

## II. Abhandlungen.

---

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

---

#### III. Der grobsandige Liaskalkstein von Ellwangen.

Von Professor Dr. **E. Wolff** und Dr. **Rudolf Wagner**.

(Referent: E. Wolff.)

---

Der bei Ellwangen vorkommende Liaskalkstein (Gryphitenkalk) ist ausgezeichnet durch einen reichlichen Gehalt an groben Quarzkörnern, welche meist abgerundet sind, jedoch oft auch scharfkantig und mit Quarzsplittern gemischt sich vorfinden. Schon auf der Bruchfläche des noch völlig unverwitterten Gesteins bemerkt man grössere und kleinere Quarzkörner, aber noch weit deutlicher treten dieselben hervor, wenn die durch Zerklüftung abgesonderten einzelnen Stücke des Kalksteins einer anfangenden Verwitterung unterliegen; die Oberfläche wird alsdann rauh und höckerig, indem die Quarzkörner mit dem einen Ende frei gelegt, mit dem anderen noch fest im Gestein eingefügt sind; die Grösse der Körner erreicht zuweilen die einer Erbse, ist aber gewöhnlich von derjenigen eines mittleren Rapskornes.

Es ist wohl zu beachten, dass die abgesonderten Stücke der grobsandigen Parthien des Gesteins zunächst an der Ober-

fläche verwittern und die Quarzkörner davon sich einzeln ablösen, während die noch rückständige Masse ihre feste Beschaffenheit behält. Man findet fast niemals Stücke, welche durch theilweise Verwitterung in einen porösen oder durch und durch mürben Zustand übergegangen wären, wie dies bei anderen Kalksteinen so häufig der Fall ist, namentlich auch bei dem dolomitischen Kalkstein, welchen ich aus dem Gebiete der Muschelkalkformation in verschiedenen Verwitterungsstufen einer ausführlichen Untersuchung unterworfen habe \*. Die betreffenden Stücke des Kalksteins von Ellwangen verwandeln sich allmählig in grössere oder kleinere plattenförmige, an den Kanten mehr oder weniger abgerundete Massen, aber selbst wenn die letzteren bis auf kleine Bröckel verwittert sind, haben sie meistens noch im Innern eine feste und steinharte Beschaffenheit. Nur die Farbe erleidet eine Veränderung, indem das ursprünglich hellere oder dunklere Grau des Gesteins in Ockergelb und Gelbbraun übergeht und gleichzeitig die noch nicht zu Pulver zerfallenen Massen relativ immer reicher werden an groben Quarzkörnern.

Der in Rede stehende Kalkstein ist hinsichtlich seines Gehalts an Sand und Thon keineswegs eine durch und durch gleichförmige Masse. Jedes Handstück, welches man aufnimmt, zeigt deutlich, dass der Quarzsand sehr ungleich vertheilt ist; während grössere oder kleinere Parthien ganz feinkörnig und sehr arm sind an sandigen Bestandtheilen, sind wiederum an anderen Stellen die Sandkörner von gröberer Beschaffenheit und in weit reichlicherer Menge vorhanden und selbst in kleinen Stücken des Gesteins ist in dieser Hinsicht ein fortwährender Wechsel zu beobachten. Ausserdem sind auch die Muscheln, welche bekanntlich im Gryphitenkalk reichlich vorkommen, ihrer Masse nach unregelmässig im Gestein vertheilt und zuweilen findet man in Nestern und Adern reinen Kalkspath ausgeschieden. Wegen dieser Ungleichförmigkeit des Gesteins ist es ganz unmöglich, zur chemischen Analyse ein Material sich zu verschaffen, welches hinsichtlich des mittleren Verhältnisses zwischen Sand und Thon mit den

\* Siehe diese Jahreshäfte. 1865. Desgl. die Zeitschrift: „Landw. Versuchsstationen.“ Bd. 7, S. 272.

Verwitterungsproducten in genauer Uebereinstimmung sich befindet. Jedenfalls aber ergibt sich schön aus einer flüchtigen Betrachtung des Gesteins, dass bei seiner Verwitterung zunächst die relativ thonreicheren und sandärmeren Parthieen angegriffen werden und nach erfolgter Auslaugung des kohlensauren Kalkes von Aussen nach Innen allmählig zu Pulver zerfallen, während die quarzreicheren Massen vorläufig in einem noch festen und steinharten Zustande zurückbleiben und nur durch Bildung und Ansammlung von Eisenoxyd eine andere Farbe annehmen, aber sehr langsam einem vollständigen Verwitterungsprocess unterliegen.

Bei der Umwandlung des Gryphitenkalkes von Ellwangen kann man nur vier verschiedene Stufen deutlich unterscheiden. Diese sind auf dem Schlossgute zu Ellwangen in einem kleinen Steinbruch sehr schön aufgeschlossen und daselbst die zur chemischen Untersuchung benutzten Proben von Herrn Director v. Walz aufgenommen worden.

1. Der unverwitterte, aber schon stark zerklüftete Kalkstein, meist von hellgrauer Farbe, nur an den Zerklüftungsflächen und im Innern an einzelnen Punkten schwach gelb oder braun gefärbt, übrigens von der oben erwähnten ungleichförmigen Beschaffenheit; theilweise reich an Gryphiten und anderen Muscheln.

2. Meist plattenförmige, braungelb gefärbte, grössere oder kleinere Gesteinsbröckel, welche auf dem unverwitterten Kalkstein lose aufliegen oder im Untergrund des Kulturbodens verbreitet vorkommen; ein gleichsam angefressenes Gestein, aber im Innern der Masse von noch fester und steinharter Beschaffenheit, — Reste vom ursprünglichen Gestein.

3. Untergrund des Kulturbodens, von braunrother Farbe und fast humusfrei; die festeren Gesteinsbröckel lassen sich leicht aussuchen und von dem Bodempulver trennen. Ein roher Boden, in welchem einzelne Parthieen von Quarzkörnern durch thonige Masse zusammengekittet sind, aber schon durch Kochen mit Wasser grossentheils auseinanderfallen.

4. Ackerkrume des Kulturbodens, durch einen geringen Humusgehalt etwas dunkler gefärbt als der Untergrund, auch

gleichförmiger im Pulver, sonst aber von anscheinend gleicher Beschaffenheit.

An dem erwähnten Punkte bei Ellwangen ist der in Kultur befindliche Verwitterungsboden durchschnittlich nur von etwa 1 Fuss Mächtigkeit. Unmittelbar unter dem Kulturboden findet man die unter Nr. 2 aufgeführten plattenförmigen Gesteine, in losen Stücken so regelmässig übereinander liegend, als wenn sie künstlich aufgeschichtet wären. Die einzelnen Stücke dieser Gesteinsmasse sind sämmtlich an den Kanten ringsum abgebröckelt und bestehen aus einer äusseren dünnen, stark abfärbenden und gelbroth gefärbten Rinde und aus einem, meist noch steinharten Kern von dunkelbrauner oder braunrother Farbe; es geben sich dieselben durch ihre Lagerungsverhältnisse und durch ihr Aussehen deutlich als die Reste des ursprünglichen Gesteins, als die besonders quarzreichen Parthieen desselben zu erkennen, welche bei der Verwitterung der sandärmeren und also kalk- und thonreicheren Theile zurückgeblieben sind. Die ganze Masse dieser plattenförmigen und lose aufgeschichteten Gesteinsreste bildet eine Lage von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Fuss Mächtigkeit und unmittelbar darunter folgt das anstehende Gestein, der grobsandige Gryphitenkalk.

Die Formation des Gryphitenkalks kommt auf einem kleinen Plateau bei Ellwangen vor, dessen höher gelegenen Punkte an der Oberfläche aus Turneri-Thon bestehen, während der Verwitterungsboden des Gryphitenkalkes einen nicht sehr breiten Ring an den Kanten des Plateau's bildet und an den Seitenabhängen des letzteren sofort der Boden des überaus feinkörnigen Lias-sandsteins (Angulaten-Sandstein) hervortritt. Die ganze Masse des noch unverwitterten Gryphitenkalks hat an dem genannten Punkte nur eine Mächtigkeit von 10 bis 15 Fuss. An dieser Schicht beobachtet man leicht die grosse Ungleichförmigkeit des Gesteins; dasselbe ist sehr stark zerklüftet, je nach seiner Beschaffenheit in den einzelnen Parthieen in kleinere oder grössere Stücke, vielfach auch plattenförmig abgesondert. Während der Gryphitenkalk an einigen Stellen fast nur aus zusammengehäuften Muscheln besteht, hat er an anderen Stellen ein dichtes, zuweilen auch körnig-krystallinisches Gefüge; die Quarzkörner sind

sehr unregelmässig vertheilt, an einigen Punkten in grösster Anzahl vorhanden, anderswo fast ganz verschwindend. Namentlich finden sich auch Gesteinsparthieen, welche die ursprüngliche Beschaffenheit der im Untergrunde des gebildeten Kulturbodens vorkommenden Gesteinsbröckel und Reste zeigen, — Massen, die schon dünn plattenförmig sich absondern, von sehr harter Beschaffenheit sind, fast ausschliesslich aus Quarzkörnern und kohlenurem Kalk bestehen, aber auf dem frischen Bruch grau, gelb und weiss punktirt sind und weit weniger Eisen enthalten, als jene Reste, welche von der Verwitterung ähnlicher Gesteinsparthieen übrig geblieben sind. Das buntfarbige Aussehen der ganzen Formation deutet darauf hin, dass auch das Eisenoxydul und Eisenoxyd, sowie die thonigen Substanzen in wechselnden Verhältnissen dem Kalkstein beigemischt sind.

Zum Zweck der Schlamm-Analyse wurden von dem Untergrund und von der Ackerkrume je 40 Grm., nach längerem Aufkochen mit Wasser darin aufgerührt, durch ein Blechsieb mit 1 Millimeter weiten Löchern hindurchgessen; auf dem Siebe blieben die gröberen Sandkörner zurück, welche getrocknet, gegläht und gewogen wurden, während man die feinere, von dem Siebe abgelaufene Bodenmasse mittelst des Nöbel'schen Apparates der Schlamm-Operation unterwarf. Das Resultat dieser mechanischen Analyse war:

	Bei 120 <sup>o</sup> C. getrocknet.		Gegläht.	
	Untergrund. Proc.	Ackerkrume. Proc.	Untergrund. Proc.	Ackerkrume. Proc.
a. Grober Sand (vom Sieb)	41,4	22,7	43,7	25,1
b. Gröberer Schlämmsand	13,2	19,1	13,4	19,6
c. Feinerer Schlämmsand	4,8	10,0	4,8	9,9
d. Feinster Schlämmsand	6,9	10,2	6,6	10,0
e. Thonige Substanz . .	33,7	38,0	31,5	35,4
	100,0	100,0	100,0	100,0

Die Ackerkrume des durch Verwitterung entstandenen Kulturbodens ist also von feinerem Pulver als der Untergrund; auch ist zu bemerken, dass in dem Siebrückstande des Untergrundes kleine abgerundete Körner von Thoneisenstein in grösserer Menge

sich vorfanden als in demjenigen der Ackerkrume. Die chemische Analyse dagegen hat hinsichtlich der quantitativen Verhältnisse aller einzelnen Bestandtheile eine grosse Uebereinstimmung der Ackerkrume mit der ganzen Masse des von den beigemengten Gesteinsbröckeln befreiten Untergrundes ergeben.

Von den oben bezeichneten 4 Gesteins- und Bodenmassen liess ich von jeder Sorte eine möglichst gleichförmige Probe (3 bis 4 Pfd.) fein zerstoßen, so dass das ganze Quantum durch ein Blechsieb mit 1 Millimeter weiten Löchern hindurchging. Die Gesteinsproben (Nr. 1 u. 2) waren vorher durch Abbürsten mit Wasser von dem an der Oberfläche mechanisch anhängenden Thon etc. sorgfältig gereinigt worden. Jedesmal 450 Grm. des Pulvers dienten zur chemischen Analyse, zunächst zur Darstellung des Auszuges mit concentrirter kalter Salzsäure. Der gut ausgewaschene Rückstand dieses Auszuges von Nr. 1 und 2 wurde zur weiteren Analyse benutzt und also successive mit kochender concentrirter Salzsäure, mit Schwefelsäure und mit Flussäure behandelt. Bei Nr. 3 und 4 musste für die Behandlung mit kochender Salzsäure und die darauf folgende weitere Analyse eine neue Probe des ursprünglichen Pulvers (nämlich je 100 Grm.) genommen werden. Der besseren Uebersicht wegen sind jedoch in der folgenden Zusammenstellung der analytischen Resultate für Nr. 3 und 4 die Differenzen aufgeführt, welche im procentischen Gehalt an löslichen Stoffen sich ergeben haben, wenn das ursprüngliche Pulver des Untergrundes und der Ackerkrume theils mit kalter, theils mit kochender Salzsäure von gleicher Concentration extrahirt worden war.

