deli I.	Deli II.	Java Malang Gondang-Legro	Java Malang Sirk-Anjar
Na <sub>2</sub> O als Chlorur (Sulfat) . . . . .	0.75	0.34	0.13	0.31	0.01 <sup>5</sup>	0.03	0.03	0.01 <sup>4</sup>	0.01 <sup>5</sup>	Spur	0.01	0.01 <sup>5</sup>
Gelöst durch verd. Essigsäure . . . . .	0.4	0.11		0.05		0.03	0.03	0.07	0.01 <sup>5</sup>	0.03	0.04	0.03
Gelöst durch sehr verd. Salzsäure . . . . .	—	—		—	0.03							
Gelöst durch starke Salzsäure . . . . .	0.12	0.11	0.2	0.15	0.07	0.05	0.03	0.4	0.2	0.49	0.36	0.46
Summe <sup>1)</sup>	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.03	0.03	0.5	0.2	0.6	0.4	0.5
Gelöst durch Schwefelsäure . . . . .	—	0.15	0.05	0.05	—	—	—	0.08	Spur	—	0.05	—
Gelöst durch Fluorwasserstoffs . . . . .	—	0.45	0.23	0.64	—	—	—	0.09	0.1	—	0.68	—

<sup>1)</sup> Das Natron, das als Chlorur angegeben ist, ist in dieser Summe nicht begriffen.

Der Natrongehalt in den alluvialen Meer- und Fluss-Thonen ist ein geringer. Nur wenn lösliche Chlorare da sind, hält das coll. Humat-Silikat verhältnismässig etwas mehr Natron gebunden; sonst beträgt die Menge nur  $\pm 0.1\%$ .

Nur der Rembangthon enthält mehr Natron . . . . . 0.5.

Diese Ergebnisse stimmen wohl ganz mit den Absorptionserscheinungen. Natron ist am schwächsten gebunden und wechselt am leichtesten mit den anderen alkalischen Basen aus.

Auch das durch Schwefelsäure zersetzbare Silikat enthält wenig Natron. — Dagegen enthalten die feldspathartigen Mineralienfragmente neben Kali auch Natron.

In den vier vulkanischen Böden tritt das Natron in grösserer Menge auf, so in Deli II, in Gondang Legie, und in Sirka Anjar. Das coll. Silikat enthält 0.4 bis 0.6%  $\text{Na}_2\text{O}$ . Auch die unverwitterten Mineralienfragmente enthalten viel Natron.

Von den löslichen Natronsalzen und von dem Natron im colloid. Silikat, die beide in so geringer Menge vorkommen, kann man ohne Zweifel behaupten, dass ihr Vorrat im Boden — insoweit dieser durch Ernten verringert wird — immer wieder ergänzt wird aus natürlichen Quellen, wie Regen, Staub, oder aus dem Untergrunde.

**Phosphorsäure.** Der Phosphorsäuregehalt des guten gedüngten oder ungedüngten Ackerbodens variirt im Allgemeinen zwischen engen Grenzen. Die (durch Salpetersäure gelöste) Menge beträgt zwischen 0.25% und 0.10%;<sup>1)</sup> nur durch viel kohlsauren Kalk oder viel Sand wird sie bis auf 0.05 herabgedrückt. Die Phosphorsäure-Menge hält also im Allgemeinen gleichen Schritt mit dem Gehalt an colloidalem Silikat-Humatkomplex.

Auch wenn der Boden gar nicht gedüngt wird, so z. B. bei den Dollarpoldern nach 300 Jahren, hält sich die Menge Phosphorsäure fast konstant.

Die in den Ernten fortgeführte Phosphorsäure im Oberfläche-Schicht des Ackerbodens wird unzweifelhaft bis zu einer gewissen Grenze aus natürlichen Quellen (Staub aus der Atmosphäre, Untergrundwasser) ersetzt.

<sup>1)</sup> Bei stark gedüngten Böden, z. B. bei Tabaksböden, steigt zeitweise der Gehalt über  $\frac{1}{4}\%$ .



Zum Beweise des obigen führe ich hier 49 meiner Bestimmungen, von 22 Orten, und von 10 Bodenarten, auf.

Von der ganzen Menge  $P_2O_5$  ist nur ein Teil löslich in schwacher Säure. So erhielt ich in Böden, deren ganzer Gehalt an  $P_2O_5$  0.2 bis 0.1 % betrug, in schwacher Essigsäure löslich:

		$P_2O_5$	
	Y-Schlick . . .	0.04—0.07 pCt.	{ Schwerer Thon mit Meeres- salzen getränkt.
Polder in der Prov. Zeeland. (Insel Zuid Beve- land) Kulturböden	Perponcherpolder 0.04 . . . . .		{ neuer Thon; eingedicht vor { 18 Jahren. <sup>1)</sup>
	Breede Watering- polder . . . . .	0.03 <sup>1)</sup> . . . . .	alter Thon.
	's Gravenpolder 0.027 . . . . .		alter leichter Thon.
	Bommenedepolder 0.016 . . . . .		" " "
	Wilhelminapolder 0.03 . . . . .		Meeressand { gut gedüngt; ein- gedicht vor 58 Jahren.

Diese Phosphorsäure ist wohl grösstenteils als Calciumphosphat anwesend.

Das übrige ist im colloidalen Humat-Silikat-Komplex stärker gebunden, wobei auch das colloidale Eisenoxyd und die colloidale Alaunerde eine Rolle spielen.<sup>2)</sup> Man darf wohl annehmen, dass die Phosphorsäure in älteren Böden, die keinen kohlen-sauren Kalk enthalten, an Eisenoxyd und Alaunerde gebunden ist.

So erhielt ich in einem:

	in Essigsäure löslich	in Könige- wasser löslich
Schweren Thon ohne kohlen. Kalk auf 1 m Tiefe im Alluvium bei Appingedam (Prov. Groningen)	0.008	0.11

Was die analysierten Tabaksböden aus Java und Sumatra betrifft, so ergab es sich, dass der Gehalt an  $P_2O_5$  in den vulkanischen Böden ein verhältnismässig hoher ist.

<sup>1)</sup> Die Altersjahre gelten nicht für 1889, sondern für das Jahr, in welchem eine Probe für die Analyse von mir gesammelt wurde.

<sup>2)</sup> Siehe darüber die schon zitierte Abhandlung von PIRSCH. Diese Zeitschrift 1881 Band 26 S. 1. — BERTHELOT schliesst daraus, dass ein Teil als eine organische Phosphorverbindung anwesend ist. Der strenge Beweis dafür muss nach meiner Ansicht noch geliefert werden (siehe oben bei der Betrachtung über die Humussubstanzen der Erden: S. 362).

## Schwere Thon-Böden.

		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% Ca CO <sub>3</sub>	
Frischer Schlack.	Mit Meer- oder Brakwasser getränkt.			
	Dollardbüsen <sup>1)</sup> . . . . .	0.25	10	
	Y-Büsen [acht Bestimmungen in Erde von verschiedenen Stellen] . . . . .	0.17—0.15	7—10	
	Aus der Zuidersee [fünf Bestimmungen von Erde aus verschiedenen Stellen] . . . . .	0.18—0.15	7—10	
	An der Mündung der Guadalquivir . . . . .	0.16	20	
Mit Süßwasser getränkt.				
Aus den Flüssen Maas, Waal, Yssel <sup>2)</sup> . . . . .		0.2—0.17	6—20%	
Kulturböden.	Die Dollardpolder (Meeresthon).			
	Sechs Erdproben aus je sechs Poldern, 50 bis 300 Jahre alt, nie gedüngt . . . . .	0.2—0.18	10—0.0	
	Wilhelminapolder [50 Jahre alt] (Meeresthon). Provinz Zeeland — Insel Zuid Beveland . . . . .	0.22	6	
	Perponcherpolder [18 Jahre alt] (Meeresthon). Provinz Zeeland — Insel Zuid Beveland . . . . .	0.22	14	
	Aerarische Felder bei Werschütz — Ungarn.	Oberfläche	0.26	2 <sup>3</sup>
	Schwerer Thon, sehr reich an kohlensaurem Kalk.	auf 0.3—0.8 m	0.14	34
		„ 0.8—1.2 „	0.12 <sup>6</sup>	34 <sup>4</sup>
	Meeresthon auf 1 m Tiefe.			
	Provinz Groningen bei Appingedam, Ortschaft Tuikwerd . . . . .	0.12	0	
	Flussthon			
Java — Residenz Rembang — Abteil. Toeban. 5 Proben von verschiedenen Stellen in der Nähe des Flusses der Koning	0.11—0.15	8—10		

<sup>1)</sup> Auch im Schlack des Weser- und Jahde-Büsen fand FLINSCHE: 0.23—0.15 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

<sup>2)</sup> Diese drei Analysen sind von A. ADRIAANZ publiziert im Maandblad van het Gen. van Natuur-Genees-en Heelkunde te Amsterdam. 1870. I No. 4.

**Leichtere Thon-Böden.**

		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% CaCO <sub>3</sub>	
Frischer Schlick.	Mit Meerwasser getränkt.			
	Aus der Zuidersee (Wieringermeer) . . . . .	0.11 <sup>4</sup>	12	
	Aus der Zuidersee (5 Proben von verschiedenen Stellen) . . . . .	0.13—0.10	5—12	
Kulturböden.	Von Serooskerke (Provinz Zeeland — Insel Schouwen) . . . . .	0.10	3.5	
	Von Noordwelle (Idem) . . . . .	0.15	5.5	
<b>Meeressand.</b>				
Frischer Schlick.	(Mit Meerwasser getränkt.)			
	Aus der Zuidersee (von zwei Stellen) . . . . .	0.06—0.1		
Kulturböden (gedüngt).	Aus Wilhelminapolder (Provinz Zeeland — Insel Zuid Beveland) . . . . .	0.07	7.8	
<b>Diluvialer Lehm.</b>				
Kulturböden.	Von Renkum — Provinz Gelderland . . . . .	0.04 <sup>5</sup>	0	5 pCt. Thon von dem Sande durch Schlemmen geschieden. 13 pCt. Thon von dem Sande durch Schlemmen geschieden.
	Von Oene — Provinz Gelderland . . . . .	0.08	0	

**Vulkanische Böden.**

Deli I . . . . .	Sumatra	0.19	17 % Unlös.	[Mineral-Fragm.]
Deli II . . . . .	"	0.11	" "	[idem]
Gondang Legie . . . . .	Java	0.20	36% " "	[idem]
Sirka Anjar . . . . .	"	0.19	54 " "	[idem]

Leiden, 1. Dezember 1889.

# Über die Ursachen der Fruchtbarkeit des Urwaldbodens in Deli (Sumatra) und auf Java für die Tabakskultur und der Abnahme dieser Fruchtbarkeit.

Von

Prof. J. M. VAN BEMMELEN.

Wie bekannt hat sich seit zwanzig Jahren in der Landschaft Deli, an der nordöstlichen Küste Sumatra's, eine grossartige Tabakskultur entwickelt. Die ausgezeichnete Fruchtbarkeit dieses mit Urwäldern bedeckten Bodens für die Hervorbringung eines Tabakgewächses, das wegen seiner guten Brennbarkeit und Sämschheit hohe Preise erzielt, hat den Erfolg gehabt, dass die Kultur sich fortwährend ausgebreitet hat, und dass jährlich Millionen und Millionen Wert an Deckblatt-Tabak produziert worden sind.

Da jedoch die besten Ernten bei einer einmaligen Bepflanzung eines und desselben Grundstückes erhalten werden, und auch einzelne Bodenstücke weniger gute Ernten ergeben, so werden die Besitzer allmählich zu der Frage gedrängt, durch welche Mittel sich diese grosse Fruchtbarkeit erhalten lassen könnte, und wesshalb einzelne Böden geringeren Wert haben. Man hat an Untersuchungs-Bureaux in Holland und auch in Deutschland Bodenmuster zur Untersuchung geschickt, und sind auch Gutachten darüber abgegeben. Die Düngerhändler sind dabei nicht zurückgeblieben, und haben verschiedene Kunstdünger (auch Malzkeime) als unfehlbare Mittel angeboten. Jedoch Gutachten und Düngemittel haben sich als ziemlich wertlos herausgestellt.

Auf Grund von Schlemmanalysen, Kohlenstoff- und Stickstoff-Bestimmungen, sowie von Analysen eines Salzsäure-Auszugs hat man die Fruchtbarkeit des Bodens beurteilt, und Vorschriften zur Behandlung desselben gegeben. Ergab der Salzsäure-Auszug eines Musters etwas weniger Kali oder Kalk oder Phosphorsäure, so wurde eine Düngung mit Kali, Kalk oder Phosphorsäure vorgeschrieben; — so z. B. sollte der Boden, der sich in der Kultur als der beste bewährt hat (und dessen Analyse ich in der vorhergehenden Abhandlung mitgeteilt habe), anhaltend Kunstdüngung erheischen! —

Gründe, die in der Kultur als gute anerkannt sind, wurden als weniger tauglich beurteilt, und umgekehrt. Kalkdüngung wurde bei allen anempfohlen. Ein Boden, der sehr guten Tabak geliefert hat, sollte viel Phosphorsäure und Kali bedürfen. Für einen Boden, der etwas weniger leichtlösliches Kali enthält, als ein anderer, wurde gleich eine reiche Kalidüngung vorgeschrieben, — indessen die Erfahrung gelehrt hatte, dass der erstere einen sehr guten und kräftigen Tabak, der zweite einen langsam wachsenden und schlechteren Tabak produziert hat. Für einen schweren (plastischen) Tonboden, der bei nicht zu trockenem Wetter grosse Ernten hervorgebracht hat, sollte Stalldünger unentbehrlich, Kali aber nicht Bedürfnis sein.

Solche Gutachten, nach der alten Rezeptierkunde aufgestellt, haben wirklich keinen Wert, und dazu noch den grossen Nachteil, dass sie das Zutrauen der Pflanze in die Wissenschaft gründlich abschwächen, wie das bei den Delipflanzern denn auch der Fall gewesen ist.

Es kommt mir daher nicht nutzlos vor, die Ursachen des grossen Wertes dieser Böden zur Hervorbringung eines vorzüglichen Tabak-Deckblattes einer näheren Untersuchung und Betrachtung zu unterwerfen, und dabei die Erfahrungen bei einem verschlechterten Tabaksbau in Rembang (Java) auf alluvialem Tonboden, und bei zwei guten Tabaksböden in Malang (Res. Pasaroean, Java) auf vulkanischem Boden inbetracht zu ziehen.<sup>1)</sup> Ich hoffe damit einen, wenn auch sehr bescheidenen, Beitrag zu liefern zur Vermehrung unserer wissenschaftlichen Kenntnisse über diese so wichtige Kultur.

<sup>1)</sup> Siehe über die Zusammensetzung aller dieser Böden die vorige Abhandlung.

## Über die Ursachen der Fruchtbarkeit des Urwaldbodens in Deli (Sumatra) und auf Java für die Tabakskultur und der Abnahme dieser Fruchtbarkeit.

Von

Prof. J. M. VAN BEMMELEN.

Wie bekannt hat sich seit zwanzig Jahren in der Landschaft Deli, an der nordöstlichen Küste Sumatra's, eine grossartige Tabakskultur entwickelt. Die ausgezeichnete Fruchtbarkeit dieses mit Urwäldern bedeckten Bodens für die Hervorbringung eines Tabakgewächses, das wegen seiner guten Brennbarkeit und Sämschkeit hohe Preise erzielt, hat den Erfolg gehabt, dass die Kultur sich fortwährend ausgebreitet hat, und dass jährlich Millionen und Millionen Wert an Deckblatt-Tabak produziert worden sind.

Da jedoch die besten Ernten bei einer einmaligen Bepflanzung eines und desselben Grundstückes erhalten werden, und auch einzelne Bodenstücke weniger gute Ernten ergeben, so werden die Besitzer allmählich zu der Frage gedrängt, durch welche Mittel sich diese grosse Fruchtbarkeit erhalten lassen könnte, und wesshalb einzelne Böden geringeren Wert haben. Man hat an Untersuchungs-Bureaux in Holland und auch in Deutschland Bodenmuster zur Untersuchung geschickt, und sind auch Gutachten darüber abgegeben. Die Düngerhändler sind dabei nicht zurückgeblieben, und haben verschiedene Kunstdünger (auch Malzkeime) als unfehlbare Mittel angeboten. Jedoch Gutachten und Düngemittel haben sich als ziemlich wertlos herausgestellt.

Auf Grund von Schlemmanalysen, Kohlenstoff- und Stickstoff-Bestimmungen, sowie von Analysen eines Salzsäure-Auszugs hat man die Fruchtbarkeit des Bodens beurteilt, und Vorschriften zur Behandlung desselben gegeben. Ergab der Salzsäure-Auszug eines Musters etwas weniger Kali oder Kalk oder Phosphorsäure, so wurde eine Düngung mit Kali, Kalk oder Phosphorsäure vorgeschrieben; — so z. B. sollte der Boden, der sich in der Kultur als der beste bewährt hat (und dessen Analyse ich in der vorhergehenden Abhandlung mitgeteilt habe), anhaltend Kunstdüngung erheischen! —

Gründe, die in der Kultur als gute anerkannt sind, wurden als weniger tauglich beurteilt, und umgekehrt. Kalkdüngung wurde bei allen anempfohlen. Ein Boden, der sehr guten Tabak geliefert hat, sollte viel Phosphorsäure und Kali bedürfen. Für einen Boden, der etwas weniger leichtlösliches Kali enthält, als ein anderer, wurde gleich eine reiche Kalidüngung vorgeschrieben, — indessen die Erfahrung gelehrt hatte, dass der erstere einen sehr guten und kräftigen Tabak, der zweite einen langsam wachsenden und schlechteren Tabak produziert hat. Für einen schweren (plastischen) Tonboden, der bei nicht zu trockenem Wetter grosse Ernten hervorgebracht hat, sollte Stalldünger unentbehrlich, Kali aber nicht Bedürfnis sein.

Solche Gutachten, nach der alten Rezeptierkunde aufgestellt, haben wirklich keinen Wert, und dazu noch den grossen Nachteil, dass sie das Zutrauen der Pflanze in die Wissenschaft gründlich abschwächen, wie das bei den Delipflanzern denn auch der Fall gewesen ist.

Es kommt mir daher nicht nutzlos vor, die Ursachen des grossen Wertes dieser Böden zur Hervorbringung eines vorzüglichen Tabak-Deckblattes einer näheren Untersuchung und Betrachtung zu unterwerfen, und dabei die Erfahrungen bei einem verschlechterten Tabaksbau in Rembang (Java) auf alluvialen Tonboden, und bei zwei guten Tabaksböden in Malang (Res. Pasaroean, Java) auf vulkanischem Boden inbetracht zu ziehen.<sup>1)</sup> Ich hoffe damit einen, wenn auch sehr bescheidenen, Beitrag zu liefern zur Vermehrung unserer wissenschaftlichen Kenntnisse über diese so wichtige Kultur.

<sup>1)</sup> Siehe über die Zusammensetzung aller dieser Böden die vorige Abhandlung.

## I.

**Die Zusammensetzung der Asche der Blätter.**

Die Aufgabe dieser Kultur ist in der ersten Stelle nicht die, von einem Grundstück möglichst viel Tabak zu ernten, sondern ein Blatt hervorzubringen, das von der besten Qualität ist. Nach dem Trocknen muss es sämisch sein (nicht brüchig); es muss eine bestimmte Farbe besitzen; es muss nicht zu viel Nikotin und Eiweisssubstanzen und genügend Kalisalze von organischen Säuren enthalten, so dass es bei der Verbrennung regelmässig verglimmt, — ohne stinkende Dämpfe, ohne schwarze Verkohlung, ohne Aufblähung; es darf stellenweise nicht durch einen Salpetergehalt verpuffen; es muss eine weisse Asche zurücklassen. Ein Blatt von dieser Beschaffenheit ist zum Deckblatte geeignet, oder wenigstens zum Umblatte, und kann einen Preis von 1 Gulden (Holländisch), oder mehr für das halbe Kilo bedingen. Ein Preis unter fl 0,90 — fl 1. macht die Tabaksunternehmungen auf Sumatra schon unmöglich.

**a. Kennzeichen der guten Blätter.**

Die Blätter, welche diesen Bedingungen entsprechen, sind leicht, von gleichmässiger und fester Farbe, sanftglänzend, nicht fettig; die Stiele und Adern sind fein und trocken; sie besitzen ein gewisses Mass von Elastizität und Stärke, besonders nach dem Anfeuchten mit Wasser. Sie sind gross und breit. Die besten erreichen eine Länge und Breite von 4.2 auf 3.1 dm. Die Deli-Tabaksblätter sind 4.6 dm. lang, später 3,8 dm.

**b. Bestimmung von Nikotin, Stickstoff und der Aschenbestandteile im Delitabak.**

Das untersuchte Muster Deli-Tabak von einer Unternehmung der ältesten Deligesellschaft, bei Mariendaal (gezeichnet M.<sup>1</sup> M. R.<sub>1</sub>) Ernte 1888 von vorzüglicher Qualität, enthielt in der rippenfreien Blattsubstanz<sup>1)</sup>:

	Auf 100 <sup>o</sup> getrocknet.
Nikotin <sup>2)</sup> . . . . .	4.4 %
Stickstoff . . . . .	4.3 "
Reinasche (ohne Kohlensäure und Kieselsäure) . . . . .	14.4 "
Reinasche (mit der berechneten Menge Kohlensäure) . . . . .	22.1 "

<sup>1)</sup> Die Analyse ist auf Tafel I der folgenden Abhandlung enthalten.

<sup>2)</sup> Die Nikotinbestimmung geschah nach der geprüften Methode von KISSLING. Siehe dessen Kritik der früher befolgten Methoden in FRESEN. Zeitschr. Bd. XXI. S. 64, woraus folgt, dass die früheren Bestimmungen ungenau sind.



