Über die Keimung des Klees und äußere Einflüsse auf diese

Von Kurt Grimm (Berlin)

Mit 2 Figuren

Einleitung

Die Entwicklung der Landwirtschaft ist wie die aller Wirtschaftszweige in den letzten 60 Jahren außerordentlich schnell vorwärts gegangen. Ganz besonders gilt das für diejenigen Staaten, welche eine große Bevölkerungsdichte und abgebaute, nährstoffhungrige Böden besitzen. Zu diesen gehört ja auch Deutschland. Es ist ganz selbstverständlich, daß solche Länder die Möglichkeiten, aus der Scholle große Erträge zu erzielen, viel eingehender kennen und benutzen müssen als weniger stark bevölkerte, denen noch derartig fruchtbare Böden zur Verfügung stehen, wie wir sie z. B. in der Ukraine oder in Rumänien und anderweitig finden. Der wichtigste Nährstoff und in der heutigen Zeit auch der teuerste, den die Landwirtschaft erzeugen soll, ist ohne Frage das Eiweiß. Das wichtigste Element wieder des Eiweißmoleküls ist der Stickstoff, weil er nur in den kleinsten Mengen im Verhältnis zu den anderen Elementen im Boden vorhanden und daher am teuersten zu bezahlen ist. In der heutigen Form unserer Landwirtschaft hat sich daher der Klee eine angesehene Stellung als Kulturpflanze erworben. Seine Bedeutung hängt mit der oben erwähnten Eiweiß-Stickstoffknappheit zusammen. Der Klee besitzt bekanntlich die für den Landwirt sehr wertvolle Eigenschaft, den Boden mit Stickstoff zu bereichern; er ist ein Stickstoffmehrer, im Gegensatz zu den Pflanzen, die ihn dem Boden entziehen und daher Stickstoffzehrer genannt werden. Diese Eigenschaft des Klees rührt bekanntlich daher, daß er mit den Knöllchenbakterien in Symbiose lebt. Bei dieser Lebens- und Arbeitsgemeinschaft binden die Bakterien den Stickstoff der Luft und bauen Eiweiß damit auf; die fehlenden Stoffe erhalten sie vom Klee als organische Nahrung zugeführt, da sie selbst kein Chlorophyll besitzen und daher auch nicht assimilieren können. Der Klee hingegen hat auch einen Nutzen von den Bakterien, indem er von dem gebundenen Stickstoff der Bakterien wieder mitzehrt. Auf diese Weise wird also der bis dahin wertlose, ungebundene Luftstickstoff nutzbringend verwandt. Zudem wirkt der Klee durch seine humus-

und gareförderndern Eigenschaften günstig auf die Bodenstruktur ein. Die wirtschaftliche Bedeutung des Klees liegt weiterhin aber auch noch darin, daß die grüne Pflanze, vor der Blüte- und Reifezeit des Klees geschnitten, einen erheblichen Wert als Futterpflanze besitzt, und zwar sowohl in frischem wie in getrocknetem Zustande. Gerade in der Jetztzeit, wo tierische Erzeugnisse im Verhältnis zu den Ackererzeugnissen teuer sind, kommt das sehr mit in Betracht, und das um so mehr, als wir durch vermehrte Schaffung von Grünlandflächen versuchen müssen, die große Einfuhr von Eiweiß-Kraftfuttermitteln zu verringern. Aus den eben erwähnten Gründen ist es wichtig, daß der Anbau des Klees gefördert wird. Vermehrter Kleeanbau kann mit dazu beitragen, die Unabhängigkeit vom Auslande bezüglich der Eiweißfuttermittel zu erreichen.

Es gibt nun verschiedene botanische Arten von Klee, die sich in ihren Ansprüchen an den Boden verschieden verhalten. Man kann sie schon äußerlich am Samen voneinander unterscheiden. Betrachten wir uns ihre Formen etwas genauer. Rotklee und Schwedenklee weisen an der Seite einen kleinen, deutlich sichtbaren Höcker, der das Würzelchen enthält, auf. Beim Gelb- und Inkarnatklee ist zwar dasselbe der Fall, doch äußerlich kaum wahrzunehmen. Der Wundklee endlich hat fast nierenförmige, Weißklee fast herzförmige Samen. Außer an der Gestalt sind die Kleesamen noch an der Größe und Farbe zu unterscheiden, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist. Die Größenzahlen habe ich als Grenzwerte von je 400 gemessenen Samen gefunden. Die Zahlen geben Längs- und Querdurchmesser an. Die 1000-Korngewichte stammen aus Harz (24).

Kleeart	Größe		Farbe	1000-Korngewicht in mg
	Längs-	Querdurchmesser		
Schwedenklee . . .	0,45—0,60	0,35—0,40	grün-gelb	670
Weißklee	0,40—0,50	0,30—0,35	rot-gelb	707
Inkarnatklee	1,50—2,10	0,70—0,85	gelb (ocker)	3576
Rotklee	0,80—1,55	0,50—0,75	rot-gelb violett	1712
Wundklee	1,60—1,90	0,50—0,70	halb gelb — halb grün	3225
Gelbklee	0,90—1,55	0,55—0,75	gelb (grün)	1601

Der innere Bau der Kleesamen ist sonst aber verhältnismäßig wenig verschieden. Der Same ist von einer dünnen, wachsartigen Haut, der Cuticula, bekleidet, unter der eine Schicht aus hohen, stabförmigen Zellen, die sogenannte Palisadenschicht, liegt (Nobbe, 50). Es folgen dann noch einige Schichten dünnwandiger, sternartiger

und sanduhrförmiger Zellen, zuletzt Parenchymzellen. Letztere haben ein beträchtliches Quellungsvermögen und geben das aufgenommene Wasser langsam an das Innere, den Keimling, ab (Nobbe, 50). Dieser Vorgang ist wichtig beim Keimen, denn bekanntlich kann dasselbe nur stattfinden bei Zufuhr von Wasser, Sauerstoff und Wärme; hierbei wird das Zellplasma als Träger der tätigen Lebenskraft befähigt, die miteingeschlossenen Enzyme in zweckdienlicher Weise zur Ausbildung von Würzelchen und Sproß zu verwenden. Von der Keimung selbst ist aber wieder die spätere Entwicklung abhängig, wie man ja auch in der Lage ist, aus der Zahl der innerhalb gewisser Zeit gekeimten Samen, sowie aus der Schnelligkeit des Keimens, auf den Wert des Saatgutes zu schließen. Nicht jeder Same aber keimt sofort, nachdem er geerntet ist, wie es bekanntlich für einige Leguminosen, ferner Weide, Birke und andere mehr zutrifft. Die meisten Samen bedürfen einer Nachreifezeit; man sagt, sie müssen physiologisch nachreifen. Es kommt weiter häufig vor, daß Samen wohl keimen, aber da sie noch nicht nachgereift waren, keine lebensfähige Pflanze bilden können und daher wieder eingehen.

Diese kurzen Andeutungen mögen genügen, um zu zeigen, wie wichtig es ist, bei der Bestimmung des Wertes von Kleesamen schon auf die Keimung zu achten. Ehe ich indessen auf die Umstände eingehe, welche die Keimung beeinflussen, sei mir gestattet, noch kurz einiges über die Methoden zu erwähnen, nach denen Keimversuche angestellt werden. Als Keimmedien werden verwandt: Fließpapier, Glas- und Quarzsand, Ziegelgrus und Ackererde. Wahrscheinlich haben die verschiedenen Keimmedien solange keinen Einfluß auf die Keimung, als der Same nicht damit bedeckt wird. Wenn man also beispielsweise den Samen obenauf legt, um nach drei Tagen Keimenergie und nach zehn Tagen Keimfähigkeit festzustellen, so bleibt es vielleicht belanglos, ob ich die Samen auf Sand oder Ziegelgrus bette. (Siehe auch Laschke, S. [40].)

Beide Keimmedien haben dann lediglich den Zweck, Wasser dem Samen zu vermitteln, während Wärme und Sauerstoff aus der Luft hinzutritt. Ganz anders dagegen muß der Verlauf der Keimung werden, wenn die Samen mit den Keimmedien bedeckt werden. Je feiner dieses ist, desto fester schließt es zusammen und desto schwerer wird es dem Keimling werden, hindurchzukommen. Solche Versuche werden bekanntlich angesetzt, um die Triebkraft festzustellen, d. h. also die Fähigkeit, gewisse Hindernisse zu überwinden. Man hofft auf diese Weise ein Bild davon zu bekommen, wieviele Samen tatsächlich einen kräftigen Keim liefern, der den Anforderungen in

der Natur draußen entspricht. Oetken (54) schlägt ferner vor, die Keimkraft auch nach der entwickelten Masse mit zu beurteilen. Da die Keime dann aber immerhin etwa 10 cm lang werden müssen, so dauert der Keimversuch annähernd 20 Tage; für die breite Praxis erscheint mir jedoch diese Zeitspanne reichlich groß.

Nach den technischen Vorschriften der Samenkontrollstationen, welche als maßgeblich anzusehen sind, soll der Keimversuch bei Klee 10 Tage dauern. Die Keimkraft (Keimenergie) soll bei Klee nach drei Tagen bestimmt werden. Die Keimkraft ist befriedigend, wenn nach dieser Zeit etwas mehr als die Hälfte der Samen gekeimt hat. Beim Klee ist es weiter üblich, daß am 10. Tage zur Bestimmung der Keimfähigkeit noch ein Drittel der hartschaligen Samen als gekeimt mitgerechnet wird.

Keimversuche werden nun in folgender Weise im allgemeinen gemacht: von einer Saatprobe des betreffenden Saatgutes werden wahllos viermal 100 Körner herausgenommen und je 100 in zehn Reihen zu 10 Stück in eine gewöhnliche, ca. 2 cm hoch mit Sand gefüllte Tonschale oben auf den Sand gelegt und fest angedrückt. Da 400 Körner so einzubetten sind, sind zu jeder Versuchsreihe also vier Schalen nötig. Dann wird der Sand so weit befeuchtet, daß 60 Prozent seiner wasserfassenden Kraft gesättigt sind. Die Tonschalen werden dann mit Deckeln lichtdicht zugedeckt und gewogen. Am dritten und sechsten Tage gibt man zweckmäßig so viel Wasser wieder dazu, bis das alte Gewicht wieder erreicht ist.

Bei den oben erwähnten Triebkraftversuchen dagegen werden die Samen verschieden dick mit einer Schicht des Keimmediums bedeckt. Die Wasserzufuhr regelt sich bei den Triebkraftgefäßen allein, indem das Keimmedium von unten her ebensoviel Wasser durch den durchlässigen Boden nachsaugt, als an der Oberfläche Wasser verdunstet wird. Auch hier werden die Versuche in vierfacher Wiederholung von je 100 Samen angestellt. (Technische Vorschriften der Samenkontrollstationen). Von den vier Wiederholungen wird dann das arithmetische Mittel berechnet. Da nun aber dieser Mittelwert aus vier Wiederholungen keineswegs schon ein völlig richtiges Resultat darstellen kann, so muß die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit des Resultates berechnet werden, d. h. die Fehlergröße muß ermittelt werden. Hierzu bedient man sich der Fehlerwahrscheinlichkeitsberechnung. Eingehend behandelt fand ich dieselbe bei Braun (5), Hülsenberg (31), Moldenhauer (48), Göldner (20), ferner bei Johannsen (33) und

Römer (70). Ich habe folgende Berechnungsart gewählt: aus den jeweils vier Parallelversuchen werden die Keimprozente festgestellt und daraus das arithmetische Mittel berechnet. Darauf werden die Abweichungen der Einzelbeobachtungen von dieser Größe ermittelt. Diese Differenzen werden quadriert und die Quadrate addiert. Die Summe wird durch die Anzahl der Wiederholungen, multipliziert mit sich selbst, vermindert um 1, dividiert. Das so erhaltene Produkt wird mit 2 radiziert. Die Formel, die am meisten gebräuchlich und zweckmäßig ist und nur Vorstehendes wiedergibt, ist: Mittlerer Fehler $(MF) = \sqrt{\frac{\varepsilon \cdot v2}{n(n-1)}}$, wobei ε die Summe der Quadrate der Abweichungen der Einzelbeobachtungen vom arithmetischen Mittel, n die Anzahl der Wiederholungen und v die Abweichung der Einzelbeobachtung vom arithmetischen Mittel bedeutet. Dieser mittlere Fehler bezieht sich aber nun auf das arithmetische Mittel von vier Wiederholungen, also eine Zahl, die für jeden Versuch anders ist; zudem sind auch die arithmetischen Mittel bei den verschiedenen Versuchen nie gleich hoch. Ein Vergleich der Versuche und mittleren Fehler ist also nicht gut möglich. Um dieses jedoch zu erreichen und einen leichteren Überblick zu verschaffen, habe ich den mittleren Fehler in Prozente des arithmetischen Mittels umgerechnet und den so erhaltenen Wert MF Prozent genannt. Diese Rechnung mußte also nach der Gleichung $MF\ \% = \frac{\text{mittlerer Fehler des Mittels x 100}}{\text{arithmetisches Mittel}}$ erfolgen. Johannsen (33) sagt, daß die hierbei sich ergebende Zahl nicht über drei betragen darf. Zu dem gleichen Resultat kommt auch Römer (70). Vergleiche ich weiter z. B. die arithmetischen Mittel von gebeizten und ungebeizten Samen, so kann ich an der Differenz den Nutzen oder Schaden irgendeiner Maßnahme, die Saatgut oder den Samen betrifft, erkennen. Hierbei muß man nun weiter das Gausssche Fehlerfortpflanzungsgesetz in Anwendung bringen, wonach die mittlere Schwankung einer Summe oder Differenz von 2 Größen, die beide einen mittleren Fehler haben, gleich ist der zweiten Wurzel aus der Summe der Quadrate dieser mittleren Fehler. Um einen positiven Nachweis für den Erfolg zu haben, muß nach Johannsen (33) die Differenz mindestens dreimal so groß sein wie die eben besagte neue Schwankung. In Zweifelsfällen, in denen der Erfolg nicht groß genug ist, um Nutzen oder Schaden der Maßnahmen ohne weiteres sehen zu können, mußte nach dieser Rechnungsweise verfahren werden.

In Kürze sei noch die Anordnung meiner Tabellen erläutert. Die Zahl der Wiederholungen oder Einzelbeobachtungen beträgt bei allen Versuchen vier. Aus diesen vier Wiederholungen errechnet sich leicht das arithmetische Mittel. Der mittlere Fehler wurde nach oben angegebener Formel berechnet. Am besten ist der Gang einer derartigen Rechnung aus folgendem Beispiel ersichtlich:

I		II	III	IV		V	VI	VII
	hart	geq.	gek.	Abweichung vom Mittel +	—	Quadrate der Abweichungen	Mittlerer Fehler (MF)	Mittl. Fehler in % d. Mittels (MF %)
1	4	50	46		10,25	105,06 =	$\pm\sqrt{\frac{2 \cdot v\,2}{n\,(n-1)}} =$	$\frac{3{,}48 \cdot 100}{45{,}25}$
2	5	37	58	1,75		3,06 =	$\pm\sqrt{\frac{244 \cdot 74}{4\,(4-1)}} =$	
3	4	35	61	4,75		22,56 =	$\pm\sqrt{12 \cdot 06} =$	
4	5	35	60	3,75		14.06		
	4,5	39,25	56,25	10,25	10,25	144,74 =	± 3,48 =	6,18

Hierbei bedeutet hart die Anzahl der harten, d. h. nicht gequollenen Samen, geq. die Anzahl der gequollenen, aber nicht gekeimten Samen. Solche Rechnung mußte für jeden Versuch, der ja wie oben angegeben, aus vier Wiederholungen bestand, gemacht werden. Bei der Aufstellung der eigentlichen Tabellen habe ich nur die unterstrichenen Endwerte angegeben, um überhaupt übersichtliche Vergleiche zu ermöglichen. Die angegebenen Werte für MF und MF % beziehen sich selbstverständlich nur auf die Zahlen für gekeimte Samen, wie ja auch aus vorstehendem Beispiele hervorgeht. Das Resultat obiger Rechnung würde also folgendermaßen zu lesen sein: Von vier Einzelbeobachtungen zu je 100 Samen waren im Mittel 4,5 % Samen hart, 39,25 % gequollen und 56,25 % gekeimt. Der mittlere Fehler für die Zahl der gekeimten beträgt 3,48 oder in % von 56,25 ausgedrückt 6,18.

Um nun zu sehen, wie schnell die Samen und einzelnen Sorten keimen, habe ich die Zählung am dritten und zehnten Tage vorgenommen. Ich mußte danach für den dritten Tag eine Tabelle aufstellen, welche die Keimenergie angeben soll, und eine weitere Tabelle für den zehnten Tag, welche die Keimfähigkeit anzeigt.

Im Verlaufe meiner weiteren Ausführungen möchte ich nun einige von den Faktoren, die bei der Keimung des Klees eine Rolle spielen, näher betrachten. Meine Untersuchungen erstrecken sich auf folgende, praktisch nicht unbedeutende Faktoren: Hartschaligkeit,

Alter, Temperatur, Licht, Saattiefe, Bodenbeschaffenheit, Mischsaat und Beizmittel. Besonders über die Einflüsse der letzten vier auf die Kleekeimung herrschen noch Zweifel. Die vorliegende Arbeit möchte etwas zur Klärung dieser Fragen beitragen.

I. Die Hartschaligkeit

Manche Kleesamen nehmen auch bei längerem, tage- ja wochenlangem Liegen im Wasser dasselbe nicht auf, sie quellen nicht. Diese Eigenschaft bezeichnet man als Hartschaligkeit. Sie rührt daher, daß bei jenen Samen die äußere wachsartige Haut (Cuticula) und die Palisadenschicht, welche beiden, wie eingangs erwähnt, den Kleesamen als äußere Hülle umgeben, ein Eindringen des Wassers in die Parenchymzellenschicht verhindern. Wird diese Schale jedoch durch Ritzen, Stechen, Schneiden, Schlagen oder sonst irgendwie verletzt oder zum Platzen gebracht, so tritt bekanntlich sofort Quellung ein.

Der praktische Landwirt ist sich im allgemeinen gar nicht klar darüber, wieviele solcher harten Samen auch in guter Saatware vorhanden sind. Bei unseren kultivierten Rotkleesamen finden wir nach Nobbe (51) durchschnittlich etwa 6—8 % hartschalige Samen. Andere Forscher wie Harrington (23) geben sogar 8—17 % im Mittel an. Die Unterschiede zwischen diesen Zahlen rühren m. E. daher, daß der Prozentsatz der hartschaligen Kleesamen in den einzelnen Jahren ganz enorme Abweichungen haben kann. So berichtet beispielsweise auch Hiltner (27) vom Jahre 1895, daß Saatware zu 50—60 % hartschalig gewesen sei. Aus dieser großen Verschiedenheit des Auftretens der Hartschaligkeit in den verschiedenen Jahrgängen geht m. E. hervor, daß die Witterung während der Ausbildung des Samens auf der Mutterpflanze, also während der Samenreife zum großen Teil die Hartschaligkeit mitbewirkt. Zu demselben Resultat kommt auch Hollrung (30).

In diesen wenigen Fällen wurde nun nach dem Dreschen sofort festgestellt, daß der Klee hartschalige Samen enthielt. Harrington (23) wies aber nach, daß der Rotklee, wie auch viele andere Leguminosensamen, viel mehr hartschalige Samen, oder wie Guppy (21) sagt, undurchlässige Samen, habe, als man allgemein annimmt. Erst durch das Dreschen platzt die äußere Schale und das Wasser kann dann leicht in die Quellschicht eindringen (Guppy, 21). Ob die Hartschaligkeit auch auf die Undurchlässigkeit von Mikropyle und Nabel zurückzuführen ist, ist fraglich, da das Wasser ja auch normalerweise nicht nur durch diese eindringt.

Hartschaligkeit kann nun weiter noch während der Lagerung des Samens auf dem Speicher eintreten, also während der Keimreife, d. h. während der Zeit, während der Same physiologisch nachreift. Diese Fälle sind mindestens ebenso häufig wie die, bei denen die Hartschaligkeit während der Samenreife auf dem Felde verursacht wird. So zeigte HILTNER (27) diese Erscheinung in einem Versuch, der in der Tabelle Nr. I anschaulich dargestellt ist. HILTNER setzte Samen zum Keimen an 1) in unbehandeltem Zustande und 2) nachdem sie acht Tage lang bei 35 Grad C ausgetrocknet worden waren, um das Austrocknen des Samens auf dem Boden nachzuahmen; die höhere Temperatur sollte die längere Lagerung auf dem Schüttboden ausgleichen. Es ist indessen in seinen Zeilen nicht gesagt, ob das Trocknen im Exsikkator stattfand oder nicht. Die Austrocknung ist dann ja erheblich schärfer als bei gewöhnlicher Luft. Sicher ergeben sich aus dieser Verschiedenheit auch wieder verschiedene Keimzahlen. Der Versuch HILTNERS war mit Rotklee angesetzt worden. Am zweiten Tage waren von den unter 2) angeführten Samen über viermal so viel Samen noch hart, wie unter denen der Rubrik 1). Die Keimschnelligkeit der behandelten Samen dagegen war auf etwa $^5/_8$ der unbehandelten herabgedrückt worden. Auch am fünften Tage sieht man die Vermehrung der Hartschaligkeit. Sie beträgt immer noch das $3^1/_2$fache der unbehandelten Samen; dagegen hatten an diesem Tage die gekeimten Samen erheblich zugenommen und betrugen schon $^8/_9$ der unbehandelten Samen. Bis zum 10. Tage hat sich das Bild nicht wesentlich weiter verschoben. Außer diesem erwies es sich, daß in vielen Fällen von den unter 2) angeführten, gekeimten und gequollenen Samen ein großer Teil aufgeplatzt und rissig war. Diese Erscheinung zeigt aber an, daß die Einwirkung der Hitze oder des Austrocknens eine zu intensive war und schon hierbei die Samen mikroskopisch kleine Risse erhalten haben, die das Wasser bei der Keimung leichter durchlassen. Daß trotzdem die Keimprozente bei den behandelten Samen nicht höher waren als bei den unbehandelten, kann dann nur daran liegen, daß der Keimling selbst geschädigt worden ist. Denn selbst wenn man einmal die 5 Samen, die am 10. Tage bei den in 2) angeführten mehr hart geblieben sind, als bei denen in Rubrik 1) zu der Spalte, in der die gekeimten Samen stehen, dazu zählt, so erhält man immer erst 85 gekeimte Samen. Diesen stehen bei den unbehandelten Samen aber 91 Samen entgegen. Betreffs der Hartschaligkeit wäre zu folgern, daß sie in erheblichem Maße zunehmen kann, sobald das Austrocknen längere Zeit dauert, wie es auf dem Schüttboden häufig

Tabelle I

Zunahme der Hartschaligkeit bei Rotklee durch beschleunigtes Austrocknen nach Hiltner (27)

I	II			III			IV		
	am 2. Tage			am 5. Tage			am 10. Tage		
	hart	geq.	gek.	hart	geq.	gek.	hart	geq.	gek.
1. unbehandelt . .	3	82	15	2	91	7	2	91	7
2. ausgetrocknet .	13	54	33	7	79	14	7	80	13

der Fall ist. Geht jedoch die Wasserentziehung über einen gewissen Grad hinaus, wie es bei einer mehrjährigen, trockenen Lagerung zweifellos zutrifft, so tritt das Gegenteil ein; die Samen werden infolge der sich einstellenden Risse leicht quellbar. Es ist nach den oben angegebenen Befunden anzunehmen, daß der Höhepunkt der Hartschaligkeit in diesem Versuch bei dieser achttägigen Vorbehandlung bei 35 Grad C schon überschritten war.

Diese Tatsache, daß Kleesamen ihre Hartschaligkeit wieder etwas verlieren, scheint in Widerspruch zu stehen mit den Fällen, wo Leguminosen, zu denen der Klee doch auch gehört, hartschalig wurden und blieben. Es handelt sich hier um Lupine und Bohne; auch Inkarnat- und Wundklee zeigen diese Erscheinung. In Wirklichkeit ist dies jedoch kein Widerspruch. Die Zusammenziehung wirkt bei den dickwandigen Samenschalen der Lupine und anderer Leguminosen so, daß die Schale zäher und härter wird, während die Trocknung bei den dünnwandigen Samen des Rot-, Gelb- und Schwedenklees zu einem Zerreißen der Schale führt.

Ein verschiedenes Verhalten bei der Keimung in bezug auf Hartschaligkeit zeigen weiter auch dunkle und helle Samen. Nach Wittmack (77, S. 92) waren von je 200 Körnern am 1. bis 10. Tage ca. $^4/_3$ mal soviel dunkle Samen gequollen wie helle (s. Tabelle II). Vom 11. bis 365. Tage übertraf allerdings das helle Saatgut das dunkle um vier gequollene Samen. Wittmack gibt in diesen Zahlen gequollene und gekeimte Samen zusammen an, so daß der Rest als harter Samen übrig blieb. Es waren in diesem Versuch demnach viermal soviel helle Körner hart geblieben als dunkle. Das Verhältnis stellt sich noch ungünstiger, wenn man die hart gebliebenen in Prozent der gequollenen ausdrückt. Bei den hellen sind dann $5^1/_2$ mal soviel Prozent Samen hart geblieben wie bei den dunklen. Man kann aus diesem Versuch also folgern, daß die dunkleren Samen wesentlich weniger hartschalig waren als die helleren Samen. Es

ist nun aber von WITTMACK nicht gesagt, ob es sich beide Male um eine einheitliche Sorte Rotklee handelt, ob also die verschiedene Farbe und damit eventuell die Hartschaligkeit vielleicht mit der verschiedenen Samenreife zusammenhängt, oder ob es sich um eine hellere und eine dunklere Sorte handelt, die es ja bei dem Rotklee gibt. Das Resultat ist also nicht ganz eindeutig; die Beurteilung des Rotklees auf die Hartschaligkeit hin nach der Farbe dürfte demnach doch irreführend und unzuverlässig sein.

Ich habe nun diese beiden Versuche kombiniert und festzustellen versucht, ob auch die Farbe beim Erhitzen der Kleesamen einen Einfluß auf das Austrocknen und die Hartschaligkeit habe. Es wurden also dunkle und helle Rotkleesamen eines Rotklees schlesischer Herkunft des Jahres 1921 ausgesucht und einer Temperatur von 30 Grad Celsius drei Stunden lang ausgesetzt, und zwar im Exsikkator, um die Luft trocken zu erhalten. Bei der Einkeimung ergab sich dann folgendes Bild (s. Tabelle III).

Daraus ist zu ersehen, daß die Hartschaligkeit am dritten und zehnten Tage sich bei den hellen Samen verglichen mit den dunklen Samen wie 2:1 verhält. Jedoch scheint es, als ob die Keimenergie am dritten Tage etwas geschädigt sei und eine Überreizung stattgefunden habe. Die Keimfähigkeit am zehnten Tage dagegen zeigt, daß die dunklen Samen doch nicht so geschädigt waren wie die hellen und wie es zuerst den Anschein hatte. Selbst wenn man am zehnten Tage die Differenz zwischen hellen harten und dunklen harten Samen, nämlich 5,25, zu den hellen gekeimten addiert, erhält man erst 82%. Eine Schädigung ist also um 2% vorhanden. Die Abweichung darf, wenn das Resultat nicht innerhalb der Fehlergrenze liegen soll, höchstens $0{,}98^2 + 0{,}84^2$ betragen; sie ist also bedeutend kleiner als 2; eine Schädigung der Keimfähigkeit am zehnten Tage ist also bei den hellen Samen gegenüber den dunklen Samen sicher vorhanden. Rechnet man bei dem WITTMACKschen Versuch dagegen die Differenz 48,9—11,9=37 Samen zu den 151,1 gekeimten hellen Samen hinzu, so erhält man bei den hellen Samen 188,1, die dunklen Samen haben aber ebenfalls 188,1. Die hellen und dunklen Samen hätten bei diesem Versuch, wenn es möglich gewesen wäre, die hartschaligen Samen auszulesen, gleiche Keimfähigkeit gehabt. Es ergibt sich also, daß Hitze und Austrocknen bei den dunklen Samenkörnern etwas schärfer einwirkt. Der Befall mit Schimmel war in beiden Fällen so, daß alle gequollenen, aber nicht gekeimten Samen am zehnten Tage verschimmelt waren. Ein etwaiger Einfluß auf Hartschaligkeit und Keimfähigkeit durch ver-

Tabelle II

Der Einfluß der Farbe auf die Hartschaligkeit (WITTMACK, 77)

Von 200 Körnern waren gequollen:	helle Körner	dunkle Körner
vom 1.— 10. Tag	131,0	172,3
„ 11.—365. „	20,1	15,8
in Summa	151,1	188,1
Der Rest war hart	48,9	11,9
Harte Samen in % der gekeimten . .	32,4	5,99

Tabelle III

Einfluß der Hitze auf helle und dunkle Samen

Versuchsjahr 1923, Juli, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Berlin

Rotklee schles. Herkunft, 1921er Ernte

I	II		III			IV		V		
	1.—3. Tag					4.—10. Tag				
	hart	geq.	gek.	MF	MF%	hart	geq.	gek.	MF	MF%
1. Helle Samen . . .	14,25	78,25	7,5	±0,28	3,73	12,0	11,25	76,75	±0,75	0,975
2. Dunkle Samen . . .	7,25	90,5	2,25	±0,48	21,30	6,75	9,25	84,0	±0,71	0,84

schiedene Größen der Samen war insofern ausgeschaltet, als ich die Samen möglichst gleich groß ausgesucht hatte. Das Tausendkorngewicht betrug bei den hellen Samen 2050 mg, bei den dunklen 2140 mg. Der Unterschied ist so gering, daß er als Fehlerquelle nicht angesehen werden kann. Beim Aufquellen zeigte sich die bekannte Verfärbung der dunklen Samen zum Hellen.

Innerhalb von Art und Rasse und Farbe könnte nun noch die Größe der einzelnen Samen einen Einfluß auf die Hartschaligkeit ausüben. Um dieses zu prüfen, stellte ich drei in sich möglichst gleichmäßige Gruppen von Rotkleesamen her. Der Rotkleesamen war schlesischer Herkunft und vom Erntejahr 1921. Die Tausendkorngewichte der drei Gruppen betrugen 1. 1980 mg, 2. 2125 mg und 3. 2346 mg. Die Gewichte sind in der ersten Spalte der Tabelle IV angegeben. Der Einfluß der Farbe war bei diesem Versuch insofern mit berücksichtigt, als ich möglichst in allen drei Größen die Körnergruppen aus hellen und dunklen Samen gleichmäßig auswählte. Dieser und der vorhergehende Versuch, sowie alle Versuche der Jahre 1923 und 1924 wurden in reinem, ausgewaschenem und aus-

Tabelle IV

Einfluß der Samengröße auf die Hartschaligkeit

Versuchsjahr 1923, Juli, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Berlin

Rotklee schles. Herkunft 1921er Ernte

I	II			III		IV			V	
Tausendkorngewichte in mg	1.—3. Tag					4.—10. Tag				
	hart	geq.	gek.	MF	MF%	hart	geq.	gek.	MF	MF%
1980	13,5	86,5	—	—	—	12,75	5,0	82,25	±0,48	0,58
2125	8,75	91,25	—	—	—	8,25	10,5	81,25	±0,61	0,75
2346	4,75	93,0	2,25	±0,48	21,30	4,25	7,25	88,5	±0,87	0,98
im Mittel: 2150										

geglühtem Quarzsand angesetzt. Seine Wasserkapazität war in Volumprozenten ausgedrückt 32, in Gewichtsprozenten 20, d. h. die Wasserkapazität von 100 g Sand war mit 20 g Wasser und die von 100 ccm Sand war mit 32 ccm Wasser voll gesättigt. Die Keimschalen, in denen sich der Sand als Keimmedium befand, bestanden aus einfachen glasierten Tonuntersätzen. Die Versuche wurden alle dergestalt angesetzt, daß der Sand, nachdem er genügend sterilisiert worden war, mit 60 % seiner wasserfassenden Kraft gesättigt wurde. Die Schalen wurden dann gewogen. Am dritten und sechsten Tage wurde das verdunstete Wasser nach Gewicht wieder nachgefüllt. Den Samen stand ferner in allen Schalen ein gleich großes Volumen Sand als Keimmedium zur Verfügung.

Aus diesem Versuch über Samengröße, der der Tabelle IV zugrunde liegt, ergeben sich auf den ersten Blick zwei Folgerungen: 1) mit wachsender Größe der Samen innerhalb der Art und Provenienz wächst die Keimenergie und Keimfähigkeit; 2) mit wachsender Größe der Samen nimmt die Hartschaligkeit ab. In diesem Versuch war, wie auch im vorhergehenden zu beobachten, daß die nach 10 Tagen nicht gekeimten, gequollenen Körner zum größten Teil verschimmelt waren. Hiltner (27) will nun die Hartschaligkeit als zweckmäßiges Schutzmittel der Natur für die Kleepflanzen auffassen. Diese Ansicht scheint ohne weiteres einleuchtend zu sein, weil sie viel für sich hat. Falls durch irgendwelche ungünstigen Verhältnisse diese aufgekeimten Samen vernichtet wären, so ist die Hartschaligkeit sicher ein gutes Mittel, die Art weiter fortzupflanzen, wenn nur erst wieder geeignete Witterung usw. eintritt.

Nach Haenlein (22) können Unkrautsamen jahrelang in gequollenem Zustande in der Erde liegen, ohne zu faulen, auch wenn

sie nicht keimen. Samen der kultivierten Leguminosen dagegen keimen entweder, wenn sie gequollen sind, oder aber sie verfaulen infolge ihrer Anfälligkeit in diesem Zustande für Pilze und Bakterien. Durch die Hartschaligkeit aber wird den Kleesamen die Keimkraft lange erhalten. Je hartschaliger ein Same ist, desto weniger weicht er von der ursprünglichen Farbe auch bei mehrjährigem Lagern ab, desto besser und länger erhält er sich keimfähig.

Am Schlusse dieses Kapitels möchte ich einige Leitsätze anführen, die das bisher Gesagte bestätigen, die ich teils Hollrung (30), teils Harrington (23) entnehme:

1) Samen von Saatgut, das schnell und leicht keimt, verliert auch bald die Keimfähigkeit und umgekehrt (Hollrung, 30).

2) Undurchlässige Samen können noch nach Jahren keimen.

3) Frische undurchlässige Samen keimen sofort, wenn die Samenschale beschädigt, trocken oder durchlässig wird.

4) Die Lebenskraft dieser Samen ist oft größer als die der normalen durchlässigen.

5) Trocken aufbewahrt, bleiben fast alle undurchlässigen Samen 2—3 Jahre lang undurchlässig; allerdings wird Rotklee durchlässiger, doch ⅓—⅔ kann nach Jahren noch undurchlässig sein.

6) Feucht aufbewahrte Samen keimen schneller als trocken aufbewahrte.

7) Harte Samen erfrieren im Winter nicht.

8) Man kann nicht im voraus für die Saatzeit die Menge der hartschaligen Samen bestimmen.

Einiges über die Beseitigung der Hartschaligkeit

Praktisch wichtiger als die Ursachen der Hartschaligkeit ist nun unzweifelhaft ihre Beseitigung. Mag für die Natur auch ein solches Mittel sehr günstig zur Erhaltung der Art sein, in der Landwirtschaft, bei der Kultur des Klees liegt die Sache doch wesentlich anders. Wir müssen ein möglichst gleichmäßiges Auflaufen der Saat anstreben, denn erst nach Wochen oder gar im zweiten oder dritten Jahr keimende Saat hat keinen Wert mehr. Ganz im Gegenteil betrachtet man dann solche Pflanzen eher als lästiges Unkraut.

Das Hartschaligwerden auf dem Schüttboden zu verhindern ist man leider noch nicht in der Lage. Dazu kennt man die eigentlichen Ursachen noch viel zu wenig, wenn auch schon einiges davon bekannt ist, wie ich im Vorhergehenden gezeigt habe. Über die Hartschaligkeit, die auf dem Felde entsteht, welche die Samen also

von der Mutterpflanze schon mitbekommen, weiß man noch weniger. Es ist beispielsweise noch nicht erforscht, ob es sich hier nicht um eine vererbliche Eigenschaft handelt. Je mehr man aber die einzelnen Faktoren, die die Hartschaligkeit veranlassen, kennen lernt, desto mehr besteht natürlich die Möglichkeit, sie auch auszuschalten und von vornherein gut quellbare und keimfähige Samen zu ernten.

Vorläufig bleibt, um die Samen zum Keimen zu bringen, nichts anderes übrig, als die mehrfach erwähnte äußere Schicht zu zerstören oder doch wenigstens so zu verletzen, daß dem Wasser die Möglichkeit zum Eindringen in die tiefer liegenden Quellschichten gegeben ist.

Man kann dieses Ziel nun auf zweierlei Weise erreichen, und zwar

1) auf mechanischem Wege,
2) auf chemischem Wege.

Schon lange bevor die heutigen Ritzmaschinen entstanden, versuchte man auf ganz primitiven Wegen der Hartschaligkeit zu Leibe zu rücken. Man füllte Samen mit Glas- oder hartem, scharfem Quarzsand zusammen in einen Beutel und klopfte diesen dann gründlich durch. Bis zu einem gewissen Grade konnte man hierbei tatsächlich die Hartschaligkeit beseitigen. Leider aber ließ sich dieses Verfahren nicht im Großen anwenden, weil es zuviel Arbeitskraft kostete und sich daher nicht lohnte. Lieber säte man mehr von dem teuren Klee, um die noch teureren Arbeitslöhne für die Bearbeitung der Samen zu sparen. Erst seit 1895, als beim Rotklee jene außerordentlich starke Hartschaligkeit auftrat, bemächtigte sich die Maschinenindustrie dieser Angelegenheit, und es erschienen in kurzer Zeit verschiedene Maschinen zur Beseitigung der Hartschaligkeit. Die Konstruktion ist heute bei den meisten auf dem Prinzip der Zentrifugalkraft aufgebaut. In einem Zylinder, dessen Innenwand irgendwie rauh gemacht ist, sei es durch Auftrag von Schmirgel und Zement, oder durch auswechselbare rauhe Einsätze aus Stahl, kreisen Flügel oder Schrauben. Diese schleudern den Samen gegen die rauhe Cylinderwand und verletzen ihn dadurch. Nach diesem System arbeitet die Maschine des Schweden Hjalmar Nilson und auch die von Wissinger konstruierte unterscheidet sich hiervon grundsätzlich nur dadurch, daß sie mit einem Exhaustor zum Reinigen des Saatgutes verbunden ist.