A. Die lufttrockene Substanz mit kalter concentrirter Salzsäure behandelt.

	Nr. 1. Ursprüngl. Gestein. Proc.	Nr. 2. Gesteins- reste. Proc.	Nr. 3. Unter- grund. Proc.	Nr. 4. Acker- krume. Proc.
Wasser, bei 120 <sup>0</sup> C. . . . .	0,2630	1,1000	3,7090	3,2800
Verlust bei schwachem Glühen . . . . .	0,9380	2,5580	3,9880	5,6562
	1,2010	3,6580	7,6970	8,9362

	Nr. 1. Ursprüngl. Gestein. Proc.	Nr. 2. Gesteins- reste. Proc.	Nr. 3. Unter- grund. Proc.	Nr. 4. Acker- krume. Proc.
Kieselsäure in d. Lösung	0,0302	0,0322	0,0282	0,0307
Kohlensaurer Kalk . . .	77,1607	43,1071	6,2362	2,6400
Kohlensaure Magnesia	1,0437	0,7210	0,3717	0,3927
Kohlensaures Eisen- oxydul . . . . .	2,8463	—	—	—
Eisenoxyd . . . . .	—	8,4333	8,3200	6,6600
Manganoxyduloxyd . . .	0,3633	0,6017	0,6383	0,3967
Thonerde . . . . .	0,0673	0,3396	1,6062	1,4788
Phosphorsäure . . . . .	0,1963	0,5304	0,4805	0,4512
Schwefelsäure . . . . .	0,0166	0,0475	0,0324	0,0313
Kali . . . . .	0,0250	0,0294	0,1136	0,1489
Natron . . . . .	0,0314	0,0135	0,0389	0,0253
	81,7808	53,8557	17,8660	12,2556
Kieselsäure, löslich in kohlensaurem Natron	0,2574	0,4985}	74,5609	78,3587
Rückstand geglüht . . .	16,8893	42,7824}		
In Summa:	100,1285	100,7946	100,1238	99,5505

B. Rückstand von A mit concentrirter Salzsäure gekocht.

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Kieselsäure in d. Lösung	0,0090	0,0131	0,0758	0,1273
Eisenoxyd . . . . .	0,0453	0,0795	0,6500	1,0200
Manganoxyduloxyd . . .	—	—	0,1217	0,2633
Thonerde . . . . .	0,1278	0,2147	1,4008	1,6262
Phosphorsäure . . . . .	—	—	0,0028	0,0138
Schwefelsäure . . . . .	—	—	0,0169	0,0270
Kalk . . . . .	0,0031	0,0053	0,0467	0,0646
Magnesia . . . . .	0,0031	0,0120	0,3115	0,2956
Kali . . . . .	0,0317	0,0442	0,2564	0,2918
Natron . . . . .	0,0026	0,0019	0,0313	0,0267
	0,2226	0,3707	2,9039	3,7563

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. • Proc.	Nr. 4. Proc.
Kieselsäure, löslich in kohlensaurem Natron	0,1279	0,3563	5,2083	5,4947
Rückstand geglüht . .	16,4353	42,0489	66,4487	69,1077
In Summa:	16,7858	42,7759	74,5609	78,3587

C. Rückstand von B mit concentrirter Schwefelsäure  
behandelt.

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Kieselsäure in d. Lösung	0,0111	0,0360	0,4595	0,5400
Eisenoxyd . . . . .	0,0470	0,0568	0,4235	0,4969
Thonerde . . . . .	0,4248	0,6092	4,2447	4,8093
Kalk . . . . .	0,0026	0,0092	0,0297	0,0281
Magnesia . . . . .	0,0072	0,0141	0,0374	0,0406
Kali . . . . .	0,0324	0,0468	0,3870	0,3716
Natron . . . . .	0,0094	0,0230	0,0586	0,0389
	0,5345	0,7949	5,6404	6,3254
Kieselsäure, löslich in kohlensaurem Natron	0,6083	0,7268	5,4641	5,5266
Rückstand geglüht . .	15,3226	40,3698	55,9836	57,6115
In Summa:	16,4654	41,8915	67,0881	69,4635

D. Rückstand von C. mit Flusssäure aufgeschlossen.

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Thonerde . . . . .	0,1301	0,1026	0,8073	1,0710
Kalk . . . . .	0,0067	0,0110	0,0263	0,0588
Magnesia . . . . .	0,0045	0,0110	0,0395	0,0378
Kali . . . . .	0,0596	0,0437	0,4581	0,7350
Natron . . . . .	0,0298	0,0195	0,1220	0,2520
Kieselsäure . . . . .	15,0913	40,1820	54,5304	55,4569
	15,3226	40,3698	55,9836	57,6115

Die sandige Masse (D) enthält, nach Berechnung aus den  
Resultaten der Analyse:



	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Kalifeldspath . . . . .	0,3528	0,2587	2,7152	4,3669
Natronfeldspath . . . . .	0,2525	0,1653	1,0469	2,1489
Kalk und Magnesia . . . . .	0,0112	0,0220	0,0672	0,0979
Thon . . . . .	0,0383	0,0558	0,2463	—
Quarzsand . . . . .	14,6678	39,8680	51,9080	50,9978
	<u>15,3226</u>	<u>40,3698</u>	<u>55,9836</u>	<u>57,6115</u>

Hiernach also hat für die lufttrockne Substanz sich ergeben:

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Wasser und Glühverlust	1,2010	3,6580	7,6970	8,9362
Löslich in kalter Salz- säure . . . . .	81,7808	53,8557	17,8660	12,2556
Löslich in heisser Salz- säure . . . . .	0,2226	0,3707	2,9039	3,7563
Kieselsäure, löslich in kohlensaurem Natron	0,3853	0,8548	5,2083	5,4947
Substanz, löslich in Schwefelsäure . . . . .	0,5345	0,7949	5,6404	6,3254
Kieselsäure, löslich in kohlensaurem Natron	0,6083	0,7268	5,4641	5,5266
Substanz, löslich in Fluss- säure . . . . .	15,3226	40,3698	55,9836	57,6115

In Summa: 100,0551 100,6307 100,7633 99,9063

Die procentischen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile für alle Lösungen zusammengenommen, gestalten sich folgendermaassen:

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Wasser und Glühverlust	1,2010	3,6580	7,6970	8,9362
Kieselsäure, unlöslich . . . . .	15,0913	40,1820	54,5304	55,4569
Kieselsäure, löslich . . . . .	1,0439	1,6629	11,2359	11,7193
Thonerde, löslich . . . . .	0,6199	1,1633	7,2517	7,9043
Thonerde, unlöslich . . . . .	0,1301	0,1026	0,8073	1,0710
Eisenoxyd . . . . .	0,0920	8,7048	9,3935	8,1769
Kohlensaures Eisenoxy- dul . . . . .	2,8463	—	—	—

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Manganoxyduloxyd . . . . .	0,3633	0,6017	0,7600	0,6600
Kohlensaurer Kalk . . . . .	77,1607	43,1071	6,2362	2,6400
Kohlensaure Magnesia . . . . .	1,0437	0,7210	0,3717	0,3927
Kalk . . . . .	0,0134	0,0255	0,1027	0,1515
Magnesia . . . . .	0,0148	0,0371	0,3884	0,3740
Phosphorsäure . . . . .	0,1963	0,5304	0,4833	0,4650
Schwefelsäure . . . . .	0,0166	0,0475	0,0493	0,0583
Kali . . . . .	0,1487	0,1641	1,2151	1,5473
Natron . . . . .	0,0632	0,0579	0,2408	0,3429
	100,0452	100,7660	100,7633	99,8963

Für die Betrachtungen über den Verlauf des Verwitterungsprocesses ist es wichtig, die Resultate der obigen Analysen auf den geglühten, also wasser- und humusfreien Zustand der untersuchten Materialien zu berechnen. Gleichzeitig ist im Folgenden auch bei Nr. 1 die Gesamtmenge des Eisens als Eisenoxyd in Rechnung genommen worden.

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Kieselsäure . . . . .	16,4693	43,1035	70,6661	73,8524
Thonerde . . . . .	0,7655	1,3039	8,6594	9,8673
Eisenoxyd . . . . .	2,0968	8,9099	10,0933	8,9876
Manganoxyduloxyd . . . . .	0,3706	0,6179	0,8166	0,7256
Kohlensaurer Kalk . . . . .	78,7222	44,4171	6,7008	2,9074
Kohlensaure Magnesia . . . . .	1,0648	0,7404	0,3994	0,4317
Kalk . . . . .	0,0139	0,0263	0,1103	0,1666
Magnesia . . . . .	0,0151	0,0382	0,4173	0,4317
Phosphorsäure . . . . .	0,2003	0,5447	0,5193	0,5112
Schwefelsäure . . . . .	0,0169	0,0488	0,0530	0,0641
Kali . . . . .	0,1506	0,1690	1,3056	1,7011
Natron . . . . .	0,0645	0,0596	0,2577	0,3770
	99,9505	99,9785	99,9988	100,0207
Thon . . . . .	1,7374	2,9481	20,1296	21,5739
Quarzsand . . . . .	14,9717	41,0672	55,7753	56,0661
Kalifeldspath . . . . .	0,3607	0,2665	2,9170	4,8020
Natronfeldspath . . . . .	0,2577	0,1702	1,1250	2,3620

Endlich mag hier noch angegeben werden, wie die Zusammensetzung der betreffenden Substanzen sich gestaltet, wenn man die kohlen sauren Erden überall in Abzug bringt und den Rest wiederum auf 100 Theile berechnet.

	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Kieselsäure . . . . .	81,632	78,626	76,067	76,400
Thonerde . . . . .	3,794	2,378	9,321	10,208
Eisenoxyd . . . . .	10,393	16,253	10,865	9,300
Manganoxyduloxyd . . .	1,837	1,127	0,879	0,756
Kalk . . . . .	0,069	0,048	0,119	0,172
Magnesia . . . . .	0,075	0,070	0,449	0,437
Phosphorsäure . . . . .	0,993	0,994	0,559	0,529
Schwefelsäure . . . . .	0,084	0,089	0,057	0,066
Kali . . . . .	0,745	0,308	1,405	1,772
Natron . . . . .	0,320	0,109	0,278	0,390
	99,942	100,002	99,999	100,030
	Nr. 1. Proc.	Nr. 2. Proc.	Nr. 3. Proc.	Nr. 4. Proc.
Thon . . . . .	8,612	5,013	21,668	22,318
Quarzsand . . . . .	74,209	74,912	60,038	58,000
Kalifeldspath . . . . .	1,788	0,486	3,140	4,967
Natronfeldspath . . . . .	1,277	0,311	1,219	2,444

Die vorstehenden Zahlen zeigen allerdings bei Nr. 3 und 4, also bei dem Untergrund und der Ackerkrume des fertig gebildeten Kulturbodens, in den absoluten und relativen Mengenverhältnissen der Bestandtheile nach allen Richtungen hin eine grosse Uebereinstimmung, und es kann somit nicht zweifelhaft sein, dass der ganze Boden in seinen verschiedenen Schichten einem und demselben Prozess seinen Ursprung verdankt. Dagegen scheint auf den ersten Blick zwischen den Gesteinen Nr. 1 und 2, unter einander, wie auch bezüglich der Bodenarten Nr. 3 und 4 gar kein Zusammenhang vorhanden zu sein. Gleichwohl wird bei näherer Betrachtung sich ergeben, dass in der That zwischen allen hier untersuchten Materialien ein Zusammenhang besteht und dass der Boden ein reiner Verwitterungsboden ist, welcher aus dem anstehenden Liaskalkstein gebildet wurde, ohne

dass irgendwie fremdartige Substanzen den Verwitterungsproducten des ursprünglichen Gesteins sich beimischen und ohne dass irgend ein Verlust von solchen Bestandtheilen stattfand, welche ihrer Natur nach dem Auslaugungsprozess nicht unterliegen.

Wenn ein Kalkstein von durch und durch gleichförmiger Beschaffenheit eine ganz allmälige, Jahrtausende hindurch fortgesetzte, aber völlig ruhige Auslaugung erleidet, dann werden zunächst fast nur die kohlen-sauren Erden gelöst und entfernt, während die übrigen Bestandtheile in dem verwitternden Gestein procentisch an Menge zunehmen, in ihren absoluten und gegenseitigen Verhältnissen aber im Wesentlichen unverändert bleiben. Es wurde ein derartiges Verhalten bezüglich des dolomitischen Kalksteins aus der Muschelkalkformation von mir beobachtet und nachgewiesen. Hierbei nimmt gewöhnlich der ursprünglich sehr feste Kalkstein zuerst eine mürbe Beschaffenheit an und oft zerfällt er schon in grösseren Parthien zu einem lockeren Pulver wenn durch jenen Auslaugungsprozess die kohlen-sauren Erden kaum erst bis zur Hälfte entfernt worden sind. Bei weiterer Einwirkung der Atmosphärien, bei fortgesetzter Auslaugung der kohlen-sauren Erden werden auch andere Bestandtheile des ursprünglichen Gesteins oder des daraus entstandenen rohen Bodens mehr oder weniger stark angegriffen, in ihren absoluten und gegenseitigen Mengenverhältnissen verändert. Namentlich wird die Menge des Eisenoxyds und gleichzeitig auch die Menge der Phosphorsäure vermindert; ausserdem werden die feldspathartigen Verbindungen theilweise zersetzt, bei welchem Prozess häufig Alkali, und zwar das Natron entschieden in höherem Grade als das Kali, verloren geht, die Menge des Thons im Boden aber zunimmt und dadurch also das ursprüngliche Verhältniss zwischen der thonigen und sandigen Substanz sich anders gestaltet. So lange aber der Verwitterungs- und Auslaugungsprozess in völlig normaler Weise, also ohne störenden Einfluss des strömenden Wassers stattfindet, wird der Quarzsand des ursprünglichen Gesteins und ebenso die Thonerde (theils im Thon und theils in feldspathartigen Verbindungen) in ganzer Menge auf primärer Lagerstätte zurückbleiben. Allen Betrachtungen über die Ver-

witterung der Kalksteine muss man daher zunächst die absolute Menge der thonigen Substanz (beziehungsweise der reinen Thonerde), sowie deren Verhältniss zum Quarzsand zu Grunde legen, denn dies sind die einzigen Bestandtheile des Gesteins, welche bei der allmäligen Bildung eines reinen Verwitterungsbodens in ihren Mengenverhältnissen durch chemische Ursachen keinerlei Veränderung erleiden können.