Der Stickstoff- und der Nikotingehalt sind ziemlich hoch.<sup>1)</sup>

In den Rippen waren Nitrate anwesend, wie sich bei der Verbrennung durch Verpuffung anzeigen liess. Bei der Blattsubstanz war von Verpuffung nichts zu bemerken. Auch FESCA und IMAI konnten bei den 7 von ihnen untersuchten Japanischen Tabaken keine Salpetersäure auffinden.

Die Aschenanalyse ergab günstige Zahlen, wie auch die Analysen von drei Deli-Tabaken, die mir von Herrn CREMER mitgeteilt und schon vor 1880 gemacht sind (bezeichnet K., Medan, Mariendaal).

Die Asche hat eine Zusammensetzung, die zu den sehr guten gehört.

Die Zahlen für das Verhältnis zwischen Kaliumkarbonat oder Kali im Ganzen und Chlorur plus Sulfat sind günstig, wenn auch nicht die höchsten, die bei guten Tabaken vorkommen. Der Gehalt an Chlor und der an Schwefelsäure sind nicht zu hoch.<sup>2)</sup>

Merkwürdig ist es, dass der Mariendaaltabak der Ernte 1888 denselben Gehalt aufweist an:

	Auf 100 <sup>o</sup> getrocknet.	
	1888	1878
Phosphorsäure . . . . .	0.48	0.48
Chlor . . . . .	0.72	0.74
Schwefelsäure . . . . .	0.73	0.72
Eisenoxyd . . . . .	0.16	0.16
Kieselsäure und unlöslich	0.88	0.23

wie derselbe von 1878. Dahingegen ist die Menge Kali in 1888 geringer, die Menge Kalk und Magnesia grösser, als in 1878.

	Ernte 1888		Ernte 1878	
	%	Aeq.	%	Aeq.
K <sub>2</sub> O	4.4	9.4	5.06	10.7
Na <sub>2</sub> O	Spur?	—	Spur?	—
CaO	6.08	21.7	4.90	17.5
MgO	2.01	10.0	1.08	5.4
Summe		41.1		33.6

<sup>1)</sup> FESCA und IMAI, deren Nikotinbestimmungen nach KISSLING'SCHER Methode gemacht sind, fanden in japanischen Tabaken von 4—2.6 pCt. Nikotin.

<sup>2)</sup> Siehe über diese Verhältnisse die folgende Abhandlung.

Es erscheint also, als ob Kalk und Magnesia das Kali teilweise ersetzen können. Viele vergleichende Untersuchungen bei einem Gewächs auf demselben Boden in verschiedenen Jahren werden nötig sein, um zu untersuchen, ob diese Ersetzung mit der Reife des Blattes unter verschiedenen Umständen (von grösserer Trockenheit oder Feuchtigkeit in der Reifepériode) in Zusammenhang steht.

#### c. Malang-Tabak (Java, Residenz Pasoeroean).

Sechs Muster aus Malang<sup>1)</sup>, auf dem vulkanischen Boden kultiviert, von welchem in einer früheren Abhandlung die Analyse mitgeteilt ist,<sup>2)</sup> wurden eingeschert. Die Blätter, von den Ernten 1872, 1874 und 1875, waren alle sehr sämisch und sehr gut brennbar, und zeigten keine Stellen, die durch einen Salpetergehalt verpufften. Eine Asche wurde vollständig analysiert. Sie haben alle einen hohen Gehalt an Kali und an Alkalinität; die Verhältniszahlen zwischen Chlorur und Sulphat und Alkali etc. sind sehr günstig.

Die Reinasche (ohne Kohlensäure und Kieselsäure) betrug, wie bei dem Delitabak, 14,0 %, und mit der berechneten Kohlensäure 20,9 %.

#### d. Nikot-Tabak aus Rembang. (Java.)

Von 1844—1866 war auf dieser Tabaksunternehmung guter Tabak gezogen. Seit 1869 wurde die Qualität (nicht die Quantität) eine geringere, und konnte ein lohnender Preis nicht mehr erzielt werden. Die Blätter waren nicht mehr sämisch, von schlechter Farbe, und schlecht brennbar. Die Analyse des alluvialen Bodens ist in einer vorigen Abhandlung mitgeteilt.<sup>3)</sup> Die Asche von 8 Mustern wurde analysiert:<sup>4)</sup>

Drei gezogen aus Malangsamen.

Zwei gezogen aus Manillasamen.

Drei gezogen aus gewöhnlichen Javasamen.

Mit Ausnahme von einer, die etwas besser war, brannten alle Proben schlecht. Dementsprechend war die Alkalinität des

<sup>1)</sup> Die Analysen der Aschen kommen vor auf Tafel II der folgenden Abhandlung.

<sup>2)</sup> Seite 270 u. 271.

<sup>3)</sup> Seite 275.

<sup>4)</sup> Die Analysen siehe auf Tafel III der folgenden Abhandlung.

wässerigen Auszugs (Alkalikarbonat) gering oder sehr gering, wie auch der Kaligehalt; dagegen der Chlor und Schwefelsäure-Gehalt hoch. Die oben genannten Verhältnisse stellen sich alle ungünstig. Diese Blätter bilden ein bezeichnendes Beispiel einer schlechten Qualität, und einer damit im Einklang stehenden Zusammensetzung der Asche.

Es hat sich bestätigt, dass die wertvollen sämischen und gut brennenden Tabaksblätter aus Deli und aus Malang inbezug auf die mineralischen Bestandteile eine Zusammensetzung besitzen, die mit den besten Tabaken überein kommt; dass dagegen der nicht sämische, schlecht brennende Nikot-Tabak eine sehr ungünstige Zusammensetzung aufweist.

## II.

### Die Tabakskultur in Deli.

Zur Beurteilung der Bedeutung der verschiedenen Umstände, Einflüsse, Bedingungen etc. die bei der Tabakskultur in Deli zur Hervorbringung der so günstigen Resultate mitwirken, scheint es mir wünschenswert, das Wichtigste der Kulturmethoden und der allgemeinen Verhältnisse mitzuteilen.

Inbetracht kommt erstens, dass ein mit Wald bewachsener Urboden benutzt wird. Die Eingeborenen auf Sumatra suchen sich nach altem Brauch kleinere Stellen von der besten Beschaffenheit aus, fällen die Bäume, und haben dann einen Boden, der locker genug ist, dass jede Bearbeitung, Pflügen etc. unterlassen werden kann. Sie rothen selbst die Stümpfe nicht aus und anerden nicht.

In den grossen Tabaksunternehmungen müssen natürlich grosse Flächen, die nicht so genau ausgewählt werden können, bepflanzt werden. Da kann die Bearbeitung des Bodens nicht unterlassen werden.

Im Januar fängt die Arbeit an. Der Wald wird gefällt, die Stämme und Zweige werden verbrannt. Der Boden wird  $\frac{3}{4}$  engl. Fuss umgegraben mit dem Tjankol. Die kleineren Stümpfe und die Wurzeln werden ausgerottet und verbrannt, und der Boden noch einmal mit dem Tjankol bearbeitet (das feintjankollen). Für Abwässerung wird Sorge getragen. Kein

Wasser darf stehen bleiben, keine Lache sich bilden — denn, wenn die Sonne auf diese Stellen brennt, sterben die Pflanzen.

In den Küstengegenden von Deli, wo der Wasserstand ziemlich hoch ist, und die Felder in dem nassen Mousson bisweilen überschwemmt werden, drainirt man diese mit offenen Gräben von 3—6 Fuss Tiefe.

Im Februar werden die Saatbeete angelegt, und nach 40 Tagen der Bibit ausgepflanzt. Die Pflanzweite beträgt 0.60 m in der Reihe, 0.9 m zwischen zwei Reihen, so dass jede Pflanze 54 □ dm Raum entspricht. Auf Java werden wohl 18 000 Pflanzen auf 1 Bouw<sup>1)</sup> gezogen.

Die Felder sind ungefähr  $\frac{3}{4}$  Bouw =  $\frac{1}{2}$  Hektar gross, tragen also 9000 Pflanzen, gewöhnlich etwa 10 000. Regen ist dabei erwünscht. In den ersten Tagen werden die Pflänzchen durch schiefgestellte Brettchen gegen die Sonne geschützt. Später hat das Anerden zweimal statt. Während der Monate April, Mai, und Anfang Juni ist die beste Witterung, wenn es dann und wann regnet. In dem trockenen Mousson ist die Witterung nicht fortwährend trocken. Nach 20 Tagen trockenem Wetters ist ein Regen erwünscht. Vierzig Tage Trockenheit würden schon gefährlich, und starkes Anerden dann geraten sein, damit die Luft mehr Feuchtigkeit darauf niederschlägt. Auf den höher gelegenen Gründen würde eine Trocknis von 40 Tagen sehr nachteilig sein und Regenfälle die Pflanzen nicht mehr aufkommen lassen. Ein wechselndes Wetter ist am günstigsten.

Da das Pflanzen des Bibit eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, und die Pflanzen auf einem Felde also nicht das gleiche Alter besitzen, wird immer ein Teil davon den Regenfall, der früher oder später stattfinden kann, in derjenigen Periode seiner Entwicklung bekommen, welche derselben am vorteilhaftesten ist.<sup>2)</sup> Die kurzen Regenfälle in der Wachstumsperiode des Ta-

<sup>1)</sup> Leider wird in Deli noch englisches Mass gebraucht. Ein Feld hat eine Breite von 10 Fathoms, eine Länge von 150 Fathoms, also 1500 Quadrat-Fathoms = 5017 Quadratm. Ein javanischer Bouw ist = 7096 Quadratm.

<sup>2)</sup> Da ein Arbeiter (Koelie) in Deli einen Bouw (= 0.7096 ha) mit 9—12 000 Pflanzen besetzt, ist er damit ungefähr  $1\frac{1}{2}$  Monat beschäftigt, zwischen dem Anfange März bis Ende Juni. Pflanz ein Koelie zu schnell, dann wird er davon zurückgehalten. Für Java, wo die Regenverhältnisse nicht so günstig sind, wie in Deli, giebt Herr v. ALPHEN den dringenden Rat, die Bepflanzung jedes Feldes über drei Monate zu verteilen.

bakes werden in Deli daher auch als so wichtig betrachtet, dass davon auf vielen Unternehmungen fortwährende Aufzeichnungen gemacht werden.

Das Köpfen geschieht in Deli nach 30 Tagen; es werden den Pflanzen auf sehr gutem Boden 22 Blätter, auf weniger gutem Boden 14 Blätter gelassen. Wenn die Pflanze durch zu trockenes Wetter in ihrem Wachstum zurückgeblieben ist, muss sie noch niedriger geköpft oder ausgerissen und durch eine neue ersetzt werden. Raupen, Würmer und Heuschrecken werden nachgesucht und getötet. Das Geizen wird täglich mit Sorgfalt betrieben, namentlich bei fruchtbarem feuchtem Wetter; denn die Geize (Toenas) wachsen dann 5 bis 10 cm täglich, und entziehen den Blättern die Säfte. Werden die nicht weggenommen, dann wird man auf dem Feld ihre schädlichen Einfluss an den Blättern noch nicht bemerken, aber in der Trocken- und Fermentier-Scheune wird das sogenannte Fehlen an „Gehalt“ zu Tage kommen. Die Pflanze schreiben dann oft dem Boden zu, was nur Folge ihrer Nachlässigkeit ist.

Nach 60 Tagen sind in Deli die Blätter schon reif.<sup>1)</sup> Die Pflanzen besitzen dann eine Höhe von  $1\frac{1}{3}$ —2 m. Für das Sortieren der Blätter fehlen in Deli die Arbeitskräfte. Die reifen Blätter zeigen sich an ihrer Oberfläche gebuckelt, mit kleinen gelben Flecken. Die feinsten Deliblätter haben sehr dünne Nerven, und ein sehr feines und glänzendes Äusseres.

Im Juli und August findet die Ernte (der ganzen Pflanze) statt. Wenn der Regenmonsson einfällt, muss der Tabak schon oder wenigstens grösstenteils geerntet sein. Beim Ernten sind Regenfälle nicht ungewünscht, wenn nur die Blätter bei trockenem Wetter eingebracht werden; sonst werden sie gespickelt (gefleckt), und fallen die untersten Blätter ab.

Auf das Trocknen und Fermentieren wird grosse Sorge verwandt. Die Trockenscheunen haben Wände mit Klappen, und in sehr feuchtem Wetter werden kleine Feuer auf dem Scheunenboden entzündet. Reife Blätter sind nach drei Wochen trocken. Das Trocknen findet am besten im Dunkeln statt, weil sonst die Farbe des Tabaks zu rot wird. Die Übergänge der Farbe von grün zu gelb und schliesslich zu braun, müssen gleich-

<sup>1)</sup> Nur in den höheren Gegenden, wo die Temperatur niedriger ist, und da, wo der Boden nicht so locker ist, kann diese Zeit bis 90 Tage betragen.

mässig stattfinden. Für die Fermentation werden Haufen gemacht, die nach wenigen Tagen umgestapelt werden.<sup>1)</sup> Die Temperatur der sich darin entwickelnden Wärme darf 65° C. betragen, ohne Fäulnis und Verderben zu verursachen.<sup>2)</sup> Diese Haufen stehen einen Monat oder etwas länger. Der ganze Fermentierprozess dauert für den reifen Tabak 6—9 Monate, wenn aber der zuletzt geerntete Tabak viel beregnet worden ist, dann ist der Fermentierprozess natürlich schon in kürzerer Zeit, in 2—3 Monaten, abgelaufen.

Durch den guten Gang der Fermentation werden in den reifen Blättern die so erwünschten Eigenschaften, wie Weichheit, Elastizität, Glanz, bestimmte Farbe, erhalten. Geschieht sie zu rasch, dann werden die Blätter faul oder schwarz verbrannt; bei zu langsamer Fermentation dagegen werden dieselben hart, glanzlos und schlechter brennbar.

Die Blätter in den Büscheln fermentierter Tabake werden in 16 Sorten sortiert — dunkel, braun, fahl, gelb, grob gespickelt, u. s. w. und dann wieder zusammengebunden zu Büscheln von 35—40 Blättern.

Die Ernten betragen gewöhnlich von 400 Feldern 2500 bis 3000 Pikols. (1 Pikol = 125 Amsterdamer Pfunde = 61.76 Kilo); das macht also für die Hektare 12—15 Pikols = 750 bis 900 Kilo (in abgerundeten Zahlen.)

### III.

#### Günstige und ungünstige Wetter-Verhältnisse bei der Tabakskultur in Deli und Java.

Was am meisten bei der Tabakskultur in Deli auffällt, ist:

1. Die Benutzung eines frischen Waldbodens.
2. Die günstigen Wetterverhältnisse.

Die Bedeutung des Waldbodens werde ich später ausführlicher beleuchten.

Was die Wetterverhältnisse anbetrifft, so lehren die Beobachtungen und Erfahrungen, dass diese einen der wichtigsten Faktoren mithilden.

<sup>1)</sup> Die ersten Stapel sind 2 Fuss breit, 3 Fuss hoch. Die zweiten 10—8—8 Fuss.

<sup>2)</sup> Maximum-Thermometer werden fleissig benutzt.

Die Küstenstrecke von Deli liegt zwischen der hohen Bergkette in der Mitte Sumatra's und dem Meere; dieses Meer wird nördlich abgeschlossen durch die Bergkette der Halbinsel Malacca. Dabei ist die Bergkette auf Sumatra mit dichten Wäldern bedeckt. Ist es nicht wahrscheinlich, dass diese Lage sehr vortheilhaft ist für einen reichen Regenfall ohne lange Zwischenräume?

Nach den Beobachtungen vom Mai 1874 bis Ende 1888<sup>1)</sup> betrug:

	der Regenfall	die Zahl der Regentage
im Minimum . . .	1800 mm	131 Tage
„ Maximum . . .	2300 „	204 „
„ Mittel . . . .	2140 mm	172 Tage.

Die Menge Regen und die Zahl der Regentage ist wohl in den Monaten August, September, Oktober, November, Dezember grösser, aber der Regen fehlt nicht in den Monaten März, April, Mai, Juni, die Wachszeit der Tabakspflanze.

Die Regenfälle bleiben nie lange aus, wie sich aus der folgenden Tabelle ergibt:

mm Regen								
in den Monaten der Wachszeit der Tabakspflanze:					im Regenmousson:			
	März	April	Mai	Juni	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	
Minimum	30	50	80	70	180	100	110	
Maximum	330	250	380	270	580	370	370	
im Mittel	105	138	200	117	260	265	225	
Tage:								
	März	April	Mai	Juni	Juli	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.
Minimum	5	7	6	5	5	9	15	15
Maximum	18	19	21	20	20	24	23	22
im Mittel	10	11 <sup>3</sup>	14	11 <sup>7</sup>	12 <sup>8</sup>	20	19	17 <sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Die älteste Deli-Gesellschaft hat eine Karte drucken lassen, welche die Kurven der monatlichen Regenmengen und der monatlichen Regentage angeht von 1874—1888, also über einen Zeitverlauf von 15 Jahren. In Medan befindet sich eine der neun magnetischen und meteorologischen Stationen, welche in den Niederländischen Indischen Kolonien unter der Leitung der Hauptstation zu Batavia stehen (Direktor Dr. J. P. VAN DER STOK). Auch auf den Tabakunternehmungen zu Timbang Langkat, Tandem, Tandem Hilir, Medan Poetie, Gedong Djohor, Bekalla, Belidan, Lima Poeloe finden die Regen-Beobachtungen regelmässig statt und werden aufgenommen in den jährlich von der Indischen Regierung publizierten „Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indie, door Dr. J. P. VAN DER STOK“.

Auf der Insel Java besteht die Tabakskultur schon viel längere Zeit, als in Deli. Haben die Unternehmungen früher grossen Gewinn eingebracht, so sind viele in den letzten Jahren herabgegangen und aufgegeben, weil das Produkt sich verschlechterte. So in der Residenz Rembang. (Siehe die Analyse der Blätter Seite 421 und des Bodens Seite 275.) Dagegen wird z. B. in der Landschaft Malang—Residenz Pasoeroean auf dem vulkanischen Boden noch vorzüglicher Tabak gezogen. (Siehe die Analysen Seite 419 und Seite 270—271.)

In der ersten Stelle muss hervorgehoben werden, dass die Wetterverhältnisse auf Java im Allgemeinen jetzt nicht so günstig sind, wie in Deli. Es kommen trockene und nasse Jahre vor.<sup>1)</sup> Das trockene Wetter kann auf Java 40—70 Tage und länger anhalten. Es kommt jedoch vor, dass, wenn die Regenfälle den 70. Tag einfallen, noch eine gute Ernte erhalten wird. Ich halte aber für wahrscheinlich, dass solches nur auf feuchter gelegenen Böden möglich ist. Trockne Jahre sind am nachteiligsten, um so mehr, weil man, den Regen abwartend, das Gewächs zu lange auf dem Felde stehen lässt. Die Blätter werden dann zu dick und zu schwer; es fehlt ihnen später die Sämischkeit und die gute Brennbarkeit. Auch sollen sie dann zu viel Nicotin enthalten. Zu nasse Jahre sind ebenfalls schädlich, aber doch weniger, als die trockensten. Die Blätter werden dann schimmelig und schwächlich, dem durch gute Scheunen und vorsichtiges Trocknen in gewissen Grenzen noch abgeholfen werden kann.

In einem gewissen Stadium der Entwicklung, das je nach dem Wetter und Feuchtigkeitsgehalt des Bodens nach 40 bis 70 Tagen eintritt, haben die Regenfälle den grössten Einfluss und bringen in wenigen Wochen die Reife der Blätter im Sinne der Tabakspflanzer hervor. Nach 5 Tagen wird schon eine starke Entwicklung der Blätter beobachtet, und hält noch einige Tage an; die Ober- und Mittelblätter werden grösser.

<sup>1)</sup> Nach den Angaben des tüchtigen Kulturkenner Herrn R. M. C. VAN ALPHEN in seiner Abhandlung: Wenken voor tabaksplanters in de Vorstenlanden ist das Jahr auf Java:

sehr trocken,	wenn die Regenfälle ausbleiben bis November,
trocken,	„ „ „ „ „ Oktober,
nass,	„ schon im Juli, August, September schwere Regenfälle statthaben.



Sie bekommen jetzt die Zusammensetzung, wodurch sie nach dem Trocknen gleichmässig, fest, tief von Farbe, sämisch und brennbar werden. Hält der Regen noch ab und zu an, so entwickeln sich die Blätter nicht weiter. Die Reife ist schon eingetreten; längere Regenfälle verderben sie. Längere Trockne<sup>1)</sup> dagegen macht die Blätter dürre, und es wird ihnen später die nötige Elasticität fehlen. Nach 90 bis 100 Tagen (in Deli nur 60 Tagen, s. S. 381) nachdem die Regenfälle früher oder später einfallen, müssen die Blätter gebrochen werden. Die eigentümliche Reife des Blattes giebt sich auch beim Trocknen in der Scheune kund. Nach Herrin v. ALPHEN ist das Blatt, das nicht zu viel und nicht zu wenig Regen gehabt hat, und also im besten Sinne des Wortes reif ist, in 4 bis 5 Wochen trocken; die Blätter welche zu viel Regen gehabt haben, sind schon nach 3 Wochen trocken; die Blätter, welche nicht reif geworden sind, trocknen nie gut aus: sie sind der Schimmelbildung sehr ausgesetzt.

Die Pflänzer auf Java sind also von der Witterung während der Monate April bis September in nicht geringem Masse abhängig<sup>2)</sup>. Sie müssen auf die Statistik der trocknen und nassen Jahre genau Acht geben. Die Entwaldung, welche in der Mitte dieses Jahrhunderts durch den Tabaksbau und durch andere Kulturgewächse in vielen Residenzen von Java stattgefunden hat, hat begreiflich einen ungünstigen Einfluss auf die Regenverhältnisse und auf den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ausgeübt.