Die Beseitigung der Hartschaligkeit auf chemischem Wege hat man auch schon lange gekannt, oder besser: man glaubte chemische Verfahren zu kennen, um hartschalige Samen leichter zum Keimen

Tabelle V

Behebung der Hartschaligkeit bei Rotklee durch Schwefelsäure (Hiltner, 27)

I	II		III	
	Nach 3 Tagen		Nach 10 Tagen	
	hart	gek.	hart	gek.
Unbehandelt	17	75	15	78
Mit concentr. Schwefels. 10 Min. vorbehandelt	15	84	12	87
Mit concentr. Schwefels. 30 Min. . .	1	91	1	93
„ „ „ 60 „ . .	—	93	—	93

zu bringen. Ich will nur an die Behandlung mit Kampferwasser erinnern oder die mit kohlensaurem Natron, Chemikalien, die nach dem heutigen Stande der Wissenschaft in dieser Hinsicht als völlig wirkungslos angesehen werden. Es stützen sich diese Verfahren auf Voraussetzungen (Verkieselung oder Verkalkung der ersten Schicht), die, wie wir heute wissen, nicht zutreffen.

Nobbe (u. Haenlein, 50) geben an, daß die Cuticula zwischen die Interzellularräume der Palisadenschicht eingedrungen und mit deren Verdickungsleisten eng verbunden sei. Erfolge dürften danach also nach den alten Methoden kaum eingetreten sein und wo solche ohne Irrtum beobachtet wurden, lagen ihnen meines Erachtens andere Erscheinungen zugrunde, und zwar wahrscheinlich die in einem anderen Kapitel noch zu besprechenden Reizerscheinungen.

Erst in neuerer Zeit, als die Schwefelsäure billig hergestellt werden konnte, wurde ein Verfahren vorgeschlagen, durch die ätzende Wirkung die Cuticula zu zerstören. So stellte Hiltner (27) den in Tabelle V wiedergegebenen Versuch an.

Daraus läßt sich schließen, daß es wohl möglich ist, mit Schwefelsäure die Hartschaligkeit völlig zu beseitigen, vorausgesetzt, daß man Zeit und Kosten nicht scheut. Die Schwefelsäure greift die Cuticula selbst bei starker Konzentration nur sehr langsam an, falls nicht schon Verletzungen bestanden.

Die chemische Behandlung hat sich in der Praxis nicht behaupten können. Sie ist zu umständlich wegen der Gefährlichkeit der Säure und dazu noch unverhältnismäßig teuer. Es bleibt somit allein das Verfahren mit den sogenannten Ritzmaschinen anwendbar.

Nach den Laboratoriumsversuchen würde die künstliche Beseitigung der Hartschaligkeit jederzeit am Platze sein; die weitere Frage ist aber, wie der so behandelte Same sich in der Natur im

Acker verhält. Nach HILTNER (27) sind schlecht behandelte Samen, deren Schale zu weit und tief geritzt ist, bei Anwesenheit von schädlichen Bodenorganismen den unbehandelt gebliebenen Samen gegenüber im Nachteil. Sie sind besonders leicht anfällig für Krankheitserreger. Nur durch sehr sorgsames Ritzen derart, daß die Verletzungen auch bei starker Vergrößerung kaum wahrnehmbar sind, läßt sich eine wirkliche Verbesserung des Saatgutes erzielen. Sofern es sich also um stark hartschaligen Klee handelt, wird man bei vorsichtigem Verfahren gute Erfolge zeitigen. Ein Unding wäre es aber, wollte man jeden Klee unbekümmert um die Menge der hartschaligen Samen mit derartigen Maschinen behandeln. Der Schaden würde größer als der Nutzen sein, weil manche Samen zerschlagen, andere ritzbrüchig werden würden. Bei diesen quellen die Samen wohl, doch fallen dann die Kotyledonen ab und der Keimling verdirbt.

II. Das Alter

Ein weiterer Faktor, der die Keimung des Klees (genau wie die aller anderen Pflanzen) sehr erheblich beeinflußt, ist das Alter. Bekannt sind ja die Behauptungen, daß Mumienweizen und -Gerste noch gekeimt hätten. Meines Erachtens kann es sich hier nur um eine Täuschung handeln. Anders steht die Sache beim Klee. Zwar handelt es sich hier nicht um 1000 Jahre, wohl aber soll Klee nach 80 Jahren, wie schon oben erwähnt, gekeimt haben. In wieviel Fällen dann wirklich eine lebensfähige Pflanze erzeugt wurde, ist eine andere Frage, deren Beantwortung noch aussteht. Es ist meines Erachtens anzunehmen, daß es sich nur um Einzelfälle gehandelt hat, die dadurch bedingt sind, daß der Same eben durch seine Undurchlässigkeit den äußeren Einflüssen entzogen war. Zweitens muß dann der Same auch zufällig Bedingungen gefunden haben, die seine Hartschaligkeit außerordentlich gut erhalten haben, also trockene und kühle Lage. Im allgemeinen verhält es sich aber mit der Lebensfähigkeit der Kleesamen ganz anders, und zwar weit ungünstiger, als man nach Vorstehendem annehmen könnte. Wir müssen für die Keimfähigkeit des Klees eine viel engere Grenze bezüglich des Alters ziehen. Die Versuche der Tabelle VI nebst Ergänzungstabelle waren angesetzt, um zu prüfen, wie schnell die Keimfähigkeit im Laufe der Zeit abnimmt.

Man sieht aus der Tabelle, daß tatsächlich schon wenige Jahre genügen, um die Keimfähigkeit ganz erheblich zu verringern. Beim Rotklee, Erntejahr 1924, liegen aus dem Erntejahr zwar überhaupt keine Resultate vor. Das Ergebnis läßt sich also schlecht aus-

Tabelle VI

Versuche über Alter und Keimfähigkeit; angestellt im November Februar 1925 in Greifs-

Das Material wurde mir 1923 von Herrn Saatzuchtinspektor Leipziger
Die Keimzahlen vor dem Jahre 1923, soweit solche in der

I	II	III	IV	V	
	Art und Provenienz	Erntejahr	Versuchszeit	am 3. hart	geq.
nicht gealtert	Schles. Rotklee	1914	im Erntejahr		
	„ „	1919	„		
	„ Gelbklee	1921	„	10,25	34,5
	„ Weißklee . . .	1921	„	5,5	23,0
	„ Schwedenklee . .	1921	„	3,0	34,75
	Kolbes „ . .	1922	„	3,5	39,25
	Deutscher Weißklee schles. Prov.	1923	„	7,25	38,5
	Thüringer Gelbklee schles. Prov.	1923	„	7,0	20,5
	Canadischer Schwedenklee	1923	„	4,5	3,75
gealtert	Schlesischer Rotklee . .	1914	im Nov. 1923	4,0	78,75
	„ „ . .	1919	„	6,25	48,25
	„ Gelbklee . .	1921	„	11,75	38,25
	„ Weißklee. .	1921	„	5,5	26,25
	„ Schwedenklee	1921	„	3,5	42,0
	Kolbes Schwedenklee schles. Prov.	1922	„	3,75	45,0
	Deutscher Weißklee schles. Prov.	1923	im Febr. 1925	9,5	42,0
	Thüringer Gelbklee schles. Prov.	1923	„	8,25	22,25
	Canadischer Schwedenklee schles. Prov.	1923	„	6,0	6,5

werten. Es handelt sich aber um eine Saatprobe, und es ist nicht anzunehmen, daß ihre Keimfähigkeit noch schlechter gewesen ist als die des Rotklees 1919er Ernte. Es wäre dann immerhin noch ein Zurückgehen von annähernd 70 % auf 28,75 %. Wenn man nun noch vorsichtiger schätzen will, so kann man annehmen, daß die Keimprozente von 1914 bis 1923 um die Hälfte zurückgegangen sind. Beim Rotklee 1919er Ernte sind die Keimprozente am zehnten Tage zwischen 1919 und 1923 absolut genommen um 13 % zurückgegangen. Bezieht man also diese 13 % aber auf die 69,25 % Keimfähigkeit im Erntejahr, so erhält man als Resultat, daß diese um 18,8% ab-

Tabelle VI

1923 in Berlin, Institut für Acker- und Pflanzenbau, und im wald, Botanisches Institut

von der schlesischen Klee- und Grassamenbaugesellschaft überlassen
Tabelle angegeben, sind Resultate der Samenbaugesellschaft

VI			VII		VIII			IX
Tage			am 10. Tage					ver-
gek.	MF	MF %	hart	geq.	gek.	MF	MF %	schimmelt
					69,25	—	—	—
55,25	—	—	7,75	15,5	76,75	—	—	—
71,5	—	—	4,5	11,25	84,25	—	—	—
62,25	—	—	3,5	12,75	83,75	—	—	—
57,25	—	—	3,0	5,5	91,5	—	—	—
54,25	± 1,65	3,04	8,0	25,25	66,75	± 1,60	2,40	7,5
72,5	± 1,32	1,81	6,0	12,75	81,25	± 0,94	1,16	8,3
91,75	± 0,48	0,52	3,5	3,0	93,5	± 0,87	0,93	2,0
17,25	± 0,23	1,33	3,0	68,25	28,75	± 0,48	1,67	26,5
45,5	± 0,96	2,11	6,5	37,25	56,25	± 1,32	2,32	10,5
50,0	± 0,91	1,82	9,25	19,25	71,5	± 1,49	2,42	5,25
68,25	± 1,18	1,73	5,5	15,25	79,25	± 1,91	2,42	4,25
54,5	± 2,22	4,10	3,5	17,25	79,25	± 1,25	1,58	4,75
51,25	± 1,93	3,78	3,0	17,25	89,75	± 1,11	1,23	2,25
48,5	± 0,28	0,58	9,0	26,75	64,25	± 1,49	2,31	6,5
69,5	± 1.19	1,71	7,75	13,75	78,5	± 1,66	2,11	10.0
87.5	± 1,19	1,36	5,25	5,0	89,75	± 0,94	1,05	8,75

genommen hat. Es ergibt sich, da es sich hier um ein Alter von vier Jahren handelt, für ein Jahr durchschnittlich 4,70 % Verlust. Beim Rotklee 1914er Ernte hatte ich im ungünstigsten Falle die Hälfte, also 50% Verlust der Keimfähigkeit geschätzt. Es handelt sich hier um neun Jahre, so daß sich für das Jahr durchschnittlich $5^1/_2$ bis 6 % Verlust an Keimfähigkeit ergeben. Ich habe nun für alle neun Kleearten sowohl für den dritten Tag als auch für den zehnten Tag die Unterschiede der Keimprozente berechnet (absoluter Keimverlust) und sie auch in Prozent der

Ergänzungstabelle zu VI

I	II	III	IV	V
		1.—3. Tag		
	Absoluter Keimverlust	Relativer Keimverlust	Anzahl der zwischen den Versuchen liegenden Jahre	Keimverlust pro Jahr
1. Schles. Rotklee . . 14	—	—	—	—
2. „ „ . . 19	—	—	—	—
3. „ Gelbklee . . 21	5,25	9,51	2	4,75
4. „ Weißklee . . 21	3,25	4,55	2	2,27
5. „ Schwedenklee 21	7,75	12,45	2	6,22
6. Kolbes „ 22	6,0	10,30	1	10,30
7. Deutscher Weißklee . 23	5,75	10,60	2	5,30
8. Thüringer Gelbklee . 23	3,0	4,14	2	2,07
9. Canad. Schwedenklee 23	4,25	4,63	2	2,31

VI	VII	VIII	IX
	4.—10. Tag		
Absoluter Keimverlust	Relativer Keimverlust	Anzahl der zwischen den Versuchen liegenden Jahre	Keimverlust pro Jahr
Etwa 35	Etwa 50	9	5,6
13	18,88	4	4,70
5,25	6,35	2	3,42
5,0	5,93	2	2,96
4,5	5,37	2	2,68
1,75	1,91	1	1,91
2,50	3,74	2	1,87
2,75	3,38	2	1,69
3,75	4,02	2	2,01

Keimzahlen im Erntejahr ausgedrückt (relativer Keimverlust). Es ergibt sich da folgendes anschauliche Bild (Ergänzungstabelle VI).

Hieraus läßt sich nun entnehmen, daß durch das Alter die Keimenergie sehr viel schneller geschädigt wird, als die Keimfähigkeit. Um das Wievielfache die Schädigung der Keimenergie die der Keimfähigkeit übersteigt, ist bei den einzelnen Kleearten ganz verschieden; sie schwankt zwischen etwa dem Fünffachen bei Kolbes Schwedenklee und etwa $^1/_6$ beim Kanadischen Schwedenklee. Es ist nun eine weitere Frage, wie und in welchem Ausmaße die Keimfähigkeit in

den fortlaufenden Jahren sinkt. Es ist kaum denkbar, daß sie in jedem Jahre um denselben Betrag abnimmt; viel wahrscheinlicher erscheint es mir, daß die Keimfähigkeit in jedem neuen Jahre um einen größeren Prozentsatz als im vorhergehenden Jahre kleiner wird.

Die achte Spalte der Tabelle VI gibt noch an, wieviel Samen am zehnten Tage jeweils geschimmelt waren. Es ist ein eigenartiger Zufall, daß die älteste Saat auch den größten Befall hat und die zweitälteste auch den zweitgrößten. Irgendwelche Folgerungen auf geringere Widerstandsfähigkeit der alten Saat gegen Schimmel oder Krankheitsbefall möchte ich jedoch daraus nicht ziehen, da Thüringer Gelbklee und Deutscher Weißklee aus dem Rahmen der anderen Kleearten herausfallen.

Anscheinend zeigen die Kleearten 3—9 weiter, daß sowohl am dritten Tage wie auch am zehnten Tage die Zahl der hartschaligen Körner mit dem Alter zugenommen hat, oder zum wenigsten doch auf derselben Stufe geblieben ist. Eine Ausnahme ist nicht vorhanden. Ich glaube daraus schließen zu können, daß die Hartschaligkeit der Saat mit ihrem Alter zunimmt, wenn die Lagerung annähernd normal ist. Es fragt sich weiter, wie lange die Hartschaligkeit mit dem Alter wächst und wann sie wieder nachläßt. Daß ein Nachlassen der Hartschaligkeit aber eintritt, glaube ich daraus entnehmen zu können, daß der 1914er Klee im Jahre 1923 am zehnten Keimtage nur noch 3 % harte Körner hatte und der 1919er Klee nur 6 %. Diese Folgerung ist zwar nicht als unbedingt sicher anzusehen, würde aber eine Parallele zu der auf S. 352 darstellen.

Die Untersuchungen anderer Forscher bestätigen, wie nicht anders zu erwarten ist, daß die Keimfähigkeit mit dem Alter abnimmt. Todaro (74) zum Beispiel untersuchte Inkarnat-, Rot- und Weißklee vier Jahre hintereinander auf Keimfähigkeit (Tabelle VII).

Danach scheint sich die von mir oben aufgestellte Vermutung zu bestätigen, daß die Keimprozente einer Kleeart in jedem folgenden Jahre mehr zurückgehen als im vorhergehenden Jahre. Während

Tabelle VII

Alterserscheinungen bei Klee (nach Todaro, 74)

I	II	III	IV	V
	Im Erntejahr 1895	1896	1897	1898
Inkarnatklee . . .	93 %	92,5 %	90 %	74 %
Rotklee	96 %	82,3 %	50 %	25,5 %
Weißklee	78 %	71,0 %	71,5 %	61 %

beispielsweise bei Inkarnatklee nach dem ersten Jahre nur 0,5 Keime weniger vorhanden waren, stellte sich diese Zahl vom zweiten zum dritten Jahre schon auf 2,5 und vom dritten zum vierten Jahre auf 16. Diese Zahlen würden selbstverständlich noch ungünstiger, bezöge man sie jedesmal auf die Keimprozente des vorhergehenden Jahres. Die gleiche Erscheinung beobachtete weiter Carruthers (8, s. Tabelle VIII). Der im Erntejahr hochkeimfähige Rotklee hat nach 2½ Jahren 52% in der Keimfähigkeit nachgelassen.

Tabelle VIII

Alterserscheinungen bei Klee (nach Carruthers, 8)

Weißklee	98 %	Keine im Erntejahr	87 %	Keine nach 2½ Jahren
Hornklee	98 %		74 %	
Bastardklee	96 %		54 %	
Rotklee	100 %		48 %	

Eastham (14) erhielt bei Rotklee, der, ein Jahr alt, zu 97% gekeimt hatte, nach 10 Jahren noch 44 Keime. Dieses Resultat ist ein außerordentlich günstiges und läßt sich m. E. nur durch sehr sorgsames, trockenes, vielleicht sogar luftabgeschlossenes Aufbewahren erklären.

Die Aufbewahrung des Samens hat nämlich wie auf aller Samen Keimfähigkeit, so auch auf die Klees einen großen Einfluß. Es ist bekannt, daß je feuchter ein Same gehalten wird, er um so mehr Kohlendioxyd erzeugt und er um so schneller die Keimfähigkeit verliert. Wie groß die Schädigung, welche die feuchte Luft auf das Saatgut ausübt, ist, zeigte Demoussy (13, siehe Tabelle IX).

Tabelle IX

Feuchtigkeit als einer der Faktoren, welche beim Altern des Samens Keimfähigkeit hervorrufen (nach Demoussy, 13)

Luft zu 100 % mit Waser gesättigt	tötet alle Versuchssamen nach 3 Monaten
„ „ 80 % „ „ „	„ „ „ „ 6
„ „ 70 % „ „ „	„ immer noch Klee „ 6
„ „ 50 % „ „ „	verringerte bei Klee die Keimfähigkeit um 10—15 %

Diesen großen Schädigungen des Klees gegenüber stehen nun andere Maßnahmen, welche bezwecken, den Samen möglichst lange keimfähig zu erhalten. So zeigt Laurent (41), daß Klee im Vakuum aufbewahrt bis zu fünf Jahren seine volle Keimfähigkeit behielt. Dieses günstige Resultat ist m. E. ein Ausnahmefall und nur dem Umstand zuzuschreiben, daß der Same, vom Luftsauerstoff abgeschlossen, nicht atmen, Kohlendioxyd bilden und sich dabei verzehren kann. Bei längerem derartigem Abschluß muß aber un-

bedingt Ersticken des Samens eintreten und damit ebenfalls Keimunfähigkeit. Das Entstehen von Kohlendioxyd ist doch ein Beweis dafür, daß der Same, solange er lebt, auch atmen muß.

Bekanntlich läßt sich die Atmung und die Kohlendioxydbildung durch Wärme beschleunigen. Hat man zwei gleichgroße Zylinder mit gleichviel Getreidekörnern darin, etwa 1 kg, beide durch Glasdeckel verschlossen und erwärmt den einen Zylinder, den anderen aber nicht, so kann man die größere Menge an erzeugter Kohlensäure in dem erwärmten Zylinder leicht nachweisen. Danach muß also eine erhöhte Temperatur ebenfalls den Zeitraum verringern, in dem der Same seine Keimkraft einbüßt. Eine Wirkung in derselben Richtung müßte m. E. auch ein vermehrter Sauerstoffgehalt der Luft ausüben, da hierdurch ja eine schnellere Atmung und Veratmung des Kohlenstoffes ermöglicht wird. Ein Versuch in dieser Richtung soll zeigen, welch große Bedeutung diesen drei Faktoren — Wärme, Feuchtigkeit und Sauerstoff — für die Aufbewahrung und das Altern des Samens zukommt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle X gegeben. Die Anordnung war wie folgt:

unter 0 stehen die unbehandelten Samen,

unter 1 stehen solche, welche mit 15 mm Druck, also bei verdünnter Luft eine Stunde bei 45 Grad C getrocknet waren;

unter 2 stehen solche, welche mit 15 mm Druck mit Wasserdampf 1 Stunde bei 45 Grad C vorbehandelt waren;

unter 3 stehen solche, welche mit normalem Druck mit Sauerstoff und Wasserdampf 1 Stunde bei 45 Grad C vorbehandelt waren;

unter 4 stehen solche, welche bei normalem Druck mit Luft und Wasserdampf 1 Stunde bei 45 Grad C vorbehandelt waren;

unter 5 stehen solche, welche bei normalem Druck mit Sauerstoff 1 Stunde bei 45 Grad C getrocknet waren.

Die Verminderung des Luftdruckes hatte lediglich den Zweck, die Luft und den Sauerstoff aus dem Gefäß zu befördern, um störende Einflüsse derselben zu vermeiden. Die Angabe des Luftdruckes in mm zeigt also nur, inwieweit mir das gelungen ist. Die Druckverminderung resp. das Leerpumpen des Exsiccatorgefäßes erfolgte durch Anschluß an eine Wasserstrahlpumpe. Der Druck wurde an einem kleinen, in dem Gefäß aufgehängten Barometer abgelesen. Das Trocknen erfolgte in einem Exsikkator, der Calciumoxyd enthielt. Die Sättigung mit Wasserdampf ließ sich dadurch erreichen, daß ich das Calciumhydroxyd aus dem Gefäß entfernte und in das Gefäß eine kleine Schale mit Wasser setzte. Bei dem

Tabelle X

Der Einfluß von Sauerstoff, Wärme und Feuchtigkeit auf den Kleesamen

Saatgut der schlesischen Klee- und Grassamenbaugesellschaft. Der Versuch wurde im November 1923 in Berlin, Institut für Acker- und Pflanzenbau, durchgeführt

I	II	III		IV		V	VI		VII		VIII
Kleeart	Vorbehandlung	bis zum 3. Tage					bis zum 10. Tage				
		hart	geq.	gek.	MF	MF%	hart	geq.	gek.	MF	MF%
1914er Rotklee	0	4,0	78,75	17,25	± 1,65	9,58	3,0	78,25	18,75	± 1,03	5,50
	1	3,25	74,25	22,5	± 2,06	9,16	2,5	70,75	26,75	± 1,11	4,15
	2	2,5	84,75	12,75	± 1,70	13,33	2,25	67,5	30,25	± 1,11	3,67
	3	2,5	86,25	11,25	± 1,37	12,22	2,5	85,75	11,75	± 1,25	10,63
	4	2,75	82,75	14,5	± 1,19	8,23	2,5	70,75	26,75	± 1,33	4,98
	5	3,75	74,5	21,75	± 1,65	7,60	3,75	67,0	29,25	± 1,11	3,79
Thür. Gelbklee 23	0	7,0	20,5	72,5	± 1,85	2,55	6,75	12,0	81,25	± 0,48	0,59
	1	5,75	12,5	81,75	± 0,85	1,04	5,5	11,0	83,5	± 0,87	1,04
	2	4,75	71,0	24,25	± 1,11	4,58	4,25	42,0	53,75	± 0,85	1,59
	3	4,5	74,5	21,0	± 1,35	6,43	4,25	59,5	36,25	± 1,07	2,94
	4	4,5	56,75	38,75	± 1,16	2,99	4,5	54,5	41,0	± 1,08	2,64
	5	6,75	19,0	74,25	± 1,32	1,77	6,5	11,75	81,75	± 1,18	4,04
Canad. Schwedenklee 23	0	3,5	3,0	93,5	± 0,65	0,69	2,5	0,75	96,75	± 0,75	0,77
	1	1,75	8,75	89,5	± 0,65	0,72	1,25	2,25	96,25	± 0,85	0,88
	2	1,25	64,5	34,25	± 1,18	3,42	1,25	56,50	42,25	± 1,31	3,11
	3	1,5	67,75	30,75	± 0,48	1,56	1,5	58,75	39,75	± 1,11	1,79
	4	1,75	57,25	41,0	± 1,47	3,59	1,75	42,0	56,25	± 1,11	1,97
	5	4,25	3,50	92,25	± 1,31	1,43	3,25	0,75	96,0	± 0,71	0,74
Kolher Schwedenklee 22	0	3,75	45,0	51,25	± 1,93	3,77	3,0	7,25	89,75	± 1,70	1,89
	1	7,25	39,75	53,0	± 2,08	3,92	11,75	33,75	54,5	± 2,33	4,27
	2	9,5	67,0	23,5	± 0,87	3,70	8,25	48,5	43,25	± 1,11	2,56
	3	8,0	65,25	26,75	± 1,33	4,96	8,0	50,5	41,5	± 2,55	6,25
	4	7,75	65,0	27,25	± 1,55	5,69	7,5	54,5	38,0	± 1,15	3,02
	5	7,75	35,25	57,0	± 1,47	2,58	11,0	12,75	76,25	± 1,11	1,45
Deutscher Weißklee 23	0	8,25	37,50	54,25	± 0,94	1,74	8,25	25,25	66,5	± 1,32	1,99
	1	15,25	27,50	57,25	± 1,37	2,41	15,0	25,75	59,25	± 1,31	2,21
	2	11,25	72,0	16,75	± 1,11	6,62	6,0	57,25	36,75	± 1,03	2,80
	3	10,5	71,25	18,25	± 0,94	5,17	7,75	61,75	30,5	± 1,65	5,4
	4	12,75	56,25	31,0	± 1,29	4,15	11,75	47,5	40,75	± 1,32	3,24
	5	12,0	31,25	56,75	± 0,75	1,34	11,25	26,25	62,5	± 1,19	1,91

geringen Druck und der Erwärmung mußte sich der Raum schnell mit Wasserdampf sättigen. Den Sauerstoff holte ich mir in einer Flasche aus dem chemischen Institut, wo ich ihn mir chemisch rein

herstelle und ließ ihn dann in das leergepumpte Gefäß einströmen. Die Temperatur konnte mit ganz geringen Schwankungen im Thermostaten auf 25 Grad C gehalten werden.

Den Ergebnissen (der Tabelle X) des Versuches nach scheint es, als ob Temperatur bis 45 Grad C allein oder auch mit reinem Sauerstoff bei einer Einwirkungsdauer von nur einer Stunde den Samen nicht schädigen. Ich vergleiche zunächst die Ergebnisse von Rotklee am dritten Tage. An der Keimenergie sind irgendwelche Einflüsse, wie schon oben mehrfach gefunden, besser zu sehen als am zehnten Tage. Als unbedingt schädlich haben sich hier die Versuchsbedingungen von Nr. 2, 3 und 4 im Vergleich mit 0 erwiesen. Bei 1 und 5 dagegen war eine offensichtliche Reizwirkung vorhanden. Die Keimenergie hatte um 5,25 % resp. um 4,5 % zugenommen. Ich bin der Ansicht, daß bei längerer Dauer der Vorbehandlungsart 1 und 5, auch diese Versuchsreihen Schädigungen aufzuweisen gehabt hätten. Es ist typisch, daß diese Reizwirkung bis zum 10. Tage völlig verschwunden ist. Bei 2 ist die Schädigung bis zum zehnten Tage wieder ausgeglichen, bei 3 und 4 war sie nachhaltiger und dauerte über den zehnten Tag hinaus. Sie war bei 3 am stärksten und beträgt am zehnten Tage 63,7 % der Keimfähigkeit der unbehandelten Samen.

Auch beim Thüringer Gelbklee zeigen 1 und 5 am dritten Tage erhebliche Reizerscheinungen gegenüber 0; 2, 3 und 4 dagegen wieder recht große Abnahme der Keimenergie. Am zehnten Tage ist bei 1 noch ein Plus zu verzeichnen. Es beträgt 2,5 %. Wende ich das bekannte Gausssche Fehlerfortpflanzungsgesetz an, so ist der mittlere Fehler der Differenz $\sqrt{0{,}48^2 + 0{,}87^2} = 0{,}995$. Der doppelte mittlere Fehler ist 1,99. Die Differenz ist also groß genug, um als außerhalb der Fehlergruppe zu gelten (Opitz, 55). Die Beeinträchtigung der Keimfähigkeit am zehnten Tage ist bei 2, 3 und 4 noch deutlich sichtbar. Sie ist, wie auch bei Rotklee, am stärksten bei 3 und beträgt hier 55,4 % der Keimfähigkeit der unbehandelten Samen.

Beim Canadischen Schwedenklee stellen sich die Resultate wie folgt: am dritten Tage ist bei 1 und 5 keine Reizwirkung verglichen mit 0 vorhanden. Im Gegenteil zeigt sich auch bei 1 ein geringer ungünstiger Einfluß der Vorbehandlung. Die Differenz beträgt 4 %. Die mittlere Schwankung nach Gauss ist $\sqrt{0{,}65^2 + 0{,}65^2} = 0{,}92$. Die Fehlergrenze ist also überschritten, da die Differenz über das Dreifache des neuen mittleren Fehlers beträgt. Es ist denkbar, daß das hochwertige Saatgut nur wenig oder nicht durch Reizung beein-

flußt werden kann. Bei 2, 3 und 4 ist wieder wie bei den vorherigen Kleearten die Keimenergie stark herabgedrückt. Am zehnten Tage zeigen 0, 1 und 5 fast übereinstimmende Resultate. Die Vorbehandlung nach 2, 3 und 4 hat sich wiederum als stark schädigend erwiesen. Sie stellt sich bei 3 als am ungünstigsten heraus; die Schädigung erreicht eine Höhe von 62 % der Keimfähigkeit der unbehandelten Samen.

Kolbes Schwedenklee zeigt nur bei Behandlung 5 am dritten Tage eine ziemlich starke Reizung gegenüber 0; bei 1 liegt sie innerhalb der Fehlergrenze. Wahrscheinlich ist sie aber vorhanden. Vorbehandlung die Keimfähigkeit der behandelten Samen gegen die der verzögernd erwiesen. Am zehnten Tage ist bei jeder Art der Vorbehandlung die Keimfähigkeit der behandelten Samen gegen die der unbehandelten Samen zurückgegangen. Kolbes Schwedenklee nimmt hier also unter den anderen Kleearten eine Ausnahmestellung ein. Auch hier liegt der tiefste Stand der Keimfähigkeit bei der Vorbehandlung 4 und beträgt 57,7 % der Keimfähigkeit der unbehandelten Samen.

Der letzte Klee, der deutsche Weißklee, zeigt am dritten Tage wieder das gewohnte Bild; schwache Reizwirkung bei 1 und 5, Schädigung bei 2, 3 und 4. Am zehnten Tage jedoch ist wie bei Kolbes Schwedenklee eine Abnahme der Keimfähigkeit bei allen behandelten Samen gegenüber den unbehandelt gebliebenen vorhanden. In Übereinstimmung mit Rot-, Gelb- und Canadischem Schwedenklee jedoch hat sich die Vorbehandlung 3 wieder als die nach der negativen Seite wirkungsvollste erwiesen. Der Rückgang beträgt hier 54,2 % gegen die unbehandelten Samen. Worauf diese Schwankungen von Deutschem Weißklee und Kolbes Schwedenklee beruhen, entzieht sich meiner Kenntnis. Die Frage steht noch offen, ob die geringe Keimenergie dieser beiden Kleearten irgendeinen Einfluß haben kann.

Als Gesamtresultat läßt sich der Tabelle entnehmen, daß die Vorbehandlungen nach 1 und 5 am dritten Tage teils eine Reizwirkung ausgeübt, teils eine ganz geringe Keimverzögerung bewirkt haben. Beide Wirkungen gleichen sich bei drei Kleearten bis zum zehnten Tage wieder aus, bei zwei von fünf Kleearten aber war auch bei Vorbehandlung 1 und 5 am zehnten Tage eine Schädigung noch sichtbar. Die Vorbehandlung nach 2, 3 und 4 hat sich in allen Fällen sowohl am dritten wie auch am zehnten Tage als stark schädlich erwiesen, und zwar die nach 3 am meisten, wovon nur Kolbes Schwedenklee eine Ausnahme macht. Daraus geht m. E.

klar hervor, daß Feuchtigkeit und vermehrter Sauerstoff bei erhöhter Temperatur den Samen am ungünstigsten beeinflussen und daß Feuchtigkeit der schädlichste Faktor der drei oben genannten (Feuchtigkeit, Sauerstoff, Temperatur) ist, welche das Altern des Samens hervorrufen.

Eine einwandfreie Erklärung, wie das Altern und die Schädigung des Samens im Innern des Keims vor sich geht, läßt sich nicht leicht finden. Direkt wirkt die Feuchtigkeit mit den anderen beiden Faktoren auf die Atmung und den Verbrauch der Nährstoffe im Samen ein. Indirekt weiter ermöglicht sie vielen Mikroorganismen erst das Leben an und in den Samen und begünstigt auf diese Art ebenfalls eine Zerstörung der Keimfähigkeit. In trockenem Zustande dagegen vermag der Klee wie auch andere Samen kurze Zeit eine sehr viel höhere Temperatur auszuhalten, ohne daß seine Keimfähigkeit sehr darunter litte. Es erklärt sich das daher, daß sich das Eiweiß in trockener Hitze nicht so schnell verändert. Bei Gegenwart von Feuchtigkeit aber tritt schon sehr bald eine Umlagerung im Eiweißmolekül ein; das lebende Protoplasma wird zur leblosen Substanz.

III. Die Feuchtigkeit

Im vorhergehenden Abschnitt war die Feuchtigkeit als förderlich für das Altern der Samen nachgewiesen worden, wenn sie vor der Keimung auf den Samen längere Zeit einwirkt. Ich möchte jetzt versuchen darzulegen, in welcher Richtung der Feuchtigkeitsgehalt des Keimmediums auf die Keimung wirkt, und weiterhin, ob der Gehalt des Samens an Feuchtigkeit von Einfluß auf die Keimenergie und die -fähigkeit ist.

Keimversuche werden bekanntlich im allgemeinen (nach den technischen Vorschriften der Samenkontrollstationen) in einem Keimmedium angesetzt, das zu 60 % seiner wasserfassenden Kraft mit Wasser gesättigt ist. Ich möchte im folgenden jedoch auch untersuchen, ob und wieweit ein verschiedener Feuchtigkeitsgehalt des Keimbettes auf die Keimung des Klees Einwirkungen zeigt. Wenn auch die Art des Keimbettes nach Lascike (40) belanglos ist — dies trifft jedoch auch nur solange zu, als der Samen auf dem Keimmedium liegt, — so doch aber sicher nicht der Gehalt des Keimbettes an Feuchtigkeit. Auf trocknem Sande keimt der Klee selbstverständlich überhaupt nicht. Etwas Feuchtigkeit muß also zum Keimen immer vorhanden sein. Die folgenden Versuche sollen nun zeigen, wie sich die Keimfähigkeit verhält, wenn der Wassergehalt zunimmt.

Als Keimmedium verwandte ich reinen, ausgeglühten Quarzsand, der 20 Gewichtsprozent = 32 Volumprozent Wasser zur Sättigung seiner wasserfassenden Kraft brauchte. Ich setzte nun Versuche an mit Sand, der 1) zu 10, 2) zu 20, 3) zu 60, 4) zu 100 % seiner wasserfassenden Kraft gesättigt war und 5) in reinem Wasser (das Wasser stand 0.3 cm über dem Sande und die Samen schwammen oben darauf). Morgens und abends wurde das Gewicht mittels einer genauen Wage festgestellt und das verdunstete Wasser wieder bis zum vollen Ausgangsgewicht dazugegeben. Auf diese Weise glaube ich den Sättigungsgrad der Wasserkapazität des Sandes hinreichend gleichmäßig gehalten zu haben. Am Schluß des Versuches faßte ich die Ergebnisse zu vorliegender Tab. XI zusammen. Als Norm der Keimenergie am dritten und der Keimfähigkeit am zehnten Tage kann ich wohl die Zahlen betrachten, die sich unter den Bedingungen Nr. 3 ergaben. Diese Keimprozente stimmen auch mit denen der Tabelle 6 überein.

Es ergibt sich dann, wie als selbstverständlich vorauszusetzen war, daß bei 10 % seiner Wasserkapazität gesättigtem Sande die Keimenergie sehr stark geschädigt war, und zwar um 47,5%. Unter der zweiten Bedingung betrug der Rückgang der Keimenergie immer noch 20,25 %. Bei 4 und 5 ergaben sich 0,5 % mehr und 0,25 % weniger. Diese Schwankungen liegen noch innerhalb der Fehlergrenze.

Die Keimfähigkeit am zehnten Tage verhält sich zur Norm nicht ganz so ungünstig wie die entsprechenden Zahlen am dritten Tage von 1 und 2. Immerhin ist die Schädigung noch bei 1 33 %, bei 2 16,75 %. Die Ergebnisse zwischen 4 und 5 differieren von der normalen Keimung wieder so wenig, daß sie nicht außerhalb der Fehlergrenze liegen, selbst wenn man als solche nur das Doppelte des nach Gauss errechneten neuen mittleren Fehlers ansieht.

Es geht m. E. aus dieser Untersuchung klar hervor, daß eine Sättigung des Keimbettes von 60 % seiner Wasserkapazität ausreicht, um annähernd die höchsten Keimergebnisse zu erhalten. Weiter ist zu ersehen, daß eine geringere Sättigung der wasserfassenden Kraft des Keimbettes schnelle Abnahme der Keimprozente zur Folge hat. Dabei zeigt sich wieder, daß die Keimenergie empfindlicher ist als die Keimfähigkeit.