Das Verhältniss zwischen reinem Thon und reinem Quarzsand in den hier untersuchten 4 Materialien aus dem Gebiete des Liaskalksteins war folgendes:

Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
1 : 8,62	1 : 14,94	1 : 2,77	1 : 2,60

Wenn der Boden (Nr. 3 und 4) durch einfaches Auslaugen und Zerfallen des festen Kalksteins (Nr. 1) sich gebildet hätte und wenn das Gestein Nr. 2 nur als eine Zwischenstufe der Verwitterung zwischen Nr. 1 und Nr. 3—4 zu betrachten wäre, dann müsste in allen 4 zur Analyse benutzten Materialien das Verhältniss zwischen Thon und Quarzsand ein gleiches gewesen sein, während dasselbe in der That so verschieden, wie nur möglich gefunden wurde. Es erklärt sich diese auffallende Erscheinung aus der schon oben erwähnten Beschaffenheit des ursprünglichen Gesteins und aus der dadurch bedingten eigenthümlichen Art seiner Verwitterung.

Der Liaskalkstein von Ellwangen erleidet in seinen einzelnen, durch Zerklüftung abgesonderten Bruchstücken nicht in deren ganzen Masse eine gleichförmige Verwitterung und Auslaugung, sondern zunächst zerfallen die an Quarzsand ärmeren Theile und es lösen sich von Aussen nach Innen die thonigen Substanzen und Quarzkörner erst ab, wenn der kohlen saure Kalk bis auf wenige Procente des gebildeten Bodenpulvers entfernt worden ist. Die quarzreicheren Parthien des Gesteins behalten noch lange ihre feste Beschaffenheit und nehmen nur durch Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd und durch Eindringen des letzteren aus den zuerst verwitternden und zu Pulver zerfallenden Massen eine gelbbraune Farbe an. Es gibt bei dem Liaskalk von Ellwangen fast gar keine Zwischen- und Uebergangsstufen von dem

ursprünglichen Gestein und dem daraus gebildeten Verwitterungsboden; der Untergrund enthält in seiner pulverförmigen Masse nur unbedeutend mehr kohlen-sauren Kalk als die oberste Schicht des Bodens und selbst die kleinsten Gesteinsbröckel, welche sich vorfinden, zeigen im Innern noch eine steinharte Beschaffenheit und haben sich auch wahrscheinlich in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung, welche sie als Theile grösserer Massen des ganz unverwitterten Gesteins hatten, ausgenommen in ihrem Eisenoxyd- und Phosphorsäuregehalt, nur wenig verändert.

Wenn aber der grobsandige Liaskalkstein bei seiner allmählichen Verwitterung direct in den gleichsam fertigen Boden und in jene besonders quarzreichen, aber noch nicht wesentlich verwitterten plattenförmigen Gesteinsmassen zerfällt, so müssen die letzteren und der fertig gebildete Boden mit einander und in ihrer Gesamtheit aus dem ursprünglichen, anstehenden Gestein sich ableiten lassen, — vorausgesetzt nämlich, dass die kleine zur Analyse benutzte Probe wirklich die mittlere Zusammensetzung der ganzen Formation und namentlich derjenigen Schichten derselben repräsentirt, welche der Verwitterung bereits anheimgefallen sind und also die Bildung des vorhandenen Kulturbodens veranlasst haben. Ob und in welchem Grade dieses möglich sein möchte, wollen wir im Folgenden untersuchen.

Als Zusammensetzung der thonigen Substanz (der reinen kieselsauren Thonerde) wurde in den betreffenden Materialien gefunden:

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
Thonerde . .	0,620 = 37,24	1,163 = 41,16	7,252 = 39,22	7,904 = 40,31
Kieselsäure .	1,044 = 62,76	1,663 = 58,84	11,236 = 60,78	11,719 = 59,69
	1,664 = 100,00	2,826 = 100,00	18,488 = 100,00	19,623 = 100,00

Ausserdem sind bei Nr. 1 bis 3 noch kleine Mengen von Thon durch Behandlung der sandigen Masse mit Flusssäure aufgeschlossen worden, so dass die Gesamtmenge des Thones in Procenten des lufttrockenen Gesteins oder Bodens betrug:

Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
1,7021	2,8820	18,7339	19,6236

Der auf chemischem Wege ermittelte Thon hatte bei Nr. 1 einen etwas niedrigeren Gehalt an Thonerde, als durchschnittlich

bei der Untersuchung von Nr. 2 bis 4 sich ergab. Aus diesem Grunde und weil auch von den feldspathartigen Verbindungen des ursprünglichen Gesteins ein Theil dem Verwitterungsprocess unterlag, — kann als Basis für die Berechnung der Verwitterungsproducte nur die reine Thonerde, nicht aber die thonige Substanz als Ganzes dienen.

Der Thonerde-Gehalt der untersuchten Materialien, diese in wasserfreiem Zustande angenommen, ist von der Art, dass 2600 Gewichtstheile des ursprünglichen Gesteins (Nr. 1) ziemlich genau der Summe von 100 Gewichtstheilen des fertig gebildeten Bodens (Nr. 4) und 800 Gewichtstheilen der Gesteinsreste (Nr. 2) entsprechen. Die auf dieser Grundlage ausgeführte Rechnung liefert die folgenden Zahlen:

	13×Nr. 1.	1×Nr. 4.	Differenz.	13×Nr. 1.	8×Nr. 2.	Differenz.
Kieselsäure . . . . .	214,10	−73,85	= − 140,25	214,10	−344,83	= +130,73
Thonerde . . . . .	9,95	− 9,87	= − 0,08	9,95	− 10,43	= + 0,48
Eisenoxyd . . . . .	27,26	− 8,99	= − 18,27	27,26	− 71,28	= + 44,02
Manganoxyduloxyd . . . . .	4,82	− 0,73	= − 4,09	4,82	− 4,94	= + 0,12
Kohlensaurer Kalk . . . . .	1023,39	− 2,90	= −1020,49	1023,39	−355,31	= −668,05
Kohlensaure Magnesia . . . . .	13,84	− 0,43	= − 13,41	13,84	− 5,92	= − 7,92
Kalk . . . . .	0,18	− 0,17	= − 0,01	0,18	− 0,21	= + 0,03
Magnesia . . . . .	0,20	− 0,43	= + 0,23	0,20	− 0,31	= + 0,11
Phosphorsäure . . . . .	2,61	− 0,51	= − 2,10	2,61	− 4,36	= + 1,75
Schwefelsäure . . . . .	0,22	− 0,06	= − 0,16	0,22	− 0,39	= + 0,17
Kali . . . . .	1,96	− 1,70	= − 0,26	1,96	− 1,35	= − 0,61
Natron . . . . .	0,84	− 0,38	= − 0,46	0,84	− 0,48	= − 0,36

Man sieht, dass diejenige Kieselsäure des ursprünglichen Gesteins, welche bei der Bildung des Verwitterungsboden nicht in Anspruch genommen wird, in den Gesteinsresten verbleibt und den letzteren ziemlich genau den höheren Gehalt an Quarzkörnern verschafft, wie derselbe durch die Analyse ermittelt worden ist. Ein ganz ähnliches Verhalten bemerkt man hinsichtlich der Phosphorsäure, während die stattgehabten Verluste an kohlensauren Erden und Alkalien durchaus den Erscheinungen entsprechen, welche man überhaupt bei der normalen Verwitterung und Auslaugung der Kalksteine beobachtet. Nur das Eisenoxyd bedarf hier bezüglich der bei der Rechnung sich ergebenden Mengenverhältnisse einer näheren Erläuterung.

Bei der Bildung von 100 Theilen des Bodens (Nr. 4) wer-

den etwa 18 Theile Eisenoxyd gleichsam frei und disponibel. Diese genügen aber noch lange nicht, um den hohen Gehalt der Gesteinsreste an Eisenoxyd zu erklären, auch wenn man annimmt, dass jene 18 Theile Eisenoxyd vollständig von den Gesteinsresten zurückgehalten werden. Da hier keine andere Quelle von Eisenoxyd vorhanden und denkbar ist, als die des ursprünglichen Gesteins, so ist es klar, dass zur Bildung von 800 Theilen der Gesteinsreste ein grösseres Quantum des ursprünglichen Gesteins hat mitwirken müssen, als die oben vorläufig in Rechnung gezogenen 2600 Gewichtstheile, oder mit anderen Worten, es muss auf 800 Theile Gesteinsreste eine grössere Menge, als 100 Gewichtstheile des Verwitterungsboden sich gebildet haben. Dies kann aber wiederum nur dann der Fall gewesen sein, wenn das ursprüngliche Gestein in seiner durchschnittlichen Beschaffenheit einen niedrigeren Gehalt an Kieselsäure oder Quarzkörnern hatte, als hier durch die directe Analyse ermittelt worden ist, während die gegenseitigen Mengenverhältnisse aller übrigen Bestandtheile unverändert bleiben.

In der That wäre es auch, bei der schon mehrfach erwähnten ungleichförmigen Beschaffenheit des Liaskalksteins von Ellwangen, ein reiner Zufall gewesen, wenn die kleine Probe, welche zur chemischen Analyse hat aufgenommen und vorbereitet werden können, hinsichtlich ihres procentischen Gehalts an Quarzkörnern genau der mittleren Zusammensetzung der ganzen Gebirgsformation oder derjenigen Gebirgsmassen entsprochen hätte, welche bereits vollständig verwittert sind und zur Bildung des fertigen Kulturbodens und der vorhandenen Gesteinsreste Veranlassung gegeben haben. Die betreffende Probe hätte ebensogut einen niedrigeren oder einen noch höheren Gehalt an Quarzkörnern haben können, als wirklich gefunden wurde, und selbst bei der sorgfältigsten Auswahl der einzelnen Gesteinsstücke wäre es unmöglich, den Einfluss des Zufalles auch nur einigermaassen auszuschliessen. In wie hohem Grade nämlich der Gehalt an groben Quarzkörnern in dem unverwitterten Gestein wechselt, ergibt sich aus den folgenden Beobachtungen mit völliger Klarheit.

Von den Handstücken des Gesteins, welche für die Analyse



benutzt wurden, habe ich kleinere Parthien abgeschlagen und für sich untersuchen lassen.

1. Ein Stückchen von dichtem, anscheinend gleichförmigem Gefüge, dunkelgrau gefärbt und ganz ohne Muscheln.

2. Ein Stückchen von etwas hellerer Farbe und sehr reich an Muscheln, sonst aber ebenfalls ganz unverwittert und von sehr fester Beschaffenheit.

3. Ein Stückchen, hellgrau gefärbt, besonders hart und reich an Quarzkörnern, mit fest eingeschlossenen Muscheln.

4. Ein Gesteinsrest, welcher bis auf einen kleinen Bröckel verwittert war, übrigens im Innern noch eine feste Beschaffenheit hatte; das Aussehen war ganz dasselbe, wie das der Gesteinsreste, welche zur specielleren Analyse (Nr. 2) dienen.

Diese 4 Stückchen wurden einfach mit verdünnter Salzsäure übergossen und damit bei gewöhnlicher Temperatur digerirt; indem der kohlen saure Kalk sich rasch auflöste, erhielt man eine trübe Flüssigkeit, in welcher die thonige Substanz sich leicht suspendirte, während die Quarzkörner nach dem Abspülen mit Wasser völlig isolirt zurückblieben. Aus der trüben Flüssigkeit wurde die darin suspendirte thonige Substanz abgeschieden und auf dem Filter ausgewaschen, sodann nach dem Trocknen und Glühen das Gewicht dieser Masse, wie auch der Quarzkörner ermittelt. Auf diese Weise fand man im Gestein:

	1.	2.	3.	4.
Quarzkörner . . .	0,58	2,02	27,46	38,83 Proc.
Thonige Substanz	2,33	2,28	2,87	4,74 „

Der Gesteinsrest (4) hatte also beinahe den Gehalt an Quarzkörnern, wie auch die specielle Analyse ergeben hat (s. Analyse Nr. 2) und in der That ist die Masse der Gesteinsreste anscheinend von ziemlich gleichförmiger Zusammensetzung. Dagegen sind, wie man sieht, die Quarzkörner in dem ursprünglichen Gestein so ungleich wie nur möglich vertheilt, zuweilen fast ganz verschwindend, zuweilen bis zu 30 Proc. ansteigend.

Nach dem Vorstehenden ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass die ganze Masse des ursprünglichen Gesteins procentisch weniger Quarzkörner enthalten muss, als in der zur Ana-

lyse benutzten Probe wirklich gefunden wurde, — worauf übrigens auch schon der reichliche Gehalt an Eisenoxyd in den Gesteinsresten (Analyse Nr. 2), sowie der Umstand mit Nothwendigkeit hinweist, dass die Gesteinsreste bei weitem nicht in so grosser Masse (nämlich in 8mal grösserer Gewichtsmenge als der fertig gebildete Boden nebst Untergrund) auftreten, wie es nothwendig wäre, wenn der durchschnittliche Gehalt des ursprünglichen Gesteins an Quarzkörnern 14,7 Proc. betragen hätte.