Durch gute Bearbeitung des Bodens, Aerdung, Kopfdüngung, etc. versucht man auf Java dem Boden, der schon oft Tabaks-ernten getragen hat, zu Hülfe zu kommen, jedoch das Hauptmoment bleibt die gute Witterung in der Periode der Blattentwicklung.

<sup>1)</sup> Wenn die Trockne zu lange anhält, sagt KOSUTANY, wird der Tabak (in Ungarn) zu klein und dickblättrig. Vielleicht verholzen die Blattzellen.

<sup>2)</sup> Zwischen 1862 und 1871 ist es z. B. in den Fürstentümern auf Java (Soerakarta und Djockjokarta) oft vorgekommen, dass die Regenfälle zu spät oder zu wenig kamen und dadurch keine gute Ernten erhalten wurden. Auf Java ist früher frischer Waldboden zur Tabakskultur benutzt worden, später hat man wiederholt auf demselben Boden Tabak erbaut, und da ist es vorgekommen, dass die Kultur allmählich missglückte und aufgegeben wurde, obschon zwar viel Tabak geerntet wurde, derselbe aber von schlechter Qualität war. Es erleidet keinen Zweifel, dass der Boden nicht mit genügender Sorge behandelt worden ist.

## IV.

## Die Entwicklung der Tabakspflanze.

Es scheint mir nicht überflüssig, eine Übersicht zusammen zu stellen von unseren Kenntnissen über die Entwicklung der Tabakspflanze, obgleich die Untersuchungen, welche, soweit mir bekannt, bis jetzt veröffentlicht sind, nur ein beschränktes Licht auf den eigentümlichen Stoffwechsel werfen, welcher für die Bildung eines Blattes von vorzüglicher Qualität notwendig ist.

KOSUTANY<sup>1)</sup> hat die normale Entwicklung der Pflanze verfolgt, also wenn sie nicht geköpft wird, sondern reife Samen erzeugt. Die grössere Entwicklung findet kurz vor und vorzugsweise in der Blütenperiode statt. In dieser Zeit (34 Tagen) wird hauptsächlich die grösste Menge Mineralbestandteile dem Boden entzogen, und in der Pflanze die Hauptmasse der Eiweissubstanzen und Kohlenhydrate gebildet, wie aus den folgenden Zahlen sich ergibt.

	g Troeken- substanz	g Zu- nahme per Tag im Mittel	g Stick- stoff- gehalt	g Rein- asche- gehalt	g Kali- gehalt	g Niko- tin- gehalt
Zusammensetzung der Bibit auf 31. Mai	0.5436	—	0.01	0.05	0.027	Spur
1. Periode von 31. Mai bis 21 Tagen 21. Juni	4.05	+ 0.167	0.11	0.50 <sup>5</sup>	0.15 <sup>5</sup>	"
2. Periode von 21. Juni bis 22 Tagen 13. Juli	32.18	+ 0.27 <sup>9</sup>	1.13 <sup>1</sup>	3.84 <sup>7</sup>	1.05 <sup>5</sup>	0.14 <sup>5</sup>
3. Periode von 13. Juli bis 12 Tagen 25. Juli	61.50	+ 2.44 <sup>3</sup>	1.82 <sup>8</sup>	7.12 <sup>7</sup>	1.46 <sup>4</sup>	0.46 <sup>8</sup>
Blüte — 22 Tagen 25. Juli bis 16. August	235.4	+ 7.90	5.52 <sup>9</sup>	22.34 <sup>5</sup>	6.17 <sup>2</sup>	1.91 <sup>7</sup>
Reifen des Samen — 32 Tagen 16. August bis 17. Sep- tember	205	— 0.98	4.71 <sup>3</sup>	17.78 <sup>4</sup>	5.90	0.36 <sup>5</sup>

Die Zunahme von Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Chlor entspricht der Zunahme des Kali's.

Die Bildung der stikstofffreien Bestandteile ist verhältnismässig am grössten in der Blütenperiode; die der Eiweissubstanzen ist verhältnismässig schon vor der Blüte bedeutend. Nach der Blüte in der letzten Periode wird wenig oder keine

<sup>1)</sup> Chemisch phys. Unters. der Tabaksorten Ungarns. Budapest 1882, Tabellen V, VI, VIa, VIb.

neue Substanz mehr gebildet, und wandern die Eiweissubstanzen mit der Phosphorsäure und dem Kali nach der Frucht hin, wobei der Nicotingehalt stark abnimmt. Das stimmt alles, wie KOSUTANY schon bemerkt, mit dem bekannten Entwicklungsgang der fruchttragenden Pflanzen; es ist jedoch wichtig, aus diesen Beobachtungen abzuleiten, dass wenn die Tabakspflanze geköpft wird, und in den 30—50 folgenden Tagen die grösste Entwicklung der Blätter stattfindet, dass sie dann dem Boden die grösste Menge ihrer Mineralbestandteile, und also auch des Kali, entziehen muss. In Deli, wo diese Zeit nur dreissig Tage dauert, muss also ein sehr rascher Stoffwechsel stattfinden, und der Boden ausserordentliches leisten.

Die Tabakspflanze in Deli hat eine Pfahlwurzel von 2—3 Fuss; jedoch die Hauptwurzeln gehen nicht tiefer, als 1 Fuss; die feinen Haarwurzeln 2 Fuss und darüber, wenn das Grundwasser nicht zu hoch ist. Am oberen Teile befinden sich die meisten Haarwurzeln. Darum muss auch der Boden am liebsten 2—3 Fuss gelockert werden, damit Trockenheit nicht schädlich einwirkt.

Sehr wichtig ist dabei KOSUTANY'S Beobachtung, dass in der Blüteperiode nicht alle Salpetersäure in der Pflanze zur Bildung von Eiweissstoffen und ihren Abkömmlingen verbraucht wird.

	Ende der 1. Periode	Ende der 2. Periode	Ende der 3. Periode	Ende der Blüte	Reifen des Samen
g Salpeter in einer Pflanze	0.0077	?	0.09 <sup>s</sup>	0.71 <sup>1</sup>	0.23 <sup>4</sup>
Salpeter %	—	—	—	0.15 <sup>9</sup>	0.30 <sup>2</sup>

Es kann also mehr Nitrat in die Pflanze aufgenommen werden, als für die gebildeten stickstoffhaltigen Substanzen nötig ist. Nun ist der Salpeter für die gute Brennbarkeit des Blattes nachteilig. (Siehe oben Seite 376.) Es kann also zu viel Nitrat in dieser Periode aufgenommen werden. Düngung mit Nitrat kann unter Umständen schädlich sein.

So weit mir bekannt, ist die Entwicklung der geköpften und geheizten Tabakspflanze in den verschiedenen Perioden noch nicht näher verfolgt worden, und kann also mit derjenigen der normalen Pflanze noch nicht verglichen werden. Doch ist

es gewiss, dass die Geize, die so schnell wachsen, viel Eiweiss-substanzen aus den Blättern zu sich ziehen, und dass dadurch auch die Nicotinbildung sich sehr verringert. Durch das Fortnehmen der Geize (das sogenannte Geizen) wird also die Bildung des Nicotins in den Blättern aus den Eiweiss-substanzen gefördert.<sup>1)</sup>

Beim vollreifen Blatte hat die Menge Nicotin bedeutend zugenommen.

In der Periode nach dem Köpfen und während die Geize abgeschnitten werden, muss die grosse Bildung von Eiweiss-substanzen und ihren Abkömmlingen, von Kohlenhydrate, von organischen Säuren etc. stattfinden. In dem letzten Teile dieser Periode, wenn die Blätter ihre Reife bekommen, ist es möglich dass wenig Eiweissstoffe, aber noch viel Kohlenhydrate gebildet werden. Nach MÜLLER-THURGAU<sup>2)</sup> füllen sich die Chlorophyllkörner und Stärke um so mehr je reifer das Blatt wird<sup>3)</sup>, und ist in den gelben Stellen des reifen Blattes (s. oben S. 385) die Masse der Chlorophyllkörner schliesslich fast ganz verdrängt. Bei höherem Reifezustande kommt es häufig vor, dass die Chlorophyllkörner platzen und der Innenraum der Zellen mit Stärkekörnern erfüllt ist. Die Entfärbung, welche die Reife anzeigt, sollte also nach MÜLLER-THURGAU durch diese Verdrängung der Chlorophyllkörner veranlasst werden. Das Geizen hat eben den Zweck, diese Organe, sonst die Verbrauchsstätte der Stärke, zu entfernen, so dass diese sich im Blatte anhäufen kann.<sup>4)</sup>

Für die Produktion einer ausgezeichneten Qualität, sämisch, von guter Farbe, von feinen Nerven, gut brennbar, muss das Blatt, in einer kurzen Zeit volle Reife erhalten. Dazu ge-

<sup>1)</sup> Die leichten Tabaksorten Ungarns, welche wenig Nicotin enthalten und darum nicht gesaut werden, werden von nicht gezeigten Pflanzen gezogen. — Oft wird auch die Blütenrispe nicht fortgenommen (KOSUTANY).

<sup>2)</sup> Landw. Jahrb. (1885) XIV S. 485.

<sup>3)</sup> Nach seiner Methode der Stärkebestimmung findet MÜLLER-THURGAU im ganz reifen Blatte 42.6 pCt. Stärke (auf Trockensubstanz). Diese Menge variiert mit der Tageszeit (Tags und Nachts), bedingt durch den Wechsel des Athmungsprozesses.

<sup>4)</sup> Die Bildungen von organischen Säuren: Oxalsäure, Zitronensäure, Apfelsäure pp. haben wahrscheinlich einen bestimmenden Einfluss auf den feinen Geruch des Tabaks bei der Verbrennung; jedoch welche Einflüsse günstig sind für ihre Bildung, ist wohl noch unbekannt.

hört auch, dass ein gutes Verhältnis zwischen den Eiweisssubstanzen und den stickstofffreien Substanzen (Stärke, organische Säuren u. s. w.) erreicht wird, und genügend Kali und Kalk im Blatte angehäuft ist, nicht als anorganisches Salz (Chlorur, Sulphat, Nitrat), sondern als organisches Salz. Da diese Verhältnisse bei der Tabakskultur sich sehr ungleich entwickeln, ist es klar, dass die Ursachen dieser Verschiedenheit hauptsächlich im Klima<sup>1)</sup> und im Boden zu suchen sind, wenn die Behandlung im Allgemeinen: das Köpfen, das Geizen, und das Trocknen und Fermentieren auf dieselbe taugliche, zweckentsprechende Weise ausgeführt werden.

Obgleich die Kenntnis der Bedingungen, welche bei der Reife des Blattes ein gutes Verhältnis zwischen dem Gehalte an Eiweisssubstanzen, stickstofffreien Substanzen und Mineralbestandteilen hervorbringen, bis jetzt noch sehr mangelhaft ist, so können doch einzelne wertvolle Beobachtungen erwähnt werden:

Reichliche Feuchtigkeit des Bodens, durch zeitigen Regen hervorgebracht, ist um so notwendiger, als dadurch die Reife schneller erhalten wird; zu viel Wasser im Boden ist schädlich. Die starke Verdampfung durch die Blätter muss ersetzt werden, und eine grosse Menge mineralischer Bestandteile muss in kurzer Zeit in die Wurzeln aufgenommen werden. Der Boden muss verhältnismässig reich sein an Phosphorsäure und an leicht löslichen alkalischen Basen. Die alkalischen Basen müssen in dessen Humat und colloidalem Silikat gebunden sein und also nur zum kleinen Teil als Chlorure und Sulphate vorkommen. Zu viel Nitrat ist schädlich.

Schädlich ist ein sehr stickstoffreicher Dünger; er ergibt einen starken aber schwer verbrennlichen Tabak. Schädlich können Chlorure und Sulfate sein. Die Chlorure (der alkalischen Basen) mögen die Ernte vermehren<sup>2)</sup>, sie schädigen

<sup>1)</sup> Wärme, Regen pp. in der Periode des Reifens. Für die grosse Bedeutung der zeitigen Regenfälle verweise ich noch auf die Beobachtungen von NÄSSLER. Der Tabak aus vier Dörfern in der Pfalz war in 1864 sehr schlecht; die Asche hatte eine geringe Alkalinität. 1866 war der Tabak gut, brauchbar für Deckblatt, und die Asche zeigte eine grosse Alkalinität. Im Jahre 1864 war die Witterung trocken in der Periode des grössten Wachstums, 1866 dagegen fiel der Regen in genügenden Mengen. (NÄSSLER, der Tabak, seine Bestandt. und seine Behandl. S. 99.)

<sup>2)</sup> NÄSSLER giebt davon ein Beispiel.

Ein Morgen Tabaksland ergab 5082 Pfd. Tabak, mit Chlorure gedüngt 7840 Pfd., aber schlecht brennbar.

aber der Qualität erstens (wie auch MÜLLER-THURGAU bemerkt) unmittelbar — insofern zu viel Chlorur die Brennbarkeit verringert —, zweitens indem sie die Stärkebildung in den Blättern in der Reifungsperiode vermindern.<sup>1)</sup>

Der Einfluss des Trocknens und Fermentierens auf die Qualität des Blattes ist sehr gross. Es treten dabei Umsetzungen der Eiweißsubstanzen und Kohlenhydrate auf, die in einem gewissen Zusammenhange stehen. Der energische Verlauf der ersten Umsetzungen wirkt hervorragend auf Farbe, Konsistenz und die übrigen Eigenschaften des Tabaks ein.<sup>2)</sup> Von ihrer Vollständigkeit hängt die Tauglichkeit und Brennbarkeit des Blattes ab. Dazu ist es aber notwendig, dass die Blätter auf dem Felde gut gereift sind. Sonst könnte ja jeder Tabak in der Scheune tauglich gemacht werden. Es liegt aber ausserhalb meines Zweckes, auf diese Zersetzungen weiter einzugehen.<sup>3)</sup> Ich beschränke mich darum auf die Hervorbringung des gut gereiften Tabaksblattes auf dem Felde.

Die Auswahl eines guten Samens um davon den Bibit zu ziehen, ist geraten, jedoch nach einigen Beobachtern von untergeordneter Bedeutung. In schlechtem Boden degenerieren die von guten Pflanzen gezogenen Samen bald, und liefern ein dem auf diesen Boden heimischen ähnliches Produkt. (KOSUTANY, VON RADICZKY).<sup>4)</sup>

In Deli benutzte man früher gute Java-Samen. Oft werden auf den niedrig gelegenen Ländern Samen von den höher gelegenen Boden (die rot-braune Erde, siehe oben Seite 258) zur Bibitkultur gebraucht.

<sup>1)</sup> KOSUTANY teilt mit, dass in einem Boden — wie in den tiefst gelegenen Teilen Süd-Ungarns (die Theissebene) —, der nur eine Spur Chlor enthält, Chlorure aus dem Untergrunde bei Überschwemmungen im Frühjahr aufgenommen werden können, und dass dadurch ein schlecht brennbarer Tabak entstehen kann.

<sup>2)</sup> Siehe MÜLLER-THURGAU'S Untersuchungen über diese Umsetzungen in der oben zitierten Abhandlung.

<sup>3)</sup> Freilich kann durch Abänderungen in der Behandlung in der Scheune ein Tabak, der mit einer weniger guten Zusammensetzung vom Felde kommt, aufgebessert werden. Es werden sogar Mittel empfohlen, wie die Anwendung von Dampf, erweichen in Potasche-Lösung oder in einer schwachen Lösung von essigsaurem Kalk (s. KOSUTANY), um schlecht brennbare Blätter zu verbessern.

<sup>4)</sup> Wiener Landwirtschaftl. Zeitung 1884 No. 78.

Wie dem auch sei, gut entwickelte und reife Samen werden von der in Deli so kräftig wachsenden Tabakspflanze benutzt. In Rembang, auf der Unternehmung Nicot hat man versucht die verschlechterte Qualität des Tabaks durch Anwendung von Malang-Samen und von Manilla-Samen zu verbessern; jedoch ohne guten Erfolg. Unter den acht von mir untersuchten Tabaksmustern, 3 von Java-Samen gezogen, zwei von Manilla-Samen, 3 von Malang-Samen, war nur eins der letzten etwas besser, als die anderer. (Siehe Tabelle III und Seite 421). Alle Muster waren leicht brennbar, nicht elastisch und von schlechter Farbe.

## V.

### Die Ursachen der Fruchtbarkeit des Bodens in Deli für Tabak.

Indem ich das Vorhergehende mit den Erfahrungen der Tabakskultur auf Deli und Java, und mit den Ergebnissen meiner Analysen in Zusammenhang bringe, so meine ich das Nachfolgende ableiten zu können inbetreff der Ursachen der grossen Fruchtbarkeit des Delibodens und der geringeren Fruchtbarkeit einiger Java-Gründe zur Kultur von Tabaks-Deckblätter, und des Zurückganges dieser Fruchtbarkeit mit der Zeit.

Nach den besten Mitteilungen, die mir von sachkundigen Pflanzern aus Java und Sumatra auf meine Erkundigungen hin zugegangen sind, lehrt die Erfahrung, dass wertvoller Tabak bei günstigen klimatischen Verhältnissen (zeitige Regen etc.) von sehr verschiedenen Böden erhalten wird, wenn diese früher mit Wald bewachsen waren und also eine reiche und lockere Humusschicht in der Oberfläche besitzen, — z. B. auf Java: vom vulkanischen Thone, wie in der Abteilung Malang (Pasoeroean) und bei Djember — vom schwarzen vulkanischen Sande wie in Bondo-Wosso — vom weissen vulkanischen Sande wie in Kediri und Blitar<sup>1)</sup>, vom gewöhnlichen alluvialen Fluss-Thone wie in Rembang. Vulkanischer Thon wird allgemein für den besten Tabaksboden gehalten. Auf dem vulkanischen Sande geht die Qualität bald zurück.

<sup>1)</sup> Djember liegt am Fuss des Ajangs, Abteilung Bondowosso, Residenz Bezoeki — Bondowosso Hauptplatz der Abteilung gleichen Namens — Kediri Hauptplatz der Residenz Kediri — Blitar Hauptplatz der Abteilung Blitar in der Residenz Kediri.

Diese Erfahrungen auf Java und Sumatra stimmen mit KOSUTÁNY'S und FESCA-IMAI'S Ansichten: „Alle Bodenarten“, „schreibt der erstere, in welchen der Verwitterungsprozess rasch vor sich geht, somit sandige, mergelige und kalkige Gründe, können bei hinreichendem Zuschuss an Dünger mehrere Jahre mit Vorteil zum Tabaksbau verwertet werden. Selbst der leichteste Sandboden, und der lehmige Sandboden kann gleichfalls mehrere gute Tabaksernten liefern. Aber, je mehr Thon der Boden enthält, je kühler er ist, um desto mehr weicht das Produkt von jenem der Gartenblätter ab. Ein humusreicher Sand oder Mergelboden, der nicht versumpfen kann, und nicht zu durchlässig ist, erzeugt die beste Qualität“. Von Japan sagen FESCA und IMAI: „Stark humoser schotteriger Lehm ist der beste, der thonige Lehm der schlechteste. Durchlässigkeit und ein gewisser Humusgehalt des Bodens sind weit wichtiger, als der Nährstoffgehalt, welche durch Kopfdüngung zu ergänzen ist.“

Dass dieser Zustand des Bodens der günstigste ist, lässt sich mit der eigentümlichen Entwicklung der Kulturpflanze in Einklang bringen. Die Vegetationsdauer ist kurz, die Verdunstungsorgane sind ausserordentlich entwickelt, die Reifung des Blattes erheischt einen starken Stoffwechsel.<sup>1)</sup>

Es ist die Ansicht der intelligenten Tabakspflanzer in Java und in Deli, dass der eigentümliche lockere Humus, welcher in dem Waldboden nach Ausrottung der Bäume zurückbleibt, eine Hauptbedingung für den ausserordentlichen Erfolg ist. In Deli kann beim Betreten dieses Bodens schon gefühlt werden, ob er elastisch und fein ist; mit einem Stabe kann man tief in denselben eindringen, und danach wird das Mass seiner Brauchbarkeit für den Tabaksbau beurteilt.

Der milde (nicht saure) Waldhumus und die Lockerheit vereinigen die physischen und chemischen Factoren, welche der Entwicklung der Pflanze am günstigsten sind. Diese machen das Gewächs gegenüber dem Einfluss des Wetters (Trockenheit und Nässe) weniger empfindlich, wenn im Übrigen für Drainirung

<sup>1)</sup> Kosutány weist auch auf das Wurzelsystem, das nach ihm „nicht tief in die Erde dringt, nicht von grosser Ausdehnung ist, und jeglichem noch so geringen Hindernis ausweicht; wodurch die Pflanze ungeschickt ist für zähen Lehm, und für losen Sand.“



gesorgt ist. Darum erheischt die Kultur wenig Bearbeitung des Bodens. Dazu kommt, dass dieser frische Waldboden, so lange der Tabak darauf steht, angehäuelt und gejätet wird und wenig Unkräuter trägt. Alles dieses ist die Ursache, dass im ersten Jahre, oder in den ersten Jahren auf sehr verschiedenen Böden, Thon, Sand etc. ohne jeden Dünger der beste Deckblatt-Taback erhalten wird. Dieser Boden, unter den (oben beschriebenen) sehr günstigen Regenverhältnissen in Deli, ist am besten im Stande, in der verhältnismässig kurzen Periode der Blätter-Entwicklung und Reife die nötige Menge an Wasser und Nahrungsbestandteilen zuzuführen.

