

## II. Abhandlungen.

---

### Die wichtigeren Gesteine Württembergs, deren Verwitterungsproducte und die daraus entstandenen Ackererden.

Chemisch untersucht

von Dr. E. Wolff, Professor in Hohenheim.

---

#### II. Der bunte Sandstein nebst dem Verwitterungsboden der oberen plattenförmigen Absonderungen.

Aus der Formation des bunten Sandsteins sind drei Gesteins- und Erdproben von mir untersucht worden, welche Herr Professor O. Fraas in der Nähe von Neuenbürg auf einem ringsum isolirten kleinen Plateau unter Verhältnissen aufgenommen hatte, die klar erkennen liessen, dass eine Vermischung mit Verwitterungsproducten anderer Gesteinsformationen in keiner Weise hatte stattfinden können. Dem Aussehen nach ist

Nr. 1 ein feinkörniger, hellröthlich gefärbter unverwitterter Sandstein mit ziemlich zahlreichen, aber sehr kleinen Blättchen von weissem Glimmer, überall mit braunrothen Punkten und Flecken durchsetzt, die von einer mehr thonigen Masse herühren;

Nr. 2 eine braunroth gefärbte erdige, fast humusfreie Masse — Untergrund des Ackerlandes — von ziemlich gleichförmiger Beschaffenheit, jedoch untermischt mit kleinen Steinen und Steinchen, welche auf einem Blechsieb mit Löchern von einem Millimeter Durchmesser zurückblieben und deren Masse 8,6 Procent von dem Gewichte der lufttrocknen Erde betrug;

Nr. 3 eine von Humus dunkelbraun gefärbte Ackerkrume, anscheinend von gleicher mechanischer Beschaffenheit wie Nr. 2; an Steinehen etc. waren 7,4 Procent von dem Gewichte der luft-trocknen Erde zugegen.

Einige Schlämm-Analysen, welche mit dem Nöbel'schen Apparat ausgeführt wurden, ergaben für die abgeseibte feinkörnige Masse des Untergrundes und der Ackerkrume durchschnittlich die folgenden Resultate:

	Lufttrocken.		Geglüht.	
	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
a. Sandige Masse, gröbere	61,77	59,20	63,28	63,77
b. " " feinere	9,73	9,47	9,79	9,26
c. " " feinste	9,23	7,27	8,99	7,18
d. Thonige Substanz . .	19,27	24,06	17,94	19,79
	100,00	100,00	100,00	100,00

Man sieht, dass die Ergebnisse der Schlämm-Analyse für Untergrund und Ackerkrume sehr übereinstimmend sind; der einzige Unterschied besteht darin, dass in der Ackerkrume die feinsten Gemengtheile eine höchst unbedeutend weiter gehende Zertheilung erlitten haben, während die Gesamtmenge des feinsten Sandes (c) und der sog. thonigen Substanz (d) wiederum nahezu dieselbe ist, nämlich, auf den geglühten Zustand der Erde berechnet, beziehungsweise 26,93 und 26,97 Proc. beträgt.

Es war beabsichtigt, wo möglich eine und dieselbe Gebirgsformation in drei nach dem Grade der Verwitterung verschiedenen Stufen einer ausführlichen chemischen Untersuchung zu unterwerfen, und bei dem Beginn der Arbeit glaubte ich auch in den überlieferten Proben ein dieser Absicht völlig entsprechendes Material zu besitzen. Im Verlaufe der Untersuchung aber hat sich ergeben, dass nur die beiden erdigen Massen (Untergrund und Ackerkrume) einer und derselben Schichte angehören, nämlich durch Verwitterung der oberen plattenförmigen und mehr thonigen Ablagerungen der bunten Sandsteinformation entstanden sind, während das feste Gestein aus den oberen glimmerhaltigen Schichten des eigent-

lichen bunten Sandsteins herrührt, jene erdige Massen also nicht das unmittelbare Product der Verwitterung des letzteren sind. Zur Ergänzung der vorliegenden Analysen wird es daher wünschenswerth sein, eine Ackererde nebst Untergrund zu untersuchen, welche ohne Mitwirkung der mehr thonigen, plattenförmigen Ablagerungen direct aus dem eigentlichen bunten Sandstein hervorgegangen ist. Was den Sandstein selbst betrifft, so sind die unteren Schichten desselben ärmer an Glimmerblättchen und thonigen Beimengungen und liefern daher bei ihrem Zerfallen Ackererden von noch geringerer natürlicher Fruchtbarkeit, als der hier untersuchte Sandstein nach der gefundenen Zusammensetzung anzudeuten scheint.

Gleichwohl hat die genaue chemische Analyse der mir zu Gebote stehenden Gesteins- und Erdproben Resultate ergeben, welche geeignet sind, zur Charakteristik und Formation des bunten Sandsteins und der daraus entstehenden Ackererden werthvolle Beiträge zu liefern. Ausser dem festen Sandstein, dem Untergrund und der Ackerkrume wurden auch die von der feinerdigen Masse des Untergrundes durch Absieben getrennten Steinchen einer näheren Untersuchung unterworfen. Es mag hier über die Zusammensetzung dieser Materialien zunächst eine procentische Berechnung folgen, zu welcher die nöthigen Belege im Anhange der vorliegenden Abhandlung ausführlich mitgetheilt worden sind.

An Kohlenstoff und Stickstoff wurden in den feinerdigen Substanzen gefunden:

	Untergrund.		Ackerkrume.	
	Stickstoff. Procent.	Kohlenstoff. Procent.	Stickstoff. Procent.	Kohlenstoff. Procent.
1. . .	0,0405	0,3466	0,2363	2,3071
2. . .	0,0382	0,2991	0,2514	2,4396
Mittel	0,0394	0,3229	0,2439	2,3734

Das Verhältniss zwischen Stickstoff und Kohlenstoff ist im Untergrunde = 1 : 8,20, in der Ackerkrume, bei fast Smal grösserem Kohlenstoffgehalt = 1 : 9,73. Wenn man als annähernd richtig annimmt, dass die Humussubstanz durchschnittlich 58 Proc.

Kohlenstoff enthält, so berechnet sich die Menge des reinen, stickstoff- und wasserfreien Humus im Untergrunde auf 0,5567 und in der Ackerkrume auf 3,9917 Proc. Die Differenz endlich zwischen dem gefundenen Glühverlust der bei 125° C. getrockneten Substanz und dem berechneten Humusgehalte nebst Stickstoffmenge ergibt annähernd den Gehalt an chemisch oder überhaupt sehr fest gebundenem Wasser. Also:

	Sandstein. Procent.	Steine des Untergrundes. Procent.	Feinerde	
			des Unter- grundes. Procent.	der Unter- krume. Procent.
Wasser bei 125° C. ver- flüchtigt . . . . .	0,3118	1,1150	2,2798	4,5880
Humussubstanz . . . . .	0,3118	1,5040	0,5567	3,9917
Stickstoff . . . . .			0,0394	0,2439
Fest gebundenes Wasser			1,7878	2,1406
Gesamt-Glühverlust	0,6236	2,6190	4,6637	10,9642

Der feste Sandstein und ebenso die Steine des Untergrundes wurden vor der chemischen Untersuchung fein gepulvert und dadurch in einen der Feinerde des Untergrundes und der Ackerkrume ähnlichen mechanischen Zustand übergeführt. Eine grössere Quantität des zu untersuchenden Materials (resp. 300 und 450 Grm.) behandelte ich zunächst mit kalter concentrirter Salzsäure, indem die Einwirkung der letzteren auf die pulverförmige Substanz unter häufigem Umschütteln des Ganzen bei gewöhnlicher Temperatur 48 Stunden lang erfolgte. Die Menge der auf diese Weise in die Lösung übergegangenen Stoffe, auf procentische Verhältnisse berechnet, betrug:

#### A. Die Substanz mit kalter concentrirter Salzsäure behandelt.

	Sandstein. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Kieselsäure in der Lösung . . . . .	0,0033	0,0827	0,1393
Eisenoxyd . . . . .	1,0600	1,6867	1,4267
Thonerde . . . . .	0,0763	0,8814	0,9012

	Sandstein. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Manganoxyduloxyd . . . . .	?	0,0646	0,0883
Kohlensaurer Kalk . . . . .	0,0500	0,0583	0,1183
Magnesia . . . . .	Spur	0,0462	0,0610
Schwefelsäure . . . . .	0,0084	0,0062	0,0272
Phosphorsäure . . . . .	0,0092	0,0219	0,0654
Kali . . . . .	0,0148	0,0360	0,0701
Natron . . . . .	0,0031	0,0038	0,0031
	1,2251	2,8878	2,9006

Eine neue Portion der lufttrocknen Substanz (resp. 120, 74 und 150 Grm.) wurde mit dem doppelten Gewichte concentrirter Salzsäure 1 Stunde lang gekocht und hierauf in der Lösung gefunden:

#### B. Die Substanz mit concentrirter Salzsäure gekocht.

	Steine des			
	Sandstein. Procent.	Untergrundes. Procent.	Untergrund Procent.	Ackerkrume. Procent.
Kieselsäure in der Lösung	0,0333	0,0566	0,1300	0,1280
Eisenoxyd . . . . .	1,0383	3,1732	2,0177	1,9470
Thonerde . . . . .	0,2772	0,9878	2,3392	2,2790
Manganoxyduloxyd . .	0,0167	0,5078	0,1450	0,2083
Kohlensaurer Kalk . .	0,0854	0,0988	0,1050	0,2300
Magnesia . . . . .	Spur	0,0519	0,0446	0,0957
Schwefelsäure . . . .	0,0095	0,0093	0,0080	0,0304
Phosphorsäure . . . .	0,0249	0,0457	0,0498	0,0940
Kali . . . . .	0,0490	0,0783	0,1505	0,2007
Natron . . . . .	0,0064	0,0101	0,0063	0,0135
	1,5407	5,0195	4,9961	5,2266
Kieselsäure, in kohlen- saurem Natron löslich	0,5917	1,0043	3,0005	3,4665
Rückstand, als geglüht berechnet . . . . .	97,1475	91,3633	87,0480	80,0893
Wasser- und Glühverlust	0,6236	2,6190	4,6637	10,9642
	99,9035	100,0061	99,7083	99,7466

### C. Der Rückstand von B mit concentrirter Schwefelsäure behandelt.

	Steine des			
	Sandstein. Procent.	Untergrundes. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Kieselsäure in der Lösung	0,0983	—	0,0776	0,1445
Eisenoxyd . . . . .	0,4508	0,5718	1,0076	0,5993
Thonerde . . . . .	1,2892	3,5025	5,1333	4,2873
Kalk . . . . .	0,0109	0,0093	0,0274	0,0296
Magnesia . . . . .	0,0574	0,1365	0,0639	0,0709
Kali . . . . .	0,2852	0,6519	0,7703	0,6434
Natron . . . . .	0,0205	0,1149	0,0679	0,0442
	2,2123	4,9869	7,1480	5,8192
Kieselsäure, in kohlen- saurem Natron löslich	1,8717	5,0935	7,6761	5,3153
Geglühter Rückstand . .	93,0878	81,3337	72,3467	69,0557
	97,1718	91,4141	87,1708	80,1902

### D. Der Rückstand von C mit flusssauren Dämpfen behandelt.

	Steine des			
	Sandstein. Procent.	Untergrundes. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Thonerde . . . . .	2,1961	3,1249	2,2264	2,6977
Kalk . . . . .	0,0840	0,0783	0,0471	0,0862
Magnesia u. Manganoxyd	0,0540	0,0671	0,0531	0,0501
Kali . . . . .	1,5583	2,0545	1,7291	1,8773
Natron . . . . .	0,0556	0,3170	0,2986	0,3282
Kieselsäure . . . . .	89,1398	75,6919	67,9924	64,0162
	93,0878	81,3337	72,3467	69,0557

Die durch die verschiedenen Lösungsmittel abgeschiedenen Antheile der lufttrocknen Substanz betragen also in ihrer Gesamtheit:



	Steine des			
	Sandstein. Procent.	Untergrundes. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Wasser und organische Substanz . . . . .	0,6236	2,6190	4,6637	10,9642
In kalter Salzsäure lös- lich . . . . .	1,2251	5,0195	2,8878	2,9006
In heisser Salzsäure lös- lich . . . . .	0,3156			
Kieselsäure, löslich in kohlensaurem Natron	0,5917	1,0043	3,0005	3,4665
In Schwefelsäure löslich	2,2123	4,9869	7,1480	5,8192
Kieselsäure, löslich in kohlensaurem Natron	1,8717	5,0935	7,6761	5,3153
Sandiger Rückstand .	93,0878	81,3337	72,3467	69,0557
	99,9278	100,0569	99,8311	99,8475

Berechnet man die procentische Zusammensetzung der Substanz ohne Rücksicht auf den verschiedenen Grad der Löslichkeit der Bestandtheile, so erhält man:

	Steine des			
	Sandstein. Procent.	Untergrundes. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Wasser und organische Substanz . . . . .	0,6236	2,6190	4,6637	10,9642
Kieselsäure . . . . .	91,7348	81,8463	78,8766	73,0505
Thonerde . . . . .	3,7425	7,6152	9,6989	9,1640
Eisenoxyd . . . . .	1,4891	3,7450	3,0253	2,5463
Manganoxyduloxyd .	0,0167	0,5078	0,1450	0,2083
Kohlensaurer Kalk . .	0,0854	0,0988	0,1050	0,2300
Kalk . . . . .	0,0949	0,0876	0,0745	0,1158
Magnesia . . . . .	0,1114	0,2555	0,1616	0,2167
Schwefelsäure . . . .	0,0095	0,0093	0,0080	0,0304
Phosphorsäure . . . .	0,0249	0,0457	0,0498	0,0940
Kali . . . . .	1,8925	2,7847	2,6499	2,7214
Natron . . . . .	0,0825	0,4420	0,3728	0,3859
	99,9078	100,0569	99,8311	99,7275

Eine noch bessere Uebersicht gewähren diese Zahlen, wenn man dieselben auf den völlig wasser- und humusfreien Zustand der Gesteins- oder Erdmasse reducirt:

	Steine des			
	Sandstein. Procent.	Untergrundes. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Kieselsäure . . . . .	92,3962	83,9985	82,8937	82,2983
Thonerde . . . . .	3,7695	7,8154	10,1927	10,3241
Eisenoxyd . . . . .	1,4998	3,8435	3,1794	2,8686
Manganoxyduloxyd . . . . .	0,0168	0,5212	0,1524	0,2347
Kohlensaurer Kalk . . . . .	0,0860	0,1014	0,1103	0,2591
Kalk . . . . .	0,0956	0,0899	0,0783	0,1305
Magnesia . . . . .	0,1122	0,2622	0,1698	0,2441
Schwefelsäure . . . . .	0,0096	0,0095	0,0084	0,0343
Phosphorsäure . . . . .	0,0251	0,0469	0,0523	0,1059
Kali . . . . .	1,9061	2,8579	2,7849	3,0659
Natron . . . . .	0,0831	0,4536	0,3917	0,4348
	100,0000	100,0000	100,0143	100,0003

Von der als wasser- und humusfrei berechneten Substanz waren auflöslich in:

kalter Salzsäure . . . . .	1,2337	} 5,1568	{ 3,0344	3,2623
heisser „ . . . . .	0,3178			
kohlensaurem Natron . . . . .	0,5958	1,0317	3,1528	3,9001
Schwefelsäure . . . . .	2,2278	5,1233	7,5109	6,5471
kohlensaurem Natron . . . . .	1,8848	5,2328	8,0648	5,9800
Im Ganzen löslich	6,2599	16,5446	23,9783	22,3064
Sandiger Rückstand	93,7401	83,4554	76,0217	77,6936
	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000