Die Menge des Eisenoxyds, welche in den Gesteinsresten ermittelt worden ist, lässt vermuthen, dass der durchschnittliche Gehalt des ursprünglichen Gesteins an Quarzkörnern wenigstens um 5 Procent niedriger war, als die Analyse für die untersuchte Probe ergab. In diesem Falle nämlich hat der Verwitterungsprozess folgende Resultate liefern müssen:

	32×Nr. 1. 2,5×Nr. 4. Differenz.		13×Nr. 1. 8×Nr. 2. Differenz.	
Kieselsäure . . . . .	368,00	— 184,63 = —	183,37	149,30 — 344,83 = +195,30
Thonerde . . . . .	24,50	— 24,67 = +	0,17	9,95 — 10,43 = + 0,48
Eisenoxyd . . . . .	67,10	— 22,47 = —	44,63	27,26 — 71,28 = + 44,02
Manganoxyduloxyd . . . . .	11,86	— 1,81 = —	10,05	4,81 — 4,94 = + 0,13
Kohlensaurer Kalk . . . . .	2519,04	— 7,26 = —	2511,78	1023,39 — 355,34 = —668,05
Kohlensaure Magnesia . . . . .	34,07	— 1,08 = —	32,99	13,84 — 5,92 = — 7,92
Kalk . . . . .	0,45	— 0,42 = —	0,03	0,18 — 0,21 = + 0,03
Magnesia . . . . .	0,48	— 1,08 = +	0,60	0,20 — 0,31 = + 0,11
Phosphorsäure . . . . .	6,41	— 1,28 = —	5,13	2,61 — 4,36 = + 1,75
Schwefelsäure . . . . .	0,54	— 0,16 = —	0,38	0,22 — 0,39 = + 0,17
Kali . . . . .	4,82	— 4,25 = —	0,57	1,96 — 1,35 = — 0,61
Natron . . . . .	2,06	— 0,94 = —	1,12	0,84 — 0,48 = — 0,36
	3039,33	250,05		1234,56 799,84

Oder in anderer Zusammenstellung:

	2,5×Nr. 4. 8×Nr. 2.		45×Nr. 1.		Diffe-	Do. in
					renz.	Proc.
Kieselsäure . . . . .	184,63	+ 344,83 =	529,46	— 517,30 = +	12,16	—
Thonerde . . . . .	24,67	+ 10,43 =	35,10	— 34,45 = +	0,65	—
Eisenoxyd . . . . .	22,47	+ 71,28 =	93,75	— 94,36 = —	0,61	—
Manganoxyduloxyd . . . . .	1,81	+ 4,94 =	6,75	— 16,68 = —	9,93	= 59,5
Kohlensaurer Kalk . . . . .	7,26	+ 355,34 =	362,60	— 3542,43 = —	3179,83	= 89,8
Kohlensaure Magnesia . . . . .	1,08	+ 5,92 =	7,00	— 47,91 = —	40,91	= 85,4
Kalk . . . . .	0,42	+ 0,21 =	0,63	— 0,63 = —	—	—
Magnesia . . . . .	1,08	+ 0,31 =	1,39	— 0,68 = +	0,71	—
Phosphorsäure . . . . .	1,28	+ 4,36 =	5,64	— 9,02 = —	3,38	= 34,0
Schwefelsäure . . . . .	0,16	+ 0,39 =	0,55	— 0,76 = —	0,21	= 27,6
Kali . . . . .	4,25	+ 1,35 =	5,60	— 6,78 = —	1,18	= 17,4
Natron . . . . .	0,94	+ 0,48 =	1,42	— 2,90 = —	1,48	= 51,0
	250,05	+ 799,84 =	1049,89	— 4273,89 = —	3224,59	= 75,4
Kalifeldspath . . . . .	12,00	+ 2,13 =	14,13	— 16,23 = —	2,10	= 12,9
Natronfeldspath . . . . .	5,91	+ 1,36 =	7,27	— 11,60 = —	4,33	= 37,3

Die hier ausgeführte Rechnung ergibt, dass das bei der Bildung des Bodenpulvers aus dem ursprünglichen Gestein ausgewaschene Eisenoxyd eben ausreicht, um die Quantität dieses Bestandtheils in den Gesteinsresten zu erklären. Da aber bekanntlich das Eisenoxyd bei der Verwitterung aller Gesteine, neben den kohlensauren Erden, von dem abfließenden oder durchsickernden Wasser ebenfalls leicht gelöst und fortgeführt wird und dieser Prozess fortwährend, auch nach dem vollständigen Zerfallen des Gesteins zu Bodenpulver thätig ist, — so ist es unmöglich, dass die ganze ursprüngliche Menge dieses Stoffes Jahrtausende lang in dem Verwitterungsboden und in den noch vorhandenen Gesteinsresten sollte zurückgeblieben sein; es muss nothwendig eine beträchtliche Menge von Eisenoxyd gleichzeitig mit den kohlensauren Erden, der Phosphorsäure und den Alkalien ausgewaschen worden sein. Es kann daher nicht zweifelhaft sein, dass im Verhältniss zu den noch vorhandenen Gesteinsresten eine grössere Masse von Bodenpulver sich gebildet hat, als nach obiger Rechnungsweise möglich wäre, und dass also der durchschnittliche Gehalt des ursprünglichen Gesteins an Quarzsand ein noch niedrigerer gewesen sein muss, als soeben der Rechnung zu Grunde gelegt wurde.

Bei einem, dem analytischen Resultat gegenüber, um 8,5 Proc. niedrigeren Gehalt des Liaskalksteins an Quarzsand ergeben sich die nachstehend aufgeführten Zahlen, die, wie ich glaube, dem wirklichen Verlaufe des Verwitterungsprozesses bei der Bildung des hier untersuchten Kulturbodens ziemlich entsprechen. Auch stimmt das aus diesen Zahlen sich ergebende Gewichtsverhältniss zwischen Boden und Gesteinsresten mit dem bei Ellwangen anscheinend vorhandenen gut überein.

	8×Nr. 4.	8×Nr. 2.		117×Nr. 1.	Diffe- renz.	Do. in Proc.
Kieselsäure . . . . .	590,80	+ 344,83 =	935,63	— 936,00 =	— 0,37	—
Thonerde . . . . .	78,94	+ 10,43 =	89,37	— 89,56 =	— 0,19	—
Eisenoxyd . . . . .	71,92	+ 71,28 =	143,20	— 245,33 =	— 102,13 =	41,6
Manganoxyduloxyd . . . . .	5,81	+ 4,94 =	10,75	— 43,36 =	— 32,61 =	75,2
Kohlensaurer Kalk . . . . .	23,22	+ 355,31 =	378,56	— 9210,48 =	— 8831,92 =	95,9
Kohlensaure Magnesia . . . . .	3,45	+ 5,92 =	9,37	— 124,58 =	— 115,21 =	92,5
Kalk . . . . .	1,33	+ 0,21 =	1,54	— 1,63 =	— 0,09	—
Magnesia . . . . .	3,45	+ 0,31 =	3,76	— 1,77 =	+ 1,99	—
Phosphorsäure . . . . .	4,09	+ 4,36 =	8,45	— 23,44 =	— 14,99 =	63,9
Schwefelsäure . . . . .	0,51	+ 0,39 =	0,90	— 1,98 =	— 1,08 =	56,6
Kali . . . . .	13,61	+ 1,35 =	14,96	— 17,62 =	— 2,66 =	15,1
Natron . . . . .	3,02	+ 0,48 =	3,50	— 7,55 =	— 4,05 =	53,7
	800,15	+ 799,84 =	1599,99	— 1073,32 =	— 9107,31 =	85,1
Kalifeldspath . . . . .	38,42	+ 2,13 =	40,55	— 42,20 =	— 1,65 =	3,9
Natronfeldspath . . . . .	18,90	+ 1,36 =	20,26	— 30,15 =	— 9,89 =	32,0

Endlich will ich noch die Zahlenverhältnisse mittheilen, welche sich ergeben würden, wenn der Liaskalkstein eine durch und durch gleichförmige Beschaffenheit gehabt und den Kulturboden in dessen chemisch ermittelten Zusammensetzung gebildet hätte, ohne irgendwie Gesteinsreste zurückzulassen. In diesem Falle, welcher gerade bei der Verwitterung der meisten sonstigen Kalksteine eintritt, hätte das ursprüngliche Gestein durchschnittlich einen um 10,8 Proc. niedrigeren Gehalt an Quarzsand haben müssen, als die Analyse der hier in Untersuchung genommenen Probe ergab. Man würde alsdann erhalten:

	13×Nr. 1.		1×Nr. 4.		Differenz.	Do. in Proc.
Kieselsäure . . . . .	73,71	—	73,85	= +	0,14	—
Thonerde . . . . .	9,95	—	9,89	= —	0,08	—
Eisenoxyd . . . . .	27,26	—	8,99	= —	18,27	= 67,0
Manganoxyduloxyd . . . . .	4,82	—	0,73	= —	4,09	= 84,9
Kohlensaurer Kalk . . . . .	1023,39	—	2,90	= —	1020,49	= 99,7
Kohlensaure Magnesia . . . . .	13,84	—	0,43	= —	13,41	= 96,9
Kalk . . . . .	0,18	—	0,17	= —	0,01	—
Magnesia . . . . .	0,20	—	0,43	= +	0,23	—
Phosphorsäure . . . . .	2,61	—	0,51	= —	2,10	= 80,0
Schwefelsäure . . . . .	0,22	—	0,06	= —	0,16	= 72,7
Kali . . . . .	1,96	—	1,70	= —	0,25	= 12,8
Natron . . . . .	0,84	—	0,38	= —	0,46	= 54,8
	1159,13	—	100,02	= —	1059,85	= 91,4
Kalifeldspath . . . . .	4,69	—	4,80	= +	0,11	—
Natronfeldspath . . . . .	3,35	—	2,36	= —	0,99	= 29,6

Der durchschnittliche Sand-Gehalt des Gesteins, durch dessen Verwitterung Boden und Gesteinsreste gebildet worden sind, muss also im Minimum um 5 Procent und kann im Maximum nur um 10,8 Procent niedriger gewesen sein, als bei der Untersuchung der zufällig quarzreichen Probe gefunden wurde. Die Grenzen selbst aber sind unmöglich, denn bei dem Maximum des Mindergehalts wäre die Bildung der Gesteinsreste ganz ausgeschlossen und bei dem Minimum müsste man annehmen, dass das ursprünglich vorhandene Eisenoxyd während der ganzen Dauer des Verwitterungsprocesses, also Jahrtausende hindurch, in völlig unveränderter Menge im Boden und in den Gesteinsresten zurückgeblieben wäre, was nicht denkbar ist. Der wirkliche Mindergehalt des Gesteins an Quarzsand muss also zwischen den beiden angegebenen Grenzen liegen und meiner Ansicht nach dem Maximum näher als dem Minimum, denn bei einem Mindergehalt z. B. von 7 Procent würde theils die Menge des ausgewaschenen Eisenoxyds immer noch eine verhältnissmässig geringe sein und ausserdem wäre die Masse der Gesteinsreste gegenüber der Masse des fertig gebildeten Bodens eine zu grosse, etwa wie 2 : 1. Bei einem solchen Verhältniss nämlich hätte die Zusammensetzung der tieferen Bodenschichten, des Untergrundes, eine von derjenigen der oberen Schichten, der Ackerkrume, mehr abweichende sein müssen, als wirklich der Fall ist. Denn auch die Gesteinsreste unterliegen nach und nach der Verwitterung und bewirken damit, dass der Untergrund relativ reicher an Quarzsand und ärmer an thoniger Substanz wird. Der Kieselsäure- und Thonerdegehalt des Untergrundes scheint anzudeuten, dass ungefähr ein Gewichtstheil des zuerst gebildeten Bodens (der Ackerkrume) im Verein mit den Verwitterungsproducten höchstens von einem halben Gewichtstheil der Gesteinsreste die Entstehung des Untergrundes veranlasst hat; nämlich:

	$\frac{1}{2} \times \text{Nr. 2.}$	$1 \times \text{Nr. 4.}$	$1,25 \times \text{Nr. 3.}$	Differenz.
Kieselsäure . . . . .	21,50	+ 73,85	= 95,35	— 88,34 = — 7,01
Thonerde . . . . .	0,65	+ 9,87	= 10,55	— 10,82 = + 0,30
Eisenoxyd . . . . .	4,45	+ 8,99	= 13,44	— 12,62 = — 0,82
Manganoxyduloxyd . . . . .	0,31	+ 0,72	= 1,04	— 1,02 = — 0,02
Kohlensaurer Kalk . . . . .	22,21	+ 2,90	= 25,11	— 8,38 = — 16,73
Kohlensaure Magnesia . . . . .	0,37	+ 0,43	= 0,80	— 0,50 = — 0,30
Kalk . . . . .	0,01	+ 0,17	= 0,18	— 0,14 = — 0,04
Magnesia . . . . .	0,02	+ 0,43	= 0,45	— 0,52 = + 0,07
Phosphorsäure . . . . .	0,27	+ 0,51	= 0,78	— 0,65 = — 0,13
Schwefelsäure . . . . .	0,02	+ 0,06	= 0,08	— 0,07 = — 0,01
Kali . . . . .	0,08	+ 1,70	= 1,78	— 1,63 = — 0,15
Natron . . . . .	0,03	+ 0,38	= 0,41	— 0,32 = — 0,09

Die verschiedenen, den oben ausgeführten Rechnungen zu Grunde liegenden Annahmen und Voraussetzungen sind, wie mir scheint, in der Natur der Sache, wie auch in den directen Untersuchungen und Beobachtungen so wohl begründet, dass ich als Schlussresultat aller Erörterungen glaube die Behauptung aufstellen zu dürfen:

Der ursprüngliche, unverwitterte Liaskalkstein von Ellwangen, soweit derselbe zur Bildung des Kulturbodens und der noch vorhandenen Gesteinsreste beigetragen hat, enthielt durchschnittlich  $8\frac{1}{2}$  Procent weniger an Quarzsand, als in der wirklich untersuchten Probe gefunden wurde, während alle übrigen Bestandtheile in ihren gegenseitigen Mengenverhältnissen den directen Ergebnissen der Analyse entsprechen.