In Deli wird, wie schon oben mitgeteilt, der Tabak immer auf Waldboden kultivirt, nach Ausrottung des Waldes, mit Ausnahme von einzelnen Alang-Feldern. Die meisten Alangfelder in Deli sind nicht tauglich, besonders wenn der Alang dünn steht und stellenweise schwarze und rote Blätter zeigt.

Nur solche Waldböden werden tauglich geachtet, welche eine humusreiche Schicht von wenigstens 2 bis 4 dm haben. 1,5 dm ist wohl die äusserste Grenze; 6 dm ist sehr viel.

Die Analyse<sup>1)</sup> eines solchen Bodens zeigte jedoch nichts ungünstiges, doch gab derselbe eine schlechte Ernte. Der Humus war von schlechter Beschaffenheit; wo das Alangfeld in Wald überging, wurde ausgezeichnete Tabak erhalten. Dagegen war die Reisernte auf beiden Böden vortrefflich. Ein Moorboden in Deli, der sich in der Nähe eines Baches gebildet hatte, wurde drainiert und gab das erste Jahr prächtigen Tabak. Auf Morastboden, der sauren Humus enthält, werden wohl grosse Blätter, aber schlecht brennender Tabak geerntet. Dasselbe wird beobachtet in nassen Jahren, wenn die Wurzeln zu lange durch stagnirendes Wasser umgeben bleiben. Eine Pflanze die zwölf Stunden in Wasser steht ist verloren.

Es ist deutlich, dass eine chemische Analyse des Bodens — besonders wenn sie beschränkt wird auf eine Bestimmung der in verdünnter Salzsäure ausziehbaren Kali, Kalk, Phosphorsäure und eine Kohlenstoff- und Stickstoff-Bestimmung<sup>2)</sup> — unzulänglich ist um die eigentümliche Zusammensetzung und

<sup>1)</sup> Siehe oben Seite 375 über die Analysen, welche früher gemacht sind.

<sup>2)</sup> Seite 375.

Fruchtbarkeit zu erklären. Dessen ungeachtet lassen sich viele Ergebnisse der vollständigen Analyse der Delierden und der Malangerden mit deren Fruchtbarkeit in Zusammenhang bringen.

	Deli A. pCt.	Deli B. pCt.	Gon- dang- Legie pCt.
1. Ein hoher Gehalt an Humus und in Ammoniak löslichen Humaten.	5.0	3.2	3.8
2. Ein hoher Gehalt an Stickstoff.	0.3	0.2	0.18
3. Ein höher Gehalt an Phosphorsäure,	0.2	0.11 <sup>5)</sup>	0.20
4. Ein guter Gehalt an Kali in verdünnter Säure löslich.	0.16	0.06	0.1
5. Das Faktum, dass dieses Kali nicht an Salzsäure und Schwefelsäure, sondern an Humussubstanzen und im colloidalen Silikat gebunden ist.			
6. Ein grosser Gehalt an colloidalem in Salzsäure löslichem Silikat, das viel Wasser gebunden hält, und das ein sehr basisches Aluminiumsilikat darstellt <sup>1)</sup> (1 bis 2 Mol. SiO <sub>2</sub> auf 1 Mol. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).	74.—	48.—	59.—
7. Eine physische Konstitution des Silikates der Art, dass die Erde nicht zu einer zu harten Thonmasse eintrocknet. Die Erde Deli I trocknet zu einer leicht verreibbaren Körnermasse ein.			

Der Humus, die lockere physische Beschaffenheit, und die eigentümliche Zusammensetzung des Verwitterungssilikates sind unzweifelhaft sehr wichtige Momente für die Erhaltung des richtigen Feuchtigkeitsgehaltes, und für die Ernährung der Pflanzen durch die Wurzeln. Ihre Bedeutung für das günstige und schnelle Wachstum der Blätter (der geköpften und gezeigten Pflanze), wie es in Deli stattfindet, kann aber noch nicht näher erklärt werden. Die lockere Zusammensetzung, in welcher die Erde nach dem Ansrotten des Waldes zurückgelassen wird, ist durch die Analyse nicht festzustellen.

<sup>1)</sup> Alkalische Basen, stark gebundenes Wasser, und Eisenoxyd sind dabei gerechnet. Ohne Eisenoxyd sind die Zahlen:

67% — 43% — 51%.

Merkwürdig ist es, dass diese Erden in ihrem Verwitterungs-Silikat verhältnismässig arm sind an Kali, im Vergleich mit dem der guten alluvialen Thone, selbst den leichteren Arten desselben.

Deli I.	0.86%		Schwerer Meeres-Thon (Dollard pp.)	1.1%	
Deli II	0.23 "		Leichter "	Zuiderzee	0.5 "
Gondang Legie	0.23 "		Schwerer Fluss-Thon (Rembang)		0.6 "
Sirka Anjar	0.21 "				

Jedoch die Menge des in kalten verdünnten Säuren (Essigsäure) löslichen Kali's, wie auch des Kalk's und der Magnesia (die Karbonate abgerechnet) ist bei allen wenig verschieden,  $\pm 0.1\%$  Kali.

Die obenbeschriebene Zusammensetzung des Bodens reicht allein noch nicht aus, um grosse Ernten eines ausgezeichneten Produkts — reife Blätter im Sinne des Tabakspflanzers — zu erhalten, wenn nicht das Klima in Deli so günstig wäre, was den Regenfall anbetrifft.

Der Regen bleibt nie länger, als 30 Tage, aus.<sup>1)</sup> Der Boden bekommt also zeitig genug Wasser für die Periode der Blätterreife, und es hat keine oder wenig Gefahr, dass derselbe zu trocken werde. In dieser Hinsicht sind die niedriger gelegenen Strecken des Landes in noch besserer Lage, als die höher gelegenen.

Die guten Tabaksböden in Deli haben jedoch nicht alle die Zusammensetzung der rotbraunen Erde, es sei denn, dass sie alle aus vulkanischem Material entstanden sind, und sie befinden sich nicht in derselben Lage. Wie die Vergleichung von Deli I (die rotbraune Erde) mit Deli II (die graue Erde) schon beweist, sind die oben angeführten Zahlen von I günstiger. Die graue Erde in den niedrigst gelegenen Strecken wird im nassen Mousson oft überschwemmt und muss darum gut drainiert werden.

Anfänglich wurde die rotbraune Erde für die beste gehalten, und bringt dieselbe auch den feinsten Tabak hervor; jedoch sie ist abhängiger vom Regenfall. Die Erde II, die als der Typus der besten grauen Varietät zu betrachten ist, ist am wenigsten empfindlich für die Wetterverhältnisse; sie ist plasti-

<sup>1)</sup> Der eigentliche Regen-Mousson ist davon zu unterscheiden. Dieser fängt gegen Oktober an, wenn die Ernte bereits eingebracht ist.

schwer; sie hat von zu vielen Regen weniger Nachteil, weil sie mehr Wasser absorbieren kann; — vom trocknen Wetter weniger, weil sie mehr Feuchtigkeit zurückhält. Erden, die sowohl leichter, als schwerer, sind, als Deli II, stehen dieser darum etwas nach.

Auch Moorboden, wenn er sorgfältig drainiert ist, hat in Deli guten Tabak hervorgebracht.

Es ergibt sich also aufs deutlichste, dass 1. der zeitweilige günstige physische Zustand — die Lockerheit — und der Humusgehalt 2. die genügende Feuchtigkeit in der kurzen Periode der Entwicklung der Pflanze und des Reifens der Blätter die Hauptbedingungen sind. Die Mineral-Bestandteile, die Stickstoffverbindungen werden unter diesen Umständen in genügender Menge der Pflanze zugeführt, sowohl aus der rotbraunen Erde, als aus den grauen Erdarten.

Dabei ist nicht zu vergessen, dass im frischen Waldboden die Unkräuter im ersten Jahre noch nicht stark wuchern, und also das Kulturgewächs wenig schädigen.

## VI.

### Zurückgang der Fruchtbarkeit des Bodens für Tabak in Deli und Java.

Es ist nun die Frage, wie lange sich dieser ganz ausgezeichnete Zustand dieses Bodens erhält.

Bis vor wenigen Jahren wurden in Deli die Felder in der Regel nur einmal mit Tabak bepflanzt. Im Anfang der Kultur (1871/73) hatte man in Deli dieselben Felder zum zweiten Mal mit Tabak bepflanzt. Der weniger sichere Erfolg war Ursache, dass man seitdem immer neue Strecken Wald ausröttete und stets auf Urböden den Tabak anbaute. Den einmal benutzten Feldern wurde 5 bis 6 Jahre Ruhe gelassen. In den niederen Gegenden, wo der Boden thonartig ist, wurden sie sehr sorgfältig bearbeitet, tiefer mit dem Spaten umgegraben und gut drainiert. Dessenungeachtet war die Ernte nur bei günstigem Wetter ziemlich gut. Qualität und Quantität waren oft geringer, als bei der ersten Ernte. Der Boden enthielt mehr Unkräuter und stand dem frischen Waldgrunde in Lockerheit nach,

In den höheren Gründen, wo die rote Erde liegt, waren die Erfolge einer zweiten Bepflanzung gewöhnlich besser, da wächst die Pflanze wieder schneller, als auf den niederen Allavien. Jedoch selbst nach 7 oder 8 Jahren Brachliegen ist die Beschaffenheit des Bodens noch nicht der des frischen Waldbodens gleich. „Die zweite und folgende Tabaksernte“, sagt FRITZ REUTER, Administrator auf einer Unternehmung der ältesten Deligesellschaft, „kann auch nicht im Entferntesten den Vergleich aushalten mit ihrer Vorgängerin auf demselben aber mit Holz bewachsen gewesenen Boden; selbst wiederholtes und tieferes Tjankollen mit gleichzeitiger Anwendung von Guano vermag diesen Unterschied nicht völlig auszugleichen. Auf manchen Unternehmungen werden schon seit einigen Jahren sofort zwei Tabaksernten gewonnen, wenn der Wald herunter geschlagen ist; soweit mir bekannt geworden, war im zweiten Jahre der Ertrag schwankender und überwiegend geringer.“

Versuche, im September, und auch noch einmal in Februar oder März, den einmal benutzten Boden mit der Hacke umzusetzen und auf diese Weise zu lockern, hatten keinen guten Erfolg, weil die Unkräuter eben dadurch stärker wucherten und den Vorteil der Lockerheit wieder verstellten.<sup>1)</sup> Nach dem ersten Gewächs bedeckt sich der Boden mit einer üppigen Vegetation von Alang. Gewöhnlich wird dies geschnitten und verbrannt. Dieses Brennen des Alangs ist am nachteiligsten. Infolgedessen liegt der Boden unbeschattet, er wird hart und geschlossen. Der Humusboden wird, wie FRITZ REUTER richtig bemerkt, ein gewöhnlicher Thonboden; sein Vermögen Wasser zu halten und zu absorbieren ist verringert. Durch Ruhe oder Brüche bessert er sich nicht. Wenn nun auch die Wurzelstümpfe, die Überreste des einst so üppigen Urwaldes, welche noch Humus bilden, entfernt sind, und wenn der Alang wiederholt verbrannt ist, dann ist der Acker ganz verdorben.

<sup>1)</sup> Einmal wurde in Ladang versuchsweise auf die rote Erde Reistrocken (dass heisst: ohne die Unterwassersetzung die auf Sawah's gebräuchlich ist) zwischen zwei Tabakskulturen erbaut. Der Reis wurde in dem nassen Mousson Sept. — Okt. gesetzt und in Jan. — Febr. geerntet. Dadurch konnten die Unkräuter sich nicht entwickeln. Der Versuch gelang. Die zweite Tabakspflanzung gab eine gute Ernte; die Pflanzen wurden aber tiefer geköpft, als bei der ersten Kultur.

Die alte Irrlehre der Bodenmüdigkeit und Bodenerschöpfung kann jetzt nicht mehr zur Erklärung zu Hilfe gezogen werden. Die Erfahrung und die wissenschaftlichen Untersuchungen haben zur Genüge nachgewiesen, dass es nicht an einem einzelnen Moment — der absoluten Menge Kali oder Phosphorsäure — liegt, wenn ein Boden nicht wiederholt dasselbe Gewächs in der gleichen Qualität und Quantität hervorbringt. Der Deliboden und der Malangboden sind von vorn herein kaliarm; der Boden von Rembang enthält mehr Kali, und bringt doch keinen gut verbrennlichen Tabak mehr hervor.<sup>1)</sup>

Die Klagen über den Zurückgang des Tabaksbaus in gewissen Gegenden von Java können mit obigen Erfahrungen in Zusammenhang gebracht werden. Zum Beispiel in den Assistent-Residenzen Toeban und Bodjonegoro der Residenz Rembang, in der Nähe des Solo und des Kenings, wurden im Anfang der vierziger Jahre Tabaksunternehmungen gestiftet. In diesen Jahren fanden grosse Entwaldungen statt. Auf dem Urboden wurde bis 1866 vorzüglicher Tabak kultiviert und für hohe Preise verkauft. Seitdem wurde die Qualität der Blätter schlechter (schlecht brennbar — nicht sämisch) und dieses nicht allein in trocknen Jahren.<sup>2)</sup> Die Kultur fand in diesen späteren Jahren

<sup>1)</sup> Pichard spricht sich über den Kaligehalt dahin aus, dass 2 bis 2,5 Gr. Kali in einem Kgr. Erde (also 0,2%) für die Tabakskultur genügt: Les scrupules de l'administration des Tabacs en France, relativement au choix des terrains propres à la culture du tabac à fumer, n'ont plus de raison d'être. Après les données d'expérience de cette culture dans le nouveau et l'ancien monde, après les travaux de M. Müntz, la nitrification est la condition première. Un terrain léger, sableux et calcaire est le meilleur. (Revue scientifique 10. Sept. 1887 page 332).

Die Behauptung von PICHARD inbetreff der Nitrification geht zu weit. Ich bringe hier auch die Mitteilung von NESSLER in Erinnerung, dass bei Karlsruhe ein Boden, aus Löss und Dolerit gebildet, der zur Gartenerde geworden war (gedüngt wurde mit Stallmist, Asche, und Malzkeimen) 10 Jahre hinter einander ausgezeichneten Tabak getragen hat. Die Blätter enthielten in der Asche:

	Auf 100 Teile Trockensubst.	Auf 100 Teile Asche
kohlensaures Kali . . . . .	1,6%	5,3%
Kali im Ganzen . . . . .	: 1,5	5,1
Chlor . . . . .	0,3	1,0
	Asche 30	

<sup>2)</sup> Die Jahre 1870, 1874 waren nass. Die Jahre 1873, 1876, 1877 waren sehr trocken.

nicht mehr auf neuem Waldboden, sondern auf denselben Feldern in festen Zeiträumen wiederholt statt, dauernd 30 Jahre. Düngung und gute Bearbeitung wurden unterlassen, besonders nachdem die „Kontrakte“ erloschen waren. Jedoch sind diese Felder, insofern sie längs des Solo und des Kenings liegen, einer jährlichen Überschwemmung ausgesetzt. Dabei kam eine grössere Zahl trockner Jahre (von 1855—1877 fünf trockne und fünf sehr trockne Jahre). Die Entwaldung hat, wahrscheinlich auf die Menge und die Regelmässigkeit der Regenfälle einen nachteiligen Einfluss ausgeübt.

Gewiss ist es, dass auf dem sonst fruchtbaren Thonboden, dessen Analyse oben (auf Seite 275) mitgeteilt ist, kein gut brennbarer Tabak mehr gewonnen wurde. Düngung mit Salpeter hat nichts geholfen.

Von Erschöpfung des Bodens kann keine Rede sein. Die Analyse von 5 Mustern hat gelehrt, dass dieser fette Thon mehr Kali enthält, als die Böden Deli's und Malang's, genügend Phosphorsäure, und noch dazu viel kohlen-sauren Kalk, dass aber der Humusgehalt geringer ist.

Die Ernten sind denn auch gross genug. Es ist die gute Qualität des Blattes, die fehlt. Also geben die bekannten Thatsachen allein Veranlassung zu der Annahme: dass der Boden die gute Zusammensetzung des Humus und die Lockerheit verloren hat, durch welche allein bei einem schnellen Wachstum und Reifen die richtige Zusammensetzung der Blätter erhalten wird, und dass wahrscheinlich auch das Klima sich verschlechtert hat.

## VII.

### Wiederherstellung der Fruchtbarkeit.

Bei der fortwährenden Ausbreitung der Kultur wird es allmählich bei vielen Unternehmungen auf Deli an neuen Böden mangeln, und diese genötigt werden, den einmal benutzten Acker wiederholt mit Tabak zu bepflanzen. Die Wiederherstellung des Bodens im ursprünglichen Zustande der Fruchtbarkeit kommt dann an die Reihe; für einige Unternehmungen ist dies schon eingetreten.

Es fragt sich nun: Muss dieselbe erlangt werden — die gute Bearbeitung selbstverständlich angenommen — durch Dünger oder durch neue Waldanlage?

#### a. Die Düngerfrage.

Vorausgeschickt sei hier gleich, dass von einer vorhergehenden Düngung des Bodens keine Rede sein kann. Das befördert das Gedeihen der Unkräuter, so dass diese den Kulturpflanzen noch mehr schaden. Der Dünger muss also im richtigen Augenblick zu der Pflanze gebracht werden, nämlich wenn sie eben anfängt aufzuwachsen; so dass sie in den 40—60—90 Tagen ihrer Entwicklung und Reifung davon Nutzen ziehen kann. Ist der Boden zu trocken, bleibt der Regen aus, dann nützt der Dünger auch nicht.

Welcher Dünger ist nun zu empfehlen? Es ist nicht genug, dass er das Wachstum befördert, er muss der Qualität des Blattes, der verlangten Sämschkeit, Farbe, Feinheit, Brennbarkeit nützlich, wenigstens nicht schädlich sein. Wenn der Boden an sich allein nicht mehr die gute Qualität des Blattes hervorzubringen vermag (wie z. B. in Rembang), dann verlangt man vom Dünger, dass er diese Wirkung hat. Übersieht man die Düngerversuche mit Tabak von NESSLER<sup>1)</sup>, FESCA<sup>2)</sup>, von den Italienern: RICCIARDI, CANTONI, ROTONDI<sup>3)</sup>, von JORDAN<sup>4)</sup>, von KOSUTANY<sup>5)</sup>, und Anderen, so stellt sich eine geringe Übereinstimmung in den Ergebnissen heraus, was den Nutzen der Kalisalze, des Salpeters, der Phosphate anbetrifft. Oft übt z. B. das  $K_2SO_4$  keinen günstigen Einfluss auf den Kaligehalt in der Tabaksblattnasche, oft wirkt es schädlich. Superphosphat ist oft nutzlos oder schädlich; der Chilisalpeter ebenso oft schädlich; dagegen Kalisalpeter mit halber Stallmistdüngung bei den Wageningen'schen Versuchen (1886, 1887)

<sup>1)</sup> NESSLER. Der Tabak. Mannheim 1867. S. 53—74 und 75—86.  
NESSLER: Düngungsversuche 1883. Landw. Vers.-St. XXIX S. 309—312.  
Centrbl. Agr. Ch. 1889 S. 488—494.

<sup>2)</sup> J. f. Landw. 1873 S. 263.

<sup>3)</sup> Centrbl. Agric. Ch. 1878 S. 830.

<sup>4)</sup> W. JORDAN. Centrbl. Agr. Ch. 1885 S. 598.

<sup>5)</sup> Chem. Phys. Unters. der Tabaksorten Ungarns. Budapest 1882. S. 27 und 89.



vorteilhaft<sup>1)</sup>. Dass Kochsalz, dass die Chlorure im Allgemeinen, also Stassfurter Salze, gefährlich sind, ist zur Genüge ausgemacht. Dass eine Düngung mit Chlorur und Sulfat von Kali für sich allein in einem Boden, der kein gutes Blatt mehr hervorbringt, die gute Brennbarkeit nicht wieder herstellen kann, ist sicher.

Delipflanzer haben wiederholt mitgeteilt<sup>2)</sup>, dass sie von Kalidünger und Phosphatdünger keinen Erfolg beobachtet haben — wie sich im Übrigen vorhersagen liess. In den letzten Jahren wird aber in Deli der Guano in grosser Menge auf den schon einmal bepflanzen Äckern angewandt. Vierzehn Tage nach der Aussaat der Bibit wird um die jungen Pflanzen eine kreisförmige Rinne gemacht, Guano hinein gestreut und mit Wasser begossen<sup>3)</sup>. Wenn dann der Feuchtigkeitszustand des Bodens günstig ist, wird ein kräftiger Wuchs der Pflanze beobachtet. Fraglich aber bleibt es, ob eine wiederholte Düngung mit Guano der Qualität nicht schädlich werden soll, ob das Blatt nicht zu dunkelfarbig, zu roh und zu stark nikotinhalzig wird (wie die Erfahrung in Cuba gelehrt hat).

Fragt man also, welcher Dünger spezifisch gut ist für Tabak, um die richtige Zusammensetzung der Blätter hervorbringen, wenn der Boden dazu nicht im Stande ist, dann geben die bis jetzt veröffentlichten wissenschaftlichen Versuche keinen Aufschluss. Sie belehren uns vielmehr, dass auf diese Weise keine Auskunft zu erhalten ist, und man sie ruhig unterlassen kann. Die Faktoren der Lockerheit und der Feuchtigkeit des Bodens, der Durchlässigkeit des Untergrundes, und besonders der Witterung in der wichtigsten Periode, haben zu grossen Einfluss, um die Wirkung von verschiedenen Düngemitteln an und für sich mit einander vergleichen zu dürfen.

Oft wird der Rat gegeben, man sollte in Deli und auf Java auf den schon einmal oder mehrmals benutzten Äckern Düngerversuche machen; wenn aber die oben angeführten Versuche (Seite 400) sich schon als ziemlich wertlos herausgestellt

<sup>1)</sup> Vorläufige Mitteilung an die „Geldersche Maatschappij van Landbouw, Afdeling Neder Veluwe“ im Juni 1888.