### Schlussfolgerungen.

1. Die procentische Zusammensetzung der ganzen Gesteins- und Erdmasse und namentlich die Gesamtmenge der Thonerde gewährt einen Anhalt für die Beantwortung der Frage, ob die einzelnen Gesteins- und Erdarten in einem direkten Zu-



sammenhänge mit einander stehen, ob die eine Substanz aus der anderen durch fortschreitende Verwitterung ohne wesentliche Mitwirkung irgend eines fremdartigen Materials entstanden ist. Man sieht sehr deutlich, dass in der That Ackerkrume und Untergrund einem und demselben ursprünglichen Gesteine angehören; der procentische Gehalt der wasser- und humusfreien Masse an Thonerde und überhaupt an vorherrschenden Bestandtheilen ist sehr nahe übereinstimmend und auch das sonstige chemische und mechanische Verhalten deutet mit Bestimmtheit darauf hin, dass die Ackerkrume unmittelbar und ohne wesentliche Beimischung fremdartiger Gesteinsmassen aus dem Untergrunde hervorgegangen ist. Die Steine des Untergrundes ferner enthalten freilich an Gesamt-Thonerde um reichlich  $\frac{1}{5}$  weniger als die Feinerde der Ackerkrume und des Untergrundes; das ursprüngliche Gestein muss also in seiner ganzen Masse etwas reicher gewesen sein an thonigen Substanzen als die jetzt noch vorhandenen unverwitterten Reste desselben. Dennoch aber lässt die ganze procentische Zusammensetzung dieser Steinreste keinen Zweifel darüber obwalten, dass dieselben in einem nahen und unmittelbaren Zusammenhange stehen mit der Feinerde der Ackerkrume und des Untergrundes; der einzige wesentliche Unterschied besteht eben in der etwas thonigeren Beschaffenheit der letzteren und es ist natürlich, dass die thonreicheren Parthieen des ursprünglichen Gesteins (obere plattenförmige Ablagerungen der Formation des bunten Sandsteins) zunächst zerbröckelt sind und zur Bildung der Feinerde des Untergrundes und der Ackerkrume das nöthige Material geliefert haben. Der noch völlig unverwitterte feste Sandstein dagegen gehört einem anderen, tiefer liegenden Gebilde der bunten Sandsteinformation an; dies beweist die ganze chemische Zusammensetzung desselben und namentlich der beträchtlich geringere Gehalt an Thonerde, Eisenoxyd und an kalireichen, d. h. feldspath- und glimmerartigen Beimengungen. Es besteht daher kein direkter Zusammenhang zwischen diesem Sandstein und dem hier untersuchten Ackerboden; gleichwohl ist auch die nähere chemische Untersuchung des ersteren von Interesse und

es lassen die Resultate der Analyse im Voraus eine genaue Charakteristik der Ackererde entwerfen, welche durch Zerbröckeln und Verwitterung jenes Sandsteins entstehen würde. Wir betrachten zunächst die Feinerde der Ackerkrume und des Untergrundes nebst den noch unverwitterten Steinchen, welche in dem letzteren enthalten sind.

2. Die Steine des Untergrundes enthalten absolut und relativ, d. h. im Verhältniss zur Menge des Thones, welcher hier hauptsächlich als der Träger des Eisenoxyds betrachtet werden muss, mehr Eisenoxyd als die Feinerde des Untergrundes, diese wiederum mehr als die Ackerkrume. Es findet also unter dem Einfluss der atmosphärischen Wasser und im Verlaufe des Verwitterungsprocesses fortwährend eine Abnahme des Eisenoxyds statt, — eine Erscheinung, welche im Einklange steht mit anderweitigen Beobachtungen, die bei dem allmählichen Zerfallen von Sand- und Kalksteinen gemacht worden sind. Die Steinchen, welche auch in der Ackerkrume noch vorhanden waren, zeigten auf dem Bruch vielfach eine hellere, weissliche Farbe, es war bereits das Eisen grossentheils aufgelöst und ausgewaschen worden, während die Steinchen des Untergrunds durch und durch noch dunkel braunroth gefärbt waren mit einer Nüance ins Bläuliche, die auf eine hier in der That vorhandene Beimischung von Manganoxyd hinzuweisen pflegt.

3. Das Eisen ist offenbar in sämmtlichen hier untersuchten Gesteins- und Erdproben grossentheils als freies Eisenoxyd zugegen; es ist im Wesentlichen weder mit Wasser noch auch mit Kieselsäure verbunden. Dies wird schon durch die intensiv rothe Farbe der Steine und der Feinerde des Untergrundes bei einem procentisch keineswegs sehr hohen Gehalt an Eisenoxyd angedeutet und ferner durch den Umstand bewiesen, dass aus dem Sandsteinpulver durch Behandlung desselben mit kalter Salzsäure genau dieselbe Menge Eisenoxyd wie durch Einwirkung der kochendheissen concentrirten Salzsäure, aus der Feinerde aber des Untergrundes und der Ackerkrume fast  $\frac{4}{5}$  der letzteren Menge aufgelöst wurde. Ausserdem hat die Analyse für den theils durch Salzsäure, theils durch Schwefelsäure auf-

schliessbaren reinen Thon eine solche Zusammensetzung ergeben, dass von der in alkalischen Flüssigkeiten auflöselichen Kieselsäure für das Eisenoxyd nichts disponibel sein kann, während andererseits die Resultate der Behandlung des Bodens mit Weinsäurelösung auf die Gegenwart höchstens nur einer geringen Menge von Thonerdehydrat und Eisenoxydhydrat sowohl in der Ackerkrume wie im Untergrunde hinzudeuten scheint.

Der Thon nämlich hatte die folgende Zusammensetzung:

	Steine des Untergrundes.	Untergrund.	Ackerkrume.
In Salzsäure löslich:			
Thonerde .	0,9878= 48,7	2,3392= 42,8	2,2790= 38,8
Kieselsäure	1,0609= 51,3	3,1305= 57,2	3,5945= 61,2
	2,0487=100,0	5,4697=100,0	5,8735=100,0
In Schwefelsäure löslich:			
Thonerde .	3,5025= 40,7	5,1333= 40,0	4,2873= 43,9
Kieselsäure	5,0935= 59,3	7,7537= 60,0	5,4598= 56,1
	8,5960=100,0	12,8870=100,0	9,7471=100,0
Thon im Ganzen:			
Thonerde .	4,4903= 42,2	7,4725= 40,7	6,5663= 42,0
Kieselsäure	6,1544= 57,8	10,8842= 59,3	9,0543= 58,0
	10,6447=100,0	18,3567=100,0	15,6206=100,0

In dem Muschelkalk fand ich\*) den Gehalt der thonigen Substanz an Kieselsäure beträchtlich höher, nämlich in den verschiedenen Verwitterungsstufen nahe übereinstimmend für den durch kochende Salzsäure aufschliessbaren Thon 74,1 Proc. und für den mit Schwefelsäure aufgeschlossenen Thon 64,3 Proc. In 6 früher von mir untersuchten Hohenheimer Bodenarten dagegen enthielt der mit Salzsäure aufgeschlossene Thon 61,2 Proc.,

\*) Vgl. „Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte“, Jahrgang 1866, S. 94. Auch die Zeitschrift „Landwirthschaftliche Versuchsstationen“, 1865, S. 289.

der mit Schwefelsäure aufgeschlossene Thon 54,5 Proc. Kieselsäure, der Thon hatte daher im Mittel ziemlich dieselbe Zusammensetzung, wie die letztere bei den obigen Gesteins- und Erdproben aus der Formation des bunten Sandsteins gefunden wurde. Charakteristisch für die hier untersuchten Substanzen ist es, dass der mit Salzsäure aufgeschlossene Thon ziemlich dieselbe procentische Zusammensetzung hatte, wie der mit Schwefelsäure aufgeschlossene, während sonst, nach den bisher vorliegenden Analysen, in dem ersteren die Kieselsäure mehr vorzuherrschen pflegt oder auch ein Theil der gefundenen Kieselsäure anderweitig (an Eisenoxyd, Kalk, Kali etc.) gebunden ist.