In 91,5 Gewichtstheilen des ursprünglichen Gesteins sind demnach, auf den geglähten Zustand desselben bezogen, etwa 6,47 oder in 100 Theilen des Gesteins 7,07 Theile reiner Quarzsand enthalten gewesen. Annähernd 10700 Gewichtstheile des Urgesteins haben bei ihrer Verwitterung 800 Theile Boden (Ackerkrume = Analyse Nr. 4) und zunächst 800 Theile Gesteinsreste geliefert, bei deren theilweisen weiteren Verwitterung der Untergrund allmählig seine gegenwärtige Beschaffenheit angenommen hat. Während der ganzen Dauer des Verwitterungsprozesses

sind von dem atmosphärischen Wasser bis zu 95 Proc. der ursprünglich vorhandenen kohlen sauren Erden gelöst und ausgewaschen worden und gleichzeitig sind etwa 40 Proc. Eisenoxyd, 60 Proc. Phosphorsäure und Schwefelsäure, 15 Proc. Kali und 50 Proc. Natron verschwunden. Thon und Sand sind auf primärer Lagerstätte zurückgeblieben, und während die absoluten Mengen aller übrigen Bestandtheile des Urgesteins eine beträchtliche Verminderung erlitten haben, ist der procentische Gehalt des gebildeten Kulturbodens an Kali auf das 11fache, an Natron auf das 6fache, an Eisenoxyd auf das  $4\frac{1}{2}$ fache und an Phosphorsäure auf das reichlich  $2\frac{1}{2}$ fache von dem Procentgehalt des ursprünglichen Gesteins gestiegen.

Zur weiteren Characteristik der Verwitterung des Liaskalksteins und des daraus entstandenen Kulturbodens möchten noch folgende Bemerkungen und Erörterungen einiges Interesse gewähren.

1. Das Eisen ist in dem unverwitterten Gestein als kohlen saures Eisenoxydul zugegen; dies zeigt schon die graue Farbe des Gesteins, während bei der Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd die Verwitterungsproducte eine gelblichrothe und braune Farbe annehmen. Ausserdem findet man bei directer Bestimmung in dem Gestein eine grössere Menge Kohlensäure, als den in der Analyse gefundenen kohlen sauren Erden entspricht, während dies bezüglich der übrigen untersuchten Materialien nicht der Fall ist. Es berechnet sich nämlich die Menge des kohlen sauren Kalkes aus der direct bestimmten

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
Kohlensäure auf . .	83,6	43,8	6,1 Proc.
Kalkerde auf . . .	77,2	43,1	6,2 „

Es muss daher in Nr. 1 die Kohlensäure, ausser an Kalk und Magnesia, auch an Eisenoxydul gebunden sein. Uebrigens ist die Gegenwart des Eisenoxyduls in der salzsauren Lösung von Nr. 1 auch durch die bekannten Reagentien leicht nachzuweisen; die Reaction auf Eisenoxydul ist eine sehr starke, die auf Eisenoxyd dagegen eine schwache.

2. Bei der Behandlung mit concentrirter Salzsäure beob-

achtet man bei Nr. 2 und 3 schon in der Kälte eine reichliche Entwicklung von Chlor, während bei Nr. 1 und 4 kein Chlor frei wird. Dies beweist, dass in Nr. 2 und 3 das Eisen ausschliesslich als Eisenoxyd und ebenso das Mangan wenigstens grossentheils im höher oxydirten Zustande zugegen ist. Dasselbe ist jedenfalls bezüglich der obersten Schicht des Kulturbodens (Nr. 4) der Fall, nur wird hier die Chlorentwicklung durch die gleichzeitig vorhandene Humussubstanz verhindert. Ob aber in dem ursprünglichen Gestein das Mangan als Oxydul oder als Oxyd oder Hyperoxyd vorkommt, lässt sich nicht mit Sicherheit ermitteln; der Umstand jedoch, dass die salzsaure Lösung des Gesteinspulvers eine nur schwache Reaction auf Eisenoxyd zeigt, lässt vermuthen, dass das Mangan, ebenso wie das Eisen, als Oxydul, in Verbindung mit Kohlensäure vorhanden ist und also erst bei der allmäligen Verwitterung des Gesteins höher oxydirt wird. Die Gegenwart des Mangans als kohlensaures Oxydul in dem ursprünglichen Gestein wird auch dadurch um so wahrscheinlicher, als dasselbe bei dem Zerfallen des Gesteins in Bodempulver und Gesteinsreste in beträchtlicher, sogar relativ grösserer Menge ausgewaschen wird als das Eisen. Später dagegen, wenn auch die Gesteinsreste einer langsamen Verwitterung unterliegen, wird das Eisenoxyd relativ leichter von dem atmosphärischen Wasser gelöst und fortgeführt, als das Manganoxyd.

3. Die Phosphorsäure ist nach und nach bis über 60 Procent der ursprünglich im Gestein enthaltenen absoluten Menge ausgewaschen worden. Bei meinen Untersuchungen der Verwitterungsproducte des Muschelkalksteins betrug der Verlust an Phosphorsäure im Ganzen nur etwa 40 Proc.; jedoch ist zu beachten, dass bei dem letzteren Gestein der Verwitterungs- und Auslaugungsprozess nur bis zu dem Punkte verfolgt wurde, wo der ursprüngliche Gehalt an kohlensauren Erden, nämlich 94,5 Proc., bis auf 57,9 Proc. sich vermindert hatte, — während bei der Verwitterung des Liaskalksteins der Procentgehalt an kohlensauren Erden von 78,2 bis auf 3,1 sank, also die Auslaugung eine weit vollständigere war.

Die Phosphorsäure ist in den Verwitterungsproducten des



Liaskalksteins von Ellwangen, ebenso wie in denjenigen des früher untersuchten Muschelkalkes verhältnissmässig leichtlöslich; sie wird nämlich schon in der Kälte von concentrirter Salzsäure so gut wie vollständig extrahirt. In Procenten der lufttrocknen Substanz wurde in dem Extract mit kalter Salzsäure in zwei Bestimmungen gefunden:

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.
a. . . .	0,1920	0,5275	0,4790	0,4160
b. . . .	0,2005	0,5333	0,4820	0,4863
Mittel	0,1963	0,5304	0,4805	0,4512

Bei der Behandlung der Ackerkrume und des Untergrundes mit kochender concentrirter Salzsäure wurden an Phosphorsäure gelöst:

Nr. 3.	Nr. 4.
0,4833 Proc.	0,4650 Proc.

Die Differenz der in kalter und in heisser Salzsäure löslichen Menge ist also eine verschwindend kleine. Dies ist offenbar für die Gestaltung der natürlichen Fruchtbarkeit des betreffenden Bodens ein sehr günstiges Verhalten und entspricht vollkommen demjenigen, welches ich für den Verwitterungsboden des Muschelkalksteins constatirt habe, mit welchem der Boden des Liaskalksteins von Ellwangen auch in der absoluten Höhe des Phosphorsäuregehalts nahe übereinstimmt. Die meisten sonstigen Bodenarten sind absolut und relativ weit ärmer an leichtlöslicher Phosphorsäure, so z. B. der von mir ausführlich untersuchte Boden der oberen plattenförmigen Ablagerungen des bunten Sandsteins, welcher an Phosphorsäure enthielt, löslich in

	Untergrund.	Ackerkrume.
kalter Salzsäure .	0,0218 Proc.	0,0640 Proc.
heisser Salzsäure .	0,0498 „	0,0940 „
Differenz	0,0280 Proc.	0,0300 Proc.

und ferner 6 Hohenheimer Bodenarten; löslich in

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
kalter Salzsäure	0,138	0,062	0,149	0,085	0,035	0,122 Proc.
heisser Salzsäure	0,185	0,083	0,178	0,109	0,064	0,142 „
Differenz	0,047	0,021	0,029	0,026	0,029	0,020 Proc.

In dem unverwitterten Gestein des Gryphitenkalkes ist die Phosphorsäure jedenfalls mit Kalk verbunden; unter der Einwirkung des atmosphärischen Wassers aber wird dieselbe wohl grossentheils in die Verbindung mit Eisenoxyd übergehen, wie denn auch das letztere gleichzeitig mit der Phosphorsäure durch Infiltration in den Gesteinsresten sich ansammelt. Allerdings wird durch Behandlung der Ackerkrume und des Untergrundes mit kalter Salzsäure nur  $\frac{4}{5}$  bis  $\frac{6}{7}$  der Gesammtmenge des vorhandenen Eisenoxyd gelöst, während die Lösung der Phosphorsäure unter denselben Verhältnissen fast vollständig erfolgt; indess mag das phosphorsaure Eisenoxyd in Salzsäure etwas leichter auflöslich sein, als ein Theil des Eisenoxyds für sich allein. Das ziemlich constante Verhältniss zwischen Phosphorsäure und Eisenoxyd in den chemisch untersuchten Materialien Nr. 2 bis 4 spricht dafür, dass wenn einmal die Verbindung beider Stoffe erfolgt ist, dieselben auch mit einander in ziemlich gleichem Grade dem weiteren Auslaugungsprozess unterliegen.

4. Der reine Thon, wie derselbe auf chemischem Wege durch Aufschliessen mit Salzsäure und Schwefelsäure, in den letzten Spuren mit Flussssäure, ermittelt wurde, betrug in Procenten des lufttrocknen Gesteins und Bodens:

a. Mit Salzsäure.	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	0,4245	0,9001	5,3123	5,6527
Thonerde .	0,1951	0,5543	3,0070	3,1050
	0,6196	1,4544	8,3193	8,7577
b. Mit Schwefelsäure.				
Kieselsäure	0,6194	0,7628	5,8236	5,9666
Thonerde .	0,4248	0,6090	4,2447	4,8093
	1,0442	1,3718	10,0683	10,7759
c. Mit Flussssäure.				
Thon . .	0,0383	0,0558	0,2463	—
Thon im Ganzen	1,7021	2,8820	18,6339	19,5336

Die procentische Zusammensetzung der thonigen Substanz war also:

## a. Mit Salzsäure aufschliessbar.

	1.	2.	3.	4.	Mittel.
Kieselsäure	68,51	61,89	63,85	64,54	64,70
Thonerde .	31,49	38,11	36,15	35,46	35,30
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

## b. Mit Schwefelsäure aufschliessbar.

Kieselsäure	59,32	55,61	58,25	55,78	57,24
Thonerde .	40,68	44,39	41,75	44,22	42,76
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

## Thon im Ganzen.

Kieselsäure	62,76	58,84	60,78	59,69	60,52
Thonerde .	37,24	41,16	39,22	40,31	39,48
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Die schon durch Kochen mit concentrirter Salzsäure aufschliessbare Thonsubstanz ist fast immer procentisch reicher an Kieselsäure, als diejenige, welche erst durch Behandlung mit Schwefelsäure zersetzt wird. Jedoch ist in dem vorliegenden Falle die Differenz nicht so gross, wie sie sonst häufig, z. B. bei dem Gestein und den Verwitterungsproducten des Muschelkalkes beobachtet wurde, wo der Gehalt der thonigen Substanz an Kieselsäure überhaupt ein höherer war und beziehungsweise durchschnittlich 74,1 und 64,3 Proc. betrug; dagegen war die Zusammensetzung der thonigen Substanz im Verwitterungsboden des bunten Sandsteins eine ganz ähnliche wie in demjenigen des Liaskalksteins von Ellwangen, nämlich der Kieselsäuregehalt beziehungsweise 61,2 und 56,1 Proc. und fast ebenso auch bei den oben erwähnten 6 Hohenheimer Bodenarten durchschnittlich 61,2 und 54,5 Proc.

Der grössere Kieselsäuregehalt der schon mit Salzsäure aufschliessbaren Thonmasse steht wohl jedenfalls im Zusammenhang mit dem Vorkommen von solchen zeolithartigen Doppelsilikaten, in welchen hauptsächlich kieselsaures Kali mit der kieselsauren Thonerde verbunden ist. Wenigstens war in den hier untersuchten Materialien aus der Formation des Liaskalksteins der Kalk so gut wie ausschliesslich mit Kohlensäure verbunden; es ergibt sich dies aus dem Umstande, dass fast die ganze Menge des

Kalkes von der Salzsäure schon in der Kälte aufgelöst wurde, während in dem durch Kochen des Rückstandes mit concentrirter Salzsäure und mit Schwefelsäure erhaltene Extract nur Spuren von Kalk sich vorfanden. Auch war die, nach Behandlung des Gesteins (Nr. 1 und 2) mit kalter Salzsäure, in die kochende und concentrirte Lösung von kohlensaurem Natron übergehende Kieselsäure an sich und im Verhältniss zu der Menge des im Gestein vorhandenen Kalkes, unbedeutend und wenigstens in der Analyse Nr. 2 nur der Menge der von der kalten Salzsäure aufgenommenen Thonerde entsprechend.