<sup>2)</sup> So hat auch Herr H. C. VAN DEN HONERT, Kulturinspektor der ältesten Deligesellschaft, mir seine Erfahrungen darüber mitgeteilt.

<sup>3)</sup> Zwei Säcke Guano werden meistens auf ein Koeliefeld verwandt.

haben, wie werden dann die vergleichenden Versuche von nicht wissenschaftlich gebildeten Pflanzern etwas bedeuten können?

Ausgemacht scheint es mir, dass wenn Dünger angewandt wird, dieser nur als Kopfdünger der Pflanze im richtigen Moment ihrer Entwicklung beigebracht werden muss, und dass dann zeitiger Regen unentbehrlich ist, um den Dünger wirksam zu machen. Die nützlichen Mengen N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, etc. müssen in kurzer Zeit aufgenommen und assimiliert werden. Welches aber die *Zusammensetzung des Düngers sein muss, um, neben dem gegebenen Boden, die gute Qualität des Tabaks zu fördern*, das kann jetzt noch nicht mit Sicherheit angegeben werden. Was wir wissen, ist grösstenteils negativ.

Stickstoff-Dünger vermag den kräftigen Wuchs zu fördern, doch eine einseitige N-Düngung kann schädlich sein. Zuviel Salpeter ist schädlich, wie KOSUTANY gezeigt hat; denn das Zuviel kann in der letzten Periode der Blätterreife nicht verarbeitet werden, und das Blatt wird durch den Salpetergehalt verschlechtert.

Kali ist nützlich: man ist geneigt dessen Wert für die gute Qualität des Blattes hoch zu schätzen. Aber in welcher Form muss es dargeboten werden? NESSLER äusserte sich 1861: „Wenn wir noch gar fragen, in welchem Boden das Kali in der Form vorhanden ist, dass es in der Asche des Tabaks als kohlen-saures Kali erscheinen wird, so müssen wir gestehen, dass uns bis jetzt alle Anhaltspunkte fehlen“. Jetzt wissen wir, dass es nicht Chlorur und Sulfat sein muss.<sup>1)</sup> Denn in diesem Falle müssen die Pflanzen in kurzer Zeit die Salzsäure wieder ausscheiden können, um organische Kaliverbindungen zu bilden — wie ADOLF MAYER so verdienstvoll in seiner Ab-handlung über die Wirkung der Kalisalze auseinander gesetzt hat.<sup>2)</sup> ADOLF MAYER'S Unterscheidung der Dünstoffe in neutrale, saure und basische muss hier im Auge gehalten werden. Darf der Boden im Voraus mit Dünger versehen werden, dann

<sup>1)</sup> In 1879 schrieb ich schon an einen Tabakpflanzler, der mich über Kalidünger zu Rat zog: „Wie sollte KCl und K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> die Qualität des schlecht brennbaren Blattes verbessern? Der Rembangboden enthält Kali genug und in besserer Form. Wie sollte dann die Pflanze diese Dünge-salze besser verarbeiten, wobei sie das Kali zurückhalten, und die Salzsäure und Schwefel-säure abscheiden muss?“

<sup>2)</sup> Landw. Vers.-Stat. 1881. Bd. 26 S. 77 — 134 und 309 — 351.

kann die Zeit disponibel sein, welche nötig ist — nachdem das Kali aus dem Chlorur und dem Sulfat durch das colloidale Silikat und durch das Humat absorbiert sind — um die Säuren als Kalk- und Natronsalze in Lösung zu erhalten, und also abfliessen zu lassen. Die Wurzeln finden dann das Kali in einer geeigneten Form.<sup>1)</sup> Doch wie oben erklärt ist: in den Tropen, auf Java und Sumatra, darf der Tabaksboden nicht auf diese Weise gedüngt werden. Das Kalisalz muss in der geeignetsten Form der Pflanze angeboten werden, und zwar als Kopfdünger.

Kohlensaures Kali ist nach AD. MAYER'S Versuchen zu alkalisch. Ein Kalihumat halte ich unbedingt für besser; das könnte, wie MAYER vorschlägt, aus Chlorkalium, Kalk und Torfstreu bereitet werden.<sup>2)</sup> Die Brauchbarkeit eines Gemisches von  $K_2SO_4$  (oder  $KCl$ ) und Kalk muss für die Kultur im grossen noch geprüft werden.<sup>3)</sup> Kaliumnitrat muss mit Vorsicht gebraucht werden, weil die Salpetersäure nicht ganz assimiliert werden kann (und die Eiweissbildung zu einseitig befördert wird?).

Wenn wir also nach meiner Ansicht schon behaupten können, dass das Kali, im colloidalen Silikat und im Humat absorbiert, die beste Form darstellt, wenn nur die Feuchtigkeit im Boden gross genug ist und konstant bleibt, so müssen wir jetzt mit MAYER anerkennen: „Eine praktische Kunstdüngung mit Kali für Tabak oder dergleichen kalibedürftige Pflanzen, für verschiedene Böden und zur Zeit des Bedarfs zu geben, fehlt noch.“

Auf Java und Sumatra wird ein Kompostdünger aus Viehmist und Tabaksabfall sich möglicherweise lohnend erweisen. Die Javaner benutzen mit bestem Erfolg ein Gemisch von Stalldünger, mit einer geringeren Menge Abtrittsdünger und mit

<sup>1)</sup> Wenn es wahr ist, dass Chlorkalium in der Pflanze für die Löslichmachung des Amylums im Blatte günstig wirkt, und für deren Überführung nach anderen Organen, dann wäre auch in dieser Hinsicht zu viel Chlorkaliumaufnahme schädlich.

<sup>2)</sup> Die Humussäuren wechseln Kali gegen Kalk aus. Das Chlorcalcium kann abfliessen.

<sup>3)</sup> Ad. MAYER beobachtete einen günstigen Erfolg von einem Gemisch von  $\frac{1}{3}$   $CaO$  auf 1  $K_2SO_4$ , und auch von  $Na_2CO_3$  mit  $KCl$ , auf die Alkalinität der Tabaksasche.

In einer an sich schon fruchtbaren Erde that eine Düngung ausschliesslich mit  $K_2CO_3$  gute Dienste.

Das gilt jedoch alles für intensive Kultur im gemässigten Klima.

Strohasche, den sie in kleinen Mengen als Kopfdünger den Pflanzen während ihrer Vegetationsperiode zuführen, am zehnten und am zwanzigsten Tag nach dem Verpflanzen. Sie geben auch flüssige Dünger, und später Oelkuchen und Stallmist; die Ölkuchen sollen kleine, aber aromatische Tabaksblätter hervorbringen. Dieser Behandlungsweise sollte man auch in Sumatra eingedenk sein;<sup>1)</sup> übrigens wird sie auch wohl hie oder da auf Java befolgt.

Aus alle diesem erhellt genügend, dass keine wissenschaftliche Düngervorschriften zu geben sind, um dauernd auf den Deliböden Tabaksernten bester Qualität hervorzubringen. Ein viel exakteres und tiefer eingehendes Stadium der Entwicklung und des Stoffwechsels in der geköpften und gezeigten Pflanze, als bis jetzt vorliegt, ist dazu unentbehrlich. Die Untersuchungen von AD. MAYER und von MÜLLER-THURGAU sind in dieser Hinsicht schon wichtig als lehrreiche Anfänge. Von den gewöhnlichen Kulturversuchen lässt sich nichts erwarten, was allgemeinen Wert hätte.

#### b. Wiederherstellung des Waldbodens.

So lange die extensive Kultur in Deli möglich ist, scheint es mir erwiesen, dass vom Dünger der abgepflanzten Felder sehr wenig, von der Wiederherstellung des Waldbodens sehr viel, wenn nicht alles, zu erwarten ist, um dauernd Tabaksblätter der bekannten Beschaffenheit zu bekommen: ein vorzügliches Deckblatt, „das sich so vielen anderen Tabaksarten verschiedener Qualität und mannigfachster Geschmacksrichtung anzupassen vermag“.<sup>2)</sup>

Durch die Wiederherstellung des Waldbodens kann die Lockerheit, der Humusgehalt etc. zurück erhalten werden. Wenn man die wiederholte Kultur, ohne Düngung, eine Raubwirtschaft nennen will, so besteht dieser Raub nicht sosehr im wegführen von Kali, Phosphorsäure, Stickstoff etc., als im Verlust der

<sup>1)</sup> Ich halte die folgende Aeußerung von Herrn FRITZ REUTER in der Delizeitung (1886 Oktober) für wichtig. „Wenn man den Tabaksboden (schon benutzten) überhaupt düngen will, sollte man dann nicht einem Compost von Tabaksabfall, Viehmist, Küchenabfall, den Vorzug geben vor den tausenden Pikols Guano, die jetzt gekauft werden.“

<sup>2)</sup> F. REUTER l. c.

eigentümlichen physisch-chemischen Konstitution. Diese letzte muss in erster Stelle wiedergegeben werden.

Wenn die Ernte eingezogen ist, so bedeckt sich das Feld in dem nassen Mousson mit Alang; doch kommen auch gleich Gewächse auf, die Busch erzeugen können, z. B. der Androng (namentlich auf dem braunen vulkanischen Thon), und der Tampo (*Gardenia resinifera* oder eine andere Art *Gardenia*). In dem erstfolgenden trocknen Mousson ist schon eine hübsche Waldvegetation zwischen dem Alang sichtbar, der schnell wächst. Sobald die Sträucher Schatten geben, wächst der Alang nicht mehr. Wenn die Abfuhrkanäle (Rinnen), die für die Tabakkultur angelegt waren, wieder zugestopft werden, und der Boden allmählich nasser (moorartig) wird, dann ist das günstig für die Waldbildung, und für das Verschwinden des Alangs.

Unter dem Schatten des Androngs wachsen andere Waldbäume auf. Stirbt der Androng nach einigen Jahren, dann wachsen andere Bäume fort, wie der Haleban (*Vitex pubescens* Vahl), der Koerangan und andere (Meranti, Bintoenghan, Roessip, Djohore etc.). Tiger, Schlangen, wilde Schweine bewohnen aufs Neue den Wald.

Nach 5—10 Jahren ist der Boden wieder in den alten guten Zustand — physisch und chemisch wie oben beschrieben — zurückgekommen, und kann, auf dieselbe Weise behandelt, denselben Tabak, wie das erstemal, hervorbringen.

Darum eben ist die Padikultur, die in dem nassen Mousson stattfindet, so nachteilig für die wiederholte Benutzung des Ackers als Tabaksfeld.<sup>1)</sup> Sie verhindert die Waldbildung in der günstigen Jahreszeit und befördert also den Alangwuchs in dem trocknen Mousson.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Auch eine Vegetation von Farnkräutern auf einem schon einmal benutzten Felde wird als sehr erwünscht betrachtet. — Die Erfahrung hat gelehrt, dass, wenn ein solches Feld zum zweiten Mal mit Tabak bestellt wird, es demjenigen vorzuziehen ist, dem man durch Düngen wieder die alte Fruchtbarkeit zurück zu geben versucht hat. Wahrscheinlich kommt die Farn-Vegetation auf anders gelegenen Böden als dem braunen Thon vor.

<sup>2)</sup> Nach den Herren CREMER und VAN DEN HONERT müssten denn auch eigene Feldstücke für die Reiskultur reserviert werden, und sollte es in dieser Hinsicht ein Irrthum der Regierung sein, dass sie die Contrahenten verpflichtet das einmal bepflanzte Tabaksfeld für Reiskultur disponibel zu stellen. Dazu kommt noch eine ökonomische Frage. Bodenraum für Reis ist genug vorhanden. Jedoch die Aecker müssen dafür bearbeitet und

Aus denselben Gründen ist das Brennen des Alangs so schädlich, noch mehr das wiederholte Brennen.<sup>1)</sup> Der Humus wird vernichtet, auch die Wurzelstöcke und Baumstämme, die noch da sind, können dann keinen neuen Humus bilden. Wenn auch eine Aschenschicht auf dem Felde ausgebreitet wird, so wird im übrigen der Boden verdorben. Die Regen verschlämmen die Oberfläche (durch das Ebentreiben der Schollen). Andererseits brennt die Sonne zu stark auf den nackten Boden und macht denselben hart. Die jungen Waldpflanzen werden vernichtet. Statt zu brennen ist es viel besser, den Alang zu schneiden und über dem Felde als Bedeckung auszubreiten.<sup>2)</sup> Unter dieser Decke ersticken die Wurzeln des Alang's, und erzeugen Humus. So wird der Alangwuchs verhindert<sup>3)</sup> und dem Austrocknen und Verderben des Bodens zuvorgekommen.

Eine sehr wichtige Frage bleibt die: ob das fortgesetzte Ausrotten der Wälder nicht allmählich die günstige klimatische Lage verderben wird, so dass statt vieler und nicht zu starker Regenfälle, eine Abwechslung von zu grosser Trockenheit und zu starken Regengüssen (die Banjers verursachen können) eintreten wird. Bis jetzt ist noch keine Änderung der Regenverhältnisse beobachtet. In der Strecke des Strandes bleiben die Rhizophorenwälder bestehen; im Innlande stellt das Hochgebirge der Kultur eine Grenze.

Auch muss man bedenken, dass in einer Unternehmung von z. B. 3000 Bouws nur 300 Bouws im selben Jahre mit Tabak bepflanzt werden, und das Interesse der Pflanzler es mit sich bringt, dass keine Alangwüste entsteht, sondern dass die abgepflanzten Felder wieder zeitweilen zum Wald werden.

---

irrigiert werden. Daher ist es den Malaien viel bequemer, die abgeernteten Tabaksfelder dazu zu benutzen, die keiner Bearbeitung mehr bedürfen. Auf diese Weise wächst jedoch ein Geschlecht von Eingeborenen auf, das die Kunst des Reisbau's verlernt.

<sup>1)</sup> Die Malaien brennen aus Vergnügen, oder um Hirsche zu jagen. Die Chinesischen Holzsäger brennen, weil der Alang ihnen das Aufsuchen der übriggebliebenen abgehauenen Holzstämme erschwert.

<sup>2)</sup> F. REUTER, der diese Methode befürwortet, giebt die Kosten für das Bedecken per Bouw auf zwei Dollar an.

<sup>3)</sup> F. REUTER: „Der unaufhörliche Kampf mit der immer wieder wachsenden Alang fällt dann fort.“

## VIII.

### Schluss.

Schliesslich resumiere ich obige Untersuchungen und Betrachtungen in folgenden Worten:

Es ist dem frischen Waldboden, seiner Lockerheit, seinem Humusgehalt, den günstigen Regenverhältnissen, und wahrscheinlich auch der basischen Zusammensetzung des Verwitterungs-Silikats zuzuschreiben, dass der vulkanische Thon in Deli, wenn für richtige Wasserabfuhr gesorgt wird, in einer verhältnismässig kurzen Wachszeit so viel sämisches und gut brennbares Tabaksblatt hervorbringen kann.

Will man fortwährend diese feine Tabakssorte, von guter Farbe, sämisch und gut brennbar erzeugen, dann ist man auf zeitweilige Wiederherstellung des Waldes in der ersten Stelle angewiesen.

Dünger-Versuche, auf den Unternehmungen von den Pflanzern angestellt, sind so gut wie wertlos.

Wenn wissenschaftliche Untersuchungen und Kulturversuche der Tabakskultur nützen sollen, wenn man die Ursachen auffinden will, warum die Tabakskultur in anderen Teilen Ost-Sumatra's, z. B. in Siak<sup>1)</sup>, nur Verluste gegeben hat, so müssen diese Untersuchungen an einer in Deli errichteten Versuchstation stattfinden, unter der Leitung eines tüchtigen Agrikulturchemikers, der schon durch frühere Arbeiten bewiesen hat, dass er wissenschaftliche Fragen zu bearbeiten und zu lösen versteht. Er muss jedoch ganz frei arbeiten, und nicht verpflichtet werden in bestimmter Zeit neue Entdeckungen zu machen, oder vorteilbringende Resultate zu erhalten — auf die Gefahr hin, dass die Station sonst aufgehoben wird. Ein genaues und echt wissenschaftliches Studium der Ausbildung der Tabakspflanze in dieser Gegend, des Stoffwechsels in derselben in den verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung, und der Bodenverhältnisse, ausserdem ein kritisches Sammeln aller im Grossen gemachten Erfahrungen, das Alles muss ruhig in Arbeit genommen

---

<sup>1)</sup> Es ist noch ganz unbekannt, worin das Misslingen der Tabakunternehmungen in Siak begründet ist (zu kleine Ernten, schlechtes Produkt), in der Unwissenheit der Beamten, oder in der Ungeschicktheit des Bodens. Es kommt da ein roter Thon vor. Ist dieser vielleicht zu steif und schlecht durchlassend, oder nicht humusreich genug?

werden, unbekümmert darüber, ob sich diese Untersuchungen schon in kürzerer Zeit rentabel machen werden für die Kultur. Man muss sich anfänglich mit der Hoffnung zufrieden stellen, dass strenge wissenschaftliche Untersuchungen immer, früher oder später, Neues und Nützlichendes für die Kultur ans Licht bringen. Man muss überzeugt sein, dass sie die einzige wahre Grundlage bilden, um die rohe empirische durch eine rationelle Kultur zu ersetzen, welche eine stets zunehmende Sicherheit des Erfolges gewährt. Nur die wissenschaftliche Untersuchung kann den wahren Zusammenhang der Erscheinungen in ihrer Notwendigkeit erforschen; nur auf diese muss sich eine rationelle Kultur stützen.

Leiden, 1. Dezember 1889.



# Über die Zusammensetzung der Asche der Tabaksblätter in Beziehung zu ihrer guten oder schlechten Qualität insbesondere zu ihrer Brennbarkeit.

Von

Prof. Dr. J. M. VAN BEMMELEN.

Aus den Untersuchungen von NESSLER, SCHLÖSING, KOSUTANY und Anderen, neuerdings von FESCA und IMAI<sup>1)</sup>, erhellt mit genügender Sicherheit, dass die gute Brennbarkeit denjenigen Tabaksblättern eigen ist, welche verhältnismässig reich sind an solchen Kalisalzen, die bei der Verbrennung kohlenstoffsaures Kali liefern, also an Kalisalzen der Oxalsäure, Äpfelsäure, Weinsteinensäure, Citronensäure und anderen noch nicht bekannten organischen Säuren. Zu viel Salpeter ist schädlich.

Chlorkalium ist schädlich, Chlorkalcium und Chlormagnesium noch schädlicher, weil sie zu rasch schmelzen und die noch nicht verbrannten organischen Teile einhüllen. Zu viel Sulphat ist sehr schädlich. Was die Kalksalze anbetrifft, so schadet nach SCHLÖSING ein Überschuss; nach NESSLER dagegen verglimmen die Kalksalze der organischen Säuren gut.

Es kann jedoch bei Blättern von tauglicher Beschaffenheit der Gehalt an kohlenstoffsaurem Kali in der Asche, ja selbst von Chlorkalium, innerhalb beträchtlicher Grenzen sich bewegen, und darf man daher auch nicht unbedingt aus der Asche auf eine geringere Qualität der Blätter schliessen, es sei denn, dass der Gehalt an kohlenstoffsaurem Kali sehr niedrig, z. B. unter 1 % (für das trockne Blatt berechnet), und der Chlorgehalt hoch ist.

<sup>1)</sup> Über Kultur, Behandlung und Zusammensetzung Japanischer Tabake. Landw. Jahrb. 1888 XVII S. 329—372.

Noch andere Ursachen beeinflussen die gute Brennbarkeit. Das Verhältnis zwischen den Mengen der Cellulose, der Eiweisssubstanzen, Fette, u. A. ist von Bedeutung. Zu viel Fett, zu viel oder schlecht fermentirte Eiweissstoffe verderben (wieder, was die organischen Kalisalze gut machen<sup>1)</sup>). Von nicht geringer Bedeutung ist der Gang des Trocknens und der Fermentation, welche die Blätter durchgemacht haben; namentlich ob die Eiweisssubstanzen die gehörige Zersetzung erlitten haben und, wie es scheint, grösstenteils in Amidverbindungen übergegangen sind. Im Allgemeinen muss die organische Substanz der Blätter, wie sie durch die Fermentationsprozesse umgesetzt ist, an sich gut brennbar sein, d. h., mit einer gewissen Geschwindigkeit verglimmen, und eine weisse Asche mit wenig Kohle hinterlassen. Kohlenhydrate müssen nach der Fermentation nicht mehr vorhanden sein.

Die Analyse der Aschen von dem gut brennenden Delitabak (aus Sumatra) und Malangtabak (aus Java) und von den schlecht brennenden Rembangtabak (aus Java), hat Zahlen ergeben, die für den günstigen Einfluss eines hohen Gehaltes an kohlenurem Kali und eines niedrigen Gehaltes an Chlor und Schwefelsäure sprechen.

Im Folgenden wird die Zusammensetzung der Asche dieser Tabake mitgeteilt. Da jedoch von verschiedenen Seiten Bedenken gegen die Bestimmungsmethode der Alkalinität der Asche, und gegen deren Bedeutung für die gute Brennbarkeit erhoben sind, sodass KOSTANY und auch FESCA und IMAI die Bestimmung der Alkalinität unterlassen haben, habe ich aus den besten bis jetzt publizierten vollständigen Aschenanalysen und aus den meinigen abzuleiten versucht, wie die Alkalinität der Asche am besten zu bestimmen und auszudrücken ist, und welche Bedeutung dem Verhältnis zwischen Chloruren Sulfaten und Carbonaten in Bezug auf die gute Brennbarkeit des Tabaksblattes zukommt.