Durch Behandlung der Feinerde des Untergrundes und der Ackerkrume mit kochendheisser Weinsäurelösung unter Zusatz von etwas Oxalsäure, nach der von Knop \*) vorgeschlagenen Methode, wurden aus dem Untergrunde nur 0,122 Proc. Eisenoxyd und 0,222 Proc. Thonerde, aus der Ackerkrume 0,178 Proc. Eisenoxyd und 0,403 Proc. Thonerde aufgelöst; jedenfalls also waren nur verhältnissmässig sehr geringe Mengen von Eisenoxydhydrat zugegen. Bei dieser Gelegenheit will ich noch erwähnen, dass beim Schütteln mit einer titrirten Lösung von salpetersaurem Kalk, nebst Zusatz einer der Salpetersäure äquivalenten Menge Ammoniak (Knop \*\*) von dem Untergrunde 0,302 Proc. und von der humosen Ackerkrume 0,541 Proc. Kalkerde absorbiert wurden.

4. Für die Beurtheilung der Verwitterungsstufe und der natürlichen Fruchtbarkeit eines Bodens ist die absolute Menge des von verschiedenen, mehr oder weniger kräftig einwirkenden Lösungsmitteln aufgenommenen Kali's von grosser Wichtigkeit; ausserdem aber muss auch das Verhältniss der betreffenden Kalimengen unter einander und namentlich zu der in Salzsäure und Schwefelsäure auflöselichen Thonerde, d. h. zu dem im Boden vorhandenen Thon sorgfältige Beachtung finden.

---

\*) Landwirthschaftliche Versuchsstationen, 1866, S. 41.

\*\*) Ebendasselbst S. 40.

Diese Zahlenverhältnisse gestalten sich in unserem Falle folgendermassen:

Menge des Kali, löslich in	Steine des		
	Untergrundes. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
a. kalter Salzsäure . . . . .	—	0,0360	0,0701
b. heisser und kalter Salzsäure	0,0783	0,1505	0,2007
c. Schwefelsäure . . . . .	0,6519	0,7703	0,6434
d. Flusssäure . . . . .	2,0545	1,7291	1,8773
im Ganzen	2,7847	2,6499	2,7214
a. in Procenten von b . . . . .	—	23,8	34,9
b. in Procenten von b+c . . . . .	10,7	16,3	23,8
c. in Procenten von b+c+d . . . . .	23,4	29,1	23,6

Man sieht zunächst, dass die in kalter und in heisser Salzsäure lösliche Kalimenge im Untergrund und mehr noch in den Steinen des letzteren beträchtlich geringer ist, als in der Ackerkrume, während die Gesamtmenge des Kali und die in Schwefelsäure auflösbare Quantität verhältnissmässig nicht sehr differirt. Mit der fortschreitenden Verwitterung ist daher das Kali theilweise in einen leichter löslichen Zustand übergegangen.

Um die Grundlage zu einer vergleichenden Beurtheilung des hier in Rede stehenden Bodens zu gewinnen, mögen auch die Zahlen erwähnt werden, welche ich bei der Untersuchung von 6 Hohenheimer Bodenarten gefunden habe, von denen drei von sandig lehmiger Beschaffenheit sind und im Thongehalte (15—17 Proc.) dem obigen Boden sehr nahe stehen, drei dagegen durch grösseren Reichthum an thoniger Substanz sich auszeichnen, nämlich in der lufttrocknen Masse 25—38 Proc. reinen Thon enthalten.

Menge des Kali, löslich in	3 sandige	3 thonige	Durch-
	Bodenarten. Procent.	Bodenarten. Procent.	schnittlich. Procent.
a. kalter Salzsäure . . . . .	0,0396	0,0733	0,0565
b. kalter und heisser Salzsäure . . . . .	0,2463	0,6763	0,4613
c. Schwefelsäure . . . . .	0,3753	0,7363	0,5558
d. Flusssäure . . . . .	0,9925	0,6800	0,8295
im Ganzen	1,6139	2,0926	1,8466



	3 sandige Bodenarten. Procent.	3 thonige Bodenarten. Procent.	Durch- schnittlich. Procent.
a. in Procenten von b . . . .	16,1	10,8	12,3
b. in Procenten von b+c . . . .	39,6	47,8	45,4
c. in Procenten von b+c+d . . . .	23,3	35,2	30,1

Während also die sandigen Hohenheimer Bodenarten, welche der Formation des Liassandsteins angehören und einen demjenigen des hier untersuchten Bodens aus der Formation des bunten Sandsteins nahezu gleichen Thongehalt besitzen, mit dem Untergrunde des letzteren hinsichtlich der absoluten Menge des in kalter Salzsäure löslichen Kali's allerdings ziemlich übereinstimmen, ist aber die absolute und relative Menge des in heisser Salzsäure löslichen Kali bei den ersteren entschieden grösser und die Menge des in Schwefelsäure löslichen Kali weit geringer; der Thon befindet sich daher in den Bodenarten des Liassandsteins in einem mehr aufgeschlossenen, das Kali vermuthlich in einem den Pflanzen leichter zugänglichen Zustande als in dem Boden des bunten Sandsteins. Diese Erscheinung tritt noch deutlicher hervor, wenn man das Verhältniss des Kali's zur Thonerde und der Mengen von jedem der beiden Stoffe unter einander in Betracht zieht.

	Steine des Untergrundes.		Untergrund.		Ackerkrume.	
	Kali.	Thonerde.	Kali.	Thonerde.	Kali.	Thonerde.
Löslich in						
Salzsäure . . . .	0,0783	0,9878	0,1505	2,3392	0,2007	2,2790
	1 :	12,6	1 :	15,5	1 :	11,4
Schwefelsäure . . . .	0,6519	3,5025	0,7703	5,1333	0,6434	4,2873
	1 :	5,4	1 :	6,7	1 :	6,7
Salz- u. Schwefel- säure . . . .	0,7302	4,4903	0,9208	7,4725	0,8441	6,5663
	1 :	6,1	1 :	8,1	1 :	7,8

Aus den Analysen der Hohenheimer Bodenarten ergeben sich die folgenden Zahlenverhältnisse:



Löslich in	3 sandige Bodenarten.		3 thonige Bodenarten.		Durch- schnittlich.	
	Kali.	Thonerde.	Kali.	Thonerde.	Kali.	Thonerde.
Salzsäure . . .	0,2463	3,1823	0,6763	6,1613	0,4613	4,6718
	1 : 12,9		1 : 9,1		1 : 10,1	
Schwefelsäure .	0,3753	3,5230	0,7363	5,7243	0,5558	4,6237
	1 : 9,4		1 : 7,8		1 : 8,3	
Salz- u. Schwefel- säure . . .	0,6216	6,7053	1,4126	11,8856	1,0171	9,2955
	1 : 10,8		1 : 8,4		1 : 9,1	

In den sandigen Bodenarten des Liassandsteins wird durchschnittlich eine fast ebenso grosse Menge von Thonerde und  $\frac{2}{3}$  so viel Kali von der kochenden Salzsäure aufgelöst, als aus dem Rückstande von dieser Behandlung durch die Schwefelsäure aufgenommen wird; dagegen beträgt dieses Mengenverhältniss in dem Boden der obersten Schichten der Formation des bunten Sandsteins

	Steine des			
	Untergrundes.	Untergrund.	Ackerkrume.	Durchschnittlich.
für die Thonerde	1 : 3,5	1 : 2,2	1 : 1,9	1 : 2,3
„ das Kali . .	1 : 8,3	1 : 5,1	1 : 3,2	1 : 4,8