Zu der zweiten Versuchsreihe über den Einfluß des Gehalts an Feuchtigkeit bei den Samen auf ihre Keimfähigkeit verwandte ich Rotklee II (Erntejahr 24, schles. Prov.) und Canadischen Schwedenklee (Erntejahr 1923 und Abstammung dieselbe). Beide Kleesorten

Tabelle XI

Einfluß der Feuchtigkeit des Keimbettes auf die Keimung

Canadischer Schwedenklee schles. Provenienz des Jahres 1923. Versuchstage im Dezember 1923, Berlin, Institut für Acker- und Pflanzenbau

I	II	III		IV	V	VI		VII
Sättigungsgrad der Wasserkapazität des Keimbettes	Bis zum 3. Tage			MF %	Bis zum 10. Tage			MF %
	hart	geq.	gek. MF		hart	geq.	gek. MF	
1. 10% . . .	5,25	40,5	54,25 ± 0,94	1,74	5,0	34,5	60,5 ± 1,66	2,64
2. 30% . . .	4,5	24,0	71,5 ± 1,32	1,85	4,75	18,5	76,75 ± 1,70	2,22
3. 60% . . .	4,5	3,75	91,75 ± 1,37	1,50	3,5	3,0	93,5 ± 1,04	1,14
4. 100% . . .	4,25	3,5	92,25 ± 1,43	1,55	3,25	3,0	93,75 ± 0,87	0,92
5. destill. Wasser	4,25	4,25	91,5 ± 0,50	0,55	3,25	3,75	93,0 ± 0,41	0,44

waren während der letzten vier Wochen in einem trockenen Zimmer aufbewahrt worden. Die Temperatur schwankte in dieser Zeit von 12—18 Grad C. Das Tausendkorngewicht des Rotklees betrug beim Ansetzen des Versuches Nr. 1 1,853 g. Unter Nr. 2 der Tabelle XIIa findet sich derselbe Klee, nur war ihm in den letzten 48 Stunden Feuchtigkeit durch feuchte Luft zugeführt worden, indem ich ihn auf eine Schale ausgebreitet, bei gewöhnlicher Temperatur in ein Gefäß legte, dessen Wände und Boden mit nassem Fließpapier ausgekleidet waren. Rotklee II Nr. 2 hatte dadurch ein Gewicht von 1,942 erhalten. Der Klee von Nr. 3 des Versuches wurde genau so behandelt; nur am Einkeimungstage vier Stunden im Vakuumexsikkator bei 25 Grad getrocknet. Nach dem Versuch in dem Abschnitt „Die Temperatur" mußte das ohne Einfluß bleiben. Das Tausendkorngewicht dieser Samen betrug nach der Trocknung nur noch 1,869 g. Zwischen den Tausendkorngewichten der Samen und in Reihe 1 und 3 besteht eine Differenz von 0,026 g. Sie läßt sich durch Fehler im Abwägen und Aussuchen der Samen erklären und ist so gering, daß sie m. E. als Fehlergrenze nicht in Betracht kommt.

Bei dem Schwedenklee handelt es sich wieder um canadischen, schlesischer Herkunft aus dem Erntejahr 1923. Die Vorbehandlung war die gleiche wie bei Rotklee II. Die Tausendkorngewichte betrugen: 1) unbehandelt 0,696, 2) feucht 0,743, 3) angefeuchtet und getrocknet 0,699. Die Resultate dieser Versuche sind in Tabelle XIIb zusammengefaßt.

Es läßt sich aus der Tabelle XIIa und b entnehmen, daß die Hartschaligkeit bei beiden Kleearten durch die verschiedene Vorbehand-

Tabelle XIIa

Der Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes der Samen auf die Keimung bei Rotklee II schles. Herkunft

Versuchsjahr Februar 1925, Botan. Institut, Greifswald

I	II		III		IV	V		VI		VII
Tausendkorngew. in g	Bis zum 3. Tag				MF%	Bis zum 10. Tag				MF%
	hart	geq.	gek.	MF		hart	geq.	gek.	MF	
1,853	14,25	27,5	58,25	± 1,11	1,90	12,75	18,0	69,25	± 1,11	1,61
1,942	14,0	26,0	60,0	± 0,91	1,52	12,25	17,0	70,75	± 1,25	1,77
1,869	13,25	30,25	56,6	± 1,56	2,76	12,0	19,25	68,75	± 1,03	1,50

Tabelle XIIb

Der Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes der Samen auf die Keimung bei Canad. Schwedenklee schlesicher Herkunft

Versuchsjahr Dezember 1923, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Berlin

I	II		III		IV	V		VI		VII
Tausendkorngew. in g	Bis zum 3. Tag				MF%	Bis zum 10. Tag				MF%
	hart	geq.	gek.	MF		hart	geq.	gek.	MF	
0,696	3,5	5,0	91,5	± 0,27	0,30	2,75	2,75	94,5	± 0,69	0,72
0,743	3,5	0,25	96,25	± 0,48	0,50	2,25	0,0	97,75	± 0,24	0,25
0,699	3,25	6,75	90,0	± 0,71	0,75	2,0	4,5	93,5	± 0,27	0,29

lung kaum beeinflußt wurde, obwohl innerhalb der Fehlergrenze von 1 nach 3 in allen Fällen ein Fallen der Hartschaligkeit zu beobachten ist. Auch bei Canadischem Schwedenklee liegt die Abweichung am zehnten Tage noch innerhalb der Fehlergrenze. Dagegen ist die Keimenergie am dritten Tage bei 2 günstiger als bei 1 und bei 3 ungünstiger als bei 1. Das trifft sowohl für Rotklee als auch für Schwedenklee zu. Die Steigerung der Keimenergie bei Rotklee von 1 zu 2 beträgt 1,75%. Die mittlere Schwankung der beiden MF ist $\sqrt{1{,}11^2 + 0{,}91^2} = 1{,}44$. Das Doppelte hiervon ist zwar größer als die Abweichung, eine günstige Beeinflussung also nicht erwiesen, jedoch nach der Beobachtung der Keime anzunehmen. Die Schädigung der Keimenergie beim Rotklee zwischen 1 und 3 läßt sich rechnerisch ebenfalls nicht nachweisen; dazu ist sie zu gering. Die Beobachtung aber, daß die Keime nur sehr schwach waren und sehr langsam wuchsen, auch nach dem Keimen besonders, läßt sehr stark auf eine ungünstige Wirkung der Vorbehandlung schließen.

Beim Canadischen Schwedenklee ist die Differenz zwischen 1 und 2 auffallend groß. Die Differenz zwischen 1 und 3 ist jedoch nicht groß genug, um rechnerisch als Beeinträchtigung der Keimenergie nachgewiesen werden zu können. Sie beträgt 1,5%. Die mittlere Schwankung ist $\sqrt{0{,}71^2 + 0{,}27^2} = 0{,}82$. Das Doppelte ist größer als 1,5.

Die Keimfähigkeit am zehnten Tage zeigt, wie nicht anders zu erwarten war, daß die günstige oder ungünstige Beeinflussung durch die Vorbehandlung sich seit dem dritten Tage wieder stark vermindert hat. Besonders die negativen Ergebnisse von 3 gegenüber 1 sind so gering, daß sie nicht mehr nachgewiesen werden können. Dagegen hat die positive Wirkung von 2 beim Canadischen Schwedenklee sich besser gehalten. Sie beträgt 3,5 %. Die zweifache neue Schwankung ist nur 1,60 groß; die Differenz liegt außerhalb der Fehlergrenze.

Der Feuchtigkeitsgehalt im Samen ist also von günstigem Einfluß, wenn er kurz vor dem Einkeimen oder vor der Saat erhöht wird. Geht er aber durch irgendwelche Umstände wieder zurück, so ist eine Schädigung nicht ausgeschlossen. Wenn also trockener Kleesamen auf betautes Saatbeet gesät wird, oder der Ackerboden nur wenig feucht ist und die Sonne die Feuchtigkeit wieder wegnimmt, so daß der Same danach wieder eintrocknet, so kann sich ein ungünstiger Einfluß bemerkbar machen.

IV. Das Licht

Unter den Faktoren, welche die Keimung des Klees in mancher Beziehung zu beeinflussen vermögen, scheint mir das Licht nach den folgenden Untersuchungen nicht unwesentlich zu sein. In der Praxis der Landwirtschaft sagt man im allgemeinen: „Klee will bei der Keimung Himmel sehen." Es gibt nun zwei Gründe hierfür. Entweder braucht der Klee bei der Keimung die Sonnenenergie, weil nur durch die Sonnenstrahlen der Keimvorgang eingeleitet werden könnte. Es ließe sich wohl denken, daß die Lichtenergie auf dem Umwege über Wärmeenergie diese Wirkung ausüben kann. Zweitens aber kann man annehmen, daß der oben aufgeführte Leitsatz nur bedeuten soll, daß der Klee, wenn er keimen soll, nicht mit Erde bedeckt sein darf, weil der Keimling zu schwach ist, um die Erde zu durchbrechen. Bekanntlich soll ja mit der abnehmenden Größe der Samen und mit der Zunahme der Schwere (d. h. des Gehalts an abschlämmbaren Teilchen) des Bodens auch die Saattiefe abnehmen. Es fragt sich nur, ob dies soweit gehen muß, daß der Klee auf dem Boden liegen und nur fest angedrückt werden soll oder

aber, wenn auch nur flach, untergebracht werden darf. Diese Frage ist auch praktisch von einiger Bedeutung, und zwar insofern, als man den Klee unter Umständen mit Sommerung gut ausdrillen kann; vereinzelt findet man dieses Verfahren auch in der Praxis. Es ist selbstredend, daß man auf diese Weise den Klee billiger sät, als wenn man ihn später für sich allein säen muß. Für die Praxis liegt die Frage nun so, ob der Arbeitslohn für das zweite Säen teurer wird, oder ob der evtl. Verlust durch das Kleesommerungsdrillen den Arbeitslohn übersteigt. Ob nun tatsächlich ein Verlust, sei es durch das Licht oder durch das Fehlen von Licht, oder durch eine Bedeckung oder Nichtbedeckung des Klees, eintreten kann und aus welchem Grunde er eintritt, das möchte ich im Verlaufe dieser Ausführungen und der dazu gemachten Versuche zu zeigen versuchen.

Ehe ich indessen auf eigene Versuche eingehe, sei es mir gestattet, kurz einige Erfahrungen anderer Autoren zu erwähnen. Es war ja naheliegend, daß man dem Licht beim Keimen auch eine Wirkung zuschrieb, und es erfolgten auch schon frühzeitig Untersuchungen darüber. In der Hauptsache wurden jedoch nur Cerealien untersucht; meines Wissens liegen keine Versuche über kultivierte Kleearten vor. Die Ansichten darüber, ob die Wirkung des Lichtes eine günstige oder ungünstige sei, gehen auseinander. So äußert sich beispielsweise Stebler (73), daß das Licht vorteilhaft eingewirkt habe. Andererseits kommt Nobbe (52) zu dem entgegengesetzten Resultat. Eingehende Untersuchungen liegen u. a. auch von Cieslar (9) vor. Seine Versuche erstrecken sich nicht nur auf Licht- oder Dunkelheitseinwirkung auf die Keimung von verschiedenen Gräsern, sondern auch auf die Wirkung von verschiedenfarbigem Licht. Die beiden Faktoren Licht und Wärme sind indessen nicht klar getrennt, insonderheit ist auch nicht untersucht, welcher Anteil an einem etwaigen Erfolge dem ultraroten oder dem ultravioletten Lichte zufällt. Die Untersuchungsmethoden hierfür sind außerordentlich kompliziert gestaltet, während für die Praxis doch wiederum nur das weiße Licht in Frage kommt. Cieslar kommt zu dem Resultat, daß das Licht bei den verschiedenen Samen verschieden wirke, jedoch im allgemeinen derart, daß einige Samen n u r mit Licht keimen, andere auch ohne Licht; eine ungünstige Wirkung des Lichtes trat bei den untersuchten Pflanzen n i e ein. Auch Regel (65) machte die Erfahrung, daß das Licht die Keimung begünstige, ja, bei einigen Pflanzen Vorbedingung sei. Nach Kinzel (37) haben Rostrup und andere schwedische Forscher versucht, Rotklee und andere Leguminosen zu untersuchen, ob und wie Licht auf die

Keimung einwirkt. Einen Erfolg hatten sie jedoch nicht. KINZEL selbst untersuchte zwei Kleearten des Alpenlandes und konnte Begünstigung der Keimung durch Licht nachweisen. Ob das Licht durch Säuren ersetzt werden könnte und wieweit das möglich sei, untersuchte GASSNER (15a), jedoch meines Wissens auch nicht bei Klee. Schließlich sprechen sich auch HOLLRUNG (30, S. 139 ff.) und WITTMACK (77, S. 88) dahingehend aus, daß manche Samen in ihrer Keimung durch Licht gefördert, andere gehemmt werden. Dagegen kamen v. HUMBOLDT (32), MIRBEL (47), ROCHLEDER (69) und SENNEBIER (72), dieser mit Leguminosensamen, zu dem Resultat, daß Samen im Dunklen schneller keimen als im Licht.

Wie sich aus diesen Zeilen ersehen läßt, scheint die Frage, ob das Licht keimungshindernd oder gar schädigend sei, bisher erst wenig geklärt, Klee in dieser Hinsicht bis auf ganz wenige ergebnislose Versuche noch nicht untersucht zu sein, so daß sich die Möglichkeit bot, einiges zu ergänzen oder zu klären. Zu meinem ersten Versuche wandte ich als Keimmedium steriles Fließpapier an, auf dem auf zwei Lagen Kleesamen lag. Die nötige Feuchtigkeit wurde, nachdem beide Lagen Papier mit destilliertem Wasser befeuchtet waren, durch eine darunterliegende $^1/_2$ cm dicke, feuchte Schicht Sand zugeführt. Das Ganze befand sich in einer $1^1/_2$—2 cm hohen Petrischale, die durch eine etwas größere abgeschlossen wurde.

Als Saatgut verwandte ich solches, von dem mir die normalen, also nicht belichteten Keimverhältnisse schon bekannt waren. Es handelt sich um die schon mehrfach benutzten Kleearten schlesischer Herkunft.

Ganz eindeutig ergibt sich aus den Zahlen der Tabelle XIII, in der ich diese Versuche zusammengestellt habe, daß das direkte Sonnenlicht nicht nur nicht günstig, sondern sogar außerordentlich schädlich auf die Keimung aller Kleearten eingewirkt hat. Selbst ein so vorzügliches Saatgut wie der Canadische Schwedenklee, der nach 10 Tagen durchschnittlich 93,5% Keime hatte, keimte nur zu 31,5%. Während hier am zehnten Tage das Verhältnis noch 3:1 ist, war es am dritten Tage noch ungünstiger, nämlich 5:1, so daß schon bis zum zehnten Tage eine kleine Erholung eingetreten ist, obwohl das Licht nach wie vor einwirkte.

Es ist weiter aus den Versuchsreihen zu ersehen, daß das Licht eine Wirkung auf die Hartschaligkeit nicht ausübt, wenigstens nicht in der kurzen Zeit von zehn Tagen. Die Abweichungen sind außerordentlich gering und man kann aus ihnen daher keinerlei Schlüsse

Tabelle XIII

Die Wirkung des Lichtes

Versuch angesetzt
Versuchsjahr: Dezember 1923. Institute
Versuchsmaterial: Schles. Her-

I		II	III			IV
Kleearten		1.—3. Tag				
		hart	geq.	gek.	MF	MF%
Schles. Rotklee	14. .	4,0	78,75	17,25	+ 0,23	1,42
„ „	19. .	6,25	48,25	45,5	+ 0,96	2,11
„ Gelbklee	21. .	11,75	38,25	50,0	+ 0,91	1,82
„ Weißklee	21. .	5,5	26,25	68,25	+ 1,18	1,73
„ Schwedenklee	21. .	3,50	42,0	54,5	+ 2,22	4,07
Kolbes „	22. .	3,75	45,0	51,25	+ 1,93	3,76
Deutscher Weißklee	23. .	8,25	37,5	54,25	+ 1,65	3,02
Thüring. Gelbklee	23. .	7,0	20,5	72,5	+ 1,32	1,82
Canad. Schwedenklee	23. .	4,5	3,75	91,75	+ 0,45	0,52
Schles. Rotklee	14. .	4,25	95,75	—	—	—
„ „	19. .	6,25	93,75	—	—	—
„ Gelbklee	21. .	12,5	87,5	—	—	—
„ Weißklee	21. .	5,25	94,75	—	—	—
„ Schwedenklee	21. .	3,5	94,75	1,75	+ 0,48	27,21
Kolbes „	22. .	3,0	90,75	6,25	+ 0,85	13,68
Deutscher Weißklee	23. .	8,75	85,5	5,75	+ 0,48	8,34
Thüring. Gelbklee	23. .	6,5	81,0	12,5	+ 0,28	2,26
Canad. Schwedenklee	23. .	4,25	78,0	17,75	+ 0,62	3,52

ziehen, zumal sie auch bei den verschiedenen Kleearten bald negativ, bald positiv sind.

Eine pilztötende Wirkung des Lichtes läßt sich aus der 6. Spalte ebenfalls nicht erkennen. Dagegen wäre nur einzuwenden, daß evtl. das sogenannte sterile Fließpapier doch nicht ganz keimfrei gewesen wäre. Der folgende Versuch deutet nämlich etwas besser darauf hin, daß dem Lichte tatsächlich diese fungizide Wirkung zu eigen ist. Hier kommt jedoch allerdings wieder hinzu, daß in diesen Versuchstagen öfter und länger Sonnenschein war als während des ersten Versuches. Vielleicht ist dieser Umstand mit für die Wirkung des Lichtes etwas von Bedeutung gewesen. Dieser neue Versuch war in Tonschalen angesetzt, und zwar hauptsächlich deshalb wiederholt, weil ich glaubte, die Glasdeckel der Petrischalen hätten zu dicht geschlossen und durch den Luftabschluß ungünstig gewirkt. Die Tonschalen standen ca. 2 m vom Fenster ab und waren nicht bedeckt. Da es sich nur um eine Probe aufs Exempel handelte, setzte ich nur

Tabelle XIII

auf die Kleekeimung

in Petrischalen
für Acker- und Pflanzenbau, Berlin
kunft (s. auch Abkürzungen)

V		VI		VII	VIII	IX
	4.—10. Tag					
hart	geq.	gek.	MF	MF %	geschimmelt	
3,0	68,25	28,75	± 0,48	1,67	26,5	Keimschalen bedeckt, also verdunkelt
6,5	37,25	56,25	± 1,32	2,32	10,5	
9,25	19,25	71,5	± 1,49	2,08	5,25	
5,5	15,25	79,25	± 1,91	2,42	4,25	
3,5	17,25	79,25	± 1,25	1,58	4,75	
3,0	7,25	89,75	± 1,11	1,23	2,25	
8,0	25,25	66,75	± 1,60	2,40	1,75	
6,0	12,75	81,25	± 0,94	1,16	8,3	
3,5	3,0	93,5	± 0,87	0,93	2,0	
3,25	96,25	0,5	± 0,28	56,52	23,25	Keimschalen nicht verdunkelt
6,25	93,75	—	—	—	9,0	
9,0	90,75	0,25	± 0,24	97,90	6,5	
5,25	88,0	6,75	± 0,48	7,10	5,0	
3,5	88,25	8,25	± 0,48	5,81	6,25	
3,0	87,0	10,0	± 0,81	8,14	12,75	
8,0	76,75	15,25	± 0,48	3,14	16,75	
6,25	70,5	23,25	± 1,25	5,32	6,0	
3,75	64,75	31,5	± 0,86	2,75	1,5	

die letzten drei Kleearten wieder an, wobei sich dann die Resultate der Tabelle XIV ergaben.

Danach sind die Keimprozente durchaus nicht günstiger. Nur der Canadische Schwedenklee zeigte eine beträchtliche, nicht aufgeklärte Änderung. Von allen Kleearten war er bisher immer der unberechenbarste, dessen hohe Keimenergie und Keimfähigkeit sich jedoch oft allen Widerwärtigkeiten zum Trotz durchsetzte. Auffallend ist an diesem Versuch in der 8. Spalte, daß die Zahl der verschimmelten Körner in den belichteten Versuchen viel geringer war.

Interessant ist weiter ein Versuch, der sich auf den Erfahrungen dieser beiden vorher genannten aufbaut. Ich keimte bei diesem neuen Versuch die Samen in Tonschalen ein und ließ sie die ersten 10 Tage belichtet. Am 11. Tage wurden sie morgens lichtdicht zugedeckt und beobachtet, wie sich die gequollenen Samen weiter verhielten. Aus Tabelle XV kann man sich ungefähr ein Bild machen, wie die Wirkung in Erscheinung tritt.

Tabelle XIV

Der Einfluß des Lichtes auf die Kleekeimung

Versuchszeit: Dezember 23, Institut für Acker- und Pflanzenbau. Berlin
Kleearten: s. unter Abkürzungen. Versuch in offenen und verdeckten Tonschalen

I	II	III		IV	V		VI		VII	VIII
	a) Unbelichtet									
Kleearten	Bis zum 3. Tag			MF%	Bis zum 10. Tag				MF%	Geschimmelt
	hart	geq.	gek.	MF		hart	geq.	gek.	MF		
Deutscher Weißklee . .	8,25	35,5	56,25	± 0,85	1,52	7,75	26,25	66,0	± 0,91	1,38	21,5
Thüringer Gelbklee . .	7,25	20,0	72,75	± 1,18	1,62	6,75	13,5	79,75	± 1,75	2,19	10,25
Canadischer Schwedenklee.	4,25	3,5	92,25	± 1,11	1,20	3,75	2,0	94,25	± 0,75	0,79	3,5
	b) Belichtet										
Deutscher Weißklee . .	8,0	83,0	9,0	± 1,87	20,80	7,75	78,0	14,25	± 1,60	11,24	16,25
Thüringer Gelbklee . .	7,0	93,0	10,0	± 1,08	10,81	6,5	73,75	19,75	± 0,85	5,11	8,5
Canadischer Schwedenklee.	4,25	74,0	21,75	± 0,94	4,35	3,75	35,5	60,75	± 1,37	2,26	1,5

Außerordentlich stark hatte das Licht bei den Samen gewirkt, die schon ohnehin keine große Keimkraft besaßen. In diesem Falle waren es also besonders die älteren Jahrgänge, die durch große Schädigungen auffielen. Aber auch bei dem 1923er Klee sind am 10. unbelichteten Tage ca. 3—4mal soviel Samen aufgelaufen wie am 10. belichteten Tage. Am besten lassen sich die Unterschiede zahlenmäßig erfassen. Am 3. Tage lassen sich nur die drei letzten Kleearten vergleichen, da die ersten fünf Kleearten belichtet überhaupt keine Keime in den ersten drei Tagen brachten. Das Verhältnis bei deutschem Weißklee ist am dritten Tage belichtet (1.—10. Tag) zu unbelichtet (11.—20. Tag) also am 13. Tag, wie 1:10, bei Thüringer Gelbklee wie 1 : 6½, bei Canadischem Schwedenklee wie 1 : 5. Das Verhältnis wird natürlich günstiger, wenn man den 4.—10. Tag (belichtet) einmal mit dem 11.—13. Tag (unbelichtet) vergleicht. Da ergeben sich für 1914er Rotklee 1:14, für 1919er Rotklee 1:64½, für 1921er Gelbklee 1:22, für 1921er Weißklee 1:10, für 1921er Schwedenklee 1:9, für 1923er Weißklee 1:4, für 1923er Gelbklee 1:3, für 1923er Schwedenklee nicht ganz 1:3. Diese Steigerungen sind um so bemer-

kenswerter, als Klee doch im allgemeinen nach 10 Tagen seine Keimung beendet haben soll. In diesen ersten drei Tagen, wo die Samen bedeckt, also unbelichtet waren, haben sie beinahe alles das eingeholt, was sie in den ersten zehn Tagen an Keimen zu wenig geliefert hatten. Dementsprechend konnte natürlich die Zahl der Keime vom 14. bis zum 20. Tage, also dem 10. unbelichteten Tage, nicht mehr sehr zunehmen. Ich stelle im folgenden einmal kurz die Resultate dieser Tabelle vom 11.—13. und 14.—20. Tage, denen der Tabelle VI vom 1.—3. und 4.—10. Tage gegenüber, um einen guten Vergleich zu ermöglichen.

0		1	2	3	4	5	6
		Tab. XV 11.-13. Tg.	Tab. VI 1.-3. Tg.	+ −	Tab. XV 11.-13. Tg.	Tab. VI 4.-10. Tg.	+ −
Schles. Rotklee	14	14,75	17,25	− 2,5	16,25	28,75	− 12,5
„ „	19	48,25	45,5	+ 2,75	51,75	56,25	− 4,5
„ Gelbklee	21	68,5	50,0	+ 18,5	72,0	71,5	+ 0,5
„ Weißklee	21	73,5	68,25	+ 5,25	75,75	79,25	− 3,5
„ Schwedenklee	21	71,75	54,5	+ 17,25	76,5	79,25	− 2,75
Deutscher Weißklee	23	64,25	54,25	+ 15,75	65,5	66,75	− 1,25
Thür. Gelbklee	23	78,25	72,5	+ 8,75	82,5	81,25	+ 1,25
Canad. Schwedenklee	23	93,25	91,75	+ 5,75	94,75	93,5	+ 1,25

Die Spalten 3 und 6 geben an, um wieviel Prozent die Keimzahlen der Tabelle XV über denen der Tabelle VI stehen.

Aus dieser Gegenüberstellung kann man leicht entnehmen, daß im allgemeinen nach der belichteten Einkeimung vom 1.—10. Tag die Kleearten am 13. Tag besser abschnitten in bezug auf Keimzahl als die von vornherein belichteten am 3. Tage. Man könnte einwenden, daß im ersten Falle lt. Tabelle XV doch die Keime vom 4.—10. Tage von denen des 11.—13. abgezogen werden müßten. Dem ist aber entgegenzuhalten, daß die Samen, die unter der ungünstigen Lichteinwirkung gekeimt haben, sicher auch im 11.—13. Tage gekeimt hätten. Es übertreffen m. E. die Keime der Versuche der Tabelle XV am 11.—13. Tage die Anzahl der Keime der Versuche in Tabelle VI am 1.—3. Tage. Dieser scheinbar günstige Einfluß der ersten 10 Tage, an denen die Samen belichtet waren, ist m. E. weniger auf eine Reizwirkung des Lichtes als auf ein Vorquellen der Samen zurückzuführen. In dieser Ansicht bestärkt mich der Vergleich der Zahlen am 14.—20. Tage der Tabelle XV mit denen vom 4.—10. Tage der Tabelle VI. Fast ausnahmslos schneiden die Samen, welche erst zehn Tage belichtet waren, schlechter ab als die anderen. Die drei Ausnahmen bewegen sich innerhalb so enger Grenzen, daß man sie

Tabelle XV

Wirkung des Lichtes auf die Kleekeimung: erst 10 Tage belichtet, dann 10 Tage unbelichtet

Klee schles. Herkunft (s. auch Abkürzungen)

Versuchszeit: Juli 1924. Institut für Acker- und Pflanzenbau. Berlin

I	II	III		IV	V	VI		VII	VIII
a) Belichtet bis zum 10. Tag									
Kleearten	1. — 3. Tag			MF %	4. — 10. Tag			MF %	ge-schimmelt
	hart	geq.	gek.	MF	hart	geq.	gek.	MF		
Schles. Rotklee 14	4,5	95.5	—	—	4.25	94.75	1,0	± 0.41	41.24	2,10
Schles. Rotklee 19	6.5	93.5	—	—	6,5	92,75	0.75	± 0.48	63,93	10.25
Schles. Gelbklee 21	9.75	90.25	—	—	8.75	88.25	3,0	± 0.71	19.2	9.25
Schles. Weißklee 21	5.75	94,25	—	—	5,25	87.5	7.25	± 0.48	6,64	4.5
Schles. Schwedenklee 21	3.75	96.25	—	—	3.5	88.5	8.0	± 0.57	7,18	8,5
Deutscher Weißklee 23	8,5	85,5	6.0	± 0.41	6,87	8.0	76.5	15,5	± 0.65	4,18	14,25
Thüringer Gelbklee 23	6.5	81.25	12,25	± 1,31	10.72	6.5	68,75	24,75	± 1,11	4,48	8,75
Canad. Schwedenklee 23	4,0	77.5	18,5	± 1,04	5,62	3,75	62,75	33,5	± 1,19	3,56	1,0
b) Unbelichtet vom 11. — 20. Tag									
	11. — 13. Tag				14. — 20. Tag				
Schles. Rotklee 14	3.75	81,5	14.75	± 1.47	9.72	3.5	80,25	16,25	± 1.11	6,83	46,25
Schles. Rotklee 19	6,25	45.5	48,25	± 1,11	2,30	6,25	42,0	51,75	± 1,60	3,09	28,5
Schles. Gelbklee 21	9,0	22.5	68,5	± 1,04	1,52	8,5	19.5	72.0	± 2.10	2,92	1,75
Schles. Weißklee 21	5.25	21.25	73.5	± 1.19	1,62	5.25	19.0	75,75	± 1.16	1,53	16,75
Schles. Schwedenklee 21	3.5	24,75	71.75	± 0.94	1.31	3.25	20.25	76,5	± 1.19	1,56	18,25
Deutscher Weißklee 23	8.0	27.75	64.25	± 1.31	2,04	8,0	26,5	65,5	± 1.19	1,82	24,25
Thüringer Gelbklee 23	8,5	13.25	78,25	± 1.09	2,04	8.5	19.0	82,5	± 2,89	3,50	16,5
Canad. Schwedenklee 23	3,75	3,0	93,25	± 0.94	1,01	3.5	1,75	94,75	± 1,03	1,09	1,5

nicht zu einem gegenteiligen Beweis verwerten kann. Danach hat also das Licht nicht nur eine keimverzögernde Wirkung bis zum 10. Tag, wie sie aus Tabelle XIV und XIII schon hervorgeht, sondern sogar eine keimschädigende Wirkung. Ich gehe dabei von dem Standpunkt aus, daß nach dem 20. Tage kaum noch einige Samen keimen. Die Prozente für die geschimmelten Samen betragen in den Tagen vom 11.—20. Tag teils mehr als das Doppelte der Prozente für die Tage 1—10, teils aber auch weniger. Eine fungizide Wirkung des Lichtes läßt sich hieraus also nicht bestimmen.

Im Jahre 1925 stellte ich mit anderem Saatgut und unter etwas anderen Bedingungen wiederum einen solchen Lichtkeimversuch an. Es handelt sich hier um Weißklee I, Schwedenklee II und Rotklee II. Die Kleearten stammten aus dem Jahre 1924, waren schlesischer Herkunft und mir ebenfalls von der schlesischen Klee- und Grassamengenossenschaft überlassen worden. Die Bedingungen, unter denen die Samen keimten, waren insofern andere, als der Versuch im Februar 1925 im Botanischen Institut zu Greifswald (Professor Buder) gegenüber Juli 1924 in Berlin stattfand. Man kann die beiden Tabellen auch aus dem Grunde nicht ohne weiteres vergleichen, weil die Intensität der Belichtung im Juli selbstredend größer gewesen sein muß als im Februar. Wie stark aber das Licht auf die Kleekeimung einwirkt, läßt sich trotzdem veranschaulichen, und zwar am besten, wenn ich den Versuch kurz skizziere (Tab. XVI u. XVII).

Die Keimschalen mit den niedrigsten Keimzahlen standen etwa 1 m vom Fenster entfernt, die anderen anschließend daran, und zwar so, daß jede Schale nur um 12—14 cm weiter in das Innere des Zimmers kam. Die Temperatur im Zimmer betrug tags im Mittel 18 Grad C, nachts im Mittel 15 Grad C. Die Erwärmung der Schalen durch Sonnenlicht war minimal, da die Sonne im Februar noch nicht viel Kraft hatte. Der Wassergehalt der einzelnen Schalen der Versuche der Tab. XVI, XVII u. XVIII war so reguliert, daß wie bei allen Keimversuchen das verdunstete Wasser morgens und abends nach Gewicht wieder zugegeben wurde. Auf diese Weise glaube ich Fehler, die durch verschieden starke Wasserverdunstung der bedeckten und nicht bedeckten Keimschalen entstehen hätten können, auf ein Mindestmaß beschränkt zu haben. Eine Bedeckung der belichteten Keimschalen mit Glasscheiben kam daher nicht in Frage, weil ich die Versuchsbedingungen natürlich denen im Vorjahre möglichst ähnlich machen wollte.

Ich möchte nicht auf die einzelnen Zahlen der Tabelle XVI eingehen. Wenn die Keimschalen, die am weitesten im Zimmer stehen,

Tabelle XVI (Skizze)

Versuch über die Stärke des Einflusses

Februar 1925. Greifswald, Botan. Institut, Saatgut von der

Fenster ↑ Fenster ↑

I	II			III			IV		
	Belichtet								
	1.—3. Tag								
	Weißklee I			Schwedenklee II			Rotklee II		
	hart	geq.	gek.	hart	geq.	gek.	hart	geq.	gek.
Einzelbeobachtung 1	78	20	2	68	26	6	24	66	10
2	78	19	3	62	31	7	22	53	25
3	64	29	7	60	30	10	18	53	29
4	70	22	8	54	33	13	16	55	29
im Mittel:	72,50	22,50	5,0	61,0	30,0	9,0	20,0	56,75	23,25
	4.—10. Tag								
Einzelbeobachtung 1	21	65	14	6	75	19	10	46	44
2	16	66	18	10	65	25	8	56	36
3	9	67	24	7	66	27	12	47	41
4	11	65	24	8	61	31	14	36	50
im Mittel:	14,25	65,75	20,0	7,75	66,75	25,5	11,0	46,25	42,75

↓ Zimmer-Inneres

2—4mal soviel Keime haben wie diejenigen, welche dem Fenster am nächsten stehen, so spricht das für sich. Am wenigsten ließ sich in diesem Versuche der Rotklee II vom Licht in seiner Keimung beeinflussen. Auch in diesem Versuch wurde wieder bestätigt, daß die Keimenergie am dritten Tage bei den belichteten Samen, verglichen mit den unbelichteten, viel mehr geschädigt wurde als die Keimfähigkeit am 10. Tage. So betrug der Unterschied der Keimung bei Weißklee I am 3. Tage das 14fache, am 10. Tage nur noch das 4fache; bei Schwedenklee II das 8fache am 3. Tage, das $3^1/_3$fache am 10. Tage; bei Rotklee II das $2^1/_2$fache und $^2/_3$fache.

Auffallend ist, daß sich in den belichteten Schalen so außerordentlich viel hartschalige Samen fanden. Meines Erachtens kann es sich wohl kaum um eine Hartschaligkeit im Sinne des ersten Kapitels handeln. Diese Meinung wird dadurch bestärkt, daß vom 3. bis 10. Tage auch bei den belichteten Samen die hartschaligen Körner sehr erheblich an Zahl abgenommen haben. Es kann sich hier teilweise wohl nur um eine kleine Verzögerung der Wasseraufnahme

Tabelle XVI (Skizze)

des Lichtes auf die Kleekeimung

schles. Klee- und Grassamenbaugesellschaft (s. Abkürzungen)

Fenster ↑ — Fenster ↑

V			VI			VII		
Unbelichtet								
1.— 3. Tag								
Weißklee I			Schwedenklee II			Rotklee II		
hart	geq	gek.	hart	geq.	gek.	hart	geq.	gek.
6	22	72	8	20	72	16	25	59
8	19	73	7	16	77	19	24	57
6	24	70	9	17	74	14	26	60
9	22	69	9	21	70	13	30	57
7,25	21,75	71,0	8,25	18,5	73,25	15,50	26,25	58,25
4.—10. Tag								
6	6	88	8	9	83	14	12	74
8	3	89	6	2	92	13	19	68
6	18	76	9	3	88	12	18	70
9	14	77	9	9	82	12	23	65
7,25	10,25	82,5	8,0	5,75	86,25	12,75	18,0	69,25

↓ Zimmer-Inneres

handeln, die durch die keimungshemmende Wirkung des Lichtes hervorgerufen wird.

Die mittleren Fehler sind in dem vorliegenden Versuche, wie aus Tabelle XVII hervorgeht, außerordentlich hoch. Eine Erklärung gibt die Tatsache, daß die Samen der vier verschiedenen Einzelbeobachtungen nicht unter den gleichen Bedingungen keimen, weil die einzelnen Tonschalen jeder Kleeart nur vertikal zum Fenster und nicht parallel dazu aufgebaut waren. Es war das ein Grund mit, weshalb ich die großen Abweichungen der Einzelbeobachtungen vom Mittel zuerst in Form einer Skizze mit allen Wiederholungen zeigte.

In den bisherigen Versuchen über die Einwirkung des Lichtes auf die Keimung der Kleesamen handelte es sich stets um Tageslicht. Es war interessant festzustellen, ob und wie auch elektrisches Licht eine Einwirkung zeigt. Die Zusammenfassung dieser Versuche liegt in der Tabelle XVIII vor. Die Anordnung bei der Versuchsanstellung war folgendermaßen getroffen: eine Glühbirne von 25 Kerzen belichtete die Keimschalen von oben her. Die Entfernung betrug 60 cm.

Tabelle XVII

Zusammenfassung und Übersicht zu Tabelle 16

I	II	III	IV	V	VI	VII
	a) Unbelichtet					
	bis zum 3. Tag		MF	bis zum 10. Tag		MF
	hart	geq.	gek. MF	%	hart	geq.	gek. MF	%
Weißklee I . .	7,25	21,75	71,0 ± 0,91	1,28	7,25	10,25	82,5 ± 3,48	4,22
Schwedenklee II	8,25	18,5	73,25 ± 1,49	2,03	8,0	5,75	86,25 ± 2,5	2,89
Rotklee II . .	14,25	27,5	58,25 ± 0,75	1,29	12,75	18,0	69,25 ± 1,89	2,73
	b) Belichtet							
Weißklee I . .	72,5	22,5	5,0 ± 1,47	29,48	14,25	65,75	20,0 ± 2,45	12,25
Schwedenklee II	61,0	30,0	9,0 ± 1,58	17,57	7,75	66,75	25,5 ± 2,50	9,80
Rotklee II . .	20,0	56,75	23,25 ± 4,52	19,41	11,0	46,25	42,75 ± 2,93	6,80

Es handelt sich hier zwar zum Teil um anderes Saatgut wie in den vorhergehenden Versuchen, doch läßt sich prozentual feststellen, daß die Einwirkung dieses schwachen Lampenlichtes bei weitem nicht die des Tageslichtes erreicht. Eine Schädigung der belichteten Keime um die Hälfte oder gar 13/14 der unbelichteten Samen, wie in Tab. XVII, wird hier nirgends erreicht. Die Beize hat sich als günstig gegenüber den ungebeizten Keimen erwiesen; nur der Inkarnatklee macht eine Ausnahme dadurch, daß seine Keimprozente am 10. Tage mit 93,25 ungebeizt, gegenüber 89,75 gebeizt, um 3,50 % schlechter sind als die ungebeizten. Inwieweit aber hier die Einwirkung der Beize in Betracht kommt, soll an dieser Stelle nicht weiter untersucht werden. Erwähnt sei nur, daß es sich bei der Beize um Kupferacetat handelte, und um eine Einwirkungsdauer von einer halben Stunde bei einer Konzentration von 0,25 %.