<sup>1)</sup> Ein Beispiel wird mitgeteilt von einem Bahia und Portoriko Tabak, der trotz vieler stickstoffhaltiger Substanz gut brennbar war; er enthielt viel organ. Kalisalze. Es ist aber die Frage, ob dieser Stickstoff viel Eiweisssubstanz entspricht, oder viele Amido-Verbindungen. Diese letzteren sind wohl unschädlich. FESCA und IMAI sind der Ansicht, dass sie vielleicht sogar Körper sind, welche die gute Qualität des Tabaks direkt bedingen.

Die Analysen folgender Tabake werden dabei benutzt.

Sämischkeit und  
Brennbarkeit.

1. Die von mir untersuchten <sup>1)</sup> :		
Eine aus Deli (bei Mariendaal)	sehr sämisch,	sehr gut.
Fünf aus Malang (Java)	sehr sämisch,	sehr gut.
Sieben aus Rembang (Java)	nicht sämisch,	schlecht.
Eine aus Amersfoort (Niederlande, Provinz Utrecht)	sämisch,	gut, aber stellenweise durch Salpeter verpuffend und hinter diesen Stellen schwarz kohlend.
Zwei aus Mexico	{ A. sämisch,	sehr gut.
	{ B. sehr sämisch,	ziemlich gut, etwas aufschwellend hinter dem verglimmenden Teil.

2. Sieben Japannische gut oder ziemlich gut brennende Tabake und ein sehr schlecht brennender, analysiert von FESCA und IMAI<sup>2)</sup>.

3. Sieben gut und sieben schlecht brennende Ungarische Tabake, analysiert von KOSUTANY<sup>3)</sup>.

4. Deckblatt aus Virginia (America), analysiert von MALLET<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Analysen kommen vor auf den Tafeln I—IV.

<sup>2)</sup> FESCA und IMAI l. c.

<sup>3)</sup> KOSUTANY: Chem. Phys. Unters. des Tabakes, Budapesth 1882. KOSUTANY giebt ausführlich die von ihm befolgte analytische Methode an. Es lässt sich annehmen, dass der Grad der Genauigkeit bei den angeführten Analysen ungefähr derselbe sei wie bei den Meinigen.

<sup>4)</sup> Chem. News 1873.

Die lufttrocknen Blätter wurden von Rippen und dickeren Nerven befreit und dann fein geschnitten.

Die Einäscherung dieser Blattsubstanz geschieht am besten in einer Platinschale portionenweise in einem Muffelofen von WIESSNEG, welcher nicht höher als zur dunklen Glühhitze erwärmt ist. In einer halben Stunde können auf diese Weise 5 g gutbrennender Tabak eingeäschert werden, wobei sich nur wenig Kohle bildet; 5 g eines schlecht brennenden Tabaks erheischen eine Viertelstunde mehr und lassen mehr Kohle zurück. Die Asche wurde zuerst mit Wasser, nachher mit Salzsäure ausgezogen; darauf der Rückstand weiss gebrannt und noch einmal mit kochend heissem Wasser und nachher mit Salzsäure ausgezogen.

Auf diese Weise ist kein Verlust von Chloruren zu befürchten.

Die Magnesia verliert dabei ihre Kohlensäure, der kohlen-saure Kalk nur einen kleinen Teil derselben. Die übliche Behandlung der Asche mit kohlensaurem Ammon, um die Carbonate wieder herzustellen, ist zu verwerfen. Die geglühte Magnesia nimmt unter diesen Umständen die Kohlensäure nicht vollständig wieder auf (wie auch FESCA und IMAI gezeigt haben), und es können auch Umsetzungen mit den Chloruren bei der Behandlung mit kohlensaurem Ammon stattfinden. Die Bestimmung des Aschengehaltes durch Wägen der mit kohlensaurem Ammon behandelten Asche (nach Abzug der noch anwesenden Kohle, die nach dem Ausziehen mit Wasser und Salzsäure gewogen wird) hat darum keinen Wert; es ist viel besser, die Bestandteile genau zu bestimmen, und deren Summe als Reinasche frei von Kohlensäure und von unlöslichen Bestandteilen aufzuführen<sup>1)</sup>. Die Kohlensäure lässt sich dann berechnen.

Kann man schon annehmen, dass bei der Einäscherung die chemische Umsetzung zwischen den in der Blattsubstanz anwesenden Chloruren und Sulfaten, mit den Carbonaten, welche aus den pflanzensauren Salzen entstehen, nicht bedeutend sein kann — die Bildung von Sulfat aus dem Schwefel der Eiweiss-

<sup>1)</sup> Selbstverständlich kann zur Kontrolle die erhaltene Asche erst gewogen, und in einem Teile davon die Kohlensäure und die Kohle bestimmt werden. Der andere Teil wird dann für die Bestimmung der Säuren und Basen benutzt.

substanz ausgenommen — so findet diese Umsetzung bei der Behandlung der Asche mit Wasser unbedingt statt. Die Analyse des wässerigen Auszugs kann also nicht genau darüber belehren, wie die alkalischen Basen und das Eisenoxyd in der Blattsubstanz unter den Mineral- und organischen Säuren verteilt gewesen sind.

Wenn die Asche mit einer gewissen Menge Wasser über-gossen wird, so lösen sich im ersten Augenblick die anwesen-den Salze von Kalium (und Natrium) Carbonat-Chlorur-Sulfat-Phosphat, und dabei etwas anhydrische Magnesia (wie ich oft beobachtet habe<sup>1)</sup>); das Calcium-Sulfat löst sich nur teilweise, weil die Lösung viel langsamer von Statten geht; Carbonat und Phosphat und Kieselsäure (deren Menge in guten und reinen Blättern nicht gross oder selbst sehr gering ist) lösen sich nicht. Wenn man nun nicht gleich filtriert, dann bildet das Gemisch ein heterogenes System im labilen Gleichgewichte. Die ge-lösten Substanzen und die ungelösten wirken auf einander zu-rück, und wenn die Temperatur konstant bleibt, wird sich schliesslich ein für diese Temperatur giltiges konstantes Gleich-gewicht zwischen Gelöstem und Ungelöstem herstellen, und dieses um so rascher, je mehr geschüttelt wird. Die dafür nötige Zeit ist nicht unbeträchtlich. Das Gleichgewicht ist abhängig von der Temperatur und von der Concentration der Lösung; es ist unabhängig von der Menge jeder der nicht gelösten Substanzen, wenn von diesen, nach Einstellung des Gleichgewichtes, noch übrig ist. Das Gleichgewicht ist in unserm Falle ein sehr kompliziertes, weil verschiedene Basen und Säuren zusammen sind; ferner ist, da das Gleichgewicht von der Concentration abhängig ist, die Menge Wasser, womit man auszieht, dabei nicht gleichgültig. Wird die Temperatur beim Ausziehen mit Wasser geändert, so ändert sich auch das Gleichgewicht im heterogenen System, weil die Löslichkeit der möglichen Salze

<sup>1)</sup> Z. B.: Wenn ein Gemisch von Oxalaten, von  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , und  $\text{Na}_2\text{O}$  — wie man das bei Anwendung der Methode von Deville bekommt — geglüht wird, und man die gebildeten Carbonate (Magnesia wird Oxyd) mit Wasser auszieht und schnell filtriert, dann setzt diese Lösung allmählig Magnesia ab. Ein Teil davon bleibt in Lösung. Wird die Lösung mit Salzsäure versetzt und eingedampft, dann bleibt, nach Wiederauflösung in Wasser, ein Teil dieser Magnesia zurück (durch Verlust von Salzsäure aus dem  $\text{MgCl}_2$ ), jedoch das übrige bleibt gelöst als  $\text{MgCl}_2$ .

eine andere wird, und weil die Geschwindigkeiten, mit denen die gelösten und nicht gelösten Salze auf einander wirken, sich ändern. Auch können dadurch die nicht gelösten Salze molekulare Modifikationen (Änderungen im Aggregatzustande) erleiden<sup>1)</sup>, wodurch ihre Zurückwirkung auf die gelösten geschwächt oder geändert wird.

Wenn also die Asche mit Wasser gekocht wird, so muss schliesslich das Gleichgewicht in der Lösung ein anderes sein, als beim Ausziehen mit kaltem Wasser. Wird die Asche nicht mit einer und derselben Menge Wasser lange geschüttelt, sondern mit erneuerten Mengen Wasser, die gleich abfliessen, ausgewaschen, so werden die Einwirkungen zwischen gelösten und ungelösten geändert, ja grösstenteils verhindert; das heterogene System ist in jedem Augenblicke ein anderes.

Es kommt nun noch dazu: 1. dass die Kohle, welche bei der ersten Veraschung immer zurückbleibt, etwas kohlen-saures Alkali stark absorbiert hält und also nur beschwerlich ausgewaschen wird; 2. dass von dem kohlen-sauren Kalk, und besonders von der Magnesia (die Asche enthält die Magnesia anhydri-sch), beim fortgesetzten Auswaschen mit Wasser bedeutende Mengen gelöst werden.

Bei dem Ausziehen der Tabaksasche mit kaltem oder heissem Wasser machen sich alle diese Wirkungen bemerkbar, Kalk, Magnesia und eine Spur Phosphorsäure werden neben Alkali-karbonat gelöst. Beim Vermischen der ersten Portion des kalten wässerigen Auszugs mit der folgenden fällt oft schon kohlen-saurer Kalk nieder. Beim Erhitzen der verschiedenen Portionen des kalten Auszugs setzt sich der kohlen-saure Kalk fast ganz, die kohlen-saure Magnesia teilweise ab. Beim Auskochen mit heissem Wasser treten die bekannten Umsetzungen ein zwischen unlöslichen Karbonaten (und Phosphaten) und löslichen Alkali-sulfates, oder umgekehrt. Es bilden sich also langsam kleine Mengen lösliches Alkaliphosphat, Sulfat und Silikat, welche aus der Umsetzung zwischen kohlen-saurem Alkali und Calciumphosphat, Calciumsulfat und Kieselsäure, bei dieser Temperatur bis zu einem gewissen Gleichgewichtszustande entstehen.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Colloïdal abgeschiedene Salze können z. B. krystallinisch werden.

<sup>2)</sup> KOSUTANY hat die Umsetzungen schon beschrieben, die er bei der Ausziehung der Tabaks mit kochendem Wasser beobachtet hat. (Seite 19 seiner Schrift.)

Es folgt daraus, dass die Zusammensetzung des wässerigen Auszugs eine andere sein muss, je nachdem 1. die Asche mit Wasser ausgespült oder lange digeriert ist, 2. viel oder wenig Wasser gebraucht, und 3. mit kaltem oder mit heissem Wasser ausgezogen ist.

Die folgenden Bestimmungen in den wässerigen Auszügen der Tabakasche bestätigen diese Schlüsse:

**I. Delitabak.** — Die Asche des Deli- (wie auch des folgenden Malang-tabaks) enthält mehr Kali als nötig ist um alle Schwefelsäure und Salzsäure zu sättigen. Der wässerige Auszug enthielt also viel kohlen-saures Kali, und dabei fand sich bedeutend Kalk und Magnesia gelöst:

	Ca O.	Aeq.	Mg O.	Aeq.
Durch einen Strom kaltes Wasser ausgespült	0.36%	1.28	0.38	1.9
danach mit heissem Wasser ausgezogen	0.02 "	0.07	0.11	0.5 <sup>5</sup>
	0.38%	1.35	0.5%	2.4 <sup>5</sup>

Die kaltwässerige Lösung, gekocht, setzte fast allen kohlen-sauren Kalk ab. Von der Magnesia setzte sich ab: 0.11% und blieb gelöst 0.27%. Bei einer zweiten Analyse wurden alle Bestandteile des kalten (a) und, nachdem der Rückstand im Muffelofen von aller Kohle befreit war, auch des Auszuges mit heissem Wasser bestimmt. Die Alkalinität wurde durch Titrieren mit Salzsäure (Indicator Methylorange) gefunden: 8.2 Aeq. im kaltwässerigen, und 0.8 Aeq. im heissen Auszug.

a (kaltes Wasser)				b (heisses Wasser)			
	pCt.	Aeq.		pCt.	Aeq.		
K <sub>2</sub> O	4.2	8.9		0.1	0.2		
Na <sub>2</sub> O	Spur?	—		0.00			
CaO	0.34	1.2		0.04 <sup>7</sup>	0.17		
MgO	0.38	1.9		0.11	0.55	0.9	
				0.07	0.17		
		12.0					
SO <sub>3</sub>	0.60	1.5					
Cl	0.72	2.0		0.00			
		3.5		Spur			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Spur				0.17		
Alkalinität	{	8.5 <sup>5</sup> Berechnet	Alkalinität	{	0.73 <sup>5</sup> Berechnet		
		8.2 <sup>2</sup> Gefunden			0.8 <sup>2</sup> Gefunden		
		durch Titrieren.			durch Titrieren.		

Die durch Titrieren bestimmte Alkalinität und die aus der Analyse berechnete stimmen ganz befriedigend überein. Sie kann aber nicht als kohlen-saures Kali in Rechnung gebracht werden, da CaCO<sub>3</sub> und MgO aus der Asche mitgelöst sind.

Tabelle I.

Tabak von Deli (Sumatra) bei Mariendaal (M.).							Deli (K) *)	Deli *)
Ernte 1888.				Ernte 1878*)			Ernte 1878	Ernte 1878
Die Blättersubstanz verlor bei 100° . . . 14.2% Trockensubstanz				Trockensubstanz			Trockensubstanz	Trockensubstanz
	pCt.	Aequiv.	Aequiv.	pCt.	Aeq.	Aequiv.	pCt.	pCt.
K <sub>2</sub> O	4.40	9.4	Aeq. Alkali 9.4	5.06	10.72	Aeq. Alkali 10.7	5.52	6.01
Na <sub>2</sub> O	Spur?	—		Spur?	—		—	—
Ca O	6.08	21.7		4.90	17.5		5.85	5.87
Mg O	2.01	10.0		1.08	5.4		Spur?	0.29?
Summe Aequiv.-Basen	41.1				33.6			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.16			0.16			0.14	0.26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.48	2.0		0.48	2.0		0.85	1.12
Cl	0.72	2.0	Aeq. Cl+SO <sub>3</sub> 3.8	0.74	2.1	Aeq. Cl+SO <sub>3</sub> 3.9	1.01	1.16
SO <sub>3</sub>	0.73	1.8		0.72	1.8		1.06	1.02
Summe Aeq. Säuren . . .	5.8				5.9			
Differenz Aeq. Basen und Säuren . . .	35.3				27.7			
Differenz Aeq. K u. (Cl + SO <sub>3</sub> )	5.6					6.8		
			Aeq. K <sub>2</sub> O mehr.			Aeq. K <sub>2</sub> O mehr.		
Summe	14.58 %	Alkalinität durch Titrieren bestimmt	5.6 Aeq in heißem Wasser-Auszug	13.14 pCt. Summe d. Bestandteile			14.43 %	15.23 %
Ab Sauerst.	0.16 „			0.17 „ Ab Sauerstoff			0.23 „	0.26 „
Reinasche (ohne CO <sub>2</sub> )	14.42 %		9.0 Aeq. in kaltem Wasser-Auszug	12.97 pCt. Reinasche (ohne CO <sub>2</sub> )			14.20 %	14.97 %
Si O <sub>2</sub>	0.27 %			0.22 „ Si O <sub>2</sub>			0.42 „	0.45 „
Unlös.	0.11 „	Verhältnisse: Aequiv.			Verhältnisse: Aequiv.			
Rohasche (ohne CO <sub>2</sub> )	14.80 %	Säuren zu Basen } 1:7,1		Säuren zu Basen . . . 1:5,7				
Rohasche (mit CO <sub>2</sub> berechnet)	22.53 „	SO <sub>3</sub> + Cl zu Karbonaten } 1:9,3		SO <sub>3</sub> + Cl zu Karbonaten 1:7,0				
		SO <sub>3</sub> + Cl zu Alk.-Karb. } 1:1,5		SO <sub>3</sub> + Cl zu Alkali-Karb 1:1,7				
		SO <sub>3</sub> + Cl zu Kali } 1:2,5		SO <sub>3</sub> + Cl zu Kali . . . 1:2,7				
		Cl zu Kali . 1:4,7		Cl zu Kali . . . . . 1:5,1				
Stickst. in 2 Bestgn.	4.3 . . 4.3	pCt.			*) Diese drei Analysen sind mir von Herrn Cremer mitgeteilt und von mir umgerechnet (S. 377).			
Nikotin „ „	4.5 . . 4.4							



Berechnet man die Alkalinität aus der Differenz zwischen Aeq. Kali und Aeq. Cl + SO<sub>2</sub>, dann ergibt sich: (9.1 + 0.2) - (3.8 + 0.15) = 5.35 Aeq. Alkalinität = 3.5 % K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Die Analyse auf Tabelle I. (S. 416) vorkommend, wobei alle Bestandteile bestimmt wurden, ergab ebenso für die auf diese Weise berechnete Alkalinität 5.6 Aeq.

Die Alkalinität durch Titrieren bestimmt (9.0), war also zu hoch gefunden; sie fällt um so höher aus, je länger mit kaltem Wasser ausgewaschen wird; sie ist niedriger, wenn die Asche mit heissem Wasser längere Zeit digeriert wird. So erhielt ich auf die letzte Weise (durch Titrieren bestimmt) . . . 5.6 Aeq. Durch kaltes Wasser wurde nicht alle Schwefelsäure gelöst, und es blieb auch etwas kohlen-saures Kali in der Kohle der Asche zurück.

In der Asche des Delitabaks, wie auch im folgenden Malang- und Nikot-Tabak ist kein Natron<sup>1)</sup> oder höchstens nur eine Spur gefunden.

**2. Malangtabak.** — Die Aschenanalyse ergibt dasselbe Resultat, wie die des Delitabaks.

Die Asche von 2,5 g wurde auf einem Filtrum mit fünf mal 25 — im Ganzen 250 CC Wasser ausgespült, darauf getrocknet und aufs Neue in der Muffel erhitzt, um die rückständige Kohle zu verbrennen, und dann mit heissem Wasser eine Zeit lang digeriert.

Viel Kalk wurde gelöst bei der Behandlung mit der ersten Portion kalten Wassers. Bei der Verdünnung dieser mit der folgenden schied sich schon kohlen-saurer Kalk ab. (S. 414)

---

<sup>1)</sup> Bei der Analyse (Methode DEVILLE) wurden die Alkalichlorure nach der Abscheidung von CaO und MgO gewogen. In einem Teil davon wurde die kleine Menge Magnesia (1—2 mgr), welche die Alkalichloruren noch enthalten, bestimmt. Im anderen Teil wurde der Kali als Platindoppelsalz bestimmt. Das daraus berechnete KCl war dem Gewicht der Alkalichloruren gleich, oder die Differenz war so gering, dass das daraus berechnete Natron innerhalb der Analyse-Fehler fiel.

Kaltwasser-Auszug.			Heisswasser-Auszug.	
	%	Aeq.	%	Aeq.
K <sub>2</sub> O	5.60	11.9	0.28	0.6
Na <sub>2</sub> O	Spur	—	—	—
CaO	0.59	2.1	0.07	0.25
MgO	0.36	1.8	0.09	0.45
Summe		15.8		1.3
SO <sub>3</sub>	0.60	1.5	0.12	0.3
Cl	0.1	0.3	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Spur	—	Spur	—
Summe		1.8		0.3

Alkalinität { Berechnet 14.0 Aeq. Gefunden durch Titrieren 14.0 " } Alkali- nität { Berechnet 1.0 Aeq. Gefunden durch Titrieren 0.8 " }

Wird die Alkalinität aus der Differenz zwischen Aeq. Kali und Aeq. (SO<sub>3</sub> + Cl) berechnet, so wird erhalten;

$$(11.9 + 0.6) - (1.8 + 0.3) = 10.4 \text{ Aeq.}$$

Auch aus einer zweiten Analyse, wobei alle Bestandteile bestimmt wurden (Tab. II) wurde dieselbe Zahl für die Alkalinität berechnet . . . . . 10.5 Aeq.

**3. Nikottabak.** — Die Asche enthält kein Kali genug, um alle SO<sub>3</sub>+Cl zu sättigen, es kann also nur dadurch eine alkalische wässrige Lösung davon erhalten werden, dass eine kleine Menge kohlenaurer Kalk und Magnesia neben den Sulfaten in Lösung bestehen kann und zwar in kaltem Wasser mehr als in heissem.

Dies bestätigen folgenden Analysen:

Anal. I (5 Gramm Tabak). Kaltes Wasser.	Anal. II (5 Gramm Tabak).	
	Heisses Wasser.	Rückstand noch einmal geglüht u. mit heissem Wasser ausgezogen.
% Aeq.	% Aeq.	% Aeq.
Kali 3.21 6.8	3.35 7.13	0.09 0.22
Natron Spur? —	Spur?	
Kalk 0.51 1.8	0.07 0.25	0.06 0.21
Magnesia 0.16 0.8	0.32 1.60	0.03* 0.17
Schwefels. 2.49 6.2 9.4	2.50 6.25 9.0	0.06 0.15 0.6
Chlor 0.8 2.2 <sup>6</sup>	0.8 2.25	—
Calc.-Phos. 0.04 8.4 <sup>5</sup>	0.02 8.5	Spur — 0.15
Alkalinität { 0.9 <sup>5</sup> Berechnet. 0.9 <sup>6</sup> Gefunden d. Titrier.	Alkali- nität { 0.5 Berechnet. 0.55 Gefunden d. Titrier.	Alkali- nität { 0.45 Berechnet. 0.45 Gefunden d. Titrier.

(Tabelle II.)