5. Das in Gesteinen und Bodenarten vorhandene Kali muss in agriculturchemischer Hinsicht bezüglich seiner absoluten Menge und namentlich hinsichtlich des Zustandes seiner Löslichkeit, sowie im Verhältniss zu der gleichzeitig vorhandenen Thonsubstanz, theilweise auch im Verhältniss zu den sandigen Bestandtheilen in Betracht gezogen werden.

Die absolute Menge des Kali's ist in dem Gestein und in den Verwitterungsproducten des Liaskalkes von Ellwangen keine besonders grosse; die betreffende Formation steht hierin namentlich dem oberen dolomitischen Muschelkalk bedeutend nach. Wenn man nämlich die kohlen sauren Erden in Abzug bringt, so enthält der Liaskalkstein und dessen Verwitterungsboden in dem Rest im Ganzen nur 0,8 bis 1,7 Proc. Kali, während man in dem Muschelkalk, bei gleicher Berechnungsweise 5,1 bis 6,8 Proc. also die 4- bis 5fache Menge an Kali findet. Indess sind die Verwitterungsproducte des oberen Muschelkalkes auch ungewöhnlich reich an Kali und der fertig gebildete Boden des Liaskalksteins hält den Vergleich mit vielen anderen Bodenarten recht gut aus; so betrug z. B. die Gesammtmenge des Kali in 5 Hohenheimer Bodenarten aus der Formation des Liassandsteins und Liaskalksteins ebenfalls nur 1,5 bis 2,0 Proc., und diese Bodenarten äussern sich in den Erscheinungen der Vegetation und in den Resultaten directer Düngungsversuche stets als verhältnissmässig reich an für die Pflanzen aufnehmbarem Kali. Ein Boden des Keuper-Thonmergels ferner enthielt 2,43 Proc. Kali.

Weit wichtiger für die Gestaltung der natürlichen Frucht-

barkeit des Bodens, als die Gesammtmenge des Kali's ist die grössere oder geringere Löslichkeit desselben, welche durch die Behandlung der betreffenden Substanz mit mehr oder weniger kräftig einwirkenden Säuren ermittelt wird. Bei den vorliegenden Untersuchungen ergab sich in Procenten der lufttrocknen Substanz an Kali:

	1.	2.	3.	4.
Löslich in kalter Salzsäure	0,0250	0,0294	0,1136	0,1489
„ „ heisser „	0,0317	0,0442	0,2564	0,2918
„ „ Schwefelsäure .	0,0324	0,0468	0,3870	0,3716
„ „ Flusssäure . .	0,0596	0,0437	0,4581	0,7350
Im Ganzen	0,1487	0,1641	1,2151	1,5473

Oder in Procenten der Gesammtmenge des Kali:

	1.	2.	3.	4.
a. Löslich in kalter Salzsäure.	16,81	17,92	9,35	9,62
b. „ „ heisser „ .	21,32	26,93	21,10	18,86
c. „ „ Schwefelsäure .	21,80	28,52	31,93	24,02
d. „ „ Flusssäure . .	40,07	26,63	37,62	47,50
	100,00	100,00	100,00	100,00

	1.	2.	3.	4.
a in Proc. von a+b . . . .	44,1	40,0	30,7	33,7
a+b in Proc. von a+b+c . .	63,6	61,1	48,9	53,3
a+b+c in Proc. von a+b+c+d	59,1	73,4	62,4	52,5

Diese Zahlen zeigen, dass im Verhältniss zur Gesammtmenge des Kali's, von dem letzteren in dem ursprünglichen Gestein und in den Gesteinsresten durch Einwirkung der kalten Salzsäure beträchtlich mehr gelöst wurde, als von dem im Untergrund und in der Ackerkrume des fertig gebildeten Kulturbodens enthaltenen Kali. Bei den durch kräftigere Einwirkung der Säuren gelösten relativen Kalimengen sind die beobachteten Differenzen nicht so beträchtlich und ziemlich schwankend; höchstens bemerkt man bezüglich des Kulturbodens, dass die Löslichkeit des Kali auch in heisser Salzsäure, obgleich im weit geringeren Grade als in kalter Salzsäure, abnimmt, was vielleicht einer theilweisen Erschöpfung des Bodens an Kali durch die Kultur zugeschrieben werden kann.

Bei der Untersuchung des oberen Muschelkalkes und der beiden ersten Verwitterungsstufen desselben fand ich an Kali:

Löslich in	In Proc. der lufttrocknen Substanz.			In Proc. des Gesamt-Kali.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Kalter Salzsäure .	0,0137	0,0263	0,0531	5,0	2,3	1,9
Heisser Salzsäure .	0,0803	0,1427	0,2947	29,4	12,8	10,5
Schwefelsäure . .					0,2553	0,9507
Flusssäure . . .	0,1787	0,6953	1,5220	65,6	62,1	53,9

In Summa 0,2727 1,1196 2,8205 100,0 100,0 100,0

Hier ist die relative Löslichkeit des Kali's in kalter und selbst in heisser Salzsäure eine geringere, als in dem Liaskalkstein von Ellwangen, die Löslichkeit in Schwefelsäure eine ziemlich gleiche und die letztere nimmt entschieden zu mit dem Fortschreiten des Verwitterungsprozesses.

Der Verwitterungsboden der oberen plattenförmigen Ablagerungen in der Formation des bunten Sandsteins enthielt an Kali:

Löslich in	In Proc. der lufttrocknen Substanz.		In Proc. des Gesamt-Kali.	
	Untergrund.	Ackerkrume.	Untergrund.	Ackerkrume.
Kalter Salzsäure .	0,0360	0,0701	1,4	2,6
Heisser Salzsäure	0,1135	0,1306	4,3	8,8
Schwefelsäure . .	0,7703	0,6434	29,1	23,6
Flusssäure . . .	1,7291	1,8773	65,2	69,0

In Summa 2,6489 2,7214 100,0 100,0

Ferner ergab sich bei der Untersuchung von 6 verschiedenen Hohenheimer Bodenarten:

Löslich in	In Procenten des lufttrocknen Bodens.					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kalter Salzsäure	0,066	0,053	0,098	0,060	0,102	0,078
Heisser Salzsäure	0,168	0,215	0,535	0,197	0,787	0,429
Schwefelsäure . .	0,341	0,363	0,613	0,422	1,137	0,459
Flusssäure . . .	1,207	0,864	0,617	1,302	0,405	1,018

In Summa 1,762 1,495 1,863 1,981 2,431 1,984

In Procenten der Gesammtmenge des Kali.

Löslich in							
Kalter Salzsäure	3,7	3,5	5,2	3,0	4,2	3,9	
Heisser Salzsäure	9,5	14,4	28,6	9,9	32,3	21,6	
Schwefelsäure .	19,2	24,3	32,9	21,3	46,8	23,1	
Flusssäure . .	67,6	57,8	33,3	65,8	16,7	51,4	
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	

Nr. 1, 2 und 4 sind vorherrschend feinsandige Bodenarten (Verwitterungsböden des Liassandsteins mit 15—17 Proc. reiner Thonsubstanz); Nr. 3 (Boden eines feinsandigen Liaskalksteins, an der Grenze des Liassandsteins) und Nr. 6 (Alluvial-Lehm aus dem Gebiete der Liasformation) sind reicher an Thon (beziehungsweise mit 28,5 und 25,2 Proc. reinem Thon), aber noch von günstiger physikalischer Beschaffenheit; Nr. 5 ist ein zähthoniger Boden (rother Keuper-Thonmergel mit 40,3 Proc. reiner Thonmasse in dem lufttrocknen Boden).

Kein einziger der oben aufgeführten Bodenarten erreicht den Boden des Liaskalksteins von Ellwangen in seinem relativen und selbst absoluten Gehalt an solchem Kali, welches schon in kalter concentrirter Salzsäure, also verhältnissmässig leicht löslich, den Pflanzen leicht zugänglich ist. Das sonstige Verhalten ist ein sehr ähnliches, wie dasselbe bei Nr. 3 und 6 der Hohenheimer Bodenarten beobachtet wurde, und da diese mit Recht als vortreffliche Fruchtböden gelten, so muss dieselbe Eigenschaft wohl auch dem Ellwanger Verwitterungsboden zukommen, insofern solches aus der Löslichkeit des vorhandenen Kali's in verschiedenen Säuren geschlossen werden kann.

Zur richtigen und vollständigen Würdigung des Kali's gehört auch das Verhältniss, in welchem dasselbe zu der Thonerde in einer und derselben Lösung vorhanden ist. Man kann im Allgemeinen annehmen, dass, je günstiger dieses Verhältniss für das Kali sich gestaltet, das letztere innerhalb der betreffenden Grenzen auch um so leichter den Pflanzen zur Aufnahme sich darbietet. Das Verhältniss zwischen dem Kali und der Thonerde wurde bei den vorliegenden Untersuchungen gefunden, in der Lösung mit

	1.	2.	3.	4.
Salzsäure . .	1 : 3,44	1 : 7,57	1 : 8,13	1 : 7,06
Schwefelsäure	1 : 13,28	1 : 13,03	1 : 10,99	1 : 12,96

Für die schwefelsaure Lösung unterliegt das Verhältniss noch einer Correction, insofern nämlich ein Theil der thonigen Substanz bei den Analysen Nr. 1 bis 3 der Aufschliessung mittelst Schwefelsäure sich entzog und erst durch Behandlung mit Flusssäure zersetzt wurde. Die diesem letzten Rest der thonigen Substanz entsprechende Thonerde muss ebenfalls der schwefelsauren Lösung zugerechnet werden; man erhält alsdann für die letztere das Verhältniss:

1.	2.	3.	4.
1 : 13,59	1 : 13,50	1 : 11,22	1 : 12,96

Im Ganzen, für die salzsaure und schwefelsaure Lösung zusammengenommen, war das Verhältniss zwischen Kali und Thonerde:

1 : 7,13	1 : 9,85	1 : 9,71	1 : 9,74
----------	----------	----------	----------

Bei der Verwitterung des ursprünglichen Gesteins wird also ein Theil des in Salzsäure löslichen Kali's ausgewaschen und damit das Verhältniss für das letztere ein ungünstigeres in der salzsauren Lösung; dagegen zeigt die schwefelsaure Lösung eher ein umgekehrtes Verhalten.

Für die beiden ersten Verwitterungsstufen des dolomitischen Muschelkalkes fand ich das Verhältniss:

Lösung mit	1.	2.	im Ganzen	
Salzsäure . .	1 : 3,11	1 : 3,99	1 : 4,21	1 : 4,61
Schwefelsäure	1 : 4,94	1 : 4,84		

Dies sind freilich Verhältnisse, wie sie nur höchst selten so günstig beobachtet werden und daher nicht wohl zum Vergleich mit gewöhnlichen Kulturböden zu benutzen sind. Der von mir untersuchte lehmige Sandboden aus der Formation des bunten Sandsteins (mit 15,6 bis 18,4 Proc. reiner Thonsubstanz, gegenüber von 18,5 bis 19,5 Proc. Thon in dem Boden des Ellwanger Liaskalksteins) ergab:



Lösung mit	Untergrund.	Ackerkrume.
Salzsäure . . .	1 : 15,5	1 : 11,4
Schwefelsäure . . .	1 : 6,7	1 : 6,7
Im Ganzen . . .	1 : 8,1	1 : 7,8

Ferner in den 6 Hohenheimer Bodenarten war das Verhältniss, in gleicher Weise wie oben berechnet: \*

Lösung mit	Sandige Bodenarten.			Thonige Bodenarten.		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Salzsäure . .	1:13,1	1:13,8	1:11,9	1: 9,1	1:6,9	1:13,1
Schwefelsäure	1:13,3	1:10,2	1:10,0	1:10,2	1:7,3	1: 8,6
Im Ganzen .	1:13,2	1:11,7	1:10,7	1: 9,6	1:7,1	1:10,9

Wenn man diese Zahlen mit denjenigen vergleicht, welche für den Boden (Ackerkrume und Untergrund) des Ellwanger Liaskalksteins gefunden wurden, so ist bei dem letzteren das Verhältniss für die salzsaure Lösung bedeutend günstiger, als bei der Mehrzahl der Hohenheimer Bodenarten, während das Verhältniss in der schwefelsauren Lösung sich etwas ungünstiger gestaltet. Ein ähnliches, nur noch bestimmter auftretendes Verhalten zeigt der Boden aus der Formation des bunten Sandsteins. Man kann auch hieraus entnehmen, dass der Ellwanger Boden verhältnissmässig reich ist an leicht löslichem Kali und also bezüglich des Kali's eine ziemlich grosse natürliche Fruchtbarkeit zu entwickeln vermag, um so mehr, als der betreffende Boden in physikalischer Hinsicht den Character eines sandigen Lehmbodens hat und seine lockere Beschaffenheit die lösende Wirkung des fortdauernden Verwitterungsprozesses unterstützen muss.