Angeregt durch diese Versuche und von Herrn Professor Opitz darauf hingewiesen, daß in dieser Hinsicht noch wenig gearbeitet sei, stellte ich auch Freilandversuche im Jahre 1925 an, um zu untersuchen, welchen Einfluß die Deckfrucht in dieser Hinsicht hat.

Zu diesem Zweck benutzte ich als Deckfrucht Roggen, der auf 20 cm gedrillt war. Ich säte den Klee zwischen die Drillreihen ein und drückte ihn leicht fest. Die Kleesaat erfolgte im April 1925, der Roggen war bereits 15—16 cm lang. Die vier Parzellen waren je 2 qm groß. Auf vier Parallelparzellen wurde der Roggen weggehackt, der Boden angedrückt, dann der Klee ebenfalls auf 20 cm Reihenweite gedrillt und festgedrückt. Das Drillen geschah mittels einer Glasröhre und Vermischen des Klees mit der 20fachen Gewichtsmenge Sand. Dieser war keimfrei gemacht worden durch Aus-

waschen mit 10proz. Salzsäure, Auswaschen in Wasser und Glühen. Es fielen pro qm 600 Samen. Der Versuch lief wie alle anderen Versuche in vierfacher Wiederholung. Die Keimzahlen jeder Parzelle wurde in Hundertteilen ausgedrückt. Die Zahlen der Tabelle XIX sind Mittelwerte der aus den 4 Parzellen gewonnenen Keimprozente. Unter Dgw ist in der Tabelle (siehe auch Abkürzungen) das Durchschnittsgewicht der Trockenmasse der einzelnen Kleepflanze am 30. Tage angegeben. Die Gewichte für diese Trockenmasse sind in 0,001 g = 1 mg angegeben. Diese Zahlen erhielt ich auf folgende Art: Nach zweistündigem Austrocknen aller lufttrockenen, genau über der Erdoberfläche abgeschnittenen Pflanzen einer Parzelle bei 100° C im Exsikkator wurde die Trockenmasse insgesamt gewogen und durch die Zahl der Pflanzen der betreffenden Parzelle dividiert. Aus den 4 Zahlen der vier Parzellen wurde dann das arithmetische Mittel berechnet. Der Versuch entspricht in der Anordnung genau den Laboratoriumsversuchen, nur daß je eine Keimschale mit 100 Samen durch eine Parzelle zu 2 qm mit 1200 Samen ersetzt ist.

Aus der Tab. XIX ist nun zu entnehmen, daß am 3. Tage die Kleearten ohne Deckfrucht um 1 % bis 6,25 % schlechter keimten, als diejenigen mit Deckfrucht. Eine Ausnahme macht nur der Rotklee II. Am 10. Tage hat ebenfalls der Klee mit Deckfrucht noch einen geringen Vorsprung gegenüber dem Klee ohne Deckfrucht, und zwar von 1,25 %—5,75 %. Der Rotklee II hat sich ausgeglichen; eine Ausnahme macht jetzt aber der Schwedenklee. Die Differenzen liegen zwar alle einseitig mit einer Ausnahme zugunsten des Klees ohne Deckfrucht, sind jedoch so gering, daß sie nicht aus der Fehlergrenze herauskommen bis auf Gelbklee I am 10. Tage.

Von großem Interesse sind weiter die Zahlen, die sich für die Durchschnittsgewichte ergeben haben. Die Differenzen zwischen denen, welche aus den Kleesamen ohne Deckfrucht und denen mit Deckfrucht resultieren, sind in allen Fällen nicht sehr groß, wie sich rein zahlenmäßig nachweisen läßt. Der Klee ohne Deckfrucht hatte zwar durchweg höhere Durchschnittsgewichte für die einzelnen Pflanzen, die Differenzen liegen aber alle nicht außerhalb der Fehlergrenze. Bei Rotklee ist die Differenz 2 mg. Nach der Gaussschen Formel $\sqrt{0{,}91^2 + 2{,}77^2} = 2{,}92$ ist die mittlere neue Schwankung aber sogar größer als die Differenz, so daß hier die Differenz innerhalb der Fehlergrenze liegt. Bei Inkarnatklee I ist die neue Schwankung 2,91. Die Differenz zwischen Inkarnatklee I ohne und mit Deckfrucht beträgt 5 mg. Sie ist also noch nicht das Doppelte der neuen Schwankung, so daß auch hier ein Einfluß der Deckfrucht

nicht als sicher bestehend angesehen werden kann. Noch weniger trifft das für Weißklee I zu. Bei Schwedenklee ist die Spanne 4 mg, die neue mittlere Schwankung aber 2,48. Infolge der Größe der mittleren Fehler ist eine Einwirkung der Deckfrucht abermals nicht nachzuweisen. Dasselbe gilt auch für Gelbklee I.

Nach dieser Untersuchung der Werte der Tabelle XIX erscheint es fraglich, ob man bezüglich der Belichtung einen Einfluß der Deckfrucht auf den Klee als bestehend ansehen kann oder nicht. Bis auf wenige Ausnahmen sind die Abweichungen geringer als die doppelten neuen mittleren Schwankungen nach Gaussscher Fehlerberechnung. Andererseits aber kann man nicht verkennen, daß die absoluten Werte mit nur zwei Ausnahmen dafür sprechen, daß eine Beeinflussung tatsächlich stattgefunden hat; auch sahen die Kleepflanzen ohne Deckfrucht kräftiger und größer aus. Es ist nicht ausgeschlossen, daß ein längere Zeit fortgeführter Versuch eindeutig klare Ergebnisse liefert, obwohl sich die Fehler mit der Länge der Zeit auch vergrößern. Bekanntlich dunstet nun aber ein mit Pflanzen bestandener Boden mehr Wasser aus (Neye, 49) als ein nackter Boden, so daß bei diesem Versuch wahrscheinlich auch Unterschiede in den Wasserverhältnissen bestanden haben. Daß diese sich auf die Keimung bemerkbar gemacht haben, bedarf keiner weiteren Erklärung.

Wie aus allen Tabellen dieses Abschnittes ersichtlich ist, hat das Licht auf die Kleekeimung sicher eine keimverzögernde oder gar keimverhindernde Wirkung ausgeübt, in keinem Falle eine günstige. Ob das Licht nun als solches wirkt, vielleicht durch ultraviolette Strahlen, ist noch nicht sicher festgestellt. Die ultraroten Strahlen kommen als schädigender Teil des Lichtes wohl nicht in Frage, da sie ja bekanntlich günstig auf die Stärkebildung einwirken oder auch dem Pflanzenkeim durch Umwandlung in Wärme nützen. Nach Hollrung (29) ist es wahrscheinlich, daß das Licht in der Hauptsache die Atmungserregung bewirkt; je größer diese, desto größer die Arbeit der Encyme, desto mehr Nährstoffe bekommt der Keimling zu gleicher Zeit. Eine Schädigung durch das Licht ließe sich dann vielleicht dadurch erklären, daß die Encyme überreizt und geschädigt werden, so daß nach der ersten Anregung später bei weiterer Zufuhr von Licht und eventuell auch Wärme ein Zeitpunkt kommt, wo die Encyme völlig versagen.

V. Die Temperatur

Wie sich schon aus dem Kapitel über das Alter ergibt, fällt auch der Temperatur eine außerordentlich wichtige Rolle bei der Keimung zu. Schon Schlipf (71) gibt an, daß die unterste Grenze für die Keimung bei Klee und Luzerne bei + 1° C liegt. Eine noch tiefere Temperatur würde also zur Folge haben, daß der Klee nicht keimt. Es wäre dagegen wohl denkbar, daß er quillt und verschimmelt, obwohl nicht gerade anzunehmen ist, daß unter 1° C sich die Schimmelpilze stark vermehren. Ferner könnte die Keimfähigkeit Einbuße erleiden, wenn der Klee zu lange Zeit in gequollenem Zustande in der Erde liegt. Diejenige Wärmemenge, welche nötig ist, um den Samen aus der Ruhe zum Arbeiten, zum Keimen zu bringen, nennt man die Keimwärme. Sie entstammt entweder der den Samen umgebenden Luft und dem Keimmedium durch Leitung, oder dem Sonnenlicht durch Strahlung und dient dazu, das lebende Protoplasma zur Atmung, Umformung von Stärke usw. anzuregen. Ist der Vorgang des Keimens einmal in Gang gebracht, so erzeugt der Keimling auch selbst Wärme. Dieser Vorgang ist leicht erklärlich, weil die Keimung mit vermehrter Atmung verbunden ist; diese ist nun ja weiter nichts wie eine Oxydation oder Verbrennung und bei jeder Verbrennung wird ja bekanntlich Wärme frei. Es ist dies dieselbe Wärmemenge, welche die Pflanze bei der Assimilation aufgenommen hatte. An kalten Tagen würde der junge Keimling oft ohne diese selbsterzeugte Wärme erfrieren.

Der Einfluß der Temperatur auf die Keimung des Klees ist, wie schon gezeigt, teilweise bekannt oder doch leicht erklärlich; vollständig untersucht ist er jedoch meines Wissens noch nicht. Beispielsweise liegen Zahlen für Optimum und Maximum der Wärmeeinwirkung für die Kleekeimung, sowie für wechselnde Temperaturen noch nicht vor.

Über das Maximum der Kleekeimungstemperatur brauche ich nur wenige Worte zu sagen. Man versteht bekanntlich darunter die Temperaturgrenze, bei der der Klee gerade noch nicht völlig getötet wird. Da der Keimprozeß nun an lebendes Eiweiß gebunden ist, so muß das Maximum für Klee wie bei allen Pflanzen bei der Gerinnungstemperatur des Eiweißes, also bei 60° C liegen. An dieser Temperaturgrenze wird das lebende Plasma zu totem Eiweiß, und zwar, wie schon am Ende des zweiten Abschnittes gesagt wurde, um so mehr, je mehr Feuchtigkeit der Same enthält.

Weit schwieriger schon ist die Antwort auf die Frage zu geben, bei welcher Temperatur das Optimum der Kleekeimung liegt. Unter

Tabelle XVIII

Einwirkung des elektrischen

Februar 1925. Botan. Institut Greifswald. Saatgut schles. Herkunft (s. Abkürzungen). Lösung gebeizte

I	II	III	IV	V	VI	VII
	Ungebeizt					
	a) Belichtet mit 25 Kerzen					
	Bis zum 3. Tag			Bis zum 10. Tag		
	hart	geq.	gek.	MF	MF%	hart	geq.	gek.	MF	MF%
Inkarnatklee I . .	12.0	34,75	53.25	± 1,18	2,22	10.75	16.75	72.5	± 1.50	2.07
Rotklee II	18.75	54.75	36.50	± 1,04	2,85	14,50	27,25	58.25	± 1.37	2.36
Weißklee I . . .	18.5	23.0	58.50	± 1,19	2,04	16,25	21.0	62.75	± 1.70	2.71
	b) Unbelichtet									
Inkarnatklee I . .	3,25	18.0	78.75	± 0,75	0.95	3.25	3.50	93.25	± 0.25	0.27
Rotklee II	14.25	27.50	58.25	± 0,69	1,18	12.75	18.0	69.25	± 1.89	2.73
Weißklee I . . .	7.25	21.75	71.0	± 0,91	1.28	7.25	10.25	82.5	± 2.96	3.58

dem Optimum versteht man den Temperaturabschnitt, in dem sich die meisten Kleekeime innerhalb der kürzesten Zeit aus dem Samen bilden. An Versuchen, die in dieser Hinsicht Klarheit schaffen sollen, habe ich angestellt: a) solche, bei denen die Temperatur auf die Samen während der Keimung 1. gleichmäßig, 2. wechselnd einwirkt; b) solche, bei denen ich die Temperatur schon vorher einwirken ließ. Zu diesem Versuche waren mir in Greifswald die Zimmer einer vorübergehend leerstehenden, neuen Wohnung zur Verfügung gestellt worden. Die Wasserregulierung erfolgte dergestalt, daß morgens und abends das verdunstete Wasser nach Gewicht wieder zugegeben wurde, wie zu den vorhergehenden Versuchen. Zu dem Versuch a, 1 setzte ich 5 verschiedene Kleearten vier verschiedenen, aber in sich gleichmäßigen Temperaturen von 10, 20, 30 und 40 Grad C aus, wobei allerdings Schwankungen bis zu 2.1 Grad C nach oben oder nach unten nicht vermieden werden konnten. Die Temperaturen wurden morgens um 8, mittags um 12 und abends um 10 Uhr aufgeschrieben und die Heizung danach reguliert. Die Ergebnisse dieser Versuche enthält Tabelle XX.

Für die harten Samen ergibt sich aus der Tabelle XX für alle 5 Kleearten, daß ihre Zahl mit der Erhöhung der Temperatur beim Keimen etwas abnimmt. Wie aus den Zahlen am 10. Tage hervorgeht, tritt bei dem Klee, der 40 Grad warm gehalten wurde, keine wesentliche Besserung mehr ein, im Gegensatz zu dem Klee, der nur

Tabelle XVIII

Lichtes auf die Kleekeimung

a) und b) ungebeiztes, c) und d) mit Kupferacetat eine halbe Stunde in 0,25%iger Saatgut

VIII	IX			X	XI	XII			XIII
Gebeizt									
c) Belichtet mit 25 Kerzen									
Bis zum 3. Tag					Bis zum 10. Tag				
hart	geq.	gek.	MF	MF%	hart	geq.	gek.	MF	MF%
4.0	38.75	57,25	± 1.11	1,98	1,0	32,5	66.5	± 0.87	1.30
11.75	34.0	54.25	± 1.80	3,31	8.75	28,0	63.25	± 1.03	1.63
33.5	15.5	51.0	± 9,82	19,29	9,0	25.25	65,75	± 2,29	3,49
d) Unbelichtet									
0.5	11.5	88,0	± 1.47	1,67	—	10.25	89.75	± 0,48	0.53
20.75	7.5	71,75	± 1.93	2,69	16,75	7,0	76,25	± 1.93	2.53
13.25	1.75	85.0	± 0,91	1,07	11,0	2,5	86.5	± 1,04	1,20

30 Grad C warm stand; bis zum 3. Tage war allerdings stets noch eine geringe Verminderung der Zahl der harten Körner in den Keimschalen mit einer Temperatur von 40 Grad C gegenüber denen von 10 bis 30 Grad C vorhanden. Für die Praxis dürfte dieses Verhalten der Kleesamen aus naheliegenden Gründen nicht von Bedeutung sein.

Die Keimenergie am dritten Tage nimmt allgemein, wenn auch in wechselnden Prozentsätzen bis zu 30 Grad C zu und dann deutlich wieder ab. In einzelnen Fällen kann bei 40 Grad C schon die Keimenergie unter die bei 10 Grad C erreichte herabsinken; in der Mehrzahl der Fälle jedoch liegt sie dicht darüber. Die Steigerung der Keimenergie im günstigsten Falle, die hier bei allen Kleearten bei etwa 30 Grad C liegt, gegenüber den ungünstigsten Zahlen, die sich bei 10 Grad C ergaben, beträgt ca. $^1/_6$—$^1/_5$ des bei 10 Grad C erhaltenen Wertes.

Wenn ich unter den vier untersuchten Temperaturen auch die günstigsten Zahlen für die Keimenergie bei 30 Grad C erhielt, so kann doch das Optimum auch zwischen 20 und 30 oder sogar zwischen 30 und 40 Grad C liegen. Jedenfalls aber scheint es nicht weit von 30 Grad C entfernt zu sein. Bei allen untersuchten Kleearten ist nämlich die Differenz zwischen dem gefundenen Wert bei 30 und dem bei 40 Grad C um ein Mehrfaches größer als die Differenz zwischen den Werten bei 30 und 20 Grad C. Um nun zu erfahren, ob das Optimum unter oder über 30 Grad C liegt, habe ich

Tabelle XIX

Einfluß der Deckfrucht in bezug auf die Belichtung der Kleekeime

April 1925. Greifswald, Stadtacker. Deckfrucht Roggen. Parallelversuch ohne Deckfrucht. Saatgut schles. Herkunft

I	II		III		IV	V		VI
a) Ohne Deckfrucht								
Es keimten bis zum	3. Tag	10. Tag	15. Tag	MF	MF %	Dgw in mg am 30. Tg.	MF	MF %
Rotklee II	36,5 %	65,25 %	65,25 %	± 1,11	1,70	131	± 0,91	0,7
Inkarnatklee I	52,25 %	79,25 %	80,0 %	± 2,61	3,27	136	± 1,13	0,74
Weißklee I	46,0 %	72,0 %	76,25 %	± 1,11	1,45	114	± 2,41	2,12
Schwedenkl. II	50,5 %	79,5 %	79,0 %	± 1,61	2,04	122	± 2,04	1,67
Gelbklee I	37,5 %	68,25 %	69,5 %	± 1,19	1,72	119	± 3,0	2,52
b) Mit Roggendeckfrucht								
Rotklee II	32,75 %	66,0 %	67,25 %	± 0,62	0,92	129	± 2,77	2,14
Inkarnatklee I	58,5 %	83,25 %	84,0 %	± 1,35	1,61	131	± 2,68	2,04
Weißklee I	49,25 %	74,5 %	76,25 %	± 1,31	1,72	110	± 3,76	3,36
Schwedenkl. II	51,5 %	78,25 %	78,25 %	± 1,70	2,18	118	± 1,41	1,20
Gelbklee I	39,25 %	74,0 %	74,0 %	± 1,47	1,99	117	± 2,27	1,94

die Zu- bzw. Abnahme der Keimzahlen in Form einer Kurve aufgezeichnet. Die Strecke 10 — 20 — 30 — 40 gibt die Temperaturen an, die dazugehörigen Höhen die Differenzen der Keimzahlen der betreffenden Temperaturen von der Keimzahl bei 10 Grad C, und zwar in Prozent der letzteren.

Daraus scheint sich für Rotklee 1914, wenn man die Kurve auszeichnet, zu ergeben, daß das Optimum etwa bei 31—32 Grad C liegt, da keine Anzeichen dafür sprechen, daß die Kurve gebrochen verlaufen muß (s. Kurventafel 20 b und folgende Zusammenstellung).

In allen anderen Fällen zeigte ebenfalls die Keimenergie am dritten Tage das Optimum erst dicht über 30 Grad C, welches bei den einzelnen Kleearten nur ganz wenig schwankt, und zwar zwischen 31 und 32 Grad C. Auch die Keimfähigkeit am 10. Tage zeigte ein ähnliches Bild.

Eine weitere Eigentümlichkeit, die allen 5 Kleearten gemeinsam ist, bis auf Canadischen Schwedenklee, ist die, daß bei 40 Grad C die Zunahme der Keime vom 4.—10. Tag geringer ist als die bei 30, 20 und 10 Grad C.

Das Optimum versuchsmäßig genauer festzustellen, scheiterte an der Größe der Fehler. Der Temperatur schwankte wie oben an-

Tabelle XX

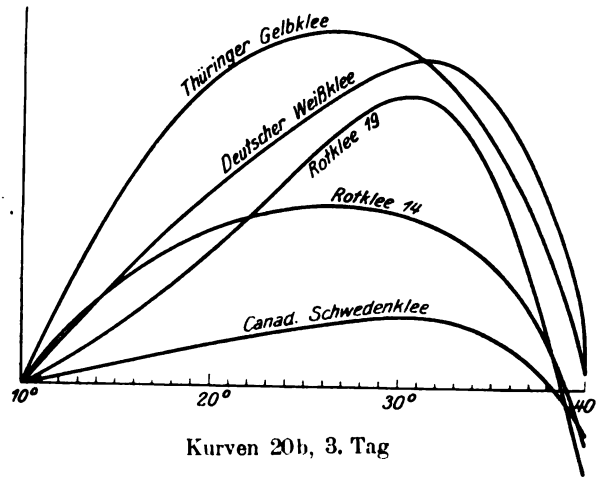
Der Einfluß verschiedener gleichmäßiger Temperaturen während des Keimens auf die Keimung

Dezember 1923 bis Januar 1924, Greifswald, eigene Zimmer
Saatgut schlesischer Herkunft

I	II		III		IV	V		VI		VII
	1.—3. Tag					4.—10. Tag.				
Temperatur	hart	geq.	gek.	MF	MF%	hart	geq.	gek.	MF	MF%
Rotklee 1914										
10° C . .	4,5	78,75	16,75 ± 1,03		6,15	4,0	68,75	27,25 ± 1,25		4,58
20° C . .	4,25	78,25	17,50 ± 0,96		5,50	4,0	66,50	29,50 ± 0,96		3,26
30° C . .	4,0	77,75	18,25 ± 0,85		4,65	3,0	67,25	29,75 ± 0,48		1,63
40° C . .	3,75	79,5	16,75 ± 0,85		5,10	3,0	70,50	26,5 ± 0,65		2,45
Rotklee 1919										
10° C . .	6,50	53,25	40,25 ± 1,11		2,76	6,25	42,25	51,50 ± 1,32		2,57
20° C . .	6,25	48,75	45,0 ± 1,15		2,56	6,0	38,75	55,25 ± 1,03		1,86
30° C . .	6,0	46,75	47,25 ± 1,03		2,18	5,5	35,0	59,5 ± 1,04		1,75
40° C . .	5,75	52,25	42,0 ± 0,91		2,17	5,75	45,0	49,25 ± 1,31		2,66
Canadischer Schwedenklee 1923										
10° C . .	4,25	12,75	83,0 ± 1,08		1,30	3,25	6,25	90,5 ± 1,19		1,32
20° C . .	4,0	6,25	89,75 ± 0,75		0,83	3,25	4,25	92,5 ± 0,65		0,70
30° C . .	4,0	3,5	92,5 ± 0,96		1,04	3,0	3,0	94,0 ± 0,81		0,86
40° C . .	3,75	14,25	82,0 ± 0,71		0,86	3,0	8,75	88,25 ± 1,31		1,49
Deutscher Weißklee 1923										
10° C . .	9,0	43,0	48,0 ± 1,08		2,25	8,50	32,25	59,25 ± 1,43		2,42
20° C . .	8,0	38,25	53,75 ± 0,85		1,59	8,0	26,75	65,25 ± 0,94		1,44
30° C . .	7,75	35,5	56,75 ± 0,48		0,85	7,0	23,50	69,5 ± 0,50		0,72
40° C . .	7,0	38,25	54,75 ± 0,85		1,56	7,0	33,0	60,0 ± 0,71		1,18
Thüringer Gelbklee 1923										
10° C . .	8,25	28,75	63,0 ± 1,08		1,72	7,25	21,25	71,5 ± 1,19		1,67
20° C . .	7,5	21,0	71,5 ± 1,50		2,10	7,0	11,0	82,0 ± 0,91		1,11
30° C . .	6,5	17,75	75,75 ± 1,03		1,36	6,0	9,5	84,5 ± 0,96		1,14
40° C . .	6,25	28,25	65,50 ± 0,28		0,43	6,0	21,75	72,25 ± 0,85		1,18

gegeben um 2,1 Grad nach oben und nach unten. Die Versuche mit 25 und 35 Grad C wurden daher vorzeitig abgebrochen.

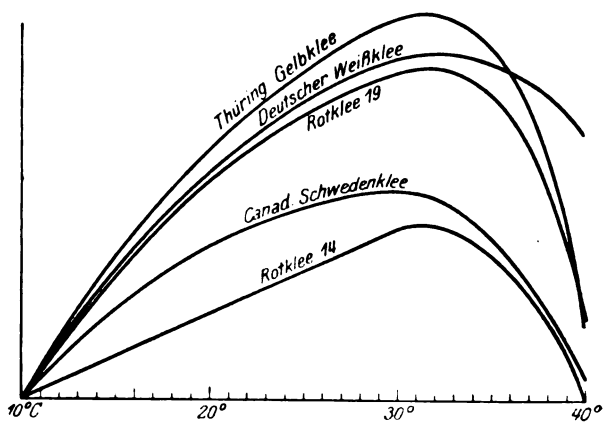
Die zweite interessante Frage ist nun, wie sich die Kleekeime entwickeln, wenn eine wechselnde Temperatur auf sie einwirkt, wie sie ja auch in den verschiedensten Abstufungen in der Natur vorkommen



Kurven 20b, 3. Tag

Zusammenstellung

	10°		20°		30°		40°		Optimum am	
	3. Tag	10. Tag	3. Tag	10. Tag	3. Tag	10. Tag	3. Tag	10. Tag	3. Tag	10. Tag
Rotklee 14	0		4,48	8.3	8,96	9,2	0.0	— 2,8	bei 31°	27°
„ 19	0		11.8	7.3	17,4	15.5	4,3	— 4.4	„ 32°	30°
Canad. Schwedenklee . . .	0		8.1	2.2	11.3	3.9	1.3	— 2.5	„ 30°	31°
Deutscher Weißklee .	0		12.0	10.1	18,2	17.3	14.0	— 1.3	„ 32°	32°
Thüringer Gelbklee .	0		13.5	16,1	20.2	20,2	4.0	— 1.1	„ 31°	27°



Kurven 20c, 10. Tag

kann. Ich habe daher dieselben 5 Kleearten auch auf ihr Verhalten gegen wechselnde Temperaturen untersucht. Die Versuche waren, wie die vorhergehenden, im geheizten Zimmer angesetzt, die Schalen verdeckt, die verdunstete Wassermenge wurde wie stets nach Gewicht am 3. und 6. Tage nachgefüllt. Nach Maximum und Minimumthermometer waren die Niedrigst- bzw. Höchsttemperaturen bei Versuch 1 nachts 8, tags 14 Grad C, bei Versuch 2 nachts 12, tags 19 Grad C und bei Versuch 3 nachts 16, tags 26 Grad C. Die angegebenen Zahlen für die Temperaturen sind annähernd Mittelwerte der Zahlen für die zehn verschiedenen Tage. Die größten Schwankungen betrugen nicht über 2,3 Grad C nach oben oder nach unten und auch nur kurze Zeit. Nachdem die Zimmer drei Tage vorher stark geheizt waren, ließen sich die Temperaturen verhältnismäßig leicht halten und regeln. Während die Kontrolle in den ersten Tagen noch alle zwei Stunden am Tage und einmal nachts vorgenommen werden mußte, war das späterhin nach dem Einarbeiten nicht mehr nötig, so daß dreimaliges Revidieren am Tage und einmal nachts genügte. Die Abkühlung abends wurde erreicht durch langsames Lüften der Zimmer durch kleine Oberfenster (1 St.) bis auf 2 Grad C unter die gewünschte Temperatur. Die Wände gaben dann noch genügend Wärme mit ab, so daß die Temperatur von 8, 12 bzw. 16 Grad nach kurzer Zeit wieder erreicht wurde. Erwähnt sei noch, daß tags die Öfen mit Steinkohle und wenig Brikett, nachts nur mit Brikett geheizt wurden. Parallelversuche in der gleichmäßigen Nacht — (8 Grad C bzw. 12 Grad C bzw. 16 Grad C) — oder Tagtemperatur (14 Grad C bzw. 19 Grad C bzw. 26 Grad C) anzustellen, habe ich unterlassen, da m. E. der Verlauf der Keimung bei gleichmäßiger Temperatur schon durch die Versuche der Tabelle XX und Kurventafel 20 b und c untersucht war. Die Versuche 8 Grad und 14 Grad, sowie 16 Grad und 26 Grad sollten ungefähr die gleiche mittlere Temperatur bekommen wie Versuche von durchgehend 10 Grad resp. 20 Grad C, um Vergleiche anstellen zu können. Der Versuch ist indessen nicht ganz geglückt, zumal auch der Versuch 25 Grad — 35 Grad C als Vergleich zu durchgehend 30 Grad C vorzeitig aus oben erwähnten Gründen abgebrochen werden mußte. In Tabelle 21 ist das Resultat dieses Versuches enthalten.

Ein geringer Einfluß der verschiedenen Temperaturen macht sich bemerkbar; Keimenergie am 3. und Keimfähigkeit am 10. Tage nehmen mit der Wärme zu, selbst bei so geringen Temperatursteigerungen, wie sie in den Versuchen 1—3 zugrunde liegen. Am dritten Tage trat regelmäßig eine geringe Steigerung ein, doch muß

Tabelle XXI

Einfluß von wechselwarmer Temperatur auf die Keimung

Dezember 1923 bis Januar 1924, Greifswald, eigene Zimmer
Saatgut schlesischer Herkunft

I	II		III			IV		V		
	1.—3. Tag					4.—10. Tag				
	hart	geq.	gek.	MF	MF%	hart	geq.	gek.	MF	MF%
					Rotklee 1914					
I.	5,5	77,5	17,0	± 0,91	5,36	5,0	68,75	26,25	± 0,85	3,26
II.	5,25	76,5	18,25	± 1,03	5,64	4,0	68,5	27,50	± 1,04	3,78
III.	4,75	77,25	18,0	± 1,08	6,00	4,25	67,5	28,25	± 0,85	2,68
					Rotklee 1919					
I.	7,75	50,75	41,5	± 1,32	3,19	7,5	40,5	52,0	± 0,81	1,56
II.	7,5	50,75	41,75	± 1,31	3,15	6,75	39,5	53,75	± 1,11	2,06
III.	6,5	49,25	44,25	± 1,60	3,61	6,25	38,25	55,5	± 1,19	2,15
					Canadischer Schwedenklee 1923					
I.	4,5	4,75	90,75	± 1,31	1,45	4,0	3,5	92,5	± 0,50	0,54
II.	4,25	5,25	90,5	± 0,50	0,55	3,5	3,75	92,75	± 0,94	1,02
III.	4,0	3,75	92,25	± 0,90	0,98	3,5	2,75	93,75	± 1,18	1,26
					Deutscher Weißklee 1923					
I.	8,25	39,25	52,5	± 1,19	2,26	8,0	27,0	65,0	± 1,47	2,26
II.	8,5	38,75	52,75	± 1,07	2,29	8,5	27,0	64,5	± 1,19	1,85
III.	8,5	37,0	54,5	± 0,96	1,76	8,25	25,0	66,75	± 1,03	1,54
					Thüringer Gelbklee 1923					
I.	6,75	23,25	70,0	± 1,22	1,75	6,5	14,5	79,0	± 1,22	1,55
II.	7,5	22,50	70,0	± 0,41	0,59	7,25	13,0	79,75	± 0,75	0,83
III.	6,5	20,25	73,25	± 0,94	1,29	6,5	11,0	82,5	± 0,50	0,61

zugegeben werden, daß sie nur beim Thüringer Gelbklee das Dreifache der neuen nach Gauss berechneten Schwankung beträgt. Eine Ausnahme derart, daß diese Beeinflussung nach der negativen Seite stattgefunden hätte, ist am dritten Tage nicht vorhanden. Obwohl nun die Zunahme der Keimprozente so gering ist, daß sie nur in einem Falle außerhalb der Fehlergrenze liegt, so glaube ich doch in Anbetracht der außerordentlichen Regelmäßigkeit, daß tatsächlich ein günstiger Einfluß der Wärmesteigerung vorliegt.

Die harten Körner scheinen in den ersten drei Tagen um so mehr zurückzugehen, je höher die Temperatur wurde. Der deutsche Weißklee macht allerdings eine Ausnahme, doch ist hier die Abweichung von der Regel nur sehr gering. Beim Thüringer Gelbklee

sind beim dritten Versuch die harten Körner an Zahl geringer als beim ersten, obwohl beim zweiten Versuch mehr harte Körner gezählt wurden als bei Versuch 1.

Am zehnten Tage läßt die Keimfähigkeit ebenfalls ganz regelmäßig eine geringe Steigerung mit zunehmender Temperatur erkennen. Eine Ausnahme macht in diesem Falle nur der deutsche Weißklee, von Versuch 1 und 2. Die Differenzen zwischen Versuch 1 und 3 sind beim Rotklee 1919 und beim Thüringer Gelbklee so groß, daß sie mehr als das Doppelte des nach der Gaussschen Formel berechneten neuen Fehlers betragen. Meines Erachtens deutet aber die Regelmäßigkeit der mit der Wärme steigenden Keimzahlen sowohl am 3. wie am 10. Tage darauf hin, daß trotz der geringen Abweichungen ein positives Resultat vorliegt.

Während am dritten Tage die harten Körner noch ziemlich gleichmäßig abnahmen bei steigender Temperatur, ist das am zehnten Tage nicht ganz so übereinstimmend bei allen Kleearten der Fall. Vor allen Dingen sind beim Deutschen Weißklee, sowohl bei Versuch 2 wie 3, höhere Zahlen für harte Körner vorhanden als bei Versuch 1. Doch läßt sich ein Einfluß in eben genannter Richtung immer noch deutlich erkennen.

Vergleicht man nun diese bei wechselwarmen Temperaturen erhaltenen Werte mit denen, die sich bei gleichmäßiger Temperatur ergaben, so stellt sich heraus, daß die Keimenergie und Keimfähigkeit bei 16 Grad C nachts und 26 Grad C tags ungefähr denen der gleichmäßigen Temperatur von 20 Grad C entsprechen; in den meisten Fällen übertreffen sie diese etwas, erreichen jedoch in keinem Falle die Zahlen, die sich bei 30 Grad C ergaben. Die Wechseltemperatur von 8 Grad und 14 Grad C tags dagegen hat viel günstiger gewirkt als die gleichmäßige Temperatur von 10 Grad C. Das trifft sowohl für die Zahlen am dritten wie auch für die am zehnten Tage zu. An diesem Tage findet sich jedoch eine Ausnahme in dem Rotklee 14, der bei gleichmäßiger Temperatur um 1 Prozent besser keimte. Dieses Verhalten aller Kleearten gerade bei dieser Temperatur scheint mir darauf hinzudeuten, daß der Klee in der freien Natur darauf angewiesen ist, bei diesen verhältnismäßig niedrigen Temperaturen zu keimen, und zwar scheint er gerade auf diese wechselwarmen Temperaturen angewiesen zu sein. Selbstverständlich will ich mich nicht gerade auf diese Zahlen 8 und 14 Grad C festlegen, doch glaube ich, daß sie annähernd dieser eben aufgestellten Hypothese entsprechen.

Es ist sicher, daß bei 16 Grad nachts und 26 Grad tags noch keine optimalen Keimzahlen für wechselwarme Temperaturen erreicht wurden, doch war es mir nicht möglich, mit den vorhandenen Mitteln die Temperatur für so viele Keimschalen auf einmal 12 Stunden gleichmäßig auf 26 Grad und dann auf 35 Grad C zu halten. Vielleicht würden sich bei 25 Grad nachts und 35 tags, durchschnittlich also 30 Grad (da jeder Tag und jede Nacht zu je 12 Stunden gerechnet wurden), höhere Keimwerte ergeben als bei der gleichmäßigen Temperatur von 30 Grad. Damit wäre also das Optimum der Keimzahlen bei wechselwarmer Temperatur höher als bei gleichmäßiger. Verwunderlich wäre dies ja nicht, weil der Klee als Naturprodukt sich dieser weitgehend angepaßt hat und die Natur ihm nur wechselwarme Temperaturen bietet.

Bei allen bisherigen Versuchen dieses Abschnittes handelte es sich um solche, bei denen die Temperatur auf den Samen während der ganzen Zeit des Keimens einwirkte. Es ist aber auch denkbar, daß sich ein Einfluß geltend macht, wenn die Wärme schon vor der Saat auf den Samen einwirkt. Um hierüber Aufschluß zu erhalten, setzte ich mit Rotklee 1914, Deutschem Weißklee 1923 und Canadischem Schwedenklee 1923 folgende Versuche an: 1) unbehandelt als Kontrollversuch, 2) eine Stunde lang erhitzt auf 45 Grad C, 3) eine Stunde erhitzt auf 60 Grad und 4) zwei Stunden erhitzt auf 60 Grad Celsius. Die Erhitzung fand im Thermostaten statt, ohne daß Sauerstoff- und Feuchtigkeitsgehalt und Druck verändert wurden. Tabelle 22 gibt die Resultate wieder.

Es zeigt sich wieder wie schon früher in dem Abschnitt über das Alter eine negative Wirkung. Sie tritt indessen nicht so deutlich hervor wie in dem Falle, in welchem Temperatur, Feuchtigkeits- und Sauerstoffgehalt der Luft verändert werden. Die Wirkung ist sichtbar, wenn man Versuch 1 und 3 oder 1 und 4 vergleicht, und zeigt sich als schädlicher Einfluß der erhöhten Temperatur sowohl auf die Keimprozente am 3., wie auch am zehnten Tage. Besonders nachteilig erwies sich die zweistündige Erhitzung auf 60 Grad C. Die wenigen Plusresultate zwischen 1 und 2 sind außerordentlich gering und liegen innerhalb der Fehlergrenze; zudem macht auch der Canadische Schwedenklee eine Ausnahme. Es erscheint daher fraglich, ob eine günstige Einwirkung tatsächlich besteht; andererseits steht aber fest, daß mindestens keine schädigende Wirkung bei Vorbehandlung 2 vorhanden ist.