Die Löslichkeit des Thones und zugleich des Kali's nimmt also mit dem Fortschreiten der Verwitterung fortwährend zu und ist eine weit grössere in den Bodenarten des Liassandsteins als in dem hier untersuchten Boden des bunten Sandsteins. Hiermit steht, wie es scheint, auch die Thatsache im Zusammenhange, dass das Verhältniss der in Schwefelsäure löslichen Thonerde und des Kali's für die Gebilde des bunten Sandsteins ein günstigeres ist als für die Ackererden des Liassandsteins, während das Verhältniss der in Salzsäure löslichen Thonerde zum Kali in beiden Formationen ziemlich gleich und eher in dem Boden des bunten Sandsteins, entschieden namentlich für den Untergrund, hinsichtlich des Kali's ein weniger günstiges ist. Wenn daher in dem bunten Sandstein eine weitere Verwitterung der mit Schwefelsäure aufschliessbaren thonigen Masse eintritt und damit mehr Kali in den löslichen Zustand

übergeht, so wird das letztere offenbar verhältnissmässig rasch wiederum aus dem Boden ausgewaschen, das leichtlösliche Kali von dem gleichsam noch roheren, nicht vollständig verwitterten und fein zertheilten Thon nur schwach absorhirt und zurückgehalten. Vielleicht wird hierdurch die Erscheinung erklärt, dass die aus dem Terrain des bunten Sandsteins abfliessenden Quellen im Allgemeinen zur Bewässerung der Wiesen mit sehr günstigem Erfolge benutzt werden und daher vermuthlich reich sind an aufgelöstem Kali. Auch mögen unter den durch Schwefelsäure aufschliessbaren Gemengtheilen des Bodens zahlreiche Blättchen von Kaliglimmer vorhanden sein und dadurch das Verhältniss zwischen der Thonerde und dem Kali zu Gunsten des letzteren noch erhöht werden.

5. Die absolute Menge der im Boden des bunten Sandsteins enthaltenen Phosphorsäure ist nicht beträchtlich und namentlich deren Leichtlöslichkeit verhältnissmässig gering.

	Steine des		
	Untergrundes. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Phosphorsäure, löslich in			
a. kalter Salzsäure 1)	—	0,0208	0,0640
2)	—	0,0228	0,0667
Mittel	—	0,0218	0,0654
b. heisser Salzsäure	0,0457	0,0498	0,0940
a in Procenten von b	—	43,8	70,9

In den verschiedenen, von mir untersuchten Verwitterungsstufen des Muschelkalkeß war die ganze Menge der vorhandenen Phosphorsäure schon in kalter Salzsäure auflöslich und in den Hohenheimer Bodenarten ergab sich:

	3 sandige	3 thonige	Durch-
	Bodenarten. Procent.	Bodenarten. Procent.	schnittlich. Procent.
Phosphorsäure, löslich in			
a. kalter Salzsäure	0,0943	0,1019	0,0981
b. heisser Salzsäure	0,1257	0,1280	0,1268
a in Procenten von b	75,0	79,6	77,3

6. Die vorstehenden Zahlen zeigen, dass die absolute Menge und ausserdem die Löslichkeit der Phosphorsäure in der Ackerkrume des betreffenden Bodens eine beträchtlich grössere ist, als in dem Untergrund. Ein ähnliches Verhalten wurde bereits oben hinsichtlich des Kali's nachgewiesen. Weiter ersieht man aus der Zusammenstellung der analytischen Ergebnisse, dass die Ackerkrume an Kalk, Magnesia und Schwefelsäure entschieden reicher ist als der Untergrund, dass somit die erstere alle wichtigen Pflanzennährstoffe in grösserer Menge und Leichtlöslichkeit enthält als der letztere; nämlich:

	Löslich in kalter Salzsäure.		Löslich in heisser Salzsäure.	
	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.	Untergrund. Procent.	Ackerkrume. Procent.
Kali . . . . .	0,0360	0,0701	0,1505	0,2007
Phosphorsäure . . . .	0,0219	0,0654	0,0498	0,0940
Magnesia . . . . .	0,0462	0,0610	0,0446	0,0957
Kohlensaurer Kalk . .	0,0583	0,1183	0,1050	0,2300
Schwefelsäure . . . .	0,0062	0,0272	0,0080	0,0304

Ein derartiges Verhalten, namentlich bezüglich der Phosphorsäure, des Kalkes und der Schwefelsäure, wäre unbegreiflich, wenn die Kultur des Bodens stets in einfacher Stallmirthschaft und ohne alle Zufuhr von Aussen her betrieben worden wäre. Es hat nämlich hier in Folge langer Cultur keine Erschöpfung des Bodens, sondern im Gegentheil eine sehr beträchtliche Bereicherung der Ackerkrume gegenüber dem Untergrunde stattgefunden, obgleich ursprünglich die beiderlei Bodenschichten aus einem und demselben Gestein entstanden sind und daher einen völlig gleichen Gehalt an wirksamen Pflanzennährstoffen gehabt haben. Es erklärt sich aber die Bereicherung des Bodens durch den Umstand, dass in der betreffenden Gegend des Schwarzwaldes seit Jahrhunderten grosse Massen von Waldstreu neben dem Stallmist dem Acker zugeführt wurden und auf solche Weise nicht allein eine beträchtliche Menge von stickstoffhaltigem Humus in der obersten Schicht des Bodens, in der Ackerkrume sich ansammelte, sondern gleichzeitig auch

nach und nach der procentische Gehalt derselben an Phosphorsäure, Kalk, Schwefelsäure etc. sich erhöhte. Vielleicht trägt auch die Vegetation selbst dazu bei, dass gewisse Nährstoffe dem Untergrunde entzogen werden und im Verlaufe von Jahrhunderten in der Ackerkrume immer mehr sich concentriren.

7. Die Zusammensetzung der rein sandigen (in Salzsäure und Schwefelsäure unlöslichen) Substanz ist in den Steinen des Untergrundes, sowie in der Feinerde des letzteren und der Ackerkrume eine sehr nahe übereinstimmende.

	Steine des Untergrundes.	Untergrund.	Ackerkrume.
Thonerde . . .	3,84	3,08	3,97
Kalk . . .	0,09	0,07	0,12
Magnesia . . .	0,08	0,08	0,07
Kali . . .	2,53	2,39	2,72
Natron . . .	0,39	0,41	0,47
Kieselsäure .	93,07	93,97	92,65
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Das Verhältniß der Thonerde zu den Alkalien ist von der Art, das die letzteren zum weitaus grösseren Theile in feldspathartigen Verbindungen vorhanden sein müssen; wenn daher in dem festen Gestein und auch in der Feinerde des Untergrundes feine weisse Glimmerblättchen sichtbar sind, so werden diese (als Kaliglimmer) entweder schon durch die Behandlung der Masse mit Salzsäure und Schwefelsäure zersetzt oder die Menge des Glimmers ist, gegenüber derjenigen des Feldspaths, dem Gewichte nach eine nur sehr geringe. Magnesiaglimmer, welcher nicht wie der Kaliglimmer von concentrirten Säuren angegriffen wird, scheint beinahe ganz zu fehlen, da in der sandigen Substanz nach dem Aufschliessen derselben mit Flusssäure fast nur Spuren von Magnesia nachweisbar waren.

Die Berechnung gibt als Gemengtheile des Sandes:

	Steine des		
	Untergrundes.	Untergrund.	Ackerkrume.
Kalifeldspath . . .	15,06	14,20	16,16
Natronfeldspath . .	3,30	3,62	4,15
Thon . . . . .	0,97	—	0,28
Quarzsand . . . .	80,50	82,03	79,22
Kalk und Magnesia .	0,17	0,15	0,19
	100,00	100,00	100,00

Diese Mengenverhältnisse sind namentlich bezüglich des Kalifeldspath für einen sandigen Lehm Boden als günstige zu bezeichnen; in 5 Hohenheimer Bodenarten, welche sämmtlich der Liasformation angehörten und unter sich in der Zusammensetzung der sandigen Gemengtheile nahe übereinstimmten, fand ich, nach Abzug kleiner Mengen von Thon und von Magnesia durchschnittlich nur 10,16 Proc. Kalifeldspath, dagegen 12,07 Proc. Natronfeldspath und 77,77 Proc. Quarzsand, während freilich die sandigen Gemengtheile des Muschelkalkes die ungewöhnlich grosse Quantität von über 50 Proc. Kalifeldspath enthielten.