6. Das Natron ist relativ (im Verhältniss zum Kali) in grösster Menge vorhanden in der mit kalter Salzsäure erhaltenen Bodenlösung und in dem mit Flusssäure aufgeschlossenen sandigen Rückstande, also in der am leichtesten und in der am schwersten löslichen Form. Auch bemerkt man sehr deutlich, dass das

---

\* In meiner Abhandlung über den Muschelkalk (s. diese Jahreshefte, 1865) ist bei der Berechnung der betreffenden Verhältnisse für die Hohenheimer Bodenarten der durch Einwirkung der Schwefelsäure unzersetzt gebliebene Rest des Thones nicht mit berücksichtigt worden; es erklärt sich hieraus, dass die obigen Zahlen von den dort mitgetheilten etwas verschieden sind.

Verhältniss des Natrons zum Kali für das erstere mit dem Fortschreiten des Verwitterungsprozesses sich vermindert; man findet nämlich das Verhältniss von Natron zum Kali in der Lösung mit

	1.	2.	3.	4.
Kalter Salzsäure . . . . .	1 : 0,80	1 : 2,18	1 : 2,92	1 : 5,88
Flusssäure . . . . .	1 : 2,00	1 : 2,24	1 : 3,75	1 : 2,92

Die Gesammtmenge des Natrons und des Kali's in Procenten der hier untersuchten lufttrocknen Materialien und das Verhältniss jener Stoffe zu einander ist:

	1.	2.	3.	4.
Natron . . . . .	0,0632	0,0579	0,2408	0,3429 Proc.
Kali . . . . .	0,1487	0,1641	1,2151	1,5473 „
Verhältniss . . . . .	1 : 2,35	1 : 2,83	1 : 5,05	1 : 4,75

Dies sind Erscheinungen, wie sie überall bei der Verwitterung der Gesteine und bei der Entstehung des fruchtbaren Bodens auftreten. Theils wird das Natron weit leichter ausgewaschen, als das Kali, theils erleidet auch der vorhandene Natronfeldspath eine raschere Zersetzung als der Kalifeldspath. In dem vorliegenden Falle ist das Natron im Verhältniss zu der ursprünglich vorhandenen Menge in reichlich dreimal so grosser Quantität ausgewaschen worden als das Kali.

7. Der sandige Rückstand, welcher bei der Analyse mit Flusssäure zersetzt und aufgeschlossen werden musste, enthielt in 100 Theilen:

	1.	2.	3.	4.
Thonerde . . . . .	0,85	0,25	1,44	1,86
Kalk . . . . .	0,04	0,03	0,05	0,10
Magnesia . . . . .	0,03	0,03	0,07	0,07
Kali . . . . .	0,39	0,11	0,82	1,28
Natron . . . . .	0,20	0,05	0,22	0,44
Kieselsäure . . . . .	98,49	99,53	97,40	96,25
	<hr/> 200,00	<hr/> 200,00	<hr/> 200,00	<hr/> 200,00

Hieraus berechnen sich als Gemengtheile des sandigen Rückstandes, wenn man die kleinen Mengen von Kalk und Magnesia unberücksichtigt lässt:

	1.	2.	3.	4.
Kalifeldspath . .	2,30	0,64	4,85	7,58
Natronfeldspath .	1,65	0,41	1,87	3,73
Kalk und Magnesia	0,07	0,05	0,12	0,17
Thon . . . . .	0,25	0,14	0,44	—
Quarzsand . . . .	95,73	98,76	92,72	88,52
	100,00	100,00	100,00	100,00

Oder in Procenten des lufttrocknen Gesteins und Bodens:

	1.	2.	3.	4.
Kalifeldspath .	0,3528	0,2587	2,7152	4,3669
Natronfeldspath	0,2525	0,1653	1,0469	2,1489
Quarzsand . .	14,6678	39,8680	51,9080	50,9978

Die sandigen Gemengtheile des Muschelkalkes bestehen nach meinen Untersuchungen zur Hälfte aus Kalifeldspath; aber auch die betreffende Substanz im bunten Sandstein und in den oberen plattenförmigen Ablagerungen desselben ist mit 10 bis 15 Proc. Kalifeldspath an diesem Gemengtheil beträchtlich reicher als der Boden des Gryphitenkalkes von Ellwangen. Eine etwas grössere Uebereinstimmung zeigt der letztere, bezüglich des Gehalts an Kalifeldspath, mit den Hohenheimer Bodenarten, welche grossentheils der Formation des Liassandsteins und des Liaskalksteins angehören; hierin ergab die Analyse für 100 Theile der sandigen Masse:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kalifeldspath . .	9,68	11,16	7,25	10,69	8,85	10,21
Natronfeldspath .	11,69	14,41	9,62	10,67	5,05	11,86

8. Der Verwitterungsboden des grobsandigen Gryphitenkalkes von Ellwangen\* wird von den Praktikern

\* Ueber das Vorkommen und die Verbreitung des grobsandigen Liaskalkes und des auf seiner Oberfläche gebildeten Verwitterungsbodens hat Director v. Walz mir folgende Mittheilungen gemacht:

„Der unterste Lias-Kalk (Gryphiten-Schichten) enthält nur im östlichen Lias Württembergs die porphyrtig eingebackenen, groben Quarzkörner, welche hauptsächlich die vortrefflichen physikalischen Eigenschaften des aus diesen Schichten gebildeten Verwitterungsbodens bedingen. So beginnt er auf den Lias-Inseln und kleinen Plateaus des Welzheimer Waldes, tritt aber gewöhnlich nur gegen den Rand ihrer

als ein vorzüglicher Kulturboden bezeichnet. Es gedeihen auf demselben nicht allein die Halmfrüchte vortrefflich, sondern auch Klee, Luzerne und die Wurzelfrüchte liefern bei guter Kultur und Düngung reichlich lohnende Ernten, ungeachtet der Bodendurchschnittlich nur eine geringe Tiefe hat bis zu der Schicht, welche vorherrschend aus den plattenförmigen Gesteinsresten besteht. Die letzteren hindern jedoch nicht das tiefere Eindringen der Pflanzenwurzeln, da die einzelnen Gesteinsstückchen lose auf und neben einander liegen, an den Rändern abgebröckelt und ringsum mit einer erdigen Rinde umgeben, auch die Zwischenräume mit Bodempulver ausgefüllt sind. Man rühmt namentlich an dem Boden, dass er niemals zusammenschwimmt und krustig oder rissig wird, und dass er, trotz seiner sehr lockeren und durchlassenden Beschaffenheit, dennoch die Feuchtigkeit lange anhält und weniger leicht austrocknet als die angrenzenden Bodenarten des Liassandsteins und selbst der Turnerithone. Der betreffende Boden ist daher vorzugsweise geeignet zu einer intensiven Kultur, er verträgt und lohnt eine reichliche Anwendung künstlicher und natürlicher Düngemittel und liefert in nassen, wie in trocknen Jahrgängen die relativ höchsten Erträge.

Die chemische Analyse des durch Verwitterung des grob-

---

Ebene, am Abfall des Keupers hervor. Gegen das Innere dieser kleinen Plateaus erhebt sich das Land meistens in geringer Steigung durch die aufliegenden Turneri-Thone, deren schwerer Boden den vorigen allmählig überlagert. Wo diese Lias-Inseln bei Ellwangen aufhören, liegen weiterhin die betreffenden Schichten und ihr Boden ebenfalls meist nur an dem fortlaufenden Rande des Lias gegen den Keuperabfall zu Tage, so bei Schloss Ellwangen, Schönenberg, Rattstatt, Ellenberg, Thannhausen, und sie verbreiten sich erst in grösserer Ausdehnung nach der Richtung des Falls der Schichten jenseits der bayrischen Grenze, umgeben den Fuss des Inselberges und bilden immer mehr die Oberfläche des schwarzen Jura, dessen obere Glieder gegen den Fuss des braunen und weissen Jura zurücktreten. So fand ich es zwischen Würnitz und Altmühl, hinter Gunzenhausen, über Ellingen, an der Wasserscheide des Ludwigs-Canals, bei Hersbruck, von wo aus das Gebilde sich wahrscheinlich noch weiter gegen Norden längs des westlichen Fusses des fränkischen Jura's hinzieht. Westlich vom Welzheimer Wald ist mir dieser Boden nirgends zu Gesicht gekommen.“

sandigen Gryphitenkalkes gebildeten Bodens beweist, dass der letztere neben seiner günstigen physikalischen Beschaffenheit auch den Vorzug einer relativ grossen natürlichen Fruchtbarkeit besitzen muss. Der Kalk ist allerdings schon zum grössten Theile ausgewaschen, indess ist der Gehalt von  $2\frac{1}{2}$  Proc. an kohlen-saurem Kalk in der obersten und von 6 Proc. in der tieferen Bodenschicht jedenfalls noch für eine lange Reihe von Jahren ausreichend. Ausserdem sind die in geringer Tiefe lagernden Gesteinsreste so kalkreich und unterliegen so langsam dem Verwitterungs- und Auslaugungsprozess, dass wohl niemals ein Mangel an Kalk eintreten kann, während es allerdings im Gebiete anderer Kalksteinformationen, z. B. in demjenigen des weissen Jura, reine Verwitterungsböden gibt, welche bis zu einer beträchtlichen Tiefe fast gar keinen Kalk und auch keine kalkreichen Gesteinsreste mehr enthalten und daher zur Erhöhung ihrer Fruchtbarkeit einer directen Kalkdüngung bedürfen.

Der Boden des Gryphitenkalkes von Ellwangen ist aussergewöhnlich reich an Phosphorsäure; zwar ist die letztere wohl hauptsächlich an Eisenoxyd gebunden, aber auch in dieser Verbindung im vorliegenden Falle verhältnissmässig so leicht löslich, dass dieser wichtige Nährstoff von Jahr zu Jahr in beträchtlicher Menge den Pflanzen zugänglich sein muss und der Boden daran selbst durch lange fortgesetzte Kultur und im Betriebe der reinen Stallmistorwirtschaft nicht leicht erschöpft werden kann. Um aber diese natürliche Quelle der Phosphorsäure im Interesse der Landwirtschaft möglichst auszunutzen, ist es nothwendig, dem Boden, welcher arm ist an Humus, eine genügende Menge von leicht verweslicher organischer Substanz in der Form von kräftigem Stallmist und ausserdem vielleicht auch stickstoffreiche concentrirte Düngemittel zuzuführen. Die Felder des Schlossgutes zu Ellwangen befinden sich gegenwärtig in grosser Kraft, indem die Production des Stallmistes nach Qualität und Quantität durch den Betrieb einer ziemlich ausgedehnten Brauerei und durch Viehmastung wesentlich unterstützt und auch für gewisse Kulturen eine Beidüngung von Peru-Guano in Anwendung gebracht wird.

Was endlich den Gehalt des hier besprochenen Bodens an Kali betrifft, so ist die vorhandene absolute Menge dieses Nährstoffes allerdings keine besonders grosse, und namentlich ist unter den sandigen Bestandtheilen nur ein geringes Quantum von feldspathartigen Verbindungen zugegen; aber die chemische Analyse hat nachgewiesen, dass ein, gegenüber dem Verhalten anderer Bodenarten, ziemlich beträchtlicher Theil des Gesamtkali's in einem leichtlöslichen Zustande sich befindet. Dasjenige Kali, welches mit dem producirten Bier und anderweitigen Marktproducten aus der betreffenden Wirthschaft ausgeführt wird, findet wohl im Ankauf bedeutender Massen von Gerste, in der Gewinnung von Asche aus dem als Brennmaterial benutzten Holz und in der natürlichen Fruchtbarkeit der Wiesen einen genügenden Ersatz. Gleichwohl möchte es von Interesse sein, durch directe Versuche zu ermitteln, ob vielleicht auf dem Verwitterungsboden des grobsandigen Liaskalksteins von Ellwangen, bei dem grossen Reichthum an Phosphorsäure und in seinem gegenwärtigen Zustande vorzüglicher Kultur und Kraft die Anwendung geeigneter Kalisalze, z. B. der rohen oder gereinigten schwefelsauren Kali-Magnesia von Stassfurt, einen lohnenden Erfolg ausüben und ob nicht unter dem Einfluss dieses Beidüngers, namentlich bei dem Anbau der Futterpflanzen, die bisherigen Durchschnittserträge noch weiter gesteigert werden können.

---

## Anhang.

### Analytische Methoden und Belege.

Die Methoden, die bei der Untersuchung des Gryphitenkalkes und dessen Verwitterungsproducte befolgt wurden, sind fast ganz dieselben, welche schon bei meinen Analysen des Muschelkalkes und des bunten Sandsteins in Anwendung kamen und die man auch in meiner „Anleitung zur chemischen Untersuchung

landwirthschaftlich wichtiger Stoffe“, 2. Aufl., Berlin, 1867 — ausführlich beschrieben findet.

Bei den vorliegenden Untersuchungen bin ich von meinen Assistenten unterstützt worden, zuerst von Hrn. Dr. Franz König aus Stuttgart (gegenwärtig Professor an der österreichischen Ackerbauschule zu Görz), später und vorzugsweise von Hrn. Dr. Rudolf Wagner aus Geisslingen. Der letztgenannte Chemiker hat die durch Einwirkung von kalter Salzsäure auf Boden und Gestein erhaltenen Lösungen auf ihren Gehalt an Phosphorsäure, Schwefelsäure und Alkalien untersucht und ausserdem die weitere Analyse der Ackerkrume und des Untergrundes unter meiner Leitung ausgeführt. Die quantitativen Bestimmungen in den Extracten des ursprünglichen Gesteins (Anal. Nr. 1) und der Gesteinsreste (Anal. Nr. 2) mittelst heisser Salzsäure, Schwefelsäure und Flussssäure habe ich selbst vorgenommen.