Nun haben die Temperaturen von 45 Grad C und 60 Grad C nur sehr kurze Zeit auf die Samen eingewirkt. Es ist nicht ausgeschlossen,

Tabelle XXII

Einfluß der auf den Samen einwirkenden Wärme auf die Keimfähigkeit

Berlin, Landw. Hochschule, Institut für Pflanzenbau. Januar 1924
Saatgut schles. Herkunft

I	II	III			IV	V	VI			VII
	1. — 3. Tag				MF	4. — 10. Tag				MF
	hart	geq.	gek.	MF	%	hart	geq.	gek.	MF	%
					Rotklee 1914					
I.	4,0	78,75	17,25	± 1,54	9,58	3,0	68,25	28,75	± 1,03	3,46
II.	4,0	77,5	18,5	± 1,32	7,15	3,75	67,25	29,0	± 0,57	1,96
III.	4,5	79,5	16,0	± 1,22	7,63	4,25	68,0	27,75	± 0,75	2,69
IV.	5,25	80,5	14,25	± 1,31	9,22	4,75	70,75	24,75	± 1,04	4,24
					Deutscher Weißklee 1923					
I.	8,25	37,5	54,25	± 0,94	1,74	8,25	25,25	66,5	± 1,32	1,99
II.	6,75	38,5	54,75	± 1,18	2,15	6,5	26,75	66,75	± 1,31	1,97
III.	6,5	40,0	53,5	± 1,73	3,24	6,25	28,0	65,75	± 1,31	1,97
IV.	6,5	45,0	48,5	± 0,87	1,79	6,5	33,25	60,25	± 0,62	1,03
					Canadischer Schwedenklee 1923					
I.	3,5	3,0	93,5	± 0,65	0,69	2,5	0,75	96,75	± 0,75	0,77
II.	4,25	4,25	91,5	± 1,04	1,13	3,75	2,25	94,0	± 1,0	1,06
III.	4,0	6,0	90,0	± 1,08	1,20	3,5	5,25	91,25	± 1,25	1,37
IV.	4,25	11,5	84,25	± 1,11	1,32	4,0	10,25	85,75	± 0,85	0,99

daß eine längere Zeit der Erhitzung der Samen auf etwa 30 Grad C gleiche Resultate zeitigt.

VI. Die Saattiefe

Ein sehr wesentlicher Faktor, der die Keimung des Klees beeinflußt, schien mir weiter außer den bisher genannten die Saattiefe zu sein. Inwieweit diese Vermutung zutrifft oder nicht, möchte ich im Verlaufe dieses Abschnittes an Hand einiger Versuche zeigen.

In der Praxis wird ja in den weitaus meisten Fällen der Klee noch immer mit der Breitsäemaschine oder gar mit der Hand gesät, selten eingeeggt, häufig nur angewalzt. Man scheut sich noch immer den Klee mit Erde zu bedecken. Der Grund für schlechte Erfahrungen kann m. E. nur der sein, daß man den Klee, wenn man ihn bedeckte, zu tief einbrachte. Da wir heute durch vervollkommnete Maschinen in der Lage sind, das Saatgut bedeutend gleichmäßiger in die gewünschten Tiefen zu bringen, gewinnt die Frage des Kleedrillens, der Mischsaat usw. erneut Interesse. Von Bedeutung ist

dabei, wie starke Bodenschichten der Klee noch zu durchdringen vermag, wie diese Schicht je nach der Bodenart verschieden ist, wie sich die einzelnen Kleearten hierin voneinander unterscheiden u. a. m.

Zunächst stellte ich die Triebkraft von drei Kleearten fest. Unter Triebkraft möchte ich diejenige Kraft verstanden wissen, welche bewirkt, daß der Kleekeim eine bestimmte Bodenschicht innerhalb gewisser Zeit durchbricht, wobei ich als Untersuchungstag den 3., 5., 10. und 15. Tag wählte. Ich ging dabei von einem schon vorher durch gelegentliche Tastversuche gewonnenen Standpunkt aus, daß Kleekeime, die nicht bis spätestens zum 15. Tage die Oberfläche erreichen, zu ca. 98 Prozent zugrunde gehen, sofern nicht Hartschaligkeit ein späteres Aufgehen bedingte.

Als Keimmedium wurden Ziegelgrus, Lehm und Sand verwandt, als Triebkraftgefäße (d. h. Gefäße zur Bestimmung der Triebkraft) bei Lehm und Ziegelgrus die bekannten Hiltnerschen Zellen, bei Sand gewöhnliche Blumentöpfe, deren Handhabung in dem betreffenden Versuch noch näher erläutert ist. Die Keimmedien waren bei allen drei Versuchsreihen stets völlig mit Wasser gesättigt, da sie dasselbe je nach Oberflächenverdunstung und Wasserabgabe an die Keime, aus den untergesetzten Schalen durch den offenen Boden nachsaugen konnten. Es muß noch erwähnt werden, daß bei Nichtbedeckung der Samen die Gefäße lichtdicht verdeckt waren, um die Wirkung des Lichtes auszuschalten. Die Versuche der nächsten Tabellen XXIII, XXIV und XXV sollen das Maximum und Optimum der Saattiefe in den verschiedenen Keimmedien für die einzelnen Kleearten bestimmen.

A. Laboratoriumsversuche zur Bestimmung des Einflusses von Saattiefe und Keimmedium auf die Kleekeimung

1) Versuche mit Ziegelgrus; die Korngröße war etwa 2—3 mm. Es erübrigt sich, die bekannten Hiltner-Zellen näher zu beschreiben. Erwähnt sei nur, daß sowohl solche aus Ton wie aus Zink verwandt wurden. Wichtig ist weiter noch, daß alle Samen 8 cm von der Wasseroberfläche entfernt lagen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle XXIII vereinigt.

Danach verhalten sich Rotklee II und Inkarnatklee I fast gleich, während Schwedenklee II in den meisten Fällen in seiner Reaktion auf die verschiedenen Saattiefen von den anderen beiden Kleearten abweicht. Am dritten Tage war, wie nicht anders erwartet werden konnte, der Unterschied in der Keimzahl zwischen bedeckten und

Tabelle XXIII

Der Einfluß von Saattiefe und Keimmedium auf die Triebkraft

Keimmedium: Ziegelgrus. Saatgut schles. Herkunft. Berlin, August 1925

I	II	III		IV	V	VI		VII
		1.—5. Tag			6.—15. Tag			
	am 3. Tag	am 5. Tag	MF	MF %	am 10. Tag	am 15. Tag	MF	MF %
Rotklee II								
1. 0 cm .	59.0	67,25	± 1,09	1,53	71,50	72,25	± 1,11	1,54
2. ½ „ .	12,25	39,25	± 1,30	3,32	72,0	73,75	± 1,55	2,1
3. 1 „ .	11,0	31,0	± 0,91	2,94	68,5	73,75	± 1,8	2,44
4. 3 „ .	—	8,75	± 0,85	9,76	52,0	58,75	± 0,85	1,45
5. 5 „ .	—	—	—	—	—	2,25	± 0,48	21,25
Schwedenklee II								
1. 0 cm .	7,40	83,5	± 0,96	11,5	88,25	88,75	± 0,85	0,96
2. ½ „ .	12,75	21,75	± 1,25	5,75	46,0	51,0	± 1,47	2,89
3. 1 „ .	6,75	19,25	± 1,37	7,15	28,0	35,5	± 1,44	4,06
4. 3 „ .	3,5	10,0	± 0,65	6,49	18,25	24,25	± 1,55	6,38
5. 5 „ .	—	—	—	—	—	—	—	—
Inkarnatklee I								
1. 0 cm .	79,25	88,50	± 0,87	0,98	93,0	93,75	± 0,94	1,01
2. ½ „ .	19,75	57,50	± 1,04	1,81	74,25	86,75	± 1,31	1,51
3. 1 „ .	14,75	49,75	± 1,73	3,47	67,75	78,75	± 1,65	2,1
4. 3 „ .	—	17,25	± 1,31	7,62	62,0	62,5	± 2,21	3,55
5. 5 „ .	—	—	—	—	—	2,75	± 1,03	37,44

unbedeckten Samen außerordentlich groß. Bei Rotklee II und Inkarnatklee I war zwischen der Keimzahl bei 0 cm und ½ cm Bedeckung eine große, von ½—1 cm Saattiefe dagegen nur eine kleine Differenz. Bei 3 und 5 cm Tiefe kamen die Keime bis zum 3. Tage nicht mehr durch die Deckschicht. Beim Schwedenklee ist das Bild insofern anders, als zwischen den Versuchen mit einer Decke von ½, 1 und 3 cm jedesmal annähernd 50 % Keime des vorhergehenden Versuches die Oberfläche erreichen.

Am 5. Tage verhalten sich die Keime aller drei Kleearten fast gleichmäßig. Durch eine Schicht von 5 cm kommen sie nicht hindurch; bei Rotklee II und Schwedenklee II sind bei 3 cm Tiefensaat noch ca. ⅓ der Keime bei 0 cm Tiefe vorhanden, bei Inkarnatklee annähernd ⅕. Die Zahl der Keime nimmt allmählich mit abnehmender Saattiefe zu und erreicht bei ½ cm Tiefe bei Rotklee II

58,5 %, bei Inkarnatklee I 65,3 %, bei Schwedenklee II dagegen 26,1 % der Keimzahl von unbedeckter Saat.

Bis zum 10. Tage hat sich das Bild abermals vollständig verändert. Rotklee II zeigt bis zur Tiefe von 1 cm fast keine Beeinträchtigung der Keimzahlen gegenüber unbedecktem Saatgut und nimmt bis zu einer Tiefe von 3 cm nur um 27,3 % der Keimzahlen bei 0 cm Bedeckung ab. Verhältnismäßig ähnlich wie der Rotklee II verhält sich der Inkarnatklee I, der bis zu einer Tiefe von 3 cm allmählich bis um 33,4 % zurückging. Beim Schwedenklee II sind dagegen die Unterschiede in den Keimzahlen zwischen den einzelnen Tiefen sehr viel größer und gehen bei 3 cm Saattiefe um 79,1 % der Zahlen bei 0 cm Tiefe zurück. Auch am 10. Tage sind aber bei keiner der drei Kleearten Keime durch die Deckschicht von 5 cm durchgebrochen.

Bis zum 15. Tage hat sich das Bild nicht wesentlich verschoben. Die Zahlen der Keime für die Saattiefen von 0—3 cm haben nur ganz minimal zugenommen. Rotklee II und Inkarnatklee I zeigen auch jetzt noch einen allmählichen Rückgang der Keime bei zunehmender Saattiefe bis zu 3 cm. Bis zu diesem Tage hatten endlich einige Keime aus 5 cm Tiefe die Oberfläche erreicht. Beim Schwedenklee II war dies nicht der Fall; die Differenzen zwischen den verschiedenen Saattiefen waren hier immer noch sehr groß.

Aus der niedrigen Zahl der bis zum 15. Tage aus einer Tiefe von 5 cm gekeimten Samen geht meines Erachtens hervor, daß eine Saattiefe von 3 cm das höchst zulässige Maß für die Unterbringung von Klee in der Praxis darstellt. Die Gründe, welche mich zu dieser Annahme bewegen, sind folgende:

Ziegelgrus stellt ein Keimmedium dar, welches in seiner Struktur, Luftdurchlässigkeit, Wasserkapazität u. a. m. sehr viel Ähnlichkeit, mit gutem, krümeligem Ackerboden hat. Im Freilande findet der Klee wohl kaum günstigere Keimungsbedingungen als bei diesem Keimmedium. Dazu kommt, daß der Ziegelgrus keimfrei gemacht worden war. Wenn aber ein Keim 15 Tage in so empfindlichem Stadium den Bakterien und ihrer zerstörenden Wirkung ausgesetzt ist, dann ist wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß er überhaupt noch die Oberfläche erreicht.

Bei Abbruch des Versuches am 15. Tage zeigte der Befund, daß auch beim Inkarnatklee ca. 3% Keime bis in die obere 2-cm-Schicht vorgedrungen waren. Es besteht die Möglichkeit, daß diese 3 % bis zum 20. oder 25. Tage noch die Oberfläche erreicht hätten. Bei Rot-

klee II waren etwa 0,75 % Keime ebenfalls schon so hoch gekommen, nicht dagegen war dies bei Schwedenklee der Fall. Es ist also demnach anzunehmen, daß auch bei längerer Ausdehnung des Versuches etwa bis zum 25. oder 30. Tag nicht mehr Keime als höchstens die erwähnten 0,75 resp. 3% bei Rotklee und Inkarnatklee die 5-cm-Deckschicht überwunden hätten, keine dagegen des Schwedenklees. Inwieweit diese Erscheinung etwa mit der Größe der Samen in Zusammenhang steht, wäre noch weiter zu klären. Auch dieser Befund am 15. Tage bei Abbruch des Versuches kann nur die oben ausgesprochene Ansicht bestätigen, daß 3 cm für diese untersuchten Kleearten die höchst zulässige Bedeckung darstellen.

Es bliebe weiter zu entscheiden, wo das Maximum der Saattiefe für Klee liegt. Aus den geringen Keimzahlen des Versuches 5 folgt schon ohne weiteres, daß durch eine Deckschicht von 6 cm kaum noch ein Keim durchgekommen wäre. Das Maximum der Saattiefe für Klee wird meines Erachtens bei Verwendung von Ziegelgrus also nicht weit von 6 cm entfernt liegen.

Optimale Bedingungen hat nach den Laboratoriumsversuchen und den hier gefundenen Keimzahlen immer noch ganz eindeutig der Klee ohne Bedeckung gefunden. Das gilt auch für den Rotklee II am 10. und 15. Tage, wo bei $^1/_2$ cm Deckschicht höhere Keimzahlen auftraten. Die Differenz liegt innerhalb der Fehlergrenze. Wie sich diese Zahlen aber in der Praxis ändern, ist noch eine offene Frage, die an anderer Stelle weiter untersucht werden soll. Es fragt sich dann nämlich noch, wie hoch sich die Schäden im Freilande bei unbedeckten Samen bemerkbar machen. Als solche wären zu nennen: Temperatur- und Lichteinflüsse, Trockenheit, Vogelfraß, Frost, mechanische Beschädigungen beim Walzen und so fort. Es muß dann für den praktisch denkenden Landwirt darauf ankommen, festzustellen, welche Schäden größer sind, die bei der Saat oben auf den Boden mit oder ohne Deckfrucht, oder die bei einer Einsaat in den Boden von 2—3 cm. Ich komme hierauf in einem anderen Abschnitt noch zurück.

2) Als Keimmedium habe ich zweitens Lehm benutzt und untersucht. Der Lehm wurde zunächst durch Glühen bis zum Rotwerden keimfrei gemacht, dabei getrocknet und dann durch ein 1,00-mm-Sieb gesiebt. Es handelt sich um einen Dahlemer Lehm, der das spez. Gewicht 2,28, eine Wasserkapazität von 23,4 Gewichtsprozent oder 35,5 Volumprozent hatte (die Zahlen sind Mittel von je 4 Untersuchungen). Die Schlämmanalyse nach Kreuscher Methode mit

dem Schlämmzylinder (s. WAHNSCHAFFE, 75) durchgeführt, hatte folgendes Ergebnis als Mittel von 3 Untersuchungen:

	Perlsand	Grobsand	Feinsand	abschlämmb. Teile
	2—1 mm	1—0,5 mm	< 0,5 mm	
i. Gew. %	3,24 %	13,15 %	47,49 %	36,12 %

Das Keimmedium, welches ich verwandte, bestand also nur aus Grobsand, Feinsand und abschlämmbaren Teilchen. Wesentlich wurde die Wasserkapazität nicht verändert durch Fortfall der 3,24 % Perlsand. Da die Wasserkapazität des Lehmes in den folgenden Versuchen völlig gesättigt war, ist m. E. die Waserkapazität als solche und ihre Feststellung für diese Versuche belanglos. Die Versuche wurden wieder, wie diejenigen der Tab. XXIII in HILTNER-Zellen angesetzt. Die Entfernung der Kleesamen vom Wasserspiegel war bei allen Versuchen die gleiche, nämlich 8 cm. Die verschiedenen Tiefenlagen wurden durch Übersieben mit $^1/_2$, 1, 2 und 3 cm Lehm erreicht. Es stellte sich beim Einsetzen in die mit Wasser gefüllten Unterschalen heraus, daß der trockene Lehm beim Feuchtwerden noch ein wenig zusammensank. Da es sich auf 8 cm Deckschicht nicht viel über 2, nie über 3 mm handelte, diese Erscheinung auch bei allen Versuchen gleichmäßig auftrat, so habe ich sie vernachlässigt, da sie m. E. als Fehlerquelle nicht in Betracht kommen kann. Die Resultate dieser Versuchsreihe liegen in Tabelle XXIV vor.

Es ergibt sich hieraus, daß die Kleesamen schon bei einer $^1/_2$ cm dicken Deckschicht völlig ungenügende Keimzahlen ergeben. Von dieser Tiefe an nimmt die Zahl der Keimlinge schnell immer mehr ab. Merkwürdigerweise ist es diesmal der Schwedenklee II, der auch durch eine 3 cm dicke Schicht noch hindurchkommt, wenn auch nicht in einem Maße, das für die Praxis irgendwie von Bedeutung sein könnte. Mit der Abnahme der Keimzahlen geht selbstverständlich der MF% ganz außerordentlich in die Höhe, beim Rotklee II am 5. Tage beinahe auf 60 bei 1 cm und 50 bei 2 cm Tiefe.

Vergleicht man nun einmal Tab. XXIV u. XXIII, so zeigt sich sofort der große Einfluß, den der Boden auf die Triebkraft ausübt und auch ausüben muß. Die Wechselwirkung zwischen Luft und Wärme im Boden tritt bei diesen Versuchen recht deutlich hervor. Gerade Lehmboden, der in Einzelkornstruktur übergangen ist, wie es ja in diesem Versuch der Fall war, nimmt derartig viel Wasser auf, daß fast alle Luft aus dem Boden verdrängt wird. Ohne Luftzutritt in den Boden vermögen anscheinend die Kleesamen nicht zu keimen.

Der Keimling findet hier also in diesem Versuch die denkbar schlechtesten Bedingungen zum Keimen. Einen Maßstab für die

Tabelle XXIV

Der Einfluß von Saattiefe und Keimmedium auf die Triebkraft

Keimmedium Lehm. Saatgut schlesischer Herkunft. Berlin, Landw. Hochschule, Institut für Pflanzenbau. Juli, August 1925

I	II	III		IV	V	VI		VII
	1. — 5. Tag				6. — 15. Tag			
	am 3. Tag	am 5. Tag	MF	MF %	am 10. Tag	am 15. Tag	MF	MF %
Rotklee II								
1. 0 cm .	60.0	67,0	± 1,41	2,11	71,25	72,0	± 1,41	1,96
2. ½ „ .	—	7,75	± 1,65	21,33	11,25	12,25	± 0,85	6,95
3. 1 „ .	—	2,25	± 1,31	59,11	6,0	7,5	± 0,96	12,78
4. 2 „ .	—	3,75	± 1,93	51,51	5,75	6,0	± 2,24	37,28
5. 3 „ .	—	—	—	—	0,25	0.25	—	—
Schwedenklee II								
1. 0 cm .	73.5	83,0	± 1,29	1,55	84,75	86,25	± 1,18	1,37
2. ½ „ .	—	4,75	± 1,11	23,35	5,25	5,5	± 0,87	15,75
3. 1 „ .	—	0,75	—	—	12,25	12,25	± 0,94	7,68
4. 2 „ .	—	—	—	—	8,5	9,25	± 1,11	11,99
5. 3 „ .	—	0,25	—	—	4,25	7,25	± 1,11	15,30
Inkarnatklee I								
1. 0 cm .	80.0	88,25	± 1,25	1,42	92,25	93,23	± 1,25	1,34
2. ½ „ .	—	5,25	± 1,70	32,38	10,75	12,75	± 1,11	8,70
3. 1 „ .	—	0,25	—	—	6,25	7,0	± 1,08	15,43
4. 2 „ .	—	0,5	—	—	3,25	3,75	± 0,75	19,98
5. 3 „ .	—	—	—	—	—	—	—	—

Saattiefe für Klee im lehmigen Ackerboden vermag natürlich der Versuch nicht zu geben, weil dort ganz andere Vorbedingungen vorhanden sind. Der Versuch kann aber wohl zeigen, daß sich die Kleearten verschieden empfindlich gegen eine Bedeckung erweisen und daß die Art des Keimbettes durchaus nicht für die Saattiefe gleichgültig ist, während bei unbedeckten Samen fast gleiche Resultate in Tabelle XXIV und XXIII vorliegen.

3) Genau demselben Zweck wie die Versuche in Lehm und Ziegelgrus dient auch der folgende Versuch, Tab. XXV, in feinem Sand, der ebenfalls geglüht war. Die Versuchsanordnung entspricht sonst ganz genau den beiden vorhergehenden mit den Hiltner-Zellen. Der Sand hatte eine Wasserkapazität von 32 Volumprozent und 20 Gewichtsprozent. Es war schon vorauszusehen, daß bei dem feinen

Sand die Ergebnisse ähnlich den in Lehm erzielten sein würden. In der Tat haben die beiden Tabellen viel Gemeinsames. Bei allen drei Kleearten erwies sich der Sand am 5. Tage als etwas günstiger als der Lehm. Am 10. Tage und am 15. Tage treten ziemlich erhebliche Unterschiede zwischen den beiden Tabellen auf. Der Schwedenklee II verhält sich danach im Sand schlechter als im Lehm in dem er ja allerdings auch im Verhältnis zum Rotklee II und Inkarnatklee I. gemessen an der Tabelle über Ziegelgrusversuche, sehr gut abschneidet. Rotklee II und Inkarnatklee I dagegen haben im Sandversuch ein etwas günstigeres Resultat aufzuweisen als im Lehm. Doch ist auch in diesem Versuch, wo das Keimmedium feiner Sand ist, schon die geringe Saattiefe von ½ cm der Kleekeimung außerordentlich von Schaden, weil der Sand infolge seiner Feinheit zu viel Wasser aufnimmt und zu wenig Luftgehalt hat. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich in der Praxis bei humosem Sand in Krümelstruktur und nicht wie hier in Einzelkornstruktur viel günstigere Triebkraftzahlen erreichen lassen.

B. Freilandversuche zur Bestimmung des Einflusses der Saattiefe auf die Kleekeimung mit und ohne Mischsaat

Von den bisher untersuchten Keimmedien ergab Ziegelgrus bei weitem die besten Triebkraftergebnisse. Wie ich schon weiter oben erwähnte, dürfte er bezüglich seiner Struktur noch am ehesten den Verhältnissen, wie sie der Klee im bestens bereiteten Freilande vorfindet, entsprechen. Um nun festzustellen, inwieweit diese Vermutung zutrifft und nicht vielleicht die ideale Wasserzufuhr der Triebkraftzellen oder die Wärmewirkung im Laboratorium die Keimung günstiger beeinflußt, stellte ich Freilandversuche an. Ich untersuchte 5 verschiedene Kleearten bei 5 verschiedenen Einsaattiefen, und zwar erstens rein und zweitens mit Überfrucht (Hafer) zusammengedrillt. Die Anordnung des Versuches entspricht genau dem der Tabelle XIX zugrunde liegenden. Dasselbe, was dort über Bestimmung der Keimprozente gesagt war, trifft auch hier zu, desgleichen die Saatstärke usw. Die Saattiefen habe ich nur von 1 cm an verschieden gestalten können, da geringere Differenzen als 1 cm nicht genau genug einzuhalten waren. Durch eingesteckte 1, 2, 3 und 5 cm lange Stäbchen — je 5 auf 1 qm — konnte ich bei den einzelnen Parzellen die Saattiefe regulieren, indem ich die Saat mittels eines 3-mm-Siebes so lange mit Erde bedeckte, bis gerade jene Stäbe verschwanden. Auf diese Art glaube ich einigermaßen genau die Tiefenlagen herbeigeführt zu haben. Die Bodenbearbeitung war orts-

Tabelle XXV

Der Einfluß von Saattiefe und Keimmedium auf die Triebkraft

Keimmedium: Sand. Saatgut schlesischer Herkunft. Berlin, Landw. Hochschule, Institut für Pflanzenbau. Juli. August 1925

I	II	III		IV	V	VI		VII
	1.—5. Tag				6.—15. Tag			
Saattiefe	am 3. Tag	am 5. Tag	MF	MF%	am 10. Tag	am 15. Tag	MF	MF%
Rotklee II								
1. 0 cm .	61,5	68,75	± 1,25	1,28	72,0	72,50	± 1,50	2,07
2. ½ „ .	4,25	13,5	± 1,32	9,75	18,5	19,25	± 1,37	8,01
3. 1 „ .	—	6,75	± 1,03	15,26	10,5	10,5	± 1,04	9,90
4. 3 „ .	—	2,75	± 0,48	17,39	4,25	5,75	± 0,85	14,85
5. 5 „ .	—	—	—	—	—	—	—	—
Schwedenklee II								
1. 0 cm .	71,25	80,75	± 1,43	1,78	84,50	85,0	± 1,22	1,44
2. ½ „ .	2,75	11,5	± 1,19	10,35	12,25	12,25	± 1,31	10,74
3. 1 „ .	1,25	2,5	± 0,5	2,0	4,50	6,25	± 1,11	17,75
4. 3 „ .	—	0,75	± 0,48	63,81	1,25	1,25	± 0,48	38,35
5. 5 „ .	—	—	—	—	—	—	—	—
Inkarnatklee I								
1. 0 cm .	82,25	86,50	± 1,04	1,20	90,50	91,5	± 1,19	1,30
2. ½ „ .	8,5	21,75	± 1,03	4,73	26,25	27,25	± 1,37	5,09
3. 1 „ .	2,75	12,75	± 1,11	8,70	13,50	13,75	± 0,48	3,49
4. 3 „ .	—	—	—	—	4,0	4,0	± 0,41	10,30
5. 5 „ .	—	—	—	—	0,25	0,25	—	—

üblich gewesen; im Herbst war tief gepflügt, im Frühjahr geschleift und mehrmals geeggt worden; auf dem Versuchsstück war noch zur Glättung leicht geharkt worden. Vom Boden wäre zu erwähnen, daß es sich auf dem Versuchsstück um humosen, lehmigen Sand handelte, mit sandigem Lehm als Untergrund. Steine waren so gut wie nicht vorhanden. Der April brachte nur wenig Niederschläge (nach Angabe eines fortschrittlichen Landwirts sollen 500 m vom Versuchsfeld entfernt 56 mm Regen im April und 38 mm im Mai gefallen sein). Das Wetter war milde mit vielen sonnigen Tagen. Die Keimzahlen ergaben folgendes Bild (siehe Tabelle XXVI).

Von den Laboratoriumsversuchen unterscheidet sich die Zahl der Keimlinge auch bei den unbedeckten Samen deutlich dadurch, daß sie hier geringer ist. Dabei war noch der Einfluß durch Vogelfraß möglichst ausgeschaltet durch Anbringen von Stöcken mit Lappen

Tabelle XXVI u. XXVII

Freilandversuch zur Bestimmung des Einflusses

Greifswald, April bis Mai 1925.

Boden: lehmiger humoser Sand

I	II	III		IV	V	VI		VII
ohne Mischsaat (Tabelle XXVI)								
Saattiefe	1.—5. Tag				6.—15. Tag			
	am 3. Tag	am 5. Tag	MF	MF %	am 10. Tag	am 15. Tag	MF	MF %
Rotklee II								
1. 0 cm . .	38,0	52,50	± 1,14	2,27	66,75	67,0	± 0,99	1,36
2. 1 „ . .	2,5	33,25	± 1,11	3,34	43,25	76,5	± 0,96	2,06
3. 2 „ . .	—	25,50	± 0,87	3,39	38,5	39,75	± 1,64	4,16
4. 3 „ . .	—	19,25	± 1,60	8,32	31,25	33,50	± 1,32	3,95
5. 5 „ . .	—	3,0	± 0,41	13,75	18,75	20,0	± 1,29	6,43
Inkarnatklee I								
1. 0 cm . .	54,75	78,25	± 0,85	1,09	81,50	81,0	± 1,15	1,42
2. 1 „ . .	5,25	51,0	± 1,08	2,11	76,25	78,50	± 1,04	1,32
3. 2 „ . .	0,50	34,75	± 1,93	5,56	71,0	72,75	± 1,60	2,20
4. 3 „ . .	—	24,5	± 0,65	2,65	64,50	65,0	± 0,91	1,40
5. 5 „ . .	—	9,25	± 1,03	11,14	30,25	33,5	± 1,76	5,25
Weißklee I								
1. 0 cm . .	44,25	58,75	± 1,03	1,75	72,50	74,75	± 0,75	1,00
2. 1 „ . .	—	33,25	± 0,75	2,23	68,25	69,0	± 1,08	1,57
3. 2 „ . .	—	24,0	± 0,91	3,79	59,75	60,25	± 2,39	3,98
4. 3 „ . .	—	13,25	± 0,48	3,62	41,50	42,75	± 1,60	3,74
5. 5 „ . .	—	4,5	± 1,19	26,49	16,0	20,50	± 1,75	8,56
Schwedenklee II								
1. 0 cm . .	52,25	62,75	± 1,93	3,13	78,0	78,25	± 0,48	0,61
2. 1 „ . .	3,25	49,5	± 0,96	1,94	69,75	71,50	± 1,19	1,67
3. 2 „ . .	—	42,25	± 1,37	3,25	56,50	56,75	± 1,43	2,52
4. 3 „ . .	—	30,0	± 0,91	3,04	50,25	51,50	± 1,19	2,31
5. 5 „ . .	—	10,25	± 0,75	7,30	21,25	21,0	± 1,29	6,92
Gelbklee I								
1. 0 cm . .	36,50	52,75	± 1,11	2,10	67,28	68,25	± 1,43	2,10
2. 1 „ . .	2,75	29,50	± 1,19	4,04	45,50	45,50	± 1,76	3,86
3. 2 „ . .	—	23,75	± 1,93	8,15	39,25	39,75	± 1,65	4,16
4. 3 „ . .	—	24,25	± 1,37	6,40	41,50	41,50	± 2,0	4,88
5. 5 „ . .	—	2,75	± 0,62	22,71	9,25	9,75	± 1,75	17,95

Tabelle XXVI u. XXVII

der Saattiefe und Mischsaat auf die Kleekeimung

Stadtacker, Mischsaat mit Hafer
Klee schlesischer Herkunft

VIII	IX		X	XI	XII		XIII
mit Mischsaat (Hafer, Tabelle XXVII)							
1.—5. Tag				6.—15. Tag			
am 3. Tag	am 5. Tag	MF	MF %	am 10. Tag	am 15. Tag	MF	MF %
Rotklee II							
38,25	50,25	± 1,65	3,71	65,25	66,50	± 1,56	2,34
4,25	32,5	± 1,66	5,10	44,75	30,50	± 2,33	4,61
—	24,5	± 2,33	9,50	40,50	42,75	± 2,18	5,08
—	18,75	± 1,25	6,66	34,50	37,50	± 1,47	3,85
—	8,0	± 0,91	11,79	21,0	26,25	± 0,85	3,26
Inkarnatklee I							
53,0	78,25	± 1,32	1,08	81,0	81,20	± 1,55	1,90
6,25	50,50	± 1,85	3,66	79,25	80,5	± 1,85	2,29
1,75	33,0	± 1,58	4,78	72,25	73,0	± 1,35	1,85
—	22,50	± 2,10	9,35	64,25	66,5	± 1,19	1,79
—	6,5	± 1,19	19,01	28,75	32,25	± 1,11	3,44
Weißklee I							
45,5	58,75	± 1,25	2,13	71,25	74,0	± 1,83	2,47
2,25	34,5	± 2,10	6,08	68,25	68,75	± 0,48	0,7
—	22,75	± 1,49	7,40	60,50	62,75	± 1,49	2,38
—	13,25	± 1,8	13,57	43,25	45,50	± 1,19	2,62
—	2,0	± 1,22	61,25	19,75	21,25	± 2,32	10,93
Schwedenklee II							
51,0	62,50	± 1,55	2,49	77,50	78,50	± 1,19	1,54
3,75	46,75	± 2,92	6,25	70,75	71,25	± 2,78	3,96
0,5	40,5	± 1,96	4,83	59,0	62,75	± 2,02	3,21
—	31,25	± 1,60	5,12	49,75	54,25	± 1,37	2,53
—	4,25	± 1,73	3,24	22,0	23,75	± 1,65	6,96
Gelbklee I							
36,25	50,0	± 1,47	2,94	66,25	67,50	± 0,87	1,26
6,50	31,25	± 1,8	5,75	43,75	48,25	± 0,94	1,95
—	22,75	± 1,65	7,27	32,50	38,75	± 1,25	3,16
—	21,5	± 1,32	6,15	31,25	32,0	± 1,08	3,38
—	0,75	± 0,48	63,94	9,5	11,25	± 2,25	19,65

und Bändern. Wenn die Samen nicht in Reihen an Bindfäden entlang gedrillt worden wären, wäre eine so genaue Bestimmung mit verhältnismäßig so geringen Fehlern unmöglich gewesen.

Am 5. Tage waren von allen Kleearten, wenn auch nur vereinzelt, Keime durchgebrochen. Rotklee II, Schwedenklee II und Inkarnatklee I hatten dies in den Laboratoriumsversuchen bei 5 cm tiefer Saat nicht vermocht, selbst nicht bei Ziegelgrus. Am 15. Tage liegen die Verhältnisse so, daß mit zunehmender Tiefe die Keimprozente allmählich abnehmen bis zu 3 cm, dagegen schneller bei einer tieferen Lagerung von 3 auf 5 cm. Überall kann man die Keimprozente bei einer Saattiefe von 2 cm noch als gut bezeichnen, falls alle Keime auch weiterhin eine Pflanze liefern; bei einigen, wie Inkarnatklee und Schwedenklee, ist die Zahl der Keime auch bei 3 cm Tiefensaat noch gut, während sie bei Rotklee schon viel geringer geworden ist und nur noch 50 % der Keime der unbedeckten Samen beträgt. Bei 5 cm Tiefensaat ist die Triebkraft verhältnismäßig recht gut, wenn man sie mit den Laboratoriumsversuchen vergleicht. Für die Praxis dürfte sie wohl in den meisten Fällen kaum noch genügen, da doch noch immer wieder einige Keime eingehen, obwohl das Durchbrechen der Deckschicht schon die Auswahl der gesündesten und kräftigsten Keime bedingt. Beim Gelbklee jedenfalls ist die Triebkraft sehr schwach und hier in diesem Falle bei 5 cm Tiefensaat völlig ungenügend.

Um nun weiter gleichmäßig beobachten zu können, ob die Mischsaat auf die zulässige Saattiefe von Einfluß ist, legte ich in demselben Schlage neben jedem Saatbeet ohne Überfrucht ein solches mit Hafer an, und zwar wurden Hafer und Klee in dieselbe Drillreihe gelegt; es sollte diese Lage ganz der gleichen, wie sie bei einer Mischsaat mit der Drillmaschine hervorgerufen wird. Im übrigen war die Anordnung des Versuches genau wie vorhergehend beschrieben. Die Resultate gibt Tabelle XXVII wieder.

Um die Resultate aus den Versuchen der Tabelle XXVII gut übersehen zu können, habe ich die Tabelle XXVII gleich an die Tabelle Nr. XXVI angehängt. Man ist so am besten in der Lage, die entsprechenden Zahlen vergleichen zu können.

Am 3. und 5. Tag zeigen beide Versuchsreihen bei allen Kleearten praktisch genommen dasselbe Bild. Es ist m. E. nicht möglich, übereinstimmende Zahlen zu erhalten. Die Genauigkeit der Beobachtung ist im Freilande nicht annähernd so groß wie im Laboratoriumsversuch. Dazu kommt die Verschiedenartigkeit des Bodens

und seiner mannigfachen Einflüsse, die Verschiedenartigkeit der Samen u. a. m.

Am 10. Tage ist bei Rotklee II bei 2, 3 und 5 cm Tiefe ein kleiner Unterschied zwischen Reinsaat und Mischsaat von 2,0, 3,25 und 2,25 % vorhanden. Auch der Inkarnatklee zeigt bei 1 und 2 cm Tiefe eine Vermehrung der Keime bei der Mischsaat um 3,0 resp. 1,24 %, bei 5 cm Tiefe allerdings eine Verminderung um 1,5 %. Beim Weißklee I betragen die Differenzen bei 2, 3 und 5 cm Bedeckung 0,75, 1,75 und 3,75 % zugunsten der Mischsaat. Der Schwedenklee II läßt nur bei 3 cm Tiefensaat einen günstigen Einfluß von 2,25 % für die Mischsaat erkennen, während der Gelbklee I fast durchgehend in Reinsaat höhere Keimzahlen lieferte als bei Mischsaat oder doch wenigstens gleich hohe.

Am 15. Tage nehmen diese Unterschiede zwischen Rein- und Mischsaat noch etwas zu, und zwar meist günstig für die Mischsaat. Die mittleren Fehler vergrößern sich aber ebenfalls so sehr, daß in allen Fällen die Differenzen nicht über das Doppelte der neuen nach Gauss berechneten Schwankung herauskommen. Eine einzige Ausnahme macht Schwedenklee II bei 2 cm Tiefe, die Differenz beträgt 6 %, die neue Schwankung nach Gauss 2,5 %, so daß in diesem einen Falle eine Förderung der Keimfähigkeit durch die Mischsaat tatsächlich als erwiesen angesehen werden kann. Die Zahl 41,5 bei Gelbklee I, 3 cm tief am 15. Tag ist ungewöhnlich hoch und paßt nicht in den Rahmen dieser Versuchsreihe, da sie ausnahmsweise höher ist als bei 2 cm Tiefe. Es muß hier irgendein unglücklicher Zufall vorgelegen haben, der die Keimzahl so erhöhen konnte. Diese Zahl kann also m. E. nicht als maßgeblich angesehen werden.

Aus vorstehenden Ausführungen läßt sich also folgender Schluß ziehen: Es ist wahrscheinlich, daß der Aufgang des Klees durch die Mischsaat mit Hafer etwas gefördert wird. Dafür spricht die Regelmäßigkeit der, wenn auch kleinen, Keimsteigerungen. Als Gründe für eine solche günstige Beeinflussung lassen sich vielleicht anführen, daß einmal der Hafer die Erddecke durchbohrt und lockert und dadurch dem Klee vorarbeitet. Hierfür spricht die am Versuch beobachtete Erscheinung, daß der Klee erst dann höhere Keimzahlen aufzuweisen hatte gegenüber der Reinsaat, als der Hafer schon aufgelaufen war. Es ist aber auch denkbar, daß der Hafer durch seine hohe Wurzelacidität einen günstigen Reiz auf die Kleesamen resp. die Kleekeime ausübt. Für die Praxis ergibt sich aber mit Sicherheit, daß in keinem Falle bei einer Kleedrillsaat die Mischsaat schlechtere Keimverhältnisse liefert als die Reinsaat. Im Gegenteil erscheint es

mir nach den bei diesen Versuchen gemachten Erfahrungen als wahrscheinlich, daß die Mischsaat schnelleres Keimen, höhere Keimzahlen und damit wohl besseren Bestand und Ertrag gibt.