8. Hinsichtlich der Steine und Steinchen, welche in nicht sehr beträchtlicher Menge dem Untergrunde beigemischt sind, ist schon oben auf den leicht erklärlichen geringeren Gehalt derselben an thonigen Substanzen, sowie auf den grösseren Gehalt an Eisenoxyd und Manganoxyd hingewiesen worden; auch wurde bereits hervorgehoben, dass die einzelnen Bestandtheile, namentlich das Kali und die Thonerde (s. unter 4) in Salzsäure entschieden weniger auflöslich sind, als in der Feinerde des Untergrundes. Dagegen befindet sich die Zusammensetzung der rein sandigen, noch ganz unverwitterten Masse in diesen Steinen im fast völligen Einklange mit derjenigen derselben Substanz im Untergrunde und in der Ackerkrume. Dasselbe ist hinsichtlich der absoluten Mengenverhältnisse der Fall, in welchen die verschiedenen Pflanzennährstoffe in jenen Steinen und in der Feinerde des Untergrundes vorhanden sind:



	Steine	Feinerde
	des Untergrundes.	
	Procent.	Procent.
Kohlensaurer Kalk .	0,0988	0,1050
Kalk . . . . .	0,0876	0,0745
Magnesia . . . . .	0,2555	0,1616
Schwefelsäure . . .	0,0093	0,0080
Phosphorsäure . . .	0,0457	0,0498
Kali . . . . .	2,7847	2,6499
Natron . . . . .	0,4420	0,3728

Durch allmähliche Verwitterung der Steine muss also die Feinerde des Untergrundes vermehrt werden, ohne dass die letztere dadurch eine wesentliche Veränderung in ihrer Zusammensetzung, namentlich hinsichtlich der eigentlichen Pflanzennährstoffe, erleidet.

9. Wenn es sich darum handelt, über die Güte und natürliche Fruchtbarkeit des Bodens (Ackererde und Untergrund), welcher durch Zerbröckeln und Verwitterung der oberen plattenförmigen Ablagerungen des bunten Sandsteins entstanden ist, ein Urtheil abzugeben, so würde dieses auf Grund der vorliegenden analytischen Ergebnisse etwa folgendermassen sich gestalten.

Die physikalische und mechanische Beschaffenheit des Bodens muss im Allgemeinen als eine günstige bezeichnet werden. Die Menge der Steine und Steinchen, welche mehr als 1 Millimeter Durchmesser haben, beträgt nur 7,5 bis 8,5 Proc. vom Gewichte der ganzen Masse und in der Feinerde herrscht der etwas gröbere Sand (a. s. S. 79) entschieden vor, wodurch verhindert wird, dass der Boden zu dicht und fest sich zusammensetzt und in seinen feinen Theilchen leicht verschlämmt. Auch der Thongehalt, wie derselbe durch die mechanische und namentlich durch die chemische Analyse ermittelt worden ist, entspricht durchaus einem lehmigen Sandboden von guter mittlerer Beschaffenheit. Dagegen ist zum Nachtheil des Bodens hervorzuheben, dass der Thon, besonders im Untergrunde in einem gleichsam noch rohen Zustande sich befindet, in welchem er die vorhandenen Alkalien chemisch sehr fest bindet, aber noch nicht den



höchsten Grad der Zertheilung erlangt hat und daher auch nicht fähig ist, grössere Mengen leichtlöslicher Pflanzennährstoffe zu absorbiren, vor dem Auswaschen und Durchsickern zu schützen. Der Boden ist daher in Wirklichkeit von leichter, mehr sandiger Beschaffenheit, als der auf chemischem Wege nachgewiesene Thongehalt andeuten würde.

Diese rohe Beschaffenheit des Thones steht jedenfalls mit der Thatsache im Zusammenhange, dass zwar die absolute Menge des Kali's eine sehr beträchtliche ist, dagegen aber das leichter (in Salzsäure) lösliche Kali zu der Gesammtmenge desselben im Thone und im ganzen Boden in einem sehr ungünstigen Verhältniss steht. Während nämlich das in Salzsäure lösliche Kali bei 6 Hohenheimer Bodenarten durchschnittlich 45,4 Proc. von der im Thon und 25,0 Proc. von der im Boden überhaupt enthaltenen Gesammtmenge des Kali beträgt, ergaben sich diese Zahlen für die Steine des Untergrundes zu beziehungsweise 10,7 und 2,8 Proc., für die Feinerde des Untergrundes zu 16,3 und 5,7 Proc. und für die Ackerkrume zu 23,8 und 7,4 Procent.

Die sandigen Gemengtheile des Bodens sind ziemlich reich an feldspathartigen Verbindungen, sie enthalten etwa 15 Proc. oder der ganze Boden im lufttrocknen Zustande nahezu 11 Proc. Kalifeldspath. Der letztere wird vermuthlich ziemlich rasch verwittern und hierbei fortwährend eine nicht unbedeutende Menge von löslichem Kali liefern, welches aber, wie erwähnt, von den übrigen Gemengtheilen des Bodens nicht sehr stark absorbirt und zurückgehalten wird und daher zur Bildung kalireicher Quellwasser im Terrain der Formation des bunten Sandsteins Veranlassung geben möchte.

In der Ackerkrume hat eine reichliche Menge von stickstoffhaltigem Humus in Folge einer vielhundertjährigen Vegetation und einer langen Cultur sich angesammelt (4,2 Proc.), — Humus, in welchem das Verhältniss zwischen Stickstoff und Kohlenstoff = 1 : 9,73 anzudeuten scheint, dass die organische Substanz einen mittleren Grad der Zersetzbarkeit besitzt, weder sehr rasch, noch auch sehr langsam dem Verwesungsprocess unterliegt; es ist ein milder, ziemlich fruchtbarer Humus, welcher offenbar auf die physikalischen und namentlich auch auf die

absorbirenden Eigenschaften der Ackerkrume, gegenüber dem Untergrunde, einen günstigen Einfluss ausübt.

Auch hinsichtlich der Menge der zunächst disponibleſen Pflanzennährstoffe ist die Ackerkrume entschieden reicher als der Untergrund; sie enthält beträchtlich mehr an in kalter und in heisser Salzsäure löslichem Kali, die Menge der Phosphorsäure und des Kalkes ist doppelt und die der Schwefelsäure sogar 4mal so gross als im Untergrund. Der letztere aber ist verhältnissmässig arm an allen wesentlichen, den Pflanzen hinreichend leicht zugänglichen Nährstoffen.

Als Resultat der sämtlichen angestellten Untersuchungen und Betrachtungen kann man annehmen, dass der Verwitterungsboden der oberen plattenförmigen Ablagerungen des bunten Sandsteins zwar in physikalischer und mechanischer Hinsicht für die Erzielung hoher Ernteerträge kein Hinderniss darbietet, dass aber der Boden verhältnissmässig arm ist an sofort oder in nächster Zeit verwendbaren Pflanzennährstoffen und daher, um hohe Erträge zu liefern, viel Dünger beansprucht, auch die Anwendung von concentrirten Düngemitteln, namentlich von Kalk und von Phosphaten reichlich lohnen möchte.