Tabak aus Malang (Residenz Pasoeroean-Java) Ernte 1875. C. L. <b>Aschenanalyse.</b> Die Blättersubstanz verlor bei 100° 12,4%			Vier andere Muster Tabak aus Malang von den Ernten 1872, 1874, 1875.	
	%	Aequiv.		%
K <sub>2</sub> O	5,95	12,6	{ Aeq. Alkali 12,6	5-7
Na <sub>2</sub> O	Spur?	—		—
Ca O	5,33	19,0		5-6,5
Mg O	0,90	4,5		n. b.
Summe Aequiv. Basen . . .		36,1		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45		{ Aeq. (Cl + SO <sub>3</sub> ) 2,1	n. b.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,55	2,4		n. b.
Cl	0,15	0,4		0,2-0,5
SO <sub>3</sub>	0,67	1,7		n. b.
Summe Aequiv. Säuren . . .		4,4		
Differenz Aeq. Basen u. Säuren		31,7		
Differenz Aeq. K <sub>2</sub> O u. (Cl+SO <sub>3</sub> )			10,5 Aeq. K <sub>2</sub> O mehr	
Summe	14,00%	Alkalinität (heiss. Wasser 10,7 Aeq.)	Alkalinität d. heisswasser Auszüge (durch Titrieren best.)	7 <sup>5</sup> -11 Aeq.
AbSauerstoff	0,03 "	(durch Titrieren bestimmt)	" " 10,6 "	
Reinasche	13,97%	im Auszug mit kaltem " 14,0 "	" " 14,0 "	
Si O <sub>3</sub>	0,80%	<b>Verhältnisse.</b>		
Unlöslich	2,40 "			
Rohasche (ohne CO <sub>2</sub> )	17,17%	Säuren zu Basen . . .	1 : 8,2	
Rohasche mit CO <sub>2</sub> (berechnet)	24,14%	(SO <sub>3</sub> + Cl): Carbonaten . . .	1 : 15,1	
		(SO <sub>3</sub> + Cl): Alkali Carbon. . .	1 : 5,0	
		(SO <sub>3</sub> + Cl): K <sub>2</sub> O . . . . .	1 : 6,0	
		Cl : K <sub>2</sub> O . . . . .	1 : 31,5	
Reinasche mit CO <sub>2</sub> (berechnet)	20,94%	Aequiv.		

Eine dritte Analyse (siehe die Tabelle III) wobei alle Bestandteile bestimmt wurden, und mit heissem Wasser ausgezogen wurde, ergab ebenso 0.5 Aeq. Alkalinität durch Titrieren, indem doch die aus allen Säuren und Basen berechnete Alkalinität = Aeq.  $K_2O$  — Aeq.  $(Cl + SO_3)$  negativ (— 1.42 Aeq.), weil die Aeq.  $Cl + SO_3 > Aeq. K_2O$ .

Aus den Analysen ersieht man, dass der Kalk in der kalten Lösung den in der heissen weit übersteigt, und dass die Kohle noch eine kleine Menge Kaliumkarbonat nach dem Ausziehen mit kaltem, ja selbst nach dem Ausziehen mit heissem Wasser zurückgehalten hat. Die Alkalinität der Asche, wie sie früher durch viele Untersucher im wässerigen Auszug bestimmt worden ist, ergibt also ohne weiteres keine genaue Zahl, aus welcher die Menge pflanzensaurer Alkalien in dem Tabak abgeleitet werden kann. Viel besser ist es, die Differenz zwischen den Aeq. Alkalien und den Aeq. Chlor und Schwefelsäure zu berechnen. Diese beiden werden dann ganz als an Alkalien gebunden angenommen und das übrige Kali als an Kohlensäure gebunden. Diese Menge kohlen-saures Kali führe ich nun als Alkalinität an. Sie ist jedenfalls nicht zu hoch, denn in der Pflanze kann auch ein Teil der Schwefelsäure an Kalk (und Magnesia) gebunden sein.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Berechnet man diese Alkalinität, so ergibt sich dabei — wie die folgende Tabelle anzeigt — dass die Alkalinität, die durch Titrieren des Auszugs mit heissem Wasser durch kurze Digestion erhalten wird, eine von der ersten wenig abweichende Zahl giebt. Das lässt sich dadurch erklären, dass ein Defizit an kohlen-saurem Kali (in der Kohle verbleibend) durch die gelöste Magnesia ungefähr gedeckt wird, und dass der anfänglich gelöste  $CaCO_3$  bei der Erhitzung wieder abgesetzt wird:

Alkalinität in Äquivalenten:

	Malang	Deli	Nikot.	Amers-foort	Mexi-ko
{ Berechnet aus der Differenz zwisch. Aeq. $K_2O$ u. Aeq. $(SO_3 + Cl)$	10.8	5.6	0.00	6.0	4.3
{ Durch Titrierung des Auszugs mit nicht viel heissem Wasser . . . . .	10.6 u. 10.7	5.6	0.55	6.5	4.9
{ Durch Titrierung des Auszugs mit viel kaltem Wasser . . . . .	14.4 u. 14.3	8.2	0.9	—	—

**Tabak von der Unternehmung Nikot-Rembang-Java.**

Aschenanalyse.

(Tabelle III.)

Ernte 1877:			Ernte 1877:	
Die Blättersubstanz verlor bei 100° . . . 12.75 % Trockensubstanz			Sieben andere Muster (bei 100° getrocknet) %	
	%	Aequiv.		
K <sub>2</sub> O	3.30	7.0	} 7.0 Aequiv. Alkali	2.4—3.2
Na <sub>2</sub> O	Spur?			—
CaO	9.85	35.18		7—9.3
MgO	9.82	4.10		n. b.
Summe Aequiv. Basen		46.3		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.65		}	n. b.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.24	5.23		n. b.
Cl	0.81	2.30		0.6—1
SO <sub>2</sub>	2.45	6.12		n. b.
Summe Aequiv. Basen		13.65	8.42 Aequiv. Cl + SO <sub>2</sub>	
Differenz Aequiv. Basen und Säuren		32.7		Alkalinität des heisswässrigen Auszugs durch Titrieren bestimmt
Differenz Aequiv. K <sub>2</sub> O und (Cl + SO <sub>2</sub> )			1.4 Aeq. (Cl + SO <sub>2</sub> ) mehr	0.5—2.0 Aequiv.
Summe	19.12 %		Alkalinität . . .	} 0.5 Aeq. im heiss. wässrigen Auszug (durch Titrieren bestimmt) . . . } 0.8 " " kalten " "
Ab Sauerstoff	0.18 "			
Reinasche	18.94 %		Alkalinität be- rechnet . . . . .	0.0 "
SiO <sub>2</sub>	0.22 %		Verhältnisse: Aequiv.	
Unlöslich	8.40 "			
Rohasche ohne CO <sub>2</sub>	22.56 %		Säuren zu Basen . . . . .	1 : 3.4
Rohasche mit CO <sub>2</sub> (be- rechnet)	29.75 %		SO <sub>2</sub> + Cl : Karbonaten . . . . .	1 : 3.9
			SO <sub>2</sub> + Cl : Kali . . . . .	1 : 0.83
			Cl : Kali . . . . .	1 : 3
Reinasche mit CO <sub>2</sub> (be- rechnet)	26.13 %			

Zweitens halte ich es für nötig die Summe der Aequivalente Basen und der Aeq. Säuren (ohne Kohlensäure) zu berechnen, denn die Differenz ergibt, wie viel Aeq. Basen (Alkalien und alkal. Erden) zusammen an Pflanzensäuren notwendig gebunden gewesen sind,<sup>1)</sup> nach Abzug der Salpetersäure, wenn diese anwesend ist. —

In den Tabellen I, II, III, sind die vollständigen Analysen der Asche von Deli-, Malang- und Nicot-Tabak auf diese Weise dargestellt.

Es sei mir bei dieser Gelegenheit erlaubt, darauf aufmerksam zu machen dass es mehr und mehr angemessen erscheint, bei Analysen von Mineralen, Erden, Gewässern u. dergl. die Äquiv.-Zahlen neben die Procentzahlen zu schreiben, wie ich dies schon seit langem gethan habe. Das Äqu.-Verhältniss zwischen den verschiedenen Bestandteilen kann dann gleich übersehen und berechnet werden.<sup>2)</sup>

Bei diesen Äquivalent-Berechnungen ist die Phosphorsäure dreibasisch in Rechnung gebracht. Eisenoxyd und Kieselsäure sind ausser der Berechnung gelassen. Das Eisen ist wahrscheinlich in der Pflanze nicht, oder teilweise nicht, an Säuren (Mineral- und Pflanzensäuren) gebunden, und ausserdem in geringer Menge anwesend; die Kieselsäure ist höchst wahrscheinlich im freien Zustande in den Zellwänden abgelagert, und für einen Teil durch die Einwirkung des Alkalikarbonats der Asche auf die Kieselsäure der Asche in der wässerigen Lösung übergegangen. In guten Tabaken wie im Delitabak ist die Menge Kieselsäure die in Lösung kommt und die unlöslich zurückbleibt höchst gering. Bei schlechten und unsauberen Tabaksblättern ist die unlösliche Kieselsäure der Asche oft von anhängendem Sand oder Staub herkommend. Wenn schliesslich wirklich ein Teil des  $Fe_2O_3$  und des  $SiO_2$  in den Pflanzen als Salz vorkommt, dann heben die durch Fortlassung derselben in obiger Berechnung gemachten Fehler einander teilweise auf.

<sup>1)</sup> Da die Kohlensäure-Bestimmung keinen Wert hat (siehe oben) habe ich diese Menge nicht aus dem Kohlensäure-Gehalt der Asche berechnet. Nur der Schwefelgehalt der Eiweisstoffe kann einen kleinen Fehler verursachen, weil die bei der Verbrennung gebildete Schwefelsäure Basen bindet, die an Pflanzensäuren gebunden gewesen sind.

<sup>2)</sup> Auch OSTWALD hat dieses neuerdings empfohlen (Zeitschr. f. physik. Chemie Bd. III S. 496.

Wird die Grösse der Alkalinität und die Menge Basen an Pflanzensäuren gebunden auf die oben angegebene Weise in Äquiv. berechnet, dann werden gewiss Zahlen erhalten, die für die Vergleichung der Tabake verschiedener Qualität von grossem Werte sind.

Denn aus den Procentzahlen der Analysen kann die Zusammensetzung der Asche in Beziehung zu der guten oder schlechten Brennbarkeit schwerlich beurteilt werden, wie es aus der folgenden Übersicht zu ersehen ist.<sup>1)</sup>

Dieselben ergeben nur, dass ein grösserer Kaligehalt ein guter Faktor ist.

Bei 100° getrocknete Substanz			
Gut brennbare	Ziemlich gut	Schlecht brennbare	
%	%	%	
Chlor . . . . .	0.2—0.7	—1.4	1.0—4.0
Schwefels . . . . .	0.3—0.8	—1.1	0.3—1.4
Kali . . . . .	4 1/2—6	—6	2—4
Natron . . . . .	Spur—0.3		0.1—1.4
Kalk . . . . .	5—7	—7	5—9 <sup>5</sup>
Magnesia . . . . .	1—2		1—3
Aschengeh. (ohne Si O <sub>2</sub> und CO <sub>2</sub> ) . . . . .	10—18		12—19
Aschengehalt (mit be- rechn. CO <sub>2</sub> ) . . . . .	15—28		19—29

Der Aschengehalt,<sup>2)</sup> ohne in Salzsäure unlösliche Substanz (wobei die Kieselsäure) und ohne Kohlensäure, variiert auch bei den guten Tabaken zwischen 10—19%, mit beiberechneter Kohlensäure zwischen 15—28,0%. Bei den besten Deli-Malang-Japanischen Havannah-Tabak beträgt sie ungefähr 14% (mit

<sup>1)</sup> Diese Zahlen sind den auf Seite 411 genannten vollständigen Tabakanalysen entnommen.

<sup>2)</sup> Es kommt mir vor dass man die Gesamtasche am liebsten frei von Kieselsäure und Kohlensäure ausrechnen muss auf lufttrockne oder auf bei 100° getrocknete Substanz. Vielleicht wäre es noch besser die Asche auf Schwefelsäure-trockne Substanz zu beziehen, jedoch habe ich diese Bestimmungen noch nicht gemacht.

Will man die Kohlensäure in Aschen mitrechnen, so muss berechnet werden, wie viel Kohlensäure nötig ist, um die Differenz zwischen Basen und Säuren (Cl. SO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) zu sättigen, weil die Bestimmung des Kohlen-säuregehaltes der Asche keinen Wert hat (Siehe oben). Auf diese Weise habe ich die Zahlen des Aschengehaltes, welche in der folgenden Tabelle vorkommen, berechnet.

### Tabak aus Amersfoort (Prov. Utrecht-Niederlanden) 1878.

Aschenanalyse.

Die Blättersubstanz verlor bei 100° . . . 13.1 %.

(Tabelle IV.)

	%	Aequiv.	Aequiv.
K <sub>2</sub> O	6.25	13.0	Aequiv. Alkali 13.0
Na <sub>2</sub> O	Spur?	—	
CaO	6.52	23.3	
MgO	1.40	7.0	
Summe Aequiv.-Basen . . . . .		43.3	
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.14	—	Aeq. (Cl + SO <sub>2</sub> ) 7.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.70	3.0	
Cl	1.52	4.3	
SO <sub>2</sub>	1.10	2.7	
Summe Aequiv.-Säuren . . . . .		10.0	
Differenz Aequiv.-Säuren und Basen . . . . .		33.3	
Differenz Aequiv. K <sub>2</sub> O und (Cl + SO <sub>2</sub> ) . . . . .			6.0 Aeq. Kali mehr
Summe	18.63 %	Gefunden d. Titrieren 6.5 Aeq.	
Ab Sauerstoff	0.34 "	Alkalinität*) . . . . . Berechnet 6.0 Aeq.	
Reinasche	18.29 %	Verhältnisse:	
SiO <sub>2</sub>	0.16 %	Säuren zu Basen . . . . . 1 : 4.3	
Unlöslich	1.00 "	(SO <sub>2</sub> + Cl) : Karbonaten . . . . . 1 : 4.8	
Rohasche ohne CO <sub>2</sub>	19.45 %	(SO <sub>2</sub> + Cl) : Alkali Karb.*) . . . . . 1 : 0.9	
		(SO <sub>2</sub> + Cl) : Kali . . . . . 1 : 1.9	
		Cl : Kali . . . . . 1 : 3.0	
Rohasche mit CO <sub>2</sub> (berechnet)	26.78 %	*) Ein kleiner Teil davon ist Nitrat gewesen denn die Blättersubstanz enthält etwas Salpetersäure.	
Reinasche mit CO <sub>2</sub> (berechnet)	25.96 %		



beiberechneter Kohlensäure 21%). Doch auch bei den schlechten kommen diese Zahlen vor. Aus dem Aschengehalt lässt sich also ohne Weiteres nichts ableiten.

Ich habe nun versucht aus den Verhältnissen zwischen den Mengen Sulfaten plus Chloruren, und den Mengen Karbonaten im Ganzen, Karbonaten der Alkalien, Kali — die Alle notwendig in Äquiv. ausgedrückt werden müssen — einen Zusammenhang zu ermitteln zwischen der Zusammensetzung der Blättersubstanz (ohne Rippen und gröbere Nerven) und der guten Qualität, Sämischkeit und Brennbarkeit. Die berechneten Verhältnisse sind für die 24 gut brennenden oder ziemlich gut brennenden, und für die 16 schlechten Tabake in der Tabelle V angegeben.<sup>1)</sup>

Die Zahlen der Tabelle lassen sich in Kurzem zusammenfassen wie folgt:

In Äquivalenten	Schlecht brennend		Gut brennend u. Sämisch	
	B { fünf Sorten	B <sup>1</sup> { drei Sorten	A { siebenz. Sorten	A <sup>1</sup> { drei Sorten
Alkalinität (kohlen. Alkali)				
— berechnet	— 6 bis + 2.2	+ 2.0 — + 6.2	+ 4.3 — + 11.8	2.5 — 2.8
(Säuren zu Basen = 1:	2.4 — 4.5	3.1 — 6.8	4 — 10	5.5
Chlorur + Sulphat zu Karbonaten = 1:	2.3 — 6.8	4.6 — 10.6	4.4 — 19	5.5 — 9
Chlorur + Sulphat zu Alkali Karbonaten = 1:	0 — 0.3	0.8 — 5.7	1 — 5.2	0.5 — 1.6
Chlorur + Sulphat zu Alkali = 1:	0.6 1.3	1.8 — 2.5	2 — 6.1	1.5 — 2.6
Chlorur + Sulphat zu Kali = 1:	0.56 — 1.1	1.3 — 1.7	2 — 6.0	1.4 — 2.2
Chlorur zu Kali = 1:	1 — 2.9	1.9 — 7	3.5 — 3.1	2.5 — 3

Es ergibt sich daraus, dass ein entscheidender Unterschied besteht für die Alkalinitätszahl und für alle obigen Verhältnisse zwischen den Tabaken guter Qualität, sämischen und gut brennbaren sub A, und den schlecht brennbaren Tabaken sub B angeführt.

Bei den ersten ist die Alkalinität hoch, und alle Verhältnisse sprechen zu Gunsten der Basen gegenüber den Chloruren

<sup>1)</sup> Bei den Aequiv.-Berechnungen aus den pCt Zahlen von KOSUTANY und von FESCA und IMAI habe ich wieder Eisenoxyd und Kieselsäure von der Berechnung angeschlossen, und die Alkalinität berechnet wie oben angegeben.

**Asche von Tabak aus Mexico** (weisse Asche, sämischeres Blatt, gut brennend).

Die lufttrockene Substanz verliert bei 100° 12,4 %.

(Tabelle V.)

Bei 100° getrocknet	%	Aequiv.
K <sub>2</sub> O	4.44	9.4
Na <sub>2</sub> O	Spur?	—
CaO	7.00	25.0
MgO	1.06	5.3
Summe der Aeq.-Basen		39.7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.6	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.68	2.87
Cl	0.82	2.31
SO <sub>3</sub>	1.12	2.80
Summe der Aeq.-Säuren		8.0
Differ. Aeq.-Säuren und Basen		31.7
Differ. Aeq.-Kali und Aeq. (SO <sub>3</sub> + Cl)		4.3 (Alkalinität).
Summe Ab Sauerstoff	15.72 % 0.18 „	Alkalinität . . . Berechnet 4.3 Aeq. Durch Titrieren des heiss. wäss. Auszugs 4.9 „
Reinasche	15.54 %	
Kieselsäure Unlöslich	0.58 % 1.0 „	
Rohasche	17.12 %	Verhältnisse: Aeq. Säuren : Aeq. Basen . 1 : 5.0 Aeq. (Cl + SO <sub>3</sub> ) : Aeq. Karbonat. 1 : 6.2 „ : Aeq. Kalikarb. 1 : 0.8 <sup>4</sup> „ : Aeq. Kali . 1 : 1.8 <sup>4</sup> Aeq. Cl : Aeq. Kali . 1 : 4.0
Rohasche mit CO <sub>2</sub>	24.09 %	
Reinasche mit CO <sub>2</sub>	22.51 %	

und Sulfaten, wenn sie auch unter einander ziemlich abweichen. Die Bedeutung der berechneten Alkalinität tritt deutlich hervor. In den gut brennbaren A beträgt sie 4—12 Aeq. Sie kann in Kaliumkarbonat ausgedrückt werden, weil der Natrongehalt so höchst gering oder null ist — also 3—8 pCt  $K_2CO_3^1$ ).

Bei den guten Tabaken A sind Chlor und Schwefelsäure nicht hoch, nur bei den Amersfoort-Tabak ist dieses der Fall, jedoch sind da Alkalinität, Kaligehalt und auch Kalkgehalt so hoch, dass sich alle Verhältnisse noch günstig stellen. Er ist dabei sämisch. Auch der Mexiko Tabak enthält mehr Schwefelsäure als die übrigen.

Wenn die Alkalinität bei einem Tabak wie bei den Japanischen Shedaga Yamura und bei den Javaschen Nicot-Tabaken null oder gering ist, dann ist er unbedingt von einer sehr schlechten Qualität und schlecht brennbar. Alle Verhältniszahlen sind dann auch ungünstig, wie aus der Tabelle mit einem Blick zu sehen ist. Es giebt jedoch auch schlecht brennbare Blätter, wie diejenigen in der Tabelle sub B<sup>1</sup> erwähnt, welche eine ziemlich grosse Alkalinität besitzen, obgleich sie reich an Chlorur und Sulfat sind, und günstigere Verhältniszahlen erweisen für

#### Säuren zu Basen

Chlorur und Sulfat zu Carbonaten (im Ganzen).

Sie enthalten nämlich, wie der Czegeer- und der Katahalmer-Tabak, bei weniger Kali mehr Natron und Magnesia als die guten Tabake; in folgedessen ist das Verhältnis zwischen Chlorur und Sulfat zu Kali, und zwischen Chlorur zu Kali auch bei diesen ungünstig. Indem diese Verhältnisse sind:

bei den guten Tabaken (A) . . . . .	$\left  \begin{array}{l} Cl + SO_3 : K_2O \\ 1 : \pm 3 \text{ oder } > 3 \end{array} \right $	$Cl : K_2O$ $1 : > 3$
und bei den schlechten Tabaken (B) . . . . .	$\left  \begin{array}{l} 1 : 0.5 \text{ bis } 1.1 \end{array} \right $	$1 : < 3$

so sind sie auch bei den:

schlechten Tabaken (B <sup>1</sup> ) . . . . .	$  1 : 1.2 \text{ bis } 1.7  $	$1 : 3 \text{ bis } < 3$
--	--------------------------------	--------------------------

Die Tabake unter A<sup>1</sup> angeführt geben zu einer besonderen Betrachtung Veranlassung. Die beiden Ungarischen Kokaeder

<sup>1)</sup> NESSLER fand früher bei fünfzehn Deutsche Tabaksorten guter Brennbarkeit

1—5 pCt  $K_2CO_3$

bei vier schlecht brennenden:

0.05—0.3 pCt  $K_2CO_3$

Sieh auch seine neuen Bestimmungen im Centralblatt Agr. Ch. 1889 S. 490.