VII. Die Reizmittel

In die Untersuchung der Faktoren, welche die Kleekeimung beeinflussen, muß ich ferner noch die Reizmittel einbeziehen. Zweckmäßigerweise gebe ich zunächst einen gedrängten Überblick über den Stand der Forschung auf diesem Gebiet.

Schon seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist nach Czapek (11) nachgewiesen, daß Giftstoffe, in sehr geringen Mengen angewandt, die Lebenstätigkeit förderten. Anscheinend ging der Weg der Untersuchung von Mensch und Tier aus, später wurden Protozoen und zuletzt auch Pflanzen auf ihre Reizbarkeit durch Giftstoffe untersucht. Czapek führt als Forscher auf diesem Gebiete u. a. H. Schultz, Raulin, Pfeiffer u. a. m. an. Die Wirkung der Reizstoffe äußert sich nach diesen regelmäßig in der Weise, daß zuerst bei sehr verdünnten Lösungen und geringer Einwirkungsdauer eine Förderung zu beobachten ist. Mit zunehmender Konzentrationsstärke und Einwirkungszeit aber verschwindet diese günstige Wirkung und macht allmählich erst Störungen im Wachstum, dann Lähmungserscheinungen, zum Schluß völliger Zerstörung der Lebenskraft Platz.

Von besonderem Interesse sind nun die Versuche, welche sich damit beschäftigen, durch irgendwelche Reizchemikalien das Pflanzenwachstum zu steigern und gleichzeitig damit höhere Erträge zu erzielen. Man kann diese Reizwirkung nun auslösen dadurch, daß man entweder die Reizstoffe dem Boden zugibt, oder die Pflanze damit impft, oder aber ihre Samen in geeigneten Flüssigkeiten oder mit feinen Pulvern vorbehandelt. Es würde zu weit führen, wollte ich alle auf diesem Gebiet tätigen Forscher nennen oder gar die Versuche zusammenstellen. Erwähnt seien von ihnen jedoch Loew (44 und 45) und Leidreiter (43), ferner Pfeiffer, Hiltner und Korff (28) und Popoff (63, 64, 61). Vergleicht man die Arbeiten eben genannter Autoren, so findet man, daß sie fast ebensoviele verschiedene Resultate ergeben, als Arbeiten vorliegen. Es liegt zum Teil daran, daß Schlüsse gezogen wurden auf Grund nicht ausreichender Versuche, daß die Vorbedingungen verschieden gewählt wurden, daß das Saatgut und die Stimulationsmittel nicht völlig gleich waren, u. a. m. Oft wurde auch als Reizwirkung angesehen, was lediglich

keimtötende Wirkung der Beize war, und eigentlich auf das Konto der Krankheitsbeseitigung hätte gebucht werden müssen.

Besonders waren es die Arbeiten von Popoff, welche die Forschungen in neuerer Zeit wieder anregten und welche teils bestätigt, teils aber auch widerlegt wurden. Nach Popoffs und seiner Mitarbeiter Untersuchungen und Ansichten wäre der Stimulation eine große Zukunft vorauszusagen (Popoff, 64). Durch verschiedene Reizmittel, die wieder aus den verschiedensten Salzen zusammengesetzt sind, sollen sich Ertragssteigerungen bis 30% und mehr erreichen lassen. Es bleibe nicht unerwähnt, daß alle Reizmittel, die Popoff verwendet, desoxydierend sind, damit sie die Oxydation im Saatkorn anregen sollen (Popoff, 62). Einer der eifrigsten Mitarbeiter Popoffs, Konsuloff (39), kam zu ähnlichen Ergebnissen. Auch sollen nach ihm Korngröße und Korngewicht zunehmen bei den gereizten Pflanzen. Ferner sei die Bestockung in verschiedenen Jahren bei den vorbehandelten Samen besser gewesen als bei den Kontrollsamen.

Solcher Reizmittel, welche die auf dem Gebiete der Stimulationsforschung tätigen Autoren verwenden, gibt es eine große Anzahl; als Stimulantien werden sowohl anorganische wie auch organische Substanzen verwandt. Vor allen Dingen gehören auch unsere meisten Beizmittel dazu, die wir ja eigentlich nur anwenden, um das Saatgut von irgendwelchen anhaftenden oder innewohnenden Pilzen oder Bakterien zu befreien. Beizmittel müssen bekanntlich in solchen Konzentrationen angewandt werden, daß die Bakterien einerseits getötet, andererseits aber die Samen nicht geschädigt werden; je größer der Spielraum zwischen Wirkungs- und Schädigungsgrenze ist, desto leichter sind die Beizmittel zu handhaben. In den verwandten Lösungen haben nun aber auch die Beizmittel die unbeabsichtigte Reizwirkung, welche schon in $^1/_4$- bis $^1/_{10}$prozentigen Lösungen aufzutreten pflegt. Über die Art, wie diese Reizwirkung zustande kommt, auf welche Organe des Samens die Reizmittel einwirken, ist Sicheres noch nicht bekannt. Popoff (62, 61) gibt etwa folgende Erklärung: Sauerstoff wird von einigen Seitenketten des Eiweißmoleküls gebunden und an Atmungsketten weitergeleitet. Ist Sauerstoff genügend vorhanden, so tritt ein Stillstand im Wandern des Sauerstoffes ein, eine Verstopfung infolge Überflusses an Sauerstoff. Dem will nun Popoff dadurch abhelfen, daß er nur desoxydierende Reizmittel verwendet. Wenn auch viele andere Salze eine starke Reizwirkung ausüben, so läßt sich hiernach m. E. die Erklärung geben, daß die Salze nach ihrer Ionisierung im Wasser

mit ihren Metallionen einige Sauerstoffatome der Eiweißketten an sich reißen, sobald sie in den Samen gelangen. Dadurch wird dann vielleicht eine vermehrte Lebenstätigkeit erzeugt.

Einen m. E. sehr zutreffenden Grundsatz stellt Lohmann (46) auf: „Reize können nie Fähigkeiten schaffen, die nicht in der Pflanze angelegt sind, also auch keine lebensnotwendigen Wachstumfaktoren ersetzen. Eine chemische Reizwirkung besteht in einer Abweichung vom normalen Verlauf der Lebenstätigkeit, hervorgerufen durch den Einfluß eines äußeren Faktors auf den inneren Mechanismus des fortlaufenden Organismus, wobei der Erfolg als eine von den inneren Mechanismen geleistete Gegenwirkung aufzufassen ist."

Nach Appel und Heinrich (1 und 26) reicht die Praxis der Stimulation, wenn auch unbewußt, schon sehr weit zurück. Die alte Bordeauxbrühe hat sicher Reiz- und Beizwirkung gehabt, und zwar negativ, d. h. um genügend zu beizen, hat man überreizt, d. h. vergiftet. Als man zur dünneren Saat überging, mußte dies Verfahren verschwinden, weil man sich nicht gestatten konnte, dabei ca. 10 % der Samen tot zu beizen. Es kam das Uspulun auf, das als wirksamen Bestandteil Chlorphenylquecksilber enthält (Opitz und Leipziger, 57); in Deutschland und in Amerika lernte man das Formaldehyd benutzen; das Germisan, eine komplexe Mischung von Quecksilbercyanid mit Kresolnatrium, und andere quecksilberhaltige Beizen kamen auf. Allen diesen ist eine Reizwirkung eigen, wie es von vielen Autoren nachgewiesen wurde. Dieser Nachweis kam indessen erst verhältnismäßig spät. Die Samenkontrolle nach Nobbe (50) und die Forschungen von Hiltner (27, 53), der mit seinen Triebkraftzellen einen Weg wies, auch biologische Werte der Samen mit zu erfassen, gaben Mittel an die Hand, die Beize der Samen auch in biologischer Hinsicht auf ihre Folgen zu prüfen. Als praktisch wichtig verdient hier ferner die Arbeit von Oetken (54) genannt zu werden.

Nachdem so die Wege geebnet waren, ergaben dann auch manche Untersuchungen, daß in der Praxis das Saatgut schon lange Zeit vor dem Bekanntwerden der Arbeiten von Popoff stimuliert wurde, wenn es auch nur unbewußt geschah. So geht z. B. aus einer Arbeit von Gisevius (16) hervor, daß in China schon sehr lange die Sitte besteht, den Reis in verdünnter Jauche vorzuquellen und vorzukeimen. Bei der Zusammensetzung der Jauche ist ziemlich sicher anzunehmen, daß der Same bei dieser Vorbehandlung stimuliert wird.

Weiter ist schon 1845 Braconnot (4) bekannt gewesen, daß Giftstoffe in kleinen Mengen nicht nur nicht schädlich, sondern anregend wirken. Auch bei Bakterien beobachtete Richet 1892 (68) schon eine Förderung des Wachstums bei Zusatz von 0,5 mg Quecksilberchlorid auf 1 Liter Wasser, usw.

Gisevius selbst stellte dann 1897 fest, daß Landwirte, die ihre Kartoffeln gegen Schwarzbeinigkeit mit Bordelaiser Brühe gebeizt hatten, schon Reizwirkung in unserem heutigen Sinne wahrgenommen haben (16).

Gleisberg (19) führt die Wirkung der Reizmittel auf elektrochemische Einflüsse zurück. Daraus sucht er auch zu erklären, daß sich verschiedene Samen verschieden gegen die einzelnen Reizmittel verhalten, weil der colloidchemische Aufbau des Plasmas verschieden sei. In gewisser Beziehung käme das dem oben erwähnten Gedanken über die Ionisation der Reizsalze nahe. Gleisberg beobachtete weiter noch einen Einfluß der Stimulation auf die erste Filialgeneration der stimulierten Pflanze. Von einer Vererbung könne man jedoch noch nicht reden, da noch keine Versuche mit Pflanzen der zweiten Filialgeneration der stimulierten Pflanze gemacht worden sind. Besonders günstig soll Formaldehyd wirken bei 1 ccm 4prozentiger Lösung in 1000 ccm Wasser und 48 Stunden Einwirkungsdauer; die Entwicklung der Parentalgeneration der gebeizten Samen sei zweimal so gut wie die der unbehandelten Samen.

Eine günstige Reizwirkung hat weiter Freude (15) bei Uspulun beobachtet, ferner bei Germisan und Tillantin, durch welche die Keimenergie beschleunigt wurde. Warmwasserbeize verzögerte sie dagegen. Die ertragfördernde Wirkung der quecksilberhaltigen Beizen ging über die keimtötende Wirkung bei den Krankheitserregern hinaus, war also als Stimulationseffekt aufzufassen. Ähnlich günstig für Uspulun sind die Versuche von Bischkopf (3) und Kempski (35) ausgefallen.

Remy und Vasters (66) fanden in ihren Versuchen, daß Uspulun eine stimulierende Wirkung hat und die Wirkungsgrenze weit von der Schädigungsgrenze abliegt. Selbst vierfache Überschreitung der vorgeschriebenen Konzentration drückt erst die Keimprozente auf 91 % herab, bei Sublimat dagegen auf 39, bei Formaldehyd auf 0 %, bei Kupfersulfat auf 75 %, ferner sollen Keimfähigkeit und -energie günstig beeinflußt sein bei Uspulun und Sublimat, nicht dagegen bei Formaldehyd. Doch halten beide einen Einfluß auf gesundes Saatgut durch Beizung nicht für wahrscheinlich. Auch wird festgestellt, daß Konzentrationsüberschreitung viel eher schädlich wirkt als Ver-

längerung der Beizdauer. Die Schädigungsgrenze lag danach bei Weizen für Uspulun bei 0,15—0,2 %, für Sublimat bei 0,05—0,1 %. Formaldehyd zeigte sich bei 0,1 % kaum, bei 0,2 % deutlich, bei 0,4 Prozent außerordentlich schädlich.

Ferner fand DE LA ESPRIELLA (12) in einem Versuch mit brandfreiem Hafer und Uspulun-gebeiztem, brandfreiem Hafer noch einen Mehrertrag bei dem gebeizten Hafer; er glaubte diesen dem Uspulun zuschreiben zu können. Günstig über Stimulation äußert sich auch PFEFFER (59): „Man kann durch submaximale Dosen von schädlichen Körpern oft eine transitorische oder dauernde Reaktion verursachen, die durch eine Steigerung der Stoffwechseltätigkeit und vielfach auch durch eine Beschleunigung des Wachstums bemerkbar wird."

Eine Reihe anderer Forscher konnte nicht zu den günstigen Resultaten gelangen, so HASELHOF, FLUHRER und HAUN (25). Sie fanden, daß die Ergebnisse bald positiv, bald negativ waren. Auch BREDEMANN (6) spricht sich dahingehend aus, daß seine Versuche mit Mg- und Mn-Salzen eine Reizwirkung auf Keimung und Ertrag nicht gezeigt haben. Ferner konnten auch BRINGMANN, GISEVIUS und STRAIB (7) nicht zu eindeutigen Resultaten gelangen, weil die Ergebnisse ganz unregelmäßig waren und sich bald als negativ, bald als positiv erwiesen.

Die Wirkung des Formaldehyds fand auch WINDISCH (76) als negativ in einem Versuch mit Klee. Wenn ohne Beizung 95 % keimten, so ergaben sich bei 0,02 % Formalinlösung noch 90, bei 0,05 noch 34, bei 0,1 % nur noch 7½ % Keime. Die Keimenergie wurde zuerst angegriffen und dann auch die Keimfähigkeit; 0,40prozentige Lösung tötete Klee völlig. Eine durchaus negative Wirkung fand auch KINZEL (36) für Formaldehyd in 0,1prozentiger Lösung und in stärkerer. Ich entnehme seiner Arbeit (36, S. 461) folgende Tabelle: (s. Tabelle XXVIII).

Auch HOLLRUNG (29) untersuchte die Wirkung des Formaldehyds auf die Keimung mehrerer Pflanzensamen, darunter auch Klee. Er beizte diese Samen 24 Stunden und konnte bei einer Konzentration von 0,02 % noch keine Schädigung feststellen, wohl aber bei 0,05prozentiger und stärkerer Lösung. Erwähnen möchte ich weiter noch, daß auch NOBBE einen Kleekeimungsversuch mit Sodabeize anstellte, der aber auch kein klares Bild zu geben vermag (50).

Eine ganz bemerkenswerte Anregung gibt GLANZ (18). Es wäre nach ihm nicht undenkbar, daß auch in garen, gebrachten Böden Stimulantien sich aus den Bodenteilchen in Wasser lösen, u. a. besonders Mg- und Fe-Salze und somit eine natürliche Stimulation

Tabelle XXVIII

Beizversuch mit Formaldehyd (Kinzel, 36)
Landw. Versuchsstation 1897, S. 461

Dauer der Einwirkung	Anzahl der Keime in %			
	bei Wasser	0,1%	0,2%	0,5% Formaldehydlösung
½ Std. Keimenergie	91,8	95,5	88,0	81,3
½ „ Keimfähigkeit	93,8	92,5	91,0	85,3
1 „ Keimenergie	93,0	89,3	81,0	43,0
1 „ Keimfähigkeit	93,0	92,3	88,3	74,0
2 „ Keimenergie	92,0	77,8	37,1	3,8
2 „ Keimfähigkeit	92,5	88,0	80,0	19,5

eintritt. Ganz zweifellos sind im Boden genügend Sauerstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure vorhanden, um es wahrscheinlich erscheinen zu lassen, daß das kohlensäurehaltige Wasser tatsächlich genug von den natürlichen Stimulantien löst, um eine Stimulation herbeizuführen.

Nach Becker (2) versucht Popoff auch diese Erklärung zu geben, nachdem es verschiedenen deutschen Forschern nicht gelungen war, seine Ergebnisse zu bestätigen, sich vielmehr schroff gegenteilige Resultate ergaben.

Außer den oben genannten Arbeiten von Windisch, Kinzel, Hollrung und Nobbe fand ich keine Berichte über Reizversuche mit Klee vor. Im Nachfolgenden möchte ich nun an Hand eigener Versuche dartun, ob eine Reizung von Kleesamen bei der Keimung eintritt und wie lange sie anhält.

Eigene Reizversuche mit verschiedenen Kleearten

Die Untersuchung über Stimulation der Kleesamen habe ich derart vorgenommen, daß ich nur das Saatgut mit der zu prüfenden Lösung stimulierte, nicht dagegen das Keimmedium, in welches ich den Samen einzubetten beabsichtigte. Ist auch bei Laboratoriumsversuchen der Sand, Ziegelgrus oder Porzellangries verhältnismäßig steril und enthält kaum noch wasserlösliche Salze, so würde doch m. E. dann wieder der parallel laufende Freilandversuch unter anderen Bedingungen stehen und ein Vergleich nicht möglich sein. Ich gehe dabei von der Überlegung aus, daß im Ackerboden genügend Cu-, Mg-, Mn-, Al- und so weiter Salze gelöst sind, um den Samen oder Keimling zu reizen, so daß eine Reizlösung hier ein ganz falsches Bild ergeben würde, da sie durch die Reizung im Acker

kompensiert oder verstärkt werden könnte. Außerdem würde eine Reizung, die als Lösung erst dem Ackerboden einverleibt werden müßte, in der Praxis zu teuer und umständlich werden.

Meine Versuche mit Reizstoffen an verschiedenen Kleearten habe ich der besseren Übersicht halber nach den Kleearten eingeteilt. Ich habe, um später für die Freilandversuche eine Parallele zu haben, auch Nitragin und Azotogen untersucht. Beides sind zwar eigentlich Impfstoffe und gehören nicht hierher, ich wollte jedoch ihren etwaigen Einfluß auf die Kleekeimung ebenfalls nicht ununtersucht lassen.

Die Beizmittel, soweit solche zur Verwendung als Reizmittel gelangten, wurden mir durch gütige Vermittlung von Herrn Professor Opitz von den betreffenden Firmen zur Verfügung gestellt. Die verwandten Chemikalien wurden chemisch rein von der Drogerie Krause Nachfolger, Greifswald, bezogen. Das Saatgut stammte bis auf den Wundklee, den ich als Wundklee schlesischer Herkunft 1924 von der Firma Vissinger, Berlin, bezog, von der schlesischen Klee- und Grassamenbaugenossenschaft (siehe auch unter Abkürzungen Saatgut 1924er Ernte).

Um nun alle anderen als die durch die Reizstoffe hervorgerufenen Einflüsse auszuschalten, mußte ich natürlich 1) sterile Keimmedien und destilliertes Wasser verwenden, 2) die ungereizten einzukeimenden Kleesamen alle erst eine halbe Stunde in destilliertes Wasser legen, auf Fließpapier trocknen und am nächsten Tage nach völliger Trocknung an der Luft einkeimen, entsprechend dem Verfahren bei der Beizung. Die Reizdauer betrug stets eine halbe Stunde. Das Trocknen dauerte ebenfalls nach oberflächlichem Abtrocknen mit Fließpapier bis zum nächsten Tage. Die Reizzeit wurde mit Absicht nicht verändert, um die Wirkung des Vorquellens möglichst auszuschalten. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß ein gequollener Same für die Reizstoffe viel zugänglicher ist als ein nicht gequollener, sich mithin auch die Einwirkung ganz anders bemerkbar machen kann. Gerade bei Klee sind aber zwischen den einzelnen Arten und auch innerhalb derselben Art die Unterschiede in bezug auf die Zeit des Quellens sehr groß. Die Reizstoffe würden folglich auch in ihrer Wirkung sehr verschieden zur Geltung kommen können. Aus demselben Grunde wurde das Saatgut auch erst wieder nach der halbstündigen Behandlung und oberflächlichen Trocknung zwischen Fließpapier einen Tag lang bei Zimmertemperatur nachgetrocknet. Die Differenzen der 1000-Korngewichte zwischen gereizten und getrockneten oder nur mit Wasser behandelten und getrockneten Samen und nicht behandelten betrugen meist etwas

weniger als $^2/_{1000}$ der gewogenen Menge, was durch Wäge- und Beobachtungsfehler zu erklären ist. War die Differenz größer als $^2/_{1000}$, so wurde ein neues Quantum des Saatgutes gebeizt, was aber nur zweimal nötig war.

Die Resultate sind in den Tabellen XXIX—XXXIV niedergelegt. Diese wurden nach dem auf Seite 349 geschilderten Verfahren zusammengestellt und errechnet. Die Zahl der Wiederholungen jedes Einzelversuches betrug auch hier stets vier.

Zunächst zu Tab. XXIX, welche die Resultate der Versuche mit Gelbklee enthält. Die weitaus meisten Beizmittel wirken bei Gelbklee auf die Keimenergie schneller und prozentual stärker als auf die Keimfähigkeit, verglichen mit dem ungebeizten, aber mit Wasser vorbehandelten Gelbklee. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchen nochmals zu erläutern, dürfte sich erübrigen, da ja die Tabelle ein klares Bild gibt. Ich möchte nur auf einige besonders markante Punkte hinweisen, besonders auch deshalb, weil aus den Tabellen nicht zu ersehen ist, wie der Keimverlauf in den Zwischenzeiten war. Die höchste Reizwirkung auf Keimenergie trat bei Formalinbeize ein bei 0,12prozentiger Lösung. Bei 0,25prozentiger Formalinbeize wurde die Keimenergie demgegenüber schon etwas gedrückt, bei 0,5 % noch mehr; die Keimfähigkeit erreichte ihren Höhepunkt in 95,75 % bei 0,25prozentiger Lösung. Die Unterschiede sind größer als das Dreifache der neuen Schwankung, so daß der Erfolg außerhalb der Fehlergrenze liegt. Als sehr wirksam haben sich $HgCl_2$ und $CuSO_4$ 0,12prozentig erwiesen, obwohl mir bei letzterem allerdings noch eine günstige Wirkung vorzuliegen scheint. $CuCl_2$ zeigt deutlich eine Reizwirkung nach der negativen Seite, besonders in der Keimenergie; auch bei $HgCl_2$ 0,25% sah es im Versuch aus, als habe bei der Keimenergie eine Schädigung vorgelegen. Es ist zu beachten, daß fast regelmäßig mit der Höhe der Reizung auch die Unregelmäßigkeit im Keimen zunimmt, was in den entsprechenden MF % zum Ausdruck kommt. Für Nitragin und Azotogen möchte ich meinerseits eine Reizwirkung verneinen. Bei Nitragin b muß irgendein ungünstiger Zufall vorgelegen haben, den ich aber nicht gemerkt und später auch nicht gefunden habe. Eine Analogie mit Rot- oder anderem Klee besteht, wie voraus bemerkt sei, in dem Heruntergehen beim Nitragin b in der Keimenergie nicht. Eine Erklärung fehlt mir also dafür, warum die Keimenergie am 3. Tage herabgedrückt wurde; die Keimfähigkeit ist am zehnten Tage aber wieder normal. Auch für Azotogen a glaube ich nicht eine Reizwirkung annehmen zu müssen, die Differenz

Tabelle XXIX

Einfluß der Reizmittel auf Gelbklee (schlesischer Herkunft)

Greifswald, Botanisches Institut, Februar—April 1925

Gelbklee I

I	II		III	IV	V		VI	VII
Behandlung	1. — 3. Tag				4. — 10. Tag			
	hart	geq.	gek. MF	MF%	hart	geq.	gek. MF	MF%
1. unbehandelt .	4,75	39,5	55,75 ± 1,89	3,4	2,75	24,0	73,25 ± 1,49	2,02
2. ½ Std. in dest. Wasser . . .	4,5	39,25	56,25 ± 1,99	3,53	2,5	22,0	75,5 ± 1,80	2,38
3. ½ Stunde gebeizt mit								
Uspulun 0,12 %	6,25	17,75	76,0 ± 0,13	0,17	1,0	14,25	84,75 ± 0,71	0,83
„ 0,25 %	6,0	18,0	76,0 ± 0,41	0,54	1,0	14,5	84,50 ± 0,28	0,37
„ 0,5 %	6,25	20,75	73,0 ± 0,71	1,17	1,25	16,5	82,25 ± 1,31	1,87
4. Germisan								
0,12 %	2,75	14,0	83,25 ± 0,75	0,92	1,25	8,75	90,0 ± 0,44	0,49
„ 0,25 %	4,25	19,5	76,25 ± 0,86	1,23	3,75	13,75	82,75 ± 0,48	0,59
5. Segetan 0,12 %	12,5	25,0	62,5 ± 0,65	1,03	1,75	13,0	85,25 ± 0,63	0,74
„ 0,25 %	1,25	54,0	44,75 ± 1,22	2,72	1,25	40,0	58,75 ± 3,34	5,68
6. Quecksilber-chlorid 0,12 %	29,25	15,0	55,75 ± 1,11	1,98	8,25	23,0	68,75 ± 0,75	1,52
„ 0,25 %	27,0	20,0	53,0 ± 1,96	3,7	3,5	18,0	78,5 ± 2,83	3,62
7. Formalin								
0,12 %	0,5	13,25	86,25 ± 0,63	0,73	0,25	7,75	92,0 ± 0,41	0,45
„ 0,25 %	1,0	20,25	78,75 ± 0,48	0,61	0,75	3,5	95,75 ± 0,75	0,78
„ 0,50 %	11,0	18,75	70,25 ± 2,23	3,17	2,5	11,25	86,25 ± 2,52	2,92
8. Kupferchlorid								
0,12 %	18,5	32,75	48,75 ± 0,85	1,74	9,0	20,5	70,5 ± 0,91	1,29
9. Kupfersulfat								
0,12 %	9,25	29,50	61,25 ± 1,09	1,78	1,5	15,25	83,25 ± 0,48	0,58
10. Magnesium-sulfat 0,12 %	3,0	21,0	76,0 ± 0,41	0,54	1,25	8,75	90,0 ± 1,29	1,43
„ 0,25 %	3,5	22,75	73,75 ± 0,48	0,65	2,5	14,25	83,25 ± 0,24	0,29
11. „ + Kalium-jodid je 0,12 %	1,75	27,5	70,75 ± 0,66	0,74	0,5	19,75	79,75 ± 0,24	0,30
„ 0,25 %	3,0	22,5	74,50 ± 0,65	0,87	1,25	11,25	87,5 ± 0,5	0,57
12. Kupferacetat								
0,12 %	7,5	18,25	74,25 ± 0,48	0,65	2,75	13,75	83,5 ± 1,19	1,42
„ 0,25 %	7,0	19,0	74,0 ± 0,57	0,78	1,8	16,5	82,5 ± 0,41	0,50
13. Nitragin								
a) auf d. Samen .	4,75	39,0	56,25 ± 3,06	5,45	2,75	23,25	74,0 ± 0,82	1,09
b) auf d. Keimbett	5,25	54,0	40,75 ± 0,63	1,53	3,0	20,75	76,25 ± 2,14	2,83
14. Azotogen								
a) auf d. Samen .	4,5	37,75	57,75 ± 1,13	1,96	3,0	17,25	79,75 ± 0,85	1,07
b) auf d. Keimbett	4,75	39,5	55,75 ± 1,24	2,22	2,75	21,25	76,0 ± 1,08	1,42

Tabelle XXX

Einfluß der Reizmittel auf Inkarnatklee (schlesischer Herkunft)

Greifswald, Botanisches Institut, Februar—April 1925

Inkarnatklee

I	II	III	IV	V	VI	VII
Behandlung	1.—3. Tag			4.—10. Tag		
	hart	geq.	gek. MF	MF%	hart	geq.	gek. MF	MF%
1. unbehandelt	3,25	18,0	78,75 ± 0,75	0,96	3,25	3,5	93,25 ± 0,25	0,27
2. ½ Stunde in dest. Wasser	3,0	18,0	79,0 ± 0,41	0,64	2,75	2,75	94,5 ± 0,50	0,53
3. ½ Std. gebeizt m. Uspulun 0,12 %	3,25	15,75	81,0 ± 0,71	0,87	2,5	2,5	95,0 ± 0,41	0,43
„ 0,25 %	4,0	14,50	81,50 ± 0,86	1,06	2,5	9,75	87,75 ± 0,62	0,71
„ 0,5 %	3,75	15,0	81,25 ± 1,27	1,56	2,25	9,0	88,75 ± 0,62	0,7
4. Germisan 0,12 %	—	3,0	97,0 ± 0,41	0,42	—	1,75	98,25 ± 0,48	0,49
„ 0,25 %	4,0	19,0	77,0 ± 1,08	1,41	2,0	5,0	93,0 ± 1,29	1,38
5. Segetan 0,12 %	0,25	11,0	88,75 ± 1,25	1,40	—	4,25	95,75 ± 0,85	0,99
„ 0,25 %	1,75	29,75	68,50 ± 0,65	0,95	1,75	11,75	86,5 ± 1,56	1,80
6. Quecksilberchlorid 0,12 %	14,75	18,75	66,5 ± 0,65	0,97	—	20,0	80,0 ± 0,71	0,88
„ 0,25 %	15,50	19,25	65,25 ± 0,94	1,44	0,25	16,75	83,0 ± 0,57	0,69
7. Formalin 0,12 %	—	21,75	78,25 ± 1,65	2,16	—	10,25	89,75 ± 0,48	0,53
„ 0,25 %	—	40,5	59,5 ± 1,32	2,22	—	22,5	77,5 ± 1,85	2,38
„ 0,50 %	10,5	57,25	32,25 ± 0,85	2,63	1,25	41,75	57,0 ± 0,71	1,25
8. Kupferchlorid 0,12 %	0,75	17,5	81,75 ± 0,85	1,05	0,75	14,25	85,0 ± 0,91	1,07
9. Kupfersulfat 0,12 %	5,0	18,0	77,0 ± 0,41	0,53	0,25	5,00	94,75 ± 0,24	0,26
10. Magnesiumsulfat 0,12 %	0,25	18,75	81,0 ± 1,47	1,82	—	3,5	96,5 ± 0,66	0,68
0,25 %	0,25	5,75	94,0 ± 0,41	0,42	—	2,25	97,25 ± 0,24	0,28
11. „ + Kaliumchlorid 0,12 %	0,25	7,75	92,0 ± 0,41	0,45	—	3,25	96,75 ± 0,48	0,49
„ 0,25 %	0,25	5,75	94,0 ± 0,41	0,44	0,25	2,5	97,25 ± 0,75	0,77
12. Kupferacetat 0,12 %	1,0	11,5	87,5 ± 0,65	0,74	0,0	9,0	91,0 ± 0,41	0,45
„ 0,25 %	0,5	11,5	88,0 ± 1,47	1,67	—	10,25	89,75 ± 0,48	0,53
13. Nitragin								
a) auf d. Samen	3,5	19,0	77,5 ± 1,56	2,03	3,25	4,75	92,0 ± 0,41	0,45
b) auf d. Keimbett	3,0	21,75	74,25 ± 0,75	1,01	3,0	6,25	90,75 ± 0,86	0,95
14. Azotogen								
a) auf d. Samen	3,0	18,0	79,0 ± 0,82	1,09	3,0	5,0	92,0 ± 0,41	0,77
b) auf d. Keimbett	3,5	18,0	78,5 ± 0,23	0,29	3,5	4,75	91,75 ± 0,68	0,75

75,5—79,75 liegt ja auch noch gerade unter der dreifachen mittleren Schwankung. Bei den Nitragin- und Azotogen-Reizversuchen fehlte ferner auch die bei allen positiv verlaufenden Reizversuchen sich ergebende Wachstumsfreudigkeit, die sich in Größe und Stärke der Pflänzchen bemerkbar macht, wenn sie auch nicht zahlenmäßig festzuhalten ist. Bei $HgCl_2$ 0,12% ist wohl anzunehmen, daß die Schädigungsgrenze bereits überschritten ist. Wenn man bedenkt, daß Uspulun nur 30% $HgCl_2$ enthält, erscheint das durchaus möglich. Vielleicht hätte 0,06 % schon ein starkes positives Resultat ergeben.

In vielen Fällen scheint es, als ob einige Beizmittel, wie beim Gelbklee so auch beim Inkarnatklee, Tab. XXX, die Hartschaligkeit zu beeinflussen imstande sind. Ich sage ausdrücklich, es scheint, weil man ja nicht schon am 10. Tage sagen kann, ob die Samen, die dann noch nicht gequollen sind, auch tatsächlich hartschalig in dem Sinne sind, daß sie vor einigen Monaten kein Wasser aufnehmen. Nach dem Verhalten der Samen in dieser Beziehung zu schließen, haben die Reizmittel auf die Quellzellen zuerst eine Stimulationswirkung. Besonders beim Germisan 0,12 prozentiger Lösung ist diese Erscheinung sehr schön zu beobachten. Auch bei Segetan und Formalinbehandlung findet sie sich. Wie aus den Beispielen in der Tabelle zu ersehen ist, macht die Reizung der Quellzellen sich schon in den ersten drei Tagen bemerkbar. In gewisser Weise hat dieses dann ja auch auf die Keimenergie und später auf die Keimfähigkeit einen nicht unbedeutenden Einfluß. Bei diesem Inkarnatklee, der schon dem Aussehen und dem Gefühl nach auf gute Qualität schließen ließ, machen sich alle Stimulantia nur wenig bemerkbar. Die ungebeizten resp. unbehandelten Versuche ergaben schon sehr hohe Keimenergie und Keimfähigkeit. Die Reizwirkung konnte also nicht allzu hohe Erfolge erzielen, doch ist sie immerhin deutlich erkennbar und auch als Einfluß der Reizmittel nachweisbar, wie aus den Zahlen der Tabellen leicht zu ersehen ist. Am besten hat sich am 10. Tage wieder Germisan 0,12% und $MgSO_4$ und KJ 0,25% bewährt, auch $MgSO_4$ 25% allein hatte schon eine ebenso hohe Steigerung zu verzeichnen. Ganz besonders schädlich wirkten Formalin 0,25 % und 0,5 %. Die Schädigung war auch an den wenigen Keimlingen selbst zu sehen. Aus dem Vergleich mit der entsprechenden Behandlung bei Gelbklee ergibt sich aber, daß die Kleearten sich diesem Reizmittel gegenüber verschieden verhalten. Nitragin und Azotogen sind auch hier m. E. ohne Einfluß geblieben. Ich möchte weiter bei unbehandeltem und $^1/_2$ Stunde in Wasser

behandeltem Klee darauf hinweisen, daß sich sowohl bei Gelb- wie Inkarnatklee eine kleine Steigerung durch Eintauchen in Wasser aus den arithmetischen Mitteln ersehen läßt, doch genügt die Differenz nicht, da der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels zu groß ist, um einen Einfluß den verschiedenen Vorbehandlungen zuschreiben zu können. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, daß die Reizwirkung sich sehr bald verliert. Ein ganz merklicher Ausgleich ist schon am zehnten Tage gegenüber dem 3. Tage vorhanden. An den Freilandversuchen mit Ertragsfeststellung am 30. Tage zeigte sich das noch mehr, wie ich später noch zu zeigen Gelegenheit habe. Ganz besonders tritt das aber natürlich bei denjenigen Samen in Erscheinung, die schon von Natur aus eine große Keimenergie und Wachstumsfreudigkeit besitzen.

Der Wundklee (Tabelle XXXI) der vorliegenden Untersuchung stammt von der Samenhandlung Wissinger, Berlin, soll schlesischer Herkunft sein und ist Saatgut 1924er Ernte. Die Beizversuche wurden mit denen der anderen Kleearten zusammen im Frühjahr 1925 in Greifswald im Botanischen Institut bei Herrn Professor Buder gemacht. Der Wundklee zeigte in einigen Fällen Übereinstimmung mit dem Inkarnatklee. Auch bei ihm hat das Germisan 0,12prozentiger Lösung Höchstkeimzahlen erreicht und zwar sowohl in der Keimenergie als auch der Keimfähigkeit.