10. Die Eigenschaften und Verhältnisse, welche es bedingen, dass der so eben beschriebene Boden als ein ziemlich armer bezeichnet werden muss, würden in noch weit höherem Grade bei einem Boden vorhanden sein, welcher durch Zerbröckeln und Verwitterung des festen bunten Sandsteins gebildet wäre, den ich ebenfalls einer ausführlichen Untersuchung unterworfen habe. Der Gehalt des Sandsteins zunächst an Phosphorsäure ist ein sehr niedriger; es wurde gefunden:

	Procent.
a. in kalter Salzsäure auflöslich . 1)	0,0090
2)	0,0103
Mittel .	0,0096
b. in heisser Salzsäure auflöslich . . . . .	0,0249
a in Procenten von b . . . . .	38,9

Die Gesammtmenge des Kali's ist freilich eine ziemlich grosse und selbst eine etwas grössere, als in den sonst weit fruchtbareren Bodenarten des Liassandsteins vorhanden zu sein pflegt, sie beträgt nämlich 1,8925 Proc. vom Gewichte des Gesteins. Das Kali ist aber in einem sehr fest gebundenen Zustande zugegen; in kalter Salzsäure sind nur 0,0148 Proc., in heisser Salzsäure 0,0490 Proc. des Gesteins, d. h. von dem im Thon enthaltenen Kali 4,4 und 14,7 Proc., von dem Gesammtkali nur 0,8 und 2,6 Proc. auflöslich.

An Thon wurden auf chemischem Wege durch Behandlung des Steinpulvers mit concentrirter Salzsäure und Schwefelsäure im Ganzen 4,1614 Proc. nachgewiesen, während die Steine des Untergrundes 10,64 und die Feinerde des letzteren 18,36 Proc. fertig gebildeten Thon enthielten; die Menge der eigentlichen sandigen Masse betrug in diesen drei Materialien beziehungsweise 93,09—81,33 und 72,35 Proc. der lufttrocknen Substanz. Die procentische Zusammensetzung der rein sandigen Masse ist die folgende:

	Sandstein.	Steine des Untergrundes.	Feinerde des Untergrundes.
Thonerde . . . . .	2,36	3,84	3,08
Kalk . . . . .	0,09	0,09	0,07
Magnesia . . . . .	0,06	0,08	0,08
Kali . . . . .	1,67	2,53	2,39
Natron . . . . .	0,06	0,39	0,41
Kieselsäure . . . . .	95,76	93,07	93,97
	100,00	100,00	100,00
Hieraus berechnen sich die Gemengtheile:			
Kalifeldspath . . . . .	9,91	15,06	14,20
Natronfeldspath . . . . .	0,51	3,30	3,62
Thon . . . . .	1,13	0,97	—
Quarzsand . . . . .	88,30	80,50	82,03
Kalk und Magnesia . . . . .	0,15	0,17	0,15
	100,00	100,00	100,00

Der Gehalt des Sandsteins an feldspathartigen Verbindun-

gen ist also entschieden niedriger als der des Untergrundes und der in letzterem noch vorhandenen Steine, dennoch aber verhältnissmässig nicht unbedeutend.

Die Verwitterung des Sandsteins und dessen allmähliges Zerfallen zu einer pulverigen Masse wird dadurch bewirkt, dass ein Theil des Eisenoxyds von den atmosphärischen Wassern aufgelöst und ausgewaschen wird und ausserdem dadurch, dass die glimmer- und feldspathartigen Mineralien nach und nach der Zersetzung unterliegen. In Folge des zuletzt erwähnten Prozesses wird die Menge der Thonsubstanz sich etwas erhöhen und auch das Kali theilweise in einen leichter löslichen, den Pflanzen mehr zugänglichen Zustand übergehen; jedenfalls aber zeigt der niedrige absolute Gehalt an Kalk und Magnesia, besonders aber an Phosphorsäure und Schwefelsäure deutlich genug, dass aus dem hier untersuchten bunten Sandstein ein sehr leichter Ackerboden sich bilden muss, welcher eine nur geringe natürliche Fruchtbarkeit zu entwickeln vermag.

---

## Anhang.

### Untersuchungsmethoden und analytische Belege. \*)

Zur Bestimmung der sandigen Gemengtheile des Bodens wurden jedesmal 30 Grm. lufttrockner Substanz in dem Nöbel'schen Apparat abgeschlämmt; man kochte zu diesem Zweck die abgewogene Substanz zunächst stundenlang mit etwas Wasser auf, schüttete dieselbe hierauf in den zweiten Trichter des Apparates und nachdem die sämmtlichen Trichter mit Wasser vollständig angefüllt und luftdicht mit einander und mit dem

---

\*) Ueber die Methode der Analyse vgl. auch die Zeitschrift: „Landwirtschaftliche Versuchsstationen“; 1865, S. 296—302.

Wasserbehälter verbunden waren, wurden 9 Liter Wasser bei gleichförmig regulirtem Strome in der Zeit von 40—45 Minuten durch den Apparat hindurch geleitet. Die gröbereren und feineren sandigen Massen in je 30 Grm. der von Steinen und Steinchen abgeseihten Feinerde betragen:

	Ackerkrume.		Untergrund.
	1.	2.	Gramme.
	Gramme.	Gramme.	
Sandige Substanz a.	17,91	17,62	18,53
„ „ b.	2,82	2,86	2,92
„ „ c.	2,24	2,11	2,77

Nach dem Glühen wogen diese Schlämmprouben:

Sandige Substanz a.	17,21	16,86	18,10
„ „ b.	2,58	2,57	2,80
„ „ c.	1,99	1,84	2,57

In 933,3 Grm. Untergrund waren 80,3 Grm. und in 858,7 Grm. Ackerkrume 63,7 Grm. Steine und Steinchen enthalten. Ueberall wurde die Feinerde zur Analyse verwendet, der feste bunte Sandstein aber und die Steine des Untergrundes vor der Untersuchung zu einem feinen Pulver zerstoßen.

Den in organischer Verbindung (im Humus) vorhandenen Kohlenstoff bestimmte ich auf die Weise, dass ich die betreffende Substanz zuerst mit 15 CC. Wasser und dann mit 30 CC. concentrirter Schwefelsäure in einem Kochfläschchen übergoss, hierauf nach dem Erkalten der Flüssigkeit 6—7 Grm. von gröblich gestossenem saurem chromsaurem Kali hinzusetzte und unter vorsichtiger Erwärmung einwirken liess; die gebildete Kohlensäure wurde in Kalilauge aufgefangen und dem Gewichte nach ermittelt. Den Stickstoff des Bodens bestimmte ich durch Verbrennen mit Natronkalk und Auffangen des Ammoniaks in titrirter Schwefelsäure.

	Untergrund.		Ackerkrume.	
	1.	2.	1.	2.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Lufttrockne Substanz	10,223	9,687	5,739	4,174
Kohlensäure . . .	0,112	0,123	0,485	0,373
Lufttrockne Substanz	10,361	12,819	8,379	6,126
Stickstoff . . . .	0,0042	0,0049	0,0199	0,0154

	Sandstein.	Untergrund.	Ackerkrume.	Steine des
				Untergrundes.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Lufttrockne Substanz	11,546	10,571	11,245	5,651
Verlust bei 125 ° C.	0,036	0,241	0,516	0,063
Weiterer Verlust durch				
Glühen . . . . .	0,036	0,252	0,717	0,085

Von dem Pulver des Sandsteins wurden 300 Grm. mit 1000 CC. concentrirter Salzsäure und von der Feinerde des Untergrundes und der Ackerkrume 450 Grm. mit 1500 CC. Salzsäure übergossen und nachdem die Einwirkung bei gewöhnlicher Temperatur unter häufigem Umschütteln der ganzen Masse 48 Stunden lang stattgefunden hatte, beziehungsweise 800 und 1000 CC. der Flüssigkeit zur Abscheidung und Bestimmung der darin aufgelösten Bodenbestandtheile benutzt. Diese Flüssigkeitsmengen entsprechen also 240 Grm. des Sandsteins und je 300 Grm. des Untergrundes und der Ackerkrume. Ich fand in der Lösung:

	Sandstein.	Untergrund	Ackerkrume.
	Grm.	Grm.	Grm.
Kieselsäure . . . . .	0,008	0,248	0,418

Das Filtrat von der Kieselsäure verdünnte ich auf je 1000 CC. und es waren enthalten:

In 200 CC.