(Tabelle VI.)

		Alkalinität als Differenz zwischen Alkalien u. Chlorur + Sulfat in Aeq.	Diese Differenz als % $K_2CO_3$ berechnet (Auf 100 Teil. Trockensubstanz.) pCt.	Verhältniszahlen		
				1 Aeq. Säuren zu	1 Aeq. Chlorur zu:	
				Aeq. Basen	Aeq. Carbonaten im Ganzen	Aeq. Alkali-Karbonaten
				<b>A. Gut</b>		
Sehr gut brennbar, Sämisch	Malang C. L. (1875)	10.5	7.3	8 <sup>2</sup>	15 <sup>1</sup>	5 <sup>0</sup>
	Idem 1874	11.8	8.2			
Sehr gut brennbar, Sämisch	Malang vier andere Proben von 1872, 1874 und 1875	7.3 bis 11	5 bis 7.6			
Sehr gut brennbar Sämisch	Deli Ernte 1888	5.6	3.9	7 <sup>1</sup>	9 <sup>3</sup>	1 <sup>5</sup>
	" 1878	6.8	4.7	5 <sup>7</sup>	7 <sup>0</sup>	1 <sup>7</sup>
Deckblatt	aus Virginia	5.8 5.1	4.1 4.9	5 <sup>4</sup> 9 <sup>6</sup>	6 <sup>6</sup> 12 <sup>8</sup>	1 <sup>9</sup> 3 <sup>5</sup>
Gut brennbar, gute Qualität	Japan					
Schnell brennbar, gute Qualität	Havanna Tabak	6.7	4.6	7	13	2 <sup>6</sup>
Nicht so gut brennbar wie die vorigen. Gute Qualität	Japan Oyamada (gewöhnl.)	6.8	4.7	8	15	3 <sup>4</sup>
	Japan (Connecticut)	8.0	5.5	8 <sup>9</sup>	13 <sup>6</sup>	3 <sup>7</sup>
Gute Qualität, ziemlich gut brennbar	Japan Oyamada (Krausblättrige), Florida Russische Kentucky	5.6 bis 7 <sup>1</sup>	3.9 bis 4.9	± 6	8 bis 9	1 <sup>8</sup> b. 2.1

(nach Aeq.)			Zusammensetzung der Aschenbestandteile (auf Trockensubstanz) in Aequivalenten									
+ Sulfat zu:	1 Aeq. Chlorur zu		(Rein) Aschenge- halt pCt.	Chlor	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Aeq. Alkalien	Aeq. Kali	Aeq. Kali		Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.		
<b>brennende Tabaksblätter.</b>												
6 <sup>0</sup>		31 <sup>5</sup> 14 <sup>5</sup>	14.0	0 <sup>4</sup> 1 <sup>0</sup>	1 <sup>7</sup> n. b.	12 <sup>6</sup> 14 <sup>5</sup>	Spur ?	19 <sup>0</sup> 19	4 <sup>5</sup> n. b.	2 <sup>4</sup> n. b.	v. B. v. B.	
		+ 14	—	0 <sup>7</sup> b. 1 <sup>4</sup>	n. b.	10 b. 14	—	18 b. 22	n. b.	n. b.	v. B.	
2 <sup>6</sup> 2 <sup>7</sup>		4 <sup>7</sup> 5 <sup>1</sup>	14 <sup>4</sup> 13	2 <sup>0</sup> 2 <sup>1</sup>	1 <sup>8</sup> 1 <sup>8</sup>	9 <sup>4</sup> 10 <sup>7</sup>	Spur ? Spur ?	21 <sup>7</sup> 17 <sup>6</sup>	10 <sup>0</sup> 5 <sup>4</sup>	2 <sup>0</sup> 2 <sup>0</sup>	v. B.	
2 <sup>9</sup> 4 <sup>5</sup>	2 <sup>7</sup> 3 <sup>4</sup>	13 10									Mallet	
3 <sup>0</sup>	3 <sup>0</sup>	4 <sup>7</sup>	13 <sup>3</sup>	1 <sup>6</sup>	0 <sup>8</sup>	8 <sup>8</sup>	1 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	7 <sup>6</sup>	2 <sup>9</sup>	Fesca und Imai " "	
4 <sup>4</sup>	4 <sup>1</sup>	22	12 <sup>1</sup>	0 <sup>88</sup>	1 <sup>6</sup>	8 <sup>2</sup>	0 <sup>6</sup>	19 <sup>2</sup>	6 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>		
4 <sup>8</sup>	4 <sup>65</sup>	7	12 <sup>0</sup> 10.1	1 <sup>85</sup>	0.8	10	0 <sup>25</sup>	17 <sup>0</sup>	5 <sup>0</sup>	1 <sup>6</sup>		
+ 3	+ 3	4 b. 11	14.2 14.0 <sup>5</sup> 10.5	+ 1	0.8 b. 2 <sup>8</sup>	6 <sup>5</sup> b. 10	0 <sup>6</sup> b. 1.3	13 <sup>2</sup> b. 20	5 <sup>1</sup> bis 7	1 <sup>8</sup> b. 2.5	"	

(Fortsetzung der Tabelle VI.)

		Alkalinität als Differenz zwischen Alkalien u. Chlorur + Sulfat in Aeq.	Diese Differenz als $\frac{0}{100} K_2CO_3$ berechnet (Auf 100 Teil. Trockensubstanz.) pCt.	Verhältniszahlen		
				1 Aeq. Säuren zu	1 Aeq. Chlorur zu:	
				Aeq. Basen	Aeq. Karbonaten im Ganzen	Aeq. Alkali-Karbonaten
Gut brennbare Ungarische Tabake	Szuloker	$\pm 10^6$	$\pm 7$	$\pm 5^6$	$\pm 18$	$\pm 4$
	Janorhazer	$8^6$	5.9	5	9	$2^8$
	Dorogher	$6^3$	4.4	$9^6$	19	$2^8$
	Czetneker	$5^1$	3.5	$9^6$	$14^4$	$2^2$
	Vittnyeder	$4^3$	3.0	$5^3$	$9^2$	$1^6$
Sehr sämisch, gut brennbar	Mexiko	$5^0$	3.5			
	Mexiko	$4^3$	3.0	5	$6^2$	0.8
Sämisch (enthaltend Salpeter)	Amersfoort	6.0	4.1	$4^3$	$4^3$	$0^0$
Kokaeder-Ungarn		$2^6$	1.8	$5^3$	$9^2$	$1^6$
Tordaer		$2^6$	1.9	$5^6$	$7^3$	$0^6$
Oyamada Japan (langgestielt)		$2^6$	1.7	$5^4$	5	$0^6$

\*) Der Chlorgehalt ist geschätzt.

(nach Aeq.)			Zusammensetzung der Aschenbestandteile (auf Trockensubstanz) in Aequivalenten									
+ Sulfat zu:	1 Aeq. Chlorpr zu		(Rein) Aschenge- halt pCt.	Chlor- Aeq.	SO <sub>2</sub> Aeq.	K <sub>2</sub> O Aeq.	Na <sub>2</sub> O Aeq.	CaO Aeq.	MgO Aeq.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Aeq.		
Aeq. Alkalien	Aeq. Kali	Aeq. Kali										
± 6	± 5 <sup>5</sup>	± 10	± 15	± 1 <sup>0</sup>	1 <sup>4</sup>	13 <sup>4</sup>	0 <sup>3</sup>	17 <sup>8</sup>	7 <sup>6</sup>	4 <sup>7</sup>	} Kosu- tány	
3 <sup>8</sup>	3 <sup>5</sup>	7	14 <sup>1</sup>	1 <sup>4</sup>	1 <sup>8</sup>	10 <sup>5</sup>	1 <sup>1</sup>	17 <sup>1</sup>	5 <sup>8</sup>	3 <sup>0</sup>		"
3 <sup>8</sup>	3 <sup>7</sup>	15	15 <sup>4</sup>	0 <sup>56</sup>	1 <sup>7</sup>	8 <sup>4</sup>	0 <sup>2</sup>	27 <sup>1</sup>	11 <sup>3</sup>	2 <sup>6</sup>		"
3 <sup>1</sup>	2 <sup>9</sup>	5	13 <sup>3</sup>	1 <sup>4</sup>	1 <sup>1</sup>	7 <sup>0</sup>	0 <sup>6</sup>	23 <sup>7</sup>	8 <sup>5</sup>	1 <sup>7</sup>		"
2 <sup>6</sup>	2 <sup>2</sup>	6 <sup>6</sup>	13 <sup>3</sup>	0 <sup>9</sup>	1 <sup>8</sup>	6 <sup>1</sup>	0 <sup>9</sup>	17 <sup>9</sup>	5 <sup>56</sup>	3 <sup>0</sup>		"
		4 <sup>4</sup> 4 <sup>0</sup>	15 <sup>5</sup>	2 <sup>3</sup> 2 <sup>8</sup>	2 <sup>8</sup>	10 9 <sup>4</sup>	Spur ? Spur ?	18 <sup>3</sup> 25	n. b. 5 <sup>5</sup>	n. b. 2 <sup>9</sup>	v. B. "	
		3 <sup>0</sup>	18 <sup>3</sup>	4 <sup>3</sup>	2 <sup>7</sup>	13 <sup>0</sup>	Spur ?	23 <sup>3</sup>	7 <sup>0</sup>	3 <sup>0</sup>	v. B.	
<b>brennende Tabaksblätter.</b>												
2 <sup>6</sup> 1 <sup>6</sup>	2 <sup>2</sup> 1 <sup>6</sup>	5 3 <sup>1</sup>	17 <sup>7</sup> 15 <sup>9</sup>	1 <sup>0</sup> 2 <sup>4</sup>	1 <sup>8</sup> 2 <sup>5</sup>	5 <sup>1</sup> 7 <sup>6</sup>	0 <sup>3</sup> 0 <sup>1</sup>	34 <sup>1</sup> 27 <sup>3</sup>	16 <sup>1</sup> 9 <sup>6</sup>	4 <sup>7</sup> 3 <sup>2</sup>	} Kosu- tány.	
1 <sup>5</sup>	1 <sup>4</sup>	2 <sup>6</sup>	11 <sup>8</sup>	2 <sup>56</sup>	2 <sup>2</sup>	6 <sup>7</sup>	0 <sup>7</sup>	17 <sup>7</sup>	6 <sup>9</sup>	1 <sup>1</sup>		} Fesca und Imai.

(Fortsetzung der Tabelle VI.)

	Alkalinität als Differenz zwischen Alkalien u. Chlorur + Sulfat in Aeq.	Diese Differenz als $\% K_2CO_3$ berechnet (Auf 100 Teil. Trockensubstanz.) pCt.	Verhältniszahlen		
			1 Aeq. Säuren zu	1 Aeq. Chlorur zu:	
			Aeq. Basen	Aeq. Karbonaten im Ganzen	Aeq. Alkali-Karbonaten
			<b>B. Schlecht</b>		
Java-Rembang Nicot. (J. 1878)	negativ - 1.4	0.0	3 <sup>4</sup>	3 <sup>3</sup>	Alkali Karb. fehlt
Sieben andere Muster 1878	negativ	0.0			
Japan-Shedaga (Yamura)	negativ - 2.8	0.0	3 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>	Idem
(Unbrennbar) Czokaer-Ungarn	negativ - 5.9	0.0	2 <sup>5</sup>	2 <sup>2</sup>	Idem
Gyulaer „ <sup>1)</sup>	0.8	0.5	4 <sup>5</sup>	6 <sup>3</sup>	0 <sup>26</sup>
Koksordoser „	2.2	1.5	2 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>	0 <sup>3</sup>
			<b>B. <sup>1</sup> Schlecht</b>		
Sikulaer <sup>2)</sup> Ungarn	2 <sup>0</sup>	1.4	6 <sup>6</sup>	10 <sup>6</sup>	0 <sup>3</sup>
Csegeer „	5 <sup>2</sup>	3.6	5 <sup>6</sup>	9 <sup>6</sup>	5 <sup>7</sup>
Katahalmer „	6 <sup>2</sup>	4.3	3 <sup>1</sup>	4 <sup>6</sup>	1 <sup>1</sup>

1) n. b. bedeutet nicht bestimmt

2) Die Aequivalenzahlen sind erhalten mittels Teilung der Prozentzahlen durch



(nach Aeq.)			Zusammensetzung der Aschenbestandteile (auf Trockensubstanz) in Aequivalenten.									
+ Sulfat zu:		1 Aeq. Chlorur zu	(Rein) Aschege- halt. pCt.	Chlor	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Aeq. Alkalien	Aeq. Kali	Aeq. Kali		Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.	Aeq.		
<b>brennende Tabaksblätter.</b>												
	0 <sup>8</sup>	3	18 <sup>9</sup>	2 <sup>8</sup>	6 <sup>1</sup>	7 <sup>0</sup>	Spur?	35 <sup>2</sup>	4 <sup>1</sup>	5 <sup>2</sup>	v. B.	
		+ 3		1.7 b. 3	n. b.	5 bis 7	n. b.	25 b. 33	n. b.	n. b.	"	
0 <sup>7</sup>	0 <sup>6</sup>	1 <sup>0</sup>	14 <sup>1</sup>	5 <sup>6</sup>	3 <sup>3</sup>	5 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	18 <sup>3</sup>	11 <sup>6</sup>	2 <sup>7</sup>	Fesca und Imai.	
0 <sup>6</sup>	0 <sup>56</sup>	1 <sup>9</sup>	22	11	3 <sup>5</sup>	8 <sup>2</sup>	0 <sup>4</sup>	30 <sup>1</sup>	15 <sup>0</sup>	6 <sup>9</sup>	Kosu- tány.	
1 <sup>26</sup>	1 <sup>1</sup>			+ 0 <sup>6</sup>	+ 2 <sup>5</sup>	+ 3 <sup>5</sup>	+ 1	+ 18	+ 10			
1 <sup>3</sup>	1 <sup>1</sup>	1 <sup>3</sup>	13 <sup>9</sup>	7 <sup>1</sup>	0 <sup>5</sup>	8 <sup>7</sup>	1 <sup>4</sup>	16 <sup>7</sup>	4 <sup>8</sup>	4 <sup>5</sup>		
<b>brennende Tabaksblätter.</b>												
1 <sup>8</sup>	1 <sup>3</sup>	3		+ 1 <sup>1</sup>	+ 1 <sup>6</sup>	+ 3 <sup>7</sup>	+ 1 <sup>8</sup>	+ 20	+ 8 <sup>5</sup>	+ 2 <sup>0</sup>	Kosu- tány.	
2 <sup>5</sup>	1 <sup>2</sup>	2	13 <sup>4</sup>	2 <sup>1</sup>	1 <sup>1</sup>	4 <sup>1</sup>	4 <sup>5</sup>	21 <sup>3</sup>	9 <sup>2</sup>	3 <sup>7</sup>		
2	1 <sup>7</sup>	1 <sup>9</sup>	15 <sup>3</sup>	5 <sup>1</sup>	0 <sup>5</sup>	9 <sup>7</sup>	2 <sup>3</sup>	18 <sup>6</sup>	8 <sup>85</sup>	6 <sup>9</sup>		

die Aequivalentgewichte und Multiplizierung mit Hundert.

und Tordaer werden von KOSUTANY als gut brennbar erwähnt; bei denselben fällt die niedrige Alkalinität und bei dem letzten auch noch die niedrige Verhältniszahl für Kali auf, welche  $< 2$  ist, besonders wenn man die Zahlen vergleicht mit den schlecht brennbaren Tabaken B<sup>1</sup>. Jedoch bei den Kokaeder und Tordaer ist die Verhältniszahl für Kali gegenüber Chlorur günstiger, und ist die Verhältniszahl der Carbonate günstig, ohne das Natron daran Anteil hat. Der Kalkgehalt ist nämlich hoch.

Dass Kalk und Kali zusammen einen günstigen Erfolg für die Brennbarkeit hervorbringen können, ist jedoch ohne weiteres nicht anzunehmen; denn, wenn der Chlor und der SO<sub>2</sub> Gehalt hoch sind gegenüber Kali, kann ein höheres Kalkgehalt das nicht gutmachen, wie der Nicot und der Czokaer lehren<sup>1)</sup>.

Der langgestielte Oyamada Tabak weist allgemein nur schwache Verhältniszahlen auf, er ist wahrscheinlich weniger gut brennbar, oder er beweist noch mehr als der Amersfoort und der Mexico Tabak, dass eine gute Reife und Fermentirung diese äussersten Grenzen des Kali- und Kalkgehaltes gegenüber Cl+SO<sub>2</sub> noch zulässt, ohne das die Sämschkeit und die gute Brennbarkeit aufgehoben werden.

Auf der anderen Seite lässt sich wohl annehmen, dass ein Blatt, dessen minerale und pflanzensaure Salze die richtige Zusammensetzung haben, weil es keine gute Reife bei der Kultur erhalten hat, durch einen schlecht verlaufenen Fermentationsprozess verdorben werden kann.

Aus den obigen Analysen und Berechnungen erfolgt dieses Resultat: Die bis jetzt untersuchten sämischen und sehr gut brennbaren Blätter der besten und feinsten Qualität — die also die gute Reife, im Sinne der Tabakspflanzer erhalten und eine gute Fermentation erlitten haben — enthalten an 12—15% minerale Bestandteile (ohne Si O<sub>2</sub>), wenig Chlorure und Sulfate, kein oder nur sehr wenig Natron und soviel Kali, Kalk und Magnesia an Pflanzensäuren gebunden, dass in der Asche nicht allein das Verhältnis zwischen den Aeq. Karbonaten und Aeq. Cl+SO<sub>2</sub> hoch ist (nicht unter 7) sondern auch das Verhältnis zwischen

1) Die Summe der Prozente Kali und Kalk beträgt  
bei den guten Tabaken A . . 9 — 12 pCt.  
" " " " A<sup>1</sup> . . 8 — 12 pCt.  
" " schlechten " B . . 6 — 13 pCt.  
" " " " B<sup>1</sup> . . 7 — 9 pCt.

Aeq. K und  $(Cl + SO_3)$  nicht unter 2 beträgt. Auch giebt es noch gute Blätter, die reicher an  $SO_3$  und Cl sind — in deren Asche also die obigen Verhältniszahlen niedriger sind — jedoch eine hohe Alkalinität in der Asche besitzen, wie der Amersfoort- und auch der Mexico-Tabak.

Unter den schlecht brennenden Tabaken findet man:

entweder die Alkalinität gleich null, oder sehr gering, weil der Cl- oder  $SO_3$  Gehalt, oder beide, hoch gegenüber dem Kaligehalt sind,

oder den Kaligehalt niedrig im Verhältnis zum  $Cl + SO_3$  Gehalt, wenn auch die Alkalinität nicht unbedeutend ist, weil das Kali teilweise durch Natron ersetzt ist.

Da jedoch einzelne Tabake als gut brennbar angegeben sind, die ein Verhältnis anzeigen von:

< 2 Aeq. Kali auf 1 Aeq. Chlorur und Sulfat bei einer kleinen Alkalinität, bei einem hohen Kalkgehalt, und bei einem günstigen Verhältnis zwischen Carbonat und  $Cl + SO_3$ , so scheint es: das Alkalinität und Kaligehalt ziemlich niedrig sein können, ohne das die gute Qualität und Brennbarkeit verloren gehen — wenn nur kein Natron das Kali ersetzt und die Menge pflanzensauren Kali nicht zu niedrig ist. — Das weist am wahrscheinlichsten darauf, dass die gute Reife der Blätter und dabei die gute Fermentirung auch unter diesen Umständen erhalten werden kann.

Durch fortgesetzte Untersuchungen muss die Richtigkeit der oben gegebenen Betrachtungen geprüft werden, und dazu ist die nähere Untersuchung der Blätter während der Reifeperiode notwendig.

Wichtig ist dabei unter Anderen die Frage, inwieweit Kali durch Kalk ersetzt werden kann. In den besten Tabaken von verschiedenen Ländern ist die ganze Menge der Aschenbestandteile wenig verschieden; da nun auch die Menge Chlorure und Sulfate gering ist und wenig von einander abweicht, und da der Natrongehalt unbedeutend ist, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass Kalk, (Magnesia) und Kali, die an Pflanzensäuren gebunden sind, sich bis zu einer gewissen Grenze ersetzen

können.<sup>1)</sup> In den Ungarischen und in den Japanischen Tabaken stellt sich die Magnesia zu dem Kalk wie  $1 : \pm 3$  Aequiv., ebenso in einer der Delitabaken; in den anderen Deli- und den Malangtabaken wie  $1 : 2$  oder  $1 : 4$  Aeq.

Die reziproke Ersetzung des an Pflanzensäuren gebundenen Kalis, Kalkes und der Magnesia ist ein sehr wichtiger Gegenstand, jedoch fehlt es an Untersuchungsmaterial, um darüber etwas sicheres abzuleiten. Es wäre nötig, die Aufnahme und Bildung der Basen und Pflanzensäuren beim ganzen Entwicklungsprozess unter dem Einfluss von verschiedener Bodentemperatur und Feuchtigkeit genau zu ermitteln.

<sup>1)</sup> Auch F. und I. achten ein Solches für wahrscheinlich.

Bei den gut brennenden Tabaken (unter A), die ein Aschengehalt haben von . . . . .	12—14 pCt.
beträgt der Kali . . . . .	6—14 Aeq.
der Kalk . . . . .	17—22 Aeq.
die Summe von Kali und Kalk . . . . .	24—33 Aeq.

Daraus lässt sich also noch nicht mit Sicherheit eine Ersetzung von Kali durch Kalk, oder umgekehrt, ableiten.

Leiden, 1. Dezember 1889.