Die gleiche Übereinstimmung zeigt sich beim Formalin in den stärkeren Konzentrationen. In beiden Fällen ist schon eine starke Schädigung vorhanden. Das $CuSO_4$ konnte eine erhebliche günstige Wirkung nur mit KJ beim Wundklee ausüben, wenngleich auch beim $MgSO_4$ allein die Keimlinge durchaus den Eindruck einer Reizung machten. $HgCl_2$ wirkte in beiden Konzentrationen schon schädlich, was besonders an der Keimenergie wieder zu sehen ist. Aber auch dieser Versuch zeigte, daß vom 3. bis 10. Tag nur in den letzten Tagen schwache Keime kamen, während sonst doch die ganze Zeit über, eher am Anfang als gegen Ende, die Samen keimten. Man hatte stets bei der Überreizung das Gefühl der Zellvergiftung. Die Keime kamen nur zögernd heraus. Die Versuche mit Nitragin und Azotogen waren beim ersten Male verunglückt; sie unter gleichen Bedingungen zu wiederholen, blieb mir leider keine Zeit und Gelegenheit (da das Institut in Greifswald umgebaut wurde und kein geeigneter Raum mehr vorhanden war). Im Vergleich zum Gelb- und Inkarnatklee sind die MF und damit auch MF% sehr hoch; das Saatgut muß doch in der Qualität erheblich hinter den beiden ersten zurückgestanden haben, selbst wenn man von der niedrigen Keim-

Tabelle XXXI

Einfluß der Reizmittel auf die Keimung von Wundklee
(schlesischer Herkunft)

Greifswald, Februar—April 1925, Botanisches Institut

Wundklee

I	II	III	IV	V	VI	VII
	1. — 3. Tag			4. — 10. Tag		
Behandlung	hart	geq.	gek. MF	MF%	hart	geq.	gek. MF	MF%
1. unbehandelt .	14,0	19,25	66,75 ± 1,42	2,27	13,25	12,25	74,50 ± 0,65	0,87
2. ½ Std. i. dest. Wasser . . .	13,25	19,50	67,25 ± 0,69	1,03	12,25	10,5	77,25 ± 0,72	0,93
3. ½ Std. gebeizt m. Uspulun 0,12 %	12,25	18,0	69,75 ± 0,24	0,35	12,25	10,5	77,25 ± 0,24	0,32
„ 0,25 %	11,25	17,75	71,0 ± 0,41	0,58	11,25	9,75	79,0 ± 0,57	0,73
„ 0,50 %	9,25	15,75	75,0 ± 0,71	0,95	9,0	8,75	82,25 ± 0,39	0,46
4. Germisan 0,12 %	16,75	3,25	80,0 ± 0,71	0,89	10,75	4,25	85,0 ± 0,41	0,48
„ 0,25 %	13,0	22,5	64,5 ± 0,87	1,34	12,5	12,75	74,75 ± 0,75	1,01
5. Segetan 0,12 %	27,0	9,75	63,25 ± 0,48	0,76	18,0	7,35	74,25 ± 0,86	1,16
„ 0,25 %	15,6	28,0	57,0 ± 0,41	0,72	8,75	23,25	68,0 ± 0,71	1,04
6. Quecksilberchlorid 0,12 %	25,25	10,5	64,25 ± 0,39	0,60	13,25	8,0	78,75 ± 1,25	1,58
„ 0,25 %	28,50	12,0	59,5 ± 1,19	2,0	14,5	12,0	73,5 ± 1,39	1,89
7. Kupferchlorid „ 0,12 %	31,25	8,25	60,5 ± 0,65	1,07	12,5	21,25	66,25 ± 1,03	1,56
8. Kupfersulfat „ 0,12 %	19,75	9,50	70,75 ± 0,48	0,68	6,0	7,25	86,75 ± 0,48	0,55
9. Kupferacetat 0,12 %	16,75	7,75	75,50 ± 0,28	0,37	14,25	4,75	81,0 ± 0,91	1,13
„ 0,25 %	19,0	6,25	74,75 ± 0,85	1,14	15,75	5,0	79,25 ± 0,24	0,31
10. Formalin 0,12 %	26,0	4,0	70,0 ± 0,41	0,59	18,25	4,5	77,25 ± 1,25	1,62
„ 0,25 %	32,0	5,0	63,0 ± 1,08	1,72	21,0	6,25	72,75 ± 1,03	1,42
„ 0,50 %	11,0	37,5	51,50 ± 1,19	2,31	11,0	23,25	65,75 ± 1,23	1,87
11. Magnesiumsulfat 0,12 %	12,75	22,75	64,50 ± 0,65	1,01	12,50	9,25	78,25 ± 0,74	0,96
„ 0,25 %	15,50	16,0	68,50 ± 0,91	1,27	14,50	5,5	80,0 ± 0,82	1,02
12. „ + Kaliumjodid je 0,12 %	18,25	3,75	78,0 ± 0,91	1,17	15,0	1,5	83,5 ± 1,20	1,43
„ je 0,25 %	20,0	3,0	77,0 ± 0,41	0,53	19,0	0,25	80,75 ± 0,24	0,30
13. Nitragin								
14. Azotogen								

energie und Keimfähigkeit ganz absicht. Verhältnismäßig groß ist die Zahl der bis zum 10. Tage noch hartschaligen Samen. Auch hier wirken einige Reizmittel der Hartschaligkeit entgegen, so besonders

Tabelle XXXII

Einfluß der Reizmittel auf die Keimung von Rotklee II
(schlesischer Herkunft)

Greifswald, Februar—April 1925, Botanisches Institut

Rotklee II

I	II	III		IV	V	VI		VII
	1.—3. Tag				4.—10. Tag			
Behandlung	hart	geq.	gek.	MF%	hart	geq.	gek.	MF%
1. unbehandelt .	14,25	27,50	58,25 ± 0,69	1,05	12,75	18,0	69,25 ± 0,89	2,71
2. ½ Stunde in dest. Wasser .	12,5	27,0	60,50 ± 1,79	2,98	9,75	11,75	78,50 ± 1,26	1,60
3. ½ Std. gebeizt m. Uspulun 0,12 %	6,75	19,50	73,75 ± 1,52	2,15	6,5	9,75	83,75 ± 1,03	1,23
„ 0,25 %	6,75	21,0	72,25 ± 1,25	1,73	6,5	11,25	82,25 ± 0,63	0,76
„ 0,50 %	6,25	19,75	74,0 ± 1,36	1,84	5,75	12,75	81,50 ± 0,50	0,61
4. Germisan 0,12 %	2,45	3,0	72,5 ± 0,28	0,39	17,0	6,75	76,50 ± 0,39	0,51
„ 0,25 %	10,5	22,0	67,5 ± 1,19	1,76	10,25	13,0	76,75 ± 1,49	1,93
5. Segetan 0,12 %	25,25	10,25	64,5 ± 0,28	0,44	20,0	5,75	74,25 ± 0,48	0,65
„ 0,25 %	18,75	18,0	63,25 ± 2,18	3,42	17,5	13,5	69,0 ± 2,21	2,80
6. Quecksilberchlorid 0,12 %	23,25	13,25	63,5 ± 1,50	2,36	11,75	10,5	77,75 ± 0,48	0,62
„ 0,25 %	26,75	11,0	62,25 ± 1,75	2,81	13,50	8,75	77,75 ± 1,32	1,70
7. Kupferchlorid 0,12 %	29,0	11,75	59,25 ± 3,64	6,15	13,0	17,50	69,5 ± 3,11	4,48
8. Kupfersulfat 0,12 %	24,75	7,25	68,0 ± 1,44	2,12	11,5	9,25	79,25 ± 3,04	3,82
9. Kupferacetat 0,12 %	17,5	8,25	74,25 ± 1,11	1,68	13,75	6,25	80,0 ± 1,68	2,10
„ 0,25 %	20,75	7,5	71,75 ± 1,93	2,69	16,75	7,0	76,25 ± 1,93	2,53
10. Formalin 0,12 %	25,50	4,0	70,5 ± 0,65	0,92	22,25	4,0	73,75 ± 0,24	0,33
„ 0,25 %	20,0	5,5	74,5 ± 0,65	0,87	17,25	4,0	78,75 ± 0,48	0,61
„ 0,50 %	16,25	41,5	42,25 ± 2,06	4,85	13,25	14,75	72,0 ± 2,27	3,16
11. Magnesiumsulfat 0,12 %	15,75	19,5	64,75 ± 1,25	1,93	15,75	12,25	72,0 ± 0,57	0,8
„ 0,25 %	12,75	11,75	75,5 ± 0,28	0,37	12,0	5,75	82,25 ± 0,24	0,29
12. „ + Kaliumjodid je 0,12 %	27,50	8,75	63,75 ± 0,85	1,34	24,75	4,25	71,0 —	—
„ 0,25 %	14,5	17,25	68,25 ± 1,55	2,26	14,5	12,75	72,75 ± 1,11	1,52
13. Nitragin								
a) auf d. Samen	14,25	27,5	58,25 ± 1,32	2,26	11,5	16,5	72,0 ± 1,78	2,94
b) auf d. Saatbett	13,5	27,5	59,0 ± 1,58	2,68	13,0	15,25	71,75 ± 1,60	2,23
14. Azotogen								
a) auf d. Samen	14,5	25,5	60,0 ± 1,76	2,89	12,5	16,25	71,75 ± 1,70	2,38
b) auf d. Saatbett	14,0	28,5	57,5 ± 1,26	2,92	13,0	18,0	69,0 ± 1,22	0,32

das $CuSO_4$, Segetan 0,25 und Uspulun 0,5%; einige scheinen sie besonders zu begünstigen, und zwar sind es im allgemeinen nicht die Stimulantia, die eine Schädigung hervorrufen, wie man wohl geneigt sein könnte anzunehmen.

Bei Tab. XXXII fällt sofort auf, daß die mittleren Fehler im Vergleich zu den anderen vorhergehenden Tabellen ganz erheblich größer sind. Es ist mir nur selten geglückt, die Versuche so anzusetzen, daß der MF unter 1 blieb. Ich stellte diese Tabelle erst im August 1925 auf, sonst hätte ich die Versuche teilweise, z. B. den mit $CuCl_2$, wiederholt. Da aber der MF am 10. Tage nur um $^1/_{10}$ die von Römer u. a. festgesetzte Abweichung überschreitet, so habe ich es unter den gegebenen Verhältnissen unterlassen, einen zweiten Versuch anzustellen. Außerordentlich günstig auf die Hartschaligkeit wirkt nach den Versuchen das Uspulun. Die Hartschaligkeit ist ca. um 50 % geringer als bei 1) und 2) (ohne Beize) am 3. Tage und um 30 % geringer als bei 2) am 10. Tage. Auch Keimenergie- und Keimfähigkeit wurden gerade vom Uspulun in einer Weise angeregt, wie es die anderen Reiz- resp. Beizmittel nicht zu erreichen vermochten. Im Gegensatz dazu wurde die Hartschaligkeit bei den anderen Beizen am 3. Tage bestimmt vergrößert und am 10. Tage war der Nachteil noch nicht bei allen wieder ausgeglichen. Ähnliche Wirkungen, wenn auch nicht ganz so ausgesprochen und durchgehend, sind ja in den vorhergehenden Versuchen mit Wundklee, Inkarnatklee und Gelbklee auch schon zu beobachten. Die Keimenergie wurde in allen Fällen bis auf zwei gehoben, obwohl es bei einigen zweifelhaft erscheinen könnte, weil die mittleren Fehler oft sehr groß sind. Bei dem Reizversuch mit $CuCl_2$ ist eine Schädigung nicht zahlenmäßig nachzuweisen, wohl aber zeigte die Beobachtung der Keime eine schädigende Einwirkung der Beize. Ganz deutlich ist eine Hemmung in der Keimenergie beim Formaldehyd 0,5prozentig zu sehen. Merkwürdigerweise war bei 0.25 % eine Beschleunigung des Keimens noch eingetreten, die auch bis zum 10. Tage anhielt. Am günstigsten hatte zweifellos das $MgSO_4$ 0,25prozentig gewirkt, wenn es auch nicht die höchste Keimfähigkeit beim Rotklee erzielte. Auch hier ist wieder die Tatsache zu verzeichnen, daß die Keimenergie viel mehr — bis zu 25 % — gesteigert werden kann, während die Keimfähigkeit nur bis höchstens 18 % gegen unbehandelt und ca. 16 % gegen im Wasser vorbehandelt günstiger ausfällt, d. h. also, daß die Einflüsse der Beizen sich langsam wieder verwischen. Bei Nitragin und Azotogen ließ sich eine günstige oder ungünstige Einwirkung wieder nicht feststellen. Man könnte vielleicht beim Azotogen, b, in der Keim-

fähigkeit eine Schädigung gegen den ungebeizten, aber im Wasser vorbehandelten Rotklee zu finden glauben; der Beobachtung nach bestand eine solche jedoch nicht; vor allem nicht gegen den unbehandelten Klee. Die Keimfähigkeit bei 2) erscheint mir außerordentlich hoch; welche Komponente der Keimfaktoren den günstigen Einfluß ausübte, konnte ich nicht aufklären. Eine außerordentlich seltene Gleichmäßigkeit wies der mit $MgSO_4$ und KJ 0,12% gebeizte Rotklee in der Keimfähigkeit auf.

Der Schwedenklee (Tab. XXXIII) verhält sich in bezug auf die Hartschaligkeit gegen die einzelnen Beizen sehr verschieden; aber auch gleiche Beizen verschiedener Konzentration zeigen durchaus unregelmäßige Wirkungen, so daß man diese weder vorhersagen noch irgendwie regelmäßig nennen könnte. Bei den anderen untersuchten Kleearten trat häufig der Fall ein, daß die dünnere Konzentration die stärkere in der Wirkung auf Hartschaligkeit übertraf, was sich allenfalls noch erklären ließe. Bei Germisan und $HgCl_2$ u. a. ist hier das gleiche der Fall; eine Ausnahme macht eigentlich nur Uspulun und Segetan. Uspulun vermochte weiter auf die Keimenergie nur in der schwächsten Konzentration einen günstigen Einfluß auszuüben; die Keimfähigkeit jedoch blieb unter den Versuchsreihen 1) und 2) zurück. Eine ganz ausgezeichnete Wirkung hatte das Germisan aufzuweisen, das bereits am 3. Tage eine Keimenergie zeigte, die nicht nur die aller anderen Reizmittel weit hinter sich ließ, sondern die auch ebenso groß war wie die Keimfähigkeit am 10. Tage, obwohl auch diese noch dazu die beste von allen Versuchen war. Auch das $CuSO_4$ war hier von sehr gutem Einfluß, während es bei den anderen Kleearten fast stets versagte oder gar schädigende Wirkungen äußerte. Der Versuch mit Cu-Acetat 0,25% ist leider als nicht ganz gelungen zu betrachten. Die Abweichungen der einzelnen Wiederholungen scheinen mir doch zu hoch, um sie noch irgendwie auswerten zu können. Der Grund ist darin zu suchen, daß die Wasserzufuhr durch einen Irrtum nicht in allen 4 Wiederholungen ganz gleichmäßig war. Eine Reizwirkung ließ sich nur bis zum dritten Tage beobachten. — Formalin in 0,5 % Lösung ließ eine sehr starke Schädigung der Keimenergie erkennen, die Keime waren sehr schwach und bläulichweiß gefärbt, während sie sonst grünlichweiß erscheinen. Die Erholung trat nur sehr langsam bei den einzelnen Keimen ein und die Keimfähigkeit ist ebenfalls noch stark, wenn auch nicht mehr so wie die Keimenergie geschädigt. Der ungünstige Einfluß der Reizmittel verschwindet demnach bis zu einem gewissen Grade bis zum 10. Tag ebenso wie ein günstiger; die Keimenergie

Tabelle XXXIII

Einfluß der Reizmittel auf die Keimung von Schwedenklee II (schlesischer Herkunft)

Greifswald, Februar—April 1925, Botanisches Institut

Schwedenklee II

I	II		III	IV	V		VI	VII
	1. — 3. Tag				4. — 10. Tag			
Behandlung	hart	geq.	gek. MF	MF%	hart	geq.	gek. MF	MF%
1. unbehandelt .	8,25	18,5	73,25 ± 1,49	2,02	8,0	5,75	86,25 ± 2,26	2,63
2. ½ Std. i. dest. Wasser . . .	8,00	18,25	73,75 ± 0,62	0,85	7,25	5,0	87,75 ± 1,18	1,34
3. ½ Std. gebeizt m. Uspulun 0,12 %	10,75	16,25	73,0 ± 1,29	1,77	10,25	7,75	82,0 ± 0,41	0,50
„ 0,25 %	9,75	22,75	68,0 ± 1,08	1,59	9,5	6,5	84,0 ± 0,82	0,97
„ 0,50 %	7,75	24,5	67,75 ± 1,34	1,98	7,25	10,75	82,0 ± 0,91	1,10
4. Germisan 0,12 %	5,25	2,5	92,25 ± 0,24	0,27	4,5	3,25	92,25 ± 0,24	0,26
„ 0,25 %	6,75	22,5	70,75 ± 1,11	1,57	6,75	12,75	80,5 ± 1,55	1,93
5. Segetan 0,12 %	17,75	1,75	80,50 ± 1,04	1,45	13,0	3,5	83,5 ± 0,28	0,34
„ 0,25 %	12,25	24,75	63,0 ± 0,71	1,12	11,75	7,25	81,0 ± 2,68	3,20
6. Quecksilberchlorid 0,12 %	16,25	11,5	72,25 ± 0,48	0,66	7,75	8,75	83,5 ± 0,87	1,04
„ 0,25 %	22,25	8,0	69,75 ± 0,48	0,69	9,0	7,50	83,5 ± 0,87	1,04
7. Kupferchlorid 0,12 %	16,75	2,5	80,75 ± 0,62	0,77	8,75	6,5	84,75 ± 1,03	1,22
8. Kupfersulfat 0,12 %	10,75	3,75	85,50 ± 2,20	2,58	5,50	3,0	91,5 ± 0,28	0,31
9. Kupferacetat 0,12 %	17,25	4,0	78,75 ± 0,85	1,09	10,25	4,5	85,25 ± 0,24	0,29
„ 0,25 %	16,0	4,75	79,25 ± 3,48	4,40	5,75	6,25	88,0 ± 3,58	4,07
10. Formalin 0,12 %	12,75	2,5	84,75 ± 1,70	2,02	10,25	3,0	86,75 ± 1,11	1,28
„ 0,25 %	12,0	2,75	85,25 ± 1,31	1,54	8,0	3,25	88,75 ± 0,85	0,96
„ 0,50 %	15,0	55,5	29,5 ± 1,71	5,79	10,75	1,75	71,75 ± 3,31	4,63
11. Magnesiumsulfat 0,12 %	8,75	11,25	81,0 ± 1,82	2,24	8,5	5,25	86,25 ± 1,03	1,19
„ 0,25 %	7,75	5,25	87,0 ± 0,22	0,26	7,75	4,0	88,25 ± 0,85	0,87
12. „ + Kaliumjodid je 0,12 %	11,50	11,0	77,5 ± 0,28	0,36	10,0	4,5	88,5 ± 0,65	0,76
„ je 0,25 %	13,0	3,0	84,0 ± 1,47	1,75	10,0	1,25	88,75 ± 0,75	0,84
13. Nitragin								
a) auf d. Samen .	8,5	18,25	73,25 ± 1,44	1,96	7,5	6,5	86,0 ± 0,91	1,06
b) auf d. Saatbett	7,75	21,50	70,75 ± 1,11	1,57	7,5	7,25	85,25 ± 0,24	0,29
14. Azotogen								
a) auf d. Samen .	8,25	18,75	73,0 ± 0,71	0,97	8,0	6,75	85,25 ± 0,75	0,88
b) auf d. Keimbett	8,0	20,25	71,75 ± 0,75	1,04	7,75	6,5	85,75 ± 0,48	0,56

bei Formalin 0,50% beträgt beispielsweise nur 40% der vom 1. und 2. Versuch, während die Keimfähigkeit am 10. Tage doch schon wieder auf ca. 85 % der von 1) gestiegen ist. Im übrigen hat sich der Schwedenklee aber nicht allzusehr beeinflussen lassen, jedenfalls nicht so stark wie andere der vor ihm untersuchten Kleearten. Selbst bei Segetan 0,25 % kann man zahlenmäßig eine negative Beeinflussung nur bei der Keimenergie nachweisen; bei der Keimfähigkeit liegt zwar eine solche Beobachtung vor; der zahlenmäßige Unterschied gegen 2) ist aber noch nicht so groß, daß die neue Schwankung nach Gauss das Dreifache beträgt, also unsicher! Nitragin und Azotogen lassen wieder keinerlei Einfluß erkennen, weder zahlenmäßig der Tabelle, noch der Beobachtung nach. Bei Nitragin, Versuch b, könnte man auf eine kleine Schädigung schließen, sowohl was Keimenergie wie Keimfähigkeit anbetrifft; in beiden Fällen bleibt der Nitraginversuch um über das 2—3fache des MF zurück. Der typische Verlauf einer Reizwirkung, stark auf Keimenergie, schwächer auf Keimfähigkeit, ist aber nicht vorhanden, so daß ich eher an einen ungünstigen Zufall in der Versuchsanstellung glauben möchte.

Die Ergebnisse bei Weißklee sind in Tab. XXXIV zusammengestellt. Danach wirkt beim Weißklee das Vorbehandeln mit Wasser zunächst zweifellos günstig auf die Keimenergie. In der Tab. konnte nicht zum Ausdruck kommen, daß auch die Keimentwicklung bis zum 10. Tage zwar nicht in der Zahl der Keime, wohl aber in deren Ausbildung jene oft erwähnte günstige Einwirkung zeigte. Der Weißklee steht damit nicht vereinzelt da, denn auch beim Rotklee war dieses beobachtet, und zwar war diese Wirkung stärker als die Einwirkung auf die Keimenergie. Der Wundklee zeigte dasselbe Bild, wenn auch bei weitem nicht so stark. Weniger auffällig und zahlenmäßig nicht festzustellen war es bei Inkarnatklee und Gelbklee.

Bei Weißklee weiter hat sich als sehr günstig wieder das Germisan erwiesen. Seine Reizwirkung war so stark, daß bereits am dritten Tage eine Keimenergie erreicht wurde, die die Keimfähigkeit bei den anderen Stimulantien bis auf $CuSO_4$ übertraf. Einen verhältnismäßig sehr guten Einfluß hatten hier auch die Cu-Verbindungen, während sie bei anderen Kleearten sehr häufig völlig versagten. Das $CuSO_4$ steigerte die Keimenergie um 6%, die Keimfähigkeit um ca. 10 %. Einen auffallend sehr geringen Bestand an hartschaligen Samen ergab das Germisan 0,25 %; es sticht ganz wesentlich gegen die anderen Mittel ab; gegenüber dem Versuch 2) zeigte sich damit ein Vorteil von über 30 % am 3. Tage und beinahe 45 % am 10. Tage.

Auch eine schwächende Wirkung der Stimulantien bei stärkerer Konzentration ist wieder in Tab. XXXIV klar zu erkennen. Besonders beim Uspulun fällt auf, daß mit der Stärke der Konzentration die harten Samen zunehmen, die Keimenergie und Keimfähigkeit fallen, und zwar bei 0,5 % Reizlösung so, daß die Werte deutlich unter die mit Wasservorbehandlung erzielten kommen. Sehr häufig fand sich in den anderen Tabellen, daß mit der Konzentration der Reizlösung die Hartschaligkeit abnahm, um dann wieder zu steigen. Eine starke Schädigung der Keimenergie und -fähigkeit zeigte das $HgCl_2$, das sich im allgemeinen sehr ungünstig als Reizmittel bewährt hat. Ganz besonders auffallend niedrig ist auch die Keimenergie beim Formalin 0,5 %. Wie oft bei stärkeren Lösungen ist auch hier die Ungenauigkeit des Versuches sehr groß geworden; die Unregelmäßigkeit des Keimprozesses nimmt häufig mit der Konzentrationsstärke zu. Doch fällt auch hier wieder auf, daß die Keimenergie um 50 % gemindert wurde im Vergleich zu Versuch 2, während die Keimfähigkeit am 10. Tage nur noch ein Minus von ca. 15 % zeigt. — In diesen Weißkleeversuchen treten die $MgSO_4$-Lösungen sehr wenig hervor, wie sie auch hier häufig von Uspulun, Germisan und Formalin übertroffen wurden. — Nitragin und Azotogen haben wieder, wie schon nach den vorhergehenden Resultaten zu erwarten war, keinerlei Reizwirkung in Erscheinung treten lassen, im Gegenteil die Keimenergie ist etwas geringer als bei Versuch 2.

Zusammenfassend möchte ich bemerken, daß m. E. nach vorliegenden Versuchsreihen das Uspulun, Germisan, Formalin und $CuSO_4$ in 0,12% Lösung am häufigsten und besten positive Erfolge erzielt haben. Ich habe daher diese 4 Stimulantien noch weiter in ihrer Einwirkung auf die Triebkraft bei Rot-, Schweden-, Weiß- und Inkarnatklee, ferner dieselben 4 Stimulantien, Nitragin und Azotogen in Freilandversuchen auf eine evtl. Ertragssteigerung untersucht.

Die Beeinflussung der Triebkraft durch die Stimulantien

Es ist schon bei manchen anderen Samen bekannt, hauptsächlich bei unseren Getreidearten, daß die Reizmittel auch einen Einfluß auf die Triebkraft der Samen haben. Ich habe bei Klee, und zwar Rot-, Schweden-, Inkarnat- und Weißklee derartige Versuche angestellt. Sehr günstig wäre für diese Zwecke als Keimbett zweifellos steriler Ziegelgrus gewesen. Da mir solcher aber nicht zur Verfügung stand, habe ich groben Seesand verwandt; dieser hatte eine Korngröße von ca. 0,5—1,0 mm (größere Teilchen waren abgesiebt) und durch Auswaschen alle abschlämmbaren Teilchen verloren, war mit 10 % HCl

Tabelle XXXIV

Einfluß der Reizmittel auf die Keimung von Weißklee I
(schlesischer Herkunft)

Greifswald, Februar—April 1925, Botanisches Institut

Weißklee I

I	II		III	IV	V		VI	VII
	1.—3. Tag				4.—6. Tag			
Behandlung	hart	geq.	gek. MF	MF%	hart	geq.	gek. MF	MF%
1. unbehandelt .	7,25	21,75	71,0 ± 0,91	1.28	7,25	10.25	82,5 ± 2,96	3,58
2. ½ Stunde in dest. Wasser .	6,75	17,50	75,75 ± 0,85	1,13	6,5	10,75	82,75 ± 1,11	1,34
3. ½ Std. gebeizt m. Uspulun 0,12%	6,25	8,50	85,25 ± 1,25	1,46	5,75	7,25	87,0 ± 2,22	2,57
„ 0,25%	10,0	15,25	74,75 ± 0,63	0,84	9,0	9,0	82,0 ± 1,91	1,11
„ 0.50%	13,75	17,25	69,0 ± 0,71	1,02	13,25	12,0	74,75 ± 0,48	0,64
4. Germisan 0,12%	10,50	1,0	88,50 ± 1,04	1,17	10,0	1,5	88,5 ± 1,04	1,17
„ 0,25%	4,25	16,75	79,0 ± 1,47	1,86	3,75	10,5	85,75 ± 0,94	1,10
5. Segetan 0,12%	9,75	8,75	81,50 ± 1,04	1,44	9,25	4,0	86,75 ± 0,48	0,55
„ 0,25%	11,25	15,75	73.0 ± 0,91	1,24	11,0	5,0	84,0 ± 0,41	0,49
6. Quecksilberchlorid 0,12%	13,0	19,50	67,50 ± 0,87	1,28	12,75	9,5	77,75 ± 0,85	1,10
„ 0,25%	26,25	12,0	61,75 ± 1,11	1,79	12,75	11,0	76,25 ± 0,75	0,98
7. Kupferchlorid 0,12%	13,25	4,25	82,5 ± 3,50	4,25	9,0	3,0	88,0 ± 2,49	2,71
8. Kupfersulfat 0,12%	13,75	5,5	80,75 ± 0,48	0,59	5,25	4,75	90,0 ± 0,91	1,10
9. Kupferacetat 0.12%	10,75	2,75	86,5 ± 0,96	1,11	10,0	2,75	87,25 ± 0,69	0,79
„ 0,25%	13,25	1,75	85,0 ± 0,91	1,07	11,0	2,50	86,50 ± 1,04	1,20
10. Formalin 0,12%	25,25	2,75	72,0 ± 0,91	1,26	17,75	3,50	78,75 ± 1,49	1,89
„ 0.25%	18,25	0,75	81,0 ± 0,41	0,51	5,75	6,50	87,75 ± 1,11	1,27
„ 0,50%	18,75	42.75	38,5 ± 2,11	5,45	13,5	15,75	70,75 ± 4,65	6,58
11. Magnesiumsulfat 0,12%	11,0	7,5	81,5 ± 1,19	1,46	10,0	4,25	85,75 ± 0,85	0,99
„ 0,25%	9,75	8,75	81,5 ± 1,19	1,46	9,0	5,25	85,75 ± 0,94	1,10
12. „ + Kaliumjodid je 0,12%	13,0	5,0	82,0 ± 2,54	3,15	9,25	3,0	87,75 ± 1,82	2,02
„ je 0.25%	13,75	6.75	79,50 ± 1,19	1,50	12,0	4,0	94.0 ± 0,91	1,08
13. Nitragin								
a) auf d. Samen	7,0	23,0	70,0 ± 1,47	2,05	6,25	11,25	82,50 ± 0,65	0,79
b) auf d. Keimbett	7,0	21,5	71,5 ± 1,75	2,46	6,50	12,0	81,5 ± 0,87	1,06
14. Azotogen								
a) auf d. Samen	7,5	21,25	71,5 ± 1,75	2,46	7,25	10.25	82,5 ± 1,04	1,26
b) auf d. Keimbett	7,5	21,0	71,5 ± 0,96	1,38	7,25	10,75	82,0 ± 0,81	0,99

gereinigt worden, mit Leitungswasser und zum Schluß einmal mit destilliertem Wasser ausgewaschen und dann ausgeglüht worden. Die Wasserkapazität war bei den Triebkraftversuchen voll gesättigt, weshalb ich ihre Bestimmung unterließ. Als Triebzellen benutzte ich ausgeglühte Blumentöpfe von 12 cm Innenhöhe und 12 cm lichter Öffnung oben. Das Loch im Boden wurde durch ein Zinkdrahtnetz verschlossen. Die Töpfe standen auf Glasstückchen derart im Wasser, daß das Drahtnetz sich ca. 12 mm unter der Wasseroberfläche befand und das Wasser von unten her eindringen konnte. Ich füllte erst 8 cm Sand ein, strich mit einem rechtwinklig gebogenem Glasstreifen glatt, legte dann die Samen ein, füllte hierauf $^1/_2$ cm Sand und strich ihn wieder glatt. Eine 8-cm- und $^1/_2$-cm-Marke konnte ich in die Blumentopfwand leicht einritzen, durch Abmessen unter Berücksichtigung der schiefen Topfwand und der Formel $c = \sqrt{a^2 + b^2}$.

Als Untersätze benutzte ich glasierte Tonschalen. Die Töpfe wurden in einem großen Schrank aufgestellt, der wohl luftig war, aber verhältnismäßig wenig Licht zuließ. Die einzelnen Versuche wurden nun so angeordnet, daß ich von jedem einzelnen Klee 4 Beizversuche, — 0,12prozentig und $^1/_2$ Stunde Einwirkungsdauer — und einen mit dest. Wasser $^1/_2$ Stunde vorbehandelten Versuch ansetzte. Es ergaben sich also für jeden Klee 5 Versuche, die ich zu nachstehenden zwei Tabellen vereinigt habe (s. Tab. XXXV). Es mag gleich vorweggenommen werden, daß die mittleren Fehler in diesem Versuch sehr hoch wurden. Daher erscheint es schwierig, irgendwelche Ergebnisse aus der Tabelle zu entnehmen. Immerhin spricht die Regelmäßigkeit der Zunahme oder Abnahme der Keime an den verschiedenen Tagen und bei den verschiedenen Kleearten mit einiger Wahrscheinlichkeit für eine tatsächlich stattgefundene Förderung oder Schädigung durch Reizung. Aus den Versuchen geht hervor, daß im allgemeinen die Unterschiede in der Keimanzahl am 10. Tage am besten zu sehen sind. Ferner hat es nach den Tabellen den Anschein, als ob Germisan und Uspulun günstiger wirken als $CuSO_4$. Man kann geteilter Meinung sein, ob in diesem Versuch die Wirkung der Beizen voll zur Auswirkung gelangt. Einerseits ist es möglich, daß gerade, weil der Sand in Einzelkonstruktur festliegt, die gebeizten Keime infolge des Anreizes die Decke kräftiger als die anderen durchbrechen. Andererseits aber muß man zugeben, daß eine geringe Überreizung sich auch sofort sehr schädlich bemerkbar machen wird, weil der Keimling infolge der Schwächung seiner Triebkraft überhaupt nicht an die Oberfläche gelangt. Dieser letztere Nach-

teil würde sich bei Krümelstruktur lange nicht so schwer bemerkbar machen.

Es ist weiter interessant zu beobachten, daß bis zum 15. Tage in den meisten Fällen ein gewisser Ausgleich stattfindet, sich mithin die Wirkung der Reizmittel in sterilem Keimbett doch ziemlich rasch verliert. Immerhin kann man m. E. nicht bestreiten, daß im Freiland gerade die in den ersten Tagen den Kleinlebewesen ausgesetzten Keime ihren Feinden rascher aus den Fängen wachsen und weniger geschädigt werden, wenn sie gebeizt sind. Hierauf mag sich auch die Erscheinung gründen, daß Uspulun auf den Ertrag einen Einfluß haben soll, wie man mehrfach bei Getreide beobachtet zu haben glaubt. Mit den Reizmitteln, die Popoff (61), Konsuloff (39) u. a. verwandten, dürfte m. E. auf unseren Mineralböden keine Ertragssteigerung zu erreichen sein, wie sie Konsuloff (39) in seiner Heimat auf Humusboden erreicht haben will. Ein Vergleich mit den vorhergehenden Tabellen der Beizversuche zeigt, daß die Wirksamkeit der Reizmittel auf die Triebkraft lange nicht in dem Maße vorhanden ist wie auf die Keimkraft. Es ist zu erwarten, nach den bisherigen Erscheinungen, daß die Auswirkung nur auf die erste Jugendzeit beschränkt bleibt, weil die gebeizten Samen sich immer mehr den ungebeizten angleichen. Etwaige Ertragssteigerungen können nur so entstanden sein, daß die jungen Keime schneller über Krankheitsbefallzeiten hinwegwachsen. Sie haben dadurch den anderen Pflanzen gegenüber einen Vorteil, doch verdanken sie ihn nicht dem Reizmittel als Nährstoff, sondern einer Beschleunigung der ersten Keimvorgänge, einem Zusammendrängen von Energie auf eine kürzere Spanne Zeit als gewöhnlich. Hierdurch können nun allerdings Ertragsunterschiede entstehen. Ob nun der Ertrag auf unseren Böden, welche doch viele Reizstoffe enthalten, ebenfalls gesteigert wird, ist weiter von Interesse.

Der Einfluß der Stimulations- und Impfstoffe auf den Ertrag (Nach Freilandversuchen)

In den letzten Jahrzehnten ist man durch richtige Bearbeitung des Ackers, Düngung, Auswahl geeigneter Sorten und Züchtung derselben zu höheren Erträgen als vordem gekommen. In den Stimulationswirkungen schien sich ein weiterer Weg zu bieten, die Erträge noch mehr zu steigern. In den vorhergehenden Zeilen hatte ich gezeigt, daß den Stimulantien, wenn sie in geeigneter Form und in geeigneten Lösungen angewandt werden, tatsächlich beim Klee eine Reizwirkung auf die Keimung zukommt. Die folgenden Aus-

Tabelle XXXV a und b

Einfluß der Saattiefe und Reizmittel

Keimmedium: Sand. Saatgut: schles. Herkunft.

I	II	III		IV
½ cm tief in Sand	am 3. Tage	am 5. Tag		
	gek.	gek.	MF	MF %
Rotklee II				
Ungebeizt ½ Std. in H_2O	6,50	13,75	± 2,21	16,06
Gebeizt mit Uspulun 0,12 % ½ Std. .	7,25	15,25	± 2,21	14,5
„ „ Germisan 0,12 % ½ Std. .	6,5	15,0	± 2,12	14,13
„ „ Formalin 0,12 % ½ Std. .	5,5	11,25	± 1,37	12,21
„ „ Kupfervitriol 0,12 % ½ Std.	3,75	12,5	± 2,33	18,62
Schwedenklee II				
Ungebeizt ½ Std. in H_2O	4,50	15,25	± 1,93	12,64
Gebeizt mit Uspulun 0,12 % ½ Std. .	3,25	13,50	± 1,85	13,69
„ „ Germisan 0,12 % ½ Std. .	6,5	17,0	± 1,68	9,90
„ „ Formalin 0,12 % ½ Std. .	3,0	11,25	± 1,11	9,87
„ „ Kupfervitriol 0,12 % ½ Std.	4,25	12,5	± 1,26	10,05
Inkarnatklee I				
Ungebeizt ½ Std. in H_2O	6,25	19,5	± 1,19	6,11
Gebeizt mit Uspulun 0,12 % ½ Std. .	7,5	22,0	± 1,68	7,65
„ „ Germisan 0,12 % ½ Std. .	5,5	18,25	± 0,75	4,11
„ „ Formalin 0,12 % ½ Std. .	8,0	22,0	± 2,66	11,89
„ „ Kupfervitriol 0,12 % ½ Std.	6,0	18,25	± 1,32	7,21
Weißklee I				
Ungebeizt ½ Std. in H_2O	2,5	12,75	± 1,43	11,25
Gebeizt mit Uspulun 0,12 % ½ Std. .	4,25	13,0	± 1,47	11,32
„ „ Germisan 0,12 % ½ Std. .	3,0	14,5	± 1,71	11,79
„ „ Formalin 0,12 % ½ Std. .	4,25	13,5	± 1,55	11,52
„ „ Kupfervitriol 0,12 % ½ Std.	1,75	10,0	± 1,68	16,83

führungen sollen nun dazu dienen, festzustellen, ob diese Reizwirkung bis zum 30. Tage anhält und ob dann die Pflanzenmasse, also der Ertrag an diesem Tage, noch irgendwie beeinflußt wird. Das schließt nicht aus, daß diese ertragsteigernde Wirkung im zweiten Monat doch noch verloren geht, oder durch irgendwelche Ungunst der Verhältnisse die Resultate getrübt werden. Ich habe schon weiter oben dargelegt, daß eine ganze Reihe von Forschern sich für, andere sich gegen die Möglichkeit einer Ertragssteigerung durch Reizmittel aussprechen.