Eisenoxyd in der Hälfte . . . . .	0,2544	0,506	0,428
Thonerde " " " . . . . .	0,0183	0,264	0,270
Manganoxyduloxyd . . . . .	?	0,039	0,053
Kohlensaurer Kalk . . . . .	0,024	0,035	0,073
Pyrophosphorsaure Magnesia . .	Spur	0,0773	0,102

In 400 CC. (Phosphorsäure)

Pyrophosphorsaure Magnesia 1) ..	0,0135	0,039	0,120
2) .	0,0155	0,043	0,125

In 800 CC.

Schwefelsaure Baryterde . . . . .	0,047	0,045	0,190
Chloralkalien . . . . .	0,056	0,154	0,280
Chlorkalium - Platinchlorid . . . .	0,147	0,4485	0,872



Bezüglich des Mangan's ist zu bemerken, dass aus der Lösung zunächst das Eisenoxyd und die Thonerde nebst der Phosphorsäure nach genügendem Zusatz von kohlensaurem und essigsauerm Natron durch Aufkochen ausgefällt und sodann das Filtrat unter Erwärmen mit Chlorgas gesättigt wurde. Das hierdurch ausgeschiedene Mangansuperoxyd löste ich in Salzsäure auf, fällte mit kohlensaurem Natron und bestimmte das Mangan nach Abfiltriren, Anwaschen und starkem Glühen des Niederschlags als Oxyduloxyd.

Eine neue Portion der lufttrocknen Substanz wurde mit dem doppelten Gewichte von concentrirter Salzsäure eine Stunde lang gekocht, der Rückstand abfiltrirt und ausgewaschen, die Flüssigkeit eingedampft, aus der eingetrockneten Masse durch Behandlung mit salzsaurem Wasser die Kieselsäure abgeschieden und das Filtrat wiederum auf 1000 CC. verdünnt.

	Sandstein. Gramme.	Untergrund. Gramme.	Aeckerkrume. Gramme.	Steine des Untergrundes. Gramme.
Lufttrockne Substanz	120	150	150	74,184
Kieselsäure . . . .	0,040	0,195	0,192	0,042
In CC. der Lösung:	400	400	400	300
Eisenoxyd in der Hälfte	0,2492	0,6053	0,5841	0,3531
Thonerde „ „ „ .	0,0663	0,7018	0,6837	0,1099
Manganoxyduloxyd . .	0,003	0,087	0,125	0,113
Kohlensaurer Kalk . .	0,041	0,063	0,138	0,022
PyrophosphorsäureMag- nesia . . . . .	Spur	0,069	0,160	0,032
In CC. der Lösung:	600	600	600	700
Schwefelsaure Baryterde	0,020	0,021	0,0785	0,014
Pyrophosphorsäure Mag- nesia (Phosphorsäure)	0,028	0,070	0,132	0,037
Chloralkalien . . .	0,064	0,225	0,309	0,074
Chlorkalium-Platinehlo- rid . . . . .	0,183	0,703	0,938	0,210

Der Rückstand von der Behandlung mit kochender Salzsäure wog im

	Sandstein. Grm.	Untergrund. Grm.	Ackerkrume. Grm.	Steine des Untergrundes. Grm.
lufttrocknen Zustände . . . . .	117,93	139,15	132,24	69,582
1. Theil des Rückstandes . . . . .	14,492	11,308	11,158	8,986
Glühverlust . . . . .	0,079	0,331	0,582	0,124
2. Theil des Rückstandes . . . . .	15,782	12,274	12,360	15,324
Kieselsäure, in kohlen- saurem Natron löslich . . . . .	0,095	0,397	0,486	0,164
3. Theil des Rückstandes . . . . .	20,952	16,738	18,311	17,036
Mit dem 5fachen Gewichte concentrirter Schwefelsäure be- handelt:				
Kieselsäure aus der Lö- sung . . . . .	0,021	0,014	0,030	—
Eisenoxyd . . . . .	0,0961	0,1818	0,1246	0,104
Thonerde . . . . .	0,2749	0,9262	0,8914	0,637
Kohlensaurer Kalk . . . . .	0,005	0,009	0,011	0,003
Pyrophosphorsaure Mag- nesia . . . . .	0,034	0,032	0,041	0,069
Chloralkalien . . . . .	0,104	0,243	0,229	0,227
Chlorkalium-Platinchlorid . . . . .	0,315	0,721	0,694	0,615
Unlöslicher Rückstand (lufttrocken) . . . . .	20,522	15,338	16,570	16,153
1. Theil des Rückstandes . . . . .	7,858	8,650	8,381	7,790
Glühverlust . . . . .	0,057	0,202	0,197	0,121
2. Theil des Rückstandes . . . . .	12,664	6,688	7,992	8,363
Kieselsäure, in kohlen- saurem Natron löslich . . . . .	0,324	0,840	0,829	0,574

Ein Theil des Rückstandes von der Behandlung mit Schwefelsäure wurde fein gerieben und geschlämmt und nach dem Trocknen und Glühen mit flusssäuren Dämpfen aufgeschlossen.

	Sandstein.	Untergrund.	Ackerkrume.	Steine des Untergrundes.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Geglühte Substanz . . . . .	3,850	4,053	2,916	3,796
Unaufgeschlossen . . . . .	0,027	0,102	0,117	—
Kieselsäure, in kohlen- saurem Natron löslich, nach Berechnung . . . . .	0,096	0,508	0,316	0,265
Aufgeschlossener reiner Sand . . . . .	3,727	3,443	2,483	3,531
Hierin gefunden:				
Thonerde . . . . .	0,088	0,107	0,097	0,132
Kohlensaurer Kalk . . . . .	0,006	0,004	0,0055	0,006
Pyrophosphorsaure Mag- nesia . . . . .	0,006	0,007	0,005	0,008
Chloralkalien . . . . .	0,103	0,157	0,129	0,165
Chlorkalium-Platinchlo- rid . . . . .	0,324	0,427	0,350	0,457

Eine Portion der ursprünglichen lufttrocknen Substanz des Untergrundes und der Ackerkrume wurde nach Knop mit der doppelten Menge (CC.) einer Flüssigkeit, die in 1 Liter 100 Grm. Weinsäure und 10 Grm. Oxalsäure enthielt und mit einem mäsigen Ueberschuss von Aetzammoniak versetzt war, 1 Viertelstunde lang gekocht, der Rückstand abfiltrirt und möglichst gut ausgewaschen. In der Weinsäurelösung war enthalten:

	Untergrund. Gramme.	Ackerkrume. Gramme.
Lufttrockne Substanz . . . . .	50	40
Thonerde . . . . .	0,111	0,161
Eisenoxyd . . . . .	0,061	0,071

Endlich liess ich, ebenfalls nach Knop, auf die lufttrockne Substanz die doppelte Anzahl CC. einer titrirten Lösung von salpetersaurem Kalk, welche in 200 CC. 1 Grm. Kalk und eine der Salpetersäure äquivalente Menge Ammoniak enthielt, unter häufigem Umschütteln 24 Stunden einwirken.

	Untergrund.		Ackerkrume.	
Lufttrockne Substanz	50	Grm.	40	Grm.
Titrierte Kalklösung .	100	CC.	80	CC.
Hiervon abfiltrirt . .	65	„	40	„
Kohlensaurer Kalk .	0,405	Grm.	0,164	Grm.

Aus dieser Menge des kohlensauren Kalkes, welche aus der erwähnten CC.-Anzahl der Flüssigkeit abgeschieden worden war, ergibt sich, dass die Feinerde des Untergrundes im Ganzen 0,1510 Grm. = 0,302 Proc., die Feinerde der Ackerkrume aber 0,2164 Grm. = 0,541 Proc. Kalk absorbirt hatte.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1867

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Wolff Emil

Artikel/Article: [Die wichtigeren Gesteine Württembergs, deren Verwitterungsproducte und die daraus entstandenen Ackererden. 78-107](#)