Von der Ackerkrume und dem Untergrund, aus welchem letzteren man die beigemengten Gesteinsbröckel entfernt hatte, wurde eine Schlamm-Analyse mittelst des Nöbel'schen Apparates und zwar jedesmal unter Anwendung von 40 Grm. lufttrockner Substanz ausgeführt. Bei gut regulirtem Strom, welcher in 41 bis 42 Minuten 9 Liter Wasser durch den Apparat hindurchfliessen liess, ergab sich:

	Bei 120° C. getrocknet.		Im geglühten Zustande.	
	Ackerkrume. Grm.	Untergrund. Grm.	Ackerkrume. Grm.	Untergrund. Grm.
Rückstand vom Sieb . . . . .	?	?	9,003	15,953
„ in Trichter 2	7,387	5,098	7,019	4,868
„ „ „ 3	3,861	1,851	3,552	1,727
„ „ „ 4	3,936	2,630	3,579	2,381
Abgeschlämmt . . . . .	—	—	12,655	12,617
Glühverlust . . . . .	—	—	4,192	3,688

Die Gewichtsabnahme der lufttrocknen Substanz durch Erhitzen bei 120—125° C. und bei schwacher Glühhitze, im letzteren Falle jedoch so, dass alles Organische vollständig verbrannt wurde, betrug:

	1.	2.	3.	4.
	Gestein. Grm.	Gesteinsreste. Grm.	Untergrund. Grm.	Ackerkrume. Grm.
Lufttrockne Substanz	2,665	3,636	3,261	2,585
Verlust bei 120 <sup>0</sup> C.	0,007	0,040	0,124	0,085
Verlust beim Glühen	0,025	0,093	0,127	0,146

Bei starkem und anhaltendem Glühen erleiden der Untergrund und die Ackerkrume einen grösseren Verlust, ohne dass man im Stande wäre, durch Behandlung des Rückstandes mit kohlenurem Ammoniak die Differenz wieder auszugleichen. Es ergaben nämlich:

2,273 Grm. des lufttrocknen Untergrundes einen Glühverlust von 0,220 Grm.

2,777 Grm. der lufttrocknen Ackerkrume einen Glühverlust von 0,305 Grm.

Die directe Bestimmung der Kohlensäure im Dietrich'schen Apparat lieferte:

	1.	2.	3.	4.
Lufttrockne				
Substanz .	0,357 Grm.	0,357 Grm.	0,985 Grm.	2,000 Grm.
Temperatur	17,2 <sup>0</sup> R.	17,3 <sup>0</sup> R.	18 <sup>0</sup> R.	18 <sup>0</sup> R.
Barometer-				
stand . .	731 Mm.	731 Mm.	731 Mm.	731 Mm.
Kohlensäure	77,04 CC.	40,36 CC.	15,75 CC.	8,05 CC.
	oder 0,1316 Grm.	0,0689 Grm.	0,0268 Grm.	0,0137 Grm.

Zum Zweck der speciellen Analyse digerirte man jedesmal 450 Grm. der lufttrocknen, gleichförmig gepulverten Substanz zunächst mit 1500 CC. concentrirter Salzsäure 48 Stunden lang bei gewöhnlicher Temperatur. Bei der Untersuchung des ursprünglichen Gesteins und der Gesteinsreste wurde, nach erfolgter Einwirkung, die Flüssigkeit abfiltrirt und der Rückstand zuerst mit kaltem und hierauf mit heissem Wasser ausgewaschen. Dieser Rückstand diente auch zur weiteren Analyse (s. unten). Der Untergrund und die Ackerkrume des Kulturbodens konnten nicht in gleicher Weise behandelt werden, weil die grosse Masse des Rückstandes ein vollständiges Auswaschen desselben unmöglich machte. Es wurde daher die saure Flüssigkeit möglichst



vollständig von dem Bodensatze abgossen und sodann klar filtrirt. Das Volumen dieser Flüssigkeit betrug je 1150 CC., so dass also 350 CC. der salzsauren Lösung bei der ungelösten Substanz zurückblieben.

Nach dem Eindampfen der Flüssigkeiten, zuletzt unter Zusatz von etwas Salpetersäure, im Wasserbade und nach geeigneter Behandlung der eingetrockneten Masse erhielt man an

	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	0,136 Grm.	0,145 Grm.	0,097 Grm.	0,106 Grm.

Die von der Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit wurde bei Nr. 1 und 2 auf 1500 CC. und bei Nr. 3 und 4 auf 1150 CC. verdünnt, so dass also überall 100 CC. der Lösung genau 30 Grm. der mit Salzsäure behandelten lufttrocknen Substanz entsprachen. Die Analyse ergab in dem mit kalter Salzsäure erhaltenen Extract des Gesteins oder Bodens:

	1.	2.	3.	4.
a. Lösung . . . .	200 CC.	200 CC.	200 CC.	200 CC.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Lufttrockne Substanz	60	60	60	60
Manganoxyduloxyd .	0,218	0,361	0,383	0,238
$\frac{1}{2}$ Eisenoxyd, Thonerde u. Phosphorsäure	0,668	2,791	3,112	2,577
Hiervon Theil . .	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$
Chamäleonlösung*	43,2 CC.	36,7 CC.	18,6 CC.	14,5 CC.
Eisenoxyd in Grm.	0,589	0,506	0,2496	0,1998
Theil der Lösung (a)	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{1}$
Schwefels. Kalk	1,755	0,977	0,282	2,157
Pyrophosphorsäure				
Magnesia . . . .	0,023	0,016	0,016	0,311
b. Lösung . . . .	400 CC.	400 CC.	300 CC.	300 CC.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Lufttrockne Substanz	120	120	90	90
Pyrophosphorsäure				
Magnesia . . . .	0,360	0,989	0,674	0,585
Also Phosphorsäure.	0,230	0,633	0,431	0,378

\* 1 Grm. Eisendoppelsalz entsprach 14,8 CC. der Chamäleonlösung.

	1.	2.	3.	4.
c. Lösung . . . .	200 CC.	100 CC.	100 CC.	100 CC.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Lufttrockne Substanz	60	30	30	30
Pyrophosphorsaure				
Magnesia . . . .	0,188	0,250	0,226	0,228
Also Phosphorsäure .	0,120	0,160	0,145	0,146
d. Lösung . . . .	400 CC.	400 CC.	300 CC.	300 CC.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Lufttrockne Substanz	120	120	90	90
Schwefelsaurer Baryt	0,058	0,169	0,085	0,082
Chloralkalien . . .	0,125	0,086	0,239	0,260
Chlorkalium-Platin-				
chlorid . . . .	0,178	0,182	0,567	0,712
Do. wiederholt . .	0,134	0,183	0,493	0,679

Eine neue Portion der lufttrocknen Substanz von Nr. 3 und 4, im Gewicht von je 100 Grm., wurde 1 Stunde lang mit concentrirter Salzsäure im lebhaften Kochen erhalten, die Flüssigkeit hierauf mit Wasser verdünnt, filtrirt und der Rückstand vollständig ausgewaschen. Durch Eindampfen, Trocknen etc. wurde aus der Gesamt-Lösung ausgeschieden:

	3.	4.
Kieselsäure . . .	0,104 Grm.	0,158 Grm.

Theile der von der Kieselsäure abfiltrirten und auf 1000 CC. verdünnten Lösung enthielten:

	3.	4.
a. In 200 CC. der Lösung	Grm.	Grm.
Manganoxyduloxyd . . . . .	0,141	0,123
$\frac{1}{2}$ Eisenoxyd, Thonerde u. Phosphorsäure	1,246	1,1125
In $\frac{1}{6}$ der Lösung (a) Chamäleon* . . .	22,2 CC.	19,0 CC.
Also $\frac{1}{6}$ Eisenoxyd . . . . .	0,299	0,256
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	1,718	0,749
Pyrophosphorsaure Magnesia . . . . .	0,277	0,264

\* 2 Grm. Eisendoppelsalz entsprachen 30,4 CC. der Chamäleonlösung.

b. In 300 CC. der Lösung.	3.	4.
Schwefelsaurer Baryt . . . . .	0,043	0,051
Chloralkalien . . . . .	0,206	0,242
Chlorkalium-Platinchlorid . . . . .	0,576	0,686

c. In 300 CC. der Lösung.		
Pyrophosphorsaure Magnesia . . . . .	0,226	0,218
Also Phosphorsäure . . . . .	0,145	0,1395

Bei Nr. 1 und 2 ergab sich als Rückstand, nach der Behandlung von ursprünglich 450 Grm. mit kalter concentrirter Salzsäure:

	1.	2.
	Grm.	Grm.
Lufttrockner Rückstand	78,815	196,785
Hiervon abgewogen:		
a. . . . .	8,4263	13,6565
Glühverlust . . . . .	0,1780	0,1431
b. . . . .	13,4041	21,6358
Kieselsäure . . . . .	0,1970	0,2580
c. . . . .	56,985	82,138

Die Portion (c) diente zur weiteren Analyse und wurde 1 Stunde lang mit concentrirter Salzsäure gekocht, die Flüssigkeit sodann abfiltrirt und der Rückstand vollständig ausgewaschen. In der Lösung fand man:

	1.	2.
	Grm.	Grm.
Kieselsäure in der Lösung . . . . .	0,0351	0,0249
$\frac{1}{2}$ Thonerde und Eisenoxyd . . . . .	0,2819	0,2790
Hierzu Chamäleonlösung . . . . .	5,5 CC.	5,5 CC.
Also $\frac{1}{2}$ Eisenoxyd . . . . .	0,0739	0,0754
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0,0246	0,0244
Pyrophosphorsaure Magnesia . . . . .	0,0284	0,0632
Chloralkalien . . . . .	0,1789	0,1395
Chlorkalium-Platinchlorid . . . . .	0,5341	0,4419

Der Rückstand von der Behandlung mit kochender Salzsäure wog im lufttrocknen Zustande:

	1.	2.	3.	4.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Lufttrockner Rückstand	55,880	82,070	75,490	78 414
Hiervon a . . . . .	9,4711	12,0115	5,316	5,1945
Glühverlust . . . . .	0,1572	0,1039	0,270	0,2525
b . . . . .	13,9631	12,4575	10,8415	10,7345
Kieselsäure . . . . .	0,3685	0,2435	0,748	0,748
c . . . . .	17,6829	18,4098	16,756	18,147

Die Portion (c) wurde mit dem fünffachen Gewichte concentrirter Schwefelsäure erhitzt, bis letztere verdampft war, die Masse sodann mit Salzsäure stark angefeuchtet und im Wasserbade eingetrocknet, hierauf mit Wasser ausgekocht und die abfiltrirte Lösung auf ihre Bestandtheile untersucht.

	1.	2.	3.	4.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Kieselsäure in Lösung . . . . .	0,0115	0,0153	0,102	0,125
1/2 Thonerde u. Eisenoxyd . . . . .	0,2496	0,1416	0,518	0,614
Chamäleonlösung . . . . .	1,8 CC.	0,9 CC.	3,5 CC.	4,3 CC.
Also 1/2 Eisenoxyd . . . . .	0,0243	0,0121	0,047	0,0575
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0,0066	0,0095	0,016	0,015
Pyrophosphorsaure Magnesia . . . . .	0,0247	0,0166	0,023	0,026
Chloralkalien . . . . .	0,0712	0,0499	0,160	0,152
Chlorkalium-Platinchlorid . . . . .	0,1738	0,1032	0,442	0,446

Der Rückstand von der Behandlung mit Schwefelsäure betrug:

Lufttrockner Rückstand . . . . .	17,0852	17,9500	15,198	16,382
Hiervon a . . . . .	3,8051	3,5297	5,596	4,532
Glühverlust . . . . .	0,0538	0,0209	0,148	0,139
b . . . . .	10,9465	10,0443	5,260	6,059
Kieselsäure . . . . .	0,6572	0,3772	0,820	0,941

Die geglühte Portion (a) wurde im Achatmörser auf's Feinste zerrieben, mit Wasser abgeschlämmt, die Masse nach Verdunstung des Schlämmwassers getrocknet, schwach geglüht und davon der grössere Theil im Flusssäure-Apparat aufgeschlossen.

	1.	2.	3.	4.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Geglühte Substanz . . . . .	3,6803	3,4532	4,078	3,267
Unaufgeschlossen . . . . .	0,0685	0,0155	0,032	0,004
Kieselsäure, in kohlensaurem Natron löslich, nach Be- rechnung . . . . .	0,2200	0,1299	0,648	0,519
Aufgeschlossene sandige Sub- stanz . . . . .	3,3918	3,3078	3,398	2,744

Die Lösung ergab:

	1.	2.	3.	4.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Thonerde . . . . .	0,0288	0,0084	0,049	0,051
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0,0036	0,0022	0,004	0,006
Pyrophosphorsaure Magnesia . . . . .	0,0027	0,0025	0,007	0,005
Chloralkalien . . . . .	0,0334	0,0087	0,058	0,077
Chlorkalium-Platinchlorid . . . . .	0,0686	0,0187	0,145	0,180

# 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: 1871

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Wolff Emil, Wagner Rudolf

Artikel/Article: [Die wichtigeren Gesteine Württembergs, deren Verwitterungsproducte und die daraus entstandenen Ackererden. III. Der grobsandige Liaskalkstein von Ellwangen. 66-110](#)