Tabelle XXXV a und b

auf die Kleekeimung (Triebkraftversuche)

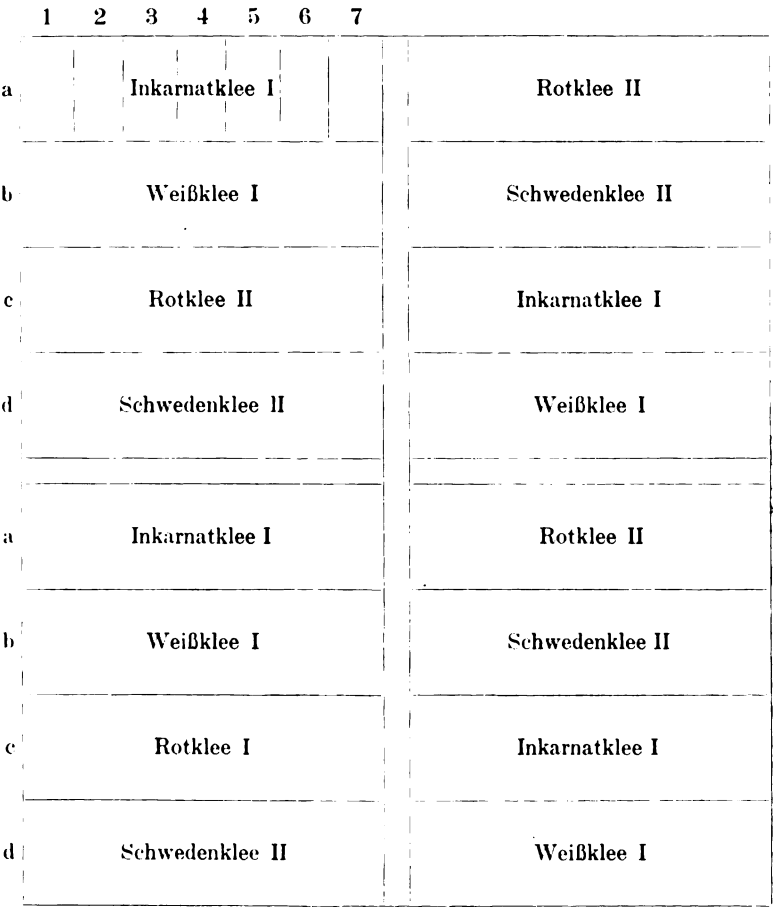
Greifswald, März, 1925, Botanisches Institut

V		VI	VII		VIII
am 10. Tage			am 15. Tage		
gek.	MF	MF %	gek.	MF	MF %
Rotklee II					
19,75	± 2,17	12,01	20,50	± 2,40	11,69
23,25	± 2,06	8,85	23,75	± 2,06	8,66
22,0	± 1,58	7,18	22,01	± 1,58	7,18
17,5	± 1,32	7,55	18,25	± 1,8	9,85
14,75	± 2,48	16,69	16,00	± 2,34	14,65
Schwedenklee II					
18,75	± 2,06	10,96	18,75	± 2,06	10,96
19,25	± 1.8	9,35	20,5	± 1,5	7,32
19,5	± 2,75	14,11	20,0	± 2,04	10,20
14,75	± 2,21	15,00	16,25	± 1,70	10,45
17,0	± 1,41	8,33	18,5	± 1,04	5,62
Inkarnatklee I					
24,5	± 1,85	7,54	25,0	± 2,04	8,16
26,5	± 1,60	6,1	27,5	± 0,87	3,15
25,5	± 1,75	6,87	26,0	± 1,73	6,66
27,25	± 0,85	3,11	28,75	± 1,37	4,78
23,5	± 2,02	8,6	24,25	± 1,65	6,82
Weißklee I					
18,0	± 2,04	11,35	19,25	± 2,42	12,59
21,25	± 1,65	7,78	21,5	± 1,50	6,97
22,5	± 1,32	5,85	23,0	± 1,22	5,33
22,25	± 1,11	4,98	23,75	± 1,31	5,53
16,75	± 1,43	8,57	17,8	± 1,78	10,47

Meine Versuche wurden von Mai—Juni 1925 in Cleve angestellt. In dieser Zeit herrschte am Niederrhein eine nicht ganz gewöhnliche Witterung. Nach kurzer Maihitze folgten lange Regentage und dann kam im Juni eine sehr anhaltende, heiße Trockenperiode. Es tritt infolgedessen wie so oft in Erscheinung, daß der einmalige Freilandversuch selbst bei mehreren Wiederholungen und genügend großen Flächen nicht ein endgültiges Resultat liefern kann. So kann auch die vorliegende Arbeit nur ein kleines Teilresultat liefern, das in mancher Hinsicht noch ergänzt werden könnte. Die Parzellen

waren je 2 qm groß, die der 4 Stimulantien, ferner von Azotogen, Nitragin und die des Kontrollversuches lagen nebeneinander, so daß Streifen von 2 m Breite und 7 m Länge entstanden. Die einzelnen Beizparzellen a 1, a 2, a 3 usw. konnten ohne größeren Abstand (15 cm) aufeinander folgen, weil ich den Klee in Reihen säte. Es fielen 600 Samen pro qm; die Reihen waren unter sich 8 cm voneinander entfernt und liefen quer zu den Einzelparzellen, so daß also jede der 25 Reihen 48 Samenkörner enthielt. Zwischen den Streifen von 2 m Breite und 7 m Länge, deren ja für jede der zu untersuchenden Kleearten und für jede Wiederholung je einer nötig war, liefen schmale Stege von 1 Fuß Breite. Randstreifen, um die Randwirkung zu verhindern, konnte ich weglassen, da ja eine solche sich m. E. bis zum 30. Tage bei Klee noch nicht bemerkbar macht, zumal da das Versuchsfeld von Kleegrasgemenge umgeben war.

Folgendes Schema soll die Versuchsanordnung etwas veranschaulichen. Diese eben erwähnte Anordnung war nun in vierfacher Wiederholung ausgeführt, und zwar so, daß die Wiederholungen, wie aus dem Schema ersichtlich, zusammenlagen. Der Klee wurde, um die Einwirkung von Vogelfraß zu verhindern, mit ca. 2—5 mm Erde bedeckt, indem ich die Reihen schwach mit Erde durch Sieben zudeckte. Die Reihen selbst erhielt ich, indem ich einen dünnen Stock auf die Erde leicht eindrückte. Den Klee ließ ich erst durch eine ca 70 cm lange, dünne, schräg gehaltene Glasröhre durchlaufen; so konnte ich eine sehr gleichmäßige Verteilung in den einzelnen Drillreihen erhalten. Der Boden selbst war sandiger humoser Lehmboden, klee- und weizenfähig. Vorfrucht waren Stoppelrüben (mit 1 Ztr. schwefelsaurem Ammoniak und $^1/_2$ Ztr. 40 % Kali pro Morgen) nach Sommergerste (Kaliammonsalpeter und Thomasmehl) gewesen; der Schlag selbst sollte Kleegrasgemenge tragen und hatte 1 Ztr. 40prozentiges Kali, $^1/_2$ Ztr. schwefels. Ammoniak und 2 Ztr. Thomasmehl pro Morgen erhalten. Die Keimprozente wurden am 3., 5., 10. und 15. Tag festgestellt und am 30. Tag die oberirdischen Stengelteile an der Erdoberfläche abgeschnitten. Die Pflanzen der Parzellen wurden zusammen abgewaschen, getrocknet, bei 100 ° C im Exsikkator 2 Stunden gehalten und dann aus Gewicht und Anzahl der Pflanzen für jede 2 qm Parzelle das Gewicht der Durchschnittspflanze dieser Parzelle berechnet. Die mittleren Durchschnittswerte ergaben sich dann aus den 4 Parallelparzellenwerten. Es stellt diese Anordnung und Berechnung also eine Analogie zu den Laboratoriumsversuchen dar, indem die 2 qm Parzellen mit je 1200 Samen je eine Keimschale mit 100 Samen ersetzen. Die Keim-



prozente der Tabelle sind also hier die Mittelwerte von 4 mal 1200 Samen. Die Durchschnittsgewichte errechneten sich auf die schon oben beschriebene Weise. Die Vorbehandlung der Samen war genau die der Laboratoriumsversuche, $^1/_2$ Stunde in Wasser, Nitragin, Azotogen oder Stimulans (0,12prozentiger Lösung). Nitragin und Azotogen wurden nach Gebrauchsvorschrift verdünnt und angewandt, die Samen aber $^1/_2$ Stunde lang eingetaucht. Die Resultate sind in Tabelle XXXVI zusammengestellt.

Diese Freilandversuche stellen ja nun die Probe aufs Exempel dar. Die Resultate sind bei den verschiedenen Kleearten verschieden. Formalin und $CuSO_4$ haben entschieden bis auf wenige Ausnahmen schädliche Wirkungen gezeigt. Bei Uspulun und Germisan ist ein günstiger Einfluß auf den Rotklee nicht von der Hand zu weisen, obwohl er nur sehr wenig hervortritt. Er geht aus dem

Durchschnittsgewicht am deutlichsten hervor. Bei den anderen Kleearten verhält sich die Wirksamkeit ähnlich wie bei Rotklee. Uspulun hatte nur einmal eine Unregelmäßigkeit beim Weißklee am 5., 10. und

Tabelle XXXVI

Einfluß der Stimulations- und Impfstoffe auf die Kleekeimung und Entwicklung

Cleve, Rhld., Mai—Juni 1925; Saatgut schles. Herkunft
Boden sandiger, humoser Lehmboden
Freilandversuch

I	II			III		IV	V		VI
2—5 mm mit Erde bedeckt	am 3.Tag	am 5.Tag	am 10.Tag	am 15. Tag			am 30. Tag		
	gek.	gek.	gek.	gek.	MF	MF%	Dgw in mg	MF	MF%
Rotklee II									
ungebeizt ½ Stunde in H_2O	14,5	36,75	55,25	6,10	± 1,68	2,76	140	± 2,61	1,87
geb. m. Uspulun 0,12% ½ Std. .	15,25	38,5	59,0	63,25	± 2,02	3,18	148	± 2,74	1,85
geb. m. Germisan 0,12% ½ Std. .	14,0	35,5	56,75	62,5	± 1,34	2,12	149	± 3,11	2,09
geb. m. Formalin 0,12% ½ Std. .	11,25	31,5	49,75	52,5	± 2,06	3,93	137	± 4,65	3,39
geb. m. Kupfervitriol ½ Std.	13,75	33,25	51,5	56,75	± 1,60	2,82	145	± 4,28	2,95
geb. m. Nitragin ½ Std.	15,25	37,0	56,25	62,5	± 1,71	2,74	142	± 2,94	2,07
geb. m. Azotogen ½ Std.	15,75	37,25	55,5	61,75	± 2,78	4,5	145	± 2,2	1,58
Schwedenklee II									
ungebeizt ½ Stunde in H_2O	16,25	51,5	58,0	64,25	± 1,70	2,64	128	± 1,47	1,15
geb. m. Uspulun 0,12% ½ Std. .	19,5	55,25	63,5	65,0	± 0,91	1,40	133	± 1,47	1,11
geb. m. Germisan 0,12% ½ Std. .	20,0	56,5	64,25	65,75	± 1,49	2,27	136	± 2,09	1,50
geb. m. Formalin 0,12% ½ Std. .	13,75	47,5	56,0	56,0	± 1,47	2,63	125	± 2,74	2,19
geb. m. Kupfervitriol ½ Std.	14,25	45,25	51,5	52,75	± 2,08	3,94	130	± 3,34	2,57
geb. m. Nitragin ½ Std.	16,5	51,0	60,25	61,75	± 2,51	4,09	127	± 3,36	2,65
geb. m. Azotogen ½ Std.	17,5	52,25	60,5	61,25	± 1,65	2,7	132	± 2,58	1,96

Tabelle XXXVI (Fortsetzung)

I	II			III		IV	V		VI
2—5 mm mit Erde bedeckt	am 3. Tag	am 5. Tag	am 10. Tag	am 15. Tag			am 30. Tag		
	gek.	gek.	gek.	gek.	MF	MF%	Dgw in mg	MF	MF%
Inkarnatklee I									
ungebeizt ½ Stunde in H_2O	21,25	48,75	74,5	79,0	± 1,47	2,10	142	± 4,18	2,94
geb. m. Uspulun 0,12% ½ Std. .	25,75	53,5	78,0	81,5	± 1,55	1,91	148	± 2,2	1,48
geb. m. Germisan 0,12% ½ Std. .	28,5	54,75	76,75	79,75	± 1,43	1,8	145	± 3,65	2,52
geb. m. Formalin 0,12% ½ Std. .	14,5	42,25	68,5	71,5	± 2,32	3,26	143	± 2,58	1,81
geb. m. Kupfervitriol ½ Std.	19,5	51,25	76,5	80,25	± 2,02	2,51	129	± 3,49	2,70
geb. m. Nitragin ½ Std.	22,0	50,25	75,25	77,5	± 0,65	0,84	141	± 4,04	2,87
geb. m. Azotogen ½ Std.	20,5	46,0	73,5	75,25	± 1,79	2,41	139	± 2,74	1,97
Weißklee I									
ungebeizt ½ Stunde in H_2O	1,15	36,5	62,25	66,75	± 1,94	2,89	110	± 1,85	1,66
geb. m. Uspulun 0,12% ½ Std. .	13,25	33,25	68,50	68,0	± 3,19	4,68	123	± 5,05	4,11
geb. m. Germisan 0,12% ½ Std. .	14,75	39,5	65,50	67,25	± 1,43	2,13	119	± 4,38	3,68
geb. m. Formalin 0,12% ½ Std. .	11,0	31,25	59,0	62,75	± 1,89	3,00	112	± 2,04	1,82
geb. m. Kupfervitriol ½ Std.	15,25	38,5	69,75	71,0	± 1,78	2,51	106	± 1,83	1,72
geb. m. Nitragin ½ Std.	12,75	38,75	64,5	67,5	± 1,19	1,77	109	± 1,29	1,19
geb. m. Azotogen ½ Std.	10,25	32,0	58,25	63,5	± 2,02	3,18	112	± 3,54	3,16

15. Tage. Meistens war nämlich die Reizung am 5. Tage zu sehen, von da ab war in wenigen Fällen noch eine geringe Steigerung vorhanden, in der größeren Mehrzahl der Fälle nahm die Differenz zwischen gereizt und nicht gereizt wieder ab. Die Unterschiede sind allerdings im Gewicht noch verblüffend groß. Zwar handelt es sich immer nur um mg, aber doch sind die Abweichungen deutlich genug und sie treten vor allem auch bei allen 4 untersuchten Kleearten für

Uspulun und Germisan regelmäßig auf. Bei den anderen als Reizmittel verwandten Stoffen ist bald ein günstiges, bald ein ungünstiges Ergebnis die Folge der Beize. Ich habe einen einwandfreien Grund dafür noch nicht finden können. Zusammenfassend wäre weiter zu sagen, daß auch Nitragin und Azotogen weder auf die Keimung noch bis zum 30. Tage auf die Entwicklung irgendeine Wirkung bei einem der Versuche gehabt haben, obwohl die Konzentration und Anwendung die denkbar günstigste war. Es war dabei also gleichgültig, ob es sich um sterilen oder humosen Boden handelte.

Nach den in den Versuchen gemachten Erfahrungen ist es m. E. gewiß, daß in späterer Zeit, also nach dem 30. Tage — die Anzahl der Keime nahm im allgemeinen nicht mehr zu —, eine fortdauernde Wirkung der Reizmittel nicht zu erwarten ist. Vielmehr steht zu erwarten, daß auch die Unterschiede zwischen gebeizten und ungebeizten Samen sich mehr und mehr verwischen. Danach wäre aber auch m. E. eine Einwirkung und Ertragssteigerung, wie sie Popoff und andere erzielt haben, beim Klee ausgeschlossen. Zwar wendet Popoff andere, zum Teil recht zusammengesetzte Beizen an, doch zeigten diese, wie ich in verschiedenen Versuchen nachweisen konnte, weder einzeln noch auch zusammengesetzt, beim Klee auf die Keimung eine annähernd so günstige Wirkung, wie man sie für so große Ertragssteigerungen erwarten müßte. Man muß annehmen, daß in unseren deutschen Böden die Mineralien und Elemente, welche die wirksamen Bestandteile der Popoffschen Beize sind, doch schon in genügenden Mengen vorhanden sind, zumal die Konzentration der Reizflüssigkeiten außerordentlich niedrig ist. Damit fiele aber auch die günstigere Entwicklung der vorgebeizten gegenüber den ungebeizten Samen weg. Ein weiterer Grund, der ebenfalls für eine derartige Auslegung spricht, ist der, daß auch bei den von mir verwandten Beizen oder Reizmitteln bei sterilem Keimbett sich in den meisten Fällen eine Reizwirkung einstellte, dagegen ausfiel, sowie natürlicher Boden verwandt wurde. Inwiefern aber dem Uspulun, Germisan, Formalin und einigen anderen, nicht im Boden enthaltenen Gift- oder Reizstoffen ein indirekter Einfluß auf den Ertrag zukommen könnte, habe ich vorher schon dargelegt. Die Beiz- und Stimulationsversuche müßten m. E., um eine wirkliche Reizwirkung nachzuweisen, nach den obigen Auslegungen in natürlichem Boden gemacht werden. Sollte der Stimulationswirkung tatsächlich eine so hohe Bedeutung zukommen, so würde man bei richtiger Versuchsdurchführung bald erkennen können, ob wir in Deutschland auch den versprochenen großen Nutzen davon haben oder nicht.

Schluß

Ich komme nun zum Schluß meiner Ausführungen und möchte in großen Zügen noch einen kurzen Überblick über die gefundenen Resultate geben.

1) Die Samenfarbe, Samenfarbe und Hitze kombiniert und die Samengröße haben Einfluß auf die Hartschaligkeit, und zwar derart, daß dunkle Samen, dunkle und erhitzte Samen und große Samen sich als weniger hartschalig erweisen als helle und kleine Samen. Als zweckmäßigste Art, die Hartschaligkeit zu beseitigen, hat sich die Arbeit mit der Ritzmaschine erwiesen.

2) Der Kleesamen unterliegt ebenfalls den Alterserscheinungen wie andere Samen auch. Ausnahmen können sich aus sehr günstigen Aufbewahrungsverhältnissen oder durch starke Hartschaligkeit ergeben. Der Ausfall an Keimen ist bei den einzelnen Kleearten verschieden, doch dürfte schon 2—3jähriger Klee für die Praxis nicht mehr als Saatgut geeignet sein. Das Altern des Klees wird besonders beschleunigt durch Wärme und Feuchtigkeit (und Sauerstoff).

3a) Die Feuchtigkeit des Keimbettes vermag in ausgedehntem Maße die Keimfähigkeit des Klees zu beeinflussen. Indessen hatte nur ein Mangel an Feuchtigkeit ungünstige Folgen auf die Keimung des Klees, während der Klee in einem Keimmedium, das über einer gewissen Grenze (in den untersuchten Fällen 60 % seiner wasserfassenden Kraft) mit Wasser gesättigt war, weder günstige noch schädliche Einwirkung in den ersten 10 Tagen zeigte.

b) Wenn man einem Kleesamen künstlich vor der Aussaat Feuchtigkeit zuführt, so kann unter Umständen eine höhere Keimfähigkeit erzielt werden. Bei nachfolgendem, starkem Eintrocknen ist indessen eine Schädigung nicht ausgeschlossen.

4) Das Licht wirkt auf den Kleesamen nach allen Versuchen stark keimungshindernd, in einigen Fällen sogar keimschädigend ein. Das trifft auch für künstliches Licht (elektrisches) zu, jedoch in viel geringerem Maße. Es bleibt die Frage offen, welcher Teil des weißen Lichtes diese Wirkung hat (gelbe, violette oder rote Strahlen) oder ob die nicht sichtbaren Strahlen (ultrarot und ultraviolett) die Keimung verzögern. Die Deckfrucht hat keine deutlich feststellbare günstige Beeinflussung der Keimfähigkeit des Klees gezeigt, soweit die Belichtungsverhältnisse in Frage kommen. Eine ungünstige Einwirkung in dieser Hinsicht kommt aber noch weniger in Frage.

5) Es ließ sich feststellen, daß a) bei gleichmäßiger Temperatur das Optimum der Kleekeimung etwas über 30° C lag, bei den einzelnen Kleearten jedoch verschieden hoch. Das Minimum ist 1 Grad C,

das Maximum etwa 60 Grad C. b) Wechselwarme Temperaturen wirkten in den beiden vergleichsfähigen Fällen günstiger auf die Keimung ein als gleichmäßige Temperaturen in mittlerer Höhe.

6) Die zulässige Saattiefe ist abhängig vom Boden. Je schwerer dieser ist, je leichter er in Einzelkonstruktur übergeht, desto flacher muß der Kleesamen liegen. Die verschiedenen Kleearten sind nicht gleich empfindlich gegen eine Bedeckung. Je größer die Keimenergie ist, desto größer kann anscheinend die Bedeckung sein (Tabelle XXIII—XXV). Freilandversuche unter sehr günstigen Bedingungen (gute Krümelstruktur) ergaben, daß für die Praxis ein tieferes Unterbringen als 3 cm kaum in Frage kommt. Die Mischsaat konnte in dieser Beziehung nach den Versuchen keine günstigeren Resultate als die Reinsaat sicher aufweisen; sie scheint jedoch das Auflaufen des Klees eher günstig als ungünstig zu beeinflussen.

7) Reizversuche mit chemischen Mitteln anderer Autoren haben teils positive, teils negative Resultate ergeben. Untersucht wurden jedoch bis auf zwei mir bekannte Ausnahmen stets andere Samen als Klee. Eigene Versuche mit Klee ergaben, daß im sterilen Keimbett eine Reizwirkung bald positiver Art, bald negativer Art, bald nach der Konzentration geordnet, bald regellos vorhanden ist. Als besonders günstige Reizmittel haben sich fast ausnahmslos Uspulun und Germisan erwiesen. Die verschiedenen Kleearten sind verschieden empfänglich gegen die Reizmittel. Die Wirkung der Reizmittel geht bald verloren; sie war schon am 10. Tage meistens prozentual geringer als am 3. Tage. Nach Freilandversuchen nahm sie bis zum 30. Tage noch weiter ab. Die Ertragsfeststellungen ergaben zwar noch ein geringes Plus zugunsten der gebeizten Samen; die ganze Entwicklung zeigte aber, daß der günstige Einfluß mit der Zeit mehr und mehr verschwand. Es scheint mir sehr unwahrscheinlich zu sein, daß Klee durch Reizen derart höhere Erträge bringt, wie sie Popoff bei anderen Pflanzen (Reis 30 %) erzielte.

Die vorliegenden Ausführungen können, wie in der Natur der Sache begründet liegt, keine endgültigen Resultate darstellen. Alle Organismen sind für uns noch Probleme, deren Kern wir noch lange nicht erkannt haben, und doch müssen wir versuchen, immer mehr davon durch jahrelange Erfahrungen zu enträtseln. Eine kleine Lücke hoffe ich auch mit der vorliegenden Arbeit ausgefüllt zu haben. Die ganze Stimulanztheorie scheint nach den Widersprüchen, welche Popoff von vielen der oben erwähnten Forscher erfahren hat, auf einem toten Punkte angelangt zu sein. Untersuchungen im bis-

herigen Maßstabe und Rahmen bringen keine neuen Resultate mehr. Es sind nur noch ganz wenige Kulturpflanzen, welche noch nicht auf ihre Reizbarkeit durch Stimulantien untersucht sind, zu ihnen gehörten auch die Kleesamen.

Abstract

1) The colour of seeds, as well as colour and heat combined, and the size cf seeds have some influence on the hardness of germination of seeds. Dark seeds, dark and heated seeds, and large seeds have a less hard germination than light coloured and smale seeds. The most suitable way to get rid of the hardness is the work with the ritus-machine.

2) The clover, like all other seeds, is subject to aging appearances. Exceptions are possible if the storing conditions are very good, and if the epidermis is very hard. The loss in germination is different in the various species of clover, still 2—3 years old clover seed is already not any more suitable to be sown in practical agriculture. The aging of the clover is especially hastened by heat and moisture (and oxygen).

3a) The capability of germination depends in a great measure on the humidity of the germ-bed. However, only the want of moisture proved unfavourable for the germination, while the clover seed showed neither favourable nor injurious effects during the first ten days in a germ—medium, saturated with water to a certain limit (in the tested cases up to 60 % of its water capacity).

b) If clover seed is moistened artificially before it is sown, a higher capability is sometimes obtained, but injury may result, if afterwards the seed is dried to much.

4) Light, according to all tests, is a hindrance to the germination of the clover seed, in some cases even injurious. This relates also to artificial light (electric), but in a less degree. It remains a question, which part of the white light has this effect, and if not the invisible rays delay the germination. The cover crop has not shown a clearly noticable influence on the germination with regard to lighting, neither favourable nor injurious.

5) It has been recorded that a) the optimum of clover germination is somewhat above 30 deg. C, it was differently high however for the single species. The minimum is 1 deg. C, the maximum about 60 deg. C. Temperature fluctuations of warmth in two compared fields had a greater influence on germination than equal temperatures of medium hight.

6). The admissable depth for sowing depends on the soil. The heavier it is, the easier it changes into the single corn structure, the more shallow the seed ought to be brought in. The different species of clover do not all equally react against the covering. The greater the energy of the germ, the deeper evidently may be the covering (tables 23—25). Field trials under very favourable conditions (good crumb structure) showed that a deeper sowing than 3 cm, is hardly a question for practical agriculture. In this respect the mixed seed did not show better results in the trials than pure seed. The former however seems to affect the germination of the clover rather favourably than otherwise.

7). Trials with chemical stimulants by other authors have shown partly negative, partly positive results. Mostly, however, except in two cases known to me, other seeds have been tested than clover seed. My own trials with clover showed that a stimulation happens in the sterile germ-bed, which is now negative now positive, now according to concentration regulated or irregular. Uspulun and Germisan nearly without exception proved good stimulants. The different species of clover react heterogenously upon the stimulants. The effect of the stimulants disappears quickly. It was less already on the 10th, than on the 3rd day. In the field trials it decreased further until the 30th day. The returns of field showed yet an insignificant plus in favour of the stimulated seeds; the whole development however proved that the good influence in time disappeared more and more. It seems to me improbable that the field of clover could be increased by stimulus as far as recorded by POPOFF on other plants (rice 30 %).

Literaturverzeichnis

1. APPEL, Die Steigerung der Erträge durch Beizen des Saatgutes. Mitt. d. D. L. G. 1923, S. 37 u. 52 u. f. — 2. BECKER, Über den Einfluß der Samenbehandlung. Landw. Jahrbücher 1926, Heft 4, S. 503 u. f. — 3. BISCHKOPF, Die Verbesserung der Keimfähigkeit alter Samen durch Uspulun. Nachrichten der landw. Abteilung Bayer, Febr. 1925, Nr. 1, S. 25 u. f. — 4. BRACCONNOT, Handbuch der Biochemie, Band I, 1913, Kap. chemische Reize. — 5. BRAUN, Stimulationsversuche. Pflanzenbau 1925, Heft 1, S. 13 u. f. — 6. BREDEMANN, Stimulationsversuche. Pflanzenbau 1925, Heft 1, S. 13 u. f. — 7. BRINGMANN, GISEVIUS u. STRAIB, Untersuchungen über Samen- und Pflanzenreizungen. Pflanzenbau 1924, Heft 12, S. 93 u. f., Heft 13, S. 21 u. f. — 8. CARRUTHERS, Experiments on the Vitality of farm seeds. Journal of the Royal Agricultural Society of England (in HOLLRUNG, 30, S. 39). — 9. CIESLAR, Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, 1883, Bd. 6, S. 270 ff. — 10. CLAUS u. MOSIG, Beizversuche mit Buschbohnen. Nachrichten der landw. Abteil. Bayer, Febr. 1925, Heft 1, S. 25 ff. — 11. CZAPEK, Handbuch der Biochemie, Band I, 1913, Kap.

chem. Reize. — 12. DE LA ESPRIELLA, Wie können wir unsere Ernte erhöhen? Mitteilungen der D. L. G. 1917, Heft 1, S. 2 ff. — 13. DEMOUSSY, Influence de l'état hygrométrique de l'air sur la conservation des graines (in HOLLRUNG, 30, S. 49). — 14. EASTHAM, in HOLLRUNG (30) S. 40. Agr. Gaz. Canada 1, 1914, S. 544. — 15. FREUDE, Über Reizwirkungen beim Beizen von Getreidesaatgut. Blätter für Pflanzenbau und Züchtung 1924 Nr. 4, S. 77—85. — 15 a. GASSNER, Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. Zeitschrift f. Botanik, 1915, S. 609. — 16. GISEVIUS, Saat- und Pflanzenreizung in ihrer Entwicklung. Pflanzenbau 1924, Heft 7, S. 113 ff. — 17. GISEVIUS, Anbauversuche mit Rotklee verschiedener Herkunft. Arbeiten der D. L. G. Heft 83, 1903, S. 16—25. — 18. GLANZ, Zellstimulation und Ackergare. Pflanzenbau 1925, Heft 17, S. 290. — 19. GLEISBERG, a) Saatgutstimulierung als keimungsphysiologisches Problem. Pflanzenbau 1925, Heft 2, S. 24; b) Stimulationseffekte in vererbungstheoretischer Beleuchtung. Pflanzenbau 1925, Heft 16, S. 270; c) Der praktische Wert der Zellstimulation. Landw. Jahrbücher, Bd. 59, S. 421 ff. — 20. GÖLDNER, Anwendung der Fehlerwahrscheinlichkeitsrechnung. Pflanzenbau 1924, Heft 8, S. 133 ff. — 21. GUPPY, Studies in seeds and fruits, 1912, S. 528 (in WITTMACK 1922, S. 94). — 22. HAENLEIN, Über die Keimkraft von Unkrautsamen. Landw. Versuchsstationen 1880, S. 465—470. — 23. HARRINGTON, Hard clover seed and its treatment in hulling. Washington, Farmers Bulletin, Nr. 676, 1915, S. 8. — 24. HARZ, Landw. Samenkunde. Berlin 1885, S. 362 ff. — 25. HASELHOFF, FLUHRER u. HAUN, Versuche mit Reizstoffen. Landw. Versuchsstationen 1923, Bd. 100, S. 59—78. — 26. HEINRICH, Die Abhängigkeit der Keimtriebkraft vom Keimmedium und ihre Beeinflussung durch verschiedene Beizmittel. Landw. Versuchsstationen 1921, Heft 98, S. 65 ff. — 27. HILTNER, Keimungsverhältnisse der Leguminosensamen und ihre Beeinflussung durch Organismenwirkung. Arbeiten der biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtschaft, 3. Bd., 1. Heft, S. 31 ff. — 28. HILTNER und KORFF, Über die Wirkung verschiedener Bodenbehandlungsmittel, besonders des Mangansulfates, auf das Wachstum des Hafers. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Schutz, 1917, Heft 5, S. 49. — 29. HOLLRUNG, Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten, Berlin 1923. — 30. HOLLRUNG, Die krankhaften Zustände des Saatgutes. Berlin 1920, S. 94 ff. — 31. HÜLSENBERG, Auswertung landw. Versuche. Pflanzenbau 1924, Heft 7, S. 122 ff. — 32. VON HUMBOLDT, Aphorismen, Deutsch von Fischer, S. 90, 1794. — 33. JOHANNSEN, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena 1913. — 34. JOHANNSEN, Über Rausch und Bestäubung der Pflanzen. Naturw. Wochenschrift Bd. 18, 1902, S. 97 ff. — 35. KEMPSKI, Neue Versuche mit Samendesinfektions- und Stimulationsmitteln. Nachrichten der landw. Abt. Bayer, Mai 1925, Nr. 2, S. 43. — 36. KINZEL, Wirkung von Formaldehyd auf Rotklee. Landw. Versuchsstation 1897, S. 461. — 37. KINZEL, Frost und Licht. Stuttgart 1913, S. 38. — 38. KÖNIG und HASENBÄUMER, Zur Beurteilung neuer Verfahren f. d. Untersuchung d. Bodens. Landw. Jahrb. 56, 3, 1921. — 39. KONSULOFF, Feldversuch zur Stimulierung von Reis. Pflanzenbau 1925, Heft 19, S. 324 ff. — 40. LASCHKE, Einfluß von Keimbett und Licht auf Keimung. Landw. Versuchsstationen 1907, S. 295 ff. — 41. LAURENT, Expériences sur la durée du pouvoir germinatif des graines conservées dans le vide. L'Académie des Sances, 1902, Bd. 135, S. 1295—1298 (in HOLLRUNG, 30, S. 58). — 42. LEHFELD, Dissertation, Berlin 1925, Landw. Hochschule. — 43. LEIDREITER, Studien über das Verhalten des Mangan im Boden zu einigen landw. Kulturpflanzen. Dissertation, Rostock 1910. — 44. LOEW, Das

physiologische Verhalten der Pflanze gegen Reizwirkungen. Beiträge zur Pflanzenzucht, Heft 7, 1924, S. 76. — 45. LOEW, Über Reizmittel des Pflanzenwachstums und deren praktische Anwendung. Landw. Jahrbücher, Bd. 32, 1903, S. 437. — 46. LOHMANN, Reizwirkungen chemischer Verbindungen auf die Kartoffelknolle. Landw. Jahrbücher, Bd. 61, Heft 1, S. 1. — 47. MIRBEL, Elem. de Physiolog. Bd. 1, S. 77 und WOLLNY, Agriculturphysik, Bd. 6, S. 273. — 48. MOLDENHAUER, Die Praxis der Ausgleichsrechnung. Pflanzenbau 1925, Heft 14, S. 229 ff. — 49. NEYE, Ackerbaulehre 1925, S. 20. — 50. NOBBE, Handbuch d. Samenkunde, S. 397 ff. — 51. NOBBE, Über Ritzmaschinen f. harte Samen. D. L. G. 1895, H. 20, S. 203 ff., H. 21, S. 211 ff. — 52. NOBBE, Übt das Licht einen vorteilhaften Einfluß auf die Keimung der Grassamen? Landw. Versuchsstationen 1882, Bd. 27, Heft 5, S. 347. — 53. NOBBE und HILTNER, Nitragin als Impfstoff. Landw. Versuchsstationen 1899, S. 447. — 54. OETKEN, Ermittelung der Keimfähigkeit und Keimkraft des Saatgutes. Landw. Presse, 1913, Nr. 24, 25, 27, 28. — 55. OPITZ, Die Kornschwere des Roggens als Sorteneigenschaft. Mitt. d. D. L. G. 15/26, S. 313. — 56. OPITZ, Der schlesische Rotklee, Bedeutung und Maßnahmen zur Förderung des Klee- und Samenbaues von Futterpflanzen überhaupt. Zeitschrift d. Landw. Kammer f. d. Prov. Schlesien. 15. Jahrg. 1911, S. 1194—97. — 57. OPITZ und LEIPZIGER, Ein Versuch über Bekämpfung der Streifenkrankheit der Wintergerste. Illustr. Landw. Zeitung 1920, S. 300. — 58. PFEFFER, Pflanzenphysiologie 1904, 1. Bd., S. 426—428, 2. Bd. S. 121. — 59. PFEFFER, Über geformte Eiweißkörper und die Wanderung der Eiweißstoffe beim Keimen der Samen. Landw. Versuchsstation, Bd. 15, 1872, S. 144 ff. — 60. PFEFFER, Reizerfolge mit Uspulun bei der Rebenveredelung. Der deutsche Weinbau. Festnummer zum 32. deutschen Weinbaukongreß S. 403. — 61. POPOFF, Zellstimulationsforschung Bd. 1, Heft 1—3. — 62. POPOFF, Über Zellstimulation und ihre theoretische Begründung. Sonderabdruck aus dem Jahrbuch der Universität Sofia, Bd. 2, Heft 1, 1923. — 63. POPOFF, Die Stimulierung der Zellfunktionen, ihre theoretische und landwirtschaftliche Bedeutung. Landw. Versuchsstationen 1923, Nr. 101, S. 286. — 64. POPOFF, Samenstimulierung und ihre Weltwirtschaftliche Bedeutung. Pflanzenbau 1924, Heft 13, S. 223, Heft 14, S. 236 ff. — 65. REGEL, Einfluß des Lichtes auf das Keimen der Samen. Gartenflora, März 1882. — 66. REMY und VASTERS, Über die Wirkung von Chlorphenylquecksilber, Sublimat und anderer Pflanzenschutz- und Desinfektionsmittel. Nachrichten der landw. Abt. Bayer 1925, Nr. 2, S. 29. — 67. RIEHM, Über Geheimmittel. Mitt. der biologischen Reichsanstalt 1925, Nr. 19, S. 20. — 68. RICHET, Handbuch der Biochemie 1913. Kap. chem. Reize. — 69. ROCHLEDER, Phytochemie, S. 343 ff. und WOLLNY, Agriculturphysik, Bd. 6, S. 273. — 70. RÖMER, Der Feldversuch. — 71. SCHLIPF, Handbuch der Landwirtschaft, 1922, S. 6. — 72. SENNEBIER, Physiolog. végétale, T. 3, S. 396. — 73. STEBLER, Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung. Vierteljahresheft der Züricher naturf. Gesellschaft, 1880, S. 102. — 74. TODARO, Osservazioni sulla del potere germinativo nei semi dello piu communi piante erbacco cultivate (in HOLLRUNG, 30, S. 43). — 75. WAHNSCHAFFE und SCHUCHT, Wissenschaftliche Bodenuntersuchung S. 22. — 76. WINDISCH, Einwirkung des Formaldehyds auf die Keimung. Landw. Versuchsstationen 1900/01, Bd. 55, S. 250 ff. — 77. WITTMACK, Handbuch der Samenkunde, Berlin 1922, S. 94 ff. — 78. WOLLNY, Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik, Heidelberg 1883, S. 270 ff.

Abkürzungen und Erläuterungen

hart = harte Samen.

geq. = gequollene Samen.

gek. = gekeimte Samen.

Die Zahlen unter diesen Rubriken beziehen sich bei allen eigenen Versuchen auf 4 Parallelen und sind die daraus berechneten arithmetischen Mittel.

MF = mittlerer Fehler des arithmetischen Mittels.

Die Zahlen unter dieser Rubrik beziehen sich stets auf die vorhergehenden Zahlen derselben Zeile, welche die gekeimten Samen angeben.

MF% = mittlerer Fehler des arithmetischen Mittels in % des Mittels für gekeimte Samen.

Die hinter den Autoren in Klammern gesetzten Zahlen geben an, unter welcher Nummer des Literaturverzeichnisses dieser zu finden ist.

Die Provenienz des Saatgutes, sowie Ort und Zeit des Versuches ist bei den einzelnen Tabellen angegeben.

Der Übersicht halber gebe ich noch einmal an dieser Stelle eine kleine Zusammenfassung des verwendeten Saatgutes:

Rotklee,	schles.	Herkunft,	Erntejahr	1914	von Herrn Saatzucht-Inspektor Leipziger der schles. Klee- und Grassamenbaugesellschaft.
„	„	„	„	1919	
„	„	„	„	1921	
Gelbklee,	„	„	„	1921	
Weißklee,	„	„	„	1921	
Schwedenklee,	„	„	„	1921	
Kolbes Schwedenklee,	„	„	„	1922	
Deutscher Weißklee,	„	„	„	1923	
Thür. Gelbklee,	„	„	„	1923	
Canad. Schwedenklee,	„	„	„	1923	
Rotklee II,	„	„	„	1924	
Schwedenklee II,	„	„	„	1924	
Weißklee I,	„	„	„	1924	
Inkarnatklee I,	„	„	„	1924	
Gelbklee I,	„	„	„	1924	
Wundklee	„	„	„	1924	von der Samenhandlung Wissinger, Berlin

Ich ergreife gern die Gelegenheit, an dieser Stelle Herrn Professor Opitz für die mir zuteil gewordene Unterstützung durch Rat und Tat zu danken. Für die Übersendung von Saatgut bin ich auch der schles. Klee- und Grassamenbaugesellschaft zu Dank verpflichtet.